

4 ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse der drei Versuchsreihen nacheinander vorgestellt.

4.1 Verhalten der Parameter unter verschiedenen Transportbedingungen

Die Stabilität ausgewählter Parameter des Stoffwechselprofils des Rindes wurde unter verschiedenen Transport- und Lagerungsbedingungen untersucht. Dazu wurden mehrere Blutproben je Kuh entnommen. Einige davon wurden vor dem Transport zentrifugiert und dann bei Kühlschranktemperatur (KT-Z) oder Raumtemperatur (RT-Z) zum Labor transportiert. Andere wiederum wurden als Vollblut bei Raumtemperatur transportiert (RT-UZ). Da Probenröhrchen mit Trenngel verwendet wurden, wurde das Serum der zentrifugierten Proben nicht abpipettiert, sondern nach dem Zentrifugieren in den Blutentnahmeröhrchen für Transport und Lagerung belassen. Die Lagerung im Labor erfolgte passend zu den Transportbedingungen, um eine längere Transportdauer zu simulieren. Die Analyse der Proben erfolgte 2, 4, 8, 12, 24, 36 und 48 Stunden nach der Blutentnahme. Die Daten aus der Analyse, die zwei Stunden nach der Blutentnahme erfolgte, wurden als Ausgangswerte definiert, zu denen alle weiteren Untersuchungen in Bezug gesetzt wurden. Nachfolgend werden die Ergebnisse gegliedert nach den einzelnen Parametern aufgeführt.

4.1.1 Aspartat-Amino-Transferase (AST)

In Abbildung 4.1 wird der Verlauf der prozentualen Abweichung der AST vom Ausgangswert beim jeweiligen Transportzustand dargestellt. Das dazugehörige Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.2) veranschaulicht das Verhalten der Mittelwerte der relativen Abweichungen vom Ausgangswert für jeden Transportzustand der Proben mit den dazugehörigen einfachen Standardabweichungen.

Die Aktivität der AST nahm im Serum der unzentrifugierten Proben nach zwölf Stunden Lagerung zu. Die relative Differenz zum Ausgangswert war bei diesen Proben ab dem 24h-Wert signifikant ($p \leq 0,05$). In den zentrifugierten Proben blieb die Aktivität der AST im Serum bei beiden Lagerungstemperaturen über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg stabil.

In Tabelle 4.1 wird die Anzahl der Proben wiedergegeben, die die festgelegte maximal vertretbare Abweichung von 20% vom Ausgangswert zum jeweiligen Zeitpunkt schon überschritten haben. Hier wird deutlich, dass nach 48 Stunden noch 95,7% der zentrifugierten Proben innerhalb des festgelegten Grenzbereiches lagen, während nur noch bei 78,3% der unzentrifugierten Proben die Enzymaktivität der AST innerhalb des Grenzbereiches für die maximal vertretbare Abweichung lag.

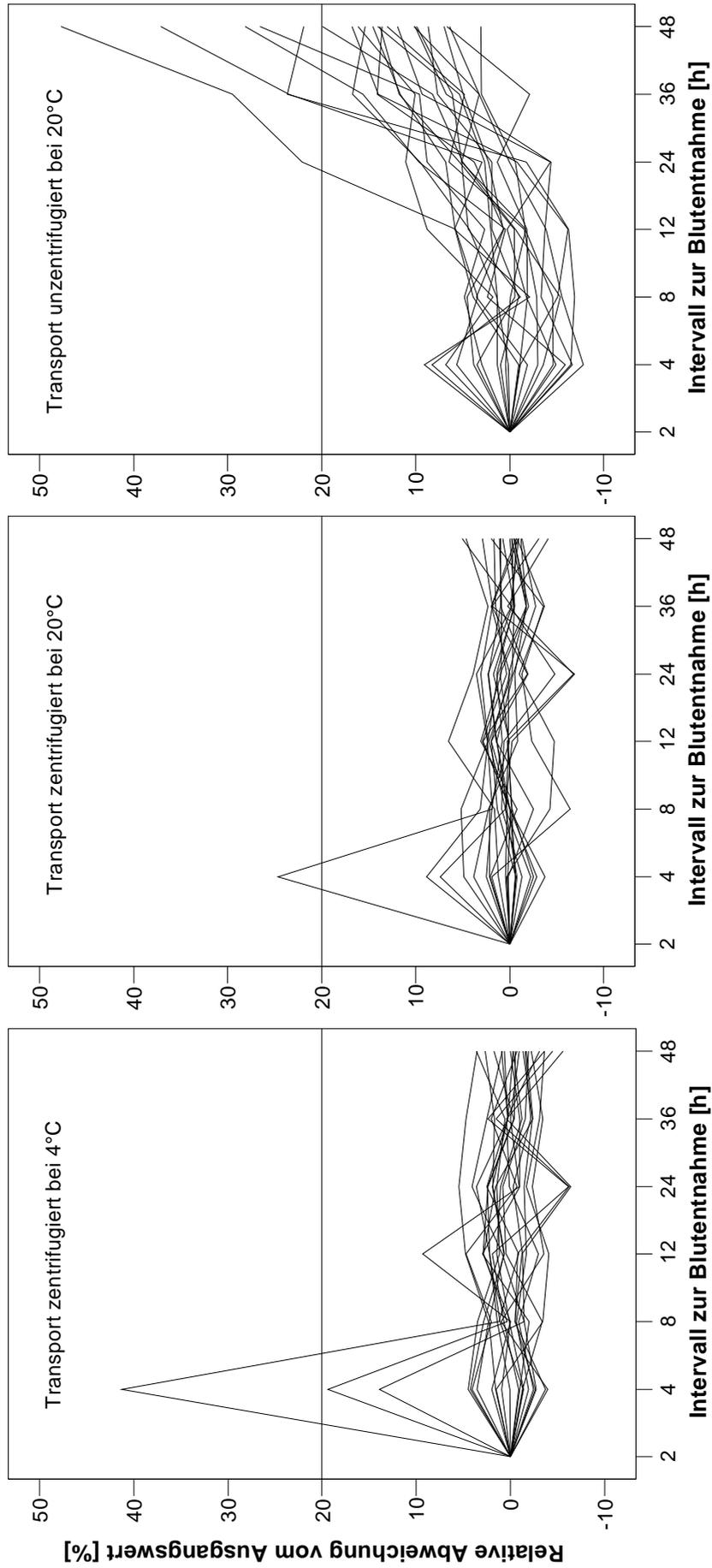


Abb. 4.1: Relative Differenz der AST vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Die AST verhielt sich in den zentrifugierten Blutproben stabil, während in den unzentrifugierten Proben nach zwölf Stunden Lagerung bei Raumtemperatur ein Anstieg der Aktivität zu verzeichnen war.

Datenbereich der Ausgangswerte: 0,65 - 5,27 $\mu\text{kat/l}$ (Norm: $<1,34 \mu\text{kat/l}$)

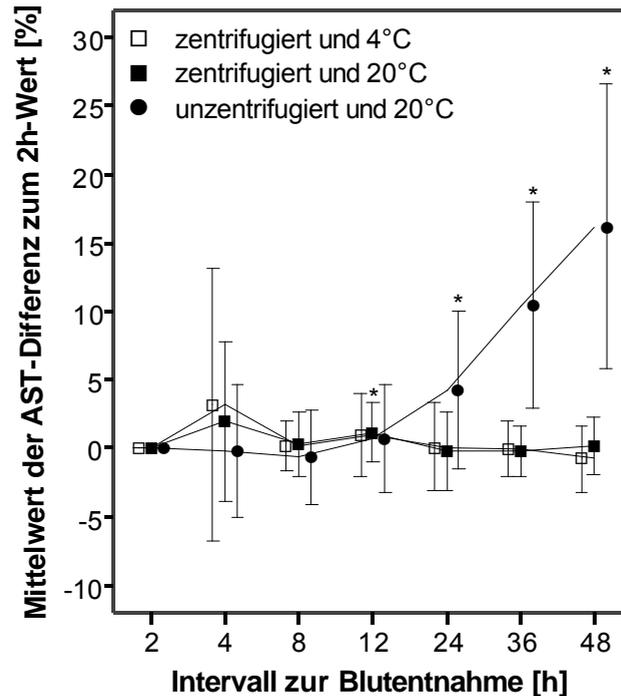


Abb. 4.2: Mittelwerte der relativen Abweichungen der AST.

In den unzentrifugierten Proben stieg die AST-Aktivität im Serum im Mittel an und die Streuung nahm zu. Die Differenz zum Ausgangswert war für diese Proben ab dem 24h-Wert signifikant. In den zentrifugierten Proben verhielt sich die AST dahingegen stabil. (*: $p \leq 0,05$)

Tab. 4.1: Kumulative Kreuztabelle der AST.

Nach 48h Lagerung war die AST noch in 95,7% der Serum-Proben innerhalb des Grenzbereiches von $\pm 20\%$ Differenz zum Ausgangswert, während es bei den Vollblut-Proben nur noch 78,3% waren.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für die AST	4 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	0 (0%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	0 (0%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	0 (0%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	1 (4,3%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	3 (13,0%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	5 (21,7%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	22	22	18
		% von Zustand	95,7%	95,7%	78,3%

4.1.2 γ -Glutamyl-Transferase (γ -GT)

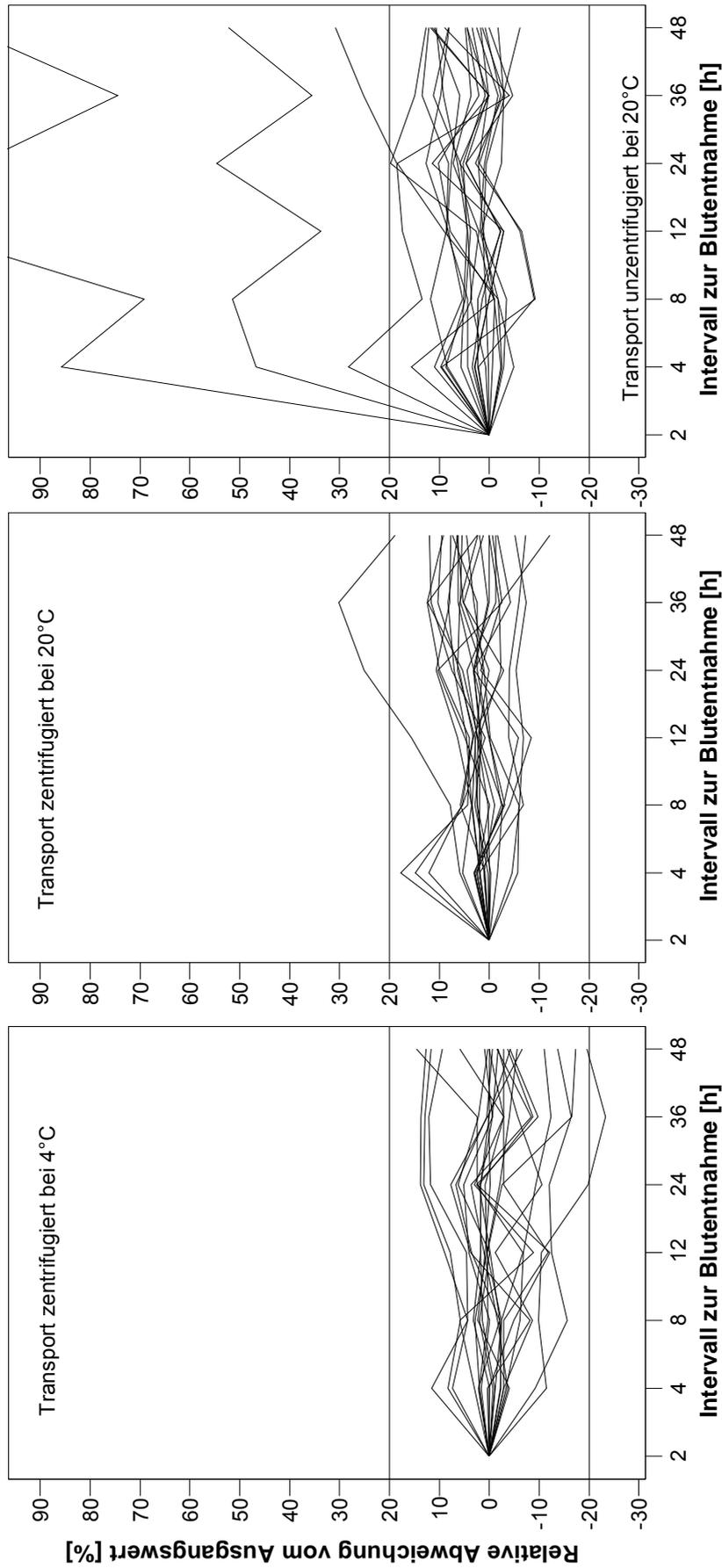


Abb. 4.3: Relative Differenz der γ -GT vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Die γ -GT verhielt sich in den zentrifugierten Proben stabil. Bei wenigen Proben, die unzentrifugiert gelagert wurden, war ein starker Anstieg der Aktivität zu verzeichnen.

Datenbereich der Ausgangswerte: 0,18 – 2,24 $\mu\text{kat/l}$ (Norm: $<0,64 \mu\text{kat/l}$)

In den Abbildungen 4.3 und 4.4 wird der Verlauf der relativen Abweichungen der γ -GT vom Ausgangswert beim jeweiligen Transportzustand für jede Kuh einzeln (Abb. 4.3) und deren Mittelwerte (Abb. 4.4) dargestellt.

Die Aktivität der γ -GT blieb im Serum der zentrifugierten Proben bei beiden untersuchten Temperaturen über den gesamten Untersuchungszeitraum erhalten. In den unzentrifugierten Proben verhielt sie sich dagegen zum Teil individuell unterschiedlich. So blieb die γ -GT in den meisten Proben stabil, während in einigen Proben ein starker Anstieg der Aktivität zu verzeichnen war. Dies spiegelt sich im Fehlerbalken-Diagramm durch die erhöhte Streuung der Werte um ihren Mittelwert wieder. Bei den unzentrifugierten Proben ist ab dem 24h-Wert die Abweichung vom Ausgangswert signifikant.

Tabelle 4.2 verdeutlicht dieses Ergebnis. In dieser Kreuztabelle wird erkennbar, dass die γ -GT in drei der unzentrifugierten Proben von Anfang an den festgelegten Grenzwert von 20% für die maximal vertretbare Abweichung vom Ausgangswert überschritten hatte. Nach 48 Stunden befand sich die γ -GT aber noch in 82,6% der unzentrifugierten Proben innerhalb des Grenzbereiches. Bei den zentrifugierten Proben überschritt die γ -GT bei beiden untersuchten Temperaturen nur in je einer Probe den festgelegten Grenzwert, so dass nach 48 Stunden noch 95,7% der Proben im festgelegten Grenzbereich lagen.

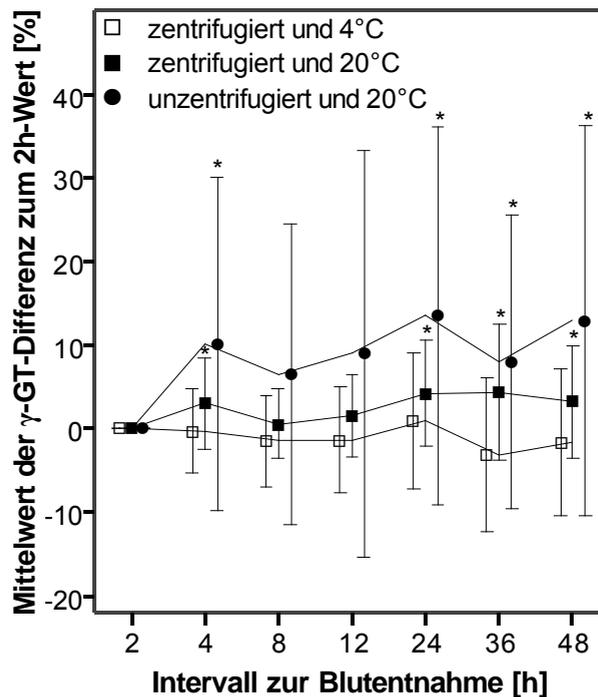


Abb. 4.4: Mittelwerte der relativen Abweichungen der γ -GT.

In den unzentrifugierten Proben stieg die Differenz zum Ausgangswert mit starker Streuung im Mittel an ($s = 18 - 24\%$), während sie in den zentrifugierten Proben stabil blieb. Die Differenzen waren ab dem 24h-Wert bei RT-UZ und RT-Z signifikant. (*: $p \leq 0,05$)

Tab. 4.2: Kumulative Kreuztabelle der γ -GT.

Nach 48h Lagerung war die γ -GT-Aktivität noch in 95,7% der Serum-Proben innerhalb des Grenzbereiches von $\pm 20\%$ Differenz. Bei den Vollblut-Proben waren es noch 82,6%.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für die γ -GT	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	3 (13,0%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	3 (13,0%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	3 (13,0%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	1 (4,3%)	3 (13,0%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	4 (17,4%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	4 (17,4%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	22	22	19
		% von Zustand	95,7%	95,7%	82,6%

4.1.3 Glutamat-Dehydrogenase (GLDH)

Die Abbildungen 4.5 und 4.6 zeigen das Verhalten der GLDH in den Proben bei unterschiedlichen Transport- und Lagerungsbedingungen relativ zum Ausgangswert.

Die GLDH zeigte ein deutlich inkonstanteres Verhalten, als es bei der AST und der γ -GT der Fall war. Die GLDH schwankte über die untersuchten 48 Stunden bei allen drei Zuständen innerhalb des festgelegten Grenzbereiches von $\pm 20\%$ maximal vertretbarer Abweichung vom Ausgangswert, und immer wieder überschritten einige Proben diesen Grenzwert (siehe Abb. 4.5).

Diese Schwankungen der GLDH spiegeln sich auch im Fehlerbalken-Diagramm wieder, wo eine starke Streuung der Werte von 9 bis 21% um ihren Mittelwert unabhängig vom Lagerungszustand zu erkennen ist (siehe Abb. 4.6). Des Weiteren wird hier deutlich, dass im Mittel ein leichter Anstieg der Aktivität im Serum bei allen drei Zuständen über die untersuchten 48 Stunden hinweg zu verzeichnen war. Dieser war im Mittel bei den zentrifugierten Proben höher als bei den unzentrifugierten. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass die ermittelten Differenzen der GLDH-Aktivität im Serum vom jeweiligen Ausgangswert bei den zentrifugierten Proben ab dem 12h-Wert, bei Lagerung bei Raumtemperatur sogar schon ab dem 8h-Wert, signifikant waren. Für die Proben, die unzentrifugiert bei Raumtemperatur gelagert wurden, konnte nur 12 und 36 Stunden nach der Blutentnahme eine signifikante Differenz vom Ausgangswert ermittelt werden.

Tabelle 4.3 verdeutlicht dieses graphische Ergebnis mit absoluten und relativen Zahlen. Es wird erkennbar, dass die GLDH bei keinem der untersuchten Transportzustände besonders stabil bleibt. Frühzeitig wurde bei allen drei untersuchten Transport- und Lagerungsbedingungen der Grenzwert von mehreren Proben überschritten. So hatten bereits nach acht Stunden jeweils 13% der Proben bei allen drei untersuchten Zuständen die festgelegte Abweichungsgrenze von $\pm 20\%$ überschritten. Nach 48 Stunden befanden sich

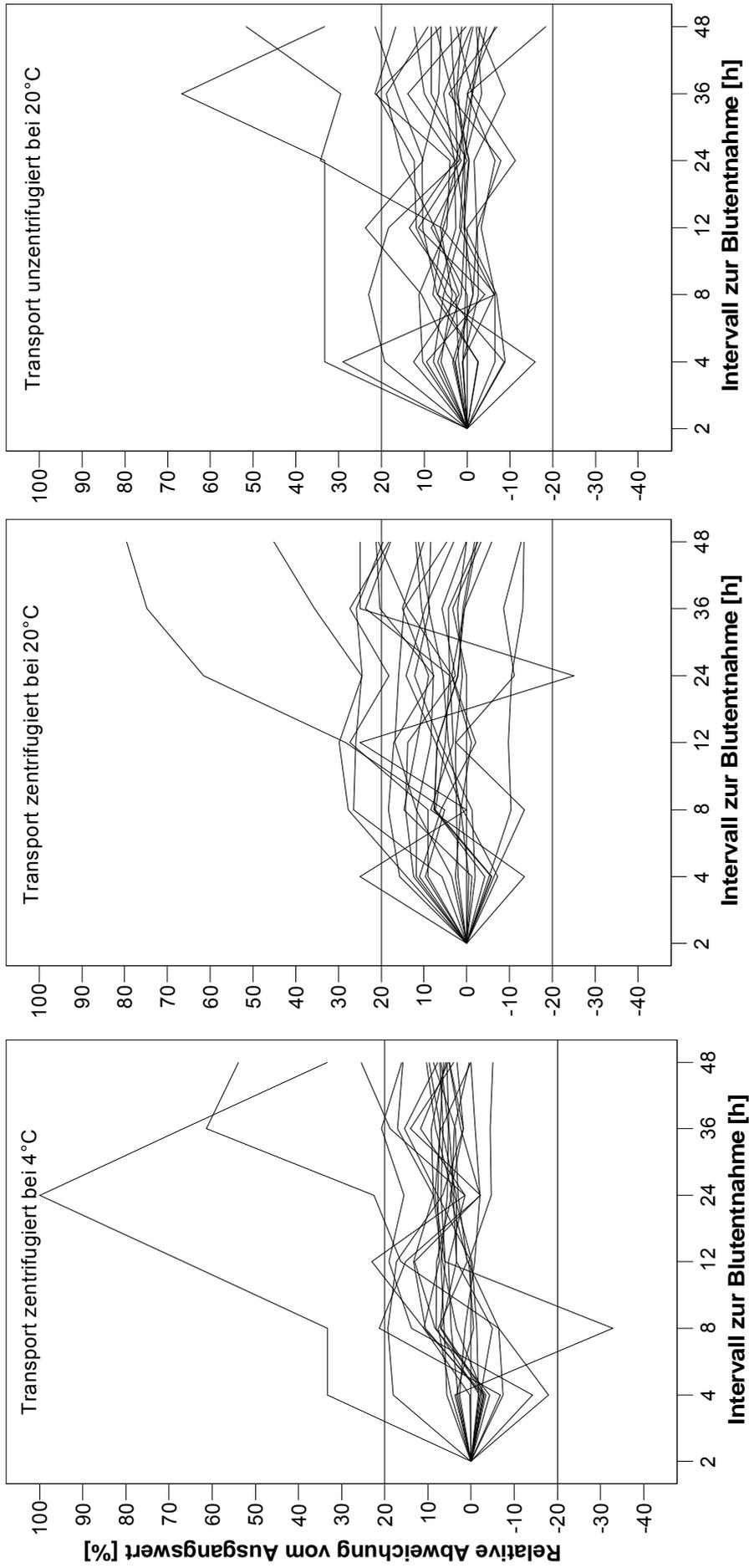


Abb. 4.5: Relative Differenz der GLDH vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Die GLDH verhielt sich bei allen drei Transportzuständen ähnlich und zeigte ein inkonstantes Verhalten über die untersuchten 48 Stunden hinweg, wobei immer wieder einige Proben den festgelegten Grenzwert überschritten.

Datenbereich der Ausgangswerte: 30 – 2163 nkat/l (Norm: <310 nkat/l)

nur noch 73,9% der Proben, die zentrifugiert bei Kühlschranktemperatur und unzentrifugiert bei Raumtemperatur transportiert wurden, und 62,2% der Proben, die zentrifugiert bei Raumtemperatur transportiert wurden, innerhalb der vertretbaren Abweichung vom Ausgangswert.

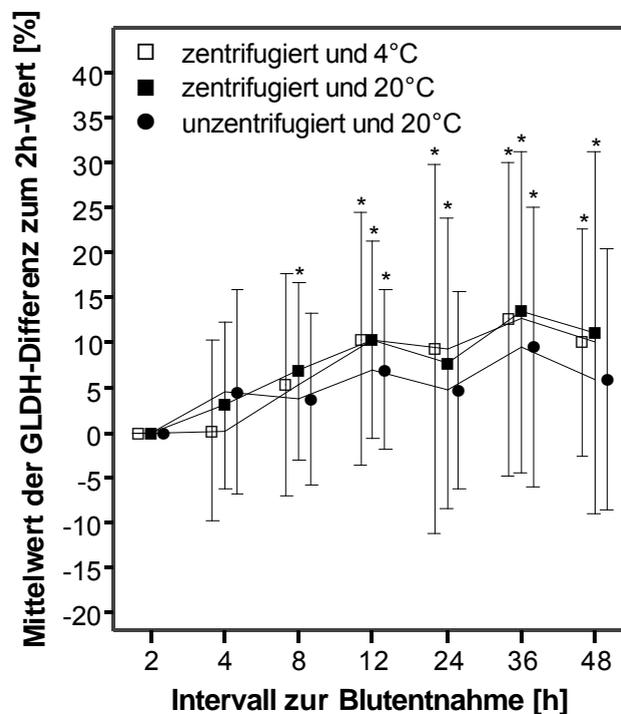


Abb. 4.6: Mittelwerte der relativen Abweichungen der GLDH.

Im Mittel stieg die GLDH-Aktivität im Serum bei allen Zuständen an. Dieser Anstieg war bei den zentrifugierten Proben etwas stärker als bei den unzentrifugierten. (*: $p \leq 0,05$)

Tab. 4.3: Kumulative Kreuztabelle der GLDH.

Frühzeitig wurde der 20%-Grenzwert unabhängig vom Lagerungszustand von mehreren Proben überschritten.

n=23		Zustand			
		KT-Z	RT-Z	RT-UZ	
Proben über festgelegtem Grenzwert für die GLDH	4 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	2 (8,7%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	3 (13,0%)	3 (13,0%)	3 (13,0%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	4 (17,4%)	5 (21,7%)	4 (17,4%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	5 (21,7%)	5 (21,7%)	4 (17,4%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	6 (26,1%)	7 (30,4%)	6 (26,1%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	6 (26,1%)	8 (34,8%)	6 (26,1%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	17	15	17
		% von Zustand	73,9%	65,2%	73,9%

4.1.4 Bilirubin

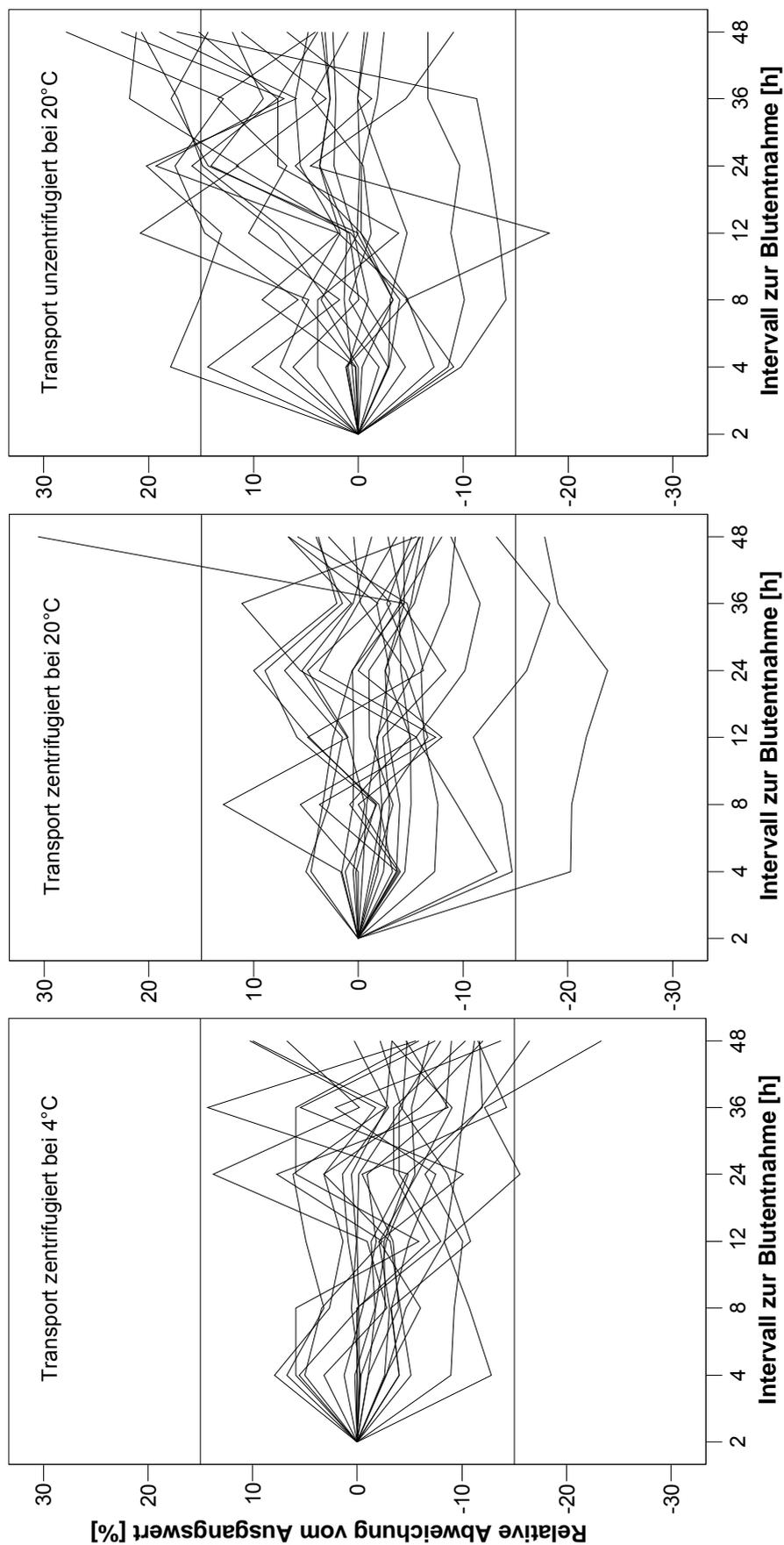


Abb. 4.7: Relative Differenz des Bilirubins vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Bilirubin verhielt sich bei allen drei Transportzuständen über die 48 Stunden hinweg inkonstant, wobei die Proben, die unzentrifugiert bei Raumtemperatur transportiert und gelagert wurden, stärkeren Schwankungen unterlagen als die zentrifugierten Proben. Datenbereich der Ausgangswerte: 1,70 – 32,24 $\mu\text{mol/l}$ (Norm: $<6,67 \mu\text{mol/l}$)

In Abbildung 4.7 wird der Verlauf der prozentualen Abweichung der Bilirubingehalte vom Ausgangswert beim jeweiligen Transportzustand dargestellt.

Das Verhalten von Bilirubin war bei allen drei untersuchten Transport- und Lagerungsbedingungen sehr inkonstant, wobei jedoch bei den zentrifugierten Proben nur wenige innerhalb des Untersuchungszeitraum den festgelegten Grenzbereich von $\pm 15\%$ für die maximal vertretbare Abweichung vom Ausgangswert überschritten hatten. Dagegen waren die Schwankungen des Bilirubingehaltes in den unzentrifugierten Proben größer und zusätzlich befanden sich mehr Proben mit ihren Bilirubin-Differenzen außerhalb des Grenzbereiches.

Dies verdeutlicht auch das Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.8). Die Schwankung der Bilirubingehalte in den unzentrifugierten Proben spiegelt sich hier durch eine höhere Streuung der Werte von 6 bis 10% um ihren Mittelwert wieder. Des Weiteren war ein mittlerer Anstieg der Bilirubingehalte in den unzentrifugierten Proben zu verzeichnen, wobei die hier ermittelten Differenzen zum Ausgangswert ab dem 24h-Wert signifikant waren. Für die zentrifugierten Proben zeichnete sich im Mittel bei beiden Temperaturen ein geringgradiger Abfall der Bilirubin-Werte mit einer Streuung von 4 bis 8% ab. Signifikante Differenzen konnten bei den KT-Z-Proben 8 h, 12 h, 36 h und 48 h nach der Blutentnahme und bei den RT-Z-Proben 4 h, 12 h und 36 h nach der Blutentnahme ermittelt werden.

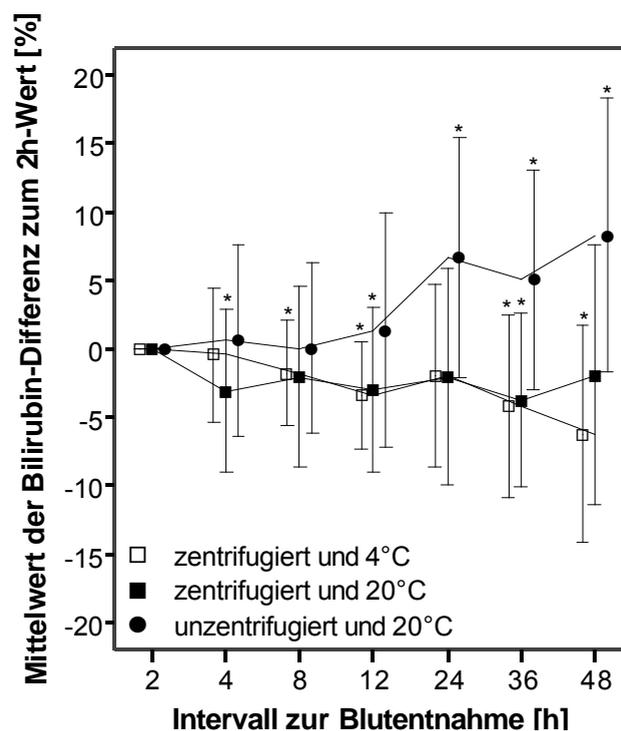


Abb. 4.8: Mittelwerte der relativen Abweichungen des Bilirubins.

In den unzentrifugierten Proben stieg die Differenz zum Ausgangswert im Mittel mit starker Streuung an ($s = 7 - 10\%$) und war ab dem 24h-Wert signifikant. In den zentrifugierten Proben fielen die Bilirubingehalte dagegen im Mittel leicht ab. (*: $p \leq 0,05$)

Tabelle 4.4 verdeutlicht den ermittelten Unterschied zwischen den zentrifugierten und unzentrifugierten Proben aus den graphischen Darstellungen mit absoluten und relativen Zahlen. So waren nach 24 Stunden Lagerung als Vollblut (RT-UZ) bereits 26,1% der Proben über dem festgelegten Grenzwert von $\pm 15\%$ maximal vertretbarer Abweichung vom Ausgangswert. Bei den zentrifugierten Proben waren es zu diesem Zeitpunkt nur 8,7% der Proben, die bei Raumtemperatur gelagert wurden (RT-Z), und 4,3% der Proben, die bei 4°C gelagert wurden (KT-Z). Nach 48 Stunden waren nur noch 60,9% der Vollblut-Proben (RT-UZ) innerhalb des festgelegten Grenzbereiches, während die Probenzahl bei den zentrifugierten Proben bei beiden Temperaturen höher lag.

Tab. 4.4: Kumulative Kreuztabelle von Bilirubin.

Die Probenanzahl, die den Grenzwert für die vertretbare Abweichung vom Ausgangswert überschritten hat, war bei den unzentrifugierten größer als bei den zentrifugierten.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für Bilirubin	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	1 (4,3%)	1 (4,3%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	1 (4,3%)	1 (4,3%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	1 (4,3%)	3 (13,0%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	2 (8,7%)	6 (26,1%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	2 (8,7%)	8 (34,8%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	2 (8,7%)	3 (13,0%)	9 (39,1%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	21	20	14
		% von Zustand	91,3%	87,0%	60,9%

4.1.5 Harnstoff

In den Abbildungen 4.9 und 4.10 wird das Verhalten von Harnstoff bei den drei untersuchten Transport- und Lagerungsbedingungen für jede Probe einzeln (Abb. 4.9) und deren Mittelwerte (Abb. 4.10) dargestellt.

Es wird deutlich, dass sich Harnstoff bei allen drei Lagerungsbedingungen über die 48 Stunden hinweg ähnlich verhielt und im Rahmen von rund $\pm 20\%$ Differenz zum jeweiligen Ausgangswert ohne erkennbare Tendenz schwankte. Im Fehlerbalken-Diagramm äußert sich dieses inkonstante Verhalten durch eine erhöhte Streuung der Werte von 9 bis 20% um den Mittelwert bei allen drei Lagerungsbedingungen. Im Mittel verhielten sich die Harnstoffgehalte in den zentrifugierten Proben stabil, während in den unzentrifugierten Proben im Mittel ein Anstieg innerhalb der 48 Stunden zu verzeichnen war. Zusätzlich konnte bei den unzentrifugierten Proben 12 und 48 Stunden nach der Blutentnahme eine signifikante Differenz zum Ausgangswert ermittelt werden.

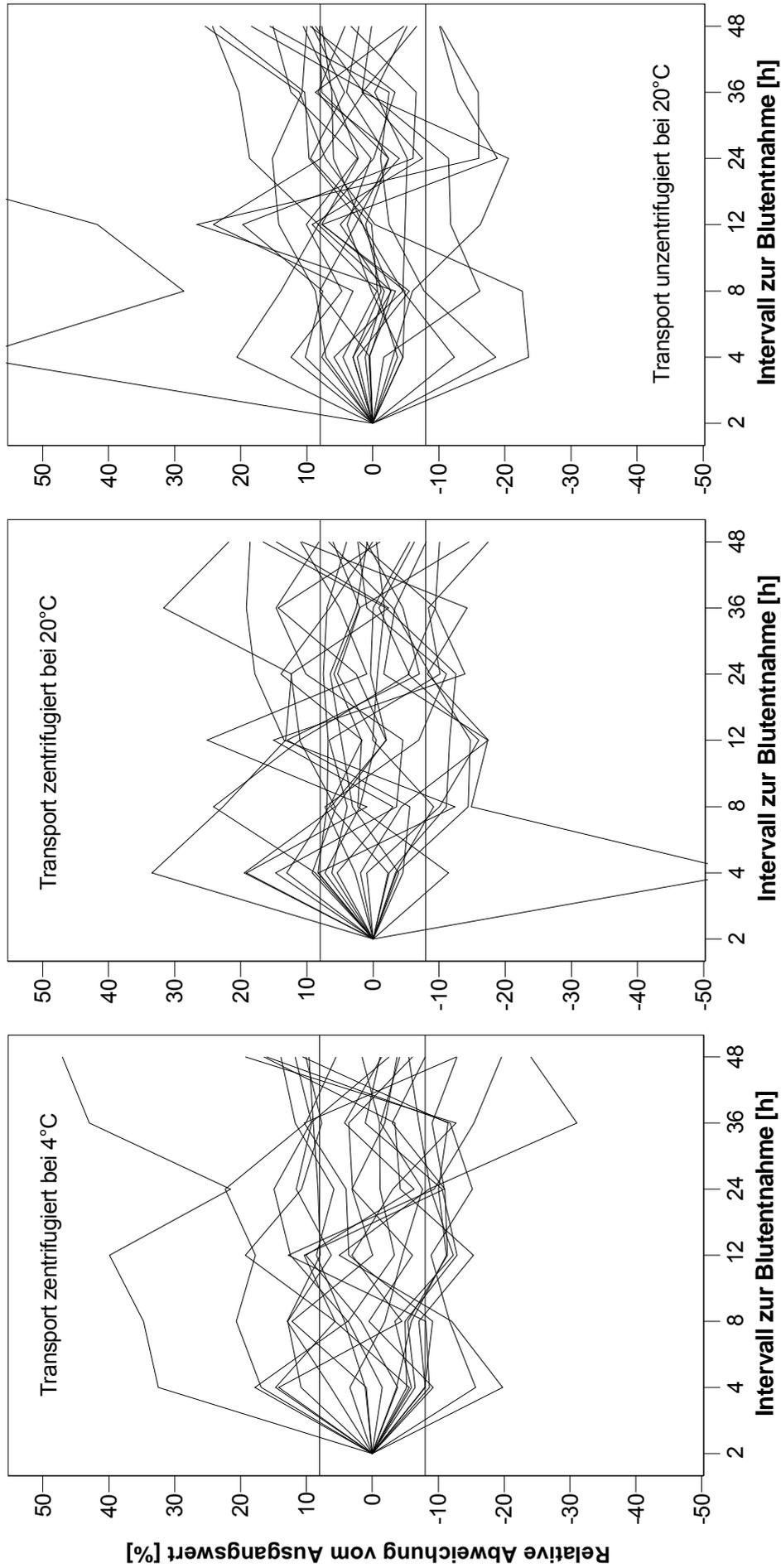


Abb. 4.9: Relative Differenz des Harnstoffs vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Die Harnstoffgehalte zeigten bei allen drei Transportzuständen ein inkonstantes Verhalten ohne erkennbare Tendenz mit einer Schwankung von rund $\pm 20\%$ Differenz vom Ausgangswert.

Datenbereich der Ausgangswerte: 0,80 – 8,21 mmol/l (Norm: 3,34 – 6,51 mmol/l)

Da die ermittelten Harnstoffgehalte unabhängig von den Lagerungsbedingungen im Rahmen von rund $\pm 20\%$ Differenz zum Ausgangswert schwankten, hatten schon frühzeitig mehrere Proben den festgelegten Grenzwert von $\pm 8\%$ für die vertretbare Abweichung vom Ausgangswert überschritten. Dies wird in Tabelle 4.5 deutlich. So waren die Werte schon vier Stunden nach der Blutentnahme in 47,8% der zentrifugierten Proben und 30,4% der unzentrifugierten Proben außerhalb des festgelegten Grenzbereiches. Nach 48 Stunden waren nur noch 8,7% der KT-Z- und RT-UZ-Proben und 13,0% der RT-Z-Proben innerhalb des festgelegten Grenzbereiches.

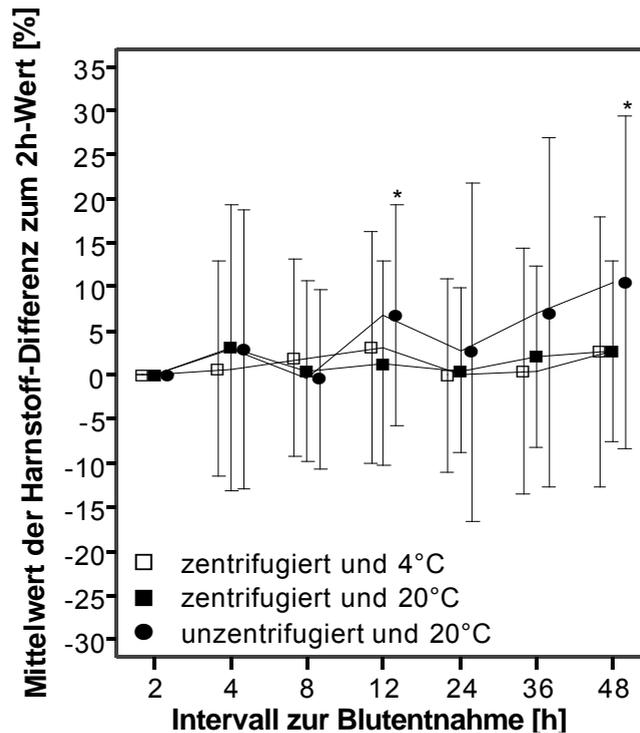


Abb. 4.10: Mittelwerte der relativen Abweichungen des Harnstoffs.

Die Harnstoffgehalte verhielten sich in den zentrifugierten Proben im Mittel stabil, während in den unzentrifugierten Proben ein Anstieg zu verzeichnen war (s = 9 – 20%). (*: $p \leq 0,05$)

Tab. 4.5: Kumulative Kreuztabelle von Harnstoff.

Die Abweichungsgrenze von $\pm 8\%$ wurde schon frühzeitig von vielen Proben überschritten.

n=23		Zustand			
		KT-Z	RT-Z	RT-UZ	
Proben über festgelegtem Grenzwert für Harnstoff	4 h	Anzahl (% von Zustand)	11 (47,8%)	11 (47,8%)	7 (30,4%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	14 (60,9%)	15 (65,2%)	10 (43,5%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	21 (91,3%)	18 (78,3%)	15 (65,2%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	21 (91,3%)	20 (87,0%)	17 (73,9%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	21 (91,3%)	20 (87,0%)	19 (82,6%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	21 (91,3%)	20 (87,0%)	21 (91,3%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	2	3	2
		% von Zustand	8,7%	13,0%	8,7%

4.1.6 Cholesterin

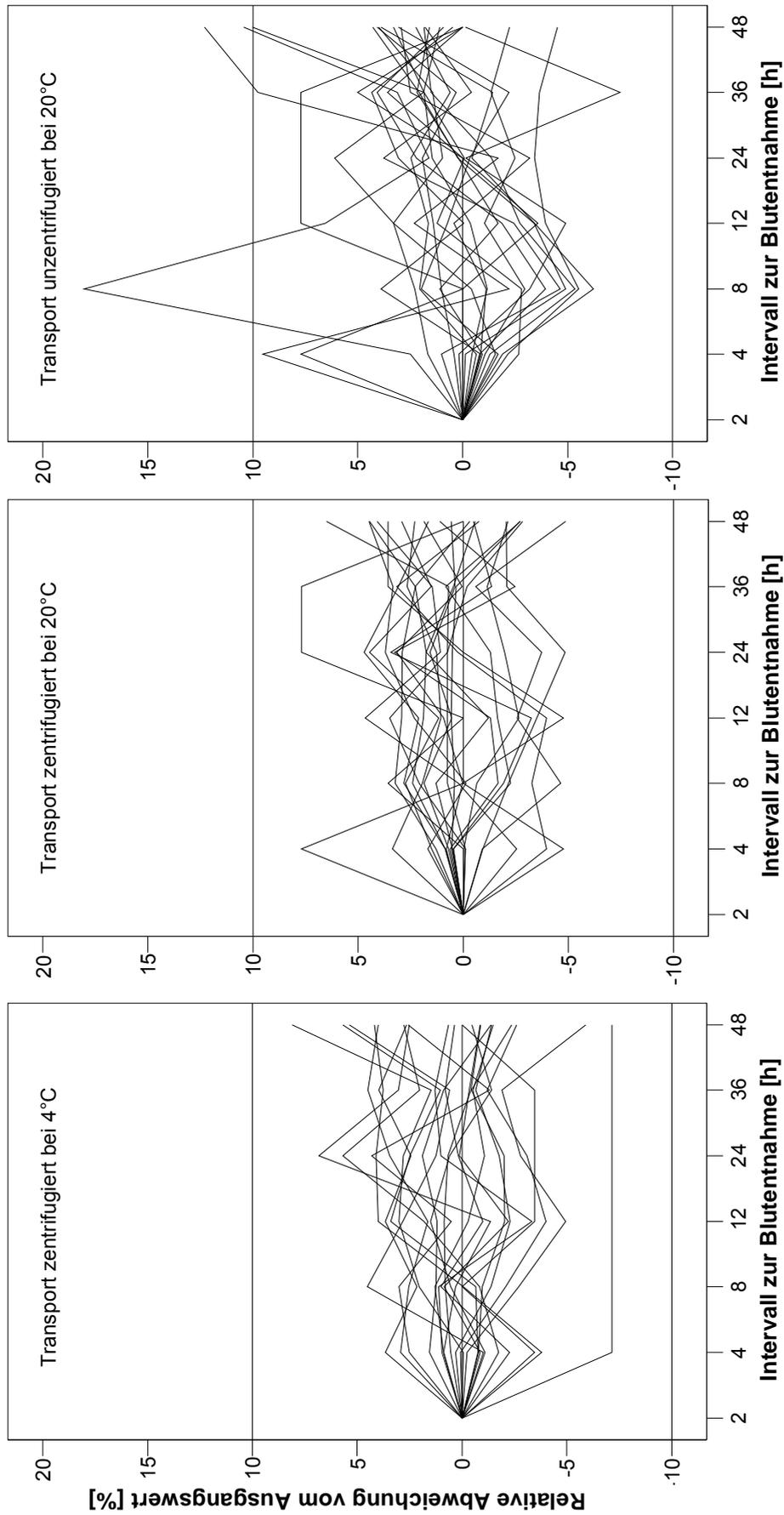


Abb. 4.11: Relative Differenz des Cholesterins vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

In den zentrifugierten Proben verhielt sich Cholesterin bei beiden Temperaturen stabil. Eine leicht erhöhte Schwankung der Differenzen zum Ausgangswert lag bei den unzentrifugierten Proben vor.

Datenbereich der Ausgangswerte: 1,12 – 4,41 mmol/l (Norm: 2,05 – 4,47 mmol/l)

In den Abbildungen 4.11 und 4.12 ist das Verhalten von Cholesterin über 48 Stunden bei unterschiedlichen Transport- und Lagerungsbedingungen graphisch dargestellt.

In den zentrifugierten Proben verhielt sich dieser Parameter bei beiden untersuchten Temperaturen stabil (Abb. 4.11). In den unzentrifugierten Proben war dagegen eine leichte Schwankung der Gehalte zu beobachten, jedoch überschritten nur wenige Proben den festgelegten Grenzwert von $\pm 10\%$ für die vertretbare Abweichung vom Ausgangswert.

Im Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.12) zeigt sich, dass die Mittelwerte der Differenzen zum Ausgangswert bei den zentrifugierten Proben mit einer Streuung von 2 - 4% stabil blieben. In den unzentrifugierten Proben ergab sich mit einer Streuung von 3 - 5% ab dem 12h-Wert ein leichter Anstieg auf bis zu 2,66% Differenz zum Ausgangswert. Dieser Anstieg war ab dem 36h-Wert signifikant. Weitere signifikante Differenzen konnten 24 und 36 Stunden nach der Blutentnahme für die RT-Z-Proben ermittelt werden.

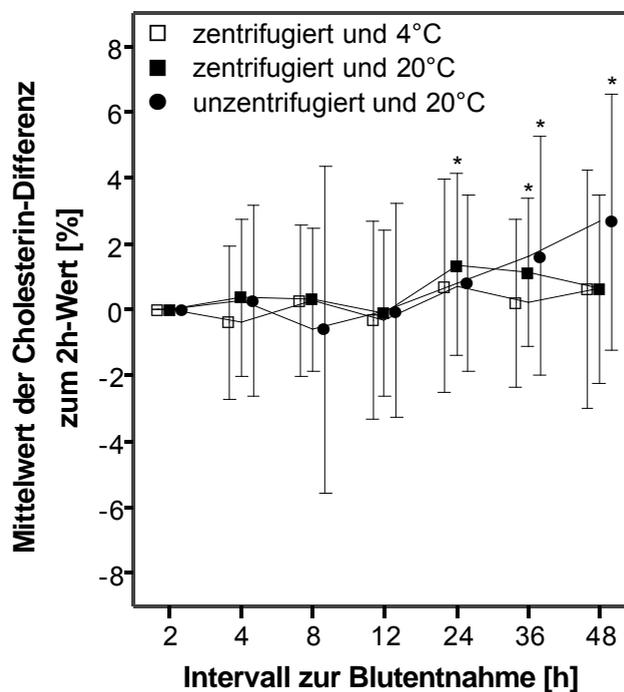


Abb. 4.12: Mittelwerte der relativen Abweichungen des Cholesterins.

Cholesterin blieb in den zentrifugierten Proben im Mittel stabil. In den unzentrifugierten Proben stieg die Differenz zum Ausgangswert an und war nach 24 h signifikant. (*: $p \leq 0,05$)

Das stabile Verhalten von Cholesterin wird auch in Tabelle 4.6 deutlich. So hatte keine einzige der zentrifugierten Proben bei beiden untersuchten Temperaturen den festgelegten Grenzwert von $\pm 10\%$ Differenz vom Ausgangswert überschritten. Bei den unzentrifugierten Proben hatte schon frühzeitig eine der Proben den Grenzwert überschritten (siehe Abb. 4.11) und später kamen noch zwei weitere dazu, so dass nach 48 Stunden noch 87% der unzentrifugierten Proben innerhalb des Grenzbereiches lagen.

Tab. 4.6: Kumulative Kreuztabelle des Cholesterins.

In den zentrifugierten Proben blieb der Cholesteringehalt stabil, während er in einigen unzentrifugierten Proben vom Grenzbereich von $\pm 10\%$ abwich.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für Cholesterin	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,3%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,3%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,3%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,3%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	3 (13,0%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	23	23	20
		% von Zustand	100%	100%	87,0%

4.1.7 Gesamtprotein

Die Abbildungen 4.13 und 4.14 zeigen den Verlauf der relativen Differenzen des Gesamtproteins im Serum zum jeweiligen Ausgangswert.

Ähnlich wie Cholesterin verhielt sich die Konzentration des Gesamtproteins in den zentrifugierten Proben bei beiden Temperaturen stabil, wobei nur einzelne Proben den Grenzwert von $\pm 6\%$ maximal vertretbarer Abweichung vom Ausgangswert überschritten hatten. Bei den unzentrifugierten Proben hatten innerhalb der untersuchten 48 Stunden mehrere Proben den Grenzwert überschritten. Ein Großteil der unzentrifugierten Proben blieb mit ihren Gesamtprotein-Differenzen innerhalb des Grenzbereiches, allerdings mit einer stärkeren Variation der Gehalte als es bei den zentrifugierten Proben der Fall war (siehe Abb. 4.13).

Das konstante Verhalten wird auch im Fehlerbalken-Diagramm deutlich (Abb. 4.14), wobei die zentrifugierten Proben mit 1,4 - 2,5% eine geringere Streuung um ihren Mittelwert aufwiesen als die unzentrifugierten mit 2,5 - 3,6%. Zusätzlich war ein leichter Anstieg über die Zeit auf 2,43% Differenz vom Ausgangswert bei den Mittelwerten der unzentrifugierten Proben zu beobachten, der ab dem 12h-Wert signifikant war. Auch für die RT-Z-Proben ergaben sich ab dem 12h-Wert signifikante Differenzen zum Ausgangswert.

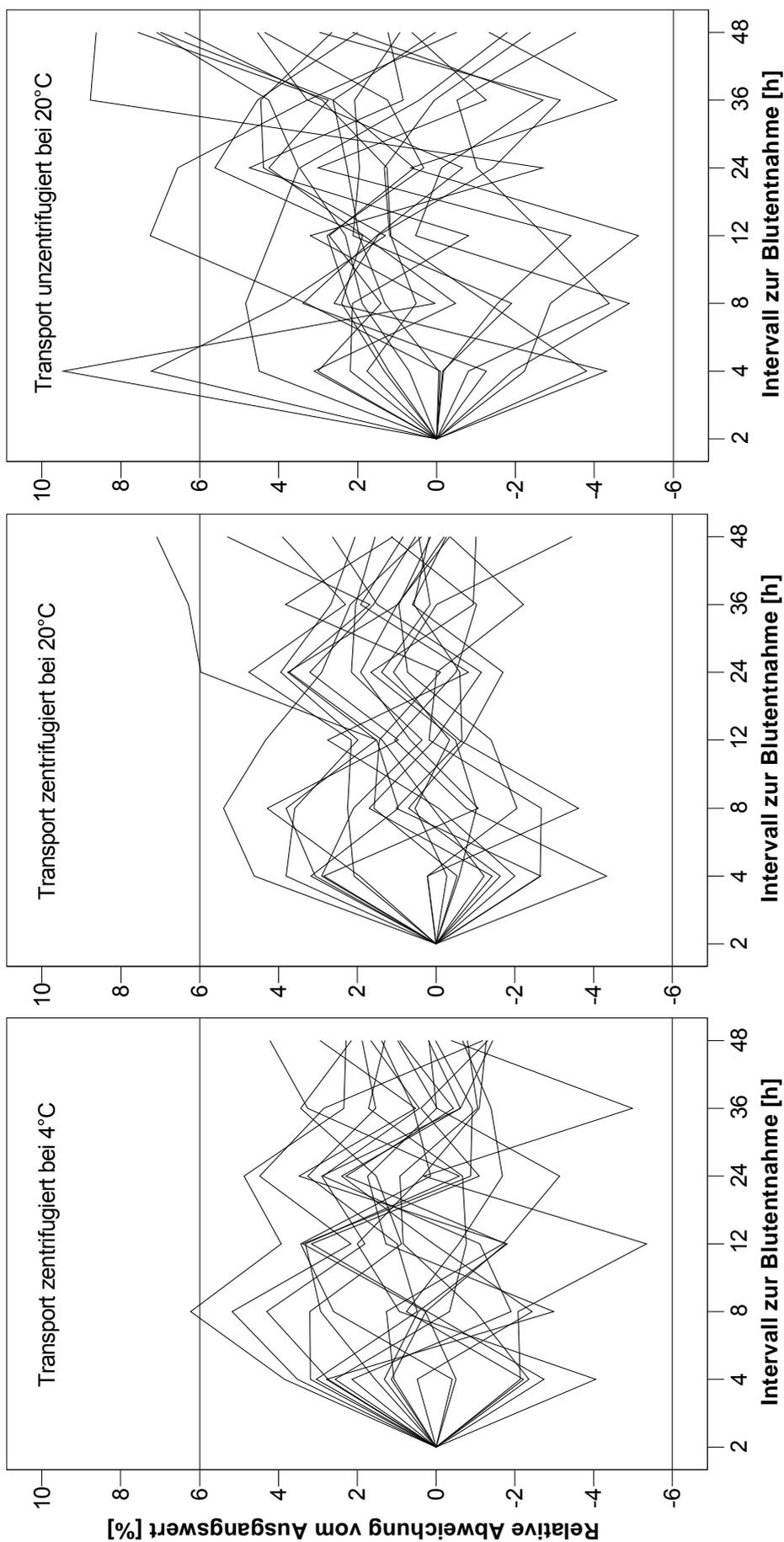


Abb. 4.13: Relative Differenz des Gesamtproteins vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Die Differenz vom Ausgangswert war in den zentrifugierten Proben stabil, während die Variation in den unzentrifugierten Proben höher lag. Datenbereich der Ausgangswerte: 57,19 – 92,73 g/l (Norm: 60 – 80 g/l)

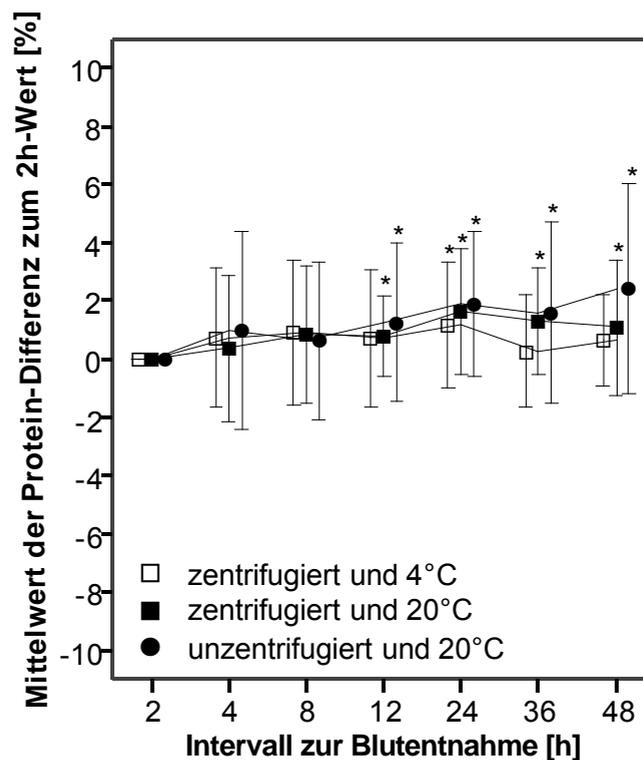


Abb. 4.14: Mittelwerte der relativen Abweichungen des Gesamtproteins.

Nach 8h stiegen die Differenzen in den unzentrifugierten Proben signifikant an. Die zentrifugierten Proben verhielten sich im Mittel stabiler. (*: $p \leq 0,05$)

Tabelle 4.7 verdeutlicht dieses Ergebnis mit absoluten und relativen Werten. Innerhalb von 48 Stunden hatte bei den zentrifugierten Proben jeweils nur eine Probe den festgelegten Grenzwert überschritten, während es bei den unzentrifugierten Proben 35% waren.

Tab. 4.7: Kumulative Kreuztabelle des Gesamtproteins.

Nach 48h war das Protein noch in 95% der Serum-Proben innerhalb des Grenzbereiches von $\pm 6\%$ Differenz, während es bei den Vollblut-Proben nur noch 65% waren.

n=20			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für Gesamtprotein	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	2 (10%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (5%)	0 (0%)	2 (10%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (5%)	0 (0%)	3 (15%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (5%)	0 (0%)	3 (15%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (5%)	1 (5%)	3 (15%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (5%)	1 (5%)	7 (35%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	19	19	13
		% von Zustand	95%	95%	65%

4.1.8 Natrium

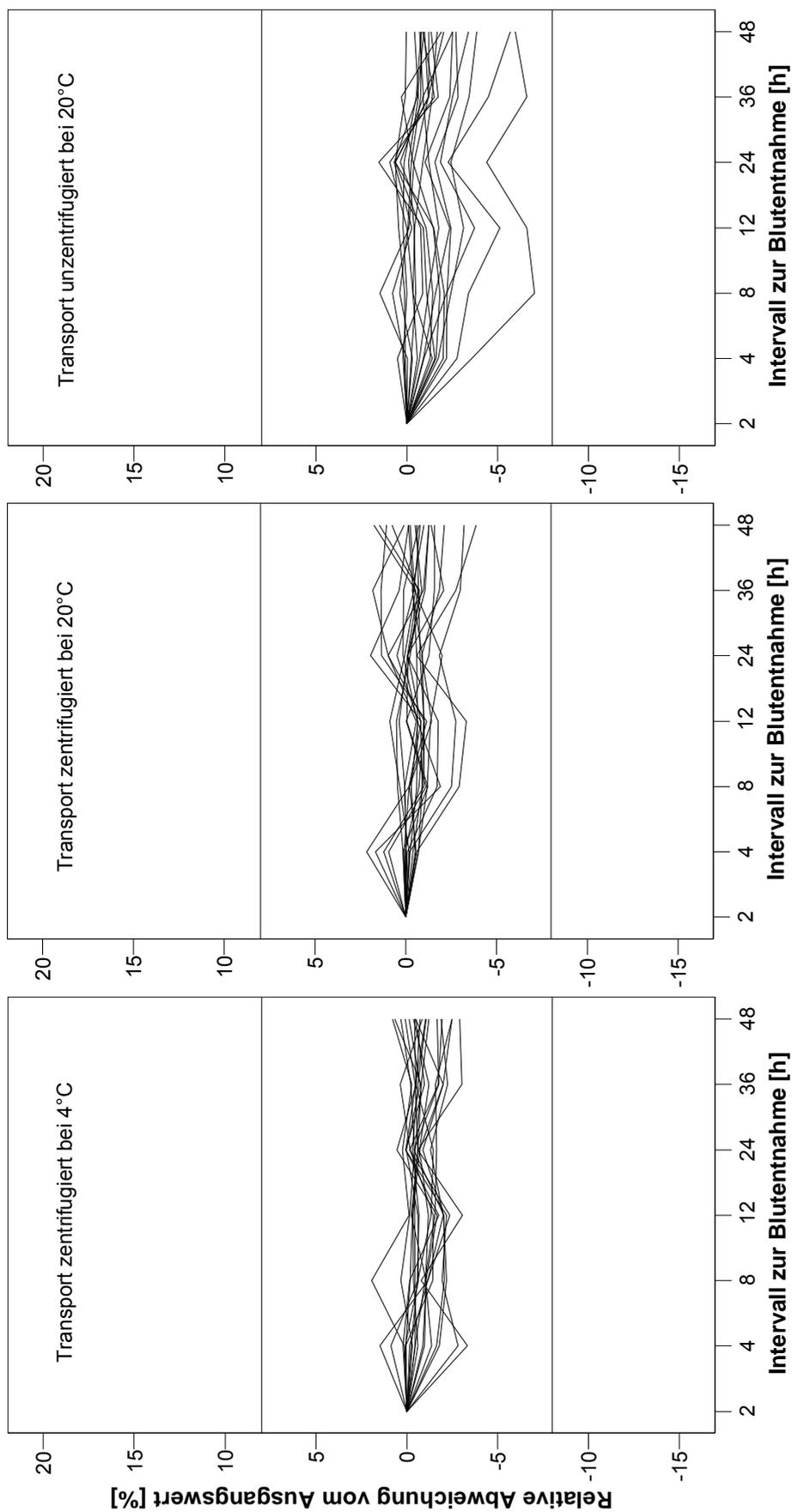


Abb. 4.15: Relative Differenz des Natriums vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.
 Bei keinem der untersuchten Transportzustände lag die Natrium-Differenz zum Ausgangswert außerhalb des Grenzbereiches.
 Datenbereich der Ausgangswerte: 134,47 – 146,51 mmol/l (Norm: 134 – 157 mmol/l)

Abbildung 4.15 und 4.16 zeigen das Verhalten der relativen Differenz von Natrium zum Ausgangswert. Der Natriumgehalt verhielt sich bei allen drei Transportzuständen stabil (Abb. 4.15). Nur bei wenigen unzentrifugierten Proben fiel der Natriumgehalt leicht ab.

Im Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.16) zeigte sich ein leichter Abfall der Natriumgehalte, der bei den unzentrifugierten Proben mit 2,02% etwas stärker war als bei den zentrifugierten. Bis auf die Differenz 4 und 24 Stunden nach der Blutentnahme bei den RT-Z-Proben und dem 24h-Wert bei den RT-UZ-Proben waren alle mittleren Differenzen signifikant.

Tabelle 4.8 verdeutlicht noch einmal, dass sich die Natrium-Differenzen zum Ausgangswert unabhängig vom Lagerungszustand nach 48 Stunden bei allen Proben innerhalb des festgelegten Grenzbereiches von $\pm 8\%$ Differenz zum Ausgangswert befanden.

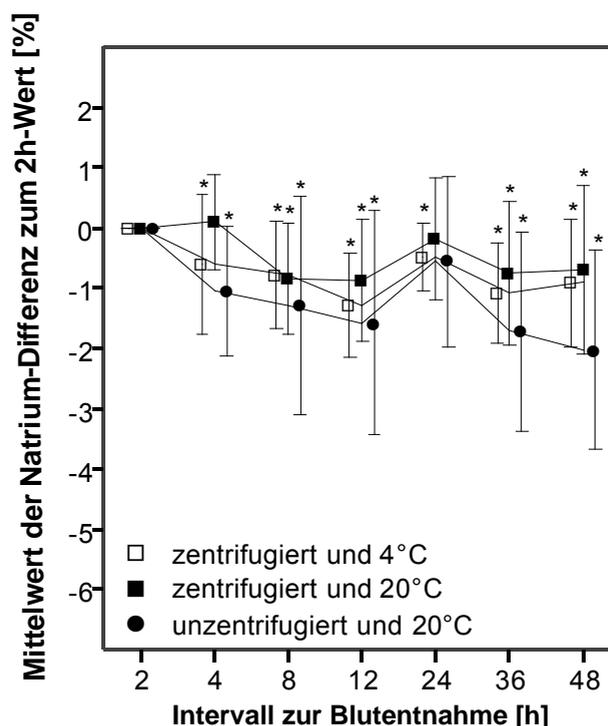


Abb. 4.16: Mittelwerte der relativen Abweichungen des Natriums.

Bei allen drei Transportzuständen war ein leichter Abfall zu beobachten. (*: $p \leq 0,05$)

Tab. 4.8: Kumulative Kreuztabelle von Natrium.

Keine Probe überschreitet den Grenzbereich von $\pm 8\%$ Differenz zum Ausgangswert.

n=20			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegten Grenzwert für Natrium	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar	Anzahl	20	20	20	
	% von Zustand	100%	100%	100%	

4.1.9 Kalium

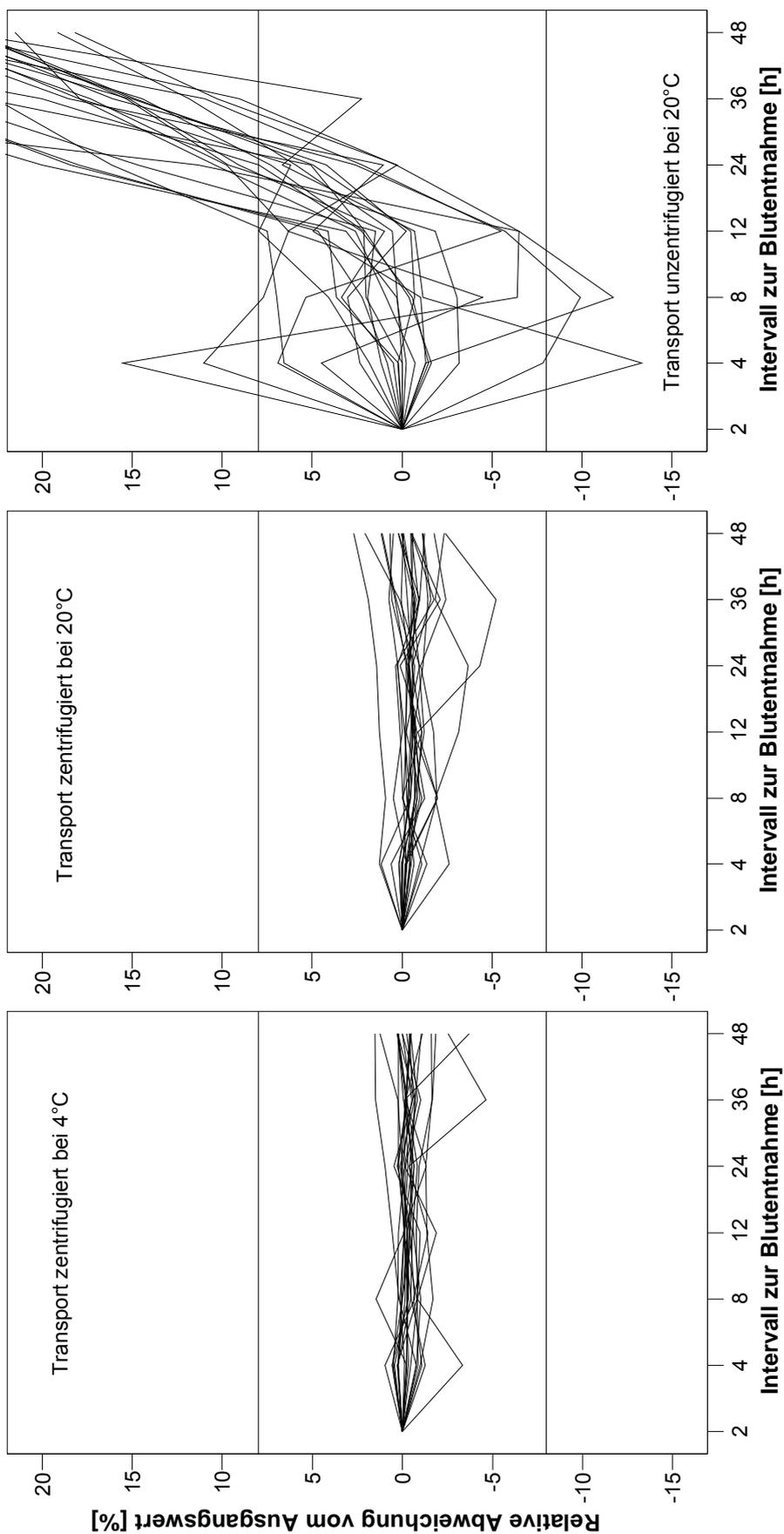


Abb. 4.17: Relative Differenz des Kaliums vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen. Die Kaliumgehalte waren in den zentrifugierten Proben stabil. In den uncentrifugierten Proben stieg Kalium nach 12 Stunden an. Datenbereich der Ausgangswerte: 2,55 – 4,92 mmol/l (Norm: 3,5 – 4,5 mmol/l)

Den Verlauf der relativen Abweichung vom Ausgangswert der Kaliumgehalte zeigen die Abbildungen 4.17 und 4.18. Bei KT-Z und RT-Z verhielt sich dieser Parameter stabil (Abb. 4.17). In den unzentrifugierten Proben war ab dem 12h-Wert ein starker Anstieg zu verzeichnen. Im Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.18) wird das konstante Verhalten in den zentrifugierten Proben mit geringer Streuung von 0,6 - 1,4% noch deutlicher. In den unzentrifugierten Proben stieg Kalium mit einer Streuung von 4,3 - 8,8% auf bis zu 29,42% im Mittel an. Bis auf wenige Ausnahmen waren die meisten Differenzen signifikant. Tabelle 4.9 zeigt dieses Ergebnis in Zahlen. Nach 48 Stunden waren alle zentrifugierten Proben noch innerhalb des Grenzbereiches von $\pm 8\%$ Differenz zum Ausgangswert, während nach 36 Stunden bereits alle Vollblut-Proben diesen Grenzwert überschritten hatten.

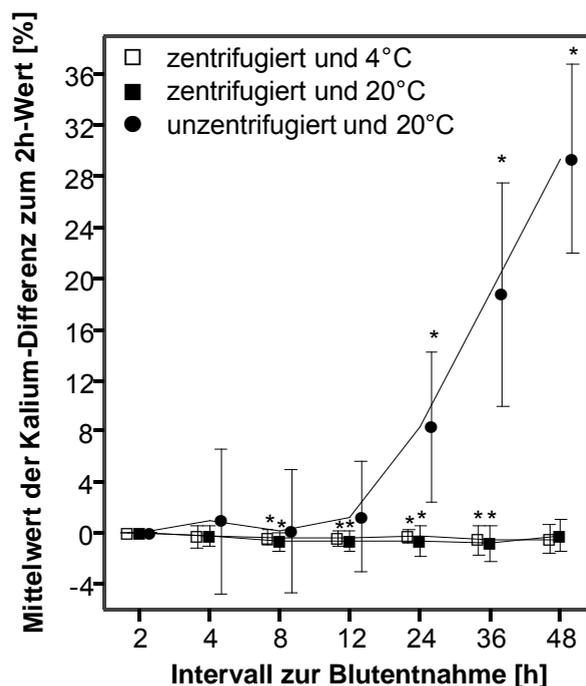


Abb. 4.18: Mittelwerte der relativen Abweichungen des Kaliums.

Kalium stieg in den unzentrifugierten Proben nach 12h Lagerung stark an. (*: $p \leq 0,05$)

Tab. 4.9: Kumulative Kreuztabelle von Kalium.

Nach 36h hatte Kalium in allen RT-UZ-Proben den Grenzwert von $\pm 8\%$ überschritten.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für Kalium	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	3 (13,0%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	5 (21,7%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	5 (21,7%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	13 (56,5%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	23 (100%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	23 (100%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	23	23	0
		% von Zustand	100%	100%	0%

4.1.10 Kalzium

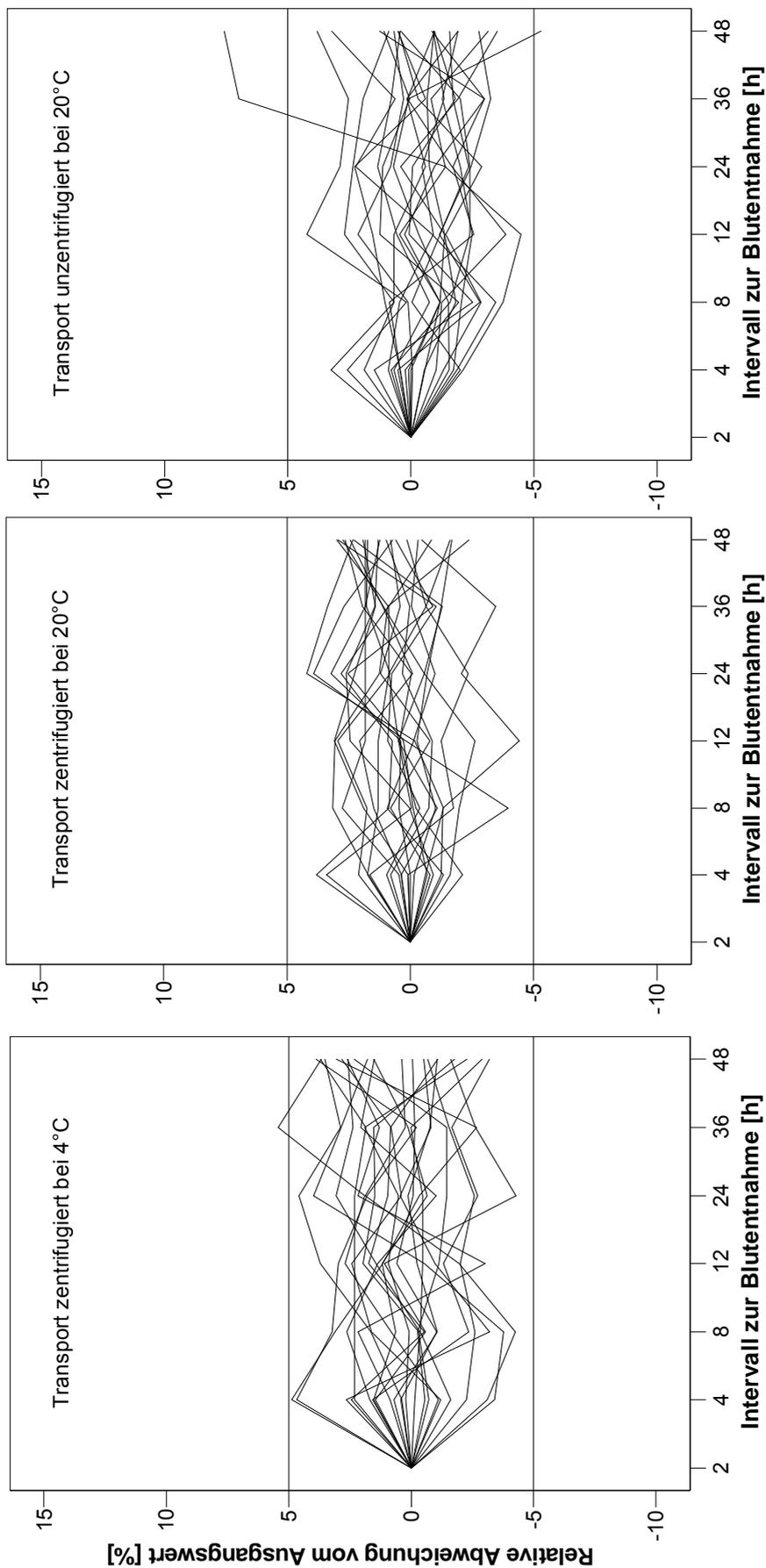


Abb. 4.19: Relative Differenz des Kalziums vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen. Unabhängig vom Transportzustand war der Kalziumgehalt stabil über den untersuchten Zeitraum. Datenbereich der Ausgangswerte: 2,00 – 3,08 mmol/l (Norm: 2,2 – 2,9 mmol/l)

Aus den Abbildungen 4.19 und 4.20 wird ersichtlich, dass sich der Kalziumgehalt bei allen drei untersuchten Transportzuständen über 48 Stunden hinweg mit einer Streuung von 1,4 - 2,7% stabil verhielt. Die Mittelwerte für die ermittelten Differenzen lagen bei den unzentrifugierten Proben etwas niedriger als bei den zentrifugierten. Die meisten der ermittelten Differenzen waren nicht signifikant und damit statistisch nicht abgesichert.

In Tabelle 4.10 wird erkenntlich, dass keiner der untersuchten Transportzustände den Kalziumgehalt im Serum stark beeinflusst. So war der Kalziumgehalt nach 24 Stunden in allen Proben innerhalb des festgelegten Grenzbereiches von $\pm 5\%$ Differenz zum Ausgangswert. Nach 48 Stunden hatten nur eine der KT-Z-Proben und zwei der RT-UZ-Proben diesen Grenzwert überschritten.

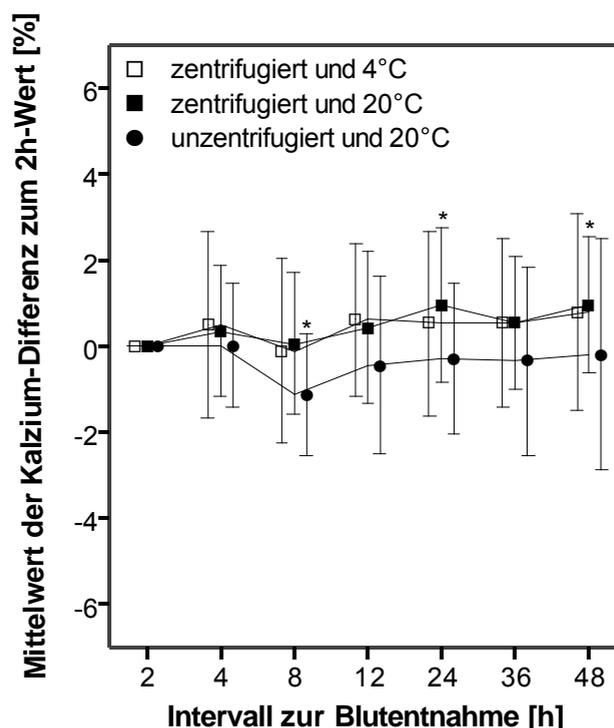


Abb. 4.20: Mittelwerte der relativen Abweichungen des Kalziums.

Kalzium zeigte ein stabiles Verhalten unabhängig vom Transportzustand. (*: $p \leq 0,05$)

Tab. 4.10: Kumulative Kreuztabelle von Kalzium.

Nur wenige Proben hatten nach 48h den Grenzwert von $\pm 5\%$ Differenz überschritten.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für die AST	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	0 (0%)	1 (4,3%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	0 (0%)	2 (8,7%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	22	23	21
		% von Zustand	95,7%	100%	91,3%

4.1.11 Anorganisches Phosphat

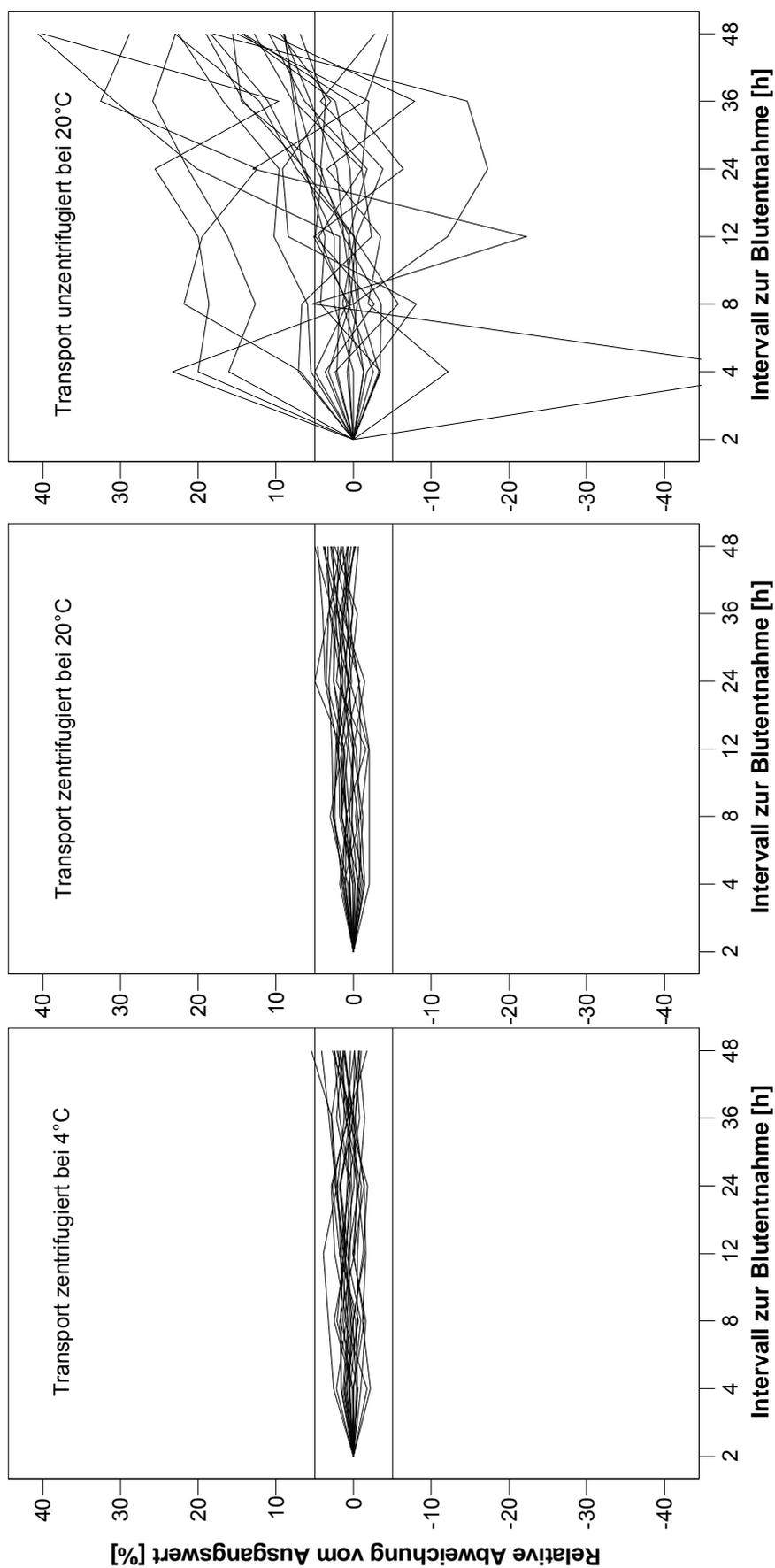


Abb. 4.21: Relative Differenz des anorganischen Phosphats vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Im Vollblut variierte der Phosphatgehalt stärker als bei zentrifugierten Proben und stieg über die Zeit hinweg an.

Datenbereich der Ausgangswerte: 0,49 – 2,33 mmol/l (Norm: 1,61 – 2,30 mmol/l)

Das Verhalten des Phosphatgehalts im Serum ist in den Abbildungen 4.21 und 4.22 dargestellt.

Phosphat präsentierte sich in den zentrifugierten Proben bei beiden Temperaturen als stabiler Parameter, jedoch wurde bei den Proben, die bei Raumtemperatur gelagert wurden, einheitlich die Tendenz zum Anstieg erkennbar (Abb. 4.21). Dieser Anstieg wurde innerhalb der 48 Stunden nicht so groß, dass der festgelegte Grenzwert von $\pm 5\%$ Differenz zum Ausgangswert überschritten wurde. Die Phosphatgehalte in den unzentrifugierten Proben waren dagegen deutlich instabiler und zeigten neben ihrem starken Anstieg eine stärkere Variation, als es bei den zentrifugierten Proben der Fall war.

Im Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.22) ist der konstante Verlauf des Phosphatgehaltes in den zentrifugierten Proben mit geringen Standardabweichungen von 1,1 - 1,7% sichtbar. Der leichte Anstieg bei den zentrifugierten Proben, die bei Raumtemperatur gelagert wurden, wird in dieser Darstellung noch deutlicher. Die Mittelwerte der Differenzen zeigten einen geringgradigen stetigen Anstieg auf insgesamt 1,94% Differenz zum Ausgangswert. Der Phosphatgehalt in den unzentrifugierten Proben stieg innerhalb von 48 Stunden auf bis zu 15,79% im Mittel an bei einer Streuung von 7,0 - 14,6%. Des Weiteren waren die Differenzen der KT-Z-Proben ab dem 12h-Wert, der RT-Z-Proben ab dem 8h-Wert und der RT-UZ-Proben ab dem 24h-Wert statistisch signifikant ($p \leq 0,05$).

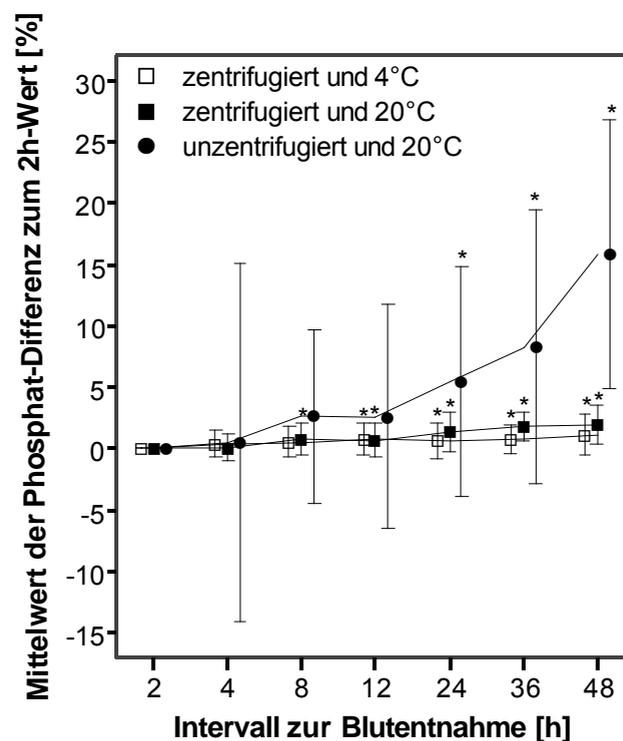


Abb. 4.22: Mittelwerte der relativen Abweichungen des anorganischen Phosphats.

Der Phosphatgehalt stieg im Mittel in den RT-UZ-Proben stark und in den RT-Z-Proben leicht an, während er in den KT-Z-Proben konstant blieb. (*: $p \leq 0,05$)

In Tabelle 4.11 wird dieses graphische Ergebnis mit Zahlen wiedergegeben. Bis auf eine Probe blieben alle zentrifugierten Proben mit ihrem Phosphatgehalt innerhalb des festgelegten Grenzbereiches von $\pm 5\%$ maximal vertretbarer Differenz vom Ausgangswert. Bei den unzentrifugierten Proben hatten dagegen schon frühzeitig mehrere Proben diesen Grenzwert überschritten, so dass nach 48 Stunden nur noch eine Probe innerhalb des festgelegten Grenzbereiches lag.

Tab. 4.11: Kumulative Kreuztabelle des anorganischen Phosphats.

Frühzeitig wurde der 5%-Grenzwert von vielen RT-UZ-Proben überschritten.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für Phosphat	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	8 (34,8%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	10 (43,5%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	11 (47,8%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	16 (69,6%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	20 (87,0%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	0 (0%)	22 (95,7%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar	Anzahl	22	23	1	
	% von Zustand	95,7%	100%	4,3%	

4.1.12 Glukose

Der Verlauf der prozentualen Abweichung der Glukose vom Ausgangswert sowohl im Serum als auch im NaF-Plasma ist in den Abbildungen 4.23 und 4.24 dargestellt.

Glukose im Serum (Abb. 4.23):

Die Glukose präsentierte sich in den zentrifugierten Serum-Röhrchen, wo das Serum durch ein Trenngel vom Blutkuchen getrennt wurde, bei beiden untersuchten Temperaturen als stabiler Parameter. In den Serum-Vollblutproben war ein starker Abfall des Glukosegehaltes zu verzeichnen.

Glukose im NaF-Plasma (Abb. 4.24):

Im abzentrifugierten NaF-Plasma, das in Sarstedt-Röhrchen ohne Blutkuchen gelagert wurde, präsentierte sich die Glukose bei beiden untersuchten Temperaturen als stabiler Parameter. Nur vereinzelte Proben überschritten den festgelegten Grenzwert von $\pm 8\%$ Differenz zum Ausgangswert. In den unzentrifugierten NaF-Proben variierte der Glukosegehalt stärker als in den zentrifugierten Proben, so dass mehrere Proben innerhalb der untersuchten 48 Stunden den festgelegten Grenzwert überschritten hatten.

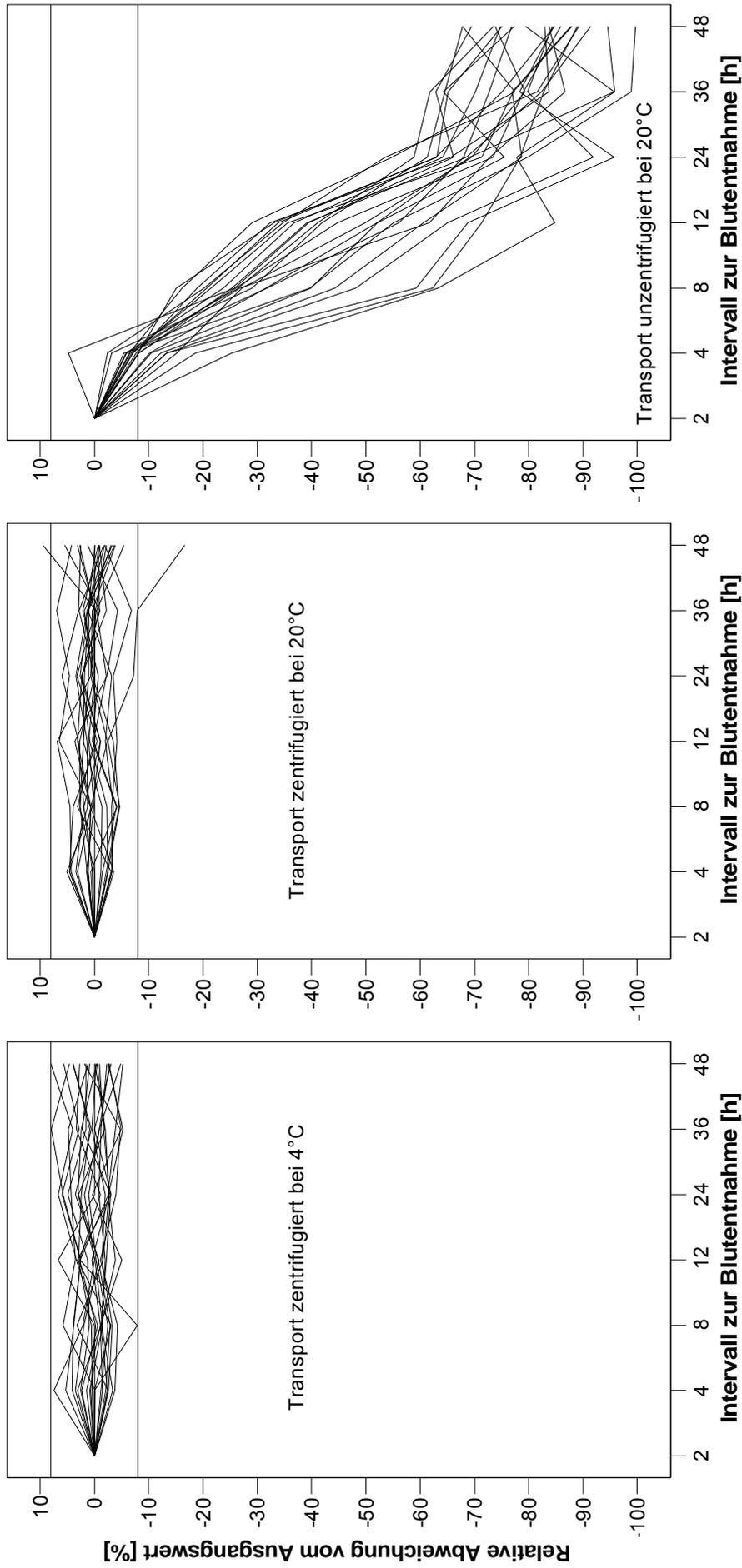


Abb. 4.23: Relative Differenz der Glukose im Serum vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

In den unzentrifugierten Proben war frühzeitig ein starker Abfall des Glukosegehaltes zu verzeichnen, während er in den zentrifugierten Proben bei beiden Temperaturen stabil blieb.

Datenbereich der Ausgangswerte: 1,05 – 3,83 mmol/l (Norm: 2,21 – 3,61 mmol/l)

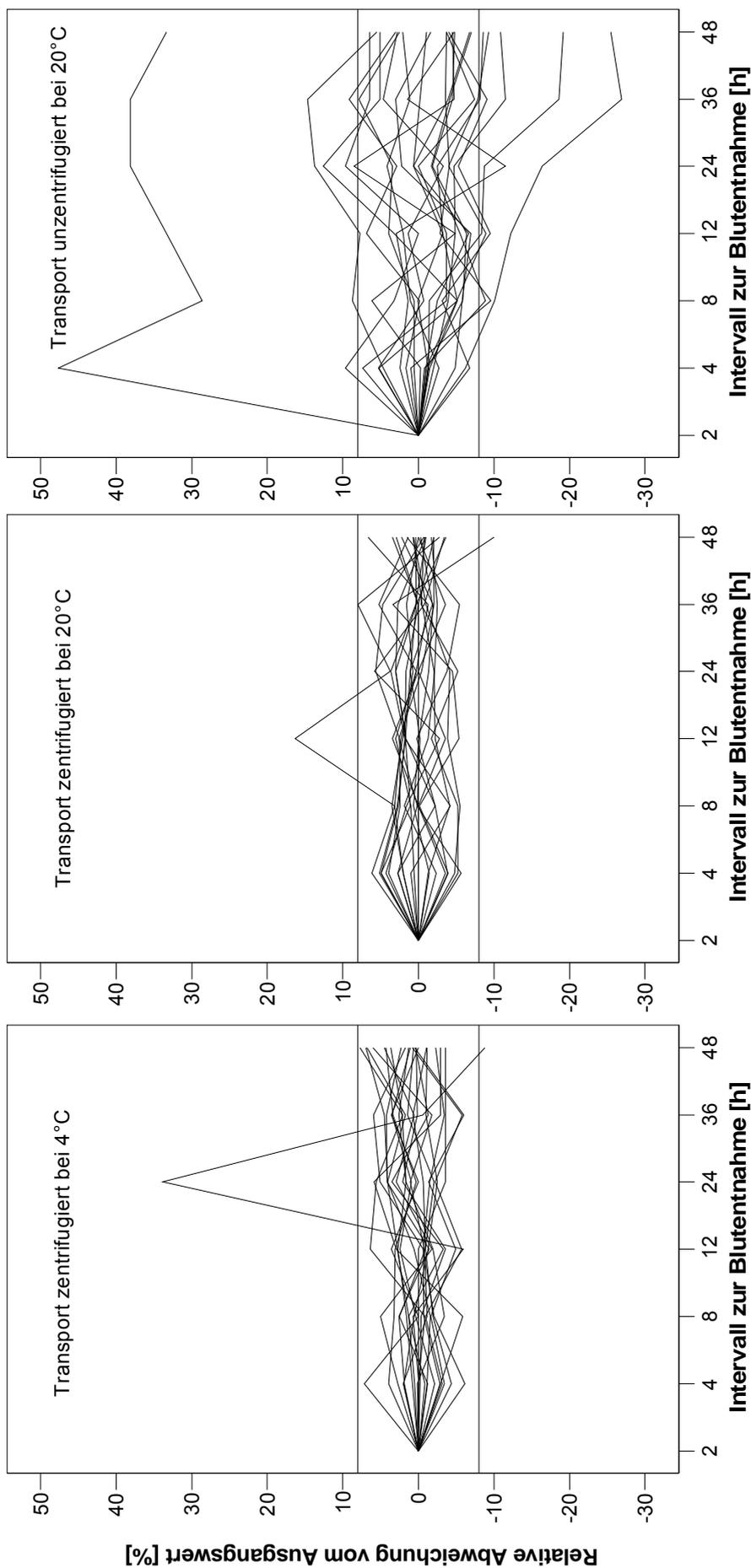


Abb. 4.24: Relative Differenz der Glukose im NaF-Plasma vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen. In den uncentrifugierten Proben zeigte der Glukosegehalt eine stärkere Variation als es im reinen Plasma der Fall war. Datenbereich der Ausgangswerte: 1,24 – 3,73 mmol/l (Norm: 2,21 – 3,61 mmol/l)

Die Mittelwerte der relativen Abweichungen vom Ausgangswert der Glukose im Serum und im NaF-Plasma werden vergleichend in Abbildung 4.25 dargestellt.

Die zentrifugierten Serum- und NaF-Proben wiesen einen stabilen Glukosegehalt bei geringer Streuung der Werte um den Mittelwert auf (Serum: $s = 2,7 - 3,4\%$; Plasma: $s = 2,3 - 3,8\%$). Für die zentrifugierten NaF-Proben konnte jedoch bei Lagerung bei 4°C beim 24h-Wert und bei Lagerung bei 20°C beim 12h-Wert eine etwas höhere Streuung um den Mittelwert nachgewiesen werden.

Der Abfall des Glukosegehaltes in den unzentrifugierten Serum-Proben war zu jedem Untersuchungszeitpunkt signifikant ($p \leq 0,05$) bei einer Streuung um den Mittelwert von $6,0 - 14,8\%$. Dieser Abfall lag nach vier Stunden im Mittel bei $8,8\%$ und nach 8 Stunden bei $32,2\%$. Nach 48 Stunden war die Glukosekonzentration in diesen Proben im Mittel um $81,8\%$ abgefallen.

Der Glukosegehalt in den unzentrifugierten NaF-Proben verhielt sich im Mittel mit $\pm 2,4\%$ Abweichung vom Ausgangswert stabil. Die aus Abbildung 4.24 erkennbar höhere Variation der Werte äußert sich im Fehlerbalken-Diagramm mit einer stärkeren Streuung der Einzelwerte um ihren Mittelwert von $8,0 - 12,5\%$, als es bei den zentrifugierten Proben der Fall war.

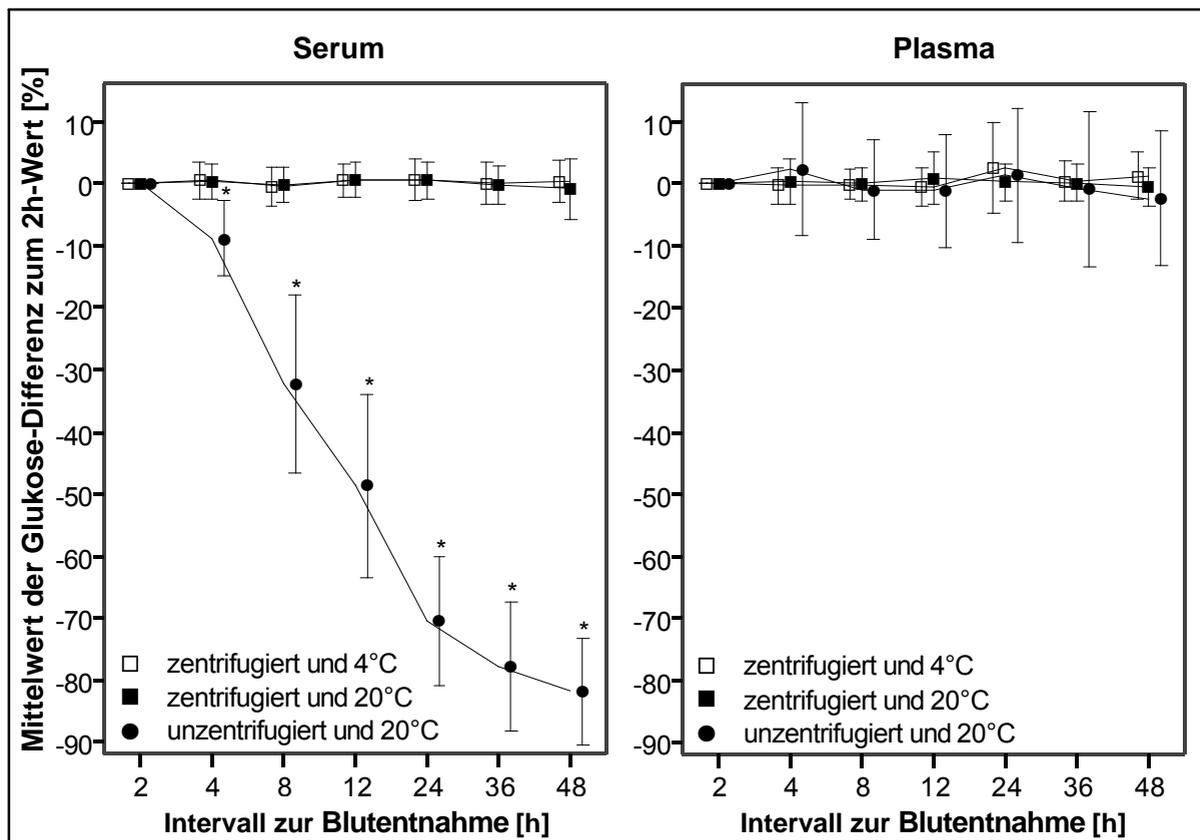


Abb. 4.25: Mittelwerte der relativen Glukoseabweichungen im Serum und NaF-Plasma.

In den NaF-Proben blieb der Glukosegehalt im Mittel stabil, zeigte jedoch bei den unzentrifugierten Proben eine höhere Streuung ($s = 8,0 - 12,5\%$). Im Serum blieb der Gehalt in den zentrifugierten Proben stabil, während er im Vollblut stark abfiel. (*: $p \leq 0,05$)

In den Tabellen 4.12 und 4.13 wird das graphische Ergebnis zusammenfassend in Zahlen dargestellt.

In den Serum-Vollblut-Proben (RT-UZ) hatte der Glukose-Gehalt frühzeitig die festgelegte Abweichungsgrenze von $\pm 8\%$ maximaler Differenz vom Ausgangswert überschritten. So waren vier Stunden nach der Blutentnahme schon 47,8% der Proben außerhalb des Grenzbereiches. Beim 8h-Wert befand sich in keiner einzigen der unzentrifugierten Serum-Proben der Glukosegehalt noch innerhalb des festgelegten Grenzbereiches. Dahingegen war der Glukosegehalt nach 48 Stunden noch in 95,7% der zentrifugierten Serum-Proben, die bei 4°C gelagert wurden, und in 91,3% der zentrifugierten Serum-Proben, die bei 20°C gelagert wurden, innerhalb des Grenzbereiches.

Für das abzentrifugierte NaF-Plasma wurde nach 48 Stunden das gleiche stabile Ergebnis wie für die zentrifugierten Serum-Proben erzielt. Das Ergebnis für die unzentrifugierten NaF-Proben unterschied sich deutlich von den zentrifugierten. So hatten bereits nach zwölf Stunden 39,1% der unzentrifugierten NaF-Proben die maximal vertretbare Abweichung von $\pm 8\%$ zum Ausgangswert überschritten. Nach 48 Stunden befand sich der Glukosegehalt in nur 34,8% der unzentrifugierten Proben noch innerhalb des festgelegten Grenzbereiches.

Tab. 4.12: Kumulative Kreuztabelle der Glukose im Serum.

Nach 8h hatten alle Vollblut-Proben den Grenzwert von $\pm 8\%$ Differenz überschritten.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für Glukose im Serum	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	11 (47,8%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	23 (100%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	23 (100%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	23 (100%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	23 (100%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	2 (8,7%)	23 (100%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	22	21	0
		% von Zustand	95,7%	91,3%	0%

Tab. 4.13: Kumulative Kreuztabelle der Glukose im NaF-Plasma.

Nach 48h waren nur noch acht der RT-UZ-Proben innerhalb des Grenzbereiches von $\pm 8\%$.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für Glukose im Serum	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	2 (8,7%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	6 (26,1%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	1 (4,3%)	9 (39,1%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	12 (52,2%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	15 (65,2%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	2 (8,7%)	15 (65,2%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	22	21	8
		% von Zustand	95,7%	91,3%	34,8%

Abschließend wurden die Ausgangswerte der Glukose im Serum und NaF-Plasma miteinander verglichen. In diese Analyse wurden nur die Glukosegehalte der zentrifugierten Serum- und NaF-Proben beider Temperaturen zwei Stunden nach der Blutentnahme miteinbezogen, um eventuelle Einflüsse durch die Blutzellen in den unzentrifugierten Proben bis zur Messung der Ausgangswerte zu negieren. Dieser Vergleich wird in Abbildung 4.26 graphisch dargestellt. Erkennbar wird, dass unabhängig von der Temperatur die Glukosegehalte aus dem NaF-Plasma (dargestellt mit Kreisen) zumeist niedriger lagen als im korrespondierenden zellfreien Serum (dargestellt mit Quadraten).

Tabelle 4.14 zeigt das Ergebnis der statistischen Prüfung. Es zeigte sich, dass die Analyseergebnisse für Glukose im abzentrifugierten NaF-Plasma signifikant niedriger lagen als im korrespondierenden zellfreien Serum. Es handelte sich dabei um eine mittlere Differenz von 0,202 mmol/l.

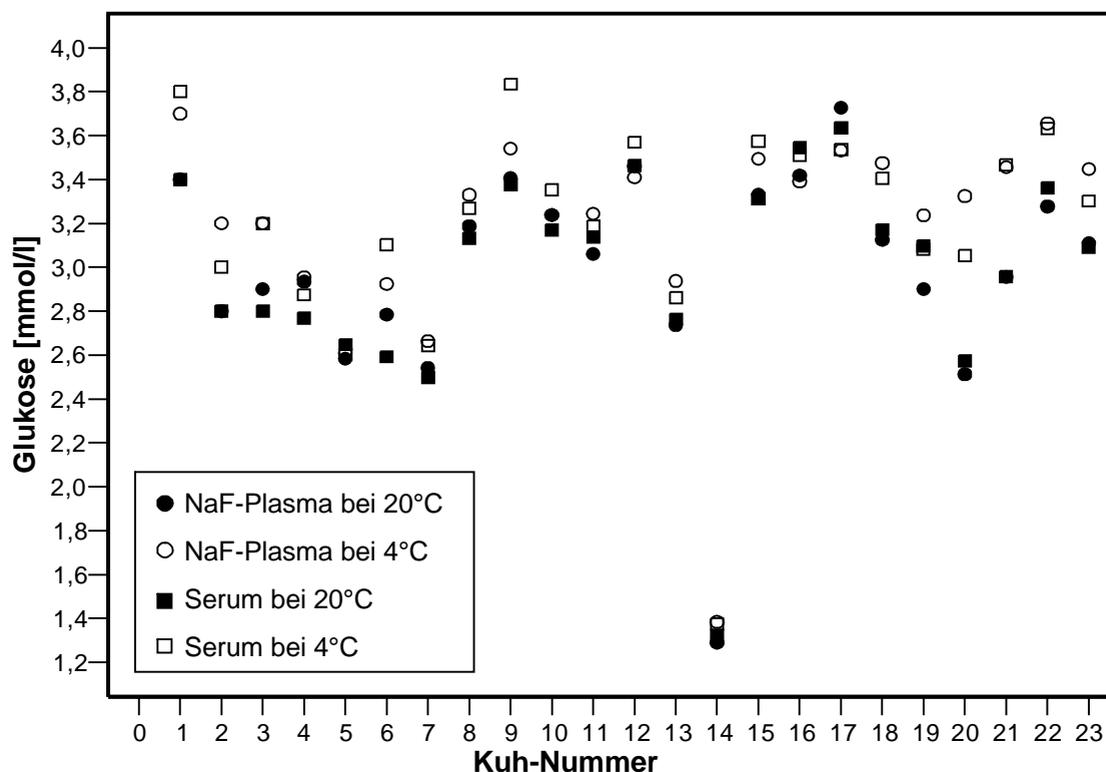


Abb. 4.26: Glukosegehalte im Serum und Plasma 2 Stunden nach der Blutentnahme. Die Glukosekonzentration lag im zellfreien NaF-Plasma zumeist niedriger als im korrespondierenden zellfreien Serum.

Tab. 4.14: Vergleich der Glukose-Ausgangswerte.

Der Glukosegehalt im abzentrifugierten NaF-Plasma war signifikant niedriger.

	Mittelwert in mmol/l	n	s	p
Glukose im Serum	3,187	46	0,497	
Glukose im NaF-Plasma	2,985	46	0,484	
mittlere Differenz	0,202	46	0,199	< 0,0001

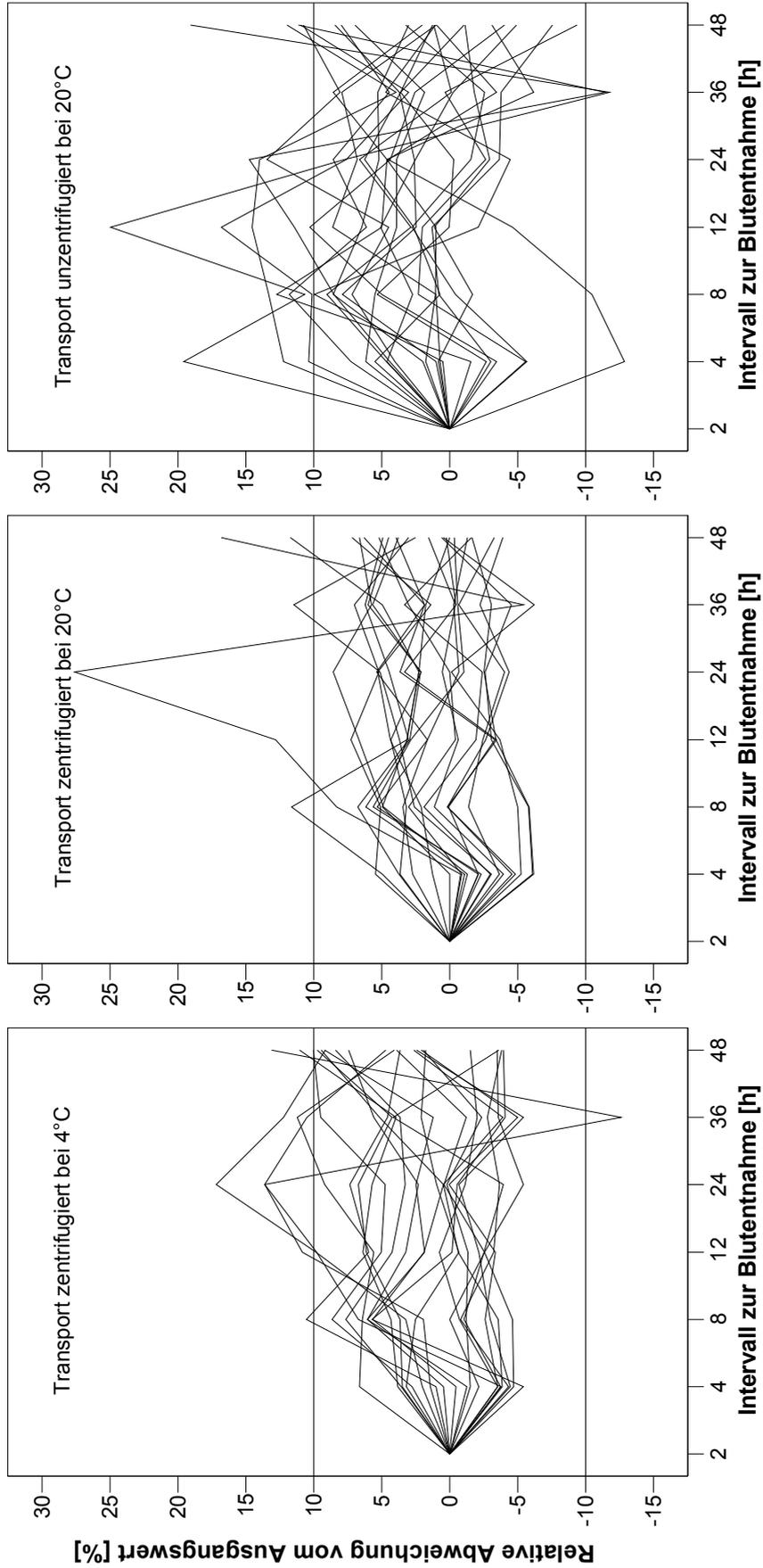
4.1.13 β -Hydroxy-Buttersäure (BHBS)

Abb. 4.27: Relative Differenz der BHBS vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Nur wenige der zentrifugierten Proben überschritten den Grenzbereich der vertretbaren Abweichung vom Ausgangswert, während die Gehalte in den unzentrifugierten Proben einer stärkeren Variation unterlagen. Datenbereich der Ausgangswerte: 212 – 4318 $\mu\text{mol/l}$ (Norm: 312 – 733 $\mu\text{mol/l}$)

Das Verhalten der BHBS relativ zum Ausgangswert wird in den Abbildungen 4.27 und 4.28 dargestellt.

Von den zentrifugierten Proben überschritten bei beiden Temperaturen nur wenige Proben innerhalb von 48 Stunden mit ihren BHBS-Gehalten den festgelegten Grenzwert von $\pm 10\%$ maximaler Differenz zum Ausgangswert (Abb. 4.27). Bei den unzentrifugierten Proben unterlag die ermittelte Differenz der BHBS-Gehalte vom Ausgangswert dagegen etwas stärkeren Schwankungen ohne eindeutig erkennbare Tendenz zum Anstieg oder Abfall der Gehalte über den Untersuchungszeitraum hinweg.

Im Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.28) wird deutlich, dass sich keiner der untersuchten Transport- und Lagerungszustände durch besondere Stabilität der BHBS-Gehalte auszeichnete. Der variierende Kurvenverlauf aus Abbildung 4.27 spiegelt sich hier durch die Streuung der Werte um den jeweiligen Mittelwert wieder, die bei 3,5 – 7,0% lag. Zusätzlich konnten bei einigen Zeitpunkten signifikante Differenzen vom Ausgangswert ermittelt werden.

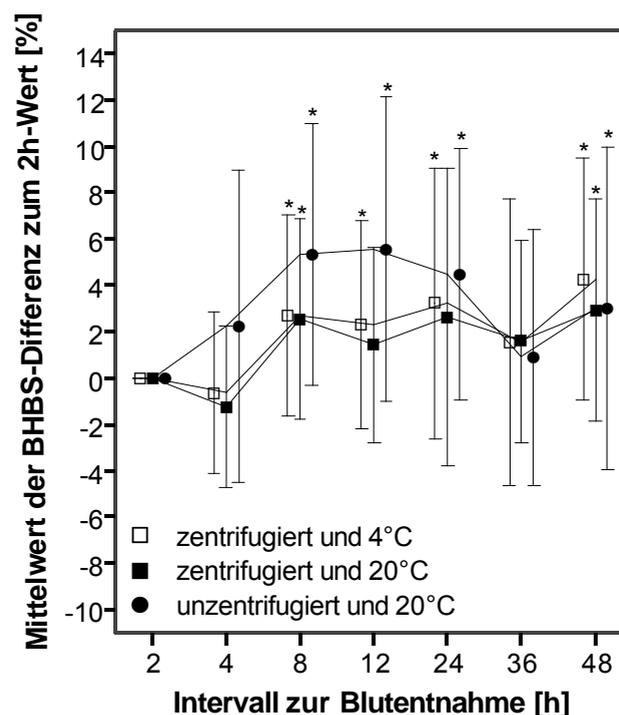


Abb. 4.28: Mittelwerte der relativen Abweichungen der BHBS.

Unabhängig vom Transportzustand variierten die BHBS-Gehalte innerhalb von 48h mit erhöhter Streuung ($s = 3,5 - 7,0\%$) um den jeweiligen Mittelwert. (*: $p \leq 0,05$)

Tabelle 4.15 zeigt, dass sich die untersuchten Transportzustände für die BHBS im Wesentlichen nicht unterscheiden. Bemerkenswert ist jedoch, dass bei den zentrifugierten Zuständen über den Untersuchungszeitraum hinweg die Anzahl der Proben, die den Grenzwert überschritten, zunahm, während diese bei den unzentrifugierten Proben schon frühzeitig erhöht war und auf dieser Höhe über 48 Stunden blieb.

Tab. 4.15: Kumulative Kreuztabelle der BHBS.

Innerhalb von 48 h nahm die Anzahl der zentrifugierten Proben mit $> \pm 10\%$ Differenz vom Ausgangswert zu, während sie bei den unzentrifugierten Proben von Anfang an erhöht war.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem Grenzwert für BHBS	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	4 (17,4%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	1 (4,3%)	6 (26,1%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	2 (8,7%)	2 (8,7%)	8 (34,8%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	4 (17,4%)	2 (8,7%)	9 (39,1%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	5 (21,7%)	3 (13,0%)	9 (39,1%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	7 (30,4%)	4 (17,4%)	9 (39,1%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar	Anzahl % von Zustand	16 69,6%	19 82,6%	14 60,9%	

4.1.14 Freie Fettsäuren (NEFA)

Dieser Parameter wies bei den in dieser Studie miteinbezogenen Rindern meistens sehr niedrige Werte auf. Geringe Differenzen konnten daher mathematisch große relative Abweichungen vom Ausgangswert erzeugen, so dass sich hier die Grenzen der relativen Auswertung aufzeigten (siehe Abb. 4.29). Daher wurde das Verhalten der NEFAs bei unterschiedlichen Lagerungsbedingungen über die absolute Abweichung vom Ausgangswert ausgewertet.

In Abbildung 4.30 wird deutlich, dass sich die NEFA-Gehalte in den zentrifugierten Proben, die bei 4°C gelagert wurden, bis auf ein paar Ausreißer beim 12h-Wert, stabil verhielten. Bei den anderen beiden Transportzuständen verhielt sich dieser Parameter im Vergleich instabiler und zeigte bis auf einige abweichende Proben eine leichte Tendenz zum Anstieg.

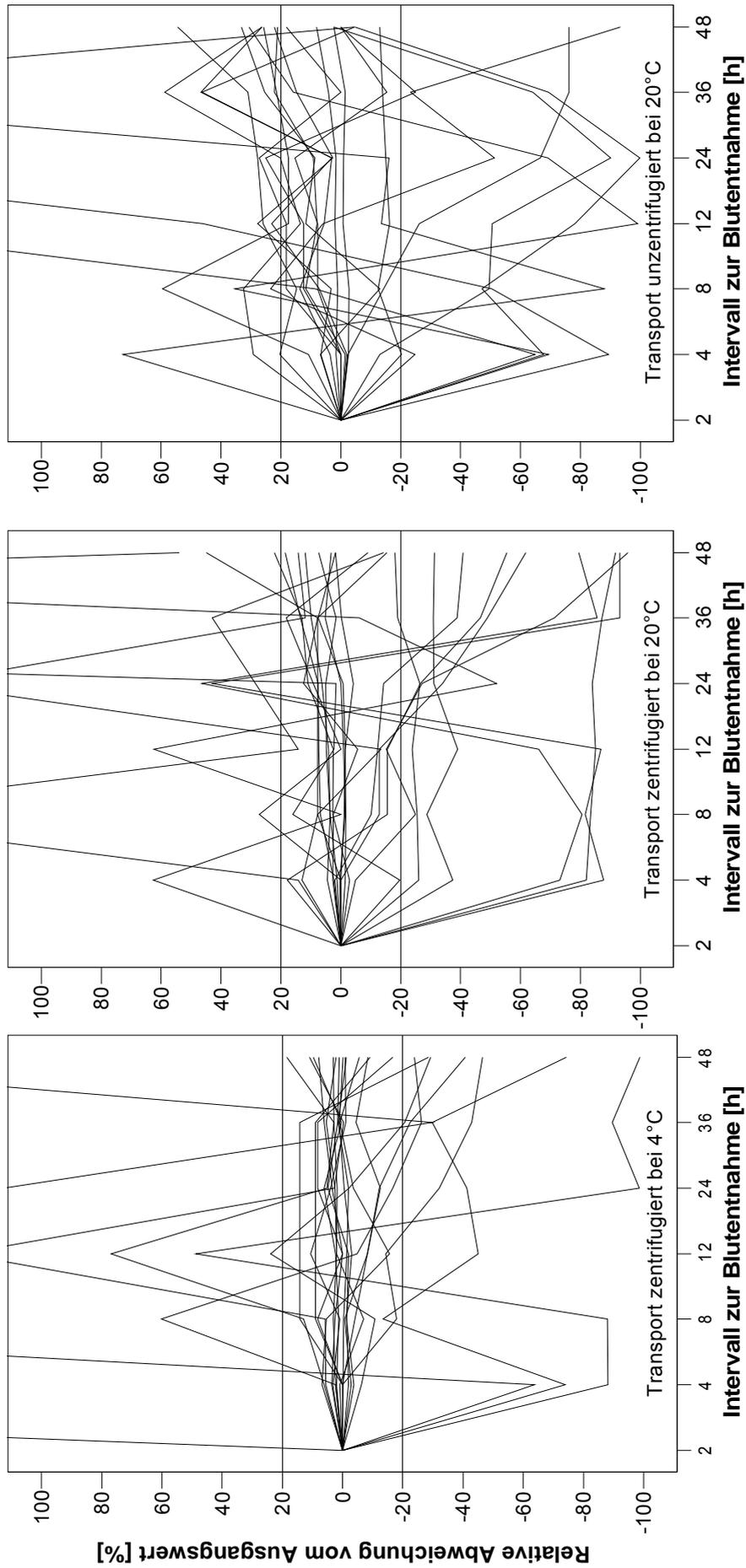


Abb. 4.29: Relative Differenz der NEFAs vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Die relative Auswertung der Daten ergab bei allen drei untersuchten Transportzuständen einen stark variierenden Verlauf über die untersuchten 48 Stunden hinweg.

Datenbereich der Ausgangswerte: 0,00 – 2,13 mmol/l (Norm: < 0,5 mmol/l)

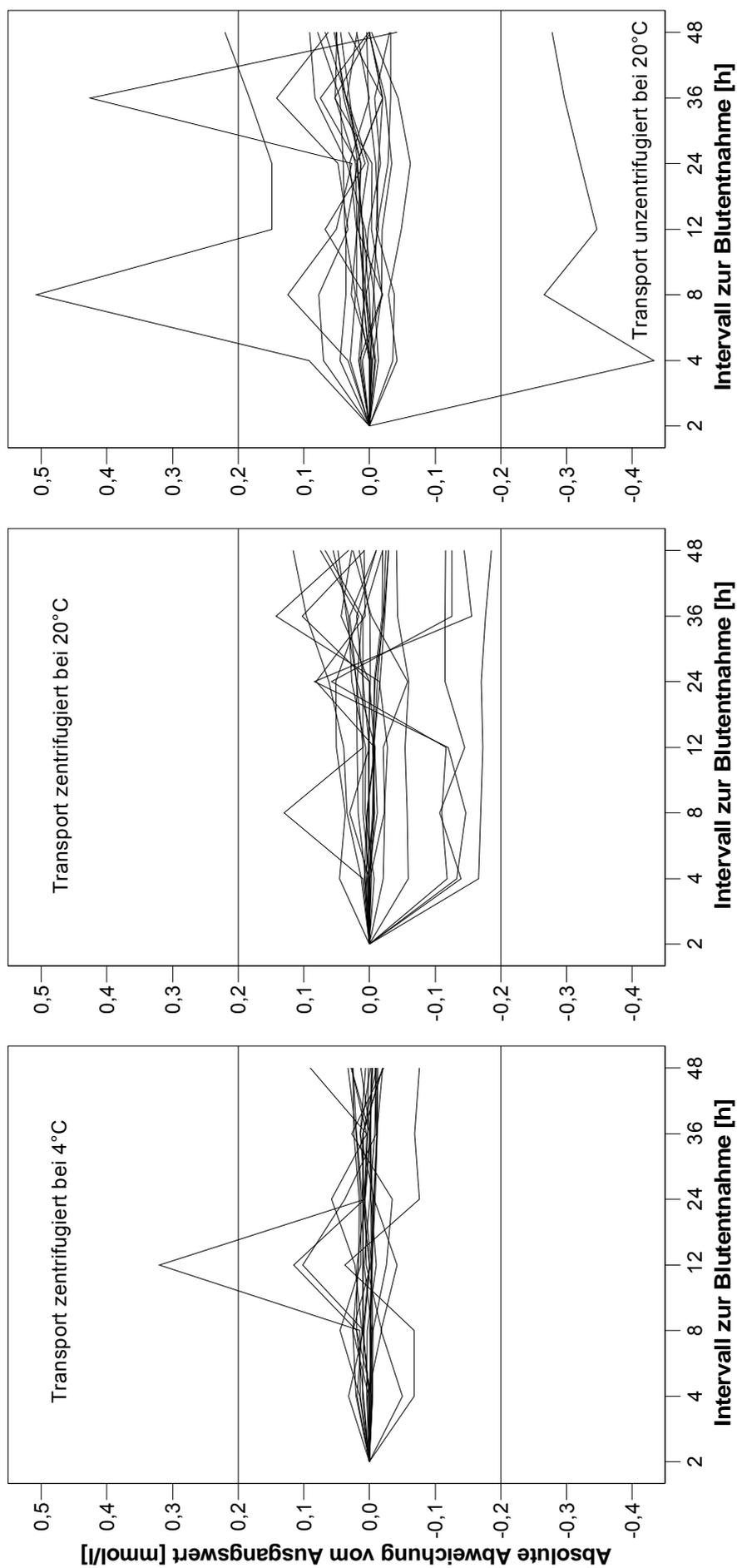


Abb. 4.30: Absolute Differenz der NEFAs vom Ausgangswert bei unterschiedlichen Transportzuständen.

Die NEFA-Gehalte blieben in den zentrifugierten Proben, die bei 4°C gelagert wurden, stabil, während sie bei den Raumtemperatur-Proben (zentrifugiert und unzentrifugiert) eine leicht höhere Variation aufwiesen.

Datenbereich der Ausgangswerte: 0,00 – 2,13 mmol/l (Norm: < 0,5 mmol/l)

Dieses Ergebnis konnte im Fehlerbalken-Diagramm (Abb. 4.31) nicht bestätigt werden, da bei keinem der untersuchten Lagerungsbedingungen ein Anstieg der NEFA-Gehalte in den Proben zu erkennen war. Im Mittel wiesen die NEFA-Gehalte bei allen drei Transportzuständen einen stabilen Verlauf auf. Die Streuung lag bei den zentrifugierten Proben, die bei 4°C gelagert wurden, bei 0,019 – 0,030 mmol/l, während sie bei den Raumtemperatur-Proben (zentrifugiert und unzentrifugiert) mit 0,057 – 0,126 mmol/l höher lag. Nur beim 12h-Wert streuten die KT-Z-Werte mit 0,073 mmol/l etwas stärker, was in den dortigen Meßwertabweichungen begründet lag (siehe Abb. 4.30). Unabhängig vom Lagerungszustand war jedoch keine der ermittelten Differenzen signifikant ($p > 0,05$).

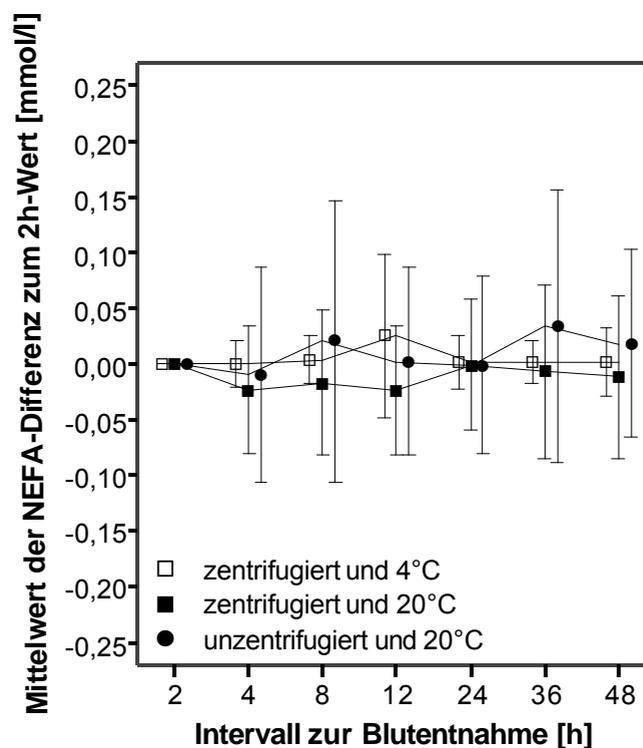


Abb. 4.31: Mittelwerte der absoluten Abweichungen der NEFAs.

Die NEFA-Gehalte blieben im Mittel unabhängig vom Lagerungszustand konstant, streuten allerdings bei 20°C-Lagerung stärker als bei KT-Z.

Für Rinder, deren NEFA-Konzentrationen im Grenzbereich des Referenzbereiches liegen, die also einen NEFA-Gehalt im Serum um die 0,5 mmol/l aufweisen, könnte eine Abweichung von 0,2 mmol/l zu fehlerhaften Aussagen führen. Daher wurde der absolute Grenzwert für die maximal vertretbare Abweichung der NEFAs vom Ausgangswert bei $\pm 0,2$ mmol/l festgelegt. Diesen Grenzwert überschritten trotz etwas erhöhter Variation der Werte bei Raumtemperatur-Lagerung nur vereinzelte Proben, so dass nach 48 Stunden Lagerung noch mehr als 85% der Proben bei jedem Lagerungszustand innerhalb des Grenzbereiches lagen (siehe Tab. 4.16).

Tab. 4.16: Kumulative Kreuztabelle der NEFAs.

Den Grenzbereich von $\pm 0,2$ mmol/l Differenz überschritten nur wenige Proben.

n=23			Zustand		
			KT-Z	RT-Z	RT-UZ
Proben über festgelegtem absoluten Grenzwert für NEFAs	4 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,3%)
	8 h	Anzahl (% von Zustand)	0 (0%)	0 (0%)	2 (8,7%)
	12 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	0 (0%)	2 (8,7%)
	24 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	0 (0%)	2 (8,7%)
	36 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	0 (0%)	3 (13,0%)
	48 h	Anzahl (% von Zustand)	1 (4,3%)	0 (0%)	3 (13,0%)
nach 48 Stunden noch bestimmbar		Anzahl	22	23	20
		% von Zustand	95,7%	100%	87,0%

4.1.15 Vertretbare Transportdauer

Aus den vorherigen Ergebnissen wurde für jeden einzelnen Parameter mit Hilfe der relativen Verläufe bei unterschiedlichen Lagerungsbedingungen und den dazugehörigen kumulativen Kreuztabellen die vertretbare Transportdauer ermittelt (Erläuterungen siehe Kapitel 3.3.1.4). Dies stellt für den jeweiligen Parameter den Zeitpunkt dar, bis zu dem mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Analyseergebnis erzielt wird, das dem „tatsächlichen“ Befund nahe kommen würde.

Die Ergebnisse dieser Auswertung werden in Tabelle 4.17 wiedergegeben. Die meisten Parameter können über mindestens 48 Stunden ohne Verlust der Zuverlässigkeit des Analyseergebnisses transportiert werden, wenn die Proben direkt nach der Blutentnahme zentrifugiert werden und das Serum bei 4°C transportiert oder gelagert wird (KT-Z). Ähnlich gute Ergebnisse können auch für das Serum erzielt werden, das bei Raumtemperatur transportiert wird (RT-Z). Dahingegen muss für die meisten Parameter eine zügigere Analyse erfolgen, wenn die Proben als Vollblut transportiert werden (RT-UZ).

Tab. 4.17: Übersicht über die vertretbare Transportdauer.

Bei KT-Z überschritten meist weniger als 5% der Proben den Grenzwert und waren über 48 h stabil (min. 48 h). Bei RT-UZ waren meist schon nach 4 h mehr als 5% der Proben über dem Grenzwert, so dass die vertretbare Transportdauer unterhalb von 4 h lag (< 4 h).

Parameter	KT-Z	RT-Z	RT-UZ
AST	min. 48 h	min. 48 h	24 h
γ-GT	min. 48 h	min. 48 h	< 4 h
GLDH	4 h	4 h	< 4 h
Bilirubin	36 h	12 h	8 h
Harnstoff	< 4 h	< 4 h	< 4 h
Cholesterin	min. 48 h	min. 48 h	36 h
Gesamteiweiß	min. 48 h	min. 48 h	< 4 h
BHBS	8 h	8 h	< 4 h
NEFA	min. 48 h	min. 48 h	4 h
Glukose (Serum)	min. 48 h	36 h	< 4 h
Glukose (Plasma)	min. 48 h	36 h	< 4 h
Natrium	min. 48 h	min. 48 h	min. 48 h
Kalium	min. 48 h	min. 48 h	< 4 h
Kalzium	min. 48 h	min. 48 h	36 h
Phosphat	min. 48 h	min. 48 h	< 4 h

4.1.16 Vergleich der Einflussfaktoren beim Transport

Die gesamten Daten wurden weiterhin statistisch untersucht, um zu prüfen, ob die Temperatur während des Transportes oder das Zentrifugieren vor dem Transport den größeren Einfluss auf die einzelnen Parameter in Rinder-Blutproben hatten. Dazu wurde die zweifaktorielle Varianzanalyse verwendet (Erläuterungen siehe Kapitel 3.3.1.7). Die Ergebnisse dieses Analyseverfahrens werden in Form von Variationskoeffizienten (VK) für jeden Parameter in Tabelle 4.18 zusammengefasst. Da die Daten der NEFAs auf einem anderen Wege ausgewertet wurden, wurden sie bei dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Die in Tabelle 4.18 aufgeführten VKs geben im Falle „Z / UZ“ an, wie stark die Werte zwischen den zentrifugierten und unzentrifugierten Proben bei Raumtemperatur variierten. Genauso geben die VKs im Falle „KT / RT“ an, wie stark die Werte in den zentrifugierten Proben abhängig von der Temperatur variierten. Dieser Tabelle ist zu entnehmen, dass der Einfluss des Zentrifugierens vor dem Transport auf die Stabilität der meisten untersuchten Parameter in den Blutproben größer ist als der Einfluss des Kühlens während des Transportes. Nur bei wenigen Parametern sah es anders aus.

Tab. 4.18: Variationskoeffizienten der verschiedenen Einflussfaktoren.

Der Einfluss des Zentrifugierens vor dem Transport auf die Stabilität ist für die meisten Parameter größer als der Einfluss der Temperatur während des Transportes.

Parameter	Einfluss von Z / UZ	Einfluss von KT / RT
AST	42,6 %	13,2 %
γ -GT	29,9 %	5,1 %
GLDH	6,1 %	19,0 %
Bilirubin	35,8 %	1,0 %
Harnstoff	36,8 %	2,6 %
Cholesterin	1,4 %	11,3 %
Gesamtprotein	5,0 %	13,3 %
BHBS	7,2 %	8,4 %
NEFA	–	–
Glukose (Serum)	602,5 %	0,2 %
Glukose (Plasma)	35,7 %	3,7 %
Natrium	3,4 %	1,7 %
Kalium	98,2 %	2,2 %
Kalzium	12,1 %	5,9 %
Phosphat	27,2 %	29,7 %

4.2 Vergleich verschiedener Blutentnahmesysteme

Um einen möglichen Einfluss verschiedener Blutentnahmesysteme auf die Konzentration von ausgewählten Parametern zu untersuchen, wurden verschiedene Blutentnahmesysteme miteinander verglichen. Zum Einsatz kamen Serum-Vacutainer[®] mit und ohne Trenngel und Serum-Monovetten[®], die sowohl offen als auch geschlossen verwendet wurden. Für den Vergleich der Blutentnahmesysteme wurde als Bezugssystem die geschlossene Monovette[®] ausgewählt (siehe Kapitel 3.3.2.1). Es wurden für jede Kuh einzeln die absoluten Differenzen zwischen den Gehalten aus den Seren der verschiedenen Systeme und der geschlossenen Monovette[®] bestimmt (siehe Kapitel 3.3.2.2). Die graphische Darstellung dieser Differenzen erfolgt in Boxplot-Diagrammen (Abb. 4.32).

Die untersuchten Parameter verhielten sich im Serum, das mit der offenen Monovette[®] gewonnen wurde, am ähnlichsten zum Bezugssystem. So lag der Median für alle untersuchten Parameter beim offenen System am nächsten beim Wert Null. Dies bedeutet, dass der Unterschied zwischen den Daten aus dem Serum der offenen Monovette[®] und der geschlossenen Monovette[®] am geringsten war. Gleichzeitig war die Streuung der Differenzen zum Bezugssystem, die an Hand des Interquartilabstands (Boxenlänge) ablesbar ist, bei der offenen Monovette[®] am niedrigsten. Die Messergebnisse aus den Vacutainern[®] mit und ohne Trenngel zeigten für die untersuchten Parameter höhere Differenzen zum Bezugssystem. Auch streuten hier die Daten stärker im Vergleich zur offenen Monovette[®].

Die Ergebnisse der statistischen Prüfung der ermittelten Differenzen werden in Tabelle 4.19 wiedergegeben. Bei einem Bewertungsmassstab von $p \leq 0,05$ waren die ermittelten Abweichungen vom Bezugssystem bei allen untersuchten Parametern im Serum aus Vacutainern[®] mit Trenngel signifikant mit Ausnahme der ermittelten Differenzen für Glukose und Kalium. Die ermittelten Differenzen im Serum aus Vacutainern[®] ohne Trenngel waren nur für Phosphat signifikant. Bei der offenen Monovette[®] konnte für alle untersuchten Parameter keine statistisch signifikante Differenz vom Bezugssystem ermittelt werden.

Tab. 4.19: Mittlere Differenzen zum Bezugssystem und deren Signifikanzniveau.

* = statistisch signifikant mit $p \leq 0,05$; Erläuterungen siehe Text.

Parameter	offene Monovette [®]		Vacutainer [®] mit Gel		Vacutainer [®] ohne Gel	
	Mittelwert	p	Mittelwert	p	Mittelwert	p
AST ($\mu\text{kat/l}$)	-0,016	0,217	-0,037	0,011 *	-0,005	0,803
BHBS ($\mu\text{mol/l}$)	-1,591	0,813	-55,923	0,025 *	-31,558	0,056
Glukose (mmol/l)	0,010	0,516	-0,039	0,100	-0,030	0,156
Phosphat (mmol/l)	-0,004	0,695	-0,041	0,014 *	-0,037	0,015 *
Natrium (mmol/l)	-0,025	0,867	-0,529	0,007 *	-0,021	0,890
Kalium (mmol/l)	-0,020	0,470	0,011	0,826	0,054	0,374
NEFA (mmol/l)	-0,002	0,521	-0,018	0,023 *	-0,018	0,118

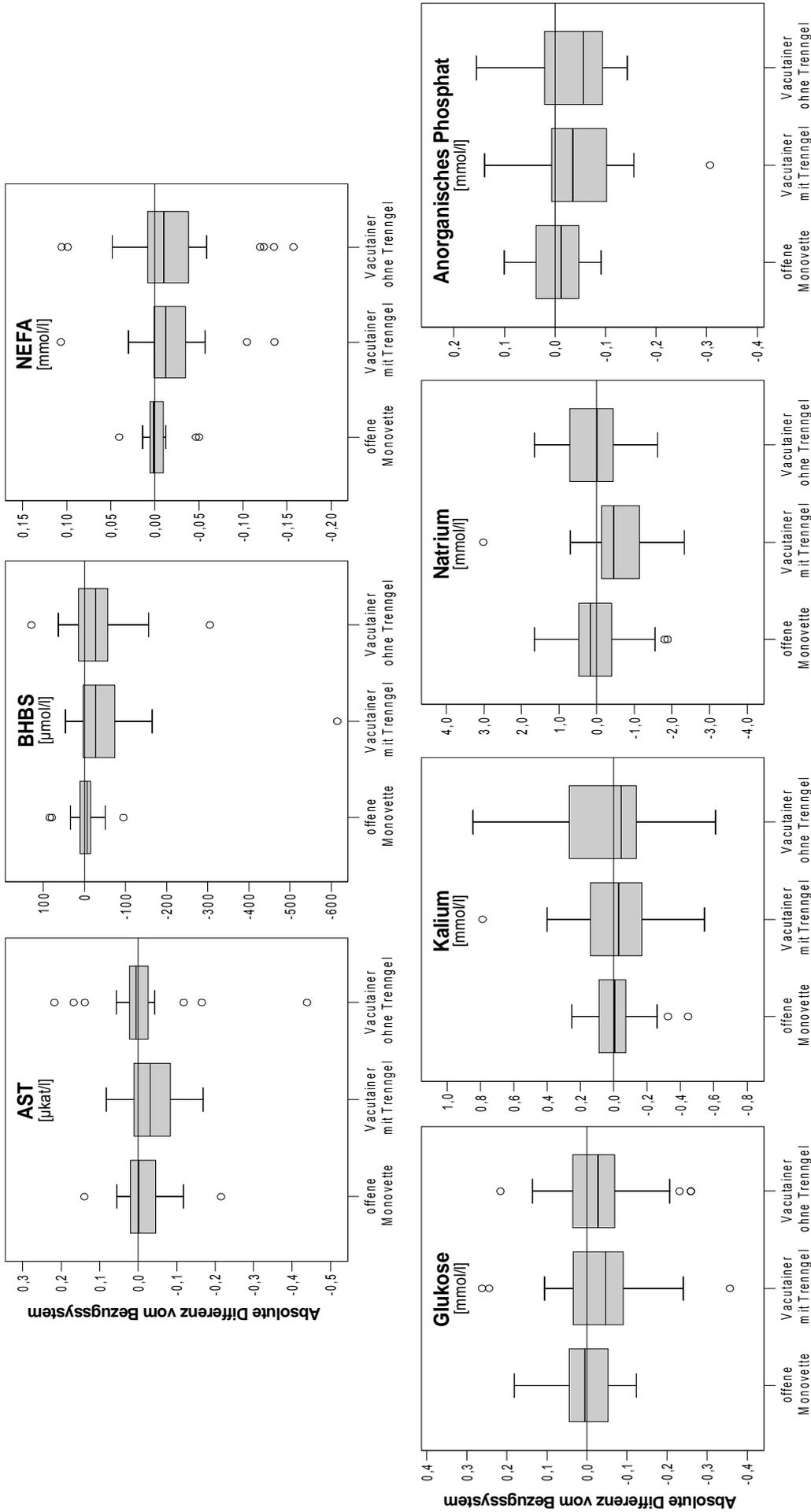


Abb. 4.32: Vergleich der Differenzen der Blutentnahmesysteme zum Bezugssystem.

Der Unterschied zwischen geschlossener Monovette® (Bezugssystem) und offener Monovette® war am geringsten.

Datenbereich im Bezugssystem: AST 0,83–7,51 $\mu\text{kat/l}$; BHBS 327–9532 $\mu\text{mol/l}$; NEFA 0,01–1,77 mmol/l ; Glukose 2,79–4,29 mmol/l ;

Kalium 2,58–4,84 mmol/l ; Natrium 131–144 mmol/l ; Phosphat 0,73–2,78 mmol/l

In Tabelle 4.20 werden die ermittelten minimalen und maximalen Differenzen zum Bezugssystem aus Abbildung 4.32 in Zahlen wiedergegeben. Es zeigt sich, dass diese Spannweite beim offenen System für die meisten untersuchten Parameter am geringsten ist, während sie bei den Vacutainern[®] größer ist. Für die Parameter AST, BHBS, Kalium und Phosphat ergaben sich im Serum der Vacutainer[®] Spannweiten über die minimalen und maximalen Differenzen zum Bezugssystem, die von klinischer Bedeutsamkeit waren. Unter einer klinisch bedeutsamen Differenz wird hierbei eine Abweichung verstanden, die zu einer fehlerhaften Interpretation des Laborbefundes führen könnte.

Tab. 4.20: Übersicht über minimale und maximale Differenzen zum Bezugssystem.

** = klinisch bedeutsam; Erläuterungen siehe Text.

Parameter (Referenzbereich)	offene Monovette [®]		Vacutainer [®] mit Gel		Vacutainer [®] ohne Gel	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
AST (< 1,34 µkat/l)	-0,22	0,14	-0,17	0,08	-0,44 **	0,22
BHBS (312 – 733 µmol/l)	-95,14	84,26	-615,62 **	45,73	-305,34 **	128,92
Glukose (2,21 - 3,61 mmol/l)	-0,12	0,18	-0,36	0,26	-0,26	0,22
Phosphat (1,61 - 2,30 mmol/l)	-0,09	0,10	-0,31 **	0,14	-0,14	0,16
Natrium (134 – 157 mmol/l)	-1,89	1,66	-2,33	3,02	-1,62	1,65
Kalium (3,5 - 4,5 mmol/l)	-0,45	0,25	-0,55 **	0,79**	-0,61 **	0,84 **
NEFA (< 0,5 mmol/l)	-0,05	0,04	-0,14	0,11	-0,16	0,11

4.3 Untersuchungen zu den Freien Fettsäuren (NEFA)

Bei der relativen Auswertung des Verhaltens der NEFA-Gehalte unter verschiedenen Transportbedingungen waren starke Abweichungen vom Ausgangswert ermittelt worden (siehe Kapitel 4.1.14). Diese Ergebnisse und die Ergebnisse von STOKOL und NYDAM (2005), dass die NEFAs in Vacutainern[®] mit Trenngel signifikant höher liegen im Vergleich zu Röhrcchen ohne Zusätze, führten zu der Hypothese, dass Wechselwirkungen zwischen den NEFAs und dem Röhrcchenmaterial der Vacutainer[®] oder dem Trenngel der Vacutainer[®] existieren könnten. Auf Grund der klinischen Relevanz der NEFAs bei Kühen wurden sie daher einer weiteren Untersuchung unterzogen. Dabei kamen Serum-Monovetten[®], Vacutainer[®] mit Trenngel und Vacutainer[®] ohne Trenngel zum Einsatz. Die Proben wurden als reines Serum in diesen Röhrcchen bei 4°C über 48 Stunden gelagert, mit Ausnahme der Vacutainer[®] mit Trenngel, bei denen nach dem Zentrifugieren das Serum nicht abpipettiert wurde. Es erfolgten mehrere Analysen in bestimmten Zeitintervallen. Zu jedem Analysezeitpunkt wurden die relativen Abweichungen vom Ausgangswert (2h-Wert) für jedes untersuchte Blutentnahmesystem ermittelt. Diese Differenzen sind in Abbildung 4.33 als Fehlerbalken-Diagramm vergleichend dargestellt.

Der Variationskoeffizient der NEFA-Gehalte, der durch die Analyse erzeugt wurde, lag bei diesem Versuch bei 2,12%.

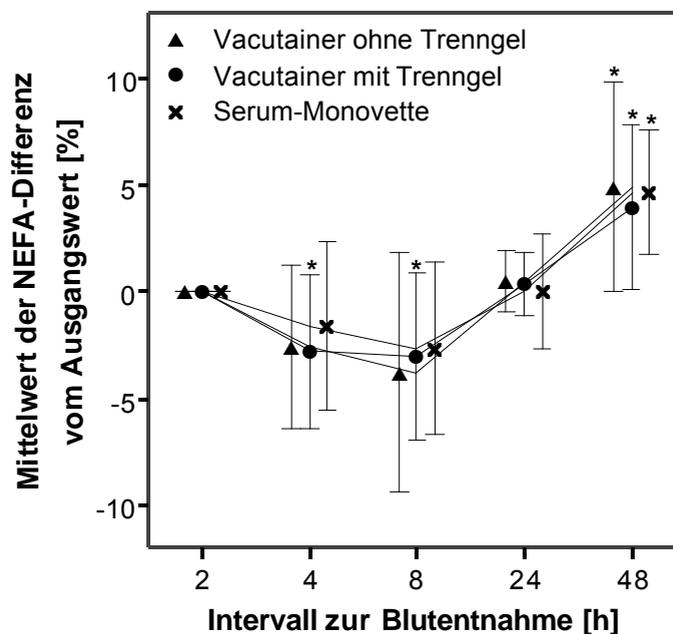


Abb. 4.33: Relative Differenz der NEFAs vom Ausgangswert.

Unabhängig vom Blutentnahmesystem fielen die NEFA-Gehalte in den ersten acht Stunden ab, um dann kontinuierlich anzusteigen. (*: $p \leq 0,05$)

Die NEFAs verhielten sich im reinen Serum im Mittel in allen drei untersuchten Blutentnahmesystemen bei Lagerung über 48 Stunden im Kühlschrank ähnlich. In den ersten acht Stunden war ein Abfall der NEFA-Werte zu verzeichnen. Danach stiegen die NEFAs in den Proben im Mittel kontinuierlich an. Nach 48 Stunden Lagerung wiesen die NEFAs in allen drei untersuchten Blutentnahmesystemen eine Abweichung im Mittel von rund +5% vom Ausgangswert auf, die für alle drei Systeme signifikant war ($p \leq 0,05$). Des Weiteren waren die ermittelten Differenzen der NEFAs im Serum der Vacutainer® mit Trenngel 4 und 8 Stunden nach Blutentnahme signifikant. Alle anderen ermittelten Differenzen zum jeweiligen Ausgangswert waren nicht signifikant. Für alle drei Blutentnahmesysteme waren die Abweichungen zum Ausgangswert der NEFAs im Serum 24 Stunden nach Blutentnahme im Mittel am geringsten. Zu diesem Zeitpunkt konnte auch die kleinste Streuung für jedes Blutentnahmesystem beobachtet werden.

Zusätzlich wurden die Daten vergleichend zwischen den Systemen ausgewertet. Dieser Systemvergleich erfolgte einzeln zu jedem Analyse-Zeitpunkt und wie bereits in Kapitel 3.3.2 erläutert. Zu jedem Analyse-Zeitpunkt wurden die absoluten Differenzen der Gehalte aus den Seren der Vacutainern® mit und ohne Trenngel zu den korrespondierenden NEFA-Gehalten aus dem Serum der Monovetten® berechnet. Diese Differenzen werden in Abbildung 4.34 mit Boxplot-Diagrammen dargestellt.

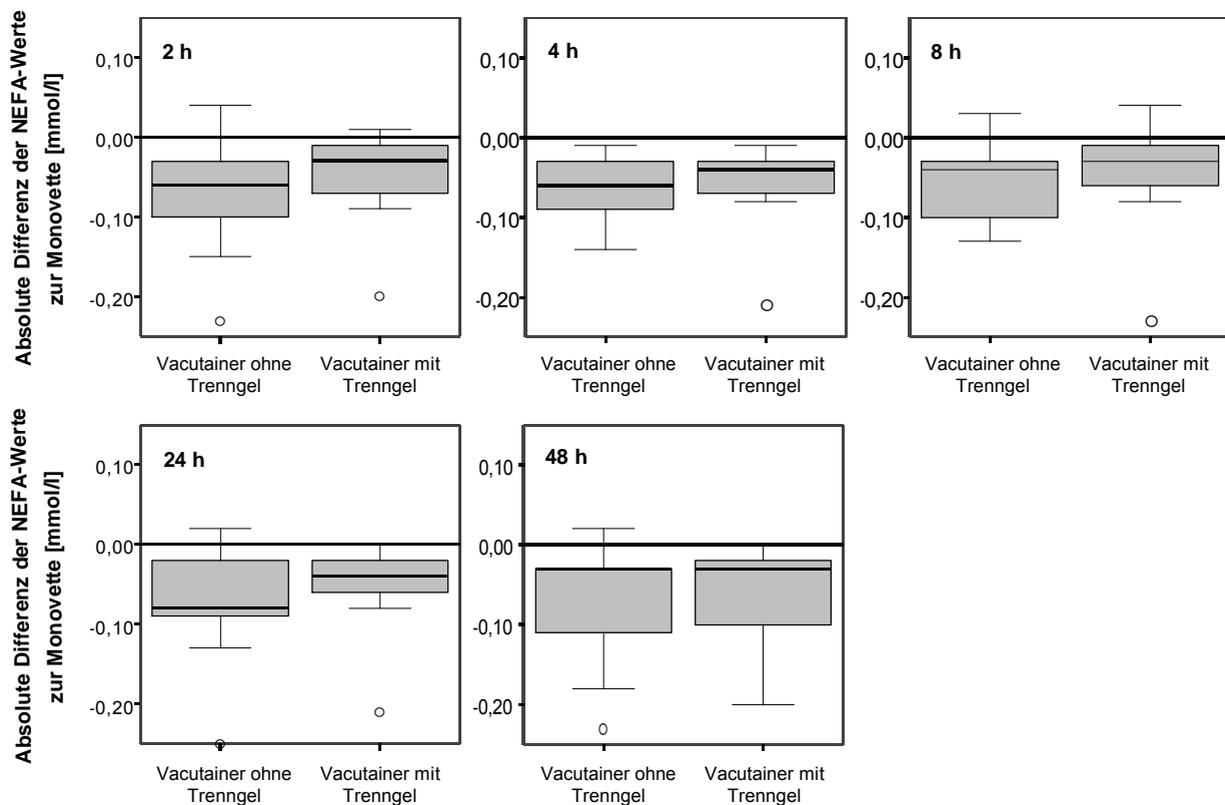


Abb. 4.34: Vergleich der NEFA-Differenzen im Serum der Vacutainer® zur Monovette®. Zu allen Zeitpunkten waren in mehr als 50% der Fälle die Daten in den Vacutainern® niedriger als in der Serum-Monovette®.

Es wird deutlich, dass zu jedem Analyse-Zeitpunkt die Boxplots (50% der Daten) unterhalb der Nulllinie liegen. Das bedeutet, dass mindestens 50% der ermittelten Differenzen zwischen den beiden Vacutainern[®] und der Serum-Monovette[®] zu jedem Zeitpunkt im negativen Bereich lagen. Damit waren die NEFA-Gehalte in den Vacutainern[®] mit und ohne Trenngel zu jedem Analyse-Zeitpunkt in mindestens 50% der Proben niedriger als in der Serum-Monovette[®].

Das graphische Ergebnis wurde einer statistischen Prüfung unterworfen (siehe Tab. 4.21). Es zeigte sich, dass die ermittelten Differenzen zur Monovette[®] bei einem Bewertungsmassstab von $p \leq 0,05$ für alle Zeitpunkte signifikant waren, mit Ausnahme der ermittelten Differenzen zwei und acht Stunden nach Blutentnahme für die Serumgehalte aus Vacutainern[®] mit Trenngel. Somit sind die NEFA-Gehalte mit 95%iger Sicherheit in Vacutainern[®] im Mittel um 0,05-0,08 mmol/l niedriger verglichen mit der Analyse von Serum aus Monovetten[®].

Tab. 4.21: Signifikanzniveau der Mittelwerte der NEFA-Differenzen zur Monovette[®].

In den Vacutainern[®] waren die NEFAs fast immer signifikant niedriger als in der Monovette[®].

	Vacutainer [®] ohne Trenngel		Vacutainer [®] mit Trenngel	
	mittlere Differenz zur Monovette [®] in mmol/l	p	mittlere Differenz zur Monovette [®] in mmol/l	p
2 h	-0,0689	0,038	-0,0489	0,054
4 h	-0,0789	0,017	-0,0622	0,014
8 h	-0,0700	0,046	-0,0500	0,082
24 h	-0,0733	0,028	-0,0556	0,030
48 h	-0,0744	0,031	-0,0644	0,020

Zusätzlich wurden die NEFA-Gehalte aus den beiden verwendeten Vacutainern[®] miteinander verglichen. Das Ergebnis wird in Tabelle 4.22 wiedergegeben. Es zeigt sich, dass zu keinem der Untersuchungszeitpunkte eine signifikante Differenz ($p \leq 0,05$) zwischen den Daten der Vacutainer[®] mit Trenngel und der Vacutainer[®] ohne Trenngel nachgewiesen werden konnte.

Tab. 4.22: Vergleich der NEFA-Werte in Vacutainern[®] mit und ohne Trenngel.

Zu keinem Zeitpunkt konnte eine signifikante Differenz ermittelt werden.

NEFA	mittlere Differenz zwischen den Daten aus Vacutainern [®] mit und ohne Trenngel	p
2 h	0,0200 mmol/l	0,144
4 h	0,0167 mmol/l	0,134
8 h	0,0200 mmol/l	0,081
24 h	0,0178 mmol/l	0,180
48 h	0,0100 mmol/l	0,273