

# Ernährung des Früh- und Neugeborenen

Niels Rochow

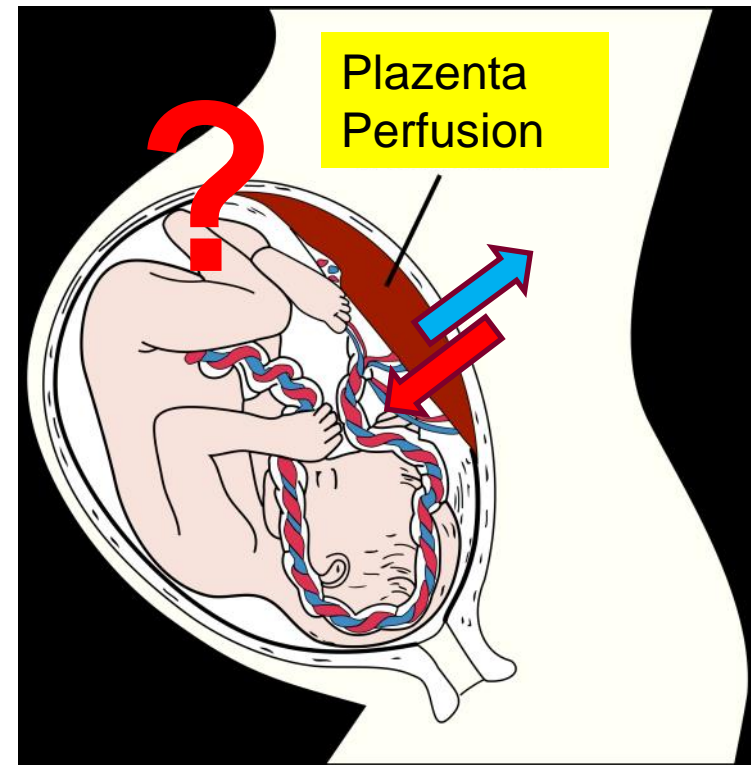
# Die Plazenta ist essentiell für die prenatale, aber auch postnatale Entwicklung

Die Plazenta verbindet den heranwachsenden Fetus mit der Mutter während der Schwangerschaft.

## Funktionen

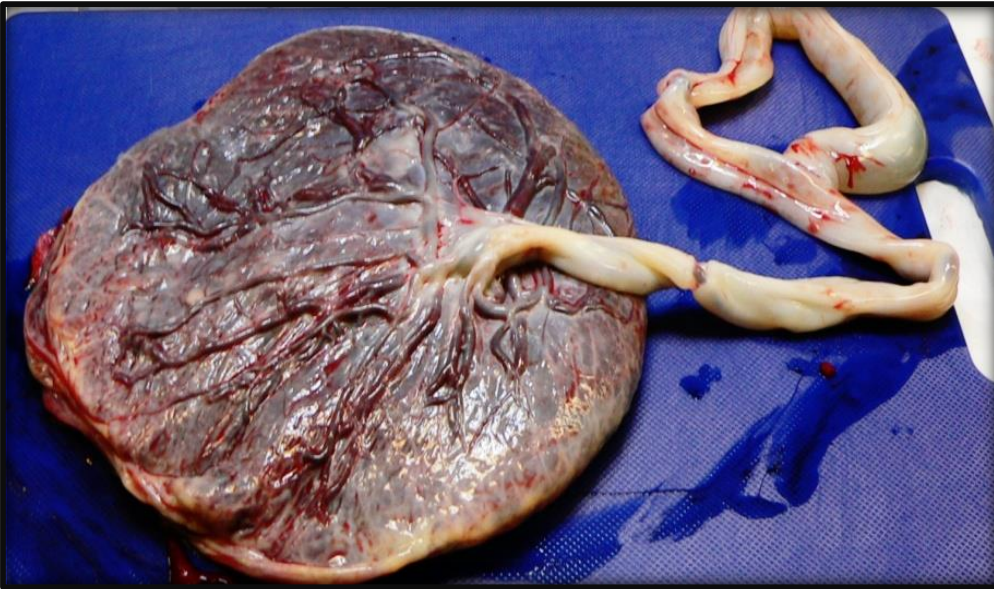
- Ernährung
- Atmung
- Ausscheidung
- Endokrine Funktionen
- Barriere- und Schutzfunktion

Die Plazenta beeinflusst das spätere Leben (metabolische Programmierung, kardiovaskuläre und metabol. Erkrankungen)



<https://en.wikipedia.org/wiki/Placenta#/media/File:Placenta.svg>

# Die Plazenta – verbindet den Fetus mit der Mutter



# Plazenta - Mutterkuchen

- Palatschinken, sind dünner und feiner als der übliche Pfannkuchen
- Einzahl: die Palatschinke [pala 'tʃɪŋkə], jedoch meist im Plural, über rumänisch plăcintă und ungarisch palacsinta aus lateinisch placenta, „Kuchen“

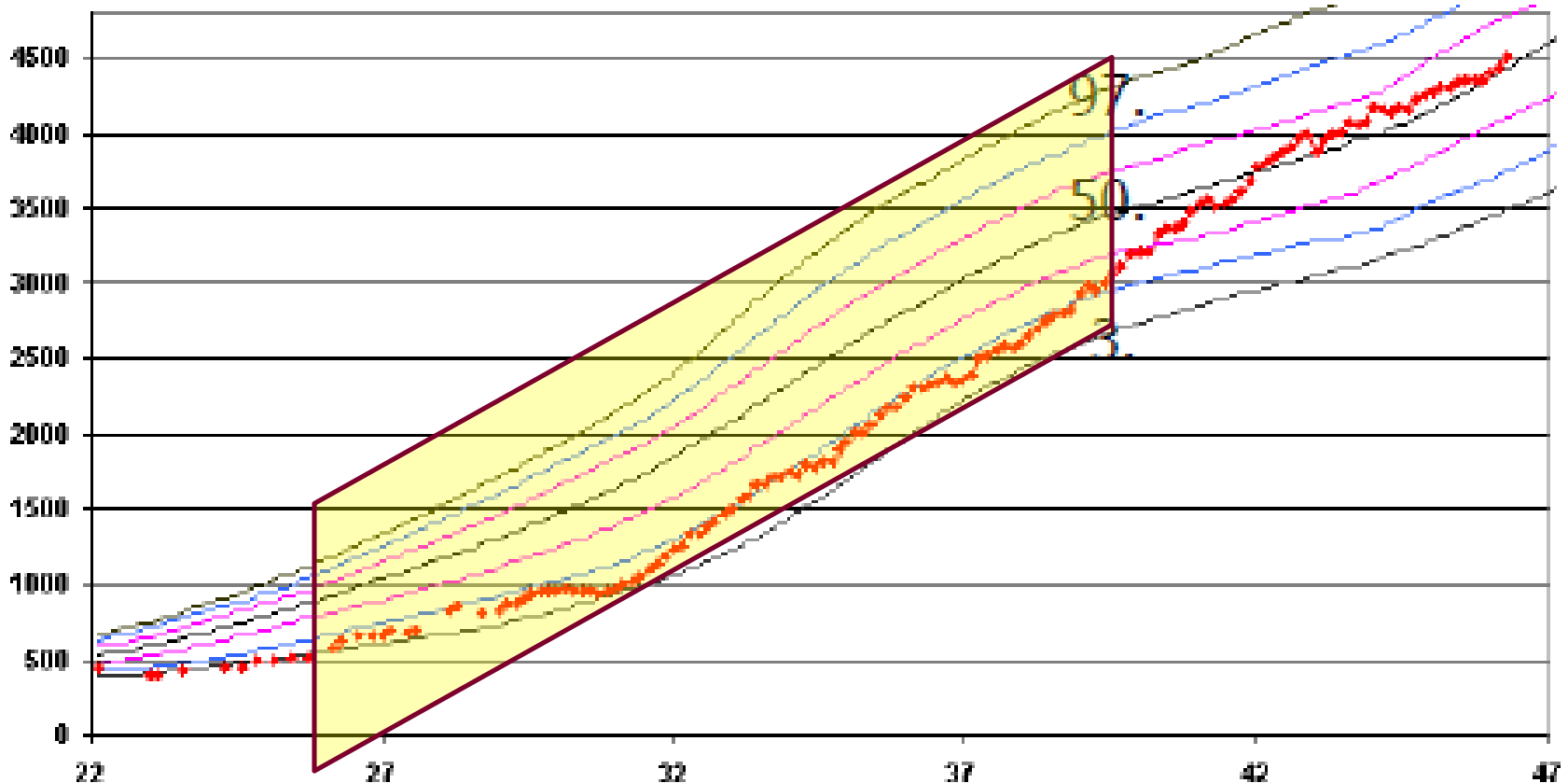


<https://de.wikipedia.org/wiki/Eierkuchen>



# Postnatales Wachstum wie in utero

25/26 Wöcher: mit 36 Wochen sind 5/6 der Körpermasse während der Zeit in der Neonatologie gebildet worden.



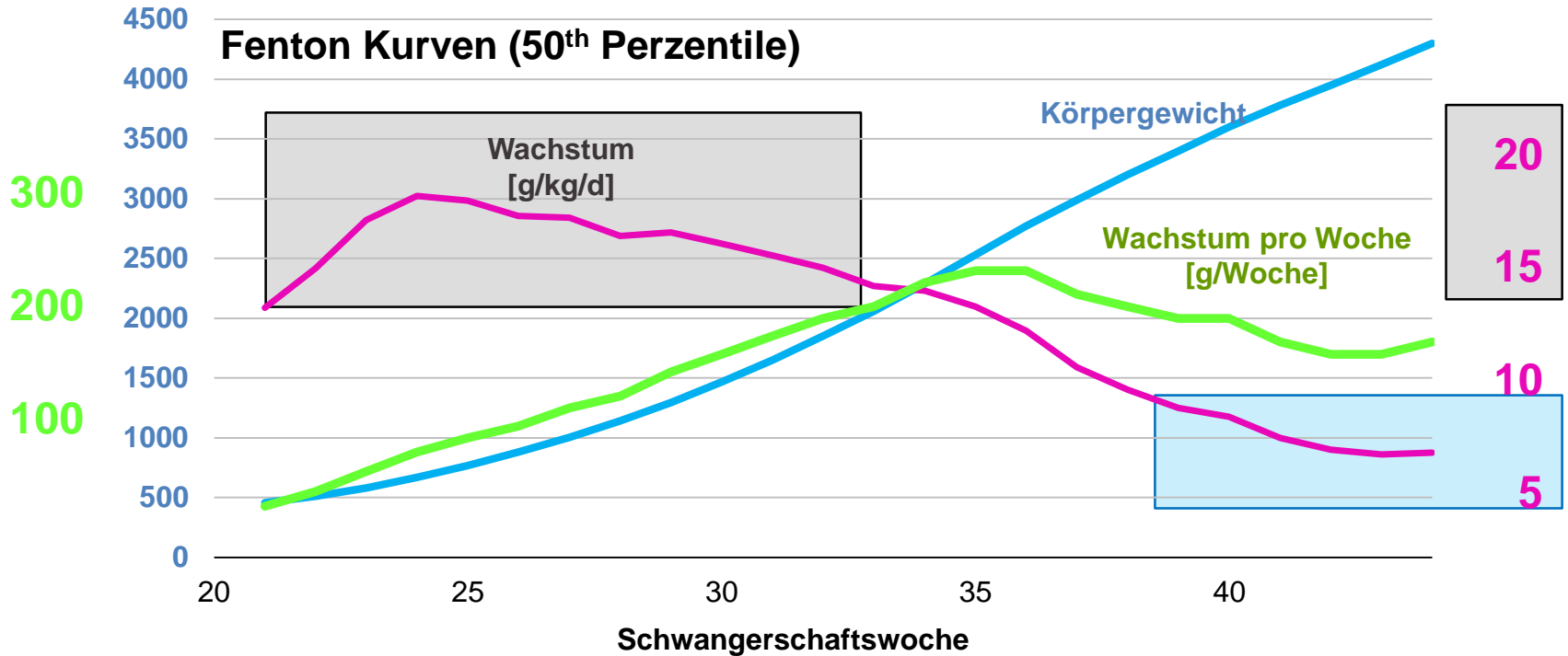
TG Plazenta MM/ Formula

FG Plazenta TPN Muttermilch (fortifiziert) / Formula

TG-Termingeborenes; FG-Frühgeborenes

Universitätsmedizin  
Rostock

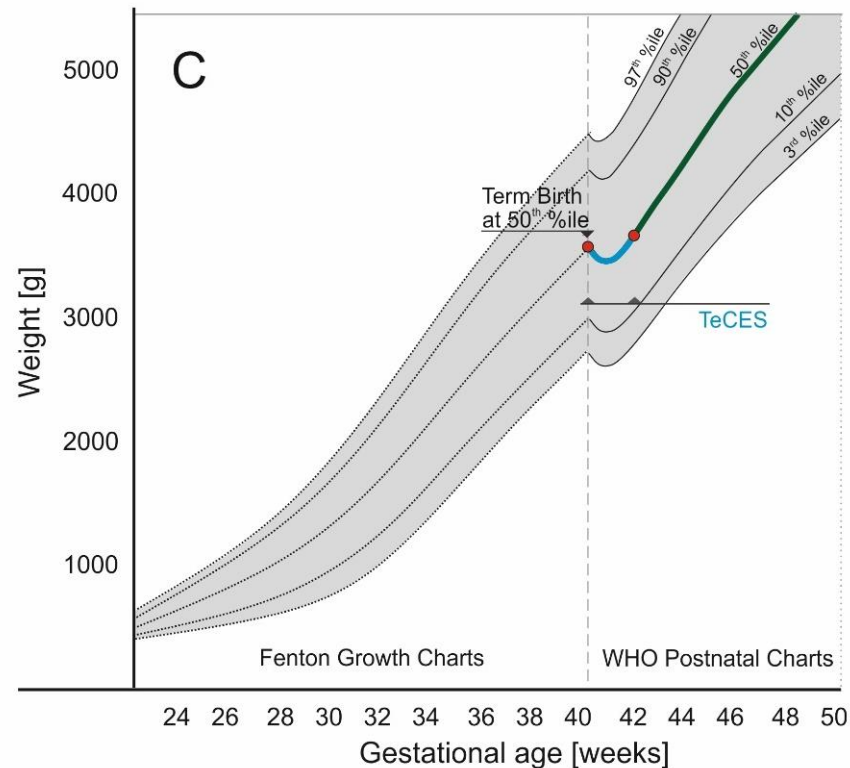
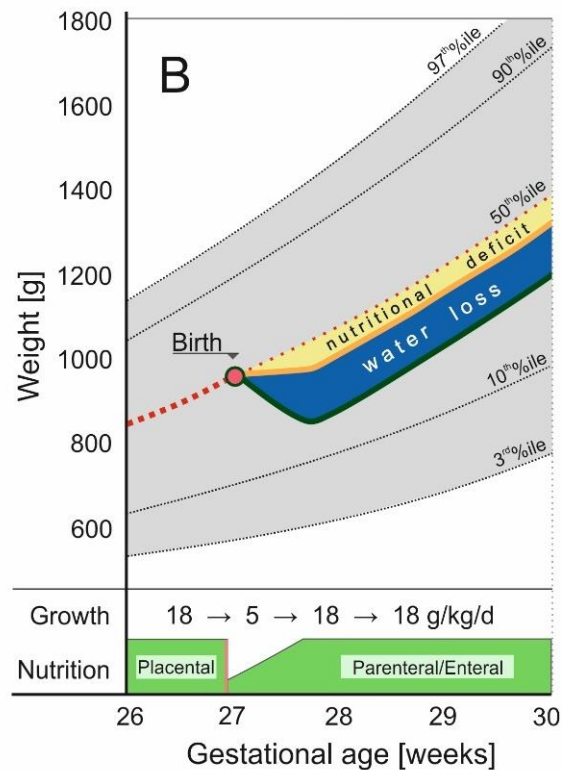
# Das Wachstum variiert abhängig vom Gestationsalter



	Wachstum [g/kg/day]	Protein Aufnahme [g/kg/day]	Protein Gehalt von Milch [g/100 ml]
Frühgeborene 24-32 Wochen	(12 –) 18	3 – 4.5	2 – 2.9
Termingeborene	(3 –) 8	1.5 – 2	1 – 1.3

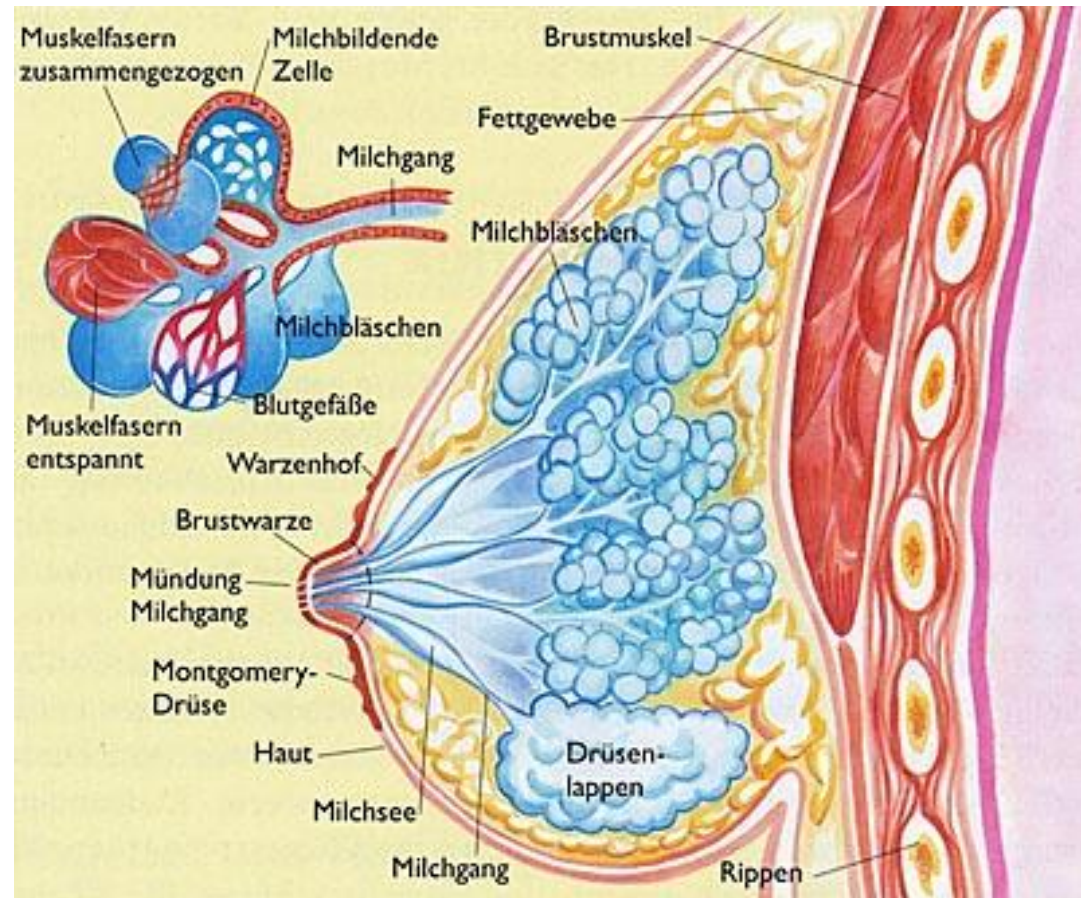
# Postnatale Adaptation und Gewichtsverlust

- Einmalige, irreversible Kontraktion des Extrazellularraumes mit Gewichtsverlust durch Umverteilung von Wasserräumen
- Kurzzeitige reduzierte Nahrungszufuhr



# Anatomie der mütterlichen Brust

- 20 Drüsenlappen (Lobi)
- mit jeweils ca. 20 bis 40 Drüsenläppchen (Lobuli)
- Milchbläschen (Alveolen)
- die aus den milchbildenden Drüsenzellen (Alveolarzellen) bestehen.



aus "Stillen" von Marta Guoth - Gumberger und Elizabeth Hormann



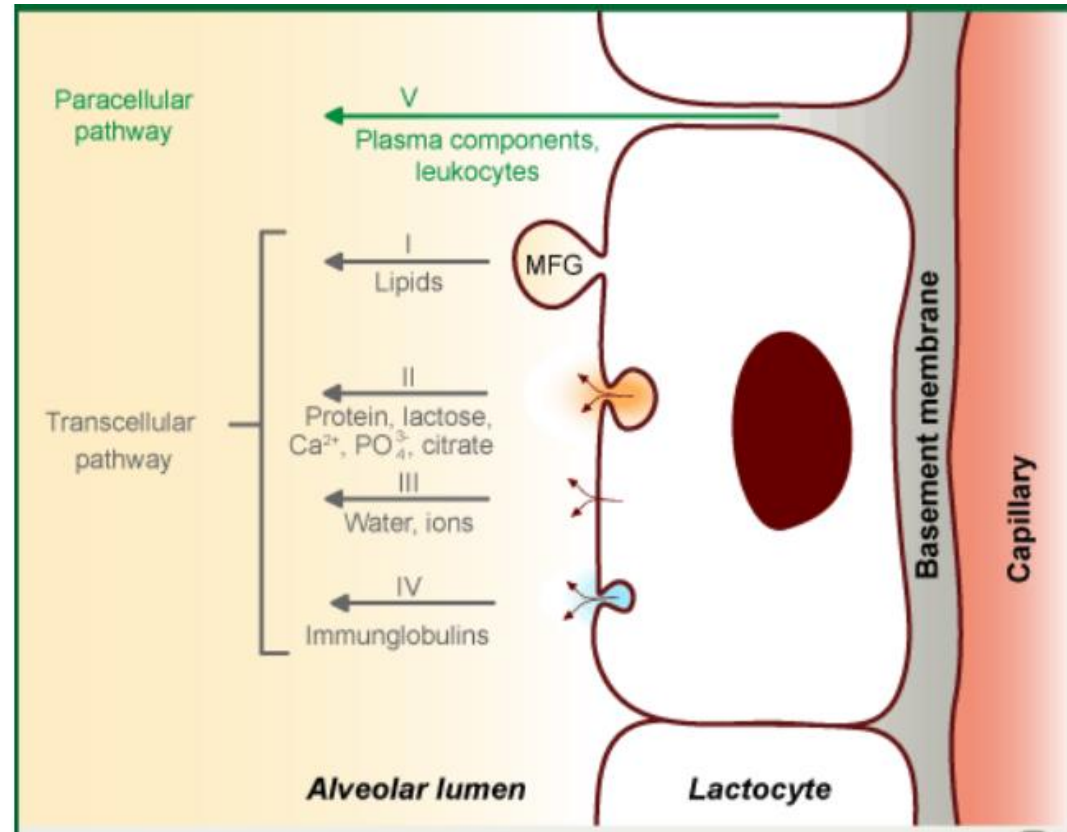
# Milchsekretion

## Vier transzelluläre Wege

- *Fett Synthese und Sekretion (I)*
- *Exozytosis von Protein und Laktose (II)*
- *Sekretion von Ionen und Wasser (III)*
- *Transzytose von Substanzen (IV)*

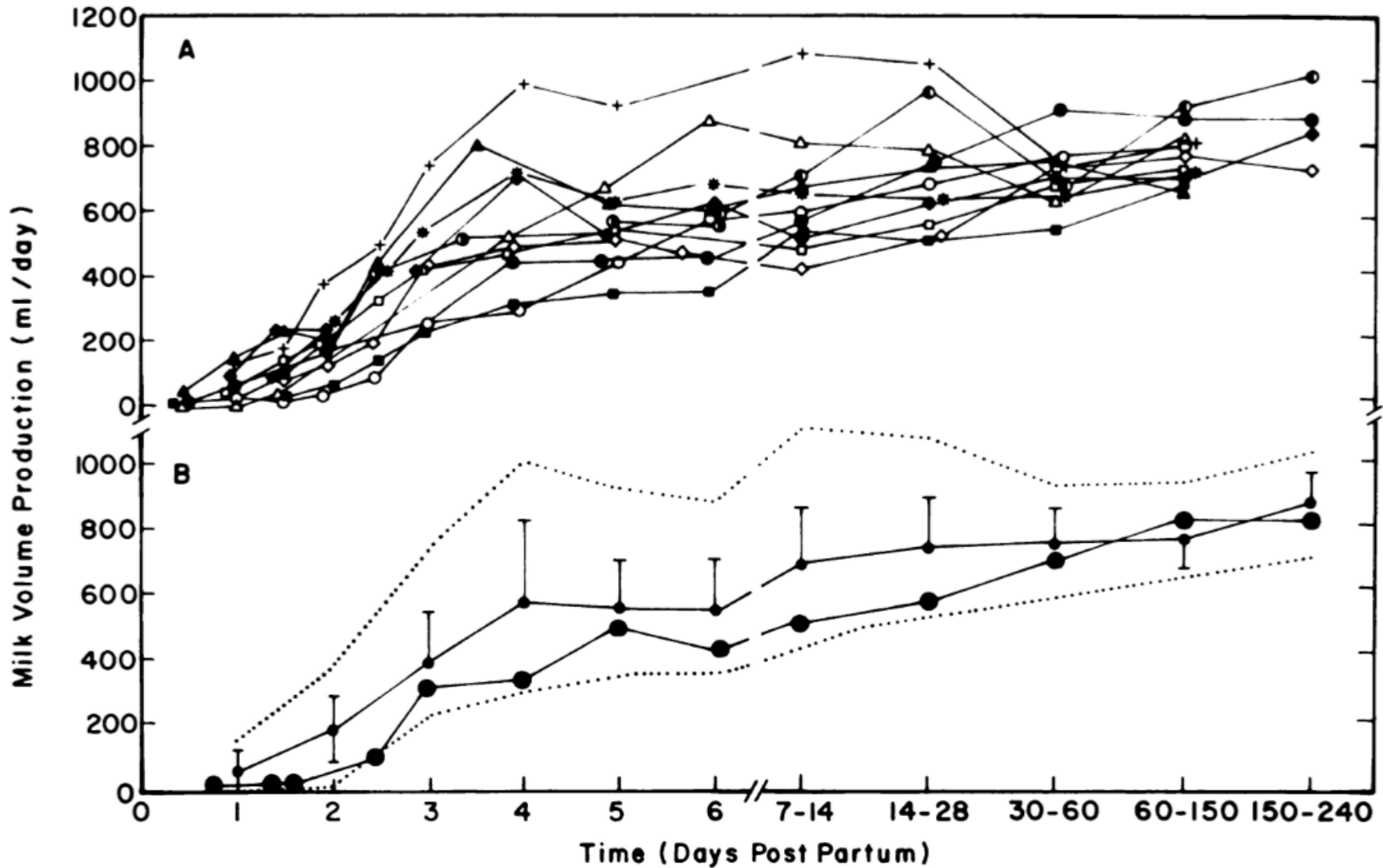
## Parazellulärer Transportweg

- *Plasmabestandteile und Leukozyten (V)*



<http://www.early-nutrition.org/en/enea/>

# Milchvolumen nach der Geburt



Neville MC et. al. Am J Clin Nutr 1988

# Zusammensetzung des Muttermilchproteins

## Nicht Protein Stickstoff



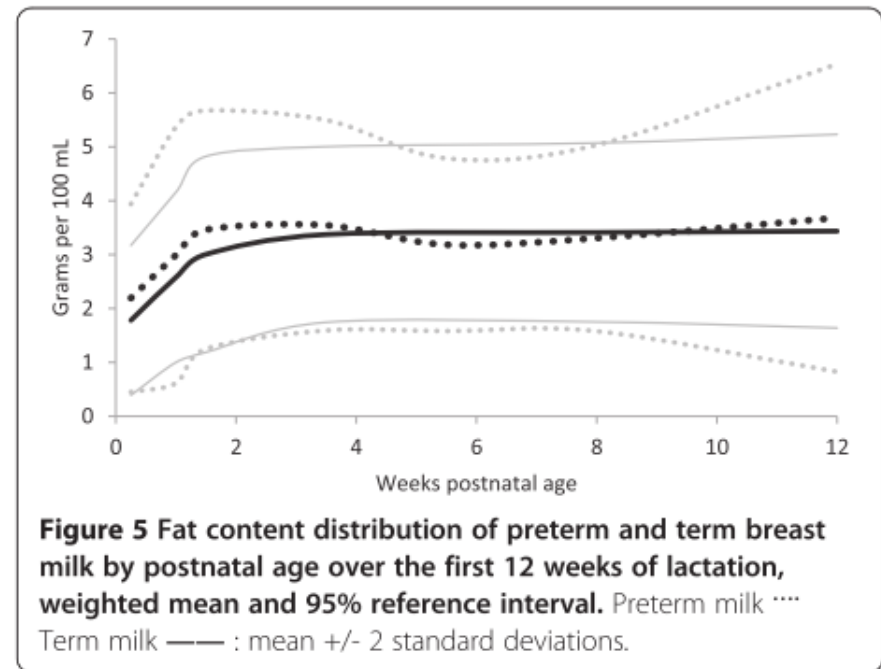
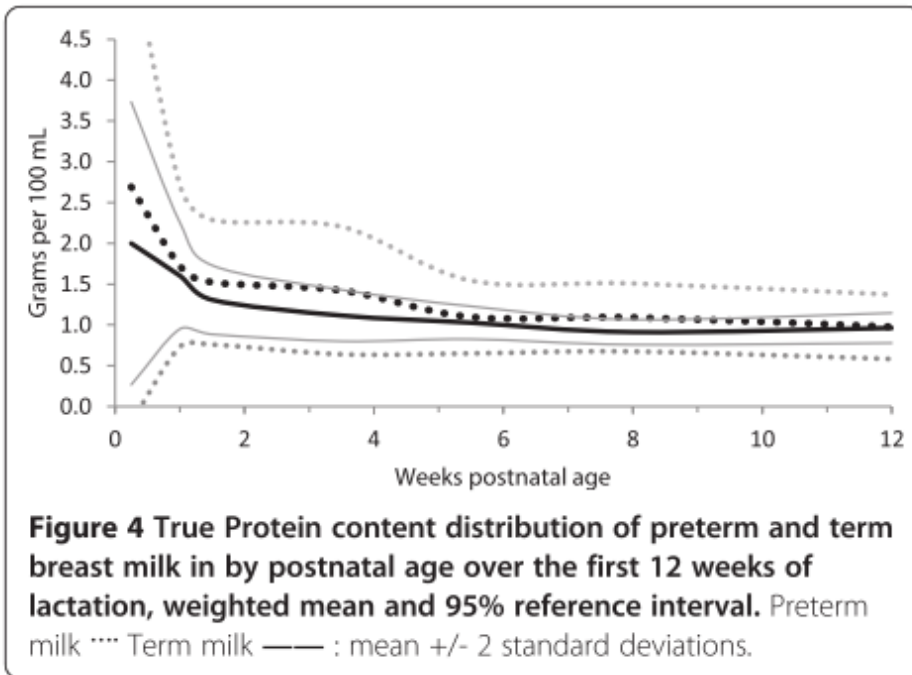
- 20-30% des Stickstoffgehaltes in Muttermilch
- Freie Aminosäuren, Harnstoff, Harnsäure, Ammoniak



- $\alpha$ -Lactalbumin
- Lactoferrin
- Lipase
- Immunglobuline
- Serum albumin
- Lysozyme

# Die Zusammensetzung der Muttermilch variiert

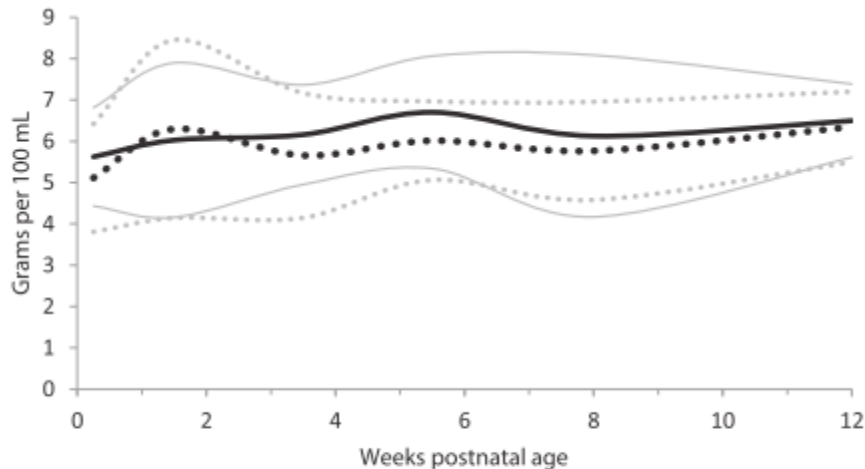
Kolostrum	Übergangsmilch	Reife Muttermilch
1. bis 3. Lebenstag	3. bis 10.-15. Lebenstag	Ab 10.-15. Lebenstag
proteinreich, wenig Fett		wenig Protein, fettreich



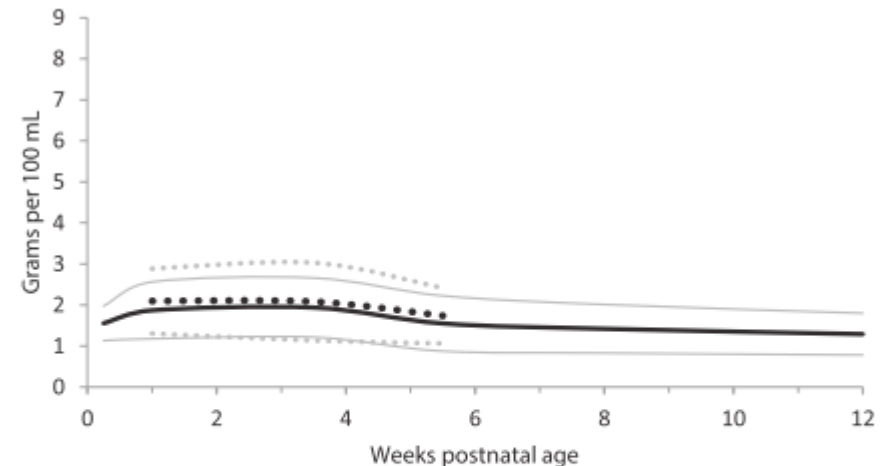
Gidrewicz DA et al. BMC Pediatr 2014

# Die Zusammensetzung der Muttermilch variiert

Kolostrum	Übergangsmilch	Reife Muttermilch
1. bis 3. Lebenstag	3. bis 10.-15. Lebenstag	Ab 10.-15. Lebenstag
proteinreich, wenig Fett		wenig Protein, fettreich



**Figure 6** Lactose content distribution of preterm and term breast milk by postnatal age over the first 12 weeks of lactation, weighted mean and 95% reference interval. Preterm milk ..... Term milk — : mean +/- 2 standard deviations.

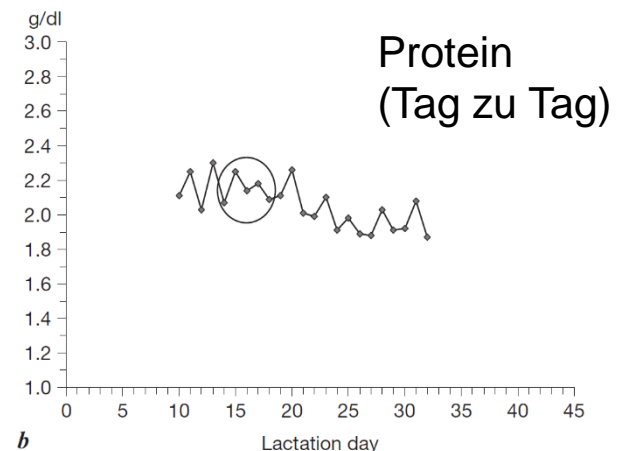
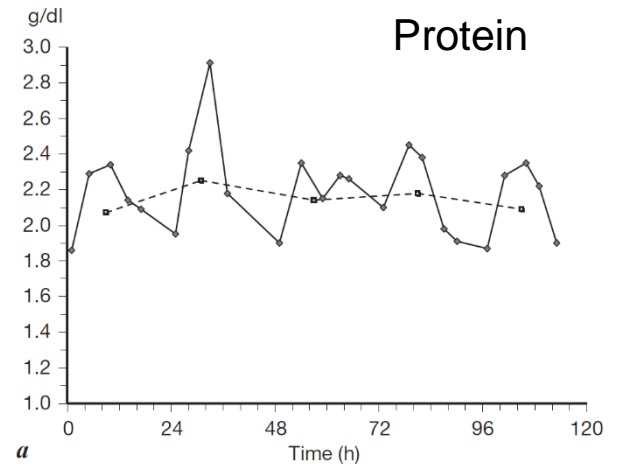


**Figure 7** Oligosaccharide content distribution of preterm and term breast milk oligosaccharide content in by postnatal age over the first 12 weeks of lactation, weighted mean and 95% reference interval. Preterm milk ..... Term milk — : mean +/- 2 standard deviations.

Gidrewicz DA et al. BMC Pediatr 2014

# Die Zusammensetzung der Muttermilch variiert

- Zwischen Frauen
- Während der gesamten Laktationszeit (Kolostrum, Übergangsmilch, reife Muttermilch)
- Von Tag zu Tag
- Zwischen einzelnen Stillvorgängen
- Während eines Stillvorganges (Vormilch, Hintermilch)
- Abhängig vom Milchpumptechnik



*Polberger S. Nestle Nutr Workshop Ser Pediatr Program. 2009*

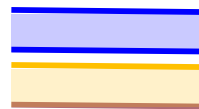
# Die Makronährstoffe in Muttermilch korrelieren nicht miteinander

**Farben:** 40 von Früh- und Termingeborenen  
Vor-, Mittel- und Hintermilch (n = 3 x 40; 120)

**Grau:** 10 Mütter von Frühgeborenen; je ca. 85 Batches  
aus der Routine (n = 850)

**Grün:** Vormilch  
**Gelb:** Mittelmilch  
**Rot:** Hintermilch

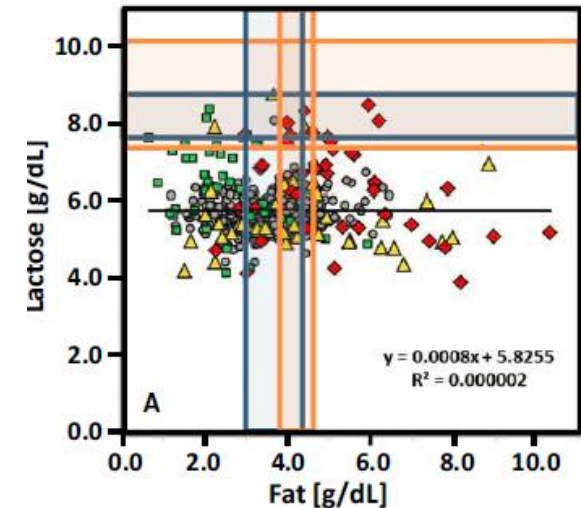
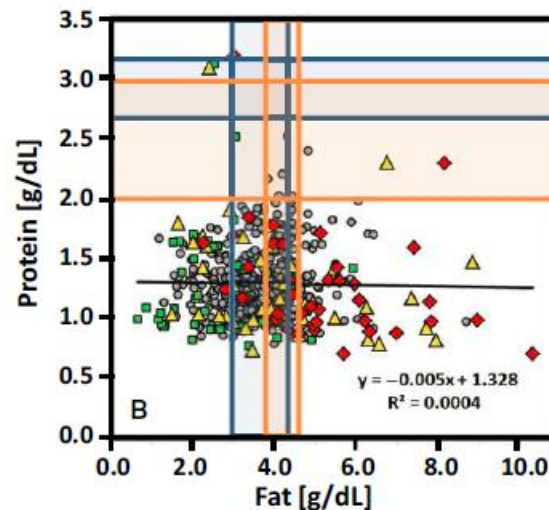
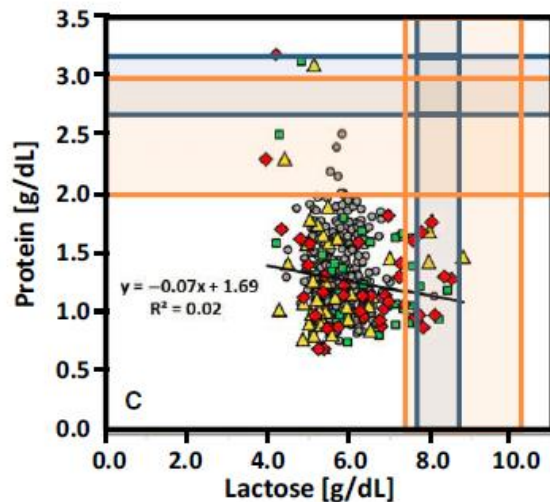
**Grau:** Batches



ESPGHAN Richtlinien

Kommerzielle Formulanahrungen:

Enfamil premature, Similac Advance, Preemie SMA 24, Beba, Prematil, Humana 0-VLB



REGULAR ARTICLE

## Target fortification of breast milk: levels of fat, protein or lactose are not related

Gerhard Fusch, Souvik Mitra, Niels Rochow, Christoph Fusch (fusch@mcmaster.ca)  
Division of Neonatology, Department of Pediatrics, McMaster University, Hamilton, ON, Canada

Acta Paediatrica, 2015

# Bioaktive Faktoren in Muttermilch

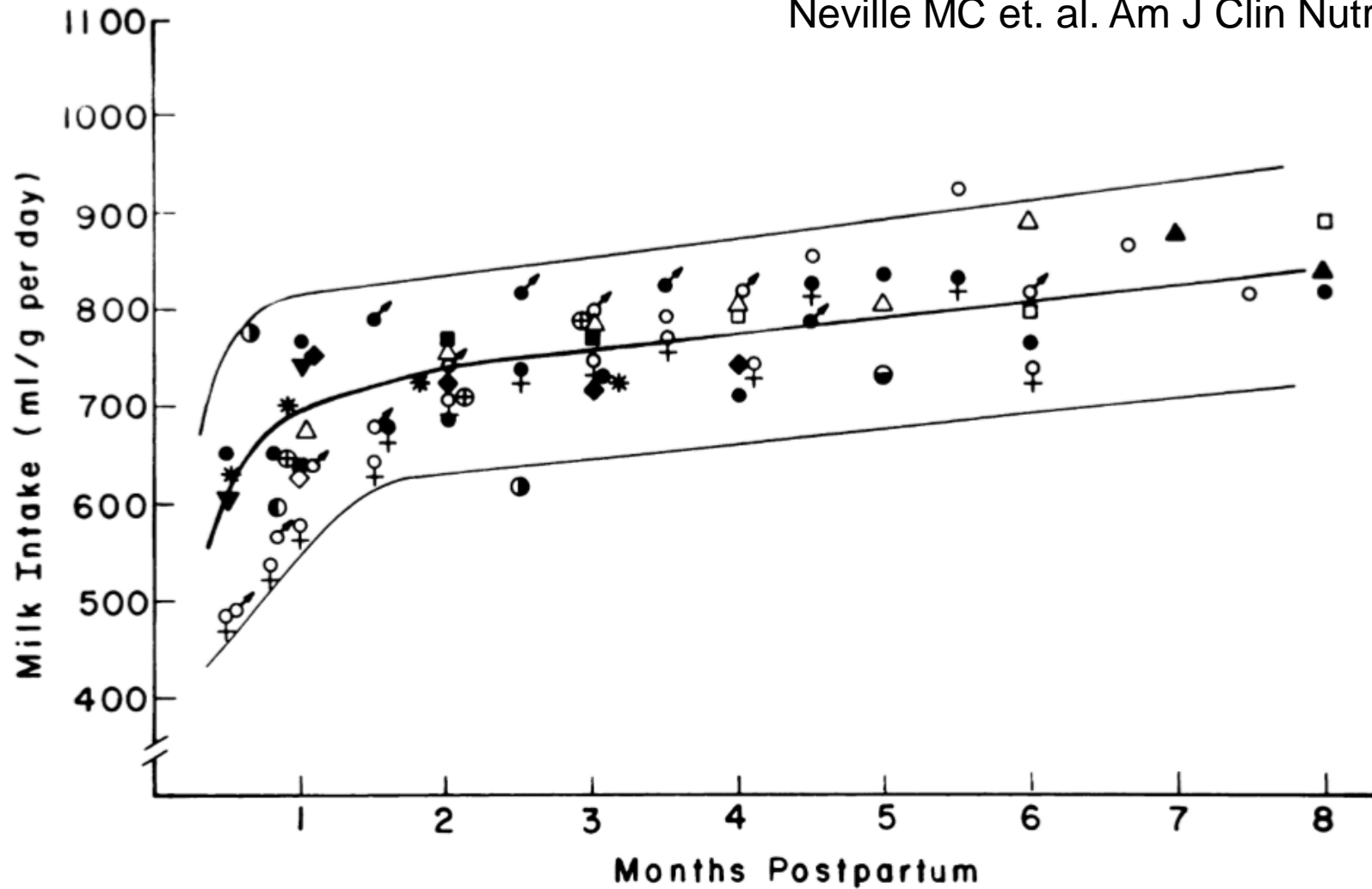
Zellen und Immunsystem	Makrophagen, Stammzellen, T- Zellen, Lymphozyten, IgA, IgG, IgM, Lactoferrin, Lipase, Ganglioside, Glykosaminoglykane
Zytokine, Chemokine, Zytokinhemmer	Interleukin-6, 7, 8 & 10, Interferon gamma, TGB- $\beta$ , TNF- $\alpha$ , Granulocyte colony stimulating factor, MIF, tumor necrosis factor receptor (TNFR I and II)
Nervensystem	Brain-derived neurotropic factor (BDNF), Glial cell-derived neurotropic factor (GDNF), ciliary neurotropic factor (CNTF)
Wachstumsfaktoren	Epidermal growth factor, Heparin-binding epidermal growth factor, vascular endothelial growth factor, insulin-like growth factor, IGF binding proteins, IGF specific proteases, Erythropoietin
Hormone	Calcitonin, Procalcitonin, Somatostatin, Adiponectin, Leptin, Ghrelin
Prebiotika	Humane Oligosaccharide
Mucine	Mucin (MUC1, MUC4)

<http://www.early-nutrition.org/en/enea/>



# Trinkmengen im ersten Lebenshalbjahr

Neville MC et. al. Am J Clin Nutr 1988



# Ist die Trinkmenge ausreichend?

- Urinproduktion (nasse Windeln)
- Ist das Neugeborene hungrig?
- Schluckgeräusche beim Trinken
- Beim Aufstoßen oder nach dem Trinken spuckt das Baby **etwas/wenig** Milch
- Gewichtszunahme adequat (ca. 120-200g)
- vor und nach dem Stillen wiegen

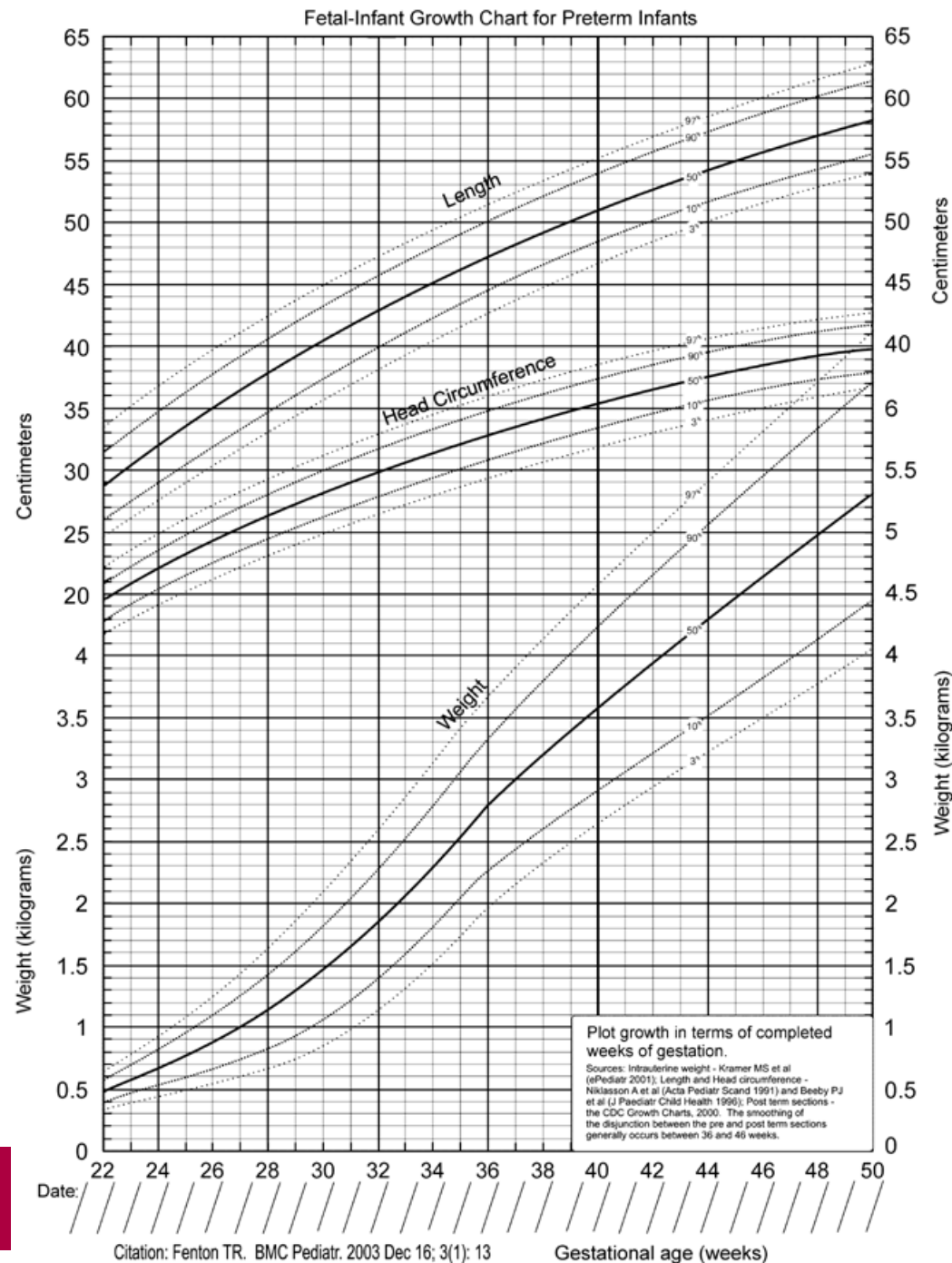
# Haltbarkeit von Muttermilch

## Richtlinien zur Lagerung von Muttermilch (für gesunde Termingeborene)

Raumtemperatur	Kühltasche mit 3 Eis-Akkus	Kühlschrank	Tiefkühlschrank
4 bis 6 Stunden (19-26 °C)	24 Stunden (15 °C)	3 bis 8 Tage (4 °C)	6 bis 12 Monate (-18 bis -20 °C)

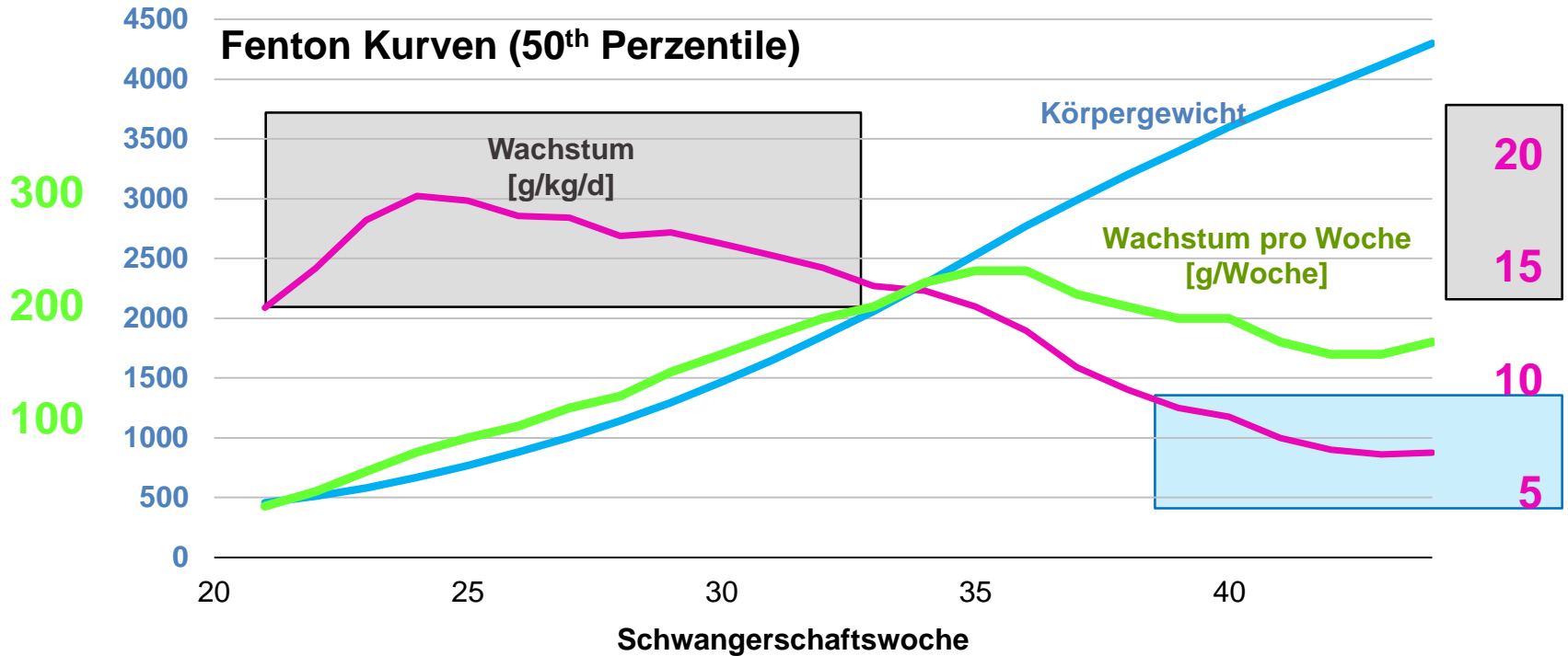
Muttermilch nicht mit Mikrowelle erhitzen, aktive Substanzen in der Muttermilch werden zerstört!

# Wachstumskurven



Fenton T. et al. 2013

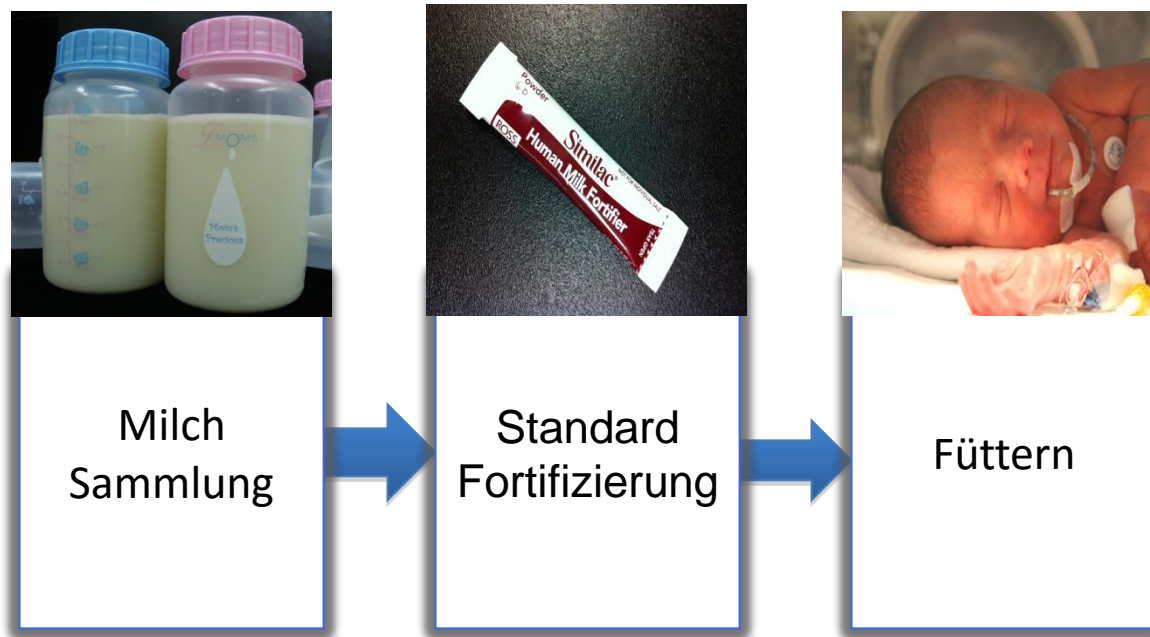
# Das Wachstum variiert abhängig vom Gestationsalter



	Wachstum [g/kg/day]	Protein Aufnahme [g/kg/day]	Protein Gehalt von Milch [g/100 ml]
Frühgeborene 24-32 Wochen	(12 –) 18	3 – 4.5	2 – 2.9
Termingeborene	(3 –) 8	1.5 – 2	1 – 1.3

# Milchfortifizierung für Frühgeborene

- Frühgeborenen haben einen höheren Nährstoffbedarf als Termingeborene
- Muttermilch ist nicht ausreichend und muss fortifiziert werden
- Zusatz eines Fortifiers in fester Standarddosierung



# Makronährstoffe von Fortifiern

<b>Standard Fortifier</b>	<b>Fett</b> [g/dL]	<b>Protein</b> [g/dL]	<b>CHO</b> [g/dL]	<b>Energie</b> [kcal/dL]
<b>Nestle®</b> - FM 85	0.02	1.0	<b>3.4</b>	17.8
<b>Milupa®</b> - FMS	0	1.1	<b>2.7</b>	15.2
<b>MeadJohnson®</b> - Enfamil HMF	<b>1</b>	1.1	<b>0.4</b>	15.0
<b>Abbott®</b> - Similac	0.36	1.0	1.8	14.4

# 1. Abpumpen



# Arbeitsschritte zur individualisierten Fortifizierung von Muttermilch

## 2. Milch Analyse

- Protein
- Fett
- Kohlenhydrate
- Osmolarität



## 3. Fortifizierung

## 4. Osmolaritätscheck ( $<450\text{mOsmol/kg}$ )

## 5. Füttern



# Milchnahrungen während der ersten 6. Lebensmonate

- Frühgeborenen Nahrungen
- Prenahrung
- 1er Nahrung
  
- Spezialnahrungen (Anti-Reflux, etc.)
- Hypoallergene Nahrungen
- Elementarnahrungen

# Zusammensetzung von Formula-Nahrungen

Zusammensetzung (pro 100ml)	FG	Pre	1er Milch
Energie (kcal)	80	66	66
Fett (g)	4,0	3,3	3,4
Kohlenhydrate (g)	8,4	7,4	7,3
davon Lactose (g)	3,9	7,1	6,2
Maltose	0,5	-	-
Polysaccharide	3,7	-	-
Stärke (g)	-	-	0,8
Ballaststoffe (g)	-	0,6	0,6
Eiweiß (g)	2,6	1,3	1,3

# Formulanahrung Zubereitung



<http://www.early-nutrition.org/en/enea/>

# Nahrungsvolumen

Postnataler Nahrungsaufbau:

- Start mit 60 bis 80 ml/kg/d
- 10 – 20 ml Formulanahrung pro Mahlzeit und Steigerung um 3 bis 6 ml mit jeder Flasche bzw. ad libitum

Nach enteralem Nahrungsaufbau

- ca. 140 bis 170 ml/kg/d
- 3,5 kg Neugeborenenres: 6x 80 bis 100ml pro Tag

# Stilldauer

- Stillen von Geburt bis 4. – 6. Lebensmonat
- Pre und 1er Nahrungen von Geburt bis 6. Monat
- Mit ca. 6 Monaten ist Muttermilch nicht mehr ausreichend, um den Bedarf an Energie, Protein, Eisen, Zink und Vitaminen (A und D) zu decken.
- Beginn mit Beikost ab 4. bis 6. Lebensmonat
- 2er Nahrung ab 6. Monat
- 3er Nahrung ab 9. Monat

# Take home message

- Muttermilch ist die empfohlene Nahrung für alle Neugeborenen
- Nach der Geburt das Neugeborene zum Stillen anlegen
- Frühgeborene haben einen höheren Bedarf an Protein
- Muttermilch sollte für Frühgeborene fortifiziert werden
- Muttermilch ist kein standardisiertes Produkt und variiert in der Zusammensetzung
- Muttermilch während der ersten 4 bis 6 Lebensmonate
- Vitamin D Prophylaxe
- Ab 4 bis 6 Monat Start mit Beikost (Energie und Eisen)!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.