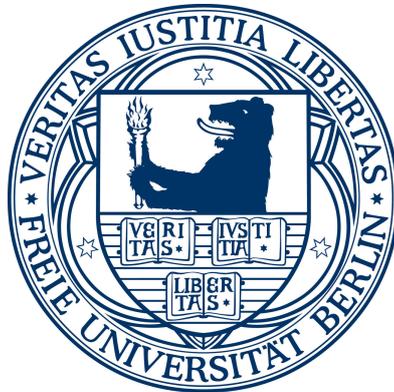


Orderbuchanalysen am Beispiel des XETRA-Orderbuchs

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades einer Doktorin der
Wirtschaftswissenschaft
des
Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft
der
Freien Universität Berlin



vorgelegt von

Dipl.-Math. Dominika Franiel
aus Oppeln

Berlin, 2018

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Dr. András Löffler

Erstgutachter: Prof. Dr. Dr. András Löffler

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Daniela Lorenz

Tag der Disputation: 12. Februar 2019

Wenn wir nicht unwissend wären, gäbe es keine Wahrscheinlichkeit. Henri Poincaré (1914)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	XVI
1. Einführung	1
2. Modelle zur Wertpapierliquidität	4
2.1. Liquiditätskonzepte	4
2.1.1. Liquidität nach Black	4
2.1.2. Liquidität nach Harris	5
2.1.3. Liquidität nach Kempf	5
2.1.4. Liquidität nach Gombert und Schmidt\Iversen	13
2.1.5. Liquidität nach Aitken und Comerton-Forde	14
2.1.6. Das Liquiditätsmodell von Grossmann und Miller	15
2.2. Weitere ausgewählte Liquiditätsmessarten	18
2.2.1. Das implizite Maß von Roll	18
2.2.2. MEC: ein Liquiditätsmesskonzept nach Hasbrouck und Schwartz	19
2.2.3. Die Liquiditätsrate: das Aminvest-Maß	19
2.2.4. Amihudmaß	20
2.2.5. XLM	21
2.3. Empirische Untersuchungen zum Vorliegen von Liquidität	22
2.3.1. Empirische Umsetzung von Aitken und Comerton-Forde	22
2.3.2. Empirische Untersuchung von Goyenko, Holden und Trzcinka	24
3. Modelle zu Transaktionskosten	30
3.1. Demsetz	30
3.1.1. Die Determinanten des Bid-Ask-Spreads	30
3.1.2. Die Determinanten der Transaktionsrate	31
3.1.3. Statistische Resultate	32
3.2. Tinic	34
3.3. Garbade	38
3.3.1. Eigenschaften eines Marktes	38
3.3.2. Bid-Ask-Spread	38
3.3.3. Determinanten des Bid-Ask-Spread	39
3.4. Benston und Hagerman	40
3.5. Cohen, Maier, Schwartz und Whitcomb	41
3.6. Glosten	42
3.7. Stoll	45
3.7.1. Stolls Transaktionskostenmodell	45
3.7.2. Empirische Untersuchungen zum Transaktionskostenmodell	48
3.7.3. Alternative Modellierung der Geschäftsabwicklungskosten	50

3.8.	Iversen	51
3.8.1.	Transaktionskostenkomponenten	51
3.8.2.	Komponenten des Bid-Ask-Spreads	53
3.9.	Empirische Untersuchungen zu Transaktionskosten der DAX-Titel	58
3.9.1.	Iversen	58
3.9.2.	Treske	62
4.	Eine empirische Untersuchung zum Spread der DAX-30-Werte	66
4.1.	Forschungsfrage	66
4.2.	Datenbasis	66
4.2.1.	Der elektronische Börsenplatz Xetra	66
4.2.2.	Der elektronische Handelsplatz ASX	68
4.2.3.	Generierung des Xetra-Datensatzes der Dax-30-Aktien von 2003 nach Gärtner	69
4.2.4.	Der Xetra-Datensatz von 2007	74
4.2.5.	Der Xetra-Datensatz von 2013/2014	81
4.2.6.	SIRCA und die S&P-20-Aktien	86
4.3.	Empirische Untersuchung	89
4.3.1.	Empirische Untersuchung für 2003	89
4.3.2.	Empirische Untersuchung für 2007	132
4.3.3.	Empirische Untersuchung für 2013/14	137
4.3.4.	Empirische Untersuchung der SIRCA-Daten	141
4.3.5.	Überprüfung und Diskussion der Regressionsannahmen	146
5.	Zusammenfassung und Schlussbetrachtung	149
A.	Anhang	152
A.1.	Kurzfassung der Ergebnisse und hervorgegangene Vorveröffentlichungen	152
A.2.	Tabellen	154
A.2.1.	Größensortierte Maße nach Aitken und Commerton-Forde	154
A.2.2.	Regressionsergebnisse für den Mittelwert Spread 2003	157
A.2.3.	Regressionsergebnisse für den Median Spread 2003	205
A.2.4.	Regressionsergebnisse für den log Median Spread 2003	253
A.2.5.	Ergebnisse der multiplen Regression für den Spread 2003	301
A.2.6.	Hauptkomponentenanalyse des Spreads 2003	304
A.2.7.	Ergebnisse der wöchentlichen Regressionen für den Mittelwert Spread in 2003	316
A.2.8.	Ergebnisse der jährlichen Regression für den Spread 2007	319
A.2.9.	Ergebnisse der wöchentlichen Regressionen für den Spread in 2007	322
A.2.10.	Ergebnisse der täglichen Regressionen für den Spread in 2007	334
A.2.11.	Ergebnisse der Regressionen im Zeitraum 2013/2014	337
A.3.	Bilder	348
A.4.	Ausgewählte Algorithmen	388
A.5.	Fehlende Datensätze nach Gärtner	389

Abbildungsverzeichnis

2.1.	Liquiditätsdimensionen nach Kempf (1999), S. 20	7
3.1.	Zusammenhang zwischen Spread und Umsatz nach Treske (1996), S. 99	62
3.2.	Zusammenhang zwischen Transaktionsgröße und Spread nach Treske (1996), S. 116	64
4.1.	Wechsel der Handelsformen nach Deutsche Börse AG (2004c), S. 19	68
4.2.	Datenauszug für CBA	87
4.3.	Datenauszug für CBA	142
4.4.	Zusammenhang zwischen Average Spread und Tradesize der S&P-20-Aktien	144
4.5.	Zusammenhang zwischen Average Spread und Tradesize der S&P-20-Aktien - ohne Ausreißer	145
4.6.	Zusammenhang zwischen Median Spread und Tradesize der S&P-20-Aktien	146
A.1.	Orderanzahl vs. Spread	348
A.2.	Orderanzahl vs. log Median Spread	348
A.3.	Stückvolumen vs. Spread	349
A.4.	Stückvolumen vs. log Median Spread	349
A.5.	Transaktionen vs. Spread	350
A.6.	Transaktionen vs. log Median Spread	350
A.7.	Umsatz in € vs. Spread	351
A.8.	Umsatz in € vs. log Median Spread	351
A.9.	Relatives Wertvolumen in Prozent vs. Spread	352
A.10.	Relatives Wertvolumen in Prozent vs. log Median Spread	352
A.11.	Relatives Wertvolumen vs. Spread	353
A.12.	Relatives Wertvolumen vs. log Median Spread	353
A.13.	Inverses relatives Wertvolumen vs. Spread	354
A.14.	Inverses relatives Wertvolumen vs. log Median Spread	354
A.15.	Relatives Wertvolumen zu Stückvolumen vs. Spread	355
A.16.	Relatives Wertvolumen zu Stückvolumen vs. log Median Spread	355
A.17.	Relatives Wertvolumen zu Transaktionen vs. Spread	356
A.18.	Relatives Wertvolumen zu Transaktionen vs. log Median Spread	356
A.19.	Relatives Wertvolumen zu Wertvolumen vs. Spread	357
A.20.	Relatives Wertvolumen zu Wertvolumen vs. log Median Spread	357
A.21.	Stückvolumen zu rel. Wertvolumen vs. Spread	358
A.22.	Stückvolumen zu rel. Wertvolumen vs. log Median Spread	358
A.23.	Stückvolumen zu Transaktionen vs. Spread	359
A.24.	Stückvolumen zu Transaktionen vs. log Median Spread	359
A.25.	Stückvolumen zu Wertvolumen vs. Spread	360
A.26.	Stückvolumen zu Wertvolumen vs. log Median Spread	360
A.27.	Transaktionen zu rel. Wertvolumen vs. Spread	361
A.28.	Transaktionen zu rel. Wertvolumen vs. log Median Spread	361
A.29.	Transaktionen zu Stückvolumen vs. Spread	362
A.30.	Transaktionen zu Stückvolumen vs. log Median Spread	362
A.31.	Transaktionen zu Wertvolumen vs. Spread	363
A.32.	Transaktionen zu Wertvolumen vs. log Median Spread	363

A.33.	Wertvolumen zu rel. Wertvolumen vs. Spread	364
A.34.	Wertvolumen zu rel. Wertvolumen vs. log Median Spread	364
A.35.	Wertvolumen zu Stückvolumen vs. Spread	365
A.36.	Wertvolumen zu Stückvolumen vs. log Median Spread	365
A.37.	Wertvolumen zu Transaktionen vs. Spread	366
A.38.	Wertvolumen zu Transaktionen vs. log Median Spread	366
A.39.	gewichteter Bid-Ask-Spread vs. Spread	367
A.40.	gewichteter Bid-Ask-Spread vs. log Median Spread	367
A.41.	Tradeweighted Price vs. Spread	368
A.42.	Tradeweighted Price vs. log Median Spread	368
A.43.	Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Mittelwert) vs. Spread	369
A.44.	Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Mittelwert) vs. log Median Spread	369
A.45.	Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Median) vs. Spread	370
A.46.	Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Median) vs. log Median Spread	370
A.47.	Zeit zwischen Handelstransaktionen (Mittelwert) vs. Spread	371
A.48.	Zeit zwischen Handelstransaktionen (Mittelwert) vs. log Median Spread	371
A.49.	Zeit zwischen Handelstransaktionen (Median) vs. Spread	372
A.50.	Zeit zwischen Handelstransaktionen (Median) vs. log Median Spread	372
A.51.	Logarithmierter Spread vs. Spread	373
A.52.	Zeitgewichteter logarithmierter Spread vs. Spread	373
A.53.	XLM (Median) vs. Spread	374
A.54.	XLM (Median) vs. log Median Spread	374
A.55.	XLM (Mittelwert) vs. Spread	375
A.56.	XLM (Mittelwert) vs. log Median Spread	375
A.57.	Liquidity Ratio (Median) vs. Spread	376
A.58.	Liquidity Ratio (Median) vs. log Median Spread	376
A.59.	Liquidity Ratio (Mittelwert) vs. Spread	377
A.60.	Liquidity Ratio (Mittelwert) vs. log Median Spread	377
A.61.	Amihud 1 vs. Spread	378
A.62.	Amihud 1 vs. log Median Spread	378
A.63.	Amihud 2 vs. Spread	379
A.64.	Amihud 2 vs. log Median Spread	379
A.65.	Amihud 3 vs. Spread	380
A.66.	Amihud 3 vs. log Median Spread	380
A.67.	Amihud 4 vs. Spread	381
A.68.	Amihud 4 vs. log Median Spread	381
A.69.	Zeitgewichtete absolute Preisdifferenz vs. Spread	382
A.70.	Zeitgewichtete absolute Preisdifferenz vs. log Median Spread	382
A.71.	Zeitgewichtete Preisdifferenz vs. Spread	383
A.72.	Zeitgewichtete Preisdifferenz vs. log Median Spread	383
A.73.	Zeitgewichtete quadratische Preisdifferenz vs. Spread	384
A.74.	Zeitgewichtete quadratische Preisdifferenz vs. log Median Spread	384
A.75.	Time Return vs. Spread	385
A.76.	Time Return vs. log Median Spread	385
A.77.	Value Return vs. Spread	386
A.78.	Value Return vs. log Median Spread	386
A.79.	Volume Return vs. Spread	387
A.80.	Volume Return vs. log Median Spread	387

Tabellenverzeichnis

3.1.	Lineare Einfachregressionen des Spreads gegen unterschiedliche Determinanten nach Iversen (1993), S. 193	60
3.2.	Multiple Regression des Spreads auf Umsatz, DTB-Dummy und Anzahl der Konkurrenten nach Iversen (1993), S.198	60
3.3.	Multiple Regression des Spreads auf Umsatz und Renditevarianz nach Iversen (1993), S.200	61
3.4.	Ergebnisse der drei Aktiengruppen nach Schmidt u. Treske (1996), S. 1043	65
4.1.	Aufbau des Datensatzes nach Gärtner (2007), S. 135	70
4.2.	Datensätze, Umsätze, Transaktionen und Gebotsveränderungen in 2003 nach Gärtner (2007), S. 142	72
4.3.	Kurse und Renditen im Orderbuch in 2003 nach Gärtner (2007), S. 144	73
4.4.	Aufbau des XETRA-Datensatzes von 2007	74
4.5.	Werte des DAX-Index 2007	75
4.6.	Werte des MDAX-Index 2007	76
4.7.	Werte des SDAX-Index 2007	77
4.8.	Werte des TecDAX-Index 2007	78
4.9.	Werte des Dow-Jones-Index 2007	79
4.10.	Deskriptive Statistik der Preise der DAX-Unternehmen 2007	80
4.11.	Aufbau des Bloomberg-Datensatzes von 2013/14 am Bsp. von BMW	81
4.12.	Werte des DAX-Index 2013/14	82
4.13.	Werte des MDAX-Index 2013/14	83
4.14.	Werte des SDAX-Index 2013/14	84
4.15.	Deskriptive Statistik der Preise der DAX-Unternehmen 2007	85
4.16.	Werte der S&P-20-Aktien der ASX in 2003	86
4.17.	Deskriptive Statistik der Spreads der S&P-20-Aktien 2003	87
4.18.	Werte des DAX-Index 2003	89
4.19.	Deskriptive Statistik	94
4.20.	Deskriptive Statistik(Fortsetzung)	95
4.21.	Verteilungsmerkmale	96
4.22.	Korrelationskoeffizienten nach Kendall	97
4.23.	Korrelationen der Maße von Aitken und Comerton-Forde	116
4.24.	Wochendurchschnittsspreads von ANZ, CBA, NAB	144
A.1.	Größensortierte Transaktionen	154
A.2.	Größensortiertes Stückvolumen	154
A.3.	Größensortiertes Wertvolumen	155
A.4.	Größensortiertes rel. Wertvolumen	155
A.5.	Größensortiertes rel. Wertvolumen in Prozent	156
A.6.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen .	158
A.7.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen .	159
A.8.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen .	160
A.9.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent	161

A.10.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen	162
A.11.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen	163
A.12.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Order	164
A.13.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen - kleine Stichprobe	165
A.14.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen - kleine Stichprobe	166
A.15.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen - kleine Stichprobe	167
A.16.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent - kleine Stichprobe	168
A.17.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe	169
A.18.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe	170
A.19.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Order - kleine Stichprobe	171
A.20.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Stückvolumen	172
A.21.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Transaktionen	173
A.22.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Wertvolumen	174
A.23.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/rel. Wertvolumen	175
A.24.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/Transaktionen	176
A.25.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/Wertvolumen	177
A.26.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/rel. Wertvolumen	178
A.27.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/Stückvolumen	179
A.28.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/Wertvolumen	180
A.29.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/rel. Wertvolumen	181
A.30.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/Stückvolumen	182
A.31.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/Transaktionen	183
A.32.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable gewichteter Spread	184
A.33.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable tradeweighted Price in Prozent	185
A.34.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Orderbucheinträgen (Mittelwert)	186
A.35.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Mittelwert)	187

A.36.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Median)	188
A.37.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable log Median Spread	189
A.38.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable zeitgewichteter log Median Spread	190
A.39.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable XLM (Median)	191
A.40.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable XLM (Mittelwert)	192
A.41.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable absolute Preisdifferenz*Wartezeit	193
A.42.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Preisdifferenz*Wartezeit	194
A.43.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable quad. Preisdifferenz*Wartezeit	195
A.44.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median)	196
A.45.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert)	197
A.46.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 1 . . .	198
A.47.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 2 . . .	199
A.48.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 3 . . .	200
A.49.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 4 . . .	201
A.50.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Time Return .	202
A.51.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Value Return .	203
A.52.	Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Volume Return	204
A.53.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen . .	206
A.54.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen . .	207
A.55.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen . . .	208
A.56.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent	209
A.57.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen	210
A.58.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen	211
A.59.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Order	212
A.60.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen - kleine Stichprobe	213
A.61.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen - kleine Stichprobe	214
A.62.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen - kleine Stichprobe	215
A.63.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent - kleine Stichprobe	216
A.64.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe	217
A.65.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe	218
A.66.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Order - kleine Stichprobe	219
A.67.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/ Stückvolumen	220

A.68.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/ Transaktionen	221
A.69.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/ Wertvolumen	222
A.70.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ rel. Wertvolumen	223
A.71.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ Transaktionen	224
A.72.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ Wertvolumen	225
A.73.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/rel. Wertvolumen	226
A.74.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/ Stückvolumen	227
A.75.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/ Wertvolumen	228
A.76.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/rel. Wertvolumen	229
A.77.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Stück- volumen	230
A.78.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Trans- aktionen	231
A.79.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable gewichteter Spread	232
A.80.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable tradeweighted Price in Prozent	233
A.81.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Order- bucheinträgen (Mittelwert)	234
A.82.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handel- transaktionen (Mittelwert)	235
A.83.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handel- transaktionen (Median)	236
A.84.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable log Median Spread	237
A.85.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable zeitgewichteter log Median Spread	238
A.86.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Median) . .	239
A.87.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Mittelwert)	240
A.88.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable absolute Preisdiffe- renz*Wartezeit	241
A.89.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Preisdifferenz*Wartezeit	242
A.90.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable quad. Preisdiffe- renz*Wartezeit	243
A.91.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median)	244
A.92.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert)	245
A.93.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 1	246
A.94.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 2	247
A.95.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 3	248
A.96.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 4	249
A.97.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Time Return . . .	250

A.98.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Value Return . . .	251
A.99.	Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Volume Return . .	252
A.100.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen	254
A.101.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen	255
A.102.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen .	256
A.103.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent	257
A.104.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen	258
A.105.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen	259
A.106.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Order	260
A.107.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen - kleine Stichprobe	261
A.108.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen - kleine Stichprobe	262
A.109.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen - kleine Stichprobe	263
A.110.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent - kleine Stichprobe	264
A.111.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe	265
A.112.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe	266
A.113.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Order - kleine Stichprobe	267
A.114.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Stückvolumen	268
A.115.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Transaktionen	269
A.116.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Wertvolumen	270
A.117.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/rel. Wertvolumen	271
A.118.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/Transaktionen	272
A.119.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/Wertvolumen	273
A.120.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/rel. Wertvolumen	274
A.121.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/Stückvolumen	275
A.122.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/Wertvolumen	276
A.123.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/rel. Wertvolumen	277
A.124.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/Stückvolumen	278
A.125.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/Transaktionen	279

A.126.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable gewichteter Spread	280
A.127.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable tradeweighted Price in Prozent	281
A.128.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Orderbucheinträgen (Mittelwert)	282
A.129.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Mittelwert)	283
A.130.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Median)	284
A.131.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable log Median Spread	285
A.132.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable zeitgewichteter log Median Spread	286
A.133.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Median)	287
A.134.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Mittelwert)	288
A.135.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable absolute Preisdifferenz* Wartezeit	289
A.136.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Preisdifferenz*Wartezeit	290
A.137.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable quad. Preisdifferenz*Wartezeit	291
A.138.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median)	292
A.139.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert)	293
A.140.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 1 . . .	294
A.141.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 2 . . .	295
A.142.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 3 . . .	296
A.143.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 4 . . .	297
A.144.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Time Return .	298
A.145.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Value Return .	299
A.146.	Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Volume Return	300
A.147.	Schrittweises Regressionsverfahren für den Mittelwert des Spreads	301
A.148.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler des schrittweisen Regressionsverfahrens für den Mittelwert des Spreads	301
A.149.	Schrittweises Regressionsverfahren für den Median des Spreads	302
A.150.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler des schrittweisen Regressionsverfahrens für den Median des Spreads	302
A.151.	Schrittweises Regressionsverfahren für den log Spread	303
A.152.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler des schrittweisen Regressionsverfahrens für den log Spread	303
A.153.	Deskriptive Statistiken	304
A.154.	Korrelationsmatrix	304
A.155.	Korrelationsmatrix (Fortsetzung)	304
A.156.	KMO- und Bartlett-Test	305
A.157.	Anti-Image-Matrizen	305
A.158.	Anti-Image-Matrizen (Fortsetzung)	305
A.159.	Kommunalitäten	305
A.160.	Erklärte Gesamtvarianz	306
A.161.	Komponentenmatrix	306
A.162.	Rotierte Komponentenmatrix	306
A.163.	Komponententransformationsmatrix	306

A.164. Deskriptive Statistiken	307
A.165. Korrelationsmatrix	307
A.166. KMO- und Bartlett-Test	307
A.167. Anti-Image-Matrizen	307
A.168. Kommunalitäten	308
A.169. Erklärte Gesamtvarianz	308
A.170. Komponentenmatrix	308
A.171. Deskriptive Statistiken	309
A.172. Korrelationsmatrix	309
A.173. Korrelationsmatrix (Fortsetzung)	309
A.174. KMO- und Bartlett-Test	310
A.175. Anti-Image-Matrizen	310
A.176. Anti-Image-Matrizen (Fortsetzung)	310
A.177. Kommunalitäten	310
A.178. Erklärte Gesamtvarianz	311
A.179. Komponentenmatrix	311
A.180. Deskriptive Statistiken	312
A.181. Korrelationsmatrix	312
A.182. KMO- und Bartlett-Test	312
A.183. Anti-Image-Matrizen	313
A.184. Kommunalitäten	313
A.185. Erklärte Gesamtvarianz	313
A.186. Komponentenmatrix	313
A.187. Deskriptive Statistiken	314
A.188. Korrelationsmatrix	314
A.189. KMO- und Bartlett-Test	314
A.190. Anti-Image-Matrizen	315
A.191. Kommunalitäten	315
A.192. Erklärte Gesamtvarianz	315
A.193. Komponentenmatrix	315
A.194. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 1	316
A.195. Regressionsergebnisse für Woche 1	316
A.196. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 11	316
A.197. Regressionsergebnisse für Woche 11	316
A.198. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 21	317
A.199. Regressionsergebnisse für Woche 21	317
A.200. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 31	317
A.201. Regressionsergebnisse für Woche 31	317
A.202. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 41	318
A.203. Regressionsergebnisse für Woche 41	318
A.204. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 51	318
A.205. Regressionsergebnisse für Woche 51	318
A.206. Koeffizienten der Regression für den DAX	319
A.207. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den DAX	319
A.208. Koeffizienten der Regression für den MDAX	319
A.209. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX	319
A.210. Koeffizienten der Regression für den SDAX	320
A.211. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX	320
A.212. Koeffizienten der Regression für den TecDAX	320
A.213. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den TecDAX	320

A.214.	Koeffizienten der Regression bei unabhängiger Variable Liquidity Ratio	321
A.215.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler bei unabhängiger Variable Liquidity Ratio . . .	321
A.216.	Koeffizienten der Regression bei unabhängiger Variable Dow Jones	321
A.217.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler bei unabhängiger Variable Dow Jones	321
A.218.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 1	322
A.219.	Koeffizienten der Regression für Woche 1	322
A.220.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 11	322
A.221.	Koeffizienten der Regression für Woche 11	322
A.222.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 21	323
A.223.	Koeffizienten der Regression für Woche 21	323
A.224.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 31	323
A.225.	Koeffizienten der Regression für Woche 31	323
A.226.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 41	324
A.227.	Koeffizienten der Regression für Woche 41	324
A.228.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 51	324
A.229.	Koeffizienten der Regression für Woche 51	324
A.230.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 1	326
A.231.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 11	327
A.232.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 31	328
A.233.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 51	329
A.234.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 1	330
A.235.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 11	331
A.236.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 31	332
A.237.	Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 51	333
A.238.	Koeffizienten der Regression für Tag 2	334
A.239.	Bestimmtheitsmaße für Standardfehler für Tag 2	334
A.240.	Koeffizienten der Regression für Tag 50	334
A.241.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 50	334
A.242.	Koeffizienten der Regression für Tag 100	335
A.243.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 100	335
A.244.	Koeffizienten der Regression für Tag 150	335
A.245.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 150	335
A.246.	Koeffizienten der Regression für Tag 200	336
A.247.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 200	336
A.248.	Koeffizienten der Regression für Tag 248	336
A.249.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 248	336
A.250.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den DAX im Gesamtzeitraum	337
A.251.	Ergebnisse der Regression für den DAX im Gesamtzeitraum	337
A.252.	Kurvenanpassung mit unabhängiger Variable Tradesize mittels der Potenzfunktion . . .	338
A.253.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX im Gesamtzeitraum	339
A.254.	Ergebnisse der Regression für den MDAX im Gesamtzeitraum	339
A.255.	Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 2	339

A.256. Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 2	339
A.257. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 10	340
A.258. Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 10	340
A.259. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 18	340
A.260. Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 18	340
A.261. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 26	341
A.262. Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 26	341
A.263. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 10	341
A.264. Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 10	341
A.265. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 40	342
A.266. Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 40	342
A.267. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 70	342
A.268. Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 70	342
A.269. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 100	343
A.270. Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 100	343
A.271. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX im Gesamtzeitraum	343
A.272. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX im Gesamtzeitraum .	343
A.273. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 2	344
A.274. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX in Woche 2	344
A.275. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 10	344
A.276. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX in Woche 10	344
A.277. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 18	345
A.278. Ergebnisse der Regression für den SDAX in Woche 18	345
A.279. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 26	345
A.280. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX in Woche 26	345
A.281. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 10	346
A.282. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 10	346
A.283. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 40	346
A.284. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 40	346
A.285. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 70	347
A.286. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 70	347
A.287. Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 100	347
A.288. Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 100	347
A.289. Fehlende Datensätze nach Gärtner (2007), S. 274	389

Abkürzungsverzeichnis

AAD	Amadeus Fire AG
AB1	Air Berlin PLC
AOX	Alstria Office REIT-AG
ADS	Adidas-Salomon AG
AIR	Airbus Group NV
ALV	Allianz AG
ALT	Altana AG
AMC	Amcor
AMEX	American Stock Exchange
AMP	AMP
ANN	Deutsche Annington Immobilien SE
ANZ	Australia and New Zealand Banking Group
ARL	Aareal Bank AG
ASX	Australian Securities Exchange
AWC	Alumina
BAF	Balda AG
BASF	BASF AG
BAY	Bayer AG
BDT	Bertrandt AG
BEI	Beiersdorf AG
BHP	BHP Billiton
BEI	Beiersdorf AG
BIL	BIL International Limited
BMW	BMW AG
BNR	Brenntag AG
BOSS	Hugo Boss AG
BYW6	BayWa AG
B5A	Bauer AG
CAP	Capital Stage AG
CBA	Commonwealth Bank of Australia

CBK	Commerzbank AG
CEV	CENTROTEC Sustainable AG
CLS1	Celesio AG
CML	CML Group
COM	Comdirect Bank AG
CON	Continental AG
CRSP	Center for Research in Security Prices
CWC	Cewe Stiftung & Co KGAA
DAI	Daimler AG
DBAN	Deutsche Beteiligungs AG
DBK	Deutsche Bank AG
DB1	Deutsche Boerse AG
DCX	Daimler-Chrysler AG
DEQ	Deutsche Euroshop AG
DEX	Delticom AG
DEZ	Deutz AG
DIC	DIC Asset AG
DPT	Deutsche Post AG (2003)
DPW	Deutsche Post AG (2013/14)
DTE	Deutsche Telekom AG
DUE	Duerr AG
DWNI	Deutsche Wohnen AG
EOA	E.ON AG (2003)
EOAN	E.ON SE (2013/14)
ETF	Exchange-Traded Fund
EVD	CTS Eventim AG
EVK	Evonik Industries AG
FGL	Foster's Group
FIE	Fielmann AG
FMC	Fresenius Med.Care KGaA (2003)
FME	Fresenius Medical Care AG & Co KGaA

FPE3	Fuchs Petrolub SE
FRA	Fraport AG Frankfurt Airport Services
FRE	Fresenius SE & Co KGaA
GBF	Bilfinger SE
GFJ	GAGFAH SA
GFK	GFK SE
GIL	DMG MORI SEIKI AG
GLJ	Grenkeleasing AG
GMM	Grammer AG
GSC1	Gesco AG
GW11	Gerry Weber International AG
GXI	Gerresheimer AG
G1A	GEA Group AG
HAB	Hamborner REIT AG
HAW	Hawesko Holding AG
HBH3	Hornbach Holding AG
HDD	Heidelberger Druckmaschinen AG
HEI	HeidelbergCement AG
HEN3	Henkel AG & Co KGaA(2013/14)
HHFA	Hamburger Hafen und Logistik AG
HNK	Henkel AG & Co. KGaA (2003)
HNR	Hannover Rueck SE
HOT	Hochtief AG
HSEC	Hundertstelsekunden
INH	Indus Holding AG
HVB	Hypo-Vereinsbank AG
IBIS	Integriertes Börsenhandels- und Informationssystem
ID	Identification
IFX	Infineon AG
ISIN	International Securities Identification Number
JATS	Jakarta Automating Trading System

JUN3	Jungheinrich AG
KCO	Kloeckner & Co SE
KD8	Kabel Deutschland Holding AG
KGX	KION Group AG
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium
KRN	Krones AG
KU2	KUKA AG
KWS	KWS Saat AG
KW	Kalendarwoche
LEG	LEG Immobilien AG
LEO	Leoni AG
LHA	Lufthansa AG
LIN	Linde AG
LXS	LANXESS AG
MAN	MAN AG
MATIS	Makler-Tele-Informationssystem
MDAX	Mid-Cap-DAX
MEC	Markteffizienzkoeffizient
MEO	Metro AG
MLP	MLP AG
MRK	Merck KGaA
MSA	Measure of Sampling Adequacy
MTX	MTU Aero Engines AG
MUV/MUV2	Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft AG (2003)/(2013/14)
NAB	National Australia Bank
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NCP	News Corporation Limited
NCPDP	News Corp. Pref.
NDA	Aurubis AG
NMS	National Market System
NOEJ	Norma Group SE

NYSE	New York Stock Exchange
OSR	OSRAM Licht AG
O2C	CAT Oil AG
PMOX	Prime Office AG
PSM	ProSiebenSat. 1 Media AG
PUM	Puma SE
P1Z	Patrizia Immobilien AG
RAA	Rational AG
RHK	Rhoen Klinikum AG
RHM	Rheinmetall AG
RIO	Rio Tinto
RRTL	RTL Group SA
RWE	RWE AG
S&P-20	Standard & Poor's 20 der australischen Unternehmen
SAP	SAP AG
SAX	Stroeer Media AG
SAZ	Stada Arzneimittel AG
SCH	Schering AG
SDAX	Small-Cap-DAX
SDF	K+S AG
SEATS	Stock Exchange Automated Trading System
SEC	Securities and Exchange Commission
SFQ	SAF-Holland SA
SGB	St. George Bank Limited
SGL	SGL Carbon SE
SIE	Siemens AG
SIRCA	Securities Industry Research Centre of Asia-Pacific
SIX2	Sixt SE
SKB	Koenig & Bauer AG
SKYD	Sky Deutschland AG
SLT	Schaltbau Holding AG

SPR	Axel Springer SE
SUR	Surteco SE
SW1	SHW AG
SY1	Symrise AG
SZG	Salzgitter AG
SZU	Suedzucker AG
TAQ	Trade-and-Quote-Datenset der NYSE
TEG	TAG Immobilien AG
TIM	Tipp24 SE
TKA	ThyssenKrupp AG
TLX	Talanx AG
TLS	Telstra Corp Ltd.
TTI	Tom Tailor Holding AG
TTK	Takkt AG
TUI/TUI1	TUI AG/ TUI AG (2013/14)
VIB3	Villeroy & Boch AG
VOS	Vossloh AG
VOW/VOW3	Volkswagen AG (2003)/ Volkswagen AG (2013/14)
WAC	Wacker Neuson SE
WBC	Westpac Banking Corp.
WCH	Wacker Chemie AG
WES	Wesfarmers
WFT	Weatherford International
WIN	Wincor Nixdorf AG
WKN	Wertpapierkennnummer
WOW	Woolworths Group
WPL	Woodside Petroleum
WSF	Westfield Holdings
XETRA	Exchange Electronic Trading
XLM	Xetra-Liquiditätsmaß
ZO1	zooplus AG
ZIL2	ElringKlinger AG

1. Einführung

Auktionen gehören nach dem Warentausch zu den ältesten Handelsformen. Einer der ersten, der sich eingehend mit den Eigenschaften von Auktionsmärkten befasste, war der französische Ökonom Léon Walras (1834-1910). Es wird heute von einem walrasianischen Auktionsmarkt gesprochen, wenn dieser durch einen friktionslosen Handel, vollständigen Wettbewerb und homogene Marktteilnehmer bestimmt wird.¹ Doch reale Finanzmärkte entsprechen nicht dem Ideal eines walrasianischen Auktionsmarktes, da sie durch eine Vielzahl von weiteren Strukturmerkmalen gekennzeichnet sind, wie z.B. dem Verfahren zur Preisermittlung, Handelsregeln, Intermediären, Umfang und Qualität von verbreiteten Informationen, Gebührenstrukturen etc. Um Aussagen über den Zusammenhang von jeweiligen Marktstrukturen und Marktergebnissen treffen zu können, wird die Marktmikrostrukturtheorie genutzt, die das Verhalten einzelner Marktteilnehmer modelliert. So können sich bei verschiedenen Marktstrukturen Marktgleichgewichte einstellen, die sich bzgl. Preiseffizienz, Transaktionskosten der Anleger und Marktliquidität stark unterscheiden.²

Eine wichtige wegbereitende Arbeit zum Thema Marktmikrostrukturtheorie findet man von Demsetz: Demsetz (1968). Der Begriff *Marktmikrostruktur* wird wiederum von Garman in seiner Arbeit Garman (1976) geprägt. Seither sind unzählige weitere Arbeiten mit sowohl theoretischen als auch empirischen Fragestellungen zum Handel an Wertpapiermärkten erschienen. Dabei wird hauptsächlich das auf dem amerikanischen Wertpapiermarkt gebräuchliche Market-Maker-System betrachtet, bei welchem die Handelsteilnehmer einer Börse nicht direkt miteinander handeln, sondern über einen Zwischenhändler, den Market Maker. Dabei hat jedes gehandelte Wertpapier einen zugewiesenen Market Maker, dessen Aufgabe es ist, eine ausgewogene Handelssituation zu gewährleisten, in welcher es nicht zu einem starken Überhang an Kauf- oder Verkaufgeboten kommt. Dies soll einen flüssigen Handel ermöglichen. Um dies zu gewährleisten, muss der Market Maker manchmal große Bestände der jeweiligen Aktie auf- oder abbauen oder gar leerverkaufen. Als Ausgleich legt er die jeweiligen Kauf- und Verkaufspreise derart fest, dass seine Kosten gedeckt und ein Gewinn erzielt wird. Ein Hauptvertreter des Market-Maker-Systems ist die NYSE.

Am 28. November 1997 wurde das Xetra-Handelssystem eingeführt, das auf einem offenen auftragsgesteuerten Orderbuch basiert. Erstmals wurden Aktien in Deutschland über ein vollelektronisches System gehandelt, das Kauf- und Verkaufaufträge im Orderbuch automatisch ausführt. Damit wurde der Wertpapierhandel transparenter, kostengünstiger und deutlich schneller. Zum Start nutzten 222 Handelsteilnehmer Xetra und es waren zunächst 109 Aktien über das System handelbar - neben den DAX- und MDAX-Werten waren das auch die Stamm- und Vorzugsaktien der DAX-Titel sowie die Aktie von ProSieben.³ Seit dem Startzeitpunkt der Xetra ist es allen Handelsteilnehmern möglich direkt miteinander zu handeln, indem eigene Kauf- und Verkaufgebote in das offene Orderbuch gestellt oder auch die dort gespeicherten Gebote der anderen Marktteilnehmer ausgelöst werden, die nun für alle sichtbar sind. Da in diesem Orderbuch die Position des Market Makers wegfällt, steht allen eine umfangreichere Menge an Informationen mit besserer Qualität zur Verfügung, die zudem schneller und kostengünstiger verfügbar sind. Somit verfügen nun alle Marktteilnehmer über einen guten Informationsstand zur jeweilig aktuellen Angebots- und Nachfragesituation. Insgesamt führen die verbesserte Informationsqualität, die geringeren Informationsasymmetrien der Marktteilnehmer untereinander und die verringerten Transaktionskosten dazu bei, dass die Liquidität der an der Xetra gehandelten Aktien, insbesondere die der DAX-Aktien, seit der Einführung der Xetra gegenüber dem konventionellen

¹(Walras, 2014, S. 41 ff.).

²(Lüdecke, 1996, S. 7).

³Deutsche Börse Group (2017).

Handel stark gestiegen ist.⁴ Obwohl die Xetra über keine Market Maker verfügt, wird auch hier bei manchen Wertpapieren eine liquiditätssteigernde Maßnahme angewandt: der Einsatz eines Designated Sponsors. Ein Designated Sponsor ist ein professioneller Händler, der ein bestimmtes Wertpapier betreut, und im Falle von zu niedriger Liquidität derart am Handel teilnimmt, dass die Liquidität gesteigert wird. Dabei ist der Maßstab für die Liquidität und Aktivität eines Wertpapiers das Xetra-Liquiditätsmaß (XLM) sowie der durchschnittliche Orderbuchumsatz. Es wird verlangt, dass im Falle eines Unterschreitens von festgelegten Grenzwerten dieser beiden Größen ein Designated Sponsor tätig wird. Liquide Titel benötigen diesen Liquiditätshändler nicht.^{5 6}

Aktuell hat der Handelsplatz Xetra einen Anteil von rund 90 Prozent am gesamten Handelsvolumen aller deutschen Börsen. Im Schnitt werden mit rund 2.500 liquiden handelbaren Wertpapieren (darunter deutsche und internationale Aktien sowie Exchange Traded Products wie ETFs) täglich über fünf Milliarden Euro umgesetzt. Xetra ist damit der weltweite Referenzmarkt für deutsche Aktien und der führende Börsenplatz für ETFs in Europa.⁷

Für die Beurteilung von börsengehandelten Wertpapieren sind die stark miteinander verbundenen Aspekte der Liquidität und der Transaktionskosten entscheidend. Während es für den Begriff *Liquidität* eine relativ klare Definition zu geben scheint und zwar die Möglichkeit eine beliebige Aktienmenge schnell mit möglichst geringen Transaktionskosten zu handeln, so ist die mathematische Umsetzung hingegen ein komplexes Problem. Bei diesem muss eine Mengen-, eine Zeit- und eine Kostenkomponente implementiert werden, wobei die Orderbuchstruktur in der Mengen- und Kostenkomponente Sprünge aufweist - dies erschwert eine Analyse.

Der Aspekt der Transaktionskosten ist einfacher zu analysieren, wobei man auch da eine Mengen- oder Zeiteinschränkung festlegen kann wie z.B. die Transaktionskosten für den Handel einer bestimmten Aktienmenge oder für einen sofortigen Handel. Zudem sind die Transaktionskosten stark mit der Liquidität verknüpft, da geringe Transaktionskosten eine hohe Liquidität implizieren.

Investoren interessieren sich häufig für die Kosten einer sofortigen Transaktion, welche man mithilfe des Spreads⁸ abschätzen kann.

Schaut man in die schon bestehende Literatur, so findet man unzählige Arbeiten zum Thema Liquidität. Zunächst wird meist nur mit der ausformulierten Liquiditätsdefinition gearbeitet und somit die Liquidität häufig nur als Bedingung für eine dann durchgeführte Analyse gesetzt.⁹ Dem folgen viele Arbeiten, die die Liquidität auch empirisch messbar machen wollen, indem ein Liquiditätsmaß angegeben wird.¹⁰ Insgesamt stellt man schnell fest, dass die Menge der insgesamt vorgeschlagenen Liquiditätsmaße sehr groß ist. Die Maße wollen alle auf der allgemeinen Liquiditätsdefinition beruhen, aber sie schließen sich zum Teil gegenseitig aus. Somit ist sicher, dass nicht alle Maße die Liquidität wiedergeben können.

Auch zum Thema Transaktionskosten findet man umfangreiche Literatur, die zunächst von Demsetz begründet und dann später u.a. von Garbade, Glosten und vor allem Stoll weiterentwickelt wurde. Dabei wurden umfangreiche Theorien zu möglichen Kostenarten des Wertpapierhandels entwickelt.¹¹

In dieser Arbeit sollen mögliche Einflussfaktoren auf den Spread eines Orderbuches untersucht und ggf. ermittelt werden. Da sowohl das Konzept der Liquidität als auch die Transaktionskosten stark mit dem Spread zusammenhängen (da an diesem die Kosten eines sofortigen Handels abgelesen werden

⁴(Gärtner, 2007, S. 1).

⁵Deutsche Börse AG (2004b).

⁶Ausführlicheres zum Thema *Designated Sponsor* findet man auch in Deutsche Börse AG (2017).

⁷Deutsche Börse Group (2017).

⁸Der Spread entspricht dem Preisunterschied zwischen dem besten Kauf- und Verkaufgebot im Orderbuch.

⁹Siehe z.B. Black (1971a), Black (1971b) und Harris (1990).

¹⁰Siehe z.B. Roll (1984), Hasbrouck u. Schwartz (1988), Dubofsky u. Groth (1984) und Amihud (2002).

¹¹Siehe z.B. Demsetz (1968), Tinic (1972), Garbade (1982), Glosten (1987), Easley u. O'Hara (1987), Stoll (1978a) und Iversen (1993).

können), sollen sowohl Maße der Liquidität in die Menge der möglichen Einflussfaktoren aufgenommen als auch die möglichen Kostenarten der Literatur als mögliche Bestandteile des Spreads untersucht werden. Ziel ist es, ein möglichst breites Feld der Liquiditätsmessung und der Kostendarstellung mit den Spread in Verbindung zu setzen, um herauszufinden, ob und welche Maße bzw. Größen einen Einfluss auf diesen ausüben. Dies wird hier anhand von Daten der DAX-Werte der XETRA überprüft.

Im Gegensatz zur bereits bestehenden Literatur, wo entweder einige wenige Liquiditätsmaße oder Kostengrößen mit dem Spread verknüpft werden, soll in dieser Arbeit ein umfassenderes Bild mit einer möglichst umfangreichen Sammlung an Liquiditäts- als auch Kostengrößen und deren Zusammenspiel mit dem Spread untersucht werden.

In Kapitel 2 werden zunächst die wichtigsten Liquiditätsmesskonzepte dargestellt und die bekanntesten Liquiditätsmaße illustriert. In Kapitel 3 werden desweiteren die wichtigsten Arbeiten zum Thema Transaktionskosten im Wertpapierhandel präsentiert. Dabei wird auch explizit auf die Aufteilung des Spreads in verschiedene Kostenkomponenten eingegangen.

Im Anschluss werden in Kapitel 4 zunächst die in dieser Arbeit genutzten Datensätze beschrieben und dann eine eigene empirische Untersuchung zu möglichen Einflussfaktoren auf einen Orderbuchspread am Beispiel des Xetra-Orderbuchs durchgeführt. Es werden dabei verschiedene Liquiditätsmaße, Einflussfaktoren aus der Transaktionskostentheorie und auch einige selbst gewählte Größen betrachtet. Um eine hohe Liquidität voraussetzen zu können, werden für verschiedene Zeitintervalle die Aktien der DAX-Titel bzw. der DAX-, MDAX-, SDAX- und TecDax-Titel betrachtet. Zudem werden Rückschlüsse auf die im Xetraspread enthaltenen Kostenkomponenten gezogen. Um einen Vergleich zu einem anderen Orderbuch ziehen zu können, werden auch Daten der S&P-20-Aktien betrachtet, die an der ASX gehandelt und mittels der Sirca-Datenbank bezogen wurden - doch die erhaltenen Daten erwiesen sich als fehlerhaft und für die Analyse unbrauchbar.

In Kapitel 5 werden abschließend die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst.

2. Modelle zur Wertpapierliquidität

In vielen finanztheoretischen Modellen findet man den Begriff der *Liquidität* bzw. der *Wertpapierliquidität* vor - oft bildet sie sogar eine der zentralen Annahmen. Einige bekannte Finanzmarktmodelle, die auf perfekter Wertpapierliquidität beruhen, sind beispielsweise das Portfoliomodell und das Capital-Asset-Pricing-Modell von Merton, das Optionsbewertungsmodell von Black/Scholes und das allgemeine Gleichgewichtsmodell von Cox/Ingersoll/Ross.¹

Doch was genau ist Liquidität? In der Literatur findet man viele ähnlich lautende allgemeine Erklärungen, aber bei den expliziten Definitionen gehen die Meinungen weit auseinander, woraus auch Probleme in der richtigen empirischen Umsetzung resultieren. Im Folgenden soll eine Auswahl der in der Literatur am häufigsten verwendeten Liquiditätskonzepte vorgestellt werden. Daran schließt sich eine Auswahl an dazugehörige empirische Untersuchungen an.

2.1. Liquiditätskonzepte

2.1.1. Liquidität nach Black

Eine erste Liquiditätsbeschreibung geht auf Fisher Black zurück. In den beiden Artikeln Black (1971a) und Black (1971b) aus dem Jahre 1971 befasst er sich mit der Frage, ob der damals nur mithilfe von Menschen durchgeführte Börsenhandel nicht auch vollständig mithilfe von Computern durchgeführt werden könnte und welche Auswirkungen dies auf die Rolle der Spezialisten hätte. Zu diesem Zweck betrachtet Black zunächst das Konzept der *Liquidität* und beschreibt diese allgemein als die *Fähigkeit ein Wertpapier in einer kurzen Zeitspanne mit einer nur geringen Preisschwankung zu verkaufen*.

Black definiert einen *liquiden Markt* mithilfe der folgenden Bedingungen:

1. Für jeden Zeitpunkt existieren Bid- und Askpreise für diejenigen Investoren, die kleine Mengen einer Aktie sofort handeln wollen.
2. Der Spread, also die Differenz der besten Ask- und Bidpreise, sei immer klein.
3. Ein Investor, der nur über die öffentlichen Informationen verfügt und eine große Menge einer Aktie handeln will, kann dies über eine lange Zeitperiode zu einem Preis nahe am aktuellen Marktpreis tun.
4. Ein Investor kann eine große Menge einer Aktie sofort handeln, muss dann allerdings mit einem erheblichen Preisaufschlag bzw. -abschlag rechnen, der von der Größe des zu handelnden Aktienpakets abhängt - je größer das Aktienpaket desto größer die Preisänderung.

Somit ist ein liquidier Markt dadurch ausgezeichnet, dass er kontinuierlich ist und jede kleine als auch große Menge einer Aktie gehandelt werden kann. Dabei ist davon auszugehen, dass kleine Mengen zu Preisen nahe des aktuellen Marktpreises und große Mengen nur über lange Zeitpannen verteilt nahe des aktuellen Marktpreises gehandelt werden können.²

¹(Kempf, 1999, S. 14).

²(Black, 1971a, S. 29 f.).

2.1.2. Liquidität nach Harris

Eine weitere frühe und in Folgearbeiten oft referierte Liquiditätsbeschreibung geht auf Harris zurück. In seiner Arbeit Harris (1990) betrachtet er öffentliche, auktionsbasierte Aktienmärkte und befasst sich mit der Frage, welche Marktstrukturform zukünftig den höchsten Order Flow generiert. Um diese Frage bearbeiten zu können, benötigt Harris den Begriff der Liquidität, mit dessen Hilfe er einige Prämissen aufstellt. Er definiert Liquidität wie folgt:

*A market is liquid if traders can quickly buy or sell large numbers of shares when they want and at low transaction costs. Liquidity is the willingness of some traders (often but not necessarily dealers) to take the opposite side of a trade that is initiated by someone else, at low cost. Traders who initiate transactions are liquidity demanders. Traders who respond to the demands of liquidity demanders are liquidity suppliers.*³

Harris schreibt der Liquidität vier Dimensionen zu: Weite, Tiefe, Sofortigkeit und Erholungsfähigkeit. Die *Weite* entspricht dem Bid-Ask-Spread (und anderen Gebühren je Aktie) für eine bestimmte Anzahl von Aktien. Es misst die Kosten der Liquidität je Aktie. Die *Tiefe* gibt die Anzahl der Aktien wieder, die zu gegebenen Bid- und Askgeboten gehandelt werden können. Die *Sofortigkeit* gibt an, wie schnell ein Handel mit einem gegebenen Volumen und einer vorgegebenen Kostenhöhe vollzogen werden kann. Die *Erholungsfähigkeit* gibt an, wie schnell Preise zu ihrem vorherigen Level zurückkehren, wenn sie aufgrund von großen Order Flows verändert wurden. Diese vier Dimensionen stehen dabei nicht für sich allein, sondern interagieren und geben zusammen ein Bild der Liquidität wieder.

In seiner Arbeit nutzt Harris den Begriff *Liquidität* für die Bereitschaft von Händlern mit ungeduldigen Marktteilnehmern zu handeln. Der Begriff *höhere Liquidität* entspricht dem Angebot von mehr Aktien zu einem bestimmten Preis und/oder bessere Preise für eine bestimmte Anzahl von Aktien.

Harris führt an, dass Liquidität immer von teilnehmenden Händlern und nicht von den Börsen selbst bereitgestellt wird. Die Gruppe der liquiditätsliefernden Händler setzt sich zusammen aus Börsenhändlern, großen Institutionen und privaten Investoren.⁴

Es ist abschließend zu bemerken, dass Harris nicht weiter auf eine explizite Form oder eine Quantifizierbarkeit der Liquidität eingeht. Seine ganze Arbeit ist von deskriptiver Natur.

2.1.3. Liquidität nach Kempf

Kempf befasst sich in seinen Arbeiten Kempf (1998) und Kempf (1999) eingehend mit dem Konzept der Wertpapierliquidität. Dabei legt er folgende Definition für ein perfekt liquides Wertpapier fest:

*Ein Wertpapier ist liquide, wenn es jederzeit in beliebiger Menge ohne Preiszuschlag gekauft und ohne Preisabschlag verkauft werden kann.*⁵

Diese Definition veranschaulicht, dass bei perfekter Liquidität ein Wertpapier jederzeit gehandelt werden kann, ohne dass sich dadurch der Preis dieses Wertpapiers ändert. Bei nicht perfekter Liquidität soll die durch den Handel des Wertpapier erzeugte Preisänderung möglichst gering sein.

Kempf legt zunächst zwei Dimensionen der Wertpapierliquidität fest:

- Zeitdimension
- Preisdimension.

³(Harris, 1990, S. 3).

⁴(Harris, 1990, S. 3 ff.).

⁵(Kempf, 1999, S. 13).

Die *Zeitdimension* charakterisiert die Zeitdauer für eine Transaktionsdurchführung einer Market Order, d.h. sie gibt an, wie lange es dauert, bis ein Investor eine gewünschte Transaktion durchführen kann. Die Zeitdimension der Liquidität ist von besonderer Bedeutung für Investoren, die sehr schnell eine Transaktion durchführen wollen.

Die *Preisdimension der Liquidität* charakterisiert, welche Kursänderung eine Market Order mit sich bringt, sobald sie zur Ausführung kommt und beschreibt somit die durch den Handel verursachte Preisänderung zu Ungunsten des Initiators der Transaktion. Sie gibt an, wie hoch der Preisabschlag ist, den ein Investor bei einem schnellen Verkauf seines Vermögensobjekts am Markt akzeptieren muss. Man kann den Preisabschlag (bzw. Preiszuschlag) auch als *Kosten der Handelsmöglichkeit* bezeichnen, die Investoren bei schnellem Verkauf (bzw. Kauf) zahlen müssen. Diese Preiszugeständnisse stellen die Entlohnung für „geduldige“ Marktteilnehmer dar, die bereit sind, die entsprechenden Gegenpositionen einzugehen und so den „ungeduldigen“ Marktteilnehmern die schnelle Orderausführung zu ermöglichen. Ökonomisch betrachtet bieten die „geduldigen“ Investoren eine Dienstleistung an, nämlich eine schnelle Handelsmöglichkeit, und die „ungeduldigen“ Anleger fragen diese Dienstleistung nach. Der Preisabschlag bzw. -zuschlag ist der Marktpreis für diese Dienstleistung. Deshalb wird in der Literatur häufig von den „geduldigen“ Investoren als von den *Anbietern des Sofortigkeitsservice* gesprochen, von den „ungeduldigen“ Investoren als den *Nachfragern nach dem Sofortigkeitsservice* und von der handelsinduzierten Preisänderung als dem *Marktpreis des Sofortigkeitsservice*.⁶

Die Liquidität umfasst somit zwei Eigenschaften, die eng miteinander zusammenhängen: die jederzeitige Handelbarkeit (Zeitdimension) und der geringe Preiseinfluss (Preisdimension).⁷

Desweiteren geht Kempf darauf ein, dass man anstelle der beiden schon vorgestellten Dimensionen auch auf einen von K. Garbade entwickelten Ansatz zurückgreifen kann, der die folgenden Liquiditätsdimensionen betrachtet:

- Tiefe
- Breite
- Erholungsfähigkeit.

Nach Garbade gilt:

Ein Markt ist *tief*, wenn es nahe am aktuellen Preis unausgeführte Kauf- und Verkaufsaufträge gibt. Diese führen dazu, dass bei sofortigen Käufen oder Verkäufen die daraufhin eintretende Preisschwankung gedämpft wird. Der Markt ist *breit*, wenn solche Aufträge im großen Umfang vorliegen. Dabei gilt, je breiter der Markt desto größer ist die Möglichkeit der Preisstabilisierung. Die *Erholungsfähigkeit* eines Marktes ist schließlich hoch, wenn orderinduzierte Preisänderungen dazu führen, dass schnell neue Aufträge in den Markt kommen, welche die Preise auf ihr altes Niveau zurückführen.

Ein liquider Markt ist in dieser Terminologie somit durch eine große Tiefe und Breite sowie eine hohe Erneuerungskraft gekennzeichnet.⁸

Die Zusammenhänge zwischen dem Liquiditätsbegriff und den einzelnen Liquiditätsdimensionen nach Kempf sind in Bild 2.1 dargestellt. Die Liquidität eines Wertpapiers wird dabei zunächst durch die Zeit- und Preisdimension charakterisiert. Die Tiefe und Breite eines Marktes in dem Wertpapier determinieren gemeinsam die Preisdimension der Liquidität. Die Erneuerungskraft ihrerseits beeinflusst die Entwicklung der Tiefe und Breite eines Marktes im Zeitablauf.⁹

⁶(Kempf, 1999, S. 17).

⁷(Kempf, 1998, S. 299).

⁸(Garbade, 1982, S. 420 ff.).

⁹(Kempf, 1999, S. 20).

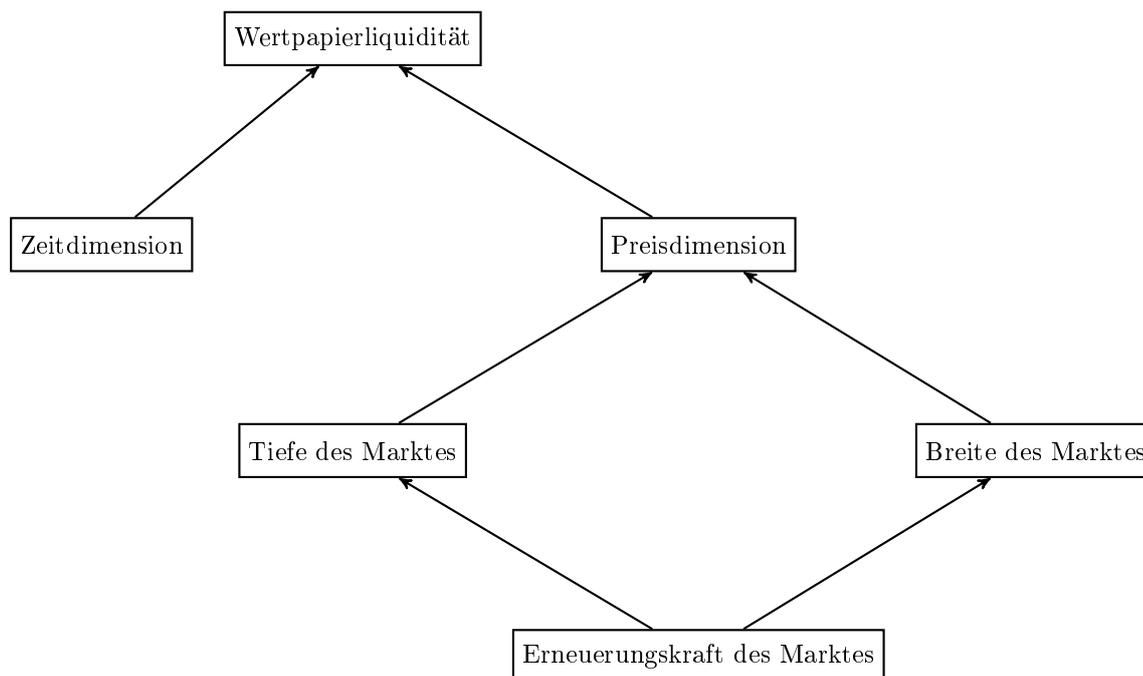


Abbildung 2.1.: Liquiditätsdimensionen nach Kempf (1999), S. 20

Messung von Wertpapierliquidität

Um die Liquidität eines Wertpapiers umfassend beurteilen zu können, ist laut Kempf ein Liquiditätsmaß wünschenswert, das sowohl die Zeit- als auch die Preisdimension von Liquidität erfasst. Kempf untersucht verschiedene, bereits in der Literatur vorgeschlagene Konzepte zum Messen von Wertpapierliquidität auf ihre Eignung hin. Dafür unterteilt er für seine Betrachtung die Liquiditätsmaße in drei Gruppen: die nur auf der Zeitdimension basierenden Maße, die nur auf der Preisdimension basierenden Maße und Maße, die sowohl auf der Zeitdimension als auch auf der Preisdimension basieren.¹⁰

Zeitbasierte Maße Kempf erläutert zunächst die folgenden konzeptionellen Überlegungen:

Um die Zeitdimension von Liquidität messen zu können, ist der Zeitraum zu erfassen, der zwischen dem Entschluss zu handeln und der tatsächlichen Ausführung der Order liegt. Der bei der Transaktion vereinbarte Preiszuschlag bzw. -abschlag ist zur Beurteilung der Zeitdimension von Liquidität ohne Bedeutung.

Der Zeitraum zwischen Entschlussfassung und Orderausführung lässt sich in zwei Teilintervalle aufteilen. Diese werden im folgenden als Platzierungsfrist und Ausführungszeit bezeichnet. Erstere charakterisiert hierbei den Zeitraum zwischen der Entschlussfassung und dem Zeitpunkt, an dem die hieraus resultierende Order an die Börse kommt. Letztere umfasst die Zeitspanne zwischen Ankunft einer Order und dem nächsten möglichen Handelszeitpunkt. Die Platzierungsfrist unterscheidet sich von der Ausführungsfrist primär dadurch, dass sie zwischen Investoren variiert.

Die Berücksichtigung der Platzierungsfrist bei der Messung der Zeitdimension von Liquidität wird durch folgende Probleme erschwert: Zunächst besteht die Schwierigkeit, dass die Platzierungsfrist investorenspezifisch ist und somit ihre Berücksichtigung bei der Liquiditätsmessung zur Konsequenz hätte, dass auch die erfasste Liquidität eines Wertpapiers investorenspezifisch wäre. Selbst wenn man dieses konzeptionelle Problem umgeht, indem man sich bei der Analyse auf eine bezüglich der Platzierungsfrist homogene Gruppe beschränkt, stellt sich ein praktisches Problem bei der Umsetzung des Konzepts, denn es werden keine zuverlässigen Daten über die Entscheidungszeitpunkte von Anlegern

¹⁰(Kempf, 1999, S. 22).

zur Verfügung stehen. Angesichts dieser Schwierigkeiten erscheint es ratsam, die Platzierungsfrist bei der Messung der Liquidität im Sinne der Zeitdimension zu vernachlässigen.

Die Ausführungsfrist, also der Zeitraum zwischen Ankunft der Order an der Börse und nächster Ausführungsmöglichkeit, wird durch das Handelssystem der Börse bestimmt und ist im Gegensatz zur Platzierungsfrist nicht investorenspezifisch. Zwei grundlegende Varianten von Börsenhandelssystemen sind das Marketmakersystem und das Auktionssystem. Im Marketmakersystem gibt es Marktteilnehmer, die sogenannten Marketmaker, die jederzeit verbindliche An- und Verkaufskurse für ein bestimmtes Handelsvolumen in einem Wertpapier stellen. Dies kann dadurch geschehen, dass Marketmaker dauernd die entsprechenden Kurse allgemein bekanntgeben oder dadurch, dass sie ihre An- und Verkaufskurse Marktteilnehmern auf Anfrage mitteilen. In beiden Varianten gewährleisten Marketmaker, dass ein Investor jederzeit (während der Börsenöffnungszeiten) bestimmte Mengen des Wertpapiers zu bekannten Kursen handeln kann. Handel findet in einem reinen Marketmakersystem somit immer zwischen einem Marketmaker und einem Investor statt. Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu einem Auktionssystem, bei dem Handel zwischen verschiedenen Investoren stattfindet und wo der Auktionator lediglich als Vermittler zwischen den Marktteilnehmern auftritt. Abhängig von der Anzahl der möglichen Handelszeitpunkte wird dabei zwischen Auktionen zu Gesamtkursen (diskrete Auktion) und Auktionen zu Einzelkursen (kontinuierliche Auktion) unterschieden. Im ersten Fall werden die Kauf- und Verkaufsaufträge von Investoren zunächst während eines Zeitraums gesammelt, um an dessen Ende einen markträumenden Gesamtkurs zu ermitteln. Zu diesem Kurs werden alle gesammelten, noch auszuführenden Order abgerechnet. Handel findet bei solchen Auktionen nur zu vorher festgesetzten Zeitpunkten statt. Im zweiten Fall, bei den Auktionen zu Einzelkursen, kann jederzeit gehandelt werden. Hierzu platzieren Investoren ihre Kauf- und Verkaufsaufträge am Markt und sobald zwei Aufträge vorliegen, die gegeneinander ausgeführt werden können, findet eine Transaktion statt. Handel ist hierbei also prinzipiell kontinuierlich möglich.¹¹

Kempf widmet sich nach diesen Vorüberlegungen der Frage nach geeigneten Messkonzepten für die Liquidität im Sinne der Zeitdimension. Dabei stellt er fest, dass der Handel mittels Market Orders sowohl im Marketmakersystem als auch in kontinuierlichen Auktionssystemen jederzeit möglich ist und folgert daraus, dass die auf solchen Märkten gehandelten Wertpapiere während der Öffnungszeiten perfekt liquide im Sinne der Zeitdimension sind. Eine Messung der Zeitdimension von Liquidität erübrigt sich in einer Erfassung der Öffnungsdauer der zugehörigen Börse.

Wird ein Wertpapier im Rahmen eines Auktionssystems mit Gesamtkursentwicklung zu fest vorgegebenen Terminen innerhalb eines Tages gehandelt, dann lässt sich die Zeitdimension von Liquidität messen als Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Handelszeitpunkten.

Kempf kommt zu dem Ergebnis, dass eine alleinige Messung der Zeitdimension von Liquidität wenig aussagekräftig ist und es deshalb nicht verwunderlich ist, dass sich empirische Studien auf die Messung der Liquidität im Sinne der Preisdimension konzentriert haben.¹²

An dieser Stelle ist durchaus kritisch zu hinterfragen, wieso sich Kempf allein auf Market Order konzentriert, da diese per Definition sofort zum aktuellen Preis ausgeführt werden sollen.

Preisbasierte Maße Nach Kempf wird ein im Sinne der Preisdimension perfekt liquides Wertpapier dadurch charakterisiert, dass eine neue an den Markt kommende Order unabhängig von ihrer Größe keine Kursänderung induziert. Dies entspricht einer unendlich elastischen Angebot-Nachfrage-Kurve. Die Messung der Preisdimension von Liquidität muss somit an der Steigung der Angebot-Nachfrage-Kurve ansetzen, die sämtliche Transaktionswünsche geduldiger Investoren widerspiegelt.

Kempf ist sich bewusst, dass nicht erwartet werden kann, dass empirisch beobachtbare Angebot-Nachfrage-Funktionen tatsächlich sämtliche Transaktionswünsche widerspiegeln, da vermutlich nicht

¹¹(Kempf, 1999, S. 22 ff.).

¹²(Kempf, 1999, S. 24).

alle handelsbereiten Anleger ihre Transaktionsbereitschaft durch Abgabe einer am Kurs limitierten Order zum Ausdruck bringen. Bei den folgenden theoretischen Überlegungen wird von ihm dennoch unterstellt, dass die Angebot-Nachfrage-Funktion tatsächlich die Handelsbereitschaft aller Marktteilnehmer widerspiegelt.¹³

Ist die aggregierte Angebot-Nachfrage-Kurve beobachtbar, dann lässt sich aus ihr die handelsinduzierte Kursänderung ermitteln. Kempf betrachtet zunächst einen linearen Verlauf der Angebot-Nachfrage-Kurve, die im Zeitpunkt t von der Transaktionsgröße $x(t)$, dem Reservationspreis $m(t)$ und dem Transaktionspreis $p(t)$, zu dem ein Auftrag abgewickelt wird, abhängt. Die handelsinduzierte Kursänderung, $p(t) - m(t)$, für ein beliebiges Ordervolumen lässt sich darstellen als:

$$p(t) - m(t) = \alpha x(t), \quad \alpha \geq 0. \quad (2.1)$$

Die positive Steigung α der Angebot-Nachfrage-Kurve impliziert, dass eine Marktorder zum Kauf eines Wertpapiers ($x(t) > 0$) zu einer Kurserhöhung und eine Verkauforder ($x(t) < 0$) zu einer Kursenkung führt. Im Fall perfekter Liquidität gilt $\alpha = 0$ und der Marktpreis entspricht dem Reservationspreis. Der Fall imperfekter Liquidität ist durch $\alpha > 0$ charakterisiert. Je größer die Order ist, desto stärker unterscheiden sich in diesem Fall Transaktions- und Reservationspreis.¹⁴ Der Betrag $|p(t) - m(t)|$ wird von Kempf auch als *Kosten der Illiquidität* bezeichnet.¹⁵

In einem zweiten Schritt betrachtet Kempf den Fall einer nichtlinearen Angebot-Nachfrage-Funktion mit dem Verweis darauf, dass es eine Vielzahl empirischer Hinweise darauf gibt, dass der Preiseinfluss von Aufträgen nichtlinear mit dem Auftragsvolumen wächst. Anders als im linearen Fall ist der marginale Preiseinfluss einer Order nun von der Größe des Auftrags abhängig, was in folgender Darstellung resultiert:

$$p(t) - m(t) = \alpha(x)x(t), \quad \alpha(\cdot) \geq 0. \quad (2.2)$$

Eine mögliche Nichtlinearität der Angebot-Nachfrage-Kurve bringt keine grundsätzlichen Schwierigkeiten bei der empirischen Messung von Wertpapierliquidität mit sich. Die einzige Konsequenz besteht darin, dass die komplette Angebot-Nachfrage-Funktion zu betrachten ist.¹⁶

Weiterhin geht Kempf auf das Problem diskreter Preisnotierung ein. Betrachtet man reale Wertpapiermärkte, so ist festzustellen, dass sich Wertpapierpreise nur in diskreten Schritten verändern. Die zentrale Konsequenz einer diskreten Preisnotierung besteht darin, dass sich der Preis, der sich ohne Handel einstellen würde, also der Reservationspreis $m(t)$, nicht mehr eindeutig bestimmen lässt. Vielmehr läge der Reservationspreis in einem Intervall $[Q_B(t, x_B), Q_A(t, x_A)]$, wobei $Q_B(t, x_B)$ für den Bidpreis und $Q_A(t, x_A)$ für den Askpreis steht.¹⁷ Der Askpreis gibt den niedrigsten Kurs an, zu dem eine Kauforder ausgeführt werden kann. Diese kann nur komplett zu diesem Preis ausgeführt werden, wenn die nachgefragte Menge kleiner als die zu dem Kurs quotierte Menge x_A ist. Analog bezeichnet der Bidkurs den maximal erzielbaren Verkaufskurs und x_B kennzeichnet die zugehörige Menge.¹⁸ Eine häufig verwendete Annahme besteht darin, dass der unbeobachtbare Reservationspreis in der Intervallmitte liegt. Diese Annahme wird auch von Kempf getroffen. Somit entspricht der Reservationspreis nun der Spannenmitte:

$$m(t) = \frac{Q_A(t, x_B) + Q_B(t, x_G)}{2}. \quad (2.3)$$

¹³(Kempf, 1999, S. 25 f.).

¹⁴(Kempf, 1999, S. 26 f.).

¹⁵(Kempf, 1998, S. 301).

¹⁶(Kempf, 1999, S. 27 f.).

¹⁷Sowohl in Kempf (1999) als auch in Kempf (1998) vertauscht Kempf fälschlicherweise die Intervallgrenzen.

¹⁸(Kempf, 1999, S. 29).

Mithilfe dieser Annahme ist es möglich, die Liquidität mittels (2.2) zu messen.

Abschließend geht Kempf noch darauf ein, dass für die empirische Umsetzung von (2.2) die Beobachtbarkeit von der Angebot-Nachfrage-Funktion gegeben sein muss. Diese setzt somit im Marketmakersystem die Kenntnis der Quotierungen sämtlicher Marketmaker und im Auktionssystem die Kenntnis des zentralen Orderbuchs voraus.¹⁹

Überlegungen zur empirische Umsetzung

Kempf stellt fest, dass in der Literatur kaum Liquiditätsmessungen auf Basis von (2.2) vorliegen und vermutet als Grund das Fehlen von Daten. Stattdessen findet er in der Literatur eine Vielzahl alternativer Vorschläge zur Messung der Preisdimension von Liquidität. Die vorgeschlagenen Maße lassen sich laut Kempf in zwei Gruppen aufteilen: zum einen solche, die versuchen, Liquidität analog zu (2.2) zu messen, ohne allerdings vollständige Informationen bezüglich des Verlaufs der Angebot-Nachfrage-Funktion zu benötigen und zum anderen solche, die auf eine Berücksichtigung des Ordervolumens x bei der Liquiditätsmessung verzichten. Kempf diskutiert nun einige Maße dieser beiden Gruppen mit dem Fokus auf der Frage, inwieweit die Maße geeignet sind, Liquidität im Sinne der Preisdimension zu messen. Als Referenzpunkt wird hierbei die Liquiditätsmessung (2.2) auf Basis der Angebot-Nachfrage-Funktion verwendet.²⁰

Empirische Umsetzung unter Berücksichtigung der Ordergröße

Kempf nimmt im Folgenden an, dass in jedem Handelszeitpunkt der Transaktionspreis, die Größe der Transaktion und die Spannenmitte beobachtet werden können. Letztere dient gemäß (2.3) als Reservationspreis. Unter Verwendung der beobachtbaren Daten kann die Wertpapierliquidität bestimmt werden als:

$$p(t) - m(t) = \alpha(t, x)x(t). \quad (2.4)$$

Im Unterschied zu (2.2) charakterisiert $\alpha(t, x)$ nicht die gesamte Angebot-Nachfrage-Funktion in einem Zeitpunkt, sondern misst den durchschnittlichen Preiseinfluss einer speziellen Order im Zeitpunkt t . Kempf bezeichnet die Funktion $\alpha(t, x)$ im Folgenden als Preiseinflussfunktion. Unter der Annahme einer zeitlichen Konstanz der Preiseinflussfunktion, lässt sich diese mithilfe eines Zeitreihenansatzes schätzen:

$$p(t) - m(t) = \alpha(x)x(t) + \epsilon(t). \quad (2.5)$$

Als Ergebnis erhält man eine Schätzung für das Liquiditätsmaß $\alpha(x)$. Kempf widmet sich nun der Frage, inwieweit durch (2.5) die Preisdimension von Liquidität in befriedigender Weise erfasst werden kann. Das Grundproblem besteht, laut Kempf, darin, dass nicht an der gesamten Angebot-Nachfrage-Funktion angesetzt wird, sondern dass diese aus Zeitreihen von Transaktionskursen und -volumina sowie Reservationspreisen geschätzt wird. Ein solches Vorgehen setzt die Stationarität der Angebot-Nachfrage-Funktion voraus und es ist fraglich, ob eine solche Annahme empirisch zu halten ist.²¹

Empirische Umsetzung unter Vernachlässigung der Ordergröße

Im Folgenden betrachtet Kempf Liquiditätsmaße, die Liquidität mithilfe des Bid-Ask-Spreads eines Wertpapiers erfassen. Sie unterstellen somit implizit, dass alle Transaktionen unabhängig von ihrer

¹⁹(Kempf, 1999, S. 29 ff.).

²⁰(Kempf, 1999, S. 31 f.).

²¹(Kempf, 1999, S. 32 ff.).

Größe den gleichen Preiseinfluss besitzen.

Als Ausgangspunkt kann die schon eher dargestellte Liquiditätsmessung

$$p(t) - m(t) = \alpha(x)x(t) \quad (2.6)$$

unter Verwendung von Transaktionspreisen genutzt werden, wobei der Reservationspreis durch (2.3) gegeben ist. Wird in (2.6) nun unterstellt, dass der Preiseinfluss einer Order, $p(t) - m(t)$, nicht von der Ordergröße abhängt, so kann Liquidität gemessen werden als der Preiseinfluss einer Kauf- oder Verkauforder für eine Einheit. Wird zusätzlich angenommen, dass der Preiseinfluss von Kauf- und Verkaufsaufträgen identisch ist, so ergibt sich:

$$|p(t) - m(t)| = \alpha. \quad (2.7)$$

Die Liquidität wird somit in diesem Ansatz als absolute Differenz zwischen Transaktionspreis und zugehöriger Spannenmitte gemessen. Dieses Liquiditätsmaß wird von Kempf als der *effektive Bid-Ask-Spread* bezeichnet.²²

Eine weitere Variante von (2.7) besteht nach Kempf in der Annahme, dass Handel in jedem Zeitpunkt nur zum besten Ask- und Bidkurs erfolgen kann. Diese Annahme ist laut Kempf empirisch an vielen Märkten nicht zu halten, doch erlaubt sie die Liquiditätsmessung auch in Zeitpunkten, in denen keine Transaktionen stattfinden. Wenn nun $p(t) \in \{Q_A(t), Q_B(t)\}$ gilt und der Reservationspreis durch (2.3) beschrieben wird, dann reduziert sich das Liquiditätsmaß (2.7) zur halben quotierten Marktspanne:

$$|Q_A(t) - \frac{Q_A(t) + Q_B(t)}{2}| = |Q_B(t) - \frac{Q_A(t) + Q_B(t)}{2}| = \frac{Q_A(t) - Q_B(t)}{2} = \alpha, \quad (2.8)$$

d.h. für jeden der beiden Reservationspreise $Q_A(t)$ und $Q_B(t)$ ergibt sich mittels Einsetzen von (2.3) in (2.7) der selbe Ausdruck für α : die halbe quotierte Marktspanne. Das Liquiditätsmaß (2.8) weist im Vergleich zur effektiven Spanne den wesentlichen Vorteil auf, das es Liquidität unabhängig vom tatsächlichen Auftreten einer Transaktion misst. Auf der anderen Seite kann bei diesem Ansatz der Handel nur zum besten Bid- oder Askkurs erfolgen. Die Marktspanne gibt deshalb, laut Kempf, kein vollständiges Bild der Preisdimension von Liquidität. Vielmehr charakterisiert sie lediglich die Tiefe des Marktes.²³

Zeit- und preisbasierte Maße Kempf hatte schon festgestellt, dass Wertpapiere in Märkten mit kontinuierlichen Handelsmöglichkeiten perfekt liquide im Sinne der Zeitdimension sind. Somit erübrigt sich für ihn eine Erfassung der Zeitdimension in solchen Märkten und er betrachtet im Folgenden nur noch Wertpapiere, die nur zu diskreten Zeitpunkten gehandelt werden können. Für diese muss ein Liquiditätsmaß sowohl den Preiseinfluss einer Order als auch den Zeitraum zwischen Orderplatzierung und -ausführung berücksichtigen.

Ein solches Liquiditätsmaß wurde von Garbade/Silber (1979) vorgeschlagen. Garbade und Silber klassifizieren ein Finanzinstrument als *liquide*, wenn es mindestens eine der beiden folgenden Eigenschaften besitzt:

The instrument may be traded in a market with a sufficient number of participants to make feasible purchases and sales on short notice on prices near the contemporaneous equilibrium value of the instrument.

*An asset's equilibrium value is unlikely to change substantially over a given interval of time.*²⁴

²²(Kempf, 1999, S. 37).

²³(Kempf, 1999, S. 38).

²⁴(Garbade u. Silber, 1979, S. 577).

Garbade und Silber zeigen, dass diese beiden Eigenschaften - die Anzahl der Marktteilnehmer und die Volatilität des Gleichgewichtspreises - wichtige Einflussfaktoren für die strukturellen Charakteristika von Sekundärmärkten sind. Um dies zu zeigen, nutzen sie ein Maß für das Liquiditätsrisiko, welches zudem beide Liquiditätseigenschaften erfüllt.

Dieses Maß ist definiert als die Varianz der Differenz zwischen dem Gleichgewichtspreis m^* eines Assets zum Zeitpunkt der Handelsentscheidung eines Investors (interpretierbar als Moment der Orderausgabe) und dem Transaktionspreis p , der beim Handel erzielt wird. Unter der Annahme, dass der Investor seine Handelsentscheidung im Zeitpunkt $t - \Delta t$ trifft und die Transaktion im Zeitpunkt t ausgeführt wird, ist nun das Maß gegeben durch:²⁵

$$\text{Var}[p(t) - m^*(t - \Delta t)]. \quad (2.9)$$

Nach Kempf gibt dabei ein Investor seine in t auszuführende Order in $t - \Delta t$ ab. Weiterhin zerlegt Kempf $p(t) - m^*(t - \Delta t)$ in die Reservationspreisänderung während der Ausführung, $m^*(t) - m^*(t - \Delta t)$, und die handelsinduzierte Preisänderung bei Ausführung einer Marktorder, $p(t) - m^*(t)$, und macht deutlich, dass (2.9) ein Maß für die Zeit- und Preisdimension von Liquidität darstellt. Die Berücksichtigung der Zeitdimension von Liquidität führt also dazu, dass das Risiko von Reservationspreisänderungen von $t - \Delta t$ bis t bei der Bestimmung der Liquidität eines Wertpapiers zu berücksichtigen ist. Dabei wächst das Risiko mit dem zeitlichen Abstand zwischen Orderplatzierung und -ausführung. Wird nun die Varianz als Risikomaß verwendet, dann lässt sich die Zeitdimension erfassen als die Varianz der Reservationspreisänderung über den Ausführungszeitraum. Dies macht deutlich, dass ein Wertpapier bezüglich der Zeitdimension c.p. umso liquider ist,

- je kürzer der zeitliche Abstand bis zur nächsten Handelsperiode ist und
- je weniger Informationen während dieser Zeit in den Markt kommen.²⁶

Überlegungen zur empirische Umsetzung

Kempf stellt fest, dass sich die bisherigen von ihm betrachteten Studien zur Liquiditätsmessung auf die Preisdimension von Liquidität beschränken. Er nimmt jedoch an, dass es keine grundlegenden Schwierigkeiten geben sollte auch die Zeitdimension von Liquidität zu berücksichtigen.²⁷

Indikatoren für Liquidität

Kempf gibt noch eine Reihe von Liquiditätsindikatoren an, die genutzt werden können, wenn die vom ihm vorgeschlagenen Messung der Wertpapierliquidität nicht durchführbar ist. Er weist allerdings darauf hin, dass eine theoretische Fundierung fehlt. Die Indikatoren sind:

- Handelsvolumen
- Handelsfrequenz
- Anzahl der Börsentage, an denen ein Wertpapier gehandelt wurde, im Verhältnis zu den Börsentagen eines Jahres
- die mit der Volatilität gewichtete Handelsfrequenz.²⁸

²⁵(Garbade u. Silber, 1979, S. 577 ff.).

²⁶(Kempf, 1999, S. 43 f.).

²⁷(Kempf, 1999, S. 45).

²⁸(Kempf, 1999, S. 46 ff.).

Weiterhin kommt Kempf in seiner Arbeit Kempf u. Korn (1999) mithilfe einer empirischen Untersuchung der Markttiefe zu dem Ergebnis, dass auch die jeweils gewählte Ordergröße ein entscheidender Faktor der Liquidität ist. Große Order führen zu relativ kleinen Preisänderungen, während kleine Order zu relativ großen Preisänderungen führen.²⁹

2.1.4. Liquidität nach Gombert und Schmidt\Iversen

Gombert befasst sich in seiner Arbeit Gombert (2005) mit der Liquidität von Aktien und dem daraus resultierenden Bietverhalten der Investoren. Aufgrund der Vielzahl schon existierender Liquiditätsbegriffe, entschließt er sich dazu, keine eigene Liquiditätsdefinition aufzustellen, sondern sich einer schon existierenden Definition zu bedienen, um daraus weitere Liquiditätseigenschaften herzuleiten. So schließt sich Gombert der Liquiditätsdefinition von Schmidt und Iversen an:

*Ein Wertpapier weist dann die Eigenschaft Liquidität auf, wenn es jederzeit sofort in kleinen oder großen Mengen ohne nennenswerten Aufschlag oder Abschlag vom marktgerechten Kurs gekauft oder verkauft werden kann.*³⁰

Aus dieser Liquiditätsdefinition leitet Gombert drei fundamentale Eigenschaften der Liquidität ab:

Sofortigkeit Eine Wertpapier kann zu jedem Zeitpunkt und ohne Verzögerung gehandelt werden.

Preis der Dienstleistung Sofortigkeit Die sofortigen Abschlüsse sollen zu einem angemessenen Preis, also ohne nennenswerten Aufschlag oder Abschlag ausgeführt werden.

Umfang der Transaktion und der Dienstleistung Sofortigkeit Es sollen sowohl kleine als auch große Aufträge ausführbar sein.

Diese Elemente sollen sich durch die Dimensionen Tiefe, Breite, Erholungsfähigkeit und Zeit, wie sie schon bei Kempf beschrieben wurden, darstellen lassen.³¹

Zur Liquiditätsmessung schlägt Gombert folgende Liquiditätsmaße vor:³²

- *expliziter Bid-Ask-Spread*: dieser Spread entspricht der Differenz des besten Ask- und Bidgebotes.
- *impliziter Bid-Ask-Spread*: dieser Spread wird genutzt, wenn keine Spreaddaten veröffentlicht sind und wird mithilfe von aufeinanderfolgenden Transaktionen oder Renditen geschätzt.³³
- *Transaktionsfrequenz*
- *Stückumsatz*
- *Wertumsatz*
- *Markteffizienzkoeffizient MEC*: dieser Koeffizient von Hasbrouck und Schwartz misst die Liquidität mithilfe des Verhältnisses von langfristigen zu kurzfristigen Renditeschwankungen.^{34 35}
- *Liquiditätsrate*: die Liquiditätsrate nach Cooper, Groth, Avera, welche den Wertumsatz misst, der erforderlich ist, um den aktuellen Kurs um 1% zu verändern.^{36 37}

²⁹(Kempf u. Korn, 1999, S. 1 ff.).

³⁰(Schmidt u. Iversen, 1991, S. 210).

³¹(Gombert, 2005, S. 34 ff.).

³²(Gombert, 2005, S. 63 ff.).

³³Ein Beispiel für den impliziten Spread ist das Rollmaß, das in Abschnitt 2.2.1 betrachtet wird.

³⁴(Hasbrouck u. Schwartz, 1988, S. 10 ff.).

³⁵Siehe dazu Abschnitt 2.2.2.

³⁶(Cooper u. a., 1985, S. 19 ff.).

³⁷Siehe dazu Abschnitt 2.2.3.

2.1.5. Liquidität nach Aitken und Comerton-Forde

Aitken und Comerton-Forde befassen sich in ihrer Arbeit Aitken u. Comerton-Forde (2003) mit der Frage, ob (ausgewählte) Liquiditätsmaße wirklich die Liquidität messen. Sie stellen zunächst fest, dass in der Literatur zumeist wie selbstverständlich von liquiden Aktienmärkten ausgegangen wird, wenn Aktienmärkte Teil des Forschungsgegenstandes sind, und dass dabei für die Liquidität von Folgendem ausgegangen wird:

*Liquidity is unambiguously defined as the ability to convert shares into cash (and converse) at the lowest transaction costs.*³⁸

Zudem stellen sie fest, dass es trotz dieser einheitlichen Definition kein einheitliches Liquiditätsmaß gibt und dass stattdessen in der vorhandenen Literatur eine große Auswahl an Maßen zu finden ist. Für ihre eigene Arbeit legen Aitken und Comerton-Forde eine Liquiditätsdefinition zugrunde, die stark an die Definition in Harris (1990) anlehnt:

Ein perfekt liquider Markt ist dadurch charakterisiert, dass jede beliebige Menge eines Wertpapiers augenblicklich verkauft und wieder gekauft werden kann, ohne dass dabei Kosten entstehen.

*In einer nicht ganz perfekten Welt ist ein liquider Markt dadurch gekennzeichnet, dass die Transaktionskosten, die an die jeweilige Wertpapiertransaktion geknüpft sind, minimiert werden.*³⁹

Somit ist die Liquidität von Wertpapieren eng an die dazugehörigen Transaktionskosten geknüpft. Aitken und Comerton-Forde weisen darauf hin, dass der Begriff Transaktionskosten sowohl explizite als auch implizite Transaktionskosten beinhaltet. Explizite Kosten setzen sich u.a. aus Maklerprovisionen und Steuern zusammen. Diese Kosten sind leicht zu ermitteln und können nicht von der Börse oder den Börsenteilnehmern direkt beeinflusst werden und bleiben deshalb bei den folgenden Untersuchungen außen vor. Aitken und Comerton-Forde legen ihren Fokus auf impliziten Kosten - solche sind zum Beispiel der Bid-Ask-Spread, die Market Impact Costs und die Opportunitätskosten, die aufgrund von nicht effizienter oder nicht angemessener Technologie oder auch aufgrund von Regulationen entstehen. Durch verbesserte Bedingungen können implizite Kosten gesenkt und somit die Liquidität erhöht werden.⁴⁰

Liquiditätsmaße

Aufgrund der Feststellung der großen Menge an bereits existierenden Liquiditätsmaßen weisen Aitken und Comerton-Forde zunächst darauf hin, dass in der vorangegangenen Arbeit von Aitken - Aitken u. Winn (1997) - ein Überblick über die in der Literatur vorgestellten Maße erstellt wurde und dort insgesamt 68 verschiedene Maße zu finden sind, was eine große Uneinigkeit bezüglich des besten Maßes impliziert.⁴¹ Zudem gibt es nur eine geringe oder sogar keine Korrelation zwischen vielen dieser Maße, so dass eine unangebrachte Wahl des Liquiditätsmaßes zu falschen Schlussfolgerungen bezüglich der Marktstruktur führen kann.

Die von Aitken und Comerton-Forde in der Literatur gefundenen Liquiditätsmaße werden von ihnen in zwei Kategorien eingeteilt: handelsbasierte und orderbasierte Maße.⁴²

Die *handelsbasierten Maße* werden in der Literatur am häufigsten genutzt. Sie beinhalten u.a. die Handelsmenge (gehandelte Stückzahl), das Handelswertvolumen (gehandeltes Wertvolumen), die Anzahl der Transaktionen und die Turnover Ratio, die gegeben ist durch den Quotienten des Wertes

³⁸(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 45).

³⁹(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 46).

⁴⁰(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 46).

⁴¹Bei der von Aitken und Comerton-Forde aufgeführten Arbeit Aitken u. Winn (1997) handelt es sich um ein Working Paper, das zum Zeitpunkt der Erstellung dieser vorliegenden Arbeit nicht mehr aufzufinden war. In der vorliegenden Arbeit Aitken u. Comerton-Forde (2003) werden die 68 untersuchten Maße nicht näher aufgeführt.

⁴²(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 46 f.).

der gehandelten Aktien und der Marktkapitalisierung. Dabei sollte idealerweise für dieses Maß nicht die Marktkapitalisierung, sondern der Free Float in der Berechnung genutzt werden, aber Aitken und Comerton-Forde weisen darauf hin, dass für diese Berechnungsmethode meist die Daten fehlen. Diese Maße sind deshalb so attraktiv, weil sie einfach zu berechnen sind und die benötigten Daten im Regelfall verfügbar sind. Zudem treffen sie auf eine weitläufige Akzeptanz. Als Nachteil ist zu nennen, dass sie eher ex-post- als ex-ante-Maße sind und somit das zum Ausdruck bringen, was in der Vergangenheit gehandelt wurde. Das muss nicht unbedingt ein guter Indikator dafür sein, was in der Zukunft gehandelt wird.⁴³

Die *orderbasierten Maße* können seit dem Einsatz von automatisierten Handelssystemen genutzt werden, da durch diese detailliertere Daten von Orderbüchern gewonnen werden können. Diese Maße können die Kosten, die aufgrund eines Handels entstehen, viel besser abbilden. Ein Beispiel für ein orderbasiertes Maß ist der Bid-Ask-Spread, welcher die Kosten eines Investors für einen sofortigen Handel darstellt, denn eine Aktie kann nur zum besten Bid gekauft oder zum besten Ask verkauft werden, wobei der Investor jeweils den Wert des Spreads verliert. Für kleine Investoren ist der Spread ein gutes Maß für Liquidität, da seine entstehenden Kosten gut abgebildet werden. Nutzt man bei dieser Kostenberechnung zudem den prozentualen Aktienpreis und arbeitet somit mit dem relativen Spread, kann die Liquidität sogar für verschiedene Aktien mit verschiedenen Preisen verglichen werden. Aitken und Comerton-Forde weisen allerdings darauf hin, dass der relative Spread die echten Handelskosten für große Investoren unterschätzen und somit die Liquidität überschätzen kann. Ein geeigneteres Liquiditätsmaß müsste auch den Market Impact und die Opportunitätskosten des Handels miteinbeziehen. Dies würde erfordern, dass das Ordervolumen auf jedem Preisschritt des Orderbuches analysiert wird. Somit ist der Markt weniger liquide als der Spread es vermuten lässt.⁴⁴

2.1.6. Das Liquiditätsmodell von Grossmann und Miller

Grossmann und Miller präsentieren in ihrer Arbeit Grossmann u. Miller (1988) ein Liquiditätsmodell für Wertpapiermärkte basierend auf Angebot und Nachfrage von Sofortigkeit. In dem Modell werden zwei Gruppen von Marktteilnehmern betrachtet: die Marketmaker und die Investoren, wobei sich die Investoren untereinander nur durch ihre Anfangsausstattung unterscheiden sollen.

Grossmann und Miller definieren nun den Begriff des *Liquiditätsereignisses* als dasjenige Ereignis, das einen Investor dazu verleitet, einen anderen Bestand einer Aktie besitzen zu wollen. Um die gewünschte Bestandsmenge der Aktie zu realisieren, steht der Investor vor der Wahl, einen sofortigen Handel einzugehen oder mit dem Handel zu warten, um seine Handelsmodalitäten zu verbessern. Das Warten ist allerdings mit dem Risiko behaftet, dass sich die Ausgangssituation des Investors verschlechtert, z.B. durch eine Änderung des Gleichgewichtspreises der Aktie. Ein Investor, der sofort zu verkaufen bzw. kaufen wünscht, kann dies mithilfe eines Marketmakers tun - dieser Fall wird als *Nachfrage nach Sofortigkeit* des Verkäufers bzw. Käufers definiert. Beim sofortigen Handel mit einem Marketmaker kann das Risiko der sich verschlechternden Handelsmodalitäten auf den Marketmaker übergehen.

Für den Sofortigkeitsservice verlangen die Marketmaker einen Aufpreis, der die jeweiligen Marketmakerkosten decken soll. Die Opportunitätskosten für die ständige Präsenz am Markt, welche im vorliegenden Modell als fix angenommen werden, repräsentieren den Haupteinflussfaktor des *Angebots der Sofortigkeit* und des Marketmakerservices. Zudem gilt, je größer die Anzahl der Marketmaker am Markt ist, desto mehr verteilt sich das Risiko auf die einzelnen Marketmaker und desto kleiner ist das Einzelrisiko jedes einzelnen. Daraus folgt, dass die Kosten der Sofortigkeit für die Investoren mit einer steigenden Anzahl von Marketmakern sinken. Grossman und Miller schließen daraus, dass je größer die Nachfrage nach Sofortigkeit ist und je geringer die Kosten der Marketmaker sind, desto liquider ist der jeweilige Markt.⁴⁵

⁴³(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 47).

⁴⁴(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 47).

⁴⁵(Grossmann u. Miller, 1988, S. 618 f.).

Modell der Marktliquidität - Modellaufbau

Grossman und Miller betrachten für ihre Analyse ein Modell mit drei Zeitpunkten ($t = 1, 2, 3$) und nur einer Aktie. In diesem Modell liegt der Fokus auf Unausgeglichenheiten von Kauf- und Verkaufordern der Investoren, die durch Marketmaker ausgeglichen werden müssen. Es wird folgende Modellstruktur gewählt:

In $t = 1$ findet ein Liquiditätsereignis statt, das ein Ungleichgewicht bei den Kauf- und Verkaufgeboten der Investoren von i Aktien entstehen lässt. Dabei kann es sein, dass nicht alle Investoren in diesem Zeitpunkt handeln. Der Marketmaker stellt sich als Handelspartner für die i Aktien zur Verfügung und hält diese Handelsposition bis zum Zeitpunkt 2.

In $t = 2$ handelt der Marketmaker derart, dass er die zusätzliche Handelsposition aus $t = 1$ wieder aus seinem Bestand abbauen kann. Dabei ist davon auszugehen, dass sich die Gruppe der handelnden Investoren zumindest teilweise verändert hat.

In $t = 3$ findet kein Handel mehr statt. Dieser Zeitpunkt dient nur zur Evaluation des Wertes des gehaltenen Aktienbestandes aus $t = 2$.

Für das Modell werden zudem noch die folgenden Annahmen getroffen:

Auf dem Markt existieren insgesamt zwei Assets: ein risikofreies Asset (ohne Rendite) und ein risikantes Asset (Aktie). Dabei sei \tilde{P}_3 der exogene Preis des risikanten Assets im Endzeitpunkt $t = 3$. Zudem treffen öffentliche Informationen zu \tilde{P}_3 in den Perioden 1 und 2 jeweils vor dem Handel ein.

x_t sei die Anzahl an Aktien, die ein Investor nach dem Handel im Zeitpunkt t besitzt und B_t die Menge des gehaltenen risikolosen Assets.

Der Investor besitze zudem eine Anfangsausstattung der Aktie der Größe i , die nicht optimal gemäß seiner Risikopräferenz sei. Es wird angenommen, dass der Investor zu den Zeitpunkten $t = 1, 2$ die gehaltene Aktienanzahl \bar{x}_t und die Menge des risikolosen Assets B_t derart wählt, dass sein Erwartungsnutzen des Endvermögens in $t = 3$ maximiert wird, welcher von folgender Form ist:

$$EU(W_3) \tag{2.10}$$

so dass

$$W_3 = B_2 + \tilde{P}_3 \bar{x}_3 \tag{2.11}$$

$$\tilde{P}_2 \bar{x}_2 + B_2 = W_2 = B_1 + \tilde{P}_2 \bar{x}_1 \tag{2.12}$$

$$P_1 \bar{x}_1 + B_1 = W_1 = P_1 i + W_0 \tag{2.13}$$

$$\tag{2.14}$$

wobei i die bereits erwähnte Anfangsausstattung bzgl. der Aktie und W_0 das Anfangsvermögen ist. Zudem gilt: $\bar{x}_3 = \bar{x}_2$.

Fasst man die Bedingungen zusammen und eliminiert B_1 und B_2 , so erhält man

$$W_3 = W_0 + (\tilde{P}_2 - P_1)(\bar{x}_1 - i) + (\tilde{P}_3 - \tilde{P}_2)(\bar{x}_2 - i) + \tilde{P}_3 i, \tag{2.15}$$

wobei $\bar{x}_t - i$ die Übernachfrage für das Asset wiedergibt.

Somit wählt der Investor seine Handelspositionen derart, dass

$$EU(W_3) = EU(W_0 + (\tilde{P}_2 - P_1)x_1 + (\tilde{P}_3 - \tilde{P}_2)x_2 + \tilde{P}_3 i) \tag{2.16}$$

maximiert wird.

Zusätzlich wird angenommen, dass \tilde{P} zu jedem Zeitpunkt normalverteilt ist und dass gilt:

$$U(W) = -e^{-aW}. \tag{2.17}$$

Mithilfe einer Rückwärtsinduktion und der Herleitung eines Gleichgewichts (für dieses Optimierungsproblem) erhält man für die Übernachfrage des Investors in $t = 2$

$$x_2^{inv} = -i \quad (2.18)$$

und in $t = 1$ ⁴⁶

$$x_1^{inv} = \frac{E_1 \tilde{P}_3 - P_1}{a \cdot var_1(E_2 \tilde{P}_3)} - i. \quad (2.19)$$

Zusätzlich wird angenommen, dass sich im Zeitpunkt $t = 1$ insgesamt M Marketmaker auf dem Markt befinden. Sie lösen ein äquivalentes Maximierungsproblem, das aber nicht von i abhängt und erhalten das folgende Gleichgewicht der Übernachfrage:

$$x_1^m = \frac{E_1 \tilde{P}_3 - P_1}{a \cdot var_1(E_2 \tilde{P}_3)}. \quad (2.20)$$

Die Markträumung in $t = 1$ bedingt

$$Mx_1^m + x_1^{inv} = 0 \quad (2.21)$$

und führt zu:

$$\frac{E_1 \tilde{P}_3 - P_1}{a \cdot var_1(E_2 \tilde{P}_3)} = \frac{i}{1 + M}. \quad (2.22)$$

Dies führt aus Investorensicht zu den folgenden Aktienmengen, die im Zuge des Sofortigkeitsservices der Marketmaker im Gleichgewicht vom Investor angefordert werden:

$$x_1 = -\frac{M}{1 + M}i \quad (2.23)$$

und

$$x_2 - x_1 = -\frac{i}{1 + M}. \quad (2.24)$$

Wenn die Anzahl der Marketmaker M groß ist, dann ist der Anteil $\frac{M}{1+M}$ der Menge x_1 fast 1 und die Menge selber fast $-i$. Somit kann bei großer Marketmakerzahl die gewünschte Transaktion schon fast vollständig im Zeitpunkt 1 abgewickelt werden und daraus folgt, dass der Markt liquide ist.⁴⁷

⁴⁶Die explizite Herleitung findet man bei Grossmann u. Miller (1988) auf S. 623-625.

⁴⁷(Grossmann u. Miller, 1988, S. 622 ff.).

2.2. Weitere ausgewählte Liquiditätsmessarten

2.2.1. Das implizite Maß von Roll

In seiner Arbeit Roll (1984) entwickelt R. Roll einen Ansatz, um den impliziten Bid-Ask-Spread einer Aktie mithilfe von Zeitreihen des jeweiligen Marktpreises zu errechnen.⁴⁸ Dazu werden lediglich die jeweiligen Preisdaten benötigt und die folgenden Annahmen getroffen:

- Der Handel findet in einem informationseffizienten Markt statt.
- Die Wahrscheinlichkeitsverteilung der beobachteten Preisänderungen ist stationär.

Roll geht zunächst darauf ein, dass in einem Markt, in welchem Transaktionskosten auftreten, oft ein Bid-Ask-Spread entsteht, der diese Kosten abdecken soll. Dabei bleibt ein Markt informationseffizient, solange der Wert des Underlyings weiterhin stochastisch bleibt.⁴⁹ In diesem Fall bewegen sich die Bid- und Askpreise beim Eintreffen von preisverändernden Neuigkeiten derart, dass ihr neu entstehender Mittelpunkt genau dem neuem Wert im Gleichgewicht entspricht. Somit bleibt in einem effizienten Markt auch die Zu- und Abnahme des Durchschnitts des Spreads zufällig.⁵⁰

Roll geht im Weiteren darauf ein, dass diese Marktpreisänderungen jedoch nicht voneinander unabhängig sind, da die Transaktionen immer zum Bid oder Ask stattfinden. Er knüpft an die Arbeit Niederhoffer u. Osborne (1966) an, die sich mit dem Verhalten von Preisänderungen am Aktienmarkt befasst. Niederhoffer und Osborne leiten die Eigenschaft einer starken Tendenz von gegenläufigen Preisänderungen her. Somit folgt einer Preissteigerung in der Regel ein Preisabfall und umgekehrt und somit sind aufeinanderfolgende Preisänderungen negativ korreliert.⁵¹ Roll nimmt nun für sein Modell ebenfalls eine negative Korrelation der einzelnen aufeinanderfolgenden Marktpreisänderungen an. Zudem geht er davon aus, dass ohne ein Eintreffen von neuen Informationen keine zwei aufeinanderfolgenden Preiserhöhungen oder -senkungen möglich sind. In diesem Fall sind andere Handelspreise als die beim besten Bid oder besten Ask nicht möglich. Daraus ergeben sich in Rolls Modell nur zwei verschiedene mögliche Preisänderungen: $\Delta p = 0$ falls einem Bid bzw. Ask wieder ein Bid bzw. Ask folgt und $\Delta p = s$ mit s als Spread, wenn einem Bid ein Ask folgt und umgekehrt. Die Wahrscheinlichkeit, dass einem Handel zum Bid ein Handel zum entweder Bid oder Ask folgt, ist jeweils $\frac{1}{2}$. Analoges gilt für den Ask. Betrachtet man beliebige aufeinanderfolgende Zeitpunkte $t-1$, t und $t+1$, an denen gehandelt wird, so ergibt sich folgende Wahrscheinlichkeitsverteilung für die aufeinanderfolgenden Preisänderungen Δp_t und Δp_{t+1} :

		p_{t-1} ist beim Bid		p_{t-1} ist beim Ask	
		Δp_t		Δp_t	
		0	$+s$	$-s$	0
		Δp_{t+1}	$-s$	0	$1/4$
0	$1/4$		$1/4$	$1/4$	$1/4$
$+s$	$1/4$		0	$1/4$	0

Da im Zeitpunkt $t-1$ die Wahrscheinlichkeit für einen Handel zum Bid oder Ask gleich groß ist, ergibt sich für die aufeinanderfolgenden Preisänderungen Δp_t und Δp_{t+1} die folgende gemeinsame Verteilung:

⁴⁸Dieses Verfahren kann bei fehlenden Spreaddaten genutzt werden.

⁴⁹Roll definiert den Wert des Underlyings als den Mittelpunkt des dazugehörigen Spreads.

⁵⁰(Roll, 1984, S. 1127 f.).

⁵¹(Niederhoffer u. Osborne, 1966, S. 900 f.).

		Δp_t		
		$-s$	0	$+s$
Δp_{t+1}	$-s$	0	1/8	1/8
	0	1/8	1/8	1/8
	$+s$	1/8	1/8	0

Mithilfe dieser Darstellung berechnet Roll nun die Kovarianz von aufeinanderfolgender Preisänderungen unter Ausnutzung der Eigenschaft, dass der Erwartungswert von diesen Null ist. Es ergibt sich:

$$Cov(\Delta p_t, \Delta p_{t+1}) = \frac{1}{8}(-s^2 - s^2) = -\frac{s^2}{4}. \quad (2.25)$$

Damit folgt für den Spread:⁵²

$$s = 2\sqrt{-Cov(\Delta p_t, \Delta p_{t+1})}. \quad (2.26)$$

2.2.2. MEC: ein Liquiditätsmesskonzept nach Hasbrouck und Schwartz

Eine Variation des Ansatzes von Roll stellen Hasbrouck und Schwartz in ihrer Arbeit Hasbrouck u. Schwartz (1988) vor. Sie schlagen zwei mögliche Ansätze für die Liquiditätsmessung vor: die Zeit, die benötigt wird bis es zu einem Handel mit geringen Kosten kommt, oder die Handelskosten, die aufgebracht werden müssen, damit es zu einem zeitnahen Handel kommt.

Mithilfe des Ansatzes der Kosten, die auch als *Ausführungskosten* bezeichnet werden, leiten nun Hasbrouck und Schwartz ein Liquiditätsmaß her, indem sie zunächst folgende Verbindung zwischen den Ausführungskosten und der Volatilität der jeweiligen Aktienpreise aufweisen: Je höher die Ausführungskosten ausfallen, desto höher ist auch die Volatilität der Aktienpreise bei kurzfristigen Aktienpreisänderungen. Zur Messung der Kosten wird daher ein Maß entwickelt, dass die Preisvolatilität von kurzen Zeitintervallen mit der Volatilität von langen Intervallen vergleicht:

Eine lange Periode L lasse sich in n gleich lange, kurze Zeitintervalle S aufteilen. Für die lange Periode gebe es eine langfristige Rendite R_L und für die kurzen Zeitintervalle eine kurzfristige Rendite R_S . Zudem seien die dazugehörigen Volatilitäten gegeben durch: $var(R_L)$ und $var(R_S)$. Dann ist der Markteffizienzkoeffizient MEC gegeben durch:

$$MEC = \frac{var(R_L)}{n \cdot var(R_S)}. \quad (2.27)$$

Auf einem informationseffizienten Markt ohne Ausführungskosten würde gelten: $var(R_S) = \frac{var(R_L)}{n}$. Somit ergäbe sich für ein perfekt liquides Wertpapier ein MEC von 1. Jedes nicht perfekt liquide Wertpapier nimmt stattdessen einen $MEC < 1$ an. Mit abnehmender Liquidität sinkt auch der MEC.⁵³

2.2.3. Die Liquiditätsrate: das Amivest-Maß

Die Liquiditätsrate, die auch den Namen *Amivest-Maß* trägt, wird zunächst in den Arbeiten Dubofsky u. Groth (1984) und Cooper u. a. (1985) wissenschaftlich beschrieben. Durch ein steigendes Interesse von institutionellen Anlegern an Liquidität begannen in früheren Jahrzehnten einige Organisationen damit, Informationen zur Liquidität zu veröffentlichen. Der Name des hier betrachteten *Amivest-Maßes* geht dabei darauf zurück, dass dieses Maß 1972 in einem monatlich veröffentlichten *Liquidity Report* der Amivest Corporation erschien.⁵⁴

⁵²(Roll, 1984, S. 1128 f.).

⁵³(Hasbrouck u. Schwartz, 1988, S. 10 ff.).

⁵⁴(Cooper u. a., 1985, S. 19).

Die Liquiditätsrate L_i einer Aktie i misst die Höhe der Geldmenge, die nötig ist, um den Aktienpreis um 1% zu verschieben. Sie wird gemessen durch das Verhältnis der umgesetzten Geldmenge beim Handel der Aktie und der dadurch entstehenden prozentualen Veränderung des Aktienpreises:

$$L_i = \frac{\sum_t P_{it} V_{it}}{\sum_t |\Delta\% P_{it}|} \quad (2.28)$$

mit

$$\begin{aligned} P_{it} &= \text{Schlusspreis der Aktie } i \text{ an Tag } t \\ V_{it} &= \text{Handelsmenge der Aktie } i \text{ an Tag } t \\ \Delta\% P_{it} &= \text{prozentuale Preisänderung der Aktie } i \text{ von Tag } t-1 \text{ auf Tag } t. \end{aligned}$$

Es gilt, je höher der Wert L_i einer Aktie i wird, desto liquider ist sie.⁵⁵

2.2.4. Amihudmaß

Amihud beschäftigt sich bereits in seiner Arbeit Amihud u. Mendelson (1986) mit dem Begriff der Liquidität bzw. der *Illiquidität*. Amihud definiert die Illiquidität dort als die Kostenhöhe der sofortigen Ausführung einer Order. Begründet wird dies dadurch, dass ein Marktteilnehmer durch einen Preisabschlag beim Verkauf oder einen Preiszuschlag beim Kauf sofort handeln kann oder warten muss, bis die mit seinem Wunschpreis gesetzte Order ausgeführt wird. Preisabschlag und Preiszuschlag zusammen bilden den Spread, welcher von Amihud als Maß für die Illiquidität definiert wird.⁵⁶

In seiner Arbeit Amihud (2002) entwickelt Amihud ein eigenes Illiquiditätsmaß *ILLIQ*, welches er bei fehlenden Daten zum Spread empfiehlt und auch selber nutzt. Die Illiquidität von Aktien wird als jährliche Durchschnittsgröße definiert:

$$ILLIQ_{iy} = \frac{1}{D_{iy}} \sum_{d=1}^{D_{iy}} \frac{|R_{iyd}|}{VOLD_{iyd}}, \quad (2.29)$$

dabei ist R_{iyd} die Rendite von Aktie i am Tag d des Jahres y , $VOLD_{iyd}$ das Gesamthandelsvolumen von Aktie i am Tag d des Jahres y gemessen in Dollar und D_{iy} die Anzahl der Tage des Jahres y , für die die benötigten Daten für Aktie i vorliegen. Dieses Maß gibt die (prozentuale) Preisänderung per gehandelten Dollar des täglichen Handelsvolumens an und Amihud bezeichnet es auch als den täglichen *Price Impact* der eingehenden Order. Amihud betont, dass dieses Maß zwar dem Aminvest-Maß sehr nahe ist, seine Interpretation allerdings intuitiver ist.⁵⁷

Desweiteren definiert Amihud noch die *durchschnittliche Marktliquidität* des Jahres y als

$$AILLIQ_y = \frac{1}{N_y} \sum_{i=1}^{N_y} ILLIQ_{iy}, \quad (2.30)$$

wobei N_y die Anzahl der betrachteten Aktien im Jahr y ist.⁵⁸

Zudem betrachtet Amihud in seiner Arbeit Amihud u. Mendelson (1980) das Verhalten des Spreads in Abhängigkeit von linearer Marktnachfrage und linearem Marktangebot einer Aktie. Er lehnt sein

⁵⁵Dubofsky u. Groth (1984).

⁵⁶(Amihud u. Mendelson, 1986, S. 223 f.).

⁵⁷(Amihud, 2002, S. 34).

⁵⁸(Amihud, 2002, S. 37).

Modell an ein schon vorhandenes Modell von Garman an. Dieser untersucht in seiner Arbeit Garman (1976) die Mikrostruktur in einer durch Spezialisten charakterisierten Marktform und einer durch Auktionen charakterisierten Marktform. Amihud knüpft nun an die Modellvoraussetzungen Garmans für einen Markt mit Spezialisten an und wählt folgende, teilweise leicht abgewandelte Voraussetzungen für sein Modell:

- A1** Der Handel jeder Aktie wird ausschließlich über einen Marketmaker abgewickelt, der über ein Monopol auf diesen Handel verfügt. Marktteilnehmer können nicht direkt miteinander Geschäfte abschließen.
- A2** Die Preise werden vom Marketmaker gesetzt: ein Askpreis P_a und ein Bidpreis P_b , zu denen jeweils eine Aktie ver- und gekauft werden kann.
- A3** Die Ankunft der Kauf- und Verkauforder wird durch zwei unabhängige Poissonprozesse beschrieben mit den Ankunftsrate $D(P_a)$ und $S(P_b)$. Die stationären preisabhängigen Funktionen $D(\cdot)$ und $S(\cdot)$ repräsentieren dabei die Marktnachfrage (D) und das Marktangebot (S) mit $D'(\cdot) < 0$ und $S'(\cdot) > 0$.
- A4** Das Ziel des Marketmakers ist die Maximierung seines erwarteten Gewinns in jeder Zeiteinheit.⁵⁹

2.2.5. XLM

Da Liquidität beim Aktienhandel eine wichtige Rolle spielt und kein einheitliches Maß hierfür existiert, hat es sich die Deutsche Börse AG zur Aufgabe gemacht, ebenfalls ein Liquiditätsmaß zu entwickeln, das auf den eigenen Aktienhandel der XETRA angewandt werden soll. Das so entwickelte Maß XLM soll den Market Impact von Transaktionen messen, welcher die Preisänderung angibt, die aufgrund der Transaktionsausführung entsteht. Somit soll XLM den Investoren helfen, mögliche Handelskosten abzuschätzen.

Für die Deutsche Börse AG umfasst der Begriff vier Dimensionen, die sich im Xetra-Orderbuch widerspiegeln: Marktbreite, Markttiefe, Sofortigkeit in der Ausführung und Erneuerungskraft des Marktes. In einem liquiden Markt sollen sich die Transaktionskosten eines Investors möglichst gering halten, deshalb wird hier als Liquiditätsmaß die Kostenhöhe aus dem Aufbau und Abbau einer Position (Round-Trip) gemessen. Dieses Maß gibt somit die Liquiditätskosten eines liquiditätsnachfragenden Investors an, die ihm durch den Kauf und sofortigen Verkauf einer bestimmten Position entstehen würden.^{60 61}

⁵⁹(Garman, 1976, S. 263) und (Amihud u. Mendelson, 1980, S. 34).

⁶⁰(Deutsche Börse AG - Xetra Research, 2002, S.1 ff.).

⁶¹(Gomber u. a., 2002, S.2 ff.).

2.3. Empirische Untersuchungen zum Vorliegen von Liquidität

2.3.1. Empirische Umsetzung von Aitken und Comerton-Forde

In der schon vorgestellten Arbeit Aitken u. Comerton-Forde (2003) wollen die Autoren Aitken und Comerton-Forde überprüfen, welches von ihnen vorgestellte Liquiditätsmaß (siehe 2.1.5) die Marktliquidität widerspiegelt. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Maße eines Liquiditätstyps untereinander korreliert sind, aber dass es kaum Korrelationen zwischen den beiden Liquiditätstypen der handelsbasierten und orderbasierten Maße gibt. Somit ist davon auszugehen, dass ein Liquiditätstyp dem anderen vorzuziehen ist.⁶²

Für ihre Untersuchung betrachten Aitken und Comerton-Forde die asiatische Wirtschaftskrise von 1997 und 1998 mit einem Fokus auf die Jakarta Stock Exchange (JSX).⁶³ Die Grundidee ihrer Untersuchung ist ein angenommenes Absinken der Liquidität infolge der Wirtschaftskrise, welches durch ein Liquiditätsmaß messbar wäre. Um zu entscheiden, welcher Liquiditätstyp dem anderen vorzuziehen und welches Maß das geeignetste ist, sollen die Liquiditätswerte der verschiedenen Maße vor und nach dem Beginn der Wirtschaftskrise verglichen werden.

Aitken und Comerton-Forde nutzen Daten des offenen elektronischen Orderbuchs JATS (Jakarta Automating Trading System), die sie mithilfe der Datenbank SIRCA (Securities Industry Research Centre of Asia-Pacific) bezogen. Die verfügbaren Daten enthielten alle Order- und Handelsdetails der JSX wie Preis, Volumen, Datum, Zeitpunkt und Broker für die jeweilige Order oder den jeweiligen Handel. Die verwendeten Daten waren aus dem Zeitraum vom 1. Juni 1996 bis zum 28. August 1998 beschränkt. Dabei wurden die Daten aller Aktien, die schon vor dem 1. Juni 1996 gelistet und es auch bis zum 28. August 1998 waren, genutzt - insgesamt 221 Stück.

Um die Liquidität vor und nach dem Beginn der Wirtschaftskrise vergleichen zu können, war es für Aitken und Comerton-Forde wichtig einen Beginn der Krise festzulegen. Zu diesem Zweck wählten sie den 14. August 1997, den Tag an dem die Koppelung der Indonesischen Rupiah an den US-Dollar aufgehoben wurde. Daraufhin verlor die indonesische Währung massiv an Wert. Der Datensatz wurde nun in zwei Teile geteilt - Daten vor und nach dem 14. August 1997 -, und es wurden die Liquiditätsmaße berechnet.⁶⁴

Berechnete Maße

Es wurden folgende Maße berechnet:

- **Handelbasierte Maße** - Handelsmenge (gehandelte Stückzahl), das Wertvolumen (gehandeltes Wertvolumen der Aktien), die Anzahl der Transaktionen und die relative Handelsmenge, die gegeben ist durch den Quotienten der Menge der gehandelten Aktien und der ausgegebenen Aktien
- **Orderbasierte Maße** - der relative Spread und die Order Depth (Tiefe im Orderbuch).

Beim relativen Spread folgen Aitken und Comerton-Forde dem Beispiel von McInish und Wood, die diese Variante des Spreads in ihrer Arbeit McInish u. Wood (1992) als zeitgewichteten relativen Spread berechneten, indem der Spread durch den Midpoint Price (Mittelpunkt des Spreads) geteilt und mit der Zeit, die der Spread existierte, gewichtet wurde.

Aitken und Comerton-Forde gehen darauf ein, dass die Order Depth in der Literatur nur selten gemessen wird und es somit wenig Orientierungshilfe gibt, welches Maß für die Order Depth angebracht und zweckmäßig ist. Sie entscheiden sich dann für das Maß der relativen Order Depth, bei dem das gesamte Volumen aller Order im Orderbuch geteilt wird durch die Gesamtanzahl der ausgegebenen

⁶²(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 46).

⁶³Heute heißt diese Indonesia Stock Exchange, kurz IDX.

⁶⁴(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 49 f.).

Aktien. Durch das Teilen durch die Gesamtanzahl der ausgegebenen Aktien wird ein relatives Maß erzeugt, das einen Vergleich für Aktien mit variierender Aktiengröße ermöglicht.

Alle Maße wurden für die betrachtete Periode jede 30 Minuten neu berechnet. Zudem wurde jeweils ein Mittelwert für die Vorkrisen- und Nachkrisenperiode berechnet.⁶⁵

Resultate

Aitken und Comerton-Forde betrachten zunächst die Pearson-Korrelationen aller Maße. Dabei stellen sie fest, dass in der Gruppe der handelsbasierten Maße die Größen Handelsmenge (gehandelte Stückzahl), Wertvolumen und Anzahl der Transaktionen stark untereinander korreliert sind (mit Korrelationskoeffizienten größer als 0,8). Lediglich die vierte Größe, die relative Handelsmenge, ist nur schwach mit den drei anderen korreliert (mit Werten zwischen 0,4223 und 0,5162). Zudem ergab sich nur wenig oder fast keine Korrelation zwischen den handelsbasierten Größen und den orderbasierten Größen. Bei der Untersuchung der beiden orderbasierten Maße ergab sich ebenfalls eine geringe Korrelation von 0,3839.

Insgesamt schlussfolgern Aitken und Comerton-Forde aufgrund der häufigen niedrigen Korrelationswerte, dass die Wahl des Maßes wesentlich den Ausgang der Liquiditätsmessung beeinflusst.⁶⁶

Im Anschluss überprüfen Aitken und Comerton-Forde, ob die betrachteten Maße konsistente Ergebnisse zur angenommenen Liquiditätsabnahme aufgrund der Wirtschaftskrise liefern. Bei den handelsbasierten Maßen erhalten sie überwiegend konsistente Ergebnisse. Die einzige Ausnahme bildet die Handelsmenge. Beim Vergleich der durchschnittlichen Handelsmenge vor und nach Beginn der Krise ergab sich ein Anstieg von ungefähr 51%.⁶⁷ Daraus könnte man laut Aitken und Comerton-Forde zu dem widersprüchlichen Ergebnis kommen, dass die Liquidität hoch und die Krise gut für die JSX war. Bei der Untersuchung des durchschnittlichen relativen Bid-Ask-Spreads vor und nach dem Krisenbeginn stellen Aitken und Comerton-Forde fest, dass sich die Werte im Schnitt um 101% erhöht haben, d.h. die Durchschnittswerte haben sich fast verdoppelt. Zudem kann festgestellt werden, dass die relativen Spreads mit fallendem Umsatz steigen, was laut Aitken und Comerton-Forde auf eine inverse Beziehung zwischen Handelsaktivität und dem Spread hinweist, wie sie auch bei Cohen u. a. (1986) aufgewiesen wird.

Die Ergebnisse der Untersuchung der durchschnittlichen relativen Order Depth zeigen, dass erstaunlicherweise die relative Order Depth nach Beginn der Krise stark anwuchs, auf der Bidseite um 216% und auf der Askseite um 89%. Dies impliziert laut Aitken und Comerton-Forde, dass es einen Anstieg in der Nachfrage nach JSX-Aktien nach Beginn der Krise gab.

Aitken und Comerton-Forde schließen ihre Untersuchung damit, dass keine Empfehlung für eine der beiden Liquiditätsklassen abgegeben werden kann. Die Gruppe der handelsbasierten Maße wird insgesamt dadurch abgewertet, dass es sich um ex-post-Maße handelt, die die Vergangenheit bewerten und keinen hinreichend guten Ausblick auf die Zukunft werfen können und zudem das Maß der Handelsmenge ein irreführendes Ergebnis liefert. Am ehesten geeignet zur Liquiditätsmessung erscheint Aitken und Comerton-Forde der relative Bid-Ask-Spread aus der Gruppe der orderbasierten Maße. Doch hier muss auch relativiert werden, dass bei sehr großen Ordnern der relative Spread als Maß nicht genügt, da evtl. nicht genügend Volumen zum besten Bid oder Ask vorhanden ist, um die Order auszuführen. Dies führt zu einer Teilausführung zu einem größeren Spread.⁶⁸

⁶⁵(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 50 f.).

⁶⁶(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 51).

⁶⁷Dieses Ergebnis ist nicht statistisch signifikant.

⁶⁸(Aitken u. Comerton-Forde, 2003, S. 52 ff.).

2.3.2. Empirische Untersuchung von Goyenko, Holden und Trzcinka

In ihrer Arbeit Goyenko u. a. (2009) befassen sich Goyenko, Holden und Trzcinka mit der Fragestellung, ob sowohl häufig genutzte Liquiditätsmaße wie auch einige bestimmte neue Liquiditätsmaße wirklich in der Lage sind Liquidität zu messen. Die Grundidee des Untersuchungsverfahrens ist es, zu überprüfen, ob die Liquiditätsmaße mit den jeweiligen Transaktionskosten korreliert sind, da Liquidität essentiell von diesen Kosten abhängt. Die Autoren weisen darauf hin, dass in der vorherigen Literatur kaum auf Transaktionskosten eingegangen wurde, was sie auf fehlende Daten zurückführen. Goyenko, Holden und Trzcinka nehmen zunächst grundlegend an, dass die Maße mithilfe von Low-Frequency-Daten von Aktienrenditen und gehandelten Voluminas bestimmt werden können. Die für dieses Vorhaben genutzten Daten (tägliche Aktienrenditen und Handelsvolumen) werden durch das *Center for Research in Security Prices* (CRSP) bezogen. Es handelt sich dabei um NYSE/AMEX-Firmendaten von 1926 bis 2005 und NASDAQ-Firmendaten von 1983 bis 2005.⁶⁹

Um zu ermitteln, welches Liquiditätsmaß das beste ist, werden zunächst sowohl die jährlichen als auch die monatlichen Durchschnittswerte der Maße ermittelt. Demgegenüber werden mehrere Benchmarks für die Liquidität mithilfe von High-Frequency-Daten bestimmt, wobei die dafür genutzten Daten aus dem Trade-and-Quote-Datensatz (TAQ) der NYSE von 1993 bis 2005 stammen. Im Anschluss werden die verschiedenen Liquiditätsmaße mit den Benchmarks verglichen. Als letztes werden die Liquiditätsmaße noch mit dem effektiven Spread für Marketable Order verglichen.⁷⁰ Dieser wird mithilfe von Daten vom Oktober 2001 bis Dezember 2005 berechnet, die durch die *Securities and Exchange Commission (SEC) Rule 605 of Regulation NMS* offen gelegt wurden.⁷¹ Die Rule 605 erfordert, dass alle Börsen und andere Handelszentren detaillierte orderbasierte Performancestatistiken für Aktien, Ordertypen und Ordergröße offenlegen. Die Spreadberechnung mit diesem zweiten Datensatz soll einen guten Vergleich für die TAQ-basierten Ergebnisse liefern.⁷²

Benchmarks

Goyenko, Holden und Trzcinka wählen drei Spread-Benchmarks:

1. Der erste ist der *effektive Spread*, der mithilfe der *TAQ-Daten* berechnet wurde. Dieser effektive Spread der k-ten Transaktion ist definiert als:

$$\text{Effective Spread } (TAQ)_k = 2 \cdot |\ln(P_k) - \ln(M_k)|, \quad (2.31)$$

wobei P_k der Preis der k-ten Transaktion und M_k der Mittelpunkt des Spreads zum Zeitpunkt der k-ten Transaktion ist.

Betrachtet man ein Zeitintervall i , so ist der effektive Spread einer Aktie *Effective Spread* $(TAQ)_i$, der mit dem Dollarvolumen gewichtete Durchschnitt von *Effective Spread* $(TAQ)_k$ über alle Transaktionen in dem Zeitintervall i .

2. Der zweite Benchmark ist der *realisierte Spread der TAQ*. Dieser Spread ist an den realisierten Spread aus Huang u. Stoll (1996) angelehnt und stellt eine temporäre Komponente des effektiven Spreads dar.⁷³ Für eine gegebene Aktie ist der realisierte Spread der TAQ für die k-te Transaktion definiert durch:

⁶⁹(Goyenko u. a., 2009, S. 153 f.).

⁷⁰Eine Marketable Order setzt sich zusammen aus einer Market Order und einer Limit Order.

⁷¹Die Regulation NMS, oder auch Regulation National Market System, ist eine Finanzregulation der USA, die durch die SEC aufgesetzt wurde. Ihr Ziel ist die Modernisierung und die Stärkung des US-amerikanischen Wertpapiermarktes.

⁷²(Goyenko u. a., 2009, S. 154 ff.).

⁷³Einzelheiten zum realisierten Spread von Huang und Stoll findet man in Huang u. Stoll (1996), S. 326 ff.

$$Realized\ Spread\ (TAQ)_k = \begin{cases} 2 \cdot (\ln(P_k) - \ln(P_{k+5})), & \text{wenn die k-te Transaktion ein Kauf ist,} \\ 2 \cdot (\ln(P_{k+5}) - \ln(P_k)), & \text{wenn die k-te Transaktion ein Verkauf ist,} \end{cases} \quad (2.32)$$

wobei P_{k+5} dem Transaktionspreis fünf Minuten nach der k-ten Transaktion entspricht.

Für ein Zeitintervall i ist der realisierte Spread einer Aktie $Realized\ Spread\ (TAQ)_i$ der mit dem Dollarvolumen gewichtete Durchschnitt von $Realized\ Spread\ (TAQ)_k$ über alle Transaktionen in dem Zeitintervall i .

3. Der dritte Spread-Benchmark ist der *effektive Spread*, der mithilfe der *Rule-605-Daten* aggregiert wird. Für eine gegebene Aktie basiert der Rule-605-effective-Spread auf der Transaktion der k-ten Order und ist definiert als

$$\$Effective\ Spread\ (605)_k = \begin{cases} 2 \cdot (P_k - m_k), & \text{für eine Marketable Kauforder} \\ 2 \cdot (m_k - P_k), & \text{für eine Marketable Verkauforder} \end{cases} \quad (2.33)$$

wobei m_k der Mittelpunkt des Spreads ist, der zum Zeitpunkt der Ankunft der k-ten Order an der Börse vorherrschte.

Aggregiert man die Zeit für des Zeitspanne eines Monats i , so ist der effektive Spread einer Aktie $Effective\ Spread\ (605)_i$ der mit dem Handelsvolumen gewichtete Durchschnitt von $\$Effective\ Spread\ (605)_k$ über alle Transaktionen im Monat i geteilt durch den durchschnittlichen Preis \bar{P}_i in Monat i .

Goyenko, Holden und Trzcinka merken an dieser Stelle noch an, dass sie davon ausgehen, dass der $Effective\ Spread\ (605)_i$ eine Verbesserung gegenüber dem $Effective\ Spread\ (TAQ)_i$ darstellt, da die Rule-605-Daten direkt aus Orderdaten bezogen werden, während die TAQ-Daten auf beobachteten Handelsdaten beruhen.⁷⁴

Low-Frequency-Liquiditätsmaße

Goyenko, Holden und Trzcinka wählen acht Low-Frequency-Liquiditätsmaße, die sie untersuchen wollen.⁷⁵ Diese werden im Folgenden vorgestellt. Als Voraussetzung für die Aufnahme eines Maßes fordern die Autoren, dass jedes Maß immer einen numerischen Wert erzeugt.

Rollmaß Roll entwickelte einen Schätzer für den effektiven Spread, der auf der Autokovarianz der Preisänderung ΔP basierte (siehe Abschnitt 2.2.1):⁷⁶

$$s = 2\sqrt{-Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t-1})}. \quad (2.34)$$

Da dieses Maß für positive Autokovarianzwerte nicht definiert ist, nutzen die Autoren ein modifiziertes Rollmaß:⁷⁷

$$Roll = \begin{cases} s = 2\sqrt{-Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t-1})}, & \text{wenn } Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t-1}) < 0 \\ 0, & \text{wenn } Cov(\Delta P_t, \Delta P_{t-1}) \geq 0. \end{cases} \quad (2.35)$$

⁷⁴(Goyenko u. a., 2009, S. 155 f.).

⁷⁵Goyenko, Holden und Trzcinka betrachten noch ein neuntes Low-Frequency-Liquiditätsmaß: das Holdenmaß, das zuerst in Holden (2009), S. 784 ff., präsentiert wurde. Da zwischen der Präsentation des Holdenmaßes in der Arbeit Goyenko u. a. (2009) und der Präsentation in der Originalarbeit Holden (2009) Diskrepanzen vorzufinden sind und nicht einzuschätzen ist, ob dies gewollt oder aufgrund eines Fehlers auftritt, wird dieses Maß hier nicht näher erläutert und die dazugehörige Analyse auch nicht präsentiert.

⁷⁶Goyenko, Holden und Trzcinka nutzen innerhalb ihrer ganzen Arbeit für den Preis und die Preisänderung P und ΔP im Gegensatz zu Δp in Rolls Arbeit. Dies wird aus Konsistenzgründen beibehalten.

⁷⁷(Goyenko u. a., 2009, S. 157).

Effective-Tick-Maß Dieses Maß wird von Goyenko, Holden und Trzcinka in der vorliegenden Arbeit entwickelt und lehnt an die Arbeit Holden (2009) an.

Es wird folgendes Modell konstruiert:

Sei S_t die Realisation des effektiven Spreads bei der Tagesschlussauktion des Tages t . Es wird angenommen, dass diese Realisation des Spreads ein zufälliges Element der Menge der möglichen Spreads $s_j, j = 1, 2, \dots, J$, mit der Wahrscheinlichkeit $\gamma_j, j = 1, 2, \dots, J$, ist. Die Elemente der Menge der möglichen effektiven Spreads, s_1, s_2, \dots, s_J , seien dabei aufsteigend nach Größe sortiert.

Sei N_j die Anzahl der Transaktionen, die beim j -ten Spread s_j ($j = 1, 2, \dots, J$) durchgeführt werden, und sei F_j die Wahrscheinlichkeit für eine Transaktion für den jeweils vorliegenden Spread s_j ($j = 1, 2, \dots, J$). Für F_j gilt:

$$F_j = \frac{N_j}{\sum_{j=1}^J N_j} \quad \text{für } j = 1, 2, \dots, J. \quad (2.36)$$

Sei zudem U_j die *unconstrained probability* von Spread s_j ($j = 1, 2, \dots, J$), die folgendermaßen definiert ist:

$$U_j = \begin{cases} 2F_j, & \text{für } j = 1 \\ 2F_j - F_{j-1}, & \text{für } j = 2, 3, \dots, J-1 \\ F_j - F_{j-1} & \text{für } j = J. \end{cases} \quad (2.37)$$

Da bei dieser Konstruktion von U_j auch Werte außerhalb des Intervalls von 0 bis 1 angenommen werden können, wird die *unconstrained probability* so modifiziert, dass eine echte Wahrscheinlichkeitsverteilung entsteht, indem die *constrained probability* des Spreads eingeführt wird:

Sei $\hat{\gamma}_j$ die *constrained probability* des j -ten Spreads s_j ($j = 1, 2, \dots, J$). Sie wird größenaufsteigend berechnet durch:

$$\hat{\gamma}_j = \begin{cases} \text{Min}[\text{Max}\{U_j, 0\}, 1], & \text{für } j = 1 \\ \text{Min}[\text{Max}\{U_j, 0\}, 1 - \sum_{k=1}^{j-1} \hat{\gamma}_k], & \text{für } j = 2, 3, \dots, J. \end{cases} \quad (2.38)$$

Das Effective-Tick-Maß ist dann der wahrscheinlichkeitsgewichtete Durchschnitt aller Spreadgrößen geteilt durch \bar{P}_i , wobei \bar{P}_i der Durchschnittspreis der Aktie im Zeitintervall i ist:⁷⁸

$$\text{Effective Tick} = \frac{\sum_{j=1}^J \hat{\gamma}_j s_j}{\bar{P}_i}. \quad (2.39)$$

Hasbrouck In seiner Arbeit Hasbrouck (2004) betrachtet Hasbrouck eine Variante des Rollmodells zum impliziten Spread s (siehe Abschnitt 2.2.1):

Es sei M_t der effiziente Preis einer Aktie und $m_t = \log(M_t)$. Zudem sei u_t der öffentliche Preisschock. Es wird angenommen, dass ein Random Walk vorliegt mit

$$m_t = m_{t-1} + u_t \quad \text{mit } u_t \text{ i.i.d. } N(0, \sigma_u^2). \quad (2.40)$$

Für die logarithmierten besten Bid- und Askpreis gilt zudem:

$$b_t = m_t - c \quad (2.41)$$

$$a_t = m_t + c, \quad (2.42)$$

⁷⁸(Goyenko u. a., 2009, S. 157 f.) und (Holden, 2009, S. 787 f.).

wobei c den halben Spread ausmacht ($s = 2c$).

Hasbrouck schätzt in diesem Model die Größen c und σ_u^2 mithilfe einer Bayes-Schätzung.^{79 80}

LOT Lesmond, Ogden und Trzinka betrachten in ihrer Arbeit Lesmond u. a. (1999) ein Modell, das auf dem Limited-Dependent-Variable-Modell (LDV-Modell) von Tobin beruht, und entwickeln einen Schätzer des effektiven Spreads.⁸¹ Dazu wird zunächst vorausgesetzt, dass Transaktionskosten existieren und dass es sowohl informierte als auch uninformierte Investoren am Markt gibt. Zudem wird die Annahme getroffen, dass informierte Investoren nur an den Tagen handeln, an denen ihnen nach Abzug der Transaktionskosten immer noch ein positiver Ertrag bleibt. Weiterhin wird angenommen, dass die unbeobachtbare „echte Rendite“ R_{jt}^* einer Aktie j an einem Tag t gegeben ist durch

$$R_{jt}^* = \beta_j R_{mt} + \epsilon_{jt}, \quad (2.43)$$

wobei β_j die Sensitivität der Aktie j gegenüber der Marktrendite R_{mt} am Tag t und ϵ_{jt} der Informationsschock (ausgelöst durch öffentliche Informationen) am Tag t ist. Es wird zudem angenommen, dass ϵ_{jt} normalverteilt ist mit einem Erwartungswert von Null und einer Varianz von σ^2 .

Weiterhin seien $\alpha_{1j} \leq 0$ die prozentualen Transaktionskosten um eine Aktie j zu verkaufen und $\alpha_{2j} \geq 0$ die prozentualen Transaktionskosten um eine Aktie j zu kaufen. Die beobachtbare Rendite R_{jt} einer Aktie j am Tag t ist gegeben durch:⁸²

$$R_{jt} = \begin{cases} R_{jt}^* - \alpha_{1j} & \text{für } R_{jt}^* < \alpha_{1j} \\ R_{jt}^* & \text{für } \alpha_{1j} < R_{jt}^* < \alpha_{2j} \\ R_{jt}^* - \alpha_{2j} & \text{für } \alpha_{2j} < R_{jt}^*. \end{cases} \quad (2.44)$$

Das LOT-Liquiditätsmaß ist die Differenz der prozentualen Kaufkosten und der prozentualen Verkaufskosten.⁸³

$$LOT = \alpha_{2j} - \alpha_{1j}. \quad (2.45)$$

Lesmond, Ogden und Trzinka entwickeln den folgenden Maximum-Likelihood-Schätzer für die Modellparameter:

$$\begin{aligned} L(\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \beta_j, \sigma_j | R_{jt}, R_{mt}) = & \prod_{R_{jt} \neq 0, R_{mt} > 0} \frac{1}{\sigma_j} n \left[\frac{R_{jt} + \alpha_{1j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right] \\ & \cdot \prod_{R_{jt} = 0} \left[N \left(\frac{\alpha_{2j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right) - N \left(\frac{\alpha_{1j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right) \right] \\ & \cdot \prod_{R_{jt} \neq 0, R_{mt} < 0} \frac{1}{\sigma_j} n \left[\frac{R_{jt} + \alpha_{2j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right], \end{aligned} \quad (2.46)$$

so dass

$$\alpha_{1j} \leq 0, \alpha_{2j} \geq 0, \beta_j \geq 0, \sigma_j \geq 0,$$

wobei $N()$ die kumulierte Normalverteilung ist.⁸⁴ Goyenko, Holden und Trzinka benennen dieses Maß als *LOT Mixed*. Zudem definieren sie als Abwandlung von *LOT Mixed* *LOT Y-split*.⁸⁵

⁷⁹(Hasbrouck, 2004, S. 309 f.).

⁸⁰Einzelheiten zum iterativen Verfahren dieser Schätzung sind bei Hasbrouck (2004), S.310 ff., zu finden.

⁸¹Einzelheiten zum Tobin-Modell findet man in Tobin (1958).

⁸²(Lesmond u. a., 1999, S. 1116 ff.).

⁸³(Goyenko u. a., 2009, S. 159).

⁸⁴(Lesmond u. a., 1999, S. 1122).

⁸⁵(Goyenko u. a., 2009, S. 159).

$$\begin{aligned}
 L(\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \beta_j, \sigma_j | R_{jt}, R_{mt}) &= \prod_{R_{jt} > 0} \frac{1}{\sigma_j} n \left[\frac{R_{jt} + \alpha_{1j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right] \\
 &\cdot \prod_{R_{jt} = 0} \left[N \left(\frac{\alpha_{2j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right) - N \left(\frac{\alpha_{1j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right) \right] \\
 &\cdot \prod_{R_{jt} < 0} \frac{1}{\sigma_j} n \left[\frac{R_{jt} + \alpha_{2j} - \beta_j R_{mt}}{\sigma_j} \right],
 \end{aligned} \tag{2.47}$$

so dass

$$\alpha_{1j} \leq 0, \alpha_{2j} \geq 0, \beta_j \geq 0, \sigma_j \geq 0.$$

Zeros Lesmond, Ogden und Trzinka führen zudem als Liquiditätsschätzer den *Anteil der Handelstage mit zero returns* ein. Mit *zero returns* werden all die Fälle zusammengefasst, bei denen nach Abzug der Transaktionskosten keine positive Rendite mehr für den jeweiligen Investor bleibt. Der *Anteil der Handelstage mit zero returns* wird definiert als

$$\text{Zeros} = \frac{\text{Anzahl der Tage mit zero returns}}{T}, \tag{2.48}$$

wobei T die Anzahl der Handelstage im Beobachtungszeitraum ist.⁸⁶ Ein alternatives Maß wird von Goyenko, Holden und Trzcinka durch

$$\text{Zeros2} = \frac{\text{Anzahl der Tage mit zero returns und positivem Handelsvolumen}}{T} \tag{2.49}$$

angegeben.⁸⁷

Amihud Amihud entwickelt ein Maß für die Illiquidität einer Aktie (siehe Abschnitt 2.2.4). Dieses Maß wird von Goyenko, Holden und Trzcinka vereinfacht dargestellt als:

$$\text{Illiquidity} = \text{Average} \left(\frac{|r_t|}{\text{Volume}_t} \right), \tag{2.50}$$

wobei r_t die Aktienrendite am Tag t und Volume_t das umgesetzte Geldvolumen (in Dollar) am Tag t ist. Der Durchschnitt wird dabei über alle Tage mit positiven Volumen berechnet, da der Quotient ansonsten nicht definiert wäre.⁸⁸

Pastor und Stambaugh Pastor und Stambaugh entwickeln in Pastor u. Stambaugh (2003) ein Liquiditätsmaß das temporäre Preisänderungen aufgrund von ankommenden Ordnern messen soll. Für jede Aktie wird das Maß γ durch die folgende Regression ermittelt:

$$r_{t+1}^e = \theta + \phi r_t + \gamma \cdot \text{sign}(r_t^e) \cdot (\text{Volume}_t) + \epsilon_{t+1}, \tag{2.51}$$

wobei r_t^e die Differenz aus der Aktientrendite und der wertgewichteten Martrendite (ermittelt über die CRSP-Datenbank) am Tag t und Volume_t das Geldvolumen (in Dollar) am Tag t ist. γ misst dabei den Kehrwert des orderinduzierten Preisschocks vom Vortag - je höher der Wert von γ wird desto niedriger ist die Liquidität der Aktie.⁸⁹

⁸⁶(Lesmond u. a., 1999, S. 1124).

⁸⁷(Goyenko u. a., 2009, S. 159).

⁸⁸(Goyenko u. a., 2009, S. 160).

⁸⁹(Pastor u. Stambaugh, 2003, S. 646 f.).

Amivest-Liquiditätsmaß Als letztes Liquiditätsmaß wählen Goyenko, Holden und Trzcinka noch das Amivest-Liquiditätsmaß (siehe Abschnitt 2.2.3) und stellen das Maß vereinfacht dar als:

$$Liquidity = Average \left(\frac{Volume_t}{|r_t|} \right), \quad (2.52)$$

wobei r_t die Aktienrendite am Tag t und $Volume_t$ das umgesetzte Geldvolumen (in Dollar) am Tag t ist. Der Durchschnitt wird dabei über alle Tage mit einer von null verschiedenen Rendite berechnet, da der Quotient ansonsten nicht definiert wäre.⁹⁰

Resultate

Goyenko, Holden und Trzcinka betrachten für jeden Benchmark-Spread nacheinander alle Liquiditätsmaße und stufen ein Liquiditätsmaß dann als geeignet ein, wenn eine hohe Korrelation zwischen Benchmark und Maß vorliegt gekoppelt mit einem geringen Bias und einem geringen Wert der Wurzel des quadrierten mittleren Fehlers. Sowohl für den effektiven als auch den realisierten TAQ-Spread ergeben sich ähnliche Ergebnisse:

Auf monatlicher Basis schneiden die Maße *Effective Tick* und *LOT Y-split* am besten ab. Das Rollmaß und das Hasbrouckmaß liefern keine konsistenten Ergebnisse, da die Korrelationen über den Zeitverlauf schwanken. Schlechte Ergebnisse liefern das *Amihudmaß*, das *Maß von Pastor und Stambaugh*, das *Amivestmaß* und das Maß *Zeros*. Die jährlichen Ergebnisse sind konsistent mit den monatlichen. Somit empfehlen Goyenko, Holden und Trzcinka als beste Maße für die TAQ-Spreads den *Effective Tick* und *LOT Y-split*.⁹¹

Für den Rule-605-Spread ergibt sich:

Die Ergebnisse ähneln stark den Ergebnissen für die TAQ-Spreads, jedoch mit dem Unterschied, dass das *Amihudmaß* die höchste Korrelation zum Spread aufweist.^{92 93}

⁹⁰(Goyenko u. a., 2009, S. 161).

⁹¹Die ausführlichen Regressionsergebnisse findet man bei Goyenko u. a. (2009), S. 164 ff.

⁹²Die dazugehörigen Regressionsergebnisse findet man bei Goyenko u. a. (2009), S. 172 ff.

⁹³(Goyenko u. a., 2009, S. 164 ff.).

3. Modelle zu Transaktionskosten

3.1. Demsetz

Die erste wissenschaftliche Arbeit zum Thema Transaktionskosten wurde von Harold Demsetz verfasst. In Demsetz (1968) befasst er sich mit diesem Thema und betrachtet insbesondere jene Kosten, die an der NYSE auftreten.

Demsetz definiert *Transaktionskosten* wie folgt:

Transaction cost may be defined as the cost of exchanging ownership titles. In the specific case of the NYSE, it is the cost of exchanging titles to money and to shares of stock.

Transaction cost is defined narrowly as the cost of using the NYSE to accomplish a quick exchange of stock for money.¹

Laut Demsetz teilen sich fast die gesamten Transaktionskosten der NYSE auf zwei Teilbereiche auf: Maklergebühren und Bid-Ask-Spreads. Dabei kann der jeweilige Bid-Ask-Spread interpretiert werden als die jeweiligen *Kosten der Sofortigkeit*.

Um den Bid-Ask-Spread besser als Teil der Transaktionskosten verstehen zu können, führt Demsetz das oft bis dahin vernachlässigte Problem von *Sofortigkeit in Angebot und Nachfrage* an. Diese Sofortigkeit wird von Personen angeboten, die sich darauf spezialisieren auf neu ankommende Order zu warten und diese dann zu bedienen. Auf der anderen Seite gibt es solche Personen, die eine sofortige Bedienung ihrer eigenen Order verlangen. Der Bid-Ask-Spread ist nun der Preisaufschlag, der gezahlt werden muss um einen Sofortigkeitsservice beim Handel in organisierten Märkten in Anspruch nehmen zu können. Der Bid-Ask-Spread misst somit die Kosten einer sofortigen Transaktion ohne Wartezeit. Möchte eine Person einen bestimmten Titel jetzt kaufen und diesen dann sofort wieder verkaufen, wird sie im Allgemeinen einen Aufschlag in Höhe des Bid-Ask-Spreads zahlen müssen. Dieser Aufschlag (zzgl. der Maklergebühr) misst somit die Kosten eines sofortigen Round-Trip-Geschäfts. Die Kostenunterschiede eines sofortigen Handels bei verschiedenen Titeln hängt somit fast ausschließlich von der jeweiligen Spreadhöhe ab.²

3.1.1. Die Determinanten des Bid-Ask-Spreads

Demsetz beschreibt die Bildung eines Bid-Ask-Spreads folgendermaßen:

Die Personen, die Sofortigkeit anbieten, setzen Limit Order mit einem Mindestpreis auf der Verkaufsseite (Askseite) des Orderbuchs und einem Höchstpreis auf der Kaufseite (Bidseite) des Orderbuchs. Dabei überschneiden sich die Bereiche der Ask- und der Bidseite eines Orderbuchs im Normalfall nicht. Ein angehender Käufer hat nun die Wahl zwischen einer Market Order, welche zum aktuell niedrigsten Askpreis ausgeübt werden würde, und einer Limit Buy Order, bei welcher mit einer unbestimmten Wartezeit zu rechnen ist, aber bei welcher auch der Kaufpreis selbst gesetzt werden könnte. Dieser selbstgesetzte Kaufpreis liegt dabei immer unter dem aktuellen niedrigsten Askpreis. Analog setzt ein angehender Verkäufer seinen Verkaufspreis einer Sell Limit Order immer oberhalb des aktuell höchsten Bidpreises. Insgesamt kommt es in diesem Setting nur zu Transaktionen zwischen Limit Ordnern und

¹(Demsetz, 1968, S. 35).

²(Demsetz, 1968, S. 35 ff.).

Market Ordern.

Hat sich ein Händler dazu entschlossen Handel durch Einsatz von Limit Ordern zu betreiben, können die Wartekosten bis zur Ausführung mithilfe der jeweiligen Preispositionierung der entsprechenden Order beeinflusst werden. Je höher der Bidpreis bzw. je niedriger der Askpreis, der gewählt worden ist, desto geringer fallen die Wartekosten aus.

Ein zweiter Faktor, der die Wartekosten bis zur Ausführung einer Limit Order beeinflusst, ist die Häufigkeit, mit der Market Order am Markt ankommen. Je höher die Frequenz von Market Ordern und somit auch von Transaktionen ist, desto geringer fallen die Wartekosten aus. Dies wiederum veranlasst die Händler die Bid- und Askpreise noch enger zu setzen und somit den Spread weiter zu verkleinern. Insgesamt stellen Wartekosten eine wichtige Kostenart beim Handel in organisierten Märkten dar und es ist davon auszugehen, dass sie eine wichtige Determinante des Spreads sind. Zudem vermutet Demsetz einen inversen Zusammenhang zwischen dem Spread und der Transaktionsrate.

Demsetz geht davon aus, dass auch potentielle Wartekosten den Wertpapierhandel stark beeinflussen.³

Demsetz geht zudem noch auf den Einsatz von Spezialisten an der NYSE ein. Jedes Wertpapier kann zwar von vielen Käufern und Verkäufern gehandelt werden, jedoch wird dieser Handel immer von einem zugeteilten Spezialisten überwacht, der in diesen auch eingreifen kann. Die am Handel teilnehmenden Käufer und Verkäufer können hierbei von einer höheren Spezialisierung ausgehen, welche zu Skaleneffekten führen kann. Dies bedeutet, dass z.B. bei vielgehandelten Wertpapieren die Durchschnittskosten (Anteil der Fixkosten an Kosten pro Stück) geringer sind und diese zudem mit einem Zuwachs des Handelsvolumens sinken. Demsetz wirft die Frage auf, ob aufgrund von Skaleneffekten ein natürliches Monopol entstehen und somit eine Divergenz zwischen dem beobachteten Spread und den tatsächlichen Transaktionskosten einhergehen kann. Er kommt zu dem Schluss, dass auch wenn Skaleneffekte bzgl. der Handelsaktivität des Spezialisten möglich sind, die Wahrscheinlichkeit für einen höheren Spread über dem Wartekostenniveau sehr gering ist. Dies ist zurückzuführen auf Wettbewerb auf verschiedenen Ebenen des Handels:

1. Rivalität um die Position des Spezialisten
2. konkurrierende Märkte
3. außenstehende Händler, die auch mithilfe von Limit Ordern handeln
4. Floor Traders, die die Gebote der Spezialisten umgehen können
5. andere Spezialisten.

Allerdings fügt Demsetz an, dass die Höhe der Wartekosten nicht gemessen werden kann und somit nicht effektiv nachprüfbar ist, ob die Höhe des Spreads der Höhe der Wartekosten entspricht.⁴

3.1.2. Die Determinanten der Transaktionsrate

Demsetz erinnert an die von ihm hergeleitete Annahme eines Zusammenhanges zwischen Spread und Transaktionsrate. Dabei lenkt er ein, dass nicht klar ist, ob es einen engeren Zusammenhang zwischen Spreads und dem Durchschnitt, dem aktuellen Wert oder dem langfristigen Wert der Transaktionsrate oder gar zur Transaktionsrate der Momente gibt. Um die Transaktionsrate zu messen schlägt Demsetz zwei Variablen vor:

- die Anzahl der Transaktionen am Tag basierend auf der Datengrundlage von zwei beliebigen nicht aufeinanderfolgenden Tagen

³(Demsetz, 1968, S. 40 f.).

⁴(Demsetz, 1968, S. 42 f.).

- die Anzahl der Shareholder.

Demsetz geht davon aus, dass eine plausible erste Determinante einer langfristigen oder normalen Transaktionsrate von Assets die Anzahl der Assetbesitzer ist. Zudem soll eine Verdoppelung der Anzahl der Marktteilnehmer ungefähr zu einer Verdoppelung der Transaktionsrate führen. Auf Grund dessen nimmt Demsetz an, dass es eine starke Korrelation zwischen der Anzahl der Shareholder und der langfristigen Transaktionsrate gibt.

Demsetz bemerkt noch, dass die Variable *Shareholder* im Vergleich zur Variable *Anzahl der Transaktionen am Tag* vorteilhafter sein kann. Werden zum Beispiel für die Ermittlung der Transaktionsanzahl zwei Tage gewählt, an denen zufällig gar keine Transaktionen stattgefunden haben, so gibt dieses Maß keinerlei Erkenntnisgewinn. Dies kann bei der Anzahl der Shareholder nicht passieren.⁵

3.1.3. Statistische Resultate

Im letzten Teil seines Papers kommt Demsetz noch zu einer empirische Analyse, indem er eine Regressionsanalyse für den Bid-Ask-Spread und die Transaktionsrate durchführt.

Für die Analyse definiert er folgende Variablen:

- **S** - der Bid-Ask-Spread gemessen in Dollar per Aktie
- **T** - die Transaktionsrate gemessen als Anzahl der Transaktionen je Tag
- **P** - Preis je Aktie
- **N** - Anzahl der Shareholder (gemessen in 100)
- **M** - Anzahl der Märkte, in denen das Wertpapier gelistet wurde.

Es sollen vorrangig folgende Zusammenhänge untersucht werden:

$$(IA) \quad S = f(T, P, M) \quad (3.1)$$

$$(IB) \quad S = g(N, P, M) \quad (3.2)$$

$$(II) \quad T = h(N). \quad (3.3)$$

Demsetz nutzt für seine Analyse eine Datenbasis, die aus 200 zufällig gewählten Wertpapieren besteht, die bei der NYSE gelistet sind. Aufgrund von unvollständigen Datensätzen werden acht Unternehmen aus diesem Datensatz entfernt. Alle Daten bzgl. Spread, Preis und Transaktionsfrequenz berechnet Demsetz mithilfe der *Francis Emory Fitch Sheets*. Alle in die Analyse miteinbezogenen Werte wurden am 5. Januar und am 28. Februar 1965 beobachtet und anschließend gemittelt. Die Anzahl der Shareholder jedes Wertpapiers wurde von *Moody's* bezogen und Anzahl der Märkte von *Standard & Poor's Stock Guide*.

Demsetz's beste Regressionsergebnisse (mit der jeweiligen t-Statistik in Klammern) sind die folgenden:

$$(IA) \quad S = 0,38027 + 0,0080709P - 0,11527 \ln T - 0,22906M \quad (3.4)$$

(5, 80) (12, 15) (6, 46) (0, 97)

$$(IB) \quad S = 0,48411 + 0,0088554P - 0,080911 \ln N - 0,029691M. \quad (3.5)$$

(5, 68) (13, 24) (5, 10) (1, 21)

⁵(Demsetz, 1968, S. 45 f.).

Das Bestimmtheitsmaß von (IA) beträgt $R^2 = 0,57637$ und von (IB) $R^2 = 0,5422$.

Demsetz kommt zu dem Schluss, dass beide Regressionen vergleichbar gut abschneiden und dass auch die Miteinbeziehung der Anzahl der Shareholder ein gutes Ergebnis liefert. Alle Koeffizienten besitzen das vorab erwartete Vorzeichen und zudem sind alle - außer der Koeffizient der Variable M - hochsignifikant. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass der Koeffizient von M signifikant von Null verschieden ist.

Für (II) betrachtet Demsetz zwei Versionen und erhält folgende Ergebnisse:

$$(II) \quad T = 9,4897 + 0,02263N \quad (3.6)$$

(6,72) (14,49)

$$(II^*) \quad T = 10,837 + 0,03744P - 11,811S - 1,6527M + 0,02166N. \quad (3.7)$$

(2,89) (0,65) (2,72) (1,09) (13,70)

Das Bestimmtheitsmaß von (II) beträgt $R^2 = 0,52489$ und von (II*) $R^2 = 0,55667$.

Laut Demsetz nehmen alle Koeffizienten die erwarteten Vorzeichen an. Das Hinzufügen der Variablen P , S und M verbessert das Regressionsergebnis kaum, so dass man daraus schließen kann, dass T hauptsächlich von N dominiert wird. Zudem sind die Koeffizienten von M auch hier nicht signifikant. Die auftretenden verschiedenen Transaktionsraten für verschiedene Wertpapiere erklärt Demsetz nun dadurch, dass im Gleichgewicht für eine gegebene Transaktionskostenhöhe die Anzahl N von Wertpapier zu Wertpapier schwankt.⁶

⁶(Demsetz, 1968, S. 46 ff.).

3.2. Tinic

Die Arbeiten von Seha M. Tinic knüpfen direkt an die Arbeit von Demsetz an. In Tinic (1972) werden die Transaktionskosten beim Aktienhandel betrachtet und es wird insbesondere auf die Kosten eingegangen, die dem Dealer durch den Aufbau eines zum Handel nötigen Aktienbestandes entstehen. Diese Kosten werden *Bestandhalterkosten* oder auch *Inventory Costs* genannt. Zudem möchte Tinic Demsetz Modell derart erweitern, dass der Spread nun mithilfe von einer größeren Zahl von unabhängiger Variablen geschätzt wird. In Tinic u. West (1972) soll zudem verstärkt untersucht werden, ob ein größerer Wettbewerb unter den Dealern die an die Investoren weitergegebenen Dealerkosten herabsenkt und somit den Spread verringert. Dies wird am Beispiel eines Over-the-counter-Aktienmarktes untersucht.

In Tinics Modell in Tinic (1972) werden Aktiengeschäfte an Börsen ausschließlich über Dealer abgewickelt, wobei ein Dealer für den Handel von mehreren verschiedenen Aktien zuständig sein kann. Jede Aktie wird aber immer nur von einem Dealer betreut. Bei jeder Transaktion entstehen den Investoren Transaktionskosten, die in zwei Komponenten aufgeteilt werden können: Maklergebühren (inklusive Steuern) und Liquiditätskosten. Die *Maklergebühren* werden immer dann erhoben, wenn sich Investoren dazu entscheiden, über die Börse Handel zu betreiben. Die *Kosten der Liquidität* entsprechen den Kosten, die nötig sind, um eine sofortige Handelstransaktion durchführen zu können.

Die Aufgabe jedes Dealers ist es, den Investoren den Service der Liquidität anzubieten, was nur dadurch erreicht werden kann, dass bestimmte, an die aktuelle Marktlage angepasste Bestände der gehandelten Aktie angelegt werden. Die entstehenden Liquiditätskosten werden nun laut Tinic größtenteils durch Faktoren, die die Bestandhalterkosten und die jeweilige Handelspolitik des Dealers beeinflussen, determiniert.

Die Einflussfaktoren werden von Tinic in drei große Kategorien eingeteilt:

1. Faktoren, die die Kosten für den Bestand einer einzelnen Aktie beeinflussen (z.B. Preis, Handelsvolumen, Volatilität des Preises).
2. Faktoren, die die gesamte Kostenstruktur der vom Dealer gehaltenen Bestände beeinflussen (z.B. Kapitalausstattung, Art und Zusammensetzung des Portfolios).
3. Faktoren, die die Profitspanne des Dealers beeinflussen (z.B. Börsenaufsicht, indirekter Wettbewerb).⁷

Einflussfaktoren der Bestandhalterkosten einer einzelnen Aktie

Betrachtet man einen Dealer I , der eine Aktie i handelt, dann entstehen dem Dealer laut Tinic variable Bestandhalterkosten C_{Ii} , die vom Aktienpreis P_i , der Anzahl der von ihm in der jeweiligen Periode gehaltenen Aktie q_i und der durchschnittlichen Zeitdauer t_i , die die Aktie gehalten wird, abhängen:

$$C_{Ii} = f(P_i, q_i, t_i). \quad (3.8)$$

Der Aktienpreis beeinflusst die Höhe der Kreditkosten oder der Opportunitätskosten, wenn sich der Investor für einen Bestand an Aktien entschieden hat. Mit steigendem Bestand und sinkender Umsatzrate steigen auch die variablen Kosten für diesen Bestand. Somit ist ein wichtiger Aspekt der Liquiditätskostenanalyse die Identifikation derjenigen Faktoren, die die Größe und die Umsatzrate der jeweiligen Bestandspositionen beeinflussen.

Tinic benennt hier als Haupteinflussfaktor die Handelsaktivität. Liegt am Markt eine hohe Handelsaktivität vor, so können viele Order direkt ausgeführt werden, ohne dass der Dealer etwas an seinem Bestand ändern muss. Tinic ordnet sowohl einer hohen Anzahl von Handelstransaktionen als auch

⁷(Tinic, 1972, S. 79 f.).

einem hohen Transaktionsvolumen eine hohe Handelsaktivität zu. Ein weiterer Einflussfaktor, der genannt wird, ist die Konzentration von institutionellen Investoren am Markt einer bestimmten Aktie. Tinic geht davon aus, dass institutionelle Investoren hochpreisige Aktien bevorzugen und sich dabei auf ein paar wenige Aktien konzentrieren, die in großer Zahl gehandelt werden. Für diese Händler spielt die Liquidität der gehandelten Aktien eine große Rolle. Je höher die Konzentration von institutionellen Investoren ist, desto höher ist die durchschnittliche Ordergröße und desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass der Dealer große Bestände aufbauen muss, um den Liquiditätswunsch der Investoren zu bedienen. Sollte die Anzahl von institutionellen Investoren jedoch genügend groß sein, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie ihre Order gegenseitig erfüllen können.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Liquiditätskostenanalyse ist das Risiko, dem sich ein Dealer aussetzt, wenn er einen bestimmten Bestand einer Aktie wählt. Die aus dem Risiko resultierenden Kosten preist der Dealer wiederum in den Spread mit ein, so dass diese an die Investoren weitergegeben werden. Das Risiko entsteht für die Dealer hauptsächlich dadurch, dass sich der Gleichgewichtspreis einer Aktie in einer Periode ändert, in der noch bestimmte Bestände der jeweiligen Aktie gehalten werden, die man nicht sofort umschichten kann. Somit hat der Preis einer Aktie auch einen Einfluss auf das Risiko. Stabile Preise verursachen ein geringes Risiko, volatile Preise führen zu hohen Risiken und somit auch hohen potentiellen Kosten.⁸

Einflussfaktoren der Gesamtkostenstruktur eines Dealers

Weiterhin gibt es Einflussfaktoren, die die Kostenstruktur von liquiditäts anbietenden Institutionen bzw. Dealern beeinflussen. Tinic nennt als zwei Hauptfaktoren die insgesamte Kapitalausstattung der Dealer und den Aufbau des von ihnen gehaltenen Gesamtportfolios an Aktien.

Dealer mit einer vergleichsweise großen Kapitalausstattung sind in der Lage größere Bestände aufzubauen und diese auch länger zu halten als Dealer mit einer geringeren Kapitalausstattung. Somit bieten sie einen besseren Liquiditätsservice an. Entscheidet sich ein Dealer im jeweiligen Tagesverlauf zu einer Bestandsänderung, so kann er dies sowohl durch eine Änderung der Bid- und Askpreise als auch durch eine Änderung der Aktienmengen der einzelnen Preise tun. Dealer mit einer geringeren Kapitalausstattung sind schneller dazu gezwungen, ihren Bid-Ask-Spread zu vergrößern und somit die angebotene Liquidität zu verringern, da sie keine sehr großen Aktienbestände aufbauen können.

Betrachtet man das Gesamtportfolio des Dealers, so kann sowohl die Größe des Portfolios als auch der Einfluss der gehaltenen Aktien auf das Aktienverhalten untereinander die Kosten der Liquidität beeinflussen. Es entstehen dabei zwei entgegengesetzte Komponenten: Zum einen kann der Dealer durch ein möglichst großes Portfolio sein Risiko diversifizieren und somit seine Kosten senken. Zum anderen kann der Dealer bei einer Vielzahl von verschiedenen Aktien, die er hält, keinen so guten Liquiditätsservice bieten als wenn er sich nur auf ein paar wenige Aktien konzentriert und dort größere Bestände aufbauen kann falls nötig.⁹

Einflussfaktoren auf die Profitspanne eines Dealers

Tinic benennt drei wichtige Einschränkungen, die die potentielle Monopolstellung jedes Dealers beschränkt:

- die Börsenaufsicht
- indirekter Wettbewerb, der durch die Austauschbarkeit gewisser Aktien hervorgerufen wird
- Wettbewerb zwischen verschiedenen Handelsplätzen.¹⁰

⁸(Tinic, 1972, S. 80 ff.).

⁹(Tinic, 1972, S. 83 ff.).

¹⁰(Tinic, 1972, S. 86 f.).

Empirische Untersuchung bezüglich der Einflussfaktoren

Tinic möchte nun noch seine Hypothesen bezüglich der Einflussfaktoren der Liquiditätskosten empirisch untersuchen. Dazu stehen ihm Handelsdaten von der NYSE von 80 Aktien und 16 Dealern aller Handelstage des Monats März 1969 zur Verfügung.¹¹

Einer der genannten Einflussfaktoren ist der indirekte Wettbewerb. Um diesen mit in die Regression einbeziehen zu können, nutzt Tinic folgenden Index:

$$M_i = \sum_{h=1}^n \left(\frac{m_{ih}}{\sum_{h=1}^n m_{ih}} \right)^2, \quad (3.9)$$

wobei m_{ih} für das Transaktionsvolumen der i -ten Aktie am h -ten Markt steht und n die Anzahl aller Märkte ist, an denen die i -te Aktie gehandelt wird. Für den Index gilt: $\frac{1}{n} \leq M_i \leq 1$. Je kleiner der Indexwert ausfällt, desto höher ist der Wettbewerb.

Tinic stellt folgendes Regressionsmodell auf:

$$S_i = a_0 + a_1 P_i + a_2 \ln(V_i) + a_3 M_i + a_4 I_i + a_5 N_j + a_6 C_i + a_7 \sigma_{pi} + a_8 \frac{K_j}{T_i} + u_i \quad (3.10)$$

mit $i = 1, \dots, 80$ und $j = 1, \dots, 16$ und folgenden Variablen:

S_i - durchschnittlicher Spread der i -ten Aktie

P_i - durchschnittlicher Preis der i -ten Aktie

V_i - durchschnittliche täglich gehandelte Anzahl der i -ten Aktie

M_i - Wettbewerbsindex

I_i - Anzahl der institutionellen Investoren, die die i -te Aktie halten

N_j - gesamte Aktienanzahl von Dealer j

C_i - Anteil der Handelstage der i -ten Aktie an allen betrachteten Handelstagen

σ_{pi} - Standardabweichung des Preises der i -ten Aktie

K_j - Kapitalausstattung von Dealer j (in 1000)

T_i - durchschnittliche tägliche Transaktionsanzahl der i -ten Aktie

Tinic geht davon aus, dass der Spread zusammen mit den Größen P_i , M_i , N_j und σ_{pi} wächst, während er bei steigendem V_i , I_i , C_i und $\frac{K_j}{T_i}$ fällt.

Tinics Regressionsergebnisse bestätigen alle vermuteten Vorzeichen, allerdings sind die Koeffizienten von σ_{pi} und $\frac{K_j}{T_i}$ nicht statistisch signifikant. Das adjustierte Bestimmtheitsmaß R^2 (adjusted) beträgt 0,836545.¹² In Tinics Regression ist der größte Einfluss auf den Spread gegeben durch den durchschnittlichen Preis der i -ten Aktie P_i , der den höchsten t -Wert ($t=12,219$) und das höchste einzelne Bestimmtheitsmaß ($R^2 = 0,6777$) aller unabhängigen Variablen besitzt.¹³

¹¹Aus Tinics Arbeit geht hervor, dass teilweise auch andere Märkte betrachtet werden, diese werden jedoch nicht genauer aufgelistet.

¹²Die genauen Regressionsergebnisse findet man bei Tinic (1972) auf S. 90.

¹³(Tinic, 1972, S. 87 ff.).

Empirische Untersuchung bezüglich des Wettbewerbs

In der Arbeit Tinic u. West (1972) soll zusätzlich zum bestehenden Modell noch ein besonderes Augenmerk auf den Wettbewerb der Dealer untereinander gerichtet werden. Dazu betrachten Tinic und West einen Over-the-counter-Markt und gehen von einem Modell aus, in dem der Spread einer Aktie abhängt vom

- Handelsvolumen
- Preis der Aktie
- Maß der Preisvolatilität
- Wettbewerb der Dealer untereinander.

Dabei wird angenommen, dass zwischen dem Spread und dem Handelsvolumen eine inverse und zwischen dem Spread und dem Aktienpreis eine direkte Beziehung besteht. Die Hypothese zwischen Spread und Preisvolatilität soll ungerichtet bleiben. Zudem wird angenommen, dass eine inverse Beziehung zwischen dem Spread und dem Wettbewerb unter den Dealern vorliegt.¹⁴

Für die empirische Untersuchung der aufgestellten Modellannahmen nutzen Tinic und West NASDAQ-Daten der ersten fünf Handelstage im November 1971 von insgesamt 300 Unternehmen. Zudem stellen sie die folgende Regressionsgleichung auf:

$$S = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(V) + \alpha_2 P + \alpha_3 R + \alpha_4 N + u, \quad (3.11)$$

wobei S der durchschnittliche Spread, V das durchschnittliche Handelsvolumen, P der durchschnittliche Aktienpreis und R die Preisvolatilität ist. Die Preisvolatilität wurde berechnet als die größte beobachtete Preisdifferenz der Aktie geteilt durch den durchschnittlichen Preis und mit dem Faktor 10.000 multipliziert. Als Variable für den Wettbewerb wird N gewählt - die Anzahl der Dealer, die sowohl Gebote zu Bid- als auch Askpreisen setzen.

Tinic und West stellen nach der Regressionsdurchführung fest, dass alle geschätzten Koeffizienten die Annahmen bzgl. der Vorzeichen bestätigen. Allerdings ist der Koeffizient der Preisvolatilität R nicht statistisch signifikant. Für die Regression ergab sich ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,497$ und ein $R^2(\text{adjusted}) = 0,490$.¹⁵ Das Regressionsergebnis impliziert, dass neben dem Handelsvolumen und dem Aktienpreis auch die Anzahl der Dealer einen signifikanten Einfluss auf den Spread ausübt. Zudem konnte bestätigt werden, dass zwischen Spread und der Dealeranzahl eine inverse Beziehung besteht.¹⁶

¹⁴(Tinic u. West, 1972, S. 1709 ff.).

¹⁵Für die genauen Regressionsergebnisse siehe Tinic u. West (1972), S. 1718.

¹⁶(Tinic u. West, 1972, S. 1711 ff.).

3.3. Garbade

In seiner Arbeit Garbade (1982) geht Garbade darauf ein, dass Märkte existieren, die keinen eindeutigen Gleichgewichtspreis für die vorherrschenden Transaktionen aufweisen und wo Kauf- und Verkaufspreis auseinanderfallen. Die Existenz solcher Märkte begründet er folgendermaßen:

*If every investor knew at zero cost the trading interests of every other investor, there would be a unique equilibrium price for a security at any instant of time.*¹⁷

Somit würden Verkaufsangebote unterhalb dieses Gleichgewichtspreises schnell gekauft und Kaufgebote oberhalb dieses Preises schnell die passenden Verkäufer finden. Weiterhin folgt auch, dass nur die Kaufgebote unterhalb und die Verkaufsangebote oberhalb des Gleichgewichtspreises nicht ausgeführt werden würden. Daraus folgt, dass das beste Kaufgebot (der höchste Bid) immer unter dem besten Verkaufsangebot (dem niedrigsten Ask) liegt.¹⁸

3.3.1. Eigenschaften eines Marktes

Garbade zeigt folgende Eigenschaften eines Marktes auf:

- Tiefe
- Breite
- Erholungsfähigkeit.

Dabei gilt:

Ein Markt ist *tief*, wenn es nahe am aktuellen Preis unausgeführte Kauf- und Verkaufsaufträge gibt. Diese führen dazu, dass bei sofortigen Käufen oder Verkäufen die daraufhin eintretenden Preisschwankungen gedämpft werden. Der Markt ist *breit*, wenn solche Aufträge im großen Umfang vorliegen. Je breiter der Markt desto größer ist die Möglichkeit der Preisstabilisierung. Die *Erholungsfähigkeit* eines Marktes ist schließlich hoch, wenn orderinduzierte Preisänderungen dazu führen, dass schnell neue Aufträge in den Markt kommen, welche die Preise auf ihr altes Niveau zurückführen.

Nun wird (bei sonst gleichbleibenden Bedingungen) ein Markt tiefer, breiter und erholungsfähiger sobald die Investoren schneller die Informationen bzgl. der Gebote und Transaktionspreise erhalten und darauf reagieren können. Mit steigender Kommunikationsgeschwindigkeit kommt man somit dem Fall näher, wo alle Marktteilnehmer volle Information über die Handelsinteressen der anderen Marktteilnehmer besitzen.¹⁹

3.3.2. Bid-Ask-Spread

Laut Garbade existiert in vielen Märkten neben den üblichen Investoren noch eine zweite Gruppe von Marktteilnehmern: die *Inventory Specialists* oder auch *Securities Dealers*, welche auch *Marketmaker* genannt werden. Diese sollen den Handel zwischen den normalen Investoren vereinfachen, indem sie Möglichkeiten zur sofortigen Orderausführung anbieten.²⁰ Dazu setzen die Marketmaker Bid- und Askpreise fest, zu denen die Investoren mit ihnen handeln können, mit dem Ziel zeitweise auftretende Lücken und Ungleichgewichte im öffentlichen Handel abzufedern oder auszugleichen. Garbade weist darauf hin, dass sowohl der gewählte Bidpreis $b(t)$ als auch der gewählte Askpreis $a(t)$ von der Lage des Gleichgewichtspreises des Marktes abhängen und er nimmt an, dass die Marketmaker diese Lage

¹⁷(Garbade, 1982, S. 419).

¹⁸(Garbade, 1982, S. 419 f.).

¹⁹(Garbade, 1982, S. 420 ff.).

²⁰Da das vorliegende Werk von Garbade im Jahr 1982 herausgebracht wurde, ist davon auszugehen, dass es noch keine offenen Orderbücher gab, mit deren Hilfe man Order einstellen und ausführen konnte.

kennen, sodass sie ihren jeweiligen Askpreis über und ihren jeweiligen Bidpreis unter dem Gleichgewichtspreis platzieren können. Der so entstehende Spread des Marketmakers $a(t) - b(t)$ ist seine Entlohnung für eine Roundtriptransaktion. Der Spread kann interpretiert werden als Gebühr oder Transaktionskosten, die normale Investoren leisten müssen, damit ihre Order sofort ausgeführt wird, wobei jeder Investor für seine jeweilige Transaktion nur den halben Spread zu leisten hat.

3.3.3. Determinanten des Bid-Ask-Spread

Garbade benennt fünf Determinanten, die den Bid-Ask-Spread beeinflussen:

- Transaktionsrate
- Handelsvolumen
- Aktienpreis
- Transaktionsgröße
- Insiderhandel.

Transaktionsrate Der Bid-Ask-Spread spiegelt die Kosten wider, die durch den Liquiditätsservice eines Marketmakers entstehen, welcher dem Problem von asynchron eintreffenden Kauf- und Verkaufordern der Investoren ausgesetzt ist. Je länger nun die Perioden zwischen dem Eintreffen einzelner Order werden, desto höher ist die erbrachte Leistung des Marketmakers und desto höher wird der Spread gesetzt. Verstreichen nur kurze Zeiträume zwischen den einzelnen Ordnern, so ist der Spread kleiner. Der Spread sollte somit einen inversen Zusammenhang mit der Transaktionsrate aufweisen.

Handelsvolumen Bei steigendem Handelsvolumen ist von steigendem Wettbewerb auszugehen, was zu kleineren Bid-Ask-Spreads führt.

Aktienpreis Bestimmte fixe Handelskosten entstehen sowohl für niedrigpreisige Aktien als auch hochpreisige Aktien. Demnach sind teurere Aktien den günstigeren vorzuziehen, da diese einen kleineren relativen Spread besitzen.

Transaktionsgröße Die Transaktionsgröße beeinflusst ebenfalls den Spread. Bei ankommenden Ordnern mit einer sehr großen Transaktionsgröße ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass sich der Spread schlagartig vergrößert. Deshalb gilt: Je größer die Transaktionsgröße ist, desto größer wird der Spread.

Insiderhandel Insider besitzen Informationen, die dem Marketmaker und den anderen Investoren nicht bekannt sind. Durch diesen Informationsvorsprung können die Insider nun Aktien zu einem Preis unter dem Gleichgewichtspreis vom Marketmaker kaufen und zu einem Preis oberhalb des Gleichgewichtspreises verkaufen, ohne dass der Marketmaker ausmachen kann, dass er ein ungünstiges Geschäft mit einem Insider eingeht. Somit machen Marketmaker immer einen Verlust, wenn sie mit Insidern handeln. Dieser Verlust wird in Form von höheren Kosten auf die Gruppe aller Investoren umverlagert, was nichts anderes bedeutet, als dass der Spread steigt.²¹

²¹(Garbade, 1982, S. 473 ff.).

3.4. Benston und Hagerman

Benston und Hagerman befassen sich in ihrer Arbeit Benston u. Hagerman (1974) mit den Determinanten von Bid-Ask-Spreads, die auf Over-the-counter-Märkten entstehen. Auf den betrachteten Märkten findet der Handel immer zwischen Investoren und Dealern statt. Den Dealern obliegt die Aufgabe, sofortigen Handel zu ermöglichen, wofür sie Kosten in Höhe des Spreads an die Investoren weitergeben. In Benstons und Hagermans Modell hängt der Spread von der Gesamtnachfrage der jeweiligen Aktie am Markt (als Nachfrage der Investoren nach Sofortigkeit), dem am Markt vorherrschenden Wettbewerb und den dem Dealer entstehenden Kosten ab. Die Autoren gehen dabei davon aus, dass die Investorennachfrage gegeben ist und somit soll der Spread je Aktie nur als Funktion des Wettbewerbs und der Dealerkosten betrachtet werden.²²

Determinanten des Spreads

Die Dealerkosten leiten sich zum großen Teil aus seinen Bestandhalteteilen (Inventory Costs) ab, da der Dealer für seinen Sofortigkeitsservice einen bestimmten Bestand an Aktien aufbauen muss. Der Bestand einer Aktie kann dann wiederum als eine Funktion des Transaktionsvolumens der Aktie gesehen werden. Mit steigendem Bestand steigt auch automatisch die Anzahl der Limit Order, somit können die gesetzten Limit Order als Substitute des Inventars betrachtet werden. Je höher nun die Zahl der Transaktionen ist, desto geringer kann der Bestand des Inventars ausfallen. Somit folgt, dass der Spread (als Kostenfaktor für die Sofortigkeit) mit einer wachsenden Handelsfrequenz fallen sollte.

Bei einem höheren Handelsvolumen einer Aktie kann davon ausgegangen werden, dass auch der Betrag der Transaktionskosten steigt. Ein höheres Handelsvolumen geht zudem mit einer höheren umgesetzten Geldmenge einher. Somit sollte der Spread positiv von der beim Handel einer Aktie umgesetzten Geldmenge abhängen.

Der vom Dealer gehaltene Bestand verursacht Kosten, dadurch dass der Dealer durch das Halten dieses Bestandes einem gewissen Risiko ausgesetzt ist, da er z.B. schlecht diversifiziert sein kann. Mit steigendem Risiko steigen somit auch die Kosten und somit der Spread.

Der Handel mit Insidern verursacht dem Dealer zusätzliche Kosten, was den Spread anwachsen lässt.

Ein erhöhter Wettbewerb am Markt, der durch die Anzahl an konkurrierenden Dealern gemessen wird, sollte zu einem niedrigeren Spread führen.

Insgesamt kommen Benston und Hagerman zu folgender Schätzgleichung für den Spread:

$$SP = f(NT, PS, HR, IR, ND), \quad (3.12)$$

wobei SP für den Spread, NT für Anzahl der Transaktionen, PS für Preis einer Aktie, HR für das Halterisiko einer Aktie im Inventar, IR für den Verlust aufgrund von Insiderhandel und ND für die Anzahl von konkurrierenden Dealern steht.²³

Empirische Überprüfung

Benston und Hagerman überprüfen ihre Schätzgleichung mit einem Datensatz, der Daten von 314 Over-the-counter-Unternehmen aus dem Zeitraum vom 31.1.1963 bis 31.12.1967 enthält, für die es eine ausgewählte große Menge von Shareholdern gibt. Die unabhängigen Variablen der Schätzgleichung mussten aufgrund einer nicht ausreichenden Datenlage teilweise angepasst werden, z.B. wurde die Anzahl der Transaktionen durch die Anzahl der Shareholder ersetzt.

Insgesamt konnten bei der durchgeführten Regression alle vorausgesagten positiven und negativen Zusammenhänge zwischen dem Spread und den anderen Variablen zu einem Niveau von 10% bestätigt werden.²⁴

²²(Benston u. Hagerman, 1974, S.353 f.).

²³(Benston u. Hagerman, 1974, S.354 ff.).

²⁴(Benston u. Hagerman, 1974, S.356 ff.).

3.5. Cohen, Maier, Schwartz und Whitcomb

Cohen, Maier, Schwartz und Whitcomb befassen sich in ihren Arbeiten Cohen u. a. (1986) und Cohen u. a. (1981) mit dem Thema der aufkommenden Transaktionskosten und des Bid-Ask-Spreads beim Orderbuchhandel.

In dem von den Autoren betrachteten Modell wird ein Markt betrachtet, in dem eine Aktie zu diskreten Zeitpunkten $t = 1, 2, \dots, T$ mithilfe eines Orderbuches gehandelt wird. Ein Investor muss in jedem Handelszeitpunkt entscheiden, ob er mithilfe von Market Orders oder Limit Orders handeln will oder ob er gar nicht handelt. Es wird an dieser Stelle vereinfachend angenommen, dass alle Orders, unabhängig von ihrem Typ, immer für eine fixe Menge N von Aktien gesetzt und ausgeführt werden. Die Ausführung erfolgt zudem vollständig zu einem und demselben Preis. Somit steht der Investor, der zu kaufen wünscht, im Zeitpunkt t vor folgenden Optionen:²⁵

- a) Kauf mithilfe einer Market Order zum aktuellen Askerpreis am Markt P_t^{MA} .
- b) Setzen einer Limit Order mit einem Preis von $P_t^{LB} < P_t^{MA}$.
- c) Nicht handeln.

Sei N_t die Aktienmenge, die der Investor im Zeitpunkt t besitzt.

Falls er in t Option a) wählt, wird die Market Order ausgeführt und er hält in $t+1$ eine Aktienmenge von $N_{t+1} = N_t + N$. Zudem kommen Kosten in Höhe von $N \cdot P_t^{MA} + C^M$ auf ihn zu, wobei C^M die gesamten Ausführungskosten der Market Order sind.

Falls der Investor in t Option b) wählt, kann es zu einem von zwei möglichen Ereignissen kommen:

- b1) Die Limit Order wird ausgeführt. Der Investor hält eine Aktienmenge von $N_{t+1} = N_t + N$ und es kommen Kosten in Höhe von $N \cdot P_t^{LB} + C^{L1} + C^{L2}$ auf ihn zu, wobei C^{L1} die Kosten für das Setzen der Limit Order und C^{L2} die Ausführungskosten der Limit Order sind.
- b2) Die Limit Order wird bis zum nächsten Zeitpunkt nicht ausgeführt. Dann verbleibt die gehaltene Aktienmenge des Investors bei $N_{t+1} = N_t$ und es entstehen ihm Kosten in Höhe von C^{L1} , welche die Kosten für das Setzen der Limit Order sind.²⁶

Im Folgenden definieren Cohen, Maier, Schwartz und Whitcomb einen *Gleichgewichtsspread*:

In einem dynamischen Handelsprozess sei der *Gleichgewichtsspread* gegeben durch denjenigen Bid-Ask-Spread, für den im nächsten Zeitpunkt die Wahrscheinlichkeit zu wachsen genau der Wahrscheinlichkeit zu schrumpfen entspricht.

Für diesen Spread wird die folgende Eigenschaft gezeigt:

Aktien, die an einem dünnen Markt gehandelt werden, haben einen hohen Gleichgewichtsspread. Je dünner der Markt, desto höher der Spread.^{27 28}

²⁵Die Optionen beim Verkauf ergeben sich analog.

²⁶(Cohen u. a., 1986, S. 103 f.) und (Cohen u. a., 1981, S. 294 f.).

²⁷(Cohen u. a., 1981, S. 298 ff.).

²⁸Man spricht von einem *dünnen Markt*, wenn an einer Börse wenig gehandelt wird.

3.6. Glosten

Lawrence R. Glosten befasst sich zunächst zusammen mit Paul R. Milgrom in der Arbeit Glosten u. Milgrom (1985) und später eingehender in seiner eigenen Arbeit Glosten (1987) mit der Frage, wie der Bid-Ask-Spread aufgebaut ist, wenn man einen Markt mit einem Marketmaker betrachtet, der davon ausgehen muss, dass sich die Gruppe der Investoren aufteilt in nichtinformierte und informierte Investoren, die über private Informationen verfügen, die ihm selber nicht zugänglich sind.²⁹ Er geht davon aus, dass sich der Spread dann ganz allgemein aus zwei Komponenten zusammensetzt: einer Komponente, die aufgrund der asymmetrischen Informationsverteilung unter den Marktteilnehmern entsteht (adverse Selektion), und einer weiteren Komponente, die alle anderen anfallenden Kostenfaktoren enthält. Der auf der adversen Selektion beruhende Teil des Spreads wird dann derart vom Marketmaker gewählt, dass er seine durch die Informationsasymmetrie entstehenden Kosten decken kann. Glosten entwickelt nun folgendes Modell:

In allen betrachteten Zeitpunkten existiert für die nichtinformierten Investoren für eine betrachtete Aktie ein wahrer Preis p . Dann kann der jeweils beste Bidpreis B bzw. Askpreis A beschrieben werden durch

$$B = p - Z_B - C_B \quad (3.13)$$

$$A = p + Z_A + C_A, \quad (3.14)$$

wobei $Z_A + Z_B$ den Anteil des Spreads bildet, der aufgrund der adversen Selektion entsteht, und $C_A + C_B$ den restlichen Spreadanteil darstellt, der die sonstigen Kosten deckt.³⁰

Desweiteren sei p^* der wahre Preis der Aktie bei voller Information, d.h. bei Zugang aller Marktteilnehmer zu den privaten Informationen. Zudem wird angenommen, dass die privaten Informationen Informationen zu einem nicht bewerteten Risiko sind. Sei H die Menge aller öffentlich bekannter, nicht privater Informationen. Dann gilt für jeden Zeitpunkt, dass der auf H basierende wahre Preis gegeben ist durch

$$p = E[p^*|H]. \quad (3.15)$$

Weiterhin wird angenommen, dass alle (potentiellen) Marketmaker nur über die öffentlich bekannten Informationen verfügen.³¹ Dann werden die Funktionen $a(\cdot)$ und $b(\cdot)$ wie folgt definiert:

$$a(x) = E[p^*|H, \text{Investor kauft zum Preis } x] \quad (3.16)$$

$$b(y) = E[p^*|H, \text{Investor verkauft zum Preis } y]. \quad (3.17)$$

Die Funktionen $a(\cdot)$ und $b(\cdot)$ können interpretiert werden als Preiserwartungen, die bedingt sind an den Informationsstand und den erzielten Transaktionspreis. Mithilfe dieser Funktionen kann der Marketmaker, der über keine privaten Informationen verfügt, seinen Bid- und Askpreis bestimmen.

Seien A und B die im betrachteten Zeitpunkt aktuellen Ask- und Bidpreise. Dann folgt für die Anteil Z_A und Z_B des Spreads:

$$Z_A = a(A) - p \quad (3.18)$$

$$Z_B = p - b(B). \quad (3.19)$$

²⁹Glostens Arbeit stützt sich auf die schon vorangegangenen Arbeiten von Bagehot und Copeland und Galai. In Bagehot (1971) findet man eine der ersten Aufteilungen des Spreads in einen Informationskostenanteil und einen sonstigen Kostenanteil vor. Eine der ersten Analysen dieser Aufteilung liegt in Copeland u. Galai (1983) vor.

³⁰(Glosten, 1987, S. 1295).

³¹Glosten weist darauf hin, dass sein Modell auch für einen Markt mit mehreren Marketmakern gültig ist, solange diese über den gleichen Informationsstand verfügen.

Die Funktionen $a(\cdot)$ und $b(\cdot)$ sollen zudem noch folgende Eigenschaften erfüllen:

(A1) $a(x)$ und $b(x)$ sind steigende Funktionen in x ,

(A2) $a(0) = b(+\infty) = p = E[p^*|H]$,

(A3) Für ein beliebiges nichtnegatives c existieren die Werte $x_a < \infty$ und $x_b > 0$ derart, dass gilt:
 $x_a = a(x_a) + c$ und $x_b = b(x_b) - c$.

Somit stehen nun alle (potentiellen) Marketmaker vor der Aufgabe, den besten Bid- und Askpreis des Marktes mithilfe von $a(\cdot)$ und $b(\cdot)$ und deren Eigenschaften zu ermitteln. Unter Einbezug der sonstigen Kosten der Marketmaker, die als C_A und C_B definiert sind, ergibt sich für den Ask und Bid:³²

$$A = a(A) + C_A = p + (a(A) - p) + C_A = p + Z_A + C_A \quad (3.20)$$

$$B = b(B) - C_B = p - (p - b(B)) - C_B = p - Z_B - C_B. \quad (3.21)$$

In Glosten u. Harris (1988) entwickelt und schätzt Glosten das von ihm entwickelte Modell mithilfe eines Zweikomponentenmodells für einen Spread, der u.a. aufgrund einer asymmetrischen Informationsverteilung entsteht. Hierzu folgt er der von Easley und O'Hara hergeleiteten Eigenschaft des Spreads aufgrund der adversen Selektion mit der Ordergröße zu wachsen. Ähnliches lässt sich auch in den Arbeiten Kyle (1985) und Glosten (1989) finden.

Eigenschaft des Spreads Sei α die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis, das auf neuen Informationen beruht, und μ der Anteil der Investoren, der von sich glaubt, informiert zu sein. Dann gilt für alle $\alpha\mu > 0$, dass der Spread mit der Ordergröße wächst.³³

Glostens Arbeit knüpft zudem an die Arbeit Holthausen u. a. (1987) an, welche den Effekt von großen Blocktransaktionen auf die Aktienpreise der New York Stock Exchange untersucht. In dieser Arbeit werden sowohl kurzfristige als auch langfristige Preisänderungen bzgl. der gesetzten Ordergröße untersucht. Glosten interpretiert die so erreichten Ergebnisse für langfristige Preisänderungen als verursacht durch die Spreadkomponente, die aufgrund der adversen Selektion entsteht, und die kurzfristigen Preisänderungen als verursacht durch die übrige Spreadkomponente.³⁴

In Glostens Modell liegt für jedes Wertpapier sowohl ein nicht beobachtbarer wahrer Preis m_t als auch ein beobachtbarer Preis P_t vor, der vom wahren Preis abweicht. Zudem seien die Komponenten des Spreads gegeben durch:

Z_t = die nicht beobachtbare Spreadkomponente der adversen Selektion bei der Transaktion in t ,

C_t = die nicht beobachtbare transitorische Spreadkomponente bei der Transaktion in t .

Sei $Z_t > 0$. Dann wird angenommen, dass Kauforder die wahren Preise um Z_t steigen lassen und Verkauforder die wahren Preise um $-Z_t$ fallen lassen. Dieser Spread der adversen Selektion hat einen permanent Effekt auf die Preise, da er aufgrund von Änderungen der bestehenden Erwartungen auftritt. Glosten erwartet, dass diese Spreadkomponente eine positive Funktion der Ordergröße bildet. Der beobachtbare Preis P_t unterscheidet sich nun vom wahren Preis m_t um die Höhe der Spreadkomponente C_t :

$$P_t = m_t + Q_t C_t, \quad (3.22)$$

³²(Glosten, 1987, S. 1296 f.).

³³(Easley u. O'Hara, 1987, S. 81).

³⁴(Glosten u. Harris, 1988, S. 125).

wobei Q_t die Werte $+1$ bei einem Ask und -1 bei einem Bid annimmt. Die letztendliche Wertannahme von Q_t kann in Glostens Modell nicht beobachtet werden.³⁵

Im Folgenden möchte Glosten die beiden Spreadkomponenten mithilfe von Regressionen schätzen. Dazu nutzt er zeitsortierte Handelsdaten von 250 an der NYSE gehandelt Aktien für den Zeitraum vom 1. Dezember 1981 bis zum 31. Januar 1983.³⁶

Glosten entschließt sich dazu, die Spreadkomponenten nicht in absoluten Werten zu schätzen, sondern als prozentualen Anteil vom Preis P . Für die transitorische Komponente C wird die folgende Regressionsgleichung gewählt:

$$\frac{C}{P} = a_0 + a_1 INVNT + a_2 WKSD + u_1, \quad (3.23)$$

wobei $WKSD$ die durchschnittliche wöchentliche Standardabweichung der Rendite und $INVNT$ die Inverse der durchschnittlichen Anzahl von Handelstagen ist. Diese Größen dienen als Proxys für das Risiko bzw. die Handelsfrequenz.

Für die Komponente der adversen Selektion Z wird folgende Regressionsgleichung betrachtet:

$$\frac{Z}{P} = b_0 + b_1 \frac{C}{P} + b_2 IC + b_3 NSH + u_2, \quad (3.24)$$

wobei $\frac{C}{P}$ die transitorische Komponente, IC der Anteil der Aktien, der von den *legally defined insiders*³⁷ gehalten wird, und NSH die Anzahl der nichtinformierten Shareholder ist. IC und NSH sind Proxys für die informationsbasierte Handelsaktivität und liquiditätsbasierte Handelsaktivität.

Glosten schätzt dann den durchschnittlichen prozentualen Spread $\frac{AVGSP}{P}$ als

$$\frac{AVGSP}{P} = 2\left(\frac{C}{P} + \frac{Z}{P}\right) \quad (3.25)$$

und erhält folgende Regressionsergebnisse:

$$\frac{C}{P} = -3,34 + 1,24INVNT + 0,115WKSD, \quad (3.26)$$

und

$$\frac{Z}{P} = 0,0172 + 0,0215\frac{C}{P} + 0,000218IC - 0,000105NSH. \quad (3.27)$$

Die Koeffizienten der ersten Regression sind alle signifikant zum 1%-Niveau. Bei der zweiten Regression sind die Konstante und der Koeffizient von $\frac{C}{P}$ signifikant zum 1%-Niveau und der Koeffizient von NSH ist signifikant zum 5%-Niveau. Beim Koeffizienten von IC konnte keine Signifikanz festgestellt werden.³⁸

³⁵(Glosten u. Harris, 1988, S. 127 f.).

³⁶(Glosten u. Harris, 1988, S. 132).

³⁷Glosten bezeichnet damit Investoren aus dem Top-Management und 5% der Reporter.

³⁸(Glosten u. Harris, 1988, S. 137 ff.).

3.7. Stoll

Hans R. Stoll befasst sich in zahlreichen Arbeiten mit der Untersuchung von Transaktionskosten beim Aktienhandel und mit dem damit zusammenhängenden Bid-Ask-Spread. Insbesondere in der Arbeit Stoll (1978b) entwickelt er ein Transaktionskostenmodell, auf das sich die meisten seiner Folgearbeiten stützen und das auch von vielen anderen Autoren für die eigenen Arbeiten herangezogen wird.

3.7.1. Stolls Transaktionskostenmodell

In Stoll (1978b) betrachtet Stoll die Transaktionskosten eines individuellen Marketmakers, wobei exemplarisch nur die Angebotsseite betrachtet wird. Dabei folgt er dem Modell von Demsetz (siehe Abschnitt 3.1) und betrachtet Marketmaker als Lieferanten für sofortigen Handel oder auch Sofortigkeit. In Stolls Modell werden die Kosten der Sofortigkeit aus der Summe folgender Komponenten gebildet:

- Bestandhalterkosten
- Geschäftsabwicklungskosten
- Informationskosten.

Die *Bestandhalterkosten* ergeben sich aus dem Preisrisiko und den Opportunitätskosten, die entstehen, wenn man eine bestimmte Aktienmenge im eigenen Bestand hält. Die *Geschäftsabwicklungskosten* beinhalten diejenigen Kosten, die beim Setzen, Verwalten oder Löschen der Order auftreten. Die *Informationskosten* sind die Kosten, die aufgrund von asymmetrischer Informationsverteilung entstehen.

Stoll legt das Hauptaugenmerk der Analyse auf die Bestandhalterkosten, es wird allerdings auf alle drei Kostenarten eingegangen.³⁹

Modellannahmen

Der Marketmaker kann laut Stoll als Investor angesehen werden, der schon sein gewünschtes Portfolio besitzt. Um anderen Marktteilnehmern Sofortigkeit bieten zu können, muss er von seiner gewünschten Portfoliozusammenstellung abweichen und von den anderen Teilnehmern Aktien kaufen oder verkaufen, in denen er spezialisiert ist. Dieses Handeln führt dazu, dass er sich einem erhöhten Risiko aussetzt, welches nicht dem seiner persönlicher Präferenz entspricht.

Stolls Modell unterliegt folgenden Hauptannahmen:

1. Die Aktienbestände, die der Marketmaker im Zuge seiner Sofortigkeitsdienstleistung kauft, werden nur mithilfe der risikolosen Zinsrate R_f finanziert. Somit werden Aktienkäufe seitens des Marketmakers mit Kreditaufnahmen zum Zins R_f finanziert und Gewinne aus Leerverkäufen zum Zins R_f angelegt. Es wird unterstellt, dass es für den Marketmaker nicht möglich ist, durch Handel mit anderen Aktien zu zusätzlichen Mitteln zu gelangen, denn dies würde die Kosten der Sofortigkeit nur auf andere Marketmaker schieben. Durch adäquate Anpassungen seines Bid-Ask-Spreads kann der Marketmaker den Handel weiter ankurbeln und als Konsequenz sein Portfolio wieder ausgleichen.
2. Der Marketmaker besitzt eine Nutzenfunktion.
3. Der Marketmaker schätzt den „wahren“ Wert von Preis und Zinsrate in Abwesenheit von Transaktionskosten. Dieser „wahre“ Wert ist der diskontierte Wert des vom Marketmaker erwarteten Gleichgewichtspreises in einer Periode. Dieser Schätzer muss nicht dem Wert entsprechen, den andere Händler und Investoren hierfür schätzen.

³⁹(Stoll, 1978b, S. 1133).

4. Der Marketmaker kann in jedem Handelsintervall nur eine Transaktion durchführen. Innerhalb der Handelsintervalle bleiben die Aktienpreise fest; sie können sich nur zwischen den Intervallen ändern.⁴⁰

Die Bestandhalterkosten

Sei E das gewünschte optimale Portfolio des Marketmakers und liege auf der Indifferenzkurve U_0 . Ist der Marketmaker durch sein Angebot von Sofortigkeit gezwungen von diesem Portfolio abzuweichen, so liegt das neue Portfolio nur noch auf einer niedrigeren Indifferenzkurve U_1 .⁴¹ Der Marketmaker handelt jedoch nur genau dann eine Aktie, wenn die an ihn geleistete Ausgleichszahlung hoch genug ist, um den Nutzenverlust aus der Abweichung von seinem Ausgangsportfolio zu kompensieren. Somit fordert er, dass der erwartete Nutzen des Vermögens, das jeweils aus dem Ausgangsportfolio und aus dem neuen Portfolio resultiert, gleich ist:

$$EU(\tilde{W}^*) = EU(\tilde{W}) \quad (3.28)$$

mit

\tilde{W}^* = Vermögen aufgrund des Ausgangsportfolios

\tilde{W} = Vermögen aufgrund des neuen Portfolios (nach Transaktionsabschluss).

Dabei weist $\tilde{}$ auf Zufallsvariablen hin.

Beim Ausgangsportfolio des Marketmakers geht Stoll davon aus, dass es sich aus zwei Teilen zusammensetzt: dem *Investment Account* und dem anfänglichem *Trading Account* des Marketmakers. Der Investment Account enthält dabei das gewünschte optimale Portfolio und der Trading Account den Aktienbestand, der aufgrund der Sofortigkeitsdienstleistung erworben wurde. Der Marketmaker kann dabei mit einem Ausgangsportfolio starten, das einen leeren oder einen nicht leeren anfänglichen Trading Account besitzt.

Das Ausgangsportfolio soll die folgende Form annehmen:

$$\tilde{W}^* = W_0 \left[1 + k\tilde{R}_e + \frac{Q_p}{W_0}\tilde{R}_p + \left(1 - k - \frac{Q_p}{W_0} \right) R_f \right], \quad (3.29)$$

wobei gilt:

W_0 ist das Ausgangsvermögen.

k ist der optimale Anteil des Marketmakersvermögens investiert in sein optimales Portfolio E .

\tilde{R}_e ist die Rendite des optimalen Portfolios E .

Q_p ist der „wahre“ Wert der Aktien im Trading Account. Dem Marketmaker ist es gestattet ein Zeitintervall mit einem nicht leeren Trading Account zu beginnen, das in vorherigen Perioden angelegt wurde. (Für $Q_p = 0$ entspricht das Ausgangsportfolio dem optimalen Portfolio.)

\tilde{R}_p ist die Rendite des Trading Accounts.

R_f ist die risikofreie Zinsrate.⁴²

⁴⁰(Stoll, 1978b, S. 1134 ff.).

⁴¹(Stoll, 1978b, S. 1134).

⁴²(Stoll, 1978b, S. 1137).

Um (3.29) zu vereinfachen, führt Stoll die *Rendite des Ausgangsportfolio* \tilde{R}^* ein, welche den drei letzten Termen der Klammer der Gleichung (3.29) entspricht. Diese nimmt dann folgende Form an:

$$\tilde{W}^* = W_0 (1 + \tilde{R}^*). \quad (3.30)$$

Beim Wert des neuen Portfolios geht Stoll davon aus, dass es gegeben ist durch

$$\tilde{W} = W_0 (1 + \tilde{R}^*) + (1 + \tilde{R}_i) Q_i - (1 + R_f) (Q_i - C_i), \quad (3.31)$$

wobei gilt

Q_i ist der „wahre“ Wert der Transaktionen der Aktie i (für die Sofortigkeit geliefert wird). Negative Werte stehen für einen Verkauf, positive Werte für einen Kauf.

\tilde{R}_i ist Rendite der Aktie i .

C_i sind die Kosten des Marketmakers, die dabei entstehen, wenn er die Menge Q_i handelt. C_i ist positiv oder negativ - abhängig davon, ob die jeweilige Transaktion der Aktie i die Bestandhalterkosten des Marketmakers senkt oder erhöht.

Die Kompensation der Kosten des Marketmakers C_i werden nicht direkt an den Marketmaker gezahlt, sondern er kann diese mittels einer Anpassung des Spreads erhalten.⁴³

Setzt man nun (3.29), (3.30) und (3.31) in (3.28) ein, führt einige Umformungen durch und setzt

$$z = -\frac{U''(E(W^*))W_0}{U'(E(W^*))} \quad (3.32)$$

als relative Risikoaversion, σ_i^2 als Varianz der Rendite von der Aktie i und σ_{ip} als Kovarianz der Rendite von der Aktie i und der Rendite des anfänglichen Trading Accounts ein, so erhält man für die Kosten

$$C_i = \frac{z}{W_0} \sigma_{ip} Q_p Q_i + \frac{1}{2} \frac{z}{W_0} \sigma_i^2 Q_i^2. \quad (3.33)$$

Als prozentuale Kosten erhält man:

$$\frac{C_i}{Q_i} = c_i = \frac{z}{W_0} \sigma_{ip} Q_p + \frac{1}{2} \frac{z}{W_0} \sigma_i^2 Q_i. \quad (3.34)$$

Insgesamt hängen nun die Bestandhalterkosten einer Aktie i von folgenden Größen ab:

1. Marketmakerabhängige Charakteristika: die relative Risikoaversion und das Ausgangsvermögen des Marketmakers
2. Transaktionsgröße der Aktie i
3. Aktienspezifische Charakteristika: die Varianz der Rendite der Aktie und die Kovarianz der Rendite von der Aktie i und der Rendite des anfänglichen Trading Accounts
4. Größe des anfänglichen Trading Accounts.⁴⁴

⁴³(Stoll, 1978b, S. 1137 f.).

⁴⁴(Stoll, 1978b, S. 1138 ff.).

Aus den prozentualen Kosten kann nun der prozentuale Spread hergeleitet werden. Sei P_i^a der gestellte Askpreis, P_i^b der gestellte Bidpreis und P_i^* der „wahre“ Preis der Aktie i . Dann erhält man für den prozentualen Spread die folgende Form:

$$s_i = \frac{P_i^a - P_i^b}{P_i^*} = c_i(Q_i^b) - c_i(Q_i^a) = \frac{z}{W_0} \sigma_i^2 |Q_i|. \quad (3.35)$$

Der prozentuale Spread ist unabhängig vom Anfangsbestand des Marketmakers und enthält auch keinen Kovarianzterm.⁴⁵

Die Geschäftsabwicklungskosten und Informationskosten

Eine weitere Kostenart, die auf den Marketmaker zukommt, sind die Geschäftsabwicklungskosten. Dies sind explizite Kosten, die dadurch entstehen, dass eine Transaktion ausgeführt wird. Sie beinhalten u.a. Arbeitskosten, Kommunikationskosten, Kosten die durch das Setzen und Löschen von Ordnern oder auch die Protokollierung von durchgeführten Ordergeschäften entstehen.

Stoll betrachtet hier nur die simpelste aller möglich Annahmen bzgl. der Geschäftsabwicklungskosten: Je Transaktion sei ein konstanter Geldbetrag M fällig und es ergibt sich insgesamt ein proportional abnehmender Kostenfaktor von $\frac{M}{Q_i}$ für jeden gehandelten Dollar.⁴⁶

Die letzte Kostenart, die Stoll aufführt, sind die Kosten, die durch Informationsasymmetrien entstehen. Ein Marketmaker muss sich bewusst sein, dass manche der Marktteilnehmer, mit denen er handelt, besser informiert sein können als er selbst. Der Marketmaker kann üblicherweise nicht unterscheiden, ob der mit ihm handelnde Marktteilnehmer besser informiert ist oder nicht. Um die zusätzlichen Kosten zu decken, die ihm dadurch entstehen, dass er mit besser informierten Teilnehmern handelt, muss er seinen Bid-Ask-Spread für alle Marktteilnehmer gleichermaßen erhöhen.

Sei a_i die erwartete Rendite der zusätzlichen Information, die für den informierten Marktteilnehmer durch den Handel mit dem Marketmaker entsteht. Dabei sei angenommen, dass diese dieselbe ist für Käufer und Verkäufer und dass diese unabhängig ist von der Transaktionsgröße. Sei zudem γ definiert durch

$$\gamma = \begin{cases} 1 & \text{wenn der Händler eine Aktie kauft} \\ -1 & \text{wenn der Händler eine Aktie verkauft.} \end{cases} \quad (3.36)$$

Dann kommt Stoll durch Einarbeitung der Geschäftsabwicklungskosten und der Informationskosten zu folgender Gesamtkostenfunktion:

$$c_i = \frac{z}{W_0} \sigma_{ip} Q_p + \frac{1}{2} \frac{z}{W_0} \sigma_i^2 Q_i + \gamma a_i + \frac{M}{Q_i}. \quad (3.37)$$

Zudem leitet Stoll auch eine dazu passende Spreadgleichung her:⁴⁷

$$s_i = \frac{z \sigma_i^2}{W_0} |Q_i| + 2a_i + \frac{2M}{|Q_i|}. \quad (3.38)$$

3.7.2. Empirische Untersuchungen zum Transaktionskostenmodell

In den Arbeiten Stoll (1976) und Stoll (1978a) führt Stoll empirische Untersuchungen zu dem von ihm entwickelten Transaktionskostenmodell durch.

⁴⁵(Stoll, 1978b, S. 1142 ff.).

⁴⁶(Stoll, 1978b, S. 1144).

⁴⁷(Stoll, 1978b, S. 1144 f.).

In Stoll (1976) betrachtet Stoll Änderungen des Marketmakerbestandes und deren mögliche Einflussfaktoren. Durch eine Weiterentwicklung seines Transaktionskostenmodells leitet er eine Regressionsgleichung für die Bestandsänderungen her, die u.a. von den Aktienpreisen in den einzelnen Zeitpunkten abhängen. Für die Regression stehen NASDAQ-Daten für sechs aufeinanderfolgende Handeltage im Juli 1973 zur Verfügung. Nach Durchführung der Regression und Auswertung der Regressionsergebnisse, die statistisch signifikant sind, kommt Stoll zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Die Preise verhalten sich gemäß eines Random Walks.
- Marketmaker verhalten sich passiv, indem sie bei einem Preisanstieg Bestände verkaufen und bei einem Preisabfall verkaufen.
- Marketmaker unterscheiden nicht zwischen informierten und nicht informierten Investoren.
- Es gibt eine starke Tendenz, aufgebaute Bestände wieder auf die Höhe des Ausgangsbestandes zu bringen.⁴⁸

In Stoll (1978a) geht Stoll für den OTC-Markt den zwei folgenden Fragen nach:

- Welche Faktoren bestimmen den Preis einer Marketmakerdienstleistung?
- Was beeinflusst die Anzahl der Marketmaker für eine Aktie?⁴⁹

Für die Beantwortung seiner Fragen legt Stoll das Transaktionskostenmodell aus Stoll (1978b) zugrunde und nutzt eine leicht modifizierte Version der Gleichung 3.38 als Regressionsgleichung. Als Hauptdeterminanten für die Preissetzung des Marketmakers erhält Stoll die beiden Variablen Varianz der Rendite σ_i^2 und Transaktionsgröße Q_i . Beide sind hochsignifikant und weisen die vorab von Stoll vermuteten Vorzeichen auf: + für die Renditevarianz und – für die Transaktionsgröße. Dies impliziert einen Spreadzuwachs bei steigenden Renditevarianzen und eine Spreadabnahme bei steigender Transaktionsgröße.⁵⁰

Bei der Betrachtung zur Anzahl der Marketmaker stellt Stoll zunächst fest, dass je höher die Anzahl ist, desto niedriger fällt der Spread aus. Er kommt zu dem Schluss, dass es eine optimale Anzahl an Marketmakern gibt und leitet diese auch her. Die optimale Marketmakeranzahl d_i^* ist dann:

$$d_i^* = |D_i| \cdot \sqrt{\frac{z\tau_i\sigma_i^2}{2MW_0}} \quad (3.39)$$

mit

D_i - Nachfrage nach Marketmakerdienstleistungen zu einem Preis, bei welchem der Marketmaker ein optimales Outputlevel erreicht,

τ_i - Halteperiode,

restlichen Variablen - entsprechen den Variablen aus Stolls Transaktionskostenmodell.⁵¹

Daniel Schneider betrachtet in seiner Arbeit Schneider (2013) den von Stoll hergeleiteten Zusammenhang in Gleichung 3.38 und überprüft mithilfe eines XETRA-Datensatzes aller DAX-Aktien des Jahres 2003, ob ein linearer Zusammenhang zwischen dem gewichteten Spread und dem durchschnittlichen

⁴⁸(Stoll, 1976, S. 362 ff.).

⁴⁹(Stoll, 1978a, S. 1153).

⁵⁰(Stoll, 1978a, S. 1161 ff.).

⁵¹(Stoll, 1978a, S. 1167 f.).

Wertvolumen aller DAX-Aktien vorliegt. Dies würde mit k als Konstante der folgenden vereinfachten Version von 3.38 entsprechen:

$$\frac{s_i}{M} = \frac{k}{|Q_i|}. \quad (3.40)$$

Bei der linearen Regression mit einer Kurvenanpassung der Potenzfunktion erhält Schneider das folgende Ergebnis:

$$\frac{s_i}{M} = 931818 \cdot |Q_i|^{-1,106}, \quad (3.41)$$

wobei ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,8952$ erreicht wird.⁵²

Desweiteren kann mithilfe von Äquivalenzrelationen gezeigt werden, dass der in 3.40 dargestellte Zusammenhang überführt werden kann in

$$s_i = \frac{k}{|S_i|}, \quad (3.42)$$

wobei S_i das durchschnittlich umgesetzte Stückvolumen einer Transaktion einer Aktie i ist. Somit bedeutet dies, dass der Spread einer Aktie von der durchschnittlichen Transaktionsgröße, also der Tradesize, abhängt.

3.7.3. Alternative Modellierung der Geschäftsabwicklungskosten

In Stoll (1985) werden erneut die drei Kostenarten von Stolls Transaktionskostenmodells betrachtet und nun insbesondere die Modellierung der Geschäftsabwicklungskosten modifiziert. Diese sollen sich in drei verschiedene Kategorien aufteilen:

1. Kosten F_0 , die fix sind für einen bestimmten Planungshorizont.
2. Kosten, die für eine Transaktion fix sind, aber über mehrere Transaktionen hinweg variieren. Mit T als Transaktionsanzahl seien diese Kosten gegeben durch $G(T)$. $\frac{G(T)}{T}$ entspricht dann den durchschnittlichen Kosten je Transaktion.
3. Kosten, die mit der Transaktionsgröße variieren. Ist Q_i die Transaktionsgröße (in Dollar) der i -ten Transaktion, so sind die Kosten gegeben durch $C(Q_i)$.

Insgesamt ergeben sich die Geschäftsabwicklungskosten TC für T aufeinanderfolgende Transaktionen als:

$$TC = F_0 + G(T) + \sum_{i=1}^T C(Q_i). \quad (3.43)$$

Stoll betrachtet im Anschluss die durchschnittlichen per-Dollar-Kosten für das Ausführen einer marginalen Transaktion und folgert, dass diese für die Gleichung 3.43 die folgende Form annehmen:

$$\frac{\partial G(T)}{\partial T} \cdot \frac{1}{Q} + \frac{\partial \sum_{i=1}^T C(Q_i)}{\partial T} \cdot \frac{1}{Q}. \quad (3.44)$$

Der erste Term entspricht den marginalen Kosten der T -ten Transaktion geteilt durch die Transaktionsgröße und der zweite Term entspricht den durchschnittlichen Kosten einer marginalen Transaktion. Beide Terme nehmen mit steigender Transaktionsgröße Q ab - es liegt jeweils ein antiproportionaler Zusammenhang vor.⁵³

⁵²(Schneider, 2013, S.18).

⁵³(Stoll, 1985, S. 20 f.).

3.8. Iversen

Peter Iversen befasst sich in seiner Arbeit Iversen (1993) mit dem Thema der Transaktionskosten deutscher Standardwerte. Im ersten Teil seiner Arbeit betrachtet er sowohl die möglich Komponenten der Transaktionskosten für Anleger als auch die Komponenten des Bid-Ask-Spreads, der vom Anbieter des Sofortigkeitsservice gestellt wird. Im Folgenden werden diese Komponenten dargestellt.

3.8.1. Transaktionskostenkomponenten

Iversen unterscheidet vier Transaktionskostenarten für den Anleger:

- Kosten des Transaktionsservice der Bank
- Transaktionsbedingte Informations- und Entscheidungskosten
- Kosten der Sicherung gegen Transaktionsrisiken
- Kosten des sofortigen Abschlusses.⁵⁴

Kosten des Transaktionsservice der Bank

Zum Zeitpunkt der Entstehung von Iversens Arbeit wickeln Anleger ihre Transaktionen üblicherweise mithilfe des Transaktionsservices ihrer Bank ab. Die Bank erhält für diese Leistung eine Provision vom Anleger. Iversen zeigt dies als erste Komponente der Transaktionskosten auf.

Aus dem Provisonserlös soll die Bank folgende Kosten abdecken können:

- Kosten der Annahme und Weiterleitung des Auftrags
- Kosten der Suche nach dem günstigsten Kontrahenten für den Kunden
- Kosten des Abschlusses
- Kosten der Abrechnung des Geschäfts gegenüber dem Kunden
- Kosten der Erfüllung.

Zusätzlich zu der schon aufgeführten Provision kann zu den Kosten noch eine Courtage hinzukommen, falls die Transaktion über einen Kursmakler an einer deutschen Wertpapierbörse abgewickelt wird. Die Maklercourtage ist eine Vermittlungsprovision für den Abschluss. Sie wird von der Bank an den Kursmakler entrichtet und dem Anleger in Rechnung gestellt.⁵⁵

Transaktionsbedingte Informations- und Entscheidungskosten

Der Anleger muss neben den Transaktionskosten für den Transaktionsservice der Bank auch mit Kosten rechnen, die nicht sofort offensichtlich und zudem nicht trivial messbar sind.

Als zweite Transaktionskostenkomponente führt Iversen deshalb die *transaktionsbedingten Informations- und Entscheidungskosten* auf, die im Vorbereitungsprozess einer Transaktion anfallen. Diese Kosten fallen für den Anleger bei jeder Informationsbeschaffung zu alternativen Anlagestrategien an, bei der Bewertung dieser Informationen und auch bei der Entscheidungsfindung bezüglich der jeweils besten Anlageform. Die so entstehenden Kosten können sich aus gleich fälligen Geldbeträgen, z.B. wenn der Anleger für den Informationszugang bezahlen muss, und den Kosten eines zu leistenden Zeitaufwandes zusammensetzen.

Für ihren Entscheidungsprozess brauchen Anleger detaillierte Informationen, die meist nur vom Emittenten geliefert werden können. Je mehr und je häufiger ein Unternehmen unternehmensspezifische

⁵⁴(Iversen, 1993, S. 12).

⁵⁵(Iversen, 1993, S. 13 ff.).

Informationen veröffentlicht, desto geringer fallen die Informations- und Entscheidungskosten des Anlegers aus. Somit hängt, laut Iversen, ein wesentlicher Teil der Informations- und Entscheidungskosten von der Unternehmenspublizität ab.⁵⁶

Kosten der Sicherung gegen Transaktionsrisiken

Iversens dritte Transaktionskostenkomponente bezieht sich auf die Risiken des Anlegers, denen er bei der Vorbereitung und Ausführung der Transaktion durch Dritte ausgesetzt ist. Die daraus entstehenden Absicherungskosten bezeichnet Iversen als *Kosten der Sicherung gegen Transaktionsrisiken* und unterscheidet dabei zwei Gruppen von Transaktionsrisiken:

- *Informations- und Nachweisrisiken*, die zu Absicherungskosten während des Informations- und Entscheidungsprozesses führen und
- *Realisationsrisiken*, die zu Kosten während der Ausführung einer Anlagestrategie führen.

Die Informations- und Nachweisrisiken bilden die Risiken des Anlegers ab, während des Informations- und Entscheidungsprozesses unvollständige oder sogar falsche Informationen erhalten zu haben. Dabei ist es nicht relevant, ob die Fehlinformation absichtlich oder unabsichtlich als solche weitergegeben wurde. Kommt es in dieser Situation zu einer Transaktion, trägt der Anleger zumeist einen Schaden davon, da er aufgrund einer Fehlinformation zu einer falschen Einschätzung des Marktes und/oder des fairen Preises eines Wertpapiers kommt und dementsprechend entweder zu teuer kauft oder zu günstig verkauft. Der Schaden entspricht dann dem Betrag der Differenz aus dem als fair empfundenen Preis und dem echten fairen Preis.

Die Realisationsrisiken bilden die Risiken der Möglichkeit ab, dass ein Anleger aufgrund von nicht einwandfreier bzw. nicht ordnungsgemäßer Abwicklung eines Geschäfts einen für ihn schlechteren Handelskurs erhält. Dieses Risiko trägt laut Iversen der Anleger u.a. dann, wenn keine Transparenz und Kontrolle über Zeit und Umfang der Transaktionsmöglichkeiten besteht.⁵⁷

Kosten sofortigen Abschlusses

Iversens vierte und letzte Transaktionskostenkomponente sind die *Kosten des sofortigen Abschlusses*. Die Kosten treten dann auf, wenn der Anleger entscheidet, dass sein Auftrag sofort ausgeführt werden soll. In diesem Fall wickelt der Anleger den Handel mithilfe einer Market Order ab, da diese ohne Wartezeit zum besten aktuellen Preis ausgeführt wird. Als mögliche Gründe für den Wunsch eines sofortigen Abschlusses nennt Iversen, dass der Anleger z.B. dringend Zahlungsmittel benötigt, Limitgebühren einsparen möchte, Verluste bei einem erwarteten Kursrückgang vermeiden oder Gewinne bei einem erwarteten Kursanstieg realisieren möchte.

Entscheidet sich ein Anleger zum sofortigen Kauf eines Wertpapiers, so wird dieser Handel mithilfe einer Buy Market Order durchgeführt, die mit der besten Ask Limit Order im Orderbuch ausgeübt wird. Bei einem sofortigen Verkauf kommt es analog zu einer Ausübung einer Sell Market Order mit der besten verfügbaren Buy Limit Order im Orderbuch. Sollte das Volumen der jeweiligen Limit Order für den sofortigen Handel zu klein sein, wird auch noch die jeweils zweitbeste Limit Order in den Handel miteinbezogen.

Die Kosten des sofortigen Abschlusses entsprechen nun dem Zuschlag bzw. Abschlag vom aktuellen Gleichgewichtskurs, die der Anleger bei einem sofortigen Kauf bzw. Verkauf zu leisten bzw. einzugehen hat.

Im Gegensatz zu anderen Transaktionskostenkomponenten, wie z.B. Provision und Courtage, können die Kosten des sofortigen Abschlusses nicht mit Gewissheit exakt berechnet werden, da nicht klar ist, was der genaue Gleichgewichtskurs zum Zeitpunkt der Transaktion ist. Als möglichen Schätzer für

⁵⁶(Iversen, 1993, S. 15 f.).

⁵⁷(Iversen, 1993, S. 16 ff.).

den Gleichgewichtskurs nennt Iversen den Durchschnitt der Transaktionskurse vor und nach dem Abschluss, den Tagesschlusskurs, den Mittelwert von dem besten Bid und dem besten Askpreis und den Mittelwert des höchsten und des niedrigsten Transaktionskurses an einem Tag.

Laut Iversen eignet sich vor allem der Bid-Ask-Spread dazu, die Kosten eines sofortigen Abschlusses abschätzen zu können. Dabei dient der halbe Bid-Ask-Spread als Schätzer für die Höhe der Kosten eines sofortigen Abschlusses (Kauf oder Verkauf) eines Wertpapiers.

Iversen weist darauf hin, dass die Kosten sofortigen Abschlusses in den Ausführungsbereich fallen, da sie unmittelbar bei Ausführung eines Auftrages anfallen. Dabei nimmt der Anleger die Dienstleistung eines Dritten in Anspruch, der als Gegenpartei agiert. Iversen verweist an diese Stelle auf die Arbeit von Demsetz (siehe Kapitel 3.1), der in Demsetz (1968) als erster im Zusammenhang mit dem Bid-Ask-Spread die Begriffe *sofortiger Abschluss* und *Anbieter von Sofortigkeit* nutzte. Iversen will im weiteren Verlauf seiner Arbeit nicht vom Anbieter von Sofortigkeit sondern vom *Anbieter von Sofortigkeitsservice* sprechen.⁵⁸

3.8.2. Komponenten des Bid-Ask-Spreads

Laut Iversen hängt die Größe des Bid-Ask-Spreads zum einen vom vorherrschenden Wettbewerb ab und zum anderen von den Kosten, die einem Anbieter von Sofortigkeitsservice durch Bereitstellung ihres Services entstehen. Diese Kosten können wiederum in drei Untergruppen aufgeteilt werden: Geschäftsabwicklungskosten, Bestandshaltete Kosten und Kosten gegen Verluste aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung.⁵⁹ Der Anbieter von Sofortigkeitsservice nutzt den Spread, um diese drei Kostenarten decken zu können. Aus diesem Grund werden diese Kosten auch als Komponenten des Bid-Ask-Spreads bezeichnet. Mithilfe jeder einzelnen Komponente stellt Iversen nun einen Ansatz für ein Modell auf, das den jeweiligen Anteil am Spread erklären soll.

Geschäftsabwicklungskosten

Als Geschäftsabwicklungskosten ordnet Iversen diejenigen Kosten ein, die dem professionellen Anbieter von Sofortigkeitsservice bei der Ausführung und Abrechnung der Transaktion entstehen. Dabei sind sowohl fixe als auch variable Bestandteile möglich. Bei der Einordnung der Geschäftsabwicklungskostenkomponenten richtet sich Iversen nach Stoll:

1. Fixe Kosten, die innerhalb einer bestimmten Periode anfallen (z.B. Kosten für Raum, Arbeit, Ausstattung und für die Zeit des Anbieters des Sofortigkeitsservices).
2. Kosten, die fix sind für eine einzelne Transaktion, aber variabel sein können für die Menge aller Gesamttransaktionen eines Anlegers (z.B. Abwicklungskosten pro Transaktion).
3. Variable Kosten, die abhängig sind von der Transaktionsgröße (z.B. aufgrund von höheren Abrechnungsgebühren bei größeren Transaktionen oder aufgrund der größeren Aufmerksamkeit, die der Anbieter von Sofortigkeitsservice größeren Transaktionen widmen muss).⁶⁰

Iversen weist darauf hin, dass die Geschäftsabwicklungskosten mit zunehmender Transaktionsgröße abnehmen, wenn man davon ausgeht, dass die Geschäftsabwicklungskosten je Transaktion fix sind.⁶¹

Iversen gibt die Funktion der Geschäftsabwicklungskosten $C_G(Q)$ des Anbieters von Sofortigkeitsservice folgendermaßen an:

$$C_G(Q) = \frac{M}{Q}, \quad (3.45)$$

⁵⁸(Iversen, 1993, S. 18 ff.).

⁵⁹Iversen folgt hier der Kostenaufteilung von Stoll - siehe Kapitel 3.7.1.

⁶⁰(Stoll, 1985, S. 20).

⁶¹An dieser Stelle beruft sich Iversen auf die folgenden Arbeiten, die diese Aussage ebenfalls treffen: Schmidt (1977) S. 396, Stoll (1978b) S. 1144 (siehe auch Abschnitt 3.7) und Mildenstein (1982) S. 186.

wobei M der fixe Kostenbetrag je Transaktion und Q die Transaktionsgröße ist. Somit fallen die Geschäftsabwicklungskosten mit einer steigenden Transaktionsgröße antiproportional.⁶²

Bestandhaltekosten

Will der Anbieter von Sofortigkeitsservice seinen Service jederzeit anbieten, so wird er über die Zeit Aktienbestände auf- und abbauen müssen. Nimmt man dies in Betracht, so vergrößern sich die Kosten des Anbieters von Sofortigkeit um diese nun zusätzlich entstehenden Kosten. Iversen geht darauf ein, dass in der Literatur bereits einige Modelle existieren, die die Auswirkungen dieser Aktivitäten auf den Spread beschreiben. Die meisten dieser Modelle beruhen dabei auf den folgenden Annahmen:

- Alle Marktteilnehmer verfügen über die gleichen Informationen.
- Der Anbieter von Sofortigkeitsservice ist risikoavers.
- Der Anbieter von Sofortigkeitsservice hat eine bevorzugte Bestandshöhe an Aktien und Geld.

Die so entstehenden besten Ask- und Bidkurse spiegeln die Kosten wider, die dem Sofortigkeitsanbieter durch die angebotenen Handelspositionen entstehen.

Um den Zusammenhang von Bid-Ask-Spread und dem Risiko des Sofortigkeitsserviceanbieters zu illustrieren, lehnt Iversen seinen Ansatz stark an das Modell von Stoll an (siehe Kapitel 3.7). Bei diesem Modell hängt die Spreadgröße von dem zu tragenden Risiko, der Risikoaversion und der Größe der Transaktion ab. Das zu tragende Risiko des Anbieters des Sofortigkeitsservices wird hierbei durch die Renditevarianz der jeweiligen Aktie wiedergegeben. Es wird folgender Zusammenhang dargestellt:

$$S = \sigma^2 A Q \quad (3.46)$$

mit

S - Bid-Ask-Spread

σ^2 - Renditevarianz einer Aktie

A - Koeffizient der absoluten Risikoaversion

Q - Transaktionsgröße.

Der Spread wächst demnach mit zunehmenden Risiko einer Aktie, zunehmender Risikoaversion des Anbieters und mit zunehmender Transaktionsgröße.⁶³

Anzumerken ist, dass im Gegensatz zu den Geschäftsabwicklungskosten, wo der Spread antiproportional zur Transaktionsgröße wächst, hier bei den Bestandhaltekosten der Spread linear mit der Transaktionsgröße wächst.

Kosten der Sicherung gegen Verluste aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung

Iversen unterstellt nun, dass es neben dem schon beschriebenen Anlegertyp, der entweder Liquidität bereitstellt oder diese benötigt, noch einen weiteren Typ gibt. Betrachtet man den Spread als rein informationsbedingtes Phänomen, so kann davon ausgegangen werden, dass eine Informationsasymmetrie unter den Marktteilnehmern vorliegt. Der Anbieter von Sofortigkeitsservice muss wiederum davon ausgehen, dass einige Anleger besser informiert sind als er, was ihn veranlasst einen höheren Spread zu stellen.⁶⁴

Iversen folgt dem Beispiel Bagehots und unterscheidet wie dieser drei Anlegerklassen:

⁶²(Iversen, 1993, S. 28 ff.).

⁶³(Iversen, 1993, S. 30 ff.).

⁶⁴(Iversen, 1993, S. 41).

1. *Informationsmotivierte Anleger* verfügen über besondere Informationen und haben einen Vorteil gegenüber anderen Anlegern und gegenüber dem Anbieter von Sofortigkeitsservice.
2. *Liquiditätsmotivierte Anleger* verfügen über keine besonderen Informationen und haben keinen Vorteil gegenüber den anderen Anlegern und gegenüber dem Anbieter von Sofortigkeitsservice.
3. *Anleger mit vermeintlichen Insiderinformationen* haben keinen Vorteil gegenüber den anderen Anlegern und gegenüber dem von Sofortigkeitsservice, da die (öffentlichen) Informationen bereits im aktuellen Aktienkurs enthalten sind (z.B. aktuelle Pressenachrichten).⁶⁵

Die zweite und dritte Klasse lassen sich zu der Gruppe der liquiditätsmotivierten Anleger zusammenfassen, da diese Anleger keine Vorteile gegenüber dem Anbieter von Sofortigkeitsservice haben. Die erste Anlegerklasse hingegen ist aufgrund der ihnen zur Verfügung stehenden nicht-öffentlichen Informationen in der Lage, den Gleichgewichtskurs besser zu schätzen als alle anderen Marktteilnehmer. Insbesondere kann sie Gewinne auf Kosten des Anbieters von Sofortigkeit (und auf Kosten der anderen Anleger) erzielen. Für den Anbieter von Sofortigkeitsservice bedeutet dies, dass er seine Ask- und Bidgebote soweit anpassen muss, bis seine durch Informationsasymmetrie entstehenden Kosten gedeckt sind. Allerdings sieht er sich in diesem Fall mit dem Problem konfrontiert, dass er bei einem Handel nicht weiß, mit welchem Anlegertyp er es zu tun hat. Bei einem Handel mit einem informationsmotivierten Anleger ist davon auszugehen, dass der Sofortigkeitsanbieter immer verliert. Unabhängig von der Höhe des gestellten Spreads, muss der Anbieter immer die Kosten des informationsmotivierten Handels tragen. Zu groß gestellte Spreads führen zudem dazu, dass der Handel mit liquiditätsmotivierten Anlegern zurückgeht. Die so entgangenen Handelserlöse stellen eine zusätzliche Kostenquelle dar. Der Anbieter von Sofortigkeitsservice steht nun vor einem Optimierungsproblem, bei dem er seine Gewinne (aus den Handelserlösen) unter den von ihm erwarteten Kosten maximiert. Der Anbieter von Sofortigkeitsservice kann nun versuchen anhand der auftretenden Transaktionsgrößen informationsmotivierte Geschäfte abzuschätzen. Dabei nimmt er an, dass bei steigender Transaktionsgröße auch der Informationsgehalt des Handels steigt. Sich nach existierenden Modellen (wie z.B. in Easley u. O'Hara (1987)) richtend, nimmt Iversen an, dass die Kostenfunktion eine steigende Funktion der Transaktionsgröße ist. Die Kostenfunktion lässt sich dann laut Iversen allgemein darstellen als:

$$C_A = f(Q) \tag{3.47}$$

mit

C_A - Kosten der Sicherung gegen Verluste aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung

Q - Transaktionsgröße.

Der Anbieter von Sofortigkeitsservice kann nun seine Ask- und Bidgebote - und damit den Spread - gemäß der ankommenden Transaktionsgröße anpassen, um seine Kosten abzudecken.⁶⁶

Determinanten der Geld-Brief-Spanne

Iversen hält folgende Einflussfaktoren auf den Bid-Ask-Spread für möglich:

- Handelsaktivität
- Risiko
- Information
- Wettbewerb

⁶⁵(Bagehot, 1971, S. 13) und (Iversen, 1993, S. 42).

⁶⁶(Iversen, 1993, S. 43 ff.).

- weitere Spannendeterminanten.

Iversen geht von einem negativen Zusammenhang zwischen der Handelsaktivität einer Aktie und dem Spread aus und motiviert dies mithilfe von Demsetz:

Bei steigender Handelsaktivität verringert sich zum einen die Wartezeit einer Order auf ihre Ausführung und zum anderen fallen dann die von den Handelsteilnehmern gesetzten Spreads umso geringer aus.⁶⁷

Zudem folgt Iversen dem Erklärungsansatz von Schwartz und erweitert diesen:

1. Liegt bei Aktien eine höhere Handelsaktivität vor, ist von einem höheren Informationsfluss auszugehen. Bei einer besseren Informationslage sind die Anbieter von Sofortigkeitsservice in der Lage engere Spreads zu stellen.
2. Bei einer höheren Handelsaktivität ist es für den Anbieter von Sofortigkeitsservice einfacher eine ungewollte Position wieder aufzulösen. Sein Risiko einer ungewollten Position ist somit geringer, was zu geringeren Bestandhalterkosten führt. Aufgrunddessen ist der Anbieter von Sofortigkeitsservice in der Lage, engere Spreads zu stellen.
3. Bei Aktien mit höherer Handelsaktivität ist davon auszugehen, dass der Anteil an liquiditätsmotivierten Händlern den Anteil an informationsmotivierten Händlern überwiegt. Dies erlaubt es dem Anbieter von Sofortigkeitsservice engere Spreads zu stellen.⁶⁸

Verringern sich nun die gestellten Spreads der Anbieter von Sofortigkeitsservice, verringert sich auch der insgesamt Spread des Orderbuches. Somit kann hier von einem inversen Zusammenhang von Handelsaktivität und Spread ausgegangen werden.

Abschließend bleibt zu klären, welcher Schätzer geeignet sein könnte, um die Handelsaktivität vernünftig abzubilden. Iversen gibt zwei Möglichkeiten an: zum einen die Anzahl der Transaktionen in einer bestimmten Periode und zum anderen die gehandelte Stückzahl bzw. den Umsatz pro Periode. Da die Anzahl der Transaktionen nicht die Größe der Transaktionen widerspiegelt, ist ein Schätzer in Form von Umsatz oder gehandelter Stückzahl vorzuziehen.⁶⁹

Neben der Handelsaktivität soll laut Iversen auch das Risiko als Determinante des Spreads angesehen werden. Dabei geht er davon aus, dass ein größeres Risiko zu vergrößerten Spreads führt und somit ein positiver Zusammenhang zwischen den beiden Größen vorliegt. Er begründet dies dadurch, dass dem Anbieter von Sofortigkeitsservice durch ein erhöhtes Risiko erhöhte Bestandhalterkosten entstehen und somit größere Spreads gesetzt werden.⁷⁰

In der Literatur lassen sich verschiedene Schätzer für das Risiko finden, so wählt z.B. Stoll die Varianz der Renditen für das Gesamtrisiko einer Aktie.⁷¹ Iversen findet diesen von Stoll gewählten Risikoschätzer am geeignetsten.⁷²

Als dritte Determinante führt Iversen Informationen an. Der Anbieter von Sofortigkeitsservice kann nie wissen, ob er nicht mit jemandem handelt, der besser informiert ist als er selbst und sieht sich somit den Kosten der Sicherung gegen Verluste aufgrund asymmetrischer Informationsverteilung konfrontiert. Je höher diese Kosten ausfallen, desto höher fällt auch der Spread aus. Iversen geht davon aus, dass der Anbieter von Sofortigkeitsservice die Wahrscheinlichkeit eines informationsmotivierten

⁶⁷(Demsetz, 1968, S. 44).

⁶⁸(Schwartz, 1988, S. 417) und (Iversen, 1993, S. 53 f.).

⁶⁹(Iversen, 1993, S. 51 ff.).

⁷⁰Solch ein Zusammenhang ist bereits in Stolls Transaktionskostenmodell zu sehen (siehe Abschnitt 3.7.1). Iversen verweist zudem auf Stoll (1985), S. 39.

⁷¹(Stoll, 1978a, S. 1163).

⁷²(Iversen, 1993, S. 57 ff.).

Handels über die Transaktionsgröße abschätzen kann. Deshalb sollte hier die Transaktionsgröße ein geeigneter Schätzer sein.⁷³

Als vierte Spreaddeterminante wird der Wettbewerb vorgestellt. Dabei geht Iversen davon aus, dass je mehr Wettbewerb unter den Anbietern von Sofortigkeitsservice herrscht, desto engere Spreads vorzufinden sind. Es wird demnach ein inverser Zusammenhang zwischen Wettbewerb und Spread unterstellt. Ein möglicher Schätzer von Wettbewerb könnte zum einen die Anzahl der Anbieter von Sofortigkeitsservice oder auch die Anzahl der Märkte sein.

Als mögliche andere Determinanten nennt Iversen den Aktienkurs, die Anzahl der institutionellen Anleger und die Möglichkeit, Optionen auf die vorliegende Aktie zu handeln.⁷⁴

⁷³(Iversen, 1993, S. 60 f.).

⁷⁴(Iversen, 1993, S. 61 ff.).

3.9. Empirische Untersuchungen zu Transaktionskosten der DAX-Titel

3.9.1. Iversen

In den Arbeiten Schmidt u. Iversen (1991) und Iversen (1993) befasst sich Iversen mit der Frage, welche Faktoren den Spread beeinflussen, welcher wiederum die Transaktionskosten des sofortigen Abschlusses wiedergibt und zudem eine wichtige Komponente der Liquidität darstellt.

In seiner empirischen Untersuchung nutzt Iversen Daten der Systeme MATIS und IBIS. Das Quotationssystem MATIS (Makler-Tele-Informationssystem) wurde vom 15. Dezember 1989 bis zum 15. Dezember 1992 vom Bundesverband der Kursmakler betrieben. Über Reuters wurden börsentäglich Bid- und Askkurse der DAX-Aktien und weiterer Aktien bereitgestellt. MATIS operierte ausschließlich außerhalb der Parkettbörsenzeit. Dazu wurde das System eine halbe Stunde vor Börsenbeginn ausgeschaltet und eine halbe Stunde nach Börsenende wieder eingeschaltet. Der Handel in MATIS fand ausschließlich über das Telefon statt.⁷⁵ IBIS, das Integrierte Börsenhandels- und Informationssystem, wurde am 5. April 1991 als elektronisches Handelssystem eingeführt und war ein Segment der Frankfurter Wertpapierbörse.⁷⁶ In IBIS war der Handel aller 30 DAX-Aktien möglich, mit der Zeit wurden noch weitere Aktien aufgenommen. Der Handel fand an Börsentagen von 8.30 bis 17.00 Uhr statt und die Geschäfte wurden hauptsächlich elektronisch abgeschlossen und automatisch erfasst. Die Möglichkeit zum Telefonhandel und zur anschließenden elektronischen Erfassung der Abschlussdaten bestand aber nach wie vor.⁷⁷

Bei den genutzten Daten von IBIS und MATIS handelt es sich um time-stamped intraday-Daten, die alle Informationen über die Gebote enthalten, einschließlich dem Zeitpunkt der Eingabe. Iversen bemerkt, dass bei vielen Eingaben oder Änderungen gleichzeitig Bid- und Askgebote gestellt werden, was darauf hinweisen soll, dass sich viele Marktteilnehmer als Marketmaker verstehen.⁷⁸

Iversen möchte zum einen mithilfe von MATIS-Daten testen, ob die von ihm aufgeführten Determinanten des Spreads *Handelsaktivität*, *Risiko*, *Information*, *Wettbewerb* und *weitere Determinanten* (siehe Kapitel 3.8.2) einen messbaren Einfluss auf den Spread ausüben. Dazu werden Daten der MATIS aus dem Zeitraum vom 17. Januar 1991 bis zum 31. Dezember 1991 genutzt. Für diesen Zeitraum liegen über 360.000 Bid- und Askkurse vor, bei denen eine fast ausschließlich gleichzeitige Kursstellung von Bid- und Askgeboten vorliegt. Es lassen sich sowohl Kursstellungen, Änderungen als auch Löschungen von Geboten identifizieren.⁷⁹

Zum anderen möchte Iversen Regressionen des Spreads für MATIS und IBIS einander gegenüberstellen. Dazu nutzt er folgende Daten:

Der Untersuchungszeitraum für IBIS erstreckt sich vom 5.4.1991, dem Einführungsdatum des Handelssystems, bis zum 31.5.1991. Es liegen über 150.000 Bid- und Askkurse vor, wobei eine knapp 70-prozentige gleichzeitige Einstellung von Bid- und Askgeboten vorliegt. Es liegen keine Informationen über die Gültigkeitsdauer der einzelnen Gebote vor, aber zumindest darüber, welche Transaktionen zum jeweils besten Bid oder Ask stattgefunden haben.

Bei MATIS erstreckt sich der Untersuchungszeitraum vom 1.2.1991 bis zum 31.5.1991, wobei über 140.000 Geld- und Briefkurse zur Verfügung stehen, bei denen es sich fast ausschließlich um gleichzeitige Einstellungen von Bid- und Askgeboten handelt. In diesem Datenset lassen sich sowohl Kursstellungen, Änderungen als auch Löschungen von Geboten identifizieren.⁸⁰

Iversen nutzt für seine Untersuchung bzgl. des Spreads nur die Bid- und Askgebote, die gleichzeitig

⁷⁵(Iversen, 1993, S. 160).

⁷⁶IBIS gilt als Vorläufer der XETRA.

⁷⁷(Schmidt u. Iversen, 1991, S. 211 ff.) und (Treske, 1996, S. 91).

⁷⁸(Schmidt u. Iversen, 1991, S. 215).

⁷⁹(Iversen, 1993, S. 161).

⁸⁰(Schmidt u. Iversen, 1991, S. 215).

von einem Marktteilnehmer gestellt werden und die somit automatisch einen Spread bilden. Weiterhin definiert er den *gestellten Spread* S_{ij} einer Aktie j als

die durch den Mittelwert der besten Kurse gewichtete Differenz des besten Asks a_{ij} und des besten Bids b_{ij} . Der mittlere Spread S_j einer Aktie j ist dann für alle n_j verschiedene Spreadausprägungen innerhalb eines Monats gegeben durch

$$S_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} \frac{a_{ij} - b_{ij}}{2}. \quad (3.48)$$

Die mittleren Spreads sollen noch weiter zu für IBIS und MATIS repräsentativen Spreadmittelwerten zusammengefasst werden, indem die folgenden gewichteten Mittelwerte gebildet werden:

$$S = \sum_{j=1}^J \frac{n_j}{N} S_j \quad (3.49)$$

mit $N = \sum_{j=1}^J n_j$.⁸¹

Überprüfung der Spannendeterminanten

Iversen stellt für die Überprüfung der von ihm vorgeschlagenen Spannendeterminanten *Handelsaktivität, Risiko, Information, Wettbewerb* und *weitere Determinanten* die folgenden gerichteten Hypothesen auf:

H_1 : Es besteht eine inverse Beziehung zwischen dem Spread und der Handelsaktivität.

H_2 : Es besteht eine direkte Beziehung zwischen dem Spread und dem Risiko.

H_3 : Es besteht eine inverse Beziehung zwischen dem Spread und dem Kurs.

H_4 : Es besteht eine inverse Beziehung zwischen dem Spread und der Anzahl der Konkurrenten.

H_5 : Es besteht eine inverse Beziehung zwischen dem Spread und der Möglichkeit, Optionen auf eine Aktie an der Deutschen Terminbörse zu handeln.

Diese Hypothesen werden mithilfe der folgenden linearen Einfachregressionen getestet:

$$\ln S_j = \alpha + \beta \cdot \ln(U_j) + \epsilon_j \quad (3.50)$$

$$\ln S_j = \alpha + \beta \cdot \sigma_j^2 + \epsilon_j \quad (3.51)$$

$$\ln S_j = \alpha + \beta \cdot \ln(\bar{K}_j) + \epsilon_j \quad (3.52)$$

$$\ln S_j = \alpha + \beta \cdot MM_j + \epsilon_j \quad (3.53)$$

$$\ln S_j = \alpha + \beta \cdot DTB_j + \epsilon_j. \quad (3.54)$$

⁸¹(Iversen, 1993, S. 163 f.).

Es sei dabei U_j der Umsatz der Aktie j , σ_j^2 die Varianz der Aktie j , \bar{K}_j der durchschnittliche Einheitskurs einer Aktie j , MM_j die Anzahl der Kursmakler für die Aktie j und DTB_j die Dummy-Variable für den Handel der Aktie j an der Deutschen Terminbörse (DTB). Diese Variable nimmt den Wert 1 an, wenn die jeweiligen Aktienoptionen an der Deutschen Terminbörse gehandelt werden, andernfalls ist der Wert 0.⁸²

Iversen erhält folgende Ergebnisse für seine Hypothesentests:

unabhängige Variable	Konstante	Koeffizient	t-Wert	R^2	F-Wert	n
ln Umsatz	4,0477	-0,4413	-12,0527	0,8384	145,2671	30
ln Renditevarianz	3,9968	0,5289	2,3390	0,1635	5,4709	30
ln Kurs	0,3930	-0,1179	-0,7410	0,0179	0,5098	30
Konkurrenten	0,4382	-0,1191	-5,4340	0,5132	29,5230	30
DTB-Dummy	0,0317	-0,6872	-5,5625	0,5250	30,9417	30

Tabelle 3.1.: Lineare Einfachregressionen des Spreads gegen unterschiedliche Determinanten nach Iversen (1993), S. 193

Die Ergebnisse zeigen, dass die Spannendeterminante Handelsaktivität, die durch den Proxy *Umsatz* abgebildet wird, den größten Einfluss auf den Spread hat. Der Umsatz erklärt gut 83 Prozent der Spreadunterschiede einzelner Aktien und mit einem F-Wert von über 145 ist der Zusammenhang statistisch unter dem 1%-Niveau gesichert. Somit wird die Hypothese gestützt, dass mit steigendem Umsatz einer Aktie der Spread geringer ausfällt.⁸³

Die Anzahl der Konkurrenten und die DTB-Dummyvariable haben beide eine Erklärungskraft von über 50 Prozent und sind mit F-Werten von 29,5230 und 30,9417 zum 1%-Niveau statistisch signifikant. Iversen kommt zu dem Schluss, dass seine Hypothese bzgl. des Wettbewerbs bestätigt wird und sich der Spread mit zunehmendem Wettbewerb verringert. Zudem deutet er die Ergebnisse der DTB-Dummyregression dahingehend, dass die Spreads der Aktien, für die Optionen an der Deutschen Terminbörse gehandelt werden, geringer ausfallen als die Spreads der übrigen DAX-Werte.⁸⁴

Der Zusammenhang zwischen Spread und Risiko ist statistisch signifikant, allerdings fällt die Erklärungskraft des Risikos mit rund 16 Prozent gering aus. Die Schätzung der Regression mit dem Kurs als erklärende Variable führt zu keinem signifikanten Ergebnis. Es lässt sich somit kein Zusammenhang zwischen Spread und Kurs nachweisen.⁸⁵

Im Anschluss an die beschriebenen Einfachregressionen führt Iversen noch eine multiple Regression mit dem Spread als abhängige Variable und dem Umsatz, der DTB-Dummyvariable und der Anzahl der Konkurrenten als unabhängige Variablen durch. Dabei erhält er folgende Ergebnisse:

Unabhängige Variable	Koeffizient	standardisierter Koeffizient	t-Wert
Konstante	3,9953		
ln Umsatz	-0,4223	-0,1344	-6,7477
DTB-Dummy	0,1038	0,0705	0,777
Konkurrenten	-0,0297	-0,003	-1,4826

Tabelle 3.2.: Multiple Regression des Spreads auf Umsatz, DTB-Dummy und Anzahl der Konkurrenten nach Iversen (1993), S.198

Dabei beträgt die Erklärungskraft $R^2 = 0,85106$, der F-Wert $F = 49,5238$ und die Anzahl der Beobachtungen $n = 30$.

⁸²(Iversen, 1993, S. 167 ff.).

⁸³(Iversen, 1993, S.193).

⁸⁴In Iversens Datensatz wurden Optionen auf insgesamt 15 DAX-Aktien gehandelt.

⁸⁵(Iversen, 1993, S. 194 f.).

Iversen verweist darauf, dass bei dieser multiplen Regression keine besseren Schätzergebnisse als bei der linearen Einfachregression mit dem Umsatz als unabhängige Variable erzielt werden. Zudem liegt nur für die Umsatz-Variablen statistische Signifikanz vor, für die anderen beiden Variablen jedoch nicht. Iversen folgert, dass die Spreadunterschiede deutscher Aktien hauptsächlich durch die Determinante Handelsaktivität zu erklären sind.⁸⁶

Abschließend möchte Iversen noch klären, ob eine Aufnahme der Risikovariablen neben der Variable für die Handelsaktivität die Schätzung verbessert. Dazu wird eine multiple Regression mit diesen beiden Variablen als unabhängige Variablen und dem Spread als abhängige Variable durchgeführt und es ergibt sich folgendes Ergebnis:

Unabhängige Variable	Koeffizient	standardisierter Koeffizient	t-Wert
Konstante	3,8122		
ln Umsatz	-0,4475	-0,0938	-10,6442
ln Renditevarianz	-0,0365	-0,0208	-0,3199

Tabelle 3.3.: Multiple Regression des Spreads auf Umsatz und Renditevarianz nach Iversen (1993), S.200

Hier beträgt die Erklärungskraft $R^2 = 0,839$, der F-Wert $F = 70,3561$ und die Anzahl der Beobachtungen ist $n = 30$. Auch hier folgert Iversen, dass das Hinzufügen der Risikovariablen zu keiner Verbesserung des Ergebnisses im Vergleich zur linearen Einfachregression führt. Auch hier ist nur das Ergebnis für den Umsatz statistisch signifikant und das Ergebnis für die hinzugefügte Variable des Risikos nicht.

Insgesamt kommt Iversen zu dem Schluss, dass die Handelsaktivität, die durch den Umsatz abgebildet wird, die entscheidende Determinante des Spreads darstellt.⁸⁷

Spannenvergleich von MATIS und IBIS

Nachdem Iversen zu dem Schluss gekommen ist, dass der Umsatz die Hauptdeterminante des Spreads ist, wird auch für die IBIS-Daten der Monate April und Mai der Spread gegen den Umsatz regressiert. Zudem wird die Regression auch für die MATIS-Daten für den neuen Untersuchungszeitraum Februar bis Mai durchgeführt. Für beide Regressionen nutzt er die folgende Regressionsgleichung:

$$\ln(S_j) = \alpha + \beta \cdot \ln(U_j) + \epsilon_j. \quad (3.55)$$

Die IBIS-Daten liefern das folgende Ergebnis:

$$\widehat{\ln(S_j)} = 2,7852 - 0,3310 \cdot \widehat{\ln(U_j)} \quad (3.56)$$

mit einem $R^2 = 0,8159$ und einem t-Wert von $t = -11,14$.

Für die MATIS-Daten ergibt sich:

$$\widehat{\ln(S_j)} = 3,5072 - 0,4713 \cdot \widehat{\ln(U_j)} \quad (3.57)$$

mit einem $R^2 = 0,8381$ und einem t-Wert von $t = -12,04$.

Beide Regressionsergebnisse haben eine Erklärungskraft von über 80 Prozent und sind statistisch signifikant auf dem 1%-Niveau.

Iversen weist noch darauf hin, dass im relevanten Wertebereich des Umsatzes die Verläufe der beiden Regressionsgleichungen sehr ähnlich sind und sich nicht schneiden. Die MATIS-Spreads liegen überall unterhalb der IBIS-Spreads, was mit einer weiteren Regression validiert wird.⁸⁸

⁸⁶(Iversen, 1993, S. 198 f.).

⁸⁷(Iversen, 1993, S.199 ff.).

⁸⁸(Schmidt u. Iversen, 1991, S. 220).

3.9.2. Treske

Ebenfalls mit der Fragestellung nach den Einflussfaktoren des Spreads, welcher als Transaktionskosten des sofortigen Abschlusses interpretiert wird, befasst sich Treske in den Arbeiten Schmidt u. Treske (1996) und Treske (1996). Wie auch schon Iversen zuvor geht Treske bei den Kosten des sofortigen Abschlusses von einer Aufteilung in die Komponenten Geschäftsabwicklungskosten, Bestandhaltungskosten und Informationsrisikokosten aus und betrachtet diese näher. Seine Fragestellung weitet Treske zudem auf die Veränderungen des Spreads im Tagesverlauf und im Wochenverlauf aus. Hier soll allerdings nur Treskes Grundfragestellung und die dazugehörige Untersuchung illustriert werden.

Für seine empirische Untersuchung nutzt Treske DAX-Daten vom elektronischen Handelssystem IBIS.⁸⁹ Es werden Intraday-Daten für den Zeitraum Februar bis September 1992 genutzt mit insgesamt 1.302.702 Datensätzen, welche sich zusammensetzen aus Transaktionen und dem Einstellen, Ändern oder Löschen von Bid- oder Askgeboten. Nach einer Überprüfung auf Fehler und der Löschung von fehlerhaften Datensätzen verbleiben für die Untersuchung noch 433.995 Bidkurse, 422.982 Askkurse, 122.269 Käufe und 116.756 Verkäufe.⁹⁰

Da im beschriebenen Datensatz keine Spreads vorzufinden sind, wird der Spread zunächst von Treske mithilfe eines Autokovarianzmodells geschätzt.⁹¹ Bei der Frage nach möglichen exogenen Einflussfaktoren des Spreads beruft sich Treske auf schon vorangegangene Arbeiten wie z.B. Iversen (1993), in denen gezeigt wurde, dass der Spread einer Aktie von der Handelsaktivität abhängt und dass ein mögliches Maß dafür der Wertumsatz ist, welcher die umgesetzte Geldmenge einer Aktie darstellt.⁹²

Um den Zusammenhang zwischen Spread und Umsatz zu untersuchen, stellt Treske die folgende logarithmierte Regressionsgleichung auf:

$$\ln(s_M) = \alpha + \beta \cdot \ln(U) + \epsilon, \quad (3.58)$$

wobei s_M für den Spread und U für den Umsatz steht. Aus der in der Arbeit Treske (1996) beigefügten Grafik und den dort im Anhang beigefügten Tabellen geht hervor, dass die Regression über die Menge aller DAX-Unternehmen mit zeitlichen Durchschnittswerten des Spreads und des Umsatzes durchgeführt wurde.

Abbildung II.1: Marktspannen in Abhängigkeit vom Umsatz

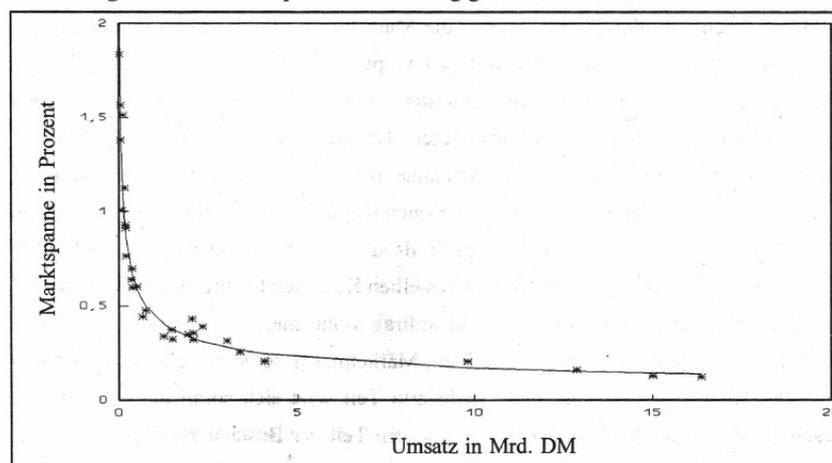


Abbildung 3.1.: Zusammenhang zwischen Spread und Umsatz nach Treske (1996), S. 99

⁸⁹IBIS steht für das Integrierte Börsenhandels- und Informationssystem, welches seit dem 5. April 1991 als elektronisches Handelssystem arbeitete und ein Vorläufer der XETRA war.

⁹⁰(Schmidt u. Treske, 1996, S. 1034) und (Treske, 1996, S. 93).

⁹¹Einzelheiten zum Autokovarianzmodell sind bei Treske (1996), S.94 ff., zu finden.

⁹²(Treske, 1996, S. 94 ff.) und (Schmidt u. Treske, 1996, S. 1035).

Die Schätzung ergibt

$$\widehat{\ln(s_M)} = -0,8106 - 0,4144 \cdot \widehat{\ln(U)}. \quad (3.59)$$

Der Zusammenhang ist mit einem t-Wert von 27,53 hochsignifikant und verfügt zudem über ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,9644$. Daraus lässt sich schließen, dass sich der Umsatz eignet, fast die Gesamtheit aller Spreadunterschiede zu erklären. Somit verfügen die umsatzstärksten DAX-Unternehmen über die kleinsten Spreads und die etwas umsatzschwächeren Unternehmen über höhere Spreads.⁹³

Auf weitere mögliche exogene Einflussfaktoren geht Treske nicht weiter ein. Stattdessen betrachtet er u. a. den Einfluss des Spreads auf die Autokovarianzen der Kursrenditen, auf welchen hier nicht genauer eingegangen werden soll.

In einem weiteren Schritt möchte Treske schätzen, wie groß der Anteil des Spreads an den Informationsrisikokosten, Bestandhalterkosten und den Geschäftsabwicklungskosten ist. Dabei stellt sich dem Leser die Frage, wieso nicht geschätzt wird, zu welchem Anteil die drei Kostenarten den Spread bilden, der sich laut Annahme aus diesen zusammensetzt.

Für den Anteil an den Informationsrisikokosten a_I verwendet Treske die folgende Regressionsgleichung:

$$a_I = \alpha + \beta \cdot \ln(s_M) + \epsilon \quad (3.60)$$

und erhält das folgende Schätzergebnis:

$$\widehat{a_I} = 0,6774 + 0,2633 \cdot \widehat{\ln(s_M)}. \quad (3.61)$$

Mit einem t-Wert von 8,97 hat das Schätzergebnis eine hohe statistische Signifikanz. Das R^2 liegt bei 0,7418. Treske geht noch darauf ein, dass für die von ihm betrachteten Daten folgendes zu beobachten ist: Bei den DAX-Unternehmen mit hohem Umsatz sind nur geringe Einflüsse der Informationsrisikokosten auf den Spread zu verzeichnen. Mit abnehmendem Umsatz nimmt diese Einflusskomponente jedoch zu. Bei den 15 umsatzschwächsten DAX-Unternehmen machen die Informationsrisiken schon zwei Drittel des Spreads aus.⁹⁴

Für den Anteil an den Bestandhalterkosten a_B verwendet Treske folgende Regressionsgleichung:

$$a_B = \alpha + \beta \cdot \ln(s_M) + \epsilon \quad (3.62)$$

und erhält hier das folgende Schätzergebnis:

$$\widehat{a_B} = 0,4007 - 0,0714 \cdot \widehat{\ln(s_M)}. \quad (3.63)$$

Der Zusammenhang erweist sich mit einem t-Wert von 4,30 als statistisch signifikant, besitzt allerdings mit einem Bestimmtheitsmaß R^2 von 0,3976 keine hohe Erklärungskraft.

Treske vermutet, dass die jeweilige Höhe der Bestandhalterkosten vom Transaktionsumfang beeinflusst wird, mit dem der Marketmaker zu rechnen hat. In der folgenden Abbildung sind die durchschnittlichen Transaktionsgrößen der jeweiligen DAX-Aktien aus Treskes Datensatz zu sehen:

⁹³(Treske, 1996, S. 99 f.).

⁹⁴(Treske, 1996, S. 110 ff.).

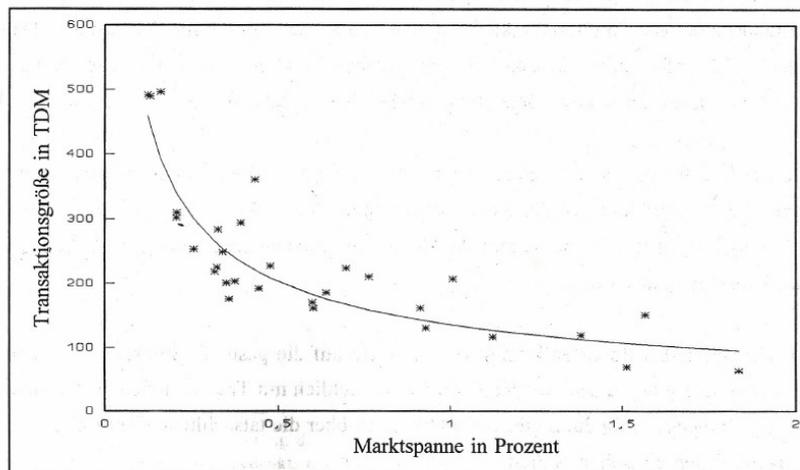
Abbildung II.14: Durchschnittliche Transaktionsgrößen in Abhängigkeit von der Marktspanne

Abbildung 3.2.: Zusammenhang zwischen Transaktionsgröße und Spread nach Treske (1996), S. 116

Zu sehen ist, dass die Transaktionsgrößen mit steigendem Umsatz und somit mit kleiner werdendem Spread (in Treskes Grafik: Marktspanne) zunehmen. Um diesen Zusammenhang zu überprüfen führt Treske folgende Regression für die Transaktionsgröße T durch:

$$\ln(T) = \alpha + \beta \cdot \ln(s_M) + \epsilon \quad (3.64)$$

und erhält folgendes Ergebnis:

$$\widehat{\ln(T)} = 4,9137 - 0,5818 \cdot \widehat{\ln(s_M)}. \quad (3.65)$$

Mit einem t-Wert von 9,76 hat das Schätzergebnis eine hohe statistische Signifikanz und das Bestimmtheitsmaß R^2 liegt bei 0,7727.⁹⁵

Schließlich wird für den Anteil an den Geschäftsabwicklungskosten a_G die folgende Regressionsgleichung geschätzt:

$$a_G = \alpha + \beta \cdot \ln(s_M) + \epsilon. \quad (3.66)$$

Treske erhält das folgende Schätzergebnis:

$$\widehat{a_G} = -0,0780 - 0,1920 \cdot \widehat{\ln(s_M)}. \quad (3.67)$$

Mit einem t-Wert von 9,53 ist dieser Zusammenhang hoch signifikant und besitzt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,7644$.⁹⁶

Treske betrachtet abschließend noch die Zusammensetzung des Spreads aus den Anteilen Informationsrisikokosten, Bestandhaltekosten und Geschäftsabwicklungskosten. Dazu unterteilt er die Gruppe der DAX-Unternehmen in drei Untergruppen: Die erste Gruppe besteht aus den sechs umsatzstärksten Unternehmen, die zweite aus den 9 mittleren Unternehmen und die dritte aus den 15 umsatzschwächsten Unternehmen. Für diese Gruppenbildung erscheinen die Ergebnisse der einzelnen Aktien recht homogen. Es werden folgende Ergebnisse für den Gesamtumsatz aller Aktien einer Gruppe und die Anteile der Komponenten erzielt:⁹⁷

⁹⁵(Treske, 1996, S. 112 ff.) und (Schmidt u. Treske, 1996, S. 1039 f.).

⁹⁶(Treske, 1996, S. 117 ff.) und (Schmidt u. Treske, 1996, S. 1041 f.).

⁹⁷(Treske, 1996, S. 120).

Gruppe	Gesamtumsatz in Mrd. DM	Anteil der Geschäftsabwicklungs- kosten	Anteil der Bestandhalte- kosten	Anteil der Informations- risikokosten
umsatzstärkste DAX-Unternehmen	61,5	0,28	0,58	0,14
mittlere DAX-Unternehmen	17,7	0,16	0,45	0,38
umsatzschwächste DAX-Unternehmen	4,1	-0,05	0,41	0,64
gesamt	83,3	0,23	0,55	0,22

Tabelle 3.4.: Ergebnisse der drei Aktiengruppen nach Schmidt u. Treske (1996), S. 1043

Betrachtet man Treskes Ergebnisse, erkennt man zum einen, dass sich die Zusammensetzung des Spreads mit der Umsatzstärke der Unternehmen ändert. Besteht der Spread der umsatzstärksten Unternehmen noch zu 58 Prozent aus Bestandhaltekosten, so nimmt dieser Anteil mit der Umsatzstärke ab. In der Gruppe der umsatzschwächsten Unternehmen beträgt er nur noch 41 Prozent. Dafür nimmt der Anteil der Informationskosten mit fallendem Umsatz zu: Der Anteil steigt von 14 Prozent bei den umsatzstärksten Unternehmen über 38 Prozent bei den mittleren bis hin zu 64 Prozent bei den umsatzschwächsten Unternehmen. Aufgrund ihrer niedrigen Werte spielen die Geschäftsabwicklungskosten überall eine eher untergeordnete Rolle und fallen mit dem Umsatz (von 28 Prozent bis hin zu -0,05 Prozent). Dabei ist nicht ersichtlich, wieso in Treskes Auswertung negative Kosten bei umsatzschwachen Unternehmen entstehen. Dies wird nicht hinreichend erklärt.

Zum anderen kann man aus Treskes Ergebnissen die umsatzgewichteten Anteile der Kostenarten am Spread ablesen. Demnach setzt sich der Spread der DAX-Titel zu 55 Prozent aus Bestandhaltekosten, zu 22 Prozent aus Informationsrisikokosten und zu 23 Prozent aus Geschäftsabwicklungskosten zusammen, womit den Bestandhaltekosten die größte Bedeutung beigemessen werden kann.

4. Eine empirische Untersuchung zum Spread der DAX-30-Werte

4.1. Forschungsfrage

Nachdem man sich einen Überblick über die bestehende Literatur verschafft hat, sieht man sofort, dass eine große Anzahl an möglichen Einflussfaktoren zu existieren scheint, die den Spread und somit auch die Höhe der Transaktionskosten und der Liquidität beeinflussen. In dieser Arbeit soll folgende Forschungsfrage untersucht werden:

Welche der hier betrachteten Einflussfaktoren haben einen wirklich messbaren Einfluss auf den Spread?

Dabei werden sowohl viele bereits in der Literatur vorgeschlagenen als auch einige neue mögliche Einflussfaktoren betrachtet.

4.2. Datenbasis

Die hier verwendeten Daten aus dem Jahr 2003 stammen von der Dissertation Gärtner (2007) von Christian Gärtner (zunächst dem Lehrstuhl Gehrke angehörig), die dann durch einen Lehrstuhlinhaberwechsel an Prof. Löffler übergingen. Die im Folgenden dargestellte Generierung des Xetra-Datensatzes von 2003 (inkl. Anhang über fehlende Datensätze), Bereinigung des Datensatzes, Limitierung des Datensatzes und allgemeine Charakterisierung des Datensatzes sind ebenfalls der Dissertation Gärtner (2007) entnommen, da für diese Arbeit mit dem dort beschriebenen, schon bereinigten Datensatz gearbeitet wurde.

Die verwendeten Daten aus dem Jahr 2007 wurden direkt von der Deutschen Börse bezogen und die genutzten Daten von 2013/2014 wurden mithilfe der Datenbank *Bloomberg* gezogen.

Die ASX-Daten der S&P/ASX-20-Aktien von 2003 wurden mithilfe der SIRCA-Datenbank an der Queensland University of Technology gezogen.

4.2.1. Der elektronische Börsenplatz Xetra

Für die Analysen in dieser Arbeit werden hauptsächlich Xetra-Daten genutzt. Aus diesem Grund folgt nun eine Beschreibung der grundlegenden Handelsmechanismen der Xetra entsprechend der Xetra-Veröffentlichung Deutsche Börse AG (2004c). Diese bleiben im Verlauf der Jahre erhalten und sind für alle betrachteten Xetra-Datensätze relevant (vergleiche dazu z.B. auch Deutsche Börse AG (2013)).¹

Xetra ist die vollelektronische Handelsplattform der Deutsche Börse AG für Aktien, Exchange Traded Funds, Zertifikate, Optionsscheine, Bonds und Bezugsrechte. Sie wurde im November 1997 eingeführt mit dem Ziel einen transparenten, effizienten und vollelektronischen Handel an der Frankfurter Wertpapierbörse zu ermöglichen.²

¹Es wird hier die Veröffentlichung Deutsche Börse AG (2004c) aus dem Jahr 2004 genutzt, da das eigentlich relevante Dokument *Xetra Release 6.0* aus dem Jahr 2001 bei der Deutschen Börse nicht mehr hinterlegt ist.

²(Deutsche Börse AG, 2004c, S. 4).

Grundlagen des Xetra-Aktienhandels

Für den Aktienhandel an der Xetra gelten u.a. die folgenden Grundprinzipien:

- Der Aktienhandel ist ordergetrieben. Zwei der verfügbaren Ordertypen sind die Market Order und Limit Order.
- Ein Wertpapier kann fortlaufend oder nur in Auktionen gehandelt werden.
- Der fortlaufende Handel beginnt mit einer Eröffnungsauktion, kann durch eine oder mehrere untertägige Auktionen unterbrochen werden und endet entweder mit einer Schlussauktion oder einer Tagesend-Auktion. Endet der fortlaufende Handel mit einer Tagesend-Auktion, wird in einer untertägigen Schlussauktion ein untertägiger Bewertungspreis ermittelt. Der fortlaufende Handel beginnt wieder nach Beendigung dieser untertägigen Schlussauktion.
- Es können alle Ordergrößen auf Xetra gehandelt werden.
- Die Ausführung der Order erfolgt nach Preis-/Zeitpriorität, d. h. bei Eintreffen einer Market Order werden zuerst die besten Preise ausgeübt und bei mehreren preisgleichen Limit Orders die jeweils schon am längsten gespeicherte Order.³

Zudem können Wertpapiere von einem *Designated Sponsor* betreut werden, dessen Aufgabe die Bereitstellung von Zusatzliquidität darstellt. Als Designated Sponsor agieren Banken oder Wertpapierhandelshäuser, die durch Kauf- und Verkaufangebote die Liquidität und somit auch die Preisqualität in den betreuten Aktien garantieren. Die Betreuungsnotwendigkeit hängt von der Liquidität eines Wertes ab. Weist eine Aktie nicht das erforderliche Maß an Liquidität auf, ist für die Aufnahme in den fortlaufenden Handel die Betreuung durch mindestens einen Designated Sponsor erforderlich. Alle ausreichend liquide Aktien (nach dem Liquiditätsmaß XLM) sind von dieser Regel ausgeschlossen.⁴

Handelsphasen

Der Handel findet ganztägig von 9:00 bis 17:30 statt und beginnt mit der Vorhandelsphase, geht über in die Haupthandelsphase und schließt mit der Nachhandelsphase ab. Zwischen Nachhandel und Vorhandel steht das System nicht zur Verfügung.

In der Vorhandelsphase können Order gesetzt, geändert oder gelöscht werden. Das Orderbuch ist noch geschlossen und es finden keine Transaktionen statt. In der Haupthandelsphase findet nun der eigentliche Handel statt, wobei Xetra die folgende Handelsmodelle unterstützt:

- fortlaufender Handel in Verbindung mit Auktionen
- eine oder mehrere Auktionen pro Tag zu festgelegten Zeitpunkten.

In der Nachhandelsphase können Order eingegeben sowie bestehende Order geändert oder gelöscht werden. Neu eingegebene Order finden in der entsprechenden Handelsform am nachfolgenden Handelstag Berücksichtigung. Außerdem kann in der Nachhandelsphase eine Bearbeitung der abgeschlossenen Geschäfte erfolgen.⁵

Da die in dieser Arbeit verwendeten Xetra-Daten aus dem *fortlaufenden Handel in Verbindung mit Auktionen* entnommen sind, wird dieses Handelsmodell nun näher erläutert:

Der Handel beginnt mit einer Eröffnungsauktion. Nach dem Abschluss der Eröffnungsauktion wird der fortlaufende Handel aufgenommen. Dieser kann durch eine oder mehrere untertägige Auktionen

³(Deutsche Börse AG, 2004c, S. 5).

⁴(Deutsche Börse AG, 2004c, S. 9).

⁵(Deutsche Börse AG, 2004c, S. 15 ff.).

unterbrochen werden. Nachdem der fortlaufende Handel beendet ist, wird eine Schlussauktion durchgeführt.

Die Auktion setzt sich aus der Aufrufphase, der Preisermittlungsphase und der Marktausgleichsphase zusammen. In der Aufrufphase bleibt das Orderbuch teilweise geschlossen, aber es werden permanent Informationen über die jeweils aktuelle Ordersituation veröffentlicht. Es können nun Order eingegeben, gelöscht oder geändert werden. In der Preisermittlungsphase wird nun für jede Aktie ein Auktionspreis bestimmt. Die Preisermittlung erfolgt nach dem Meistausführungsprinzip, d.h. es wird der Kurs gewählt, zu dem der größte Umsatz erzielt werden kann und bei dem der geringste Angebots- und Nachfrageüberhang entsteht. Nicht ausgeführte Order werden in die nächste mögliche Handelsform übernommen, d.h. in der Regel werden sie für den sich anschließenden fortlaufenden Handel ins Orderbuch gesetzt.

Im fortlaufenden Handel ist das Orderbuch offen, so dass die Limiten, die jeweiligen kumulierten Ordervolumina und die Anzahl der Order pro Limit angezeigt werden. Jede neu eintreffende Market oder Limit Order wird sofort auf Ausführbarkeit mit Ordnern auf der gegenüberliegenden Orderseite überprüft. Nicht ausgeführte oder lediglich teilausgeführte Order werden in das Orderbuch eingestellt. Die Ausführung der Order erfolgt immer nach Preis-/Zeitpriorität.⁶

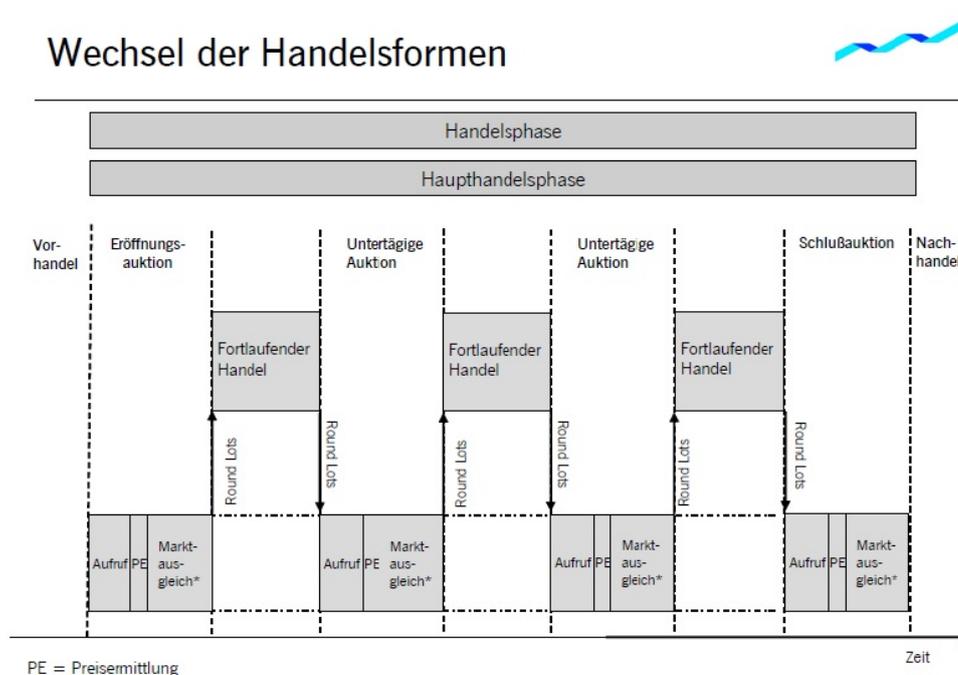


Abbildung 4.1.: Wechsel der Handelsformen nach Deutsche Börse AG (2004c), S. 19

4.2.2. Der elektronische Handelsplatz ASX

Die Australian Securities Exchange (kurz ASX) ist Australiens größte Wertpapierbörse. Sie wurde am 1. April 1987 zunächst als Australian Stock Exchange Limited durch den Zusammenschluss von sechs unabhängigen Börsen gegründet und nach strukturellen Veränderungen im Jahr 2006 in Australian Securities Exchange umbenannt. Seit dem 1. August 2010 heißt sie ASX Group.⁷

Die Börse arbeitete zunächst mit einem Präsenzhandel und der elektronischen Handelsplattform Stock Exchange Automated Trading System (SEATS), die seit dem 19. Oktober 1987 aktiv war.⁸ Im

⁶(Deutsche Börse AG, 2004c, S. 19 ff.).

⁷ASX Group (2017).

⁸(Vogel, 2008, S.69).

Jahr 2006 wurde SEATS eingestellt und zunächst das Handelssystem ITS implementiert. Schlussendlich wurde im Jahr 2010 die Handelsplattform ATX Trade eröffnet, die mehrere Orderbücher bietet und bis heute genutzt wird.⁹ Mögliche Ordertypen sind neben Limit Orders und Market Orders noch Best Limit Order¹⁰, Iceberg Order¹¹ und Undisclosed Order^{12, 13}.

Der fortlaufende Handel findet wochentags zwischen 10 und 16 Uhr statt, wobei um 10 Uhr mit einer Eröffnungsauktion begonnen und zwischen 16:10 und 16:12 mit einer Schlussauktion geschlossen wird.¹⁴

4.2.3. Generierung des Xetra-Datensatzes der Dax-30-Aktien von 2003 nach Gärtner

Im Zeitraum vom 1. Januar 2003 bis 31. Dezember 2003 fand an 253 Tagen in Xetra ein Handel für die DAX-Titel statt. Dort konzentriert sich deren Liquidität, weshalb die Umsätze an der Parkettbörse nicht berücksichtigt werden. Alternative Handelssysteme wie z.B. Instinet oder SelectNet haben sich bisher in Deutschland noch nicht etabliert. Die Daten wurden zwischen 9:00 Uhr und 20:00 Uhr gespeichert¹⁵. Die Datenquelle ist Reuters. Die Aufzeichnung der Kurse fand im Rahmen der Kursversorgung für die Union Investment statt. Dazu wurde in Visual Basic ein Programm geschrieben, welches direkt auf den Reuters Datenstrom aufsetzt. Für die vorliegende Untersuchung wurden insgesamt 105.800.713 Datensätze gespeichert. Das Datenvolumen umfasst ca. 82 Giga Byte¹⁶ (GB) und entsprechend 18.504.748 Transaktionen und 87.295.965 Gebotsveränderungen. Aufgrund technischer Probleme konnten in 2003 für ca. 47,5 Handelsstunden keine Datensätze gespeichert werden. Diese sind im Anhang A.5 *Fehlende Datensätze nach Gärtner* im Detail dargestellt. Für den Untersuchungszeitraum Januar bis Dezember 2003 konnte 98,23% der Handelszeit erfasst werden.

Zu jedem Zeitpunkt, in dem sich eine Veränderung des Orderbuchs ergab, wurde ein Datensatz abgespeichert, der die 10 besten Geld- und Briefkurse, ihr zugehöriges Volumen und den letzten Transaktionskurs mit dem gehandelten Volumen enthält. Weiterhin wurden jeweils der Reuters Code der Aktie, das Datum sowie die Zeit sekundengenau erfasst. Um eine exakte Bestimmung der Reihenfolge vornehmen zu können, wurde für jeden abgespeicherten Datensatz eine fortlaufende Nummer, die Identification (ID), vergeben, so dass auch bei mehreren vorliegenden Datensätzen innerhalb einer Sekunde die Abfolge der Ereignisse eindeutig festgehalten ist. Wenn es sich bei dem vorliegenden Datensatz um eine Gebotsänderung handelte, wurde sie digital mit dem Wert null, andernfalls eine Transaktion mit dem Wert eins versehen. Zur Überprüfung, ob Fehler in der Datenübertragung oder Kursversorgung vorliegen, wurde eine digital definierte Error-Variable mitgeführt.

Die Umstellung von Winterzeit auf Sommerzeit erfolgte für das Xetra am Sonntag, den 30. März 2003. In den USA, von deren lokaler Handelseröffnung um 15:30 Uhr mitteleuropäischer Zeit eine Beeinflussung der Liquidität der DAX-Aktien ausgeht, wurde die Umstellung am Sonntag, den 6. April vollzogen.^{17 18}

⁹ASX Group (2017).

¹⁰Diese Order wird ohne Preis gesetzt und nimmt stattdessen den besten Preis im Buch an.

¹¹Diese Order wird gesetzt und nur ein Teil von ihr ist jeweils im Orderbuch sichtbar. Nach Ausführung dieses Anteils wird der nächste Teil sichtbar.

¹²Diese Order ist nur mit ihrem Limitpreis, nicht aber mit ihrem Volumen im Orderbuch sichtbar.

¹³ASX Group (2018b).

¹⁴ASX Group (2018a).

¹⁵Durch die Verkürzung der Xetra-Handelszeiten wurden ab dem 3. November 2003 die Daten bis Xetra-Schluss um 17:30 erfasst, woraus pro Börsentag 8,5 Handelsstunden resultieren.

¹⁶Der Originaldatensatz von Gärtner umfasst mehrere Indizes, darunter auch den DAX. Für diese Arbeit stand nur der Teildatensatz des DAX zur Verfügung, der einen Umfang von 35 GB hat.

¹⁷Der Wechsel von Sommer- auf Winterzeit erfolgt in Europa und den USA synchron, am letzten Wochenende im Oktober, in 2003 am 26. Oktober.

¹⁸(Gärtner, 2007, S. 134 ff.).

ID	Name	Gebots- änderung / Trans- aktion	letzter Trans- aktions- kurs	letztes Handels- volumen	Best Bid 1	Best Bid 2	..	Best Ask 1	Best Ask 2	..	Best Bid Size 1	Best Bid Size 2	..	Best Ask Size 1	Best Ask Size 2	..	Error	Date	Time
280	DTEGn.DE	0	12,42	13232	12,4	12,4		12,4	12,5		10141	5836		2000	2527		0	27.1.03	09:00:30
290	DTEGn.DE	0	12,42	13232	12,4	12,4		12,4	12,5		10141	5836		2000	2527		0	27.1.03	09:00:31
291	DTEGn.DE	0	12,42	13232	12,4	12,4		12,4	12,5		10141	10836		2000	2527		0	27.1.03	09:00:31
304	DTEGn.DE	0	12,42	13232	12,4	12,4		12,4	12,5		10141	10836		2000	2527		0	27.1.03	09:00:33
316	DTEGn.DE	1	12,4	86	12,4	12,4		12,4	12,5		10141	10836		2000	2527		0	27.1.03	09:00:34
.

Tabelle 4.1.: Aufbau des Datensatzes nach Gärtner (2007), S. 135

Bereinigung der Datenbasis nach Gärtner

Alle Daten wurden intensiven und wiederholten Kontrollen unterzogen. Aufgrund des Ausmaßes der Volumina konnte dies nicht mehr grafisch oder durch visuelle Begutachtung erfolgen. Hierfür wurden spezielle Programmroutinen in Visual Basic erstellt. Die beim originären Generieren pro Datensatz fortlaufend vergebene Datensatznummerierung, die Identification (ID), wurde überprüft. Eine chronologische Abfolge von aufsteigender Datensatznummerierung und der entsprechenden, mitgeführten Uhrzeit liegt vor. Zur Eröffnung des Handels sind nicht sofort und zeitgleich auf jeder Seite des Orderbuchs 10 Gebote vorhanden. Zuerst wird vom System die Ask-Seite gefüllt und anschließend die Bid-Seite. Aus diesem Grund erfolgt eine solche Bereinigung der Datenbasis, dass erst dann Datensätze für alle folgenden Berechnungen herangezogen wurden, wenn gleichzeitig 10 Geld- und 10 Briefkurse im Orderbuch vorliegen. Im Anschluss an die Eröffnungsauktion ist dies i.d.R. spätestens nach wenigen Sekunden der Fall. Aufgrund des Aufbaus des Xetra-Orderbuchs können keine Ausreißer bei den Geboten in den Orderbüchern entstehen. Eine Überprüfung auf „Löcher“ im Orderbuch bestätigt, dass keine limitierten Gebote auftreten, die mehr als 2% von einem der benachbarten Limits entfernt liegen. Ausreißer bei Transaktionen könnten nur dann vorkommen, wenn ein „zu hohes Kaufgebot“, welches einem unlimitierten Kauf entspricht, mehrere Limits oder sogar die ganze Orderbuchseite der Verkaufslimits abräumt und somit zu einer außerordentlichen Kurssteigerung führt. Analog würde ein „zu niedrig limitiertes“ Verkaufsgebot wie ein unlimitierter Verkaufsauftrag wirken und das entsprechend limitierte Kaufvolumen auf der Geldseite bedienen. Die Testroutinen, die nach prozentualen Ausreißern der Gebote suchen, haben keine Fehleingaben oder fehlerhaft gespeicherte Datensätze identifiziert. Durch die Error-Variable, die für jeden gespeicherten Datensatz angibt, ob eine technisch einwandfreie Datenerfassung und Speicherung erfolgte, wurden insgesamt 14 Datensätze eliminiert. Es sind keine doppelt erfassten Daten vorhanden.¹⁹

Limitierung des Datensatzes nach Gärtner

Gärtner führt noch folgende Limitierungen des Datensatzes an:

- Stornos wegen Fehleingaben und Orderstreichungen werden nicht gespeichert, sondern können nur insoweit identifiziert werden, als dass sie durch Veränderungen im Orderbuch erscheinen. Hierüber kann keine eindeutige Aussage getroffen werden, da eine Änderung eines erteilten Limits dann nicht mehr nachvollzogen werden kann, wenn es nicht mehr an einer der ersten 10 Stellen im Orderbuch steht.
- Die Marktteilnehmer, die Order aufgeben, können nicht identifiziert werden. Dadurch ist nicht festzustellen, ob es sich um das Eigengeschäft eines Brokers oder um Kundenaufträge handelt. Sollte ein Anleger beispielsweise dynamische Strategien für die Orderplazierung anwenden, wie das Splitten von großen Aufträgen, so ist dies anhand der Daten nicht erkennbar.

¹⁹(Gärtner, 2007, S. 136).

- Der Zeitpunkt, zu dem ein Auftrag aufgegeben wurde, kann nur dann erfasst werden, wenn dieser unlimitiert erteilt wird oder im Limitorderbuch innerhalb der jeweils gerade vorherrschenden 10 besten Gebote plazierte wird. Die zeitliche Gültigkeit von Order steht nicht zur Verfügung.
- Für Iceberg-Order werden das sichtbare Spitzenvolumen sowie die Transaktionen, die aus ihnen resultieren, gespeichert. Das gesamte Volumen des ursprünglichen Auftrags ist nicht sichtbar, sondern nur die Teilvolumina.
- Bei Änderungen in der Kapitalisierung, wie z.B. bei der Allianz, wird das Orderbuch, das von der Deutschen Börse zur Verfügung gestellt wird, übernommen. Die Deutsche Börse bereinigt das Orderbuch derart, dass es für die Datenerfassung und Untersuchung sinnvoll genutzt werden kann.²⁰ „Im Falle von Dividendenzahlungen bei ausländischen Aktien und Kapitalmaßnahmen (z.B. ex Bezugsrecht) werden alle vorliegenden Order durch die Börse automatisch gelöscht. Bei Dividendenzahlungen inländischer Aktien erfolgt prinzipiell keine Anpassung des Orderbestandes durch die Börse.“²¹

Allgemeine Charakterisierung des Datensatzes nach Gärtner

Es folgt die Schilderung von wesentlichen Kennzahlen des gespeicherten und analysierten Datensatzes. Um bei Einzeltiteln keinen Strukturbruch zu erhalten, werden nur die 28 DAX-Titel untersucht, die im gesamten Kalenderjahr 2003 Indexmitglieder waren. Im März 2003 wurde Epcos aus dem Index entfernt und die Deutsche Börse aufgenommen.²² Im September kam im Austausch für MLP als neues Mitglied Continental in den Index. Aufgrund nachgewiesener Kursreaktionen und Liquiditätsveränderungen werden alle vier Titel nicht berücksichtigt.

Aufgrund der hohen Qualität der Daten, die neben den Transaktionen auch die 10 besten Gebote umfassen, als auch aufgrund des Umfangs von ca. 106 Mio. Datensätzen muss bei der Charakterisierung des Datensatzes eine Einschränkung erfolgen. Es werden nur Statistiken dargestellt, die notwendig sind, um einen ersten Überblick über das Datenmaterial sicher zu stellen. Die Tabelle 4.2 gibt einen Überblick über die Datenbank hinsichtlich Anzahl der Datensätze, Umsatz, Transaktionshäufigkeit und Gebotsveränderungen.

Im Untersuchungszeitraum 2003 liegen ca. 106 Mio. Datensätze vor. Als Durchschnitt ergibt sich für die 28 Titel ein Wert von ca. 3,8 Mio. Datensätzen pro Jahr. Daraus resultieren durchschnittlich pro Tag 73.283 Transaktionen und 345.727 Orderbuchveränderungen. Das Maximum der Datensätze liegt bei Allianz mit mehr als 6,8 Mio. Datensätzen vor, gefolgt von Siemens mit ca. 6,2 Mio. Datensätzen. Im Vergleich dazu hat Fresenius Medical Care mit ca. 2,2 Mio. Datensätzen lediglich ca. 1/3 dieses Wertes. In 2003 wurde ein Gesamtumsatz von ca. 649 Mrd. Euro getätigt - als Durchschnitt für die 28 Titel ergibt sich ein Wert von ca. 23 Mrd. Euro. Allianz, Deutsche Telekom und Siemens erzielten in 2003 mit Werten zwischen ca. 67 bis 69 Mrd. Euro den höchsten Umsatz. Die umsatzschwächsten Werte lagen zwischen ca. 3,5 und 4,2 Mrd. Euro pro Jahr. Dies sind Fresenius Medical Care, Henkel, Linde, MAN und TUI. Pro Tag resultiert für die genannten umsatzstarken Werte ein Volumen von ca. 260 bis 270 Mio. Euro und für die aufgeführten illiquideren Titel von ca. 14 bis 17 Mio. Euro.

Der durchschnittliche Umsatz pro Transaktion ist mit ca. 55.000 Euro bei der Deutschen Telekom am höchsten. Weiterhin sehr hohe Umsätze pro Einzeltransaktion weisen mit jeweils ca. 50.000 Euro Siemens und die Deutsche Bank auf. Die niedrigsten Volumina entsprechen mit Umsatzgrößen von weniger als 15.000 Euro pro Geschäft (Fresenius Medical Care, MAN und TUI). Der Durchschnitt über alle Titel ergibt einen Umsatz von 28.804 Euro pro Transaktion. Die höchste Anzahl der Transaktionen hat Allianz mit einem Wert von ca. 1,7 Mio. in 2003. Henkel hingegen kommt lediglich auf ca. 0,22 Mio. Transaktionen und somit auf ca. 13% vom Volumen der Allianz. Die höchste Aktivität im Orderbuch

²⁰(Gärtner, 2007, S. 137 f.).

²¹(Deutsche Börse AG, 1999, S. 26) und (Gärtner, 2007, S. 138).

²²Hier liegt bei Gärtner ein Fehler vor: Die Deutsche Börse wurde im Austausch für Epcos bereits im Dezember 2002 in den DAX aufgenommen (siehe Deutsche Börse AG (2004a), S. 4).

Unternehmen	Anzahl der Datensätze	Umsatz im Kalenderjahr (Euro)	Durchschnittlicher Umsatz pro Transaktion (Euro)	Durchschnittlicher Umsatz pro Handelstag (Euro)	Anzahl Transaktionen	Anzahl Gebotsveränderungen	Verhältnis Gebotsveränderungen/Transaktionen
ADS	2.629.808	7.065.739.567	24.499	27.983.127	288.405	2.341.403	8,12
ALT	2.533.436	6.848.712.003	19.747	27.123.612	346.816	2.186.620	6,30
ALV	6.849.723	66.881.353.570	39.279	264.876.648	1.702.731	5.146.992	3,02
BASF	4.688.001	29.044.542.302	36.723	115.027.890	790.908	3.897.093	4,93
BAY	4.274.547	21.338.311.539	26.643	84.508.165	800.907	3.473.640	4,34
BMW	3.943.523	18.145.584.145	30.277	71.863.700	599.312	3.344.211	5,58
CBK	2.877.115	10.137.534.758	23.100	40.148.653	438.846	2.438.269	5,56
DBK	5.684.055	57.842.327.343	50.409	229.078.524	1.147.458	4.536.597	3,95
DCX	5.557.118	40.920.581.101	36.181	162.061.707	1.130.995	4.426.123	3,91
DPW	2.367.215	5.652.859.731	18.502	22.387.563	305.519	2.061.696	6,75
DTE	5.252.196	67.184.435.716	55.558	266.076.973	1.209.256	4.042.940	3,34
EOA	4.903.474	34.150.187.905	41.425	135.248.269	824.394	4.079.080	4,95
FME	2.159.595	3.646.262.737	14.783	14.440.645	246.650	1.912.945	7,76
HEN	2.534.472	4.186.998.807	18.858	16.582.173	222.027	2.312.445	10,42
HVM	3.169.986	12.617.708.818	22.128	49.971.124	570.221	2.599.765	4,56
IFX	3.490.401	22.331.868.611	27.732	88.443.044	805.280	2.685.121	3,33
LHA	2.408.619	6.416.607.905	18.751	25.412.309	342.192	2.066.427	6,04
LIN	2.551.979	3.911.216.917	16.052	15.489.968	243.654	2.308.325	9,47
MAN	2.226.263	3.597.115.609	14.625	14.246.002	245.959	1.980.304	8,05
MEO	2.626.820	7.445.438.360	21.433	29.486.885	347.376	2.279.444	6,56
MUV	5.711.757	49.470.754.955	40.450	195.923.782	1.222.999	4.488.758	3,67
RWE	3.951.017	13.914.797.905	25.845	55.108.111	538.388	3.412.629	6,34
SAP	5.047.017	44.372.970.180	46.786	175.734.535	948.426	4.098.591	4,32
SCH	3.090.798	10.100.381.883	23.331	40.001.512	432.920	2.657.878	6,14
SIE	6.192.791	69.137.451.387	50.177	273.811.689	1.377.862	4.814.929	3,49
TKA	2.563.440	6.756.141.778	19.720	26.756.997	342.606	2.220.834	6,48
TUI	2.195.560	4.207.286.409	13.630	16.662.520	308.678	1.886.882	6,11
VOW	4.319.987	21.614.286.128	29.856	85.601.133	723.963	3.596.024	4,97
Summe	105.800.713	648.939.458.069		2.570.057.260	18.504.748	87.295.965	
Durchschnitt	3.778.597	23.176.409.217	28.804	91.787.759	660.883,86	3.117.713	5,66

Tabelle 4.2.: Datensätze, Umsätze, Transaktionen und Gebotsveränderungen in 2003 nach Gärtner (2007), S. 142

anhand der Gebotsveränderungen zeigt sich bei Allianz mit ca. 5,2 Mio. Im Vergleich zur Allianz folgen Siemens mit ca. 94%, Deutsche Bank und Münchener Rückversicherung mit jeweils ca. 88% und Daimler Chrysler mit ca. 86% der Anzahl der Gebotsveränderungen. Zahlreiche Aktien weisen eine relativ niedrige Anzahl an Gebotsveränderungen auf, die im Bereich von ca. 2 Mio. liegen. Es resultiert für alle 28 Titel ein Median von ca. 2,7 Mio. mit einem Minimalwert von ca. 1,9 Mio. Dies spricht für eine linksschiefe Verteilung der Orderbuchaktivität. Die fünf orderbuchaktivsten Aktien stellen lediglich ca. 18% der 28 untersuchten Titel dar, repräsentieren aber mit ca. 23,3 Mio. Orderbuchveränderungen ca. 27% der Orderbuchaktivität. Wird die Zahl der Gebotsveränderungen in Verhältnis zur Anzahl der Transaktionen gesetzt, so zeigt sich, dass bei Henkel pro 10,4 Veränderungen eine Transaktion resultiert. Für Allianz, Deutsche Telekom und Infineon liegt dieser Wert bei ca. drei. Dies relativiert die absoluten Beobachtungen der Orderbuchaktivität. Im Verhältnis zu der Anzahl an Transaktionen gibt es somit für Henkel die größte Anzahl an Veränderungen an Geboten im Orderbuch, bevor es zu einem Abschluss kommt.

Nach dieser ersten Darstellung der Datenbasis erfolgt eine Beschreibung der Kurse und Renditen in Tabelle 4.3. Im Beobachtungszeitraum lag der niedrigste realisierte Transaktionspreis für Commerzbank bei 5,22 Euro am 11. März 2003. Der höchste Kurs wurde am 6. Januar 2003 mit 135,65 Euro für SAP erzielt, vor dem Einbruch des Marktes mit seinem Tiefpunkt im März. In diesem Monat wiesen neun der beobachteten 28 Titel im Tiefstkurs einen einstelligen Kurs auf. Dies entspricht ca. 1/3 der beobachteten 28 DAX-Titel. Der durchschnittliche Aktienkurs beläuft sich in 2003 für alle analysierten Titel auf 36,79 Euro. Für zehn der beobachteten Aktien ist der Median kleiner als der durchschnittliche Aktienkurs. 18 Titel weisen einen höheren Median auf als ihr durchschnittliches Kursniveau in 2003. Dies bedeutet, dass für diese 18 Titel mehr als 50% der Transaktionspreise größer sind als der Durchschnittspreis. Dies liegt daran, dass diese Titel bei den fallenden Kursen im Frühjahr besonders niedrige Kurse

aufwiesen, so dass der durchschnittliche Aktienkurs des Jahres 2003 deutlich von diesen niedrigen Werten beeinflusst wurde. Der kleinste durchschnittliche Kurs liegt mit 9,75 Euro für Infineon vor und der größte mit 101,63 Euro für SAP.

Mehr als die Hälfte der analysierten Aktien (16 Werte) haben in 2003 einen Kurszuwachs vom Tiefstpunkt bis zum Kurshoch von 100% oder mehr erzielt. Der Spitzenreiter dabei war die Commerzbank-Aktie, die 236,8% Performance erzielte. Den geringsten Wert weist das Adidas-Papier auf, das lediglich 33,9% zulegte.²³

Unternehmen	Kurs- mimumum	Kurs- maximum	Median	Durch- schnitt- licher Kurs	Maximale Kurs- steigerung vom Jahrestief
ADS	68,80	92,13	77,02	77,81	33,9%
ALT	35,03	59,59	50,15	48,81	70,1%
ALV	44,50	101,15	75,61	75,09	127,3%
BASF	28,25	44,85	38,55	38,11	58,8%
BAY	9,80	23,66	18,59	17,81	141,4%
BMW	20,76	38,69	31,73	31,21	86,4%
CBK	5,22	17,58	12,94	11,85	236,8%
DBK	32,97	66,04	53,42	50,25	100,3%
DCX	23,71	37,58	29,64	29,91	58,5%
DPW	8,57	17,64	12,64	12,88	105,8%
DTE	9,04	14,62	12,70	12,45	61,7%
EOA	34,11	52,27	43,00	42,83	53,2%
FME	38,00	57,00	45,29	45,96	50,0%
HEN	49,56	64,35	57,22	57,45	29,8%
HVM	6,71	20,15	14,79	13,87	200,3%
IFX	5,41	14,18	10,55	9,75	162,1%
LHA	6,80	14,13	10,14	10,41	107,8%
LIN	22,27	44,62	33,74	33,94	100,4%
MAN	11,75	24,52	16,49	17,43	108,7%
MEO	15,72	38,62	27,87	27,52	145,7%
MUV	50,37	125,34	92,75	90,37	148,8%
RWE	17,60	32,54	24,65	24,45	84,9%
SAP	66,36	135,65	101,89	101,63	104,4%
SCH	31,60	46,40	40,23	39,83	46,8%
SIE	32,12	65,10	43,94	47,13	102,7%
TKA	6,85	16,00	11,13	11,11	133,6%
TUI	7,56	17,49	13,44	13,21	131,3%
VOW	28,06	46,74	36,54	37,00	66,6%
Durchschnitt	25,63	47,45	37,02	36,79	102,1%

Tabelle 4.3.: Kurse und Renditen im Orderbuch in 2003 nach Gärtner (2007), S. 144

²³(Gärtner, 2007, S. 141 ff.).

4.2.4. Der Xetra-Datensatz von 2007

Für den Zeitraum vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 2007 wurden XETRA-Daten direkt von der Deutschen Börse AG bezogen - insgesamt umfasst dieser Zeitraum 252 Handelstage. Das Datenset enthält Handelsinformationen aller im Orderbuch der XETRA gehandelten Wertpapiere des Jahres 2007, d.h. es beinhaltet alle Orderbuchänderungen beruhend auf Ordersetzungen, -ausführungen sowie -anpassungen und -löschungen. Insgesamt ist das Datenset 75 GB groß und enthält 1.066.766.391 Datenzeilen. Die vorzufindenden Handelsinformationen sind zeitlich sortiert und jeder Eintrag enthält die folgenden Größen:

- **WKN** Wertpapierkennnummer
- **ISIN** International Securities Identification Number
- **Instrument Name** Name des Wertpapiers
- **Timestamp** Zeitpunkt mit Datum und Uhrzeit
- **HSEC** Hundertstelsekunden
- **Price** Preis der Order
- **Units** Menge der Order
- **Bid-Ask-Flag** B für Bid oder A für Ask.

Der Datensatz der Xetra hat den folgenden Aufbau:

WKN	ISIN	Instrument Name	Timestamp	HSEC	Price	Units	Bid-Ask-Flag
716460	DE0007164600	SAP AG O.N.	31.10.2007 15:34	16	37.06	7222	B
982285	FR0000045072	CREDIT AGRICOLE INH. EO	31.10.2007 15:34	16	27.27	2000	B
850727	FR0000120271	TOTAL S.A. EO	31.10.2007 15:34	17	55.31	1808	B
902757	US7750431022	ROFIN SINAR TECHS DL	31.10.2007 15:34	17	54.48	56	B
A0F7BK	FR0010220475	ALSTOM S.A. INH. EO	31.10.2007 15:34	18	162.31	617	B
514000	DE0005140008	DEUTSCHE BANK AG NA O.N.	31.10.2007 15:34	25	92.93	200	A
578580	DE0005785802	FRESEN.MED.CARE KGAA ST	31.10.2007 15:34	25	36.8	1147	B
A0D8Q6	DE000A0D8Q64	ISH. DJ ST.600 BANKS SWAP	31.10.2007 15:34	26	80.52	10000	B
940602	NL0000009538	KON.PHILIPS.ELECT. EO	31.10.2007 15:34	26	28.37	4525	B
593700	DE0005937007	MAN AG ST O.N.	31.10.2007 15:34	26	122.82	886	B
LYX0BG	FR0010389205	LYX.ETF DJ EO STO.50 BUY.	31.10.2007 15:34	27	15.83	15000	B
LYX0BG	FR0010389205	LYX.ETF DJ EO STO.50 BUY.	31.10.2007 15:34	27	15.88	15000	A
970254	NL0000289817	ROLINCO N.V. EO	31.10.2007 15:34	28	25.23	2000	B
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Tabelle 4.4.: Aufbau des XETRA-Datensatzes von 2007

Da die empirischen Untersuchungen für 2007 für die Indizes DAX, MDAX, SDAX, TecDax und Dow Jones durchgeführt werden sollen, folgen nun zunächst die Unternehmensnamen und WKN-Listen der jeweiligen Indizes. Zusätzlich wird eine deskriptive Statistik für den DAX 2007 angegeben.²⁴

²⁴Da der Fokus dieser Arbeit auf dem DAX liegt, wird die deskriptive Statistik nur für den DAX angegeben.

WKN	Name der Aktiengesellschaft
500340	Adidas-Salomon AG
840400	Allianz AG
515100	BASF AG
575200	Bayer AG
519000	BMW AG
803200	Commerzbank AG
543900	Continental AG
710000	Daimler-Chrysler AG
514000	Deutsche Bank AG
581005	Deutsche Boerse
555200	Deutsche Post AG
800100	Deutsche Postbank
555750	Deutsche Telekom AG
761440	E.ON AG
578580	Fresenius Med.Care KGaA
604843	Henkel AG & Co. KGaA
802770	Hypo-Vereinsbank AG
623100	Infineon AG
648300	Linde AG
823212	Lufthansa AG
593700	MAN AG
659990	Merck KGaA
725750	Metro AG
843002	Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft AG
703712	RWE AG
716460	SAP AG
723610	Siemens AG
750000	ThyssenKrupp AG
TUAG00	TUI AG
766400	Volkswagen AG

Tabelle 4.5.: Werte des DAX-Index 2007

WKN	Name der Aktiengesellschaft
540811	Aareal Bank
760080	Altana
840002	AMB Aachen u. Münchener Bet.
515600	ARQUES Industries
508590	AWD Holding
802200	Bayer. Hypo- und Vereinsbank
520000	Beiersdorf
590900	Bilfinger + Berger Bau
748020	Deutsche EuroShop AG
630500	DEUTZ
609900	Douglas Holding
938914	EADS
577330	Fraport
578560	Fresenius
A0LBDT	GAGFAH
CLS100	GEHE/Celesio AG
587800	Gildemeister/DMG MORI SEIKI
840221	Hannover Rückversicherung
731400	Heidelberger Druckmaschinen
604700	Heidelberger Zement
607000	HOCHTIEF
524550	Hugo Boss
806330	IKB Deutsche Industriebank
620570	IVG
620440	IWKA
716200	K+S
627500	Karstadt Quelle/Arcandor
KC0100	Klöckner&Co
633500	Krones
547040	Lanxess
540888	LEONI
659990	Merck KgaA
660200	Metallgesellschaft/GEA
656990	MLP
A0D9PT	MTU Aero Engines
676650	Norddeutsche Affinerie
PAT1AG	PATRIZIA Immobilien
676474	Pfleiderer
A0F6MD	Praktiker Bau und Heimwerkermärkte Holding
PREM11	Premiere
777117	ProSiebenSat1 Media
696960	Puma
704230	Rhön-Klinikum
729700	Südzucker AG Mann./Ochs.
620200	Salzgitter
722190	Schwarz Pharma
723530	SGL Carbon
725180	STADA Arzneimittel
SYM999	Symrise
547160	Techem
A0N4P4	Tognum
766710	Vossloh
WCH888	Wacker Chemie
A0CAYB	WINCOR NIXDORF

Tabelle 4.6.: Werte des MDAX-Index 2007

WKN	Name der Aktiengesellschaft
AB1000	Air Berlin
515600	ARQUES Industries
529720	Homag Group (2007)
521510	Balda
516810	BAUER
519406	BayWA
500910	Cash.life
522720	Biotest (2007)
A0JKWU	C.A.T. Oil
540750	CENTROTEC Sustainable
540390	CeWe Color Holding
A0LD2U	Alstria (2007)
633800	Colonia Real Estate
542800	Comdirect bank
547030	CTS Eventim
524070	Curanum
533680	D+S europe
507230	DAB bank
PAT1AG	Patrizia Immobilien (2007)
DCAG01	Demag Cranes
550810	Deutsche Beteiligungs AG
A0HN5C	Deutsche Wohnen
509840	DIC Asset
559100	Dyckerhoff
508500	elexis
914720	EM.TV
569210	ESCADA
577220	Fielmann
579043	Fuchs Petrolub
330410	GERRY WEBER Internat.
587530	GfK
587800	GILDEMEISTER/DMG MORI SEIKI
586590	GRENKELEASING
589540	Grammer
A0D9Y9	HCI Capital
920299	Highlight Communications (2007/12 zurück für Gildemeister)
722190	Schwarz Pharma (2007)
A0LD6E	Gerresheimer (2007)
775700	H&R WASAG
620010	INDUS Holding
512170	Interhyp
621993	Jungheinrich
KC0100	Klöckner&Co
556520	Duerr (2007)
719350	Koenig&Bauer
707400	KWS SAAT
649410	Loewe
WACK01	Wacker Constructions (2007)
660500	MEDION
518760	MPC Münchm. Peters. Capital
A0H52F	MVV Energie
701080	RATIONAL
723132	Sixt
830350	TAG Tegernsee
744600	TAKKT
931705	Thiel Logistik
550135	Axel Springer (2007)
605207	Thielert
604891	Vivacon

Tabelle 4.7.: Werte des SDAX-Index 2007

WKN	Name der Aktiengesellschaft
510300	ADVA Optical Networking
506620	Aixtron
922230	AT&S
888509	BB Biotech
515870	Bechtle
531370	Carl Zeiss Meditec (2007)
A0JMMN	Centrotherm (2007)
512800	EPCOS
662753	ErSol Solar Energy
566480	Evotec OAI
A0EAMM	freenet
585150	GPC Biotech
625700	IDS Scheer
622910	Jenoptik
605395	Kontron
662240	mobilcom
663200	MorphoSys
A0D655	Nordex
691660	Pfeiffer Vacuum
555866	Q-Cells
901626	QIAGEN
513700	QSC
902757	Rofin-Sinar
723890	Singulus Technologies
330400	Software AG
510840	Solar World
747119	SOLON
	BB Medtech (2007)
927101	Tele Atlas
508903	United Internet
A0M2ZK	Versaten (2007)
747206	Wirecard

Tabelle 4.8.: Werte des TecDAX-Index 2007

WKN	Name der Aktiengesellschaft
851745	3M Company
850206	Alcoa Inc.
200417	Altria Group Incorporated
850226	American Express Company
859520	American International Group
A0HL9Z	AT&T
850471	The Boing Company
850598	Caterpillar Inc
850663	Coca-Cola
852046	e.i. du pont
852549	exxon mobil corporation
851144	general electric
851301	Hewlett Packard
866953	the home depot
870153	honeywell international
855681	Intel
851399	International Business Machines
853260	Johnson&Johnson
850628	JP Morgan Chase
856958	McDonalds Corporation
870747	Microsoft Corporation
852009	Pfizer Inc.
852062	Procter&Gamble
852759	United Technologies Corporation
868402	Verizon Communications
860853	Wal-Mart Stores Inc.
855686	Walt Disnex Company

Tabelle 4.9.: Werte des Dow-Jones-Index 2007

Für die DAX-Unternehmen des Jahres 2007 erhält man zudem die folgende deskriptive Statistik der Xetra-Preise:

Unternehmen	Durchschnitt	Minimum	Maximum	Median
Adidas-Salomon AG	43,17	34,50	51,26	42,88
Allianz AG	156,94	131,96	180,29	153,71
BASF AG	89,34	71,28	102,00	89,71
BMW AG	44,92	39,42	51,49	43,64
Bayer AG	52,70	39,80	62,74	52,42
Commerzbank AG	31,06	22,76	38,20	29,71
Continental AG	97,18	83,30	111,71	94,66
Daimler-Chrysler AG	63,74	45,98	78,85	62,41
Deutsche Bank AG	98,18	81,33	118,51	94,35
Deutsche Boerse	122,92	72,73	181,55	110,82
Deutsche Post AG	22,71	19,81	26,33	22,42
Deutsche Postbank	58,81	43,41	74,72	57,50
Deutsche Telekom AG	13,69	12,18	15,37	13,30
E.ON AG	118,15	94,50	146,48	112,69
Fresenius Med.Care KGaA	68,33	32,98	115,31	37,09
Henkel AG & Co. KGaA	68,97	34,03	121,88	38,42
Hypo-Vereinsbank AG	43,51	31,80	53,65	42,63
Infineon AG	11,04	7,56	13,63	10,90
Linde AG	84,14	71,68	93,20	82,44
Lufthansa AG	20,44	17,06	22,83	19,66
MAN AG	101,78	68,41	126,99	100,63
Merck KGaA	93,27	79,01	109,26	91,11
Metro AG	58,48	48,72	68,60	57,67
Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft AG	128,53	112,35	142,75	126,00
RWE AG	83,58	74,14	98,40	80,20
SAP AG	37,32	32,83	43,03	35,89
Siemens AG	93,47	74,96	112,10	89,82
ThyssenKrupp AG	40,34	32,75	46,92	39,13
TUI AG	19,07	15,11	22,10	18,60
Volkswagen AG	132,77	82,23	199,70	117,47

Tabelle 4.10.: Deskriptive Statistik der Preise der DAX-Unternehmen 2007

Während Allianz, Volkswagen und die Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft die höchsten Preisdurchschnitte als auch -mediane aufweisen, liegen die geringsten Preisdurchschnitte und -mediane bei Infineon, der Deutschen Telekom und TUI. Spitzenreiter Allianz erreicht einen Durchschnittspreis von 156,94 Euro und einen Median von 153,71 Euro während sich diese Werte beim Schlusslicht Infineon nur auf 11,04 Euro und 10,90 Euro belaufen.

Die größte Spanne der erzielten Preise liegt bei Volkswagen mit 117,47 Euro und die kleinste Spanne bei der Deutschen Telekom mit 3,19 Euro vor.

4.2.5. Der Xetra-Datensatz von 2013/2014

Der dritte in dieser Arbeit genutzte Datensatz enthält XETRA-Daten vom DAX, MDAX und SDAX für den Zeitraum vom 11.10.2013 bis zum 02.05.2014 und wurde mithilfe der Datenbank *Bloomberg* zusammengestellt. Dieser Zeitraum umfasst insgesamt 138 Handelstage. Die Daten enthalten für jede betrachtete Aktie zeitlich sortierte Handelsinformationen über Preis, Menge und Zeitpunkt der jeweiligen ausgeführten Handelstransaktion und sind folgendermaßen benannt:

- **Timestamp** Zeitpunkt mit Datum und Uhrzeit
- **Price** Preis der Order
- **Units** Menge der Order

Die Daten sind nur aktienweise zu beziehen und ein Datenset hat für jede Aktie beispielhaft die folgende Form:

Timestamp	Price	Units
12.12.2013 10:32:18 AM	80,1	81
12.12.2013 10:32:18 AM	80,1	196
12.12.2013 10:32:21 AM	80,11	200
12.12.2013 10:32:25 AM	80,1	90
12.12.2013 10:32:25 AM	80,1	386
12.12.2013 10:32:25 AM	80,11	113
12.12.2013 10:32:25 AM	80,11	87
12.12.2013 10:32:25 AM	80,1	1016
12.12.2013 10:32:27 AM	80,08	135
⋮	⋮	⋮

Tabelle 4.11.: Aufbau des Bloomberg-Datensatzes von 2013/14 am Bsp. von BMW

Zusätzlich zu den zeitgenauen Daten der ausgeführten Handelstransaktionen wurden über Bloomberg auch tagesgemittelte Spreads jeder Aktie bezogen.²⁵

Handelsinformationen bzgl. anderer Orderbuchänderungen wie z.B. Ordersetzungen, -anpassungen oder -löschungen stehen nicht zur Verfügung.

Insgesamt ist das Datenset 672 MB groß und enthält 19.873.542 Datenzeilen.

Da die empirischen Untersuchungen für den Beobachtungszeitraum 2013/14 für die Indizes DAX, MDAX und SDAX durchgeführt werden sollen, folgt nun die jeweilige Zusammensetzung der Indizes. Zusätzlich wird die deskriptive Statistik für die Spreads des DAX 2013/14 angegeben.

²⁵Genauere Werte als die Tagesdurchschnitte lagen bei Bloomberg für die Spreads nicht vor.

Kürzel	Name der Aktiengesellschaft
ADS	Adidas AG
ALV	Allianz SE
BAS	BASF SE
BAYN	Bayer AG
BMW	Bayerische Motoren Werke AG
BEI	Beiersdorf AG
CBK	Commerzbank AG
CON	Continental AG
DAI	Daimler AG
DBK	Deutsche Bank AG
DB1	Deutsche Boerse AG
LHA	Deutsche Lufthansa AG
DPW	Deutsche Post AG
DTE	Deutsche Telekom AG
EOAN	E.ON SE
FME	Fresenius Medical Care AG & Co KGaA
FRE	Fresenius SE & Co KGaA
HEI	HeidelbergCement AG
HEN3	Henkel AG & Co KGaA
IFX	Infineon Technologies AG
SDF	K+S AG
LXS	LANXESS AG
LIN	Linde AG
MRK	Merck KGaA
MUV2	Muenchener Rueckversicherungs AG
RWE	RWE AG
SAP	SAP AG
SIE	Siemens AG
TKA	ThyssenKrupp AG
VOW3	Volkswagen AG

Tabelle 4.12.: Werte des DAX-Index 2013/14

Kürzel	Name der Aktiengesellschaft
ARL	Aareal Bank AG
AIR	Airbus Group NV
NDA	Aurubis AG
SPR	Axel Springer SE
GBF	Bilfinger SE
BNR	Brenntag AG
CLS1	Celesio AG
DEQ	Deutsche Euroshop AG
DWNI	Deutsche Wohnen AG
GIL	DMG MORI SEIKI AG
DUE	Duerr AG
ZIL2	ElringKlinger AG
EVK	Evonik Industries AG
FIE	Fielmann AG
FRA	Fraport AG Frankfurt Airport Services Wo
FPE3	Fuchs Petrolub SE
GFJ	GAGFAH SA
G1A	GEA Group AG
GXI	Gerresheimer AG
GWI1	Gerry Weber International AG
HNR	Hannover Rueck SE
HOT	Hochtief AG
BOSS	Hugo Boss AG
KD8	Kabel Deutschland Holding AG
KCO	Kloeckner & Co SE
KRN	Krones AG
KU2	KUKA AG
LEG	LEG Immobilien AG
LEO	Leoni AG
MAN	MAN SE
MEO	Metro AG
MTX	MTU Aero Engines AG
NOEJ	Norma Group SE
OSR	OSRAM Licht AG
PSM	ProSiebenSat.1 Media AG
RAA	Rational AG
RHM	Rheinmetall AG
RHK	Rhoen Klinikum AG
RRTL	RTL Group SA
SZG	Salzgitter AG
SGL	SGL Carbon SE
SKYD	Sky Deutschland AG
SAZ	Stada Arzneimittel AG
SZU	Suedzucker AG
SY1	Symrise AG
TEG	TAG Immobilien AG
TLX	Talanx AG
TUI1	TUI AG
WCH	Wacker Chemie AG
WIN	Wincor Nixdorf AG

Tabelle 4.13.: Werte des MDAX-Index 2013/14

Kürzel	Name der Aktiengesellschaft
AB1	Air Berlin PLC
AOX	Alstria Office REIT-AG
AAD	Amadeus Fire AG
BAF	Balda AG
B5A	Bauer AG
BYW6	BayWa AG
BDT	Bertrandt AG
BIO3	Biotest AG
CAP	Capital Stage AG
O2C	CAT Oil AG
CEV	CENTROTEC Sustainable AG
CWC	Cewe Stiftung & Co KGAA
COM	Comdirect Bank AG
EVD	CTS Eventim AG
DEX	Delticom AG
ANN	Deutsche Annington Immobilien SE
DBAN	Deutsche Beteiligungs AG
DEZ	Deutz AG
DIC	DIC Asset AG
GSC1	Gesco AG
GFK	GFK SE
GMM	Grammer AG
GLJ	Grenkeleasing AG
HAB	Hamborner REIT AG
HHFA	Hamburger Hafen und Logistik AG
HAW	Hawesko Holding AG
HDD	Heidelberger Druckmaschinen AG
HBH3	Hornbach Holding AG
INH	Indus Holding AG
JUN3	Jungheinrich AG
KGX	KION Group AG
SKB	Koenig & Bauer AG
KWS	KWS Saat AG
MLP	MLP AG
P1Z	Patrizia Immobilien AG
PMOX	Prime Office AG
PUM	Puma SE
SFQ	SAF-Holland SA
SLT	Schaltbau Holding AG
SW1	SHW AG
SIX2	Sixt SE
SAX	Stroeer Media AG
SUR	Surteco SE
TTK	Takkt AG
TIM	Tipp24 SE
TTI	Tom Tailor Holding AG
VIB3	Villeroy & Boch AG
VOS	Vossloh AG
WAC	Wacker Neuson SE
ZO1	zooplus AG

Tabelle 4.14.: Werte des SDAX-Index 2013/14

Für die DAX-Unternehmen erhält man zudem die folgende deskriptive Statistik der Spreads:

Unternehmen	Durchschnitt	Minimum	Maximum
Adidas	0,029075382	0,022625	0,0514375
Allianz	0,069217557	0,0586875	0,0786875
BASF	0,021958492	0,0188125	0,0261875
Bayer	0,036507156	0,0213125	0,0841875
BMW	0,028640744	0,023125	0,0403125
Beiersdorf	0,036205153	0,021875	0,07175
Commerzbank	0,009054389	0,0039375	0,012875
Continental	0,10665124	0,0849375	0,1675625
Daimler	0,021289599	0,0178125	0,02875
Deutsche Bank	0,011581107	0,0096875	0,016375
Deutsche Börse	0,032458969	0,0231875	0,08475
Deutsche Post	0,010394561	0,0086875	0,01575
Deutsche Telekom	0,007434637	0,0063125	0,0085625
EON	0,007252863	0,00625	0,0095
Fresenius Medical Care	0,02445229	0,01425	0,042125
Fresenius	0,084197042	0,0315625	0,1245
Heidelberg Cement	0,030359733	0,0223125	0,054375
Henkel	0,035166985	0,0239375	0,0670625
Infineon	0,003708492	0,0025	0,0081875
K+S	0,015780057	0,013	0,0225
Lanxess	0,029932729	0,0208125	0,062875
Linde	0,08492605	0,067	0,111125
Lufthansa	0,011054866	0,0093125	0,017625
Merck	0,101927004	0,077375	0,141125
Münchener Rück	0,078773378	0,0688125	0,0935625
RWE	0,011924141	0,01025	0,021875
SAP	0,018836355	0,0164375	0,0334375
Siemens	0,026121183	0,0195625	0,0661875
ThyssenKrupp	0,011580426	0,0091875	0,0185
Volkswagen	0,087819179	0,0745625	0,1139375

Tabelle 4.15.: Deskriptive Statistik der Preise der DAX-Unternehmen 2007

Während Continental und Merck die höchsten Spreaddurchschnitte aufweisen mit Werten von rund 0,10665 und 0,10193, liegen die geringsten Spreaddurchschnitte bei EON, der Deutschen Telekom und der Commerzbank vor mit Werten von rund 0,00725, 0,00743 und 0,00905.

Die größte Differenz zwischen dem Maximum und Minimum des Spreads im Beobachtungszeitraum liegt bei Fresenius mit 0,09294 vor, während die kleinsten Differenzen bei der Deutschen Telekom mit 0,00225 und EON mit 0,00325 vorzufinden sind.

4.2.6. SIRCA und die S&P-20-Aktien

Die Securities Industry Research Centre of Asia-Pacific (SIRCA) wurde 1997 als Kollaboration verschiedener australischer und neuseeländischer Universitäten gegründet und ist ein Non-Profit-Unternehmen.²⁶ SIRCA ist ein unabhängiger Anbieter von Finanzdaten und bietet vor allem Handelsdaten der Australian Securities Exchange (ASX). Mittlerweile wird SIRCA von fast allen australischen und neuseeländischen Universitäten genutzt sowie von Wissenschaftlern aus Nordamerika, Europa und dem asiatisch-pazifischen Raum. Es werden u.a. Werte bzw. Informationen für folgende Kenngrößen geboten: Renditen, Wertpapierpreise, Eigentümerstruktur der Unternehmen, Fundamentaldaten der Unternehmen (z.B. Jahresabschlussdaten oder Cash Flows), Corporate Governance, Fonds und auch Unternehmensmitteilungen.²⁷

Im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes an der Queensland University of Technology in Brisbane, Australien, war es möglich einen Zugang zu der Datenbank *SIRCA* zu erhalten.

Ziel war es, die Handelsdaten der S&P-20-Aktien der Australian Securities Exchange (ASX) für das Jahr 2003 zu erhalten und diese dann auszuwerten. Als Beobachtungsjahr wurde das Jahr 2003 gewählt, um die für diesen Zeitraum erlangten Ergebnisse später besser mit den Ergebnissen der DAX-Auswertung des Jahres 2003 vergleichen zu können.²⁸ Die Liste der S&P-20-Aktien in 2003 konnte zunächst mithilfe von SIRCA bezogen werden. Dabei ist festzustellen, dass laut SIRCA im Jahresverlauf 2003 insgesamt 22 Unternehmen für zumindest einen Teil des Jahres eine Position in den S&P-20-Aktien innehielten. Es ist allerdings nicht zu entnehmen, welche Unternehmen im ganzen Jahresverlauf und welche Unternehmen nur für einen Teil des Jahres in diesem Index enthalten waren. Für ein Unternehmen lagen allerdings nur Daten für insgesamt vier Wochen vor, deshalb wurde dieses aus der Betrachtung herausgenommen. Insgesamt wurden für 2003 die folgenden 21 Unternehmen betrachtet:

Kürzel	Name der Aktiengesellschaft
AMC	Ancor
AMP	AMP
ANZ	Australia and New Zealand Banking Group
AWC	Alumina
BHP	BHP Billion
BIL	BIL International Limited
CBA	Commonwealth Bank of Australia
CML	CML Group
FGL	Foster's Group
NAB	National Australia Bank
NCP	News Corporation Limited
NCPDP	News Corp. Pref.
RIO	Rio Tinto
SGB	St. George Bank Limited
TLS	Telstra Corp Ltd.
WBC	Westpac Banking Corp.
WES	Wesfarmers
WFT	Weatherford International
WOW	Woolworths Group
WPL	Woodside Petroleum
WSF	Westfield Holdings

Tabelle 4.16.: Werte der S&P-20-Aktien der ASX in 2003

²⁶SIRCA (2018).

²⁷SIRCA (2017).

²⁸Zum Zeitpunkt der Erlangung der australischen Daten lagen lediglich DAX-Daten und DAX-Auswertungen vom Jahr 2003 vor.

Der Datensatz jeder Aktie enthält Informationen zu allen Orderbuchänderungen dieser Aktie mit jeweiligem Zeitpunkt, Einträgen ob sich der beste Bid oder der beste Ask mit Preis und Volumen änderte oder ob ein Trade (markiert mit T) stattfand, der mit dem jeweiligen Ausführungspreis, dem Volumen und dem Gesamtwert notiert wird. Für jede Änderung wird sowohl der Spread als auch der relative Spread ausgegeben. Insgesamt enthält der komplette Datensatz aller hier betrachteten Aktien 697MB mit 13.467.314 Datenzeilen.²⁹ Hier ein beispielhafter Auszug für die Aktie der Commonwealth Bank of Australia (CBA):

1	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Wochentag	Kalenderwo	Time	Record Type	Price	Volume	Value	Bid Price	Bid Size	Ask Price	Ask Size	Spread	Relative Sprr	Qualifiers	
4	1	00:00:00	OFFQUOTE				26,99	1312	27	4653	0,01	0,00037044		
4	1	07:00:31	OFFQUOTE					1412			0,01	0,00037044		
4	1	07:06:29	OFFQUOTE				27	1000			0	0		
4	1	07:06:30	OFFQUOTE					1370			0	0		
4	1	07:06:33	OFFQUOTE					1555			0	0		
4	1	07:06:34	OFFQUOTE				27,01	1850			-0,01	-0,0003703		
4	1	07:35:12	OFFQUOTE	29	1000	29000							T	
4	1	07:35:12	OFFQUOTE	29	8000	232000							T	
4	1	07:35:12	OFFQUOTE	29	2000	58000							T	
4	1	07:35:13	OFFQUOTE	29	8000	232000							T	
4	1	07:35:13	OFFQUOTE	29	1000	29000							T	
4	1	07:35:13	OFFQUOTE	29	2000	58000							T	
4	1	07:35:14	OFFQUOTE	29	5000	145000							T	
4	1	07:35:14	OFFQUOTE	29	4000	116000							T	
4	1	07:35:14	OFFQUOTE	29	1000	29000							T	

Abbildung 4.2.: Datenauszug für CBA

Für den Spread der S&P-20-Aktien 2003 ergibt sich die folgende deskriptive Statistik:

Unternehmen	Durchschnitt	Minimum	Maximum	Median
AMC	0,01117	-4,11	0,87	0,01
AMP	0,00454	-39,9	0,11	0,01
ANZ	0,00444	-161,08	0,19	0,01
AWC	0,01072	-4,145	0,21	0,01
BHP	0,00765	-103,35	1,58	0,01
BIL	0,00976	-35,85	0,75	0,01
CBA	0,00561	-873,24	1	0,01
CML	0,01067	-58,6	0,25	0,01
FGL	0,00856	-420,9	0,75	0,01
NAB	-0,00315	-332,25	0,3	0,01
NCP	0,0029	-900,43	1,4	0,01
NCPDP	0,01110	-862,23	0,83	0,01
RIO	0,00304	-34,62	2	0,02
SGB	0,0205	-72,11	0,92	0,02
TLS	0,00742	-44,14	0,2	0,01
WBC	0,00398	-20,81	0,23	0,01
WES	0,01494	-261,73	3,32	0,02
WFT	0,0082	-30,04	0,08	0,01
WOW	0,00913	-12,51	0,22	0,01
WPL	0,01251	-17,98	0,3	0,01
WSF	0,01234	-127,34	0,4	0,01

Tabelle 4.17.: Deskriptive Statistik der Spreads der S&P-20-Aktien 2003

²⁹Man erkennt hier ein kleineres Datenvolumen als bei den DAX-Aktien für den Zeitraum eines Jahres. Es ist nicht ersichtlich, ob Daten in der SIRCA-Datenbank fehlen oder ob an der ASX für die betrachteten 21 Unternehmen weniger Transaktionen und Orderbuchänderungen stattfinden als für die gleiche Anzahl an DAX-Unternehmen an der Xetra.

Während sich beim Median Spread mit einem Wert von 0,01 bzw. 0,02 ein sehr homogenes Bild ergibt, so sind sowohl die Durchschnitte als auch die Minima eher ungewöhnlich, da auch negative Werte auftreten. Beim Orderbuchhandel werden keine negativen Spreads erwartet, da bei der Überschreitung des gegenüberliegenden Limits die dort stehenden Order gehandelt werden und es somit nicht zu einem negativen Spread kommen sollte. Aus diesem Grund würde man weder bei den Minima und besonders nicht bei den Durchschnitten negative Spreads erwarten. Während es jedoch nur einen negativen Durchschnittswert bei der National Australia Bank mit -0.00315 gibt, findet man kein einziges positives Minimum. Den größten durchschnittlichen Spread für 2003 kann Wesfarmers mit einem Wert von rund 0,01494 aufweisen. Die kleinsten vorkommenden Werte beim Minimum weisen News Corporation Limited mit -900,43 und News Corp. Pref. -862,23 auf. Dies lässt darauf schließen, dass bei der Datenerfassung oder -speicherung Fehler im beträchtlichen Umfang auftreten.

Auf die Angabe der größten und kleinsten Spannenwerte wird an dieser Stelle verzichtet, da von durchweg unplausiblen Minima auszugehen ist. Das im Jahresverlauf 2003 höchste Spreadmaximum erreicht Wesfarmers mit 3,32 und das geringste Weatherford International mit 0,08.

4.3. Empirische Untersuchung

4.3.1. Empirische Untersuchung für 2003

Bemerkung zu den genutzten Daten

Für die hier durchgeführte wissenschaftliche Untersuchung standen zunächst XETRA-Daten aller DAX-Titel für das Jahr 2003 zur Verfügung. In die Untersuchung gehen jedoch nur alle ganzjährig im Index verbliebenen DAX-Aktien des Jahres 2003 ein. Aus diesem Grund wurden MLP und Continental von der Betrachtung ausgeschlossen - beide Unternehmen waren nicht im ganzen Jahresverlauf im DAX vertreten. Für die hier durchgeführten Analysen wurden die folgenden 28 Unternehmensaktien mit den hier dargestellten Wertpapierkennnummern (WKN), Aktiennamen und Kürzeln betrachtet:

WKN	Kürzel	Name der Aktiengesellschaft
500340	ADS	Adidas-Salomon AG
840400	ALV	Allianz AG
760080	ALT	Altana AG
515100	BASF	BASF AG
575200	BAY	Bayer AG
519000	BMW	BMW AG
803200	CBK	Commerzbank AG
710000	DCX	Daimler-Chrysler AG
514000	DBK	Deutsche Bank AG
555200	DPT	Deutsche Post AG
555750	DTE	Deutsche Telekom AG
761440	EOA	E.ON AG
578580	FMC	Fresenius Med.Care KGaA
604843	HNK	Henkel AG & Co. KGaA
802200	HVB	Hypo-Vereinsbank AG
623100	IFX	Infineon AG
648300	LIN	Linde AG
823212	LHA	Lufthansa AG
593700	MAN	MAN AG
725750	MEO	Metro AG
843002	MUV	Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft AG
703712	RWE	RWE AG
716460	SAP	SAP AG
717200	SCH	Schering AG
723610	SIE	Siemens AG
750000	TKA	ThyssenKrupp AG
TUAG00	TUI	TUI AG
766400	VOW	Volkswagen AG

Tabelle 4.18.: Werte des DAX-Index 2003

Die Daten umfassen dabei alle Aktivitäten des Xetra-Orderbuches im Jahr 2003 und wurden nicht direkt von der Börse, sondern durch Reuters bezogen und um Fehler bereinigt. Es werden 10 Orderbuchebenen sowohl auf der Ask- als auch auf der Bidseite beobachtet, wobei es keine Iceberg-Order und keine Cancellations gibt.

Die vorhandenen Daten werden mithilfe von Firebird, SPSS und Excel ausgewertet. Die für die hier vorliegenden Analysen genutzten Ausgabetafeln und Grafiken befinden sich im Anhang.

Die abhängigen und unabhängigen Variablen

Das Ziel dieser Arbeit ist die Identifikation von Faktoren, die den Spread messbar beeinflussen. Im Folgenden werden die abhängigen Spreadvariablen und die unabhängigen Einflussvariablen vorgestellt, die in dieser Untersuchung betrachtet werden und für die die anschließenden Regressionen durchgeführt werden. Als abhängige Variablen werden

- der Mittelwert des Spreads,
- der Median des Spreads

sowie

- der Median des logarithmierten Spreads

gewählt. Als unabhängige Größen werden in einem ersten Schritt die in der Arbeit Aitken u. Comerton-Forde (2003) vorgeschlagenen Liquiditätseinflussgrößen

- gehandelte Stückzahl der jeweiligen Aktie (hier: Stückvolumen)
- das Handelswertvolumen (hier: Wertvolumen)
- Anzahl der Transaktionen (hier: Transaktionen)
- Turnover Ratio (hier: relatives Wertvolumen)

und zusätzlich

- die Anzahl der Order im Orderbuch (hier: Order)

ausgewählt. Die Anzahl der Order im Orderbuch wird deshalb gewählt, da es die Anzahl der verbleibenden Order darstellt, wenn es in der Zwischenzeit Ausführungen oder Löschungen von Ordnern gab. Desweiteren wird für das relative Wertvolumen der folgende Zusammenhang angenommen:

$$\text{relatives Wertvolumen} = \frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Free Float des Wertpapiers}} \quad (4.1)$$

Da in der Arbeit von Aitken und Comerton-Forde nicht geklärt wird, ob der prozentuale Wert oder der absolute Wert des Free Floats für die Bestimmung der Turnover Ratio (hier: des relativen Wertvolumens) genutzt wird, werden in dieser Arbeit beide Möglichkeiten in Betracht gezogen. Das relative Wertvolumen wird hier wiedergegeben durch die Größen:

- das relative Wertvolumen in Prozent
- das relative Wertvolumen.

Zudem wird auch

- die Inverse des relativen Wertvolumens

als

$$\text{inverses relatives Wertvolumen} = \frac{\text{Free Float des Wertpapiers}}{\text{Wertvolumen}} \quad (4.2)$$

betrachtet, wobei der absolute Wert des Free Floats genutzt wird.

Desweiteren werden als unabhängige Variablen noch kombinierte Größen der vier Maße von Aitken und Comerton-Forde gewählt, um zu prüfen, ob es einen nennenswerten Einfluss einer dieser Kombinationen gibt. Die gewählten Kombinationen sind Quotienten und bilden somit die jeweiligen Verhältnisse zweier Maße zueinander ab:

- $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$
- $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$
- $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$
- $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{relative Wertvolumen}}$
- $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$
- $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$
- $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$
- $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$
- $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Wertvolumen}}$
- $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$
- $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$
- $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$

Um die schon einzeln betrachtete Größe *Handelsvolumen* nochmals in anderer Form einfließen zu lassen, werden ebenfalls betrachtet:

- der Mittelwert des gewichteten Bid-Ask-Spreads³⁰
- der Median des tradeweighted Price in Prozent³¹.

Zudem soll sowohl der Einfluss der Zeit auf den Spread (nach Kempf (1999)) als auch ein evtl. Einfluss des logarithmierten Spreads auf den Median Spread und den durchschnittlichen Spread geprüft werden. Dazu werden die folgenden Variablen gewählt:

- der Mittelwert der Zeitspanne zwischen zwei Orderbucheinträgen
- der Median der Zeitspanne zwischen zwei Orderbucheinträgen
- der Mittelwert der Zeitspanne zwischen zwei Handelstransaktionen
- der Median der Zeitspanne zwischen zwei Handelstransaktionen

³⁰Der Spread wird mit dem Minimum der am besten Ask und besten Bid vorhanden Ordermengen gewichtet, also $\text{Min}(\text{AskSize}[1], \text{BidSize}[1])$.

³¹Der tradeweighted Price entspricht dem mit dem Handelsvolumen gewichteten Preis.

- der log Median Spread in Prozent
- der zeitgewichtete log Median Spread in Prozent: $t \cdot \log$ Median Spread in Prozent.

Desweiteren werden als unabhängige Variablen noch folgende Größen gewählt:

- der Median des XLM-Maßes in Basispunkten
- der Mittelwert des XLM-Maßes in Basispunkten
- absolute Preisdifferenz*Wartezeit
- Preisdifferenz*Wartezeit
- quadrierte Preisdifferenz* Wartezeit.

Die Variablen *Median* und *Mittelwert des XLM-Maßes* sollen das XLM-Maß der Xetra abbilden (siehe Abschnitt 2.2.5).

Für die drei Variablen *absolute Preisdifferenz*Wartezeit*, *Preisdifferenz*Wartezeit* und *quadrierte Preisdifferenz*Wartezeit* gilt:

Es wird für jede Handelstransaktion die absolute Preisänderung/ die Preisänderung/ die quadrierte Preisänderung ermittelt und mit der Zeit seit der letzten Transaktion (gemessen in Sekunden) multipliziert. Diese Variablen sollen somit sowohl die Preisschwankung als auch die verstrichene Zeit zwischen zwei Transaktionen zusammenfassen und sich so der allgemeinen Liquiditätsdefinition nähern.

Weitere unabhängige Variablen sind:

- die Liquidity Ratio Median in Umsatz/100.000
- die Liquidity Ratio Mittelwert in Umsatz/100.000
- Amihud 1 (alternatives Amihudmaß)
- Amihud 2 (alternatives Amihudmaß)
- Amihud 3 (Amihudmaß)
- Amihud 4 (normiertes Amihudmaß)
- Time Return in 0,01%
- Value Return in 0,01%
- Volume Return in 0,01%.

Die *Liquidity Ratio* im Median und Mittelwert stellt das Amivest-Maß dar (siehe Abschnitt 2.2.3).

Für die Amihud-Variablen gilt:

Amihud 1 entspricht

$$\sum_i r_i \cdot Vol_i, \quad (4.3)$$

wobei r_i die i-te Rendite und Vol_i der dazugehörige Stückumsatz ist.

Amihud 2 entspricht

$$\sum_i \frac{r_i \cdot Vol_i}{Wert_i}, \quad (4.4)$$

wobei $Wert_i$ dem i -ten Wertumsatz entspricht.

Bei *Amihud 3* handelt es sich um das von Amihud vorgestellte Amihudmaß (siehe Abschnitt 2.2.4). Für *Amihud 4* wird das Amihudmaß noch mit dem Faktor $\sum_i \frac{1}{Vol_i}$ normiert.

Die Amihud-Variablen wurden als unabhängige Variablen gewählt, um zu prüfen, ob sowohl das ursprüngliche Amihudmaß als auch evtl. angepasste Versionen davon einen Einfluss auf den Spread ausüben.

Für die drei Return-Variablen wird für jede Transaktion die erzielte Rendite ermittelt und mit dem Faktor 0,01% skaliert. Beim *Time Return* wird diese Größe durch die Zeit in Minuten, die seit der vorherigen Transaktion verstrichen ist, dividiert. Somit wird hier die Rendite je Zeit angegeben. Beim *Value Return* wird die Rendite mit dem Wert der erworbenen Stückzahl (Stückzahl mal Preis) multipliziert und somit mit dem Wertvolumen gewichtet. Beim *Volume Return* wird die Rendite wiederum nur mit der erworbenen Stückzahl multipliziert und somit mengengewichtet. Diese drei Variablen sollen einen möglichen Einfluss der Rendite, die in zeitgewichteter, wertgewichteter und mengengewichteter Form vorliegt, auf den Spread prüfen lassen.

Im Folgenden werden für alle Variablen die deskriptiven Statistiken präsentiert:³²

³²In der deskriptiven Statistik ist zu sehen, dass die Variablen, die vom Free Float abhängen nur 26 anstelle von 28 Beobachtungspunkten besitzen. Dies liegt daran, dass für die Unternehmen Altana und Schering keine Free-Float-Werte ermittelt werden konnten.

Tabelle 4.19.: Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Mittelwert Spread	28	0,0131	0,1202	0,0513	0,0327
Median Spread	28	0,0067	0,0884	0,0373	0,0262
log Spread	28	0,073	0,213	0,1306	0,0426
Orderanzahl	28	2159595	6849723	3778596,89	1415923,2
Stückvolumen	28	73005626	5376764401	820633410	1025667602
Transaktionsanzahl	28	222027	1702731	660883,86	406989,1
Wertvolumen	28	3597115611	58594501117	21795884015,3	19201646970,4
relatives Wertvolumen in Prozent	26	4927555631	102384240987	30854398815,2	26140881992,2
relatives Wertvolumen	26	0,1314	4,5790	1,5363	0,8377
inverses relatives Wertvolumen	26	0,2184	7,6131	1,1842	1,7655
$\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$	26	$1 \cdot 10^{-10}$	$297 \cdot 10^{-10}$	$47 \cdot 10^{-10}$	$66 \cdot 10^{-10}$
$\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$	26	$953 \cdot 10^{-10}$	$95449 \cdot 10^{-10}$	$30997 \cdot 10^{-10}$	$22309 \cdot 10^{-10}$
$\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$	26	0,0000	$10 \cdot 10^{-10}$	$15 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-10}$
$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$	26	33710026	11244136592	1041798014,3	2214488517,96
$\frac{\text{relative Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$	28	315	4446	1135,39	876,773
$\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$	28	0,0110	0,1023	0,0439	0,0295
$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$	26	104767	10489769	887188,85	1999546,82
$\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$	28	0,0002	0,0032	0,0013	0,0009
$\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$	28	0,00002	0,00007	0,00004	0,000015
$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$	26	1548800000	428255000248	31249717567,27	81961845746,46
$\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$	28	9	90	35,11	23,574
$\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$	28	13630	48455	27740	10362,9
$\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Transaktionen}}$	28	0,0149	0,1199187826178429	0,0533	0,0325
der Mittelwert des gewichteten Bid-Ask-Spreads	28	0	0	0,00	0,001
der Median des tradeweighted Price in Prozent	28	0	0	0,00	0,001

Tabelle 4.20.: Deskriptive Statistik(Fortsetzung)

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Mittelwert der Zeitspanne zwischen zwei Orderbucheinträgen	28	1,5281	4,7205	3,0987	1,0681
Median der Zeitspanne zwischen zwei Orderbucheinträgen	28	0,1	0,1	0,100	0,000
Mittelwert der Zeitspanne zwischen zwei Handelstransaktionen	28	5,3690	40,6647	20,3717	11,4568
Median der Zeitspanne zwischen zwei Handelstransaktionen	28	1	9	4,460	2,472
log Median Spread in Prozent	28	0,073	0,213	0,1306	0,0426
$t \cdot \log$ Median Spread in Prozent	28	0,077	0,459	0,2229	0,1155
Median des XLM-Maßes in BP	28	12	56	27,21	12,583
Mittelwert des XLM-Maßes in BP	28	22,73	54,48	28,048	7,441
absolute Preisdifferenz*Wartezeit	28	332,88	1493,71	488,47	252,92
Preisdifferenz*Wartezeit	28	9,95	33,96	26,61	5,265
quad. Preisdifferenz* Wartezeit	28	217,65	920,97	352,436	165,048
Liquidity Ratio Median in Umsatz/100000	28	6	269	72,89	75,177
Liquidity Ratio Mittelwert in Umsatz/100000	28	56,61	178,67	135,6729	27,9157
Amihud 1	28	0,00000254	0,00001994	0,00000624	0,00000386
Amihud 2	28	0,0264	0,6688	0,2426	0,2240
Amihud 3	28	1,5828	9,1545	3,3067	1,8561
Amihud 4	28	0,2956	0,9680	0,5557	0,1828
Time Return in 0,01%	28	-0,0617	0,1790	-0,0109	0,0521
Value Return in 0,01%	28	-14,1812	13,9581	4,9871	5,7310
Volume Return in 0,01%	28	-0,0343	0,0225	-0,0091	0,0206

Es werden nun die vier von Aitken und Comerton-Forde vorgeschlagenen Maße *Transaktionsfrequenz*, *Stückvolumen*, *Wertvolumen* und *relatives Wertvolumen* näher betrachtet.³³ Im Anhang A.2.1 findet man größensortierte Tabellen für alle Maße. Aus diesen geht hervor, dass folgende Unternehmen die jeweiligen Spitzenreiter sind:

- *Transaktionsfrequenz*: Allianz, Siemens und MünchRück
- *Stückvolumen*: Deutsche Telekom, Infenion, Siemens
- *Wertvolumen*: Deutsche Telekom, Allianz, Siemens
- *relatives Wertvolumen in Euro*: Infinion, SAP, Fresenius
- *relatives Wertvolumen in Prozent*: Deutsche Telekom, SAP, Allianz.

Die folgenden Unternehmen nehmen die niedrigsten Werte in dem jeweiligen Maß an:

- *Transaktionsfrequenz*: MAN, Linde und Henkel
- *Stückvolumen*: Adidas, Fresenius, Henkel
- *Wertvolumen*: Linde, Fresenius, MAN
- *relatives Wertvolumen in Euro*: Henkel, Deutsche Post, Siemens
- *relatives Wertvolumen in Prozent*: TUI, Linde, MAN.

Zudem lassen sich noch folgende Merkmale aus den Daten ableiten:

	Transaktions- anzahl	Stückvolumen	Wertvolumen	rel. Wert- volumen (in Euro)	rel. Wert- volumen (in Proz.)
Minimum	222027	73005626	3597115611	0,1314	4927555631
Maximum	1702731	5376764401	58594501117	4,5790	102384240987
Spannweite	1480704	5303758775	54997385506	4,4477	97456685356
Mittelwert	660883,86	820633409,96	21795884015,36	1,536255	30854398815,23
Median	554304,50	581891519,50	13266253362,00	1,404725	20478255869
Verteilungs- eigenschaften	eingipflig rechtsschief flachgipflig	eingipflig rechtsschief spitzgipflig	eingipflig rechtsschief flachgipflig	eingipflig rechtsschief spitzgipflig	eingipflig rechtsschief spitzgipflig
Schiefe	0,891	3,529	0,868	1,769	1,150
Kurtosis	-0,45	14,931	-0,721	6,507	0,711

Tabelle 4.21.: Verteilungsmerkmale

Merkmale im Vergleich: Die Spannweiten der betrachteten Größen sind sehr unterschiedlich. Alle Mittelwerte weichen von den Medianen ab. Die Verteilungen sind alle rechtsschief und eingipflig. Die Verteilungen von Transaktionen und Wertvolumen sind flachgipflig die übrigen Verteilungen spitzgipflig.

³³Diese Maße wurden hier für die weitere Betrachtung gewählt, da sie in der Literatur häufig zur Liquiditäts- und somit auch zur Spreadmessung genutzt werden.

Korrelationen der Maße: Es wird als Korrelationskoeffizient das Kendalls τ betrachtet. Dieser Korrelationskoeffizient wurde gewählt, um evtl. monotone Zusammenhänge zwischen den für die nähere Betrachtung ausgewählten Maßen zu bestimmen.^{34 35}

Es ergeben sich folgende Koeffizienten:

	Transaktionsanzahl	Stückvolumen	Wertvolumen	rel. Wertvolumen (in Euro)	rel. Wertvolumen (in Proz.)
Transaktionsanzahl	1,000	0,598**	0,899**	0,034	0,692**
Stückvolumen		1,000	0,561**	-0,089	0,385**
Wertvolumen			1,000	0,009	0,705**
rel. Wertvolumen (in Euro)				1,000	0,095**
rel. Wertvolumen (in Proz.)					1,000

Tabelle 4.22.: Korrelationskoeffizienten nach Kendall

Insgesamt folgt, dass im signifikanten Bereich die Größen *rel. Wertvolumen in Euro* und *rel. Wertvolumen in %* die geringste Korrelation aufweisen, während bei *Transaktionen* und *Wertvolumen* die höchste Korrelation vorliegt. Somit liegt u.a. zwischen den Größen *rel. Wertvolumen in Euro* und *rel. Wertvolumen in %* kaum ein monotoner Zusammenhang vor, während zwischen den Größen *Transaktionen* und *Wertvolumen* ein starker monotoner Zusammenhang vorzufinden ist. Zudem ergeben sich für die Kombinationen *Transaktionen* und *rel. Wertvolumen in Euro*, *Stückvolumen* und *rel. Wertvolumen in Euro* und *Wertvolumen* und *rel. Wertvolumen in Euro* keine signifikanten Ergebnisse.

Einfachregressionen mithilfe der Kurvenanpassung

Nach der Vorstellung aller abhängigen und unabhängigen Variablen folgt nun eine erste Analyse mithilfe von Einfachregressionen.³⁶ Um mögliche Einflussnahmen der unabhängigen Variablen auf den Spread besser abschätzen zu können, werden die Regressionen mittels Kurvenanpassungen durchgeführt.

Für diese gilt:

Sei y die unabhängige Variable und x die abhängige Variable. Zudem seien b_i für $i \in (0, 1, 2, \dots, n)$ die zu schätzenden Regressionsparameter. Dann werden die Kurvenanpassungen in folgende Typen unterteilt:

linear Bei der *linearen* Regression wird ein Modell mit der linearen Gleichung $y = b_0 + b_1 \cdot x$ betrachtet.

logarithmisch Bei der *logarithmischen* Kurvenanpassung wird ein Modell mit der Gleichung $y = b_0 + b_1 \cdot \ln(x)$ betrachtet.

invers Bei der *inversen* Kurvenanpassung wird ein Modell mit der Gleichung $y = b_0 + \frac{b_1}{x}$ betrachtet.

quadratisch Bei der *quadratischen* Kurvenanpassung wird ein Modell mit der Gleichung $y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$ betrachtet.

kubisch Bei der *kubischen* Kurvenanpassung wird ein Modell mit der Gleichung $y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 + b_3 \cdot x^3$ betrachtet.

³⁴Das Kendalls τ gibt an, zu welchem Anteil der Fälle sich zwei nach Größe sortierte Gruppen oder Reihen gleichen bzw. unterscheiden. Bei einem Wert von $\tau = 1$ liegt ein perfekt positiver und monotoner Zusammenhang vor.

³⁵Korrelationsbestimmungen nach Pearson wurden im Zuge der multiplen Regression ebenfalls durchgeführt. Eine Auswahl der Ergebnisse ist im späteren Unterkapitel *Ergebnisse der multiplen Regression* in der Tabelle 4.23 zu finden.

³⁶Eine grafische Darstellung der Zusammenhänge der Spreadvariablen mit den unabhängigen Variablen findet man in Anhang A.3.

Potenzfunktion Bei der Kurvenanpassung mithilfe der *Potenzfunktion* wird ein Modell mit der Gleichung $y = b_0 \cdot x^{b_1}$ oder $\ln(y) = \ln(b_0) + b_1 \cdot \ln(x)$ betrachtet.

zusammengesetzt Bei der *zusammengesetzten* Kurvenanpassung wird ein Modell betrachtet, das auf der Gleichung $y = b_0 \cdot b_1^x$ oder $\ln(y) = \ln(b_0) + \ln(b_1) \cdot x$ basiert.

S-Kurve Bei der Kurvenanpassung mithilfe der *S-Kurve* wird ein Modell mit der Gleichung $y = e^{b_0 + \frac{b_1}{x}}$ oder $\ln(y) = b_0 + \frac{b_1}{x}$ betrachtet.

Wachstumsfunktion Bei der Kurvenanpassung mithilfe der *Wachstumsfunktion* wird ein Modell mit der Gleichung $y = e^{b_0 + b_1 \cdot x}$ oder $\ln(y) = b_0 + (b_1 \cdot x)$ betrachtet.

exponentiell Bei der *exponentiellen* Kurvenanpassung wird ein Modell mit der Gleichung $y = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot x}$ oder $\ln(y) = \ln(b_0) + b_1 \cdot x$ betrachtet.³⁷

Ergebnisse für den Mittelwert Spread

Als erste abhängige Variable wird der *Mittelwert Spread* betrachtet.³⁸ Für diesen werden zunächst die Kurvenanpassungen mit den von Aitken und Comerton-Forde vorgeschlagenen Maßen und dem Maß *Order* durchgeführt (siehe Tabelle A.6 bis A.12 im Anhang). Die jeweils besten statistisch signifikanten Ergebnisse sind:

- Bei der unabhängigen Variable *Stückvolumen* ergibt sich für die Kurvenanpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 454,023 \cdot x^{-0,463} \quad (4.5)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,557$ und einem F-Wert von 32,715. Somit liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Wertvolumen* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,106 - 1,006 \cdot 10^{-11} \cdot x + 3,890 \cdot 10^{-22} \cdot x^2 - 4,043 \cdot 10^{-33} \cdot x^3 \quad (4.6)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,236$ und einem F-Wert von 2,470. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *relatives Wertvolumen in Prozent* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,093 - 5,300 \cdot 10^{-12} \cdot x + 1,327 \cdot 10^{-22} \cdot x^2 - 8,594 \cdot 10^{-34} \cdot x^3 \quad (4.7)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,264$ und einem F-Wert von 2,635. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *relatives Wertvolumen* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,050 - 0,060 \cdot x + 0,053 \cdot x^2 - 0,009 \cdot x^3 \quad (4.8)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,269$ und einem F-Wert von 2,699. Somit liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Die Anpassungen für die unabhängigen Variablen *Transaktionen*, *inverses relatives Wertvolumen* und *Order* erzielen keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

³⁷IBM Knowledge Center.

³⁸Die Ergebnisse aller Kurvenanpassungen für den *Mittelwert Spread* befinden sich im Anhang A.2.2.

Insgesamt ist zu erkennen, dass von allen betrachteten Maßen nur das Stückvolumen einen relevanten Einfluss auf den Mittelwert des Spreads aufweisen kann, da dort mit Abstand das höchste Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,557$ und auch der höchste F-Wert vorzufinden ist. Aufgrund der übrigen geringen Bestimmtheitsmaße ist die Erklärungskraft der anderen betrachteten Variablen sehr gering.

Im Anschluss soll noch überprüft werden, ob sich diese Regressionsergebnisse durch eine Verkleinerung der Stichprobe auf diejenigen Unternehmen mit einem geringen Spread und somit geringeren Transaktionskosten und einer höheren Liquidität verbessern lassen. Für diesen Zweck werden nun nur noch Spreads mit maximal zwei Basispunkten betrachtet. Dieses Kriterium erfüllen die folgenden Unternehmen: Bayer, Commerzbank, Daimler-Chrysler, Deutsche Post, Deutsche Telekom, HypoVereinsbank, Infineon, Lufthansa, TUI und VW. Die Ergebnisse der Kurvenanpassungen liegen in den Tabellen A.13 bis A.19 (s. Anhang) vor.

Die jeweils besten statistisch signifikanten Kurvenanpassungen sind:

- Beim *Stückvolumen* erzielen drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:
Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,026 \cdot 1,000^x. \quad (4.9)$$

Die Anpassung *Wachstumsfunktion* liefert:

$$y = e^{-3,634-1,408 \cdot 10^{-10} \cdot x} \quad (4.10)$$

und die Anpassung der *exponentiellen Funktion* liefert:³⁹

$$y = 0,026 \cdot e^{-1,408 \cdot 10^{-10} \cdot x}. \quad (4.11)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,535$ und einen F-Wert von $F = 9,194$ und sind somit statistisch signifikant zum 5%-Level.

Die Anpassung der *Potenzfunktion* folgt dem dicht auf mit

$$y = 3,948 \cdot x^{-0,251}, \quad (4.12)$$

einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,516$ und einem F-Wert von $F = 8,512$, was ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 5%-Level bedeutet.

- Beim *relativen Wertvolumen in Prozent* erzielen ebenfalls die gleichen drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:
Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,025 \cdot 1,000^x. \quad (4.13)$$

Die Anpassung *Wachstumsfunktion* liefert:

$$y = e^{-3,677-5,476 \cdot 10^{-12} \cdot x}. \quad (4.14)$$

³⁹Da der Exponent in der *exponentiellen Funktion* sehr klein und nahe 0 ist, stimmen die *zusammengesetzte* und die *exponentielle Funktion* fast überein.

Zudem liefert die Anpassung der *exponentiellen Funktion*:

$$y = 0,025 \cdot e^{-5,476 \cdot 10^{-12} \cdot x}. \quad (4.15)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,313$ und einen F-Wert von $F = 3,648$ und sind somit statistisch signifikant zum 10%-Level.

- Die Anpassungen für die unabhängigen Variablen *Transaktionen*, *Wertvolumen*, *relatives Wertvolumen*, *inverses relatives Wertvolumen* und *Order* erzielen keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

Hier kann man erkennen, dass eine Stichprobenverkleinerung auf die Unternehmen mit geringeren Transaktionskosten und somit höherer Liquidität nur einen mäßigen Anstieg im Bestimmtheitsmaß bewirkt hat, stattdessen aber der Typ der Kurvenanpassung nicht mehr eindeutig ist und die statistische Signifikanz teilweise nicht mehr gegeben ist.

In einem nächsten Schritt soll der Einfluss von möglichen neuen Maßen betrachtet werden, die aus den vier Maßen von Aitken und Comerton-Forde zusammengesetzt werden. Hierzu werden alle möglichen Quotientenkombinationen betrachtet. Die vollständigen Ergebnisse sind im Anhang in den Tabellen A.20 bis A.31 zu finden. Es ergeben sich die folgenden jeweils besten Kurvenanpassungen, die zudem statistisch signifikant sind:

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,022 + 8351079,121 \cdot x - 1,815 \cdot 10^{14} \cdot x^2 \quad (4.16)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,610$ und einem F-Wert von 18,025. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *inversen Funktion*:

$$y = 0,033 + \frac{3588625,570}{x} \quad (4.17)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,508$ und einem F-Wert von 24,803. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 25,749 \cdot x^{-0,941} \quad (4.18)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,962$ und einem F-Wert von 655,077. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 0,003 \cdot x^{-0,829} \quad (4.19)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,806$ und einem F-Wert von 108,343. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 25,910 \cdot x^{0,942} \quad (4.20)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,962$ und einem F-Wert von 654,328. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 0,003 \cdot x^{0,811} \quad (4.21)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,808$ und einem F-Wert von 109,614. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei den unabhängigen Variablen $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$, $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$, $\frac{\text{Transaktion}}{\text{relatives Wertvolumen}}$, $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Wertvolumen}}$ und $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ ergibt sich kein statistisch signifikantes Ergebnis.

Man kann hier leicht erkennen, dass die Größen $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ und $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,962$ das beste Ergebnis zum 1%-Level liefern. Die Größe $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ kann hierbei als die durchschnittliche Handelsgröße oder auch die *Tradesize* interpretiert werden. Somit hängt der Mittelwert des Spreads stark von der durchschnittlichen Tradesize ab.

Nach diesen zusammengesetzten Maßen sollen noch einige weitere Maße betrachtet werden. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.32 bis A.52. Die besten statistisch signifikanten Ergebnisse sind:

- Bei der unabhängigen Variable *gewichteter Bid-Ask-Spread* erhält man mit der Anpassung der *linearen Funktion*:

$$y = -0,002 + 1,001 \cdot x \quad (4.22)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,993$ und einem F-Wert von 3758,129. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.⁴⁰

- Bei der unabhängigen Variable *Zeit zwischen Handelstransaktionen (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,081 - 0,004 \cdot x + 6,062 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 1,395 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 \quad (4.23)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,324$ und einem F-Wert von 3,827. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Zeit zwischen Handelstransaktionen (Median)* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,150 - 0,093 \cdot x + 0,022 \cdot x^2 - 0,001 \cdot x^3 \quad (4.24)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,372$ und einem F-Wert von 4,730. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

⁴⁰Trotz des scheinbar guten Ergebnisses kann man hier von keinem richtigen Ergebnis ausgehen, da der gewichtete Bid-Ask-Spread einfach nur ein Vielfaches des Spreads ist.

- Bei der unabhängigen Variable *XLM in BP (Median)* erhält man mit der Anpassung der *S-Kurve*:

$$y = e^{-1,786 - \frac{-30,791}{x}} \quad (4.25)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,845$ und einem F-Wert von 141,356. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *XLM in BP (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,053 - 3,863 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 1,130 \cdot 10^{-6} \cdot x^3 \quad (4.26)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,242$ und einem F-Wert von 3,981. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *absolute Preisdifferenz*Wartezeit* erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,040 + 1,741 \cdot 10^{-6} \cdot x + 3,471 \cdot 10^{-8} \cdot x^2 \quad (4.27)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,238$ und einem F-Wert von 3,905. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Preisdifferenz*Wartezeit* erhält man mit der Anpassung der *inversen Funktion*:

$$y = 0,013 + \frac{0,969}{x} \quad (4.28)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,161$ und einem F-Wert von 4,987. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *quadratische Preisdifferenz*Wartezeit* erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,070 + 2,250 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 \quad (4.29)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,233$ und einem F-Wert von 3,804. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Liquidity Ratio (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,217 - 0,002 \cdot x + 7,541 \cdot 10^{-6} \cdot x^2 \quad (4.30)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,176$ und einem F-Wert von 2,667. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 1* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,023 - 609,155 \cdot x + 1103130492 \cdot x^2 - 4,302 \cdot 10^{13} \cdot x^3 \quad (4.31)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,551$ und einem F-Wert von 9,805. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 2* erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 0,017 \cdot x^{-0,484} \quad (4.32)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,588$ und einem F-Wert von 37,168. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 3* erhält man mit der Anpassung *kubischen Funktion*:

$$y = 0,074 - 0,046 \cdot x + 0,016 \cdot x^2 - 0,001 \cdot x^3 \quad (4.33)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,418$ und einem F-Wert von 5,735. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei den unabhängigen Variablen *tradeweighted Price*, *Zeit zwischen zwei Orderbucheinträgen (Mittelwert)*, *log Median Spread*, *zeitgewichteter log Median Spread*, *Liquidity Ratio (Median)*, *Amihud 4*, *Time Return*, *Value Return* und *Volume Return* ergibt sich kein statistisch signifikantes Ergebnis. Die unabhängige Variable *Zeit zwischen zwei Orderbucheinträgen (Median)* liefert für alle Unternehmen den konstanten Wert von 0,1. Aus diesem Grund wurde hierfür keine Kurvenanpassung durchgeführt.

In dieser dritten Gruppe von betrachteten Kurvenanpassungen bildet das XLM-Maß im Median mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,845$ das beste Maß ab. Alle anderen betrachteten unabhängigen Variablen (wobei der gewichtete Bid-Ask-Spread als ungeeignet ausgenommen wird) führen zu weit schlechteren Ergebnissen.

In der Gruppe aller hier betrachteten unabhängigen Variablen erzielt die *Tradesize* mit Abstand das beste Ergebnis. Dabei weist alles auf einen antiproportionalen Zusammenhang zwischen dem *Mittelwert Spread* und der *Tradesize*.

Ergebnisse für den Median Spread

Nun wird die im vorigen Abschnitt durchgeführte Kurvenanpassung ebenfalls für den *Median Spread* als abhängige Variable durchgeführt.⁴¹ Als unabhängige Variablen werden zunächst die von Aitken und Comerton-Forde vorgeschlagenen Maße und zusätzlich das Maß *Order* gewählt (siehe Tabellen A.53 bis A.59 im Anhang).

Bei den Kurvenanpassungen dieser Variablen schneidet wieder das Stückvolumen am besten ab (siehe Tabelle A.53). Mit der Anpassung *Potenzfunktion* erhält man das folgende beste Ergebnis:

$$y = 995,583 \cdot x^{-0,521} \quad (4.34)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,528$ und einem F-Wert von 29,084. Somit ist diese Regression hochsignifikant.

Die besten statistisch signifikanten Ergebnisse der anderen Maße wurden alle mit der Kurvenanpassungen der *kubischen Funktion* erzeugt:

- Bei der unabhängigen Variable *Wertvolumen* erhält man:

$$y = 0,080 - 8,206 \cdot 10^{-12} \cdot x + 3,228 \cdot 10^{-22} \cdot x^2 - 3,380 \cdot 10^{-33} \cdot x^3 \quad (4.35)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,245$ und einem F-Wert von 2,590. Somit liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

⁴¹Die Ergebnisse aller Kurvenanpassungen für den Median Spread befinden sich im Anhang A.2.3.

- Bei der unabhängigen Variable *relatives Wertvolumen in Prozent* erhält man:

$$y = 0,070 - 4,298 \cdot 10^{-12} \cdot x + 1,096 \cdot 10^{-22} \cdot x^2 - 7,138 \cdot 10^{-34} \cdot x^3 \quad (4.36)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,283$ und einem F-Wert von 2,900. Somit liegt hier ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *relatives Wertvolumen* erhält man:

$$y = 0,038 - 0,053 \cdot x + 0,046 \cdot x^2 - 0,008 \cdot x^3 \quad (4.37)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,297$ und einem F-Wert von 3,093. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Die Anpassungen für die unabhängigen Variablen *Transaktionen*, *inverses relatives Wertvolumen* und *Order* erzielten keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

Für die gerade betrachteten Variablen ist aufgrund der geringen Werte der jeweiligen Bestimmtheitsmaße auch die jeweilige Erklärungskraft sehr gering. Lediglich das Stückvolumen schneidet mit einem mittleren Wert besser ab.

Im Anschluss soll erneut überprüft werden, ob sich diese Ergebnisse durch eine Verkleinerung der Stichprobe auf diejenigen Unternehmen mit einem ein bis zwei Basispunkte großen Spread verbessern lassen. Dies erfüllen wieder die folgenden Unternehmen: Bayer, Commerzbank, Daimler-Chrysler, Deutsche Post, Deutsche Telekom, HypoVereinsbank, Infineon, Lufthansa, TUI und VW. Die Regressionsergebnisse in Form von Kurvenanpassungen liegen im Anhang in den Tabellen A.60 bis A.66 vor.

Die jeweils besten statistisch signifikanten Kurvenanpassungen sind:

- Beim *Stückvolumen* erzielen drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:
Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,017 \cdot 1,000^x. \quad (4.38)$$

Die Anpassung *Wachstumsfunktion* liefert:

$$y = e^{-4,059 - 1,880 \cdot 10^{-10} \cdot x} \quad (4.39)$$

und die Anpassung der *exponentiellen Funktion* liefert:

$$y = 0,017 \cdot e^{-1,880 \cdot 10^{-10} \cdot x}. \quad (4.40)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,548$ und einen F-Wert von $F = 9,682$ und sind somit statistisch signifikant zum 5%-Level.

Die Anpassung der *Potenzfunktion* folgt dem dicht auf mit

$$y = 11,586 \cdot x^{-0,327} \quad (4.41)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,501$ und einem F-Wert von $F = 8,033$, was ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 5%-Level induziert.

- Beim *relativen Wertvolumen in Prozent* erzielen ebenfalls die gleichen drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:

Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,016 \cdot 1,000^x. \quad (4.42)$$

Die Anpassung *Wachstumsfunktion* liefert:

$$y = e^{-4,118-7,244 \cdot 10^{-12} \cdot x}. \quad (4.43)$$

Zudem liefert die Anpassung der *exponentiellen Funktion*:

$$y = 0,016 \cdot e^{-7,244 \cdot 10^{-12} \cdot x}. \quad (4.44)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,315$ und einen F-Wert von $F = 3,671$ und sind somit statistisch signifikant zum 10%-Level.

- Die Anpassungen für die unabhängigen Variablen *Transaktionen*, *Wertumsatz*, *relatives Wertvolumen*, *inverses relatives Wertvolumen* und *Order* erzielen keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

Auch hier kann man erkennen, dass eine Stichprobenverkleinerung auf die Unternehmen mit geringeren Transaktionskosten und somit höherer Liquidität nur einen mäßigen Anstieg im Bestimmtheitsmaß bewirkt hat, stattdessen aber der Typ der Kurvenanpassung nicht mehr eindeutig und die statistische Signifikanz zudem zum Teil nicht mehr gegeben ist.

In einem nächsten Schritt soll auch hier der Einfluss von den aus den vier Maßen von Aitken und Comerton-Forde zusammengesetzten neuen Maßen betrachtet werden. Die vollständigen Ergebnisse sind im Anhang in den Tabellen A.67 bis A.78 zu finden. Es ergeben sich die folgenden jeweils besten Kurvenanpassungen, die zudem statistisch signifikant sind:

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,015 + 6379855,446 \cdot x - 1,367 \cdot 10^{14} \cdot x^2 \quad (4.45)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,565$ und einem F-Wert von 14,936. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *inversen Funktion*:

$$y = 0,023 + \frac{2794325,432}{x} \quad (4.46)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,476$ und einem F-Wert von 21,760. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 47,636 \cdot x^{-1,087} \quad (4.47)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,960$ und einem F-Wert von 620,623. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 0,001 \cdot x^{-0,973} \quad (4.48)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,832$ und einem F-Wert von 128,348. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 47,988 \cdot x^{1,088} \quad (4.49)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,960$ und einem F-Wert von 620,715. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 0,001 \cdot x^{0,952} \quad (4.50)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,835$ und einem F-Wert von 131,470. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei den unabhängigen Variablen $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$, $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$, $\frac{\text{Transaktion}}{\text{relatives Wertvolumen}}$, $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Wertvolumen}}$, $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$ und $\frac{\text{Transaktion}}{\text{Transaktionen}}$ ergeben sich kein statistisch signifikanten Ergebnisse.

Man kann hier leicht erkennen, dass die Größen $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ und $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit einem Wert von $R^2 = 0,960$ das beste Ergebnis zum 1%-Level liefern. Die Größe $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ kann hierbei ebenfalls als die durchschnittliche Handelsgröße oder auch die *Tradesize* interpretiert werden. Somit hängt auch der Median des Spreads stark von der durchschnittlichen Tradesize ab.

Nach diesen zusammengesetzten Maßen sollen noch die weiteren vorgestellten Maße betrachtet werden. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.79 bis A.99. Die besten statistisch signifikanten Ergebnisse sind:

- Bei der unabhängigen Variable *gewichteter Bid-Ask-Spread* erhält man mit der Anpassung der *linearen Funktion*:

$$y = -0,005 + 0,798 \cdot x \quad (4.51)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,987$ und einem F-Wert von 1948,195. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.⁴²

- Bei der unabhängigen Variable *tradeweighted Price* erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,040 - 23,719 \cdot x + 16165,327 \cdot x^2 \quad (4.52)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,192$ und einem F-Wert von 2,976. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

⁴²Trotz des scheinbar guten Ergebnisses, wird der gewichtete Bid-Ask-Spread aus der Betrachtung herausgenommen, da es sich bei der genaueren Analyse nur um ein Vielfaches des Spreads handelt.

- Bei der unabhängigen Variable *Zeit zwischen Handelstransaktionen (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,065 - 0,004 \cdot x + 6,243 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 9,601 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 \quad (4.53)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,309$ und einem F-Wert von 3,574. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Zeit zwischen Handelstransaktionen (Median)* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,119 - 0,075 \cdot x + 0,018 \cdot x^2 - 0,001 \cdot x^3 \quad (4.54)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,361$ und einem F-Wert von 4,512. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *XLM in BP (Median)* erhält man mit der Anpassung der *S-Kurve*:

$$y = e^{-1,932 - \frac{35,923}{x}} \quad (4.55)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,861$ und einem F-Wert von 160,659. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *XLM in BP (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,035 - 2,070 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 + 7,083 \cdot 10^{-7} \cdot x^3 \quad (4.56)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,210$ und einem F-Wert von 3,320. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *absolute Preisdifferenz*Wartezeit* erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,025 + 1,279 \cdot 10^{-5} \cdot x + 1,941 \cdot 10^{-8} \cdot x^2 \quad (4.57)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,206$ und einem F-Wert von 3,250. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Preisdifferenz*Wartezeit* erhält man mit der Anpassung der *inversen Funktion*:

$$y = 0,009 + \frac{0,717}{x} \quad (4.58)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,138$ und einem F-Wert von 4,149. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *quadratische Preisdifferenz*Wartezeit* erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,048 - 9,678 \cdot 10^{-5} \cdot x + 1,566 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 \quad (4.59)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,205$ und einem F-Wert von 3,222. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Liquidity Ratio (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *inversen Funktion*:

$$y = 0,008 + \frac{3,802}{x} \quad (4.60)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,118$ und einem F-Wert von 3,482. Es liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 1* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,013 + 657,230 \cdot x + 700107863,1 \cdot x^2 - 2,792 \cdot 10^{13} \cdot x^3 \quad (4.61)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,506$ und einem F-Wert von 8,183. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 2* erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 0,010 \cdot x^{-0,574} \quad (4.62)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,620$ und einem F-Wert von 42,370. Hier liegt ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 3* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,062 - 0,043 \cdot x + 0,014 \cdot x^2 - 0,001 \cdot x^3 \quad (4.63)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,469$ und einem F-Wert von 7,052. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei den unabhängigen Variablen *Zeit zwischen zwei Orderbucheibträgen (Mittelwert)*, *log Median Spread*, *zeitgewichteter log Median Spread*, *Liquidity Ratio (Median)*, *Amihud 4*, *Time Return*, *Value Return* und *Volume Return* ergibt sich kein statistisch signifikantes Ergebnis. Die unabhängige Variable *Zeit zwischen zwei Orderbucheinträgen (Median)* liefert für alle Unternehmen den konstanten Wert von 0,1. Aus diesem Grunde wurde hierfür keine Kurvenanpassung durchgeführt.

Von diesen nun betrachteten Kurvenanpassungen scheint ebenfalls das XLM-Maß im Median das beste Maß abzubilden - mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,861$. Alle anderen betrachteten unabhängigen Variablen (wobei der gewichtete Bid-Ask-Spread ausgenommen ist) führen zu weit schlechteren Ergebnissen.

In der Gesamtheit der hier betrachteten unabhängigen Variablen erzielt die *Tradesize* mit Abstand das beste Ergebnis. Dabei weist alles auf einen antiproportionalen Zusammenhang zwischen dem *Median Spread* und der *Tradesize*.

Ergebnisse für den log Median Spread

Nun sollen noch die Kurvenanpassungen, die schon für den Mittelwert und Median des Spreads durchgeführt wurden, auch für den *log Median Spread* durchgeführt werden.⁴³

⁴³Die Ergebnisse aller Kurvenanpassungen für den log Median Spread befinden sich im Anhang A.2.4.

In einem ersten Schritt werden die vier Maße von Aitken und Comerton-Forde und als zusätzliches Maß die *Order* betrachtet. Die vollständigen Ergebnisse dieser Kurvenanpassungen findet man im Anhang in den Tabellen A.100 bis A.106. Die besten statistisch signifikanten Ergebnisse der betrachteten Maße sind:

- Bei der unabhängigen Variable *Stückvolumen* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,184 - 1,434 \cdot 10^{-10} \cdot x + 7,386 \cdot 10^{-20} \cdot x^2 - 9,425 \cdot 10^{-30} \cdot x^3 \quad (4.64)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,363$ und einem F-Wert von 4,553. Somit liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Transaktionen* ergibt sich für die Kurvenanpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 53,216 \cdot x^{-0,459} \quad (4.65)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,733$ und einem F-Wert von 71,452. Somit liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Wertvolumen* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *Potenzfunktion*:

$$y = 172,308 \cdot x^{-0,309} \quad (4.66)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,826$ und einem F-Wert von 123,791. Somit liegt erneut eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *relatives Wertvolumen in Prozent* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,214 - 5,513 \cdot 10^{-12} \cdot x + 7,754 \cdot 10^{-23} \cdot x^2 - 3,532 \cdot 10^{-34} \cdot x^3 \quad (4.67)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,747$ und einem F-Wert von 21,600. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Order* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *S-Kurve*:

$$y = e^{-2,971 + \frac{2935603,529}{x}} \quad (4.68)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,858$ und einem F-Wert von 156,561. Somit liegt erneut eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Die Anpassungen für die unabhängigen Variablen *relatives Wertvolumen* und *inverses relatives Wertvolumen* erzielen keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

Man kann sofort erkennen, dass die betrachteten Maße bei der abhängigen Variable *log Median Spread* ein grundauf besseres Ergebnis liefern als beim Spread alleine. Die Maße *Wertumsatz* und *Anzahl der Order im Orderbuch* liefern sogar ein Ergebnis mit einem Bestimmtheitsmaß über 0,8.

Auch hier soll nun noch überprüft werden, ob sich diese Regressionsergebnisse durch eine Verkleinerung der Stichprobe auf diejenigen Unternehmen mit einem Spread von ein oder zwei Basispunkten verbessern lassen. Die Regressionsergebnisse in Form von Kurvenanpassungen liegen im Anhang in den Tabellen A.107 bis A.113 vor.

Die jeweils besten statistisch signifikanten Kurvenanpassungen sind:

- Beim *Stückvolumen* ergibt sich für die Kurvenanpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,260 - 2,149 \cdot 10^{-10} \cdot x + 9,823 \cdot 10^{-20} \cdot x^2 - 1,197 \cdot 10^{-29} \cdot x^3 \quad (4.69)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,773$ und einem F-Wert von $F = 6,797$, was ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 5%-Level bedeutet.

- Beim Maß *Transaktionen* erzielen gleich drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:

Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,232 \cdot 1,000^x. \quad (4.70)$$

Die Anpassung *Wachstumsfunktion* liefert:

$$y = e^{-1,459-8,100 \cdot 10^{-7} \cdot x} \quad (4.71)$$

und die Anpassung der *exponentiellen Funktion* liefert:⁴⁴

$$y = 0,232 \cdot e^{-8,100 \cdot 10^{-7} \cdot x}. \quad (4.72)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,863$ und einen F-Wert von $F = 50,270$ und sind somit statistisch signifikant zum 1%-Level.

- Beim *Wertvolumen* erzielen ebenfalls gleich drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:

Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,188 \cdot 1,000^x. \quad (4.73)$$

Zudem liefert die Anpassung *Wachstumsfunktion*:

$$y = e^{-1,671-1,558 \cdot 10^{-11} \cdot x} \quad (4.74)$$

und die Anpassung der *exponentiellen Funktion*.⁴⁵

$$y = 0,188 \cdot e^{-1,558 \cdot 10^{-11} \cdot x}. \quad (4.75)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,869$ und einen F-Wert von $F = 53,169$ und sind somit statistisch signifikant zum 1%-Level.

- Beim *relativen Wertvolumen in Prozent* ergibt sich für die Kurvenanpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 136,823 \cdot x^{-0,291} \quad (4.76)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,782$ und einem F-Wert von $F = 28,734$, was ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level bedeutet.

⁴⁴Da der Exponent in der *exponentiellen Funktion* sehr klein und nahe 0 ist, stimmen die *zusammengesetzte* und die *exponentielle Funktion* fast überein. Zudem liefert die *Wachstumsfunktion* ebenfalls ein fast identisches Ergebnis.

⁴⁵Da der Exponent in der *exponentiellen Funktion* sehr klein und nahe 0 ist, stimmen die *zusammengesetzte* und die *exponentielle Funktion* fast überein. Zudem liefert die *Wachstumsfunktion* ebenfalls ein fast identisches Ergebnis.

- Bei der Größe *Order* erzielen ebenfalls die gleichen drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:

Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,313 \cdot 1,000^x. \quad (4.77)$$

Die Anpassung *Wachstumsfunktion* liefert:

$$y = e^{-1,162 - 2,353 \cdot 10^{-7} \cdot x} \quad (4.78)$$

und die Anpassung der *exponentiellen Funktion* liefert:

$$y = 0,313 \cdot e^{-2,353 \cdot 10^{-7} \cdot x}. \quad (4.79)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,918$ und einen F-Wert von $F = 90,018$ und sind somit statistisch signifikant zum 1%-Level.

- Die Anpassungen für die unabhängigen Variablen *relatives Wertvolumen* und *inverses relatives Wertvolumen* erzielen keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

Hier ist erkennbar, dass die Stichprobenverkleinerung das Bestimmtheitsmaß der meisten Variablen erhöht hat. Allerdings sind die Kurvenanpassungen für die unabhängigen Variablen mit einem Bestimmtheitsmaß von über 0,8 (Transaktionen, Wertvolumen und Order) nicht mehr eindeutig.

In einem nächsten Schritt soll auch hier der Einfluss von möglichen aus den vier Maßen von Aitken und Comerton-Forde zusammengesetzten neuen Maßen betrachtet werden, die aus deren Quotienten gebildet werden. Die vollständigen Ergebnisse sind im Anhang in den Tabellen A.114 bis A.125 zu finden. Es ergeben sich die folgenden jeweils besten statistisch signifikanten Kurvenanpassungen:

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,086 + 21809318,92 \cdot x - 1,787 \cdot 10^{15} \cdot x^2 + 3,958 \cdot 10^{22} \cdot x^3 \quad (4.80)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,367$ und einem F-Wert von 4,255. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,084 + 7848,032 \cdot x + 3534935046 \cdot x^2 - 3,341 \cdot 10^{14} \cdot x^3 \quad (4.81)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,629$ und einem F-Wert von 12,458. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{relatives Wertvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,078 + 489673437,0 \cdot x - 4,725 \cdot 10^{17} \cdot x^2 \quad (4.82)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,784$ und einem F-Wert von 41,695. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,173 - 1,144 \cdot 10^{-10} \cdot x + 3,956 \cdot 10^{-20} \cdot x^2 - 2,684 \cdot 10^{-30} \cdot x^3 \quad (4.83)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,323$ und einem F-Wert von 3,503. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,111 - 0,929 \cdot x + 55,117 \cdot x^2 - 435,872 \cdot x^3 \quad (4.84)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,262$ und einem F-Wert von 2,839. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *inversen Funktion*:

$$y = 0,084 + \frac{15055,061}{x} \quad (4.85)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,582$ und einem F-Wert von 33,362. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,065 - 970,258 \cdot x + 91422900,14 \cdot x^2 - 7,054 \cdot 10^{11} \cdot x^3 \quad (4.86)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,899$ und einem F-Wert von 71,427. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{relatives Wertvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 27,109 \cdot x^{-0,233} \quad (4.87)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,699$ und einem F-Wert von 55,728. Auch hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,174 - 0,002 \cdot x + 1,162 \cdot 10^{-5} \cdot x^2 \quad (4.88)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,204$ und einem F-Wert von 3,197. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,371 - 1,505 \cdot 10^{-5} \cdot x + 2,395 \cdot 10^{-10} \cdot x^2 - 1,064 \cdot 10^{-15} \cdot x^3 \quad (4.89)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,903$ und einem F-Wert von 74,350. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei den unabhängigen Variablen $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ und $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ ergibt sich kein statistisch signifikantes Ergebnis.

Man kann hier leicht erkennen, dass die Größen $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Wertvolumen}}$ und $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ mit einem Wert von $R^2 = 0,899$ bzw. $R^2 = 0,903$ das beste Ergebnis zum 1%-Level liefern. Die Größe $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ kann hierbei als die *durchschnittlich umgesetzte Geldmenge je Transaktion* interpretiert werden. Somit hängt der logarithmierte Spread stark von der durchschnittlich umgesetzten Geldmenge je Transaktion ab.

Nach den eben betrachteten zusammengesetzten Maßen sollen abschließend noch die weiteren vorgestellten Maße betrachtet werden. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.126 bis A.146. Die besten statistisch signifikanten Ergebnisse sind:

- Bei der unabhängigen Variable *Zeit zwischen zwei Orderbucheinträgen (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *Potenzfunktion*:

$$y = 0,051 \cdot x^{0,826} \quad (4.90)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,847$ und einem F-Wert von 143,454. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Zeit zwischen Handelstransaktionen (Mittelwert)* erhält man mit der Anpassung der *Potenzfunktion*:

$$y = 0,034 \cdot x^{0,452} \quad (4.91)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,724$ und einem F-Wert von 68,146. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Zeit zwischen Handelstransaktionen (Median)* erhält man mit der Anpassung der *kubischen Funktion*:

$$y = 0,099 - 0,015 \cdot x + 0,007 \cdot x^2 \quad (4.92)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,656$ und einem F-Wert von 15,255. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *log Median Spread* ist eine Regression nicht angebracht, da sie genau der abhängigen Variable entspricht.
- Bei der unabhängigen Variable *zeitgewichteter log Median* erhält man mit der Anpassung der *linearen Funktion*:

$$y = 0,051 + 0,359 \cdot x \quad (4.93)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,949$ und einem F-Wert von 485,654. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.⁴⁶

⁴⁶Da es sich hier um ein Vielfaches der abhängigen Variable handelt, ist dieses Maß aus der Betrachtung herauszunehmen.

- Bei der unabhängigen Variable *quadratische Preisdifferenz*Wartezeit* erhält man mit der Anpassung der *quadratischen Funktion*:

$$y = 0,235 + 3,790 \cdot 10^{-7} \cdot x^2 \quad (4.94)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,181$ und einem F-Wert von 2,763. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 10%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Liquidity Ratio (Median)* erhält man mit der Anpassung der *Potenzfunktion*:

$$y = 0,356 \cdot x^{-0,284} \quad (4.95)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,964$ und einem F-Wert von 687,009. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Liquidity Ratio (Mittelwert)* erzielen gleich drei Kurvenanpassungen qualitativ gleich gute Ergebnisse:

Die Anpassung der *zusammengesetzten Funktion* liefert:

$$y = 0,223 \cdot 0,996^x. \quad (4.96)$$

Die Anpassung *Wachstumsfunktion* liefert:

$$y = e^{-1,501-0,004 \cdot x} \quad (4.97)$$

und die Anpassung der *exponentiellen Funktion* liefert:

$$y = 0,223 \cdot e^{-0,004 \cdot x}. \quad (4.98)$$

Alle drei Anpassungen haben ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,134$ und einen F-Wert von 4,019 und sind somit statistisch signifikant zum 10%-Level.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 1* erhält man mit der Anpassung der *S-Kurve*:

$$y = e^{-1,639 + \frac{-2,128 \cdot 10^{-6}}{x}} \quad (4.99)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,432$ und einem F-Wert von 19,764. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 2* erhält man mit der Anpassung *Potenzfunktion*:

$$y = 0,185 \cdot x^{0,212} \quad (4.100)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,427$ und einem F-Wert von 19,396. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 3* erhält man mit der Anpassung *S-Kurve*:

$$y = e^{-2,484 + \frac{1,082}{x}} \quad (4.101)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,201$ und einem F-Wert von 6,553. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 5%-Level vor.

- Bei der unabhängigen Variable *Amihud 4* erhält man mit der Anpassung *kubischen Funktion*:

$$y = 0,082 - 0,222 \cdot x + 0,820 \cdot x^2 - 0,472 \cdot x^3 \quad (4.102)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,910$ und einem F-Wert von 81,314. Hier liegt eine statistische Signifikanz zum 1%-Level vor.

- Bei den unabhängigen Variablen *gewichteter Bid-Ask-Spread*, *tradeweighted Price*, *XLM (Median)*, *XLM (Mittelwert)*, *absolute Preisdifferenz*Wartezeit*, *Preisdifferenz*Wartezeit*, *Time Return*, *Value Return* und *Volume Return* ergeben sich kein statistisch signifikanten Ergebnisse. Die unabhängige Variable *Zeit zwischen zwei Orderbucheinträgen (Median)* liefert für alle Unternehmen den gleichen konstanten Wert von 0,1. Aus diesem Grund wird hierfür keine Kurvenanpassung durchgeführt wurde.

Von diesen nun betrachteten Kurvenanpassungen ist die *Liquidity Ratio (Median)* das beste Maß für die Regression mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,964$. Dem folgt noch das Maß *Amihud 4* mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,910$. Alle anderen betrachteten unabhängigen Variablen (wobei der gewichtete logarithmierte Spread aus der Betrachtung ausgenommen wird) führen zu weit schlechteren Ergebnissen.

In der Gesamtheit der hier betrachteten unabhängigen Variablen erzielt die *Liquidity Ratio (Median)* das beste Ergebnis. Dabei weist alles auf einen antiproportionalen Zusammenhang zwischen dem *log Median Spread* und der Größe (*Liquidity Ratio (Median)*)^{0,284}.

Ergebnisse der multiplen Regression

Im Folgenden sollen für die hier betrachteten abhängigen Variablen *Spread (Mittelwert)*, *Spread (Median)* und *log Median Spread* multiple Regressionen durchgeführt werden.⁴⁷ Da bei der Vielzahl von möglichen unabhängigen Variablen nicht vorab eine richtige Auswahl getroffen werden kann und die Variablen zudem untereinander teilweise stark korreliert sind, wird die multiple Regression über das *Schrittweise Verfahren* von SPSS durchgeführt.⁴⁸ Von einer Präsentation aller Korrelationen der Variablen untereinander wird hier abgesehen, da dies zu umfangreich wäre. Die Korrelationen wurden jedoch berechnet und es weisen viele Variablenpaare maßgeblich hohe Werte auf.⁴⁹ Um einen Eindruck davon zu geben, werden in Tabelle 4.23 beispielhaft die Korrelationen der von Aitken und Comerton-Forde vorgeschlagenen Maße wiedergegeben. Man sieht, dass es sowohl sehr geringe Korrelationswerte, wie z. B. beim Wertvolumen und relativem Wertvolumen von 0,030, als auch sehr hohe Korrelationswerte gibt wie z.B. beim Wertvolumen und den Transaktionen von 0,970.

⁴⁷Die Ergebnisse aller multiplen Regressionen befinden sich im Anhang A.2.5.

⁴⁸Näheres zum schrittweisen Verfahren findet man unter Wiseman (2012).

⁴⁹Es handelt sich bei allen Korrelationen um Pearson-Korrelationen.

<i>Korrelationen</i>	Stück- volumen	Transaktionen	Wert- volumen	relatives Wertvolumen in %	relatives Wertvolumen	inverses relatives Wertvolumen
Stückvolumen	1,000					
Transaktionen	0,493	1,000				
Wertvolumen	0,578	0,970	1,000			
relatives Wertvolumen in %	0,718	0,881	0,931	1,000		
relatives Wertvolumen	0,251	0,076	0,030	0,159	1,000	
inverses relatives Wertvolumen	-0,077	0,090	0,109	0,040	-0,572	1,000

Tabelle 4.23.: Korrelationen der Maße von Aitken und Comerton-Forde

Aufgrund des eindeutigen Vorliegens von maßgeblichen Korrelationen zwischen den unabhängigen Variablen wird für jede betrachtete abhängige Variable das schrittweise Regressionsverfahren angewendet. Beim schrittweisen Verfahren wird zunächst die mit der abhängigen Variable (betragsmäßig) am höchsten korrelierten Variable in die Gleichung aufgenommen. In einem nächsten Schritt werden die partiellen Korrelationen der restlichen Variablen mit der abhängigen Variable berechnet. Somit wird der Einfluss der schon aufgenommenen Variable für die übrigen Variablen herausgerechnet bzw. bereinigt. Die Variable mit der betragsmäßig höchsten partiellen Korrelation wird nun in die Gleichung aufgenommen. Somit werden nur die Anteile der neuen Variable, die nicht mit der zuerst aufgenommenen Variable korrelieren, ausgewählt. Dieses Auswahlverfahren wird in dieser Form fortgesetzt. In jedem durchgeführten Schritt wird allerdings überprüft, ob ohne die Vorhersagekraft signifikant zu verringern schon eher aufgenommene Variablen aus der Gleichung entfernt werden können (z.B. durch die Redundanz einer Variable durch eine neu entstehende Variablenkombination).⁵⁰

In den nun folgenden multiplen Regressionen, die alle das schrittweise Verfahren anwenden, wurden als Aufnahme- und Ausschlusskriterium der einzelnen Variablen folgende zu den jeweiligen F-Werten gehörende p-Werte gewählt:

Für die Aufnahme einer Variable in die Gleichung muss der entsprechende F-Wert ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ erreichen. Für den evtl. Ausschluss einer Variablen wird ein Signifikanzniveau von $p < 0,10$ gewählt. Wird dieses Niveau nicht mehr erreicht, wird die Variable aus der Gleichung entfernt.

⁵⁰Wiseman (2012).

Die multiple Regression des Spreads (Mittelwert)

Im schrittweisen Verfahren wird nun für den Mittelwert des Spreads die folgende Regressionsgleichung geschätzt:

$$\begin{aligned}
Spread_{Mittel} = & \alpha + \beta_1 \cdot Stückvolumen_t + \beta_2 \cdot Transaktionen_t + \beta_3 \cdot Wertvolumen_t \\
& + \beta_4 \cdot rel. Wertvolumen (Prozent)_t + \beta_5 \cdot rel. Wertvolumen_t \\
& + \beta_6 \cdot inverses rel. Wertvolumen_t + \beta_7 \cdot Order_t \\
& + \beta_8 \cdot \frac{relatives Wertvolumen_t}{Stückvolumen_t} + \beta_9 \cdot \frac{relatives Wertvolumen_t}{Transaktionen_t} \\
& + \beta_{10} \cdot \frac{relatives Wertvolumen_t}{Wertvolumen_t} + \beta_{11} \cdot \frac{Stückvolumen_t}{relatives Wertvolumen_t} + \beta_{12} \cdot \frac{Stückvolumen_t}{Transaktionen_t} \\
& + \beta_{13} \cdot \frac{Stückvolumen_t}{Wertvolumen_t} + \beta_{14} \cdot \frac{Transaktionen_t}{relatives Wertvolumen_t} + \beta_{15} \cdot \frac{Transaktionen_t}{Stückvolumen_t} \\
& + \beta_{16} \cdot \frac{Transaktionen_t}{Wertvolumen_t} + \beta_{17} \cdot \frac{Wertvolumen_t}{relatives Wertvolumen_t} + \beta_{18} \cdot \frac{Wertvolumen_t}{Stückvolumen_t} \\
& + \beta_{19} \cdot \frac{Wertvolumen_t}{Transaktionen_t} + \beta_{20} \cdot tradeweighted Price_t \\
& + \beta_{21} \cdot Zeit Orderbucheinträge (Mittelwert)_t + \beta_{22} \cdot Zeit Orderbucheinträge (Median)_t \\
& + \beta_{23} \cdot Zeit Handelstransaktionen (Mittelwert)_t + \beta_{24} \cdot Zeit Handelstransaktionen (Median)_t \\
& + \beta_{25} \cdot t \cdot \log Median Spread_t + \beta_{26} \cdot XLM (Median)_t + \beta_{27} \cdot XLM (Mittelwert)_t \\
& + \beta_{28} \cdot absolute Preisdifferenz*Wartezeit_t + \beta_{29} \cdot Preisdifferenz*Wartezeit_t \\
& + \beta_{30} \cdot quad. Preisdifferenz* Wartezeit_t + \beta_{31} \cdot Liquidity Ratio (Median)_t \\
& + \beta_{32} \cdot \ln Liquidity Ratio (Median)_t + \beta_{33} \cdot Liquidity Ratio (Mittelwert)_t \\
& + \beta_{34} \cdot \ln(Liquidity Ratio (Mittelwert))_t + \beta_{35} \cdot Amihud 1_t \\
& + \beta_{36} \cdot Amihud 2_t + \beta_{37} \cdot Amihud 3_t + \beta_{38} \cdot Amihud 4_t \\
& + \beta_{39} \cdot Time Return_t + \beta_{40} \cdot Value Return_t + \beta_{41} \cdot Volume Return_t + u_t
\end{aligned} \tag{4.103}$$

Das Ergebnis des schrittweisen Verfahrens der multiplen Regression findet man im Anhang in der Tabelle A.147. Die zu jedem Schritt gehörenden Bestimmtheitsmaße und Standardabweichungen befinden sich in der Tabelle A.148. Insgesamt werden bei dieser schrittweisen multiplen Regression fünf Schritte durchgeführt:

Im ersten Regressionsschritt wird die Variable $\frac{Transaktionen}{Stückvolumen}$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Diese entspricht der Größe $Tradesize^{-1}$. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet:

$$Spread_{Mittel} = 0,001 + 0,973 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen}, \tag{4.104}$$

wobei der Regressionskoeffizient statistisch signifikant zum 1%-Level ist, aber die Konstante mit einem t-Wert von 0,438 nicht statistisch signifikant ist. Das korrigierte R^2 beträgt 0,944.

Im zweiten Regressionsschritt wird zusätzlich die Variable $\frac{Wertvolumen}{Stückvolumen}$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet nun:

$$Spread_{Mittel} = -0,001 + 0,741 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,299 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen}, \tag{4.105}$$

wobei beide Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind, aber die Konstante mit einem t-Wert von -0,717 wieder nicht statistisch signifikant ist. Das korrigierte R^2 beträgt 0,980.

Im dritten Regressionsschritt wird nun zusätzlich die Variable *Amihud 4* in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet:

$$\begin{aligned} Spread_{Mittel} = & -0,017 + 0,619 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,471 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen} \\ & + 0,141 \cdot Amihud\ 4, \end{aligned} \quad (4.106)$$

wobei sowohl die Konstante als auch alle drei Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Das korrigierte R^2 beträgt 0,989.

Im vierten Regressionsschritt wird nun auch die Variable $\frac{Stückvolumen}{Transaktionen}$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet jetzt:

$$\begin{aligned} Spread_{Mittel} = & -0,023 + 0,650 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,495 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen} \\ & + 0,150 \cdot Amihud\ 4 + 0,068 \cdot \frac{Stückvolumen}{Transaktionen}, \end{aligned} \quad (4.107)$$

wobei sowohl die Konstante als auch die ersten drei Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind - der vierte Regressionskoeffizient ist lediglich zum 5%-Level statistisch signifikant. Das korrigierte R^2 beträgt 0,991.

Im fünften Regressionsschritt wird noch zusätzlich die Variable *Time Return* in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die finale Regressionsgleichung lautet dann:

$$\begin{aligned} Spread_{Mittel} = & -0,024 + 0,643 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,512 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen} \\ & + 0,149 \cdot Amihud\ 4 + 0,067 \cdot \frac{Stückvolumen}{Transaktionen} - 0,041 \cdot Time\ Return, \end{aligned} \quad (4.108)$$

wobei auch hier sowohl die Konstante als auch die ersten drei Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Der vierte und fünfte Regressionskoeffizient sind jeweils zum 5%-Level statistisch signifikant. Das korrigierte R^2 beträgt 0,992.

Die multiple Regression des Spreads (Median)

Im schrittweisen Verfahren wird nun für den Median des Spreads die folgende Regressionsgleichung geschätzt:

$$\begin{aligned}
Spread_{Median} = & \alpha + \beta_1 \cdot Stückvolumen_t + \beta_2 \cdot Transaktionen_t + \beta_3 \cdot Wertvolumen_t \\
& + \beta_4 \cdot rel. Wertvolumen (Prozent)_t + \beta_5 \cdot rel. Wertvolumen_t \\
& + \beta_6 \cdot inverses rel. Wertvolumen_t + \beta_7 \cdot Order_t \\
& + \beta_8 \cdot \frac{relatives Wertvolumen_t}{Stückvolumen_t} + \beta_9 \cdot \frac{relatives Wertvolumen_t}{Transaktionen_t} \\
& + \beta_{10} \cdot \frac{relatives Wertvolumen_t}{Wertvolumen_t} + \beta_{11} \cdot \frac{Stückvolumen_t}{relatives Wertvolumen_t} + \beta_{12} \cdot \frac{Stückvolumen_t}{Transaktionen_t} \\
& + \beta_{13} \cdot \frac{Stückvolumen_t}{Wertvolumen_t} + \beta_{14} \cdot \frac{Transaktionen_t}{relatives Wertvolumen_t} + \beta_{15} \cdot \frac{Transaktionen_t}{Stückvolumen_t} \\
& + \beta_{16} \cdot \frac{Transaktionen_t}{Wertvolumen_t} + \beta_{17} \cdot \frac{Wertvolumen_t}{relatives Wertvolumen_t} + \beta_{18} \cdot \frac{Wertvolumen_t}{Stückvolumen_t} \\
& + \beta_{19} \cdot \frac{Wertvolumen_t}{Transaktionen_t} + \beta_{20} \cdot tradeweighted Price_t \\
& + \beta_{21} \cdot Zeit Orderbucheinträge (Mittelwert)_t + \beta_{22} \cdot Zeit Orderbucheinträge (Median)_t \\
& + \beta_{23} \cdot Zeit Handelstransaktionen (Mittelwert)_t + \beta_{24} \cdot Zeit Handelstransaktionen (Median)_t \\
& + \beta_{25} \cdot t \cdot \log Median Spread_t + \beta_{26} \cdot XLM (Median)_t + \beta_{27} \cdot XLM (Mittelwert)_t \\
& + \beta_{28} \cdot absolute Preisdifferenz*Wartezeit_t + \beta_{29} \cdot Preisdifferenz*Wartezeit_t \\
& + \beta_{30} \cdot quad. Preisdifferenz* Wartezeit_t + \beta_{31} \cdot Liquidity Ratio (Median)_t \\
& + \beta_{32} \cdot \ln Liquidity Ratio (Median)_t + \beta_{33} \cdot Liquidity Ratio (Mittelwert)_t \\
& + \beta_{34} \cdot \ln(Liquidity Ratio (Mittelwert))_t + \beta_{35} \cdot Amihud 1_t \\
& + \beta_{36} \cdot Amihud 2_t + \beta_{37} \cdot Amihud 3_t + \beta_{38} \cdot Amihud 4_t \\
& + \beta_{39} \cdot Time Return_t + \beta_{40} \cdot Value Return_t + \beta_{41} \cdot Volume Return_t + u_t
\end{aligned} \tag{4.109}$$

Das Ergebnis des schrittweisen Verfahrens der multiplen Regression findet man im Anhang in der Tabelle A.149 und die zu jedem Schritt gehörenden Bestimmtheitsmaße und Standardabweichungen in der Tabelle A.150. Auch bei dieser schrittweisen multiplen Regression werden insgesamt fünf Schritte durchgeführt:

Im ersten Regressionsschritt wird die Variable $\frac{Transaktionen}{Stückvolumen}$, welche der Größe $Tradesize^{-1}$ entspricht, in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet:

$$Spread_{Median} = -0,002 + 0,961 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen}, \tag{4.110}$$

wobei der Regressionskoeffizient statistisch signifikant zum 1%-Level ist, die Konstante aber mit einem t-Wert von -0,900 nicht statistisch signifikant ist. Das korrigierte R^2 beträgt 0,920.

Im zweiten Regressionsschritt wird zusätzlich die Variable $\frac{Wertvolumen}{Stückvolumen}$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet nun:

$$Spread_{Median} = -0,005 + 0,674 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,370 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen}, \tag{4.111}$$

wobei sowohl die Konstante als auch beide Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Das korrigierte R^2 beträgt 0,976.

Im dritten Regressionsschritt wird nun zusätzlich die Variable *Amihud* in die Regressionsgleichung aufgenommen. Somit lautet die vorläufige Regressionsgleichung:

$$\begin{aligned} Spread_{Median} = & -0,009 + 0,354 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,549 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen} \\ & + 0,235 \cdot Amihud\ 1, \end{aligned} \quad (4.112)$$

wobei sowohl die Konstante als auch alle drei Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Das korrigierte R^2 beträgt 0,986.

Im vierten Regressionsschritt wird nun auch die Variable *quad. Preisdifferenz* Wartezeit* in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet jetzt:

$$\begin{aligned} Spread_{Median} = & -0,006 + 0,373 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,567 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen} \\ & + 0,220 \cdot Amihud\ 1 - 0,061 \cdot quad.\ Preisdifferenz* Wartezeit, \end{aligned} \quad (4.113)$$

wobei sowohl die Konstante als auch die ersten drei Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind, der vierte Regressionskoeffizient ist zum 5%-Level statistisch signifikant. Das korrigierte R^2 beträgt 0,989.

Im fünften Regressionsschritt wird noch zusätzlich die Variable $\frac{Stückvolumen}{Wertvolumen}$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die finale Regressionsgleichung lautet dann:

$$\begin{aligned} Spread_{Median} = & -0,012 + 0,435 \cdot \frac{Transaktionen}{Stückvolumen} + 0,614 \cdot \frac{Wertvolumen}{Stückvolumen} \\ & + 0,188 \cdot Amihud\ 1 - 0,066 \cdot quad.\ Preisdifferenz* Wartezeit \\ & + 0,099 \cdot \frac{Stückvolumen}{Wertvolumen}, \end{aligned} \quad (4.114)$$

wobei hier sowohl die Konstante als auch die ersten vier Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Der fünfte Regressionskoeffizient ist zum 5%-Level statistisch signifikant. Das korrigierte R^2 beträgt 0,991.

Die multiple Regression des log Spread

Im schrittweisen Verfahren wird nun für den logarithmierten Spread die folgende Regressionsgleichung geschätzt:

$$\begin{aligned}
\log \text{ Spread} = & \alpha + \beta_1 \cdot \text{Stückvolumen}_t + \beta_2 \cdot \text{Transaktionen}_t + \beta_3 \cdot \text{Wertvolumen}_t \\
& + \beta_4 \cdot \text{rel. Wertvolumen (Prozent)}_t + \beta_5 \cdot \text{rel. Wertvolumen}_t \\
& + \beta_6 \cdot \text{inverses rel. Wertvolumen}_t + \beta_7 \cdot \text{Order}_t \\
& + \beta_8 \cdot \frac{\text{relatives Wertvolumen}_t}{\text{Stückvolumen}_t} + \beta_9 \cdot \frac{\text{relatives Wertvolumen}_t}{\text{Transaktionen}_t} \\
& + \beta_{10} \cdot \frac{\text{relatives Wertvolumen}_t}{\text{Wertvolumen}_t} + \beta_{11} \cdot \frac{\text{Stückvolumen}_t}{\text{relative Wertvolumen}_t} + \beta_{12} \cdot \frac{\text{Stückvolumen}_t}{\text{Transaktionen}_t} \\
& + \beta_{13} \cdot \frac{\text{Stückvolumen}_t}{\text{Wertvolumen}_t} + \beta_{14} \cdot \frac{\text{Transaktionen}_t}{\text{relatives Wertvolumen}_t} + \beta_{15} \cdot \frac{\text{Transaktionen}_t}{\text{Stückvolumen}_t} \\
& + \beta_{16} \cdot \frac{\text{Transaktionen}_t}{\text{Wertvolumen}_t} + \beta_{17} \cdot \frac{\text{Wertvolumen}_t}{\text{relatives Wertvolumen}_t} + \beta_{18} \cdot \frac{\text{Wertvolumen}_t}{\text{Stückvolumen}_t} \\
& + \beta_{19} \cdot \frac{\text{Wertvolumen}_t}{\text{Transaktionen}_t} + \beta_{20} \cdot \text{tradeweighted Price}_t \\
& + \beta_{21} \cdot \text{Zeit Orderbucheinträge (Mittelwert)}_t + \beta_{22} \cdot \text{Zeit Orderbucheinträge (Median)}_t \\
& + \beta_{23} \cdot \text{Zeit Handelstransaktionen (Mittelwert)}_t + \beta_{24} \cdot \text{Zeit Handelstransaktionen (Median)}_t \\
& + \beta_{25} \cdot \text{XLM (Median)}_t + \beta_{26} \cdot \text{XLM (Mittelwert)}_t \\
& + \beta_{27} \cdot \text{absolute Preisdifferenz*Wartezeit}_t + \beta_{28} \cdot \text{Preisdifferenz*Wartezeit}_t \\
& + \beta_{29} \cdot \text{quad. Preisdifferenz* Wartezeit}_t + \beta_{30} \cdot \text{Liquidity Ratio (Median)}_t \\
& + \beta_{31} \cdot \ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})_t + \beta_{32} \cdot \text{Liquidity Ratio (Mittelwert)}_t \\
& + \beta_{33} \cdot \ln(\text{Liquidity Ratio (Mittelwert)})_t + \beta_{34} \cdot \text{Amihud } 1_t \\
& + \beta_{35} \cdot \text{Amihud } 2_t + \beta_{36} \cdot \text{Amihud } 3_t + \beta_{37} \cdot \text{Amihud } 4_t \\
& + \beta_{38} \cdot \text{Time Return}_t + \beta_{39} \cdot \text{Value Return}_t + \beta_{40} \cdot \text{Volume Return}_t + u_t
\end{aligned} \tag{4.115}$$

Das Ergebnis des schrittweisen Verfahrens der multiplen Regression findet man im Anhang in der Tabelle A.151 und die zu jedem Schritt gehörenden Bestimmtheitsmaße und Standardabweichungen in der Tabelle A.152. Bei dieser schrittweisen multiplen Regression werden insgesamt nur drei Schritte durchgeführt:

Im ersten Regressionsschritt wird die Variable $\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet:

$$\log \text{ Spread} = 0,267 - 0,974 \cdot \ln(\text{Liquidity Ratio (Median)}), \tag{4.116}$$

wobei sowohl die Konstante als auch der Regressionskoeffizient statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Das korrigierte R^2 beträgt 0,946.

Im zweiten Regressionsschritt wird zusätzlich die Variable $\text{Liquidity Ratio (Median)}$ in die Regressionsgleichung aufgenommen. Die vorläufige Regressionsgleichung lautet nun:

$$\log \text{ Spread} = 0,298 - 1,306 \cdot \ln(\text{Liquidity Ratio (Median)}) + 0,363 \cdot \text{Liquidity Ratio (Median)}, \tag{4.117}$$

wobei sowohl die Konstante als auch beide Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Das korrigierte R^2 beträgt 0,966.

Im dritten Regressionsschritt wird nun zusätzlich die Variable rel. Wertvolumen in die Regressionsgleichung aufgenommen. Jetzt lautet die vorläufige Regressionsgleichung:

$$\begin{aligned}
\log \text{ Spread} = & 0,294 - 1,352 \cdot \ln(\text{Liquidity Ratio (Median)}) + 0,422 \cdot \text{Liquidity Ratio (Median)} \\
& + 0,107 \cdot \text{relWertvolumen},
\end{aligned} \tag{4.118}$$

wobei sowohl die Konstante als auch alle drei Regressionskoeffizienten statistisch signifikant zum 1%-Level sind. Das korrigierte R^2 beträgt 0,977.

Bemerkung zu den durchgeführten multiplen Regressionen

Aus den SPSS-Ausgabetafeln der ausgeschlossenen Variablen jeder einzelnen der hier durchgeführten multiplen Regressionen geht hervor, dass die partiellen Korrelationen die Kollinearitätsstatistik teilweise übersteigen und somit die Prädiktoren untereinander korreliert sind. Da zudem die richtige Interpretation des Ergebnisses der multiplen schrittweisen Regression schwierig sein kann, wird für jede finale Regressionsgleichung im Folgenden noch die Hauptkomponentenanalyse durchgeführt.

Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse

Die Hauptkomponentenanalyse prüft auf Korrelationen unter den Prädiktoren und erzielt in ihrem Ergebnis Regressionskomponenten, die sich aus diesen Prädiktoren zusammensetzen und die interpretierbar sind.

Im Folgenden wird die Hauptkomponentenanalyse für alle drei hier betrachteten abhängigen Variablen durchgeführt und sie besteht jeweils aus den folgenden vier Schritten:

1. Bestimmung der Korrelationsmatrizen
2. Komponentenextraktion
3. Rotation
4. Interpretation der Hauptkomponentenwerte.⁵¹

Als unabhängige Variable werden die jeweiligen schon in den multiplen Regressionen ermittelten relevanten Einflussvariablen gewählt.⁵² Diese Variablen stellen somit eine Vorauswahl der wahrscheinlichen Einflussfaktoren dar. Falls sie alle durch die Hauptkomponentenanalyse bestätigt werden, soll das Ergebnis der Analyse die Interpretation bzgl. der jeweiligen Anteile im Spread erleichtern.

Die Hauptkomponentenanalyse des Spreads im Mittelwert

Zunächst wird die Hauptkomponentenanalyse für den Mittelwert des Spreads durchgeführt. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.153 bis A.163. Im Folgenden wird die Analyse in die oben genannten vier Schritte aufgeteilt.

Schritt 1:

Als erstes wird die deskriptive Statistik ausgegeben - Tabelle A.153 kann man alle Mittelwerte und Standardabweichungen der fünf unabhängigen Variablen der multiplen Regression für den Mittelwert des Spreads entnehmen. Für jede Variable liegen jeweils 28 Beobachtungspunkte (entsprechend für die 28 betrachteten DAX-Unternehmen) vor.

Als nächstes kommt die Korrelationsmatrix (siehe A.154 und A.155):

Man sieht, dass die Größen $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$, $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ untereinander stark korreliert sind (mit Korrelationskoeffizienten von 0,773, -0,729 und -0,638), wobei alle Korrelationen hochsignifikant sind. Zudem liegt noch eine Korrelation von -0,533 zwischen den Größen $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\text{Amihud } 4$ vor, die ebenfalls signifikant ist. Aufgrund der hohen vorliegenden Korrelationen ist es angebracht die Hauptkomponentenanalyse fortzusetzen.

Im Anschluss wird zum einen mithilfe des Kaiser-Meyer-Olkin-Kriteriums überprüft, ob die gewählten Variablen für die Hauptkomponentenanalyse geeignet sind und zum anderen wird mithilfe des Bartlett-Tests die Hypothese getestet, nach der alle Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen

⁵¹(Brosius, 1998, S. 642 f.).

⁵²Die Ergebnisse aller Hauptkomponentenanalysen befinden sich im Anhang A.2.6.

in der Gesamtheit den Wert 0 haben. In diesem Fall hätten sich die Korrelationen nur zufällig in der zugrundeliegenden Stichprobe ergeben, obwohl es in der Gesamtheit keinen Zusammenhang zwischen den Variablen gibt. Das von Kaiser, Meyer und Olkin entwickelte KMO-Maß wird mithilfe von partiellen Korrelationen berechnet und kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Je höher der berechnete Wert ist, desto besser ist die Variablenauswahl für die Hauptkomponentenanalyse geeignet. Kaiser, Meyer und Olkin wählen 0,5 als kritischen Wert. Ist der KMO-Wert kleiner als 0,5, dann kann die Hauptkomponentenanalyse in der Form nicht angewandt werden.⁵³ Die Ergebnisse beider Verfahren findet man im Anhang in Tabelle A.156. Das KMO-Maß hat einen Wert von 0,563. Das bedeutet, dass das Modell mit der hier getroffene Variablenwahl noch geeignet ist für die Hauptkomponentenanalyse. Beim durchgeführten Bartlett-Test sieht man, dass der zum Test gehörende Chi-Quadrat-Wert 66,845 und die dazugehörige Signifikanz 0,000 beträgt. Somit wird die Hypothese des Bartlett-Tests zurückgewiesen.

Im Folgenden werden noch die Anti-Image-Matrizen berechnet (siehe A.157 und A.158 im Anhang). Die dort zu findende *Anti-Image-Korrelation* gibt den jeweiligen partiellen Korrelationskoeffizienten eines Variablenpaares an.⁵⁴ Dieser gibt die Korrelation zwischen den jeweiligen beiden Variablen eines Variablenpaares an, die sich ergibt, wenn die linearen Einflüsse der übrigen Variablen zuvor ausgeschaltet wurden. Somit betrachtet man die Korrelation der nicht erklärten Teile der Variablen, der sogenannten *Einzelrestfaktoren*. Wenn zwei Variablen einen gemeinsamen Faktor aufweisen, würde die gemeinsame Streuung bei der Berechnung des partiellen Korrelationskoeffizienten zuvor eliminiert werden und nur die Einzelrestfaktoren übrigbleiben. In diesem Fall müsste der partielle Korrelationskoeffizient annähernd null sein.⁵⁵ Die Elemente der Hauptdiagonale der Anti-Image-Korrelationsmatrix bilden die jeweiligen MSA-Werte einer Variable, wobei MSA für Measure of Sampling Adequacy steht und ebenfalls ein Maß für die Angemessenheit der Stichprobe ist. Die MSA-Werte ähneln dem KMO-Wert, beziehen sich allerdings nur jeweils auf eine der Variablen und nicht auf ihre Gesamtheit. Der kritische Wert einer jeden Variable entspricht dem kritischen KMO-Wert von 0,5.⁵⁶

Betrachtet man nun die Ergebnisse der Anti-Image-Korrelation, dann sieht man, dass die MSA-Werte der Variablen $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ und *Time Return* mit 0,866 und 0,953 sehr hoch sind. Somit scheinen diese Variablen sehr gut geeignet für die Hauptkomponentenanalyse. Beide Variablen verfügen zudem über relativ niedrige partielle Korrelationen mit den vier jeweils anderen Variablen. Die Variablen $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ besitzen einen MSA-Wert von 0,552 bzw. 0,542 und sind gerade noch geeignet. Zudem besitzt $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ eine hohe partielle Korrelation sowohl mit $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ als auch *Amihud 4* und $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ besitzt eine hohe partielle Korrelation mit $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ und ebenfalls *Amihud 4*. Die Variable *Amihud 4* hat lediglich einen MSA-Wert von 0,249. Dieser Wert liegt unter dem kritischen Wert und ist somit als Einflussfaktor nicht akzeptabel. Zudem hat es hohe partielle Korrelation mit $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$.

Schritt 2:

Beim Verfahren der Hauptkomponentenanalyse geht man davon aus, dass die Variablen in linearem Zusammenhang mit gewissen Einflussfaktoren stehen, die *Hauptkomponenten* genannt werden. Zur Bestimmung dieser Komponenten werden die Variablen als Linearkombinationen der Komponenten gebildet. Dabei wird diejenige als erste Hauptkomponente gewählt, die den größten Teil der Gesamtstreuung aller Variablen im statistischen Sinne erklärt. Anschließend wird die nächste Hauptkomponente gewählt, die den nächstgrößeren Teil erklären kann. Maximal können so viele Hauptkomponenten gewählt werden, wie das Modell Variablen hat.

In einem ersten Schritt der Komponentenextraktion werden sowohl die *Kommunalität* als auch die *Eigenwerte* betrachtet. Laut des Modells der Hauptkomponentenanalyse kann jede Variable mithilfe

⁵³(Brosius, 1998, S. 645 ff.).

⁵⁴In den hier betrachteten Tabellen wird neben der *Anti-Image-Korrelation* auch die *Anti-Image-Kovarianz* ausgegeben. Diese wird für die hier durchgeführte Analyse nicht genutzt, wird aber der Vollständigkeit halber angegeben.

⁵⁵(Brosius, 1998, S. 645).

⁵⁶(Brosius, 1998, S. 647).

von einer oder mehrerer Hauptkomponenten dargestellt werden. Zunächst wird jede Variable in eine standardnormalverteilte Z-Variable transformiert. Liegen bei einer Variable mehrere Komponenten vor, so erklärt jede ihren eigenen (großen oder kleinen) Anteil an der Streuung der Variable. Die Kommunalität gibt an, welchen Betrag der Streuung einer Variable alle Hauptkomponenten zusammengenommen erklären. Sie nimmt einen Wert zwischen 0 und 1 an, wobei der Wert 1 genau dann angenommen wird, wenn die Streuung der Variable restlos durch die Komponente erklärt wird. Der Eigenwert eines Faktors gibt an, welcher Betrag der Gesamtstreuung aller Variablen des Modells durch eine bestimmte Komponente erklärt wird. Da auch hier transformierte standardnormalverteilte Z-Variablen vorliegen, liegt bei einem Modell mit n Variablen auch eine gesamte zu erklärende Streuung von n vor.⁵⁷

Die Ergebnisse zur Kommunalität befinden sich in Tabelle A.159 im Anhang. Man sieht, dass dort für jede Variable zwei Werte vorliegen. Die Komponentenextraktion geht in einem ersten Schritt davon aus, dass es insgesamt soviele Komponenten wie Variablen gibt, hier also fünf. Das führt zu einem *anfänglichen* Wert der Kommunalität von jeweils 1 (s. Spalte *Anfänglich*). Im Weiteren wird die Anzahl der Komponenten reduziert und die Kommunalität der abschließenden Lösung findet sich in der Spalte *Extraktion*. Man sieht, dass für alle Variablen außer für *Time Return* hohe Extraktionswerte erzielt werden, insbesondere $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,878, $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,904 und *Amihud 4* mit 0,973. Zudem erzielt $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ auch noch einen relativ hohen Wert von 0,776. Lediglich *Time Return* hat einen Wert von 0,236.

Die Ergebnisse zu den Eigenwerten findet man in der Tabelle A.160 im Anhang. Da in der Komponentenextraktion zunächst von der gleichen Anzahl von Komponenten wie Variablen ausgegangen wird, findet man in den Spalten mit der übergeordneten Überschrift *Anfängliche Eigenwerte* die jeweiligen Eigenwerte, die dazugehörige prozentuale Varianz und die kumulierte prozentuale Varianz der zunächst angenommenen fünf Komponenten. Dann wird die Anzahl der Komponenten reduziert und man sieht die endgültige Anzahl an Hauptkomponenten in den Spalten mit der übergeordneten Überschrift *Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion*. Auch hier findet man die Aufteilung die jeweiligen Eigenwerte, die dazugehörige prozentuale Varianz und die kumulierte prozentuale Varianz. In den Tabellen kann man zunächst sehen, dass sich die anfängliche Komponentenanzahl von 5 auf 2 verringert. Die erste Komponente erzielt einen prozentualen Varianzwert von 53,896% und die zweite von 21,437%. Kumuliert ergibt das einen Wert von 75,333%.

Abschließend wird noch der lineare Zusammenhang zwischen den einzelnen Variablen und den beiden Hauptkomponenten bestimmt. Die Ergebnisse dazu findet man in der Komponentenmatrix (Tabelle A.161 im Anhang), in der die Koeffizienten der beiden Komponenten für jede Variable ausgewiesen sind. Mit K_1 und K_2 als Komponenten folgt somit:

$$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,926 \cdot K_1 - 0,216 \cdot K_2 \quad (4.119)$$

$$\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,879 \cdot K_1 + 0,324 \cdot K_2 \quad (4.120)$$

$$\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}} = -0,818 \cdot K_1 - 0,328 \cdot K_2 \quad (4.121)$$

$$\text{Time Return} = 0,485 \cdot K_1 + 0,017 \cdot K_2 \quad (4.122)$$

$$\text{Amihud 4} = -0,401 \cdot K_1 + 0,901 \cdot K_2 \quad (4.123)$$

Schritt 3:

Nachdem in Schritt 2 bereits die beiden Hauptkomponenten K_1 und K_2 rechnerisch bestimmt wurden, fehlt nun noch eine inhaltliche Interpretation der Komponenten. Diese Interpretation ergibt sich aus der Relation, die sie zu den Beobachtungsvariablen einnehmen, für welche sie als Hintergrundvariablen fungieren. In diesem Schritt, der *Rotation*, soll die Interpretation erleichtert werden, indem die Komponentenmatrix aus Schritt 2 einer als Rotation bezeichneten Transformation unterworfen

⁵⁷(Brosius, 1998, S. 647 ff.).

wird. Dabei erklärt sich der Begriff Rotation dadurch, dass bei der Transformation die Achsen des Koordinatensystems der Komponentenkoeffizienten gedreht werden.⁵⁸

Das Ergebnis der Rotation ist im Anhang als *Rotierte Komponentenmatrix* in Tabelle A.162 zu finden. Die Rotation selber wurde mit der *Komponententransformationsmatrix* (siehe A.163 im Anhang) durchgeführt.

Schritt 4:

Abschließend sollen die Hauptkomponenten noch mithilfe der rotierten Komponentenmatrix (Tabelle A.162) interpretiert werden. Eine Komponente ist leicht zu interpretieren, wenn einzelne oder untereinander homogene Variablen einen sehr starken Zusammenhang mit ihm aufweisen, während die anderen Variablen nur einen geringfügigen Zusammenhang besitzen.⁵⁹

Man sieht in Tabelle A.162 schnell, dass die Variable $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ in der ersten Komponente mit 0,937 fast einen Wert von 1 und in der zweiten Komponente mit -0,01 fast einen Wert von 0 annimmt. Somit kann die erste Komponente als die Variable selbst, also $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ oder auch die Tradesize^{-1} interpretiert werden.

Weiterhin sieht man in der Tabelle, dass die Variable *Amihud 4* in der Komponente 1 einen Wert von -0,054 und somit fast 0 und in der Komponente 2 einen Wert von 0,985 und somit fast 1 annimmt. Für die zweite Komponente folgt somit, dass sie der Variable *Amihud 4* entspricht. Diese Wahl erscheint jedoch problematisch, da in Schritt 1 bereits gezeigt wurde, dass diese Variable lediglich einen MSA-Wert von 0,249 hat und somit als Einflussfaktor nicht akzeptabel ist.

Die angepasste Hauptkomponentenanalyse des Spreads im Mittelwert

Da in der gerade durchgeführten Hauptkomponentenanalyse die Variable *Amihud 4* lediglich einen MSA-Wert von 0,249 aufwies, somit unter dem kritischen Wert lag und als Einflussfaktor nicht akzeptabel ist, wird die Hauptkomponentenanalyse nun angepasst und ohne *Amihud 4* durchgeführt. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.164 bis A.170.

Schritt 1:

Man sieht schnell, dass die deskriptive Statistik und auch die Korrelationen zwischen den verbleibenden vier Variablen unverändert zur ersten Analyse bleiben.

Das KMO-Maß erreicht nun einen Wert von 0,749.⁶⁰ Der Wert sagt aus, dass die Auswahl der Variablen insgesamt gut geeignet ist für die Hauptkomponentenanalyse und sich im Vergleich zur ersten Hauptkomponentenanalyse stark verbessert hat. Beim durchgeführten Bartlett-Test sieht man, dass der zum Test gehörende Chi-Quadrat-Wert 45,190 und die dazugehörige Signifikanz 0,000 beträgt. Somit wird die Hypothese des Bartlett-Tests zurückgewiesen.

Im Folgenden wird die Anti-Image-Matrix betrachtet (siehe A.167), wo das Augenmerk auf den Ergebnissen der Anti-Image-Korrelation liegt, wo die MSA-Werte zu finden sind. Der MSA-Wert der Variable *Time Return* ist mit 0,911 sehr hoch und die partiellen Korrelationen mit den jeweils drei anderen Variablen sehr gering. Die MSA-Werte der übrigen Variablen liegen alle in einem guten Bereich mit 0,793 für $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$, 0,754 für $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ und 0,687 für $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$. Die partiellen Korrelationen zwischen diesen drei Variablen sind nun höher als mit der Größe *Time Return*.

Schritt 2:

Die Ergebnisse zur Kommunalität befinden sich in Tabelle A.168 im Anhang. Es werden für alle Variablen außer für *Time Return* hohe Extraktionswerte erzielt, insbesondere $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,842. Zudem erzielen $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,784 und $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Transaktionen}}$ mit 0,724 noch relativ hohe Werte. Lediglich *Time Return* erreicht nur einen Wert von 0,240.

⁵⁸(Brosius, 1998, S. 655).

⁵⁹(Brosius, 1998, S. 655).

⁶⁰Der nun höhere Wert war zu erwarten, da die nicht akzeptable Variable entfernt wurde.

Die Ergebnisse zu den Eigenwerten findet man in der Tabelle A.169 im Anhang. Dort kann man zunächst sehen, dass sich die anfängliche Komponentenanzahl von fünf auf eine einzige verringert. Diese Komponente erzielt einen prozentualen Varianzwert von 64,775%, was in diesem Fall auch dem kumulierten Wert entspricht.

Abschließend wird noch der lineare Zusammenhang zwischen den einzelnen Variablen und der Hauptkomponente bestimmt. Die Ergebnisse dazu findet man in der Komponentenmatrix (Tabelle A.170 im Anhang), in der die Koeffizienten der Hauptkomponente für jede Variable ausgewiesen sind. Mit K_1 als Komponenten folgt somit:

$$\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,918 \cdot K_1 \quad (4.124)$$

$$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,886 \cdot K_1 \quad (4.125)$$

$$\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}} = -0,851 \cdot K_1 \quad (4.126)$$

$$\text{Time Return} = 0,490 \cdot K_1 \quad (4.127)$$

$$(4.128)$$

Schritt 3:

Da nur eine Komponente vorliegt, ist keine Rotation nötig.

Schritt 4:

In Schritt 2 konnte man der Komponentenmatrix entnehmen, dass der höchste Komponentenkoeffizient mit 0,918 sehr nahe an 1 ist und die Komponente somit fast der Variable $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ entspricht. Somit wird die einzige Komponente als $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ oder auch als Tradesize^{-1} interpretiert.

Die Hauptkomponentenanalyse des Spreads im Median

Nun wird die Hauptkomponentenanalyse für den Median des Spreads durchgeführt. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.171 bis A.179.

Schritt 1:

Als erstes wird wieder die deskriptive Statistik ausgegeben - der Tabelle A.171 kann man alle Mittelwerte und Standardabweichungen der fünf unabhängigen Variablen der multiplen Regression für den Median des Spreads entnehmen. Für jede Variable liegen jeweils 28 Beobachtungspunkte vor (entsprechend für die 28 betrachteten DAX-Unternehmen).

Als nächstes wird die Korrelationsmatrix betrachtet (siehe A.172 und A.173):

Die Größen $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$, $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ sind untereinander stark korreliert (mit Korrelationskoeffizienten von 0,773, -0,733 und -0,839), wobei alle Korrelationen hochsignifikant sind. Zudem liegt noch eine Korrelation von 0,784 zwischen $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\text{Amihud } 1$ vor, die ebenfalls hochsignifikant ist. Auch hier ist es aufgrund der hohen vorliegenden Korrelationen angebracht die Hauptkomponentenanalyse fortzusetzen.

Nun wird mithilfe des KMO-Kriteriums überprüft, ob die gewählten Variablen für die Hauptkomponentenanalyse geeignet sind und es wird mithilfe des Bartlett-Tests auf Sphärizität die Hypothese getestet, ob alle Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen in der Gesamtheit den Wert 0 haben. Die Ergebnisse beider Verfahren findet man im Anhang in Tabelle A.174. Das KMO-Maß hat einen Wert von 0,624, was bedeutet, dass die Auswahl der Variablen geeignet ist für die Hauptkomponentenanalyse. Beim durchgeführten Bartlett-Test sieht man, dass der Chi-Quadrat-Wert 105,831 und die dazugehörige Signifikanz 0,000 beträgt. Somit wird die Hypothese des Bartlett-Tests zurückgewiesen.

Im Folgenden werden noch die Anti-Image-Matrizen berechnet (siehe A.175 und A.176 im Anhang). Die dort zu findende *Anti-Image-Korrelation* gibt den jeweiligen partiellen Korrelationskoeffizienten

eines Variablenpaares an und die Elemente der Hauptdiagonale der Korrelationsmatrix bilden die jeweiligen MSA-Werte einer Variable, die ebenfalls ein Maß für die Angemessenheit der Stichprobe bilden. Betrachtet man nun die Ergebnisse, dann sieht man, dass die MSA-Werte aller Variablen außer *Amihud 1* den kritischen MSA-Wert von 0,5 überschreiten. Lediglich *Amihud 1* hat einen Wert von 0,403. Die Variablen *quad. Preisdifferenz*Wartezeit* und $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ haben mit 0,914 und 0,824 besonders hohe MSA-Werte. Beide Variablen verfügen zudem über relativ niedrige partielle Korrelationen mit den vier jeweils anderen Variablen. Eine besonders hohe partielle Korrelation ist zwischen den Variablen $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ und *Amihud 1* mit -0,91 zu finden. Zwischen $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ liegt eine partielle Korrelation von -0,651 und zwischen $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ und *Amihud 1* von 0,568 vor.

Schritt 2:

In diesem Schritt der Komponentenextraktion werden sowohl die *Kommunalität* als auch die *Eigenwerte* betrachtet. Die Ergebnisse zur Kommunalität befinden sich in Tabelle A.177 im Anhang. Dort liegen für jede Variable wieder zwei Werte vor: Bei der Komponentenextraktion findet man wieder einen *anfänglichen* Wert der Kommunalität von jeweils 1. Im Weiteren wird die Anzahl der Komponenten reduziert und die Kommunalität der abschließenden Lösung findet sich in der Spalte *Extraktion*. Die höchste Kommunalität liegt bei $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,898 vor, dem folgen $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,797 und $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ mit 0,740. Niedrige Extraktionswerte erzielen *Amihud 1* mit 0,410 und *quad. Preisdifferenz*Wartezeit* mit 0,336.

Die Ergebnisse zu den Eigenwerten findet man in der Tabelle A.178 im Anhang. In der linken Tabellenhälfte findet man unter *Anfängliche Eigenwerte* die jeweiligen Eigenwerte, die dazugehörige prozentuale Varianz und die kumulierte prozentuale Varianz der zunächst insgesamt fünf angenommenen Komponenten. Dann wird die Anzahl der Komponenten reduziert und man sieht die endgültige Anzahl an Hauptkomponenten in der rechten Tabellenhälfte mit der Überschrift *Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion*, wobei auch hier die Aufteilung in die jeweiligen Eigenwerte, die dazugehörige prozentuale Varianz und die kumulierte prozentuale Varianz vorzufinden ist. In den Tabellen kann man zunächst sehen, dass sich die anfängliche Komponentenanzahl von fünf auf eine einzige verringert. Die erste und einzige Komponente erzielt einen prozentualen Varianzwert von 63,421%, was auch gleich der kumulierten Varianz entspricht.

Abschließend wird noch der lineare Zusammenhang zwischen den einzelnen Variablen und der Hauptkomponente bestimmt. Die Ergebnisse dazu findet man in der Komponentenmatrix (Tabelle A.179 im Anhang), in der die Koeffizienten der Komponente für jede Variable ausgewiesen sind. Mit K_1 als Komponente folgt somit:

$$\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,948 \cdot K_1 \quad (4.129)$$

$$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,887 \cdot K_1 \quad (4.130)$$

$$\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}} = -0,860 \cdot K_1 \quad (4.131)$$

$$\text{Amihud 1} = 0,641 \cdot K_1 \quad (4.132)$$

$$\text{quad. Preisdifferenz*Wartezeit} = 0,580 \cdot K_1 \quad (4.133)$$

Schritt 3:

Da nur eine Komponente vorliegt, ist keine Rotation nötig.

Schritt 4:

In Schritt 2 konnte man sehen, dass der Komponentenkoeffizient für die Größe $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,948 sehr nahe an 1 ist. Somit entspricht die Komponente fast dieser Größe. Aus diesem Grunde wird die einzige Komponente als $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ oder auch als *Tradesize*⁻¹ interpretiert.

Die angepasste Hauptkomponentenanalyse des Spreads im Median

Da auch in der eben durchgeführten Hauptkomponentenanalyse eine Variable mit einem MSA-Wert unterhalb des kritischen Wertes vorzufinden war, nämlich *Amihud 1* mit einem MSA-Wert von 0,403, kann auch hier diese Variable nicht als akzeptabler Einflussfaktor eingestuft werden. Somit wird die Hauptkomponentenanalyse nun angepasst und ohne *Amihud 1* durchgeführt. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.180 bis A.186.

Schritt 1:

Auch in dieser angepassten Hauptkomponentenanalyse sieht man, dass die deskriptive Statistik und auch die Korrelationen zwischen den verbleibenden vier Variablen unverändert zur ersten Analyse bleiben.

Das KMO-Maß erzielt nun einen Wert von 0,783. Das bedeutet, dass die hier getroffene Wahl an Variablen insgesamt gut geeignet ist, um die Hauptkomponentenanalyse durchführen zu können und sich diese zudem im Vergleich zur ersten Hauptkomponentenanalyse verbessert hat. Beim durchgeführten Bartlett-Test beträgt der zum Test gehörende Chi-Quadrat-Wert 60,789 und die dazugehörige Signifikanz beträgt 0,000. Somit wird die Hypothese des Bartlett-Tests zurückgewiesen.

Im Folgenden wird die Anti-Image-Matrix betrachtet (siehe A.183) - insbesondere die Ergebnisse der Anti-Image-Korrelation. Dabei sind die MSA-Werte der Variablen *quad. Preisdifferenz*Wartezeit* mit 0,902 und $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ mit 0,854 sehr hoch und die partiellen Korrelationen mit den jeweils drei anderen Variablen gering. Die MSA-Werte der übrigen Variablen sind immer noch relativ hoch mit 0,720 für $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ und 0,757 für $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$. Es gibt lediglich eine erhöhte partielle Korrelation zwischen den Variablen $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ und $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$.

Schritt 2:

Die Ergebnisse zur Kommunalität befinden sich im Anhang in Tabelle A.184. Für alle Variablen außer für *quad. Preisdifferenz*Wartezeit* sind relativ hohe Extraktionswerte erzielt worden. Die Werte belaufen sich auf 0,872 für $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$, 0,814 für $\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}}$ und 0,781 für $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$. Nur *quad. Preisdifferenz*Wartezeit* hat einen Wert von 0,390.

Bei den Ergebnissen zu den Eigenwerten (siehe A.185 im Anhang) erkennt man sofort, dass sich die anfängliche Komponentenanzahl von fünf auf eine einzige verringert. Diese Komponente erzielt einen prozentualen Varianzwert von 71,429%, was in diesem Fall auch dem kumulierten Wert entspricht.

Abschließend wird noch der lineare Zusammenhang zwischen den einzelnen Variablen und der Hauptkomponente bestimmt. Die Ergebnisse dazu findet man in der Komponentenmatrix (Tabelle A.186 im Anhang), in der die Koeffizienten der Hauptkomponente für jede Variable ausgewiesen sind. Mit K_1 als Komponenten folgt somit:

$$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,934 \cdot K_1 \quad (4.134)$$

$$\frac{\text{Stückvolumen}}{\text{Wertvolumen}} = -0,902 \cdot K_1 \quad (4.135)$$

$$\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}} = 0,884 \cdot K_1 \quad (4.136)$$

$$\text{quad. Preisdifferenz*Wartezeit} = 0,624 \cdot K_1 \quad (4.137)$$

$$(4.138)$$

Schritt 3:

Da nur eine Komponente vorliegt, ist keine Rotation nötig.

Schritt 4:

In Schritt 2 konnte man der Komponentenmatrix entnehmen, dass der höchste vorliegende Komponentenoeffizient mit 0,934 sehr nahe an 1 ist und dass die Komponente somit fast der Variable

$\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ entsprechen würde. Aber der Wert 0,884 folgt dem dicht auf und ist auch nahe an 1. Dort würde die Komponente der Variable $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ entsprechen, was nach der ersten Analyse für den *Median Spread* und den schon vorher erzielten Ergebnissen der Einfachregressionen eher zu vermuten wäre. Es ist nun nicht eindeutig, ob die einzige Komponente als $\frac{\text{Wertvolumen}}{\text{Stückvolumen}}$ oder als $\frac{\text{Transaktionen}}{\text{Stückvolumen}}$ und somit als Tradesize^{-1} interpretiert werden kann.

Die Hauptkomponentenanalyse des log Spreads

Zuletzt wird die Hauptkomponentenanalyse für den log Spread durchgeführt. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang in den Tabellen A.187 bis A.193.

Schritt 1:

Als erstes wird die deskriptive Statistik ausgegeben - der Tabelle A.187 kann man alle Mittelwerte und Standardabweichungen der drei unabhängigen Variablen der multiplen Regression für den Median des Spreads entnehmen. Für jede Variable liegen jeweils 26 Beobachtungspunkte vor (da für die Berechnung des relativen Wertvolumens nur für 26 DAX-Unternehmen die benötigten Daten vorlagen).

Als nächstes wird die Korrelationsmatrix betrachtet (siehe A.188):

Man sieht, dass die Größen $\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})$ und $\text{Liquidity Ratio (Median)}$ stark korreliert sind mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,917, wobei die Korrelation hochsignifikant ist. Zudem liegen zwischen dem relativen Wertvolumen und $\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})$ und zwischen dem relativen Wertvolumen und dem $\text{Liquidity Ratio (Median)}$ nur jeweils sehr geringe Korrelationen vor, die beide statistisch nicht signifikant sind.

Nun wird mithilfe des KMO-Kriteriums überprüft, ob die gewählten Variablen für die Hauptkomponentenanalyse geeignet sind und es wird mithilfe des Bartlett-Tests auf Sphärizität die Hypothese getestet, ob alle Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen in der Gesamtheit den Wert 0 haben. Die Ergebnisse beider Verfahren findet man im Anhang in Tabelle A.189. Das KMO-Maß hat einen Wert von 0,486, was bedeutet, dass für die hier gewählten Variablen, der KMO-Wert knapp unter dem kritischen Wert von 0,5 liegt und somit das Modell nicht geeignet ist für die Hauptkomponentenanalyse. Beim durchgeführten Bartlett-Test sieht man, dass der Chi-Quadrat-Wert 43,864 und die dazugehörige Signifikanz 0,000 beträgt. Somit wird die Hypothese des Bartlett-Tests zurückgewiesen.

Im Folgenden wird noch die Anti-Image-Matrix berechnet (siehe A.190 im Anhang). Die dort zu findende *Anti-Image-Korrelation* gibt den jeweiligen partiellen Korrelationskoeffizienten eines Variablenpaares an und die Elemente der Hauptdiagonale der Korrelationsmatrix bilden die jeweiligen MSA-Werte einer Variable. Man sieht, dass die MSA-Werte aller Variablen den kritischen MSA-Wert von 0,5 unterschreiten. Während die Variablen $\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})$ und $\text{Liquidity Ratio (Median)}$ mit einem Wert von 0,492 nur knapp unter dem kritischen Wert liegen, erzielt der das relative Wertvolumen nur einen MSA-Wert von 0,285. Die Variablen $\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})$ und $\text{Liquidity Ratio (Median)}$ verfügen über eine hohe partielle Korrelation von -0,919, zwischen den anderen Variablen liegen nur geringe partielle Korrelationen vor.

Schritt 2:

In diesem Schritt der Komponentenextraktion werden erneut die *Kommunalität* als auch die *Eigenwerte* betrachtet. Die Ergebnisse zur Kommunalität befinden sich in Tabelle A.191 im Anhang. Bei der Komponentanextraktion findet man erneut einen *anfänglichen* Wert der Kommunalität von jeweils 1. Im Weiteren wird die Anzahl der Komponenten reduziert und die Kommunalität der abschließenden Lösung in der Spalte *Extraktion* wiedergegeben. Die höchste Kommunalität liegt bei $\text{Liquidity Ratio (Median)}$ mit 0,954 vor, dem folgt gleich hinterher $\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})$ mit 0,933. Einen sehr geringen Wert erzielt das relative Wertvolumen mit 0,059.

Die Ergebnisse zu den Eigenwerten findet man in der Tabelle A.192 im Anhang. In der linken Tabellenhälfte findet man unter *Anfängliche Eigenwerte* die jeweiligen Eigenwerte, die dazugehörige prozentuale Varianz und die kumulierte prozentuale Varianz der zunächst insgesamt drei angenomme-

nen Komponenten. Dann wird die Anzahl der Komponenten reduziert und man sieht die endgültige Anzahl an Hauptkomponenten in der rechten Tabellenhälfte mit der Überschrift *Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion*, wobei auch hier die Aufteilung in die jeweiligen Eigenwerte, die dazugehörige prozentuale Varianz und die kumulierte prozentuale Varianz vorzufinden ist. In den Tabellen kann man zunächst sehen, dass sich die anfängliche Komponentenanzahl von drei auf eine einzige verringert. Die erste und einzige Komponente erzielt einen prozentualen Varianzwert von 64,887%, was auch gleich der kumulierten Varianz entspricht.

Abschließend wird noch der lineare Zusammenhang zwischen den einzelnen Variablen und der Hauptkomponente bestimmt. Die Ergebnisse dazu findet man in der Komponentenmatrix (Tabelle A.193 im Anhang), in der die Koeffizienten der Komponente für jede Variable ausgewiesen sind. Mit K_1 als Komponente folgt somit:

$$\text{Liquidity Ratio (Median)} = 0,977 \cdot K_1 \quad (4.139)$$

$$\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)}) = 0,966 \cdot K_1 \quad (4.140)$$

$$\text{relatives Wertvolumen} = -0,243 \cdot K_1 \quad (4.141)$$

Schritt 3:

Da nur eine Komponente vorliegt, ist keine Rotation nötig.

Schritt 4:

In Schritt 2 konnte man in den aus der Komponentenmatrix stammenden Zusammenhängen sehen, dass der Komponentenkoeffizient mit 0,977 oder auch 0,966 sehr nahe an 1 ist und die Komponente fast der Variable *Liquidity Ratio (Median)* oder auch $\ln(\text{Liquidity Ratio (Median)})$ entsprechen kann. Da allerdings sowohl der KMO-Wert als auch die MSA-Werte aller Variablen unter dem jeweiligen kritischen Wert von 0,5 liegen, kann für das vorliegende Modell die Hauptkomponentenanalyse nicht angewendet werden. Daraus kann geschlossen werden, dass mit den hier vorausgewählten Variablen keine passenden Komponenten für den logarithmierten Spread gefunden werden konnten.⁶¹

Fazit der bisherigen Untersuchungen

Nachdem nun sowohl Einfachregressionen in Form von Kurvenanpassungen, multiple Regressionen und die Hauptkomponentenanalysen durchgeführt wurden, kann man insgesamt zusammenfassen, dass für den Mittelwert des Spreads die Größe Tradesize^{-1} als der Haupteinflussfaktor der vorliegenden Stichprobe des Jahres 2003 interpretiert werden kann. Für den Median des Spreads ist der Haupteinflussfaktor nicht ganz eindeutig festlegbar, aber auch hier erscheint die Größe Tradesize^{-1} eine gute Wahl zu sein. Für den logarithmierten Spread erschien die Größe der *Liquidity Ratio* im Median vielversprechend, konnte aber in der Hauptkomponentenanalyse nicht bestätigt werden.

Wöchentliche Ergebnisse für das Maß Tradesize^{-1} und den Mittelwert des Spread

Im Folgenden soll untersucht werden, ob sich das Ergebnis der bisherigen Untersuchungen für den Mittelwert des Spreads auch auf wöchentlicher Ebene reproduzieren lässt, d.h. es wird untersucht, ob auch hier der starke lineare Zusammenhang zwischen dem Mittelwert des Spreads und dem Kehrwert der Tradesize existiert.

Für jede Woche wird dafür die folgende Regressionsgleichung betrachtet:

$$\text{Spread}_{\text{Mittel}} = \alpha + \beta \cdot \text{Tradesize}^{-1} + u_t. \quad (4.142)$$

⁶¹Diese Hauptkomponentenanalyse wurde der Vollständigkeit halber dennoch angegeben.

Als beispielhafter Auszug der Ergebnisse aller Wochen des Jahres 2003 werden hier die Wochen 1, 11, 21, 31, 41 und 51 gewählt, deren Regressionsergebnisse sich im Anhang in den Tabellen A.194 bis A.205 befinden.⁶² Die Ergebnisse der anderen, hier nicht präsentierten Kalenderwochen des Jahres 2003 ähneln den präsentierten Ergebnissen stark.

Woche 1:

Für die erste Kalenderwoche ergibt das folgende Regressionsergebnis:

$$Spread_{Mittel} = 0,372 + 0,920 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.143)$$

wobei der Regressionkoeffizient mit einem t-Wert von 11,968 hochsignifikant und die Konstante mit einem t-Wert von 0,575 nicht signifikant ist. Für die Regression liegt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,846$ vor.

Woche 11:

Für die elfte Kalenderwoche ergibt das folgende Regressionsergebnis:

$$Spread_{Mittel} = 0,305 + 0,962 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.144)$$

wobei der Regressionkoeffizient mit einem t-Wert von 17,881 hochsignifikant und die Konstante mit einem t-Wert von 0,852 nicht signifikant ist. Für die Regression liegt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,925$ vor.

Woche 21:

Für die 21. Kalenderwoche ergibt das folgende Regressionsergebnis:

$$Spread_{Mittel} = 0,173 + 0,976 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.145)$$

wobei der Regressionkoeffizient mit einem t-Wert von 22,664 hochsignifikant und die Konstante mit einem t-Wert von 0,700 nicht signifikant ist. Für die Regression liegt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,952$ vor.

Woche 31:

Für die 31. Kalenderwoche ergibt das folgende Regressionsergebnis:

$$Spread_{Mittel} = 0,285 + 0,962 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.146)$$

wobei der Regressionkoeffizient mit einem t-Wert von 17,942 hochsignifikant und die Konstante mit einem t-Wert von 0,969 nicht signifikant ist. Für die Regression liegt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,925$ vor.

Woche 41:

Für die 41. Kalenderwoche ergibt das folgende Regressionsergebnis:

$$Spread_{Mittel} = 0,415 + 0,947 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.147)$$

wobei der Regressionkoeffizient mit einem t-Wert von 15,000 hochsignifikant und die Konstante mit einem t-Wert von 1,224 nicht signifikant ist. Für die Regression liegt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,896$ vor.

Woche 51:

Für die 51. Kalenderwoche ergibt das folgende Regressionsergebnis:

⁶²Die Ergebnisse befinden sich im Anhang A.2.7.

$$Spread_{Mittel} = 0,225 + 0,972 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.148)$$

wobei der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 21,002 hochsignifikant und die Konstante mit einem t-Wert von 1,185 nicht signifikant ist. Für die Regression liegt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,944$ vor.

Fazit:

Für alle Kalenderwochen des Jahres 2003 konnten hochsignifikante lineare Zusammenhänge zwischen dem Mittelwert des Spreads und der Größe $Tradesize^{-1}$ festgestellt werden, wobei die Koeffizienten immer nahe am Wert 1 liegen. Zudem liegen immer überaus hohe Bestimmtheitsmaße vor von ungefähr 0,9 oder mehr. Somit kann insgesamt das Ergebnis, das auf jährlicher Basis erzielt wurde, auch auf wöchentlicher Basis bestätigt werden.

4.3.2. Empirische Untersuchung für 2007

Die mithilfe des Datensatzes des Jahres 2003 gefundenen Ergebnisse sollen nun mit dem Jahresdatensatz von 2007 überprüft und gegebenenfalls bestätigt werden. Zum einen soll der für 2003 gefundene Zusammenhang zwischen dem Spread und der Tradesize für den DAX, MDAX, SDAX und TecDAX überprüft werden. Zum anderen soll hier noch einmal ein möglicher Zusammenhang zwischen dem log Spread und der logarithmierten Liquidity Ratio untersucht werden. Zudem soll noch überprüft werden, ob sich der gefundene Zusammenhang zwischen dem Spread und der Tradesize auch auf einen anderen großen ausländischen Index übertragen lässt, der auch an der XETRA gehandelt wird: auf den Dow Jones.

Jahresregressionen

Als erstes werden die zu überprüfenden Zusammenhänge auf Jahresebene untersucht, indem für die Regressionen die jeweiligen Jahresdurchschnittswerte der Daten von 2007 genutzt werden. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang A.2.8 in den Tabellen A.206 bis A.217.

Für die Regressionen mit der Tradesize wird für den DAX, MDAX, SDAX und TecDAX die folgende logarithmierte Regressionsgleichung getestet:

$$\ln Spread = \alpha + \beta \cdot \ln Tradesize + u \quad (4.149)$$

Da nach den vorausgegangenen Untersuchungen ein antiproportionaler Zusammenhang vermutet wird, sollte der geschätzte Koeffizient β nahe bei dem Wert -1 liegen.

Für den DAX ergibt sich folgendes Ergebnis:

$$\ln Spread = 8,673 - 0,975 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.150)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 28,455 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -22,702 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,950$.

Für den MDAX ergibt sich das Ergebnis:

$$\ln Spread = 11,508 - 0,962 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.151)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 37,022 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -22,215 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,925$.

Für den SDAX ergibt sich:

$$\ln Spread = 11,965 - 0,902 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.152)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 23,316 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -13,681 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,813$.

Für den TecDAX ergibt sich folgendes Ergebnis:

$$\ln Spread = 11,594 - 0,966 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.153)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 29,383 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -18,427 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,934$.

Nun soll der Zusammenhang zwischen dem logarithmierten Spread und der logarithmierten Liquidity Ratio überprüft werden. Dazu wird die folgende Regressionsgleichung betrachtet:

$$\ln Spread = \alpha + \beta \cdot \ln LiquidityRatio + u \quad (4.154)$$

Die Regression liefert das folgende Ergebnis:

$$\ln Spread = 293,586 - 0,474 \cdot \ln LiquidityRatio, \quad (4.155)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 4,350 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -2,849 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt nur $R^2 = 0,474$.

Nun soll der Zusammenhang zwischen dem Spread und der Tradesize noch für den Dow Jones überprüft werden. Dazu wird die folgende Regressionsgleichung betrachtet:

$$Spread = \alpha + \beta \cdot Tradesize^{-1} + u \quad (4.156)$$

Die Regression liefert das folgende Ergebnis:

$$Spread = -137,689 + 0,657 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.157)$$

wobei nur der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 4,178 hochsignifikant ist. Die Konstante mit einem t-Wert von -0,980 ist nicht signifikant. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt nur $R^2 = 0,431$.

Insgesamt kann man feststellen, dass sich die schon für 2003 gefundenen Ergebnisse bzgl. der Tradesize auch für das Jahr 2007 für die Indizes DAX, MDAX, SDAX und TecDAX wiederholen lassen. Für den Index Dow Jones kann dieser Zusammenhang allerdings nicht bestätigt werden. Auch der vermutete Zusammenhang zwischen dem logarithmierten Spread und der logarithmierten Liquidity Ratio ließ sich in dieser Form nicht bestätigen.

Wöchentliche Regressionen

Nun sollen die Ergebnisse für den DAX auf wöchentlicher Ebene bestätigt werden. Hierzu wird für jede Woche die folgende logarithmierte Regressionsgleichung geschätzt:

$$\ln Spread = \alpha + \beta \cdot \ln Tradesize + u \quad (4.158)$$

Die Regression wurden für alle Wochen des Jahres 2007 durchgeführt. Eine Auswahl der Ergebnisse befindet sich im Anhang A.2.9 in den Tabellen A.218 bis A.229. Die dort nicht präsentierten Ergebnisse ähneln den vorgestellten Ergebnissen stark.⁶³

Für die erste Woche erhält man das folgende Ergebnis:

$$\ln Spread = 11,150 - 0,922 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.159)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 21,764 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -12,368 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,850$.

Für die elfte Woche ergibt sich das folgende Ergebnis:

$$\ln Spread = 12,052 - 0,952 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.160)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 27,919 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -16,174 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,906$.

Für die 21. Woche erhält man das Ergebnis:

$$\ln Spread = 12,172 - 0,933 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.161)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 23,650 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -13,509 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,871$.

Für die 31. Woche erhält man:

$$\ln Spread = 11,624 - 0,944 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.162)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 27,105 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -14,885 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,891$.

Für die 41. Woche ergibt man das folgende Ergebnis:

$$\ln Spread = 10,366 - 0,891 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.163)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 19,431 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -10,207 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,794$.

Für die 51. Woche erhält man das Ergebnis:

$$\ln Spread = 11,399 - 0,940 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.164)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 25,593 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -14,265 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,883$.

Betrachtet man die gerade durchgeführten Regressionen, so sieht man, dass die vermuteten Ergebnisse bestätigt werden konnten. Es werden jedoch etwas geringere Bestimmtheitsmaße zwischen $R^2 = 0,794$ und $R^2 = 0,906$ erzielt.

⁶³Bei einem antiproportionalen Zusammenhang zwischen Spread und der Tradesize, der hier aufgrund der schon vorliegenden Ergebnisse vermutet wird, sollte der geschätzte Koeffizient β nahe bei dem Wert -1 liegen.

Zusätzlich zu den gerade betrachteten Regressionen soll noch der für den Datensatz von 2003 anfänglich vermutete Zusammenhang zwischen dem logarithmierten Spread und der Liquidity Ratio auf wöchentlicher Basis betrachtet werden. Da die lineare Regression für die Jahresdurchschnitte von 2007 kein zufriedenstellendes Ergebnis geliefert hat, sollen nun Kurvenanpassungen durchgeführt werden, um evtl. Transformationen der linearen Regressionsgleichung berücksichtigen zu können. Die Kurvenanpassungen werden für alle Wochen des Jahres 2007 sowohl für die unabhängige Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) als auch für die unabhängige Variable Liquidity Ratio (Median) durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen zumeist die *Potenzfunktion* als beste Kurvenanpassung auf. In einzelnen Fällen stellt diese nur die zweitbeste Anpassung dar. Einen Auszug der Ergebnisse findet man im Anhang in den Tabellen A.230 bis A.237. Zuerst wird die Kurvenanpassung mit dem Mittelwert der Liquidity Ratio als unabhängige Variable durchgeführt. Dort erhält man als bestes Ergebnis

- in Woche 1:

$$\ln Spread = 353,706 \cdot LiquidityRatio_{Mittelwert}^{-0,241} \quad (4.165)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,659$ und einem F-Wert von 50,308, was eine statistische Signifikanz zum 1%-Level bedeutet.

- in Woche 11:

$$\ln Spread = 376,498 \cdot LiquidityRatio_{Mittelwert}^{-0,262} \quad (4.166)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,862$ und einem F-Wert von 161,845, was ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level bedeutet.

- in Woche 31:

$$\ln Spread = 337,385 \cdot LiquidityRatio_{Mittelwert}^{-0,251} \quad (4.167)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,823$ und einem F-Wert von 121,126. Auch dies impliziert eine statistische Signifikanz zum 1%-Level.

- in Woche 51:

$$\ln Spread = 224,847 \cdot LiquidityRatio_{Mittelwert}^{-0,217} \quad (4.168)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,654$ und einem F-Wert von 49,121, was ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level bedeutet.

Anschließend wird die Kurvenanpassung mit dem Median der Liquidity Ratio als unabhängige Variable durchgeführt. Dort erhält man als bestes Ergebnis

- in Woche 1:

$$\ln Spread = 353,706 \cdot LiquidityRatio_{Median}^{-0,241} \quad (4.169)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,659$ und einem F-Wert von 50,308, was eine statistische Signifikanz zum 1%-Level bedeutet.

- in Woche 11:

$$\ln Spread = 376,498 \cdot LiquidityRatio_{Median}^{-0,262} \quad (4.170)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,862$ und einem F-Wert von 161,845, was auch eine statistische Signifikanz zum 1%-Level impliziert.

- in Woche 31 mit der besten Anpassung der *kubischen Funktion* und der zweitbesten Anpassung der *Potenzfunktion*:

$$\begin{aligned} \ln Spread = & 218,329 - 2,145 \cdot LiquidityRatio_{Median} + 0,011 \cdot LiquidityRatio_{Median}^2 \\ & - 1,623 \cdot 10^{-5} \cdot LiquidityRatio_{Median}^3 \end{aligned} \quad (4.171)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,798$ und einem F-Wert von 31,520, was eine statistische Signifikanz zum 1%-Level bedeutet, und

$$\ln Spread = 388,822 \cdot LiquidityRatio_{Median}^{-0,292} \quad (4.172)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,747$ und einem F-Wert von 76,620, was ebenfalls eine statistische Signifikanz zum 1%-Level bedeutet.

- in Woche 51:

$$\ln Spread = 300,369 \cdot LiquidityRatio_{Median}^{-0,219} \quad (4.173)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,857$ und einem F-Wert von 155,562. Auch hier wird eine statistische Signifikanz zum 1%-Level impliziert.

Man sieht, dass sich die Ergebnisse der Kurvenanpassungen stark ähneln, dass aber die dazugehörigen Bestimmtheitsmaße zwischen 0,654 und 0,862 variieren.

Tägliche Regression

Um das Ergebnis des Zusammenhanges zwischen dem Spread und der Tradesize nochmals zu bestätigen, werden für das Jahr 2007 noch tägliche Regressionen für den DAX durchgeführt. Für jeden der 248 Handelstage wird die folgende Regressionsgleichung geschätzt:

$$\ln Spread = \alpha + \beta \cdot \ln Tradesize + u. \quad (4.174)$$

Einen Auszug der Ergebnisse findet man im Anhang A.2.10 in den Tabellen A.238 bis A.249. Dieser Auszug ist repräsentativ für alle erzielten Ergebnisse.

Für den 2. Handelstag ergibt sich

$$\ln Spread = 8,183 - 0,930 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.175)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 16,301 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -13,423 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,930$.

Für den 50. Handelstag ergibt sich

$$\ln Spread = 8,813 - 0,921 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.176)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 15,761 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -12,515 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,848$.

Für den 100. Handelstag ergibt sich

$$\ln Spread = 8,419 - 0,887 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.177)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 13,082 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -10,167 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,787$.

Für den 150. Handelstag ergibt sich

$$\ln Spread = 7,804 - 0,939 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.178)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 18,876 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -14,469 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,882$.

Für den 200. Handelstag ergibt sich

$$\ln Spread = 7,598 - 0,927 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.179)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 16,745 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -13,118 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,860$.

Für den 248. Handelstag ergibt sich

$$\ln Spread = 8,174 - 0,908 \cdot \ln Tradesize, \quad (4.180)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von 14,659 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von -11,461 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,824$.

Fazit:

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass die bisherigen Ergebnisse für das Jahr 2007 auch auf täglicher Basis bestätigt werden können.

4.3.3. Empirische Untersuchung für 2013/14

Um das bisherige Hauptergebnis des antiproportionalen Zusammenhanges zwischen Spread und Tradesize nochmals zu bestätigen, wird dieser Sachverhalt auch für den vorhandenen Datensatz von 2013/2014 überprüft. Hierzu werden sowohl für den DAX, für den MDAX als auch für den SDAX zunächst der Gesamtzeitraum, dann die einzelnen Wochen und zum Schluss die einzelnen Tage des Beobachtungszeitraums betrachtet. Für jeden Index und jede jeweilige Beobachtungsperiode wird die folgende Regressionsgleichung geschätzt:⁶⁴

$$Spread = \alpha + \beta \cdot Tradesize^{-1} + u. \quad (4.181)$$

Die Ergebnisse aller betrachteten Zeitperioden befinden sich im Anhang A.2.11 in den Tabellen A.250 bis A.288.

Für den DAX ergibt die Regression für den Gesamtzeitraum das folgende Ergebnis:

$$Spread = -0,004 + 0,739 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.182)$$

wobei nur der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 5,811 hochsignifikant ist. Die Konstante ist mit einem t-Wert von -0,506 nicht signifikant. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt nur $R^2 = 0,547$, was eine offensichtliche Verschlechterung gegenüber den schon vorab erzielten Ergebnissen darstellt.

Da sich die Ergebnisse für die einzelnen Wochen und Tage des betrachteten Zeitraums bzgl. des Bestimmtheitsmaßes nicht verbessern, wird hier nochmals auf die Kurvenanpassung zurückgegriffen. Die dazu durchgeführten Kurvenanpassungen liefern durchweg für die Anpassung *Potenzfunktion* die besten Ergebnisse. Eine repräsentative Auswahl dieser Ergebnisse sind in der Tabelle A.252 (s. Anhang) zusammengefasst.

Für den DAX ergibt sich für den Gesamtzeitraum die folgende Potenzfunktion:

$$Spread = 5,268 \cdot Tradesize^{-0,918} \quad (4.183)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,742$ und einem F-Wert von 80,653, was einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level entspricht.

Für die 2. Woche ergibt sich die Potenzfunktion:

$$Spread = 4,366 \cdot Tradesize^{-0,902} \quad (4.184)$$

⁶⁴Hier wurde von einer logarithmierten Regressionsgleichung abgesehen, da die Bloomberg-Datenbank Tagesdurchschnitte der gewünschten Daten zur Verfügung stellt. Eine Berechnung des Logarithmus mithilfe dieser Durchschnitte würde das Ergebnis verzerren.

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,788$ und einem F-Wert von 100,255, was auch einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level entspricht.

Für die 10. Woche ergibt sich:

$$\text{Spread} = 5,939 \cdot \text{Tradesize}^{-0,920} \quad (4.185)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,752$ und einem F-Wert von 81,919, was ebenfalls einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level entspricht.

Für die 18. Woche ergibt sich die folgende Potenzfunktion:

$$\text{Spread} = 3,889 \cdot \text{Tradesize}^{-0,872} \quad (4.186)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,723$ und einem F-Wert von 70,479. Auch dies entspricht einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level.

Für die 26. Woche ergibt sich die Potenzfunktion:

$$\text{Spread} = 3,085 \cdot \text{Tradesize}^{-0,855} \quad (4.187)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,700$, einem F-Wert von 62,851 und somit einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level.

Für Tag 10 ergibt sich die folgende Potenzfunktion:

$$\text{Spread} = 5,850 \cdot \text{Tradesize}^{-0,958} \quad (4.188)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,722$ und einem F-Wert von 72,819, was einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level entspricht.

Für Tag 40 ergibt sich die Potenzfunktion:

$$\text{Spread} = 5,767 \cdot \text{Tradesize}^{-0,931} \quad (4.189)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,756$ und einem F-Wert von 86,877. Dies entspricht einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level.

Für Tag 70 ergibt sich:

$$\text{Spread} = 5,702 \cdot \text{Tradesize}^{-0,923} \quad (4.190)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,687$ und einem F-Wert von 61,401, was ebenfalls einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level entspricht.

Für Tag 100 ergibt sich die Potenzfunktion:

$$y = 3,053 \cdot \text{Tradesize}^{-0,825} \quad (4.191)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,650$ und einem F-Wert von 51,950. Auch dies entspricht einer statistischen Signifikanz zum 1%-Level.

Fazit für den DAX:

Insgesamt sieht man für den DAX, dass die erzielten Potenzen alle nahe am Wert -1 liegen und dass die Bestimmtheitsmaße höher sind als bei der zunächst durchgeführten einfachen Regression für den Gesamtzeitraum. Trotzdem ist zu bemerken, dass die hier erzielten Bestimmtheitsmaße nicht so hohe Werte erzielen wie für die Beobachtungszeiträume 2003 und 2007. Dies könnte damit zusammenhängen, dass hier die Daten nicht von der Deutschen Börse selbst sondern mithilfe der Bloombergdatenbank bezogen wurden und dort evtl. (nicht nachvollziehbare) Fehler vorliegen.

Im Anschluss an den DAX wird nun der MDAX betrachtet (siehe Tabellen A.253 bis A.270 im Anhang).

Für den MDAX ergibt die Regression für den Gesamtzeitraum das folgende Ergebnis:

$$Spread = -0,039 + 0,938 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.192)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von -4,628 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 18,587 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,880$.

Die Regression für die Woche 2 ergibt:

$$Spread = -0,015 + 0,958 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.193)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von -2,770 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 22,835 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,917$.

Die Regression für die Woche 10 liefert das folgende Ergebnis:

$$Spread = -0,022 + 0,923 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.194)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von -2,590 signifikant zum 5%-Level und der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 16,425 signifikant zum 1%-Level ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,852$.

Die Regression für die Woche 18 ergibt:

$$Spread = -0,044 + 0,859 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.195)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von -3,225 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 11,493 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,738$.

Das Regressionsergebnis für die Woche 26 ist:

$$Spread = -0,018 + 0,944 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.196)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von -2,757 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 19,622 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,891$.

Die Regression für den Tag 10 ergibt:

$$Spread = -0,020 + 0,884 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.197)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von -2,295 signifikant zum 5%-Level und der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 12,931 signifikant zum 1%-Level ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,781$.

Die Regression für den Tag 40 liefert das folgende Ergebnis:

$$Spread = -0,013 + 0,860 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.198)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von -1,277 nicht signifikant ist. Nur der Regressionskoeffizient ist mit einem t-Wert von 11,562 signifikant zum 1%-Level. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,740$.

Die Regression für den Tag 70 ergibt:

$$Spread = -0,068 + 0,892 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.199)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von -4,579 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 13,550 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,796$.

Das Regressionsergebnis für den Tag 100 ist:

$$Spread = -0,047 + 0,850 \cdot Tradesize^{-1}, \quad (4.200)$$

wobei sowohl die Konstante mit einem t-Wert von -2,783 als auch der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 11,069 hochsignifikant sind. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,723$.

Fazit für den MDAX:

Betrachtet man insgesamt alle Ergebnisse für den MDAX, so kann auch hier der antiproportionale Zusammenhang zwischen dem Spread und der Tradesize bestätigt werden.

Abschließend wird noch der SDAX betrachtet (siehe Tabellen A.271 bis A.288 im Anhang).

Für den SDAX ergibt die Regression für den Gesamtzeitraum das folgende Ergebnis:

$$\text{Spread} = 0,011 + 0,874 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.201)$$

wobei nur der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 11,388 hochsignifikant ist. Die Konstante ist mit einem t-Wert von 0,521 nicht signifikant. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,764$.

Für die Woche 2 ergibt die Regression:

$$\text{Spread} = 0,030 + 0,773 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.202)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von 1,047 nicht signifikant und der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 7,601 hochsignifikant ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,597$.

Für die Woche 10 liefert die Regression das folgende Ergebnis:

$$\text{Spread} = 0,003 + 0,870 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.203)$$

wobei nur der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 11,006 hochsignifikant ist. Die Konstante jedoch ist mit einem t-Wert von 0,143 nicht signifikant. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,756$.

Die Regression für die Woche 18 ergibt:

$$\text{Spread} = 0,035 + 0,775 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.204)$$

wobei auch hier nur der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 7,648 hochsignifikant ist. Die Konstante ist mit einem t-Wert von 1,375 nicht signifikant. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,600$.

Für die Woche 26 ist das Regressionsergebnis:

$$\text{Spread} = 0,045 + 0,833 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.205)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von 2,015 signifikant zum 10%-Level und der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 9,395 signifikant zum 1%-Level ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,694$.

Für den Tag 10 ergibt sich das folgende Ergebnis:

$$\text{Spread} = 0,041 + 0,783 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.206)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von 1,506 nicht signifikant und der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 7,848 signifikant zum 1%-Level ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,612$.

Die Regression für den Tag 40 liefert das folgende Ergebnis:

$$\text{Spread} = 0,009 + 0,829 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.207)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von 0,365 nicht signifikant ist. Nur der Regressionskoeffizient ist mit einem t-Wert von 9,263 signifikant zum 1%-Level. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,688$.

Die Regression für den Tag 70 ergibt:

$$\text{Spread} = -0,001 + 0,876 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.208)$$

wobei nur der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 11,351 hochsignifikant ist. Die Konstante jedoch ist mit einem t-Wert von -0,035 nicht signifikant. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,796$.

Das Regressionsergebnis für den Tag 100 ist:

$$\text{Spread} = 0,028 + 0,752 \cdot \text{Tradesize}^{-1}, \quad (4.209)$$

wobei die Konstante mit einem t-Wert von 0,942 nicht signifikant, der Regressionskoeffizient mit einem t-Wert von 7,117 jedoch hochsignifikant ist. Das Bestimmtheitsmaß der Regression beträgt $R^2 = 0,565$.

Fazit für den SDAX:

Auch für den SDAX kann somit das vermutete Ergebnis bestätigt werden. Jedoch sind die Bestimmtheitsmaße geringer als bei den anderen betrachteten Fällen. Analog zu den Ergebnissen vom Datensatz 2007 ist zu erkennen, dass die Bestimmtheitsmaße für den SDAX auch hier am geringsten sind.

4.3.4. Empirische Untersuchung der SIRCA-Daten

Mithilfe des SIRCA-Datensatzes zu den Handelsdaten der S&P-20-Aktien der Australian Securities Exchange (ASX) für das Jahr 2003 soll nun überprüft werden, ob auch für diesen Index an der ASX ein Zusammenhang zwischen Spread und Tradesize nachzuweisen ist.

Der SIRCA-Datensatz enthält Informationen zu allen Zeitpunkten, an denen Orderbuchänderungen stattfanden. Dabei wird sowohl erfasst, ob sich der beste Bid oder der beste Ask mit Preis und Volumen ändert oder ob ein Trade (markiert mit T) stattfand, der mit dem jeweiligen Preis und dem Volumen notiert wird. Für jede Änderung wird sowohl der Spread als auch der relative Spread ausgegeben. Hier ein beispielhafter Auszug für die Aktie der Commonwealth Bank of Australia (CBA):

Schon in diesem kurzen Auszug ist zu erkennen, dass bei den über SIRCA gezogenen Daten ein gravierendes Problem auftritt: Manche Spreads (und relativen Spreads) nehmen negative Werte an, was in einem Orderbuch überhaupt nicht oder nur in Einzelfällen passieren sollte.⁶⁵ Betrachtet man aber die hier vorliegenden Daten der 22 Unternehmen, dann ist klar zu sehen, dass dieser unerwünschte Umstand sehr häufig auftritt. Die Häufigkeit ist sogar so hoch, dass bei fast allen betrachteten Unternehmen sogar einige Wochendurchschnitte der Spreads negative Werte annehmen. Hier ein beispielhafter Auszug für die Unternehmen Australia and New Zealand Banking Group (ANZ), Commonwealth Bank of Australia (CBA) und National Australia Bank Ltd. (NAB):

⁶⁵Wenn sich Bid- und Askpreis überkreuzen, sollten die an dieser Stelle stehenden Limit Order sofort ausgeführt werden.

P26

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Wochentag	Kalenderwo	Time	Record Type	Price	Volume	Value	Bid Price	Bid Size	Ask Price	Ask Size	Spread	Relative Spr	Qualifiers
2	4	1	00:00:00	OFFQUOTE				26,99	1312	27	4653	0,01	0,00037044	
3	4	1	07:00:31	OFFQUOTE					1412			0,01	0,00037044	
4	4	1	07:06:29	OFFQUOTE				27	1000			0	0	
5	4	1	07:06:30	OFFQUOTE					1370			0	0	
6	4	1	07:06:33	OFFQUOTE					1555			0	0	
7	4	1	07:06:34	OFFQUOTE				27,01	1850			-0,01	-0,0003703	
8	4	1	07:35:12	OFFQUOTE	29	1000	29000							T
9	4	1	07:35:12	OFFQUOTE	29	8000	232000							T
10	4	1	07:35:12	OFFQUOTE	29	2000	58000							T
11	4	1	07:35:13	OFFQUOTE	29	8000	232000							T
12	4	1	07:35:13	OFFQUOTE	29	1000	29000							T
13	4	1	07:35:13	OFFQUOTE	29	2000	58000							T
14	4	1	07:35:14	OFFQUOTE	29	5000	145000							T
15	4	1	07:35:14	OFFQUOTE	29	4000	116000							T
16	4	1	07:35:14	OFFQUOTE	29	1000	29000							T
17	4	1	07:35:14	OFFQUOTE	29	25000	725000							T
18	4	1	07:35:15	OFFQUOTE	29	1000	29000							T
19	4	1	07:35:15	OFFQUOTE	29	1000	29000							T
20	4	1	07:35:15	OFFQUOTE	29	16000	464000							T
21	4	1	07:35:16	OFFQUOTE	29	4000	116000							T
22	4	1	07:35:16	OFFQUOTE	29	13000	377000							T
23	4	1	07:35:16	OFFQUOTE	29	1000	29000							T
24	4	1	07:42:38	OFFQUOTE				27,15	150			-0,15	-0,00554017	
25	4	1	07:44:33	OFFQUOTE				27,35	200			-0,35	-0,01287948	

Abbildung 4.3.: Datenauszug für CBA

Woche	Spread ANZ	Spread CBA	Spread NAB
1	0,0141779	0,02202503	0,02600275
2	0,01585112	0,00523652	-0,00883837
3	0,01445847	0,01617941	0,01539651
4	0,00560666	0,01489974	0,01858797
5	0,00098531	0,0148661	-0,03334155
6	0,00933382	0,00767329	0,00952398
7	0,01603323	0,01415983	-0,03464403
8	0,01709531	0,01471706	-0,01706168
9	0,01691196	0,00248354	-0,00218005
10	-0,01814955	0,00099911	-0,02731525
11	0,00902284	0,00073885	0,01377564
12	0,01442999	-0,01876063	0,01152731
13	-0,02091431	0,00833221	-0,00341118
14	0,0143972	0,01276087	-0,00591151
15	0,01525876	0,01174347	-0,01606513
16	0,01294899	0,01538501	0,007177
17	0,01309538	0,00734068	0,00986542
18	0,00022674	-0,02604806	-0,01098334
19	0,00682244	0,01181921	-0,02807669
20	0,01289965	0,01067779	-0,000050823
21	0,01473323	0,00034442	-0,01301458
22	0,01317403	0,01342419	-0,01020148
23	-0,00500153	0,01842883	-0,006406
24	0,01473454	0,01404208	0,01641272
25	0,01022703	0,0043443	0,00042705
26	-0,00022225	0,00375971	-0,0053101
27	0,01144473	-0,02971009	0,00885988
28	-0,00794289	0,01738131	0,00661377
29	0,01299556	0,01789422	0,01276212
30	0,00847491	0,01045242	0,00511172
31	0,00690141	0,00732696	0,00440629
32	0,00776336	-0,01728614	-0,01787381
33	0,01159528	-0,01653808	-0,05116172
34	-0,01115701	-0,00230555	-0,0467774
35	0,01378594	-0,00659643	-0,05450759
36	-0,00023194	0,00891525	-0,02687627
37	0,01204917	0,01611306	-0,01089893
38	0,00984334	-0,04339383	0,01150894

Woche	Spread ANZ	Spread CBA	Spread NAB
39	-0,01622335	0,00321461	0,01293993
40	0,01310413	0,00889576	0,00729631
41	0,01343637	0,01345488	0,00544599
42	0,00551511	0,01028387	-0,01457192
43	-0,00483909	0,00325524	0,00650019
44	-0,07094238	0,0122441	0,01137182
45	0,00195563	-0,01026191	0,00938405
46	0,00820912	0,01530493	-0,02125628
47	-0,0225924	0,01208333	0,00128319
48	0,01075532	0,00995815	0,01041224
49	0,00969299	0,01300518	0,01196462
50	0,00637714	0,01440879	0,01106529
51	-0,00686579	0,00741108	0,00804636
52	0,01193408	0,01703908	0,00894362
53	0,00471388	0,00121283	0,00731781

Tabelle 4.24.: Wochendurchschnittsspreads von ANZ, CBA, NAB

Für die NAB ergibt sich für 2003 sogar ein negativer Gesamtdurchschnittswert von $-0,00314717$. Demnach sind die Spreadfehler so gravierend, dass für die NAB ein negativer Jahresdurchschnittswert entsteht, wo eigentlich nur positive Werte erwartet werden.

Nichtsdestotrotz wird nun noch nach mögliche Zusammenhängen zwischen dem durchschnittlichen Spread und der Tradesize gesucht. Betrachtet man dazu zunächst den grafischen Zusammenhang vom Average Spread und der Tradesize für das gesamte Jahr 2003, so sind klar zwei Ausreißer zu erkennen: einen mit einem negativen Spread und einen mit einer sehr hohen Tradesize.

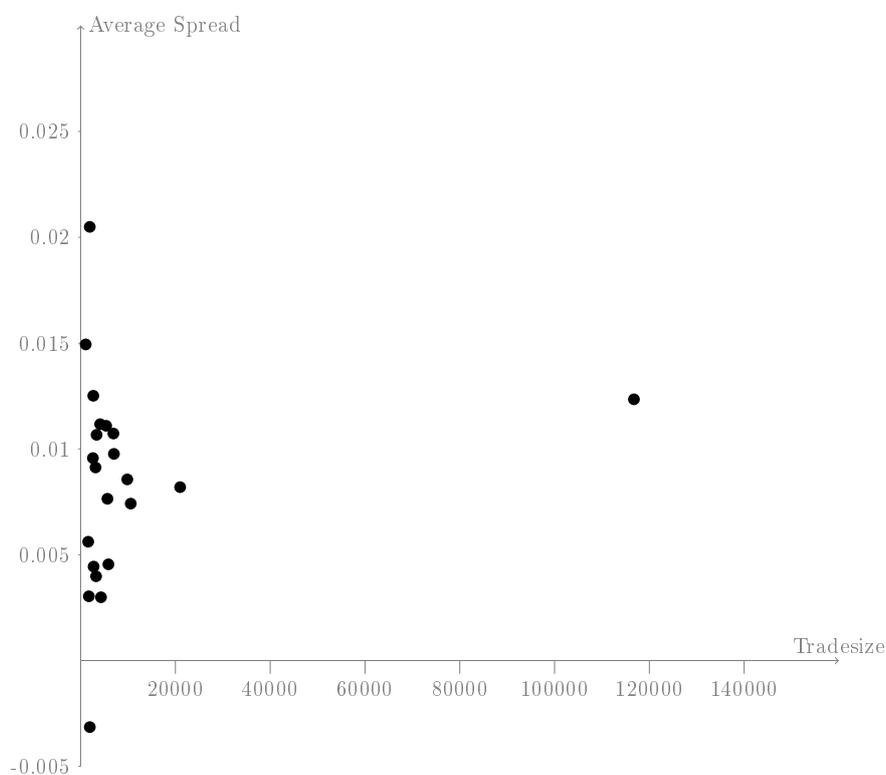


Abbildung 4.4.: Zusammenhang zwischen Average Spread und Tradesize der S&P-20-Aktien

Entfernt man die Ausreißer und betrachtet nun den Zusammenhang von Average Spread und der Tradesize, so erhält man:

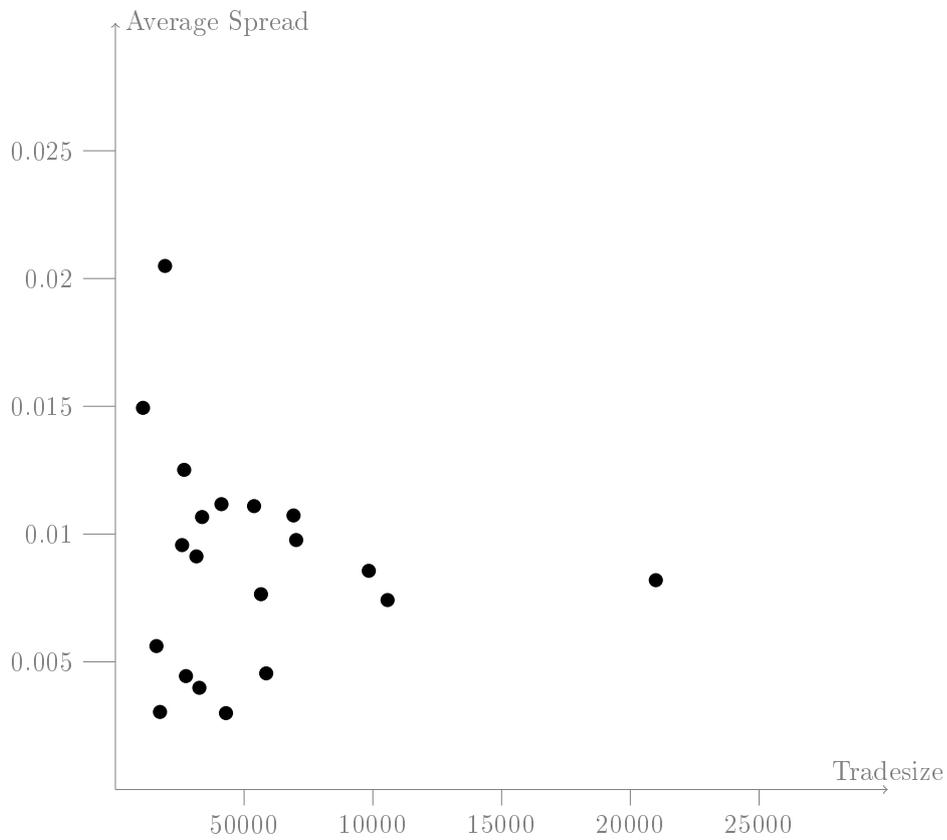


Abbildung 4.5.: Zusammenhang zwischen Average Spread und Tradesize der S&P-20-Aktien - ohne Ausreißer

Betrachtet man nun zusätzlich einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Median Spread und der Tradesize, so erhält man:

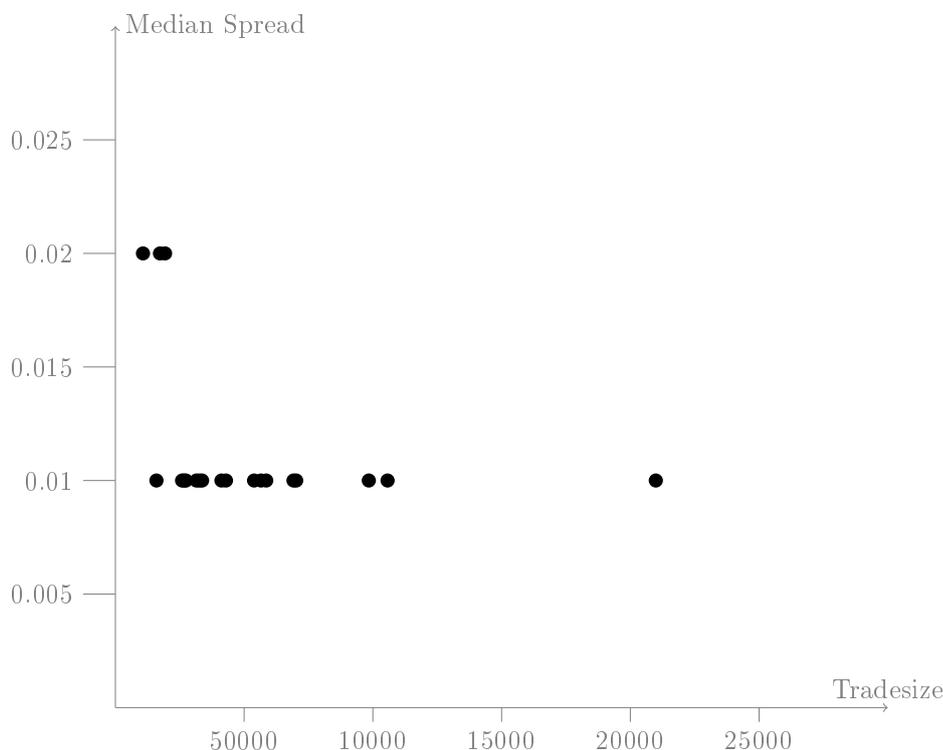


Abbildung 4.6.: Zusammenhang zwischen Median Spread und Tradesize der S&P-20-Aktien

Schon alleine mithilfe der grafischen Darstellung aller gerade betrachteten Fälle sieht man, dass der für die DAX-Daten der XETRA gefundene Zusammenhang hier offensichtlich nicht gilt und auch sonst keine gute lineare Regressionschätzung mit einem annehmbar hohen Bestimmtheitsmaß zu finden ist. Dies wird darauf zurückgeführt, dass der SIRCA-Datensatz aufgrund der zahlreichen auftretenden Fehler nicht brauchbar ist. Somit kann für die S&P-20-Aktien der ASX keine Aussage getroffen werden.

4.3.5. Überprüfung und Diskussion der Regressionsannahmen

Nach dem Abschluss der Regressionsdurchführungen folgt nun noch eine Betrachtung und Diskussion der Modellannahmen der linearen Regressionen.

Nach von Auer (2011) müssen für ein lineares Regressionsmodell mit der abhängigen Variable y_t , den K unabhängigen Variablen $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{Kt}$ und der Störgröße u_t die folgenden Annahmen überprüft werden:

1. Der wahre Zusammenhang zwischen $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{Kt}$ und y_t ist linear.
2. Für die Regression werden alle relevanten exogenen Variablen berücksichtigt, d.h. die Menge der relevanten exogenen Variablen ist vollständig ohne dabei auch unrelevante Variablen zu enthalten.
3. (Erwartungswert) Die Störgröße u_t hat für alle Beobachtungszeitpunkte t einen Erwartungswert von 0, das heißt,

$$E(u_t) = 0 \quad \forall t. \quad (4.210)$$

4. (Homoskedastizität) Die Störgröße u_t hat für alle Beobachtungszeitpunkte t eine konstante Varianz σ^2 , das heißt,

$$\text{var}(u_t) = \sigma^2 \quad \forall t. \quad (4.211)$$

5. (Freiheit von Autokorrelation) Die Störgröße u_t ist nicht korreliert, das heißt,

$$\text{cov}(u_t, u_s) = 0 \quad \forall t, s : t \neq s. \quad (4.212)$$

6. (Normalverteilung) Die Störgröße u_t ist normalverteilt, das heißt,

$$u_t \sim N(E(u_t), \text{var}(u_t)) \quad \forall t. \quad (4.213)$$

7. (Freiheit von perfekter Multikollinearität) Es existieren keine Parameterwerte $\gamma_0, \gamma_1, \dots, \gamma_K$, mit mindestens einem $\gamma_k \neq 0$, so dass zwischen den exogenen Variablen $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{Kt}$ für alle $t = 1, \dots, T$ die folgende Beziehung gilt:⁶⁶

$$\gamma_0 + \gamma_1 x_{1t} + \dots + \gamma_K x_{Kt} = 0. \quad (4.214)$$

Nun folgt die Annahmenprüfung bzw. -diskussion:

1. Die Linearität kann mittels paarweiser Streudiagramme überprüft werden, wobei darauf zu achten ist, ob nicht auch für eine transformierte Variable die Linearitätsannahme gilt.⁶⁷ Dies ist in der vorliegenden Arbeit der Fall. Da nach den durchgeführten Hauptkomponentenanalysen sowohl für den Mittelwert Spread als auch den den Median Spread nur eine einzige einflussnehmende, exogene Variable ermittelt wurde, entspricht das somit resultierende Modell einem einfach linearen Regressionsmodell. Somit reicht die vorangegenagene Überprüfung für einfache lineare Regressionen bereits aus.

2. In den durchgeführten multiplen Regressionen wurden alle relevanten exogenen Variablen berücksichtigt, da für alle betrachteten Variablen die schrittweise Regression und die Hauptkomponentenanalyse eingesetzt wurden.

3. Um zu überprüfen, ob der Erwartungswert der Störgröße von 0 abweicht, ist es am erfolgversprechendsten den Prozess der *Datenerhebung* zu überprüfen. Eine Klärung ausschließlich mithilfe der vorliegenden Daten ist nicht immer möglich.⁶⁸ Da der Großteil der hier verwendeten Daten direkt von der Xetra bzw. von Reuters bezogen wurden, ist davon auszugehen, dass die Datenerhebung korrekt ablief. Die Daten von Sirca sind offensichtlich fehlerhaft und wurden deshalb nicht weiter genutzt.

Jede Änderung der jeweils betrachteten Periode durch Betrachtung der Gesamtperioden bzw. einzelner Wochen oder Tage hat das Hauptergebnis dieser Arbeit nur bestätigt. Zudem wurde das Ergebnis außer für den DAX auch für MDAX, SDAX und TecDAX bestätigt. Somit hängt das Ergebnis dieser Untersuchung nicht von der Auswahl der Stichprobe bzw. der Unterstichprobe ab. Somit ist insgesamt davon auszugehen, dass die Erwartungswertannahme erfüllt ist.

4. Die einfachste Art, Homoskedastizität für ein ökonometrisches Modell mit nicht mehr als zwei exogenen Variablen zu bestätigen oder abzulehnen, ist die Betrachtung einer Punktwolke.⁶⁹ Solch ein Modell liegt in dieser Arbeit vor. Mithilfe der Punktwolke kann man sehen, ob die Streuung der endogenen Variable für verschiedene Wertebereich der exogenen Variable(n) schwankt oder nicht. Schwankungen implizieren Heteroskedastizität, ansonsten kann man von Homoskedastizität ausgehen.⁷⁰

Für die in dieser Arbeit betrachteten Perioden wurden mit den vorliegenden Daten Punktwolken erzeugt. Diese lieferten keine offensichtlichen Streuungsschwankungen, die auf Heteroskedastizität deuten würden. Deshalb ist von Homoskedastizität auszugehen.

⁶⁶(von Auer, 2011, S.142 ff.).

⁶⁷(Schlittgen, 2008, S. 449).

⁶⁸(von Auer, 2011, S. 378).

⁶⁹(von Auer, 2011, S. 396).

⁷⁰(von Auer, 2011, S. 389 f.).

5. Autokorrelation ist ein Problem, das zumeist bei Zeitreihendaten auftritt. Eine Bestimmung auf Vorliegen von Autokorrelation kann (wie bei der Heteroskedastizität) mithilfe einer grafischen Analyse oder dem Durbin-Watson-Test erfolgen.⁷¹ Bei Zeitreihendaten gibt es eine sinnvolle Reihenfolge der Daten, wodurch eine serielle Korrelation leicht zu identifizieren ist. Bei Querschnittsdaten ist Autokorrelation unwahrscheinlich, da die Reihenfolge der Fälle beliebig ist. Dies führt dazu, dass dort evtl. vorhandene Korrelationen kaum zu identifizieren sind.⁷² Aus diesem Grund wird bei Querschnittsdaten auch nicht der Durbin-Watson-Test berechnet. Dieser Test hat die Reihenfolge der Residuen der Beobachtungswerte zum Gegenstand der Analyse. Die Ausgangsdaten können aber durch Umstellung der Fälle beliebig geändert werden. Da die Reihenfolge der Eingabe der einzelnen Fälle rein zufällig erfolgte, hätte der Durbin-Watson-Test keine Aussagekraft. Es wird aus diesem Grunde angenommen, dass bei Querschnittsdaten keine Autokorrelation besteht.⁷³ Da in dieser Untersuchung aggregierte Querschnittsdaten genutzt wurden, ist von Autokorrelationsfreiheit auszugehen.
6. In den vorangegangenen Punkten wurde schon gezeigt, dass die Störgrößen einen Erwartungswert von 0 und eine konstante Varianz besitzen und zudem unkorreliert sind. Mithilfe des zentralen Grenzwertsatzes (und zusätzlichen Annahmen) soll gezeigt werden, dass ihre Verteilung gegen eine Normalverteilung konvergiert.

Zentraler Grenzwertsatz

Seien X_1, X_2, \dots, X_n identisch verteilte, unabhängige Zufallsvariablen mit $E(X_i) = \mu$ und $V(X_i) = \sigma^2 > 0$. Dann konvergiert die Verteilung der standardisierten Summe dieser Zufallsvariablen

$$Z_n = \frac{\sum_{i=1}^n X_i - n\mu}{\sqrt{n\sigma^2}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \frac{X_i - \mu}{\sigma}, \quad (4.215)$$

mit steigender Summandenzahl gegen eine standardisierte Normalverteilung:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(Z_n \leq z) = \Phi(z). \quad (4.216)$$

Wir schreiben auch $Z_n \sim \mathcal{N}(0, 1)$.⁷⁴

Es wird nun zusätzlich zu den schon gezeigten Punkten angenommen, dass die Störgrößen gleichverteilt und somit identisch verteilte, unabhängig Zufallsvariablen sind. Mit dem Erwartungswert $\mu = 0$ und der konstante Varianz σ^2 aller Störgrößen folgt dann die oben gezeigte Konvergenz gegen die standardisierte Normalverteilung.

7. Das Problem einer evtl. Multikollinearität wurde mithilfe der Hauptkomponentenanalyse kontrolliert bzw. behoben.

⁷¹(von Auer, 2011, S. 421 ff.).

⁷²(Kockläuner, 1988, S. 70).

⁷³Markentreue (2009).

⁷⁴(Schlittgen, 2008, S. 258 f.).

5. Zusammenfassung und Schlussbetrachtung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Abhängigkeit des Spreadverhaltens von verschiedenen Kennzahlen untersucht. Dazu wurden Datensätze der Xetra für die Zeiträume 2003, 2007 und Oktober 2013 bis Anfang Mai 2014 genutzt. Der Hauptaugenmerk lag dabei auf den DAX-Titeln.

Schon bei der Betrachtung der zunächst für 2003 durchgeführten Einfachregressionen in Form von Kurvenanpassungen fällt ein starker reziproker Zusammenhang zwischen der *Tradesize* und dem *Spread* auf, der zudem mit einem hohem Bestimmtheitsmaß auftritt. Sowohl beim *Mittelwert Spread* als auch beim *Median Spread* ist ein eindeutig antiproportionaler Zusammenhang mit der *Tradesize* vorzufinden.

Bei der Betrachtung des *log Median Spread* erweist sich für 2003 ein antiproportionaler Zusammenhang zu der Größe $(Liquidity\ Ratio\ (Median))^{0,284}$. Auch hier liegt ein hohes Bestimmtheitsmaß vor.

Nachdem für alle betrachteten Spreadgrößen die multiple Regressionen im schrittweisen Verfahren und die Hauptkomponentenanalysen durchgeführt wurden, kommt man zu folgenden Ergebnissen:

- Für den *Mittelwert des Spreads* kann die Größe $Tradesize^{-1}$ als einziger Haupteinflussfaktor für die vorliegende Stichprobe des Jahres 2003 interpretiert werden.
- Für den *Median Spread* ergibt die Hauptkomponentenanalyse ebenfalls nur einen Haupteinflussfaktor. Die Analyse empfiehlt dabei als Haupteinflussfaktor die Größe $\frac{Wertvolumen}{Stückvolumen}$ dicht gefolgt von der $Tradesize^{-1}$. Da die Einfachregression die Größe $Tradesize^{-1}$ klar favorisiert, kann auch hier die $Tradesize^{-1}$ als Haupteinflussfaktor betrachtet werden.
- Für den logarithmierten Spread erscheint die Größe der *Liquidity Ratio* im Median vielversprechend, konnte aber in der Hauptkomponentenanalyse nicht bestätigt werden.

Bei den im Anschluss noch durchgeführten wöchentlichen Einfachregressionen für den *Mittelwert des Spreads* als abhängige Variable und der $Tradesize^{-1}$ als unabhängige Variable ist in jeder Woche von 2003 der starke reziproke Zusammenhang von *Tradesize* und dem *Spread* feststellbar. Somit ist das bereits beschriebene Ergebnis auch auf wöchentlicher Ebene reproduzierbar. Bei allen Ergebnissen lag ein überaus hohes Bestimmtheitsmaß vor.

Die gefundenen Ergebnisse für den *Mittelwert des Spreads* sollten dann mithilfe des Datensatzes von 2007 überprüft werden. Dazu wurde der reziproke Zusammenhang vom *Mittelwert Spread* und der *Tradesize* zunächst auf jährlicher Basis für die Indizes DAX, MDAX, SDAX und den TecDAX überprüft. Für alle genannten Indizes konnte der Zusammenhang bestätigt werden. Die Überprüfung eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem *log Spread* und der logarithmierten *Liquidity Ratio* lieferte kein so gutes Ergebnis wie im Jahr 2003. Zudem sollte noch überprüft werden, ob sich der gefundene Zusammenhang zwischen dem *Spread* und der *Tradesize* auch beim DowJones finden lässt, doch für diesen Index konnte der vermutete Zusammenhang nicht bestätigt werden.

Im Anschluss wurden für den DAX die Zusammenhänge vom *Mittelwert Spread* und der *Tradesize* auf wöchentlicher Basis durchgeführt. Der vermutete reziproke Zusammenhang konnte für jede Woche von 2007 nachgewiesen werden, wobei aber festzustellen ist, dass die Bestimmtheitsmaße etwas geringer als im Jahresdurchschnitt von 2007 ausfallen.

Zusätzlich sollte noch der anfänglich vermutete Zusammenhang zwischen dem *log Spread* und der *Liquidity Ratio* auf wöchentlicher Basis betrachtet werden. Da es im Jahresdurchschnitt 2007 kein

zufriedenstellendes Ergebnis gab, sollte dies mithilfe von Kurvenanpassungen geschehen. Zumeist erwies sich die Potenzfunktion als die beste Anpassungsfunktion, die Bestimmtheitsmaße sind mit Werten zwischen 0,654 und 0,862 jedoch nicht so hoch wie erwartet.

Abschließend sollte das Ergebnis des Zusammenhanges zwischen dem *Spread* und der *Tradesize* nochmals bestätigt werden, indem die Untersuchung für den DAX auf einer täglichen Basis für das Jahr 2007 durchgeführt wurde. Auch hier konnte der Zusammenhang bestätigt werden.

Auch für den Datensatz 2013/2014 wurde der reziproke Zusammenhang zwischen dem *Spread* und der *Tradesize* überprüft. Hierzu wurde der Zusammenhang für den DAX, den MDAX als auch für den SDAX für den Gesamtzeitraum, die einzelnen Wochen und zum Schluss für die einzelnen Tage des Beobachtungszeitraums getestet. Da die zunächst durchgeführten Regressionen kein ganz so erfolgreiches Ergebnis lieferten, wurden Regressionen mithilfe der Kurvenanpassung durchgeführt. Für den DAX ergab sich die Potenzfunktion mit der Potenz -1 als durchweg bestes Ergebnis, obwohl anzumerken ist, dass die erzielten Bestimmtheitsmaße nicht so hohe Werte erzielen wie für die Beobachtungszeiträume 2003 und 2007. Dies könnte damit zusammenhängen, dass hier die Daten nicht von der Deutschen Börse selbst, sondern mithilfe der Bloombergdatenbank bezogen wurden.

Für den MDAX konnte der antiproportionale Zusammenhang zwischen dem *Spread* und der *Tradesize* bestätigt werden.

Auch für den SDAX konnte der vermutete Zusammenhang bestätigt werden. Jedoch sind die Bestimmtheitsmaße geringer als bei den anderen betrachteten Fällen.

Der SIRCA-Datensatz war aufgrund der zahlreichen auftretenden Fehler nicht brauchbar, deshalb kann dort keine Aussage getroffen werden.

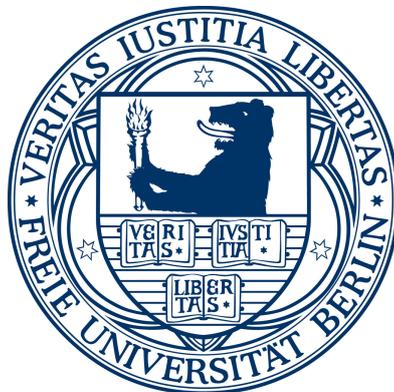
Abschließende Bemerkungen und Schlussfolgerungen:

- Der hier gefundene Einflussfaktor der *Tradesize* zeigt einen signifikanten reziproken Zusammenhang zum Spread der DAX-Titel auf. Dies bleibt für jede betrachtete Stichprobe und Unterstichprobe bestehen. Somit ist das Ergebnis konsistent.
- Die in der Literatur vorgeschlagenen und auch oft genutzten Liquiditätsmaße schnitten bei den hier betrachteten DAX-Daten eher schlecht ab und blieben weit zurück hinter der hier betrachteten Größe *Tradesize*. Daraus kann man folgern, dass diese Maße die Liquidität auch nur mäßig wiedergeben, da eine Veränderung der Maße nur eine mäßige Veränderung des Spreads verursacht, welche aber nach der Definition der Liquidität ein entscheidender Faktor ist.
- Betrachtet man eines der wichtigsten Transaktionskostenmodelle der Literatur, das Transaktionskostenmodell von Stoll (siehe Abschnitt 3.7), so sind von den drei angenommenen Kostenarten lediglich die Geschäftsabwicklungskosten nachweisbar. Diese wählt Stoll nämlich wie die hier gefundene *Tradesize*. Die Bestandhaltekosten und die Informationskosten sind mithilfe der gewählten Datensätze für den DAX nicht nachweisbar. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass an der Xetra sehr viele Investoren direkt miteinander und nicht über einen Marketmaker handeln. Somit entstehen ihnen zum einen keine Bestandhaltekosten und zum anderen kann man davon ausgehen, dass die Informationsverteilung ungefähr gleich sein sollte.
- Das in dieser Arbeit gefundene Ergebnis wird zudem vom Ergebnis der Arbeit Schneider (2013) gestützt (siehe Abschnitt 3.7.2). Das dortige Ergebnis kann mithilfe von Äquivalenzrelationen derart umgeformt werden, dass gezeigt werden kann, dass der Spread einer Aktie von der durchschnittlichen Transaktionsgröße, also der *Tradesize*, abhängt.

Orderbuchanalysen am Beispiel des XETRA-Orderbuchs - Anhang

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der
Wirtschaftswissenschaft
des
Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft
der
Freien Universität Berlin



vorgelegt von

Dipl.-Math. Dominika Franiel
aus Oppeln

2018

A. Anhang

A.1. Kurzfassung der Ergebnisse und hervorgegangene Vorveröffentlichungen

Die Hauptergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurde das Spreadverhalten der an der XETRA gehandelten DAX-Titel in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren untersucht. Dazu wurden Datensätze der Xetra für die Zeiträume 2003, 2007 und Oktober 2013 bis Anfang Mai 2014 genutzt. Die Ergebnisse sind:

Sowohl für den *Mittelwert* als auch für den *Median Spread* gibt es nach der Hauptkomponentenanalyse für den Beobachtungszeitraum 2003 nur einen einzigen Haupteinflussfaktor. Beim *Mittelwert Spread* ist dieser Einflussfaktor die Größe $Tradesize^{-1}$. Beim *Median Spread* könnte es entweder die Größe $\frac{Wertvolumen}{Stueckvolumen}$ oder $Tradesize^{-1}$ sein, dies geht aus der Hauptkomponentenanalyse nicht eindeutig hervor. Für den *logarithmierten Spread* konnte mittels Hauptkomponentenanalyse kein Ergebnis gefunden werden.

Für den *Mittelwert Spread* konnte der reziproke Zusammenhang mit der *Tradesize* auch auf wöchentlicher Ebene für 2003 bestätigt werden. Überall sind sehr hohe Bestimmtheitsmaße vorzufinden.

Für 2007 konnte der reziproke Zusammenhang zwischen *Mittelwert Spread* und der *Tradesize* zunächst auf jährlicher Basis für die Indizes DAX, MDAX, SDAX und den TecDAX mit hohen Bestimmtheitsmaßen bestätigt werden. Im Anschluss wurden für den DAX die Zusammenhänge vom *Mittelwert Spread* und der *Tradesize* auf wöchentlicher Basis überprüft. Der vermutete reziproke Zusammenhang konnte für jede Woche von 2007 nachgewiesen werden, wobei aber die Bestimmtheitsmaße etwas geringer als im Jahresdurchschnitt von 2007 ausfallen. Abschließend wurde der vermutete Sachverhalt auch auf täglicher Basis überprüft, wo er ebenfalls bestätigt werden konnte.

Auch für den Datensatz 2013/2014 wurde der reziproke Zusammenhang zwischen dem *Mittelwert Spread* und der *Tradesize* überprüft. Hierzu wurde der Zusammenhang für den DAX, den MDAX und für den SDAX sowohl für den Gesamtzeitraum, die einzelnen Wochen und zum Schluss für die einzelnen Tage des Beobachtungszeitraums überprüft. Insgesamt konnten für alle Zeiträume und alle Indizes die vermuteten reziproken Zusammenhänge gezeigt werden, wobei allerdings einige Bestimmtheitsmaße nicht so hoch wie erwartet ausfielen. Dies könnte damit zusammenhängen, dass die Daten hier nicht von der Deutschen Börse selbst sondern mithilfe der Bloombergdatenbank bezogen wurden.

Main Results

In the present work the spread behaviour of DAX stocks traded at the XETRA is analyzed in dependance of different influencing factors. For this purpose data sets of Xetra have been used which were taken for the periods of 2003, 2007 and October 2013 until the beginning of May 2014. The main results are:

For the *mean spread* as well as for the *median spread* the principal component analysis results for the period of 2003 in only one main factor. For the *mean spread* this main factor is given by the $Tradesize^{-1}$. For the *median spread* the main factor could be given by the $Tradesize^{-1}$ or by $\frac{Wertvolumen}{Stueckvolumen}$. The principal component analysis is not distinct about the choice of the main factor in this case. For the *logarithmized spread* the principal component analysis does not give any result. Also for the *mean spread* the reciprocal relationship between the spread and the *Tradesize* could be confirmed for every single week in 2003. Additionally, all coefficients of determination were very high.

For 2007 the reciprocal relationship between the *mean spread* and the *Tradesize* could be found on annual basis for the indices DAX, MDAX, SDAX and TecDAX with high coefficients of determination. Additionally, the reciprocal relationship between the *mean spread* and the *Tradesize* was also analyzed for the DAX on weekly basis. It could have been confirmed but only with slightly lower coefficients of determination than for the annual analysis of 2007. Finally the analysis was also recreated on daily basis for 2007 and the reciprocal relationship could be confirmed, too.

Also for data set 2013/14 the reciprocal relationship between the *mean spread* and the *Tradesize* was examined. As to that, the supposed reciprocal relationship was tested for the DAX, the MDAX and the SDAX for the whole period, every single week in the period and every single day in the period. The assumed relationship could be confirmed for all described periods and all indices. But some coefficients of determination were lower than anticipated. This could have been caused by the usage of the database Bloomberg - all other data sets were taken directly from the Xetra.

Hervorgegangene Vorveröffentlichungen

Es sind keine Vorveröffentlichungen zu dieser Arbeit erschienen.

A.2. Tabellen

A.2.1. Größensortierte Maße nach Aitken und Commerton-Forde

Tabelle A.1.: Größensortierte Transaktionen

	Transaktionen
Allianz	1.697.628
Siemens	1.373.840
MünchRück	1.219.663
Deut. Telekom	1.204.007
Deutsche Bank	1.143.433
Daimler-Chrysler	1.127.209
SAP	946.112
EON	821.065
Infineon	802.146
Bayer	798.552
BASF	787.667
VW	721.918
BMW	597.075
HypoVereinsbank	568.816
RWE	535.622
Commerzbank	437.364
Schering	431.317
Metro	346.168
Altana	345.697
Lufthansa	341.004
ThyssenKrupp	340.956
TUI	308.008
Deutsche Post	304.255
Adidas	287.215
Fresenius	245.877
MAN	244.861
Linde	242.842
Henkel	221.208

Tabelle A.2.: Größensortiertes Stückvolumen

	Umsatz (Stück)
Deutsche Telekom	5.361.592.222
Infineon	2.276.629.270
Siemens	1.474.199.320
Daimler-Chrysler	1.357.948.371
Bayer	1.203.096.482
Deutsche Bank	1.153.387.461
HypoVereinsbank	899.170.673
Allianz	897.056.246
Commerzbank	849.509.719
EON	794.469.301
BASF	758.198.428
Lufthansa	610.604.521
ThyssenKrupp	600.578.236
BMW	581.273.507
VW	579.378.817
RWE	564.097.036
MünchRück	545.649.661
SAP	440.432.109
Deutsche Post	431.097.857
TUI	313.361.157
Metro	271.976.802
Schering	253.271.790
MAN	203.370.759
Altana	138.665.123
Linde	113.587.034
Adidas	90.820.514
Fresenius	79.160.711
Henkel	72.797.858

Tabelle A.3.: Größensortiertes Wertvolumen

	Wertvolumen
Deutsche Telekom	58.594.501.117
Allianz	58.291.418.979
Siemens	56.252.549.498
Deutsche Bank	53.547.360.059
MünchRück	49.470.754.957
Daimler-Chrysler	40.920.581.103
SAP	40.078.002.889
EON	34.150.187.906
BASF	29.044.542.296
Infineon	22.331.868.609
VW	21.614.286.128
Bayer	21.338.311.535
BMW	18.145.584.145
RWE	13.914.797.906
HypoVereinsbank	12.617.708.818
Commerzbank	10.137.534.757
Schering	10.100.381.884
Metro	7.445.438.362
Adidas	7.065.739.570
Altana	6.848.712.003
ThyssenKrupp	6.756.141.779
Lufthansa	6.416.607.912
Deutsche Post	5.652.859.735
TUI	4.207.286.409
Henkel	4.186.998.812
Linde	3.911.216.916
Fresenius	3.646.262.735
MAN	3.597.115.611

Tabelle A.4.: Größensortiertes rel. Wertvolumen

	rel. Wertvolumen
Infenion	4,579017553
SAP	2,579852133
Fresenius	2,354250216
MünchRück	2,238495699
TUI	2,037426832
HypoVereinsbank	1,861829858
Adidas	1,721671435
Deutsche Telekom	1,680948451
Allianz	1,588322043
VW	1,561353588
ThyssenKrupp	1,425948032
Lufthansa	1,410863656
Metro	1,408786823
Deutsche Bank	1,400663354
MAN	1,386171719
DaimlerChrysler	1,348289327
BAYER	1,341188657
BMW	1,337282345
Commerzbank	1,334606137
BASF	1,170442969
Linde	1,134343653
RWE	1,012530227
EON	1,006103995
Henkel	0,739751244
Deutsche Post	0,151145982
Siemens	0,131352931
Altana	
Schering	

Tabelle A.5.: Größensortiertes rel.
Wertvolumen in Prozent

	rel. Wertvolumen in %
Deutsche Telekom	1,02384E+11
SAP	76630980667
Allianz	70230625275
MünchRück	61378107887
Siemens	59843137763
Deutsche Bank	53547360059
DaimlerChrysler	50519235929
Infenion	37040750719
EON	36023404964
BMW	33980494653
BASF	29044542296
VW	28253968794
BAYER	22743883537
HypoVereinsbank	18212628201
RWE	18057095647
Metro	16363600795
Deutsche Post	15114598221
Commerzbank	12408243276
Fresenius	11167726600
Henkel	9910056359
ThyssenKrupp	8445177223
Lufthansa	7133527417
Adidas	7065739570
TUI	6010409155
Linde	5777277571
MAN	4927555631
Altana	
Schering	

A.2.2. Regressionsergebnisse für den Mittelwert Spread 2003

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Einfachregressionen für den Mittelwert Spread, die mithilfe der Kurvenanpassung erzielt wurden, dargestellt.

Tabelle A.6.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,225	7,535	1	26	,011	,064	-1,510E-11		
Quadratisch	,405	8,491	2	25	,002	,082	-5,349E-11	7,674E-21	
Zusammengesetzt	,358	14,498	1	26	,001	,057	1,000		
Wachstumsfunktion	,358	14,498	1	26	,001	-2,857	-3,741E-10		
Logarithmisch	,515	27,560	1	26	,000	,506	-,023		
Kubisch	,461	6,850	3	24	,002	,095	-1,038E-10	4,518E-20	-5,341E-30
S-Kurve	,465	22,627	1	26	,000	-3,551	115923515,6		
Invers	,539	30,370	1	26	,000	,030	6355600,410		
Potenzfunktion	,557	32,715	1	26	,000	454,023	-,463		
Exponentiell	,358	14,498	1	26	,001	,057	-3,741E-10		

Tabelle A.7.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,008	,222	1	26	,641	,056	-7,391E-9		
Quadratisch	,137	1,992	2	25	,158	,091	-1,243E-7	7,051E-14	
Zusammengesetzt	,007	,177	1	26	,678	,046	1,000		
Wachstumsfunktion	,007	,177	1	26	,678	-3,078	-1,294E-7		
Logarithmisch	,041	1,122	1	26	,299	,194	-,011		
Kubisch	,207	2,089	3	24	,128	,148	-4,006E-7	4,227E-13	-1,273E-19
S-Kurve	,082	2,326	1	26	,139	-3,489	151098,404		
Invers	,095	2,714	1	26	,112	,034	8259,686		
Potenzfunktion	,036	,964	1	26	,335	,569	-,197		
Exponentiell	,007	,177	1	26	,678	,046	-1,294E-7		

Tabelle A.8.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,003	,071	1	26	,792	,053	-8,894E-14		
Quadratisch	,048	,624	2	25	,544	,065	-1,652E-12	2,647E-23	
Zusammengesetzt	,003	,077	1	26	,783	,044	1,000		
Wachstumsfunktion	,003	,077	1	26	,783	-3,124	-1,821E-12		
Logarithmisch	,025	,673	1	26	,419	,177	-,005		
Kubisch	,236	2,470	3	24	,086	,106	-1,006E-11	3,890E-22	-4,043E-33
S-Kurve	,063	1,740	1	26	,199	-3,356	1836920776		
Invers	,067	1,857	1	26	,185	,041	96488714,54		
Potenzfunktion	,023	,613	1	26	,441	,442	-,100		
Exponentiell	,003	,077	1	26	,783	,044	-1,821E-12		

Tabelle A.9.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,003	1	24	,957	,049	1,414E-14		
Quadratisch	,001	,012	2	23	,988	,051	-1,070E-13	1,354E-24	
Zusammengesetzt	,001	,032	1	24	,859	,042	1,000		
Wachstumsfunktion	,001	,032	1	24	,859	-3,178	-9,040E-13		
Logarithmisch	,004	,088	1	24	,769	,102	-,002		
Kubisch	,264	2,635	3	22	,075	,093	-5,300E-12	1,327E-22	-8,594E-34
S-Kurve	,014	,347	1	24	,561	-3,297	1350347987		
Invers	,014	,335	1	24	,568	,045	67929464,99		
Potenzfunktion	,005	,122	1	24	,730	,135	-,050		
Exponentiell	,001	,032	1	24	,859	,042	-9,040E-13		

Tabelle A.10.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,013	,315	1	24	,580	,043	,004		
Quadratisch	,112	1,450	2	23	,255	,015	,037	-,007	
Zusammengesetzt	,001	,017	1	24	,897	,042	,980		
Wachstumsfunktion	,001	,017	1	24	,897	-3,174	-,021		
Logarithmisch	,034	,854	1	24	,364	,048	,008		
Kubisch	,269	2,699	3	22	,071	,050	-,060	,053	-,009
S-Kurve	,016	,395	1	24	,536	-3,151	-,046		
Invers	,029	,711	1	24	,408	,053	-,003		
Potenzfunktion	,009	,225	1	24	,640	,040	,084		
Exponentiell	,001	,017	1	24	,897	,042	-,021		

Tabelle A.11.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,027	,673	1	24	,420	,053	-,003		
Quadratisch	,030	,357	2	23	,704	,058	-,011	,001	
Zusammengesetzt	,015	,368	1	24	,550	,043	,956		
Wachstumsfunktion	,015	,368	1	24	,550	-3,153	-,045		
Logarithmisch	,030	,748	1	24	,396	,048	-,008		
Kubisch	,031	,231	3	22	,874	,056	-,007	-,001	,000
S-Kurve	,001	,025	1	24	,875	-3,168	-,025		
Invers	,011	,262	1	24	,614	,043	,004		
Potenzfunktion	,007	,181	1	24	,674	,040	-,076		
Exponentiell	,015	,368	1	24	,550	,043	-,045		

Tabelle A.12.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Order

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,002	,047	1	26	,830	,055	-9,823E-10		
Quadratisch	,082	1,119	2	25	,342	,140	-4,758E-8	5,600E-15	
Zusammengesetz	,000	,000	1	26	,992	,042	1,000		
Wachstumsfunktion	,000	,000	1	26	,992	-3,160	-9,473E-10		
Logarithmisch	,007	,176	1	26	,678	,161	-,007		
Kubisch	,091	,800	3	24	,506	,241	-1,263E-7	2,462E-14	-1,436E-21
S-Kurve	,006	,166	1	26	,687	-3,311	490333,587		
Invers	,013	,356	1	26	,556	,040	36447,071		
Potenzfunktion	,002	,049	1	26	,827	,132	-,075		
Exponentiell	,000	,000	1	26	,992	,042	-9,473E-10		

Tabelle A.13.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,421	5,824	1	8	,042	,026	-2,666E-12		
Quadratisch	,442	2,767	2	7	,130	,028	-5,226E-12	4,467E-22	
Zusammengesetzt	,535	9,194	1	8	,016	,026	1,000		
Wachstumsfunktion	,535	9,194	1	8	,016	-3,634	-1,408E-10		
Logarithmisch	,439	6,256	1	8	,037	,125	-,005		
Kubisch	,460	1,707	3	6	,264	,025	2,813E-12	-4,106E-21	5,908E-31
S-Kurve	,384	4,997	1	8	,056	-4,094	199064126,1		
Invers	,379	4,887	1	8	,058	,017	4218433,108		
Potenzfunktion	,516	8,512	1	8	,019	3,948	-,251		
Exponentiell	,535	9,194	1	8	,016	,026	-1,408E-10		

Tabelle A.14.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,077	,670	1	8	,437	,026	-5,028E-9		
Quadratisch	,080	,304	2	7	,747	,027	-1,076E-8	3,924E-15	
Zusammengesetzt	,122	1,114	1	8	,322	,026	1,000		
Wachstumsfunktion	,122	1,114	1	8	,322	-3,645	-2,964E-7		
Logarithmisch	,085	,739	1	8	,415	,067	-,003		
Kubisch	,162	,387	3	6	,767	,062	-1,919E-7	2,748E-13	-1,210E-19
S-Kurve	,124	1,130	1	8	,319	-4,044	103995,040		
Invers	,092	,810	1	8	,395	,019	1912,282		
Potenzfunktion	,124	1,130	1	8	,319	,268	-,190		
Exponentiell	,122	1,114	1	8	,322	,026	-2,964E-7		

Tabelle A.15.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,130	1,200	1	8	,305	,025	-1,251E-13		
Quadratisch	,146	,600	2	7	,575	,023	5,111E-14	-2,955E-24	
Zusammengesetzt	,195	1,933	1	8	,202	,025	1,000		
Wachstumsfunktion	,195	1,933	1	8	,202	-3,695	-7,164E-12		
Logarithmisch	,145	1,355	1	8	,278	,085	-,003		
Kubisch	,528	2,239	3	6	,184	,035	-2,244E-12	9,572E-23	-1,089E-33
S-Kurve	,205	2,063	1	8	,189	-4,014	1783455234		
Invers	,191	1,893	1	8	,206	,019	36768970,26		
Potenzfunktion	,190	1,872	1	8	,208	,606	-,143		
Exponentiell	,195	1,933	1	8	,202	,025	-7,164E-12		

Tabelle A.16.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,224	2,310	1	8	,167	,025	-9,884E-14		
Quadratisch	,250	1,164	2	7	,366	,024	2,711E-14	-1,200E-24	
Zusammengesetzt	,313	3,648	1	8	,093	,025	1,000		
Wachstumsfunktion	,313	3,648	1	8	,093	-3,677	-5,476E-12		
Logarithmisch	,186	1,828	1	8	,213	,092	-,003		
Kubisch	,395	1,305	3	6	,356	,031	-9,923E-13	2,698E-23	-1,859E-34
S-Kurve	,177	1,724	1	8	,226	-3,997	2300729314		
Invers	,162	1,547	1	8	,249	,019	46935032,39		
Potenzfunktion	,243	2,569	1	8	,148	,905	-,158		
Exponentiell	,313	3,648	1	8	,093	,025	-5,476E-12		

Tabelle A.17.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,150	1,413	1	8	,269	,026	-,002		
Quadratisch	,209	,927	2	7	,439	,022	,002	-,001	
Zusammengesetzt	,191	1,885	1	8	,207	,026	,894		
Wachstumsfunktion	,191	1,885	1	8	,207	-3,638	-,112		
Logarithmisch	,037	,308	1	8	,594	,023	-,001		
Kubisch	,210	,531	3	6	,678	,022	,001	,000	,000
S-Kurve	,009	,077	1	8	,789	-3,848	,015		
Invers	,003	,020	1	8	,890	,022	,000		
Potenzfunktion	,061	,523	1	8	,490	,022	-,084		
Exponentiell	,191	1,885	1	8	,207	,026	-,112		

Tabelle A.18.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,002	,014	1	8	,909	,022	,000		
Quadratisch	,062	,230	2	7	,800	,016	,011	-,001	
Zusammengesetzt	,008	,067	1	8	,802	,021	1,014		
Wachstumsfunktion	,008	,067	1	8	,802	-3,847	,014		
Logarithmisch	,023	,188	1	8	,676	,023	,001		
Kubisch	,062	,230	2	7	,800	,016	,011	-,001	,000
S-Kurve	,153	1,446	1	8	,264	-3,656	-,101		
Invers	,106	,949	1	8	,359	,026	-,002		
Potenzfunktion	,047	,398	1	8	,545	,022	,074		
Exponentiell	,008	,067	1	8	,802	,021	,014		

Tabelle A.19.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Order - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,026	,210	1	8	,659	,025	-8,136E-10		
Quadratisch	,190	,820	2	7	,479	,058	-1,963E-8	2,439E-15	
Zusammengesetzt	,047	,390	1	8	,550	,026	1,000		
Wachstumsfunktion	,047	,390	1	8	,550	-3,654	-5,146E-8		
Logarithmisch	,043	,362	1	8	,564	,080	-,004		
Kubisch	,190	,820	2	7	,479	,058	-1,963E-8	2,439E-15	,000
S-Kurve	,087	,767	1	8	,407	-4,111	868354,313		
Invers	,066	,562	1	8	,475	,017	16054,665		
Potenzfunktion	,066	,564	1	8	,474	,610	-,222		
Exponentiell	,047	,390	1	8	,550	,026	-5,146E-8		

Tabelle A.20.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,508	24,803	1	24	,000	,033	3588625,551		
Quadratisch	,610	18,025	2	23	,000	,022	8351079,121	-1,815E+14	
Zusammengesetzt	,408	16,560	1	24	,000	,030	.		
Wachstumsfunktion	,408	16,560	1	24	,000	-3,502	62799083,83		
Logarithmisch	,452	19,770	1	24	,000	,398	,018		
Kubisch	,612	11,551	3	22	,000	,023	7318606,757	-6,482E+13	-2,872E+21
S-Kurve	,045	1,133	1	24	,298	-3,142	-6,176E-11		
Invers	,054	1,377	1	24	,252	,053	-3,470E-12		
Potenzfunktion	,413	16,912	1	24	,000	26,958	,327		
Exponentiell	,408	16,560	1	24	,000	,030	62799083,83		

Tabelle A.21.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,102	2,721	1	24	,112	,035	4719,295		
Quadratisch	,125	1,639	2	23	,216	,044	-1903,700	782239993,5	
Zusammengesetzt	,057	1,437	1	24	,242	,033	.		
Wachstumsfunktion	,057	1,437	1	24	,242	-3,419	68631,259		
Logarithmisch	,062	1,580	1	24	,221	,161	,009		
Kubisch	,154	1,338	3	22	,288	,029	16575,373	-4194312891	3,478E+14
S-Kurve	,003	,084	1	24	,775	-3,189	-1,897E-8		
Invers	,014	,331	1	24	,571	,051	-1,923E-9		
Potenzfunktion	,028	,701	1	24	,411	,178	,114		
Exponentiell	,057	1,437	1	24	,242	,033	68631,259		

Tabelle A.22.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,072	1,875	1	24	,184	,041	56323076,31		
Quadratisch	,090	1,136	2	23	,339	,046	-20605944,6	1,394E+17	
Zusammengesetzt	,054	1,362	1	24	,255	,035	.		
Wachstumsfunktion	,054	1,362	1	24	,255	-3,349	946655134,8		
Logarithmisch	,043	1,070	1	24	,311	,178	,006		
Kubisch	,121	1,009	3	22	,407	,037	217066259,7	-9,810E+17	1,240E+27
S-Kurve	,002	,040	1	24	,843	-3,196	-3,208E-13		
Invers	,009	,228	1	24	,637	,051	-3,907E-14		
Potenzfunktion	,021	,514	1	24	,480	,237	,076		
Exponentiell	,054	1,362	1	24	,255	,035	946655134,8		

Tabelle A.23.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,054	1,377	1	24	,252	,053	-3,470E-12		
Quadratisch	,284	4,554	2	23	,022	,067	-3,092E-11	2,540E-21	
Zusammengesetzt	,045	1,133	1	24	,298	,043	1,000		
Wachstumsfunktion	,045	1,133	1	24	,298	-3,142	-6,176E-11		
Logarithmisch	,452	19,770	1	24	,000	,398	-,018		
Kubisch	,491	7,078	3	22	,002	,090	-1,088E-10	3,496E-20	-2,286E-30
S-Kurve	,408	16,560	1	24	,000	-3,502	62799084,08		
Invers	,508	24,803	1	24	,000	,033	3588625,570		
Potenzfunktion	,413	16,912	1	24	,000	26,958	-,327		
Exponentiell	,045	1,133	1	24	,298	,043	-6,176E-11		

Tabelle A.24.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,501	26,132	1	26	,000	,081	-2,638E-5		
Quadratisch	,841	66,163	2	25	,000	,122	-8,871E-5	1,503E-8	
Zusammengesetzt	,719	66,609	1	26	,000	,085	,999		
Wachstumsfunktion	,719	66,609	1	26	,000	-2,459	-,001		
Logarithmisch	,851	148,637	1	26	,000	,359	-,045		
Kubisch	,937	118,130	3	24	,000	,157	,000	7,325E-8	-8,946E-12
S-Kurve	,893	216,881	1	26	,000	-4,114	705,387		
Invers	,947	466,948	1	26	,000	,001	37,017		
Potenzfunktion	,962	655,077	1	26	,000	25,749	-,941		
Exponentiell	,719	66,609	1	26	,000	,085	-,001		

Tabelle A.25.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,574	35,021	1	26	,000	,088	-,839		
Quadratisch	,700	29,202	2	25	,000	,126	-2,915	19,217	
Zusammengesetzt	,750	78,186	1	26	,000	,097	6,630E-9		
Wachstumsfunktion	,750	78,186	1	26	,000	-2,337	-18,832		
Logarithmisch	,714	64,805	1	26	,000	-,082	-,040		
Kubisch	,771	26,925	3	24	,000	,173	-6,824	104,403	-523,442
S-Kurve	,738	73,211	1	26	,000	-3,993	,023		
Invers	,760	82,254	1	26	,000	,008	,001		
Potenzfunktion	,806	108,343	1	26	,000	,003	-,829		
Exponentiell	,750	78,186	1	26	,000	,097	-18,832		

Tabelle A.26.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,014	,331	1	24	,571	,051	-1,923E-9		
Quadratisch	,060	,739	2	23	,489	,061	-2,291E-8	1,979E-15	
Zusammengesetzt	,003	,084	1	24	,775	,041	1,000		
Wachstumsfunktion	,003	,084	1	24	,775	-3,189	-1,897E-8		
Logarithmisch	,062	1,580	1	24	,221	,161	-,009		
Kubisch	,060	,739	2	23	,489	,061	-2,291E-8	1,979E-15	,000
S-Kurve	,057	1,437	1	24	,242	-3,419	68631,086		
Invers	,102	2,721	1	24	,112	,035	4719,276		
Potenzfunktion	,028	,701	1	24	,411	,178	-,114		
Exponentiell	,003	,084	1	24	,775	,041	-1,897E-8		

Tabelle A.27.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/ Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,947	469,096	1	26	,000	,001	37,118		
Quadratisch	,951	242,352	2	25	,000	-,005	46,955	-2873,017	
Zusammengesetzt	,894	218,202	1	26	,000	,016	1,726E+307		
Wachstumsfunktion	,894	218,202	1	26	,000	-4,115	707,439		
Logarithmisch	,851	148,341	1	26	,000	,359	,045		
Kubisch	,959	187,767	3	24	,000	,010	8,295	24490,639	-5371208,064
S-Kurve	,719	66,583	1	26	,000	-2,459	-,001		
Invers	,501	26,123	1	26	,000	,081	-2,638E-5		
Potenzfunktion	,962	654,328	1	26	,000	25,910	,942		
Exponentiell	,894	218,202	1	26	,000	,016	707,439		

Tabelle A.28.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/ Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,008	,222	1	26	,641	,043	197,444		
Quadratisch	,014	,176	2	25	,839	,062	-737,753	10447499,84	
Zusammengesetzt	,010	,253	1	26	,619	,036	.		
Wachstumsfunktion	,010	,253	1	26	,619	-3,334	4136,744		
Logarithmisch	,006	,153	1	26	,699	,119	,007		
Kubisch	,028	,229	3	24	,876	,164	-8624,307	194932904,4	-1,332E+12
S-Kurve	,005	,125	1	26	,726	-3,045	-4,282E-6		
Invers	,004	,099	1	26	,755	,057	-1,945E-7		
Potenzfunktion	,007	,174	1	26	,680	,174	,139		
Exponentiell	,010	,253	1	26	,619	,036	4136,744		

Tabelle A.29.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,009	,228	1	24	,637	,051	-3,907E-14		
Quadratisch	,034	,407	2	23	,670	,057	-4,834E-13	1,025E-24	
Zusammengesetzt	,002	,040	1	24	,843	,041	1,000		
Wachstumsfunktion	,002	,040	1	24	,843	-3,196	-3,208E-13		
Logarithmisch	,043	1,070	1	24	,311	,178	-,006		
Kubisch	,034	,407	2	23	,670	,057	-4,834E-13	1,025E-24	,000
S-Kurve	,054	1,362	1	24	,255	-3,349	946656280,0		
Invers	,072	1,875	1	24	,184	,041	56323135,58		
Potenzfunktion	,021	,514	1	24	,480	,237	-,076		
Exponentiell	,002	,040	1	24	,843	,041	-3,208E-13		

Tabelle A.30.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,759	81,754	1	26	,000	,009	,001		
Quadratisch	,765	40,588	2	25	,000	,003	,002	-4,073E-6	
Zusammengesetzt	,739	73,691	1	26	,000	,019	1,024		
Wachstumsfunktion	,739	73,691	1	26	,000	-3,985	,023		
Logarithmisch	,709	63,199	1	26	,000	-,077	,039		
Kubisch	,777	27,954	3	24	,000	,021	,000	4,610E-5	-3,527E-7
S-Kurve	,749	77,653	1	26	,000	-2,364	-17,613		
Invers	,563	33,510	1	26	,000	,087	-,778		
Potenzfunktion	,808	109,614	1	26	,000	,003	,811		
Exponentiell	,739	73,691	1	26	,000	,019	,023		

Tabelle A.31.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,004	,099	1	26	,755	,057	-1,945E-7		
Quadratisch	,007	,091	2	25	,914	,073	-1,426E-6	2,037E-11	
Zusammengesetzt	,005	,125	1	26	,726	,048	1,000		
Wachstumsfunktion	,005	,125	1	26	,726	-3,045	-4,281E-6		
Logarithmisch	,006	,153	1	26	,699	,119	-,007		
Kubisch	,063	,538	3	24	,661	,257	-2,262E-5	7,701E-10	-8,230E-15
S-Kurve	,010	,253	1	26	,619	-3,334	4136,114		
Invers	,008	,222	1	26	,641	,043	197,410		
Potenzfunktion	,007	,174	1	26	,680	,174	-,139		
Exponentiell	,005	,125	1	26	,726	,048	-4,281E-6		

Tabelle A.32.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable gewichteter Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,993	3758,129	1	26	,000	-,002	1,001		
Quadratisch	,993	1811,937	2	25	,000	-,001	,977	,178	
Zusammengesetzt	,912	270,226	1	26	,000	,015	149492550,4		
Wachstumsfunktion	,912	270,226	1	26	,000	-4,168	18,823		
Logarithmisch	,929	338,359	1	26	,000	,214	,052		
Kubisch	,993	1168,793	3	24	,000	-,003	1,090	-1,867	10,557
S-Kurve	,895	221,958	1	26	,000	-2,102	-,040		
Invers	,727	69,084	1	26	,000	,100	-,002		
Potenzfunktion	,977	1127,785	1	26	,000	1,110	1,053		
Exponentiell	,912	270,226	1	26	,000	,015	18,823		

Tabelle A.33.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable tradeweighted Price in Prozent

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,001	,036	1	26	,852	,054	-2,221		
Quadratisch	,164	2,449	2	25	,107	,053	-25,751	18823,757	
Zusammengesetzt	,011	,295	1	26	,591	,048	6,024E-55		
Wachstumsfunktion	,011	,295	1	26	,591	-3,039	-124,846		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,167	1,604	3	24	,215	,044	-21,776	29301,304	-5252971,014
S-Kurve	.	.	.	.	.	.	.
Invers	.	.	.	.	.	.	.
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,011	,295	1	26	,591	,048	-124,846		

Tabelle A.34.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Orderbucheinträgen (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,009	,233	1	26	,633	,042	,003		
Quadratisch	,043	,568	2	25	,574	,108	-,044	,008	
Zusammengesetzt	,002	,042	1	26	,840	,039	1,024		
Wachstumsfunktion	,002	,042	1	26	,840	-3,238	,024		
Logarithmisch	,004	,111	1	26	,742	,045	,006		
Kubisch	,091	,799	3	24	,507	,364	-,320	,100	-,010
S-Kurve	,001	,015	1	26	,902	-3,205	,113		
Invers	,001	,026	1	26	,874	,054	-,007		
Potenzfunktion	,000	,003	1	26	,960	,041	,017		
Exponentiell	,002	,042	1	26	,840	,039	,024		

Tabelle A.35.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,099	2,858	1	26	,103	,033	,001		
Quadratisch	,322	5,940	2	25	,008	,091	-,006	,000	
Zusammengesetzt	,082	2,320	1	26	,140	,031	1,016		
Wachstumsfunktion	,082	2,320	1	26	,140	-3,490	,016		
Logarithmisch	,042	1,129	1	26	,298	,021	,011		
Kubisch	,324	3,827	3	24	,023	,081	-,004	6,062E-5	1,395E-6
S-Kurve	,006	,152	1	26	,700	-3,086	-1,107		
Invers	,008	,205	1	26	,655	,056	-,065		
Potenzfunktion	,034	,925	1	26	,345	,025	,191		
Exponentiell	,082	2,320	1	26	,140	,031	,016		

Tabelle A.36.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,003	1	26	,959	,051	,000		
Quadratisch	,002	,022	2	25	,978	,047	,002	,000	
Zusammengesetzt	,000	,006	1	26	,939	,043	,996		
Wachstumsfunktion	,000	,006	1	26	,939	-3,146	-,004		
Logarithmisch	,002	,051	1	26	,824	,054	-,002		
Kubisch	,372	4,730	3	24	,010	,150	-,093	,022	-,001
S-Kurve	,026	,686	1	26	,415	-3,295	,389		
Invers	,018	,488	1	26	,491	,046	,017		
Potenzfunktion	,005	,133	1	26	,719	,046	-,069		
Exponentiell	,000	,006	1	26	,939	,043	-,004		

Tabelle A.37.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable log Median Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,000	1	26	,984	,051	,003		
Quadratisch	,003	,043	2	25	,958	,030	,342	-1,231	
Zusammengesetzt	,000	,011	1	26	,916	,044	,730		
Wachstumsfunktion	,000	,011	1	26	,916	-3,123	-,315		
Logarithmisch	,000	,008	1	26	,930	,055	,002		
Kubisch	,056	,474	3	24	,703	-,308	8,302	-59,888	136,567
S-Kurve	,000	,005	1	26	,947	-3,190	,003		
Invers	,001	,032	1	26	,860	,055	,000		
Potenzfunktion	,000	,011	1	26	,919	,039	-,039		
Exponentiell	,000	,011	1	26	,916	,044	-,315		

Tabelle A.38.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable zeitgewichteter log Median Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,010	,267	1	26	,610	,058	-,029		
Quadratisch	,020	,261	2	25	,773	,044	,114	-,292	
Zusammengesetzt	,022	,576	1	26	,455	,051	,442		
Wachstumsfunktion	,022	,576	1	26	,455	-2,981	-,817		
Logarithmisch	,006	,164	1	26	,688	,044	-,005		
Kubisch	,021	,175	3	24	,912	,034	,276	-,981	,860
S-Kurve	,021	,563	1	26	,460	-3,333	,028		
Invers	,004	,093	1	26	,763	,048	,001		
Potenzfunktion	,022	,582	1	26	,452	,032	-,169		
Exponentiell	,022	,576	1	26	,455	,051	-,817		

Tabelle A.39.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable XLM (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,734	71,574	1	26	,000	-,009	,002		
Quadratisch	,760	39,680	2	25	,000	-,041	,005	-3,951E-5	
Zusammengesetzt	,750	77,966	1	26	,000	,013	1,045		
Wachstumsfunktion	,750	77,966	1	26	,000	-4,365	,044		
Logarithmisch	,748	77,127	1	26	,000	-,147	,062		
Kubisch	,783	28,807	3	24	,000	,032	-,003	,000	-2,651E-6
S-Kurve	,845	141,356	1	26	,000	-1,786	-30,791		
Invers	,703	61,658	1	26	,000	,115	-1,432		
Potenzfunktion	,823	120,698	1	26	,000	,001	1,275		
Exponentiell	,750	77,966	1	26	,000	,013	,044		

Tabelle A.40.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable XLM (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,217	7,187	1	26	,013	-,006	,002		
Quadratisch	,240	3,955	2	25	,032	,101	-,004	8,588E-5	
Zusammengesetzt	,187	5,999	1	26	,021	,015	1,038		
Wachstumsfunktion	,187	5,999	1	26	,021	-4,210	,037		
Logarithmisch	,200	6,487	1	26	,017	-,177	,069		
Kubisch	,242	3,981	2	25	,032	,053	,000	-3,863E-5	1,130E-6
S-Kurve	,177	5,602	1	26	,026	-1,585	-42,395		
Invers	,181	5,734	1	26	,024	,133	-2,181		
Potenzfunktion	,184	5,851	1	26	,023	,001	1,301		
Exponentiell	,187	5,999	1	26	,021	,015	,037		

Tabelle A.41.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable absolute Preisdifferenz*Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,233	7,888	1	26	,009	,021	6,233E-5		
Quadratisch	,238	3,905	2	25	,033	,040	1,741E-6	3,471E-8	
Zusammengesetzt	,187	5,971	1	26	,022	,025	1,001		
Wachstumsfunktion	,187	5,971	1	26	,022	-3,699	,001		
Logarithmisch	,211	6,970	1	26	,014	-,220	,044		
Kubisch	,238	2,499	3	24	,084	,042	-9,090E-6	4,922E-8	-5,651E-12
S-Kurve	,178	5,622	1	26	,025	-2,033	-491,505		
Invers	,174	5,491	1	26	,027	,108	-24,802		
Potenzfunktion	,189	6,074	1	26	,021	,000	,823		
Exponentiell	,187	5,971	1	26	,022	,025	,001		

Tabelle A.42.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Preisdifferenz* Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,086	2,435	1	26	,131	,100	-,002		
Quadratisch	,191	2,960	2	25	,070	,236	-,014	,000	
Zusammengesetzt	,022	,589	1	26	,450	,068	,982		
Wachstumsfunktion	,022	,589	1	26	,450	-2,681	-,018		
Logarithmisch	,125	3,711	1	26	,065	,203	-,047		
Kubisch	,210	2,132	3	24	,123	,390	-,039	,001	-1,850E-5
S-Kurve	,071	1,988	1	26	,170	-3,668	12,633		
Invers	,161	4,987	1	26	,034	,013	,969		
Potenzfunktion	,044	1,207	1	26	,282	,249	-,545		
Exponentiell	,022	,589	1	26	,450	,068	-,018		

Tabelle A.43.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable quad. Preisdifferenz*Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,171	5,363	1	26	,029	,022	8,186E-5		
Quadratisch	,233	3,804	2	25	,036	,070	,000	2,250E-7	
Zusammengesetzt	,156	4,794	1	26	,038	,025	1,002		
Wachstumsfunktion	,156	4,794	1	26	,038	-3,704	,002		
Logarithmisch	,120	3,553	1	26	,071	-,121	,030		
Kubisch	,234	2,450	3	24	,088	,085	,000	4,663E-7	-1,513E-10
S-Kurve	,089	2,525	1	26	,124	-2,566	-183,118		
Invers	,075	2,120	1	26	,157	,079	-8,611		
Potenzfunktion	,124	3,667	1	26	,067	,001	,594		
Exponentiell	,156	4,794	1	26	,038	,025	,002		

Tabelle A.44.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,004	,105	1	26	,749	,053	-2,751E-5		
Quadratisch	,045	,592	2	25	,561	,046	,000	-1,282E-6	
Zusammengesetzt	,002	,061	1	26	,807	,044	1,000		
Wachstumsfunktion	,002	,061	1	26	,807	-3,133	,000		
Logarithmisch	,000	,003	1	26	,954	,053	,000		
Kubisch	,045	,379	3	24	,769	,045	,000	-1,503E-6	5,618E-10
S-Kurve	,000	,012	1	26	,914	-3,177	,318		
Invers	,000	,000	1	26	,999	,051	,000		
Potenzfunktion	,000	,000	1	26	,985	,043	-,002		
Exponentiell	,002	,061	1	26	,807	,044	,000		

Tabelle A.45.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,103	2,972	1	26	,097	,102	,000		
Quadratisch	,176	2,667	2	25	,089	,217	-,002	7,541E-6	
Zusammengesetzt	,096	2,773	1	26	,108	,111	,993		
Wachstumsfunktion	,096	2,773	1	26	,108	-2,196	-,007		
Logarithmisch	,129	3,859	1	26	,060	,290	-,049		
Kubisch	,204	2,052	3	24	,133	-,014	,004	-5,279E-5	1,676E-7
S-Kurve	,128	3,818	1	26	,062	-3,921	97,059		
Invers	,141	4,252	1	26	,049	,011	5,181		
Potenzfunktion	,119	3,520	1	26	,072	3,807	-,921		
Exponentiell	,096	2,773	1	26	,108	,111	-,007		

Tabelle A.46.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 1

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,503	26,287	1	26	,000	,014	5999,363		
Quadratisch	,537	14,489	2	25	,000	-,004	11009,278	-259959095	
Zusammengesetzt	,434	19,933	1	26	,000	,021	.		
Wachstumsfunktion	,434	19,933	1	26	,000	-3,846	109393,606		
Logarithmisch	,508	26,793	1	26	,000	,577	,043		
Kubisch	,551	9,805	3	24	,000	,023	-609,155	1103130492	-4,302E+13
S-Kurve	,384	16,190	1	26	,000	-2,341	-3,897E-6		
Invers	,409	17,991	1	26	,000	,095	-2,050E-7		
Potenzfunktion	,460	22,191	1	26	,000	783,699	,810		
Exponentiell	,434	19,933	1	26	,000	,021	109393,606		

Tabelle A.47.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 2

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,411	18,143	1	26	,000	,074	-,094		
Quadratisch	,472	11,178	2	25	,000	,088	-,260	,247	
Zusammengesetzt	,532	29,564	1	26	,000	,070	,124		
Wachstumsfunktion	,532	29,564	1	26	,000	-2,657	-2,089		
Logarithmisch	,509	26,920	1	26	,000	,008	-,023		
Kubisch	,496	7,884	3	24	,001	,101	-,509	1,189	-,920
S-Kurve	,483	24,281	1	26	,000	-3,639	,046		
Invers	,487	24,656	1	26	,000	,027	,002		
Potenzfunktion	,588	37,168	1	26	,000	,017	-,484		
Exponentiell	,532	29,564	1	26	,000	,070	-2,089		

Tabelle A.48.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 3

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,312	11,772	1	26	,002	,019	,010		
Quadratisch	,360	7,024	2	25	,004	-,015	,028	-,002	
Zusammengesetzt	,284	10,289	1	26	,004	,023	1,202		
Wachstumsfunktion	,284	10,289	1	26	,004	-3,772	,184		
Logarithmisch	,336	13,180	1	26	,001	,005	,043		
Kubisch	,418	5,735	3	24	,004	,074	-,046	,016	-,001
S-Kurve	,288	10,522	1	26	,003	-2,243	-2,514		
Invers	,298	11,051	1	26	,003	,099	-,130		
Potenzfunktion	,312	11,813	1	26	,002	,018	,808		
Exponentiell	,284	10,289	1	26	,004	,023	,184		

Tabelle A.49.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Amihud 4

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,021	,562	1	26	,460	,066	-,026		
Quadratisch	,024	,310	2	25	,736	,048	,041	-,056	
Zusammengesetzt	,036	,960	1	26	,336	,061	,516		
Wachstumsfunktion	,036	,960	1	26	,336	-2,796	-,662		
Logarithmisch	,017	,450	1	26	,508	,043	-,013		
Kubisch	,039	,327	3	24	,806	-,071	,694	-1,171	,597
S-Kurve	,032	,869	1	26	,360	-3,510	,173		
Invers	,012	,304	1	26	,586	,041	,005		
Potenzfunktion	,036	,961	1	26	,336	,034	-,362		
Exponentiell	,036	,960	1	26	,336	,061	-,662		

Tabelle A.50.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Time Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,092	2,640	1	26	,116	,053	,191		
Quadratisch	,125	1,783	2	25	,189	,048	,048	1,556	
Zusammengesetzt	,094	2,694	1	26	,113	,044	43,610		
Wachstumsfunktion	,094	2,694	1	26	,113	-3,122	3,775		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,210	2,132	3	24	,123	,041	,182	7,418	-38,483
S-Kurve	,001	,024	1	26	,877	-3,159	,000		
Invers	,004	,108	1	26	,745	,052	1,503E-5		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,094	2,694	1	26	,113	,044	3,775		

Tabelle A.51.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Value Return

Gleichung	Modelübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,001	1	26	,974	,052	-3,706E-5		
Quadratisch	,025	,320	2	25	,729	,048	,000	8,850E-5	
Zusammengesetzt	,003	,073	1	26	,788	,044	,994		
Wachstumsfunktion	,003	,073	1	26	,788	-3,134	-,006		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,026	,216	3	24	,885	,049	-,001	8,566E-5	3,241E-6
S-Kurve	,092	2,624	1	26	,117	-3,219	,379		
Invers	,086	2,450	1	26	,130	,049	,019		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,003	,073	1	26	,788	,044	-,006		

Tabelle A.52.: Kurvenanpassung für den Mittelwert Spread mit unabhängiger Variable Volume Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,016	,414	1	26	,526	,053	,199		
Quadratisch	,057	,752	2	25	,482	,044	,534	25,304	
Zusammengesetzt	,005	,131	1	26	,721	,043	9,077		
Wachstumsfunktion	,005	,131	1	26	,721	-3,144	2,206		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,061	,524	3	24	,670	,043	,141	35,097	740,007
S-Kurve	,014	,377	1	26	,545	-3,163	,000		
Invers	,018	,468	1	26	,500	,051	2,357E-5		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,005	,131	1	26	,721	,043	2,206		

A.2.3. Regressionsergebnisse für den Median Spread 2003

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Einfachregressionen für den Median Spread dargestellt, die mithilfe der Kurvenanpassung erzielt wurden.

Tabelle A.53.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,213	7,028	1	26	,013	,047	-1,176E-11		
Logarithmisch	,470	23,049	1	26	,000	,385	-,017		
Invers	,489	24,900	1	26	,000	,021	4847725,414		
Quadratisch	,371	7,368	2	25	,003	,061	-4,057E-11	5,759E-21	
Kubisch	,417	5,711	3	24	,004	,070	-7,670E-11	3,269E-20	-3,835E-30
Zusammengesetzt	,377	15,723	1	26	,001	,042	1,000		
Potenzfunktion	,528	29,084	1	26	,000	995,583	-,521		
S-Kurve	,420	18,844	1	26	,000	-3,964	127317167,0		
Wachstumsfunktion	,377	15,723	1	26	,001	-3,175	-4,436E-10		
Exponentiell	,377	15,723	1	26	,001	,042	-4,436E-10		

Tabelle A.54.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,002	,060	1	26	,808	,039	-3,083E-9		
Quadratisch	,123	1,749	2	25	,195	,067	-9,354E-8	5,454E-14	
Zusammengesetzt	,003	,073	1	26	,790	,031	1,000		
Wachstumsfunktion	,003	,073	1	26	,790	-3,476	-9,609E-8		
Logarithmisch	,025	,668	1	26	,421	,126	-,007		
Kubisch	,194	1,925	3	24	,152	,112	-3,172E-7	3,397E-13	-1,030E-19
S-Kurve	,064	1,787	1	26	,193	-3,872	154521,555		
Invers	,070	1,961	1	26	,173	,025	5695,792		
Potenzfunktion	,025	,657	1	26	,425	,352	-,189		
Exponentiell	,003	,073	1	26	,790	,031	-9,609E-8		

Tabelle A.55.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,001	1	26	,970	,037	-1,030E-14		
Quadratisch	,039	,509	2	25	,607	,047	-1,179E-12	1,979E-23	
Zusammengesetzt	,001	,019	1	26	,891	,030	1,000		
Logarithmisch	,013	,347	1	26	,561	,110	-,003		
Kubisch	,245	2,590	3	24	,076	,080	-8,206E-12	3,228E-22	-3,380E-33
Wachstumsfunktion	,001	,019	1	26	,891	-3,516	-1,052E-12		
Invers	,049	1,350	1	26	,256	,030	66476476,00		
Potenzfunktion	,015	,384	1	26	,541	,251	-,092		
S-Kurve	,049	1,337	1	26	,258	-3,735	1874920090		
Exponentiell	,001	,019	1	26	,891	,030	-1,052E-12		

Tabelle A.56.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,003	,071	1	24	,793	,034	5,504E-14		
Quadratisch	,003	,036	2	23	,965	,035	1,512E-14	4,461E-25	
Zusammengesetzt	,001	,016	1	24	,899	,028	1,000		
Wachstumsfunktion	,001	,016	1	24	,899	-3,562	-7,466E-13		
Logarithmisch	,000	,006	1	24	,938	,047	,000		
Kubisch	,283	2,900	3	22	,058	,070	-4,298E-12	1,096E-22	-7,138E-34
S-Kurve	,009	,211	1	24	,650	-3,667	1224950185		
Invers	,006	,149	1	24	,703	,034	36566818,96		
Potenzfunktion	,002	,056	1	24	,814	,072	-,040		
Exponentiell	,001	,016	1	24	,899	,028	-7,466E-13		

Tabelle A.57.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,015	,376	1	24	,546	,030	,004		
Quadratisch	,116	1,512	2	23	,241	,008	,030	-,006	
Zusammengesetzt	,004	,089	1	24	,768	,030	,947		
Wachstumsfunktion	,004	,089	1	24	,768	-3,501	-,054		
Logarithmisch	,036	,890	1	24	,355	,034	,007		
Kubisch	,297	3,093	3	22	,048	,038	-,053	,046	-,008
S-Kurve	,011	,279	1	24	,602	-3,531	-,045		
Invers	,027	,678	1	24	,418	,039	-,002		
Potenzfunktion	,005	,115	1	24	,738	,027	,070		
Exponentiell	,004	,089	1	24	,768	,030	-,054		

Tabelle A.58.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,026	,639	1	24	,432	,039	-,002		
Quadratisch	,031	,372	2	23	,694	,044	-,012	,001	
Zusammengesetzt	,011	,255	1	24	,618	,029	,958		
Wachstumsfunktion	,011	,255	1	24	,618	-3,533	-,043		
Logartihmisch	,031	,775	1	24	,388	,034	-,006		
Kubisch	,032	,240	3	22	,868	,043	-,009	,000	9,986E-5
S-Kurve	,005	,111	1	24	,742	-3,492	-,060		
Invers	,013	,311	1	24	,582	,030	,004		
Potenzfunktion	,003	,082	1	24	,777	,027	-,059		
Exponentiell	,011	,255	1	24	,618	,029	-,043		

Tabelle A.59.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Order

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,000	1	26	,989	,037	5,268E-11		
Quadratisch	,080	1,080	2	25	,355	,105	-3,706E-8	4,460E-15	
Zusammengesetzt	,001	,033	1	26	,856	,027	1,000		
Wachstumsfunktion	,001	,033	1	26	,856	-3,610	1,877E-8		
Invers	,005	,140	1	26	,711	,032	18404,968		
Potenzfunktion	,000	,001	1	26	,978	,034	-,011		
Logarithmisch	,001	,036	1	26	,851	,077	-,003		
Kubisch	,091	,802	3	24	,505	,197	-1,094E-7	2,194E-14	-1,320E-21
S-Kurve	,002	,048	1	26	,828	-3,631	305443,829		
Exponentiell	,001	,033	1	26	,856	,027	1,877E-8		

Tabelle A.60.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,406	5,462	1	8	,048	,017	-2,056E-12		
Quadratisch	,416	2,495	2	7	,152	,018	-3,501E-12	2,523E-22	
Zusammengesetzt	,548	9,682	1	8	,014	,017	1,000		
Wachstumsfunktion	,548	9,682	1	8	,014	-4,059	-1,880E-10		
Logarithmisch	,394	5,198	1	8	,052	,090	-,004		
Kubisch	,458	1,688	3	6	,268	,014	5,865E-12	-5,053E-21	6,883E-31
S-Kurve	,341	4,142	1	8	,076	-4,649	247501233,0		
Invers	,313	3,650	1	8	,092	,010	3012892,856		
Potenzfunktion	,501	8,033	1	8	,022	11,586	-,327		
Exponentiell	,548	9,682	1	8	,014	,017	-1,880E-10		

Tabelle A.61.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,051	,426	1	8	,532	,016	-3,195E-9		
Quadratisch	,053	,195	2	7	,828	,017	-7,250E-9	2,776E-15	
Zusammengesetzt	,113	1,018	1	8	,343	,017	1,000		
Wachstumsfunktion	,113	1,018	1	8	,343	-4,086	-3,758E-7		
Logarithmisch	,056	,478	1	8	,509	,043	-,002		
Kubisch	,140	,327	3	6	,806	,046	-1,544E-7	2,228E-13	-9,827E-20
S-Kurve	,111	,998	1	8	,347	-4,589	129985,053		
Invers	,063	,535	1	8	,485	,012	1241,267		
Potenzfunktion	,113	1,016	1	8	,343	,315	-,240		
Exponentiell	,113	1,018	1	8	,343	,017	-3,758E-7		

Tabelle A.62.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,100	,886	1	8	,374	,016	-8,596E-14		
Quadratisch	,129	,519	2	7	,616	,014	1,020E-13	-3,151E-24	
Zusammengesetzt	,186	1,830	1	8	,213	,016	1,000		
Wachstumsfunktion	,186	1,830	1	8	,213	-4,146	-9,248E-12		
Logarithmisch	,105	,937	1	8	,361	,056	-,002		
Kubisch	,542	2,363	3	6	,170	,024	-1,773E-12	7,744E-23	-8,896E-34
S-Kurve	,174	1,683	1	8	,231	-4,544	2167768743		
Invers	,140	1,304	1	8	,287	,012	24722741,69		
Potenzfunktion	,171	1,653	1	8	,235	,865	-,179		
Exponentiell	,186	1,830	1	8	,213	,016	-9,248E-12		

Tabelle A.63.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,197	1,964	1	8	,199	,016	-7,284E-14		
Quadratisch	,241	1,111	2	7	,381	,014	5,692E-14	-1,236E-24	
Zusammengesetzt	,315	3,671	1	8	,092	,016	1,000		
Wachstumsfunktion	,315	3,671	1	8	,092	-4,118	-7,244E-12		
Logarithmisch	,148	1,388	1	8	,273	,063	-,002		
Kubisch	,392	1,291	3	6	,360	,021	-7,609E-13	2,137E-23	-1,491E-34
S-Kurve	,154	1,453	1	8	,262	-4,527	2828194222		
Invers	,120	1,086	1	8	,328	,012	31679366,08		
Potenzfunktion	,231	2,404	1	8	,160	1,615	-,203		
Exponentiell	,315	3,671	1	8	,092	,016	-7,244E-12		

Tabelle A.64.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,167	1,602	1	8	,241	,017	-,002		
Quadratisch	,229	1,042	2	7	,402	,014	,002	-,001	
Zusammengesetzt	,221	2,271	1	8	,170	,017	,852		
Wachstumsfunktion	,221	2,271	1	8	,170	-4,049	-,160		
Logarithmisch	,041	,341	1	8	,575	,014	-,001		
Kubisch	,229	,596	3	6	,641	,014	,002	-,001	2,291E-5
S-Kurve	,012	,096	1	8	,765	-4,348	,022		
Invers	,002	,020	1	8	,891	,014	,000		
Potenzfunktion	,074	,635	1	8	,449	,014	-,121		
Exponentiell	,221	2,271	1	8	,170	,017	-,160		

Tabelle A.65.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,002	,015	1	8	,905	,014	,000		
Quadratisch	,095	,366	2	7	,706	,008	,011	-,001	
Zusammengesetzt	,011	,089	1	8	,773	,013	1,021		
Wachstumsfunktion	,011	,089	1	8	,773	-4,347	,021		
Logarithmisch	,029	,239	1	8	,638	,014	,001		
Kubisch	,095	,366	2	7	,706	,008	,011	-,001	,000
S-Kurve	,191	1,892	1	8	,206	-4,065	-,149		
Invers	,128	1,180	1	8	,309	,017	-,002		
Potenzfunktion	,063	,536	1	8	,485	,014	,112		
Exponentiell	,011	,089	1	8	,773	,013	,021		

Tabelle A.66.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Order - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,009	,070	1	8	,798	,015	-3,730E-10		
Quadratisch	,173	,732	2	7	,515	,041	-1,516E-8	1,915E-15	
Zusammengesetzt	,036	,295	1	8	,602	,016	1,000		
Wachstumsfunktion	,036	,295	1	8	,602	-4,118	-5,935E-8		
Logarithmisch	,020	,163	1	8	,697	,045	-,002		
Kubisch	,174	,735	2	7	,513	,033	-8,240E-9	,000	1,676E-22
S-Kurve	,070	,601	1	8	,460	-4,653	1024427,377		
Invers	,036	,299	1	8	,599	,011	9345,807		
Potenzfunktion	,052	,437	1	8	,527	,658	-,260		
Exponentiell	,036	,295	1	8	,602	,016	-5,935E-8		

Tabelle A.67.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/ Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,476	21,760	1	24	,000	,023	2794325,414		
Quadratisch	,565	14,936	2	23	,000	,015	6379855,446	-1,367E+14	
Zusammengesetzt	,368	13,948	1	24	,001	,020	.		
Wachstumsfunktion	,368	13,948	1	24	,001	-3,911	69186970,07		
Logarithmisch	,421	17,470	1	24	,000	,307	,014		
Kubisch	,565	9,528	3	22	,000	,015	6132867,541	-1,087E+14	-6,870E+20
S-Kurve	,037	,923	1	24	,346	-3,517	-6,499E-11		
Invers	,049	1,235	1	24	,277	,039	-2,653E-12		
Potenzfunktion	,373	14,276	1	24	,001	36,042	,361		
Exponentiell	,368	13,948	1	24	,001	,020	69186970,07		

Tabelle A.68.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/ Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,084	2,209	1	24	,150	,025	3456,202		
Quadratisch	,112	1,451	2	23	,255	,033	-2411,233	693001010,5	
Zusammengesetzt	,038	,947	1	24	,340	,023	.		
Wachstumsfunktion	,038	,947	1	24	,340	-3,787	65324,942		
Logartihmisch	,049	1,246	1	24	,275	,116	,006		
Kubisch	,148	1,272	3	22	,308	,020	13954,395	-3714385264	3,080E+14
S-Kurve	,001	,024	1	24	,877	-3,574	-1,192E-8		
Invers	,011	,260	1	24	,615	,037	-1,376E-9		
Potenzfunktion	,016	,387	1	24	,540	,100	,099		
Exponentiell	,038	,947	1	24	,340	,023	65324,942		

Tabelle A.69.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/ Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,059	1,493	1	24	,234	,030	40756066,06		
Quadratisch	,084	1,060	2	23	,363	,035	-34714261,6	1,367E+17	
Zusammengesetzt	,039	,984	1	24	,331	,024	.		
Wachstumsfunktion	,039	,984	1	24	,331	-3,727	941478786,8		
Logartihmisch	,030	,751	1	24	,395	,123	,004		
Kubisch	,115	,958	3	22	,430	,028	156479514,6	-7,646E+17	9,972E+26
S-Kurve	,000	,005	1	24	,945	-3,581	-1,293E-13		
Invers	,007	,167	1	24	,687	,037	-2,690E-14		
Potenzfunktion	,011	,261	1	24	,614	,120	,063		
Exponentiell	,039	,984	1	24	,331	,024	941478786,8		

Tabelle A.70.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,049	1,235	1	24	,277	,039	-2,653E-12		
Quadratisch	,272	4,297	2	23	,026	,050	-2,444E-11	2,016E-21	
Zusammengesetzt	,037	,923	1	24	,346	,030	1,000		
Wachstumsfunktion	,037	,923	1	24	,346	-3,517	-6,499E-11		
Logartihmisch	,421	17,470	1	24	,000	,307	-,014		
Kubisch	,461	6,263	3	22	,003	,068	-8,420E-11	2,690E-20	-1,754E-30
S-Kurve	,368	13,948	1	24	,001	-3,911	69186970,35		
Invers	,476	21,760	1	24	,000	,023	2794325,432		
Potenzfunktion	,373	14,276	1	24	,001	36,042	-,361		
Exponentiell	,037	,923	1	24	,346	,030	-6,499E-11		

Tabelle A.71.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,497	25,659	1	26	,000	,061	-2,102E-5		
Quadratisch	,830	60,940	2	25	,000	,093	-7,042E-5	1,191E-8	
Zusammengesetzt	,756	80,640	1	26	,000	,067	,999		
Wachstumsfunktion	,756	80,640	1	26	,000	-2,704	-,001		
Logarithmisch	,837	133,551	1	26	,000	,281	-,036		
Kubisch	,919	91,245	3	24	,000	,120	,000	5,706E-8	-6,937E-12
S-Kurve	,856	154,342	1	26	,000	-4,614	798,106		
Invers	,923	309,511	1	26	,000	-,002	29,241		
Potenzfunktion	,960	620,623	1	26	,000	47,636	-1,087		
Exponentiell	,756	80,640	1	26	,000	,067	-,001		

Tabelle A.72.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/ Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,588	37,105	1	26	,000	,067	-,680		
Quadratisch	,725	32,919	2	25	,000	,099	-2,409	16,007	
Zusammengesetzt	,790	97,822	1	26	,000	,077	2,004E-10		
Wachstumsfunktion	,790	97,822	1	26	,000	-2,558	-22,331		
Logartihmisch	,738	73,152	1	26	,000	-,071	-,032		
Kubisch	,801	32,205	3	24	,000	,138	-5,659	86,824	-435,155
S-Kurve	,746	76,216	1	26	,000	-4,503	,027		
Invers	,796	101,296	1	26	,000	,002	,001		
Potenzfunktion	,832	128,348	1	26	,000	,001	-,973		
Exponentiell	,790	97,822	1	26	,000	,077	-22,331		

Tabelle A.73.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,011	,260	1	24	,615	,037	-1,376E-9		
Quadratisch	,050	,604	2	23	,555	,044	-1,684E-8	1,458E-15	
Zusammengesetzt	,001	,024	1	24	,877	,028	1,000		
Wachstumsfunktion	,001	,024	1	24	,877	-3,574	-1,192E-8		
Logartihmisch	,049	1,246	1	24	,275	,116	-,006		
Kubisch	,050	,604	2	23	,555	,044	-1,684E-8	1,458E-15	,000
S-Kurve	,038	,947	1	24	,340	-3,787	65324,872		
Invers	,084	2,209	1	24	,150	,025	3456,190		
Potenzfunktion	,016	,387	1	24	,540	,100	-,099		
Exponentiell	,001	,024	1	24	,877	,028	-1,192E-8		

Tabelle A.74.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/ Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,923	310,739	1	26	,000	-,002	29,322		
Quadratisch	,929	164,286	2	25	,000	-,009	40,107	-3149,996	
Zusammengesetzt	,856	155,136	1	26	,000	,010	.		
Wachstumsfunktion	,856	155,136	1	26	,000	-4,616	800,465		
Logartihmisch	,837	133,327	1	26	,000	,281	,036		
Kubisch	,941	128,640	3	24	,000	,005	2,386	23549,121	-5240765,682
S-Kurve	,756	80,606	1	26	,000	-2,704	-,001		
Invers	,497	25,650	1	26	,000	,061	-2,102E-5		
Potenzfunktion	,960	620,715	1	26	,000	47,988	1,088		
Exponentiell	,856	155,136	1	26	,000	,010	800,465		

Tabelle A.75.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/ Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,003	,082	1	26	,776	,033	96,478		
Quadratisch	,013	,167	2	25	,847	,053	-920,454	11360595,60	
Zusammengesetzt	,005	,134	1	26	,717	,025	.		
Wachstumsfunktion	,005	,134	1	26	,717	-3,683	3489,667		
Logartihmisch	,001	,035	1	26	,853	,063	,003		
Kubisch	,028	,233	3	24	,873	,139	-7495,983	165177984,0	-1,111E+12
S-Kurve	,002	,047	1	26	,830	-3,455	-3,036E-6		
Invers	,000	,010	1	26	,921	,039	-4,965E-8		
Potenzfunktion	,003	,076	1	26	,785	,086	,107		
Exponentiell	,005	,134	1	26	,717	,025	3489,667		

Tabelle A.76.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,007	,167	1	24	,687	,037	-2,690E-14		
Quadratisch	,023	,275	2	23	,762	,041	-3,183E-13	6,721E-25	
Zusammengesetzt	,000	,005	1	24	,945	,028	1,000		
Wachstumsfunktion	,000	,005	1	24	,945	-3,581	-1,293E-13		
Logartihmisch	,030	,751	1	24	,395	,123	-,004		
Kubisch	,023	,276	2	23	,761	,041	-2,948E-13	,000	1,443E-36
S-Kurve	,039	,984	1	24	,331	-3,727	941480041,9		
Invers	,059	1,493	1	24	,234	,030	40756111,72		
Potenzfunktion	,011	,261	1	24	,614	,120	-,063		
Exponentiell	,000	,005	1	24	,945	,028	-1,293E-13		

Tabelle A.77.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,794	100,426	1	26	,000	,003	,001		
Quadratisch	,797	49,171	2	25	,000	-,001	,001	-2,325E-6	
Zusammengesetzt	,747	76,920	1	26	,000	,011	1,028		
Wachstumsfunktion	,747	76,920	1	26	,000	-4,493	,027		
Logartihmisch	,732	71,061	1	26	,000	-,068	,031		
Kubisch	,805	33,029	3	24	,000	,010	2,382E-5	2,864E-5	-2,177E-7
S-Kurve	,791	98,516	1	26	,000	-2,589	-20,919		
Invers	,577	35,395	1	26	,000	,066	-,630		
Potenzfunktion	,835	131,470	1	26	,000	,001	,952		
Exponentiell	,747	76,920	1	26	,000	,011	,027		

Tabelle A.78.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,010	1	26	,921	,039	-4,963E-8		
Quadratisch	,004	,056	2	25	,946	,053	-1,127E-6	1,782E-11	
Zusammengesetzt	,002	,047	1	26	,830	,032	1,000		
Wachstumsfunktion	,002	,047	1	26	,830	-3,455	-3,036E-6		
Logartihmisch	,001	,035	1	26	,853	,063	-,003		
Kubisch	,072	,619	3	24	,609	,215	-1,977E-5	6,775E-10	-7,241E-15
S-Kurve	,005	,134	1	26	,717	-3,683	3488,982		
Invers	,003	,082	1	26	,777	,033	96,452		
Potenzfunktion	,003	,076	1	26	,785	,086	-,107		
Exponentiell	,002	,047	1	26	,830	,032	-3,036E-6		

Tabelle A.79.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable gewichteter Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,987	1948,195	1	26	,000	-,005	,798		
Quadratisch	,987	936,683	2	25	,000	-,005	,802	-,027	
Zusammengesetzt	,878	186,866	1	26	,000	,009	1853100848		
Wachstumsfunktion	,878	186,866	1	26	,000	-4,678	21,340		
Logartihmisch	,924	316,408	1	26	,000	,167	,042		
Kubisch	,987	602,668	3	24	,000	-,004	,699	1,833	-9,602
S-Kurve	,911	264,881	1	26	,000	-2,301	-,047		
Invers	,724	68,236	1	26	,000	,076	-,001		
Potenzfunktion	,964	701,006	1	26	,000	1,237	1,208		
Exponentiell	,878	186,866	1	26	,000	,009	21,340		

Tabelle A.80.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable tradeweighted Price in Prozent

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,005	,140	1	26	,712	,041	-3,513		
Quadratisch	,192	2,976	2	25	,069	,040	-23,719	16165,327	
Zusammengesetzt	,019	,514	1	26	,480	,035	4,874E-83		
Wachstumsfunktion	,019	,514	1	26	,480	-3,350	-189,531		
Logartihmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,195	1,943	3	24	,150	,033	-20,583	24432,522	-4144799,517
S-Kurve	.	.	.	.	.	.	.
Invers	.	.	.	.	.	.	.
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,019	,514	1	26	,480	,035	-189,531		

Tabelle A.81.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Orderbucheinträgen (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,003	,067	1	26	,798	,033	,001		
Quadratisch	,044	,571	2	25	,572	,090	-,040	,007	
Zusammengesetzt	,000	,000	1	26	1,000	,029	1,000		
Wachstumsfunktion	,000	,000	1	26	1,000	-3,539	-6,607E-5		
Logarithmisch	,000	,010	1	26	,919	,036	,001		
Kubisch	,087	,766	3	24	,524	,288	-,252	,078	-,007
S-Kurve	,004	,112	1	26	,740	-3,669	,353		
Invers	,000	,005	1	26	,943	,036	,003		
Potenzfunktion	,001	,025	1	26	,875	,031	-,063		
Exponentiell	,000	,000	1	26	1,000	,029	-6,607E-5		

Tabelle A.82.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,073	2,054	1	26	,164	,025	,001		
Quadratisch	,308	5,556	2	25	,010	,073	-,005	,000	
Zusammengesetzt	,063	1,763	1	26	,196	,021	1,016		
Wachstumsfunktion	,063	1,763	1	26	,196	-3,871	,016		
Logartihmisch	,025	,669	1	26	,421	,018	,007		
Kubisch	,309	3,574	3	24	,029	,065	-,004	6,243E-5	9,601E-7
S-Kurve	,002	,058	1	26	,812	-3,484	-,788		
Invers	,063	1,763	1	26	,196	,021	,016		
Potenzfunktion	,002	,052	1	26	,822	,039	-,026		
Exponentiell	,023	,620	1	26	,438	,017	,182		

Tabelle A.83.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,001	,024	1	26	,878	,039	,000		
Quadratisch	,001	,014	2	25	,986	,038	,000	-6,521E-5	
Zusammengesetzt	,002	,060	1	26	,809	,031	,986		
Wachstumsfunktion	,002	,060	1	26	,809	-3,475	-,014		
Logartihmisch	,008	,206	1	26	,654	,042	-,004		
Kubisch	,361	4,512	3	24	,012	,119	-,075	,018	-,001
S-Kurve	,037	,993	1	26	,328	-3,721	,538		
Exponentiell	,002	,060	1	26	,809	,031	-,014		
Invers	,031	,843	1	26	,367	,031	,018		
Potenzfunktion	,011	,297	1	26	,590	,034	-,119		

Tabelle A.84.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable log Median Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,001	,018	1	26	,894	,039	-,016		
Quadratisch	,002	,027	2	25	,974	,028	,160	-,640	
Zusammengesetzt	,003	,068	1	26	,797	,033	,412		
Wachstumsfunktion	,003	,068	1	26	,797	-3,423	-,887		
Logarithmisch	,000	,006	1	26	,937	,035	-,001		
Kubisch	,049	,416	3	24	,743	-,228	6,206	-45,193	103,730
S-Kurve	,002	,062	1	26	,806	-3,650	,013		
Exponentiell	,003	,068	1	26	,797	,033	-,887		
Invers	,000	,000	1	26	1,000	,037	-4,178E-7		
Potenzfunktion	,003	,074	1	26	,788	,023	-,120		

Tabelle A.85.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable zeitgewichteter log Median Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,018	,474	1	26	,497	,044	-,030		
Quadratisch	,024	,305	2	25	,740	,036	,056	-,178	
Zusammengesetzt	,033	,893	1	26	,353	,038	,311		
Wachstumsfunktion	,033	,893	1	26	,353	-3,279	-1,169		
Logarithmisch	,014	,362	1	26	,552	,028	-,005		
Kubisch	,024	,196	3	24	,898	,034	,089	-,318	,175
S-Kurve	,037	,989	1	26	,329	-3,796	,043		
Invers	,010	,266	1	26	,610	,032	,001		
Potenzfunktion	,036	,967	1	26	,335	,019	-,250		
Exponentiell	,033	,893	1	26	,353	,038	-1,169		

Tabelle A.86.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,741	74,242	1	26	,000	-,011	,002		
Quadratisch	,766	40,845	2	25	,000	-,036	,004	-3,051E-5	
Zusammengesetzt	,745	76,039	1	26	,000	,007	1,052		
Wachstumsfunktion	,745	76,039	1	26	,000	-4,923	,051		
Logarithmisch	,753	79,282	1	26	,000	-,122	,050		
Kubisch	,788	29,755	3	24	,000	,023	-,003	,000	-2,133E-6
S-Kurve	,861	160,659	1	26	,000	-1,932	-35,923		
Invers	,706	62,559	1	26	,000	,089	-1,148		
Potenzfunktion	,827	123,909	1	26	,000	,000	1,477		
Exponentiell	,745	76,039	1	26	,000	,007	,051		

Tabelle A.87.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,193	6,208	1	26	,019	-,006	,002		
Quadratisch	,209	3,299	2	25	,054	,064	-,003	5,653E-5	
Zusammengesetzt	,174	5,472	1	26	,027	,009	1,042		
Wachstumsfunktion	,174	5,472	1	26	,027	-4,704	,042		
Logarithmisch	,180	5,689	1	26	,025	-,136	,052		
Kubisch	,210	3,320	2	25	,053	,035	,000	-2,070E-5	7,083E-7
S-Kurve	,172	5,387	1	26	,028	-1,744	-48,211		
Invers	,164	5,109	1	26	,032	,099	-1,664		
Potenzfunktion	,174	5,475	1	26	,027	,000	1,463		
Exponentiell	,174	5,472	1	26	,027	,009	,042		

Tabelle A.88.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable absolute Preisdifferenz*Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,204	6,655	1	26	,016	,014	4,668E-5		
Quadratisch	,206	3,250	2	25	,056	,025	1,279E-5	1,941E-8	
Zusammengesetzt	,169	5,273	1	26	,030	,016	1,001		
Wachstumsfunktion	,169	5,273	1	26	,030	-4,127	,001		
Logarithmisch	,188	6,035	1	26	,021	-,167	,033		
Kubisch	,206	2,081	3	24	,129	,021	3,240E-5	-6,872E-9	1,023E-11
S-Kurve	,174	5,469	1	26	,027	-2,248	-561,629		
Invers	,159	4,910	1	26	,036	,081	-18,949		
Potenzfunktion	,177	5,607	1	26	,026	,000	,920		
Exponentiell	,169	5,273	1	26	,030	,016	,001		

Tabelle A.89.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Preisdifferenz*Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,073	2,047	1	26	,164	,073	-,001		
Quadratisch	,162	2,422	2	25	,109	,173	-,011	,000	
Zusammengesetzt	,013	,355	1	26	,556	,045	,984		
Wachstumsfunktion	,013	,355	1	26	,556	-3,104	-,016		
Logarithmisch	,107	3,101	1	26	,090	,149	-,034		
Kubisch	,182	1,784	3	24	,177	,300	-,031	,001	-1,523E-5
S-Kurve	,054	1,494	1	26	,233	-4,049	12,773		
Invers	,138	4,149	1	26	,052	,009	,717		
Potenzfunktion	,031	,838	1	26	,369	,162	-,528		
Exponentiell	,013	,355	1	26	,556	,045	-,016		

Tabelle A.90.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable quad. Preisdifferenz*Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,158	4,874	1	26	,036	,015	6,296E-5		
Quadratisch	,205	3,222	2	25	,057	,048	-9,678E-5	1,566E-7	
Zusammengesetzt	,151	4,631	1	26	,041	,016	1,002		
Wachstumsfunktion	,151	4,631	1	26	,041	-4,154	,002		
Logarithmisch	,115	3,364	1	26	,078	-,098	,023		
Kubisch	,206	2,072	3	24	,131	,058	,000	3,186E-7	-1,016E-10
S-Kurve	,096	2,772	1	26	,108	-2,819	-220,818		
Invers	,075	2,105	1	26	,159	,060	-6,871		
Potenzfunktion	,127	3,767	1	26	,063	,001	,695		
Exponentiell	,151	4,631	1	26	,041	,016	,002		

Tabelle A.91.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,001	,016	1	26	,901	,038	-8,533E-6		
Quadratisch	,048	,634	2	25	,539	,031	,000	-1,104E-6	
Zusammengesetzt	,000	,009	1	26	,926	,029	1,000		
Wachstumsfunktion	,000	,009	1	26	,926	-3,526	,000		
Logarithmisch	,001	,017	1	26	,898	,035	,001		
Kubisch	,048	,407	3	24	,750	,032	,000	-8,303E-7	-6,955E-10
S-Kurve	,000	,000	1	26	,998	-3,540	,011		
Invers	,001	,017	1	26	,898	,038	-,015		
Potenzfunktion	,001	,018	1	26	,896	,027	,017		
Exponentiell	,000	,009	1	26	,926	,029	,000		

Tabelle A.92.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,086	2,441	1	26	,130	,074	,000		
Quadratisch	,150	2,201	2	25	,132	,161	-,002	5,636E-6	
Zusammengesetzt	,082	2,337	1	26	,138	,082	,992		
Wachstumsfunktion	,082	2,337	1	26	,138	-2,505	-,008		
Logarithmisch	,109	3,164	1	26	,087	,212	-,036		
Kubisch	,177	1,722	3	24	,189	-,022	,004	-4,190E-5	1,321E-7
S-Kurve	,110	3,226	1	26	,084	-4,351	104,145		
Invers	,118	3,482	1	26	,073	,008	3,802		
Potenzfunktion	,103	2,970	1	26	,097	3,610	-,987		
Exponentiell	,082	2,337	1	26	,138	,082	-,008		

Tabelle A.93.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 1

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,470	23,034	1	26	,000	,008	4642,009		
Quadratisch	,497	12,329	2	25	,000	-,004	8196,954	-184462292	
Zusammengesetzt	,393	16,858	1	26	,000	,014	.		
Wachstumsfunktion	,393	16,858	1	26	,000	-4,290	120368,400		
Logarithmisch	,470	23,061	1	26	,000	,442	,033		
Kubisch	,506	8,183	3	24	,001	,013	657,230	700107863,1	-2,792E+13
S-Kurve	,346	13,781	1	26	,001	-2,636	-4,279E-6		
Invers	,377	15,732	1	26	,001	,071	-1,575E-7		
Potenzfunktion	,416	18,546	1	26	,000	1423,396	,890		
Exponentiell	,393	16,858	1	26	,000	,014	120368,400		

Tabelle A.94.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 2

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,426	19,323	1	26	,000	,056	-,076		
Quadratisch	,496	12,304	2	25	,000	,068	-,219	,212	
Zusammengesetzt	,564	33,572	1	26	,000	,053	,083		
Wachstumsfunktion	,564	33,572	1	26	,000	-2,936	-2,484		
Logarithmisch	,540	30,512	1	26	,000	,002	-,019		
Kubisch	,525	8,856	3	24	,000	,079	-,438	1,040	-,809
S-Kurve	,505	26,505	1	26	,000	-4,100	,055		
Invers	,537	30,113	1	26	,000	,017	,002		
Potenzfunktion	,620	42,370	1	26	,000	,010	-,574		
Exponentiell	,564	33,572	1	26	,000	,053	-2,484		

Tabelle A.95.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 3

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,350	14,003	1	26	,001	,010	,008		
Quadratisch	,397	8,234	2	25	,002	-,017	,022	-,001	
Zusammengesetzt	,289	10,585	1	26	,003	,014	1,240		
Wachstumsfunktion	,289	10,585	1	26	,003	-4,249	,215		
Logarithmisch	,372	15,418	1	26	,001	-,002	,036		
Kubisch	,469	7,052	3	24	,001	,062	-,043	,014	-,001
S-Kurve	,291	10,694	1	26	,003	-2,469	-2,922		
Invers	,325	12,529	1	26	,002	,077	-,109		
Potenzfunktion	,317	12,076	1	26	,002	,010	,941		
Exponentiell	,289	10,585	1	26	,003	,014	,215		

Tabelle A.96.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 4

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,030	,818	1	26	,374	,051	-,025		
Quadratisch	,032	,407	2	25	,670	,043	,006	-,026	
Zusammengesetzt	,048	1,320	1	26	,261	,048	,410		
Wachstumsfunktion	,048	1,320	1	26	,261	-3,044	-,891		
Logarithmisch	,027	,710	1	26	,407	,029	-,013		
Kubisch	,043	,357	3	24	,784	-,039	,458	-,798	,413
S-Kurve	,048	1,322	1	26	,261	-4,029	,245		
Invers	,020	,542	1	26	,468	,026	,006		
Potenzfunktion	,051	1,384	1	26	,250	,021	-,499		
Exponentiell	,048	1,320	1	26	,261	,048	-,891		

Tabelle A.97.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Time Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,083	2,346	1	26	,138	,039	,145		
Quadratisch	,109	1,534	2	25	,235	,035	,042	1,122	
Zusammengesetzt	,090	2,570	1	26	,121	,030	71,553		
Wachstumsfunktion	,090	2,570	1	26	,121	-3,493	4,270		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,191	1,893	3	24	,158	,030	,147	5,717	-30,165
S-Kurve	,001	,023	1	26	,881	-3,534	,000		
Invers	,004	,114	1	26	,738	,038	1,238E-5		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,090	2,570	1	26	,121	,030	4,270		

Tabelle A.98.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Value Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,001	,025	1	26	,876	,038	,000		
Quadratisch	,024	,314	2	25	,734	,035	,000	6,881E-5	
Zusammengesetzt	,005	,128	1	26	,724	,030	,991		
Wachstumsfunktion	,005	,128	1	26	,724	-3,494	-,009		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,025	,206	3	24	,891	,036	-,001	6,723E-5	1,809E-6
S-Kurve	,090	2,558	1	26	,122	-3,603	,433		
Invers	,091	2,617	1	26	,118	,035	,015		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,005	,128	1	26	,724	,030	-,009		

Tabelle A.99.: Kurvenanpassung für den Median Spread mit unabhängiger Variable Volume Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,011	,293	1	26	,593	,038	,134		
Quadratisch	,050	,659	2	25	,526	,031	,396	19,728	
Zusammengesetzt	,003	,082	1	26	,777	,030	7,513		
Wachstumsfunktion	,003	,082	1	26	,777	-3,521	2,017		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,059	,498	3	24	,687	,030	-,026	30,222	792,989
S-Kurve	,009	,242	1	26	,627	-3,538	,000		
Invers	,012	,328	1	26	,572	,037	1,584E-5		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,003	,082	1	26	,777	,030	2,017		

A.2.4. Regressionsergebnisse für den log Median Spread 2003

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Einfachregressionen für den log Median Spread dargestellt, die mithilfe der Kurvenanpassung erzielt wurden.

Tabelle A.100.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,153	4,684	1	26	,040	,144	-1,622E-11		
Quadratisch	,259	4,359	2	25	,024	,162	-5,459E-11	7,672E-21	
Zusammengesetzt	,168	5,245	1	26	,030	,138	1,000		
Wachstumsfunktion	,168	5,245	1	26	,030	-1,980	-1,319E-10		
Logarithmisch	,287	10,461	1	26	,003	,573	-,022		
Kubisch	,363	4,553	3	24	,012	,184	-1,434E-10	7,386E-20	-9,425E-30
S-Kurve	,203	6,605	1	26	,016	-2,219	39370709,80		
Invers	,192	6,165	1	26	,020	,114	4938769,431		
Potenzfunktion	,304	11,337	1	26	,002	4,217	-,176		
Exponentiell	,168	5,245	1	26	,030	,138	-1,319E-10		

Tabelle A.101.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,622	42,840	1	26	,000	,185	-8,251E-8		
Quadratisch	,708	30,255	2	25	,000	,222	-2,064E-7	7,472E-14	
Zusammengesetzt	,678	54,726	1	26	,000	,193	1,000		
Wachstumsfunktion	,678	54,726	1	26	,000	-1,646	-6,678E-7		
Logarithmisch	,698	60,098	1	26	,000	,893	-,058		
Kubisch	,710	19,552	3	24	,000	,235	-2,674E-7	1,525E-13	-2,811E-20
S-Kurve	,685	56,544	1	26	,000	-2,572	224635,973		
Invers	,676	54,216	1	26	,000	,069	28775,210		
Potenzfunktion	,733	71,452	1	26	,000	53,216	-,459		
Exponentiell	,678	54,726	1	26	,000	,193	-6,678E-7		

Tabelle A.102.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,662	50,881	1	26	,000	,170	-1,804E-12		
Quadratisch	,775	43,005	2	25	,000	,195	-5,038E-12	5,476E-23	
Zusammengesetzt	,733	71,372	1	26	,000	,171	1,000		
Wachstumsfunktion	,733	71,372	1	26	,000	-1,767	-1,472E-11		
Logarithmisch	,798	102,699	1	26	,000	1,048	-,039		
Kubisch	,795	31,001	3	24	,000	,212	-8,614E-12	2,090E-22	-1,720E-33
S-Kurve	,742	74,634	1	26	,000	-2,428	3251580031		
Invers	,774	89,123	1	26	,000	,086	428419534,1		
Potenzfunktion	,826	123,791	1	26	,000	172,308	-,309		
Exponentiell	,733	71,372	1	26	,000	,171	-1,472E-11		

Tabelle A.103.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,569	31,700	1	24	,000	,170	-1,271E-12		
Quadratisch	,722	29,806	2	23	,000	,197	-3,379E-12	2,356E-23	
Zusammengesetzt	,611	37,757	1	24	,000	,169	1,000		
Wachstumsfunktion	,611	37,757	1	24	,000	-1,778	-1,020E-11		
Logarithmisch	,727	64,010	1	24	,000	1,116	-,041		
Kubisch	,747	21,600	3	22	,000	,214	-5,513E-12	7,754E-23	-3,532E-34
S-Kurve	,645	43,683	1	24	,000	-2,418	4811044651		
Invers	,678	50,490	1	24	,000	,087	636628321,0		
Potenzfunktion	,741	68,587	1	24	,000	273,113	-,324		
Exponentiell	,611	37,757	1	24	,000	,169	-1,020E-11		

Tabelle A.104.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,021	,515	1	24	,480	,119	,008		
Quadratisch	,025	,293	2	23	,749	,111	,016	-,002	
Zusammengesetzt	,027	,672	1	24	,420	,111	1,070		
Wachstumsfunktion	,027	,672	1	24	,420	-2,196	,067		
Logarithmisch	,022	,552	1	24	,465	,128	,009		
Kubisch	,025	,187	3	22	,904	,111	,018	-,003	,000
S-Kurve	,024	,580	1	24	,454	-2,058	-,030		
Invers	,017	,421	1	24	,522	,134	-,003		
Potenzfunktion	,028	,701	1	24	,411	,121	,078		
Exponentiell	,027	,672	1	24	,420	,111	,067		

Tabelle A.105.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,016	,401	1	24	,532	,134	-,003		
Quadratisch	,022	,263	2	23	,771	,124	,013	-,002	
Zusammengesetzt	,023	,555	1	24	,463	,128	,971		
Wachstumsfunktion	,023	,555	1	24	,463	-2,059	-,029		
Logarithmisch	,020	,493	1	24	,489	,128	-,008		
Kubisch	,099	,803	3	22	,506	,156	-,052	,025	-,003
S-Kurve	,024	,598	1	24	,447	-2,191	,063		
Invers	,019	,470	1	24	,500	,119	,007		
Potenzfunktion	,025	,625	1	24	,437	,121	-,074		
Exponentiell	,023	,555	1	24	,463	,128	-,029		

Tabelle A.106.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Order

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,759	82,031	1	26	,000	,230	-2,620E-8		
Quadratisch	,835	63,451	2	25	,000	,338	-8,528E-8	7,101E-15	
Zusammengesetzt	,815	114,491	1	26	,000	,275	1,000		
Wachstumsfunktion	,815	114,491	1	26	,000	-1,293	-2,105E-7		
Logarithmisch	,814	113,775	1	26	,000	1,705	-,104		
Kubisch	,838	41,462	3	24	,000	,412	-1,436E-7	2,118E-14	-1,063E-21
S-Kurve	,858	156,561	1	26	,000	-2,971	2935603,529		
Invers	,840	136,322	1	26	,000	,018	374636,904		
Potenzfunktion	,853	150,351	1	26	,000	33023,893	-,828		
Exponentiell	,815	114,491	1	26	,000	,275	-2,105E-7		

Tabelle A.107.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,484	7,490	1	8	,026	,170	-1,789E-11		
Quadratisch	,575	4,742	2	7	,050	,194	-5,201E-11	5,954E-21	
Zusammengesetzt	,523	8,771	1	8	,018	,171	1,000		
Wachstumsfunktion	,523	8,771	1	8	,018	-1,766	-1,432E-10		
Logarithmisch	,645	14,507	1	8	,005	,923	-,038		
Kubisch	,773	6,797	3	6	,023	,260	-2,149E-10	9,823E-20	-1,197E-29
S-Kurve	,557	10,056	1	8	,013	-2,292	246486621,9		
Invers	,627	13,443	1	8	,006	,100	33975406,88		
Potenzfunktion	,633	13,815	1	8	,006	52,860	-,287		
Exponentiell	,523	8,771	1	8	,018	,171	-1,432E-10		

Tabelle A.108.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,831	39,213	1	8	,000	,210	-1,033E-7		
Quadratisch	,839	18,189	2	7	,002	,192	-4,010E-8	-4,322E-14	
Zusammengesetzt	,863	50,270	1	8	,000	,232	1,000		
Wachstumsfunktion	,863	50,270	1	8	,000	-1,459	-8,100E-7		
Logarithmisch	,781	28,478	1	8	,001	,989	-,064		
Kubisch	,839	10,401	3	6	,009	,185	-2,619E-9	-9,926E-14	2,503E-20
S-Kurve	,685	17,359	1	8	,003	-2,484	251641,580		
Invers	,701	18,794	1	8	,002	,077	33094,078		
Potenzfunktion	,786	29,370	1	8	,001	94,498	-,493		
Exponentiell	,863	50,270	1	8	,000	,232	-8,100E-7		

Tabelle A.109.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,807	33,500	1	8	,000	,182	-1,950E-12		
Quadratisch	,855	20,596	2	7	,001	,198	-3,854E-12	3,192E-23	
Zusammengesetzt	,869	53,169	1	8	,000	,188	1,000		
Wachstumsfunktion	,869	53,169	1	8	,000	-1,671	-1,558E-11		
Logarithmisch	,846	44,065	1	8	,000	1,085	-,040		
Kubisch	,856	11,868	3	6	,006	,194	-3,104E-12	-3,330E-25	3,560E-34
S-Kurve	,670	16,242	1	8	,004	-2,307	3317094523		
Invers	,728	21,386	1	8	,002	,099	449147392,2		
Potenzfunktion	,848	44,805	1	8	,000	196,189	-,311		
Exponentiell	,869	53,169	1	8	,000	,188	-1,558E-11		

Tabelle A.110.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen in Prozent - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,666	15,975	1	8	,004	,175	-1,068E-12		
Quadratisch	,772	11,835	2	7	,006	,196	-2,672E-12	1,528E-23	
Zusammengesetzt	,728	21,462	1	8	,002	,178	1,000		
Wachstumsfunktion	,728	21,462	1	8	,002	-1,725	-8,593E-12		
Logarithmisch	,776	27,785	1	8	,001	1,036	-,038		
Kubisch	,772	6,774	3	6	,024	,198	-2,950E-12	2,296E-23	-5,065E-35
S-Kurve	,614	12,742	1	8	,007	-2,286	4406194457		
Invers	,669	16,178	1	8	,004	,102	597441178,3		
Potenzfunktion	,782	28,734	1	8	,001	136,823	-,291		
Exponentiell	,728	21,462	1	8	,002	,178	-8,593E-12		

Tabelle A.111.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,000	,003	1	8	,959	,144	,001		
Quadratisch	,004	,013	2	7	,987	,150	-,006	,001	
Zusammengesetzt	,001	,010	1	8	,922	,138	1,009		
Wachstumsfunktion	,001	,010	1	8	,922	-1,982	,009		
Logarithmisch	,003	,027	1	8	,873	,146	-,003		
Kubisch	,090	,198	3	6	,894	,176	-,108	,073	-,011
S-Kurve	,018	,149	1	8	,710	-1,991	,021		
Invers	,001	,010	1	8	,922	,138	,009		
Potenzfunktion	,012	,098	1	8	,762	,143	,002		
Exponentiell	,005	,041	1	8	,845	,141	-,025		

Tabelle A.112.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable inverses relatives Wertvolumen - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,010	,082	1	8	,782	,143	,002		
Quadratisch	,074	,281	2	7	,763	,181	-,067	,010	
Zusammengesetzt	,016	,131	1	8	,727	,137	1,020		
Wachstumsfunktion	,016	,131	1	8	,727	-1,990	,020		
Logarithmisch	,001	,005	1	8	,944	,146	,001		
Kubisch	,097	,377	2	7	,699	,171	,000	-,076	,011
S-Kurve	,005	,038	1	8	,851	-1,997	,018		
Invers	,004	,029	1	8	,870	,142	,002		
Potenzfunktion	,002	,016	1	8	,904	,141	,015		
Exponentiell	,016	,131	1	8	,727	,137	,020		

Tabelle A.113.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Order - kleine Stichprobe

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,886	62,111	1	8	,000	,248	-3,002E-8		
Quadratisch	,886	27,189	2	7	,001	,252	-3,227E-8	2,913E-16	
Zusammengesetzt	,918	90,018	1	8	,000	,313	1,000		
Wachstumsfunktion	,918	90,018	1	8	,000	-1,162	-2,353E-7		
Logarithmisch	,875	56,116	1	8	,000	1,770	-,108		
Kubisch	,886	27,201	2	7	,001	,251	-3,158E-8	,000	3,333E-23
S-Kurve	,831	39,407	1	8	,000	-2,857	2753610,614		
Invers	,841	42,280	1	8	,000	,029	359815,574		
Potenzfunktion	,887	62,770	1	8	,000	41114,807	-,840		
Exponentiell	,918	90,018	1	8	,000	,313	-2,353E-7		

Tabelle A.114.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,186	5,487	1	24	,028	,117	2898732,439		
Quadratisch	,242	3,662	2	23	,042	,106	7580101,394	-1,784E+14	
Zusammengesetzt	,179	5,223	1	24	,031	,111	.		
Wachstumsfunktion	,179	5,223	1	24	,031	-2,197	22001487,09		
Logarithmisch	,279	9,306	1	24	,006	,496	,018		
Kubisch	,367	4,255	3	22	,016	,086	21809318,92	-1,787E+15	3,958E+22
S-Kurve	,151	4,280	1	24	,050	-2,031	-5,991E-11		
Invers	,118	3,226	1	24	,085	,137	-6,845E-12		
Potenzfunktion	,296	10,075	1	24	,004	2,266	,147		
Exponentiell	,179	5,223	1	24	,031	,111	22001487,09		

Tabelle A.115.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,582	33,362	1	24	,000	,084	15055,173		
Quadratisch	,614	18,303	2	23	,000	,069	25597,641	-1245167717	
Zusammengesetzt	,565	31,219	1	24	,000	,086	.		
Wachstumsfunktion	,565	31,219	1	24	,000	-2,449	114954,484		
Logarithmisch	,447	19,392	1	24	,000	,532	,031		
Kubisch	,629	12,458	3	22	,000	,084	7848,032	3534935046	-3,341E+14
S-Kurve	,150	4,250	1	24	,050	-2,034	-6,616E-8		
Invers	,117	3,176	1	24	,087	,137	-7,530E-9		
Potenzfunktion	,480	22,129	1	24	,000	3,090	,248		
Exponentiell	,565	31,219	1	24	,000	,086	114954,484		

Tabelle A.116.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable rel. Wertvolumen/Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,672	49,074	1	24	,000	,096	228899589,5		
Quadratisch	,784	41,695	2	23	,000	,078	489673437,0	-4,725E+17	
Zusammengesetzt	,617	38,675	1	24	,000	,095	.		
Wachstumsfunktion	,617	38,675	1	24	,000	-2,350	1699251966		
Logarithmisch	,667	48,006	1	24	,000	,810	,029		
Kubisch	,784	26,661	3	22	,000	,080	451128421,4	-2,908E+17	-2,010E+26
S-Kurve	,178	5,198	1	24	,032	-2,038	-1,756E-12		
Invers	,138	3,854	1	24	,061	,137	-1,999E-13		
Potenzfunktion	,699	55,728	1	24	,000	27,109	,233		
Exponentiell	,617	38,675	1	24	,000	,095	1699251966		

Tabelle A.117.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,118	3,226	1	24	,085	,137	-6,845E-12		
Quadratisch	,163	2,235	2	23	,130	,146	-2,294E-11	1,489E-21	
Zusammengesetzt	,151	4,280	1	24	,050	,131	1,000		
Wachstumsfunktion	,151	4,280	1	24	,050	-2,031	-5,991E-11		
Logarithmisch	,279	9,306	1	24	,006	,496	-,018		
Kubisch	,323	3,503	3	22	,032	,173	-1,144E-10	3,956E-20	-2,684E-30
S-Kurve	,179	5,223	1	24	,031	-2,197	22001486,57		
Invers	,186	5,487	1	24	,028	,117	2898732,371		
Potenzfunktion	,296	10,075	1	24	,004	2,266	-,147		
Exponentiell	,151	4,280	1	24	,050	,131	-5,991E-11		

Tabelle A.118.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,005	,139	1	26	,713	,135	-3,536E-6		
Quadratisch	,035	,454	2	25	,640	,119	2,048E-5	-5,792E-9	
Zusammengesetzt	,005	,137	1	26	,714	,128	1,000		
Wachstumsfunktion	,005	,137	1	26	,714	-2,057	-2,730E-5		
Logarithmisch	,003	,086	1	26	,771	,156	-,004		
Kubisch	,127	1,164	3	24	,344	,164	-9,825E-5	6,865E-8	-1,144E-11
S-Kurve	,011	,300	1	26	,589	-2,143	41,028		
Invers	,009	,223	1	26	,641	,124	4,570		
Potenzfunktion	,004	,101	1	26	,753	,153	-,031		
Exponentiell	,005	,137	1	26	,714	,128	-2,730E-5		

Tabelle A.119.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Stückvolumen/Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,183	5,810	1	26	,023	,103	,617		
Quadratisch	,233	3,799	2	25	,036	,072	2,326	-15,817	
Zusammengesetzt	,189	6,046	1	26	,021	,100	129,063		
Wachstumsfunktion	,189	6,046	1	26	,021	-2,301	4,860		
Logarithmisch	,203	6,605	1	26	,016	,223	,028		
Kubisch	,262	2,839	3	24	,059	,111	-,929	55,117	-435,872
S-Kurve	,167	5,209	1	26	,031	-1,885	-,006		
Invers	,175	5,514	1	26	,027	,157	-,001		
Potenzfunktion	,202	6,573	1	26	,016	,253	,213		
Exponentiell	,189	6,046	1	26	,021	,100	4,860		

Tabelle A.120.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,117	3,176	1	24	,087	,137	-7,530E-9		
Quadratisch	,276	4,378	2	23	,024	,160	-5,916E-8	4,868E-15	
Zusammengesetzt	,150	4,250	1	24	,050	,131	1,000		
Wachstumsfunktion	,150	4,250	1	24	,050	-2,034	-6,616E-8		
Logarithmisch	,447	19,393	1	24	,000	,532	-,031		
Kubisch	,276	4,378	2	23	,024	,160	-5,916E-8	4,868E-15	,000
S-Kurve	,565	31,219	1	24	,000	-2,449	114953,593		
Invers	,582	33,362	1	24	,000	,084	15055,061		
Potenzfunktion	,480	22,130	1	24	,000	3,090	-,248		
Exponentiell	,150	4,250	1	24	,050	,131	-6,616E-8		

Tabelle A.121.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,008	,222	1	26	,641	,124	4,573		
Quadratisch	,044	,576	2	25	,569	,149	-36,483	11990,430	
Zusammengesetzt	,011	,299	1	26	,589	,117	6,784E+17		
Wachstumsfunktion	,011	,299	1	26	,589	-2,143	41,059		
Logarithmisch	,003	,086	1	26	,771	,156	,004		
Kubisch	,048	,403	3	24	,752	,137	-1,686	-12638,941	4834495,759
S-Kurve	,005	,138	1	26	,714	-2,057	-2,732E-5		
Invers	,005	,139	1	26	,712	,135	-3,539E-6		
Potenzfunktion	,004	,101	1	26	,753	,153	,031		
Exponentiell	,011	,299	1	26	,589	,117	41,059		

Tabelle A.122.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Transaktionen/Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,896	223,623	1	26	,000	,021	2646,032		
Quadratisch	,897	108,844	2	25	,000	,010	3204,842	-6242708,200	
Zusammengesetzt	,873	178,167	1	26	,000	,054	.		
Wachstumsfunktion	,873	178,167	1	26	,000	-2,923	20250,862		
Logarithmisch	,876	182,876	1	26	,000	1,209	,106		
Kubisch	,899	71,427	3	24	,000	,065	-970,258	91422900,14	-7,054E+11
S-Kurve	,846	143,062	1	26	,000	-1,275	-2,930E-5		
Invers	,804	106,793	1	26	,000	,233	-3,684E-6		
Potenzfunktion	,888	206,056	1	26	,000	564,667	,829		
Exponentiell	,873	178,167	1	26	,000	,054	20250,862		

Tabelle A.123.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/rel. Wertvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,138	63,854	1	24	,061	,137	-1,999E-13		
Quadratisch	,585	16,198	2	23	,000	,172	-2,717E-12	5,807E-24	
Zusammengesetzt	,178	5,198	1	24	,032	,130	1,000		
Wachstumsfunktion	,178	5,198	1	24	,032	-2,038	-1,756E-12		
Logarithmisch	,667	48,006	1	24	,000	,810	-,029		
Kubisch	,585	16,198	2	23	,000	,172	-2,717E-12	5,807E-24	,000
S-Kurve	,617	38,675	1	24	,000	-2,350	1699252224		
Invers	,672	49,074	1	24	,000	,096	228899617,6		
Potenzfunktion	,699	55,728	1	24	,000	27,109	-,233		
Exponentiell	,178	5,198	1	24	,032	,130	-1,756E-12		

Tabelle A.124.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Stückvolumen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,176	5,544	1	26	,026	,157	-,001		
Quadratisch	,204	3,197	2	25	,058	,174	-,002	1,162E-5	
Zusammengesetzt	,168	5,237	1	26	,030	,152	,994		
Wachstumsfunktion	,168	5,237	1	26	,030	-1,887	-,006		
Logarithmisch	,199	6,461	1	26	,017	,220	-,027		
Kubisch	,211	2,145	3	24	,121	,192	-,004	6,217E-5	-3,554E-7
S-Kurve	,176	5,559	1	26	,026	-2,287	4,396		
Invers	,170	5,324	1	26	,029	,105	,557		
Potenzfunktion	,198	6,438	1	26	,018	,247	-,207		
Exponentiell	,168	5,237	1	26	,030	,152	-,006		

Tabelle A.125.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Wertvolumen/ Transaktionen

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,804	106,793	1	26	,000	,233	-3,684E-6		
Quadratisch	,902	115,449	2	25	,000	,347	-1,231E-5	1,426E-10	
Zusammengesetzt	,846	143,064	1	26	,000	,279	1,000		
Wachstumsfunktion	,846	143,064	1	26	,000	-1,275	-2,930E-5		
Logarithmisch	,876	182,886	1	26	,000	1,209	-,106		
Kubisch	,903	74,350	3	24	,000	,371	-1,505E-5	2,395E-10	-1,064E-15
S-Kurve	,873	178,184	1	26	,000	-2,923	20250,355		
Invers	,896	223,651	1	26	,000	,021	2645,967		
Potenzfunktion	,888	206,068	1	26	,000	564,592	-,829		
Exponentiell	,846	143,064	1	26	,000	,279	-2,930E-5		

Tabelle A.126.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable gewichteter Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,001	,030	1	26	,864	,128	,044		
Quadratisch	,022	,287	2	25	,753	,153	-,976	7,682	
Zusammengesetzt	,002	,051	1	26	,823	,121	1,567		
Wachstumsfunktion	,002	,051	1	26	,823	-2,112	,449		
Logarithmisch	,000	,006	1	26	,941	,127	-,001		
Kubisch	,049	,412	3	24	,746	,203	-4,256	67,121	-306,823
S-Kurve	,008	,205	1	26	,655	-2,139	,002		
Invers	,005	,131	1	26	,720	,125	,000		
Potenzfunktion	,000	,008	1	26	,929	,120	-,010		
Exponentiell	,002	,051	1	26	,823	,121	,449		

Tabelle A.127.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable tradeweighted Price in Prozent

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,046	1,250	1	26	,274	,114	16,750		
Quadratisch	,066	,883	2	25	,426	,114	27,541	-8632,432	
Zusammengesetzt	,064	1,770	1	26	,195	,106	3,040E+66		
Wachstumsfunktion	,064	1,770	1	26	,195	-2,241	153,083		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,098	,867	3	24	,472	,078	43,831	34304,348	-21526570,0
S-Kurve	.	.	.	.	.	.	.
Invers	.	.	.	.	.	.	.
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,064	1,770	1	26	,195	,106	153,083		

Tabelle A.128.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Orderbucheinträgen (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,822	119,800	1	26	,000	,019	,036		
Quadratisch	,822	57,680	2	25	,000	,025	,031	,001	
Zusammengesetzt	,846	142,373	1	26	,000	,051	1,329		
Wachstumsfunktion	,846	142,373	1	26	,000	-2,968	,284		
Logarithmisch	,803	106,147	1	26	,000	,020	,104		
Kubisch	,822	36,939	3	24	,000	,040	,015	,006	-,001
S-Kurve	,814	114,023	1	26	,000	-1,294	-2,163		
Invers	,755	80,032	1	26	,000	,229	-,269		
Potenzfunktion	,847	143,454	1	26	,000	,051	,826		
Exponentiell	,846	142,373	1	26	,000	,051	,284		

Tabelle A.129.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,659	50,193	1	26	,000	,069	,003		
Quadratisch	,704	29,705	2	25	,000	,035	,007	-9,157E-5	
Zusammengesetzt	,673	53,469	1	26	,000	,077	1,024		
Wachstumsfunktion	,673	53,469	1	26	,000	-2,569	,024		
Logarithmisch	,685	56,625	1	26	,000	-,030	,057		
Kubisch	,719	20,421	3	24	,000	,077	-,001	,000	-5,747E-6
S-Kurve	,667	51,962	1	26	,000	,183	-,752		
Invers	,609	40,524	1	26	,000	,183	-,752		
Potenzfunktion	,724	68,146	1	26	,000	,034	,452		
Exponentiell	,673	53,469	1	26	,000	,077	,024		

Tabelle A.130.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Zeit zw. Handelstransaktionen (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,631	44,549	1	26	,000	,069	,014		
Quadratisch	,632	21,512	2	25	,000	,065	,016	,000	
Zusammengesetzt	,638	45,808	1	26	,000	,077	1,113		
Wachstumsfunktion	,638	45,808	1	26	,000	-2,564	,107		
Logarithmisch	,562	33,415	1	26	,000	,067	,048		
Kubisch	,656	15,255	3	24	,000	,099	-,015	,007	,000
S-Kurve	,424	19,113	1	26	,000	-1,813	-,813		
Invers	,386	16,347	1	26	,000	,164	-,100		
Potenzfunktion	,592	37,725	1	26	,000	,075	,385		
Exponentiell	,638	45,808	1	26	,000	,077	,107		

Tabelle A.131.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable log Median Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	1,000	.	1	26	.	,000	1,000		
Quadratisch	1,000	.	1	26	.	,000	1,000	,000	
Zusammengesetzt	,983	1488,811	1	26	,000	,045	2180,871		
Wachstumsfunktion	,983	1488,811	1	26	,000	-3,092	7,687		
Logarithmisch	,983	1488,811	1	26	,000	,397	,128		
Kubisch	1,000	.	1	26	.	,000	1,000	,000	,000
S-Kurve	,984	1606,525	1	26	,000	-1,078	-,119		
Invers	,936	377,590	1	26	,000	,258	-,015		
Potenzfunktion	1,000	.	1	26	.	1,000	1,000		
Exponentiell	,983	1488,811	1	26	,000	,045	7,687		

Tabelle A.132.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable zeitgewichteter log Median Spread

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,949	485,654	1	26	,000	,051	,359		
Quadratisch	,950	235,270	2	25	,000	,047	,394	-,072	
Zusammengesetzt	,932	357,063	1	26	,000	,067	15,784		
Wachstumsfunktion	,932	357,063	1	26	,000	-2,703	2,759		
Logarithmisch	,916	282,248	1	26	,000	,250	,073		
Kubisch	,950	151,600	3	24	,000	,055	,270	,452	-,655
S-Kurve	,880	190,239	1	26	,000	-1,528	-,093		
Invers	,816	115,072	1	26	,000	,200	-,012		
Potenzfunktion	,943	433,465	1	26	,000	,317	,571		
Exponentiell	,932	357,063	1	26	,000	,067	2,759		

Tabelle A.133.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,016	,434	1	26	,516	,142	,000		
Quadratisch	,020	,261	2	25	,772	,126	,001	-1,999E-5	
Zusammengesetzt	,018	,479	1	26	,495	,136	,996		
Wachstumsfunktion	,018	,479	1	26	,495	-1,992	-,004		
Logarithmisch	,014	,363	1	26	,552	,166	-,011		
Kubisch	,026	,216	3	24	,884	,175	-,005	,000	-1,770E-6
S-Kurve	,013	,336	1	26	,567	-2,175	1,948		
Invers	,011	,280	1	26	,601	,120	,230		
Potenzfunktion	,016	,414	1	26	,526	,166	-,091		
Exponentiell	,018	,479	1	26	,495	,136	-,004		

Tabelle A.134.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable XLM (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,022	,584	1	26	,452	,154	-,001		
Quadratisch	,100	1,392	2	25	,267	,407	-,016	,000	
Zusammengesetzt	,013	,338	1	26	,566	,143	,995		
Wachstumsfunktion	,013	,338	1	26	,566	-1,947	-,005		
Logarithmisch	,032	,856	1	26	,363	,250	-,036		
Kubisch	,100	1,392	2	25	,267	,407	-,016	,000	,000
S-Kurve	,030	,795	1	26	,381	-2,420	8,927		
Invers	,042	1,146	1	26	,294	,079	1,373		
Potenzfunktion	,021	,555	1	26	,463	,262	-,226		
Exponentiell	,013	,338	1	26	,566	,143	-,005		

Tabelle A.135.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable absolute Preisdifferenz* Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,008	,204	1	26	,655	,138	-1,486E-5		
Quadratisch	,071	,953	2	25	,399	,224	,000	1,566E-7	
Zusammengesetzt	,003	,066	1	26	,799	,128	1,000		
Wachstumsfunktion	,003	,066	1	26	,799	-2,056	-6,564E-5		
Logarithmisch	,020	,539	1	26	,469	,240	-,018		
Kubisch	,125	1,147	3	24	,350	,396	-,001	1,210E-6	-4,102E-10
S-Kurve	,025	,679	1	26	,417	-2,308	95,729		
Invers	,038	1,013	1	26	,323	,096	14,986		
Potenzfunktion	,011	,295	1	26	,592	,233	-,103		
Exponentiell	,003	,066	1	26	,799	,128	-6,564E-5		

Tabelle A.136.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Preisdifferenz*Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,001	,026	1	26	,873	,137	,000		
Quadratisch	,001	,017	2	25	,984	,128	,001	-1,886E-5	
Zusammengesetzt	,003	,085	1	26	,774	,136	,996		
Wachstumsfunktion	,003	,085	1	26	,774	-1,993	-,004		
Logarithmisch	,001	,014	1	26	,906	,144	-,004		
Kubisch	,013	,104	3	24	,957	-,029	,026	-,001	1,881E-5
S-Kurve	,002	,045	1	26	,834	-2,128	1,013		
Invers	,000	,002	1	26	,962	,129	,029		
Potenzfunktion	,003	,073	1	26	,790	,156	-,070		
Exponentiell	,003	,085	1	26	,774	,136	-,004		

Tabelle A.137.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable quad. Preisdifferenz*Wartezeit

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,077	2,163	1	26	,153	,156	-7,147E-5		
Quadratisch	,181	2,763	2	25	,082	,235	,000	3,790E-7	
Zusammengesetzt	,061	1,693	1	26	,205	,148	1,000		
Wachstumsfunktion	,061	1,693	1	26	,205	-1,914	,000		
Logarithmisch	,123	3,641	1	26	,067	,358	-,039		
Kubisch	,204	2,046	3	24	,134	,327	-,001	1,802E-6	-8,921E-10
S-Kurve	,143	4,351	1	26	,047	-2,479	119,954		
Invers	,163	5,075	1	26	,033	,077	16,512		
Potenzfunktion	,104	3,020	1	26	,094	,629	-,281		
Exponentiell	,061	1,693	1	26	,205	,148	,000		

Tabelle A.138.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,681	55,599	1	26	,000	,165	,000		
Quadratisch	,850	70,808	2	25	,000	,185	-,001	3,379E-6	
Zusammengesetzt	,774	89,056	1	26	,000	,164	,996		
Wachstumsfunktion	,774	89,056	1	26	,000	-1,806	-,004		
Logarithmisch	,940	410,036	1	26	,000	,265	-,036		
Kubisch	,938	120,985	3	24	,000	,207	-,003	1,736E-5	-3,552E-8
S-Kurve	,775	89,787	1	26	,000	-2,374	6,767		
Invers	,855	153,005	1	26	,000	,092	,916		
Potenzfunktion	,964	687,009	1	26	,000	,356	-,284		
Exponentiell	,774	89,056	1	26	,000	,164	-,004		

Tabelle A.139.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert)

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,108	3,133	1	26	,088	,198	-,001		
Quadratisch	,163	2,430	2	25	,109	,068	,002	-8,527E-6	
Zusammengesetzt	,134	4,019	1	26	,056	,223	,996		
Wachstumsfunktion	,134	4,019	1	26	,056	-1,501	-,004		
Logarithmisch	,078	2,195	1	26	,150	,372	-,049		
Kubisch	,173	1,672	3	24	,200	,249	-,004	3,852E-5	-1,307E-7
S-Kurve	,067	1,873	1	26	,183	-2,370	36,194		
Invers	,049	1,332	1	26	,259	,100	3,975		
Potenzfunktion	,101	2,926	1	26	,099	1,047	-,437		
Exponentiell	,134	4,019	1	26	,056	,223	-,004		

Tabelle A.140.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 1

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,319	12,178	1	26	,002	,092	6225,818		
Quadratisch	,368	7,288	2	25	,003	,064	14075,472	-407310092	
Zusammengesetzt	,315	11,963	1	26	,002	,092	.		
Wachstumsfunktion	,315	11,963	1	26	,002	-2,387	47983,715		
Logarithmisch	,389	16,553	1	26	,000	,730	,049		
Kubisch	,410	5,555	3	24	,005	,006	40284,856	-3482228976	9,704E+13
S-Kurve	,432	19,764	1	26	,000	-1,639	-2,128E-6		
Invers	,402	17,500	1	26	,000	,186	-2,649E-7		
Potenzfunktion	,402	17,472	1	26	,000	13,989	,390		
Exponentiell	,315	11,963	1	26	,002	,092	47983,715		

Tabelle A.141.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 2

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,368	15,154	1	26	,001	,103	,115		
Quadratisch	,419	9,020	2	25	,001	,086	,314	-,294	
Zusammengesetzt	,377	15,712	1	26	,001	,100	2,471		
Wachstumsfunktion	,377	15,712	1	26	,001	-2,307	,905		
Logarithmisch	,420	18,847	1	26	,000	,182	,027		
Kubisch	,420	5,795	3	24	,004	,083	,378	-,536	,237
S-Kurve	,327	12,656	1	26	,001	-1,886	-,020		
Invers	,323	12,430	1	26	,002	,156	-,003		
Potenzfunktion	,427	19,396	1	26	,000	,185	,212		
Exponentiell	,377	15,712	1	26	,001	,100	,905		

Tabelle A.142.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 3

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,130	3,902	1	26	,059	,158	-,008		
Quadratisch	,156	2,317	2	25	,119	,191	-,025	,002	
Zusammengesetzt	,140	4,235	1	26	,050	,154	,936		
Wachstumsfunktion	,140	4,235	1	26	,050	-1,868	-,067		
Logarithmisch	,164	5,113	1	26	,032	,173	-,039		
Kubisch	,202	2,027	3	24	,137	,295	-,111	,022	-,001
S-Kurve	,201	6,553	1	26	,017	-2,484	1,082		
Invers	,186	5,927	1	26	,022	,082	,134		
Potenzfunktion	,178	5,628	1	26	,025	,174	-,314		
Exponentiell	,140	4,235	1	26	,050	,154	-,067		

Tabelle A.143.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Amihud 4

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,903	241,135	1	26	,000	,008	,221		
Quadratisch	,905	118,921	2	25	,000	-,012	,295	-,062	
Zusammengesetzt	,892	213,658	1	26	,000	,048	5,499		
Wachstumsfunktion	,892	213,658	1	26	,000	-3,035	1,705		
Logarithmisch	,891	211,514	1	26	,000	,208	,120		
Kubisch	,910	81,314	3	24	,000	,082	-,222	,820	-,472
S-Kurve	,882	193,622	1	26	,000	-1,157	-,465		
Invers	,836	132,386	1	26	,000	,247	-,058		
Potenzfunktion	,909	259,513	1	26	,000	,227	,942		
Exponentiell	,892	213,658	1	26	,000	,048	1,705		

Tabelle A.144.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Time Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,029	,779	1	26	,386	,129	-,139		
Quadratisch	,113	1,598	2	25	,222	,117	-,437	3,255	
Zusammengesetzt	,023	,608	1	26	,442	,123	,383		
Wachstumsfunktion	,023	,608	1	26	,442	-2,098	-,959		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,123	1,124	3	24	,359	,120	-,496	,667	16,989
S-Kurve	,004	,104	1	26	,749	-2,083	,000		
Invers	,005	,133	1	26	,718	,131	2,178E-5		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,023	,608	1	26	,442	,123	-,959		

Tabelle A.145.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Value Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,031	,839	1	26	,368	,124	,001		
Quadratisch	,057	,761	2	25	,478	,129	,002	,000	
Zusammengesetzt	,023	,623	1	26	,437	,119	1,009		
Wachstumsfunktion	,023	,623	1	26	,437	-2,132	,009		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,058	,492	3	24	,691	,127	,002	,000	-2,847E-6
S-Kurve	,001	,026	1	26	,874	-2,085	-,020		
Invers	,001	,034	1	26	,856	,131	-,003		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,023	,623	1	26	,437	,119	,009		

Tabelle A.146.: Kurvenanpassung für den log Median Spread mit unabhängiger Variable Volume Return

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,002	,060	1	26	,808	,130	-,099		
Quadratisch	,003	,037	2	25	,963	,128	-,044	4,203	
Zusammengesetzt	,005	,131	1	26	,720	,123	,321		
Wachstumsfunktion	,005	,131	1	26	,720	-2,098	-1,137		
Logarithmisch	.	.	.	.	.	.	.
Kubisch	,031	,256	3	24	,856	,132	1,200	-26,740	-2338,340
S-Kurve	,070	1,960	1	26	,173	-2,087	,000		
Invers	,065	1,809	1	26	,190	,131	5,890E-5		
Potenzfunktion	.	.	.	.	.	.	.
Exponentiell	,005	,131	1	26	,720	,123	-1,137		

A.2.5. Ergebnisse der multiplen Regression für den Spread 2003

Regression für den Mittelwert des Spreads

Tabelle A.147.: Schrittweises Regressionsverfahren für den Mittelwert des Spreads

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	,001	,003		,438	,665
	Transaktionen/Stückvol.	37,517	1,828	,973	20,528	,000
2	(Konstante)	-,001	,002		-,717	,480
	Transaktionen/Stückvol.	28,568	1,715	,741	16,660	,000
	Wertvol./Stückvol.	,000	,000	,299	6,732	,000
3	(Konstante)	-,017	,004		-4,258	,000
	Transaktionen/Stückvol.	23,865	1,726	,619	13,827	,000
	Wertvol./Stückvol.	,001	,000	,471	8,840	,000
	Amihud 4	,025	,006	,141	4,181	,000
4	(Konstante)	-,023	,005		-5,166	,000
	Transaktionen/Stückvol.	25,057	1,647	,650	15,217	,000
	Wertvol./Stückvol.	,001	,000	,495	10,008	,000
	Amihud 4	,026	,005	,150	4,859	,000
	Stückvol./Transaktionen	2,519E-6	,000	,068	2,376	,027
5	(Konstante)	-,024	,004		-5,748	,000
	Transaktionen/Stückvol.	24,808	1,532	,643	16,189	,000
	Wertvol./Stückvol.	,001	,000	,512	10,988	,000
	Amihud 4	,026	,005	,149	5,174	,000
	Stückvol./Transaktionen	2,467E-6	,000	,067	2,507	,021
	Time Return in 0,01 %	-,036	,017	-,041	-2,097	,049

Tabelle A.148.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler des schrittweisen Regressionsverfahrens für den Mittelwert des Spreads

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,973	,946	,944	,00781583
2	,991	,982	,980	,00463250
3	,995	,990	,989	,00353589
4	,996	,992	,991	,00321300
5	,997	,993	,992	,00298097

Regression für den Median Spread

Tabelle A.149.: Schrittweises Regressionsverfahren für den Median des Spreads

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	-,002	,003		-,900	,377
	Transaktionen/Stückvol.	29,834	1,756	,961	16,993	,000
2	(Konstante)	-,005	,002		-3,211	,004
	Transaktionen/Stückvol.	20,932	1,526	,674	13,718	,000
	Wertvol./Stückvol.	,000	,000	,370	7,525	,000
3	(Konstante)	-,009	,001		-5,821	,000
	Transaktionen/Stückvol.	11,006	2,681	,354	4,105	,000
	Wertvol./Stückvol.	,001	,000	,549	9,527	,000
	Amihud 1	1612,148	391,616	,235	4,117	,000
4	(Konstante)	-,006	,002		-3,492	,002
	Transaktionen/Stückvol.	11,571	2,418	,373	4,786	,000
	Wertvol./Stueckvol.	,001	,000	,567	10,859	,000
	Amihud 1	1512,895	353,803	,220	4,276	,000
	quad. Preisdif.*Wartezeit	-1,023E-5	,000	-,061	-2,509	,020
5	(Konstante)	-,012	,003		-4,360	,000
	Transaktionen/Stückvol.	13,503	2,241	,435	6,024	,000
	Wertvol./Stückvol.	,001	,000	,614	12,518	,000
	Amihud 1	1288,032	321,765	,188	4,003	,001
	quad. Preisdif.*Wartezeit	-1,107E-5	,000	-,066	-3,078	,006
	Stückvol./ Wertvol.	,087	,033	,099	2,689	,014

Tabelle A.150.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler des schrittweisen Regressionsverfahrens für den Median des Spreads

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,961	,923	,920	,007508418
2	,989	,978	,976	,004122324
3	,994	,987	,986	,003167889
4	,995	,990	,989	,002844063
5	,996	,993	,991	,002497632

Regression für den log Spread

Tabelle A.151.: Schrittweises Regressionsverfahren für den log Spread

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	,267	,007		39,012	,000
	ln Liquidity Ratio	-,037	,002	-,974	-20,917	,000
2	(Konstante)	,298	,010		31,258	,000
	ln Liquidity Ratio	-,049	,003	-1,306	-14,185	,000
	Liquidity Ratio (Median)	,000	,000	,363	3,939	,001
3	(Konstante)	,294	,008		36,693	,000
	ln Liquidity Ratio	-,051	,003	-1,352	-17,518	,000
	Liquidity Ratio (Median)	,000	,000	,422	5,410	,000
	relatives Wertvolumen	,006	,002	,107	3,429	,002

Tabelle A.152.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler des schrittweisen Regressionsverfahrens für den log Spread

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,974	,948	,946	,010250
2	,984	,969	,966	,008091
3	,990	,980	,977	,006679

A.2.6. Hauptkomponentenanalyse des Spreads 2003

Hauptkomponentenanalyse für den Mittelwert des Spreads

Tabelle A.153.: Deskriptive Statistiken

	Mittelwert	Standardabweichung	Analyse N
Transaktionen/Stückvolumen	,0013455278	,0008568644	28
Wertvolumen/Stückvolumen	35,11	23,574	28
Amihud 4	,55574504	,182847160	28
Stückvolumen/Transaktionen	1135,39	876,773	28
Time Return in 0,01 %	-,0108946	,05205026	28

Tabelle A.154.: Korrelationsmatrix

		Transaktionen/ Stückvolumen	Wertvolumen/ Stückvolumen	Amihud 4
Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	1,000	,773	-,060
	Wertvolumen/Stückvolumen	,773	1,000	-,533
	Amihud 4	-,060	-,533	1,000
	Stückvolumen/Transaktionen	-,729	-,638	,088
	Time Return in 0,01 %	,316	,319	-,124
Sig. (1-seitig)	Transaktionen/Stückvolumen		,000	,380
	Wertvolumen/Stückvolumen	,000		,002
	Amihud 4	,380	,002	
	Stückvolumen/Transaktionen	,000	,000	,328
	Time Return in 0,01 %	,051	,049	,264

Tabelle A.155.: Korrelationsmatrix (Fortsetzung)

		Stückvolumen/ Transaktionen	Time Return in 0,01 %
Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	-,729	,316
	Wertvolumen/Stückvolumen	-,638	,319
	Amihud 4	,088	-,124
	Stückvolumen/Transaktionen	1,000	-,244
	Time Return in 0,01 %	-,244	1,000
Sig. (1-seitig)	Transaktionen/Stückvolumen	,000	,051
	Wertvolumen/Stückvolumen	,000	,049
	Amihud 4	,328	,264
	Stückvolumen/Transaktionen		,106
	Time Return in 0,01 %	,106	

Tabelle A.156.: KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin		,563
Bartlett-Test auf	Ungefähres Chi-Quadrat	66,845
Sphärizität	df	10
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Tabelle A.157.: Anti-Image-Matrizen

		Transaktionen/ Stückvolumen	Wertvol./ Stückvol.	Amihud 4
Anti-Image-Kovarianz	Transaktionen/Stückvolumen	,203	-,132	-,166
	Wertvolumen/Stückvolumen	-,132	,158	,194
	Amihud 4	-,166	,194	,403
	Stückvolumen/Transaktionen	,099	,051	,045
	Time Return in 0,01 %	-,041	-,023	,014
Anti-Image-Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	,552	-,739	-,580
	Wertvolumen/Stückvolumen	-,739	,542	,767
	Amihud 4	-,580	,767	,249
	Stückvolumen/Transaktionen	,328	,190	,107
	Time Return in 0,01 %	-,097	-,060	,024

Tabelle A.158.: Anti-Image-Matrizen (Fortsetzung)

		Stückvolumen/ Transaktionen	Time Return in 0,01 %
Anti-Image-Kovarianz	Transaktionen/Stückvolumen	,099	-,041
	Wertvolumen/Stückvolumen	,051	-,023
	Amihud 4	,045	,014
	Stückvolumen/Transaktionen	,449	,001
	Time Return in 0,01 %	,001	,886
Anti-Image-Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	,328	-,097
	Wertvolumen/Stückvolumen	,190	-,060
	Amihud 4	,107	,024
	Stückvolumen/Transaktionen	,866	,001
	Time Return in 0,01 %	,001	,953

Tabelle A.159.: Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Transaktionen/Stückvolumen	1,000	,878
Wertvolumen/Stückvolumen	1,000	,904
Amihud 4	1,000	,973
Stückvolumen/Transaktionen	1,000	,776
Time Return in 0,01 %	1,000	,236

Tabelle A.160.: Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	2,695	53,896	53,896	2,695	53,896	53,896
2	1,072	21,437	75,333	1,072	21,437	75,333
3	,841	16,816	92,150			
4	,304	6,081	98,231			
5	,088	1,769	100,000			

Tabelle A.161.: Komponentenmatrix

	Komponenten	
	1	2
Wertvolumen/Stückvolumen	,926	-,216
Transaktionen/Stückvolumen	,879	,324
Stückvolumen/Transaktionen	-,818	-,328
Time Return in 0,01 %	,485	,017
Amihud 4	-,401	,901

Tabelle A.162.: Rotierte Komponentenmatrix

	Komponenten	
	1	2
Transaktionen/Stückvolumen	,937	-,010
Stückvolumen/Transaktionen	-,881	-,016
Wertvolumen/Stückvolumen.	,789	-,531
Time Return in 0,01 %	,460	-,157
Amihud 4	-,054	,985

Tabelle A.163.: Komponententransformationsmatrix

Komponente	1	2
1	,935	-,356
2	,356	,935

Angepasste Hauptkomponentenanalyse für den Mittelwert des Spreads

Tabelle A.164.: Deskriptive Statistiken

	Mittelwert	Standardabweichung	Analyse N
Transaktionen/Stückvolumen	,0013455278	,0008568644	28
Wertvolumen/Stückvolumen	35,11	23,574	28
Stückvolumen/Transaktionen	1135,39	876,773	28
Time Return in 0,01 %	-,0108946	,05205026	28

Tabelle A.165.: Korrelationsmatrix

		Trans- aktionen/ Stückvol.	Wertvol./ Stückvol.	Stückvol./ Trans- aktionen	Time Return in 0,01 %
Korrelation	Transaktionen/Stückvol.	1,000	,773	-,729	,316
	Wertvolumen/Stückvol.	,773	1,000	-,638	,319
	Stückvol./Transaktionen	-,729	-,638	1,000	-,244
	Time Return in 0,01 %	,316	,319	-,244	1,000
Sig. (1-seitig)	Transaktionen/Stückvol.	,000	,000	,000	,051
	Wertvolumen/Stückvol.	,000	,000	,000	,049
	Stückvol./Transaktionen	,000	,000	,000	,106
	Time Return in 0,01 %	,051	,049	,106	

Tabelle A.166.: KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin		,749
Bartlett-Test auf	Ungefähres Chi-Quadrat	45,190
Sphärizität	df	6
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Tabelle A.167.: Anti-Image-Matrizen

		Trans- aktionen/ Stückvol.	Wertvol./ Stückvol.	Stückvol./ Trans- aktionen	Time Return
Anti-Image-Kovarianz	Transaktionen/Stückvol.	,305	-,193	,179	-,053
	Wertvolumen/Stückvol.	-,193	,385	,071	-,072
	Stückvol./Transaktionen	,179	,071	,454	-,001
	Time Return	-,053	-,072	-,001	,886
Anti-Image-Korrelation	Transaktionen/Stückvol.	,687	-,564	,481	-,101
	Wertvolumen/Stückvol.	-,564	,754	,170	-,123
	Stückvol./Transaktionen	,481	,170	,793	-,001
	Time Return	-,101	-,123	-,001	,911

Tabelle A.168.: Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Transaktionen/Stückvolumen	1,000	,842
Wertvolumen/Stückvolumen	1,000	,784
Stückvolumen/Transaktionen	1,000	,724
Time Return in 0,01 %	1,000	,240

Tabelle A.169.: Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	2,591	64,775	64,775	2,591	64,775	64,775
2	,843	21,064	85,838			
3	,361	9,014	94,852			
4	,206	5,148	100,000			

Tabelle A.170.: Komponentenmatrix

	Komponente 1
Transaktionen/Stückvolumen	,918
Wertvolumen/Stückvolumen	,886
Stückvolumen/Transaktionen	-,851
Time Return in 0,01 %	,490

Hauptkomponentenanalyse für den Median Spread

Tabelle A.171.: Deskriptive Statistiken

	Mittelwert	Standardabweichung	Analyse N
Transaktionen/Stückvolumen	,0013455278	,0008568644	28
Wertvolumen/Stückvolumen	35,11	23,574	28
Amihud 1	,0000062401	,0000038617	28
quad. Preisdifferenz*Wartezeit	352,4361	165,04815	28
Stückvolumen/Wertvolumen	,0439119025	,0294997172	28

Tabelle A.172.: Korrelationsmatrix

		Transaktionen/ Stückvolumen	Wertvolumen/ Stückvolumen	Amihud 1
Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	1,000	,773	,784
	Wertvolumen/Stückvolumen	,773	1,000	,311
	Amihud 1	,784	,311	1,000
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit	,414	,471	,174
	Stückvolumen/Wertvolumen	-,733	-,839	-,315
Sig. (1-seitig)	Transaktionen/Stückvolumen	,000	,000	,000
	Wertvolumen/Stückvolumen	,000	,054	,054
	Amihud 1	,000	,054	,054
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit	,014	,006	,188
	Stückvolumen/Wertvolumen	,000	,000	,051

Tabelle A.173.: Korrelationsmatrix (Fortsetzung)

		quad.Preisdifferenz* Wartezeit	Stückvolumen/ Wertvolumen
Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	,414	-,733
	Wertvolumen/Stückvolumen	,471	-,839
	Amihud 1	,174	-,315
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit	1,000	-,392
	Stückvolumen/Wertvolumen	-,392	1,000
Sig. (1-seitig)	Transaktionen/Stückvolumen	,014	,000
	Wertvolumen/Stückvolumen	,006	,000
	Amihud 1	,188	,051
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit		,020
	Stückvolumen/Wertvolumen	,020	

Tabelle A.174.: KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin		,624
Bartlett-Test auf	Ungefähres Chi-Quadrat	105,831
Sphärizität	df	10
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Tabelle A.175.: Anti-Image-Matrizen

		Transaktionen/ Stückvolumen	Wertvol./ Stückvol.	Amihud 1
Anti-Image-Kovarianz	Transaktionen/Stückvolumen	,065	-,065	-,091
	Wertvolumen/Stückvolumen	-,065	,156	,088
	Amihud 1	-,091	,088	,154
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit	-,033	-,039	,042
	Stückvolumen/Wertvolumen	,046	,066	-,056
Anti-Image-Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	,578	-,651	-,910
	Wertvolumen/Stückvolumen	-,651	,651	,568
	Amihud 1	-,910	,568	,403
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit	-,151	-,112	,124
	Stückvolumen/Wertvolumen	,354	,331	-,282

Tabelle A.176.: Anti-Image-Matrizen (Fortsetzung)

		quad.Preisdifferenz* Wartezeit	Stückvolumen/ Wertvolumen
Anti-Image-Kovarianz	Transaktionen/Stückvolumen	-,033	,046
	Wertvolumen/Stückvolumen	-,039	,066
	Amihud 1	,042	-,056
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit	,760	-,0281
	Stückvolumen/Wertvolumen	-,028	,256
Anti-Image-Korrelation	Transaktionen/Stückvolumen	-,151	,354
	Wertvolumen/Stückvolumen	-,112	,331
	Amihud 1	,124	-,282
	quad. Preisdifferenz*Wartezeit	,914	-,063
	Stückvolumen/Wertvolumen	-,063	,824

Tabelle A.177.: Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Transaktionen/Stückvolumen	1,000	,898
Wertvolumen/Stückvolumen	1,000	,787
Amihud 1	1,000	,410
quad. Preisdifferenz*Wartezeit	1,000	,336
Stückvolumen/Wertvolumen	1,000	,740

Tabelle A.178.: Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	3,172	63,431	63,431	3,172	63,431	63,431
2	,959	19,181	82,612			
3	,668	13,365	95,977			
4	,160	3,206	99,183			
5	,041	,817	100,000			

Tabelle A.179.: Komponentenmatrix

	Komponente 1
Transaktionen/Stückvolumen	,948
Wertvolumen/Stückvolumen	,887
Stückvolumen/Wertvolumen	-,860
Amihud 1	,641
quad. Preisdifferenz*Wartezeit	,580

Angepasste Hauptkomponentenanalyse für den Median Spread

Tabelle A.180.: Deskriptive Statistiken

	Mittelwert	Standardabweichung	Analyse N
Transaktionen/Stückvolumen	,0013455278	,0008568644	28
Wertvolumen/Stückvolumen	35,11	23,574	28
quad. Preisdifferenz*	352,4361	165,04815	28
Wartezeit			
Stückvolumen/Wertvolumen	,0439119025	,0294997172	28

Tabelle A.181.: Korrelationsmatrix

		Transaktionen/ Stückvolumen	Wertvol./ Stückvol.	quad. Preisdifferenz* Wartezeit	Stückvol./ Wertvol.
Korrelation	Transaktionen/Stückvol.	1,000	,773	,414	-,733
	Wertvolumen/Stückvol.	,773	1,000	,471	-,839
	quad. Preisdifferenz*	,414	,471	1,000	-,392
	Wartezeit				
	Stückvol./Wertvolumen	-,733	-,839	-,392	1,000
Sig. (1-seitig)	Transaktionen/Stückvol.		,000	,014	,000
	Wertvolumen/Stückvol.	,000		,006	,000
	quad. Preisdifferenz*	,014	,006		,020
	Wartezeit				
	Stückvol./Wertvolumen	,000	,000	,020	

Tabelle A.182.: KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin		,783
Bartlett-Test auf	Ungefähres Chi-Quadrat	60,789
Sphärizität	df	6
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Tabelle A.183.: Anti-Image-Matrizen

		Trans- aktionen/ Stückvol.	Wertvol./ Stückvol.	quad. Preis- differenz* Wartezeit	Stückvol./ Wertvol.
Anti-Image-Kovarianz	Transaktionen/Stückvol.	,375	-,116	-,050	,079
	Wertvolumen/Stückvol.	-,116	,230	-,094	,157
	quad. Preisdifferenz*	-,050	-,094	,771	-,014
	Wartezeit				
	Stückvol./Wertvolumen	,079	,157	-,014	,278
Anti-Image-Korrelation	Transaktionen/Stückvol.	,854	-,393	-,094	,246
	Wertvolumen/Stückvol.	-,393	,720	-,223	,622
	quad. Preisdifferenz*	-,094	-,223	,902	-,029
	Wartezeit				
	Stückvol./Wertvolumen	,246	,622	-,029	,757

Tabelle A.184.: Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
Transaktionen/Stückvolumen	1,000	,781
Wertvolumen/Stückvolumen	1,000	,872
quad. Preisdifferenz*	1,000	,390
Wartezeit		
Stückvolumen/Wertvolumen	1,000	,814

Tabelle A.185.: Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	2,857	71,429	71,429	2,857	71,429	71,429
2	,711	17,775	89,203			
3	,280	6,991	96,194			
4	,152	3,806	100,000			

Tabelle A.186.: Komponentenmatrix

	Komponente 1
Wertvolumen/Stückvolumen	,934
Stückvolumen/ Wertvolumen	-,902
Transaktionen/Stückvolumen	,884
quad. Preisdifferenz*	
Wartezeit	,624

Hauptkomponentenanalyse für den log Spread

Tabelle A.187.: Deskriptive Statistiken

	Mittelwert	Standardabweichung	Analyse N
ln Liquidity Ratio	3,751425996	1,173490316	26
Liquidity Ratio (Median)	76,35	76,955	26
relatives Wertvolumen	1,536255341	,8376553659	26

Tabelle A.188.: Korrelationsmatrix

		ln Liquidity Ratio	Liquidity Ratio Median	relatives Wertvolumen
Korrelation	ln Liquidity Ratio	1,000	,917	-,078
	Liquidity Ratio (Median)	,917	1,000	-,159
	relatives Wertvolumen	-,078	-,159	1,000
Sig. (1-seitig)	ln Liquidity Ratio		,000	,353
	Liquidity Ratio (Median)		,000	,002
	relatives Wertvolumen		,219	

Tabelle A.189.: KMO- und Bartlett-Test

Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin		,486
Bartlett-Test auf	Ungefähres Chi-Quadrat	43,864
Sphärizität	df	3
	Signifikanz nach Bartlett	,000

Tabelle A.190.: Anti-Image-Matrizen

		ln Liquidity Ratio	Liquidity Ratio (Median)	relatives Wertvolumen
Anti-Image-Kovarianz	ln Liquidity Ratio	,154	-,141	-,066
	Liquidity Ratio (Median)	-,141	,151	,083
	relatives Wertvolumen	-,066	-,083	,946
Anti-Image-Korrelation	ln Liquidity Ratio	,492	-,919	-,173
	Liquidity Ratio (Median)	-,919	,492	,220
	relatives Wertvolumen	-,173	-,220	,285

Tabelle A.191.: Kommunalitäten

	Anfänglich	Extraktion
ln Liquidity Ratio	1,000	,933
Liquidity Ratio (Median)	1,000	,954
relatives Wertvolumen	1,000	,059

Tabelle A.192.: Erklärte Gesamtvarianz

Komponente	Anfängliche Eigenwerte			Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion		
	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %	Gesamt	% der Varianz	Kumulierte %
1	1,947	64,887	64,887	1,947	64,887	64,887
2	,974	32,466	93,353			
3	,079	2,647	100,000			

Tabelle A.193.: Komponentenmatrix

	Komponente 1
Liquidity Ratio (Median)	,977
ln Liquidity Ratio	,966
relatives Wertvolumen	-,243

A.2.7. Ergebnisse der wöchentlichen Regressionen für den Mittelwert Spread in 2003 Regression für Woche 1

Tabelle A.194.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 1

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,920	,846	,840	1,84855

Tabelle A.195.: Regressionsergebnisse für Woche 1

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,372	,646		,575	,570
	Tradesize ⁻¹	4311,765	360,283	,920	11,968	,000

Regression für Woche 11

Tabelle A.196.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 11

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,962	,925	,922	1,09612

Tabelle A.197.: Regressionsergebnisse für Woche 11

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,305	,358		,852	,402
	Tradesize ⁻¹	3604,755	201,601	,962	17,881	,000

Regression für Woche 21

Tabelle A.198.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 21

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,976	,952	,950	,72426

Tabelle A.199.: Regressionsergebnisse für Woche 21

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,173	,247		,700	,490
	Tradesize ⁻¹	3339,659	147,354	,976	22,664	,000

Regression für Woche 31

Tabelle A.200.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 31

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,962	,925	,922	,84595

Tabelle A.201.: Regressionsergebnisse für Woche 31

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,285	,294		,969	,341
	Tradesize ⁻¹	3369,514	187,800	,962	17,942	,000

Regression für Woche 41

Tabelle A.202.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 41

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,947	,896	,892	,92396

Tabelle A.203.: Regressionsergebnisse für Woche 41

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,415	,339		1,224	,232
	Tradesize ⁻¹	3513,913	234,255	,947	15,000	,000

Regression für Woche 51

Tabelle A.204.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler der linearen Regression von Woche 51

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,972	,944	,942	,53734

Tabelle A.205.: Regressionsergebnisse für Woche 51

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,225	,190		1,185	,247
	Tradesize ⁻¹	2688,062	127,988	,972	21,002	,000

A.2.8. Ergebnisse der jährlichen Regression für den Spread 2007

Es folgen die jährlichen logarithmierten Regressionen für den Spread (Durchschnitt) in 2007 für verschiedene Stichproben und unterschiedliche unabhängige Variablen.

Spreadregression mit unabhängiger Variable Tradesize für den DAX

Tabelle A.206.: Koeffizienten der Regression für den DAX

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	8,673	,305		28,455	,000
	ln Tradesize	-,815	,036	-,975	-22,702	,000

Tabelle A.207.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den DAX

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,975	,950	,948	,16808

Spreadregression mit unabhängiger Variable Tradesize für den MDAX

Tabelle A.208.: Koeffizienten der Regression für den MDAX

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	11,508	,311		37,022	,000
	ln Tradesize	-1,147	,052	-,962	-22,215	,000

Tabelle A.209.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,962	,925	,923	,2147805686

Spreadregression mit unabhängiger Variable Tradesize für den SDAX

Tabelle A.210.: Koeffizienten der Regression für den SDAX

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	11,965	,513		23,316	,000
	ln Tradesize	-1,172	,086	-,902	-13,681	,000

Tabelle A.211.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,902	,813	,809	,4015139818

Spreadregression mit unabhängiger Variable Tradesize für den TecDAX

Tabelle A.212.: Koeffizienten der Regression für den TecDAX

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	11,594	,395		29,383	,000
	ln Tradesize	-1,160	,063	-,966	-18,427	,000

Tabelle A.213.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den TecDAX

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,966	,934	,931	,2285076512

Spreadregression mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Amivest-Maß)

Tabelle A.214.: Koeffizienten der Regression bei unabhängiger Variable Liquidity Ratio

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	293,586	67,490		4,350	,000
	ln Liquidity Ratio	-15,667	5,500	-,474	-2,849	,000

Tabelle A.215.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler bei unabhängiger Variable Liquidity Ratio

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,474	,474	,197	29,821

Spreadregression mit unabhängiger Variable Dow Jones

Tabelle A.216.: Koeffizienten der Regression bei unabhängiger Variable Dow Jones

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-137,689	140,490		-,980	,337
	Tradesize ⁻¹	115882,517	27736,570	,657	4,178	,000

Tabelle A.217.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler bei unabhängiger Variable Dow Jones

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,657	,431	,407	245,62904

A.2.9. Ergebnisse der wöchentlichen Regressionen für den Spread in 2007

Wöchentliche Regressionen des Spreads mit der unabhängigen Variable Tradesize

Es folgt eine Auswahl der wöchentlichen logarithmierten Regressionen für den DAX-Spread in 2007 mit der unabhängigen Variable Tradesize.

Regression für Woche 1

Tabelle A.218.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 1

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,922	,850	,844	,32093656

Tabelle A.219.: Koeffizienten der Regression für Woche 1

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	11,150	,512		21,764	,000
	ln Tradesize	-,929	,075	-,922	-12,368	,000

Regression für Woche 11

Tabelle A.220.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 11

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,952	,906	,903	,26539051

Tabelle A.221.: Koeffizienten der Regression für Woche 11

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	12,052	,432		27,919	,000
	ln Tradesize	-1,001	,062	-,952	-16,174	,000

Regression für Woche 21

Tabelle A.222.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 21

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,933	,871	,866	,33965460

Tabelle A.223.: Koeffizienten der Regression für Woche 21

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	12,172	,515		23,650	,000
	ln Tradesize	-1,039	,077	-,933	-13,509	,000

Regression für Woche 31

Tabelle A.224.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 31

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,944	,891	,887	,25029174

Tabelle A.225.: Koeffizienten der Regression für Woche 31

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	11,624	,429		27,105	,000
	ln Tradesize	-,949	,064	-,944	-14,885	,000

Regression für Woche 41

Tabelle A.226.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 41

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,891	,794	,787	,33645833

Tabelle A.227.: Koeffizienten der Regression für Woche 41

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	10,366	,533		19,431	,000
	ln Tradesize	-,807	,079	-,891	-10,207	,000

Regression für Woche 51

Tabelle A.228.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Woche 51

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,940	,883	,879	,27349408

Tabelle A.229.: Koeffizienten der Regression für Woche 51

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	11,399	,445		25,593	,000
	ln Tradesize	-,944	,066	-,940	-14,265	,000

Wöchentliche Regressionen des Spreads mit der unabhängigen Variable Liquidity Ratio

Im Folgenden ist eine Auswahl der wöchentlichen Regressionsergebnisse des Log Spreads für die unabhängigen Variablen Liquidity Ratio (Mittelwert) und Liquidity Ratio (Median) dargestellt, die mithilfe der Kurvenanpassung erzielt wurden.

Tabelle A.230.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 1

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,308	11,598	1	26	,002	207,275	-,634		
Quadratisch	,528	13,970	2	25	,000	236,924	-1,879	,005	
Zusammengesetzt	,388	16,492	1	26	,000	197,187	,996		
Aufbaufunktion	,388	16,492	1	26	,000	5,284	-,004		
Logarithmisch	,579	35,743	1	26	,000	313,125	-43,097		
Kubisch	,580	11,070	3	24	,000	258,492	3,839	,029	-5,968E-5
S-förmig	,563	33,431	1	26	,000	4,822	3,528		
Invers	,555	32,435	1	26	,000	123,361	667,430		
Potenzfunktion	,659	50,308	1	26	,000	353,706	-,241		
Exponentiell	,388	16,492	1	26	,000	197,187	-,004		

Tabelle A.231.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 11

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,598	38,672	1	26	,000	228,178	-1,278		
Quadratisch	,760	39,495	2	25	,000	259,675	-3,843	,023	
Zusammengesetzt	,696	59,393	1	26	,000	225,131	,993		
Aufbaufunktion	,696	59,393	1	26	,000	5,417	-,007		
Logarithmisch	,815	114,921	1	26	,000	323,591	-47,356		
Kubisch	,803	32,643	3	24	,000	279,366	-6,478	,083	,000
S-förmig	,705	62,035	1	26	,000	4,878	2,912		
Invers	,743	75,125	1	26	,000	130,381	556,161		
Potenzfunktion	,862	161,845	1	26	,000	376,498	-,262		
Exponentiell	,696	59,393	1	26	,000	225,131	-,007		

Tabelle A.232.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 31

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,452	21,411	1	26	,000	137,334	-,109		
Quadratisch	,686	27,361	2	25	,000	156,808	-,343	,000	
Zusammengesetzt	,542	30,816	1	26	,000	133,193	,999		
Aufbaufunktion	,542	30,816	1	26	,000	4,892	-,001		
Logarithmisch	,786	95,680	1	26	,000	244,027	-28,346		
Kubisch	,734	22,082	3	24	,000	166,289	-,568	,001	-5,482E-7
S-förmig	,748	77,151	1	26	,000	4,371	14,635		
Invers	,819	117,296	1	26	,000	77,607	1771,116		
Potenzfunktion	,823	121,126	1	26	,000	337,385	-,251		
Exponentiell	,542	30,816	1	26	,000	133,193	-,001		

Tabelle A.233.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Mittelwert) für Woche 51

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,505	26,537	1	26	,000	96,294	-,053		
Quadratisch	,571	16,649	2	25	,000	105,726	-,150	9,396E-5	
Zusammengesetzt	,632	44,678	1	26	,000	94,687	,999		
Aufbaufunktion	,632	44,678	1	26	,000	4,551	-,001		
Logarithmisch	,568	34,211	1	26	,000	162,402	-16,424		
Kubisch	,574	10,799	3	24	,000	108,172	-,195	,000	-9,269E-8
S-förmig	,473	23,370	1	26	,000	4,064	20,840		
Invers	,452	21,480	1	26	,000	59,397	1651,336		
Potenzfunktion	,654	49,121	1	26	,000	224,847	-,217		
Exponentiell	,632	44,678	1	26	,000	94,687	-,001		

Tabelle A.234.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 1

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,308	11,598	1	26	,002	207,275	-,634		
Quadratisch	,528	13,970	2	25	,000	236,924	-1,879	,005	
Zusammengesetzt	,388	16,492	1	26	,000	197,187	,996		
Aufbaufunktion	,388	16,492	1	26	,000	5,284	-,004		
Logarithmisch	,579	35,743	1	26	,000	313,125	-43,097		
Kubisch	,580	11,070	3	24	,000	258,492	3,839	,029	-5,968E-5
S-förmig	,563	33,431	1	26	,000	4,822	3,528		
Invers	,555	32,435	1	26	,000	123,361	667,430		
Potenzfunktion	,659	50,308	1	26	,000	353,706	-,241		
Exponentiell	,388	16,492	1	26	,000	197,187	-,004		

Tabelle A.235.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 11

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,598	38,672	1	26	,000	228,178	-1,278		
Quadratisch	,760	39,495	2	25	,000	259,675	-3,843	,023	
Zusammengesetzt	,696	59,393	1	26	,000	225,131	,993		
Aufbaufunktion	,696	59,393	1	26	,000	5,417	-,007		
Logarithmisch	,815	114,921	1	26	,000	323,591	-47,356		
Kubisch	,803	32,643	3	24	,000	279,366	-6,478	,083	,000
S-förmig	,705	62,035	1	26	,000	4,878	2,912		
Invers	,743	75,125	1	26	,000	130,381	556,161		
Potenzfunktion	,862	161,845	1	26	,000	376,498	-,262		
Exponentiell	,696	59,393	1	26	,000	225,131	-,007		

Tabelle A.236.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 31

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,534	29,853	1	26	,000	172,161	-,403		
Quadratisch	,725	32,981	2	25	,000	198,297	-1,123	,002	
Zusammengesetzt	,631	44,547	1	26	,000	169,687	,997		
Aufbaufunktion	,631	44,547	1	26	,000	5,134	-,003		
Logarithmisch	,710	63,763	1	26	,000	280,112	-37,222		
Kubisch	,798	31,520	3	24	,000	218,329	-2,145	,011	-1,623E-5
S-förmig	,387	16,382	1	26	,000	4,633	5,020		
Invers	,391	16,678	1	26	,000	109,479	660,556		
Potenzfunktion	,747	76,620	1	26	,000	388,822	-,292		
Exponentiell	,631	44,547	1	26	,000	169,687	-,003		

Tabelle A.237.: Kurvenanpassung des Log Spread mit unabhängiger Variable Liquidity Ratio (Median) für Woche 51

Gleichung	Modellübersicht					Parameterschätzungen			
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,452	21,460	1	26	,000	138,087	-,128		
Quadratisch	,699	29,045	2	25	,000	156,092	-,361	,000	
Zusammengesetzt	,518	27,911	1	26	,000	135,108	,999		
Aufbaufunktion	,518	27,911	1	26	,000	4,906	-,001		
Logarithmisch	,852	149,615	1	26	,000	236,874	-26,645		
Kubisch	,802	32,304	3	24	,000	172,563	-,760	,002	-1,321E-6
S-förmig	,506	26,607	1	26	,000	4,598	5,256		
Invers	,601	39,101	1	26	,000	100,552	700,095		
Potenzfunktion	,857	155,562	1	26	,000	300,369	-,219		
Exponentiell	,518	27,911	1	26	,000	135,108	-,001		

A.2.10. Ergebnisse der täglichen Regressionen für den Spread in 2007

Im Folgenden findet man einen Auszug der täglichen Ergebnisse der logarithmierten Regression mit unabhängiger Variable Tradesize. Insgesamt lagen im Jahr 2007 248 Handelstage vor.

Spreadregression für Handelstag 2

Tabelle A.238.: Koeffizienten der Regression für Tag 2

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	8,183	,502		16,301	,000
	ln Tradesize	-,785	,059	-,930	-13,423	,000

Tabelle A.239.: Bestimmtheitsmaße für Standardfehler für Tag 2

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,930	,866	,861	,2861645

Spreadregression für Handelstag 50

Tabelle A.240.: Koeffizienten der Regression für Tag 50

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	8,813	,559		15,761	,000
	ln Tradesize	-,825	,066	-,921	-12,515	,000

Tabelle A.241.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 50

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,921	,848	,843	,3557812

Spreadregression für Handelstag 100

Tabelle A.242.: Koeffizienten der Regression für Tag 100

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	8,419	,644		13,082	,000
	ln Tradesize	-,785	,077	-,887	-10,167	,000

Tabelle A.243.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 100

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,887	,787	,779	,4204165

Spreadregression für Handelstag 150

Tabelle A.244.: Koeffizienten der Regression für Tag 150

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	7,804	,413		18,876	,000
	ln Tradesize	-,704	,049	-,939	-14,469	,000

Tabelle A.245.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 150

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,939	,882	,878	,2460928

Spreadregression für Handelstag 200

Tabelle A.246.: Koeffizienten der Regression für Tag 200

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	7,598	,454		16,745	,000
	ln Tradesize	-,701	,053	-,927	-13,118	,000

Tabelle A.247.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 200

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,927	,860	,855	,2851951

Spreadregression für Handelstag 248

Tabelle A.248.: Koeffizienten der Regression für Tag 248

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	8,174	,558		14,659	,000
	ln Tradesize	-,776	,068	-,908	-11,461	,000

Tabelle A.249.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für Tag 248

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,908	,824	,818	,339352

A.2.11. Ergebnisse der Regressionen im Zeitraum 2013/2014

DAX-Ergebnisse

Tabelle A.250.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den DAX im Gesamtzeitraum

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,739	,547	,531	,0211632292

Tabelle A.251.: Ergebnisse der Regression für den DAX im Gesamtzeitraum

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressions- koeffizientB	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,004	,008		-,506	,617
	Tradesize ⁻¹	10,485	1,804	,739	5,811	,000

Zudem wurde für den Zeitraum 2013/2014 noch eine Kurvenanpassung für den DAX-Spread mit unabhängiger Variable Tradesize durchgeführt. Für jedes betrachtete Zeitintervall ist die jeweils beste Kurvenanpassung die *Potenzfunktion*. Nur diese ist im Folgenden dargestellt.

Tabelle A.252.: Kurvenanpassung mit unabhängiger Variable Tradesize mittels der Potenzfunktion

Periode	Modellübersicht					Parameterschätzungen	
	R-Quadrat	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1
Gesamt	,742	80,653	1	28	,000	5,268	-,918
Woche 2	,788	100,255	1	27	,000	4,366	-,902
Woche 10	,752	81,919	1	27	,000	5,939	-,920
Woche 18	,723	70,479	1	27	,000	3,889	-,872
Woche 26	,700	62,851	1	27	,000	3,085	-,855
Tag 10	,722	72,819	1	28	,000	5,850	-,958
Tag 40	,756	86,877	1	28	,000	5,767	-,931
Tag 70	,687	61,401	1	28	,000	5,702	-,923
Tag 100	,650	51,950	1	28	,000	3,053	-,825

MDAX-Ergebnisse**Regression für den Gesamtzeitraum**

Tabelle A.253.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX im Gesamtzeitraum

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,938	,880	,878	,0378438047

Tabelle A.254.: Ergebnisse der Regression für den MDAX im Gesamtzeitraum

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,039	,008		-4,628	,000
	Tradesize ⁻¹	17,645	,949	,938	18,587	,000

Regression für Woche 2

Tabelle A.255.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 2

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,958	,917	,916	,0254553075

Tabelle A.256.: Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 2

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,015	,005		-2,770	,008
	Tradesize ⁻¹ W2	11,319	,496	,958	22,835	,000

Regression für Woche 10

Tabelle A.257.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 10

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,923	,852	,848	,0400615794

Tabelle A.258.: Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 10

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,022	,009		-2,590	,013
	Tradesize ⁻¹ W10	17,372	1,058	,923	16,425	,000

Regression für Woche 18

Tabelle A.259.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 18

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,859	,738	,732	,0544226067

Tabelle A.260.: Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 18

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,044	,014		-3,225	,002
	Tradesize ⁻¹ W18	17,763	1,545	,859	11,493	,000

Regression für Woche 26

Tabelle A.261.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX in Woche 26

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,944	,891	,889	,0304819530

Tabelle A.262.: Ergebnisse der Regression für den MDAX in Woche 26

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,018	,006		-2,757	,008
	Tradesize ⁻¹ W26	13,468	,686	,944	19,622	,000

Regression für Tag 10

Tabelle A.263.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 10

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,884	,781	,776	,0398067781

Tabelle A.264.: Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 10

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,020	,009		-2,295	,026
	Tradesize ⁻¹ T10	13,636	1,054	,884	12,931	,000

Regression für Tag 40

Tabelle A.265.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 40

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,860	,740	,734	,0426950399

Tabelle A.266.: Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 40

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,013	,010		-1,277	,208
	Tradesize ⁻¹ T40	12,887	1,115	,860	11,562	,000

Regression für Tag 70

Tabelle A.267.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 70

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,892	,796	,792	,0655673141

Tabelle A.268.: Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 70

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,068	,015		-4,579	,000
	Tradesize ⁻¹ T70	21,458	1,584	,892	13,550	,000

Regression für Tag 100

Tabelle A.269.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den MDAX an Tag 100

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,850	,723	,717	,0805581989

Tabelle A.270.: Ergebnisse der Regression für den MDAX an Tag 100

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,047	,017		-2,783	,008
	Tradesize ⁻¹ T100	18,754	1,694	,850	11,069	,000

SDAX-Ergebnisse

Regression für den Gesamtzeitraum

Tabelle A.271.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX im Gesamtzeitraum

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,874	,764	,758	,1015468000

Tabelle A.272.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX im Gesamtzeitraum

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,011	,022		,521	,605
	Tradesize ⁻¹	18,374	1,613	,874	11,388	,000

Regression für Woche 2

Tabelle A.273.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 2

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,773	,597	,587	,1337860155

Tabelle A.274.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX in Woche 2

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,030	,029		1,047	,302
	Tradesize ⁻¹ W2	15,844	2,085	,773	7,601	,000

Regression für Woche 10

Tabelle A.275.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 10

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,870	,756	,750	,1079768600

Tabelle A.276.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX in Woche 10

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,003	,023		,143	,887
	Tradesize ⁻¹ W10	19,690	1,789	,870	11,006	,000

Regression für Woche 18

Tabelle A.277.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 18

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,775	,600	,590	,1127125780

Tabelle A.278.: Ergebnisse der Regression für den SDAX in Woche 18

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,035	,025		1,375	,177
	Tradesize ⁻¹ W18	15,053	1,968	,775	7,648	,000

Regression für Woche 26

Tabelle A.279.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX in Woche 26

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,833	,694	,686	,1081885019

Tabelle A.280.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX in Woche 26

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,045	,022		2,015	,051
	Tradesize ⁻¹ W26	12,449	1,325	,833	9,395	,000

Regression für Tag 10

Tabelle A.281.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 10

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,783	,612	,602	,1324403437

Tabelle A.282.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 10

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,041	,027		1,506	,140
	Tradesize ⁻¹ T10	10,199	1,299	,783	7,848	,000

Regression für Tag 40

Tabelle A.283.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 40

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,829	,688	,679	,1108038797

Tabelle A.284.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 40

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,009	,024		,365	,717
	Tradesize ⁻¹ T40	18,929	2,043	,829	9,263	,000

Regression für Tag 70

Tabelle A.285.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 70

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,876	,796	,762	,1057399283

Tabelle A.286.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 70

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	-,001	,024		-,035	,972
	Tradesize ⁻¹ T70	18,974	1,672	,876	11,351	,000

Regression für Tag 100

Tabelle A.287.: Bestimmtheitsmaße und Standardfehler für den SDAX an Tag 100

Modell	R	R-Quadrat	korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,752	,565	,554	,1314459145

Tabelle A.288.: Ergebnisse der Regression für den Gesamtzeitraum für den SDAX an Tag 100

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1	Konstante	,028	,030		,942	,352
	Tradesize ⁻¹ T100	15,084	2,119	,752	7,117	,000

A.3. Bilder

Abbildung A.1.: Orderanzahl vs. Spread

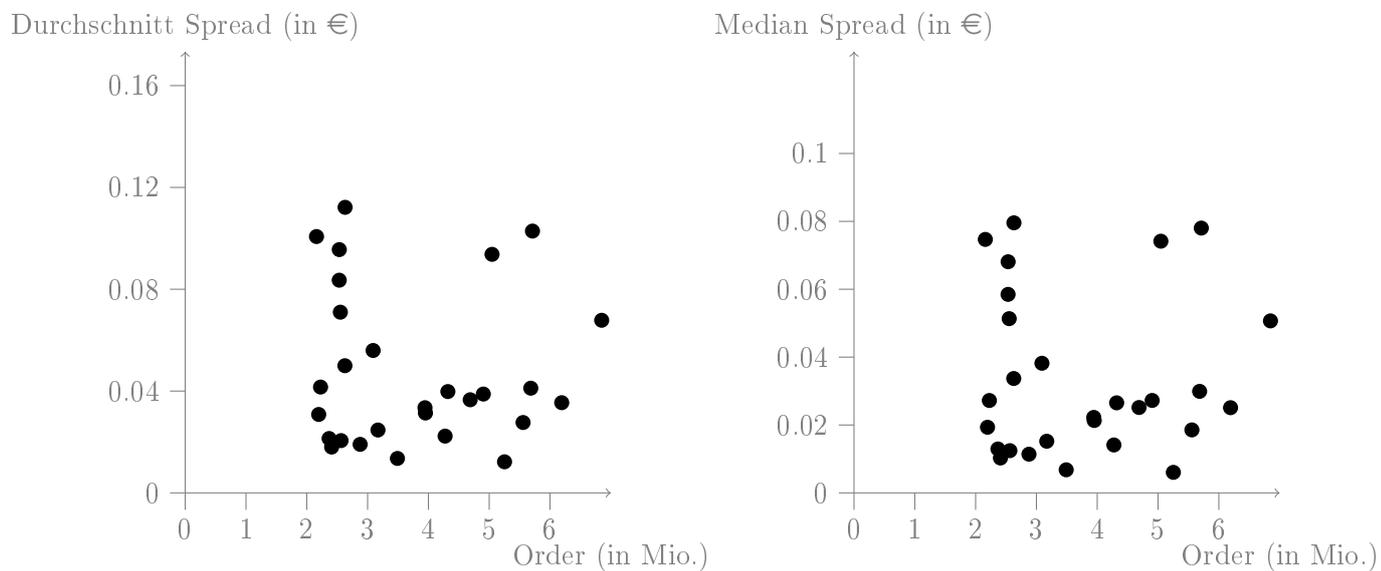


Abbildung A.2.: Orderanzahl vs. log Median Spread

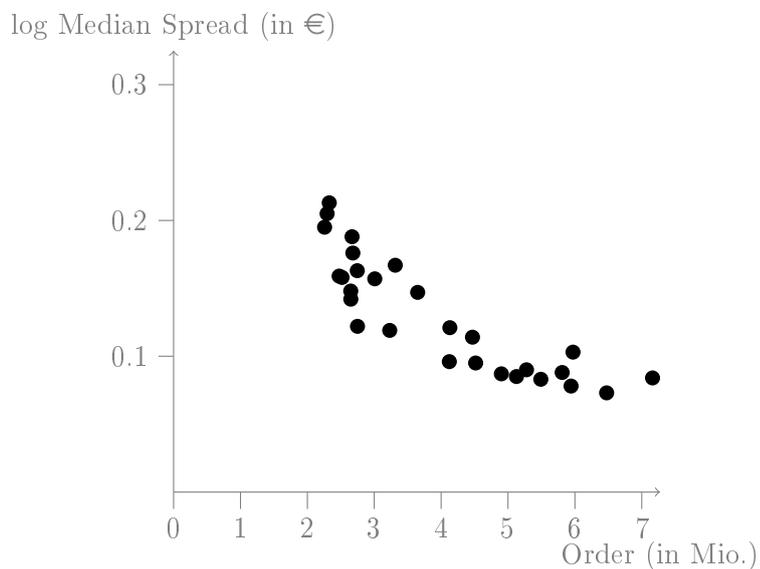


Abbildung A.3.: Stückvolumen vs. Spread

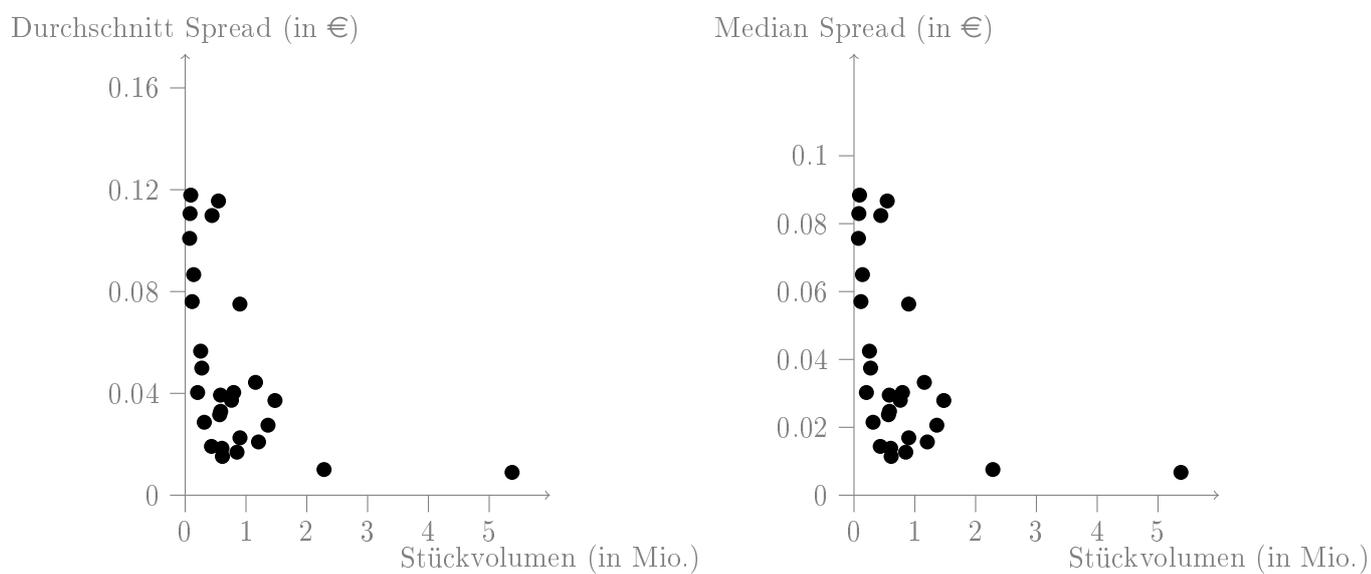


Abbildung A.4.: Stückvolumen vs. log Median Spread

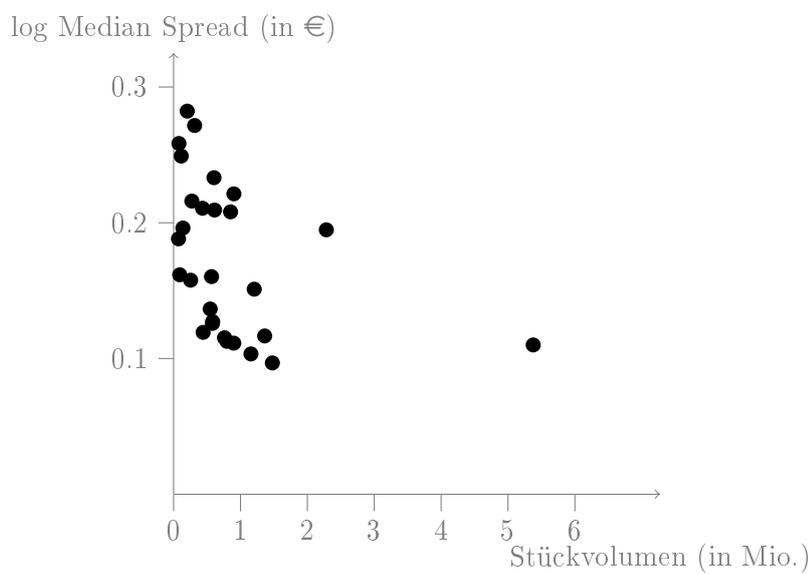


Abbildung A.5.: Transaktionen vs. Spread

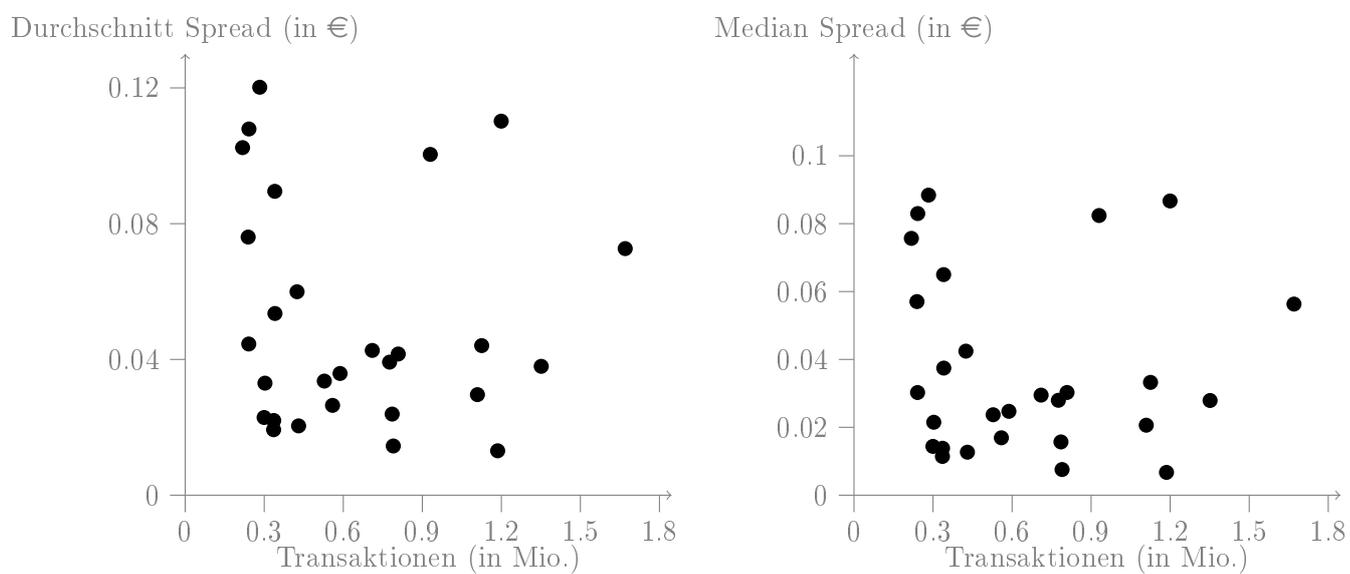


Abbildung A.6.: Transaktionen vs. log Median Spread

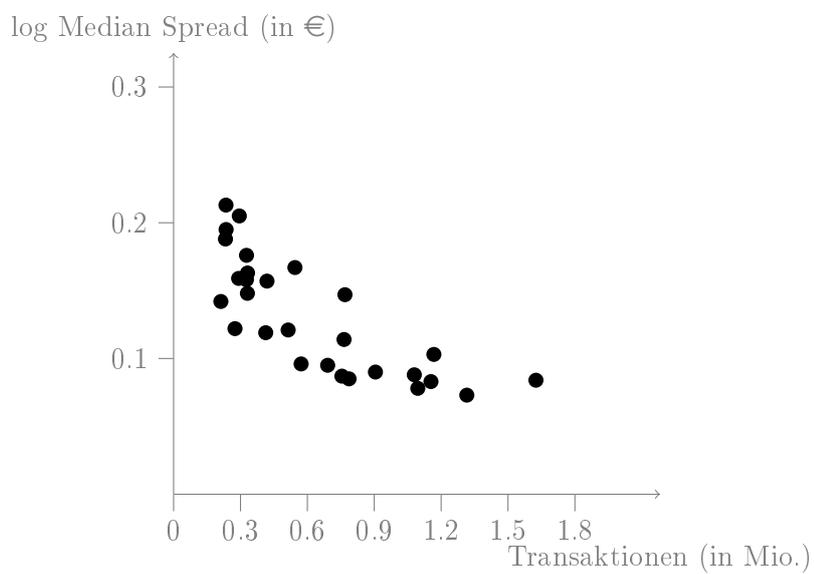


Abbildung A.7.: Umsatz in € vs. Spread

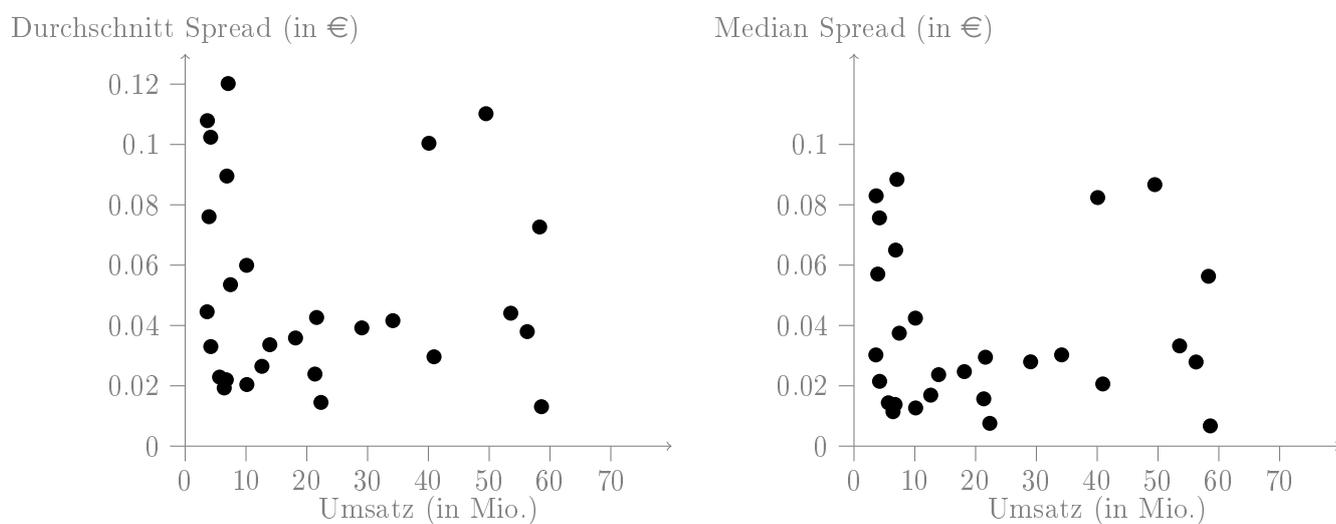


Abbildung A.8.: Umsatz in € vs. log Median Spread

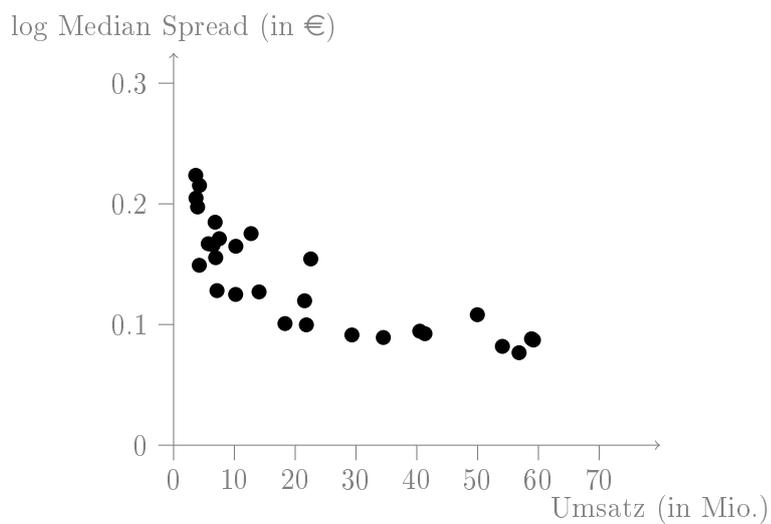


Abbildung A.9.: Relatives Wertvolumen in Prozent vs. Spread

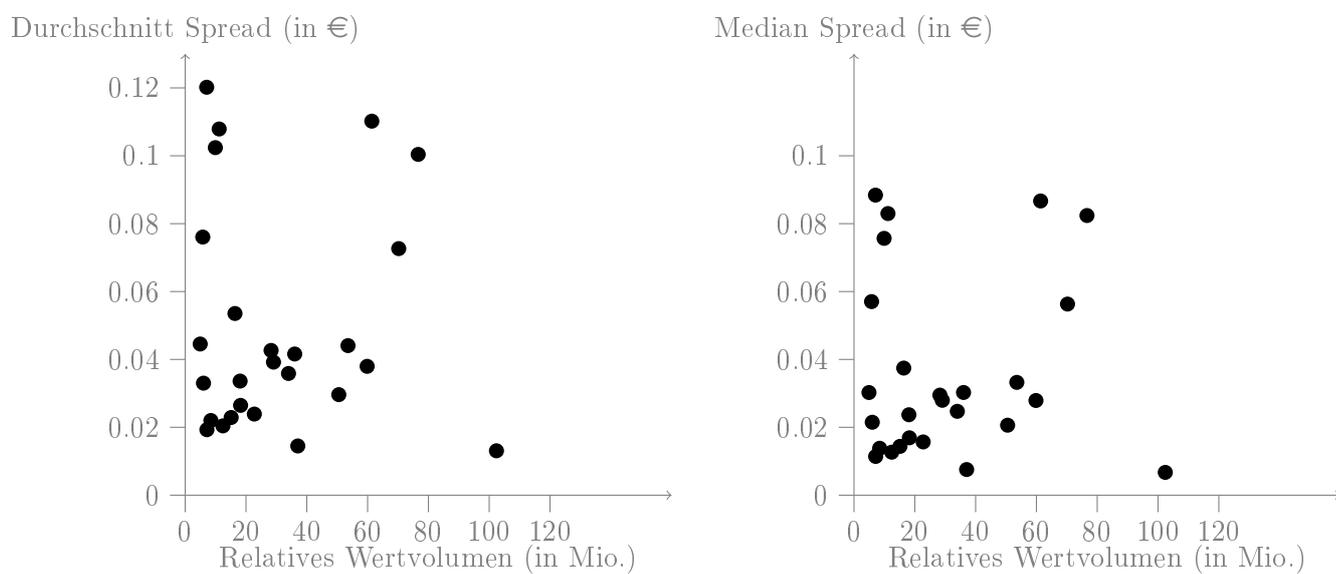


Abbildung A.10.: Relatives Wertvolumen in Prozent vs. log Median Spread

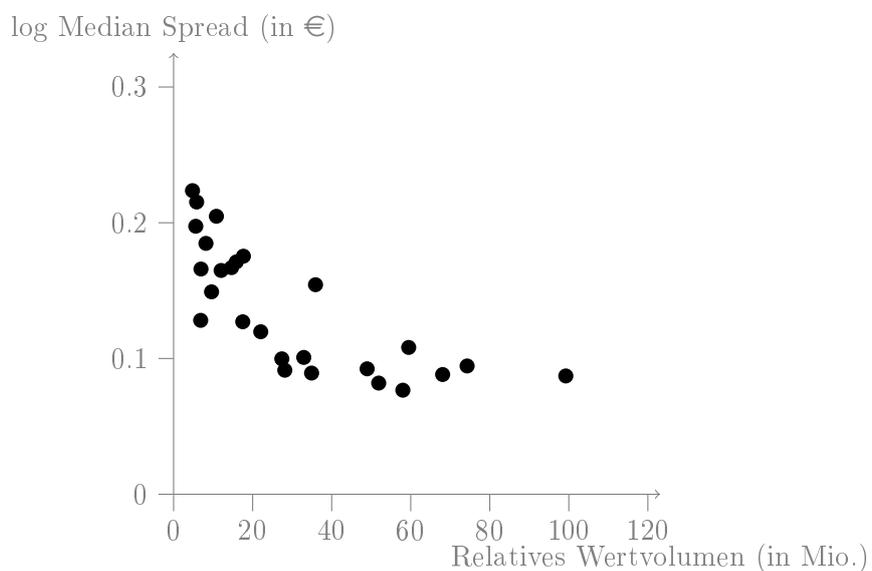


Abbildung A.11.: Relatives Wertvolumen vs. Spread

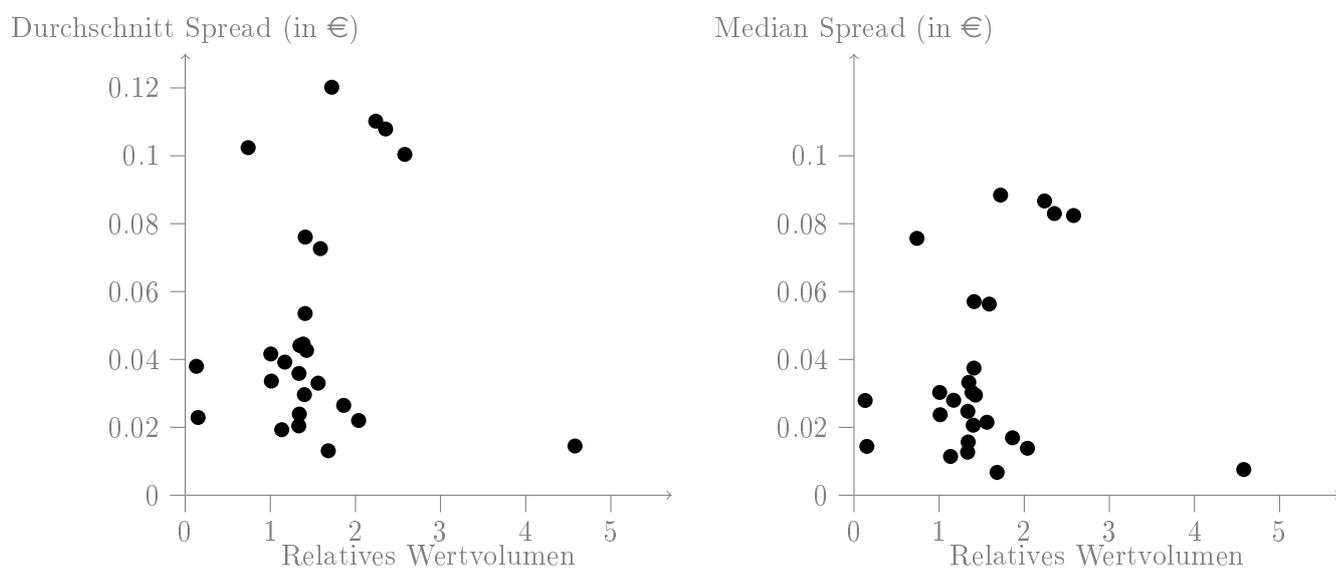


Abbildung A.12.: Relatives Wertvolumen vs. log Median Spread

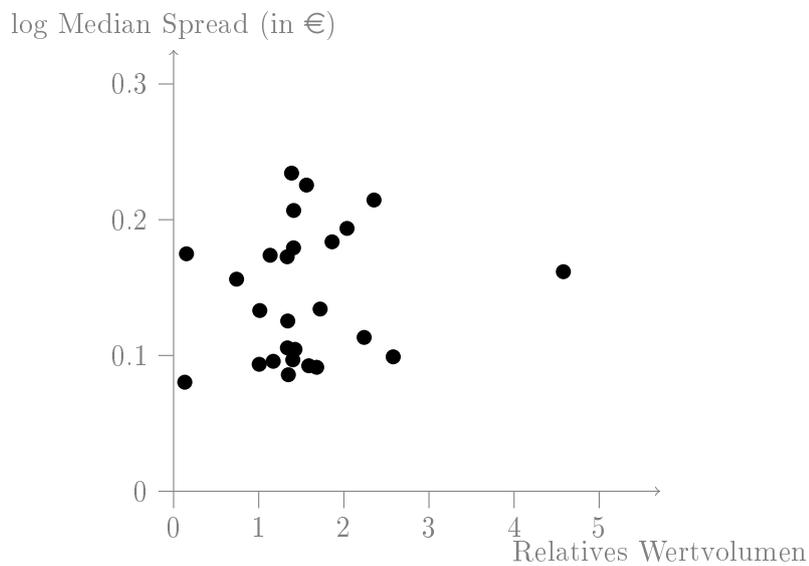


Abbildung A.13.: Inverses relatives Wertvolumen vs. Spread

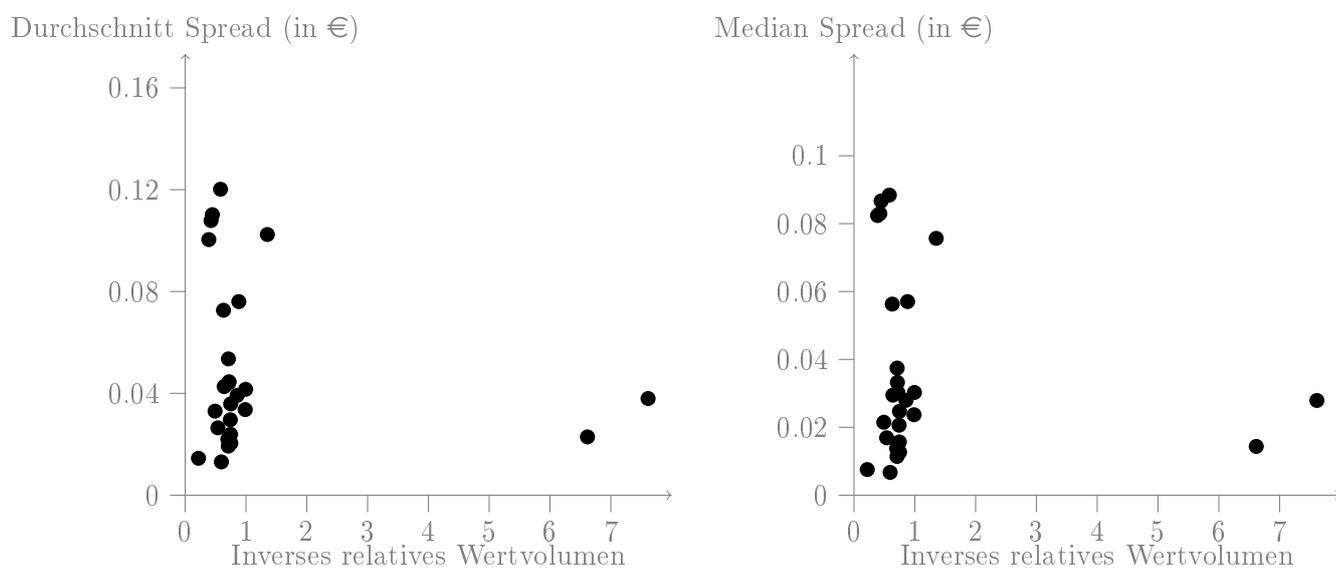


Abbildung A.14.: Inverses relatives Wertvolumen vs. log Median Spread

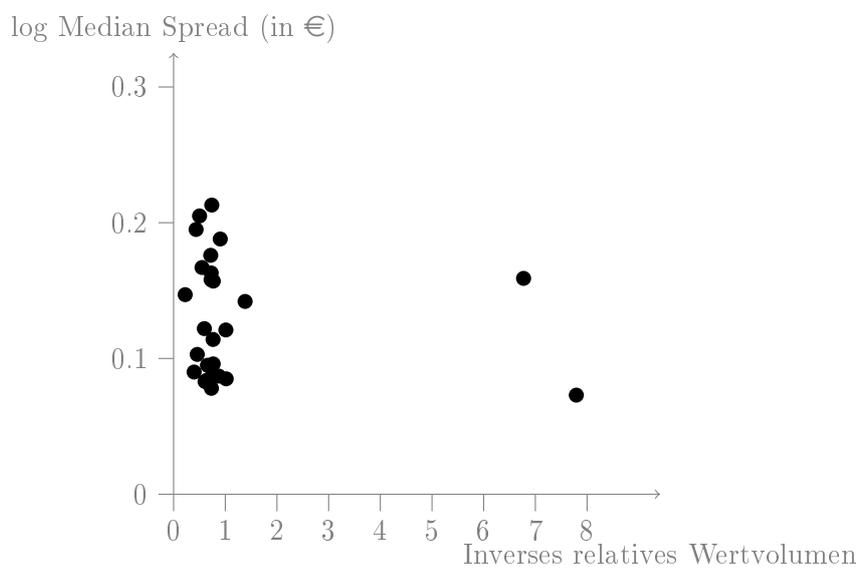


Abbildung A.15.: Relatives Wertvolumen zu Stückvolumen vs. Spread

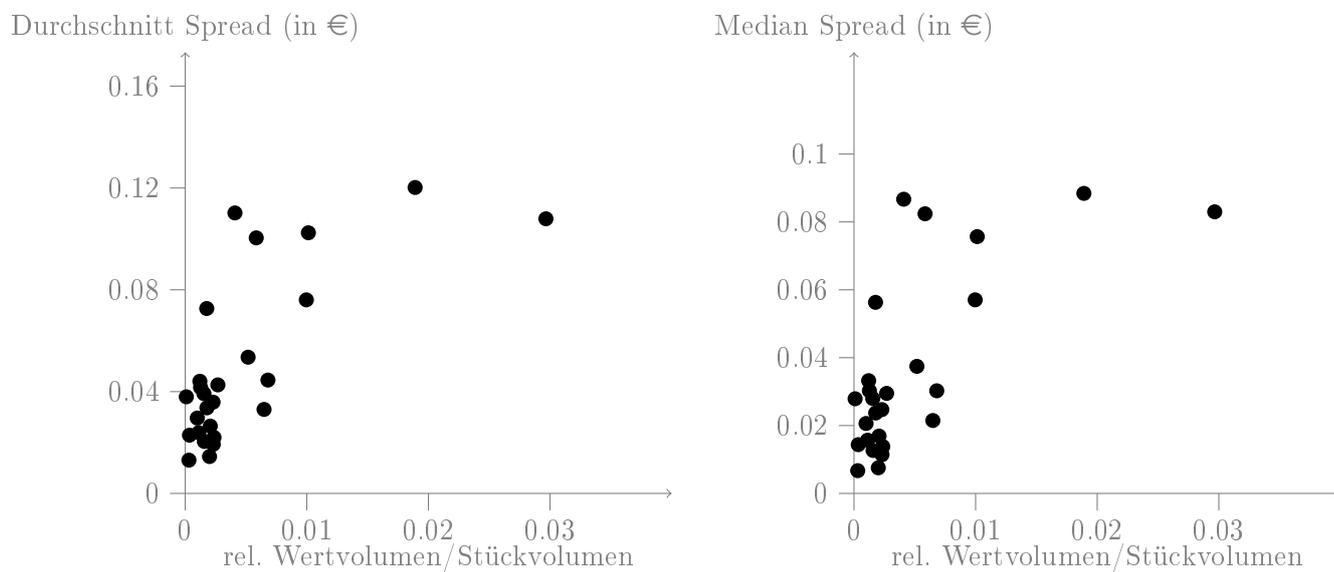


Abbildung A.16.: Relatives Wertvolumen zu Stückvolumen vs. log Median Spread

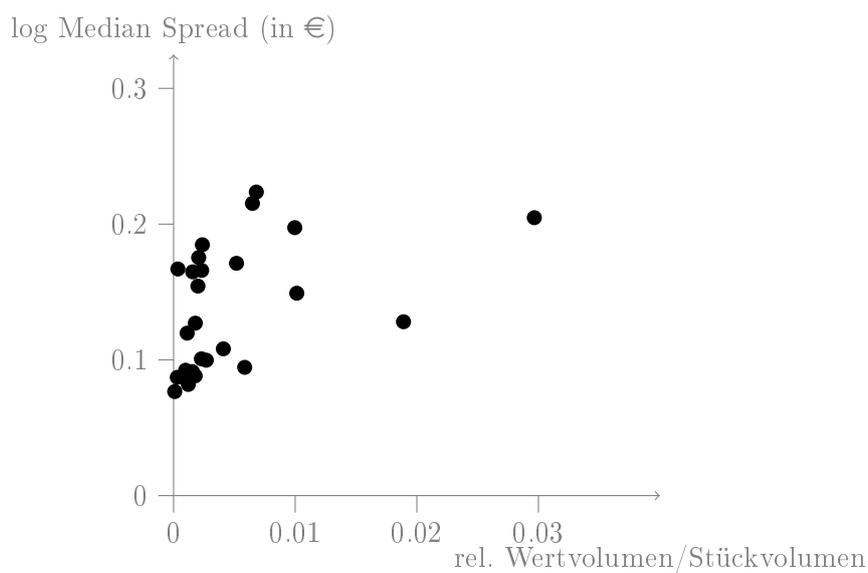


Abbildung A.17.: Relatives Wertvolumen zu Transaktionen vs. Spread

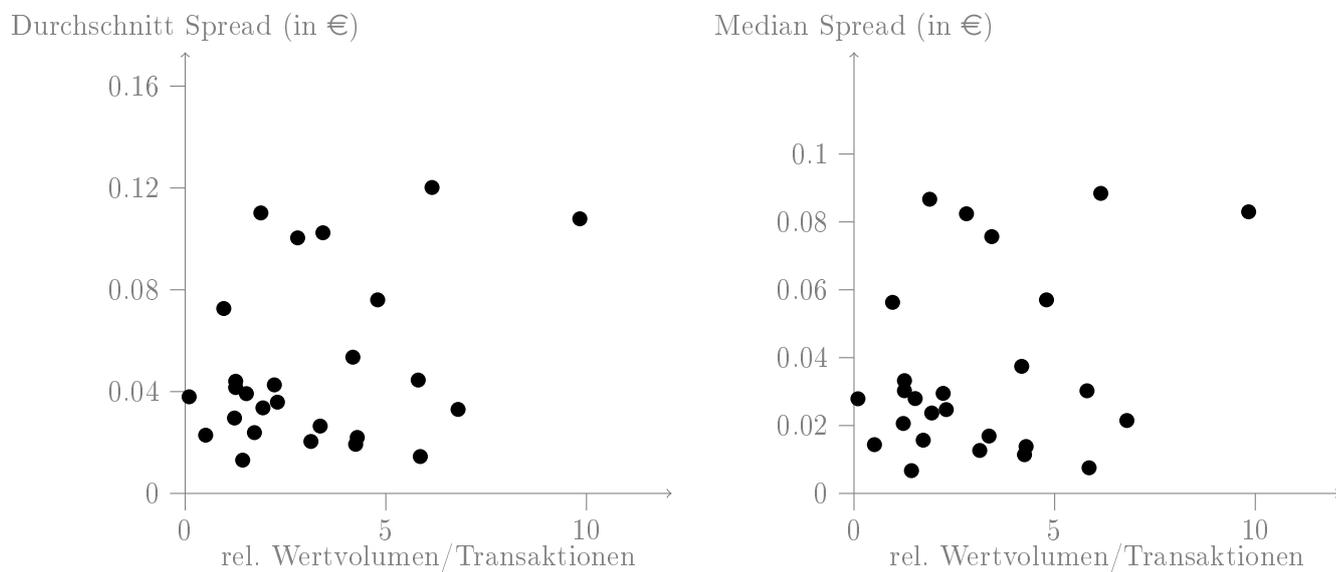


Abbildung A.18.: Relatives Wertvolumen zu Transaktionen vs. log Median Spread

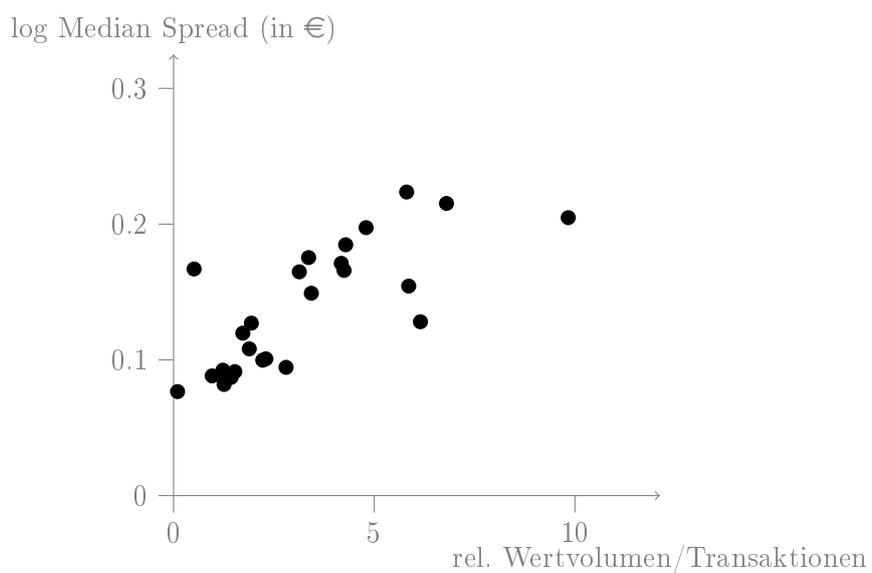


Abbildung A.19.: Relatives Wertvolumen zu Wertvolumen vs. Spread

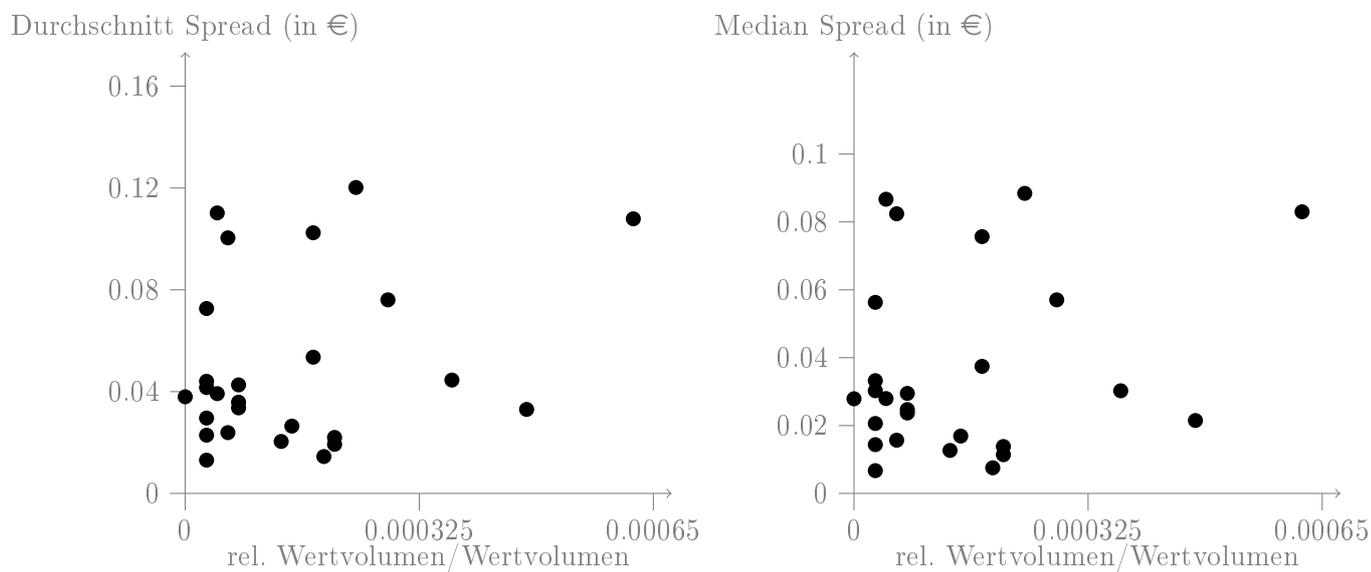


Abbildung A.20.: Relatives Wertvolumen zu Wertvolumen vs. log Median Spread

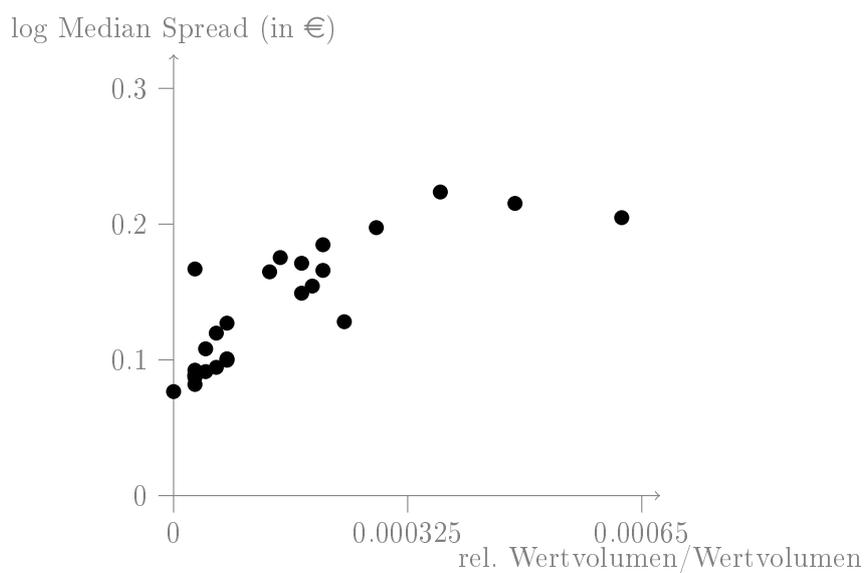


Abbildung A.21.: Stückvolumen zu rel. Wertvolumen vs. Spread

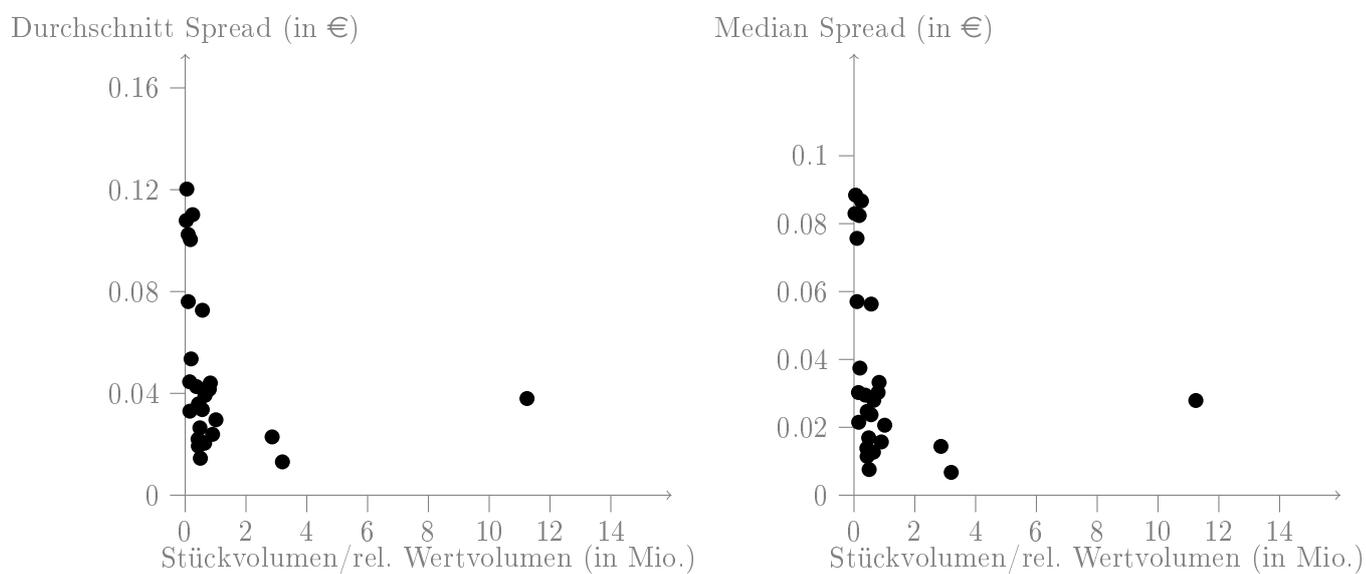


Abbildung A.22.: Stückvolumen zu rel. Wertvolumen vs. log Median Spread

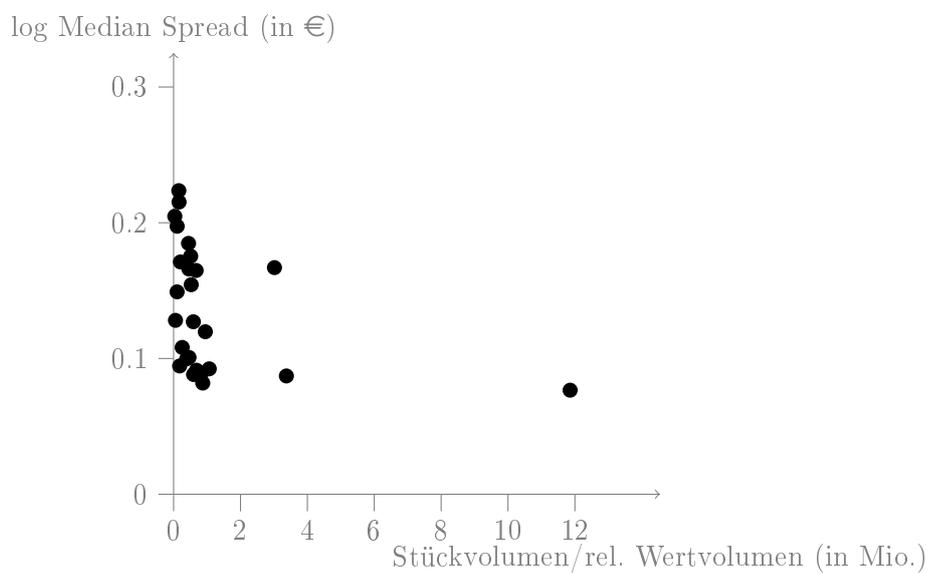


Abbildung A.23.: Stückvolumen zu Transaktionen vs. Spread

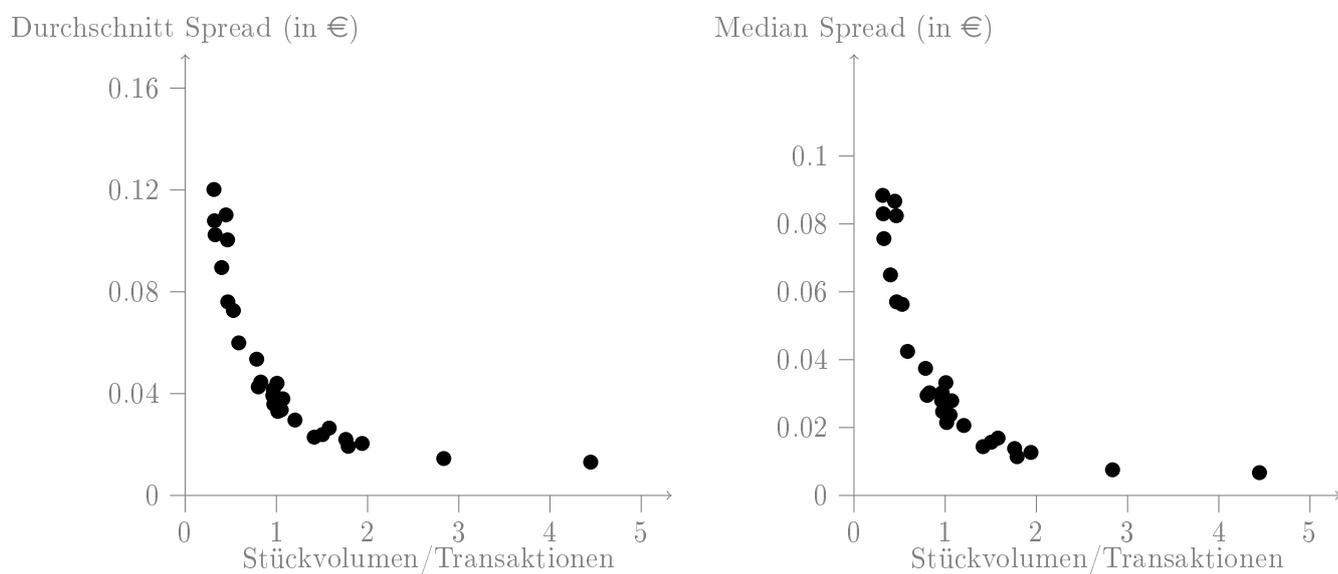


Abbildung A.24.: Stückvolumen zu Transaktionen vs. log Median Spread

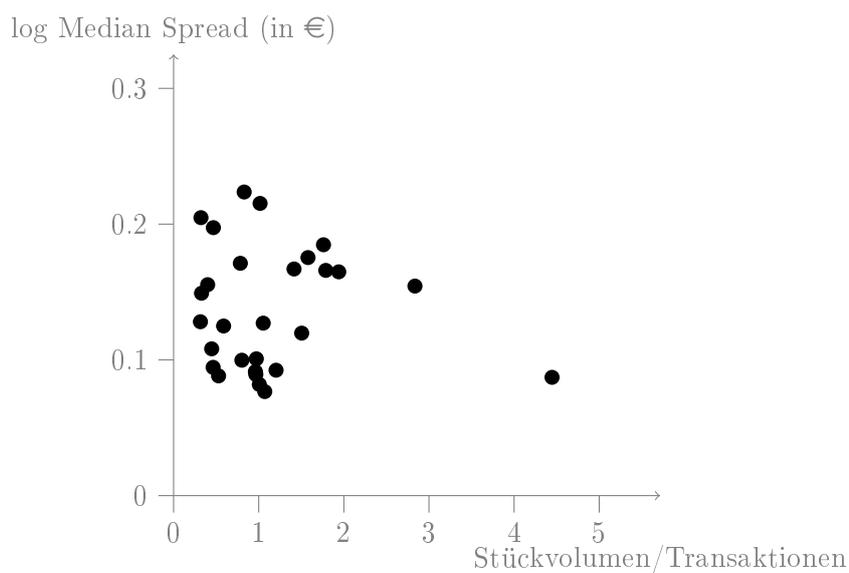


Abbildung A.25.: Stückvolumen zu Wertvolumen vs. Spread

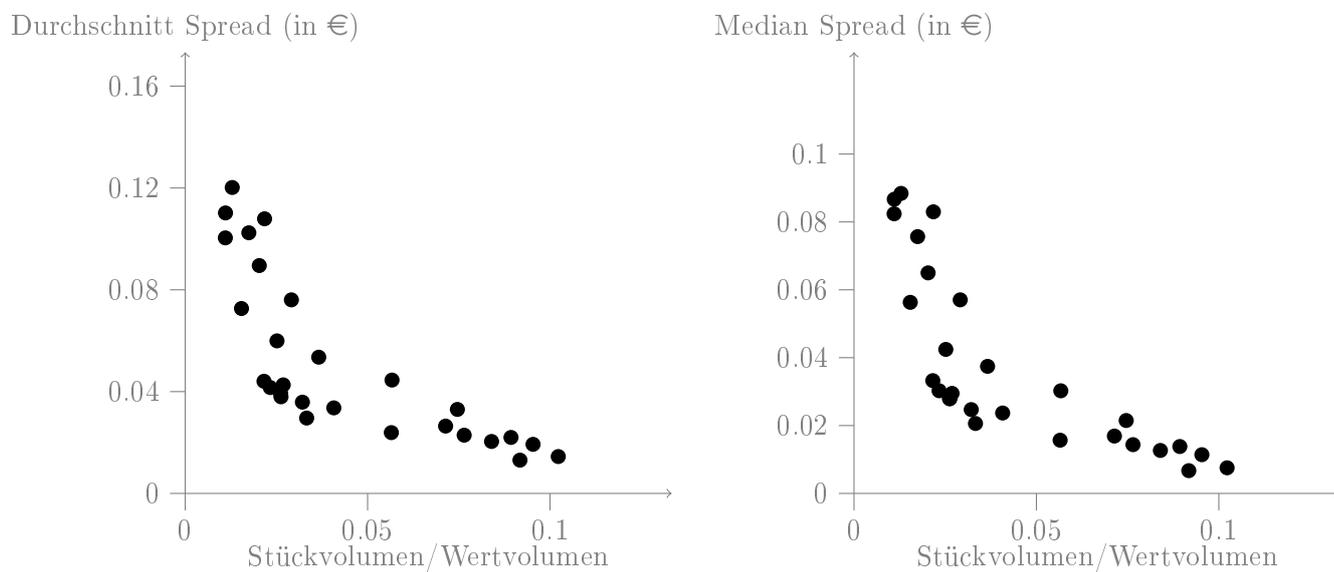


Abbildung A.26.: Stückvolumen zu Wertvolumen vs. log Median Spread

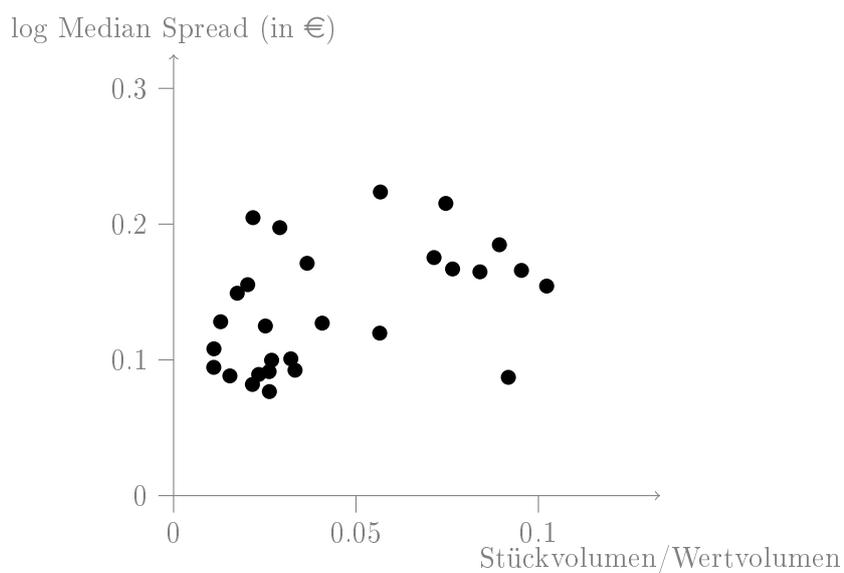


Abbildung A.27.: Transaktionen zu rel. Wertvolumen vs. Spread

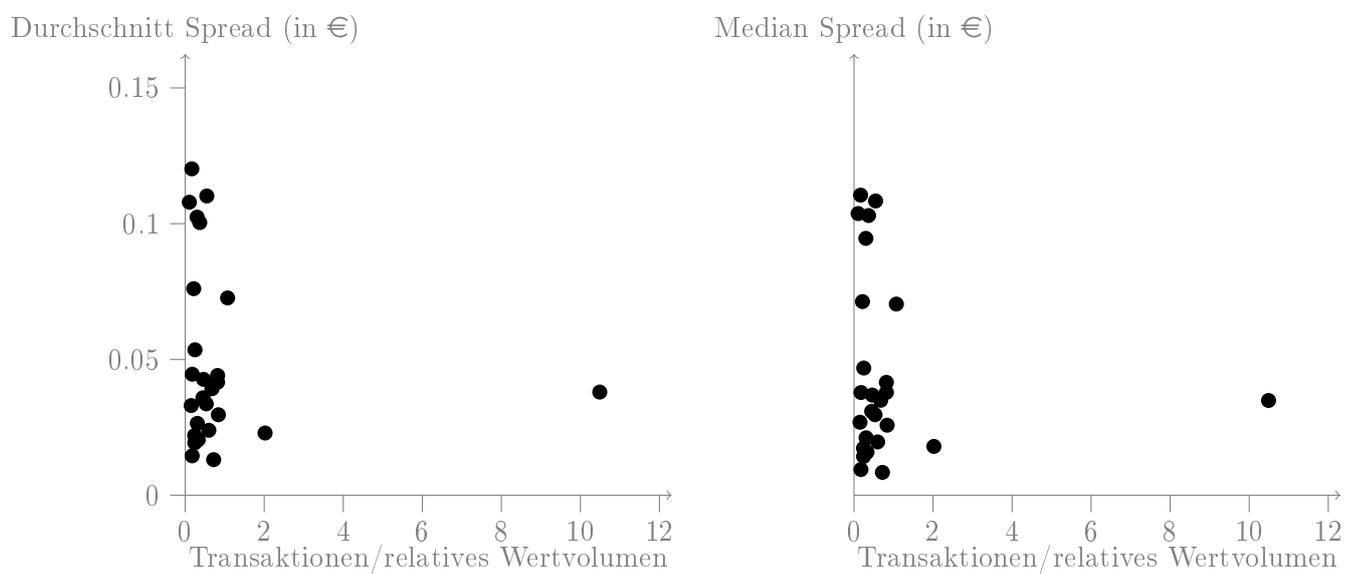


Abbildung A.28.: Transaktionen zu rel. Wertvolumen vs. log Median Spread

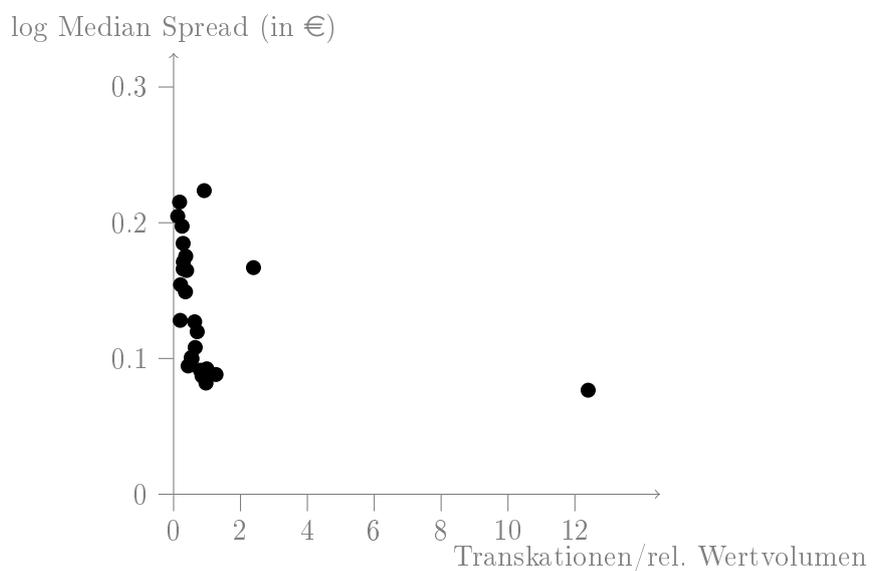


Abbildung A.29.: Transaktionen zu Stückvolumen vs. Spread

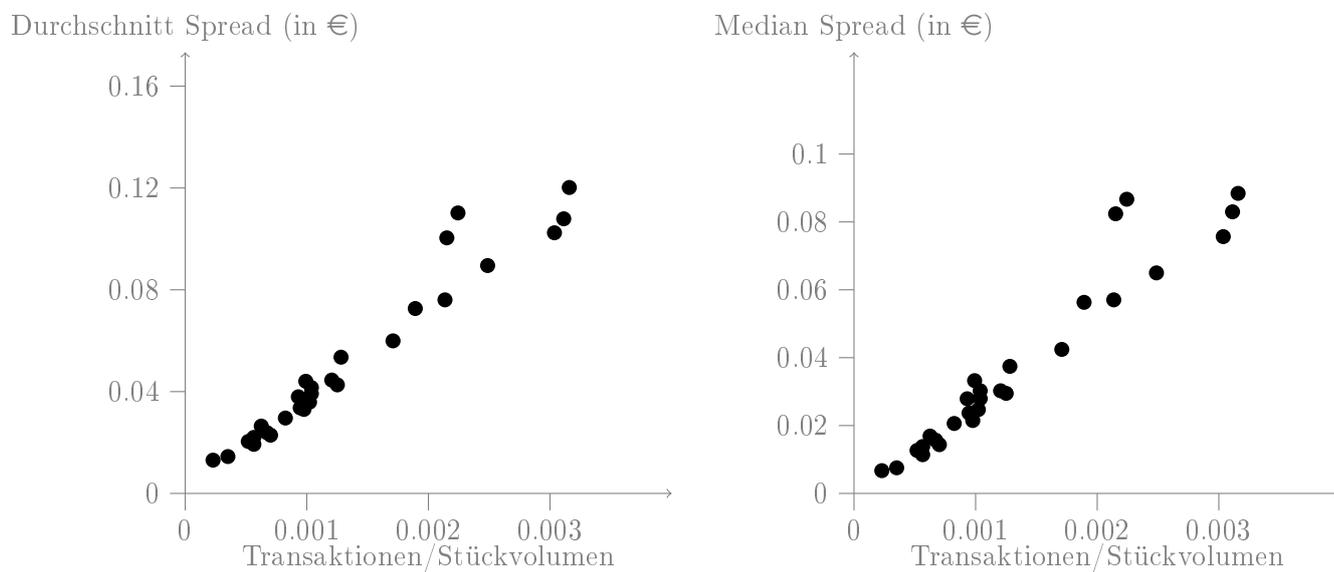


Abbildung A.30.: Transaktionen zu Stückvolumen vs. log Median Spread

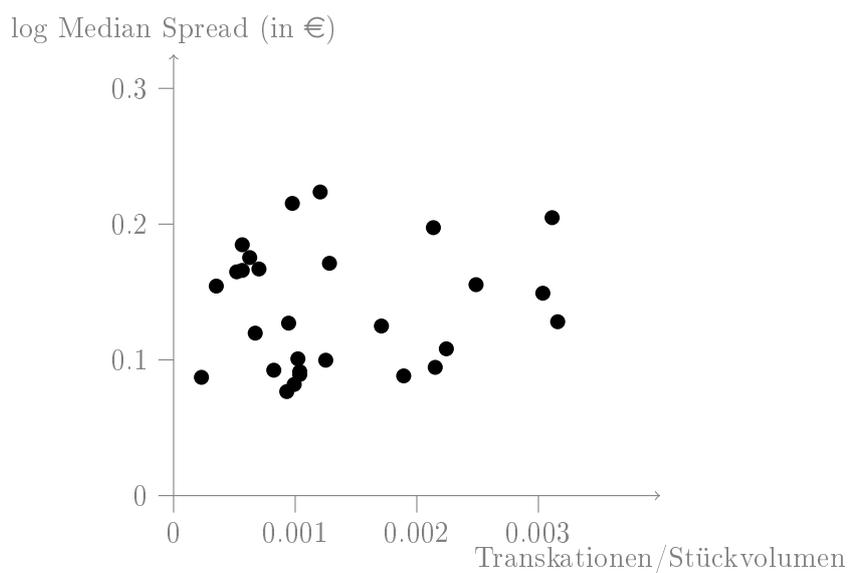


Abbildung A.31.: Transaktionen zu Wertvolumen vs. Spread

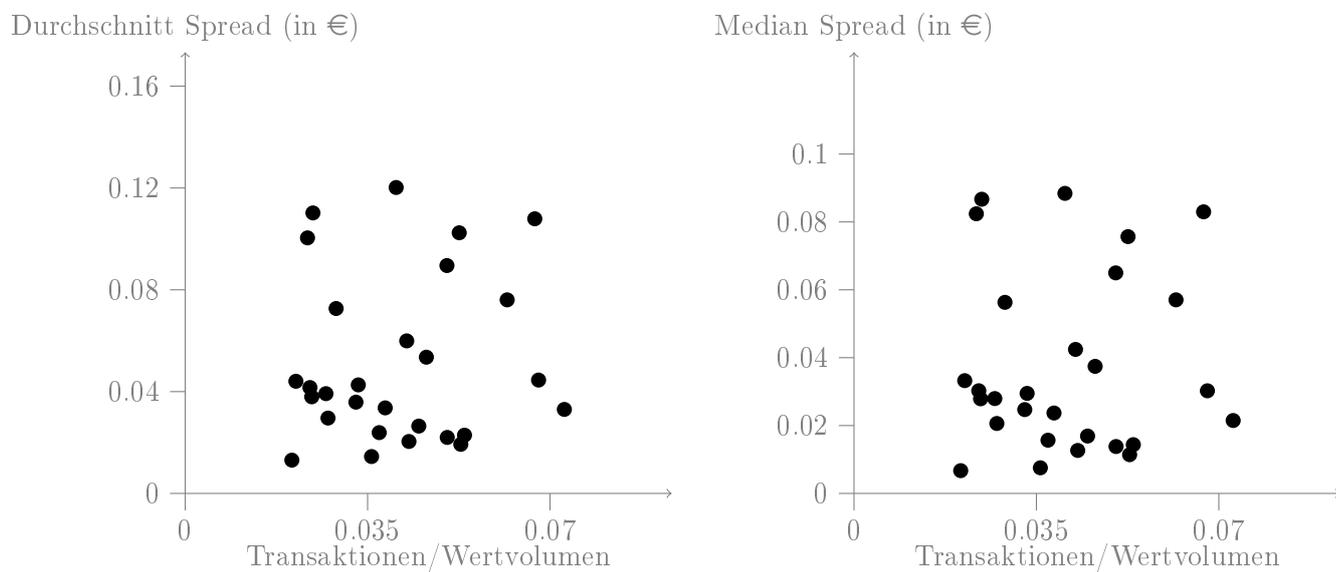


Abbildung A.32.: Transaktionen zu Wertvolumen vs. log Median Spread

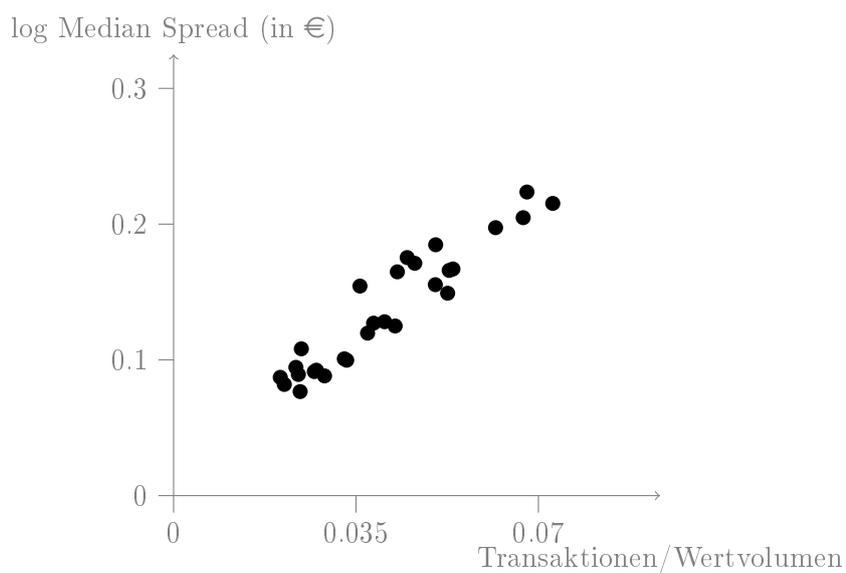


Abbildung A.33.: Wertvolumen zu rel. Wertvolumen vs. Spread

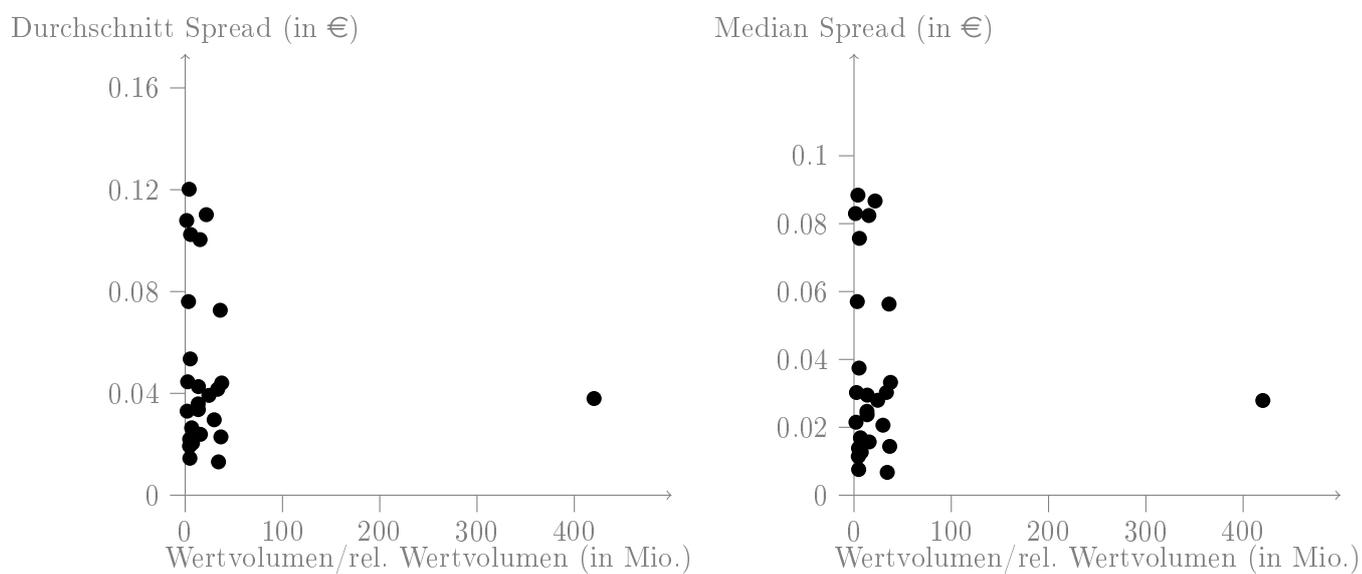


Abbildung A.34.: Wertvolumen zu rel. Wertvolumen vs. log Median Spread

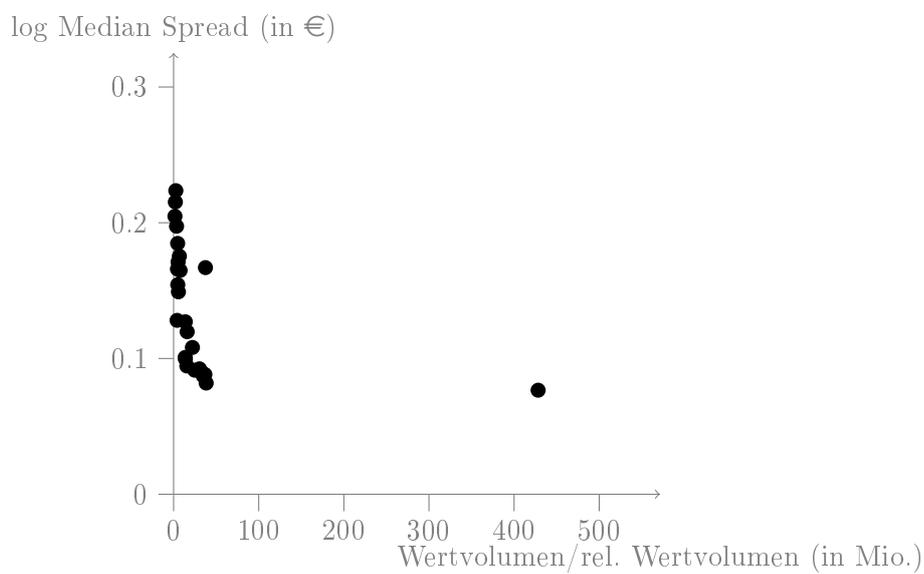


Abbildung A.35.: Wertvolumen zu Stückvolumen vs. Spread

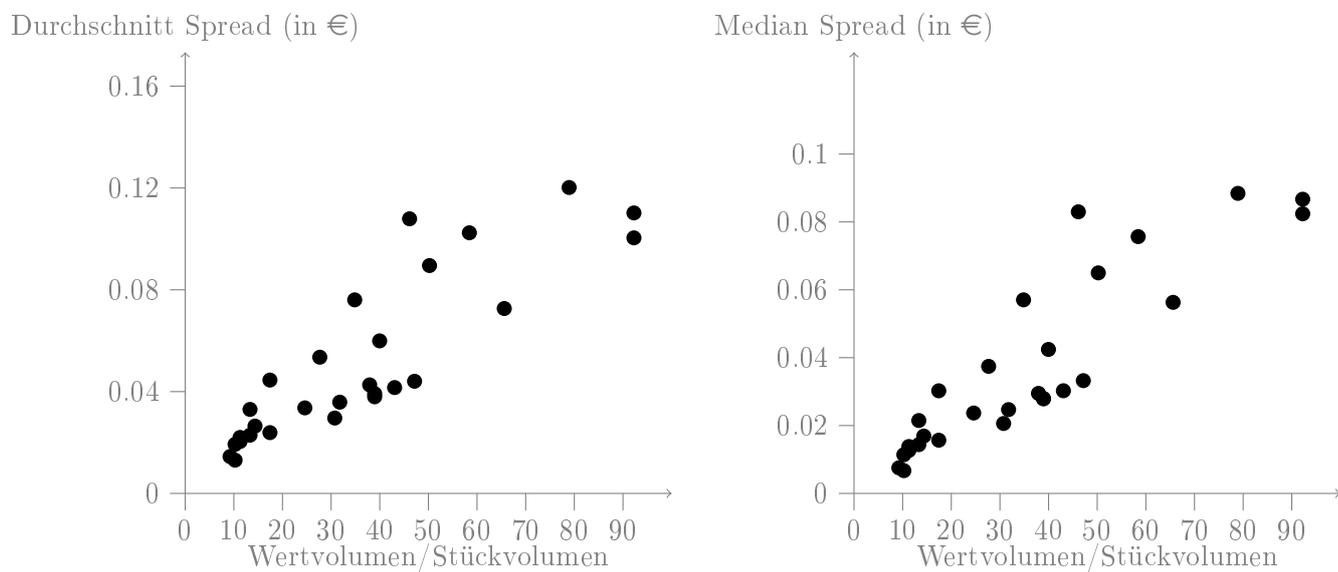


Abbildung A.36.: Wertvolumen zu Stückvolumen vs. log Median Spread

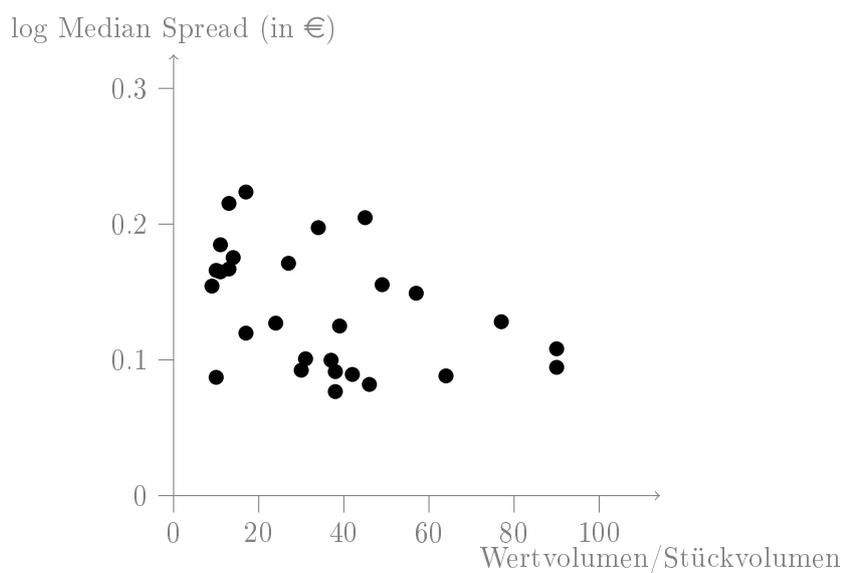


Abbildung A.37.: Wertvolumen zu Transaktionen vs. Spread

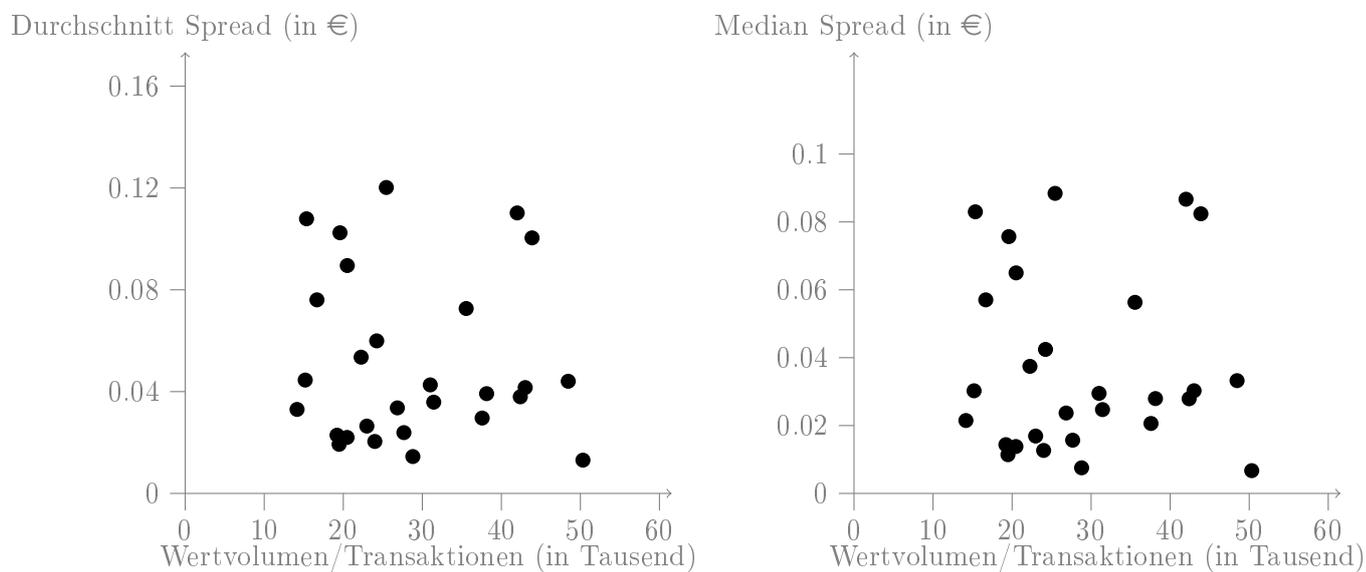


Abbildung A.38.: Wertvolumen zu Transaktionen vs. log Median Spread

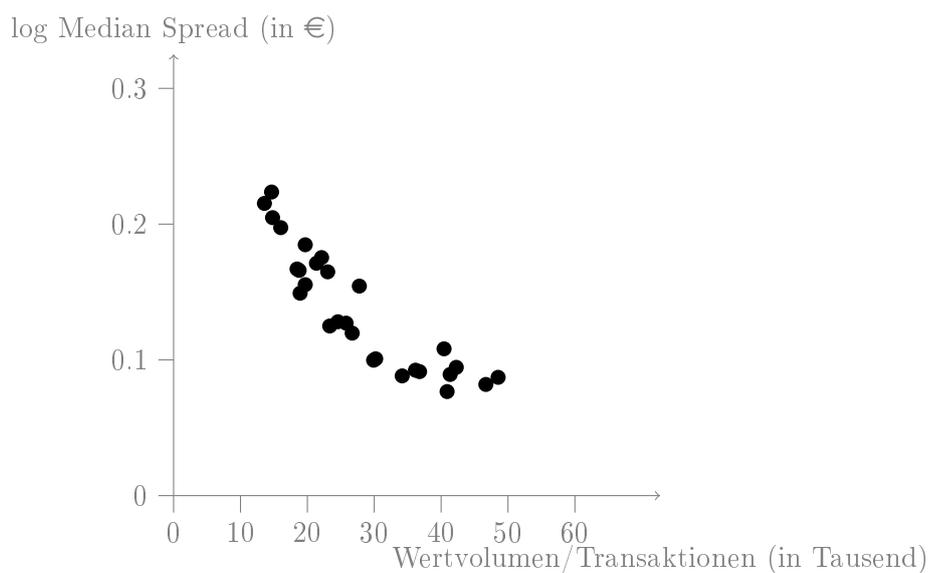


Abbildung A.39.: gewichteter Bid-Ask-Spread vs. Spread

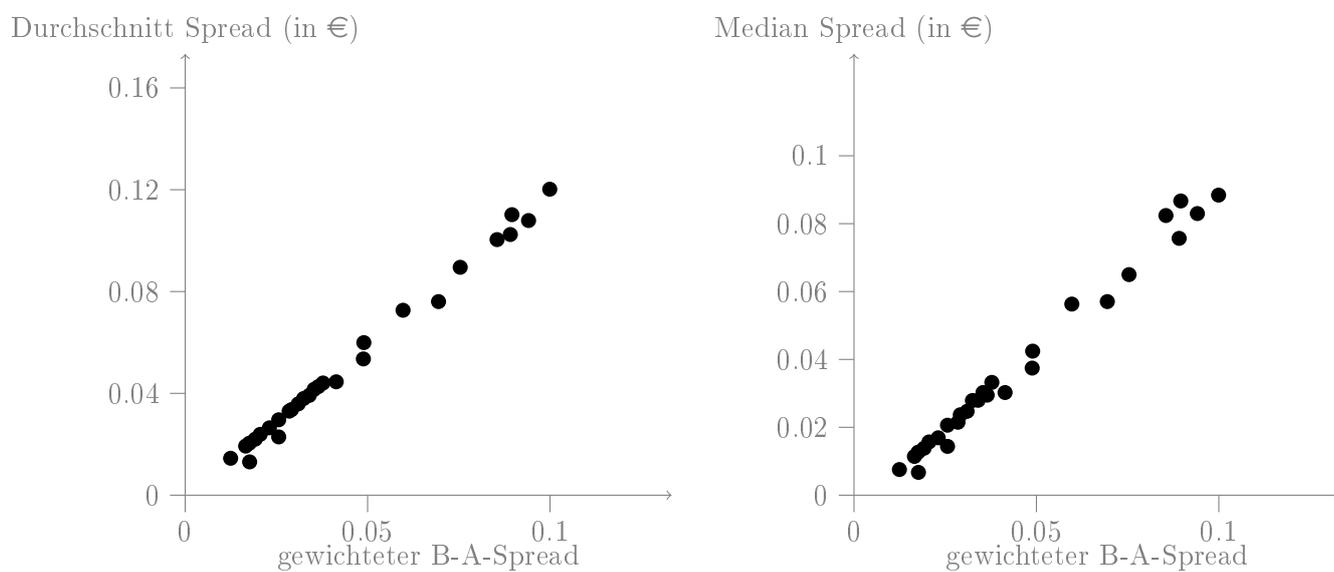


Abbildung A.40.: gewichteter Bid-Ask-Spread vs. log Median Spread

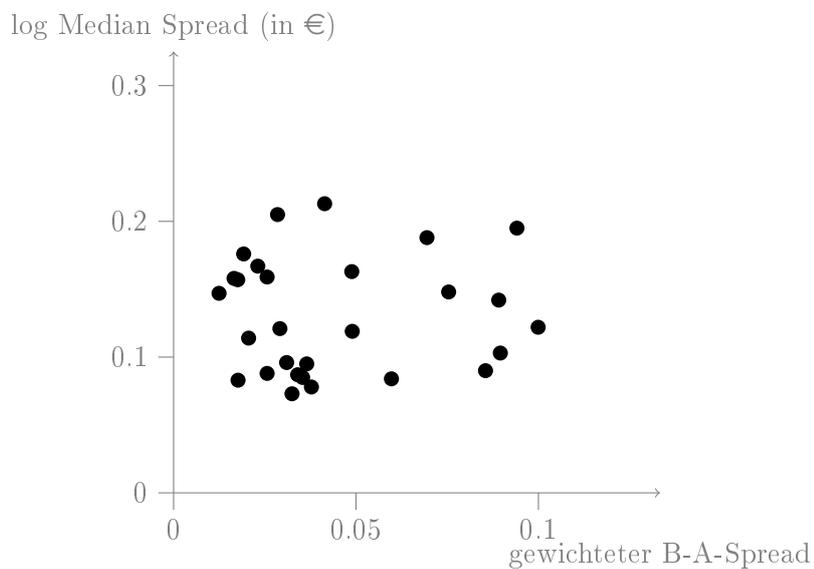


Abbildung A.41.: Tradeweighted Price vs. Spread

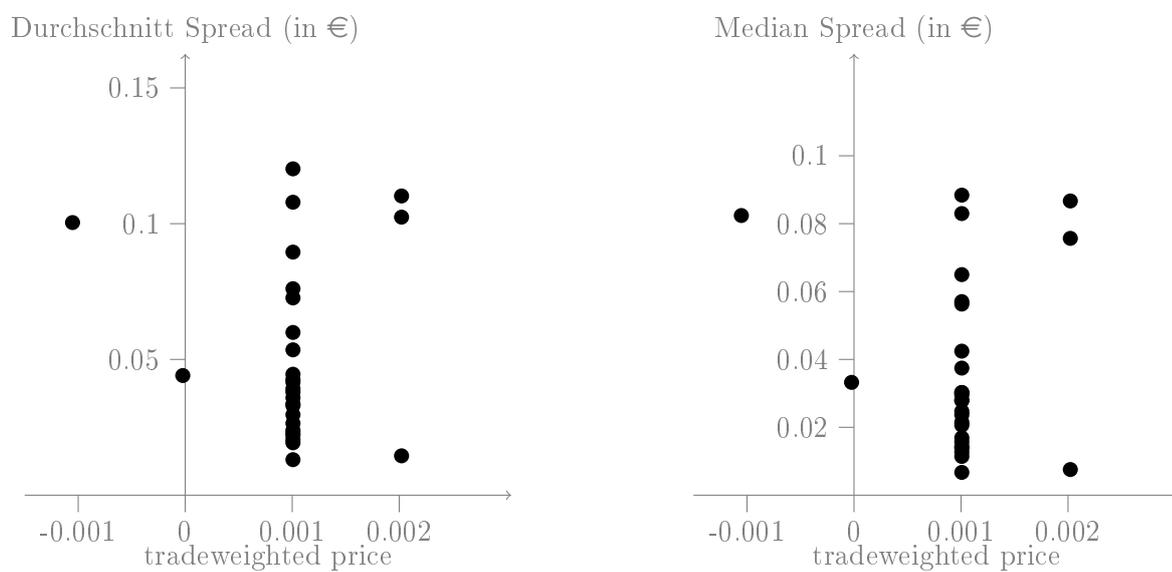


Abbildung A.42.: Tradeweighted Price vs. log Median Spread

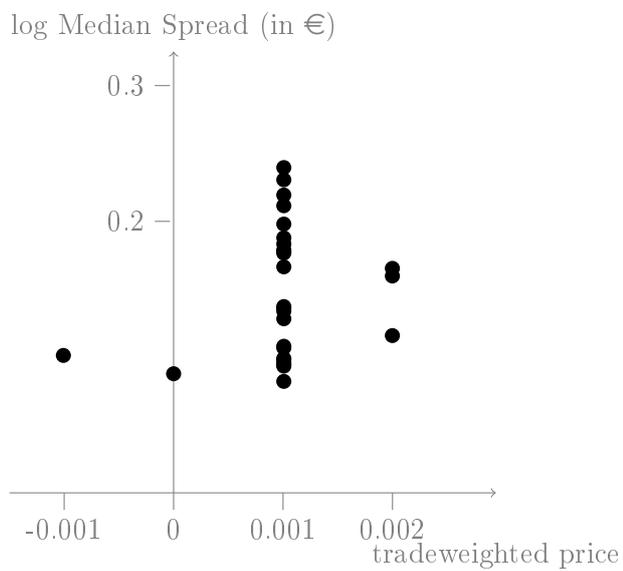


Abbildung A.43.: Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Mittelwert) vs. Spread

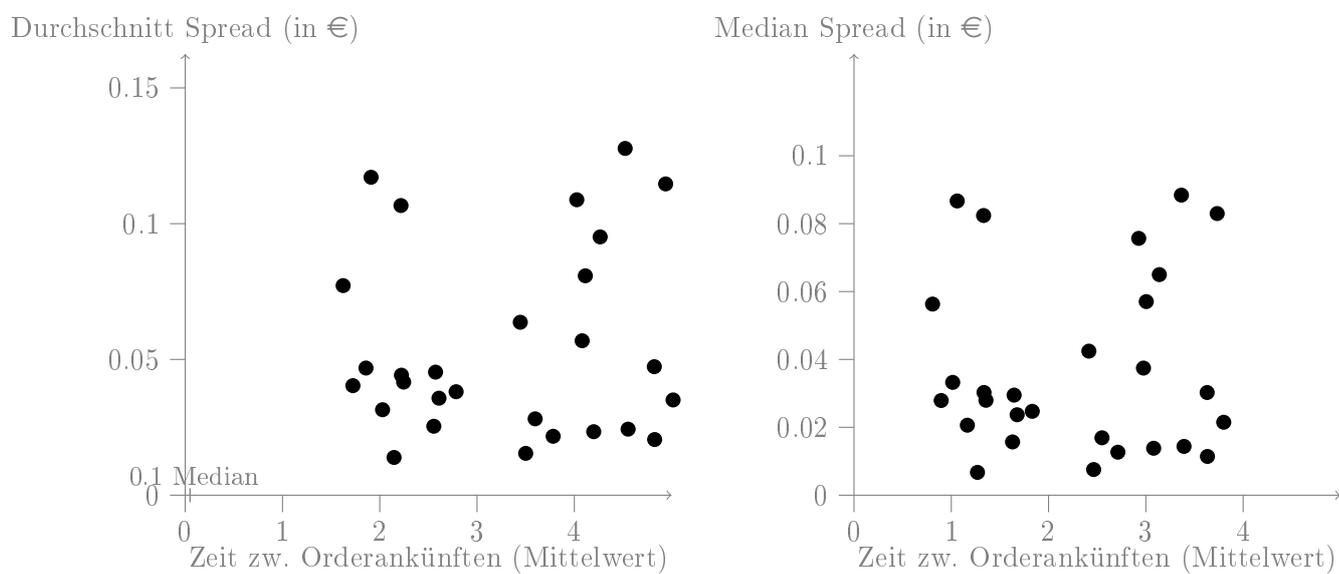


Abbildung A.44.: Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Mittelwert) vs. log Median Spread

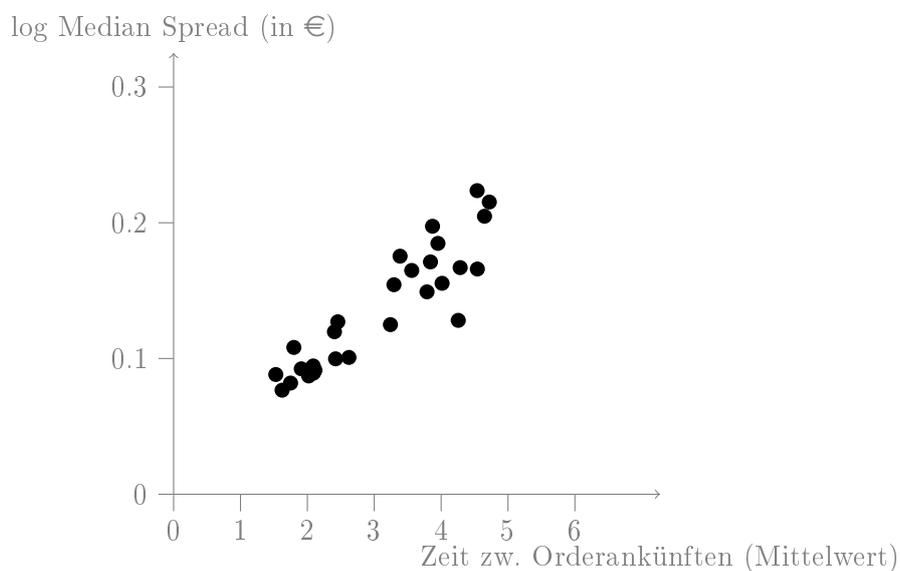


Abbildung A.45.: Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Median) vs. Spread

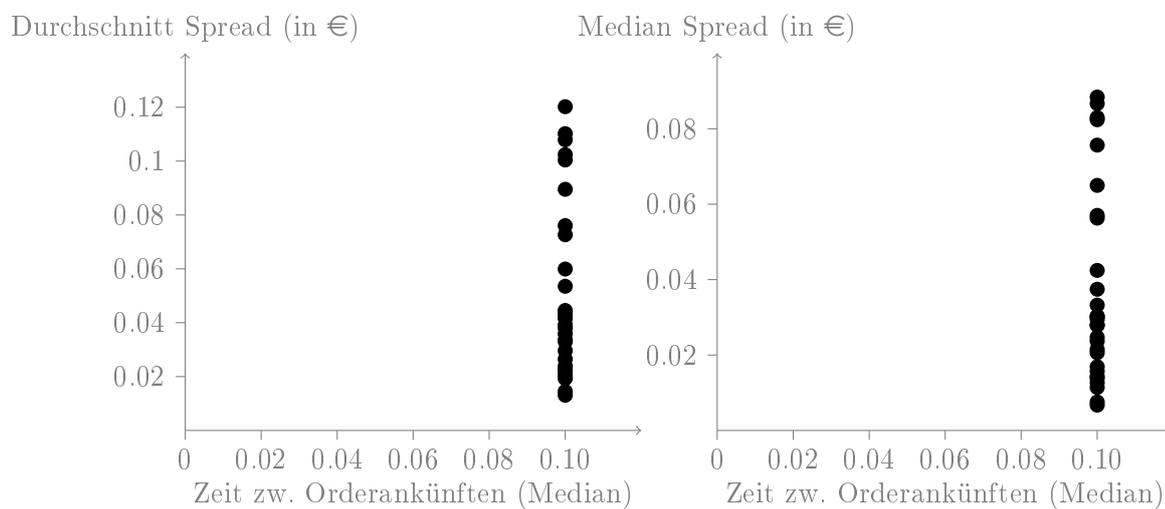


Abbildung A.46.: Zeit zwischen Orderbucheinträgen (Median) vs. log Median Spread

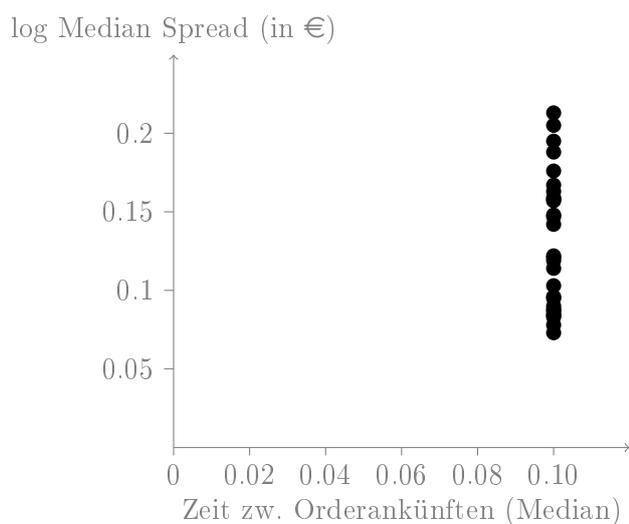


Abbildung A.47.: Zeit zwischen Handelstransaktionen (Mittelwert) vs. Spread

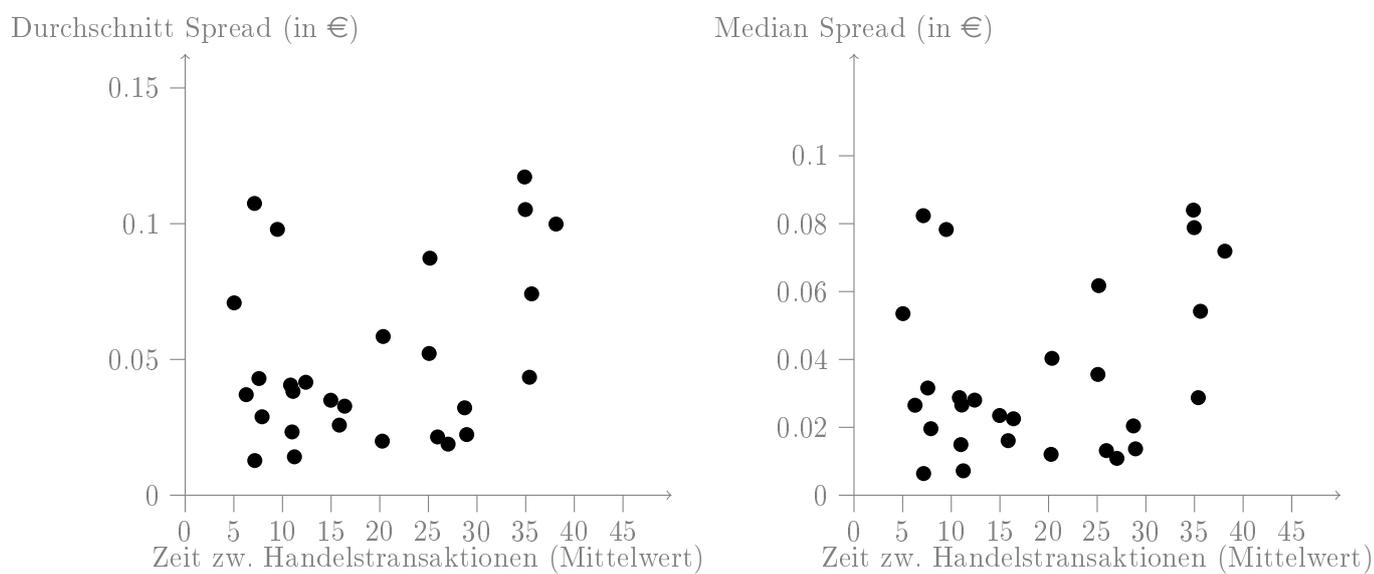


Abbildung A.48.: Zeit zwischen Handelstransaktionen (Mittelwert) vs. log Median Spread

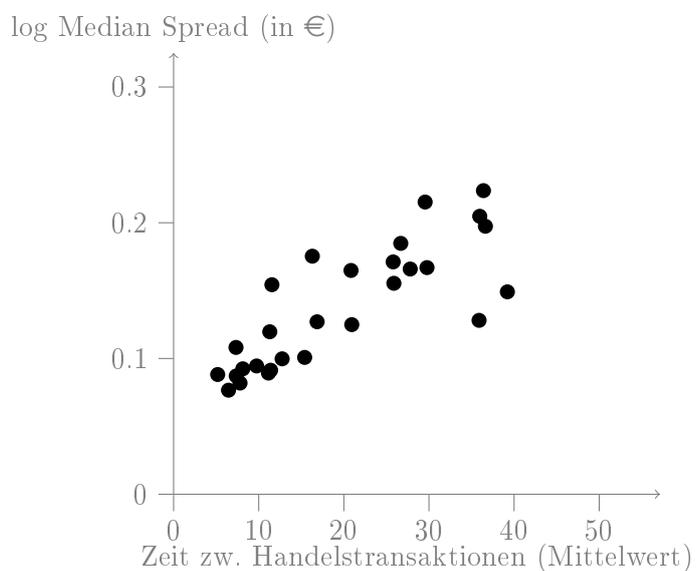


Abbildung A.49.: Zeit zwischen Handelstransaktionen (Median) vs. Spread

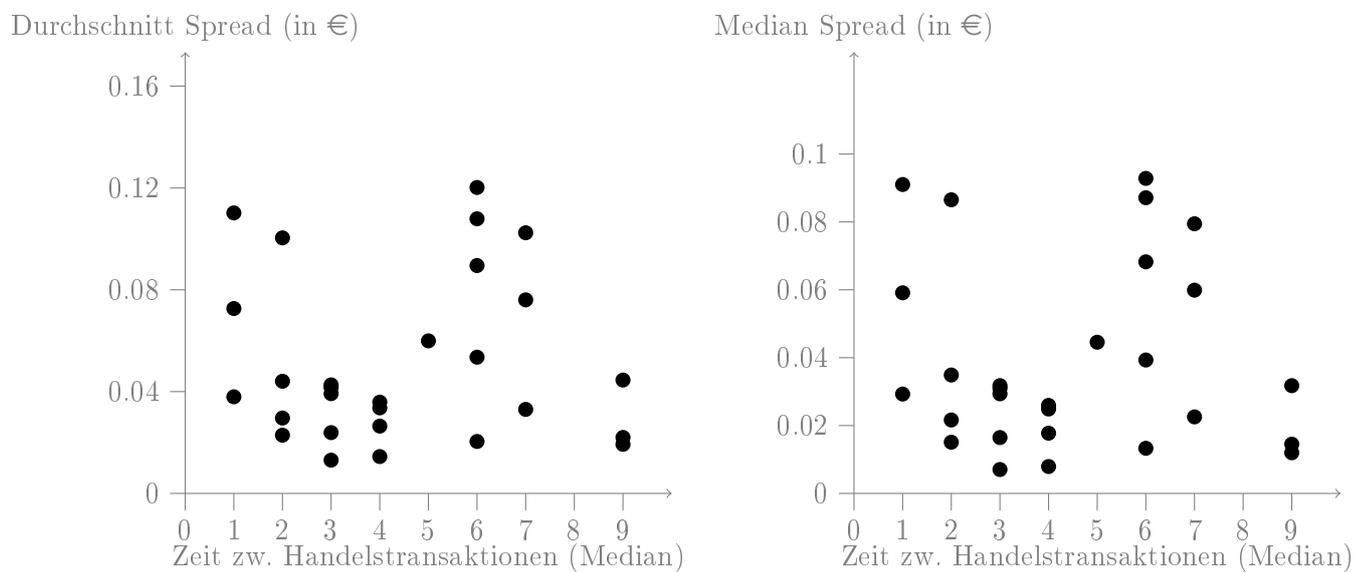


Abbildung A.50.: Zeit zwischen Handelstransaktionen (Median) vs. log Median Spread

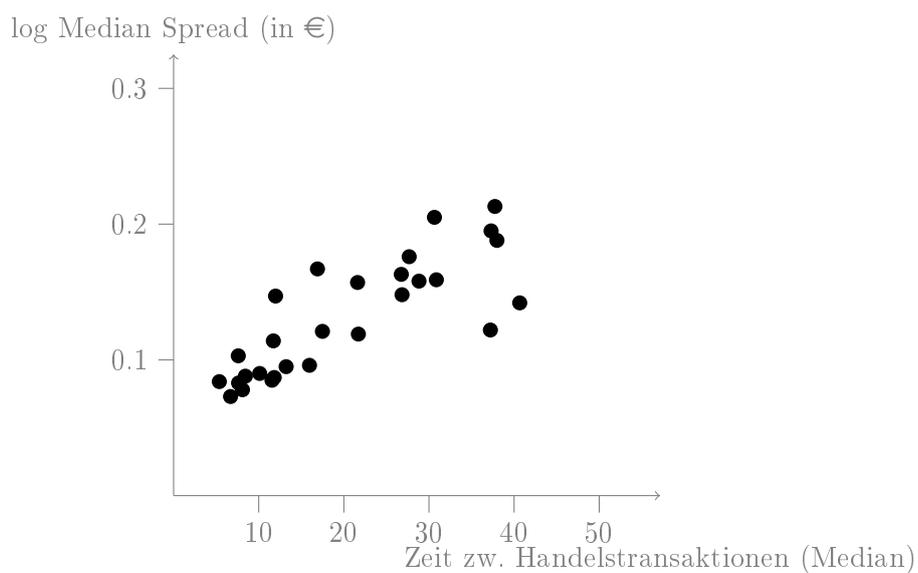


Abbildung A.51.: Logarithmierter Spread vs. Spread

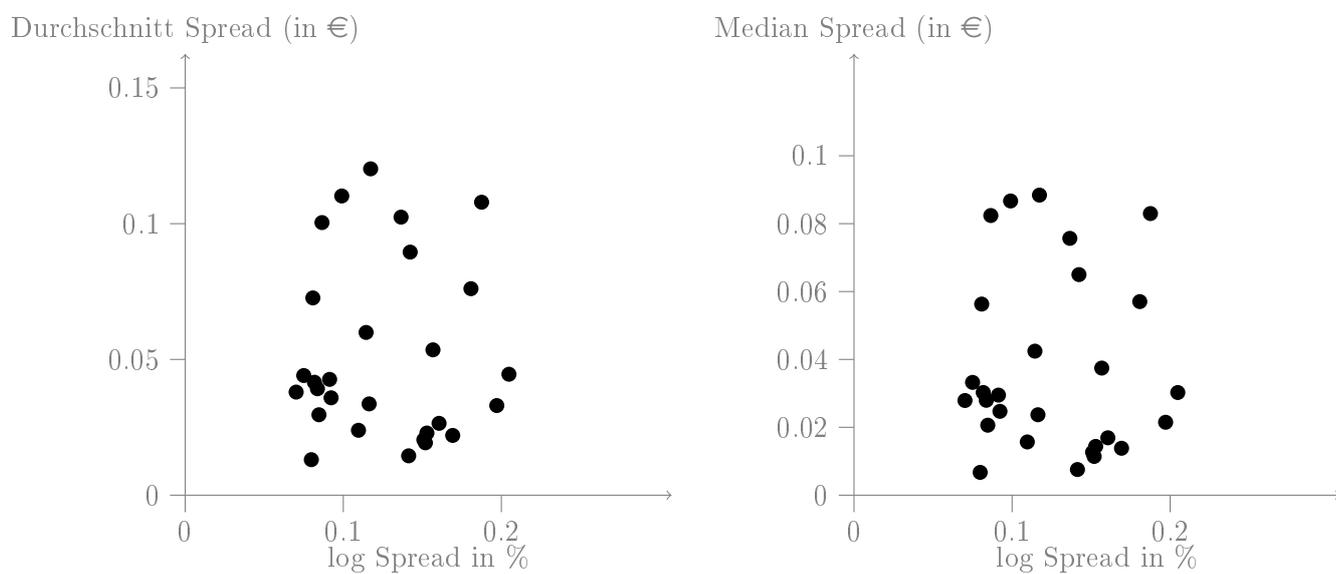


Abbildung A.52.: Zeitgewichteter logarithmierter Spread vs. Spread

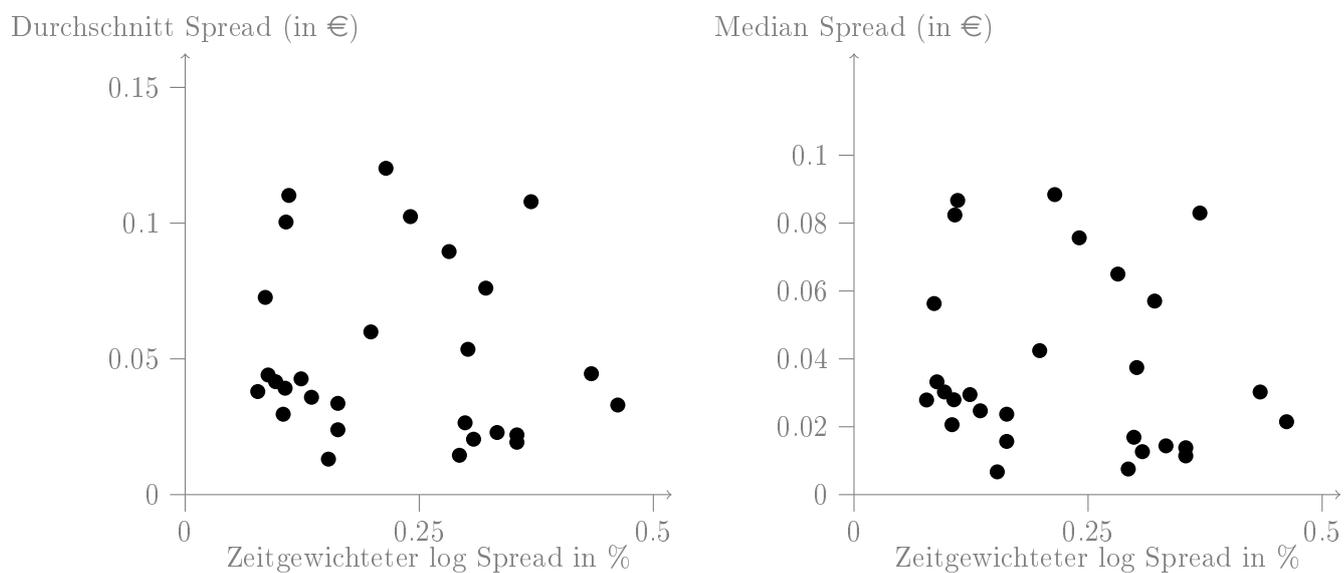


Abbildung A.53.: XLM (Median) vs. Spread

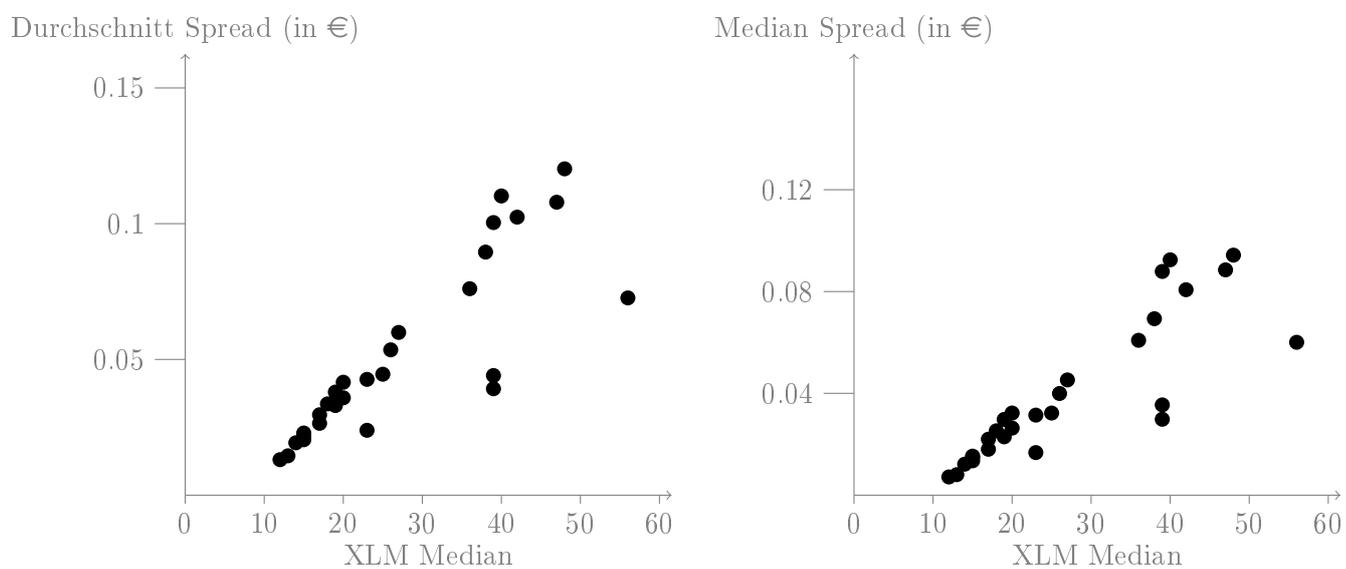


Abbildung A.54.: XLM (Median) vs. log Median Spread

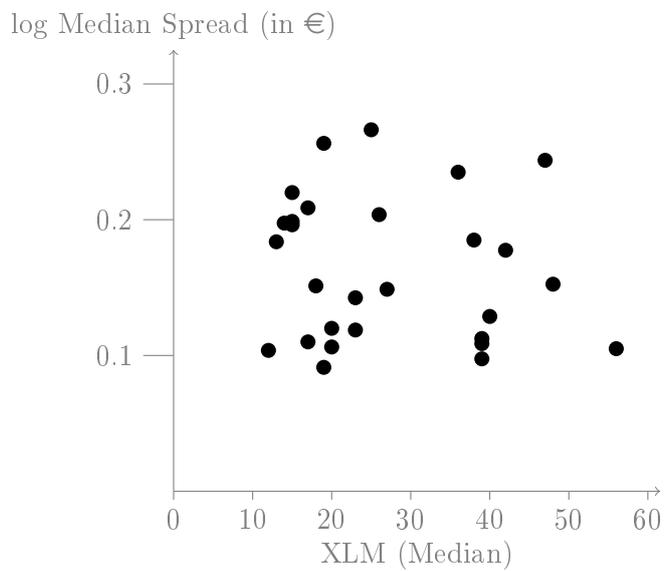


Abbildung A.55.: XLM (Mittelwert) vs. Spread

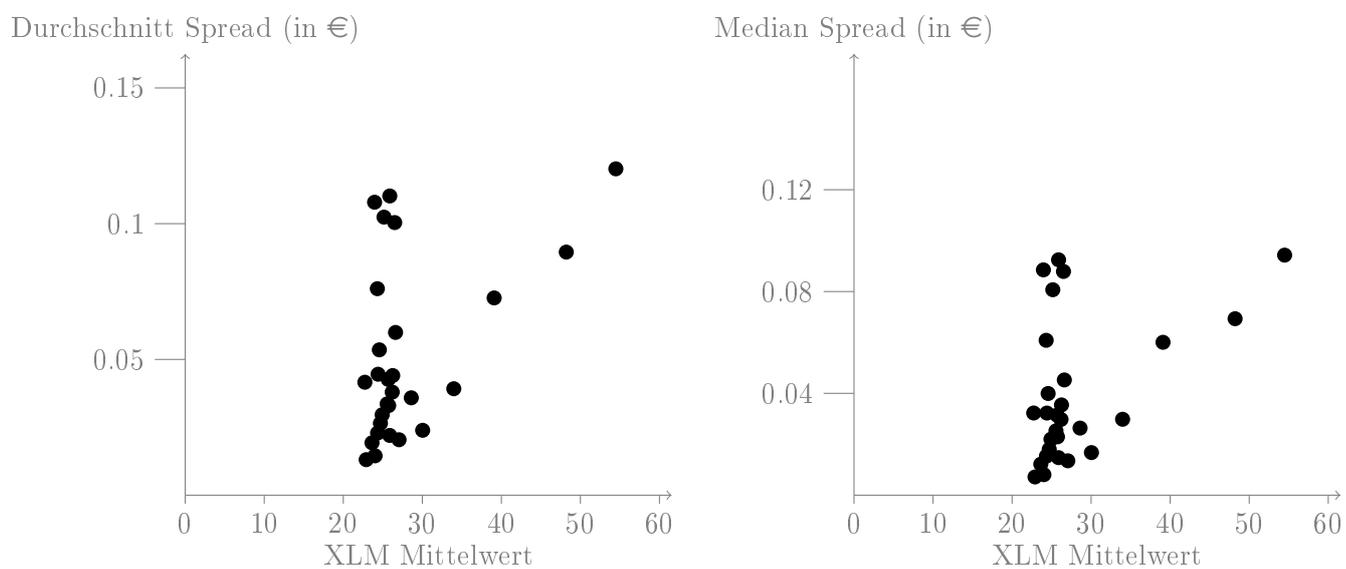


Abbildung A.56.: XLM (Mittelwert) vs. log Median Spread

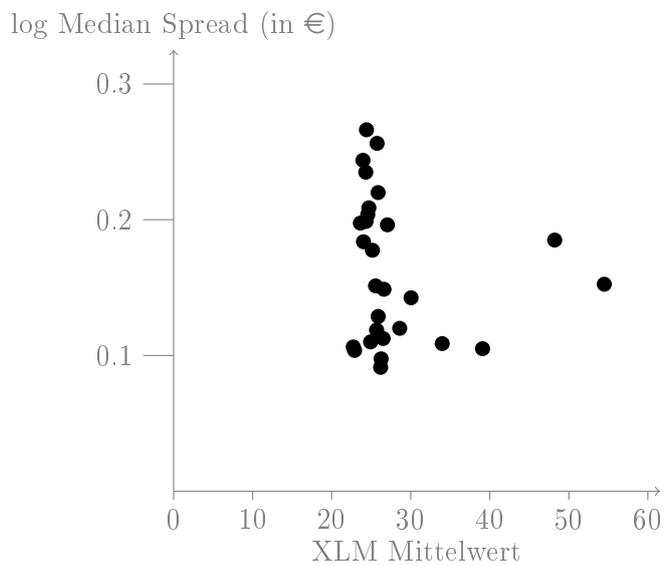


Abbildung A.57.: Liquidity Ratio (Median) vs. Spread

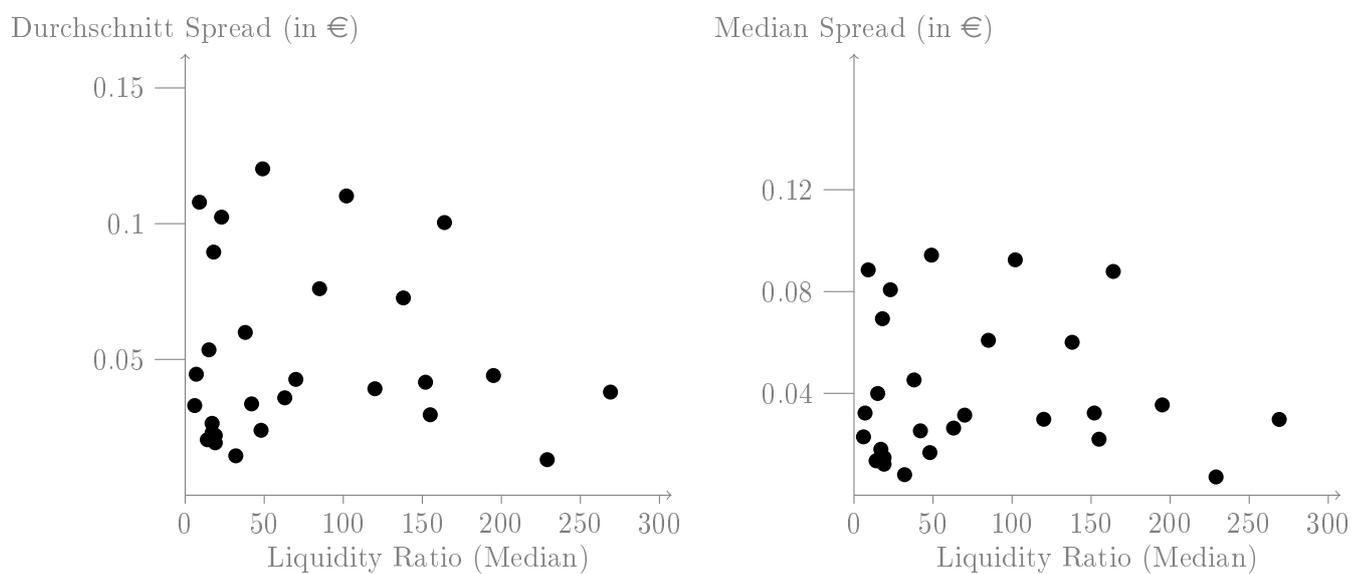


Abbildung A.58.: Liquidity Ratio (Median) vs. log Median Spread

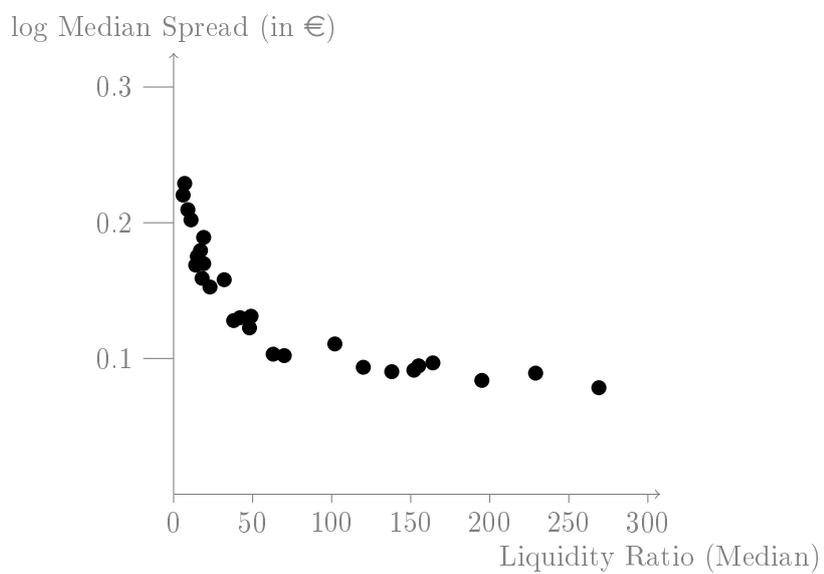


Abbildung A.59.: Liquidity Ratio (Mittelwert) vs. Spread

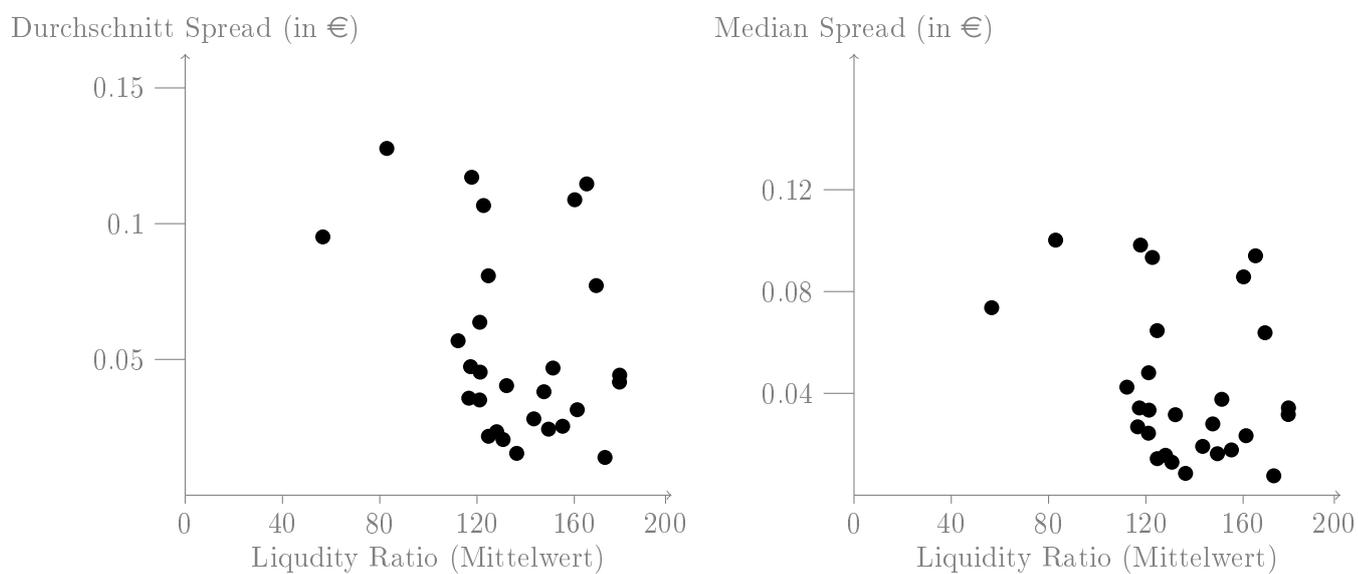


Abbildung A.60.: Liquidity Ratio (Mittelwert) vs. log Median Spread

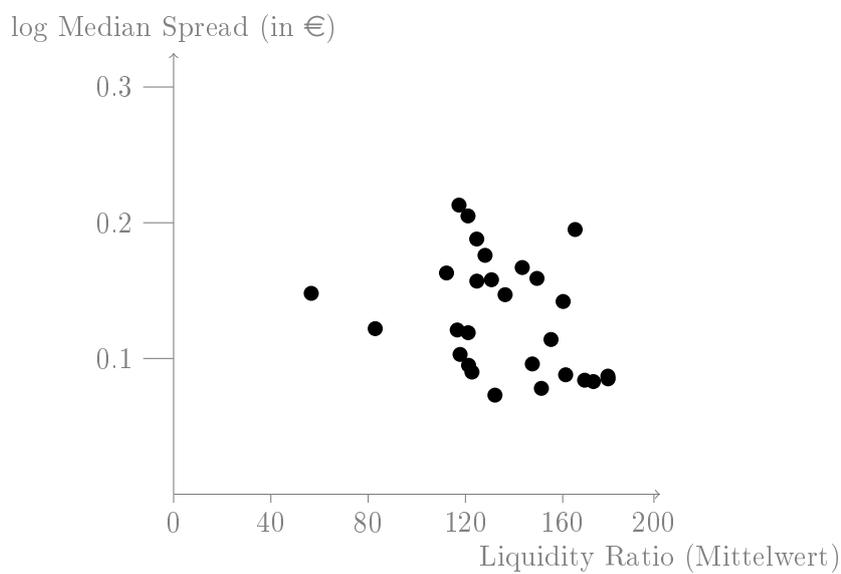


Abbildung A.61.: Amihud 1 vs. Spread

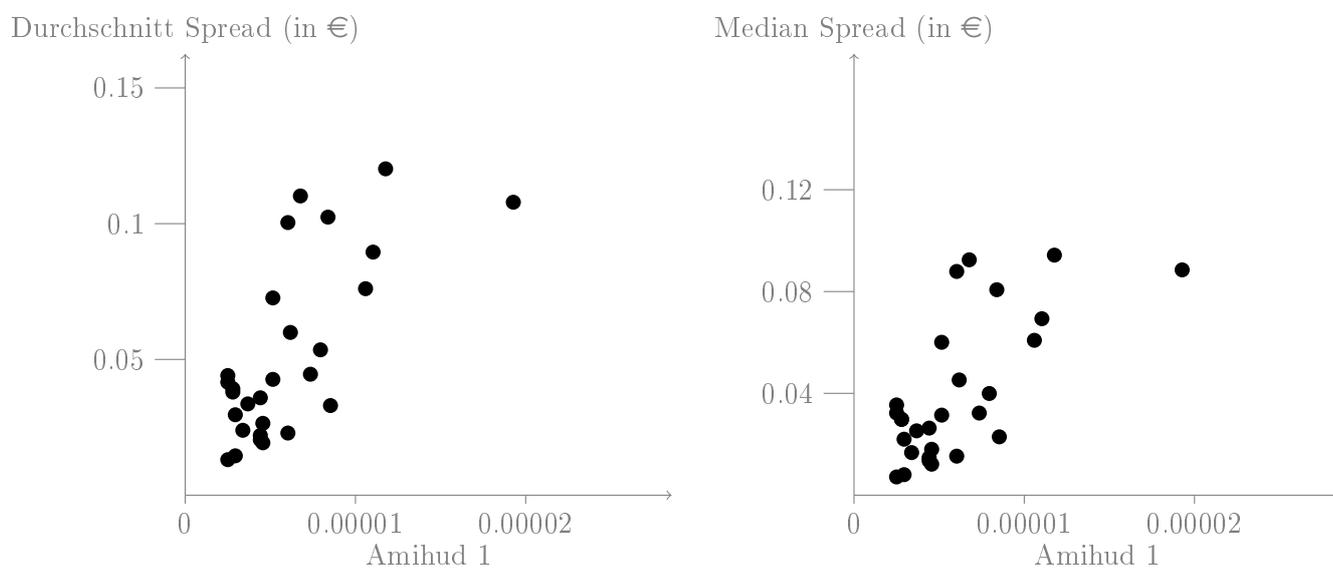


Abbildung A.62.: Amihud 1 vs. log Median Spread

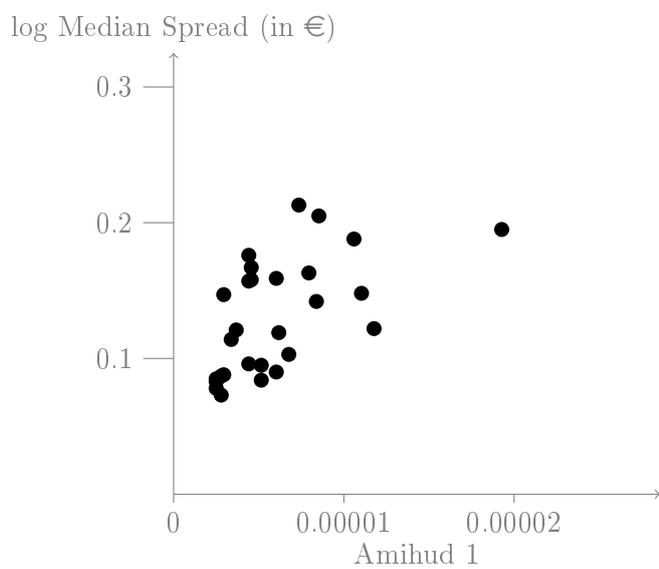


Abbildung A.63.: Amihud 2 vs. Spread

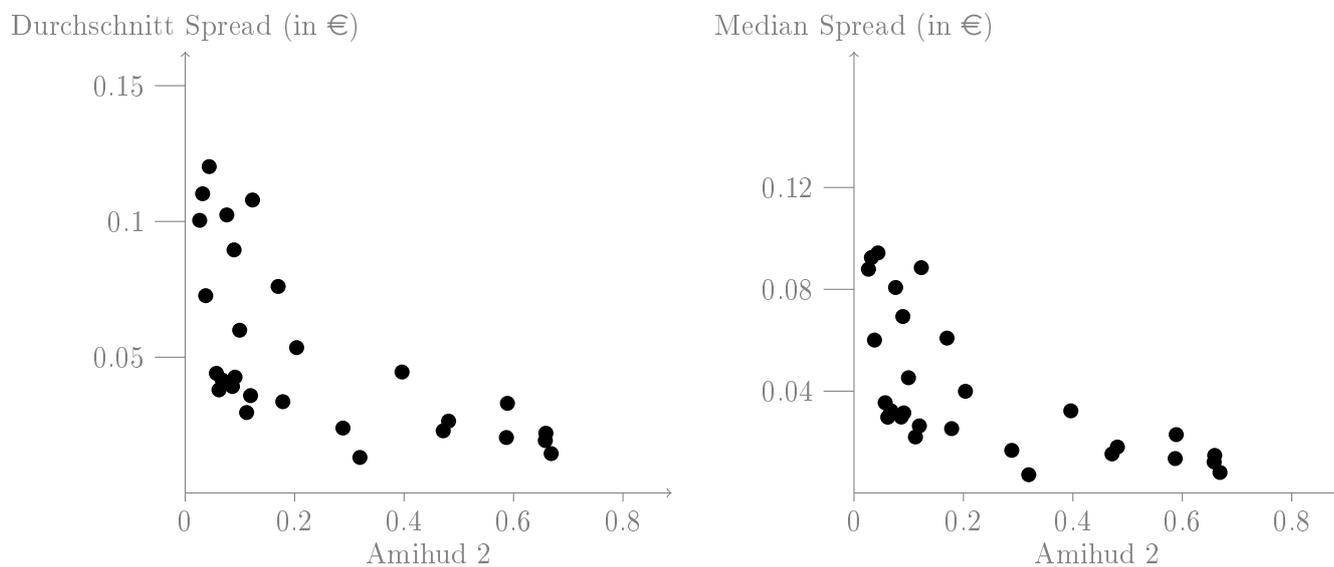


Abbildung A.64.: Amihud 2 vs. log Median Spread

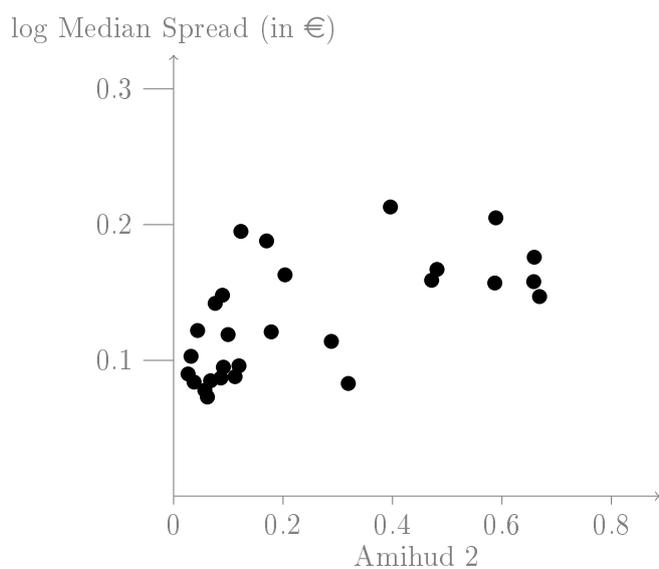


Abbildung A.65.: Amihud 3 vs. Spread

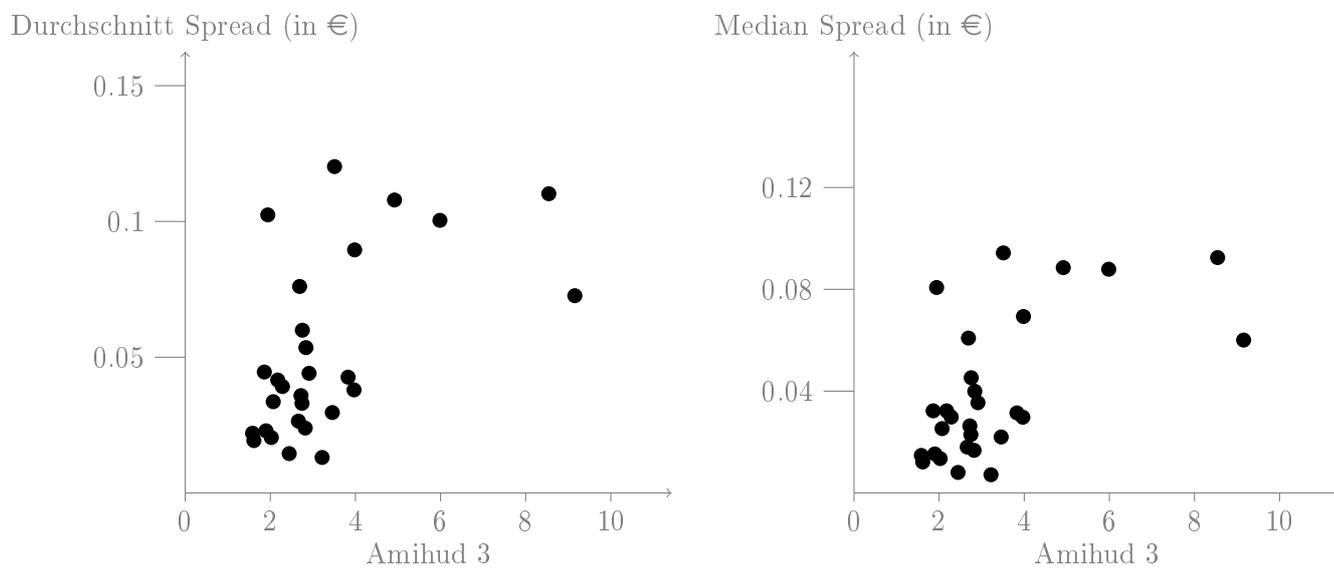


Abbildung A.66.: Amihud 3 vs. log Median Spread

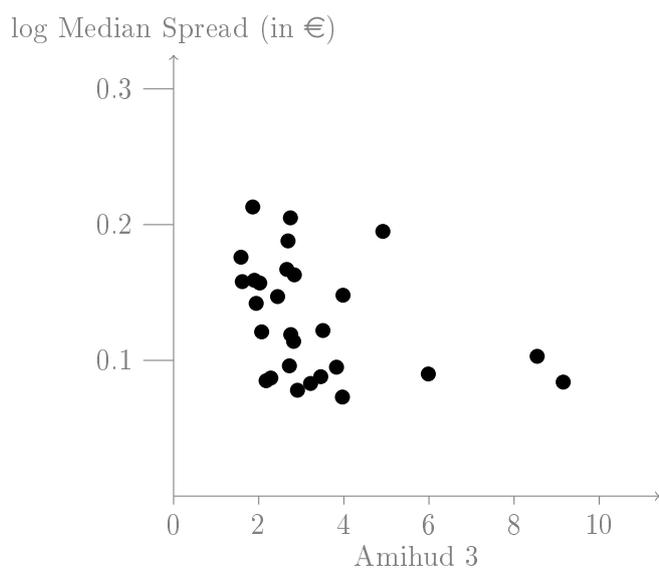


Abbildung A.67.: Amihud 4 vs. Spread

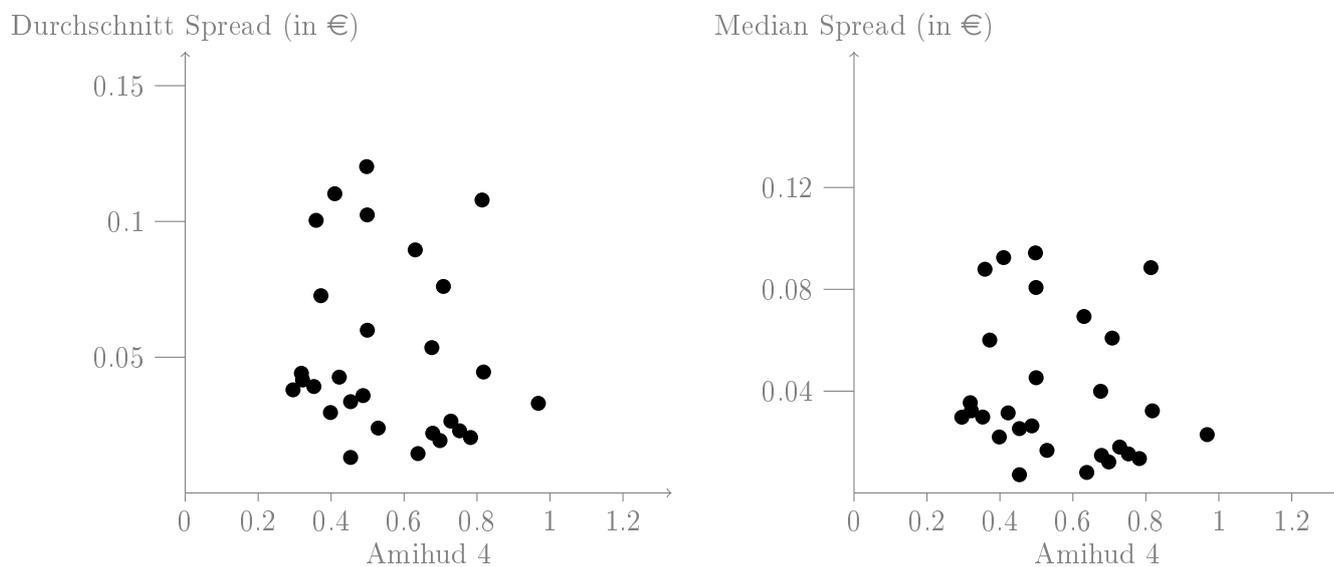


Abbildung A.68.: Amihud 4 vs. log Median Spread

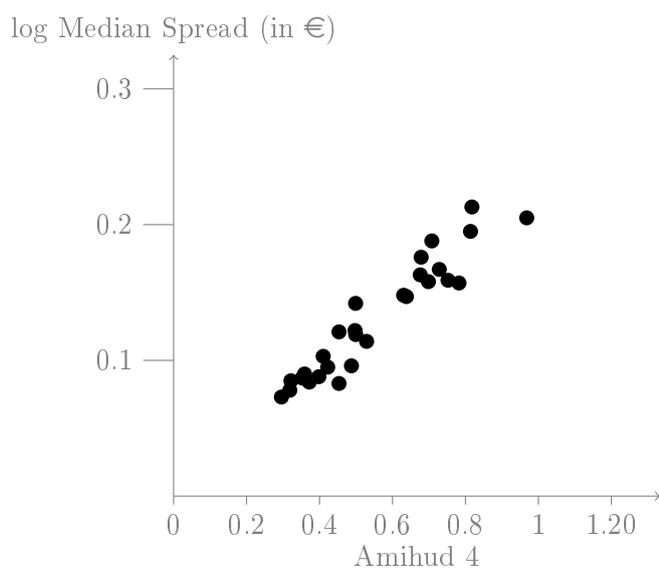


Abbildung A.69.: Zeitgewichtete absolute Preisdifferenz vs. Spread

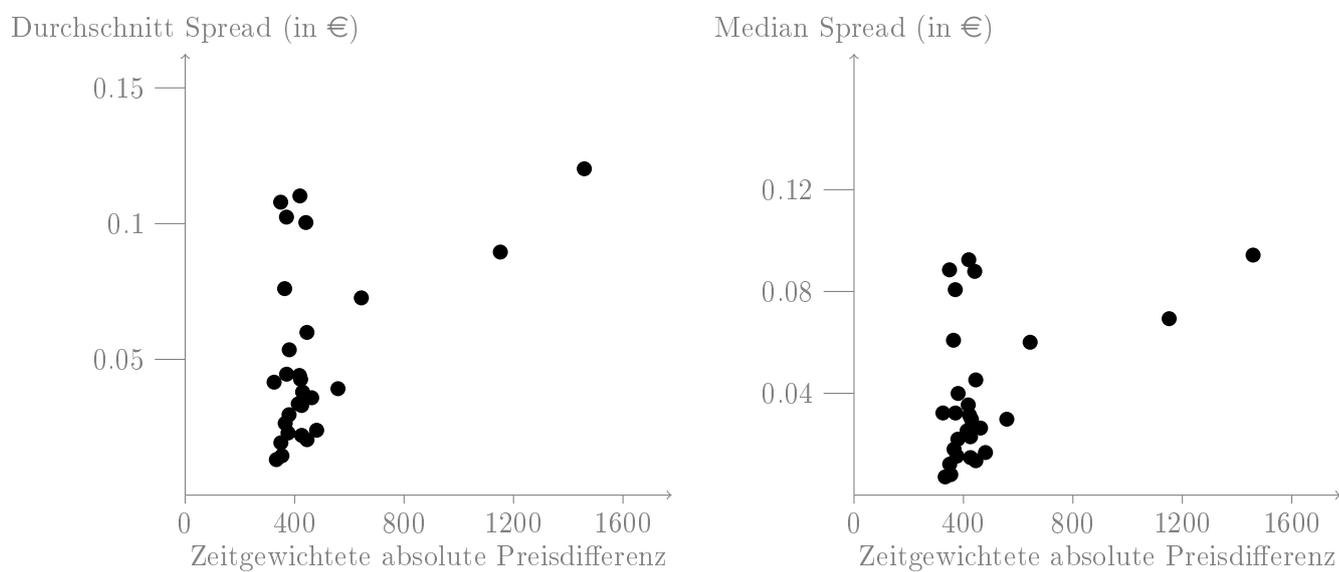


Abbildung A.70.: Zeitgewichtete absolute Preisdifferenz vs. log Median Spread

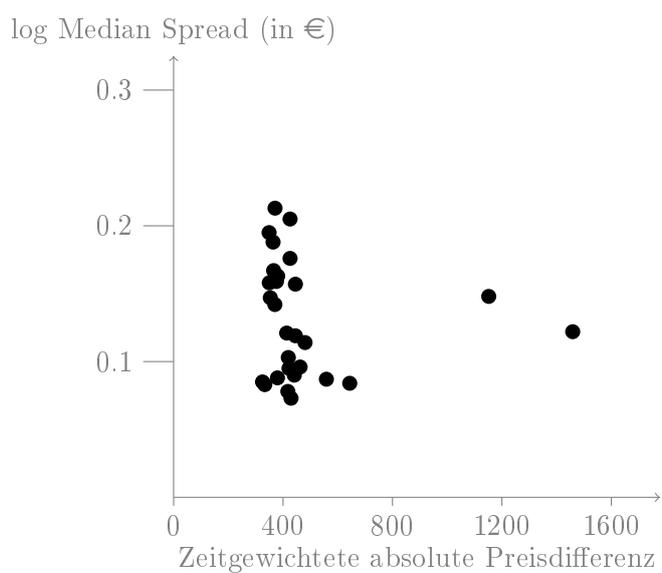


Abbildung A.71.: Zeitgewichtete Preisdifferenz vs. Spread

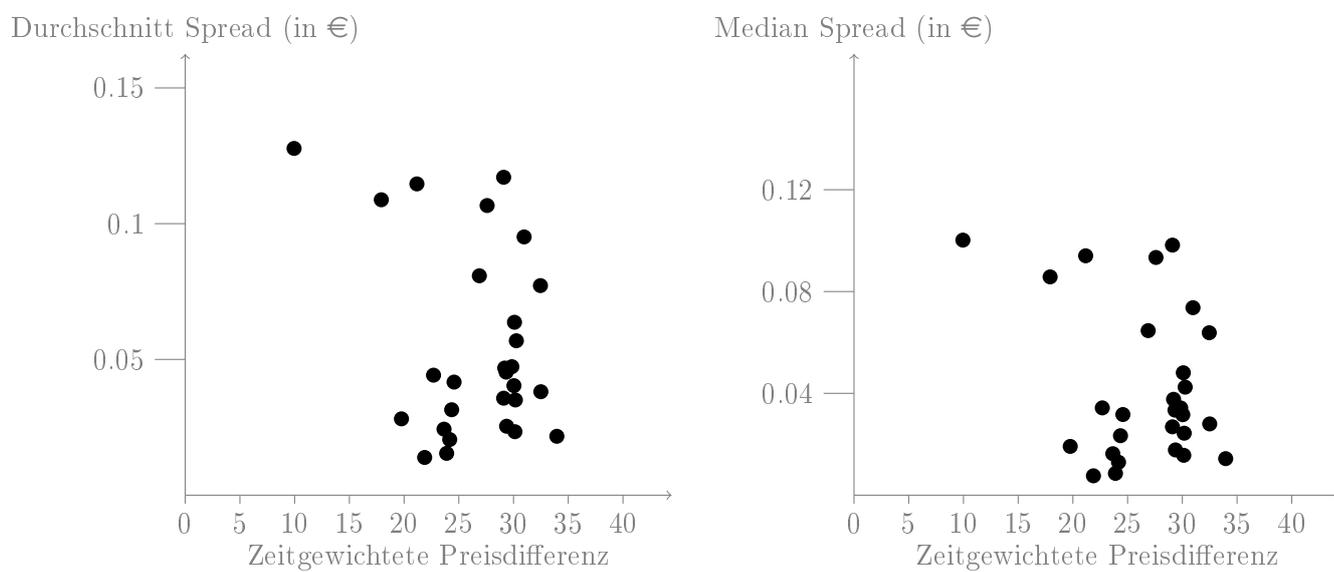


Abbildung A.72.: Zeitgewichtete Preisdifferenz vs. log Median Spread

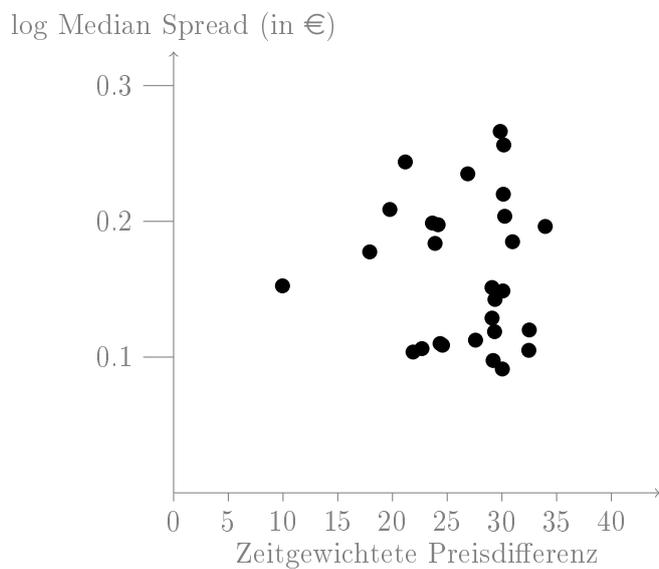


Abbildung A.73.: Zeitgewichtete quadratische Preisdifferenz vs. Spread

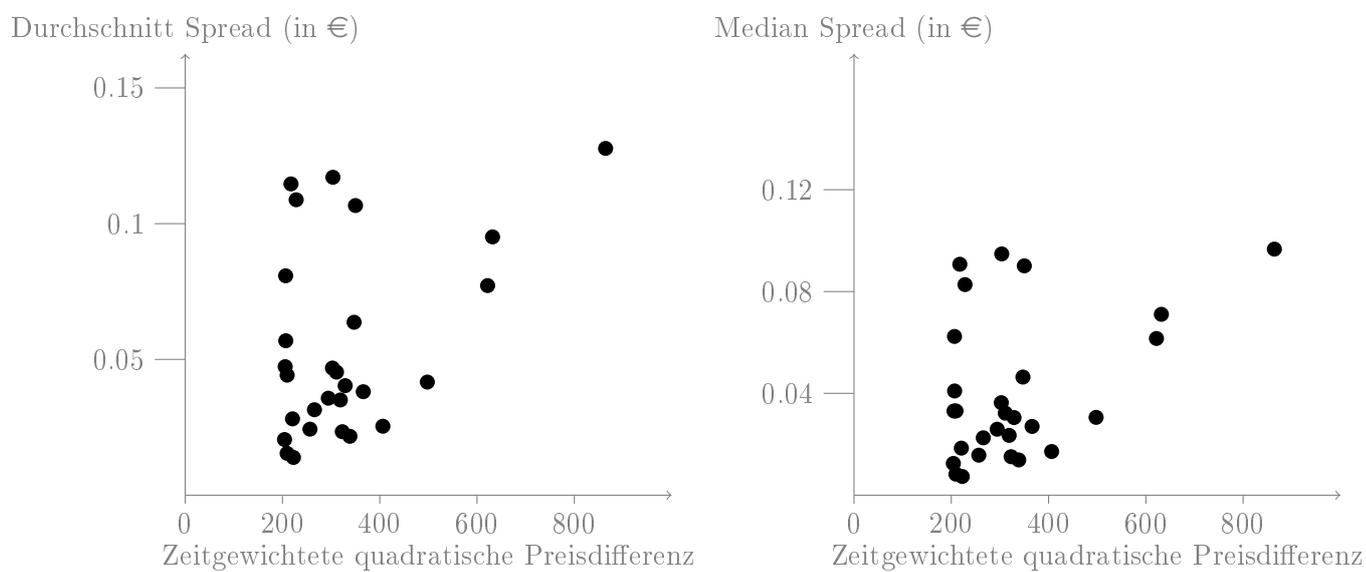


Abbildung A.74.: Zeitgewichtete quadratische Preisdifferenz vs. log Median Spread

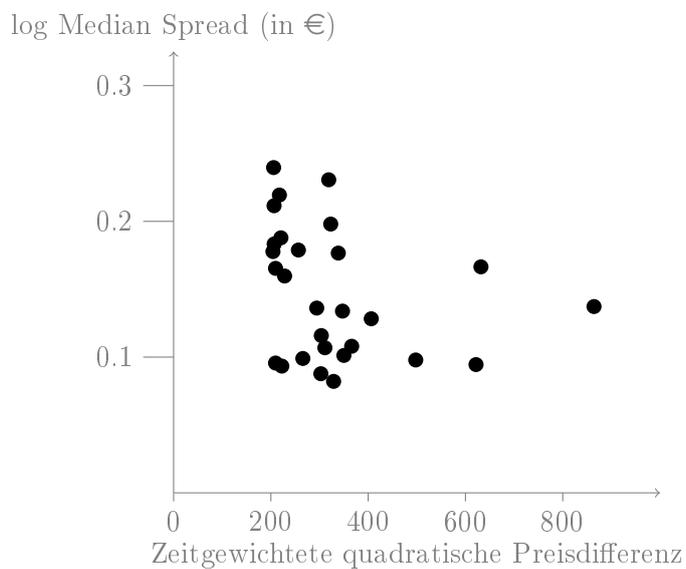


Abbildung A.75.: Time Return vs. Spread

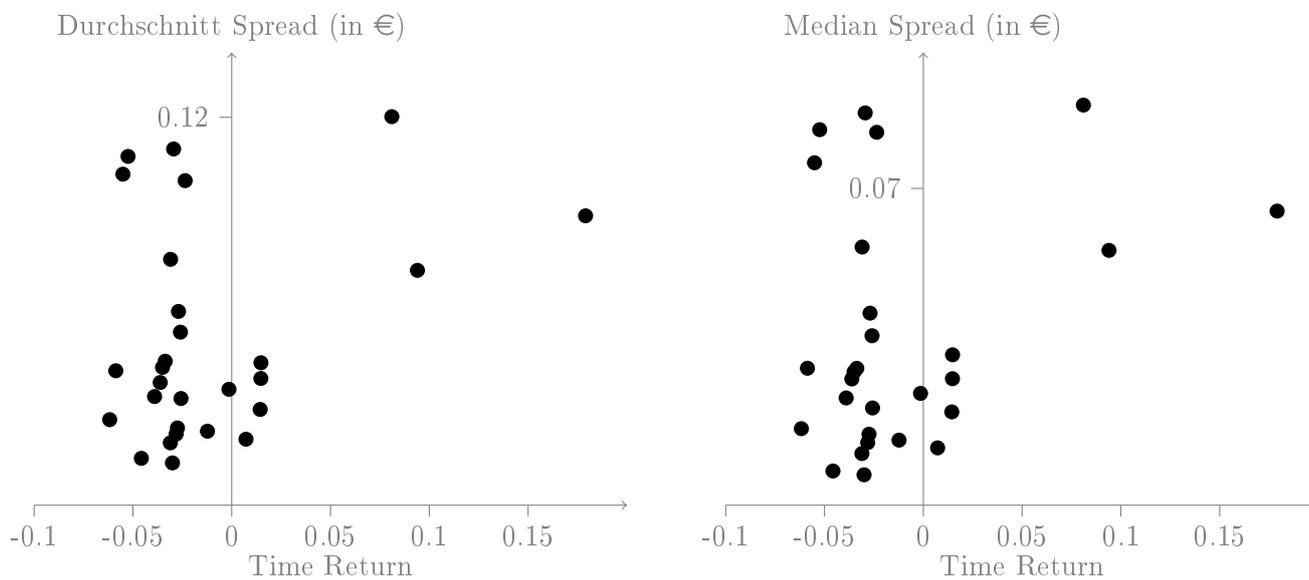


Abbildung A.76.: Time Return vs. log Median Spread

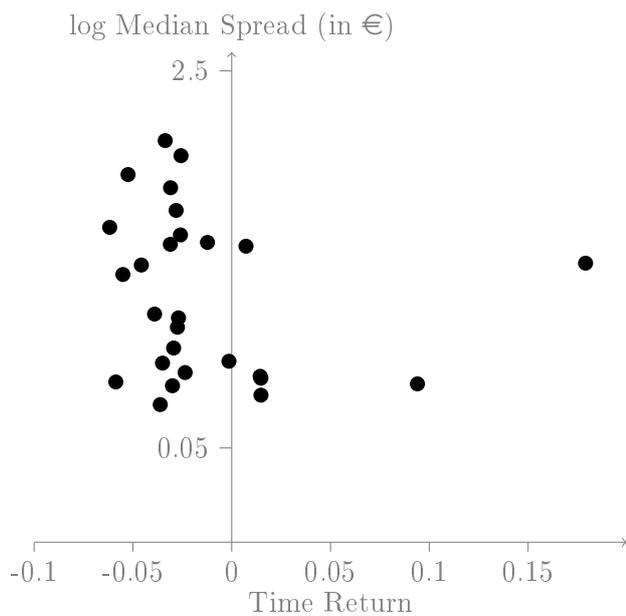


Abbildung A.77.: Value Return vs. Spread

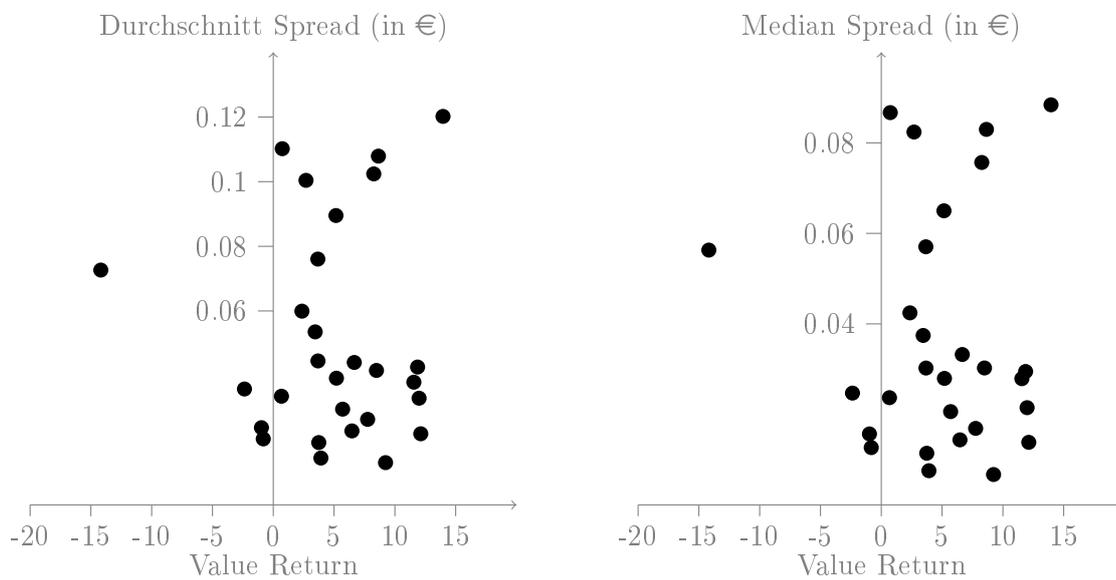


Abbildung A.78.: Value Return vs. log Median Spread

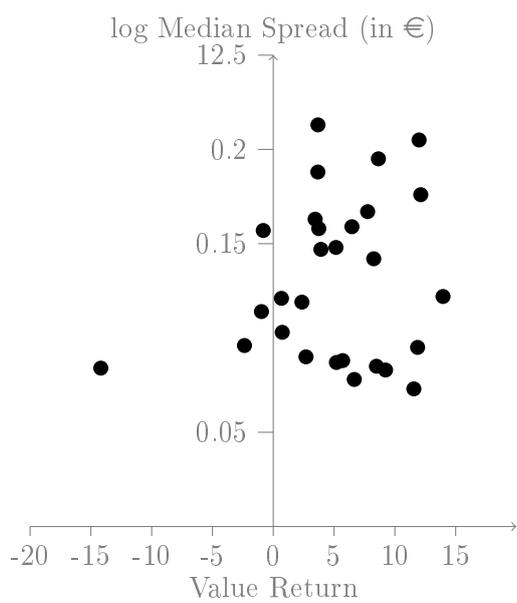


Abbildung A.79.: Volume Return vs. Spread

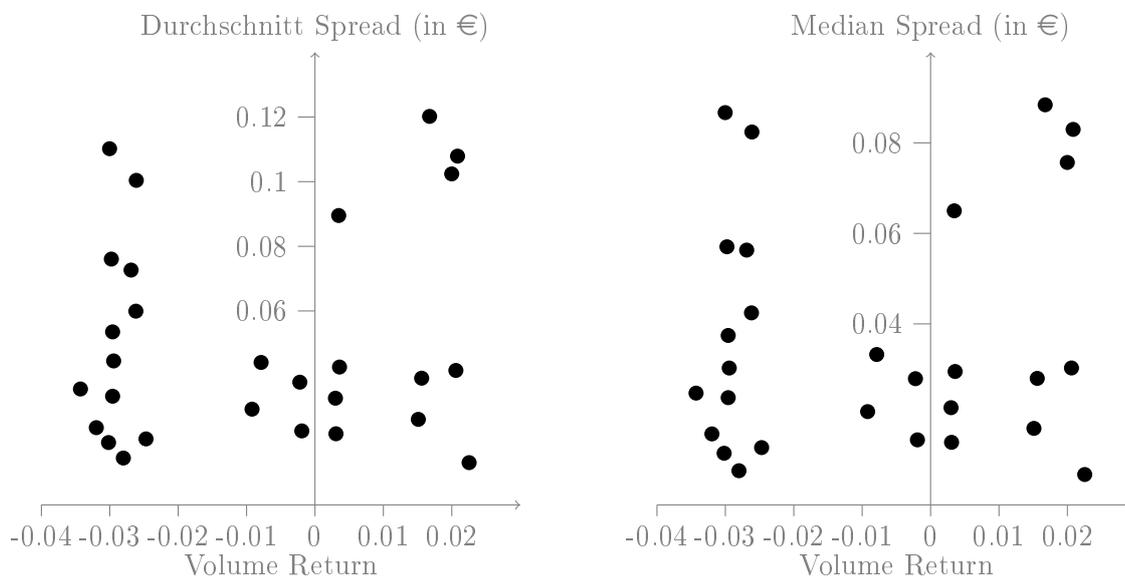
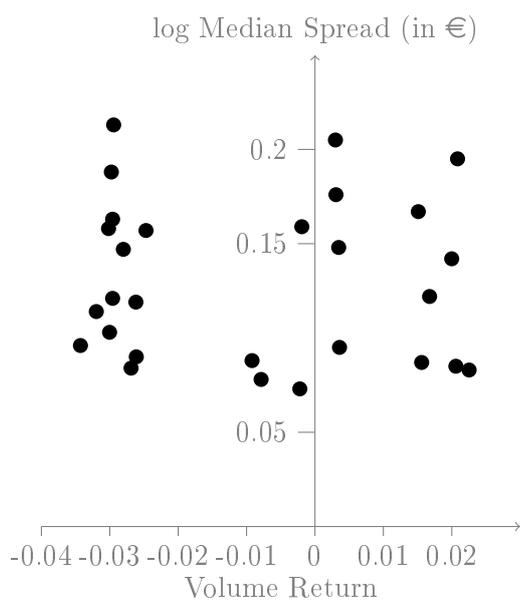


Abbildung A.80.: Volume Return vs. log Median Spread



A.4. Ausgewählte Algorithmen

Codeauszüge ausgewählter Algorithmen:

XLM-Maß in Basispunkten

```
Zwischenwertask:=ask[1]*ask_size[1];
Asksumme:=ask_size[1];
Zwischenwertbid:=bid[1]*bid_size[1];
Bidsumme:=bid_size[1];
For j:=1 2 to 10 do begin Zwischenwertask:=Zwischenwertask+ask[j]*ask_size[j];
Asksumme:=Asksumme+ask_size[j];
Zwischenwertbid:=Zwischenwertbid+bid[j]*bid_size[j];
Bidsumme:=Bidsumme+bid_size[j]; end;
Zwischenwertask:=(Zwischenwertask/Asksumme-Zwischenwertbid/Bidsumme)*100;
Endwert:=Math.Max(firstPoint, Math.Min(Round(Zwischenwertask), lastPoint));
```

absolute Preisdifferenz*Wartezeit

```
if trade_executed and not (old_trade_price=0) then begin
Zwischenwert:=Round(100*Abs(last_trade_price-old_trade_price));
Zwischenwert:=Zwischenwert*(date-old_date)*86400; (*gemessen in Sekunden*)
Endwert:=Math.Max(firstPoint, Math.Min(Round(Zwischenwert), lastPoint));
distributions^[Endwert]:=distributions^[Endwert]+1;
end; old_trade_price:=last_trade_price;old_date:=date;
```

Preisdifferenz*Wartezeit

```
if trade_executed and not (old_trade_price=0) then begin
Zwischenwert:=Round(100*(last_trade_price-old_trade_price));
Zwischenwert:=Zwischenwert*(date-old_date)*86400; (*gemessen in Sekunden*)
Endwert:=Math.Max(firstPoint, Math.Min(Round(Zwischenwert), lastPoint));
distributions^[Endwert]:=distributions^[Endwert]+1;
end; old_trade_price:=last_trade_price;old_date:=date;
```

quadierte Preisdifferenz* Wartezeit

```
if trade_executed and not (old_trade_price=0) then begin
Zwischenwert:=Round(100*Sqr(last_trade_price-old_trade_price));
Zwischenwert:=Zwischenwert*(date-old_date)*86400; (*gemessen in Sekunden*)
Endwert:=Math.Max(firstPoint, Math.Min(Round(Zwischenwert), lastPoint));
distributions^[Endwert]:=distributions^[Endwert]+1;
end; old_trade_price:=last_trade_price;old_date:=date;
```

Liquidity Ratio in Umsatz/100000

```
if trade_executed then if (old_trade_price=0) then old_trade_price:=last_trade_price
else begin Zwischenwert:=Abs(last_trade_price/old_trade_price-1);
cum_volume:=cum_volume+last_trade_price*last_trade_vol/100000;
ist Preisaenderung > 1%? If (Zwischenwert > 0.01) then begin Endwert:=Round(Math.Max(firstPoint,
Math.Min(cum_volume, lastPoint)));
distributions^[Endwert]:=distributions^[Endwert]+1;
Durchschnitt:=Durchschnitt+cum_volume; Inc(Anzahl);
cum_volume:=0; old_trade_price:=last_trade_price;
```

A.5. Fehlende Datensätze nach Gärtner

Kalenderwoche (KW)	Datum	Uhrzeit	fehlende Handelsstunden
KW 3	Montag, 13.1.	9:00 bis 20:00 Uhr	11
KW 4	Freitag, 24.1.	17:07 bis 20:00 Uhr	3
KW 9	Donnerstag, 27.2.	18:31 bis 20:00 Uhr	1,5
KW 18	Freitag, 2.5.	9:00 bis 20:00 Uhr	11
KW 32	Donnerstag, 7.8.	10:01 bis 20:00 Uhr	10
KW 32	Freitag, 8.8	9:00 bis 20:00 Uhr	11
		Summe	47,5

Tabelle A.289.: Fehlende Datensätze nach Gärtner (2007), S. 274

Literaturverzeichnis

- [Aitken u. Winn 1997] AITKEN, M. ; WINN, R.: *What is this thing called liquidity?* 1997. – Working Paper
- [Aitken u. Comerton-Forde 2003] AITKEN, Michael ; COMERTON-FORDE, Carole: How should liquidity be measured. In: *Pacific-Basin Finance Journal* 11 (2003), S. 45–59
- [Amihud 2002] AMIHUD, Yakov: Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effect. In: *Journal of Financial Markets* 5 (2002), S. 31–56
- [Amihud u. Mendelson 1980] AMIHUD, Yakov ; MENDELSON, Haim: Dealership Market. In: *Journal of Financial Economics* 8 (1980), S. 31–53
- [Amihud u. Mendelson 1986] AMIHUD, Yakov ; MENDELSON, Haim: Asset Pricing and the Bid-Ask Spread. In: *Journal of Financial Economics* 17 (1986), S. 223–249
- [ASX Group 2017] ASX GROUP: *About ASX - History*. <http://www.asx.com.au/about/history.htm>. Version:2017. – abgerufen am 30. Dezember 2017
- [ASX Group 2018a] ASX GROUP: *About ASX - Trading hours*. <http://www.asx.com.au/about/trading-hours.htm>. Version:2018. – abgerufen am 05. Januar 2018
- [ASX Group 2018b] ASX GROUP: *ASX Trade*. <http://www.asx.com.au/services/trading-services/asx-trade.htm>. Version:2018. – abgerufen am 05. Januar 2018
- [von Auer 2011] AUER, Ludwig von: *Ökonometrie - Eine Einführung*. 5. Springer-Verlag, 2011
- [Bagehot 1971] BAGEHOT, Walter: The Only Game in Town. In: *Financial Analysts Journal* 27 (1971), März/April, Nr. 2, S. 12–14
- [Benston u. Hagerman 1974] BENSTON, George J. ; HAGERMAN, Robert L.: Determinants of Bid-Asked Spreads in the Over-the-Counter Market. In: *Journal of Financial Economics* 1 (1974), S. 353–364
- [Black 1971a] BLACK, Fischer: Toward a fully automated stock exchange part I. In: *Financial Analysts Journal* 27 (1971), Juli/August, Nr. 4, S. 28–44
- [Black 1971b] BLACK, Fischer: Toward a fully automated stock exchange part II. In: *Financial Analysts Journal* 27 (1971), November/Dezember, Nr. 6, S. 24–87
- [Brosius 1998] BROSIUS, Felix: *SPSS 8 Professionelle Statistik unter Windows*. 1. International Thomson Publishing, 1998
- [Cohen u. a. 1981] COHEN, Kalman J. ; MAIER, Steven F. ; SCHWARTZ, Robert A. ; WITHCOMB, David K.: Transaction Costs, Order Placement Strategy, and Existence of the Bid-Ask Spread. In: *Journal of Political Economy* 89 (1981), April, Nr. 2, S. 287–305
- [Cohen u. a. 1986] COHEN, Kalman J. ; MAIER, Steven F. ; SCHWARTZ, Robert A. ; WITHCOMB, David K.: *The Microstructure of securities markets*. Prentice-Hall, 1986

- [Cooper u. a. 1985] COOPER, S. K. ; GROTH, John C. ; AVERA, William E.: Liquidity, Exchange Listing, and Common Stock Performance. In: *Journal of Economics and Business* 37 (1985), S. 19–32
- [Copeland u. Galai 1983] COPELAND, Thomas ; GALAI, Dan: Information Effects on the Bid-Ask Spread. In: *Journal of Finance* 38 (1983), Dezember, Nr. 5, S. 1457–1469
- [Demsetz 1968] DEMSETZ, Harold: The Cost of Transacting. In: *The Quarterly Journal of Economics* 82 (1968), Februar, Nr. 1, S. 33–53
- [Deutsche Börse AG 1999] DEUTSCHE BÖRSE AG: Xetra Teilnehmerinformation. In: *Release* 3 (1999)
- [Deutsche Börse AG 2004a] DEUTSCHE BÖRSE AG: DAX: Kurzinformation. (2004)
- [Deutsche Börse AG 2004b] DEUTSCHE BÖRSE AG: Designated Sponsors im Aktienmarkt. In: *XETRA Special* (2004), August
- [Deutsche Börse AG 2004c] DEUTSCHE BÖRSE AG: XETRA Release 7.1: Marktmodell Aktien. (2004)
- [Deutsche Börse AG 2013] DEUTSCHE BÖRSE AG: XETRA Release 14.0: Marktmodell Aktien. (2013)
- [Deutsche Börse AG 2017] DEUTSCHE BÖRSE AG: Designated Sponsor Guide. 10 (2017), August, Nr. 1
- [Deutsche Börse AG - Xetra Research 2002] DEUTSCHE BÖRSE AG - XETRA RESEARCH: Der Market Impact: Liquiditätsmaß im elektronischen Wertpapierhandel. In: *Die Bank* 7 (2002)
- [Deutsche Börse Group 2017] DEUTSCHE BÖRSE GROUP: *Xetra-Handel feiert 20. Geburtstag*. Pressemitteilung. <http://deutsche-boerse.com/dbg-de/presse/pressemitteilungen/Xetra-Handel-feiert-20.-Geburtstag/3240126>. Version: 11 2017. – abgerufen am 13. Dezember 2017.
- [Dubofsky u. Groth 1984] DUBOFSKY, David A. ; GROTH, John C.: Exchange listing and stock liquidity. In: *The Journal of Financial Research* VII (1984), Winter, Nr. 4, S. 291–302
- [Easley u. O’Hara 1987] EASLEY, David ; O’HARA, Maureen: Price, Trade Size, and Information and Securities Markets. In: *Journal of Financial Economics* 19 (1987), S. 69–90
- [Garbade 1982] GARBADE, Kenneth: *Securities Market*. McGraw-Hill Book Company, 1982 (McGraw-Hill Series in Finance)
- [Garbade u. Silber 1979] GARBADE, Kenneth D. ; SILBER, William L.: Structural Organization of Secondary Markets: Clearing Frequency, Dealer Activity and Liquidity Risk. In: *The Journal of Finance* 34 (1979), June, Nr. 3, S. 557–593
- [Garman 1976] GARMAN, Mark B.: Market Microstructure. In: *Journal of Financial Economics* 3 (1976), S. 257–275
- [Glosten 1987] GLOSTEN, Lawrence R.: Components of the Bid-Ask Spread and the Statistical Properties of Transaction Prices. In: *The Journal of Finance* 42 (1987), Dezember, Nr. 5, S. 1293–1307
- [Glosten 1989] GLOSTEN, Lawrence R.: Insider Trading, Liquidity, and the Role of the Monoplist Specialist. In: *The Journal of Business* 62 (1989), April, Nr. 2, S. 211–235
- [Glosten u. Harris 1988] GLOSTEN, Lawrence R. ; HARRIS, Lawrence E.: Estimating the Components of the Bid/Ask Spread. In: *Journal of Financial Economics* 21 (1988), S. 123–142

- [Glosten u. Milgrom 1985] GLOSTEN, Lawrence R. ; MILGROM, Paul R.: Bid, Ask and Transaction Prices in a Specialist Market with Heterogeneously Informed Traders. In: *Journal of Financial Economics* 14 (1985), S. 71–100
- [Gomber u. a. 2002] GOMBER, Peter ; SCHWEIKERT, Uwe ; THEISSEN, Erik: Die vierte Dimension - Der Market Impact als Konzept zur Erfassung der Erneuerungskraft im elektronischen Wertpapierhandel. (2002), Mai
- [Gombert 2005] GOMBERT, Till: *Buchliquidität, Präsenzliquidität und Bietverhalten*. Deutscher Universitäts-Verlag, 2005 (Schriftenreihe des Instituts für Geld- und Kapitalverkehr der Universität Hamburg 24)
- [Goyenko u. a. 2009] GOYENKO, Ruslan Y. ; HOLDEN, Craig W. ; TRZCINKA, Charles A.: Do liquidity measures measure liquidity? In: *Journal of Financial Economics* 92 (2009), S. 153–181
- [Grossmann u. Miller 1988] GROSSMANN, Sanford J. ; MILLER, Merton C.: Liquidity and Market Structure. In: *The Journal of Finance* 43 (1988), Juli, Nr. 3, S. 617–633
- [Gärtner 2007] GÄRTNER, Christian: *Liquidität am deutschen Kapitalmarkt*. Deutscher Universitäts-Verlag, 2007
- [Harris 1990] HARRIS, Lawrence E.: *Liquidity, Trading Rules, and Electronic Trading Systems*. New York University Salomon Center, 1990 (Monograph series in finance and economics 4)
- [Hasbrouck 2004] HASBROUCK, Joel: Liquidity in the Futures Pits: Inferring Market Dynamics from Incomplete Data. In: *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 39 (2004), Juni, Nr. 2, S. 305–326
- [Hasbrouck u. Schwartz 1988] HASBROUCK, Joel ; SCHWARTZ, Robert A.: Liquidity and Execution Costs in Equity Markets. In: *The Journal of Portfolio Management* 14 (1988), Nr. 3, S. 10–16
- [Holden 2009] HOLDEN, Craig W.: New low-frequency spread measures. In: *Journal of Financial Markets* 12 (2009), S. 778–813
- [Holthausen u. a. 1987] HOLTHAUSEN, Robert ; LEFTWITCH, Richard ; MAYERS, David: The effect of large block transactions on security prices: A cross-sectional analysis. In: *Journal of Financial Economics* 19 (1987), S. 237–267
- [Huang u. Stoll 1996] HUANG, Roger D. ; STOLL, Hans R.: Dealer versus auction markets: A paired comparison of execution costs on NASDAQ and the NYSE. In: *Journal of Financial Economics* 41 (1996), S. 313–357
- [IBM Knowledge Center] IBM KNOWLEDGE CENTER: *Modelle für die Kurvenanpassung*. https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/de/SSLVMB_22.0.0/com.ibm.spss.statistics.help/spss/base/curve_estimation_models.htm. – abgerufen am 18. Dezember 2017.
- [Iversen 1993] IVERSEN, Peter: *Geld-Brief-Spannen deutscher Standardwerte - eine empirische Untersuchung über die Höhe der Kosten sofortigen Abschlusses am deutschen Aktienmarkt*. Deutscher Universitäts-Verlag, 1993
- [Kempf 1998] KEMPF, Alexander: Was messen Liquiditätsmaße. In: *Die Betriebswirtschaft* 58 (1998), Nr. 3, S. 299–311
- [Kempf 1999] KEMPF, Alexander: *Wertpapierliquidität und Wertpapierpreise*. Deutscher Universitäts-Verlag, 1999 (Beiträge zur betriebswirtschaftlichen Forschung 91)

- [Kempf u. Korn 1999] KEMPF, Alexander ; KORN, Olaf: Market Depth and Order Size. In: *Journal of Financial Markets* 2 (1999), Februar, Nr. 1, S. 29–48
- [Kockläuner 1988] KOCKKLÄUNER, Gerhard: *Angewandte Regressionsanalyse mit SPSS*. Vieweg, 1988
- [Kyle 1985] KYLE, Albert S.: Continuous Auctions and Insider Trading. In: *Econometrica* 53 (1985), November, Nr. 6, S. 1315–1335
- [Lüdecke 1996] LÜDECKE, Torsten: *Struktur und Qualität von Finanzmärkten*. Gabler, 1996
- [Lesmond u. a. 1999] LESMOND, David A. ; OGDEN, Joseph P. ; TRZCINKA, Charles A.: A New Estimate of Transaction Costs. In: *The Review of Financial Studies* 12 (1999), Winter, Nr. 5, S. 1113–1141
- [Markentreue 2009] MARKENTREUE: *Test auf Autokorrelation und Heteroskedastizität*. <http://markentreue.com/empirische-untersuchung-markentreue/uberprufung-der-untersuchungshypothesen/test-auf-autokorrelation-und-heteroskedastizitat/>. Version: Juli 2009. – abgerufen am 27. Februar 2018.
- [McInish u. Wood 1992] MCINISH, Thomas H. ; WOOD, Robert A.: An Analysis of Intraday Patterns in Bid-Ask Spreads for NYSE Stocks. In: *The Journal of Finance* 48 (1992), Juni, Nr. 2, S. 753–764
- [Mildenstein 1982] MILDENSTEIN, Eckart: *Die Kurspolitik der Marketmaker auf Aktienzirkulationsmärkten*. Schwarzenbek, 1982
- [Niederhoffer u. Osborne 1966] NIEDERHOFFER, Victor ; OSBORNE, M.F.M.: Market Making and Reversal on the Stock Exchange. In: *Journal of the American Statistical Association* 61 (1966), Dezember, Nr. 316, S. 897–916
- [Pastor u. Stambaugh 2003] PASTOR, Lubos ; STAMBAUGH, Robert F.: Liquidity Risk and Expected Stock Returns. In: *The Journal of Political Economy* 111 (2003), Juni, S. 642–685
- [Roll 1984] ROLL, Richard: A Simple Implicit Measure of the Effective Bid-Ask Spread in an Efficient Market. In: *The Journal of Finance* XXXIX (1984), September, Nr. 4, S. 1127–1139
- [Schlittgen 2008] SCHLITTFEN, Rainer: *Einführung in die Statistik - Analyse und Modellierung von Daten*. 11. Oldenbourg Verlag München, 2008
- [Schmidt 1977] SCHMIDT, Hartmut: *Vorteile und Nachteile eines integrierten Zirkulationsmarktes für Wertpapiere gegenüber einem gespaltenen Effektenmarkt*. Brüssel : EGKS, 1977
- [Schmidt u. Iversen 1991] SCHMIDT, Hartmut ; IVERSEN, Peter: Geld-Brief-Spannen deutscher Standardwerte in IBIS und MATIS. In: *Zeitschrift für Bankrecht und Bankwirtschaft* 4 (1991), November, S. 209–226
- [Schmidt u. Treske 1996] SCHMIDT, Hartmut ; TRESKE, Kai: Komponenten der Geld-Brief-Spanne am deutschen Aktienmarkt. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 9 (1996), September, S. 1033–1056
- [Schneider 2013] SCHNEIDER, Daniel: *Liquidität im Orderbuch*. Juni 2013
- [Schwartz 1988] SCHWARTZ, Robert A.: *Equity Markets: Structure, Trading, and Performance*. Harper & Row, 1988
- [SIRCA 2017] SIRCA: Enabling Data Intensive Research. (2017), Juni
- [SIRCA 2018] SIRCA: *SIRCA - About Us*. <https://www.sirca.org.au/about-sirca/>. Version: 2018. – abgerufen am 09. Januar 2018

- [Stoll 1976] STOLL, Hans R.: Dealer Inventory Behavior: An Empirical Investigation of NASDAQ Stocks. In: *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 11 (1976), September, Nr. 3, S. 359–380
- [Stoll 1978a] STOLL, Hans R.: The Pricing of Security Dealer Services: An Empirical Study of NASDAQ Stocks. In: *The Journal of Finance* 33 (1978), September, Nr. 4, S. 1153–1172
- [Stoll 1978b] STOLL, Hans R.: The Supply of Dealer Services in Securities Markets. In: *The Journal of Finance* 33 (1978), September, Nr. 4, S. 1133–1151
- [Stoll 1985] STOLL, Hans R.: *Monograph Series in Finance and Economics*. Bd. 2: *The Stock Exchange Specialist System: An Economic Analysis*. Salomon Brothers Center for the Study of Financial Institutions, 1985
- [Tinic 1972] TINIC, Seha M.: The Economics of Liquidity Services. In: *The Quarterly Journal of Economics* 86 (1972), Februar, Nr. 1, S. 79–93
- [Tinic u. West 1972] TINIC, Seha M. ; WEST, Richard R.: Competition and the pricing of dealer services in the over-the-counter stock market. In: *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 7 (1972), Juni, Nr. 3, S. 1707–1727
- [Tobin 1958] TOBIN, James: Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. In: *Econometrica* 26 (1958), Januar, Nr. 1, S. 24–36
- [Treske 1996] TRESKE, Kai: *Komponenten der Geld-Brief-Spanne am deutschen Aktienmarkt*. Deutscher Universitätsverlag, 1996 (Schriftenreihe des Instituts für Geld- und Kapitalverkehr der Universität Hamburg 14)
- [Vogel 2008] VOGEL, Philippe O.: *Marktmikrostruktur - Theorie und Empirie des Orderbuchs*, Diplomarbeit, Mai 2008
- [Walras 2014] WALRAS, Léon: *Leon Walras's Elements of Theoretical Economics*. Cambridge University Press, 2014
- [Wiseman 2012] WISEMAN, Michael ; LEIBNIZ-RECHENZERNTRUM DER BAYRISCHEN AKADMIE DER WISSENSCHAFTEN (Hrsg.): *SPSS Special Topics: Lineare Regression*. <https://www.lrz.de/services/schulung/unterlagen/spss/spss-regression/>. Version: 04 2012. – abgerufen am 21. Dezember 2017.