

Zertifikatskurs PTA im Krankenhaus (ADKA)

Parenterale Ernährung

Dr. Maximilian Schmidt, März 2025



Deutscher
Apotheker Verlag

Vortragsgestaltung

- Fragen stellen erwünscht!



- Mitarbeiten



- Austausch!



„Die parenterale Ernährung ist eine lebenswichtige Methode zur Zufuhr von Nährstoffen, wenn die normale Verdauung nicht möglich ist.“

Folge von Mangelernährung

- Wundheilungsstörungen
- Gerinnungsstörungen
- Beeinträchtigung Stoffwechsel
- Störung Organaktivität
- Verschlechterte Immunabwehr
- Infektion bis Sepsis
- Längere KH-Verweildauer
- Erhöhte Mortalität

Parenterale Ernährung

Teil 1: Grundlagen und Überblick

- Indikation, Komponenten, Applikation, Komplikationen, Monitoring

Teil 2: Herstellung

- Patientenindividuelle Zubereitungen, Standarddefektoren, Gerätschaften, Stabilität, Mikrobiologie

Indikation

- **Unzureichende Nährstoffaufnahme**
 - Frühgeborene <1.500 g, kranke Neugeborene
- **Transport- und Absorptionsstörung des Darmes**
 - Darmverschluss
 - Kurzdarmsyndrom
 - Diarrhö, anhaltendes Erbrechen
- **Erkrankungen und therapiebedingte Schädigung**
 - Schleimhautschädigungen, Verbrennungen
 - Strahlenenteritis

Besonderheiten Frühgeborene

- Geringe Kohlenhydratspeicher (4-6h) und Fettreserven
- Hohe Stoffwechselrate
- Wachstumsphase: hoher Bedarf an Glucose, AS und Lipiden
- Partiiell unreifes Organ-und Enzymsystem, v.a. Magendarmtrakt
- Hoher Wasserverlust (dünne Haut, unreife Nieren, hoher Energieumsatz)

- Limitierte Anzahl der Katheter (meist einlumig)
- Geringes Infusionsvolumen, hohe Osmolarität
- ZIEL: Adäquate Zufuhr von Nährstoffen mit Beginn des ersten Lebenstages

So kurz wie möglich, so lange wie nötig!

Komponenten einer Ernährungslösung

- **Makronährstoffe:**
 - Kohlenhydrate
 - _____
 - Lipide
- **Mikronährstoffe**
 - Elektrolyte
 - Spurenelemente
 - Vitamine



Makronährstoffe

Glucose: Kohlenhydrate als Hauptenergielieferant

- Cave: schwere metabolische Komplikationen
- Hyperglykämie
- Lipogenese
- Steatose
- Leberfunktionsstörungen
- Schwächung Immunabwehr

Makronährstoffe

Aminosäuren

- Bildung von _____ und Stoffwechselprodukte
- Neonaten: Erhöhter Bedarf an essent. AS und semiessent. AS (Cystein, Tyrosin, Histidin, Arginin, Taurin)
- bei schwerer Leberinsuffizienz Anpassung der AS möglich
- Imbalanzen können zu toxischen Organschäden führen → Cholestase



Makronährstoffe

Fette: Energielieferant mit großer Energiedichte, Strukturkomponente v.a. im ZNS und Zellmembran

- Isolierschicht unter Haut → Wärmeschutzfunktion
- Mangel kann zu Fehlentwicklungen führen
- SMOF lipid: erhöht Docosahexaensäure; Verfügbarkeit für Gehirn & Retina, Verhinderung hep. Cholestase

Mikronährstoffe: Elektrolyte

Natrium:

- bindet H_2O , reguliert Säure-Base-Haushalt und Blutdruck (95% Ausscheidung über Urin, viele FAM enthalten Na)
- Mangel: Hypotonie

Kalium:

- Einfluss auf osm. Druck, reguliert Säure-Base-Haushalt, wichtig für Weiterleitung von Nervenimpulsen, Muskelkontraktion
- Mangel: Herzrhythmusstörungen
- Hyperkaliämie: Herzstillstand

Mikronährstoffe: Elektrolyte

Calcium/Phosphat:

- Aufbau der Knochen und Zähne,
- CAVE: Calciumphosphat schwer löslich!
- Calciummangel: Herzrhythmusstörungen, Herzinsuffizienz
- Phosphatmangel: Atemprobleme, Herzschwäche, Tod

Magnesium:

- entspannt Muskeln, reguliert Blutdruck, beugt Herzrhythmusstörungen vor
- Mangel: Krämpfe, Tachykardie

Mikronährstoffe

Spurenelemente:

- Zink (Blutverlust, Schweiß, Wundsekret, GI-Entzündung)
- Eisen, Kupfer, Selen, Chrom, Mangan, Molybdän, Fluor, Iod, Selen
- katalysierend → Abbau Fett, AS, Vitamine! CAVE: Herstellung
- Mangel: Wachstum & Leistung vermindert

Vitamine:

- _____ löslich: B1, B2, B3, B5, B6, B7, B11, B12, C (Soluvit®)
- _____ löslich: E, D, K, A (Vitalipid infant® bis 11 Jahre/ Vitalipid adult® ab 11 J.)



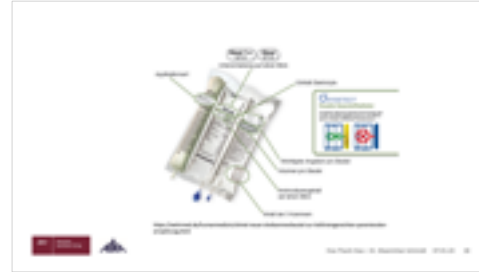


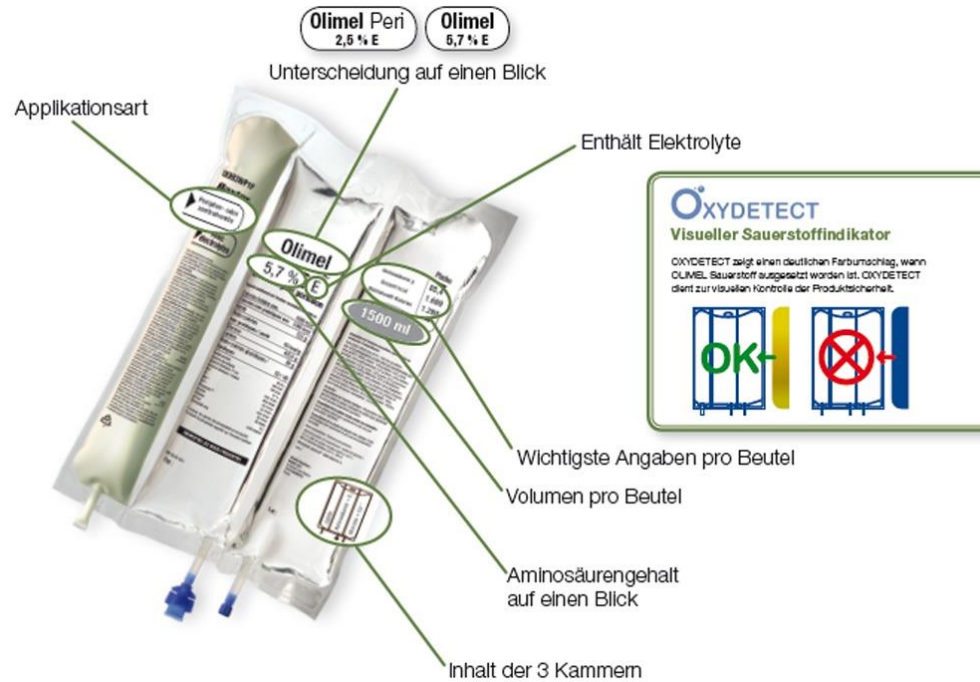
Hypovitaminose

- **Vitamin __**: trockene Haut & Augen, Sehstörungen
- B-Vitamine: Müdigkeit, Hautprobleme, Kreislaufstörung, Blutarmut
- Vitamin C: _____ (Zahnprobleme, Gelenkschmerzen)
- **Vitamin __**: Osteomalzie (Knochenerweichung), _____ (Verformung der Knochen)
- **Vitamin __**: Konzentrationsstörungen, Müdigkeit
- Folsäure: Spina bifida aperta (unvollständige Schließung der Wirbelsäule)
- **Vitamin __**: Hämatome

Applikationsformen

- Einzelkomponenten: simultane oder sequentielle Verabreichung direkt am Patientenbett
- Zwei- oder Dreikammerbeutel
- Compounding: Patientenindividuelle Mischung der Nährstoffe unter aseptischen Bedingungen (Individual- vs. Standardbeutel)





<https://wehrmed.de/humanmedizin/olimel-neuer-dreikammerbeutel-zur-leitliniengerechten-parenteralen-ernaehrung.html>

Applikationsform

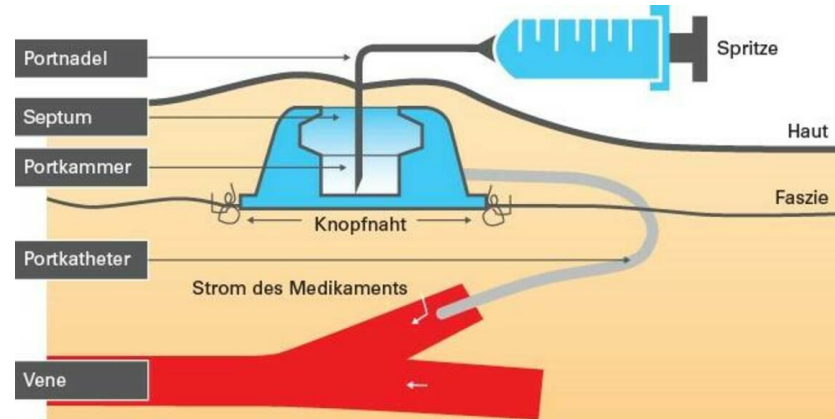
- **Periphervenös:**
 - Kurzfristig
 - Osmolarität unter 800 mosmol/l → CAVE: Venenreizung
 - Niedrige Komplikationsrate
- **venös:**
 - Längerfristig
 - Osmolarität über 800 mosmol/l
 - höhere Sepsisrate



Applikationsform

- **Portsystem**

- Dauerkatheter aus Silikon oder Polyurethan
- Reservoirkammer aus Titan oder Keramik auf Brustkorb
- Silikonmembran
- Port- oder Grippernadel



<https://www.bibliomed-pflege.de/sp/artikel/30368-hilfreiches-system-mit-risiken>

Komplikationen

- **Metabolische Komplikationen**
 - Hyperglykämie
 - Hypophosphatämie
 - Elektrolytverschiebungen
- **Mechanische Komplikationen**
 - Okklusion des Katheters (Blutgerinnsel, Ausfällungen, Rückstände)
 - Paravasat
 - Perforation des Katheters

Komplikationen

- **Mikrobielle Besiedlung**
 - Lokalinfectionen an der Kathetereintrittsstelle, eitrige Infektionen des Kathetertunnels und Katheter-assoziierte Sepsis
 - Mortalität bei Sepsis 3-25%
- Sonstiges
 - Thrombose
 - Lokalhämatome bei Fehlpunktion
 - Pneumothorax

Monitoring



- Kontinuierliche Überwachung der Neugeborenen
- Blutwertkontrolle: _____, Elektrolyte, Triglyzeride, Flüssigkeit
- Infektionsprophylaxe: Kontrolle der Zugänge
- Kontrolle der Infusionspumpen, Ernährungspläne durch Arzt, Apotheke und Pflegepersonal
- Bedarfsermittlung an Flüssigkeit, Makro- und Mikronährstoffen
 - Arbeiten nach Leitfaden S3-Leitlinie DGEM



Abb. 1 Beispiel eines Verordnungsbogens für Früh- und kranke Reifgeborene*.

Kurzanleitung zur Berechnung von (teil-)parenteraler Ernährung/Nutzung des Verordnungsbogens:

1. Flüssigkeitsbedarf festlegen (inkl. Zu- oder Abschläge)
2. Energiebedarf abschätzen (vgl. hierzu auch **Tab. 1**)
3. Enteralen Nahrungsanteil festlegen/Hauptnahrungsbestandteile ermitteln (vgl. „Angaben zur Berechnung der enteralen Nahrungsbestandteile“ unten). Die Differenz zum errechneten Bedarf der Hauptnahrungssubstrate als parenterale Zufuhr berechnen.
4. Verbleibende Elektrolyt-, Vitamin-, und Spurenelementzusätze festlegen (Vorgehen: errechneter Bedarf, abzüglich dem in der enteralen Nahrung enthaltenem Anteil. Für das praktische Vorgehen wird z. B. bei einem enteralen Nahrungsanteil von 50 % – bezogen auf die Energiezufuhr – lediglich der halbe errechnete Elektrolytbedarf zugesetzt. Bei Vitaminen und Spurenelementen ist ab einem enteralen Nahrungsanteil von 50 % ein Zusatz oft entbehrlich). Vgl. hierzu auch **Tab. 3**.

Erstellung eines Ernährungsplans

5. Flüssigkeitsvolumen für die bisher festgelegten Nahrungssubstrate addieren und Differenz zum errechneten Flüssigkeitsbedarf berechnen.
6. Differenzvolumen aus „5.“ als Glukoselösung zuführen. Die Glukosekonzentration (oft 10 oder 12,5 %) nach dem errechneten Energiebedarf/Wachstumsverlauf und unter Einbeziehung der klinischen Situation festlegen.
7. Flussgeschwindigkeit für z. B. eine Infusionsdauer von 24 h festlegen.
8. Plausibilitätsprüfung (z. B. vergleich mit der Verordnung vom Vortag/Mengen in Bezug auf das Körpergewicht grob überschlagen usw.).

Abkürzungen: IV: Intravenös; n: Anzahl;
MM: Muttermilch

Tab. 3 Beispiel für den (teil-)parenteralen Nahrungsaufbau bei Früh- und kranken Reifgeborenen [299].

Bedarf		Infusionsbedarf bei vollparenteraler Ernährung												Enterale Ernährung				
	Flüss. ^a	Energie	Glu ^b	AS	Lipid	NaCl	KCl ^c	Mg	Na-Gly-cero-P	Ca ^d	Soluvit	Vita-lipid	SE	Nahrung	Vit ^e	Fe ^o	Ca/P ⁺	Sonstig
	Geburtsge-wicht	[ml/kg KG und Tag]	[kcal/kg KG und Tag]	[g/kg KG und Tag]		[mmol/kg KG und Tag]					[1 ml/kg KG und Tag]				[ml/Tag]			
Tag 1	FG < 1000 g KG	90		4–8	2,0	1,5	0	0							6–12×0,5 MM/FGM			Vit K
	FG1–1,5 kg KG	80		4–8	2,0	1,5	0	0							6–12×1,0 MM/FGM			Vit K
	NG > 1,5 kg KG	60		4–10	0	0	2–5	1–3							8/6×5–10 MM/Pre			Vit K
Tag 2	FG < 1000 g KG	110		4–8	2,5	2,0	0	0							12×1,0 MM/FGM			
	FG1–1,5 kg KG	100		4–8	2,5	2,0	0	0							12×1,5 MM/FGM			
	NG ≥ 1,5 kg KG	80		4–10	0	0	2–5	1–3							8/6×10–20MM/Pre			
Tag 3	FG < 1000 g KG	130		5–9	3,0	2,5	0	0							12×2,0 MM/FGM			
	FG1–1,5 kg KG	120		5–9	3,0	2,5	{2–5}	{1–3}							12×3,0 MM/FGM			
	NG ≥ 1,5 kg KG	100		5–10	1,5	1,5	2–5	1–3							8/6×15–30 MM/Pre			
Tag 4	FG < 1000 g KG	150		5–10	3,5	3,0	{2–5}	{1–3}							12×3,0 MM/FGM			
	FG1–1,5 kg	140		5–10	3,5	3,0	2–5	1–3							12×4,5 MM/FGM			
	NG ≥ 1,5 kg KG	120		6–12	2,0	2,0	2–5	1–3							8/6×20–40 MM/Pre			
Tag 5	FG < 1000 g KG	160		6–12	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12×4 MM/FGM			
	FG1–1,5 kg KG	160		6–12	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12×6,0 MM/FGM			
	NG ≥ 1,5 kg KG	140		7–15	2,5	2,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	8/6×25–50 mm/FGM			
Tag 6	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–14	4,0	4,0	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12×5,0MM/FGM			
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–14	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12×7,5MM/FGM			
	NG ≥ 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,0	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	8/6×30–60 MM/Pre			
Tag 7	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12×6,0MM/FGM			[F] Vit K
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	12×9,0MM/Pre			[F] Vit K
	NG > 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	8/6×35–30 MM/Pre			Vit K
Tag 14	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	Ziel: Fett 160ml/kg KG Tag	x		x [F]
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	verteilt auf	x		x [F]
	NG > 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	n Mahlzeiten:			
Tag 28	FG < 1000 g KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	< 1500 g 12 MZ	x	x	x [F] Vit K
	FG1–1,5 kg KG	160	110–150	7–16	4,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	≥ 1500 g 8 MZ	x	x	x [F] Vit K
	NG > 1,5 kg KG	160	60–140	7–16	3,0	3,5	2–5	1–3	(0,3)	(1)	(1) ^d	(1)	(1)	(1)	≥ 2000 g 6 MZ			Vit K

Standard vs. Patientenindividuell

- **Standardmischbeutel:**
 - Jede Klinik mehrere erarbeitete Regime
 - Passende Ernährung ausgewählt und über Laufrate angepasst
 - Monitoring für Patient bleibt vorhanden
- **Patientenindividuell:**
 - Für jeden einzelnen Patienten täglich Bedarf an Nährstoffen errechnet
 - Spezielle Fertigung eines individuellen Beutels inkl. Nachberechnung und Prüfung der Parameter

Standard vs. Patientenindividuell

GRUPPENARBEIT!

DISKUTIERT 5 MIN. MIT EUREN SITZNACHBARN DIE VOR-
UND NACHTEILE VON STANDARDLÖSUNGEN UND
PATIENTENINDIVIDUELLEN ERNÄHRUNG.





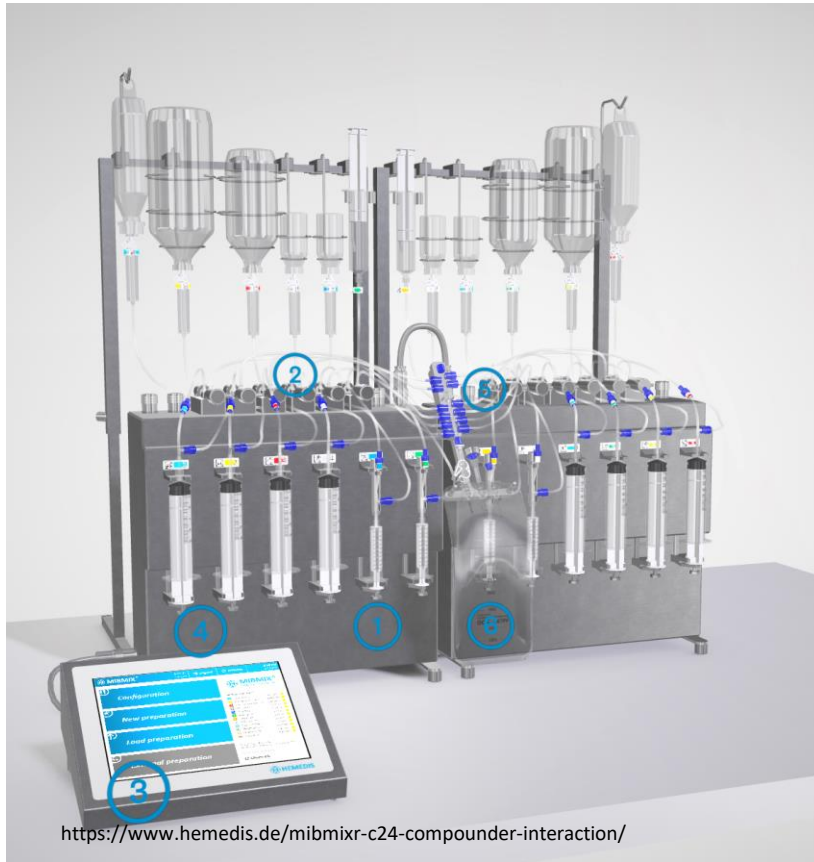
Herstellung

- Verschiedene Compoundersysteme auf dem Markt
 - IMF – Medimix
 - ICU-Medical – medOC
 - Baxter – ExactaMix
 - **Hemedis – Mibmix**



Mibmix C24 – 12 Kanalcompounder

1. 10 ml oder 50 ml Spritzen mit 1,X ml Genauigkeit
2. FluiCheck®-Sensor
3. PC-Panel für elektronische Übermittlung mit EDV-System
4. Vielfache Schnittstellen
5. Komplettsset
6. Beutel



<https://www.hemedis.de/mibmixr-c24-compounder-interaction/>

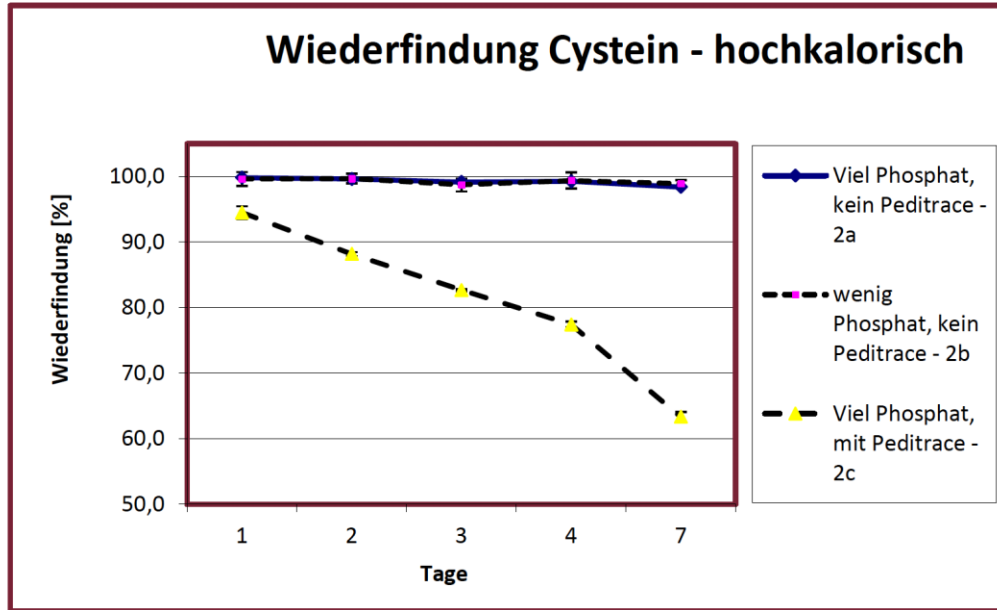
Herstellung patientenindividuell

1. Anforderung wird gefaxt
2. Eingabe in Steribase durch PTA
3. Kontrolle und Plausibilitätsprüfung durch Apotheker
4. Elektronische Übermittlung an den Compounder
5. Etikettendruck in C-Raum
6. Bestückung der Pumpe in B-Raum (TPN-Sets)
7. Aufrufen des Jobauftrages durch Abscannen des Beuteletiketts
8. Zuspritzen kleinerer Volumen $< 1\text{ml}$ per Hand
9. Endkontrolle durch Apotheker (Herstellprotokoll vom Comp. erzeugt)
10. Abgabe auf Station, Dokumentation

Stabilitätsuntersuchung Standardmischbeutel

- **Wässrige Beutel**
 - pH Wert
 - Nicht sichtbare Partikel, Präzipitate (Lichtblockade)
 - Cystein(Ellmann-Methode)
 - Freies Phosphat (Molybdänblau-Methode)
- **Fettbeutel** (nicht in UKER, kürzere Haltbarkeit)
 - Hydroperoxide (FOX-Methode)

Problem Spurenelemente



S. Heger – ADKA-Vortrag 2021

Lagerung im Kühlschrank
über 7 Tage.

Spurenelemente
beeinflussen Oxidation!

Mikrobiologische Überwachung

- Vor-und Nachlauf zur Sterilitätstestung mittels Membranfiltration durch Biochem
 - Membranfilter (0,45 µm)
 - Anzüchtung bei 20-25°C in CasoBoullion (aerobe Bakterien)
 - Anzüchtung bei 30-35°C in Thioglykolat Boullion (anaerobe Bakterien)
- Bebrütung über 14d

Mikrobiologische Überwachung

- Interne Bactec-Kontrolle des Nachlaufs
 - Nachlauf aus jeweils 10ml pro Kanal,
 - 2 x 10ml davon in Bactec Fläschchen überführen → Hygiene
 - mittels Fluoreszenzmarker ist Wachstum detektierbar (Fluoreszenzintensität)
- Klassifizierung durch Mikroskopie & Identifizierung durch Ansetzen auf Nährboden
- Bebrütung über ca. 3d

Mikrobiologische Überwachung



- _____ monitoring
 - EMS-System (Druck, Temperatur, Feuchte, Strömung, Partikel)
 - Sedimentationsplatten, Abklatsch von Hand und Overall
- _____ validierung
 - Halbjährliche Herstellungssimulation mit Nährmedium

Danke für die Aufmerksamkeit

Fragen 

Kontakt Daten

09131-85-39042

Dr. Maximilian Schmidt

schmidt.maximilian@uk-erlangen.de