

Aus der  
Klinik für Neonatologie  
der Medizinischen Fakultät der Charité - Universitätsmedizin Berlin

## **DISSERTATION**

Die Analyse gewichtsbezogener Indizes zur Beurteilung des somatischen Entwicklungsstandes Neugeborener und der Einfluss des mütterlichen Body-Mass-Index und des Rauchverhaltens der Mütter während der Schwangerschaft

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor rerum medicarum (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinische Fakultät  
Charité - Universität Berlin

von  
**Helga Krentz**  
aus Marlow

Gutachter:           1. Priv.-Doz. Dr. med. F. Guthmann  
                          2. Prof. Dr. C. Bandt  
                          3. Prof. Dr. N. Reinsch

**Datum der Promotion: 01.02.2013**

# Inhalt

---

---

<b>1. Einleitung und Zielstellung</b> .....	4
<b>2. Patientengut und statistische Auswertung</b> .....	8
2.1 Patientengut .....	8
2.2 Statistische Auswertung .....	10
<b>3. Ergebnisse</b> .....	17
3.1 Verteilungen verschiedener geburtsgewichtsbezogener Indizes .....	17
3.2 Perzentilwertkurven für geburtsgewichtsbezogene Indizes .....	21
3.3 Vergleich verschiedener geburtsgewichtsbezogener Indizes .....	23
3.4 Vergleich von mütterlichem BMI und kindlichen Maßen .....	25
3.5 Vergleich von kindlichen Maßen in Abhängigkeit vom Rauchverhalten ....	29
3.6 Vergleich von mütterlichem BMI und Rauchverhalten auf kindliche Maße.	30
<b>4. Diskussion</b> .....	32
<b>5. Zusammenfassung</b> .....	40
<b>6. Literatur</b> .....	52
<b>7. Publierte Forschungsergebnisse dieser Arbeit</b> .....	59
<b>8. Anteilserklärung</b> .....	60
<b>9. Tabellarischer Lebenslauf</b> .....	61
<b>10. Publikationsliste</b> .....	62
<b>11. Selbständigkeitserklärung</b> .....	70
<b>12. Danksagung</b> .....	71
<b>13. Druckexemplare Publikationen</b> .....	72

## 1. Einleitung und Zielstellung

In Deutschland wird die Bevölkerungsentwicklung im Wesentlichen durch die Geburtenzahl und die Sterbefälle, aber auch durch Wanderungsbewegungen über die Grenzen der Bundesrepublik hinaus bestimmt. Seit vielen Jahren sinkt die Zahl der Geburten. Trotz umfassender und zunehmender Präventionsmaßnahmen (Mutterschutzgesetz, Mutterschaftsrichtlinien, Infektionsprophylaxe, Tokolyse, Cerclage und anderes) blieb außerdem die Zahl der Frühgeborenen Risikokinder stets hoch. Sie ist in den vergangenen Jahren sogar gestiegen. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes kommen jährlich etwa 52.000 der knapp 700.000 in Deutschland geborenen Babys nach einer Schwangerschaftsdauer von weniger als 37 vollendeten Schwangerschaftswochen zur Welt. Das betrifft ca. 7,6 % der Lebendgeborenen. Ein wesentlicher Faktor der perinatalen Mortalität und Morbidität, der die Säuglingssterblichkeit beeinflusst, ist die Frühgeburtlichkeit (Wulf 1997).

Die Anzahl der besonders gefährdeten Frühgeborenen, die vor der vollendeten 32. Schwangerschaftswoche in der Regel mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g, geboren werden (very low birthweight), liegt in Deutschland jährlich etwa bei 8.200 Neugeborenen. Schon Dunn (1985), Heller/Jährig (1975), Kyank et al. (1977) und Miller (1982) stellten diese, bis heute unveränderte Häufigkeit fest. Eine hohe Anzahl an Risikokindern zeichnet sich nicht nur in Deutschland ab, sie ist sowohl in Industriestaaten als auch in Entwicklungsländern sehr hoch. "Spiegel online" zitierte im Oktober 2009 eine aktuelle Studie der US-Organisation March of Dimes, nach der weltweit jedes zehnte Baby vor der 37. vollendeten Schwangerschaftswoche zur Welt kommt.

Für die Geburtshilfe und Neonatologie sind Risikokinder eine Herausforderung. Um ihre Überlebenschancen zu erhöhen, sind viele Anstrengungen erforderlich (Beck et al. 1999, Heller/Jährig 1975, Miller 1982, 1984, Voigt et al. 2006, 2007, 2010). Sie zeigen besonders deutlich die Grenzen ärztlichen Handelns auf. Das betrifft sowohl die biologischen Schranken der generellen Überlebensfähigkeit, als auch die medizinisch-technischen Möglichkeiten und die ethischen Normen ärztlichen Handelns. Hinzu kommen die juristischen Fragen der Behandlungspflicht oder des Behandlungsverweigerungsrechtes mit ihren forensischen Konsequenzen.

Das Definieren der Neugeborenen als Risikokinder alleine mit dem Geburtsgewicht durch die Einteilung „zu leicht“ oder „zu schwer“, ist nicht ausreichend. Es kann dabei zu Über- oder Unterschätzung von Risiken führen. Etwa ein Drittel der auf das Gestationsalter bezogenen bei Geburt zu leichten bzw. zu schweren Kinder weichen lediglich konstitutionell (genetisch) von der Norm ab (Voigt et al. 2007). Durch Fehler bei der Zuordnung haben Neugeborene ein

erhöhtes perinatales Risiko; zum einen werden notwendige Behandlungen nicht durchgeführt und zum anderen erfolgen nicht notwendige Behandlungen. Durch eine richtige Zuordnung kann die Ernährung des Neugeborenen sofort optimal eingestellt werden. Auch kindliche Entwicklungsprognosen und Vorhersagen über die Morbidität sind wesentlich davon abhängig. Es ist wichtig die Risiken zu kennen, um eine angepasste Therapie festzulegen. Man muss zwischen Störungen des fetalen Wachstums als Folge plazentarer Dysfunktion oder maternalen Krankheiten und konstitutionell klein- bzw. großwüchsigen Kindern, das heißt proportionierte oder disproportionierte, unterscheiden.

Als proportioniert kleinwüchsig bezeichnet man Neugeborene, deren Gewicht, Länge und Kopfumfang gleichermaßen unter der 10. Perzentile liegen. Dies kann durch einen Mangel an Wachstumsfaktoren oder genetisch bedingt sein. Disproportionierte Neugeborene haben eine normale Länge und ein zu niedriges Geburtsgewicht. Diese Kinder waren intrauterin mangelversorgt und entwickeln sich unterhalb ihres Wachstumspotenzials. Man unterscheidet maternale, placentare und fetale Ursachen. Maternale Ursachen für eine fetale Wachstumsretardierung können akute oder chronische Erkrankungen (wie hoher Blutdruck, chronische Nierenerkrankungen, Diabetes, Herz- und Lungenerkrankungen, Anämie), hypertensive Schwangerschaftserkrankungen (Prä- / Eklampsie), Rauchen oder Alkoholmissbrauch sein. Eine verminderte Durchblutung von Uterus und Plazenta oder eine partielle vorzeitige Plazentalösung (Abruptio placentae) stellen placentare Ursachen dar. Als fetale Faktoren sind chromosomale Störungen, komplexe genetische Ursachen und Infektionen (z.B. Herpes-, Zytomegalieviren, AIDS) bekannt.

Um zu bestimmen, ob Neugeborene gesund gewachsen sind, oder ein auffälliges Wachstumspotenzial haben, ist die Beurteilung des somatischen Entwicklungsstandes wichtig. Eine wissenschaftliche Beurteilung der Neugeborenen kann nach den Schwangerschaftswochen, nach dem Geburtsgewicht sowie nach Perzentilwerten erfolgen. In der Perinatalmedizin hat sich die Beurteilung des somatischen Entwicklungsstandes Neugeborener auf der Grundlage eines zweidimensionalen Klassifikationsschemas nach Geburtsgewicht und Schwangerschaftsdauer durchgesetzt, aus deren Häufigkeiten Perzentilwerte berechnet werden. Sie geben an, wie unterschiedlich schwer Neugeborene nach einer bestimmten Schwangerschaftsdauer sind. Dadurch kann erkannt werden, ob und inwieweit ein Kind von der Norm abweicht. Unter der Voraussetzung einer Normalverteilung liegt das Gewicht zu einem bestimmten Schwangerschaftsalter am Häufigsten bei der 50. Perzentile. Je weiter ein Gewicht nach oben oder unten von der 50. Perzentile abweicht, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Auffälligkeit vorliegt.

Für den klinischen Alltag haben sich die 10. und 90. Perzentile als Grenzwerte für die geburtsgewichtsbezogene Klassifikation bewährt (Kyank et al. 1977, Miller 1984, Sterky 1970, Usher/McLean 1964, Voigt 1994, Voigt et al. 2002, 2006, 2010). Dabei werden zu leichte Neugeborene (small for gestational age) unterhalb der 10. Perzentile, normal schwere Neugeborene (appropriate for gestational age) von 10. bis 90. Perzentile und zu schwere Neugeborene (large for gestational age) oberhalb der 90. Perzentile zugeordnet.

International werden auch die 2-Sigma-Linien ( $\bar{x} - 2s$ ;  $\bar{x} + 2s$ ), die der 2,3. bzw. 97,7. Perzentile entsprechen (Voigt et al. 2005, 2006) als Grenzwerte unterhalb bzw. oberhalb der Norm für Gewicht, Länge bzw. Kopfumfang angewendet.

Neben der Klassifikation nach dem Geburtsgewicht (g) sind auch Geburtsgewichts-Längen-Relationen zur Klassifizierung Neugeborener üblich: das längenbezogene Geburtsgewicht (g/cm), auch Quetelet-Index genannt, der Body-Mass-Index (g/cm<sup>2</sup>), auch Kaup-Index oder Körpermasse-Index genannt, und der Ponderal-Index (g/cm<sup>3</sup>) oder Körperfülle-Index, der nach dem Schweizer Physiologen Fritz Rohrer auch als Rohrer-Index bezeichnet wird (Beck et al. 1999, Richter et al. 1991, Roemer et al. 1991, Rohrer 1921).

### **Fragestellung**

In dieser Arbeit soll für Einlingsgeburten überprüft werden, ob:

1. ein Index (Geburtsgewicht, längenbezogenes Geburtsgewicht, Body-Mass-Index, Rohrer-Index) besser geeignet ist, den somatischen Entwicklungsstand der Neugeborenen zu beurteilen,
2. konstitutionelle maternale Einflüsse Determinanten für das perinatale Outcome sind,
3. die Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten während der Schwangerschaft einen Einfluss auf den somatischen Entwicklungsstand der Neugeborenen hat,
4. Kombinationen von maternalem Body-Mass-Index und der Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten während der Schwangerschaft Einfluss auf den somatischen Entwicklungsstand der Neugeborenen bei der Klassifikation nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht und nach dem Rohrer-Index haben.

**In Punkt 3.1** werden die Verteilungen der vier verschiedenen geburtsgewichtsbezogenen Indizes (Geburtsgewicht, längenbezogenes Geburtsgewicht, Body-Mass-Index, Rohrer-Index) für das vorhandene Datenmaterial beschrieben und grafisch dargestellt.

**In Punkt 3.2** werden die für die gewichtsbezogenen Indizes berechneten Perzentilwerte in Abhängigkeit von den vollendeten Schwangerschaftswochen dargestellt. Als Grenzwerte sind die 10. Perzentile sowie die 90. Perzentile gewählt worden und die Medianlinie entspricht der 50. Perzentile.

**In Punkt 3.3** werden die auf das Gestationsalter bezogenen Indizes analysiert und mit zwei-dimensionalen Klassifikationssystemen verglichen. Es werden Häufigkeitsverteilungen berechnet und die quantitative prozentuale Übereinstimmung der unterschiedlichen Systeme bestimmt. Dabei soll überprüft werden, ob Neugeborene bessere Chancen für eine optimale Versorgung hätten, wenn sie nach dem einen oder besser nach einem andern Index beurteilt werden, d.h. welcher am besten zur Beurteilung geeignet ist.

**In Punkt 3.4** werden Zusammenhänge zwischen maternalen Merkmalen und den Körpermaßen der Neugeborenen untersucht, um den genetisch determinierten Einfluss der Mutter mitzubeurteilen. Die Geeignetheit des maternalen BMI bezüglich der Vorhersage des perinatalen Outcome wird überprüft. Die Auswirkung wird bei Frauen mit gleichem BMI aber unterschiedlichen Körperhöhen gezeigt.

**In Punkt 3.5** wird der Zusammenhang zwischen der Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten der Mütter während der Schwangerschaft und den Körpermaßen ihrer Neugeborenen bzw. daraus berechneter Wachstumsindizes, die die Proportionalität des Wachstums bzw. der Wachstumsrestriktion beschreiben, gezeigt.

**In Punkt 3.6** wird die Auswirkung der Kombination von mütterlichem Body-Mass-Index (Untergewichtigkeit, Adipositas) und Rauchintensität auf die somatischen Klassifikationen von Neugeborenen untersucht. Für die Einteilung der Neugeborenen werden die 10. und die 90. Perzentilwerte des längenbezogenen Geburtsgewichtes und des Rohrer-Index bezogen auf das Gestationsalter verwendet.

Die Ergebnisse von **3.4** bis **3.6** sind in den drei Artikeln publiziert, die am Ende dieser Arbeit vorgestellt werden.

Untersuchungen zu diesen Fragestellungen wurden bisher an so einer vergleichbar großen Datenmenge nicht vorgenommen.

## 2. Patientengut und statistische Auswertung

### 2.1 Patientengut

Durch zunehmende qualitätssichernde Maßnahmen in der Medizin ist das Interesse an der Perinatalogie in Deutschland in den letzten Jahren erheblich gestiegen.

Die Sterblichkeit der Kinder vor, während und sieben Tage nach der Geburt, ausgedrückt als perinatale Mortalität, war noch Mitte der 1950er Jahre, verglichen mit Angaben nach 1975, wie in Abbildung 1 ersichtlich, hoch.

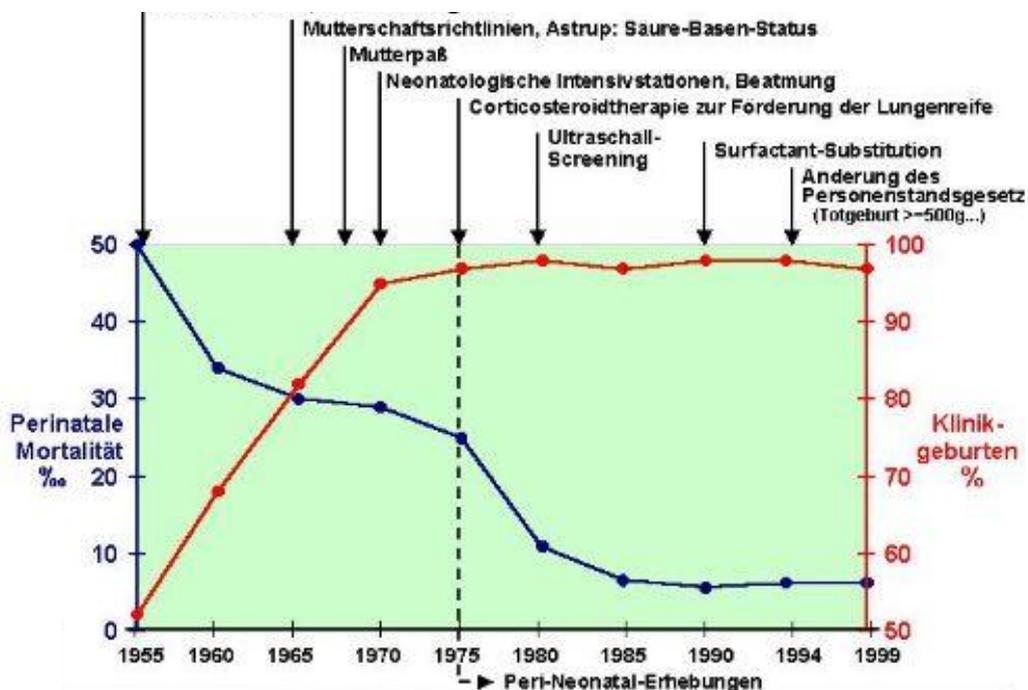


Abb. 1: Perinatale Mortalität und Anteil der Klinikgeburten in den Jahren 1955 - 1999

In den folgenden Jahren bewirkten sowohl medizinische Neuerungen als auch organisatorische Veränderungen und qualitätssichernde Maßnahmen einen Rückgang der Müttersterblichkeit und der kindlichen Sterblichkeit. Anfang der 1980er Jahre lag die perinatale Mortalitätsrate bei 7,9 % und Ende der 1990er Jahre bei 5-6 %.

Als Maßstab für die Qualität der geburtshilflichen Versorgung eines Landes wurde in den 1980er Jahren die Perinatalerhebung entwickelt. Sie ist neben der Neonatalerhebung das standardisierte Dokumentationsverfahren zum externen Qualitätsvergleich, das flächendeckend in ganz

Deutschland eingeführt wurde und über einen langen Zeitraum Ergebnisse zur Verfügung stellen kann. Die in dieser Arbeit durchgeführten Analysen basieren auf einem Datenmaterial von Einlingsgeburten aus Perinatalerhebungen der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1995 - 2000. Mittels eines Basis-Erhebungsbogens wurden wichtige klinische, biologische und soziale Daten der Neugeborenen und ihrer Mütter bundesweit einheitlich erhoben. Wesentliche Merkmale aus diesem Datenmaterial stellten die perinatologischen Arbeitsgruppen dem Forschungsbereich „Neugeborenenanthropometrie und Epidemiologie“ unter Verantwortung von Institutsdirektor PD Dr. Dr. rer. med. habil. M. Voigt vom Institut für Perinatale Auxologie am Klinikum Südstadt in Rostock in anonymisierter Form für Auswertungen zur Verfügung. Für diese Arbeit wurden folgende Parameter verwendet:

#### *Maternale Parameter*

- *Körpergewicht bei Erstuntersuchung (kg)*
- *Körperhöhe bei Erstuntersuchung (cm)*
- *Schwangerschaftsdauer*
- *Nikotinkonsum*

#### *Neonatale Parameter*

- *Geschlecht des Kindes*
- *Geburtsgewicht (g)*
- *Geburtslänge (cm)*
- *Kopfumfang (cm)*

In dieser Arbeit wird zwischen Körpergröße, Körperhöhe und Körperlänge bzw. Geburtslänge unterschieden. Die Körpergröße eines Menschen bezieht sich auf das Volumen. Die Körperhöhe ist eine Messstrecke, die im Stehen der Mutter gemessen wird und die Körperlänge ist eine Messstrecke, die im Liegen der Neugeborenen gemessen wird.

Insgesamt wurden **2.324.803** Datensätze von Einlingsgeburten (51,5 % Knaben und 48,5 % Mädchen) zentral erfasst, wobei sich alle Bundesländer mit Ausnahme von Baden-Württemberg beteiligten. 2.304.032 Neugeborene sind nach 23 Schwangerschaftswochen ( $\geq 23$  SSW) und 2.143.356 nach 36 Schwangerschaftswochen ( $> 36$  SSW) geboren worden. Tabelle 1 weist die einzelnen Bundesländer mit den dazugehörigen Fallzahlen aus.

Die Beteiligung der einzelnen Bundesländer nahm in den Jahren 1998 bis 2000 stark ab, so dass in diesen Jahren insgesamt nur **509.485** Datensätze zur Verfügung standen. In den Jahren 1995 bis 1998 waren es durch die hohe Beteiligung der Länder **1.815.318** Datensätze. Da einige Datensätze nicht vollständig sind, variieren die Fallzahlen bei einzelnen Auswertungen. Auf Grund des sehr großen Datenumfangs wird die Validität der Ergebnisse dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

**Tab. 1: Beteiligte Bundesländer und Anzahl der erfassten Einlingsgeburten**

Land	Jahr						gesamt
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Bayern	114.827	117.327	113.551	108.837			454.542
Berlin	26.644	29.303	29.961				85.908
Brandenburg	10.155	13.277	14.260	14.610	15.030	15.287	82.619
Bremen	8.371	8.873	8.996				26.240
Hamburg	16.985	18.196	18.515	16.857	15.208		85.761
Hessen	56.264	57.887	60.515				174.666
Mecklenburg-Vorpommern	9.281	10.418	11.309	11.263	11.940	12.562	66.773
Niedersachsen	70.384	73.694	76.685	73.953	70.701		365.417
ÄK Nordrhein		94.985	95.738				190.723
ÄK Westfalen	83.617	87.231	88.016				258.864
Rheinland-Pfalz	37.735	38.859	38.930				115.524
Saarland	9.228	9.776	10.117				29.121
Sachsen	23.529	26.351	28.405	29.264	30.618		138.167
Sachsen-Anhalt	14.148	15.603	16.978	16.814	17.238	17.916	98.697
Schleswig-Holstein	24.437	25.945	25.685				76.067
Thüringen	12.873	16.027	15.427	15.585	15.802		75.714
<b>gesamt</b>	<b>518.478</b>	<b>643.752</b>	<b>653.088</b>	<b>287.183</b>	<b>176.537</b>	<b>45.765</b>	<b>2.324.803</b>

## 2.2 Statistische Auswertung

Die Klassifikation Neugeborener nach somatischen Merkmalen wird in der Perinatalmedizin schon lange durch die Perzentilwertdarstellung der Beziehungen von Körpermaßen (Geburtsgewicht (g), längenbezogenes Geburtsgewicht (g/cm), Body-Mass-Index (BMI) (g/cm<sup>2</sup>), Rohrer-Index (g/cm<sup>3</sup>) und Schwangerschaftsdauer (Wochen) vorgenommen.

Diese übersichtliche und aussagekräftige, auch visuell einprägsame Methode genügt sowohl praktisch-klinischen als auch wissenschaftlichen Anforderungen (Heller/Jährig 1975, Voigt et al. 2005, 2006, 2010, Johnson/Scholz 1989, Roemer et al. 1991, World Health Organization 1971, Zwahr et al. 1982). Das Perzentilwertschema gestattet einen anschaulichen Vergleich von anthropometrischen Maßen eines Neugeborenen mit den entsprechenden Maßen einer repräsentativen Gruppe. Dabei ist die richtige Bestimmung des Gestationsalters für die richtige Einordnung des Neugeborenen in das zweidimensionale Klassifizierungssystem "Geburtsgewicht – Schwangerschaftsdauer" von ganz entscheidender Bedeutung. International hat sich heute durchgesetzt, die Schwangerschaftsdauer in vollendeten Wochen anzugeben. Bei einer regulären Schwangerschaftsdauer von 40 Wochen entspricht das 280 - 286 Tagen.

Frühgeborene werden nach einer Tragzeit von 258 und weniger Tagen geboren. Die vielfach benutzte Bezeichnung Frühgeborenes für ein Neugeborenes unter 2500 g ist zwar praktisch, aber wissenschaftlich nicht korrekt, da die Schwangerschaftsdauer nicht berücksichtigt wird. Das Gestationsalter wurde nach der Naegele'schen Regel berechnet und in üblicher Weise durch pränatale sonographische Größenmessungen korrigiert. Diese Berechnungsregel des wahrscheinlichsten Geburtstermins geht auf den Heidelberger Gynäkologen Franz Naegele (1778-1851) zurück.

Die Geburtsgewichte (g) und Geburtslängen (cm) der Neugeborenen unterscheiden sich erheblich voneinander. Tabellen und Normen mit Durchschnittswerten wurden schon immer zur Klassifizierung herangezogen. Mit der Berechnung von Perzentilwerten ist eine präzisere und abgestufte Klassifizierung möglich. Durch Perzentile (auch Hundertstelwerte genannt) wird eine Verteilung in 100 gleich große Teile zerlegt, so dass die Verteilung in 1 %-Segmente aufgeteilt ist. Unterhalb jeden Segmentes  $X$  liegen  $X$  % aller Fälle der Verteilung.

Man unterscheidet zwischen theoretischen und empirischen Perzentilwerten. Theoretische Perzentilwerte werden aus realen Zusammenhängen mathematisch bestimmt. Empirische Perzentilwerte werden aus beobachteten vorhandenen Zusammenhängen oder Daten bestimmt.

In dieser Arbeit handelt es sich immer um empirische Perzentilwerte, die aus diesem vorhandenen Datenmaterial berechnet wurden.

Die Perzentilwerte lassen sich mit Hilfe kumulativer Häufigkeiten oder wenn eine Normalverteilung vorliegt aus dem arithmetischen Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und der Standardabweichung ( $s$ ) berechnen (Adomßent / Sadenwasser 1986). Voraussetzung für die Richtigkeit dieser Berechnungsmethode (mit Mittelwert und Standardabweichung) ist also, dass die Geburtsgewichtsverteilung eindeutig das Bild einer Normalverteilung zeigt (Sachs 2003, Krentz 2008/2009). Nur dann stimmen die aus der Verteilungskurve berechneten Perzentilwerte mit den empirischen Perzentilwerten überein.

Die Normalverteilung wurde ursprünglich von Carl Friedrich Gauß (1777-1855) zur Beschreibung von Messfehlern entwickelt: die so genannte Gaußsche Fehlerkurve. Sie ist das wichtigste Verteilungsmodell der Statistik und wird für unterschiedlichste Zwecke verwendet. Bei biologischen, psychologischen und soziologischen Variablen ist sie häufig eine zu beobachtende Idealform einer Häufigkeitsverteilung.

Für die Berechnung der Perzentilwerte können je nach Schwangerschaftsalter die mathematisch-statistischen Eigenschaften der Gaußschen Normalverteilung benutzt werden. Die zwischen dem untersten und obersten Wert liegende Gewichtsspanne wird in Hundertstel unterteilt, die dann als

Hundertstelwert den ermittelten Gewichten zugeordnet werden können. Die Normalverteilung liegt auf der Linie zwischen dem 3. und 97. Hundertstel.

Die Verteilung nach der Schwangerschaftsdauer (vollendete Wochen) und dem Geburtsgewicht aller Einlingsgeburten der Jahre 1995 - 2000 zeigen die Abbildung 2 und 3. Der Anteil der Neugeborenen mit einem Geburtsgewicht kleiner oder gleich 2499 g beträgt 5,3 %.

Der arithmetische Mittelwert des Geburtsgewichtes beträgt 3380 g und der Median 3400 g.

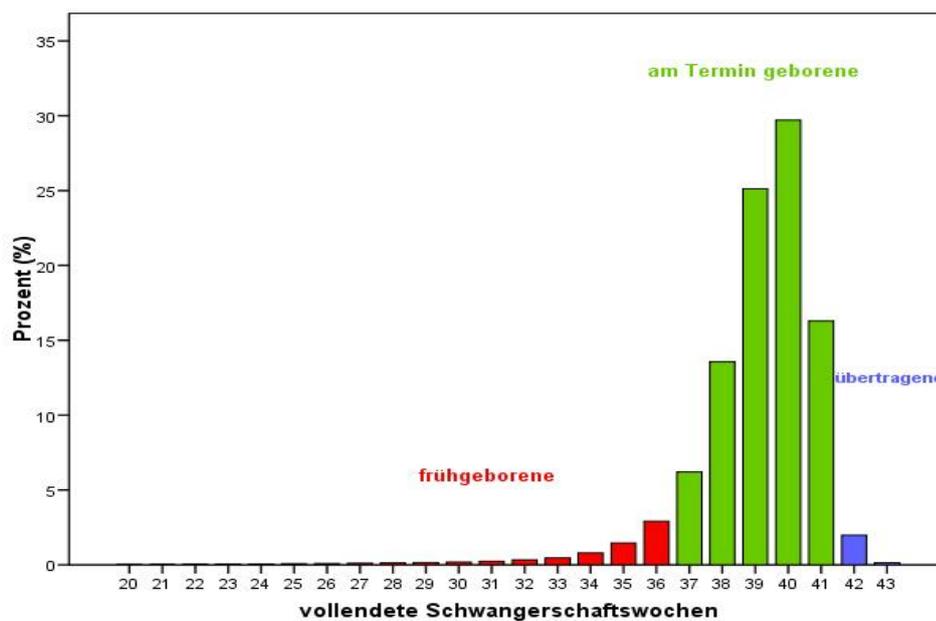


Abb. 2: Verteilung der Schwangerschaftsdauer

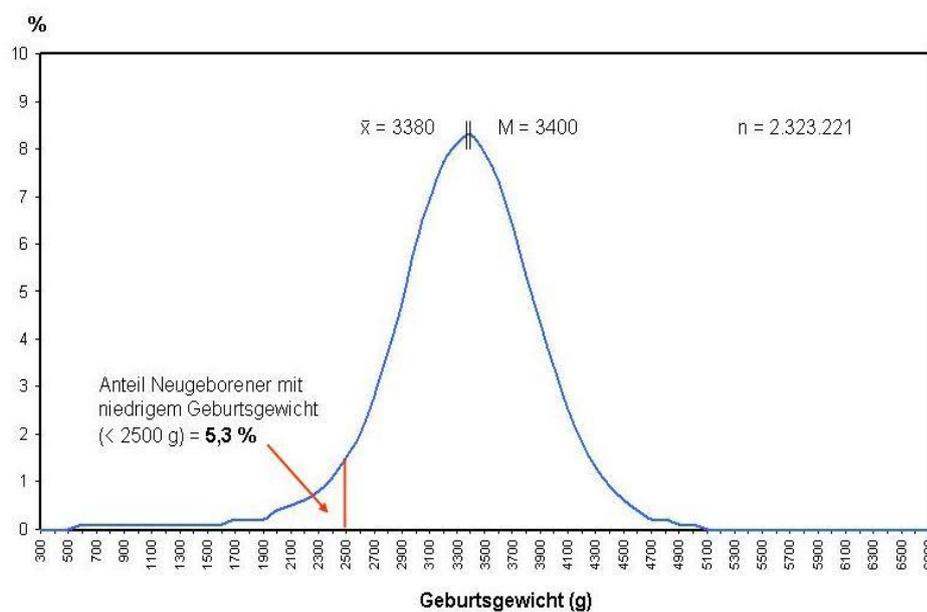


Abb. 3: Verteilung des Geburtsgewichtes

Alle drei Körpermaße der Neugeborenen (Gewicht, Länge, Kopfumfang) weisen eine leichte Linksschiefe auf, d.h., der untere linke Kurvenast ist, wie auch in Abbildung 3 erkennbar, verlängert (Voigt et al. 1996). Werte, die größer sind als der Mittelwert, sind häufiger zu beobachten, so dass sich der Gipfel rechts vom Mittelwert befindet. Bei linksschiefen Verteilungen ist der Mittelwert kleiner als der Median. Die Ursachen sind hier in einer linksschiefen Verteilung der Tragzeit zu sehen, da auch pathologische Schwangerschaftsverläufe in die Berechnung einbezogen werden. Wachstumsretardierungen kommen dabei viel häufiger vor als ein pathologisch (positiver) Wachstumsexzess (wie bei dem mütterlichen Diabetes mellitus). Aus diesem Grunde empfehlen diese Autoren auch die Berechnung der Perzentilwerte mittels kumulativer Häufigkeiten (Summenprozente). In dieser Arbeit wurden die Perzentilwerte wegen der leichten Linksschiefe nicht über die Normalverteilung berechnet, sondern mit Hilfe kumulativer Häufigkeiten. Dadurch ergeben sich exaktere Werte.

Bis in die 1990er Jahre klassifizierte man Neugeborene mangels einheitlicher Standardkurven für Deutschland nach lokalen Standards (Kyank et al. 1975, 1977, Lubchenco et al. 1963, Voigt/Eggers 1988, Weller 1992, Weller/Jorch 1993). Mit der Auswertung einer deutschlandweiten Erhebung des Geburtsjahrganges 1992 lieferten Voigt et al. (1996) die Voraussetzungen für eine einheitliche Klassifikation der Neugeborenen.

Auf Empfehlung der WHO und der Gesellschaft für Perinatalmedizin (World Health Organisation 1971, Beyreiss et al. 1973, Heller/Jährig 1975, Eggers/Wigger 1976, Zwahr et al. 1982) werden die Neugeborenen mittels Geburtsgewichtsperzentilwerten wie folgt klassifiziert:

<b>hypotroph</b> ( <b>SGA</b> )	Neugeborene: Geburtsgewicht bezogen auf Gestationsalter <b>&lt; 10. Perzentile</b>
<b>eutroph</b> ( <b>AGA</b> )	Neugeborene: Geburtsgewicht bezogen auf Gestationsalter <b>10. – 90. Perzentile</b>
<b>hypertroph</b> ( <b>LGA</b> )	Neugeborene: Geburtsgewicht bezogen auf Gestationsalter <b>&gt; 90. Perzentile</b>

Die Eingruppierung eines Neugeborenen entsprechend seiner Körpermaße in diese Gruppen ist eindeutig gegeben (Dunn 1985, Miller 1984, Voigt 1994). Die Bestimmung der 10. Perzentile entspricht einer internationalen Übereinkunft, wobei sie willkürlich gewählt wurde, denn bei ca. 10% der Neugeborenen mit einem Geburtsgewicht < 10. Perzentile handelt es sich um eine normale Variation des intrauterinen Wachstums (Link 2000, Schumann 2004).

Aus diesen Definitionen ergibt sich ein zweidimensionales Klassifikationssystem, mit neun Gruppen (Voigt et al. 2000, 2007). Diese neun Neugeborenenengruppen (siehe Abbildung 4) unterscheiden sich sowohl in ihrer Häufigkeit als auch hinsichtlich Morbidität und Mortalität deutlich voneinander.

Perzentilwertbereich (Geburtsgewicht)	Gestationsalter (vollendete Schwangerschaftswochen)		
	≤ 36 SSW frühgeboren	37-41 SSW reifgeboren	≥ 42 SSW übertragen
< 10. Perzentile	① hypotrophe Frühgeborene	② hypotrophe Termingeborene	③ hypotrophe Übertragene
10. – 90. Perzentile	④ eutrophe Frühgeborene	⑤ eutrophe Termingeborene	⑥ eutrophe Übertragene
> 90. Perzentile	⑦ hypertrophe Frühgeborene	⑧ hypertrophe Termingeborene	⑨ hypertrophe Übertragene

Abb. 4: Somatische Klassifikation der Neugeborenen nach Schwangerschaftsdauer und Geburtsgewicht

Die Klassifikation der Neugeborenen nach Geburtsgewicht und Schwangerschaftsdauer ist in der Abbildung 5 dargestellt.

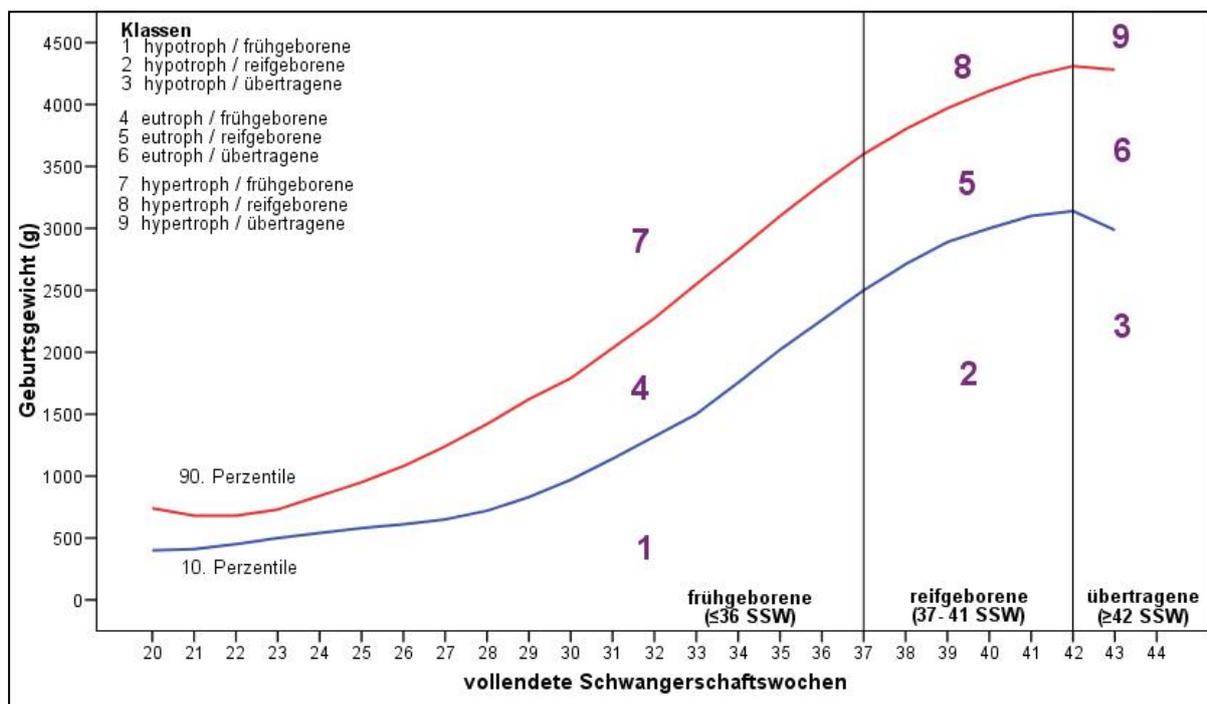


Abb. 5: Klassifikationsschema für Neugeborene nach Schwangerschaftswochen und Geburtsgewicht

Neben dem **Geburtsgewicht** (g), das nach der Geburt gemessen wird, werden auch längenbezogene Körpermaße wie das längenbezogene Geburtsgewicht (g/cm), der Body-Mass-Index (BMI) (g/cm<sup>2</sup>) und der Rohrer-Index (g/cm<sup>3</sup>) als Klassifizierungsmaße benutzt.

Das **längenbezogene Geburtsgewicht** soll das Verhältnis von Geburtsgewicht  $m$  und Geburtslänge  $l$  zum Ausdruck bringen.

Es ist der Quotient aus diesen Merkmalen ( $\frac{m}{l}$ ) und wird in g/cm angegeben.

Der Body-Mass-Index (Körpermasse-Index), im Folgenden auch als BMI abgekürzt, ist eine Maßzahl für die Bewertung der Körpermasse eines Menschen. Er wurde von dem belgischen Mathematiker Adolphe Quételet (1796-1874) entwickelt und nannte sich anfangs Quételet- oder Kaup-Index. Die Bezeichnung **Body-Mass-Index** wurde seit 1972 nach einem von Ancel Keys veröffentlichten Artikel übernommen. Seit Anfang der Achtziger Jahre wird der BMI auch von der Weltgesundheitsorganisation WHO verwendet. Er wird berechnet durch:

$BMI = \frac{m}{l^2}$ , wobei  $m$  das Körpergewicht (g) und  $l$  die Körperhöhe (cm) bei den Müttern oder die Körperlänge (cm) bei den Neugeborenen angibt.

Auch der Ponderal-Index oder **Rohrer-Index**, der nach dem Schweizer Physiologen Fritz Rohrer benannt wird, ist eine Maßzahl zur Beurteilung der Körpermasse in Relation zur Körperhöhe. Im Unterschied zum Body-Mass-Index wird die Masse  $m$  jedoch auf ein Volumen statt auf eine Fläche bezogen und durch die dritte Potenz der Körperhöhe  $l$  geteilt:

$$R = \frac{m}{l^3}.$$

Bei Säuglingen wird der Rohrer-Index oft nach der Formel:  $R = 100 \cdot \frac{m}{l^3}$  berechnet, wie in dieser Arbeit auch. Die Zahlenwerte sind dann um den Faktor 10 kleiner als sonst.

Es bleibt noch zu bemerken, dass die für die statistische Auswertung berücksichtigten somatischen Messdaten natürlich mit einer Reihe von Fehlern belastet sein können. Die Werte wurden in den geburtshilflichen Einrichtungen gemessen, die aber keine Vorgaben für die Methodik der Messungen hatten. Das wirkt sich vor allem bei der Längenbestimmung der Neugeborenen aus. Die Länge eines Neugeborenen wird von der Ferse bis zum Scheitel mit dem Maßband im Hängen gemessen oder in einer Messmulde im Liegen. (Die im Hängen gemessenen Werte sind etwas höher als die im Liegen gemessenen.)

Die Verteilungen der gewichtsbezogenen Indizes und die Perzentilwerte wurden aus dem vorliegenden Datenmaterial mit dem Statistikprogrammpaket SPSS Version 15.0 bestimmt, nachdem für die Daten Plausibilitätsprüfungen vorausgegangen waren. Alle weiteren Berechnungen, Durchführung statistischer Tests und grafische Darstellungen sind ebenfalls mit dem Programm SPSS erfolgt.

Bei der statistischen Auswertung des Gesamtdatenmaterials (2.324.803 Datensätze aus fast allen Bundesländern), das die Grundgesamtheit abbildet, kann auf statistische Tests verzichtet werden. Für Analysen mit kleineren Stichproben, etwa Rauchergruppen oder BMI-Gruppen, werden geeignete statistische Tests, wie ANOVA, Post-Hoc-Tests nach Bonferroni,  $\chi^2$ -Tests, angewendet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Verteilungen verschiedener geburtsgewichtsbezogener Indizes

Die Verteilungen und deskriptiven Kenngrößen des Geburtsgewichtes und der geburtsgewichtsbezogenen Indizes sind für das vorhandene Datenmaterial (2.324.803 Einlingsgeburten der Geburtsjahre 1995 – 2000) berechnet und grafisch dargestellt worden.

##### ***Geburtsgewicht (g)***

Das arithmetische Mittel ( $\bar{x}$ ) und der Median ( $M$ ) weichen geringfügig voneinander ab. Der arithmetische Mittelwert des Geburtsgewichtes liegt bei 3380 g und damit um 20 g niedriger als das mediane Geburtsgewicht. Diese Differenz deutet auf eine leichte Linksschiefe der Geburtsgewichtsverteilung, denn bei einer linksschiefen Verteilung ist der Mittelwert kleiner als der Median. Für die Individualwerte bedeutet das, dass es mehr Neugeborene mit einem Geburtsgewicht größer als 3380 g gibt, als die mit einem Geburtsgewicht unterhalb des Mittelwertes. Man erkennt deutlich eine Verlängerung des unteren linken Kurvenastes. Die blaue Linie stellt die Normalverteilungskurve dar.

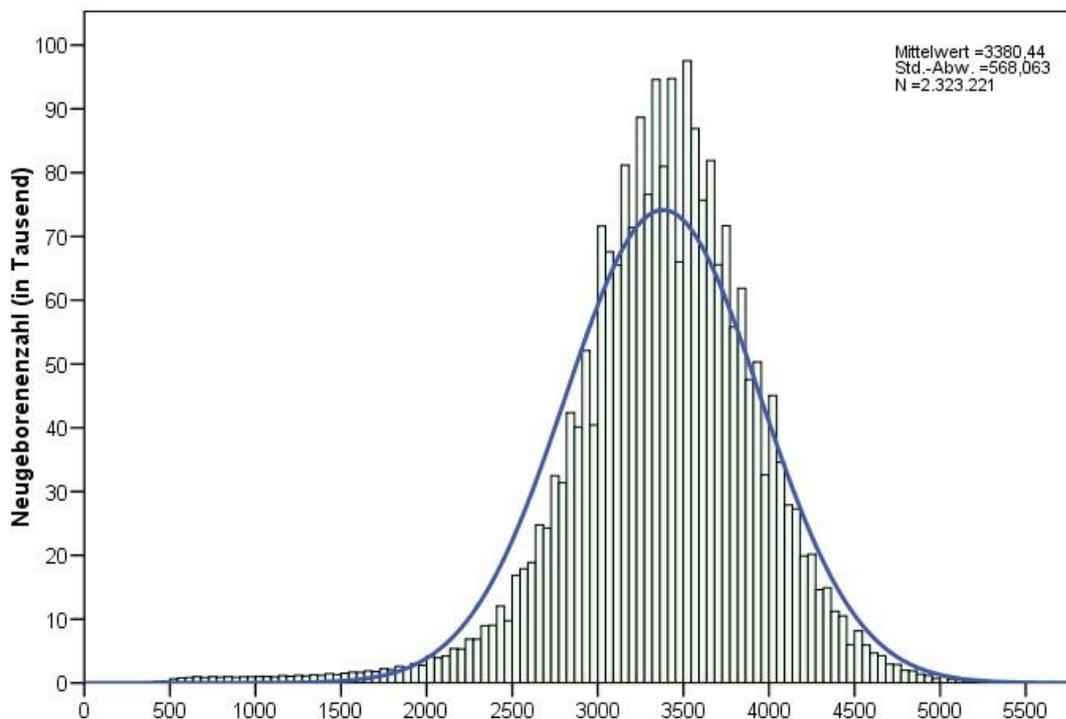
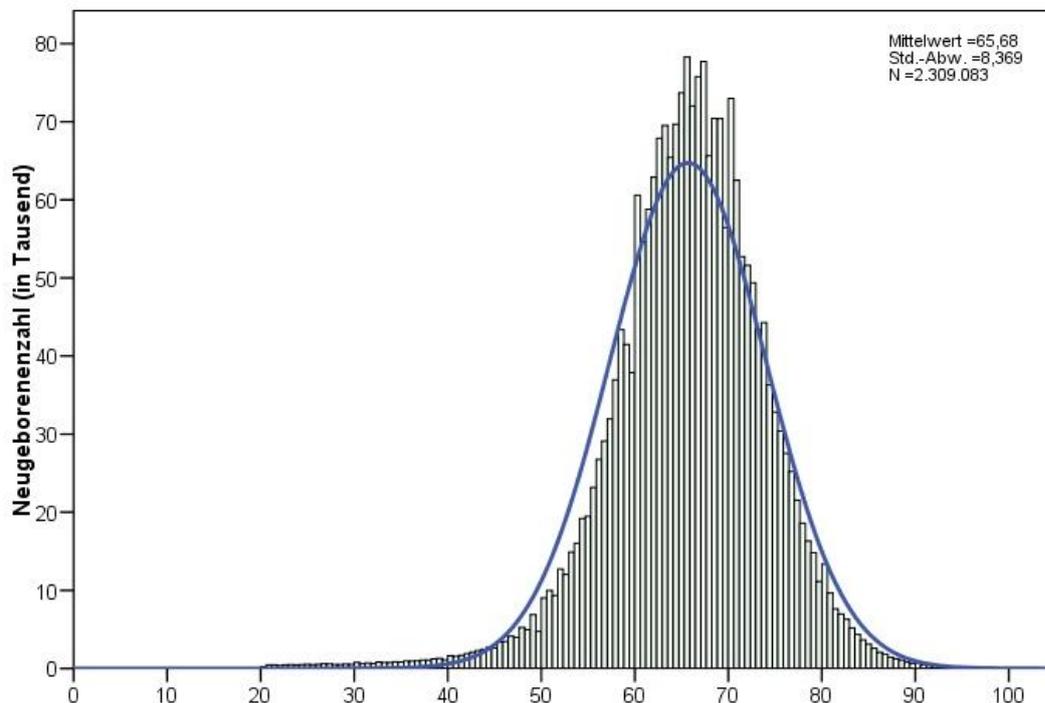


Abb. 6: Verteilung des Geburtsgewichtes

### **Längenbezogenes Geburtsgewicht (g/cm)**

Für das längenbezogene Geburtsgewicht wurde das arithmetische Mittel  $\bar{x}=65,7$  g/cm und die Standardabweichung  $s=8,4$  g/cm aus den Geburtsdaten der Neugeborenen berechnet. Der Median ist  $M=66$  g/cm, also auch minimal größer als der Mittelwert.

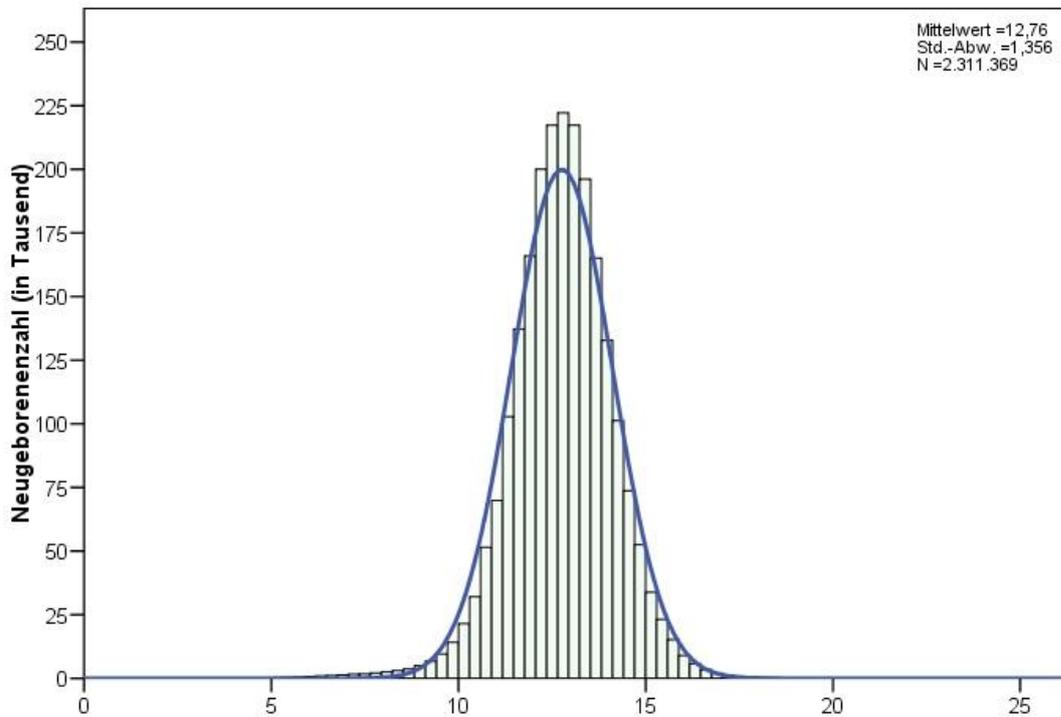
Im Vergleich zur Verteilung des Geburtsgewichtes von Abbildung 6 ist die Einteilung auf der Abszissenachse von maximal 5500 Einheiten auf maximal 100 Einheiten verkürzt. In den Abbildungen 8 und 9, die die Verteilungen für den Body-Mass-Index und den Rohrer-Index zeigen, wird sie noch kleiner. Das ist durch die Berechnungsformeln für das längenbezogene Geburtsgewicht, den Body-Mass-Index und den Rohrer-Index zu erklären. Nach der Division durch die Geburtslänge (bzw. einer Potenz der Geburtslänge) erhalten viele Neugeborene für das längenbezogene Geburtsgewicht (ebenso beim Body-Mass-Index und beim Rohrer-Index) gleiche Werte, so dass die Variation der Einzelwerte stark abnimmt und ihre Häufigkeit nimmt zu. Neugeborene mit einem Geburtsgewicht von 2550 g und einer Geburtslänge von 48 cm haben ebenso wie Neugeborene mit einem Geburtsgewicht von 3000 g und einer Geburtslänge von 56 cm das längenbezogene Geburtsgewicht von 53,2 g/cm.



**Abb. 7: Verteilung des längenbezogenen Geburtsgewichtes**

***(BMI) (g/cm<sup>2</sup>)***

Die Abbildung 8 zeigt die Verteilung des Body-Mass-Index, eine leicht linksschiefe Verteilung mit dem arithmetischen Mittelwert  $\bar{x}=12,7$  und einem Median  $M$  von 12,8.



**Abb. 8: Verteilung des Body-Mass-Index**

***Rohrer-Index (g/cm<sup>3</sup>)***

Für die Verteilung des Rohrer-Index in Abbildung 9 wurden der arithmetische Mittelwert  $\bar{x}=24,9$  und der Median  $M=24,8$  berechnet.

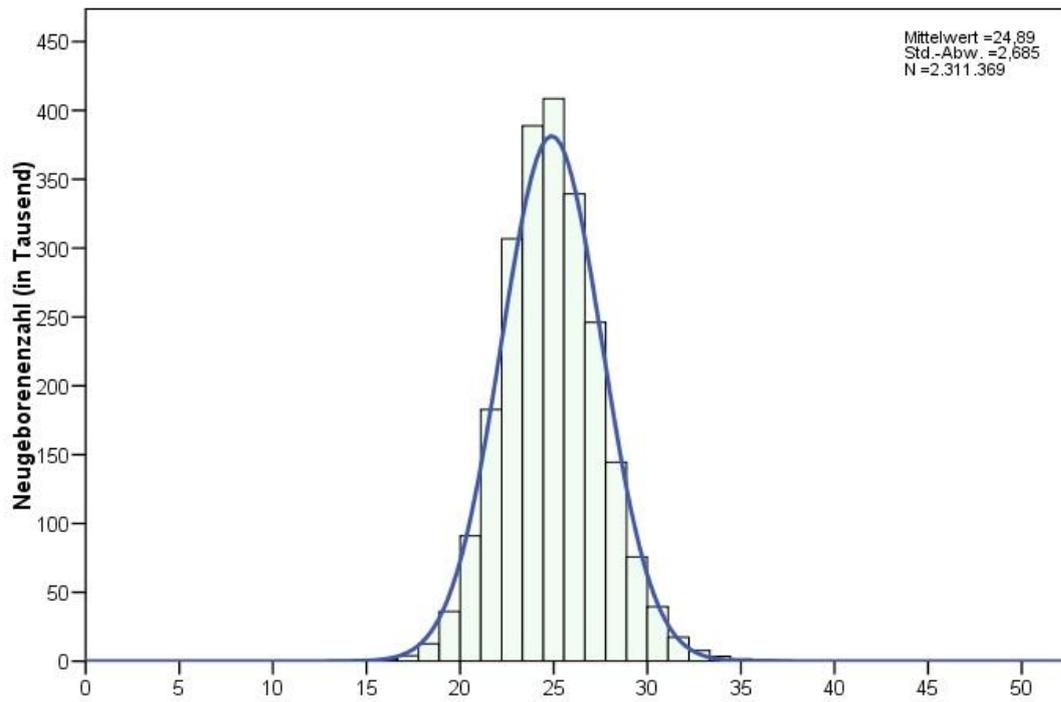


Abb. 9: Verteilung des Rohrler-Index

### 3.2 Perzentilwertkurven für geburtsgewichtsbezogene Indizes

Um die verschiedenen Klassifikationssysteme zu beurteilen, wurden für die in Abschnitt 2.2 beschriebenen Geburtsgewichtsmaße empirische Perzentilwerte berechnet. Mithilfe der 10. Perzentile und der 90. Perzentile wurden die Neugeborenen entsprechend der vier gewichtsbezogenen Indizes in die Gruppen hypotroph, eutroph und hypertroph eingeteilt.

Die Perzentilkurven sind in den Abbildungen 10 bis 13 dargestellt. Die Medianwertlinie entspricht der 50. Perzentilwertkurve. Die Häufigkeiten wurden in Abhängigkeit vom Gestationsalter gebildet, da sie unabhängig von der Schiefe der Verteilung und auch relativ robust gegenüber Extremwerten und damit gegenüber höheren Streuungen sind. Bei der Angabe der Schwangerschaftsdauer handelt es sich um vollendete Wochen.

Die Kurven zeigen für das Geburtsgewicht, das längenbezogene Geburtsgewicht und Body-Mass-Index (siehe Abbildungen 10 bis 12) eine deutliche Abhängigkeit vom Gestationsalter. Der Rohrer-Index (siehe Abbildung 13) ändert sich kaum mit dem Gestationsalter, was durch die Berechnungsformel erklärbar ist.

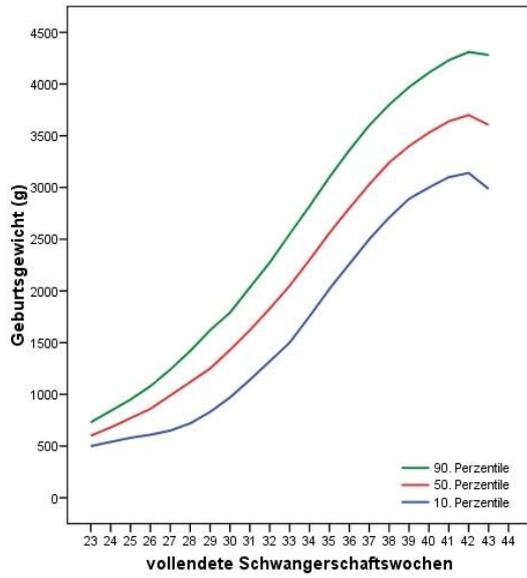


Abb. 10: Perzentilkurven des Geburtsgewichtes

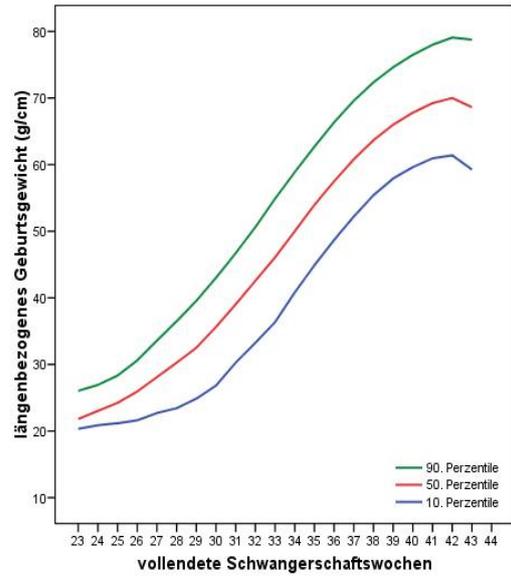


Abb. 11: Perzentilkurven des langenbezogenen Geburtsgewichtes

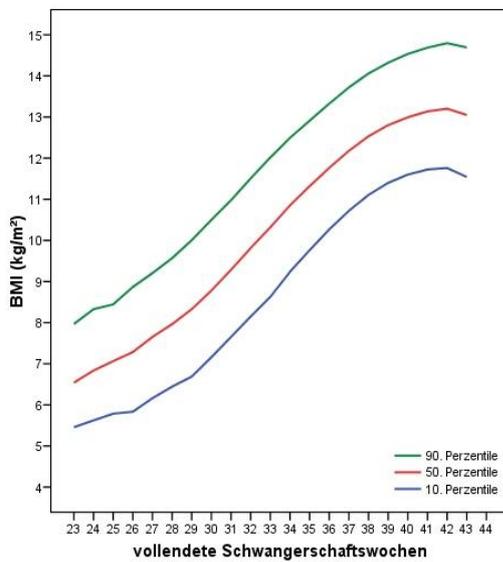


Abb. 12: Perzentilkurven des Body-Mass-Index

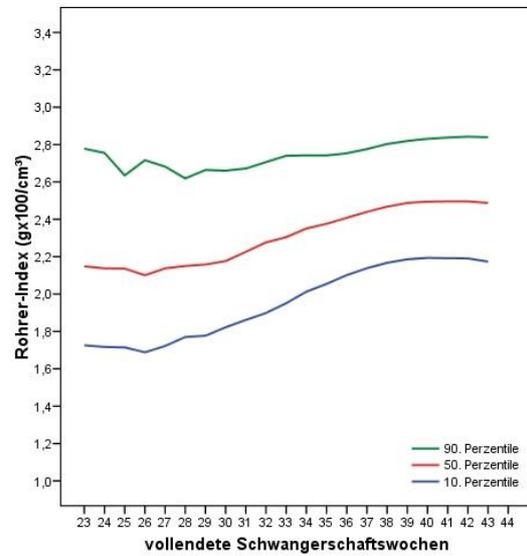


Abb. 13: Perzentilkurven des Rohrer-Index

### 3.3 Vergleich verschiedener geburtsgewichtsbezogener Indizes

Für die verschiedenen geburtsgewichtsbezogenen Indizes wurden die Häufigkeitsverteilungen der 2.324.803 Neugeborenen untersucht. Es sollte überprüft werden, wie sich die Neugeborenen speziell unter der 10. Geburtsgewichtspersentile, in der 10. - 90. und über der 90. Geburtsgewichtspersentile bei dem Geburtsgewicht, beim längenbezogenen Geburtsgewicht (g/cm), beim Body-Mass-Index (g/cm<sup>2</sup>) und beim Rohrer-Index (g/cm<sup>3</sup>) verteilen.

Tabelle 2 zeigt die zweidimensionale quantitative prozentuale Übereinstimmung der verschiedenen Indizes bei Neugeborenen für die Jahre 1995 – 2000 der Bundesrepublik Deutschland für A: [das Gesamtgeburtenkollektiv ab 23 Schwangerschaftswochen](#) und für B: ein Geburtenkollektiv bei 40 vollendeten Schwangerschaftswochen ( $\geq 23$  SSW und  $\leq 40$  SSW). Trotz einer leichten Unschärfe der Aussagen, die durch homogen über die Zeitachse verteilte Fehlbestimmungen des Gestationsalters bedingt ist, kann folgendes festgestellt werden:

Im eutrophen Bereich gibt es für alle geburtsgewichtsbezogenen Indizes relativ hohe Übereinstimmungen. So werden für das Geburtenkollektiv ab 23 Schwangerschaftswochen von den 80,3% nach dem Geburtsgewicht als eutroph definierten Neugeborenen genau 76,7% auch nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht als eutroph definiert. Das entspricht einer Übereinstimmung von 95,5%. Bei einem Vergleich des Geburtsgewichtes mit dem Body-Mass-Index und dem Rohrer-Index ist die Übereinstimmung geringer. 71,7% von den 80,3% nach dem Geburtsgewicht eutrophen Neugeborenen werden auch nach dem Body-Mass-Index als eutroph klassifiziert. Bei der Geburtsgewichtsklassifikation nach dem Rohrer-Index sind es nur 66,3 %.

Auch der paarweise Vergleich des längenbezogenen Geburtsgewichtes, des Body-Mass-Index und des Rohrer-Index ergeben für den eutrophen Bereich entsprechend hohe Übereinstimmungen (74,5 %, 68,4 %, 73,2 %). Beim Vergleich für die hypotrophen bzw. hypertrophen Neugeborenen ergeben sich andere Übereinstimmungsmuster, die jedoch im Vergleich hypotroph zu hypertroph annähernd äquivalent verlaufen.

Tab. 2: Prozentuale Übereinstimmung somatischer Klassifikationssysteme  
 (A: Gesamtgeburtenkollektiv  $\geq 23$  SSW, B: Geburtenkollektiv  $\geq 23$  SSW und  $\leq 40$  SSW)

		Geburtsgewicht (g)						Summe	
		A	B	A	B	A	B	A	B
längenbezogenes Geburtsgewicht (g/cm)	hypotroph	8,5	10,1	1,4	1,6	0	0	9,9	11,7
	eutroph	1,3	1,3	76,7	77,2	2,2	1,7	80,2	80,2
	hypertroph	0,1	0,4	2,2	1,7	7,6	6,0	9,9	8,1
	<b>Summe</b>	<b>9,9</b>	<b>11,8</b>	<b>80,3</b>	<b>80,5</b>	<b>9,8</b>	<b>7,7</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
BMI (g/cm <sup>2</sup> )	hypotroph	6,3	7,3	3,5	4,0	0,2	0	10,0	11,3
	eutroph	3,5	4,5	71,7	71,4	4,8	3,9	80,0	79,8
	hypertroph	0,1	0	5,1	5,1	4,8	3,8	10,0	8,9
	<b>Summe</b>	<b>9,9</b>	<b>11,8</b>	<b>80,3</b>	<b>80,5</b>	<b>9,8</b>	<b>7,7</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Rohrer-Index (g/cm <sup>3</sup> )	hypotroph	2,9	3,4	6,8	6,8	0,3	0,2	10,0	10,4
	eutroph	6,7	8,0	66,3	66,3	7,0	5,6	80,0	79,9
	hypertroph	0,3	0,4	7,2	7,4	2,5	1,9	10,0	9,7
	<b>Summe</b>	<b>9,9</b>	<b>11,8</b>	<b>80,3</b>	<b>80,5</b>	<b>9,8</b>	<b>7,7</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
		längenbezogenes Geburtsgewicht (g/cm)							
		hypotroph		eutroph		hypertroph		Summe	
BMI (g/cm <sup>2</sup> )	hypotroph	7,3	8,8	2,7	2,5	0	0	10,0	11,3
	eutroph	2,5	2,9	74,5	74,6	3,0	2,3	80,0	79,8
	hypertroph	0,1	0	3,0	3,1	6,9	5,8	10,0	8,9
	<b>Summe</b>	<b>9,9</b>	<b>11,7</b>	<b>80,2</b>	<b>80,2</b>	<b>9,9</b>	<b>8,1</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Rohrer-Index (g/cm <sup>3</sup> )	hypotroph	3,9	4,6	6,0	5,8	0,1	0	10,0	10,4
	eutroph	5,8	6,9	68,4	68,5	5,8	4,5	80,0	79,9
	hypertroph	0,2	0,2	5,8	5,9	4,0	3,6	10,0	9,7
	<b>Summe</b>	<b>9,9</b>	<b>11,7</b>	<b>80,2</b>	<b>80,2</b>	<b>9,9</b>	<b>8,1</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
		BMI (g/cm <sup>2</sup> )							
		hypotroph		eutroph		hypertroph		Summe	
Rohrer-Index (g/cm <sup>3</sup> )	hypotroph	6,3	6,9	3,7	3,5	0	0	10,0	10,4
	eutroph	3,7	4,4	73,2	73,0	3,1	2,5	80,0	79,9
	hypertroph	0	0	3,1	3,3	6,9	6,4	10,0	9,7
	<b>Summe</b>	<b>10,0</b>	<b>11,3</b>	<b>80,0</b>	<b>79,8</b>	<b>10,0</b>	<b>8,9</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

### 3.4 Vergleich von mütterlichem BMI und kindlichen Maßen

Vorliegend wird die Problematik und Fragwürdigkeit des mütterlichen Body-Mass-Index als korrelative Diskriminante für die somatische Klassifikation der Neugeborenen bei Nichtberücksichtigung der durch den BMI relativierten (verdeckten) Einflussgröße der mütterlichen Körperhöhe gezeigt, d.h. es stellt sich die Frage, ob verschiedene mütterliche Körperhöhen bei gleichem BMI zu relevanten Differenzen von Neugeborenen-Hypertrophie und –Hypotrophie führen. Die Tabelle 3 zeigt für das vorhandene Datenmaterial zunächst die Verteilung der somatischen Eigenschaften der Mütter und ihrer Neugeborenen für die verschiedenen geburtsgewichtsbezogenen Indizes und somatischen Klassifikationssysteme (hypotroph, eutroph, hypertroph) bei dem Gesamtgeburtenkollektiv ab 23 Schwangerschaftswochen. Die mütterlichen und kindlichen Gewichte und Höhen bzw. Längen sind arithmetische Mittelwerte, berechnet für die jeweils angegebenen Fallzahlen n.

**Tab. 3: Verteilung von Körpermaßen für verschiedene somatische Klassifikationssysteme bei einem Gesamtgeburtenkollektiv  $\geq 23$  SSW**

Geburtsgewicht (g)	n	%	Mutter (bei Erstuntersuchung)			Kind (bei Geburt)	
			Gewicht (kg)	Höhe (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Gewicht (g)	Länge (cm)
hypotroph	227.755	9,9	63,2	164,7	23	2.283,0	46,2
eutroph	1.849.528	80,3	66,1	166,4	24	3.405,4	51,6
hypertroph	225.314	9,8	73,3	168,8	26	4.300,9	54,7
Längenbez. Geb.gewicht (g/cm)	n	%	Mutter (bei Erstuntersuchung)			Kind (bei Geburt)	
			Gewicht (kg)	Höhe (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Gewicht (g)	Länge (cm)
hypotroph	226.404	9,9	63,2	164,8	23	2.359,6	47,1
eutroph	1.836.329	80,2	66,1	166,4	24	3.411,3	51,6
hypertroph	226.574	9,9	72,7	168,4	26	4.247,7	53,6
BMI (g/cm <sup>2</sup> )	n	%	Mutter (bei Erstuntersuchung)			Kind (bei Geburt)	
			Gewicht (kg)	Höhe (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Gewicht (g)	Länge (cm)
hypotroph	228.376	10,0	63,9	165,4	23	2.501,6	48,8
eutroph	1.833.226	80,0	66,3	166,5	24	3.417,7	51,6
hypertroph	229.475	10,0	70,9	167,5	25	4.036,2	51,7
Rohrer-Index (g/cm <sup>3</sup> )	n	%	Mutter (bei Erstuntersuchung)			Kind (bei Geburt)	
			Gewicht (kg)	Höhe (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Gewicht (g)	Länge (cm)
hypotroph	230.062	10,0	65,5	166,5	24	2.978,6	52,2
eutroph	1.832.567	80,0	66,4	166,5	24	3.401,9	51,5
hypertroph	228.448	10,0	68,3	166,4	25	3.692,1	49,8

Die mütterlichen und kindlichen Maße stimmen für die eutrophen Neugeborenen für alle Indizes sehr gut überein. Für die hypotrophen und hypertrophen Neugeborenenengruppen unterscheiden sie sich. Die mütterlichen Maße sind bei den hypotrophen Neugeborenenengruppen, die nach dem Rohrer-Index als hypotroph eingestuft wurden, viel größer als bei den anderen geburtsgewichtsbezogenen Indizes. Auch die Neugeborenen sind für die anderen Indizes viel größer (Geburtslänge:  $\bar{x} = 52,2$  cm zu  $\bar{x} = 46,2$  cm; Geburtsgewicht:  $\bar{x} = 2979$  g zu  $\bar{x} = 2283$  g).

Bei den hypertrophen Neugeborenen sind die mütterlichen und die kindlichen Maße für den Rohrer-Index viel kleiner als bei den anderen Indizes.

Der mütterliche BMI unterscheidet sich in dieser Darstellung kaum und kann so nicht zur Beurteilung der somatischen Eigenschaften der Neugeborenen herangezogen werden. Deshalb wurden in der in dieser Arbeit enthaltenen Publikation „Zur Variabilität der Frühgeborenenrate, des Geburtsgewichts und der somatischen Klassifikation bei Neugeborenen von Müttern mit gleichem Body-Mass-Index“ drei BMI-Gruppen (BMI=18, BMI=24 und BMI=30) zusätzlich in zwei Körperhöhegruppen (150 cm und 180 cm) unterteilt. Die Körperhöhe ist für die Mütter vornehmlich genetisch determiniert und damit ein konstantes Körperbaumerkmal. Dagegen wird das Körpergewicht (bei Erstuntersuchung) stark durch das Ernährungsverhalten, das Alter, Vorerkrankungen, sportliche Betätigung und andere Faktoren beeinflusst.

In der Abbildung 1 der genannten Publikation werden die arithmetischen Mittelwerte des Geburtsgewichtes nach Körpergewicht und Körperhöhe der Mütter gezeigt. Sowohl das mütterliche Gewicht als auch die Körperhöhe stellen jeweils selbständige variable Größen für das Geburtsgewicht dar. Die Streubreite der Geburtsgewichte nimmt mit zunehmender Körperhöhe zu.

Die Abhängigkeit der Geburtsgewichte sowie der somatischen Klassifikation von drei BMI-Gruppen (BMI = 18, BMI = 24 und BMI = 30) ist in Tabelle 1 dieser Publikation dargestellt. So betragen die Neugeborenen-Hypertrophieraten 4,2 % (BMI = 18), 10,8 % (BMI = 24) und 15,9 % (BMI = 30) und die Neugeborenen-Hypotrophieraten 15,1 %; 8,4 % und 7,1 %.

Unterteilt man jede BMI-Gruppe entsprechend der Körperhöhen von 150 cm und 180 cm in zwei konstitutionell (phänotypisch) verschiedene Subgruppen, dann erhöhen sich die Differenzen erheblich. So beträgt nach Berücksichtigung der Körperhöhe der Mutter die Neugeborenen-Hypertrophierate 2,1 % bei einem BMI = 18 und einer Körperhöhe von 150 cm und 27,7 % bei einem BMI = 30 und einer Körperhöhe von 180 cm. Bei gleichem BMI (= 30) und einer Körperhöhe von 150 cm ergibt sich eine Hypertrophierate von nur 5,2 %.

Die Neugeborenen- Hypotrophieraten zeigen einen Schwankungsbereich zwischen 29,5 % und 3,1 %. Bei einem BMI = 24 und einer Körperhöhe von 150 cm ergibt sich eine Hypotrophierate von 18,6 %, und eine Hypotrophierate von nur 3,1 % wenn die Körperhöhe 180 cm ist.

In dieser Tabelle sind auch Frühgeborenenraten ausgewiesen.

Besser wäre es folglich, wenn die Mütter der Neugeborenen nach ihrem Erstuntersuchungsgewicht und ihrer Körperhöhe automatisch in drei klassische somatische Konstitutionstypen:

- **leicht und klein:** Gewicht  $\leq 49$  kg und Größe  $\leq 157$  cm
- **mittelschwer und mittelgroß:**  $49 \text{ kg} < \text{Gewicht} < 85 \text{ kg}$  und  $157 \text{ cm} < \text{Größe} < 178 \text{ cm}$
- **schwer und groß:** Gewicht  $\geq 85$  kg und Größe  $\geq 178$  cm

eingeteilt würden. Für ihre Neugeborenen könnte dann die somatische Klassifikation viel sensibler vorgenommen werden, wie in Tabelle 4 gezeigt wird. Die Geburtsgewichte sind arithmetische Mittelwerte, die für die jeweils angegebenen Fallzahlen n berechnet wurden.

Bei den „kleinen“ Müttern ist der Anteil der hypotrophen Neugeborenen viel größer (23,2 % bis 11,5 %) als bei den „mittleren“ und „großen“. Für die Einteilung nach dem Geburtsgewicht konnte der größte Anteil berechnet werden (23,2 %). Der Anteil verringert sich, wenn die Neugeborenen nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht als hypotroph eingeteilt werden, geringfügig auf 22,2 %, für nach dem BMI auf 18,0 % und nach dem Rohrer-Index sogar um die Hälfte auf 11,5 %.

Für die hypertrophen Anteile dieser Müttergruppe sind diese nach dem Geburtsgewicht von 1,4 %, über 1,9 % und 4,0 % bei dem Rohrer-Index auf das 6-fache (8,6 %) größer.

Bei dieser Einteilung würden die „genetisch“ kleinen bzw. „genetisch“ großen, aber gesunden Neugeborenen nicht fälschlicherweise als hypotrophe bzw. hypertrophe Neugeborene klassifiziert werden.

Die Tabelle 4 zeigt auch deutlich, dass bei extremen Müttergruppen (kleine; große) das Geburtsgewicht und das längenbezogene Geburtsgewicht ähnliche Maße beschreiben. Der BMI und der Rohrer-Index zeigen signifikant andere (größere) Geburtsgewichte an, die wiederum andere Einteilungen in hypotroph bzw. hypertroph vermuten lassen.

**Tab. 4: Verschiedene somatische Klassifikationssysteme für Konstitutionstypen der Mütter bei einem Gesamtgeburtenkollektiv  $\geq 23$  SSW**

<b>Mütter klein (<math>\leq 49</math> kg und <math>\leq 157</math> cm)</b>									
<b>hypotroph</b>			<b>eutroph</b>			<b>hypertroph</b>			
	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$
Geburts- gewicht (g)	7.372	<b>23,2</b>	2.351	23.972	<b>75,4</b>	3.218	440	<b>1,4</b>	4.222
Läng.Geb.- Gew.(g/cm)	7.010	<b>22,2</b>	2.379	23.967	<b>75,9</b>	3.205	612	<b>1,9</b>	4.079
BMI (g/cm <sup>2</sup> )	5.684	<b>18,0</b>	2.417	24.655	<b>78,0</b>	3.145	1.277	<b>4,0</b>	3.705
Rohrer- Index(g/cm <sup>3</sup> )	3.637	<b>11,5</b>	2.685	25.256	<b>79,9</b>	3.062	2.723	<b>8,6</b>	3.266
<b>Mütter mittel (<math>&gt; 49</math> kg &amp; <math>&lt; 85</math> kg und <math>&gt; 157</math> cm &amp; <math>&lt; 178</math> cm)</b>									
<b>hypotroph</b>			<b>eutroph</b>			<b>hypertroph</b>			
	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$
Geburts- gewicht (g)	164.517	<b>9,3</b>	2.291	1.436.846	<b>81,6</b>	3.406	158.566	<b>9,1</b>	4.286
Läng.Geb.- gew.(g/cm)	165.297	<b>9,4</b>	2.370	1.424.551	<b>81,4</b>	3.412	160.939	<b>9,2</b>	4.229
BMI (g/cm <sup>2</sup> )	170.060	<b>9,7</b>	2.522	1.414.427	<b>80,7</b>	3.417	167.507	<b>9,6</b>	4.012
Rohrer- Index(g/cm <sup>3</sup> )	175.540	<b>10,0</b>	2.992	1.406.086	<b>80,3</b>	3.400	170.368	<b>9,7</b>	3.680
<b>Mütter groß (<math>\geq 85</math> kg und <math>\geq 178</math> cm)</b>									
<b>hypotroph</b>			<b>eutroph</b>			<b>hypertroph</b>			
	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$	Anzahl	%	Geb.gew. (g) $\bar{x}$
Geburts- gewicht (g)	1.155	<b>4,7</b>	2.193	16.263	<b>66,6</b>	3.556	7.022	<b>28,7</b>	4.387
Läng.Geb.- gew.(g/cm)	1.170	<b>4,8</b>	2.301	16.966	<b>69,7</b>	3.597	6.191	<b>25,5</b>	4.393
BMI (g/cm <sup>2</sup> )	1.445	<b>5,9</b>	2.553	18.330	<b>75,3</b>	3.689	4.570	<b>18,8</b>	4.301
Rohrer- Index(g/cm <sup>3</sup> )	2.352	<b>9,7</b>	3.298	19.242	<b>79,0</b>	3.745	2.751	<b>11,3</b>	4.051

### 3.5 Vergleich von kindlichen Maßen in Abhängigkeit vom Rauchverhalten

Das sich das Rauchen während der Schwangerschaft negativ auf das intrauterine Wachstum auswirkt, steht außer Zweifel. Diese Tatsache wurde in einer Vielzahl von Studien an Frauen unterschiedlicher geografischer Herkunft, ethnischer Zugehörigkeit und sozioökonomischen Status nachgewiesen (Chan et al. 2001, Kramer 1987, Matsubara et al. 2000, Voigt et al. 2006, 2009, 2011).

In der, in dieser Arbeit enthaltenen, Publikation „Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen“ wird geprüft, in welcher Weise die wachstumshemmende Auswirkung des Rauchens von der Anzahl der gerauchten Zigaretten abhängt und inwieweit durch eine Reduzierung des Zigarettenkonsums mit einer Minderung des schädlichen Einflusses des Rauchens zu rechnen ist. Ausgehend von knapp 509.000 Einlingsgeburten (ca. 441.000 mit Angaben zum mütterlichen Rauchverhalten während der Schwangerschaft) aus der Deutschen Perinatalerhebung der Jahre 1998-2000 wird der quantitative Einfluss des Rauchens in der Schwangerschaft auf die Körpermaße Körpergewicht, Körperlänge und Kopfumfang der Neugeborenen und auch auf die Quotienten der Körpermaße, die zur Beurteilung des intrauterinen Wachstums verwendet werden, wie Körpergewicht/Körperlänge, Körpergewicht/Kopfumfang, Körperlänge/Kopfumfang und Body-Mass-Index, gezeigt. Die Analysen wurden für das Gesamtgeburtenkollektiv und für eine Auswahl (Geburten nach 37 – 41 vollendeten Schwangerschaftswochen durch Frauen mit einer Körperhöhe  $\geq 157$  cm und einem Gewicht  $\geq 54$  kg), um Confounding zu minimieren, durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 1 bis 7 der Publikation dargestellt.

Die Analysen von Geburtsgewicht, Geburtslänge, Kopfumfang, Körpergewicht/Körperlänge, Körpergewicht/Kopfumfang und Body-Mass-Index ergeben hoch signifikante Verringerungen ( $p < 0,001$ ) für alle Raucherinnengruppen verglichen mit den Nichtraucherinnen. Die Parameter verringern sich monoton mit zunehmender Anzahl von Zigaretten im Bereich 0 – 20 Zigaretten pro Tag. Bei einem Konsum von 1 bis 5 Zigaretten täglich verringert sich das mittlere Geburtsgewicht um 4,2 % (von 3419,4 g auf 3275,4 g).

Für Schwangere, die mehr als 20 Zigaretten pro Tag rauchten, war die Gruppengröße relativ gering und die „Dosisabhängigkeit“ nicht überzeugend nachzuweisen. Mit dem Wachstumsparameter Körperlänge/Kopfumfang kann kein „dosisabhängiger“ Effekt des Rauchens gezeigt werden.

### 3.6 Vergleich von mütterlichem BMI und Rauchverhalten auf kindliche Maße

Der Einfluss des maternalen BMI und des Nikotinkonsums auf das Geburtsgewicht ist oft qualitativ und quantitativ beschrieben (Chan et al. 2001, Voigt et al. 2003, 2006, 2011).

Es ist sinnvoll neben dem Geburtsgewicht auch den Parameter Geburtslänge bzw. den Quotienten aus beiden zu berücksichtigen, um das proportionale Verhältnis besser beschreiben zu können. In der, in dieser Arbeit enthaltenen, Publikation „Somatische Klassifikationen von Neugeborenen nach längenbezogenem Geburtsgewicht und Rohrer-Index: Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen“ werden die Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen auf die somatischen Klassifikationen von Neugeborenen nach Wachstumsindizes, die die Proportionalität des Wachstums bzw. der Wachstumsrestriktion beschreiben, untersucht. Hierfür wurden rund 440.000 Mütter und ihre Neugeborenen aus der deutschen Perinatalerhebung von 1998-2000 einbezogen. Die Neugeborenen wurden nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht als ‚small‘ (hypotroph), ‚appropriate‘ (eutroph) oder ‚large for gestational age‘ (hypertroph) (SGA, AGA, LGA) (Tabelle 1 dieser Publikation) oder nach dem Rohrer-Index (Tabelle 2 dieser Publikation) ihre Mütter nach BMI und Rauchverhalten.

Das längenbezogene Geburtsgewicht und der Rohrer-Index wurden deshalb gewählt, weil die Geburtslänge in der ersten und dritten Potenz eingeht und etwaige Unterschiede zwischen diesen beiden in der Praxis gebräuchlichen Wachstumsindizes deutlich hervortreten sollten.

Im Vergleich zu den Normalgewichtigen zeigen die anderen BMI-Gruppen hochsignifikante Veränderungen für die neonatalen Parameter Frühgeborenenrate, Hypotrophie- bzw. Hypertrophierate.

Miteinander verknüpft, beeinflussen BMI und täglicher Nikotinkonsum der Schwangeren die neonatale Hypotrophie- bzw. Hypertrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht folgendermaßen: Mit zunehmender Rauchintensität erhöht sich die neonatale Hypotrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht in allen maternalen BMI-Gruppen. Bei den untergewichtigen Müttern (BMI < 18,50) ist der Anstieg von 16,3 % (Nichtraucherinnen) auf 35,7 % (starke Raucherinnen:  $\geq 15$  Zigaretten pro Tag) markant. Demgegenüber sinkt die neonatale Hypertrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht mit zunehmender Intensität des Rauchens in alle BMI-Gruppen der Mütter, bei den untergewichtigen Müttern von 4,9 % (Nichtraucherinnen) bis zu 1,6 % (starke Raucherinnen).

Die Klassifikation der Neugeborenen nach dem Rohrer-Index zeigt qualitativ geringere Veränderungen. Bei den untergewichtigen stark rauchenden Müttern (BMI < 18,50 und  $\geq 15$

Zigaretten pro Tag) liegt die Hypotrophierate bei 14,4 % (vs. 35,7 % nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht). Sowohl bei den Früh- als auch bei den Reifgeborenen unter den Neugeborenen liegen analoge, dosisabhängige Veränderungen in allen maternalen BMI-Gruppen vor (bei einer Klassifikation nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht: bei den Frühgeborenen von 1,2 % bei den Nichtraucherinnen auf 4,2 % bei den starken Raucherinnen und bei den Reifgeborenen von 14,9 % auf 30,9 %); (bei einer Klassifikation nach dem Rohrer-Index: bei den Frühgeborenen von 1,0 % auf 2,1 % und bei den Reifgeborenen von 10,0 % auf 11,8 %).

Zusammenfassend können für die untergewichtigen und die adipösen Mütter folgende Veränderungen der Frühgeborenen-, Hypotrophie- und Hypertrophieraten festgestellt werden:

- Eine höhere Frühgeborenenrate bei untergewichtigen Müttern.
- Eine höhere Hypotrophierate bei untergewichtigen Müttern und eine niedrigere Hypotrophierate bei adipösen Müttern.
- Eine niedrigere Hypertrophierate bei untergewichtigen Müttern und eine höhere Hypertrophierate bei adipösen Müttern.

## 4. Diskussion

Der somatische Entwicklungsstand Neugeborener ist das Ergebnis eines mehrdimensionalen, komplexen Wechselspiels verschiedener medizinischer, biologischer, psychosozialer, sozioökonomischer und demografischer Einflussgrößen. Ihn zu beschreiben ist eine wichtige, komplexe und schwierige Aufgabe. Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, einen Index zu finden, durch den gefährdete Neugeborene sicher erkannt werden können. Als Grenzwerte einer Gefährdung wurden die 10. und die 90. Perzentile festgelegt. Diese Festlegung ist völlig willkürlich, aber international einheitlich bestimmt worden und hat sich praktisch bewährt. In der perinatalogischen Praxis wird der somatische Entwicklungsstand eines Neugeborenen durch das Geburtsgewicht, das längenbezogene Geburtsgewicht, den Body-Mass-Index und den Rohrer-Index auf der Grundlage gestationsaltersbezogener Perzentilwerte für die Körpermaße beschrieben (Voigt et al. 1996, 2002, 2006). Dabei haben das Geburtsgewicht und die somatische Klassifikation der Neugeborenen nach Geburtsgewicht und Schwangerschaftswoche einen hohen Stellenwert. Alle Indizes sind einfache und leicht anwendbare Hilfsmittel um zu entscheiden, ob ein Neugeborenes gefährdet ist und spezielle Aufmerksamkeit und Therapie-maßnahmen braucht oder nicht.

Überlegungen, nicht allein das Geburtsgewicht zur Beurteilung Neugeborener heranzuziehen, sondern auch Quotienten aus Geburtsgewicht und Geburtslänge für eine bessere Klassifikation zu benutzen, sind nicht neu (Miller 1982, Richter et al. 1991, Sterky 1970). Beide Körpermaße korrelieren stark miteinander. Der Korrelationskoeffizient  $r$ , der die Stärke des Zusammenhangs von Merkmalen beschreibt, beträgt für das vorhandene Datenmaterial  $r=0,81$  und zeigt damit einen hohen positiven Zusammenhang zwischen dem Geburtsgewicht und der Geburtslänge.

Bei negativen oder positiven Störungen des fetalen Wachstums verändert sich ein Merkmal stärker und rascher als das andere. Ursachen können Mangel- oder Überschussernährung sein. Das Längenwachstum ist dabei relativ unbeeinflusst. Es bezieht sich vornehmlich auf die Skelettmaße. Knochen sind ihrer Struktur wegen wesentlich umweltstabiler als Weichteile des Körpers und können nicht wieder schrumpfen. Sie haben eine viel festere Struktur als Fettgewebe. Deshalb ist statistisch gesehen ihre Streuung relativ niedrig. Weichteilmaße, besonders Fettmaße sind wesentlich umweltlabiler. Fett kann gespeichert werden, aber auch wieder abgebaut werden, je nach Ernährungs- und Gesundheitslage. Statistisch ist die Streuung mehrfach so hoch.

Für die Bildung abgeleiteter Indizes aus Quotienten von Geburtsgewicht und Geburtslänge ist zu bedenken, dass die Längenmessung beim Neugeborenen durch einen stärkeren subjektiven

Fehler beeinflusst wird als die vergleichsweise genaue Wägung. Die Waage, die das Geburtsgewicht eines Neugeborenen misst, ist geeicht und sehr genau. Die Länge eines Neugeborenen wird mit einem Maßband im Hängen gemessen oder in einer Messmulde im Liegen und ist damit nicht immer fehlerfrei. Daraus können Fehler bei der Bildung des längenbezogenen Geburtsgewichtes resultieren, die auch nach Potenzierung der Körperlänge im Nenner auf die Berechnung des Body-Mass-Index und des Rohrer-Index weiter einen Einfluss haben (Richter et al. 1991). Bei gleichem exakt bestimmten Geburtsgewicht eines Neugeborenen von  $m=3000$  g, aber variierender Geburtslängen von  $l_1=48$  cm,  $l_2=50$  cm oder  $l_3=52$  cm bleiben die Fehler, die mit den Längenmessungen  $l_1$  und  $l_3$  gemacht wurden, bei allen Indizes aus Quotienten von Geburtsgewicht und Geburtslänge. Das längenbezogene Geburtsgewicht zeigt für diese drei verschiedenen Geburtslängen eine Differenz zwischen  $62,5$  g/cm und  $57,7$  g/cm, der Body-Mass-Index eine Differenz zwischen  $1,3$  g/cm<sup>2</sup> und  $1,1$  g/cm<sup>2</sup> und der Rohrer-Index eine zwischen  $2,7$  g/cm<sup>3</sup> und  $2,1$  g/cm<sup>3</sup>. Diese fehlerbehafteten Indizes können Ursache für eine falsche Zuordnung der Neugeborenen als gefährdet oder nicht gefährdet sein. Das ist ein Grund dafür, diese Parameter in der Neonatologie nur bedingt einzusetzen (Roemer et al. 1991, Voigt 2007).

In dieser Arbeit werden für die Neugeborenen des vorhandenen Datenmaterials die Indizes Geburtsgewicht, längenbezogenes Geburtsgewicht, Body-Mass-Index, Rohrer-Index berechnet und eine somatische Einteilung nach den jeweiligen gestationsaltersbezogenen Perzentilwerten in hypotroph, eutroph und hypertroph vorgenommen, um Unterschiede zu überprüfen und zu testen, welcher Index am besten zur Beurteilung der Neugeborenen geeignet ist. Alle sechs Unterpunkte des Abschnittes 3 analysieren diese Thematik. Zusätzlich wird geprüft, ob und welchen Einfluss der mütterliche Body-Mass-Index und das Rauchverhalten der Mütter während der Schwangerschaft auf den somatischen Entwicklungsstand der Neugeborenen haben.

In **Punkt 3.1** werden die Verteilungen des Geburtsgewichtes und der längenbezogenen Geburtsgewichtsindizes dargestellt. Bei der Betrachtung der Abbildungen 6 bis 9 wird deutlich, dass im Vergleich dieser vier Abbildungen die Schwankungsbreite der Spannweite (Differenz zwischen größtem und kleinstem Wert auf der x-Achse) bezogen auf das Geburtsgewicht kleiner wird. Für den Body-Mass-Index und den Rohrer-Index ist sie sehr gering. Dadurch haben das Geburtsgewicht und das längenbezogene Geburtsgewicht gegenüber dem Body-Mass-Index und dem Rohrer-Index eine größere Variabilität der Messwerte. Das wird bei der Betrachtung der einfachen Streubreiten  $[\bar{x} - s; \bar{x} + s]$  deutlich.

Für das Geburtsgewicht beträgt das Intervalle [2812 g ; 3948 g], für das längenbezogene Geburtsgewicht [57,3 g/cm ; 74,1 g/cm], für den Body-Mass-Index [11,4 g/cm<sup>2</sup> ; 14,1 g/cm<sup>2</sup>] und für den Rohrer-Index [22,2 g/cm<sup>3</sup> ; 27,6 g/cm<sup>3</sup>]. Die Differenzen, die sich für jedes Intervall berechnen lassen, nehmen von 1136 g bis zu 2,72 g/cm<sup>2</sup> ab.

Das hat auch zur Folge, dass die im nächsten Punkt (3.2) berechneten Perzentilwerte für den Body-Mass-Index und für den Rohrer-Index nur aus einer kleineren Merkmalsdatenmenge berechnet werden können und dadurch eine geringere Vielfalt der Werte besteht.

In **Punkt 3.2** sind in den Abbildungen 10 bis 13 die aus dem vorhandenen Datenmaterial berechneten gestationsaltersbezogenen Perzentilwerte der angegebenen Indizes dargestellt. Für das Geburtsgewicht, das längenbezogene Geburtsgewicht und den Body-Mass-Index kann eine deutliche Abhängigkeit von den Schwangerschaftswochen festgestellt werden. Mit zunehmender Verlängerung der Schwangerschaft wachsen diese Indizes deutlich an, weil das Gewicht (die Körpermasse) stärker zunimmt als die Länge. Das subkutane Fettpolster wird bei den Feten erst in den letzten beiden Schwangerschaftsmonaten angelegt. Deshalb fallen Frühgeburten durch ihre Magerkeit besonders auf.

Der Rohrer-Index erweist sich für diese Darstellungsform als ungünstig. Er ändert sich, wie in Abbildung 13 mit zunehmendem Gestationsalter kaum und scheint damit für eine Zuordnung in die somatischen Entwicklungsgruppen hypotroph, eutroph und hypertroph nicht geeignet. Es ist ein Nachteil, wenn er (der sogar Körperfülle-Index heißt) die zunehmende „Fülle“ im normalen Gestationsverlauf nicht zum Ausdruck bringt.

Der Physiologe Fritz Rohrer hat den Körperfülle-Index eingeführt, weil er glaubte, dass es falsch ist, Maße mit unterschiedlichen Dimensionen miteinander zu vergleichen. Eine Strecke (Länge) hat eine Dimension, eine Fläche zwei und ein Körper (Raum, Würfel, Zylinder) drei. Um Strecke (Länge) mit einem Körper (Gewicht, Volumen, Größe) vergleichbar zu machen, hat Rohrer die Länge kubiziert (l<sup>3</sup>) (Rohrer 1921). Diese Überlegung ist zwar logisch, funktioniert aber in der Praxis nicht.

Die Einteilung nach dem Geburtsgewicht, nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht, dem Body-Mass-Index und dem Rohrer-Index wurde dennoch in Punkt 3.3 beibehalten, um allen Indizes die gleiche Möglichkeit einer weiteren Überprüfung zu geben. Denn Body-Mass-Index und Rohrer-Index werden oft als günstige Indizes beschrieben (Miller 1982, Richter et al. 1991). Das sollte hier in dieser Arbeit geprüft werden.

In **Punkt 3.3** wird die quantitative prozentuale Übereinstimmung der verschiedenen Indizes nach der somatischen Einteilung analysiert. Es wird überprüft, wie sich die Neugeborenen speziell

unter der 10. Perzentile, in der 10.-90. und über der 90. Perzentile bei allen vier geburts- gewichtsbezogenen Indizes (Geburtsgewicht, längenbezogenes Geburtsgewicht, Body-Mass- Index, Rohrer-Index) verteilen.

Die Zuordnung der Neugeborenen in die Gruppen hypotroph, eutroph und hypertroph zeigt in Tabelle 2, abhängig von den Indizes, sehr unterschiedliche prozentuale Ergebnisse. Die besten Übereinstimmungen für alle Neugeborenen-Gruppen gibt es zwischen dem Geburtsgewicht und dem längenbezogenen Geburtsgewicht. Im eutrophen Bereich gibt es für alle Indizes relativ hohe Übereinstimmungen sowohl für das Geburtenkollektiv ab 23 Schwangerschaftswochen als auch für das bei 40 vollendeten Schwangerschaftswochen. Zwischen den nach dem Geburtsgewicht und nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht beurteilten Neugeborenen gibt es eine Übereinstimmung von 95,5 % (80,3 % vs. 76,7 %). Bei einem Vergleich mit dem Body-Mass- Index oder dem Rohrer-Index ist diese Übereinstimmung geringer; 89,3 % zwischen den nach dem Body-Mass-Index und nach dem Geburtsgewicht (71,7 % vs. 80,3 %) und 82,6 % für nach dem Rohrer-Index und dem Geburtsgewicht (66,3 % vs. 80,3 %) beurteilten.

Bei einem Vergleich für die hypotrophen oder hypertrophen Neugeborenen zeigen sich andere Verhältnisse. Die besten Übereinstimmungen sowohl für die hypotrophen als auch für die hypertrophen Neugeborenen können zwischen dem Geburtsgewicht und dem längenbezogenen Geburtsgewicht nachgewiesen werden. So sind von den 9,9 % nach dem Geburtsgewicht hypotrophen Neugeborenen genau 8,5 % auch nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht hypotroph. Das entspricht einer Übereinstimmung von 85,9 %. 1,3 % sind für die Tragzeit normal entwickelte, proportionierte (konstitutionell) kleinwüchsige Neugeborene.

Ähnliche, fast gleichartige Relationen ergeben sich bei den nach dem Geburtsgewicht als hypertroph eingestuften Neonaten. Von den 9,8 % nach dem Geburtsgewicht hypertrophen Neugeborenen werden nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht 7,6 % auch als hypertroph erfasst. Das ergibt bei diesem Vergleich eine Übereinstimmung von 77,6 %. Von den 9,8 % nach dem Geburtsgewicht genetisch großwüchsigen Neugeborenen sind genau 2,2 % eutroph.

Bei dem Bezug auf den Body-Mass-Index verschieben sich die Relationen noch einmal leicht zugunsten der eutrophen Kinder (3,5 %). Von den 9,9 % nach dem Geburtsgewicht hypotrophen Neugeborenen sind nach dem Body-Mass-Index nur 6,3 % hypotroph. Nach dem Rohrer-Index sind es sogar nur 2,9%. Das ist mit 29,3% die schlechteste Übereinstimmung im Vergleich aller Klassifikationssysteme.

Ähnliche Ergebnisse können für die hypertrophen Neugeborenen bestimmt werden. Von den 9,8% nach dem Geburtsgewicht hypertrophen Neugeborenen sind nach dem Body-Mass-Index

nur 4,8% hypertroph und nach dem Rohrer-Index sogar nur 2,5%. Der Rohrer-Index liefert somit die niedrigste Übereinstimmung mit den anderen Klassifikationssystemen.

Der Body-Mass-Index scheint als Körpermaßzahl weniger geeignet, da das Körpergewicht nicht richtig an der Körperhöhe relativiert wird. Bei verschiedenen Körperhöhen und exakt gleichen Proportionen kann der BMI verschiedene Werte liefern, da er die individuell verschiedene Zusammensetzung des Körpergewichtes aus Fett- und Muskelgewebe naturgemäß nicht berücksichtigt. Der Potenzierungsvorgang im Nenner macht den Index unhandlich, ohne seine deskriptive Aussage zu erhöhen.

Für unproportioniert gewachsene Neugeborene (kleine und übergewichtige oder große und dünne) ist der BMI ungeeignet. Ein Neugeborenes, mit einer Körperlänge von 46 cm und einem Geburtsgewicht von 3000 g hat ebenso wie eines mit einer Körperlänge von 55 cm und einem Geburtsgewicht von 4300 g einen BMI von 14,2. Beide werden nach dem BMI der gleichen somatischen Klassifikationsgruppe zugeordnet, bei einer Klassifikation nach dem Geburtsgewicht aber nicht.

Beim Rohrer-Index wird eine dem BMI vergleichbare Maßzahl berechnet. Er definiert das prozentuale Verhältnis des Körpergewichtes zum Würfel aus der Körperlänge. Dadurch berücksichtigt er Ähnlichkeiten besser als der BMI und wird auch als unabhängiger Body-Mass-Index bezeichnet. Sowohl der Body-Mass-Index als auch der Rohrer-Index haben keine erkennbaren Vorteile gegenüber weniger komplexen Parametern, wie zum Beispiel dem einfachen Quotienten aus Geburtsgewicht und Geburtslänge des Kindes (Roemer et al. 1991).

In **Punkt 3.4** wird der genetisch determinierte Einfluss der Mutter bei der somatischen Einteilung Neugeborener mit beurteilt. Die Einteilung der Neugeborenen in hypotrophe, eutrophe und hypertrophe erfolgt gegenwärtig auf der Basis von an der Gesamtpopulation orientierten Geburtsgewichtszentilen. Dabei wird völlig der mütterliche Phänotyp vernachlässigt. Das prägravid mütterliche Gewicht, abhängig vom Genotyp der Mutter, vom Ernährungszustand, vom Alter und von vielen sozialen Faktoren, ist als Einflussgröße auf das Gewicht der Neugeborenen ebenso denkbar wie die mütterliche Körperhöhe. Die hohe Zahl von Fehldiagnosen zur Neugeborenen - Hypotrophie erfordert eine Differenzierung der Geburtsgewichtszentilen zur somatischen Klassifikation unter Einbeziehung des mütterlichen Phänotyps. In den Tabellen 3 und 4 wird der Zusammenhang zwischen den mütterlichen somatischen Eigenschaften und denen ihrer Neugeborenen deutlich. Große Übereinstimmungen gibt es wieder zwischen dem Geburtsgewicht und dem längenbezogenen Geburtsgewicht. Sowohl die mütterlichen Maße als auch die Maße der Neugeborenen stimmen ähnlich überein.

Deutliche Abweichungen gibt es im Vergleich mit dem Body-Mass-Index und dem Rohrer-Index. Nach diesen Indizes werden prozentual mehr Neugeborene als hypotroph und als hypertroph eingestuft. Die mittleren Geburtsgewichte sind im Vergleich zum Index Geburtsgewicht oder längenbezogenes Geburtsgewicht viel höher und demonstrieren hier schwerere nicht gefährdete hypotrophe Neugeborene (2.979 g vs. 2.283 g) oder im Mittel nicht so übergewichtige hypertrophe Neugeborene (3.692 g vs. 4.301 g).

Der mütterliche Body-Mass-Index unterscheidet sich kaum und kann so zur Beurteilung der Neugeborenen nicht herangezogen werden.

In der Publikation „Zur Variabilität der Frühgeborenenrate, des Geburtsgewichts und der somatischen Klassifikation bei Neugeborenen von Müttern mit gleichem Body-Mass-Index“ wird eindeutig gezeigt, dass der Body-Mass-Index eine ungeeignete Kenngröße zur Charakterisierung neonataler Parameter, Neugeborenen-Somatometrie und Frühgeborenenrate, ist. Erst die Einbeziehung der mütterlichen Körperhöhe führt zu aussagekräftigen und wissenschaftlich verwertbaren Ergebnissen, um zukünftige Probleme im Zusammenhang mit der prädiktiven Modellierung von postnatalen Krankheits- und Entwicklungsprozessen, wie z.B. Wachstumsstudien, Prävention von Adipositas und metabolischem Syndrom, zu lösen. Unter diesem Gesichtspunkt der starken Prägung des Geburtsgewichtes der Neugeborenen vom Konstitutionstyp der Mütter ist eine Überarbeitung der Gewichtspersentilen für Neugeborene angezeigt.

Die Tabelle 4 zeigt eine mögliche sinnvolle Einteilung der Mütter bei ihrer Erstuntersuchung in drei somatische Konstitutionstypen. Dadurch könnten viel differenziertere und exaktere Einteilungen der Neugeborenen unter Berücksichtigung des mütterlichen Phänotyps vorgenommen werden und notwendige Behandlungen folglich richtig zugeordnet werden.

In späteren Analysen sollte auch der väterliche Phänotyp für die somatische Einteilung der Neugeborenen berücksichtigt werden. Er spielt dabei sicher auch eine wichtige Rolle. Aufgrund der vorhandenen Datenlage war das zu diesem Zeitpunkt für diese Arbeit nicht möglich.

In **Punkt 3.5** sollte überprüft werden, ob neben dem Körperbau der Mütter auch Umweltfaktoren während der Schwangerschaft einen Einfluss auf die Wachstumsparameter der Neugeborenen haben. Dies wurde am Beispiel des Rauchverhaltens der Mütter während der Schwangerschaft geprüft. Eine Abnahme der mittleren Geburtsgewichte für Kinder rauchender Mütter wurde schon in vielen Studien gezeigt (Chan et al. 2001, Cnattingius et al. 2002, Matsubara et al. 2000, Voigt et al. 2006, 2009). Der stark schädigende Einfluss des Rauchens dosisabhängig von der

Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten während der Schwangerschaft konnte in der angefügten Publikation „Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen“ nachgewiesen werden. Die berechneten Wachstumsparameter Geburtsgewicht, Geburtslänge und Kopfumfang der Neugeborenen und die Quotienten Geburtsgewicht/Geburtslänge, Geburtsgewicht/Kopfumfang und Body-Mass-Index verringern sich monoton mit zunehmendem Nikotinkonsum im Bereich bis 0-20 Zigaretten pro Tag. Das konnte ausführlich in zahlreichen Abbildungen in dieser Publikation gezeigt werden (Abbildungen 1 bis 7). Es ergaben sich hochsignifikante Verringerungen ( $p < 0,001$ ) aller Wachstumsparameter für alle Raucherinnengruppen verglichen mit den Nichtraucherinnen. Zum Beispiel verringert sich das Geburtsgewicht im Mittel um 4,2 % (von 3.419 g auf 3.275 g) wenn eine Frau während der Schwangerschaft täglich 1 bis 5 Zigaretten raucht. Die Geburtslänge verringert sich bei diesem Zigarettenkonsum im Mittel von 51,4 cm zu 50,7 cm.

Diese Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass eine Reduzierung des Nikotinkonsums in jedem Fall eine positive Auswirkung auf das Geburtsgewicht des Kindes hat. Deshalb ist schon jede Verringerung des Zigarettenkonsums während der Schwangerschaft dringend zu empfehlen.

In **Punkt 3.6** wird die Kombination des maternalen Body-Mass-Index und des täglichen Rauchverhaltens während der Schwangerschaft analysiert. Die Ergebnisse sind in der Publikation „Somatische Klassifikationen von Neugeborenen nach längenbezogenem Geburtsgewicht und Rohrer-Index: Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen“ veröffentlicht. Aufgrund der negativen Auswirkungen des maternalen Body-Mass-Index auf die Schwangerschaftsdauer und das Wachstum des Ungeborenen sind sowohl untergewichtige als auch adipöse Schwangere Risikoschwangere.

Kombiniert wirken sich maternaler BMI und täglicher Zigarettenkonsum der Schwangeren wie folgt auf die Klassifikation der Neugeborenen nach Schwangerschaftsdauer und längenbezogenem Geburtsgewicht aus: Mit anwachsender Intensität des Rauchens in der Schwangerschaft vergrößert sich die neonatale Hypotrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht in allen maternalen BMI-Kategorien. Bei den untergewichtigen Müttern gehen die wachstumsretardierenden Effekte des niedrigen maternalen BMI und des Rauchens insofern konform, als die bereits BMI-bedingt erhöhte neonatale Hypotrophierate von 16,3% (Nichtraucherinnen) weiter auf 35,7% (starke Raucherinnen) ansteigt. Bei den übergewichtigen/adipösen Müttern ( $\text{BMI} \geq 25,00 \text{ kg/m}^2$ ) wirkt das Rauchen der Schwangeren einer BMI-abhängigen Verminderung der neonatalen Hypotrophierate entgegen. Auch einer Studie

von Cnattingius/Lambe (2002) zufolge steigert das Rauchen der Frauen während der Schwangerschaft die Risiken für die Neugeborenen. In Tabelle 1 der genannten Publikation sind auch die Risiken für Neugeborene exponierte (z.B. Mütter mit Untergewicht, Zigarettenkonsum) gegenüber den nichtrauchenden Müttern mit normalem Gewicht (hier: OR = 1,80) berechnet.

In dieser Publikation sind das längenbezogene Geburtsgewicht und der Rohrer-Index als Klassifikationsmaße ausgewählt worden, da hier die Geburtslänge in der ersten und dritten Potenz eingeht und etwaige Unterschiede zwischen diesen beiden in der Praxis gebräuchlichen Indizes deutlich hervortreten sollten. Es konnte nachgewiesen werden, dass die somatische Klassifikation von Neugeborenen nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht die Auswirkungen von mütterlichem BMI und Rauchverhalten deutlicher zeigt als die somatische Klassifikation nach dem Rohrer-Index. Wäre das Ausmaß der Veränderung genau gleich, dann hätte das Rauchen auf einen Quotienten aus diesen beiden Parametern keine Auswirkung. Dies ist aber nicht der Fall, das konnte in der, in dieser Arbeit enthaltenen, Publikation „Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen“ gezeigt werden. Die untersuchten Indizes verändern sich mit dem mütterlichen Rauchen. Da die Geburtslänge mit unterschiedlicher Gewichtung in die Quotienten eingeht, das Geburtsgewicht aber immer in der ersten Potenz, fällt diese Veränderung unterschiedlich stark aus.

In allen sechs Unterpunkten des Abschnittes 3 konnten die Nachteile des Body-Mass-Index und des Rohrer-Index zur Beurteilung des somatischen Entwicklungsstandes der Neugeborenen nachgewiesen werden.

## **5. Zusammenfassung**

### ***Zielstellung***

In der vorliegenden Arbeit werden Geburtsgewichtsmaße Neugeborener beschrieben, ihre Wirkung quantifiziert und Übereinstimmungen oder Abweichungen überprüft. Anhand von verschiedenen geburtsgewichtsbezogenen Indizes soll geprüft werden, ob Neugeborene bessere Chancen für eine optimale Versorgung hätten, wenn sie nach dem einen oder besser nach einem andern Geburtsgewichtsmaß klassifiziert werden, d.h. welches am besten zur Beurteilung der Neugeborenen geeignet ist.

Es werden Zusammenhänge zwischen mütterlichen Merkmalen und den Körpermaßen der Neugeborenen untersucht, der Zusammenhang zwischen der Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten der Mütter während der Schwangerschaft und den Körpermaßen ihrer Neugeborenen und die Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen auf die somatischen Klassifikationen von Neugeborenen.

Die Ergebnisse sind in drei Artikeln publiziert, die am Ende dieser Arbeit vorgestellt werden.

### ***Methodik***

Aus dem umfangreichen Datenmaterial der Geburtsjahrgänge 1995-2000 der Bundesrepublik Deutschland, die mittels Perinatologischem Basis-Erhebungsbogen dokumentiert waren, werden Merkmale von Neugeborenen und ihren Müttern analysiert. Den Analysen liegen mehr als 2,3 Millionen Datensätze zugrunde. Die dazu erforderlichen Untersuchungen und Datensammlungen sind in jahrelanger Forschung durch verschiedene Studien und von verschiedenen Forschungsgruppen durchgeführt worden.

Neben der Beurteilung nach dem Geburtsgewicht (g) werden für 2.304.032 Neugeborene auch Geburtsgewichts-Längen-Relationen zur Klassifizierung analysiert: das längenbezogene Geburtsgewicht (g/cm), der Body-Mass-Index (g/cm<sup>2</sup>) und der Rohrer-Index (g/cm<sup>3</sup>). Für diese Indizes werden die Verteilungen und die empirischen Perzentilwerte in Abhängigkeit von den Schwangerschaftswochen gezeigt. Es wird geprüft, wie viel Prozent der Neugeborenen als hypotroph, eutroph oder hypertroph erfasst werden, und wie groß die quantitativen, prozentualen Übereinstimmungen sind.

Ferner werden die Schwangerschaften von Frauen mit einem Body-Mass-Index von 18, 24 oder 30 untersucht. Für Frauen mit unterschiedlichen Körperhöhen (150 cm oder 180 cm) wird für

jede dieser Body-Mass-Index Gruppen das Geburtsgewicht, die Frühgeborenenrate und die somatische Klassifikation der Neugeborenen verglichen.

Bei der Überprüfung des quantitativen Nikotineinflusses in der Schwangerschaft auf die Körpermaße der Neugeborenen werden auch wachstumsintrauterine Quotienten, wie Geburtsgewicht/Geburtslänge, Geburtsgewicht/Kopfumfang und Geburtslänge/Kopfumfang analysiert.

Die Neugeborenen von Nichtraucherinnen werden mit denen von Frauen verglichen, die unterschiedliche Anzahlen von Zigaretten pro Tag rauchen. Diese Untersuchungen werden für das gesamte Datenmaterial und für eine Auswahl (Geburten nach 37 – 41 vollendeten Schwangerschaftswochen durch Frauen mit einer Körperhöhe  $\geq 157$  cm und einem Gewicht  $\geq 54$  kg) durchgeführt.

Es werden Mütter in Body-Mass-Index Gruppen untergewichtig ( $<18,5$  kg/m<sup>2</sup>), normalgewichtig (18,5 – 24,99 kg/m<sup>2</sup>), übergewichtig (25 – 29,99 kg/m<sup>2</sup>) und adipös ( $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>) eingeteilt und mit der kategorisierten Anzahl täglich gerauchter Zigaretten während der Schwangerschaft verschiedene Müttergruppen gebildet. Für diese Müttergruppen wird die somatische Entwicklung der Neugeborenen verglichen.

Die Perzentilwerte und alle weiteren Parameter wurden für die Einlingsgeburten aus dem vorliegenden Datenmaterial der Jahre 1995 – 2000 mit dem Statistikprogramm SPSS Version 15.0 berechnet. Für Analysen mit Stichproben, etwa Rauchergruppen oder BMI-Gruppen, wurden geeignete statistische Tests, wie ANOVA, Post-Hoc-Tests nach Bonferroni,  $\chi^2$ -Tests, angewendet. Die Durchführung der statistischen Tests und die Erstellung der Diagramme erfolgten ebenfalls mit dem Programm SPSS.

## *Ergebnisse*

Auf der Grundlage eines zweidimensionalen Klassifikationsschemas der Neugeborenenendaten nach Geburtsmaßen und Schwangerschaftsdauer wird geprüft, welcher Anteil der Neugeborenen dem pathologischen Bereich zugeordnet werden kann. Dabei wird die übersichtliche und aussagekräftige Perzentilwertdarstellung genutzt, die sowohl praktische und klinische als auch wissenschaftliche Anforderungen erfüllt.

Durch die Klassifikation kann das Neugeborenenkollektiv in verschiedene Neugeborenen-gruppen aufgeteilt werden, die sich durch die Perzentilwertgruppen hypotroph, eutroph und hypertroph unterscheiden. Für die verschiedenen Geburtsgewichtsmaße Geburtsgewicht, längenbezogenes Geburtsgewicht, Body-Mass-Index und Rohrer-Index werden Häufigkeitsverteilungen analysiert und die quantitative prozentuale Übereinstimmung der unterschiedlichen Maße überprüft. Es kann festgestellt werden, dass die verschiedenen Parameter eine exakte und

differenzierte Beurteilung der Neugeborenen ermöglichen. Die Überprüfung der verschiedenen Indizes zeigt eindeutig, dass eine Zuordnung der Neugeborenen in die Gruppen hypotroph, eutroph und hypertroph zu sehr unterschiedlichen prozentualen Ergebnissen führt.

Die besten Übereinstimmungen für alle Neugeborenenengruppen (hypotroph, eutroph, hypertroph) gibt es zwischen dem Geburtsgewicht und dem längenbezogenen Geburtsgewicht. Im eutrophen Bereich sind für alle Indizes relativ hohe Übereinstimmungen vorhanden. Vergleicht man die nach dem Geburtsgewicht als eutroph definierten Neugeborenen mit denen, die nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht als eutroph definiert sind, so gibt es eine Übereinstimmung von 95,5%. Bei einem Vergleich des Geburtsgewichtes mit dem Body-Mass-Index und dem Rohrer-Index ist die Übereinstimmung geringer.

Im hypotrophen und hypertrophen Bereich sind auch die Übereinstimmungen zwischen dem Geburtsgewicht und dem längenbezogenen Geburtsgewicht am größten.

Eine Klassifizierung mit dem Parameter Geburtslänge ist nicht nur für das längenbezogene Geburtsgewicht kritisch, sondern auch für den Body-Mass-Index und den Rohrer-Index. Für den Body-Mass-Index und den Rohrer-Index ergeben sich durch die methodisch begründete Quadrierung bzw. Kubierung noch größere Abweichungen bei der Bestimmung des somatischen Entwicklungsstandes Neugeborener.

Für unproportioniert gewachsene Neugeborene (kleine und übergewichtige oder große und dünne) ist der BMI ungeeignet. Er hat keine erkennbaren Vorteile gegenüber weniger komplexen Parametern, wie zum Beispiel dem einfachen Quotienten aus Geburtsgewicht und Geburtslänge des Kindes.

In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, dass die mütterliche Körperhöhe und das prägravid mütterliche Gewicht (der mütterliche Phänotyp), abhängig vom Genotyp der Mutter, vom Ernährungszustand, vom Alter und von vielen sozialen Faktoren, entscheidende Einflussgrößen für das Gewicht der Neugeborenen sind. Für verschiedene klassische somatische Konstitutionstypen (leicht und klein, mittelschwer und mittelgroß, schwer und groß) werden die kindlichen Maße überprüft und daraufhin die Übereinstimmungen zu den vier geburtsgewichtsbezogenen Indizes berechnet. Es gibt große Unterschiede bei den hypotrophen und hypertrophen Neugeborenenengruppen bezüglich der kindlichen und der mütterlichen Maße in Abhängigkeit von den Indizes.

Bei den eutrophen Neugeborenen gibt es für alle untersuchten Indizes sehr gute Übereinstimmungen.

Für nach dem Erstuntersuchungsgewicht und der Körperhöhe in drei klassische somatische Konstitutionstypen (**leicht und klein**: Gewicht  $\leq 49\text{kg}$  und Größe  $\leq 157\text{cm}$ , **mittelschwer und**

**mittelgroß:**  $49\text{kg} < \text{Gewicht} < 85\text{kg}$  und  $157\text{cm} < \text{Größe} < 178\text{cm}$ , **schwer und groß:**  $\text{Gewicht} \geq 85\text{kg}$  und  $\text{Größe} \geq 178\text{cm}$ ) eingeteilte Mütter, stimmt die prozentuale Aufteilung nach dem Geburtsgewicht oder dem längenbezogenen Geburtsgewicht in hypotroph (9,9%), eutroph (80,2%) und hypertroph (9,9%) nur annähernd für die mittlere Müttergruppe. Für die „kleinen“ und die „großen“ Mütter werden andere Prozentwerte bestimmt. Es kann eine differenziertere Beurteilung erfolgen, wenn die Müttergruppen spezieller unterteilt sind.

Aus der vorliegenden Arbeit sind drei nachfolgend beschriebenen Publikationen entstanden, in denen die genannte Problematik vertieft werden konnte.

So zeigt die Publikation **„Zur Variabilität der Frühgeborenenrate, des Geburtsgewichts und der somatischen Klassifikation bei Neugeborenen von Müttern mit gleichem Body-Mass-Index“**, dass eine erhebliche Variabilität bezüglich perinataler Parameter bei Frauen mit dem gleichen BMI, aber unterschiedlicher Körperhöhen, besteht.

In der Abbildung 1 dieser Publikation werden die arithmetischen Mittelwerte des Geburtsgewichtes nach Körpergewicht und Körperhöhe der Mütter gezeigt. Sowohl das mütterliche Gewicht als auch die Körperhöhe stellen jeweils selbständige variable Größen für das Geburtsgewicht dar. Die Streubreite der Geburtsgewichte nimmt mit zunehmender Körperhöhe zu.

Die Abhängigkeit der Geburtsgewichte sowie der somatischen Klassifikation von drei BMI-Gruppen ( $\text{BMI} = 18$ ,  $\text{BMI} = 24$  und  $\text{BMI} = 30$ ) ist in Tabelle 1 dieser Publikation dargestellt. So betragen die Neugeborenen-Hypertrophieraten 4,2 % ( $\text{BMI} = 18$ ), 10,8 % ( $\text{BMI} = 24$ ) und 15,9 % ( $\text{BMI} = 30$ ) und die Neugeborenen-Hypotrophieraten 15,1 %; 8,4 % und 7,1 %.

Unterteilt man jede BMI-Gruppe entsprechend der Körperhöhen von 150 cm und 180 cm in zwei konstitutionell (phänotypisch) verschiedene Subgruppen, dann erhöhen sich die Differenzen erheblich. So beträgt nach Berücksichtigung der Körperhöhe die Neugeborenen-Hypertrophierate 2,1% bei einem  $\text{BMI} = 18$  und einer Körperhöhe von 150 cm und 27,7 % bei einem  $\text{BMI} = 30$  und einer Körperhöhe von 180 cm. Bei gleichem  $\text{BMI} (= 30)$  und einer Körperhöhe von 150 cm ergibt sich eine Hypertrophierate von nur 5,2 %.

Die Neugeborenen- Hypotrophieraten zeigen einen Schwankungsbereich zwischen 29,5 % und 3,1 %. In dieser Tabelle sind auch Frühgeborenenraten ausgewiesen.

In den beiden anderen Publikationen werden eingehend die Risiken für Neugeborene und insbesondere Frühgeborene mit zunehmender Rauchintensität der Mütter in Abhängigkeit von den maternalen BMI-Kategorien analysiert.

In der Publikation „**Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen**“ wird geprüft, in welcher Weise die wachstumshemmende Auswirkung des Rauchens von der Anzahl der gerauchten Zigaretten abhängt und inwieweit durch eine Reduzierung des Zigarettenkonsums mit einer Minderung des schädlichen Einflusses des Rauchens zu rechnen ist. Es wird der quantitative Einfluss des Rauchens in der Schwangerschaft auf die Körpermaße Körpergewicht, Körperlänge und Kopfumfang der Neugeborenen und auch auf die Quotienten der Körpermaße, die zur Beurteilung des intrauterinen Wachstums verwendet werden, wie Körpergewicht/Körperlänge, Körpergewicht/Kopfumfang, Körperlänge/Kopfumfang und Body-Mass-Index, gezeigt. Die Analysen wurden für das Gesamtgeburtenkollektiv und für eine Auswahl (Geburten nach 37 – 41 vollendeten Schwangerschaftswochen durch Frauen mit einer Körperhöhe  $\geq 157$  cm und einem Gewicht  $\geq 54$  kg), um Confounding zu minimieren, durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 1 bis 7 der Publikation dargestellt.

Die Analysen von Geburtsgewicht, Geburtslänge, Kopfumfang, Körpergewicht/Körperlänge, Körpergewicht/Kopfumfang und Body-Mass-Index ergeben hoch signifikante Verringerungen ( $p < 0,001$ ) für alle Raucherinnengruppen verglichen mit den Nichtraucherinnen. Die Parameter verringern sich monoton mit zunehmender Anzahl von Zigaretten im Bereich 0 – 20 Zigaretten pro Tag. Bei einem Konsum von 1 bis 5 Zigaretten täglich verringert sich das mittlere Geburtsgewicht um 4,2 % (von 3419,4 g auf 3275,4 g).

Für Schwangere, die mehr als 20 Zigaretten pro Tag rauchten, war die Gruppengröße relativ gering und die „Dosisabhängigkeit“ nicht überzeugend nachzuweisen. Mit dem Wachstumsparameter Körperlänge/Kopfumfang kann kein „dosisabhängiger“ Effekt des Rauchens gezeigt werden.

Neben dem quantitativen Zusammenhang der Wachstumshemmung der Neugeborenen mit der Anzahl der gerauchten Zigaretten ihrer Mütter konnte in der Publikation „**Somatische Klassifikationen von Neugeborenen nach längenbezogenem Geburtsgewicht und Rohrer-Index: Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen**“ gezeigt werden, dass die somatische Klassifikation der Neugeborenen nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht die Auswirkung von mütterlichem BMI und Rauchen deutlicher als zum Beispiel die Klassifikation nach dem Rohrer-Index zeigt. Die Tabelle 1 dieser Publikation beschreibt die somatische Klassifikation nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht und Tabelle 2 die nach dem Rohrer-Index. Miteinander verknüpft, beeinflussen BMI und täglicher Nikotinkonsum der Schwangeren die neonatale Hypotrophie- bzw. Hypertrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht folgendermaßen: Mit zunehmender Rauchintensität erhöht sich

die neonatale Hypotrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht in allen maternalen BMI-Gruppen. Bei den untergewichtigen Müttern (BMI < 18,50) ist der Anstieg von 16,3 % (Nichtraucherinnen) auf 35,7 % (starke Raucherinnen:  $\geq 15$  Zigaretten pro Tag) markant. Demgegenüber sinkt die neonatale Hypertrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht mit zunehmender Intensität des Rauchens in alle BMI-Gruppen der Mütter, bei den untergewichtigen Müttern von 4,9 % (Nichtraucherinnen) bis zu 1,6 % (starke Raucherinnen).

Die Klassifikation der Neugeborenen nach dem Rohrer-Index ergibt qualitativ ähnliche aber geringe Veränderungen. Bei den untergewichtigen stark rauchenden Müttern (BMI < 18,50 und  $\geq 15$  Zigaretten pro Tag) liegt die Hypotrophierate bei 14,4 %.

Sowohl bei den Früh- als auch bei den Reifgeborenen unter den Neugeborenen liegen analoge, dosisabhängige Veränderungen in allen maternalen BMI-Gruppen vor (bei einer Klassifikation nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht: bei den Frühgeborenen von 1,2 % auf 4,2 % und bei den Reifgeborenen von 14,9 % auf 30,9 %); (bei einer Klassifikation nach dem Rohrer-Index: bei den Frühgeborenen von 1,0 % auf 2,1 % und bei den Reifgeborenen von 10,0 % auf 11,8 %).

## *Diskussion*

In dieser Arbeit werden Neugeborene nacheinander mit vier geburtsgewichtsbezogenen Indizes somatisch eingeteilt, um die Unterschiede dieser zu überprüfen und zu testen, welches am besten zur Beurteilung der Neugeborenen geeignet ist. Die Zuordnung der Neugeborenen in die Gruppen hypotroph, eutroph und hypertroph zeigt abhängig vom geburtsgewichtsbezogenen Index sehr unterschiedliche prozentuale Ergebnisse. Die besten Übereinstimmungen für alle Neugeborenen Gruppen gibt es zwischen dem Geburtsgewicht und dem längenbezogenen Geburtsgewicht.

Der Body-Mass-Index scheint als Körpermaßzahl weniger geeignet. Bei verschiedenen Körperhöhen und exakt gleichen Proportionen kann der BMI verschiedene Werte liefern, da er die individuell verschiedene Zusammensetzung des Körpergewichtes aus Fett- und Muskelgewebe naturgemäß nicht berücksichtigt. Der Potenzierungsvorgang im Nenner macht den Index unhandlich, ohne seine deskriptive Aussage zu erhöhen.

Für unproportioniert gewachsene Neugeborene (kleine und übergewichtige oder große und dünne) ist der BMI ungeeignet. Ein Neugeborenes, mit einer Körperhöhe von 46cm und einem Geburtsgewicht von 3000g hat ebenso wie eines mit einer Körperhöhe von 55cm und einem Geburtsgewicht von 4300g einen BMI von 14,2. Beide werden nach dem BMI der gleichen

somatischen Klassifikationsgruppe zugeordnet, bei einer Beurteilung nach dem Geburtsgewicht aber nicht.

Beim Rohrer-Index wird eine dem BMI vergleichbare Maßzahl berechnet. Er definiert das prozentuale Verhältnis des Körpergewichtes zum Würfel aus der Körperhöhe. Sowohl der Body-Mass-Index als auch der Rohrer-Index haben keine erkennbaren Vorteile gegenüber weniger komplexen Parametern, wie zum Beispiel dem einfachen Quotienten aus Geburtsgewicht und Geburtslänge des Kindes (Roemer et al. 1991).

Die Einteilung der Neugeborenen in hypotrophe, eutrophe und hypertrophe erfolgt gegenwärtig auf der Basis von an der Gesamtpopulation orientierten Geburtsgewichtspersentilen. Dabei wird völlig der mütterliche Phänotyp vernachlässigt. Das prägravid mütterliche Gewicht, abhängig vom Genotyp der Mutter, vom Ernährungszustand, vom Alter und von vielen sozialen Faktoren, ist ebenso eine entscheidende Einflussgröße für das Gewicht der Neugeborenen wie die mütterliche Körperhöhe. Die hohe Zahl von Fehldiagnosen zur Neugeborenen - Hypotrophie erfordert eine Differenzierung der Geburtsgewichtspersentilen zur somatischen Klassifikation unter Einbeziehung des mütterlichen Phänotyps. In den Tabellen 3 und 4 wird der Zusammenhang zwischen den mütterlichen somatischen Eigenschaften und denen ihrer Neugeborenen deutlich. Als Empfehlung kann eine differenziertere Unterteilung der Mütter in Konstitutionstypen gegeben werden, um so dem genetischen Einfluss auf ihre Neugeborenen gerecht zu werden.

Weiterhin zeigen die Ergebnisse in der Publikation **„Zur Variabilität der Frühgeborenenrate, des Geburtsgewichts und der somatischen Klassifikation bei Neugeborenen von Müttern mit gleichem Body-Mass-Index“** eindeutig, dass der Body-Mass-Index eine ungeeignete Kenngröße zur Charakterisierung neonataler Parameter, Neugeborenen-Somatometrie und Frühgeborenenrate, ist. Erst die Einbeziehung der mütterlichen Körperhöhe führt zu aussagekräftigen und wissenschaftlich verwertbaren Ergebnissen, um zukünftige Probleme im Zusammenhang mit der prädiktiven Modellierung von postnatalen Krankheits- und Entwicklungsprozessen, wie z.B. Wachstumsstudien, Prävention von Adipositas und metabolischem Syndrom, zu lösen. Unter diesem Gesichtspunkt der starken Prägung des Geburtsgewichtes der Neugeborenen vom Konstitutionstyp der Mütter ist eine Überarbeitung der Gewichtspersentilen für Neugeborene angezeigt. Diese neue somatische Klassifikation der Neugeborenen würde zu ganz anderen, aber metabolisch und epigenetische Vorgänge berücksichtigende, Makrosomieraten führen. Auch Schwangerschafts-, Geburts- und weitere

neonatale Risiken (Frühgeborenenraten) könnten, konstitutionell (phänotypisch) zugeordnet, neue pathogenetische, diagnostische, präventive oder therapeutische Ansatzpunkte bieten.

Auch der stark schädigende Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft konnte in der angefügten Publikation **„Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen“** nachgewiesen werden.

Die berechneten Wachstumsparameter Geburtsgewicht, Geburtslänge und Kopfumfang der Neugeborenen und die Quotienten Geburtsgewicht/Geburtslänge, Geburtsgewicht/Kopfumfang und Body-Mass-Index verringern sich monoton mit zunehmendem Nikotinkonsum im Bereich bis 0-20 Zigaretten pro Tag. Diese Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass eine Reduzierung des Nikotinkonsums in jedem Fall eine positive Auswirkung auf das Geburtsgewicht des Kindes hat. Deshalb ist schon jede Verringerung des Zigarettenkonsums während der Schwangerschaft dringend zu empfehlen.

Kombiniert wirken sich maternaler BMI und täglicher Zigarettenkonsum der Schwangeren auf die Klassifikation der Neugeborenen nach Schwangerschaftsdauer und längenbezogenem Geburtsgewicht aus. Mit anwachsender Intensität des Rauchens in der Schwangerschaft vergrößert sich die neonatale Hypotrophierate für das längenbezogene Geburtsgewicht in allen maternalen BMI-Kategorien. In der Publikation **„Somatische Klassifikationen von Neugeborenen nach längenbezogenem Geburtsgewicht und Rohrer-Index: Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen“** sind das längenbezogene Geburtsgewicht und der Rohrer-Index als Klassifikationsmaße ausgewählt worden, da hier die Geburtslänge in der ersten und dritten Potenz eingeht und etwaige Unterschiede zwischen diesen beiden in der Praxis gebräuchlichen Wachstumsindizes deutlich hervortreten sollten. Es konnte nachgewiesen werden, dass die somatische Klassifikation von Neugeborenen nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht die Auswirkungen von mütterlichem BMI und Rauchverhalten deutlicher zeigt als die somatische Klassifikation nach dem Rohrer-Index. Wäre das Ausmaß der Veränderung genau gleich, dann hätte das Rauchen auf einen Quotienten aus diesen beiden Parametern keine Auswirkung. Dies ist aber nicht der Fall. Das konnte in der Publikation **„Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen“**, die in dieser Arbeit enthalten ist, gezeigt werden. Die untersuchten Wachstumsindizes verändern sich mit dem mütterlichen Rauchen. Da die Geburtslänge mit unterschiedlicher Gewichtung in die Quotienten eingeht, das Geburtsgewicht aber immer in der ersten Potenz, fällt diese Veränderung unterschiedlich stark aus. Das längenbezogene Geburtsgewicht verändert sich stärker als der Rohrer-Index, die Klassifikation nach dem Rohrer-

Index ist weniger stark von Rauchen und BMI abhängig. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass sie weniger geeignet ist, den Einfluss dieser Parameter in der klinischen Praxis abzubilden.

### *Schlussfolgerungen*

Die Suche nach der besten Methode, nach dem besten geburtsgewichtsbezogenen Index konnte durch diese Arbeit nicht gelöst werden. Zu diesem Zeitpunkt kann ausgehend von diesen Erkenntnissen den Klinikern kein Klassifikationssystem als das Beste empfohlen werden.

Die Klassifikationsmaße Geburtsgewicht und längenbezogenes Geburtsgewicht können gleichwertig empfohlen werden. Der BMI und der Rohrer-Index sind eher ungünstige Klassifikationsmaße, das in allen Punkten des Abschnittes Ergebnisse nachgewiesen werden konnte.

Neugeborene mit identischem Geburtsgewicht von unterschiedlichen großen und schweren (bei Erstuntersuchung) Müttern können somatisch nicht gleich beurteilt werden.

Die Konstitutionstypen der Mütter müssen spezifischer beurteilt werden, um ihren Neugeborenen gerecht zu werden.

Ko-Faktoren, wie das Alter der Frauen, Vorerkrankungen, Anzahl vorausgegangener Geburten und Aborte, sozioökonomischer Status, väterlicher Phänotyp, die hier nicht berücksichtigt werden, spielen für den Entwicklungsstand des Neugeborenen eventuell auch eine Rolle.

Es existiert eine erhebliche Variabilität bezüglich perinataler Parameter bei Frauen mit dem gleichen BMI, aber unterschiedlichen Körperhöhen. Dies schränkt den Nutzen des BMI zur Vorhersage des perinatalen Outcome ein.

Weil das Rauchen einen „dosisabhängigen“ Effekt auf eine Reihe von Maßen des fetalen Wachstums ausübt, ist auch schon jede Verringerung des Zigarettenkonsums während der Schwangerschaft zu empfehlen.

Die somatische Klassifikation von Neugeborenen nach längenbezogenem Geburtsgewicht zeigt die Auswirkungen von mütterlichem BMI und Rauchen deutlicher als die somatische Klassifikation nach dem Rohrer-Index.

# On the Variability in Preterm Birth Rate, Birth Weight, and Somatic Classification among Neonates of Mothers with the Same Body Mass Index

## Zur Variabilität der Frühgeborenenrate, des Geburtsgewichts und der somatischen Klassifikation bei Neugeborenen von Müttern mit gleichem Body-Mass-Index

### Authors

H. Krentz<sup>1</sup>, M. Voigt<sup>2</sup>, F. Guthmann<sup>1</sup>, V. Hesse<sup>2</sup>, S. Straube<sup>3</sup>

### Affiliations

<sup>1</sup> Department of Neonatology, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany

<sup>2</sup> German Center for Growth, Development and Health Encouragement during Childhood and Youth, Berlin, Germany

<sup>3</sup> Department of Occupational, Social and Environmental Medicine, University Medical Center Göttingen, Göttingen, Germany

**Hintergrund und Fragestellung:** Mütterliche Körpergröße und -gewicht sind wichtige Determinanten des perinatalen Outcomes. Körpergröße und -gewicht können im Body-Mass-Index (BMI) zusammengefasst werden. Ziel dieser Arbeit war, die Geeignetheit des mütterlichen BMI bezüglich der Vorhersage des perinatalen Outcome zu untersuchen.

**Material und Methodik:** Aufgrund von Daten der deutschen Perinatalerhebung der Jahre 1995–2000 wurden Einlingsschwangerschaften von Frauen mit einem BMI von 18, 24 oder 30 untersucht. Frühgeborenenrate, Geburtsgewicht und die somatische Klassifikation der Neugeborenen als ‘small’, ‘appropriate’ oder ‘large for gestational age’ (SGA, AGA, LGA) wurden für Frauen mit Körperhöhen von 150 cm und 180 cm für jeden der 3 BMIs verglichen.

**Ergebnisse:** Für Frauen mit einem BMI von 18 (24; 30) und einer Körpergröße von 150 cm betrug die Frühgeborenenrate 13,9 % (9,1 %; 12,5 %); für Frauen mit dem gleichen BMI und einer Körpergröße von 180 cm war die Frühgeborenenrate 12,1 % (6,1 %; 4,4 %). Das Geburtsgewicht der Kinder von Frauen mit einem BMI von 18 (24; 30) und einer Körperhöhe von 150 cm betrug 2 889 g (3 170 g; 3 147 g); für Kinder von Frauen mit dem gleichen BMI und einer Körperhöhe von 180 cm war es 3 314 g (3 629 g; 3 753 g).

Die LGA-Rate war bei Kindern von Frauen mit einem BMI von 18 (24; 30) und einer Körperhöhe von 150 cm 2,1 % (5,2 %; 5,2 %); bei Kindern von Frauen mit dem gleichen BMI und einer Körperhöhe von 180 cm war sie 7,7 % (20,5 %; 27,7 %).

**Schlussfolgerungen:** Es existiert eine erhebliche Variabilität bezüglich perinataler Parameter bei Frauen mit dem gleichen BMI, aber unterschiedlichen Körperhöhen. Dies schränkt den Nutzen des BMI zur Vorhersage des perinatalen Outcome ein.

# Influence of Smoking during Pregnancy Specified as Cigarettes per Day on Neonatal Anthropometric Measurements – an Analysis of the German Perinatal Survey

## Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen – Analyse der Deutschen Perinatalerhebung

**Authors** H. Krentz<sup>1</sup>, M. Voigt<sup>2</sup>, V. Hesse<sup>2</sup>, F. Guthmann<sup>1</sup>, P. Wenzlaff<sup>3</sup>, S. Straube<sup>4</sup>

**Affiliations** <sup>1</sup> Department of Neonatology, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin  
<sup>2</sup> German Center for Growth, Development and Health Encouragement during Childhood and Youth, Berlin  
<sup>3</sup> Center for Quality and Management in Health Care, Hannover  
<sup>4</sup> Department of Occupational, Social and Environmental Medicine, University Medical Center Göttingen, Göttingen

**Hintergrund und Fragestellung:** Rauchen während der Schwangerschaft wirkt sich negativ auf das pränatale Wachstum aus. Wir untersuchten den Zusammenhang zwischen der Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten und den Körpermaßen der Neugeborenen.

**Material und Methodik:** Zur Verfügung standen Datensätze von 508926 Einlingsschwangerschaften (441409 mit Angaben zum mütterlichen Rauchverhalten) aus der Deutschen Perinatalerhebung der Jahre 1998–2000. Wir analysierten Geburtsgewicht, Geburtslänge und Kopfumfang sowie die neonatalen Wachstumsindizes Körpergewicht/Körperlänge, Körpergewicht/Kopfumfang, Body-Mass-Index und Körperlänge/Kopfumfang. Die Neugeborenen von Nichtraucherinnen wurden mit denen von Frauen verglichen, die 1–5, 6–10, 11–15, 16–20, 21–25, 26–30 oder > 30 Zigaretten pro Tag rauchten (ANOVA, Post-Hoc-Tests nach Bonferroni). Die Analysen wurden für die gesamte Studienpopulation durchgeführt und auch für eine Auswahl (Geburten nach 37–41 vollendeten Schwangerschaftswochen durch Frauen mit einer Körperhöhe  $\geq 157$  cm und einem Gewicht  $\geq 54$  kg), um Confounding zu minimieren.

**Ergebnisse:** Die Analysen von Geburtsgewicht, Geburtslänge, Kopfumfang, Gewicht/Länge, Gewicht/Kopfumfang und Body-Mass-Index ergaben hoch signifikante Verringerungen ( $p < 0,001$ ) für alle Raucherinnengruppen verglichen mit den Nichtraucherinnen. Diese Wachstumsparameter verringerten sich monoton mit zunehmendem Tabakkonsum im Bereich 0–20 Zigaretten pro Tag. Für mehr als 20 Zigaretten pro Tag war die „Dosisabhängigkeit“ weniger überzeugend, aber die Gruppengrößen waren relativ gering. Der Wachstumsparameter Länge/Kopfumfang war nicht geeignet, einen „dosisabhängigen“ Effekt des Rauchens zu zeigen.

**Schlussfolgerungen:** Weil das Rauchen einen „dosisabhängigen“ Effekt auf eine Reihe von Maßen des fetalen Wachstums ausübt, ist auch schon jede Verringerung des Zigarettenkonsums während der Schwangerschaft zu empfehlen.

# Somatic Classification of neonates based on weight-for-length and Rohrer's Ponderal Index: Effects of maternal Body Mass Index and Smoking

## Somatische Klassifikationen von Neugeborenen nach längenbezogenem Geburtsgewicht und Rohrer-Index: Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen

**Authors** H. Krentz <sup>1</sup>, M. Voigt <sup>1,2</sup>, V. Hesse <sup>2</sup>, F. Guthmann <sup>1</sup>, U. Wittwer-Backofen <sup>3</sup>, S. Straube <sup>4</sup>

**Affiliations** <sup>1</sup> Department of Neonatology, Charité Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Germany  
<sup>2</sup> German Center for Growth, Development and Health Encouragement during Childhood and Youth, Berlin, Germany  
<sup>3</sup> Department of Anthropology, University of Freiburg, Freiburg, Germany  
<sup>4</sup> Department of Occupational, Social and Environmental Medicine, University Medical Center Göttingen, Göttingen, Germany

**Hintergrund und Fragestellung:** Mütterliches Rauchen und Body-Mass-Index (BMI) beeinflussen die somatischen Klassifikationen von Neugeborenen nach Geburtsgewicht, -länge und -kopfumfang. Hier untersuchen wir die somatischen Klassifikationen nach längenbezogenem Geburtsgewicht und Rohrer-Index.

**Material und Methodik:** Neugeborene Einlinge (n=433.643; Daten der deutschen Perinatalerhebung von 1998-2000) wurden aufgrund der 10. und 90. Populationsperzentile des längenbezogenen Geburtsgewichts (Gewicht/Länge) und des Rohrer-Indexes (Gewicht/Länge<sup>3</sup>) als „small“, „appropriate“ oder „large for gestational age“ (SGA, AGA, LGA) klassifiziert. Mütterlicher BMI wurde als untergewichtig (<18,5kg/m<sup>2</sup>), normalgewichtig (18,5–24,99kg/m<sup>2</sup>), übergewichtig (25,0–29,99kg/m<sup>2</sup>) oder adipös (≥30kg/m<sup>2</sup>) klassifiziert. Rauchen während der Schwangerschaft wurde kategorisiert als 0, 1–7, 8–14 oder ≥15 Zigaretten pro Tag. Die somatische Klassifikation wurde zwischen den verschiedenen Müttergruppen, die nach BMI und Rauchverhalten gebildet wurden, verglichen.

**Ergebnisse:** Bei der Klassifikation nach längenbezogenem Geburtsgewicht war die SGA-Rate höher bei untergewichtigen Frauen (16,3%) und geringer bei übergewichtigen (7,5%) und adipösen Frauen (7,0%) im Vergleich zur normalgewichtigen Referenzpopulation (9,9%; alle Angaben für Nichtraucherinnen).

Weiterhin nahmen die SGA-Raten mit steigendem Zigarettenkonsum zu. Die Kombination von einem Zigarettenkonsum von ≥15 Zigaretten pro Tag und Untergewichtigkeit war mit einer sehr hohen SGA-Rate von 35,7% assoziiert. Die Klassifikation der Neugeborenen nach dem Rohrer-Index ergab qualitativ ähnliche aber geringere Veränderungen: ein Zigarettenkonsum von ≥15 Zigaretten pro Tag und Untergewichtigkeit war hier mit einer SGA-Rate von 14,4% verbunden.

**Schlussfolgerungen:** Die somatische Klassifikation von Neugeborenen nach längenbezogenem Geburtsgewicht zeigt die Auswirkungen von mütterlichem BMI und Rauchen deutlicher als die somatische Klassifikation nach dem Rohrer-Index.

## 6. Literatur

- 1 Adomßent S, Sadenwasser W. Einfluss von Körpermaßen der Eltern und der Parität auf das Gewicht Neugeborener. Zentralbl Gynäkol (1986), 108: 26-35
- 2 Beck E, Bittl A, Koller S, Merkle E, Katalinic A, Jäger W, Lang N. Erfassung der fetalen Retardierung mittels Ponderal Index und Gewichtsperzentilen. Geburtsh Frauenheilk (1999), 59: 62-69
- 3 Beyreiss K, Hoepffner W, Holtorff J, Krause W, Rautenbach M, Röse I, Rogner G. Das intrauterin-retardierte Neugeborene. Übersicht und Empfehlungen der Gesellschaft für perinatale Medizin der DDR. Z ärztl Fortbildung (1973), 67: 431-440, 481-487
- 4 Chan A, Keane RJ, Robinson JS. The contribution of maternal smoking to preterm birth, small for gestational age and low birthweight among Aboriginal and non-Aboriginal births in South Australia. Med J Aust 2001; 174: 389-393
- 5 Cnattingius S, Lambe M: Trends in smoking and overweight during pregnancy: prevalence, risks of pregnancy complications, and adverse pregnancy outcomes. Semin Perinatol (2002): 286 – 295
- 6 Dunn PM. The search for perinatal definitions and standards. Acta Paediatr. Scand. Suppl. (1985), 319:7
- 7 Eggers H, Wigger M. Zur Klassifikation von Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht. Wiss Zeitschr der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock (1976), 25: 11-16
- 8 Heller K, Jähig K. Klassifikationsmöglichkeiten von Neugeborenen nach Entwicklungskriterien. Z.ärztl Fortbild (1975), 69: 564-572
- 9 Johnson D, Scholz C. Anthropometrische Methoden zur Ermittlung und Beurteilung des Ernährungszustandes des Menschen. Wiss Zeitschr der Humboldt-Univ. Berlin, Med. Reihe (1989); 38: 218-226
- 10 Kramer MS. Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. Bull World Health Organ 1987; 65: 663-737
- 11 Krentz H. Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin. Band 1: Beschreibende Statistische Analysen, Band 2: Schließende Statistische Analysen, Band 3: Grafische Darstellung statistischer Kennwerte, Shaker Verlag (2008, 2009)
- 12 Kyank H, Kruse HJ, Adomßent S, Herre HD, Plesse R, Löscher H. Ergebnisse einer Normalwerterhebung an Neugeborenen in der DDR. II. Mitteilung: Kopfumfang, biparietaler und fronto-okzipitaler Kopfdurchmesser. Zentralbl Gynäkol. (1975), 97: 897-904
- 13 Kyank H, Kruse HJ, Adomßent S, Plesse R. Standardwerte für Geburtsgewichte und Geburtslängen von Neugeborenen der DDR. Zentralbl Gynäkol. (1977), 99: 461-465

- 14 Link G. Dritte Welt- Teufelskreis aus Armut und Unterernährung. Pädiatrie hautnah (2000), 12:519-522
- 15 Lubchenco LO, Hansemann C, Dressler M, Boyd E. Intrauterine growth as estimated from liveborn birthweight data at 24 to 42 weeks of gestation. Pediatrics (1963), 32: 793-801
- 16 Matsubara F, Kida M, Tamakoshi A et al. Maternal active and passive smoking and fetal growth: A prospective study in Nagoya, Japan. J Epidemiol 2000; 10: 335-343
- 17 Miller EC. Beurteilung des somatischen Status des Neugeborenen. Z.ärztl. Fortbild. (1982), 76: 983-987
- 18 Miller EC. Gewichts-Längen-Beziehung Neugeborener. Eine neue Methode zur somatischen Beurteilung-Standardwerte. Geburtsh Frauenheilk (1984), 44: 205-218
- 19 Richter Th, Lietz R, Beyreiß K. Gewichts- und Längenentwicklung ehemals hypotroph geborener Kinder in Abhängigkeit vom Schweregrad der intrauterinen Retardierung Kinderärztl. Praxis (1991), 59: 341-345
- 20 Roemer VM, Kieback DG, Bühler K, Kähling U. Gestationsalter und Geburtsgewicht. 3. Mitteilung: Ponderal- Index, fetaler Säure-Basen-Haushalt und Hypotrophie. Z. Geburtsh. U. Perinat. (1991), 195: 239-249
- 21 Rohrer F. Der Index der Körperfülle als Maß des Ernährungszustandes. Münch. Med. Wschr. (1921), 68: 580-582
- 22 Sachs L. Angewandte Statistik, 11. Auflage. Springer Verlag (2003)
- 23 Schumann E. Vergleich des Einflusses von vorausgegangenen Aborten und Abbrüchen bei Erstgebärenden auf das mittlere Geburtsgewicht, den Anteil Neugeborener mit niedrigem Geburtsgewicht und die Frühgeborenenrate . Inaugural-Dissertation, Humboldt-Universität Berlin (2004)
- 24 Sterky G. Swedish standard curves for intrauterine growth. Pediatrics (1970), 46: 7-8
- 25 Usher R, McLean F. Intrauterine growth of liveborn caucasian infants at sea level. Standards obtained from measurements in 7 dimensions of infants born between 25 and 44 weeks gestation. J Pediatr. (1964), 74: 901
- 26 Voigt M. Untersuchungen und Vorschläge zur Verbesserung der Klassifikation des somatischen Entwicklungsstandes Neugeborener unter besonderer Berücksichtigung des Geburtsgewichtes. Habilitationsschrift an der Universität Potsdam (1994)
- 27 Voigt M, Briese V, Jorch G, Henrich W, Schneider KTM, Straube S. The influence of smoking during pregnancy on fetal growth. Considering daily cigarette consumption and the SGA Rate according to length of gestation. Z Geburtsh Neonatol (2009), 213: 1-7

- 28 Voigt M, Eggers H. Neugeborenen-Perzentilwerte für die DDR-1985. I. Mitteilung: Geburtsgewichts- und Längenperzentilwerte. Zentralbl Gynäkol. (1988), 110: 927-943
- 29 Voigt M, Friese K, Schneider KTM, Jorch G, Hesse V. Kurzmitteilung zu den Perzentilwerten für die Körpermaße Neugeborener. Geburtsh Frauenklinik (2002), 62: 274-276
- 30 Voigt M, Fusch C, Olbertz D, Carstensen M, Brüning A, Hartmann K, Hesse V. Analyse des Neugeborenenkollektivs der Bundesrepublik Deutschland. 10. Mitteilung: Zum Anstieg der SGA-Neugeborenenrate durch das Rauchen der Mütter in der Schwangerschaft und Risikostruktur von „starken Raucherinnen“. Geburtsh Frauenheilk (2006), 66: 270-276
- 31 Voigt M, Fusch C, Olbertz D, Hartmann K, Rochow N, Renken C, Schneider KTM. Analyse des Neugeborenenkollektivs der Bundesrepublik Deutschland. 12. Mitteilung: Vorstellung engmaschiger Perzentilwerte (-kurven) für die Körpermaße Neugeborener. Geburtsh Frauenheilk (2006), 66: 956-970
- 32 Voigt M, Fusch C, Schneider KTM, Hesse V. SGA-Syndrom – Interdisziplinärer Workshop. Zur Berücksichtigung von Körperhöhe und Körpergewicht der Mutter bei der Klassifikation der Neugeborenen nach Schwangerschaftsdauer und Gewicht. Jonas Verlag (2003), 17: 128-140
- 33 Voigt M, Jähig K, Fusch C, Olbertz D, Schneider KTM, Krentz H. Analyse des Neugeborenenkollektivs der Bundesrepublik Deutschland. 14. Mitteilung: Beurteilung Neugeborener nach Kriterien ihrer somatischen Entwicklung – Häufigkeitsverteilung unter Berücksichtigung verschiedener gewichtsbezogener Masseindizes. Geburtsh Frauenheilk (2007), 67: 256-260
- 34 Voigt M, Rochow N, Hesse V, Olbertz D, Schneider KTM, Jorch G. Kurzmitteilung zu den Perzentilwerten für die Körpermaße der Neugeborenen. Geburtsh Neonatol (2010), 214: 24-29
- 35 Voigt M, Rochow N, Jähig K, Straube S, Hufnagel S, Jorch G. Dependence of neonatal small and large for gestational age rates on maternal height and weight – an analysis of the German Perinatal Survey. J. Perinat. Med. (2010), 38: 425-430
- 36 Voigt M, Roemer VM, Fusch Chr, Wenzlaff P, Hesse V, Krentz H. Methodische Aspekte der Berechnung von Normwertkurven am Beispiel des Geburtsgewichtes. Geburtsh Frauenheilk (2005), 65: 279-283
- 37 Voigt M, Schneider KTM, Brinks H, Fusch C, Hartmann K, Wittwer-Backofen U, Hesse V. Analyse des Neugeborenenkollektivs der Bundesrepublik Deutschland. 11. Mitteilung: Unterschiede im somatischen Entwicklungsstand Neugeborener unter Berücksichtigung des Herkunftslandes der Mütter. Geburtsh Frauenheilk (2006), 66: 391-399
- 38 Voigt M, Schneider KTM, Jähig K. Analyse des Geburtsgutes des Jahrgangs 1992 der Bundesrepublik Deutschland. Teil1: Neue Perzentilwerte für die Körpermaße von Neugeborenen. Geburtsh Frauenheilk (1996), 56: 550-558

- 39 Voigt M, Schneider KTM, Jährig K. Analyse des Geburtsgutes des Jahrgangs 1992 der Bundesrepublik Deutschland. Teil2: Mehrdimensionale Zusammenhänge zwischen Alter, Körpergewicht und Körperhöhe der Mutter und dem Geburtsgewicht. *Geburtsh Frauenheilk* (1996), 56: 550-558
- 40 Voigt M, Zels K, Guthmann F, Hesse V, Görlich Y, Straube S. Somatic clasification of neonates based on birth weight, length, and head circumference: quantification of the effects of maternal BMI and smoking. *J. Perinat. Med.* (2011) 39: 291-297
- 41 Voigt M, Zwahr C, Schneider KTM, Friese K, Hesse V, Golletz K. Analyse des Geburtsgutes des Jahrgangs 1992 der Bundesrepublik Deutschland, 4. Mitteilung. Die Klassifikation von Neugeborenen unter Berücksichtigung von Gestationsdauer und Geburtsgewicht als Voraussetzung für eine kritische Analyse der Kinder bis 2499g. *Geburtsh Frauenheilk* (2000), 60: 90-94
- 42 Weller U. Entwicklung von Standardkurven für Gewicht, Körperlänge und Kopfumfang für westfälische Neugeborene. Dissertation Universität Münster (1992)
- 43 Weller U, Jorch G. Aktuelle Perzentilkurven für Körpergewicht, Körperlänge und Kopfumfang von Neugeborenen ab 25 SSW. *Moatsschr Kinderheilkd* (1993), 141: 665-669
- 44 World Health Organization. 9th Revision of the ICD. Capter XV: WHO (1971)
- 45 Wulf KH. Frühgeburt und Grenzen. Klinik der Frauenheilkunde und Geburtshilfe Bd 7. München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg (1997)
- 46 Zwahr C, Zwahr B, Voigt M. Praktische Erfahrungen mit der Klassifikation von Neugeborenen unter Berücksichtigung von Gestationsdauer und Geburtsgewicht. *Zbl Gynäkol.* (1982), 194: 1421-1429

**Zusätzlich verwendete Literatur für die publizierten Forschungsergebnisse dieser Arbeit:**

- 47 Alanis M C, Goodnight W H, Hill E G et al. Maternal super-obesity (body mass index  $\geq$  50) and adverse pregnancy outcomes. *Acta Obstet Gynecol Scand* (2010), 89: 924–930
- 48 Bai J, Wong FW, Gyaneshwar R et al. Profile of maternal smokers and their pregnancy outcomes in south western Sydney. *J Obstet Gynaecol Res* (2000), 26: 127–132
- 49 Bernstein IM, Mongeon JA, Badger GJ et al. Maternal smoking and its association with birth weight. *Obstet Gynecol* (2005), 106: 986–991
- 50 Bhattacharya S, Campbell D M, Liston W A et al. Effect of body mass index on pregnancy outcomes in nulliparous women delivering singleton babies. *BMC Public Health* (2007), 7: 168
- 51 Briese V, Voigt M, Straube S. *Obesity and Pregnancy*. New York: Nova Science Publishers (2010)

- 52 Briese V, Voigt M, Wisser J et al. Risks of pregnancy and birth in obese primiparous women: an analysis of German perinatal statistics. *Arch Gynecol Obstet* (2011), 283: 249–253
- 53 Chiolero A, Bovet P, Paccaud F. Association between maternal smoking and low birth weight in Switzerland: the EDEN study. *Swiss MedWkly* (2005), 135: 525–530
- 54 Cliver SP, Goldenberg RL, Cutter GR et al. The effect of cigarette smoking on neonatal anthropometric measurements. *Obstet Gynecol* (1995), 85: 625–630
- 55 Danielsson J, de Boer M, Petermann F et al. Nikotinexposition in der Schwangerschaft – Auswirkungen auf die kognitive Entwicklung im Kindergartenalter. *Geburtsh Frauenheilk* (2009), 69: 692–697
- 56 England LJ, Kendrick JS, Gargiullo PM et al. Measures of maternal tobacco exposure and infant birth weight at term. *Am J Epidemiol* (2001), 153: 954–960
- 57 England LJ, Kendrick JS, Wilson HG et al. Effects of smoking reduction during pregnancy on the birth weight of term infants. *Am J Epidemiol* (2001), 154: 694–701
- 58 Ingvarsson RF, Bjarnason AO, Dagbjartsson A et al. The effects of smoking in pregnancy on factors influencing fetal growth. *Acta Paediatr* (2007), 96: 383–386
- 59 Kallen K. Maternal smoking during pregnancy and infant head circumference at birth. *Early Hum Dev* (2000), 58: 197–204
- 60 Kallen K. The impact of maternal smoking during pregnancy on delivery outcome. *Eur J Public Health* (2001), 11: 329–333
- 61 Lindley AA, Becker S, Gray RH et al. Effect of continuing or stopping smoking during pregnancy on infant birth weight, crown-heel length, head circumference, ponderal index, and brain: body weight ratio. *Am J Epidemiol* (2000), 152: 219–225
- 62 Lindley AA, Gray RH, Herman AA et al. Maternal cigarette smoking during pregnancy and infant ponderal index at birth in the Swedish Medical Birth Register, 1991–1992. *Am J Public Health* (2000), 90: 420–423
- 63 Lumley J, Chamberlain C, Dowswell T et al. Interventions for promoting smoking cessation during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* (2009), 3: CD001055
- 64 Moore ML, Zaccaro DJ. Cigarette smoking, low birth weight, and preterm births in low-income African American women. *J Perinatol* (2000), 20: 176–180
- 65 Okah FA, Cai J, Hoff GL. Term-gestation low birth weight and healthcompromising behaviors during pregnancy. *Obstet Gynecol* (2005), 105: 543–550
- 66 Olbertz D, Voigt M, Straube S et al. Beziehungen zwischen Apgar-Benotungen, Schwangerschaftsdauer, Geburtsgewicht und somatischer Klassifikation der Neugeborenen. 17. Mitteilung: Analyse des Neugeborenenkollektivs der Jahre 1998–2000 aus 8 Bundesländern Deutschlands. *Geburtsh Frauenheilk* (2009), 69: 525–532

- 67 Raatikainen K, Huurinainen P, Heinonen S. Smoking in early gestation or through pregnancy: a decision crucial to pregnancy outcome. *Prev Med* (2007), 44: 59–63
- 68 Rasmussen K M, Yaktine A L. ( eds. ). Committee to Reexamine IOM Pregnancy Weight Guidelines; Institute of Medicine; National Research Council Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines. Washington DC : National Academies Press (2009)
- 69 Roquer JM, Figueras J, Botet F et al. Influence on fetal growth of exposure to tobacco smoke during pregnancy. *Acta Paediatr* (1995), 84: 118–121
- 70 Straube S, Voigt M, Hesse V et al. Comparison of anthropometric characteristics of German-born vs. Asian-born mothers and their neonates – an analysis of the German Perinatal Survey (19 th Communication). *Geburtsh Frauenheilk* (2010), 70: 472–477
- 71 Straube S, Voigt M, Jorch G et al. Investigation of the association of Apgar score with maternal socio-economic and biological factors: an analysis of German perinatal statistics. *Arch Gynecol Obstet* (2010), 282: 135–141
- 72 Vik T, Jacobsen G, Vatten L et al. Pre- and post-natal growth in children of women who smoked in pregnancy. *Early Hum Dev* (1996), 45: 245–255
- 73 Voigt M, Briese V, Pietzner V et al. Evaluierung von mütterlichen Merkmalen als Risikofaktoren für Frühgeburtlichkeit (Einzel- und Kombinationswirkung). *Z Geburtsh Neonatol* (2009), 213: 138–146
- 74 Voigt M, Fusch C, Hesse V et al. Zigaretten und Schwangerschaft. Available from: Landeskoordinierungsstelle für Suchtvorbeugung M–V, Voßstraße 15 a, 19053 Schwerin, Germany
- 75 Voigt M, Hermanussen M, Wittwer-Backofen U et al. Sex-specific differences in birth weight due to maternal smoking during pregnancy. *Eur J Pediatr* (2006), 165: 757–761
- 76 Voigt M, Jorch G, Briese V et al. The combined effect of maternal body mass index and smoking status on perinatal outcomes – an analysis of German perinatal survey. *Z Geburtsh Neonatol* (2011), 215: 23–28
- 77 Voigt M, Straube S, Fusch C et al. Erhöhung der Frühgeborenenrate durch Rauchen in der Schwangerschaft und daraus resultierende Kosten für die Perinatalmedizin in Deutschland. *Z Geburtshilfe Neonatol* (2007), 211: 204–210
- 78 Voigt M, Straube S, Olbertz D et al. Beziehungen zwischen Körpergewicht, Körperhöhe, Body-Mass-Index und der Gewichtszunahme von Frauen in der Schwangerschaft. *Z Geburtsh Neonatol* (2007), 211: 147–152
- 79 Voigt M, Straube S, Schmidt P et al. Vorstellung von Normwerten der Gewichtszunahme in der Schwangerschaft (20–43 vollendete Schwangerschaftswochen) unter Berücksichtigung von Körperhöhe und Körpergewicht der Frauen. *Z Geburtsh Neonatol* (2007), 211: 191–203

80 Voigt M, Straube S, Zygmunt M et al. Obesity and pregnancy – a risk profile. *Z Geburtshilfe Neonatol* (2008), 212: 201–205

81 Voigt M, Zygmunt M, Henrich W et al. Analysis of subgroup of pregnant women in Germany. 16 th communication: morbid obesity: pregnancy risks, birth risks and status of the newborn . *Geburtsh Frauenheilk* (2008), 68: 794–800

82 Wang X, Zuckerman B, Pearson C et al. Maternal cigarette smoking, metabolic gene polymorphism, and infant birth weight. *JAMA* (2002), 287: 195–202

83 Zaren B, Lindmark G, Gebre-Medhin M. Maternal smoking and body composition of the newborn. *Acta Paediatr* (1996), 85: 213–219

84 Zels K, Voigt M, Hesse V et al. Somatischer Entwicklungsstand der Neugeborenen. Einfluss von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen während der Schwangerschaft. Göttingen: Cuvillier Verlag (2010)

## 7. Publierte Forschungsergebnisse dieser Arbeit

Publikationen (Die Druckexemplare sind am Ende dieser Arbeit.)

1. Krentz H, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S  
**On the Variability in Preterm Birth Rate, Birth Weight, and Somatic Classification among Neonates of Mothers with Same Body Mass Index**  
Z Geburtsh Neonatol (2011); 215: 163-166
2. Krentz H, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wenzlaff P, Straube S  
**Influence of Smoking during Pregnancy Specified as Cigarettes per day on Neonatal Anthropometric Measurements – an Analysis of the German Perinatal Survey**  
Geburtsh Frauenheilk (2011); 71: 663-668
3. Krentz H, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wittwer-Backofen U, Straube S  
**Somatic Classifications of Neonates based on weight-for-length and Rohrer's Ponderal Index: Effects of maternal BMI and smoking**  
Geburtsh Frauenheilk (2011); 71: 973-978

Poster

1. Krentz H, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S  
**Zur Variabilität der Frühgeborenenrate, des Geburtsgewichts und der somatischen Klassifikation bei Neugeborenen von Müttern mit gleichem Body-Mass-Index,**  
25. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin der Deutschen Gesellschaft für Perinatale Medizin, ICC Berlin, 1.-3.12.2011
2. Krentz H, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wenzlaff P, Straube S  
**Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen,**  
25. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin der Deutschen Gesellschaft für Perinatale Medizin, ICC Berlin, 1.-3.12.2011
3. Krentz H, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S  
**Klassifikation Neugeborener nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht – Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen,**  
25. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin der Deutschen Gesellschaft für Perinatale Medizin, ICC Berlin, 1.-3.12.2011

## 8. Anteilserklärung

Frau Helga Krentz hatte folgende Anteile an den vorgelegten Publikationen:

**Publikation 1:** **Krentz H, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S**  
**On the Variability in Preterm Birth Rate, Birth Weight, and Somatic Classification among Neonates of Mothers with the Same Body Mass Index.**  
Geburtshilfe Neonatol; Vol: 215 (04); p. 163-166/201108 (Aug 2011)

80 Prozent:

Frau Krentz hat das Thema der Publikation selbstständig ausgewählt, war für das Design verantwortlich und verfasste das Manuskript eigenständig. Sie führte die statistischen Analysen der Daten mit SPSS Version 15 durch und fertigte die Grafiken und die Tabelle selbst an.

**Publikation 2:** **Krentz H, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wenzlaff P, Straube S**  
**Influence of Smoking during Pregnancy Specified as Cigarettes per Day on Neonatal Anthropometric Measurements – an Analysis of the German Perinatal Survey**  
Geburtsh Frauenheilk (Sept 2011); 71: 663-668

75 Prozent:

Frau Krentz war für das Design dieser Publikation verantwortlich und verfasste das Manuskript überwiegend selbstständig. Sie führte die statistischen Analysen der Daten mit SPSS Version 15 durch und fertigte die Abbildungen selbst an.

**Publikation 3:** **Krentz H, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wittwer-Backofen U, Straube S**  
**Somatic Classifications of Neonates based on weight-for-length and Rohrer's Ponderal Index: Effects of maternal BMI and smoking**  
Geburtsh Frauenheilk (2011); 71: 973-978

75 Prozent:

Frau Krentz war für das Design dieser Publikation verantwortlich und verfasste das Manuskript überwiegend eigenständig. Sie führte die statistischen Analysen der Daten mit SPSS Version 15 durch und fertigte die Tabellen selbst an.

Berlin, im August 2012

---

Helga Krentz  
(Promovendin)

---

Priv. Doz. Dr. med. Florian Guthmann  
(betreuender Hochschullehrer)

## **9. Tabellarischer Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Berlin, im August 2012

Helga Krentz

## 10. Publikationsliste

1. Olandt H, **Krentz H**  
**Patientenzufriedenheit – subjektive Qualitätswahrnehmung der Patienten und Erfolgsfaktor für Kliniken**  
Gesundheitswesen 60 (1998) 721 - 728
2. **Krentz H**, Olandt H  
**Zufriedenheit mit Klinik steigt im Alter**  
AOK – Forum – Gesundheit und Gesellschaft, 12/1999, 2.Jahrgang, S. 20-21
3. **Krentz H**, Olandt H, Gierl L  
**Patientenzufriedenheitsuntersuchungen – Methoden und empirische Ergebnisse am Klinikum Rostock**  
44. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie 1999
4. Gerber B, Krause A, Müller H, Reimer T, Richter D, **Krentz H**, Friese K  
**New prognostic factors as predictors of axillary lymph nodes involvement in small primary breast cancer .**  
35. ASCO-Meeting, Atlanta GA, USA, 15.-18.5.1999
5. Hasse S, Dörp E, Hortian B, Kraeft K, **Krentz H**  
**Ist das Schlafapnoesyndrom ein Teilaspekt des Metabolischen Syndroms?**  
Deutscher Schlafkongreß, Norderney, Oktober 2000
6. **Krentz H**, Olandt H  
**Messung der Qualitätswahrnehmung von Patienten mit teilleistungsbezogenem Ansatz**  
Gesundheitswesen 2001; 63: 530-535
7. **Krentz H**, Olandt H  
**Teilleistungsbezogene Messung der Qualitätswahrnehmung von Patienten**  
Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften, 9.Jg., 2001, H. 4, 322-330
8. Pawlowski P, Voigt M, Olbertz D, Queißer-Luft A, Renz I, **Krentz H**  
**Fehlbildungserfassung im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern - Erste Ergebnisse aus dem Jahr 2002**  
7th European Symposium on the Prevention of Congenital Anomalies,  
Heidelberg 30.Mai 2003
9. Schittkowski M, Hucks-Sievers S, **Krentz H**, Guthoff R  
**Messgenauigkeit des Autorefraktometers Power Refractor in der klinischen Praxis**  
Meeting Abstract - 2003
10. Gufler H, Eichner G, Grossmann A, **Krentz H**, Schulze CG, Sauer S, Grau G  
**Differentiation of adrenal adenomas from metastases with unenhanced computed tomography.**  
Journal of computer assisted tomography; VOL: 28 (6); p. 818-22 / Nov-Dec 2004  
JID: 7703942 ISSN: 0363-8715

11. Voigt M, Koepcke Ch, **Krentz H**  
**Gibt es einen geschlechtsspezifischen Unterschied beim Geburtsgewicht Neugeborener, wenn ihre Mütter rauchen?**  
120. Tagung der Norddeutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe  
Rostock-Warnemünde, Mai 2004
12. Voigt M, Roemer VM, Fusch C, Wenzlaff P, Hesse V, **Krentz H**  
**Methodische Aspekte der Berechnung von Normwertkurven am Beispiel des Geburtsgewichtes**  
German Journal of Obstetrics and Gynecology (Geburtshilfe und Frauenheilkunde); VOL: 65 (3); p.279-283 / März 2005  
ISSN: 0016-5751
13. Koczan D, Guthke R, Thiesen HJ, Ibrahim SM, Kundt G, **Krentz H**, Gross G, Kunz M  
**Gene expression profiling of peripheral blood mononuclear leukocytes from psoriasis patients identifies new immune regulatory molecules**  
European Journal of Dermatology 15 (4); pp. 251-257 / Jul-Aug 2005  
JID: 9206420  
ISSN: 1167-1122
14. Schäfer HM, **Krentz H**, Harloff R  
**Berufszufriedenheit von Allgemeinärzten in Deutschland und Frankreich – eine vergleichende Untersuchung in 3 Großstädten**  
Zeitschrift für Allgemeinmedizin; VOL: 81 (7); p.284-288 / Juli 2005  
ISSN: 1433-6251
15. Schittkowski M, Hucks-Sievers S, **Krentz H**, Guthoff R  
**Messgenauigkeit des Autorefraktometers Power-Refractor in der klinischen Praxis – eine vergleichende Studie**  
Klinisches Monatsblatt Augenheilkunde; 222 (12); p.983-992/ Dez 2005  
PMID: 16380885
16. **Krentz H**, Voigt M, Fusch C  
**Übereinstimmung unterschiedlicher somatischer Klassifikationssysteme bei Neugeborenen**  
Meeting Abstract – 50.Jahrestagung der GMDS / Sep 2005
17. Gloger D, Altrichter J, v. Stein S, **Krentz H**, Kiefel V  
**Collection of granulocytes using HES 200/0.5 6% and COBE spectra(TM): Comparison of different donor pre-treatments**  
Vortrag und Poster; 38. Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Transfusionsmedizin und Immunhämatologie / Sep 2005
18. Voigt M, **Krentz H**, Fusch C, Olbertz D, Schneider KTM, Hesse V  
**Übereinstimmung unterschiedlicher somatischer Klassifikationssysteme bei Neugeborenen**  
Meeting Abstract – Perinatal Kongress / Jun 2005

19. Voigt M, Roemer VM, Fusch C, Wenzlaff P, Hesse V, **Krentz H**  
**Methodische Aspekte der Berechnung von Normwertkurven am Beispiel des Geburtsgewichtes.**  
 Geburtsh Frauenheilk (2005), 65:279-283
20. Voigt M, Fusch C, Hesse V, **Krentz H**  
**Häufigkeitsverteilung Neugeborener bei unterschiedlichen somatischen Klassifikationskriterien**  
 Meeting Abstract – 4. SGA-Syndrom Workshop, Homburg / Saar / Februar 2006
21. Schäd SG, **Krentz H**, Gross GE  
**Behandlung aktinischer Kreatosen bei 20 Patienten mit Diclofenac-Natrium 3% Gel (Solaraze®)**  
 Meeting Abstract - Tagung der Arbeitsgemeinschaft dermatologische Onkologie 2006
22. Schäd SG, Dethloff B, **Krentz H**, Gross GE  
**Evaluation of T cell immunity in peripheral blood of herpes simplex virus (HSV) I-seronegative, HSV I-silent infected, and HSV I-recurrent infected individuals**  
 International herpes management forum Meeting Oktober 2006 Prag
23. Ruck S, Knopp A, **Krentz H**, Jost K, Hilgendorf I, Kahl C, Wolff D, Leithauser M, Casper J, Freund M, Junghanss C  
**Outcome of allogeneic hematopoietic stem cell transplantation compared to intensive chemotherapy in acute myelogenous leukemia according to cytogenetic risk groups – a matched pairs analysis.**  
 DGHO (Deutsche Gesellschaft für Hämatologie und Onkologie)  
 Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaft für Hämatologie und Onkologie, Leipzig November 2006  
 Abstracts werden in einem Supplementum der Zeitschrift „Onkologie“ des Karger Verlages publiziert.
24. Rabe J, **Krentz H**, Leithauser M, Jost K, Hilgendorf I, Kahl C, Casper J, Freund M, Junghanss C  
**Outcome of 55 cancer patients with CNS involvement – a retrospective analyses. Klinischer Verlauf von 55 Tumorpatienten mit ZNS-Befall- eine retrospective Analyse.**  
 DGHO (Deutsche Gesellschaft für Hämatologie und Onkologie)  
 Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen, Österreichischen und Schweizerischen Gesellschaft für Hämatologie und Onkologie Leipzig November 2006  
 Abstracts werden in einem Supplementum der Zeitschrift „Onkologie“ des Karger Verlages publiziert.
25. Schäfer HM, Becker A, **Krentz H**, Reisinger E  
**Wie zufrieden sind Hausärzte im Nordosten Deutschlands mit ihrem Beruf? - eine Studie zur Berufszufriedenheit von Allgemeinärzten in Mecklenburg-Vorpommern- Are General Practitioners in the North-east of Germany content with what they are doing? Professional Satisfaction of General Practitioners in Mecklenburg-Vorpommern (North-east of Germany)**  
 ZÄFQ 2006

26. Schäfer HM, Becker A, **Krentz H**, Harloff R  
**Rostocker Hausärzte im Visier – Vergleich der Berufszufriedenheit 2004 und 2006-  
 A View on General Practitioners in Rostock – Comparison of GP’job satisfaction 2004  
 and 2006.**  
 Zeitschrift Allgemein Medizin 2007; 83:98-101
27. Voigt M, Jählig K, Fusch C, Olbertz D, Schneider KTM, **Krentz H**  
**Analyse des Neugeborenenkollektivs der Bundesrepublik Deutschland:  
 Beurteilung Neugeborener nach Kriterien ihrer somatischen Entwicklung –  
 Häufigkeitsverteilung unter Berücksichtigung verschiedener gewichtsbezogener  
 Masseindizes**  
 German Journal of Obstetrics and Gynecology 2007; 67: 256-260
28. Voigt M, Jählig K, Fusch C, Olbertz D, Schneider KTM, **Krentz H**  
**Beurteilung Neugeborener nach Kriterien ihrer somatischen Entwicklung –  
 Häufigkeitsverteilung unter Berücksichtigung verschiedener gewichtsbezogener  
 Masseindizes.**  
 14. Mitteilung: Analyse des Neugeborenenkollektivs der Bundesrepublik Deutschland  
 Geburtsh Frauenheilk (2007), 67:256-260
29. Schäd SG, Dethloff B, **Krentz H**, Müller-Hilke B, Gross GE  
**Natural killer (NK) and NKT cells may be crucial in the herpes simplex virus (HSV)  
 immune responses**  
 34. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Forschung 2007
30. Schäfer HM, Becker A, **Krentz H**, Reisinger E  
**Wie zufrieden sind Hausärzte im Nordosten Deutschlands mit ihrem Beruf? -  
 Ein Survey zur Berufszufriedenheit von Allgemeinärzten in Mecklenburg-  
 Vorpommern.**  
 Z Evid Fortb Qual Gesundh (2008); 102:113-116
31. Schäfer HM, Gilbert K, Sennekamp M, **Krentz H**, Gerlach FM  
**Is a medical teacher’s assessment of competence progress influenced by student self-  
 estimation?**  
 AMEE (Assoziation for Medical Education), Prag 2008
32. Schäfer HM, Gilbert K, Sennekamp M, **Krentz H**, Gerlach FM  
**Is the assessment of progress in competence given by medical teachers influenced by  
 the self-judgement of students?**  
 EACH (European Assoziation for Community in Healthcare), Oslo 2008
33. Schäfer HM, Gilbert K, Sennekamp M, **Krentz H**, Gerlach FM  
**Kompetenzerwerb und Bewertung im Blockpraktikum Allgemeinmedizin –  
 Beeinflusst die Selbsteinschätzung Studierender die Beurteilung durch die  
 Lehrärzte?**  
 DEGAM (42. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin), Berlin 2008

34. Schäd SG, Baukholt R, **Krentz H**, Müller-Hilke B, Gross G.E.  
**T cell-mediated immunity differs significantly in patients with herpes zoster in comparison to age- and gender-matched control**  
 XXXV. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Forschung e.V.  
 Erlangen 2008
35. Fischer H, **Krentz H**, Schareck W, Kundt G  
**Zur Analyse des Erfolgs von Lebertransplantationen mit der CUSUM-Methode**  
 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS) Stuttgart 2008
36. Stöwhas M, Foitzik T, **Krentz H**, Klar E  
**Results from a survey of intensive care training. How much is learned applies to later practice?**  
 Chirurg (2008) ,79(7): 665-670
37. Schäfer HM, Sennekamp M, Güthlin C, **Krentz H**, Ferdinand M, Gerlach FM  
**Kann das Blockpraktikum Allgemeinmedizin zum Beruf des Hausarztes motivieren?**  
 Deutscher Ärzte-Verlag/ZFA/Z Allg Med 2009; 85(5): 206-209
38. Jährg K, Jährg D, Voigt M, **Krentz H**  
**Trends in den anthropometrischen Daten der Schwangeren und der Geburtsgewichte in Deutschland.**  
 Aktuel Ernähr Med, Journal for Metabolic Research, Clinical Nutrition and Dietetics (2009); 34: 15-18
39. Wutzke KD, **Krentz H**, Bruns G  
**Effect of alcohol consumption on whole-body protein turnover in healthy adults.**  
 Isotopes in environmental and health studies; Vol: 47(1); p.26-33/201103 (Mar 2011)
40. Schäd S G, Ebert R, **Krentz H**, Gross G  
**Messungen der zellulären und spezifischen Immunität bei Patienten mit Herpes Zoster im Vergleich zu alters- und geschlechtsangepassten Varizella zoster Virus (VZV)-seropositiven Kontrollpersonen**  
 Vortrag - Deutsche Dermatologische Gesellschaft – Tagung  
 (Internationaler Kongress), Dresden 30.3.- 2.4.2011
41. Schiffmann L, Schwarz F, Linnebacher M, Prall F, Pahnke J, **Krentz H**, Vollmar B, Klar E  
**Sialyl Le<sup>X</sup> is a prognostic marker in colorectal cancer.**  
 Diseases of the Colon & Rectum (2011)
42. Pau HW, Warkentin M, Specht O, **Krentz H**, Herrmann A, Ehrh K  
**Experiments on the mechanism of underwater hearing.**  
 Acta Oto-Laryngologica, (2011)
42. **Krentz H**, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S  
**On the Variability in Preterm Birth Rate, Birth Weight, and Somatic Classification among Neonates of Mothers with the Same Body Mass Index**  
 Geburtshilfe Neonatol; Vol: 215 (04); p. 163-166/201108 (2011)

43. **Krentz H**, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wenzlaff P, Straube S  
**Influence of Smoking during Pregnancy Specified as Cigarettes per Day on Neonatal Anthropometric Measurements – an Analysis of the German Perinatal Survey**  
Geburtsh Frauenheilk (2011); 71: 663-668
44. **Krentz H**, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wittwer-Backofen U, Straube S  
**Somatic Classifications of Neonates based on weight-for-length and Rohrer's Ponderal Index: Effects of maternal BMI and smoking**  
Geburtsh Frauenheilk (2011); 71: 973-978
45. **Krentz H**, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S  
**Zur Variabilität der Frühgeborenenrate, des Geburtsgewichts und der somatischen Klassifikation bei Neugeborenen von Müttern mit gleichem Body-Mass-Index**  
Poster, 25. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin, 1.-3.12.2011 Berlin
46. **Krentz H**, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wenzlaff P, Straube S  
**Einfluss des Rauchens während der Schwangerschaft spezifiziert nach Zigaretten pro Tag auf die Körpermaße der Neugeborenen**  
Poster, 25. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin, 1.-3.12.2011 Berlin
47. **Krentz H**, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S  
**Klassifikation Neugeborener nach dem längenbezogenen Geburtsgewicht – Auswirkungen von mütterlichem Body-Mass-Index und Rauchen**  
Poster, 25. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin, 1.-3.12.2011 Berlin
48. Terpe J, **Krentz H**, Briese V, Gerber B  
**Ist die Cerclage bei Zervixinsuffizienz noch indiziert? – eine retrospektive Fall-Kontrollstudie von 2006-2010 aus der Universitätsfrauenklinik Rostock**  
Geburtshilfe Neonatol; 11/2011; S 01.
49. Terpe J, **Krentz H**, Briese V, Gerber B  
**Ist die Cerclage bei Zervixinsuffizienz noch indiziert? – eine retrospektive Fall-Kontrollstudie von 2006-2010 aus der Universitätsfrauenklinik Rostock**  
Poster, 25. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin, 1.-3.12.2011 Berlin
50. Schiffmann L, Schwarz F, Linnebacher M, Prall F, Pahnke J, **Krentz H**, Vollmar B, Klar E  
**A novel sialyl LeX expression score as a potential prognostic tool in colorectal cancer**  
World Journal of Surgical Oncology 2012, 10:95

## Skripte und Bücher

Kundt G, **Krentz H**

**Skript zur Vorlesung Medizinische Biometrie**

Sommersemester 1999 - 2003

1. **Krentz H**

Statistische Analysen und Datenverwaltung mit SPSS in der Medizin

Shaker Verlag, Aachen 2002

ISBN 978-3-8265-9937-3

2. Kundt G, **Krentz H**

Medizinische Biometrie - Eine kurzgefasste übersichtliche Einführung  
Mit Prüfungsfragen und Übungsaufgaben

Shaker Verlag, Aachen 2003

ISBN-Nr. 3-8322-2261-8

3. **Krentz H**

**Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin**

Band 1: Beschreibende Statistische Analysen

Shaker Verlag; 398 Seiten / Mai 2005

ISBN: 3-8322-3979-0

4. **Krentz H**

**Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin**

Band 2: Schließende Statistische Analysen

Shaker Verlag; 222 Seiten / Mai 2005

ISBN: 3-8322-3980-4

5. Kundt G, **Krentz H**

**Epidemiologie und Medizinische Biometrie**

Shaker Verlag; 232 Seiten / April 2006

ISBN: 3-8322-4970-2

6. Kundt G, **Krentz H**

**Epidemiologie und Medizinische Biometrie**

Zweite, überarbeitete und aktualisierte Auflage

Shaker Verlag; 232 Seiten / April 2007

ISBN: 978-3-8322-6089-7

7. Kundt G, **Krentz H**

**Epidemiologie und Medizinische Biometrie**

Dritte, überarbeitete und aktualisierte Auflage

Shaker Verlag; 237 Seiten / März 2008

ISBN: 978-3-8322-7103-9

8. **Krentz H**

**Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin**

Band 1: Beschreibende Statistische Analysen, 2.überarbeitete und aktualisierte Auflage

Shaker Verlag; 236 Seiten / Dezember 2008

ISBN: 978-3-8322-7839-7

9. **Krentz H**

**Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin**

Band 2: Schließende Statistische Analysen, 2.überarbeitete und aktualisierte Auflage

Shaker Verlag; 222 Seiten / Dezember 2008

ISBN: 978-3-8322-7841-0

10. **Krentz H**

**Statistische Analysen mit SPSS in der Medizin**

Band 3: Grafische Darstellung statistischer Kennwerte

Shaker Verlag; 210 Seiten / April 2009

ISBN: 3-8322-3128-2

11. Kundt G, **Krentz H**

**Epidemiologie und Medizinische Biometrie**

Vierte, überarbeitete und aktualisierte Auflage

Shaker Verlag; 237 Seiten / März 2009

ISBN: 978-3-8322-8104-5

12. Kundt G, **Krentz H**, Glass Ä

**Epidemiologie und Medizinische Biometrie**

Fünfte, überarbeitete Auflage

Shaker Verlag; 250 Seiten / Oktober 2010

ISBN: 978-3-8322-9522-6

13. Kundt G, **Krentz H**, Glass Ä

**Epidemiologie und Medizinische Biometrie**

Sechste, überarbeitete Auflage

Shaker Verlag; 250 Seiten / Oktober 2011

ISBN: 978-3-8440-0435-9

## **11. Selbständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, Helga Krentz, an Eides statt, die vorliegende Dissertation mit dem Thema: „Die Analyse gewichtsbezogener Indizes zur Beurteilung des somatischen Entwicklungsstandes Neugeborener und der Einfluss des mütterlichen Body-Mass-Index und des Rauchverhaltens der Mütter während der Schwangerschaft“ selbständig ohne fremde Hilfe, nur unter Nutzung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt zu haben und weder diese noch eine andere Arbeit zuvor an einer Hochschule als Dissertation eingereicht zu haben.

Berlin, im August 2012

Helga Krentz

## 12. Danksagung

Ich bedanke mich bei Herrn Prof. Dr. med. habil. V. Hesse, dem Leiter des Deutschen Zentrums für Wachstum, Entwicklung und Gesundheitsförderung im Kindes- und Jugendalter, Berlin, für seine Unterstützung und seine wertvollen Ratschläge.

Für die Übernahme dieser Arbeit und die konzeptionelle Begleitung danke ich herzlich Herrn PD Dr. med. F. Guthmann von der Klinik für Neonatologie am Campus Charité Mitte der Medizinischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Seine sachkundige erfahrene Betreuung war unkompliziert und stets hilfreich.

Herrn PD Dr. Dr. rer. med. habil. M. Voigt vom Institut für Perinatale Auxologie am Klinikum Südstadt Rostock danke ich für die Bereitstellung der Daten aus der deutschen Perinatalerhebung sowie für die wohlwollende moralische Hilfe. Unsere freundlichen und kritischen Gespräche waren eine ständige Motivation für mich.

Ein spezieller Dank gilt Herrn PD Dr. S. Straube, BM BCh (*Bachelor of Medicine*), MA (Oxon) (*Master of Arts University of Oxford*), DPhil (*Doctor of Philosophy*) von der Universitätsmedizin Göttingen. Seine anspruchsvollen und interessanten Hinweise haben diese Arbeit bereichert.

Berlin, im August 2012

Helga Krentz

### 13. Druckexemplare Publikationen

1. Krentz H, Voigt M, Guthmann F, Hesse V, Straube S  
**On the Variability in Preterm Birth Rate, Birth Weight, and Somatic Classification among Neonates of Mothers with Same Body Mass Index**  
Z Geburtsh Neonatol (2011); 215: 163-166
2. Krentz H, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wenzlaff P, Straube S  
**Influence of Smoking during Pregnancy Specified as Cigarettes per day on Neonatal Anthropometric Measurements – an Analysis of the German Perinatal Survey**  
Geburtsh Frauenheilk (2011); 71: 663-668
3. Krentz H, Voigt M, Hesse V, Guthmann F, Wittwer-Backofen U, Straube S  
**Somatic Classifications of Neonates based on weight-for-length and Rohrer's Ponderal Index: Effects of maternal BMI and smoking**  
Geburtsh Frauenheilk (2011); 71: 973-978