



DGKJ-Kurs Pädiatrische Ernährungsmedizin



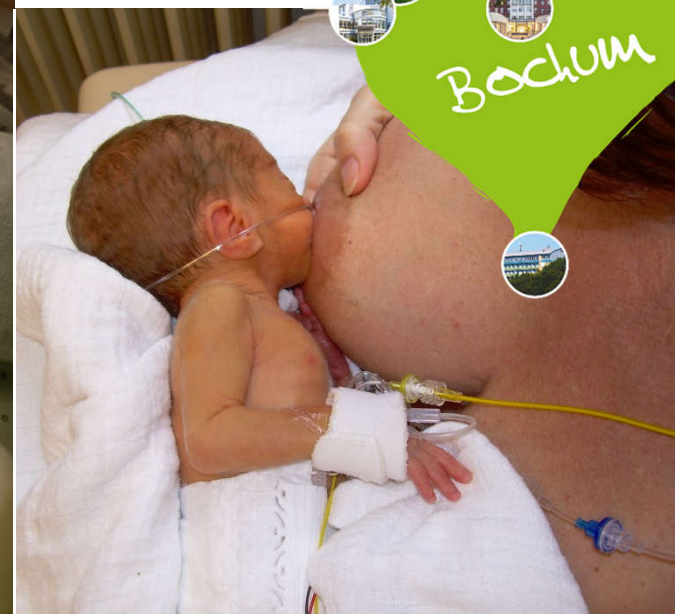
ERNÄHRUNG DES FRÜHGEBORENEN

NORBERT TEIG

UNIVERSITÄTSKINDERKLINIK UND PERINATALZENTRUM BOCHUM
ABTEILUNG FÜR NEONATOLOGIE UND PÄDIATRISCHE INTENSIVMEDIZIN



UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM



ERNÄHRUNG DES FRÜHGEBORENEN

NORBERT TEIG

UNIVERSITÄTSKINDERKLINIK UND PERINATALZENTRUM BOCHUM
ABTEILUNG FÜR NEONATOLOGIE UND PÄDIATRISCHE INTENSIVMEDIZIN



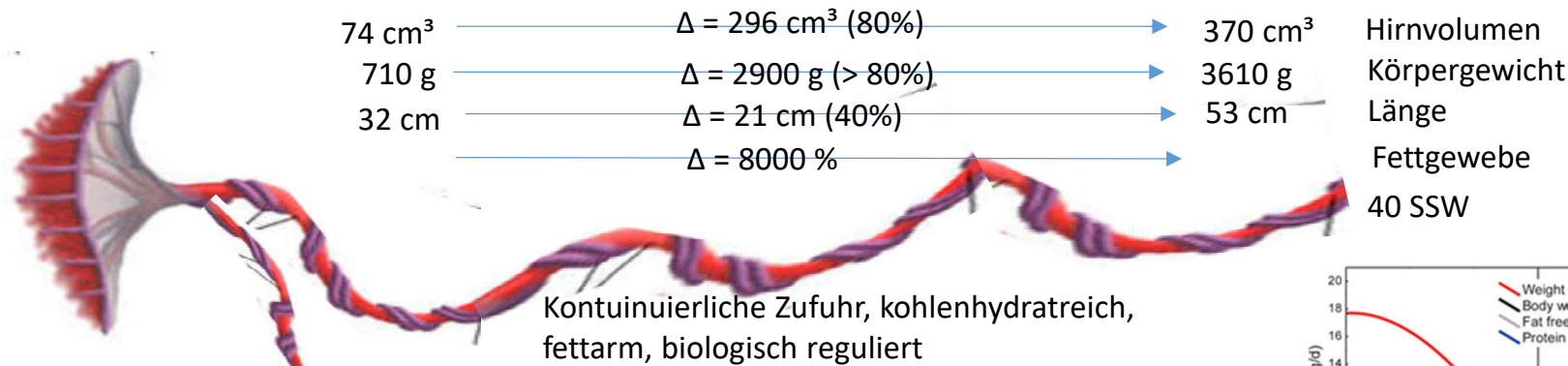
Katholisches Klinikum Bochum
St. Josef-Hospital
Universitätsklinikum

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

GLIEDERUNG

- Definitionen und Einteilung
- Wachstum
- Nährstoffzufuhr
- Enteraler Nahrungsaufbau
- Monitoring
- Extrauterine Wachstumsrestriktion
- Besondere technische Aspekte
- Ernährung bei älteren FG > 32 SSW
- Ernährung nach der Entlassung

Das Ernährungsnot-Syndrom des kleinen Frühgeborenen



Frühgeburt 24 SSW

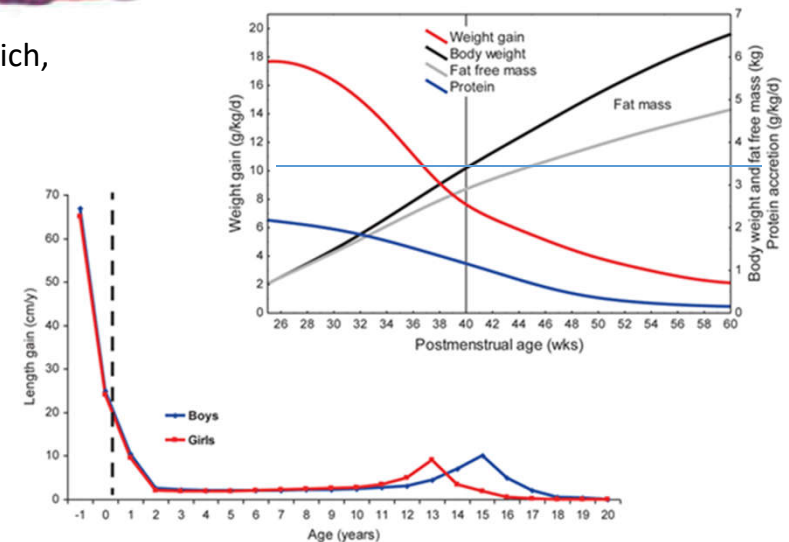
- Keine Energiespeicher
- Hoher Verbrauch
- Unreife (Schlucken, Peristaltik, Absorption, Metabolismus, Exkretion)
- Co-Morbidität

Unphysiologische Nährstoffzufuhr

- Fettreich
- Unreguliert

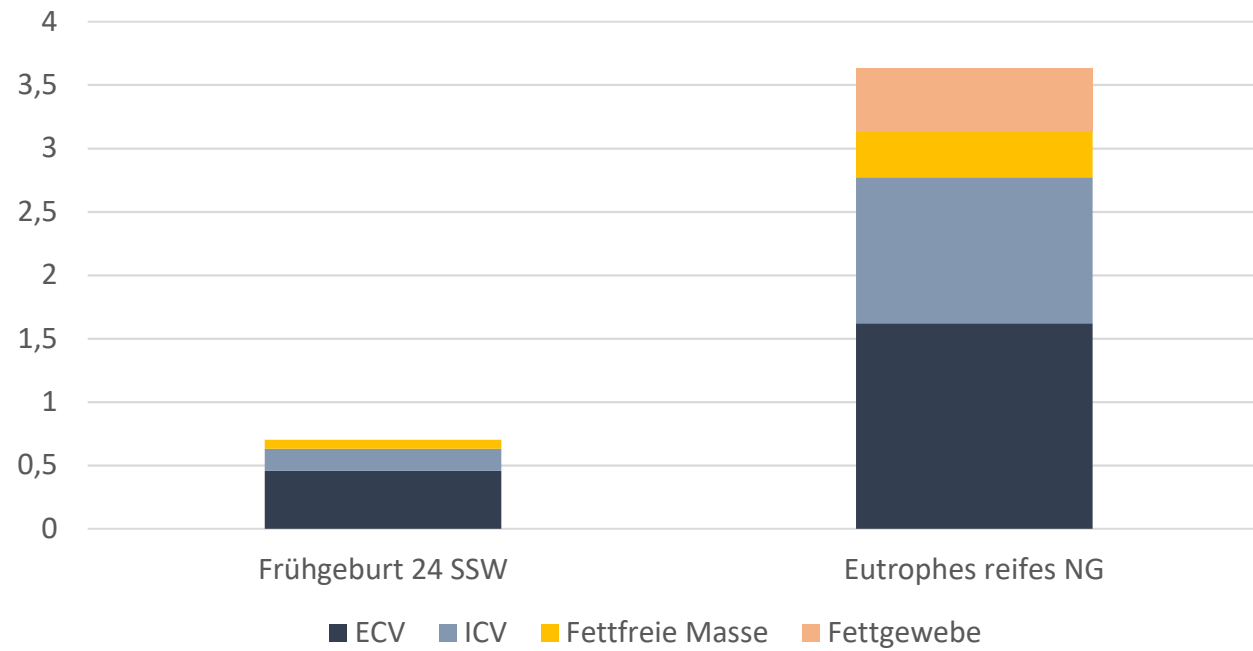
Inadäquate Ernährung

- Metabolische Störungen (BZ, Na, Phosphat)
- Sepsis
- FG-Osteopenie
- NEC, BPD, ROP
- Neurokognitive Störungen
- Metabolisches Syndrom



Embleton N 2020

Diagrammtitel

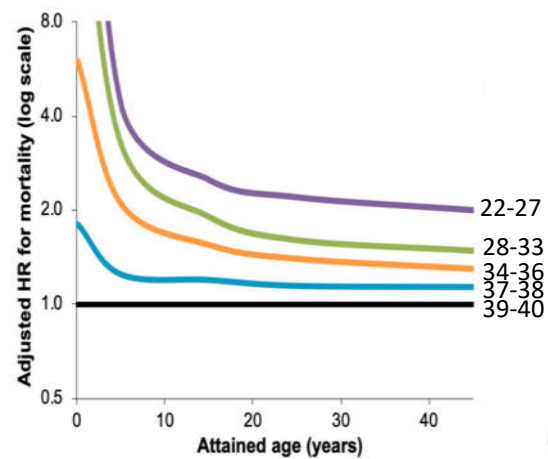


WACHSTUM

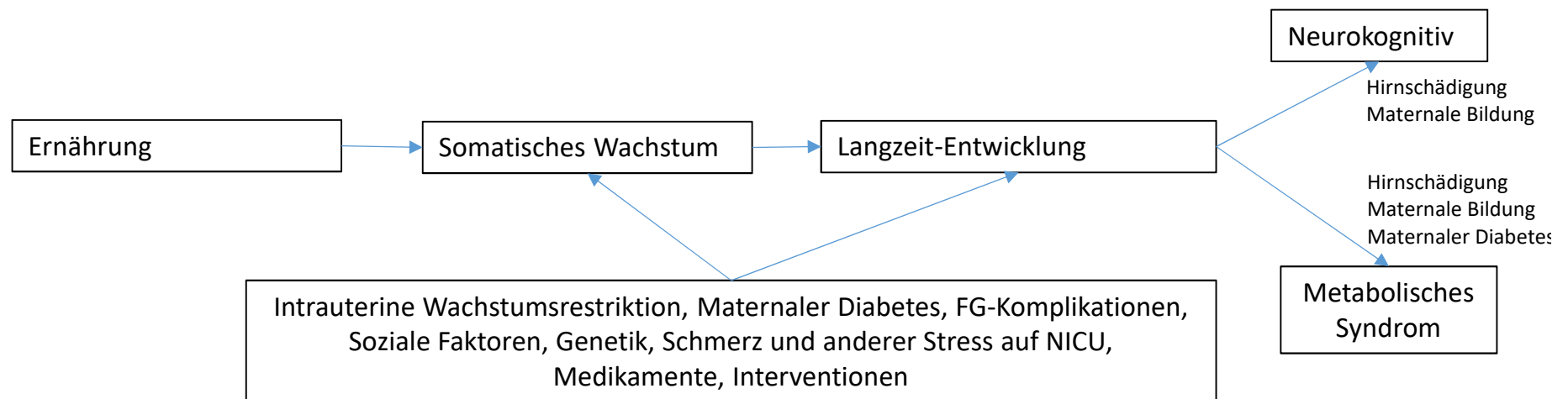
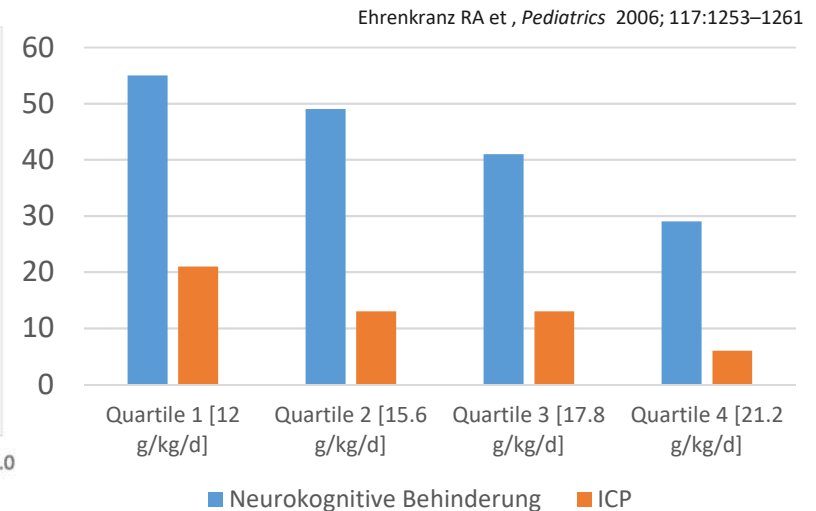
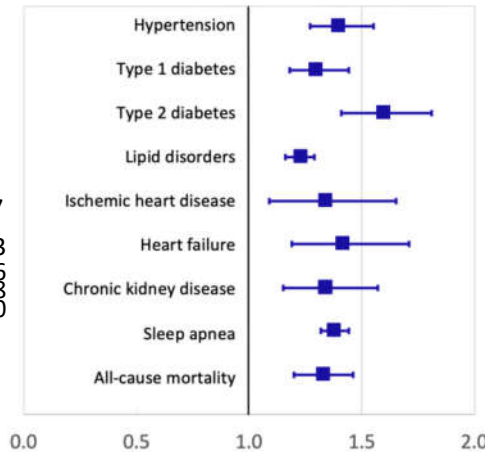
Ernährung: mehr als Zufuhr von Nährstoffen



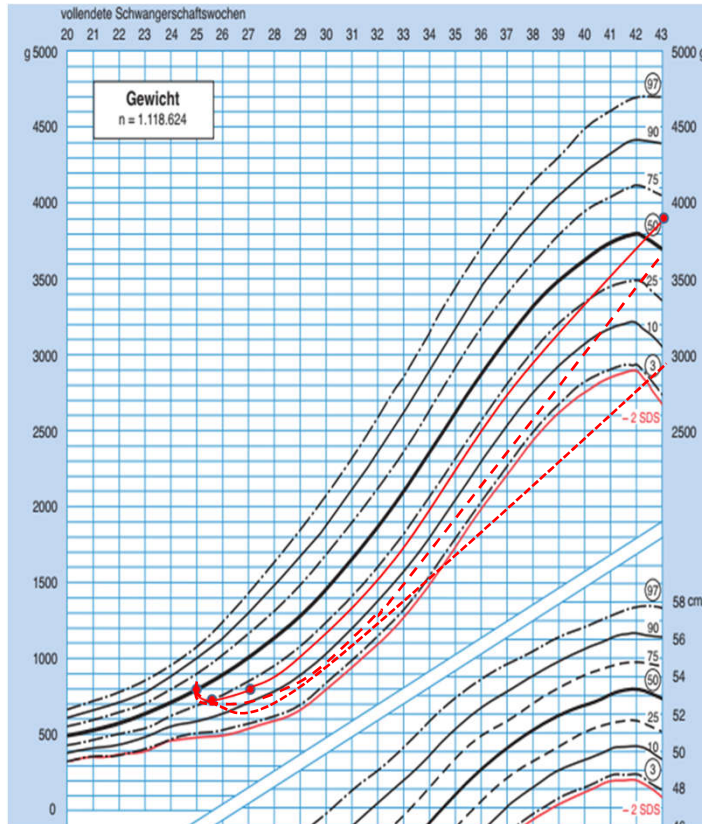
Wachstum: mehr als Ernährung



Crump C. An overview of adult health outcomes after preterm birth. *Early Hum Dev.* 2020;150:187



Frühgeborenen-Geburtsgewichtszentilen als Wachstumskurven berücksichtigen nicht den physiologischen postnatalen Wasserverlust und das Wachstum nach der 40. SSW



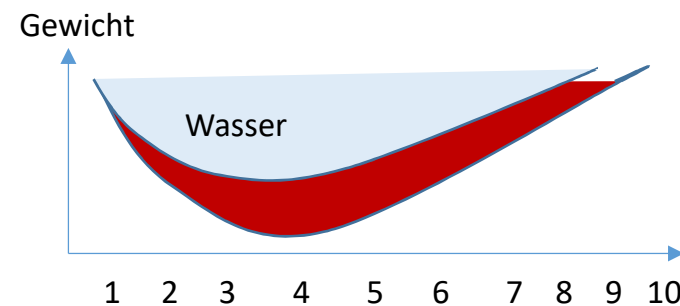
26+1 SSW, 900 g = P-50

GG nach 10 Tagen erreicht = P-25

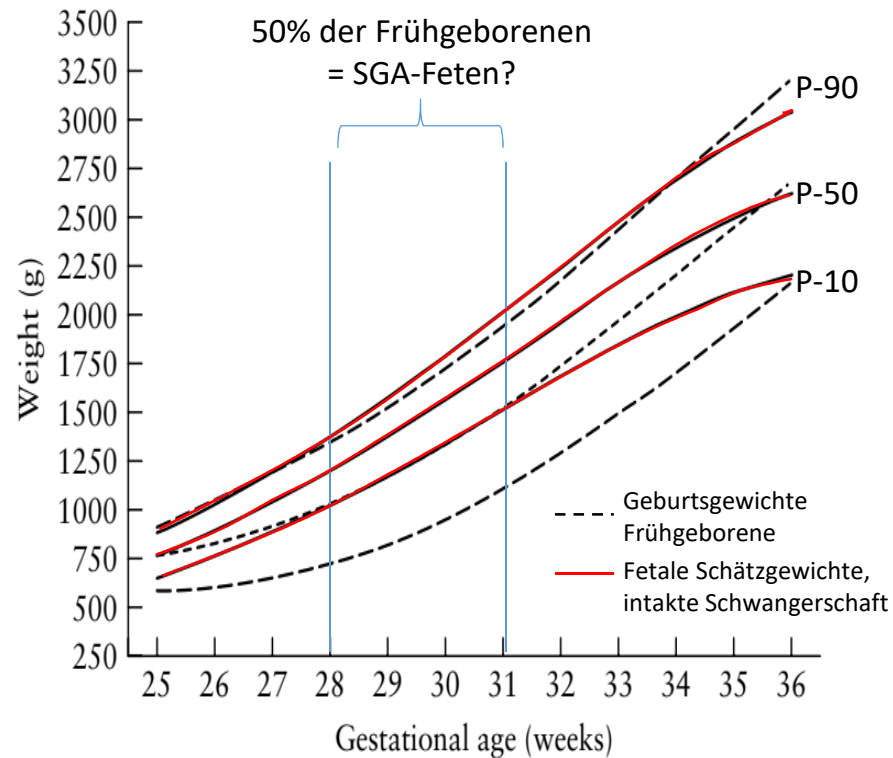
GG nach 14 Tagen erreicht = P-18

P-paralleles Wachstum 36 SSW p.m. = P-18

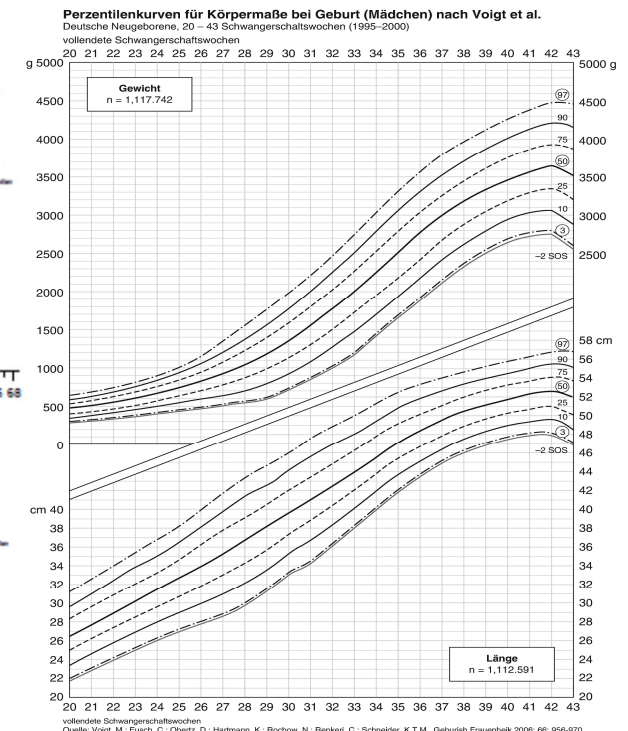
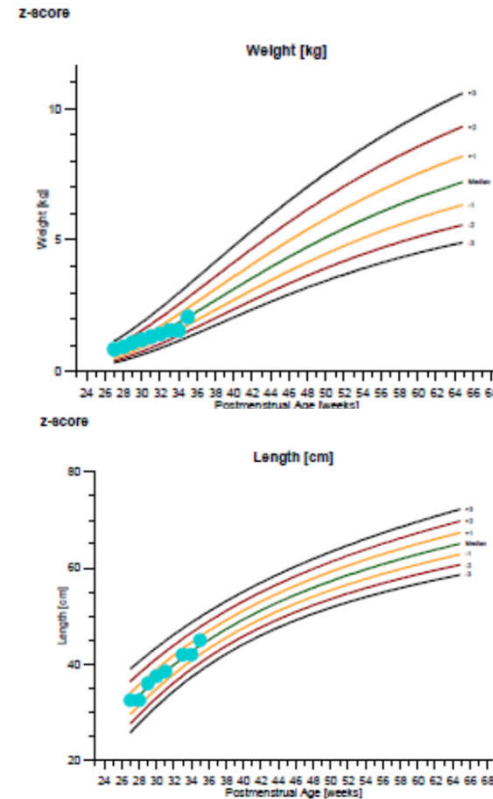
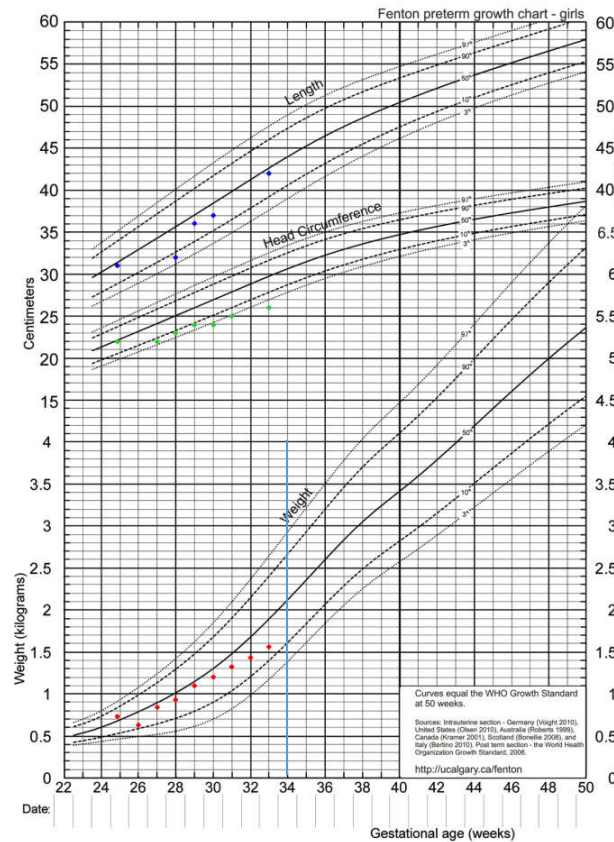
Mit 43 SSW p.m. = P-60



Geburtsperzentilen bei Frühgeborenen sind nicht identisch mit fetalen Schätzwichten

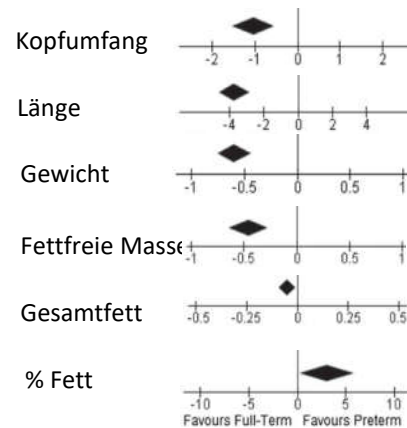
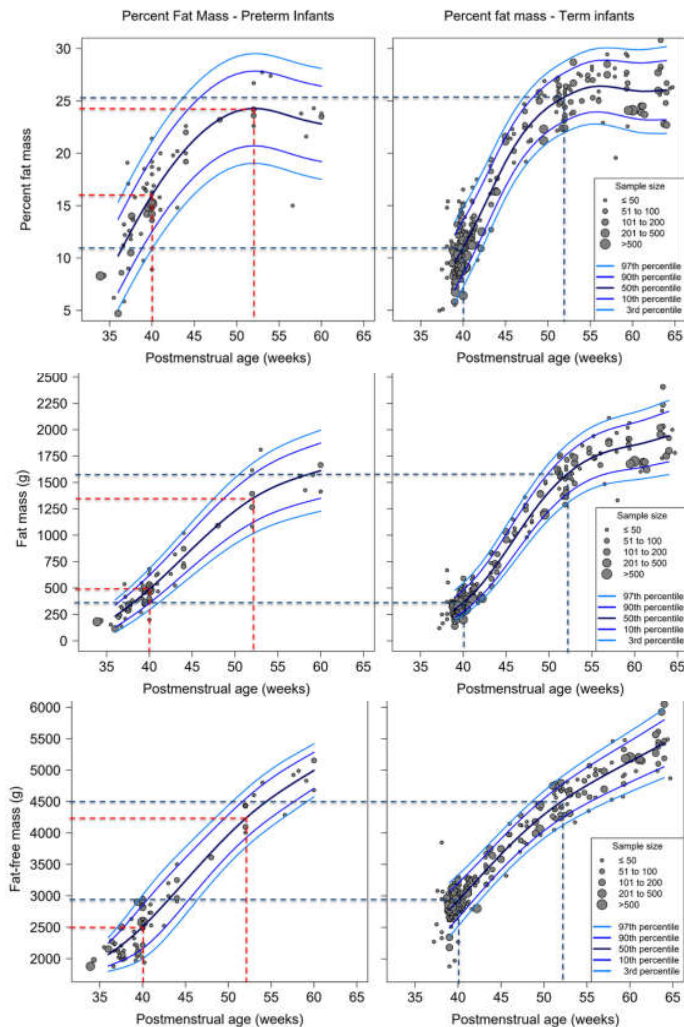


Salomon, L.J., Bernard, J.P. and Ville, Y. (2007), Estimation of fetal weight: reference range at 20–36 weeks' gestation and comparison with actual birth-weight reference range. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 29: 550-555



	Fenton	Intergrowth-21	Voigt
Design	Längsschnitt-Wachstum	Längsschnitt-Wachstum, population-based	Querschnitt-Geburtsp., population-based
GA-Spannweite	22-50 SSW p.m.	27-68 SSW p.m.	22-43 SSW p.m.
Durchschn. Gewichtszunahme 29+0 bis 34+0	28.5 g/d	30 g/d	30 g/d
Kohorte	Alle FG	„gesunde“ FG	Alle FG
Region	Kanada + WHO	Weltweit + WHO, „populatio-	Deutschland

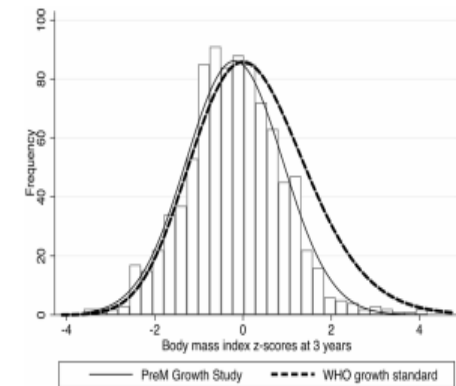
Welches Wachstum wollen wir?



34,3 cm

44 cm

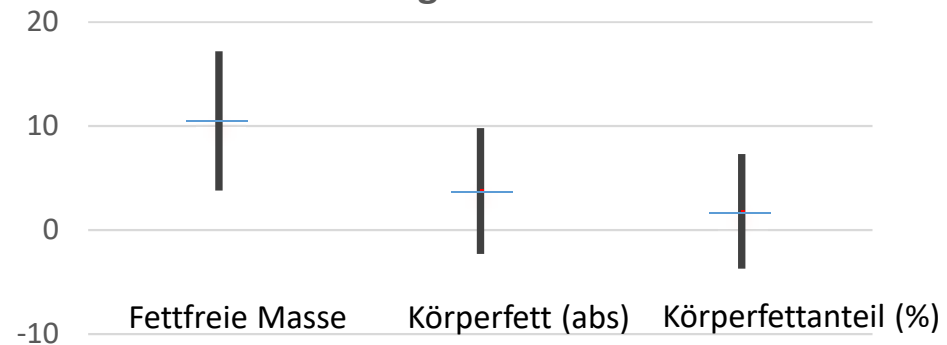
3365 g



Johnson J et al, Preterm birth and body composition at term equivalent age. A systematic review and metaanalysis. *Pediatrics* 2012;130:e640.

Fenton TR, Nasser R, Creighton D, Elmrayed S, Tang S, Gillis C, Alshaikh B. Critical examination of relationships between early growth and childhood overweight in extremely preterm infants. *J Perinatol.* 2021 Dec;41(12):2774-2781

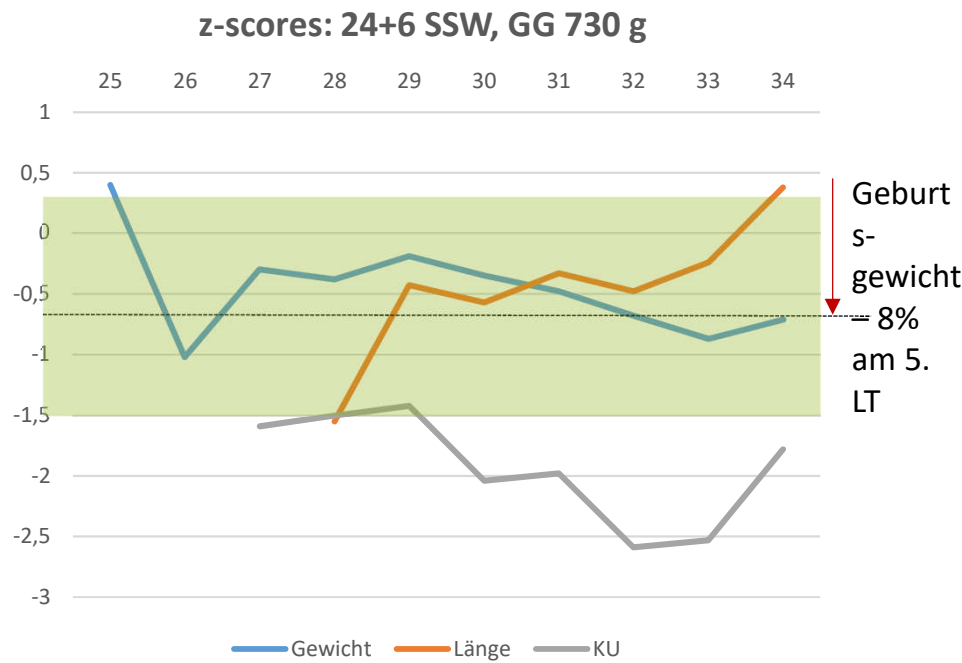
Zusätzliches Hirnvolumen (cm³) pro z-score-Anstieg am errechneten Termin



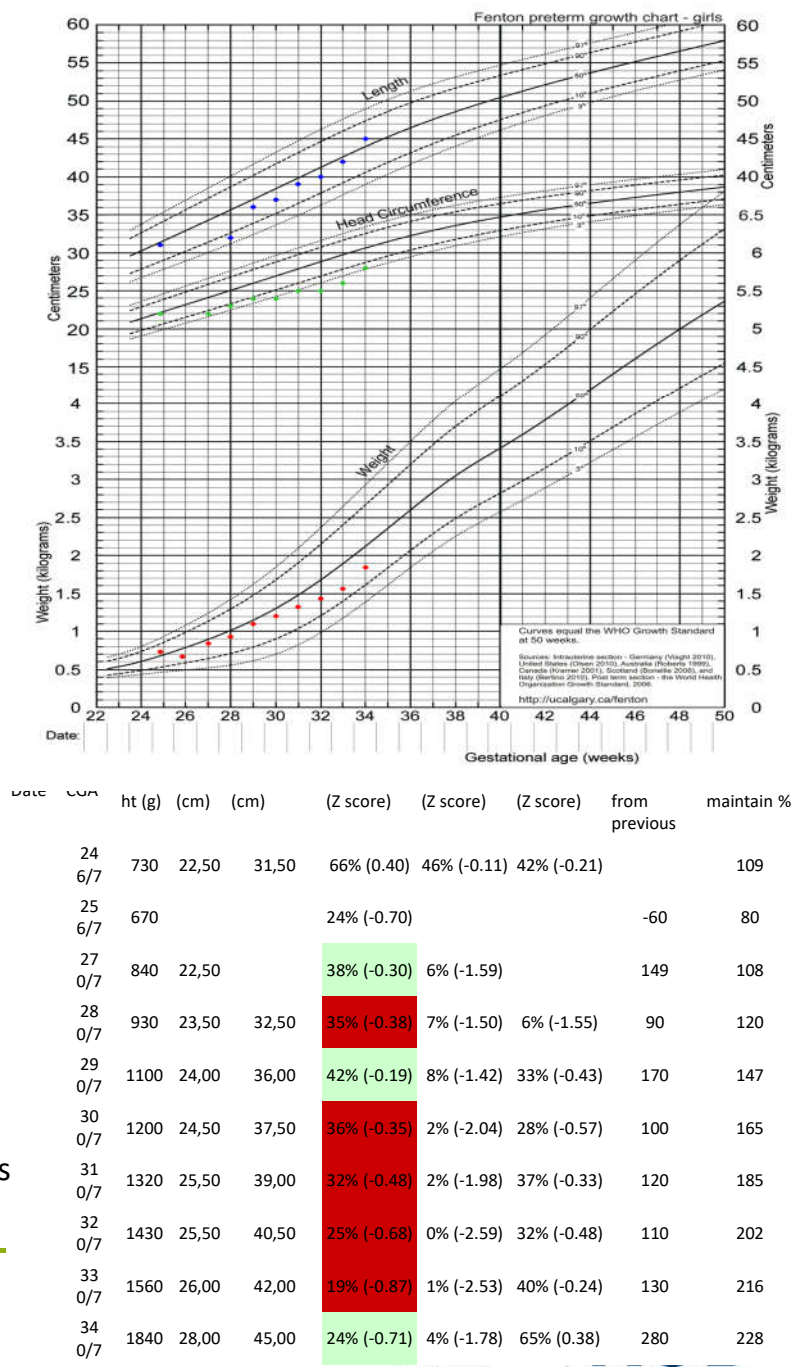
Bell KA, Matthews LG, Cherkerzian S, Prohl AK, Warfield SK, Inder TE, Onishi S, Belfort MB. Associations of body composition with regional brain volumes and white matter microstructure in very preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2022 Jan 20:fetalneonatal-2021-321653

Hamatschek, C.; Yousuf, E.I.; Möllers, L.S.; So, H.Y.; Morrison, K.M.; Fusch, C.; Rochow, N. Fat and Fat-Free Mass of Preterm and Term Infants from Birth to Six Months: A Review of Current Evidence. *Nutrients* **2020**, *12*, 288.

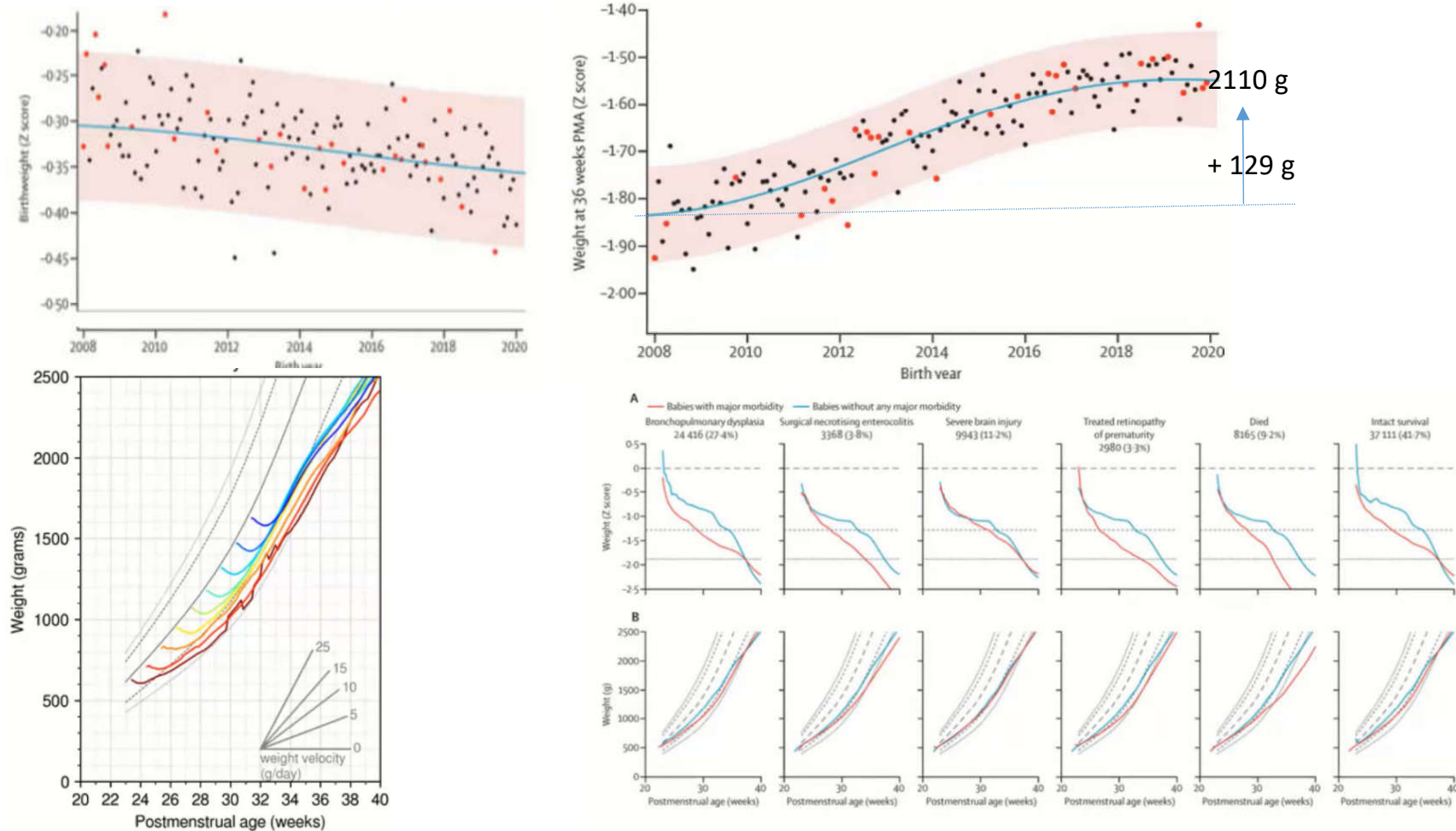
Wieviel Wachstum wollen wir?



Fenton growth charts
www.peditools.org



Tatsächlich erreichtes Wachstum (England and Wales)



Greenbury SF, Angelini ED, Ougham K, Battersby C, Gale C, Uthaya S, Modi N. Birthweight and patterns of postnatal weight gain in very and extremely preterm babies in England and Wales, 2008-19: a cohort study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2021 Oct;5(10):719-728

Wachstum: wieviel wollen wir?

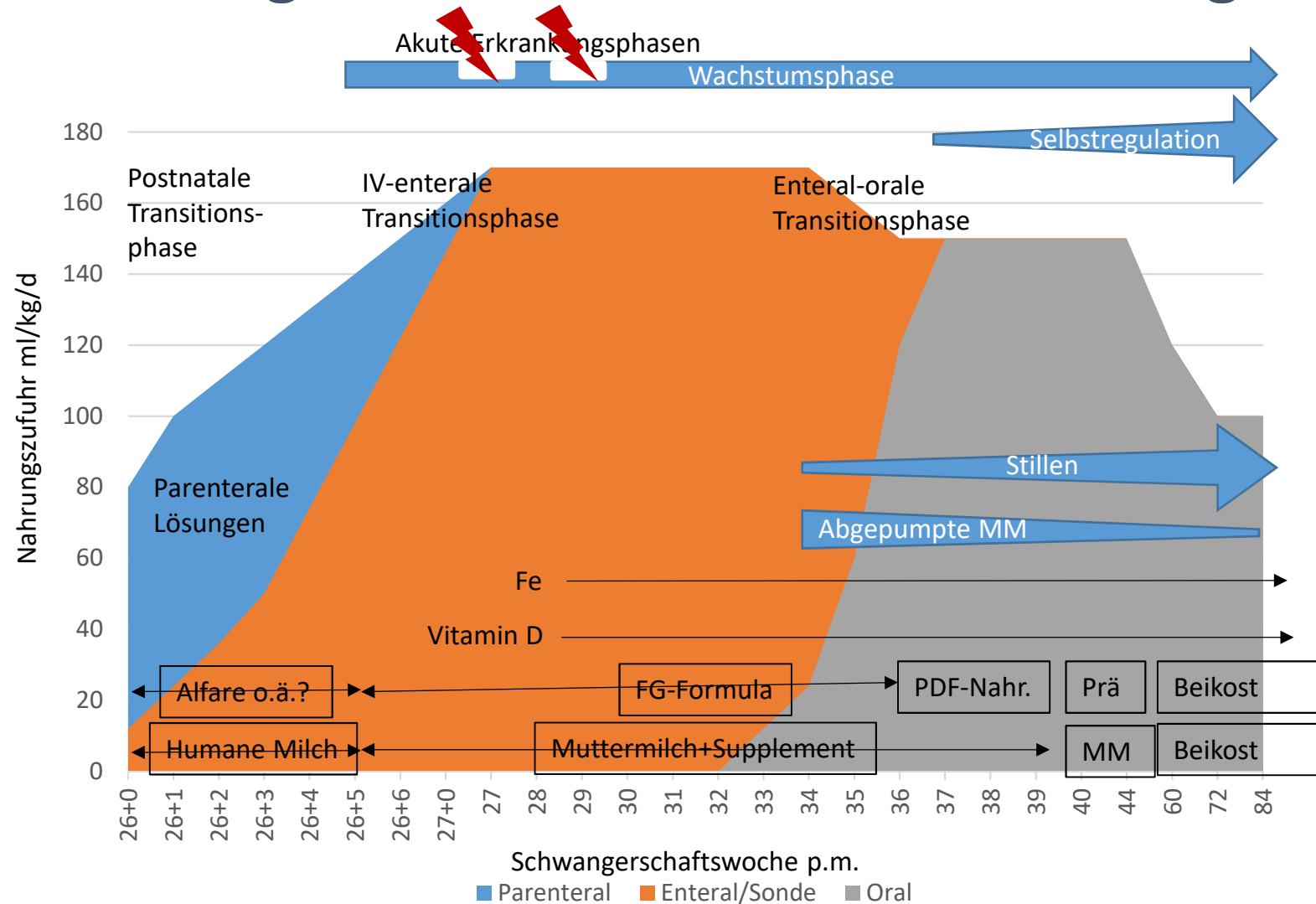
- Allgemeine Philosophie: Frühgeborene sollten postnatal intrauterinem Perzentilenverlauf folgen. Begründung??
- Geringes postnatales Wachstum statistisch *assoziiert* zu schlechterer neurokognitiver Entwicklung, BPD, ROP, LOS, ICP
- Übermäßige postnatale Gewichtszunahme *assoziiert* mit langfristigem Risiko für metabolisches Syndrom
- Frühgeborene sind etwas kleiner und haben langfristig geringere fettfreie Masse
- Erreichte Wachstumskurven sind nicht nur Schicksal, sondern unterliegen Ernährungspolitik der einzelnen Kliniken
- Physiologische Gewichtsabnahme nach Geburt wird häufig nicht berücksichtigt
- Plausibles Ziel: Wachstum sollte entlang der Perzentilen/z-Werten am 7. - 10.Lebenstag verlaufen (alle 3 Parameter)
- Ziel: Harmonisches (proportioniertes) Wachstum
- Bei Kindern mit IUGR gewisses (aber nicht übermäßiges) Aufholwachstum wahrscheinlich günstig?

NÄHRSTOFFZUFUHR

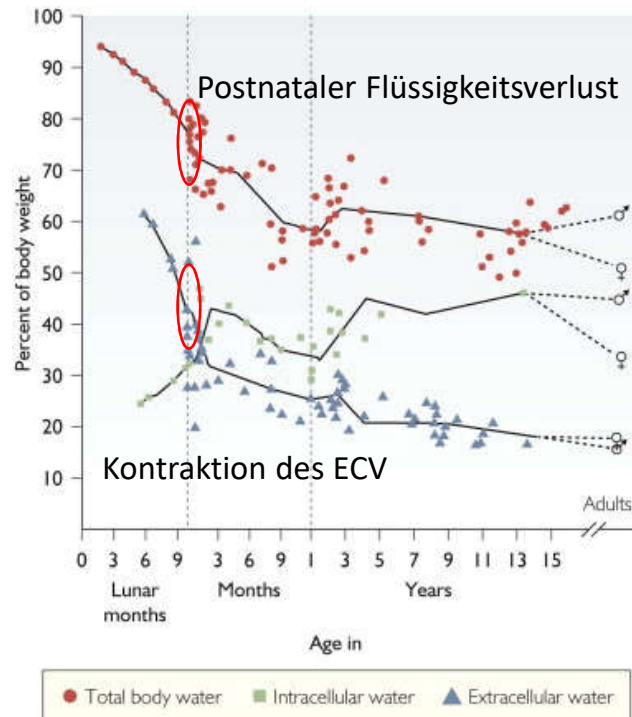
- Flüssigkeit
- Natrium
- Energie
- Eiweiß/Aminosäuren
- Fette
- Kohlenhydrate
- Ca und Phosphat
- Eisen
- Zusammenfassung ESPGHAN-Empfehlungen

**ERNÄHRUNG SEHR UNREIFER
FRÜHGEBORENER
(< 32 SSW)**

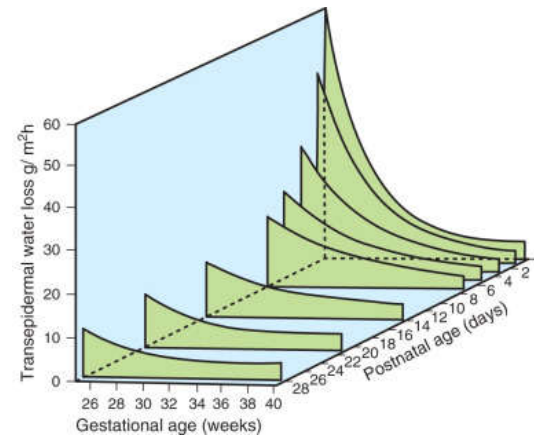
Nahrungsaufbau bei sehr unreifen Frühgeborenen



Flüssigkeits-Bedarf



Changes in body water from early fetal life to adult life.
(Reproduced, with permission, from Friis-Hansen B.
Water distribution in the foetus and newborn
infant. *Acta Paediatr Scand.* 1983;305:8



Avery's Diseases of the Newborn 2018:363.
Redrawn from Sedin G, Agren J. Water and heat—the
priority for the newborn infant. *Ups J Med Sci.*
2006;111:45–59.

**Initialer transepidermaler
Wasserverlust bei
Doppelwandinkubator mit
80% Feuchte**

22-23	60-100 ml/kg/d
24-25	40-70 ml/kg/d
26-27	35-60 ml/kg/d
28-29	30-35 ml/kg/d
30-31	20-30 ml/kg
>32	15-20 ml/kg/d

Renale Konzentrationsfähigkeit < 500 Osmol/l

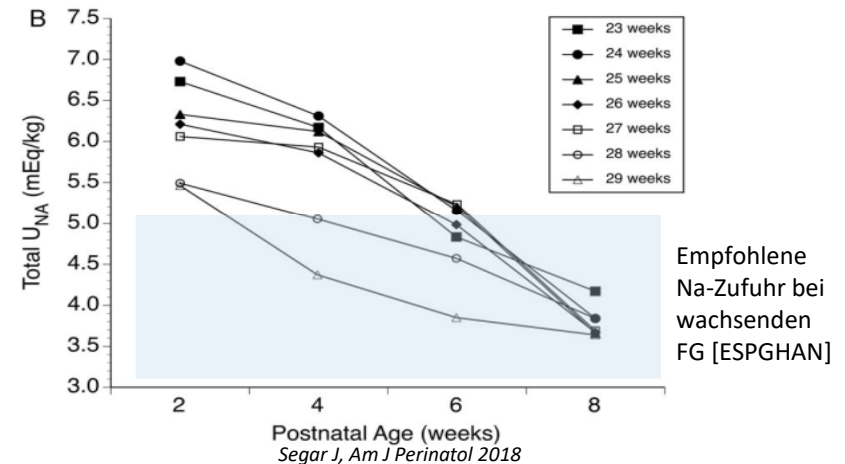
Für 20 g Gewichtszunahme ca. 12 ml Wasserretention erforderlich

ml/kg/d	1	2	3	4	5	6	7	Ab 8
< 24+0 SSW	100-120	120	140	150	160	170	180	180 (- 200)
24-25	80	100	120	130	140	150	150-180	150- 180 (-200)
≥ 26+0	70	80	90	100	110	120	130	150- 180

Bochumer Neo 1x 1 2022

Natrium-Bedarf

- Serum-Natrium stark hormonell reguliert
- Normales Serum-Natrium bedeutet NICHT normales Gesamtkörper-Natrium
- Bei wachsenden FG ohne Diuretika und normaler Nierenfunktion ist $\text{Urin-Na} < 30\text{-}40 \text{ mmol/l}$ Hinweis für mangelnde Na-Zufuhr
- Pro 20 g Körpergewicht-Zunahme wird 1 mmol Natrium eingebaut
- Physiologische postnatale isotone Kontraktion des Extrazellulärvolumens erfordert Diurese UND Natriurese
- In den ersten 3 Lebenstagen keine Natriumzufuhr erforderlich
- Zufuhr ab 4. Lebenstag (Wachstumsphase) oder vorher bei übermäßiger Gewichtsabnahme
- Extrem unreife Frühgeborene haben erhöhten renalen Natriumverlust bis zur 4.-6. Lebenswoche
- Hypernatriämie in den ersten Lebenstagen = zu geringe Zufuhr an freiem Wasser (oder versteckte Natrium-Zufuhr)
- Hyponatriämie in den ersten Lebenstagen meist zu hohe Zufuhr an freiem Wasser. Bei wachsenden Frühgeborenen = meist *spätes* Zeichen für unzureichende Natriumzufuhr
- Zufuhr als NaCl 5.85% oder Natriumglycerophosphat
- Mehr Natrium führt nicht zu mehr Wachstum, ABER: zu wenig Natrium verursacht mangelhaftes Wachstum



	Tag 1-3	Tag 4-7	Ab Tag 7	Tag 14	Tag 28	Ab Tag 50
< 26+0 SSW	0 (-2*)	2-4	5-7	6-9	5-8	3-5
26-28	0 (-2*)	2-4	4-6	5-8	4-7	3-5
≥ 29+0	0 (-2*)	2-4	3-5	3-5	3-5	3-5

Natrium-Zufuhr [mmol/kg/d], Bochumer Neo 1x1

* i.d.R nur falls frühe Phosphatsubstitution erforderlich

Energie-Bedarf

Fetus

Verbrauch

Metabolismus (Wärme)	50	82 kcal/kg/d	115 kcal/kg/d
Nicht-Fett-Masse	32		
Fett	33		
			90-120 enteral

Zufuhr

Aminosäuren	45	109-126 kcal/kg/d
Glucose	26	
Lactat	21	
Fettsäuren	17-34	

Sparks J, W, Girard J, R, Battaglia F, C: An Estimate of the Caloric Requirements of the Human Fetus. Neonatology 1980;38:113-119

	1. Lebenstag	Ausgesteigert parenteral	Ausgesteigert enteral
< 1000 g	60-70	100-115	110-130
1000-1999 g	60-70	90-110	110-130
2000-2500 g	45-70	90- 105	105-125

VLBW-Frühgeborenes

40-50	Metabolismus
20-30	Masse
15	Synthese
5	Thermoregulation
0-5	Körperl. Aktivität
15	Nicht-resorbiert

↑ Sepsis, BPD, Herzinsuff.
Coffein
Umgebungstemperatur
Rückenlage



Kohlenhydrat-Bedarf

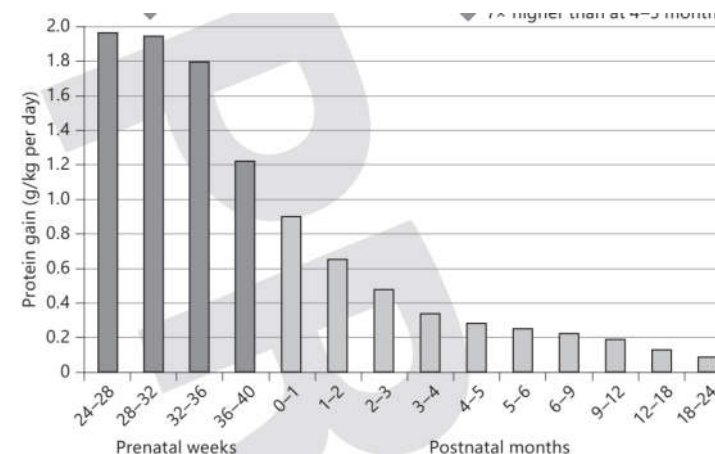
- Energetische Hauptquelle beim Feten via maternale Glucose-Zufuhr
- Normale FG-Glucose-Oxidationsrate 8.6-11.5 g/kg/d
- Je unreifer, desto höher Glucoseoxidationsrate
- Maximale Oxidationsrate (15-18 g/kg/d) beim Frühgeborenen umstritten und möglicherweise niedriger als bislang angenommen
- V.a. bei FG < 750 g häufig Hyperglykämie in ersten 1-2 Lebenswochen
- Hyperglykämie (> 150-180 mg/dl) *assoziiert* mit schlechterer neurologischen Entwicklung
- Optimale Behandlungsstrategie der Hyperglykämie (Reduzierung Glc-Zufuhr vs. Insulin) ungeklärt
- Excess-Kohlenhydrat-Zufuhr erhöhte Körperfett
- Fetale BZ-Werte: 54-108 mg/dl = Postnatale Referenz

g/kg/d	1. Lebenstag	Ausgesteigert parenteral	Ausgesteigert enteral
< 26 SSW/750 g/IUGR	4.3-8.6 1.8-3.5 ml/kg/h G 10%	10-15	11-13
≥ 26 SSW	6-12 2.5-5 ml/kg/h G 10%	10-15	11-13

Eiweiß/Aminosäuren

- 3-4 g/kg/d bei wachsenden VLBWI mit TPN (plus > 65 kcal/kg/d non-Protein-Kalorien)
- Enteral ca. 0.5 g/kg/d mehr erforderlich
- Ca. 1 g/kg/d werden oxidiert
- Zufuhr > 4-4.5 g/kg/d führt wahrscheinlich NICHT zu mehr Protein-Einbau
- Neonatales „Refeeding-like-syndrome“ bei unzureichender Zufuhr von Phosphat und Kalium
- Cave: fallende Protein-Konzentration postnatal in Muttermilch

Protein-Einlagerung bei Feten und Säuglingen



Bhatia J, Shamir R, Vandenplas Y (eds): Protein in Neonatal and Infant Nutrition: Recent Updates. Nestlé Nutr Inst Workshop Ser. Nestec Ltd. Vevey/S. Karger AG

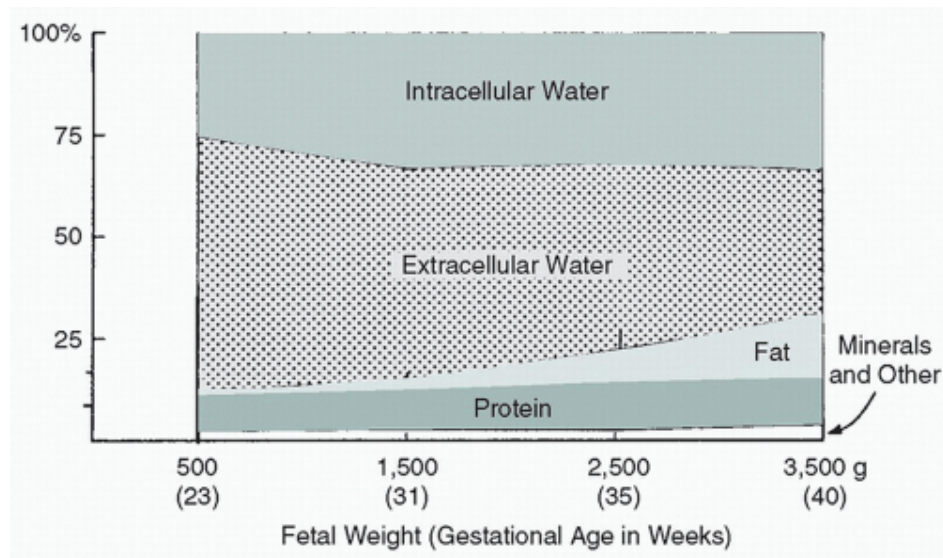
g/kg/d		Bei ausreichender Zufuhr von Nicht-Protein-Kalorien	
	Start 1. LT	Parenteral	Enteral
< 1000 g	2 – 2.5	3.0-3.5	3.5-4.5
1000-1499 g	2	3.0-3.5	3.5-4.0
1500-1999 g	1.5-2	2.5-3.0	3.0-4.0
2000-2499 g	1.5	2.0-2.5	2.5-3.5
2500-5000 g			

Bochumer Neo 1x1 und Angaben in van den Akker CHP et al, Proteins and amino acids In: Koletzko et al: Nutritional care of preterm infants. Basel (Karger) 2021

Lipidzufuhr

Fetus

- Fettgewebe wird erst ab ca. 30 SW akquiriert
- 80% des fetalen Fettgewebes werden durch Lipogenese aus Glucose gewonnen

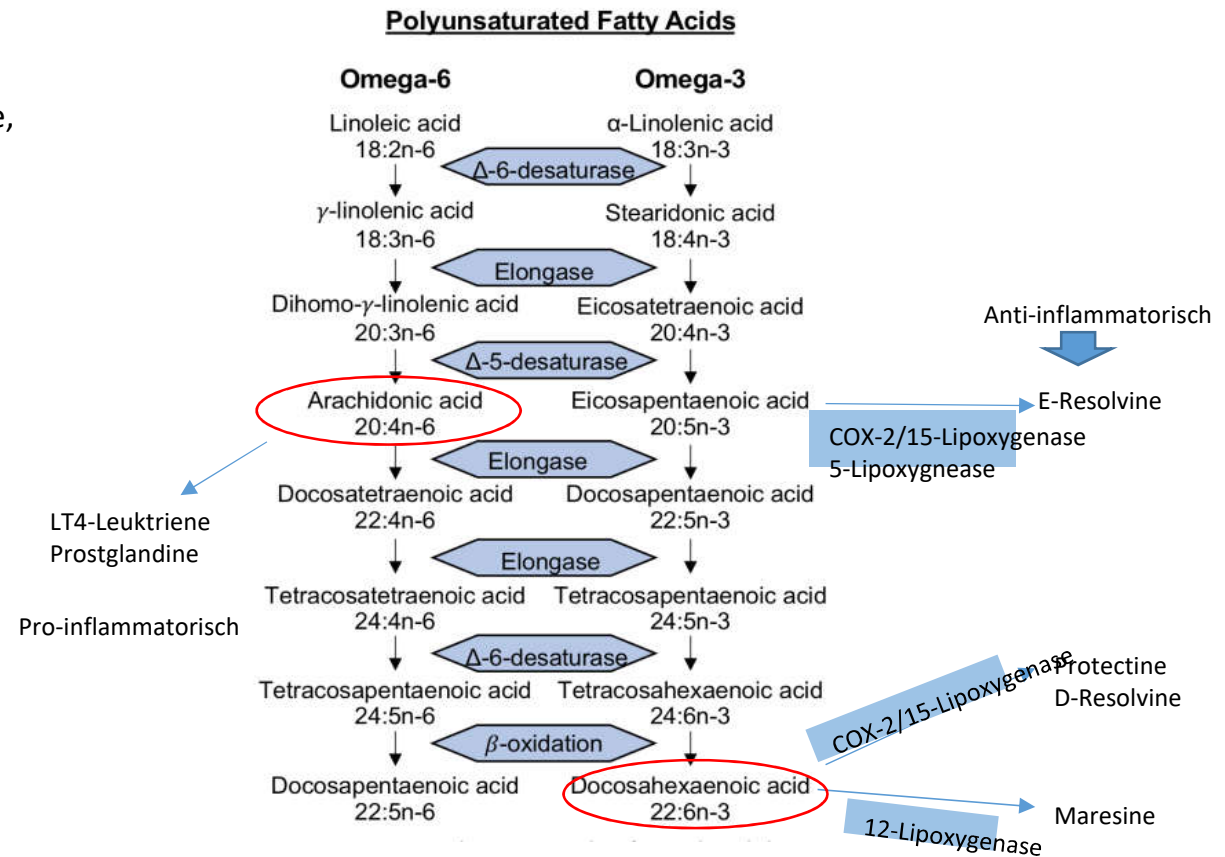


Dweck HS. Feeding the prematurely born infant. Fluids, calories, and methods of feeding during the period of extrauterine growth retardation. *Clin Perinatol* 1975;2:183. Data from Widdowson EM. Growth and composition of the fetus and newborn. In: Assali NS, ed. *Biology of Gestation*. Vol. 2. New York, NY: Academic Press; 1968.)

Essentielle Fettsäuren

DHA und AA

- Neurogenese, Synaptogenese, Neurotransmitter
- Retina-Entwicklung



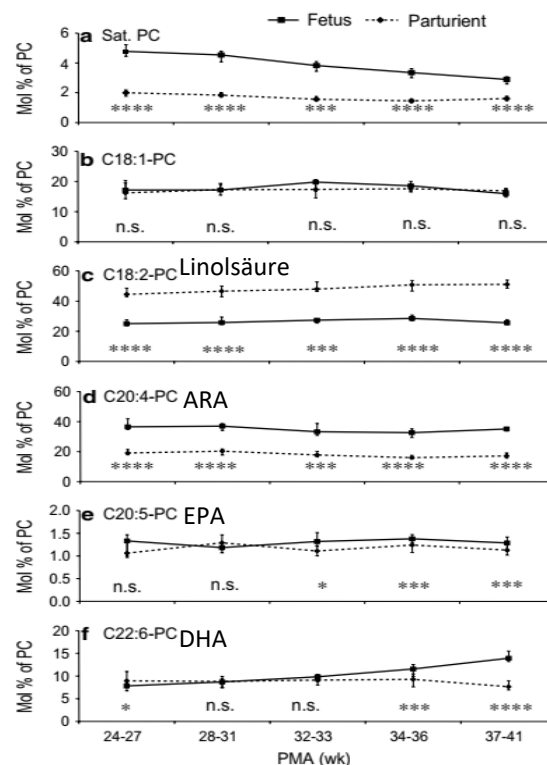
Essentielle Fettsäuren

Fetus

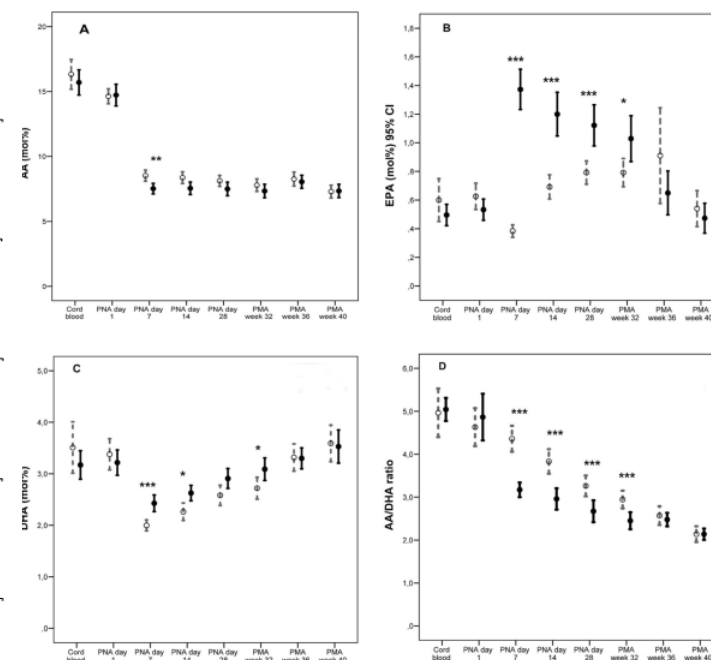
- Transplacentaer Transfer von Fettsäuren v.a. für POUFA-Versorgung
- Fetale Akkretion etwa 140-212 mg/kg/d ARA und 43 mg/kg/d DHA

Frühgeborene

- Muttermilch relativ reich an LCPUFA
- DHA-Konzentration in MM linear von maternaler DHA-Zufuhr abhängig
- Frühgeborene können aus Linolsäure bzw. Linolensäure nicht ausreichend DHA/AA synthetisieren



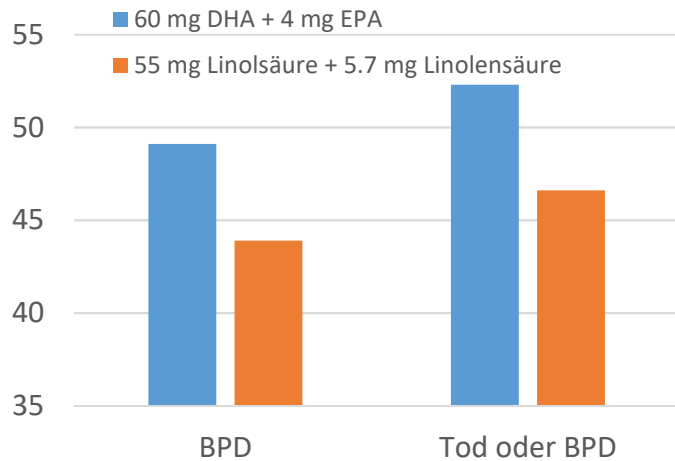
Bernhard W et al. Developmental changes in polyunsaturated fetal plasma phospholipids and fetomaternal plasma phospholipid ratios and their association with bronchopulmonary dysplasia. *Eur J Nutr.* 2016;55:2265-74



Najm S et al, Effects of a lipid emulsion containing fish oil on polyunsaturated fatty acid profiles, growth and morbidities in extremely premature infants: A randomized controlled trial, *Clinical Nutrition ESPEN* 2017;20:17-23

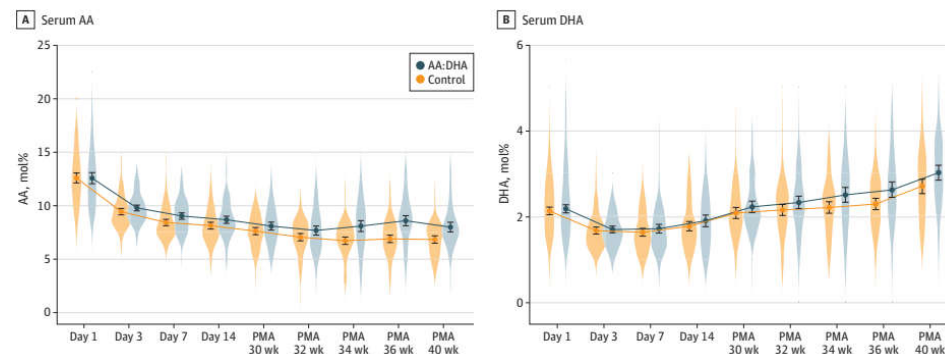
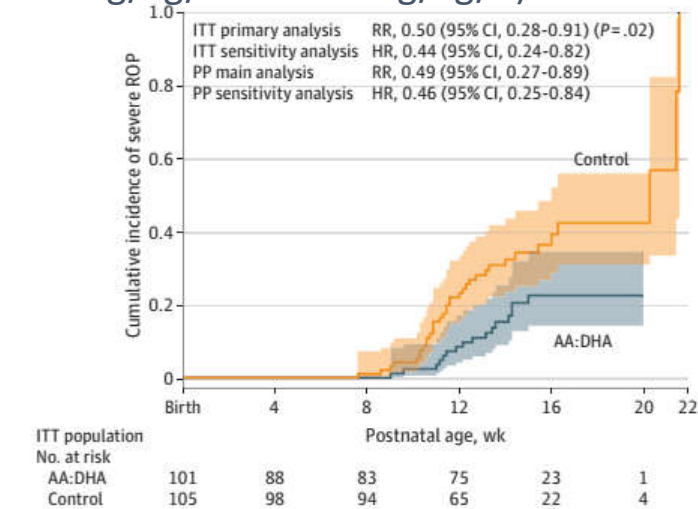
Essentielle Fettsäuren: Interventionsstudien

N3RO-trial



Collins CT, Makrides M, McPhee AJ, Sullivan TR, Davis PG, Thio M, Simmer K, Rajadurai VS, Travadi J, Berry MJ, Liley HG, Opie GF, Tan K, Lui K, Morris SA, Stack J, Stark MJ, Chua MC, Jayagobi PA, Holberton J, Bolisetty S, Callander IR, Harris DL, Gibson RA. Docosahexaenoic Acid and Bronchopulmonary Dysplasia in Preterm Infants. *N Engl J Med*. 2017 Mar 30;376(13):1245-1255

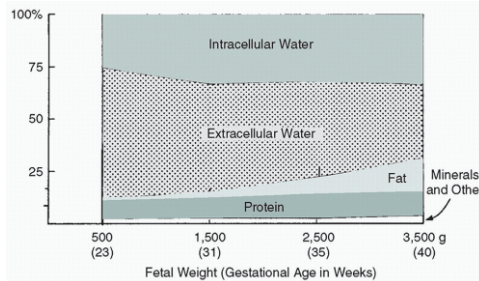
Mega Donna Mega trial: AA/DHA 2:1-Supplementierung (100 mg/kg/d und 50 mg/kg/d)



Hellstrom A et al, Effect of enteral lipid supplement on ROP, *JAMA Pediatr*. 2021;175(4):359-367.
 doi:10.1001/jamapediatrics.2020.5653

Lipid-Zufuhr

- Beginn als 20%-Emulsion spätestens 2. LT mit 1.5 g/kg/d
- Steigern bis 3 (-4) g/kg/d
- Kontinuierl. Gabe über 24 h mit Photoprotektion
- In zwei Portionen (Infektiologische Gründe)
- Keine klaren Vorteile der verschiedenen Präparate bisher
- Heparin nicht empfohlen
- Bei Hyperbilirubinämie, Sepsis u.a. akute Erkrankungen engmaschiges-Monitoring
- TG-Spiegel sollte < 265 mg/dl sein

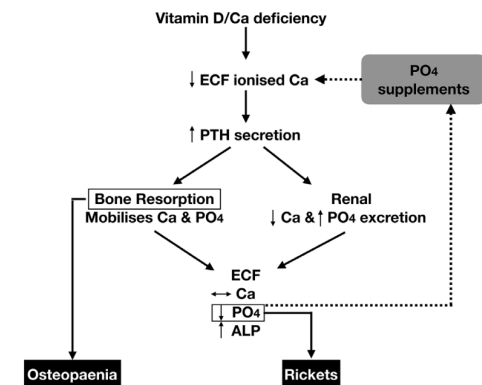
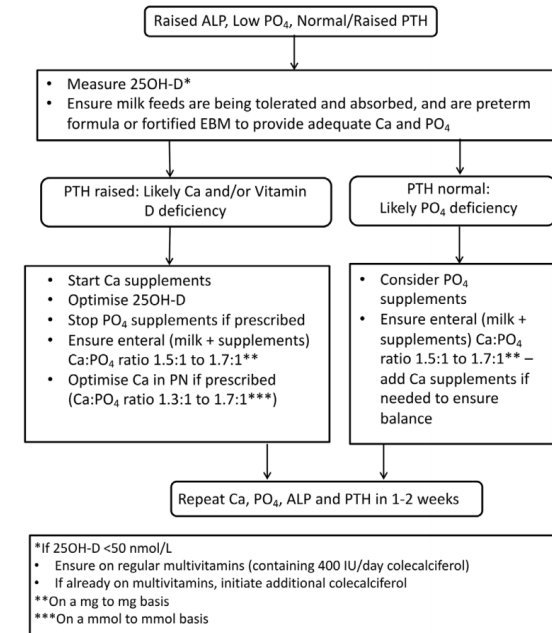


Dweck HS. Feeding the prematurely born infant. Fluids, calories, and methods of feeding during the period of extrauterine growth retardation. *Clin Perinatol* 1975;2:183. Data from Widdowson EM. Growth and composition of the fetus and newborn. In: Assali NS, ed. *Biology of Gestation*. Vol. 2. New York, NY: Academic Press; 1968.)

	Intralipid	Clinoleic (in Numeta)	Omegaven	SMOF-Lipid
Zusammensetzung	100 % Soja	20% Soja, 80% Olive	100% Fisch	30% Soja, 30% MCT, 25% Olive, 15% Fisch
Linolensäure [g/100 g Fett]	4-11	0.5-4.2	1.1	1.5-3.5
Linolsäure [g/100 g Fett]	44-62	14-22	1.5	14-25
DHA [g/100 g Fett]	0	0	14-27	1-3.5?
ARA [g/100 g Fett]	0	0	0.2-2	0.5? ..oder < 0.1%?
EP (g/100 g Fett)	0	0	13-26	1-3.5
Minimale Zufuhr um Mangel an Linolsäure zu vermeiden	0.5 g/kg/d	1.3 g/kg/d	(14.6 g/kg/d)!	1.25 g/kg/d

Phosphat und Calcium

- Pro g Gewichtszunahme lagert Fet 0.21 mmol Calcium und 0.15 mmol Phosphat ein = 630 mmol Calcium + 450 mmol Phosphat zwischen 24 und 40 SSW = 3.5 mmol/kg/d Ca + 2.5 mmol/kg/d Phosphat (bei Gewichtszunahme von 17 g/kg/d)
- 98% des Calciums im Knochen, 80% des Phosphats im Knochen
- Kritische Lösungskonzentration von Calciumgluconat und Natriumglycerophosphat in TPN-Lösungen unbekannt
- Ca und Phosphat behindern sich teilweise gegenseitig in enteraler Absorption, so dass getrennte Verabreichung (z.B: 6 x Phosphat und 6 x Calcium) sinnvoll erscheint
- Phosphat hat gute und recht zuverlässige orale BV (80%), Calcium schlechte und individuell variierende orale BV (60% oder weniger)
- Individualisierte Steuerung durch Messung der Urinausscheidung von Ca und P (Ziel: nachweisbar, aber nicht zu hohe Ausscheidung (> 1.2 mmol/l Ca und > 0.4 mmol/l Phosphat))
- Organische Ca/P-Salze wahrscheinlich weniger anfällig für Präzipitation im Darm (Natriumglycerophosphat, Glucose-1-Phosphat, Ca-Gluconat)
- NW: Nephrocalcinose
- Risiken für Unterversorgung: FG-Osteopenie, langfristig Osteoporose
- Zufuhr muss Gewichtszunahme angepasst werden, die enterale Resorption wird oft überschätzt, die Zufuhr sollte biochemisch überwacht werden
- Substitutionsbeginn ab 1. Lebenstag empfohlen



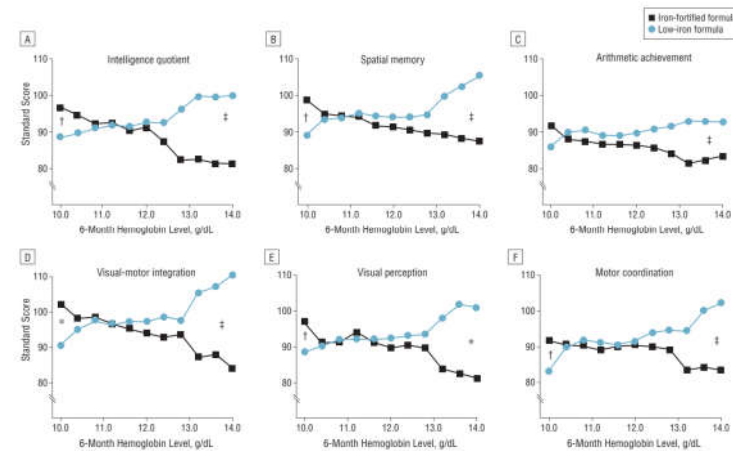
Mihatsch, W.; Thome, U.; Saenz de Pipaon, M. Update on Calcium and Phosphorus Requirements of Preterm Infants and Recommendations for Enteral Mineral Intake. *Nutrients* **2021**, *13*, 1470.
 Chinoy A, Mughal MZ, Padidela R, Metabolic bone disease of prematurity: causes, recognition, prevention, treatment and long-term consequences
Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition 2019;**104**:F560-F566

Eisen

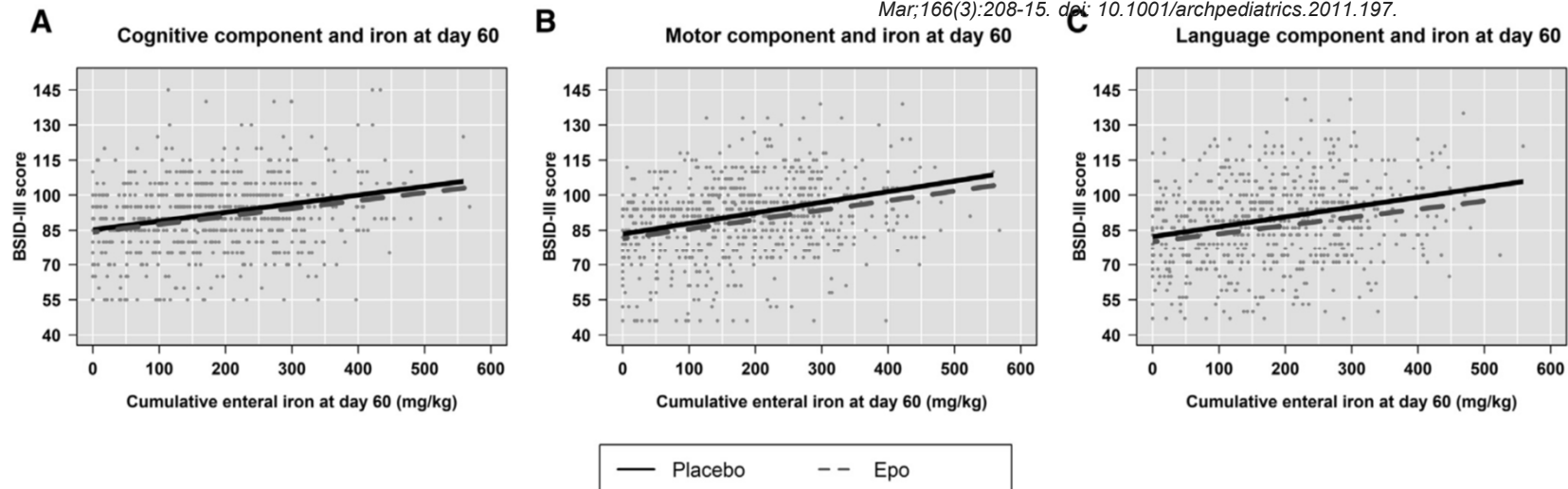
- Gesamtkörpereisen reifes NG 75 mg/kg, letztes Trimenon Einlagerung von etwa 45 mg/kg
 - Reifes NG 10-15 mg/kg als Speichereisen, FG deutlich weniger
 - Postnatal wird mehr Hb abgebaut als abgebaut und dient als Fe-Speicher (3.5 mg Eisen pro g Hb-Abbau)
 - Eisenmangel bei Feten geht auf Kosten von Eisen für Wachstum
- Eisen wichtig für Neurotransmission, Myelinbildung und Energiegewinnung des reifenden Gehirns
- FG haben hohes Risiko für Eisenmangel: Niedrige Speicher bei Geburt, hohen Bedarf wegen Wachstum, Verlust durch Blutentnahmen
- Muttermilch enthält 0.02-0.08 mg/dl Fe (Absorption 20-50%), Formula-Eisen wird nur zu 4-20% resorbiert.
- PDF-Nahrung (150 ml/kg/d) stellt ca. 2 mg/kg/d Eisen zur Verfügung.
- Fe nicht in IV-Spurenelementen enthalten
- Verzögertes Abklemmen der Nabelschnur erhöht postnatalen Hb (und Fe-Speicher)
- Supplementierung ab < 2500 g vermindert Risiko für Anämie im späten Säuglingalter und vermindert wahrscheinlich Verhaltensstörungen
- Ferritin > 35-70 µg/l und < 300 µg/l, Transferrin-Sättigung 30-70%
- Nicht resorbiertes enterales Eisen → enterale Dysbiose?/NEC?
- Excessive Eisenzufuhr wegen oxidativer Eigenschaften problematisch

Eisen und Entwicklung

Placebo (N=355):	0.54 (-0.53, 1.61)
Epo (N=334):	1.02 (0.11, 1.94)



Lozoff B, Castillo M, Clark KM, Smith JB. Iron-fortified vs low-iron infant formula: developmental outcome at 10 years. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2012 Mar;166(3):208-15. doi: 10.1001/archpediatrics.2011.197.



German KR, Vu PT, Comstock BA, Ohls RK, Heagerty PJ, Mayock DE, Georgieff M, Rao R, Juul SE; PENUT Consortium. Enteral Iron Supplementation in Infants Born Extremely Preterm and its Positive Correlation with Neurodevelopment; Post Hoc Analysis of the Preterm Erythropoietin Neuroprotection Trial Randomized Controlled Trial. *J Pediatr.* 2021 Nov;238:102-109

Eisen-Supplementierung bei Frühgeborenen

Aktuelles Gewicht	Orale Eisen-Dosis [mg/kg/d]	Beginn	Ende der Supplementierung
< 1000 g	3	14. Lebenstag	6 (-12) LM
1000-1499 g	2(-3)	14. Lebenstag	6 (-12) LM
1500-2000 g	2(-3)	2.-4 Lebenswoche	6 (-12) LM
2000-2499 g	1(-2)	4.6. Lebenswoche	6 LM
EPO-Behandlung	4-6	7.-14. Lebenstag	Ende EPO

Bochumer Neo 1x1 und Angaben in Domellöf M, Microminerals In: Koletzko et al: Nutritional care of preterm infants. Basel (Karger) 2021

MONITORING

Je mehr parenterale Ernährung und je unreifer das Kind um so engmaschiger Kontrollen (und umgekehrt)

Monitoring I

	Parameter	1. Lebenswoche	Wachstumsphase	Zielbereich
Anthropometrie	Gewichtspersentile	tgl	Wöchentlich	Max. Gew-Verlust 10-12%, Geb-Gewicht nach 10 Tagen Wachstum parallel Persentile am 7. LT (Nadir) alle 3 Param. Z-score-Abweichung < 0.8
	Längenpersentile	tgl	Wöchentlich	
	KU-Persentile	tgl	Wöchentlich	
Laborwerte	Natrium	1-3 x tgl	1-2 mal pro Woche	133-143 mmol/l
	Basendefizit	1-3 x tgl		- 3 bis + 3 mmol/l
	Blutzucker	3-6 x tgl	Bei PN 1-3 x tgl., sonst mind. 1 x wöchentlich	70-110 mg /dl
	Harnstoff	-	Alle 1-2 Wochen	> 10 mg/dl
	Triglyceride	Nur bei IV-Fetten, Tag 5, dann wöchentlich und bei akuter Erkrankung		< 265 mg/dl
	Serum-Phosphat	Tag 1,3,5	Alle 1-2 Wochen	> 1.8 mmol/l
	Alkal. Phosphatase	-	Alle 1-2 Wochen	< 700 (-900) U/l
	Ca, Phosph, Na i.U.	-	Alle 1-2 Wochen	Ca > 1.2 mmol/l, PO ₄ > 0.4 mmol/l, Na > 40 mmol/l
	Ferritin		Ab 3. Lebenswoche alle 2 Wochen	70-300 ng/ml
	Transferrin-Sätt.	-	Ab 3. Lebenswoche alle 2 Wochen	(20-)30-70%
	Parathormon	-	Bei unklarer AP-Erhöhung	
	25-OH-Cholecalciferol	-	Bei unklarer AP-Erhöhung	
	GOT, GPT, GGT, Bili	-	Bei AP-Erhöhung, bei TPN > 3 Wo	
	Vitamin A, E, K, B12, Zink, Se	-	Bei TPN > 3 Wo, Cholestase, Kurzdarms-S	
	Fäkale Pancreas-Elastase	-	Bei Gedeihstörung	> 200 µg/g Stuhl
Nahrungszufuhr	Flüssigkeitszufuhr ml/kg/d	Tgl	Tgl.	(130-)150-180(-200) ml/kg/d
	Eiweiß, Fett, KH, Energie	tgl	Tgl., ab 3.-4. LW evtl wöchentlich	ESPGHAN-Empfehlungen

Pereira
Embley

34 MENSCHLICH - WELTOFFEN - LEISTUNGSSTARK

St. Josef-Hospital
Universitätsklinikum

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER
RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

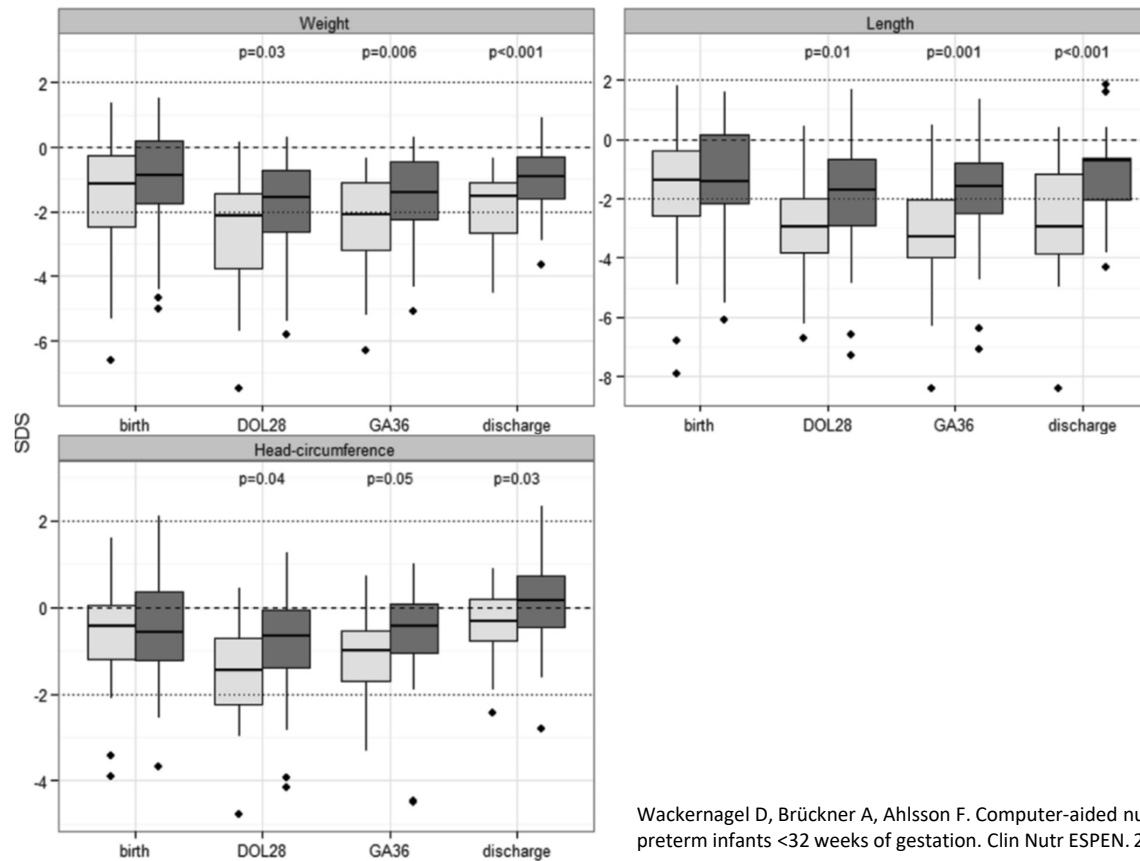
Bochumer Neo 1 x 1, 2022

Monitoring II

- Ödeme, Ekzeme, pathol. Frakturen
 - Nephrocalcinose, Cholestase
 - Erbrechen, Stuhl-Verhalt
 - Stoma-Verluste, Kurzdarm-S.
 - Grunderkrankungen (BPD, PDA, IVH....)
 - Muttermilch? Unterstützungsbedarf? Anleitung? Milchpumpe? Transport?
 - Spendermilch verfügbar und Eltern einverstanden?
 - Nahrungsverträglichkeit? Orale Nahrung?
- Nicht-nutritives Saugen
Buccales Colostrum
Buccale un-suppl. Muttermilch
Vollständig enteral 7.-10. Lebenstag
Beginn orale Ernährung 32-33 SSW
Sondenentfernung < 36 SW p.m.

-

Software-gestützte Verordnung der Ernährung verbessert Wachstum bei sehr unreifen FG



Wackernagel D, Brückner A, Ahlsson F. Computer-aided nutrition - Effects on nutrition and growth in preterm infants <32 weeks of gestation. Clin Nutr ESPEN. 2015 Dec;10(6):e234-e241

ENTERALE ERNÄHRUNG

Enteral Nahrungsaufbau: ab wann und wie rasch?

Fet trinkt Amnionflüssigkeit, die zur intraluminalen Darmernährung/reifung beiträgt.

Kein Zusammenhang zwischen früher enteraler Ernährung und NEC oder spontaner intestinaler Perforation

Mit enteraler Ernährung sollte am 1. Lebenstag begonnen werden („minimal enteral feeding“) und dann nach Standards gesteigert werden.

Rasche Steigerung der Nahrung assoziiert mit weniger late-onset Sepsis

Daten für Frühgeborene an Grenze der Lebensfähigkeit (22-24 SSW) unzureichend

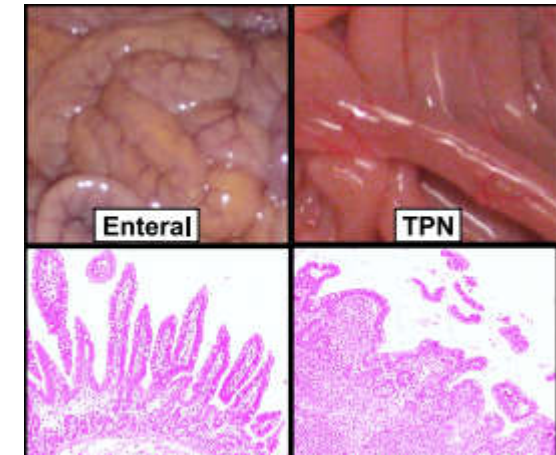
Routinemäßige Prüfung der Magenreste verzögert enteralen Nahrungsaufbau und Gewichtszunahme und trägt nicht zur NEC-Vermeidung/Früherkennung bei

Steigerung der Nahrung 18 ml/kg/d vs 30 ml/kg/d ohne Unterschiede in Kurzzeitkomplikationen (SIFT-trial, N Engl J Med)

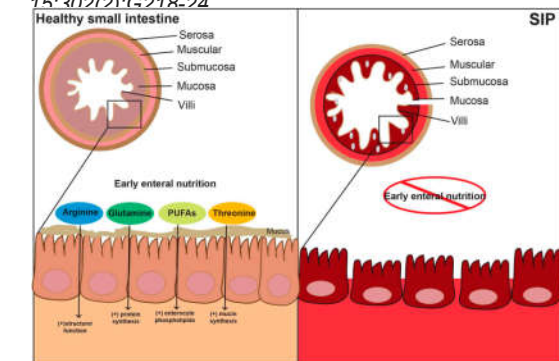
Enteraler Nahrungsaufbau sollte nach Stationsstandards erfolgen und anhand Verträglichkeit und Allgemeinzustand gesteuert werden (Erbrechen, extreme Bauchdistention, Unruhe, Blut im Stuhl, Stuhlverhalt)

Bochum: Beginn mit 8-12 ml/kg/d am ersten Tag, tgl. Steigerung um 12 ml/kg/d, ab 4. Lebenstag steigern um 24 ml/kg/d, wenn Muttermilch vorhanden und Übergangsstuhl ausgeschieden wird, bei Formula evtl. langsamer. Ziel vollständige enterale Ernährung am 7.-10. Lebenstag

Problem: Oft fehlende Muttermilch in ersten Lebenstagen



Jain AK, Stoll B, Burrin DG, Holst JJ, Moore DD. Enteral bile acid treatment improves parenteral nutrition-related liver disease and intestinal mucosal atrophy in neonatal pigs. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2012 Jan 15;302(1):G218-24



Olaloye, O.; Swatski, M.; Konnikova, L. Role of Nutrition in Prevention of Neonatal Spontaneous Intestinal Perforation and Its Complications: A Systematic Review. *Nutrients* 2020, 12, 1347.

Enterale Ernährung: womit?

Humane Milch

Muttermilch

- Pasteurisiert
- Unpasteurisiert

Pasteurisierte Spendermilch

mit Supplementen

Mehrkomponenten-Supplemente

- Bovine Supplemente
- Humane Supplemente

Individualisierte Supplemente

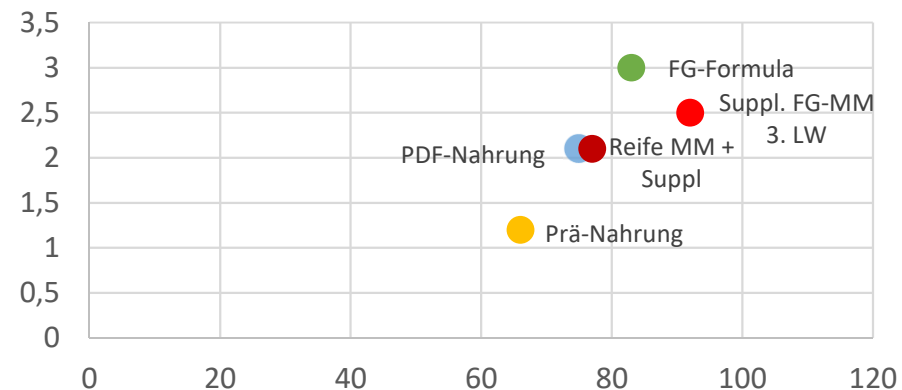
- Protein-Supplement
- Ca-Supplementierung
- Phosphat-Supplementierung

Formulamilch

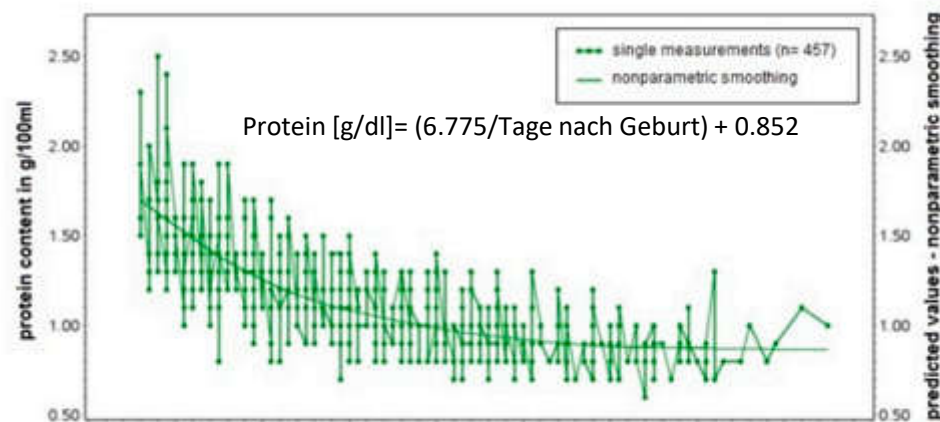
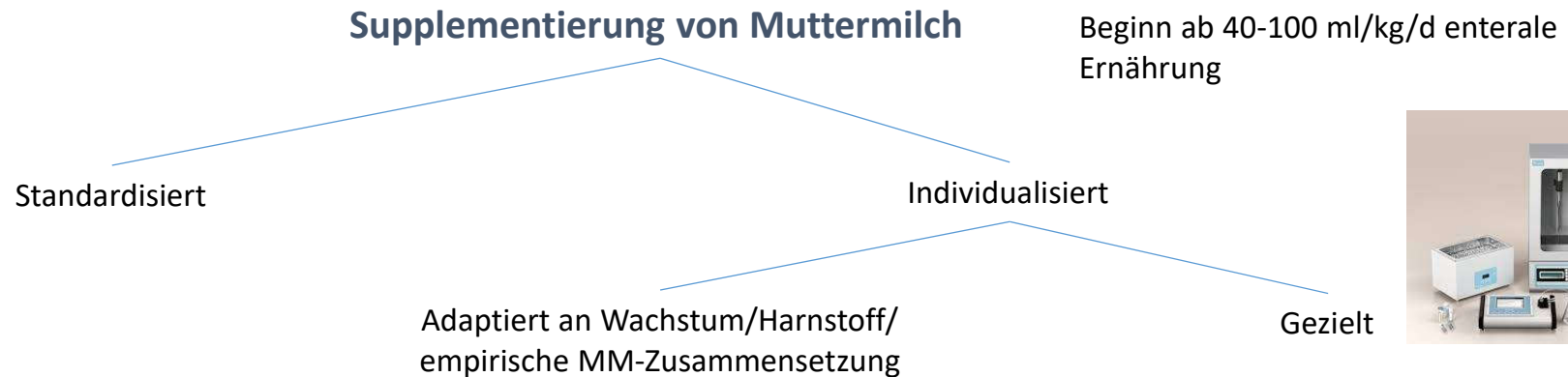
Stark hydrolysierte Formula

Frühgeborenen-Formula

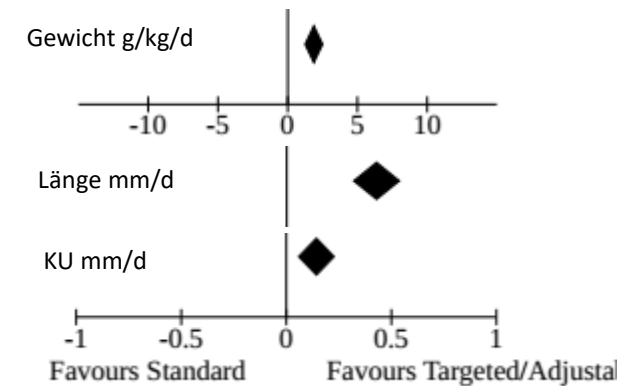
Postdischarge-Formula



Supplementierung von Muttermilch



Minarski, M.; Maas, C.; Engel, C.; Heinrich, C.; Böckmann, K.; Bernhard, W.; Poets, C.F.; Franz, A.R. Calculating Protein Content of Expressed Breast Milk to Optimize Protein Supplementation in Very Low Birth Weight Infants with Minimal Effort—A Secondary Analysis. *Nutrients* **2020**, *12*, 1231



Bei Formula-ernährten Frühgeborenen hat die Wahl der Formula keinen langfristigen Einfluss auf die neurologische Entwicklung.

Aber: Der IQ mit 10 Jahren ist mit der Gewichts- und Kopfumfangzunahme in den ersten 4 Lebensmonaten (jedoch nicht danach) korreliert

Table 2. Cognitive outcome full scale and subset scores by diet.

Subtest	Overall mean (SD)	PTF (SD)	TF (SD)	P value TF vs. PTF	Crossover (SD)	P value crossover vs. PTF
FSIQ	92.7 (14.9)	94.2 (15.6)	93.2 (13.4)	0.70	88.4 (16.5)	0.18
VCI	96.6 (15.3)	99.0 (16.8)	96.6 (14.1)	0.47	91.6 (14.0)	0.12
FDI	95.8 (16.3)	93.0 (20.4)	98.4 (11.7)	0.19	96.3 (14.8)	0.65
POI	91.4 (14.3)	91.4 (13.9)	92.7 (13.3)	0.84	88.5 (17.1)	0.42
PSI	96.0 (15.9)	100.0 (18.0)	95.0 (13.9)	0.12	89.9 (13.3)	0.04

FDI freedom from distractibility index, FSIQ full-scale intelligence quotient, POI perceptual organization index, PSI processing speed index, PTF preterm formula, SD standard deviation, TF term formula, VCI verbal comprehension index.

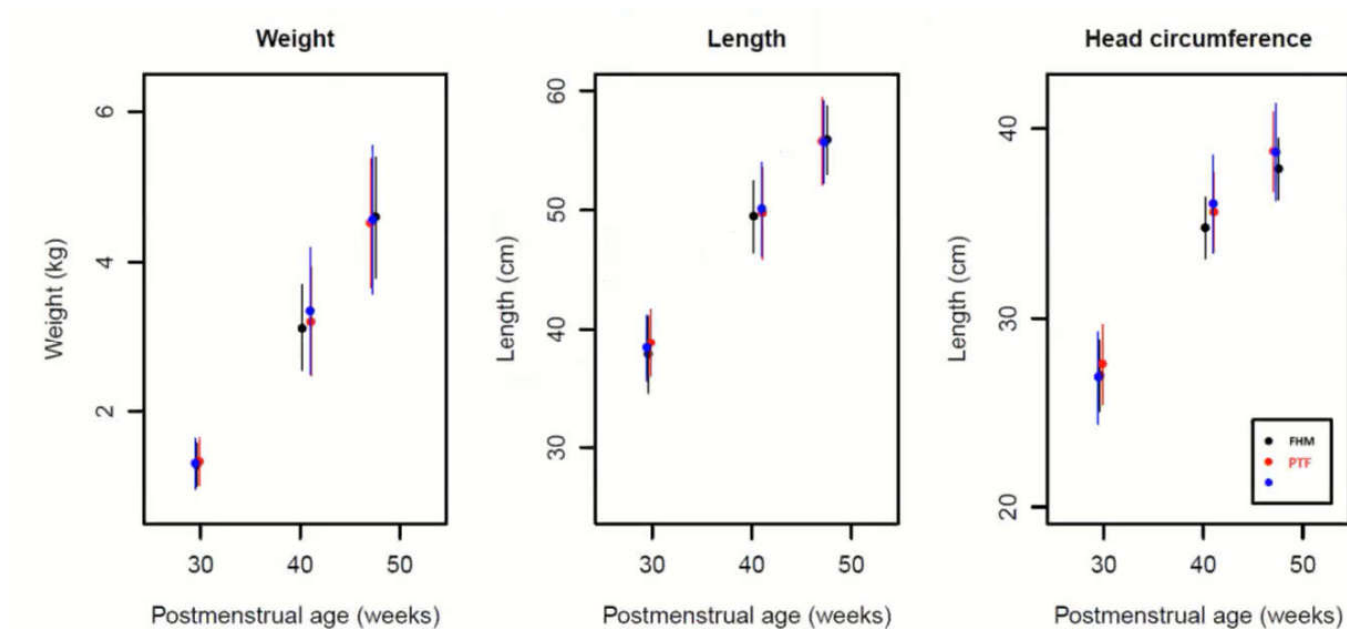
Table 4. Multivariate associations of growth with cognitive ability.

	Adjusted co-eff	95% CI	P value
Change in weight SDS (term to 12 weeks)			
FSIQ	5.18	0.75, 9.62	0.02
VCI	3.31	-1.38, 8.00	0.16
FDI	2.10	-2.76, 6.96	0.39
POI	4.36	0.13, 8.58	0.04
PSI	3.46	-1.03, 7.96	0.13
Change in OFC SDS (term to 12 weeks)			
FSIQ	4.27	-1.73, 10.26	0.16
VCI	5.03	-1.12, 11.18	0.11
FDI	4.71	-1.86, 11.27	0.16
POI	2.46	-2.96, 7.88	0.37
PSI	-0.27	-6.15, 5.62	0.93
Change in OFC SDS (term to 1-year CGA)			
FSIQ	3.80	0.06, 7.53	0.04
VCI	2.94	-0.99, 6.86	0.14
FDI	6.17	2.22, 10.13	0.003
POI	1.75	-1.81, 5.30	0.33
PSI	1.86	-1.85, 5.56	0.32
Change in OFC SDS (term to 1-year CGA)*			
FSIQ	3.20	-1.56, 7.96	0.19
VCI	3.05	-1.92, 8.02	0.23
FDI	5.23	0.30, 10.17	0.04
POI	1.84	-2.66, 6.33	0.42
PSI	0.96	-3.33, 5.46	0.67

Model adjusted for child's sex, birthweight SDS, gestation, Townsend index, and maternal education.
CGA corrected for gestational age, CI confidence interval, FDI freedom from distractibility index, FSIQ full-scale intelligence quotient, OFC occipitofrontal circumference, POI perceptual organization index, PSI processing speed index, SDS standard deviation score, VCI verbal comprehension index.
*Analysis further adjusted for gain in weight and length over the same period.

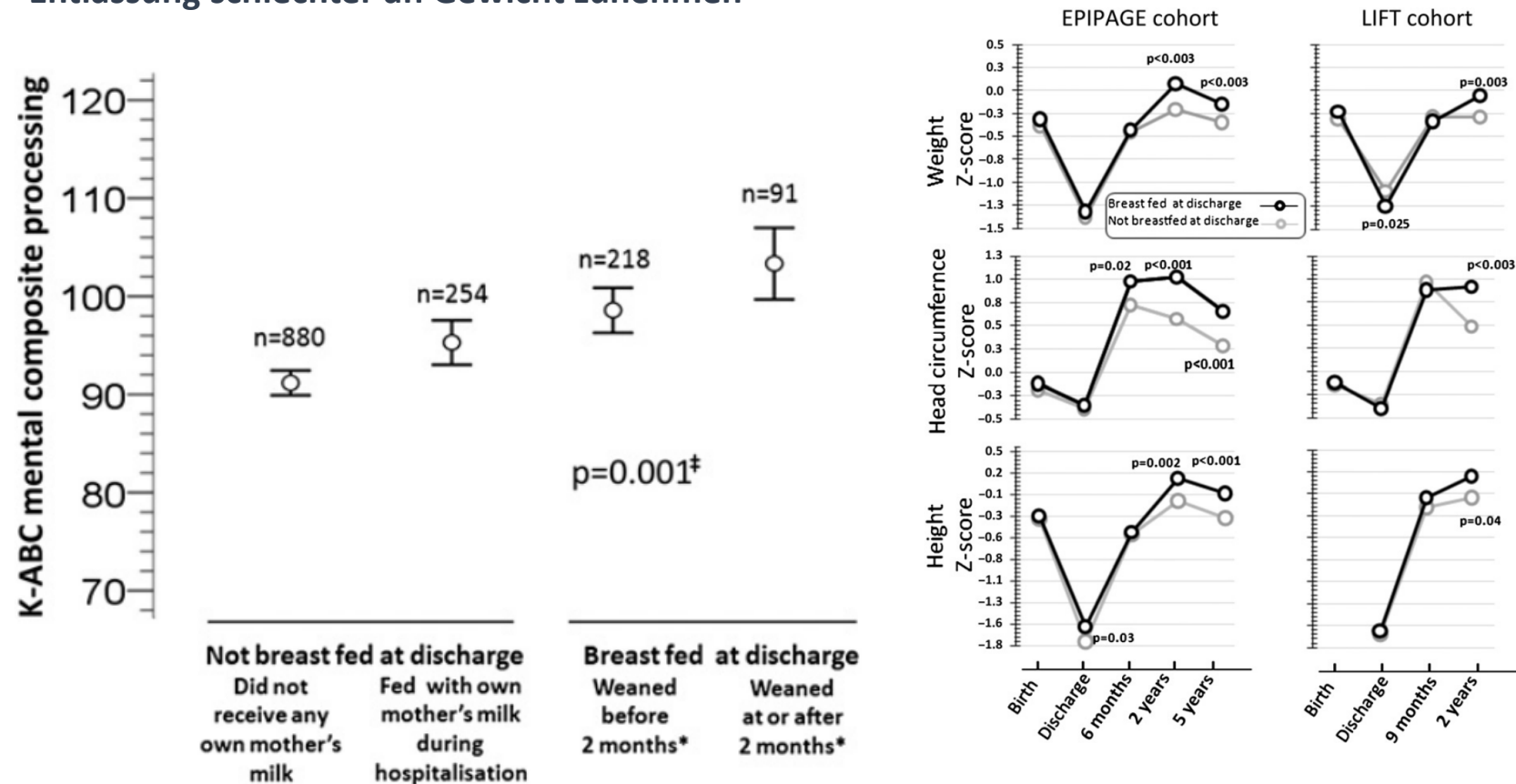
Embleton, N.D., Wood, C.L., Pearce, M.S. et al. Early diet in preterm infants and later cognition: 10-year follow-up of a randomized controlled trial. *Pediatr Res* **89**, 1442–1446 (2021)

Kalorien/Protein-Supplementierung von Muttermilch: Kein nachgewiesener Vorteil: PREMFOOD-trial (Mills et al, unpubliziert)



Das scheinbare Muttermilch-Paradoxon:

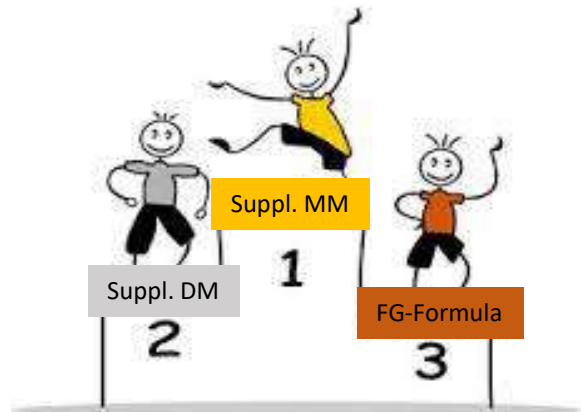
Frühgeborene, die nach der Entlassung mit (unsupplementierter) Muttermilch ernährt wurden entwickeln sich besser als Formula-ernährte Frühgeborene obwohl sie bis zur Entlassung schlechter an Gewicht zunehmen



Rozé JC, Darmaun D, Boquien CY, Flamant C, Picaud JC, Savagner C, Claris O, Lapillonne A, Mitanchez D, Branger B, Simeoni U, Kaminski M, Ancel PY. The apparent breastfeeding paradox in very preterm infants: relationship between breast feeding, early weight gain and neurodevelopment based on results from two cohorts, EIPAGE and LIFT. *BMJ Open*. 2012 Apr 5;2(2):e000834

Enterale Ernährung: womit?

	Wachstum quantit	Neurokognitive Entwicklung	NEC-Pro- phylaxe
Humane Milch			
- Muttermilch (unsupplementiert)	2	?	1
- Muttermilch (supplementiert)	1	1	1
- Donor-Milch (supplementiert)	1	2	2
Frühgeborenen-Formula	1	2	3

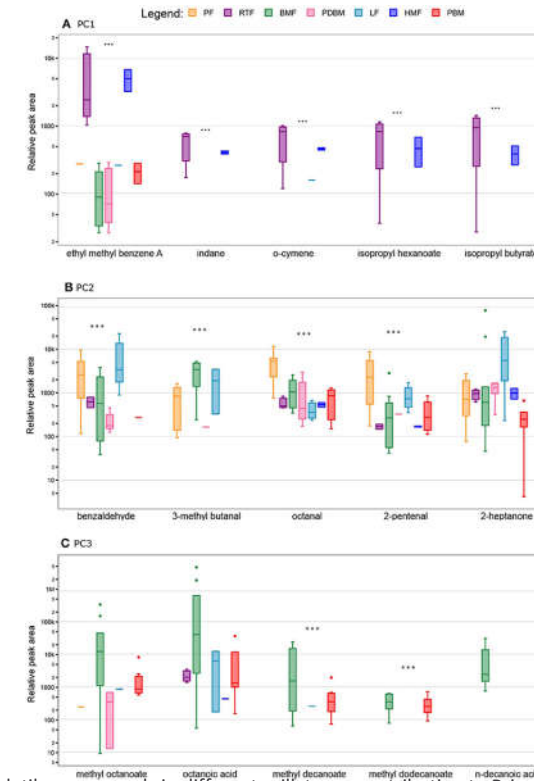


Nutzen humaner Supplemente bislang noch unklar

Risiko-Nutzen-Abwägung der Pasteurisierung von Muttermilch CMV-positiver Mütter unklar

Orales Colostrum und nicht-nutritives Saugen

- Methoden: Spritze (2 x 0.1-0.3 ml) oder Stieltupfer
- Immunmodulatorisch, epithelschützend, Mikrobiom-formend?
- Kein eindeutiger Vorteil (Cochrane 2019)
 - Inzidenz NEC unverändert
 - Trend zu weniger late-onset Sepsis
 - Etwas frühere vollständige enterale Ernährung



Relative peak area of the top five volatile compounds in different milk types contributing to Principal Component (PC) Analysis. Boxes represent median and interquartile range, whiskers represent highest and lowest peak area detected and dots represent outliers. Milk types are not shown when compound was not detected. **(A)** Aromatic hydrocarbons and specific fatty acids contributed to differences observed in PC1; **(B)** aldehydes and ketones contributed to differences observed in PC2; **(C)** fatty acids contributed to differences observed in PC3. PF, Powder Formula; RTF, Human milk-based Ready-To-Feed formula; BMF, Bovine milk-based fortifier; PDBM, Pasteurized donor breastmilk; LF, Liquid Formula; HMF, Human-milk based fortified breastmilk; PBM, Preterm breastmilk; *** $p < 0.001$.

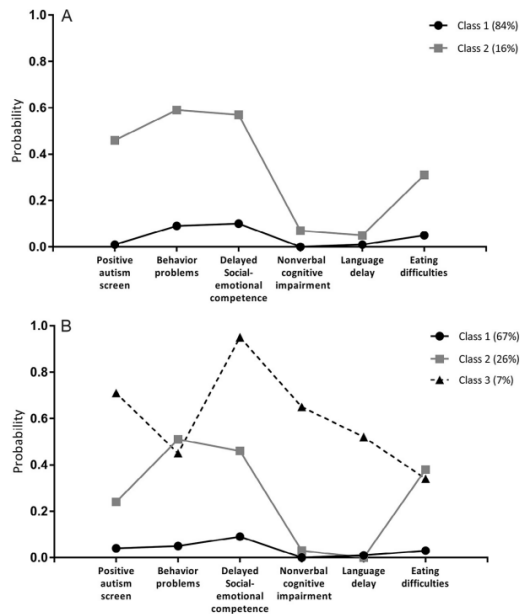
Nasuf AWA, Ojha S, Dorling J. Oropharyngeal colostrum in preventing mortality and morbidity in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018 Sep 7;9; Cortez RV, Fernandes A, Sparvoli LG, Padilha M, Feferbaum R, Neto CM, Taddei CR. Impact of Oropharyngeal Administration of Colostrum in Preterm Newborns' Oral Microbiome. *Nutrients.* 2021 Nov 24;13(12):4224

45 Melber S, Kosterfeld H, Padilha M, Wieding T, and Padilha M (2011) Volatile Profiles of Different Milks Fed to Preterm Infants. *Front. Nutr.* 7:603090

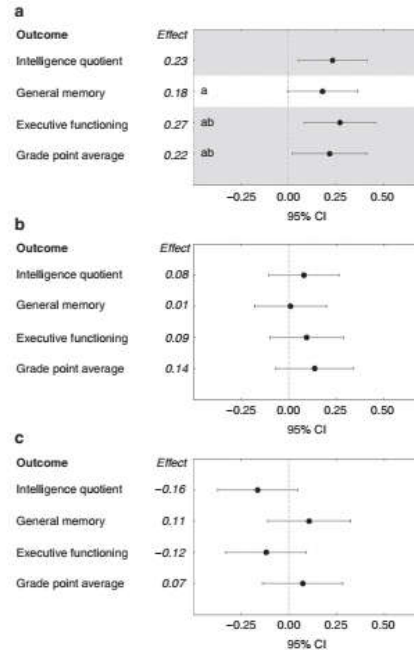
ERNÄHRUNG VON FRÜHGEBORENEN $\geq$ 32 SSW

Mäßig und späte Frühgeborene (≥ 32 SSW)

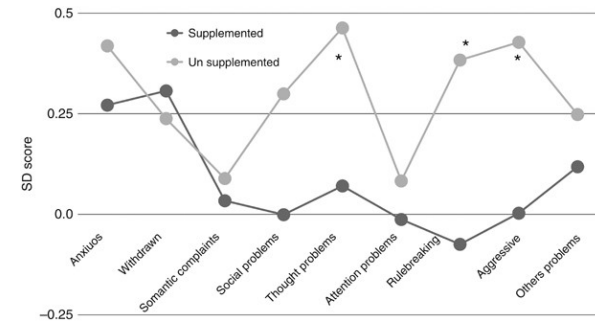
- 80% aller Frühgeborenen



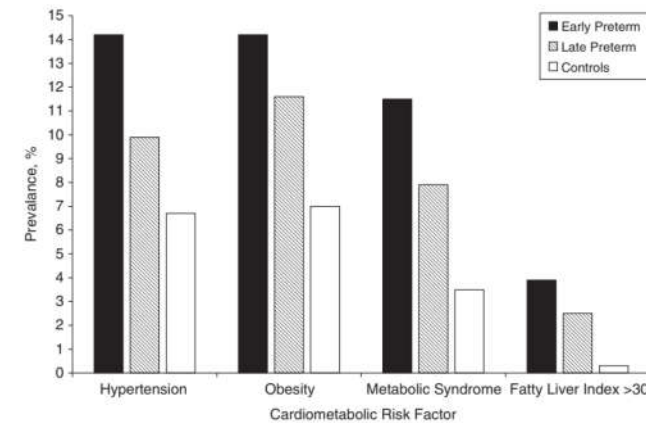
Johnson S et al. Differentiating the Preterm Phenotype: Distinct Profiles of Cognitive and Behavioral Development Following Late and Moderately Preterm Birth. *J Pediatr* 2018;193:85-92



Sammallahti, S., Heinonen, K., Andersson, S. et al. Growth after late-preterm birth and adult cognitive, academic, and mental health outcomes. *Pediatr Res* 2017; **81**, 767–774.



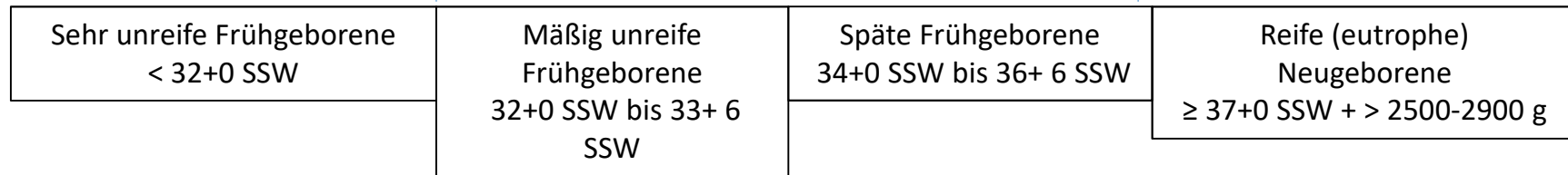
3erglund SK, Chmielewska A, Starnberg J, Westrup B, Hägglöf B, Norman M, Domellöf M. Effects of iron supplementation of low-birth-weight infants on cognition and behavior at 7 years: a randomized controlled trial.



Mariika Sipola-Leppänen et al, Cardiometabolic Risk Factors in Young Adults Who Were Born Preterm, *Am J Epidemiol* 2015; 181: 861–873

Mäßig und späte Frühgeborene (≥ 32 SSW)

LMPT (late and moderately preterm)



34 SSW — Hirngewicht +50% —> 40 SSW

36 SSW — Glykogen +50% —> 40 SSW

Eminence-based Empfehlungen:

Pro kg/d	32-33 SSW	34-36 SSW	37-38 SSW	39-41SSW
Gewichtszunahme [g]	15	13	11	10
Energiebedarf [kcal]	130	127	115	110
Eiweiß [g]	3.5	3.1	2.5	2.0
Calcium [mmol]	3-3.4	3-3.4	1.75-3	1.75-3
Phosphat [mmol]	1.9-2.9	1.9-2.9	1.1-2.4	1.1-2.4

150 ml/kg un-suppl. Reife MM

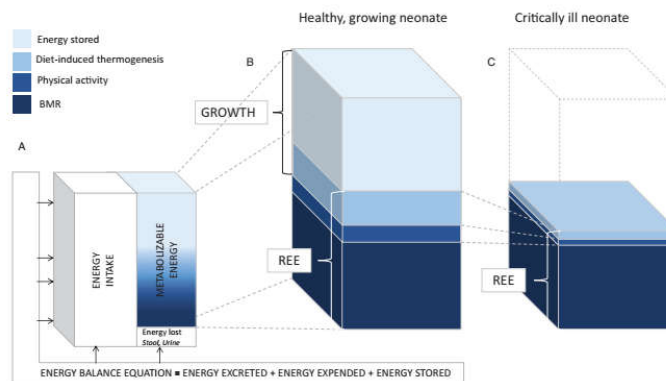
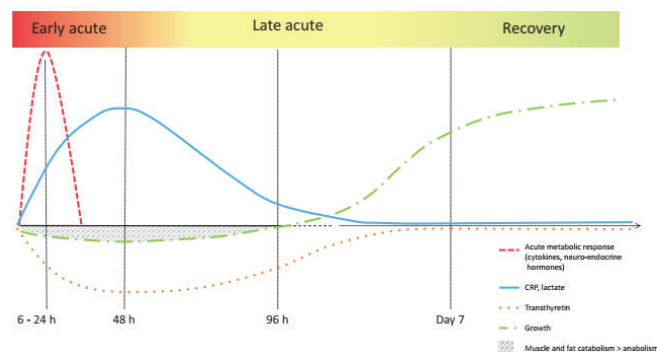
93

1.5

Lapiillonne A, J Pediatr 2013;162:S90-100.

ERNÄHRUNG BEI KRITISCH KRANKEN FRÜHGEBORENEN

Ernährung bei kritisch kranken Frühgeborenen



SUMMARY

The ESPGHAN-CoN reviewed relevant studies on nutritional support in critically ill preterm and term neonates, including studies on basic metabolism. A body of evidence support that measured EE during critical illness is substantially lower than predicted EE of healthy growing neonates; in the range of 40–50 kcal·kg⁻¹·day⁻¹ with minimal metabolic stress and 50–60 kcal·kg⁻¹·day⁻¹ with severe inflammatory stress (sepsis, pre-existing inflammation, etc). Nonetheless, there is insufficient data to make firm recommendations on the optimal composition and timing of nutritional support.

In preterm infants, available evidence does not support any significant changes to current guidelines, which recommend that critically ill preterm infants should receive nutritional support started at (or reduced to) the minimal amount needed to cover basal metabolic rate and basic macronutrient needs during the early acute phase (26,27,129,149). For many preterm infants, this means that they will need PN.

In critically ill term neonates, initiation of PN within 24 hours is not routinely recommended; however, considering the limitations of the PEPaNIC trial and the observed low risk of long-term harm from early PN in critically ill neonates, the ESPGHAN-CoN does not support a change towards withholding parenteral nutritional support for 7 days as standard nutritional care. This position paper suggests considering careful initiation of nutritional support, including micronutrients, just below or at predicted REE after 48–72 hours. Even though recent RCT data in adults implicate that permissive underfeeding with PN is safe (175,176), the ESPGHAN-CoN only recommends commencing PN to prevent nutri-

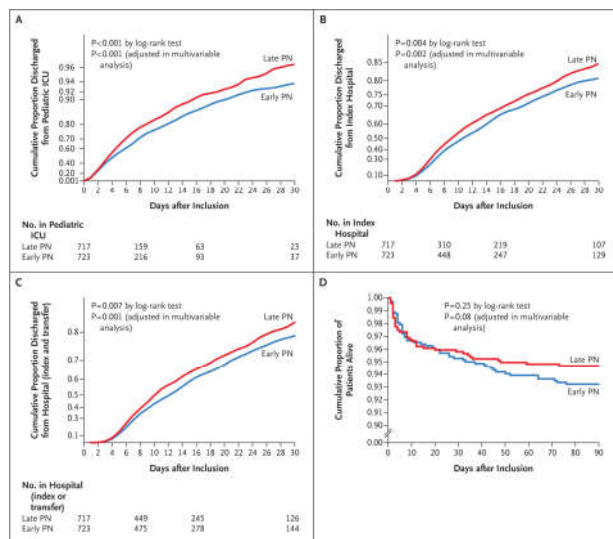


Table 3 Outcomes of <1wk-neonates

	Early PN (n=73)	Late PN (n=72)	Univariable OR, HR or β	P-value ^a	OR, HR or β , adjusted for baseline risk factors ^b	P-value ^c
Efficacy endpoints						
PICU-acquired infections – No. (%)	26 (35.6)	10 (13.9)	0.29 (0.13-0.66)	0.0036	0.36 (0.15-0.83)	0.017
Airway	8 (11.0)	5 (6.9)		0.56		
Bloodstream	7 (9.6)	1 (1.4)		0.063		
Urinary tract	2 (2.7)	0 (0.0)		0.50		
Central Nervous System	1 (1.4)	0 (0.0)		1.00		
Soft Tissue	2 (2.7)	1 (1.4)		1.00		
Others	0 (0.0)	1 (1.4)		0.50		
Duration of PICU dependency – median days (IQR)	7 (3.5-19)	5 (3.9)	1.87 (1.31-2.67)	0.016	1.69 (1.16-2.46)	0.0063
Duration of mechanical ventilatory support – median days (IQR)	4 (3-14)	3 (2-6)	1.78 (1.25-2.54)	0.015	1.61 (1.10-2.35)	0.014
Highest plasma level of urea – median mg/dl (IQR)	43 (32-59)	33 (21.5-44)	-18.6 (-26.9;-10.2)	<0.0001	-15.1 (-22.9;-7.3)	0.00020
Duration of hospital stay – median days (IQR)	21 (10-37)	18.5 (11.35-5)	1.45 (1.01-2.01)	0.99	1.29 (0.88-1.88)	0.19
Direct healthcare costs (€) – mean (SD)	67 000 (111 720)	37 760 (30 430)	-29 250 (-56 210;-2 280)	0.034	-29 760 (-58 200;-1 320)	0.040
Safety endpoints						
Death during first week – no. (%)	6 (8.2)	1 (1.4)	0.16 (0.02-1.34)	0.12	0.47 (0.04-5.83)	0.56
90-day mortality – no. (%)#	12 (16.4)	3 (4.2)	0.22 (0.06-0.82)	0.026	0.31 (0.07-1.44)	0.13
Hypoglycaemia (blood glucose <40 mg/dl (<2 mmol/l)) during first week after randomisation – no. (%)	10 (13.7)	17 (23.6)	1.95 (0.82-4.61)	0.14	3.57 (1.23-10.45)	0.019

^aProportions: Fisher's exact test, means: independent t-test, medians: Mann-Whitney U test

^bBaseline risk factors: centre, diagnosis group, PELOD, PIM2, weight-for-age z-score, OR and HR are shown for late PN versus early PN; # all non-surviving patients died in PICU, hence PICU mortality and hospital mortality were exactly the same as 90-day mortality.

PN=parenteral nutrition, PELOD = Paediatric Logistic Organ Dysfunction, PIM2 = Paediatric Index of Mortality 2, PICU=Paediatric Intensive Care Unit.

Moltu SJ, Bronsky J, Embleton N, Gerasimidis K, Indrio F, Köglmeier J, de Koning B, Lapillonne A, Norsa L, Verduci E, Domellöf M; ESPGHAN Committee on Nutrition. Nutritional Management of the Critically Ill Neonate: A Position Paper of the ESPGHAN Committee on Nutrition. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2021 Aug 1;73(2):274-289.

Fivez T, Kerklaan D, Mesotian D, Verbruggen S, Wouters PJ, Vanhorebeek I, Debaveye Y, Vlasselaers D, Desmet L, Casaer MP, Garcia Guerra G, Hanot J, Joffe A, Tibboel D, Joosten K, Van den Berghe G, MENSCHLICH = WELTOFFEN = LEISTUNGSSTARK Engl J Med. 2016 Mar 24;374(12):1111-22.

van Puffelen E, Vanhorebeek I, Joosten KFM, Wouters PJ, Van den Berghe G, Verbruggen SCAT. Early versus late parenteral nutrition in critically ill, term neonates: a preplanned secondary subgroup analysis of the PEPaNIC multicentre, randomised controlled trial. Lancet Child Adolesc Health. 2018 Jul;2(7):505-515.

ERNÄHRUNG NACH DER ENTLASSUNG

Ernährung nach der Entlassung

GEDEIHNSTÖRUNG BEI FRÜHGEBORENEN

Gedeihstörung bei Frühgeborenen: Abweichung des z-scores > 0.8 (extrauterine Wachstumsrestriktion)

Übermäßige postnatale Gewichtsabnahme

- Flüssigkeitszufuhr erhöhen (evtl. + Natrium)

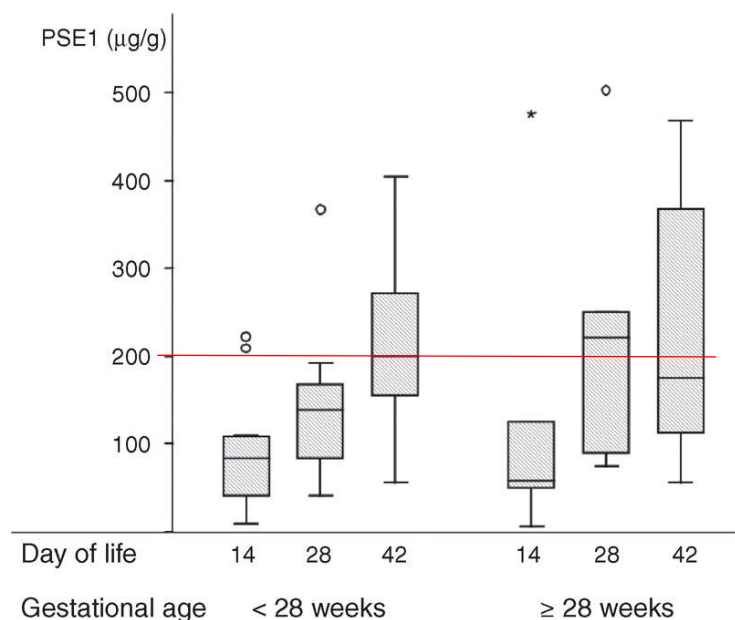
Gedeihstörung in ersten Lebenswochen

- Kalorienzufuhr bis 160 kcal/kg/d
- Muttermilch-Eiweißgehalt? bis 4.5 g/kg/d supplementieren mit Protein-Supplement
- Ausreichend Ca, P, Na, Fe?
- Exokrine Pancreasinsuffizienz?
- Medikamente (systemische Steroide? Diuretika?)
- Co-Morbiditäten besser behandeln (Hypoxämien, Atemarbeit, Herzinsuffizienz)
- Jejunalsonde?

Gedeihstörung nach Umstellung auf orale Ernährung

- Erhöhung der Nahrungsdichte bis 1 kcal/ml (?)
- „Schlucktraining“?
- Ggf. flexible endoskopische Schluckdiagnostik

Gedeihstörung bei Frühgeborenen: Reifungsbedingte exokrine Pancreas-Insuffizienz?



Münch, Annette; Garten, Lars; Bühner, Christoph Protracted Maturation of Pancreatic-Specific Elastase 1 Excretion in Preterm Infants of Extremely Low Gestational Age, Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition: May 2013 - Volume 56 - Issue 5 - p 532-536 doi: 10.1097/MPG.0b013e31827fb091

	Before digestive enzyme replacement	During	P value
Average daily weight gain ($\text{g kg}^{-1} \text{d}^{-1}$)			
All patients ($n=33$)	13.8 (2.6–22.4)	17.4 (8.4–29.0)	0.001
14 d before start of digestive enzyme replacement:			
Patients with intravenous line ($n=10$)	12.3 (6.3–18.2)	18.4 (15.2–23.5)	0.005
Patients on full enteral feeds ($n=23$)	14.4 (2.6–22.4)	17.0 (8.4–29.0)	0.073
Patients with very low ($<100 \mu\text{g/g}$) FPE-1 ($n=17$)	14.4 (6.2–21.6)	16.1 (11.7–29.0)	0.025
Patients with low (100–199 $\mu\text{g/g}$) FPE-1 ($n=16$)	14.2 (2.6–22.4)	17.7 (8.4–24.8)	0.017
Average daily weight gain per unit of energy intake ($\text{g kcal}^{-1} \text{d}^{-1}$)			
All patients ($n=33$)	0.08 (0.02–0.13)	0.10 (0.05–0.18)	< 0.001
14 d before start of digestive enzyme replacement:			
Patients with intravenous line ($n=10$)	0.07 (0.04–0.10)	0.11 (0.09–0.15)	0.005
Patients on full enteral feeds ($n=23$)	0.09 (0.02–0.13)	0.11 (0.05–0.13)	0.031
Patients with very low ($<100 \mu\text{g/g}$) FPE-1 ($n=17$)	0.09 (0.03–0.12)	0.10 (0.06–0.18)	0.013
Patients with low (100–199 $\mu\text{g/g}$) FPE-1 ($n=16$)	0.08 (0.02–0.13)	0.11 (0.05–0.17)	0.013
Head circumference (cm week^{-1})	0.74 (–0.25–1.45)	0.95 (0.5–1.75)	0.028
Body length (cm week^{-1})	1.2 (0–3)	1.3 (0.3–3.75)	0.896

Münch A, Bühner C, Longardt AC. Digestive enzyme replacement relieves growth failure in preterm infants with poor exocrine pancreatic function: a retrospective case series. Eur J Pediatr. 2021 Sep;180(9):2951-2958. doi: 10.1007/s00431-021-04069-0

BESONDERE KOMPLIKATIONEN BEI ERNÄHRUNG VON FRÜHGEBORENEN

- **Photooxidation**
- **Phthalat-Exposition**
- **Milchpulver-assoziierte Sepsis**
- **Durch Muttermilch acquirierte
symptomatische CMV-Infektion**
- **Nephrokalzinose**
- **Milchpropfsyndrom**

Frühgeborenen-Formula-Nahrungen sollten nicht als Pulverzubereitung verwendet werden

JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY, Jan. 2001, p. 293–297
0095-1137/01/\$04.00+0 DOI: 10.1128/JCM.39.1.293–297.2001
Copyright © 2001, American Society for Microbiology. All Rights Reserved.

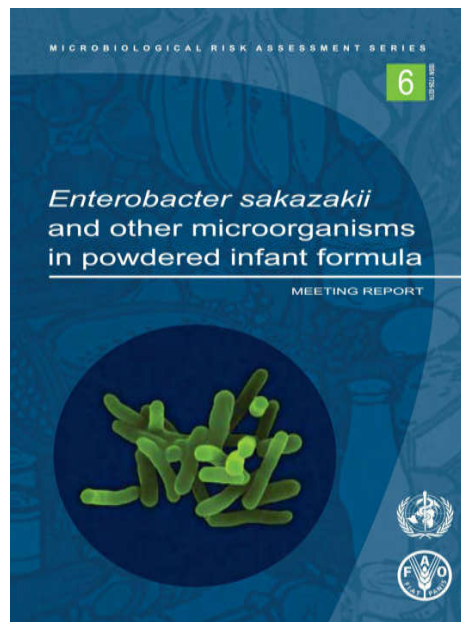
Vol. 39, No. 1

Outbreak of Necrotizing Enterocolitis Associated with *Enterobacter sakazakii* in Powdered Milk Formula

JOS VAN ACKER,¹ FRANCIS DE SMET,^{1*} GAËTAN MUYLDERMANS,¹
ADEL BOUGATEF,² ANNE NAESSENS,¹ AND SABINE LAUWERS¹

Department of Microbiology¹ and Neonatal Intensive Care Unit,² Academisch
Ziekenhuis Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium

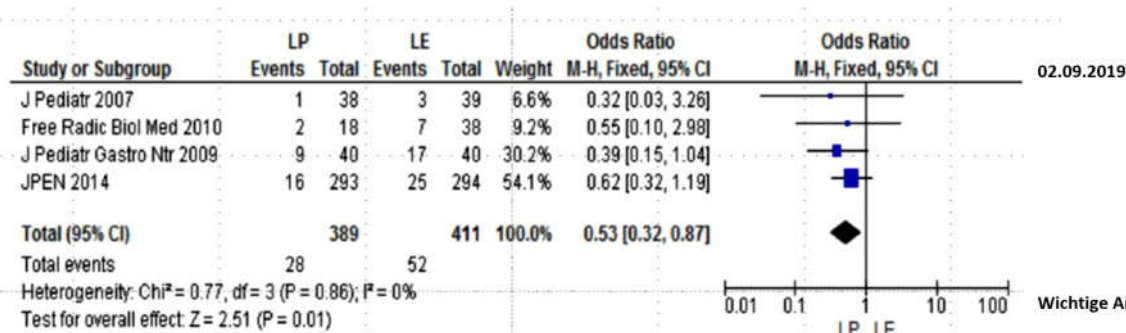
Received 28 June 2000/Returned for modification 6 August 2000/Accepted 27 October 2000



Infant formula recalled over rare Cronobacter spp. contamination

By [News Desk](#) on October 7, 2019

Photoprotektion parenteraler Ernährung



02.09.2019



Wichtige Arzneimittelinformation

Produkte für die parenterale Ernährung: Notwendiger Lichtschutz zur Reduktion des Risikos schwerwiegender unerwünschter Wirkungen bei Frühgeborenen

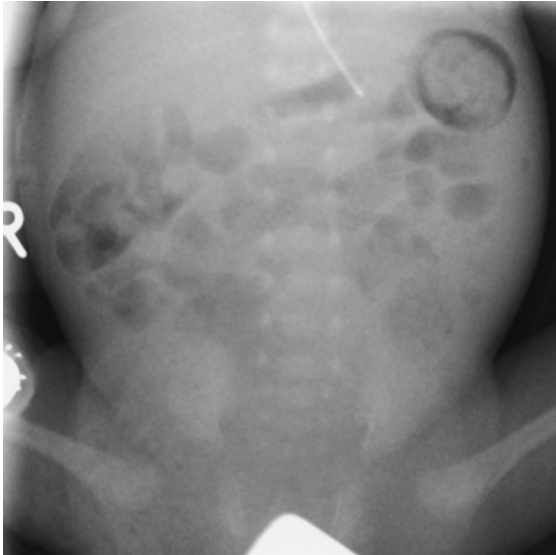
Nut in Clin Prac, Volume: 36, Issue: 5, Pages: 927-941, First published: 01 September 2021

Fette und parenterale Vitamine müssen lichtgeschützt appliziert werden

Andere Lösungen (Elektrolyte, Glucose, Aminosäuren) bedürfen keinem gesonderten Lichtschutz

Bundesverband Deutscher Krankenhausapotheker e. V. (ADKA)„ Ernährungskommission der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e. V. (DGKJ)„ Ernährungskommission der Österreichischen Gesellschaft für Kinder und Jugendheilkunde (ÖGKJ). et al. Lichtschutz für Lösungen zur parenteralen Ernährung von Säuglingen und Kindern bis zum Alter von 2 Jahren. Monatsschr Kinderheilkd **169**, 751–755 (2021)

Milchpfropfsyndrom



Albayrak B, Horsch S, Tröbs R, et al
Colonic milk curd obstruction in an extremely low
birthweight infant
Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal
Edition 2014;**99**:F237.

ZUSAMMENFASSUNG