



Duale Reihe

Ludwig Gortner, Sascha Meyer

Pädiatrie

5. Auflage



Online-Version in der eRef



Thieme

Diagnostik	· 17
Wachstum und Entwicklung	· 45
Allgemeine und spezielle Prävention	· 61
Ernährung und Ernährungsstörungen	· 83
Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt	· 106
Erkrankungen in der Neugeborenenperiode	· 115
Der plötzliche Kindstod (SIDS)	· 166
Genetik	· 170
Stoffwechselstörungen	· 189
Endokrinologie, Wachstumsstörungen und Diabetologie	· 225
Gastroenterologie und Hepatologie	· 265
Pneumologie	· 321
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	· 352
Erkrankungen von Niere und Urogenitalsystem	· 416
Hämatologische und onkologische Erkrankungen	· 455
Immunologie	· 539
Allergologie	· 554
Rheumatologie	· 562
Infektionskrankheiten	· 589
Erkrankungen der Bewegungsorgane	· 673
Neuropädiatrie	· 735
Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie	· 797
Erkrankungen des HNO-Bereichs	· 837
Augenerkrankungen	· 854
Hauterkrankungen im Kindesalter	· 870
Unfälle und Vergiftungen	· 904
Anhang	· 921

Duale Reihe

Pädiatrie

**Herausgegeben von
Ludwig Gortner, Sascha Meyer**

Unter Mitarbeit von

Peter Bartmann
Carl-Peter Bauer
Reinhard Berner
Ralf Bialek
Hansjosef Böhles
Gerhard Dockter*
Helmuth-Günther Dörr*
Jörg Dötsch
Guido Engelmann
Barbara Gärtner
Alexander von Gontard
Ludwig Gortner
Norbert Graf
Hartmut Grasmann
Renate Häfner
Werner Handrick
Ulrich Heininger
Wolfram Henn
Sabine Hofer
Walter Hoffmann*
Hans-Iko Huppertz

Barbara Käsmann-Kellner
Daniela Karall
Reinhold Kerbl
Rainer König
Assen Koitschev
Ronald Kurz*
Bea Latal
Angelika Lindinger
Sascha Meyer
Dietrich Michalk
Eugen Wolfgang Muntean
Bernd Axel Neubauer
Gerhard Neuhäuser*
Fritz Uwe Niethard
Claudia Pöhler
Kurt Quaschner*
Felix Ratjen
Helmut Remschmidt*
Tilman Rohrer
Reinhard Roos
Ulrike Schara

Sabine Scholl-Bürgi
Horst Scholz*
Berthold Seitz
Astrid Shamdeen
Christian Sittel
Friedrich Carl Sitzmann* †
Robert Steinfeld
Brigitte Stöver
Hans-Michael Straßburg
Anton Sutor* †
Frank M. Theisen
Wolfgang Tilgen
Hans Truckenbrodt
Peter M. Wehmeier*
Stefan Wirth
Siegfried Zabransky*
Hansotto Zaun*
Michael Zemlin
Stefan Zielen

* Mitarbeiter früherer Auflagen, von deren ursprünglichen Beiträgen in der Neuauflage noch wesentliche Bestandteile enthalten sind.

5., vollständig überarbeitete Auflage

736 Abbildungen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:

www.thieme.de/service/feedback.html

Wichtiger Hinweis:

Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers**. Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Um den Lesefluss zu erhalten, wird im Nachfolgenden die maskuline Geschlechtsform verwendet. Sie bezieht Männer und Frauen gleichermaßen mit ein.

1. Auflage 1995
2. Auflage 2002
3. Auflage 2007
4. Auflage 2012

© 2018 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
www.thieme.de

Printed in Germany

Zeichnungen: Rose Baumann, Wiesloch; Viorel Constantinescu, Bukarest; Joachim Hormann, Stuttgart;
Heike Hübner, Berlin; Markus Voll, München;
Zeichnungen z. T. nach Originalzeichnungen von Gerhard Kohnle, Bad Liebenzell
Layout: Ulrike Holzwarth, Büro für Gestaltung, Stuttgart
Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe
Umschlagfoto: © AdobeStock/drubig-photo
Satz: L42 AG, Berlin
Druck: Beltz Grafische Betriebe GmbH, Bad Langensalza

DOI 10.1055/b-005-145246

ISBN 978-3-13-241153-1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-241154-8
eISBN (epub) 978-3-13-241156-2

Vorwort

Es freut uns sehr, dass das Lehrbuch Duale Reihe Pädiatrie nun in der 5., vollständig überarbeiteten und erweiterten Auflage vorgelegt werden kann – rund 6 Jahre nach dem Erscheinen der 4. Auflage.

Es war uns ein Anliegen, die für das Verständnis der Kinder- und Jugendmedizin erforderlichen Grundlagen anschaulich zu vermitteln und gleichzeitig die Anforderungen der Approbationsordnung zu erfüllen. Dabei war der Blick auch auf die neuen Erkenntnisse in unserem Fach gerichtet, welche essenziell für die Studierenden sind, ohne aber dabei die Grundlagen der Kinderheilkunde und Jugendmedizin aus den Augen zu verlieren.

Die Autorinnen und Autoren sowie die Herausgeber haben es sich zum Ziel gesetzt, wichtige neue Erkenntnisse in der Kinderheilkunde und Jugendmedizin in das Lehrbuch einfließen zu lassen. Hier sind z. B. die sprunghaft angestiegenen Daten zu molekularen Grundlagen angeborener Erkrankungen zu nennen.

Ganz besonders möchten wir an dieser Stelle in großer Dankbarkeit an Herrn Professor Sitzmann erinnern – den alleinigen Herausgeber der ersten 3 Auflagen und den „Vater“ dieses Buchs. Herr Professor Sitzmann war ein großartiger Hochschullehrer und ein begnadeter Kinderarzt, der es auf einmalige Weise verstand, sein umfassendes Wissen und seine klinische Erfahrung für das Wohl der ihm anvertrauten Kinder einzusetzen.

Wir danken weiterhin allen Autorinnen und Autoren, die bereits bei den Voraufgaben mitgewirkt haben und nun auch die 5. Auflage maßgeblich mitgetragen haben, sowie ganz besonders allen neu hinzugekommenen Autorinnen und Autoren, die zum Teil Kapitel komplett neu verfasst haben oder auf einem soliden Fundament aufbauen konnten. Unser Dank gilt daher auch all jenen Autorinnen und Autoren, die im Rahmen der Voraufgaben mitgewirkt haben und bei der 5. Auflage nicht mehr tätig waren.

Außerdem gilt der Dank der Herausgeber dem Georg Thieme Verlag, insbesondere und namentlich Frau Judith Rolfes sowie Frau Dr. Bettina Horn-Zölch, die uns mit vielen wertvollen Vorschlägen vor dem Erscheinen des Lehrbuches zur Seite standen.

Wir hoffen, dass nach den Erfolgen der bisherigen Auflagen auch die 5. Auflage wieder großen Anklang bei den Lesern finden wird. Ganz besonders gefreut haben wir uns über die zahlreichen Anregungen der Studierenden, die sich damit aktiv in die Gestaltung des Lehrbuchs eingebracht haben. Dies ist für die Weiterentwicklung eines solchen Lehrbuchs essenziell. Wir wünschen uns auch weiterhin eine lebhaft Resonanz und Diskussion. Möge das Lehrbuch eine Motivation sein, Studierenden den Zugang zum schönsten und attraktivsten klinischen Fach zu eröffnen.

Damit wäre der wichtigste Punkt unseres Anliegens erreicht, nämlich die Versorgung der uns anvertrauten Kindern und Jugendlichen kontinuierlich zu verbessern.

Wien und Homburg, im Februar 2018

L. Gortner
S. Meyer



L. Gortner

S. Meyer

Anschriften

Herausgeber

Prof. Dr. med. Ludwig **Gortner**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie
 Kirrberger Str.
 Gebäude 9
 66421 Homburg/Saar
 und
 Medizinische Universität Wien
 Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Währinger Gürtel 18–20
 1090 Wien
 Österreich

Prof. Dr. med. Sascha **Meyer**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie
 Kirrberger Str.
 Gebäude 9
 66421 Homburg/Saar

Mitarbeiter

Prof. Dr. Dr. med. Peter **Bartmann**
 Universitätsklinikum Bonn
 Kinderklinik – Forschungsgruppe Langzeitstudien
 Adenauerallee 119
 53113 Bonn

Prof. Dr. med. Carl-Peter **Bauer**
 Fachklinik Gaißach
 Zentrum für chronische Erkrankungen
 Dorf 1
 83674 Gaißach

Prof. Dr. med. Reinhard **Berner**
 Universitätsklinikum Carl Gustav Carus der Technischen
 Universität Dresden
 Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Fetscherstr. 74
 01307 Dresden

Prof. Dr. med. Ralf **Bialek**
 LADR GmbH
 MVZ Dr. Kramer und Kollegen
 Lauenburger Str. 67
 21502 Geesthacht

Prof. Dr. med. Dr. h. c. Hansjosef **Böhles**
 ehem. Universitätsklinikum Frankfurt der Johann-Wolfgang-
 Goethe Universität
 Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
 60590 Frankfurt

Prof. Dr. med. Gerhard **Dockter***
 ehem. Universitätsklinikum des Saarlandes
 jetzt: Am Gedünner 17
 66424 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Helmuth **Dörr***
 ehem. Universitätsklinikum Erlangen
 Kinder- und Jugendklinik
 91054 Erlangen

Prof. Dr. med. Jörg **Dötsch**
 Universitätsklinikum Köln
 Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin
 Kerpener Str. 62
 50937 Köln

Prof. Dr. med. Guido **Engelmann**
 Lukaskrankenhaus Neuss
 Klinik für Kinder und Jugendliche
 Preußenstr. 84
 41464 Neuss

Prof. Dr. med. Barbara **Gärtner**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene
 Kirrberger Str.
 Gebäude 43
 66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Alexander **von Gontard**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und
 Psychotherapie
 Gebäude 90.2
 66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Ludwig **Gortner**
 Medizinische Universität Wien
 Währinger Gürtel 18–20
 1090 Wien
 Österreich

Prof. Dr. med. Norbert **Graf**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie
 Kirrberger Str.
 Gebäude 9
 66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Hartmut **Grasemann**
 Hospital for Sick Children
 SickKids
 555 University Avenue
 M5G 1X8 Toronto
 Kanada

Dr. med. Renate **Häfner**
Deutsches Zentrum für Kinder- und Jugendrheumatologie
Zentrum für Schmerztherapie junger Menschen
Gehfeldstr. 24
82467 Garmisch-Partenkirchen

Prof. Dr. med. Werner **Handrick**
IMD Labor Oderland
Am Kleisterpark 1
15230 Frankfurt (Oder)

Prof. Dr. med. Ulrich **Heininger**
Universitäts-Kinderspital beider Basel (UKBB)
Pädiatrische Infektiologie und Vakzinologie
Spitalstrasse 33
4056 Basel
Schweiz

Prof. Dr. med. Wolfram **Henn**
Universitätsklinikum des Saarlandes
Humangenetische Beratungsstelle
Gebäude 68
66421 Homburg/Saar

Assoz. Prof. PD Dr. med. Sabine **Hofer**
Medizinische Universität Innsbruck
Department für Pädiatrie I
Anichstraße 35
6020 Innsbruck
Österreich

Prof. Dr. med. Walter **Hoffmann***
ehem. Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Pädiatrische Kardiologie
jetzt: Siebenbürgenstr. 36
66424 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Hans-Iko **Huppertz**
Klinikum Bremen Mitte
Prof.-Hess-Kinderklinik
St.-Jürgen-Str. 1
28205 Bremen

Prof. Dr. med. Barbara **Käsmann-Kellner**
Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Augenheilkunde
Gebäude 22
66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Daniela **Karall**
Medizinische Universität Innsbruck
Department für Pädiatrie I
Anichstraße 35
6020 Innsbruck
Österreich

Prof. Dr. med. Reinhold **Kerbl**
LKH Hochsteiermark
Abteilung für Kinder und Jugendliche
Vordernberger Straße 42
8700 Leoben
Österreich

Prof. Dr. med. Rainer **König**
Klinikum der Universität Frankfurt
Institut für Humangenetik
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt

Prof. Dr. med. Assen **Koitschev**
Klinikum Stuttgart – Olghospital
Abteilung für Pädiatrische HNO-Heilkunde und Otologie
Kriegsbergstr. 60
70174 Stuttgart

Prof. Dr. med. Ronald **Kurz***
ehem. Universitätsklinikum für Kinder- und Jugendheilkunde
Graz
jetzt: Lehargasse 26
8010 Graz
Österreich

Prof. Dr. med. Bea **Latal**
Universitäts-Kinderspital Zürich
Spital der Eleonorenstiftung
Steinwiesstrasse 75
8032 Zürich
Schweiz

Prof. Dr. med. Angelika **Lindinger**
ehem. Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Pädiatrische Kardiologie
66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Sascha **Meyer**
Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie
Kirrberger Str.
Gebäude 9
66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Dietrich **Michalk**
ehem. Universitätsklinikum Köln
Klinik und Poliklinik für allgemeine Kinderheilkunde
Kerpener Str. 62
50937 Köln

Prof. Dr. med. Eugen Wolfgang **Muntean**
Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde Graz
Klinische Abteilung für Allgemeine Pädiatrie
Auenbruggerplatz 34/2
8036 Graz
Österreich

Prof. Dr. med. Bernd Axel **Neubauer**
 Universitätsklinikum Gießen/Marburg
 Zentrum für Kinderheilkunde und Jugendmedizin
 Abteilung für Kinderneurologie, Sozialpädiatrie und
 Epileptologie
 Feulgenstr. 10–12
 35390 Gießen

Prof. Dr. med. Gerhard **Neuhäuser***
 ehem. Universitätsklinikum Gießen
 Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
 jetzt: Dresdener Str. 24
 34550 Linden

Prof. Dr. med. Fritz Uwe **Niethard**
 ehem. Orthopädische Universitätsklinik der RWTH Aachen
 Zentrum für Kinderheilkunde und Jugendmedizin
 52074 Aachen
 jetzt: Rote-Haag-Weg II 32d
 52076 Aachen

Prof. Dr. med. Claudia **Pföhler**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie
 Gebäude 6
 66421 Homburg/Saar

Dr. rer. nat. Kurt **Quaschner*** KJP/PP
 Universitätsklinikum Marburg
 Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie
 Hans-Sachs-Str. 4–6
 35039 Marburg

Prof. Dr. med. Felix **Ratjen**
 Hospital for Sick Children
 SickKids
 555 University Avenue
 M5G 1X8 Toronto
 Kanada

Prof. Dr. med. Dr. phil. Dr. h. c. Helmut **Remschmidt***
 ehem. Universitätsklinikum Marburg
 Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie
 der Philipps-Universität
 35039 Marburg

Prof. Dr. med. Tilman **Rohrer**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie
 Kirrberger Str.
 Gebäude 9
 66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Reinhard **Roos**
 ehem. Klinikum Harlaching der StkM
 Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
 81545 München
 jetzt: Nadistr. 43
 80809 München

Prof. Dr. med. Ulrike **Schara**
 Universitätsklinikum Essen
 Neuropädiatrie/Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
 Hufelandstr. 55
 45122 Essen

PD Dr. med. Sabine **Scholl-Bürgi**
 Medizinische Universität Innsbruck
 Department für Pädiatrie I
 Anichstraße 35
 6020 Innsbruck
 Österreich

PD Dr. med. Horst **Scholz***
 ehem. Institut für Infektiologie, Mikrobiologie und Hygiene
 Berlin-Buch
 jetzt: Straße 6, Nr. 23
 13125 Berlin

Prof. Dr. med. Berthold **Seitz**
 Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Augenheilkunde
 Gebäude 22
 66421 Homburg/Saar

Dr. med. Astrid **Shamdeen**
 Reha-Westpfalz
 Sozialpädiatrisches Zentrum
 Am Rothenborn
 66849 Landstuhl

Prof. Dr. med. Christian **Sittel**
 Klinikum Stuttgart – Katharinenhospital
 Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten,
 Plastische Operationen
 Kriegsbergstr. 60
 70174 Stuttgart

Prof. Dr. med. Dres. h. c. Friedrich Carl **Sitzmann* †**
 ehem. Universitätsklinikum des Saarlandes
 Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
 66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. Dr. med. Robert **Steinfeld**
 Universitäts-Kinderspital Zürich – Eleonorenstiftung
 Abteilung Pädiatrische Neurologie
 Steinwiesstrasse 75
 8032 Zürich
 Schweiz

Prof. Dr. med. Brigitte **Stöver**
 ehem. Charité – Universitätsmedizin Berlin
 Abteilung für Pädiatrische Radiologie
 13353 Berlin
 jetzt: Sonnenschein 62
 42719 Solingen

Prof. Dr. med. Hans-Michael **Straßburg**
ehem. Universitätskinderklinik Würzburg
Emil-von-Behring-Weg 8
97218 Gerbrunn

Prof. Dr. med. Anton **Sutor*** †
ehem. Universitätskinderklinik Freiburg
79106 Freiburg

PD Dr. med. Frank M. **Theisen**
Herz-Jesu-Krankenhaus Fulda gGmbH
Abteilung für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik
und Psychotherapie
Buttlarstr. 74
36039 Fulda

Prof. Dr. med. Wolfgang **Tilgen**
ehem. Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie
66421 Homburg/Saar
jetzt: Im Schulzengarten 21
69151 Neckargemünd

Prof. Dr. med. Hans **Truckenbrodt**
Husarenweg 30
82467 Garmisch-Partenkirchen

PD Dr. med. Peter M. **Wehmeier***
Sozialpsychiatrisches Zentrum für Kinder
und Jugendliche
Wolfgangstr. 68
60322 Frankfurt

Prof. Dr. med. Stefan **Wirth**
Helios Universitätsklinik
Universität Witten-Herdecke
Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
Heusnerstr. 40
42283 Wuppertal

Prof. Dr. med. Siegfried **Zabransky***
IPEP Institut für Päd. Endokrinologie
und Präventivmedizin
Im Fuchstal 8
66424 Homburg

Prof. Dr. med. Hansotto **Zaun***
ehem. Universitätsklinikum des Saarlandes
Dermatologische Universitätsklinik
jetzt: Fasanenweg 10
66424 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Michael **Zemlin**
Universitätsklinikum des Saarlandes
Klinik für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie
Kirrberger Str.
Gebäude 9
66421 Homburg/Saar

Prof. Dr. med. Stefan **Zielen**
Universitätsklinikum Frankfurt
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin
Allergologie, Pneumologie, Mukoviszidose
Theodor-Stern-Kai 7
60590 Frankfurt

Inhaltsverzeichnis

1	Diagnostik	17	3	Allgemeine und spezielle Prävention ..	61
	<i>S. Meyer, A. Shamdeen, B. Stöver</i>			<i>U. Heininger, H.-M. Straßburg, F. C. Sitzmann*</i>	
1.1	Anamnese	17	3.1	Früherkennungsuntersuchungen	61
	<i>S. Meyer</i>			<i>H.-M. Straßburg, F. C. Sitzmann*</i>	
1.2	Klinische Untersuchung	18	3.1.1	Allgemeine Vorbemerkungen.....	61
	<i>A. Shamdeen</i>		3.1.2	Besonderheiten der einzelnen Früherkennungsuntersuchungen (U1–J1).....	63
1.2.1	Grundprinzipien.....	18	3.2	Infektionsprophylaxe	73
1.2.2	Allgemeinzustand.....	19		<i>U. Heininger, F. C. Sitzmann*</i>	
1.2.3	Thorax und Lunge.....	19	3.2.1	Möglichkeiten der Infektionsprophylaxe.....	73
1.2.4	Herz und Kreislauf.....	20	3.2.2	Praktisches Vorgehen.....	74
1.2.5	Abdomen.....	21	3.2.3	Impfkalender.....	75
1.2.6	Haut.....	22	3.2.4	Allgemein empfohlene Impfungen (Standardimpfungen).....	75
1.2.7	Kopf.....	23	3.2.5	Indikationsimpfungen.....	82
1.2.8	Lymphknoten.....	23			
1.2.9	Hals, Schilddrüse, Wirbelsäule und Extremitäten ..	24	4	Ernährung und Ernährungsstörungen ..	83
1.2.10	HNO.....	24		<i>G. Engelmann, H. Böhles*, G. Dockter*, F. C. Sitzmann*</i>	
1.2.11	Genitalien.....	25	4.1	Natürliche Ernährung in der Neugeborenen- und frühen Säuglingsperiode	83
1.2.12	Neurologische Untersuchung.....	26		<i>G. Engelmann, G. Dockter*</i>	
1.3	Arbeitstechniken	27	4.1.1	Laktation.....	83
	<i>A. Shamdeen</i>		4.1.2	Stillen.....	83
1.3.1	Blutentnahme.....	27	4.1.3	Zusammensetzung der Muttermilch.....	84
1.3.2	Uringewinnung.....	29	4.1.4	Ernährung der Stillenden.....	86
1.3.3	Lumbalpunktion.....	31	4.1.5	Verdauung der Muttermilch.....	86
1.3.4	Knochenmarkpunktion.....	31	4.1.6	Stillhindernisse.....	86
1.4	Bildgebende Diagnostik	32	4.1.7	Zusätze.....	87
	<i>B. Stöver</i>		4.1.8	Abstillen.....	87
1.4.1	Untersuchungsverfahren.....	32	4.2	Ernährung mit Formelnahrungen	87
1.4.2	Klinische Fragestellung und Aussage der Bildgebung.....	36		<i>G. Engelmann, G. Dockter*</i>	
2	Wachstum und Entwicklung	45	4.2.1	Normale Säuglingsnahrungen.....	87
	<i>B. Latal, G. Neuhäuser*</i>		4.2.2	Antigenreduzierte Milchen.....	88
2.1	Grundlagen der Entwicklung	45	4.2.3	Spezialprodukte zur Säuglings- und Kinderernährung.....	88
2.2	Somatische Entwicklung	45	4.3	Ernährung des Klein- und Schulkindes	88
2.2.1	Körpergröße und Körpergewicht.....	45		<i>G. Engelmann, G. Dockter*</i>	
2.2.2	Körperproportionen und Wachstums- geschwindigkeit.....	46	4.3.1	Beikost.....	88
2.2.3	Kopfwachstum (Kopfumfang).....	47	4.3.2	Anzahl der Mahlzeiten.....	89
2.2.4	Zahnentwicklung.....	47	4.3.3	Nährstoffbedarf.....	89
2.2.5	Knochenalter.....	48	4.4	Parenterale Ernährung	90
2.2.6	Geschlechtsentwicklung.....	48		<i>G. Engelmann, H. Böhles*</i>	
2.3	Neuromotorische Entwicklung	49	4.4.1	Totale parenterale Ernährung (TPE).....	90
2.3.1	Pränatale Bewegungsentwicklung.....	50	4.5	Ernährungsstörungen	92
2.3.2	Motorik des neugeborenen Kindes.....	50		<i>G. Engelmann, G. Dockter*</i>	
2.3.3	Motorische Entwicklung im Säuglingsalter.....	51	4.5.1	Akute Ernährungsstörungen.....	93
2.3.4	Motorische Entwicklung im Kindesalter.....	52	4.5.2	Chronische Ernährungsstörungen.....	93
2.4	Soziale, sprachliche und kognitive Entwicklung ..	54	4.6	Störungen des Vitaminstoffwechsels	97
2.5	Schlafverhalten	59		<i>G. Engelmann, F. C. Sitzmann*</i>	
2.6	Entwicklung in der Adoleszenz	60	4.6.1	Grundlagen.....	97
			4.6.2	Wasserlösliche Vitamine.....	98
			4.6.3	Fettlösliche Vitamine.....	98

* Mitarbeiter früherer Auflagen, von deren ursprünglichen Beiträgen in der Neuauflage noch wesentliche Bestandteile enthalten sind.

5	Wasser-, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt	106	6.6.2	Icterus neonatorum (Hyperbilirubinämie)	149
	<i>H. Böhles</i>		6.6.3	Metabolische Störungen	154
5.1	Wasser- und Elektrolythaushalt	106	6.6.4	Weitere Anpassungsstörungen	156
5.1.1	Physiologie des Wasser- und Elektrolythaushaltes	106	6.6.5	Nabelanomalien und Erkrankungen	156
5.1.2	Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes	108	6.7	Bakterielle Infektionskrankheiten	157
5.2	Säure-Basen-Haushalt (SBH)	111		<i>R. Berner, R. Roos</i>	
5.2.1	Physiologie des Säure-Basen-Haushaltes	111	6.7.1	Allgemeines	157
5.2.2	Störungen des Säure-Basen-Haushaltes	112	6.7.2	Klinische Symptomatik	159
6	Erkrankungen in der Neugeborenenperiode	115	6.7.3	Diagnostik	161
	<i>P. Bartmann, L. Gortner, R. Berner, R. Roos</i>		6.7.4	Therapie	162
6.1	Besonderheiten während der Neugeborenenperiode	115	6.7.5	Prophylaxe	164
	<i>P. Bartmann</i>		6.7.6	Nekrotisierende Enterokolitis (NEK)	164
6.1.1	Definitionen	115	7	Der plötzliche Kindstod (SIDS)	166
6.1.2	Perinatalperiode und perinatale Mortalität	115		<i>R. Kerbl, R. Kurz*</i>	
6.1.3	Postnatale Adaptation	116	8	Genetik	170
6.1.4	Besonderheiten des Frühgeborenen	121		<i>W. Henn, R. König</i>	
6.1.5	Beurteilung des Neugeborenen nach der Geburt ..	121	8.1	Grundlagen	170
6.1.6	Perinatale Asphyxie	123	8.1.1	Angeborene morphologische Anomalien	170
6.1.7	Verlegung und Transport von Risikoneugeborenen	125	8.2	Chromosomenaberrationen	176
6.2	Fehlbildungen	126	8.2.1	Allgemeines	176
	<i>P. Bartmann</i>		8.2.2	Autosomale Chromosomenaberrationen	178
6.2.1	Choanalatresie	126	8.2.3	Gonosomale Chromosomenaberrationen	182
6.2.2	Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte	126	8.3	Monogen erbliche Erkrankungen	183
6.2.3	Ösophagusatresie	126	8.3.1	Autosomale Erbgänge	184
6.2.4	Omphalozele (Nabelschnurbruch)	128	8.3.2	Geschlechtsgebundene (gonosomale) Erbgänge ..	185
6.2.5	Gastroschisis	128	8.3.3	Mitochondriale Vererbung	186
6.2.6	Neugeborenenileus	129	8.4	Polygen erbliche Erkrankungen und multifaktorielle Vererbung	187
6.2.7	Malrotationen	130	8.5	Genetische Beratung	187
6.2.8	Megacolon congenitum (Morbus Hirschsprung) ..	131	8.6	Pränatale Diagnostik	188
6.2.9	Mekoniumileus	131	8.6.1	Pränatal erkennbare Erkrankungen	188
6.2.10	Intra- und extrahepatische Cholestase	132	8.6.2	Untersuchungsmethoden der pränatalen Diagnostik	188
6.2.11	Fehlbildungen des Urogenitaltraktes	133	8.6.3	Voraussetzungen für die Anwendung der pränatalen Diagnostik, Indikationen	188
6.2.12	Dysraphien	133	9	Stoffwechselstörungen	189
6.3	Geburtstraumatische Schädigungen	133		<i>D. Karall, S. Scholl-Bürgi, F. C. Sitzmann*</i>	
	<i>P. Bartmann</i>		9.1	Grundlagen	189
6.3.1	Caput succedaneum (Geburtsgeschwulst)	133	9.2	Kohlenhydratstoffwechsel	191
6.3.2	Kephalhämatom (Kopfblutgeschwulst)	133	9.2.1	Hypoglykämien	191
6.3.3	Adiponecrosis subcutanea (subkutane Fettgewebsnekrose)	134	9.2.2	Störungen des Galaktosestoffwechsels	195
6.3.4	Muskelverletzungen	134	9.2.3	Störungen des Fruktosestoffwechsels	197
6.3.5	Verletzungen des Extremitätenskeletts	134	9.2.4	Glykogenosen	198
6.3.6	Verletzung peripherer Nerven	135	9.2.5	Störungen im Stoffwechsel komplexer Kohlenhydrate (Heteroglykanosen)	201
6.3.7	Verletzungen innerer Organe	137	9.2.6	Congenital Disorders of Glycosylation	204
6.4	Neurologische Erkrankungen	137	9.3	Lipidstoffwechsel	204
	<i>P. Bartmann</i>		9.3.1	Hypolipoproteinämien	204
6.4.1	Intrakranielle Blutungen	137	9.3.2	Hyperlipoproteinämien	205
6.4.2	Neugeborenenkrämpfe	139	9.3.3	Neurolipidosen, Sphingolipidosen, Lipidspeicherkrankheiten (= Lipidosen)	206
6.5	Krankheiten der Atmungsorgane	140	9.4	Eiweißstoffwechsel	211
	<i>L. Gortner</i>		9.4.1	Störungen des Stoffwechsels aromatischer Aminosäuren	211
6.5.1	Allgemeine Vorbemerkungen	140			
6.5.2	Neonatale Atemstörungen	141			
6.6	Anpassungskrankheiten	148			
	<i>L. Gortner</i>				
6.6.1	Morbus haemorrhagicus neonatorum	148			

9.4.2	Störungen des Stoffwechsels verzweigt-kettiger Aminosäuren	213
9.4.3	Störungen des Stoffwechsels schwefelhaltiger Aminosäuren	215
9.4.4	Weitere Störungen des Aminosäurestoffwechsels	217
9.4.5	Störungen des Harnstoffzyklus und Hyperammonämien	219
9.4.6	Störungen im Purin- und Pyrimidinstoffwechsel	221
9.4.7	Störungen im Häm pigmentstoffwechsel – Porphyrinen im Kindesalter	223
9.5	Kupferstoffwechsel	224
9.5.1	Morbus Wilson	224

10 Endokrinologie, Wachstumsstörungen und Diabetologie 225

S. Hofer, T. Rohrer, H.-G. Dörr, F. C. Sitzmann*, S. Zabransky**

10.1	Erkrankungen der Schilddrüse	225
	<i>T. Rohrer, H.-G. Dörr*, S. Zabransky*</i>	
10.1.1	Funktionelle Entwicklung und diaplazentare Wechselbeziehungen	225
10.1.2	Hypothyreose	226
10.1.3	Hyperthyreose	229
10.1.4	Autoimmunthyreopathie (Thyreoiditis)	232
10.1.5	Euthyreote blande Struma	234
10.1.6	Tumoren der Schilddrüse	234
10.2	Erkrankungen der Nebenschilddrüsen	235
	<i>T. Rohrer, H.-G. Dörr*, S. Zabransky*</i>	
10.2.1	Hypoparathyreoidismus	235
10.2.2	Hyperparathyreoidismus	236
10.3	Pubertät	237
	<i>T. Rohrer, H.-G. Dörr*, S. Zabransky*</i>	
10.3.1	Normaler Pubertätsablauf	237
10.3.2	Normvarianten des normalen Pubertätsablaufs	238
10.3.3	Pathologische Pubertätsentwicklung	240
10.4	Störungen der Geschlechtsentwicklung	242
	<i>T. Rohrer, H.-G. Dörr*, S. Zabransky*</i>	
10.4.1	46-XY-DSD	243
10.4.2	46-XX-DSD	243
10.5	Erkrankungen der Nebennierenrinde	243
	<i>T. Rohrer, H.-G. Dörr*, S. Zabransky*</i>	
10.5.1	Adrenogenitales Syndrom (AGS)	243
10.5.2	Unterfunktion der Nebennierenrinde	248
10.5.3	Überfunktion der Nebennierenrinde	249
10.6	Hypophyse – Folgeerkrankungen bei gestörter Hormonproduktion	251
	<i>T. Rohrer, H.-G. Dörr*, S. Zabransky*</i>	
10.6.1	Hypophysenvorderlappeninsuffizienz	251
10.6.2	Diabetes insipidus neurohormonalis	252
10.7	Leitsymptom Wachstumsstörung	253
	<i>T. Rohrer, H.-G. Dörr*, S. Zabransky*</i>	
10.7.1	Kleinwuchs	253
10.7.2	Hochwuchs	255
10.8	Diabetes mellitus	256
	<i>S. Hofer, T. Rohrer, H.-G. Dörr*, F. C. Sitzmann*</i>	
10.8.1	Ketoazidose	261
10.8.2	Seltene Formen eines Diabetes im Kindesalter	263
10.8.3	Hypoglykämien	264

11 Gastroenterologie und Hepatologie ... 265

G. Engelmann, S. Wirth, G. Dockter, F. C. Sitzmann**

11.1	Gastroenterologische Leitsymptome	265
	<i>G. Engelmann, F. C. Sitzmann*</i>	
11.1.1	Bauchschmerzen	265
11.1.2	Erbrechen	268
11.1.3	Obstipation	271
11.1.4	Diarrhö	272
11.1.5	Gastrointestinale Blutung	274
11.2	Erkrankungen der Mundhöhle	276
	<i>G. Engelmann, F. C. Sitzmann*</i>	
11.2.1	Stomatitis und Gingivitis	276
11.2.2	Zahnerkrankungen und Anomalien	277
11.2.3	Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten	278
11.2.4	Geschwülste im Mund-Kiefer-Hals-Bereich	279
11.3	Erkrankungen des Ösophagus	280
	<i>G. Engelmann, S. Wirth, G. Dockter*, F. C. Sitzmann*</i>	
11.3.1	Ösophagusatresie	280
11.3.2	Ösophagitis	280
11.3.3	Fremdkörper im Ösophagus	281
11.3.4	Verätzungen	281
11.4	Erkrankungen des Magens	282
	<i>G. Engelmann, S. Wirth, G. Dockter*</i>	
11.4.1	Kardia	282
11.4.2	Magen	285
11.5	Erkrankungen des Darms	288
	<i>G. Engelmann, S. Wirth, G. Dockter*</i>	
11.5.1	Ileus	288
11.5.2	Motilitätsstörungen des Darms	291
11.5.3	Chronische nicht-entzündliche Darmerkrankungen (Malabsorption)	294
11.5.4	Akute entzündliche Darmerkrankungen	301
11.5.5	Weitere Erkrankungen des Bauchraumes	304
11.5.6	Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen	307
11.6	Erkrankungen der Leber und der Gallenwege	313
	<i>G. Engelmann, S. Wirth, G. Dockter*</i>	
11.6.1	Hepatitis	313
11.6.2	Leberzirrhose	313
11.6.3	Coma hepaticum	314
11.6.4	Akutes Leberversagen	314
11.6.5	Portale Hypertension	315
11.6.6	Cholangitis, Cholezystitis, Cholelithiasis	315
11.6.7	Cholestase	316
11.6.8	Hereditäre, nicht hämolytische Hyperbilirubinämien	318
11.7	Erkrankungen des Pankreas	319
	<i>G. Engelmann, S. Wirth, G. Dockter*</i>	
11.7.1	Pankreatitis	319

12 Pneumologie 321

*H. Grasemann, F. Ratjen, G. Dockter**

12.1	Leitsymptom Husten	321
	<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>	
12.2	Leitsymptom akute Atemnot	323
	<i>F. Ratjen, H. Grasemann</i>	

12.3 Fehlbildungen des unteren Respirationstrakts	323	13.9.3 Bradykarde Herzrhythmusstörungen	405
<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>		13.10 Schock und kardiopulmonale Reanimation	409
12.3.1 Bronchialsystem	323	<i>M. Zemlin, A. Lindinger*</i>	
12.3.2 Lunge	323	13.10.1 Schock	409
12.3.3 Zwerchfell und Thoraxwand	325	13.10.2 Kardiopulmonale Reanimation	411
12.4 Spezielle pneumologische Krankheitsbilder	326	14 Erkrankungen von Niere und Urogenitalsystem	416
12.4.1 Erkrankungen der Trachea und der Bronchien	326	<i>J. Dötsch, D. Michalk</i>	
Akute Tracheitis (<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>)	326	14.1 Glomeruläre Erkrankungen	416
Obstruktive Bronchitis (<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>)	326	14.1.1 Nephritisches Syndrom	416
Chronische Bronchitis (<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>)	327	14.1.2 Nephrotisches Syndrom	420
Akute Bronchiolitis (<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>)	327	14.2 Vaskuläre Erkrankungen der Niere	425
Bronchiektasen (<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>)	328	14.2.1 Hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS)	425
Primäre Ziliendyskinesie (<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>)	329	14.2.2 Weitere Vaskulitiden mit Nierenbeteiligung	426
Asthma bronchiale (<i>H. Grasemann, F. Ratjen</i>)	330	14.3 Fehlbildungen der Nieren und ableitenden Harnwege	426
Mukoviszidose (<i>H. Grasemann, F. Ratjen, G. Dockter*</i>)	335	14.3.1 Fehlbildungen der Nieren mit schwerster, z. T. intrauteriner Niereninsuffizienz und Oligohydramnionsequenz	427
12.4.2 Pneumonien	340	14.3.2 Nierenfehlbildungen mit milderer Einschränkung der Nierenfunktion	427
<i>F. Ratjen, H. Grasemann</i>		14.3.3 Zystische Nierenerkrankungen	428
12.4.3 Weitere spezielle Erkrankungen von Lunge und Pleura	347	14.3.4 Harnabflussstörungen	430
<i>F. Ratjen, H. Grasemann</i>		14.4 Harnwegsinfektionen	434
12.4.4 Aspiration	350	14.5 Niereninsuffizienz	438
<i>F. Ratjen, H. Grasemann</i>		14.5.1 Akutes Nierenversagen	438
		14.5.2 Chronische Niereninsuffizienz	440
13 Herz-Kreislauf-Erkrankungen	352	14.6 Tubulopathien	444
<i>A. Lindinger, M. Zemlin, W. Hoffmann*</i>		14.6.1 Primäre Tubulopathien	444
13.1 Angeborene Herzfehler	352	14.6.2 Vorwiegend sekundäre Tubulopathien	446
<i>A. Lindinger, W. Hoffmann*</i>		14.7 Interstitielle Nephritis	447
13.1.1 Allgemeines	352	14.8 Urolithiasis	447
13.1.2 Untersuchungsmethoden	354	14.9 Renovaskuläre Erkrankungen	449
13.1.3 Lageanomalien des Herzens	356	14.10 Nierentumoren (Nephroblastom)	449
13.1.4 Angeborene Herzfehler mit Links-rechts-Shunt	357	14.11 Erkrankungen der äußeren Genitalorgane	449
13.1.5 Vitien mit Rechtsherzobstruktion	363	14.11.1 Erkrankungen der äußeren Genitalien bei Mädchen	449
13.1.6 Vitien mit Linksherzobstruktion	370	14.11.2 Erkrankungen der äußeren Genitalien bei Jungen	450
13.1.7 Komplexe Vitien	373	15 Hämatologische und onkologische Erkrankungen	455
13.2 Akzidentelle und funktionelle Herzgeräusche	379	<i>N. Graf, E. W. Muntean, A. Sutor*</i>	
<i>A. Lindinger, W. Hoffmann*</i>		15.1 Erkrankungen des erythrozytären Systems	455
13.3 Entzündliche Herzerkrankungen	380	<i>N. Graf, A. Sutor*</i>	
<i>A. Lindinger, W. Hoffmann*</i>		15.1.1 Anämie – Grundlagen	455
13.3.1 Myokarditis	380	15.1.2 Mikrozytäre Anämie	460
13.3.2 Infektiöse Endokarditis	381	15.1.3 Normozytäre Anämie	466
13.3.3 Perikarditis	383	15.1.4 Makrozytäre (megaloblastäre) Anämie	473
13.4 Herztumoren	385	15.1.5 Methämoglobinämie	474
<i>A. Lindinger</i>		15.1.6 Polyglobulie	475
13.5 Kardiomyopathien	386	15.2 Erkrankungen des leukozytären Systems	476
<i>A. Lindinger</i>		<i>N. Graf, A. Sutor*</i>	
13.5.1 Hypertrophe Kardiomyopathien (HCM)	387	15.2.1 Anomalien der Granulozyten	476
13.5.2 Dilatative Kardiomyopathien (DCM)	388	15.2.2 Anomalien der Lymphozyten	479
13.5.3 Restriktive Kardiomyopathie	390	15.2.3 Monozytose	480
13.6 Herzinsuffizienz	390		
<i>A. Lindinger, W. Hoffmann*</i>			
13.7 Arterielle Hypertonie	393		
<i>A. Lindinger, W. Hoffmann*</i>			
13.8 Orthostatische Kreislaufdysregulation	396		
<i>A. Lindinger, W. Hoffmann*</i>			
13.9 Herzrhythmusstörungen	397		
<i>A. Lindinger</i>			
13.9.1 Rhythmusnormvarianten	398		
13.9.2 Tachykarde Herzrhythmusstörungen	399		

15.3 Erkrankungen des thrombozytären Systems	481	18.2.6 Makrophagen-Aktivierungssyndrom (MAS).	586
<i>N. Graf, A. Sutor*</i>		18.2.7 Schmerzsyndrome des Bewegungsapparates.	586
15.3.1 Thrombozytose.	481		
15.3.2 Thrombozytopenie.	481		
15.3.3 Thrombozytopathien.	481		
15.4 Blutungskrankheiten	481		
<i>E. W. Muntean, A. Sutor*</i>			
15.4.1 Diagnostik.	481		
15.4.2 Störungen der primären Hämostase	485		
15.4.3 Störungen der sekundären Hämostase	490		
15.5 Thrombosen	494		
<i>E. W. Muntean, A. Sutor*</i>			
15.6 Tumorerkrankungen	496		
<i>N. Graf</i>			
15.6.1 Leukämien.	498		
15.6.2 Myelodysplastische Syndrome (MDS) und juvenile myelomonozytäre Leukämie (JMML)	506		
15.6.3 Maligne Lymphome	506		
15.6.4 Histiozytosen	510		
15.6.5 Solide Tumoren.	513		
15.6.6 Spätfolgen maligner Erkrankungen.	535		
15.6.7 Psychosoziale Gesichtspunkte	536		
15.7 Transplantation hämatopoetischer Stammzellen	537		
<i>N. Graf</i>			
16 Immunologie	539		
<i>S. Zielen, C.-P. Bauer</i>			
16.1 Das Immunsystem	539		
16.1.1 Unspezifisches Abwehrsystem.	539		
16.1.2 Spezifisches Abwehrsystem	541		
16.1.3 HLA-(Human-leucocyte-antigen-)System	545		
16.2 Immunologische Erkrankungen	545		
16.2.1 Immundefekterkrankungen	545		
16.2.2 Allergische Erkrankungen.	553		
16.2.3 Autoimmunerkrankungen	553		
17 Allergologie	554		
<i>C.-P. Bauer</i>			
17.1 Grundlagen	554		
17.1.1 Diagnostische Prinzipien und Differenzialdiagnose	555		
17.2 Allergische Erkrankungen	557		
17.2.1 Atopische Krankheitsbilder	557		
18 Rheumatologie	562		
<i>R. Häfner, H. Truckenbrodt</i>			
18.1 Einleitung	562		
18.2 Rheumatische Erkrankungen	564		
18.2.1 Infektinduzierte Arthritiden.	564		
18.2.2 Juvenile idiopathische Arthritis (JIA).	567		
18.2.3 Kindliche Kollagenosen.	574		
18.2.4 Vaskulitis-Syndrome im Kindesalter	580		
18.2.5 Autoinflammatorische Syndrome	583		
		19 Infektionskrankheiten	589
		<i>R. Bialek, B. Gärtner, W. Handrick, H.-I. Huppertz, S. Meyer, H. Scholz*, F. C. Sitzmann*</i>	
		19.1 Begriffsbestimmungen	589
		<i>B. Gärtner, H. Scholz*</i>	
		19.2 Leitsymptom Fieber	590
		<i>S. Meyer, F. C. Sitzmann*</i>	
		19.3 Virale Krankheiten	592
		<i>B. Gärtner, H. Scholz*</i>	
		19.3.1 Atemwegsinfektionen (virale)	593
		19.3.2 Enterovirus-Infektionen	594
		19.3.3 Erythema infectiosum	595
		19.3.4 Exanthema subitum.	597
		19.3.5 Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME)	598
		19.3.6 Hepatitis	599
		19.3.7 Herpes-simplex-Virus-Infektionen	604
		19.3.8 HIV-Infektion	607
		19.3.9 Infektiöse Mononukleose	608
		19.3.10 Influenza	610
		19.3.11 Masern	611
		19.3.12 Mumps.	613
		19.3.13 Respiratory-Syncytial-Virus-(RSV-)Infektionen	614
		19.3.14 Röteln.	615
		19.3.15 Varizellen/Zoster.	618
		19.3.16 Zytomegalie.	621
		19.4 Bakterielle Infektionen	622
		<i>W. Handrick, H.-I. Huppertz</i>	
		19.4.1 Sepsis	622
		19.4.2 Bakterielle Meningitis	626
		19.4.3 Infektionen durch grampositive Kokken.	628
		19.4.4 Infektionen durch gramnegative Kokken	634
		19.4.5 Infektionen durch grampositive Stäbchenbakterien	636
		19.4.6 Infektionen durch gramnegative Stäbchenbakterien	641
		19.4.7 Infektionen durch Borrelien, Treponemen, Leptospiren	650
		19.4.8 Infektionen durch Mycoplasma pneumoniae	654
		19.4.9 Infektionen durch Chlamydien	655
		19.4.10 Infektionen durch Mykobakterien	656
		19.5 Pilzinfektionen	660
		<i>W. Handrick, H.-I. Huppertz</i>	
		19.5.1 Candida ssp. (Kandidose).	660
		19.5.2 Aspergillus spp. (Aspergillose)	663
		19.5.3 Cryptococcus neoformans (Kryptokokkose)	664
		19.5.4 Infektionen durch Dermatophyten.	664
		19.6 Parasitosen	664
		<i>R. Bialek</i>	
		19.6.1 Intestinale Parasitosen.	664
		19.6.2 Extraintestinale Parasitosen	668
		19.6.3 Ektoparasitosen	672

20	Erkrankungen der Bewegungsorgane ..	673			
	<i>F. U. Niethard, U. Schara</i>				
20.1	Erkrankungen und Verletzungen der Haltungs- und Bewegungsorgane	673			
	<i>F. U. Niethard</i>				
20.1.1	Wachstum und Wachstumsstörungen	673			
20.1.2	Angeborene Anomalien von Skelett- und Bindegewebe	677			
20.1.3	Erworbene Wachstumsstörungen	682			
20.1.4	Gelenkdeformitäten	684			
20.1.5	Verletzungen von Knochen und Gelenken	685			
20.1.6	Infektionen von Knochen und Gelenken	687			
20.1.7	Benigne Knochentumoren	691			
20.1.8	Spezielle Erkrankungen an Wirbelsäule und Rumpf	694			
20.1.9	Spezielle Erkrankungen der unteren Extremität ..	698			
20.1.10	Spezielle Erkrankungen der oberen Extremität ..	709			
20.2	Neuromuskuläre Erkrankungen	710			
	<i>U. Schara</i>				
20.2.1	Spinale Muskelatrophien	714			
20.2.2	Erkrankungen peripherer Nerven	718			
20.2.3	Störungen der neuromuskulären Überleitung	720			
20.2.4	Myopathien	722			
21	Neuropädiatrie	735			
	<i>B. A. Neubauer, R. Steinfeld, G. Neuhäuser*</i>				
21.1	Allgemeine Grundlagen	735			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.2	Leitsymptom Kopfschmerz	736			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.2.1	Migräne	738			
21.3	Fehlbildungen und Entwicklungsstörungen des Nervensystems	739			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.3.1	Dysrhabische Fehlbildungen (Neuralrohrdefekte)	740			
21.3.2	Dysgenesien des ZNS	744			
21.3.3	Hydrozephalus	747			
21.3.4	Fehlbildungen von Strukturen der hinteren Schädelgrube	749			
21.3.5	Fehlbildungen der Hirnnerven	750			
21.3.6	Schädelanomalien	750			
21.3.7	Phakomatosen (neurokutane Syndrome)	751			
21.4	Neurometabolische und erbliche neurodegenerative Erkrankungen	754			
	<i>R. Steinfeld</i>				
21.4.1	Allgemeine Grundlagen	754			
21.4.2	Neurometabolische Erkrankungen	755			
21.4.3	Erbliche neurodegenerative Erkrankungen	769			
21.5	Entzündliche Erkrankungen des Nervensystems ..	771			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.5.1	Meningitiden	772			
21.5.2	Enzephalitiden	772			
21.5.3	Parainfektöse bzw. immunologisch bedingte Entzündungen	775			
21.5.4	Hirnabszess	777			
21.5.5	Myelitis	778			
21.5.6	Idiopathische Polyradikuloneuritis (Guillain-Barré-Syndrom, GBS)	779			
21.5.7	Fazialisparese	780			
21.6	Verletzungen des Nervensystems	781			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.6.1	Schädel-Hirn-Trauma und Komplikationen	781			
21.6.2	Spinale Verletzungen	786			
21.6.3	Verletzung peripherer Nerven	786			
21.7	Durchblutungsstörungen des Nervensystems	786			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.7.1	Akute Subarachnoidalblutung	786			
21.7.2	Akute Hemiparese im Kindesalter	787			
21.7.3	Sinusvenenthrombose	788			
21.8	Zerebrale Anfälle (Epilepsien)	789			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.8.1	Gelegenheitskrämpfe (Fieberkrämpfe)	793			
21.8.2	Nichtepileptische Anfälle	793			
21.9	Zerebrale Bewegungsstörungen (infantile Zerebralparesen)	794			
	<i>B. A. Neubauer, G. Neuhäuser*</i>				
21.10	ZNS-Tumoren	796			
22	Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie	797			
	<i>A. von Gontard, F. M. Theisen, H. Remschmidt*, K. Quaschner*, P. M. Wehmeier*</i>				
22.1	Aufgaben der Kinder- und Jugendpsychiatrie	797			
22.2	Die kinder- und jugendpsychiatrische Untersuchung	798			
22.3	Psychische Störungen im Kindes- und Jugendalter	799			
22.3.1	Intelligenzminderungen	799			
22.3.2	Störungen der Nahrungsaufnahme	800			
22.3.3	Störungen der Ausscheidungsfunktionen	802			
22.3.4	Teilleistungsstörungen	805			
22.3.5	Hyperkinetische Störungen/Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)	806			
22.3.6	Ticstörungen und Tourette-Syndrom	809			
22.3.7	Störungen der Sprache und des Sprechens	811			
22.3.8	Tiefgreifende Entwicklungsstörungen	813			
22.3.9	Schizophrenie	816			
22.3.10	Affektive Störungen	818			
22.3.11	Nichtsuizidales selbstverletzendes Verhalten und Suizidalität	819			
22.3.12	Angststörungen	821			
22.3.13	Zwangsstörungen	825			
22.3.14	Essstörungen: Anorexia nervosa und Bulimia nervosa	826			
22.3.15	Körperliche Misshandlung und Vernachlässigung	828			
22.3.16	Sexueller Missbrauch und sexuelle Misshandlung	831			
22.3.17	Psychische Störungen bei chronischen Erkrankungen und Behinderungen	834			

23	Erkrankungen des HNO-Bereichs	837	25	Hauterkrankungen im Kindesalter	870
	<i>C. Sittel, A. Koitschev</i>			<i>W. Tilgen, C. Pföhler, H. Zaun*</i>	
23.1	Erkrankungen der oberen Atemwege und der Halsweichteile	837	25.1	Leitsymptom Pruritus	870
	<i>C. Sittel</i>		25.2	Genodermatosen	872
23.1.1	Leitsymptom Nasenatmungsbehinderung	837	25.2.1	Ichthyosen	872
23.1.2	Leitsymptom zervikale Lymphknotenvergrößerung	837	25.2.2	Hereditäre Epidermolysen	874
23.1.3	Leitsymptom inspiratorischer Stridor	838	25.2.3	Xeroderma pigmentosum	875
23.1.4	Nase und Nasennebenhöhlen	839	25.3	Nävi	876
23.1.5	Nasenrachen und Mundrachen	840	25.3.1	Melanozytäre Nävi	876
23.1.6	Kehlkopf und Trachea	841	25.3.2	Epitheliale (epidermale) und Bindegewebe-Nävi	877
23.1.7	Halsweichteile	843	25.3.3	Vaskuläre (Gefäß-)Nävi und Hämangiome	878
23.2	Erkrankungen des Ohrs	844	25.4	Infektiöse Hauterkrankungen	879
	<i>A. Koitschev</i>		25.4.1	Bakterielle Infektionen der Haut (Pyodermien)	879
23.2.1	Leitsymptom Schwindel	844	25.4.2	Pilzinfektionen der Haut	882
23.2.2	Grundlagen der Ohrerkrankungen	845	25.4.3	Virusinfektionen der Haut	885
23.2.3	Hörstörungen	845	25.4.4	Parasitäre Hauterkrankungen durch Ektoparasiten	887
23.2.4	Ohrfehlbildungen	847	25.5	Ekzemplkrankheiten/Dermatitis	889
23.2.5	Äußeres Ohr	847	25.5.1	Seborrhoisches Säuglingsekzem	889
23.2.6	Mittelohr	847	25.5.2	Atopisches Ekzem	890
23.2.7	Innenohr	852	25.5.3	Kontaktdermatitis/Kontaktsekzem	893
			25.5.4	Miliaria	894
24	Augenerkrankungen	854	25.6	Allergische und pseudoallergische Hauterkrankungen	894
	<i>B. Käsmann-Kellner, B. Seitz</i>		25.6.1	Allergisches Kontaktekzem	894
24.1	Visuelle Entwicklung und klinische Untersuchung	854	25.6.2	Urtikaria und Angioödem	894
24.1.1	Visuelle Entwicklung	854	25.6.3	Arzneimittlexantheme und infektaerergische Exantheme	896
24.1.2	Klinische Untersuchung	855	25.7	Psoriasis	899
24.2	Amblyopie	856	25.8	Acne vulgaris	902
24.3	Strabismus	856	26	Unfälle und Vergiftungen	904
24.3.1	Begleitschielen (Strabismus concomitans)	856		<i>S. Meyer, F. C. Sitzmann*</i>	
24.3.2	Lähmungsschielen (Strabismus paralyticus oder incomitans)	858	26.1	Allgemeines	904
24.4	Erkrankungen der Orbita	858	26.1.1	Allgemeine Therapiemaßnahmen	904
24.4.1	Entzündliche Orbitaerkrankungen	858	26.2	Häufige Unfälle	905
24.4.2	Tumoren der Orbita	858	26.2.1	Verbrühungen und Verbrennungen	905
24.5	Erkrankungen der Lider	859	26.2.2	Hitzekollaps/Hitzschlag	908
24.5.1	Fehlstellungen und Fehlbildungen der Lider	859	26.2.3	Ertrinkungsunfall	908
24.5.2	Entzündliche Liderkrankungen	859	26.2.4	Elektrounfall	909
24.5.3	Lidtumoren	860	26.2.5	Hundebissverletzungen	909
24.6	Erkrankungen der Tränenwege	860	26.3	Vergiftungen	910
24.6.1	Kongenitale Tränenwegsstenose	860	26.3.1	Allgemeiner Teil	910
24.6.2	Akute Dakryozystitis	860	26.3.2	Spezifische Vergiftungen und ihre Behandlung	913
24.7	Erkrankungen der Bindehaut	861	27	Anhang	921
24.7.1	Ophthalmia neonatorum	861		<i>S. Meyer, F. C. Sitzmann*</i>	
24.7.2	Konjunktivitis	861	27.1	Referenzwerte für das Kindesalter	921
24.8	Erkrankungen der Linse	862	27.2	Perzentilenkurven	927
24.8.1	Kongenitale Katarakt	862	Sachverzeichnis	933	
24.9	Glaukome	863			
24.9.1	Kongenitales Glaukom (Buphthalmus)	863			
24.10	Erkrankungen der Netzhaut	864			
24.10.1	Retinopathia praematurorum	864			
24.11	Erkrankungen des Sehnervs	868			
24.11.1	Optikusatrophy	868			
24.11.2	Entzündliche Sehnervenerkrankungen und Stauungspapille	868			

1 Diagnostik

1.1	Anamnese	17
1.2	Klinische Untersuchung	18
1.3	Arbeitstechniken	27
1.4	Bildgebende Diagnostik	32

S. Meyer, A. Shamdeen, B. Stöver

1.1 Anamnese

S. Meyer

„Listen to your patient, he is telling you the diagnosis“
(Sir William Osler, 1849–1919)

Im Rahmen der **Anamnese** (altgriech. ἀνάμνησις, anámnēsis, „Erinnerung“) wird die Krankengeschichte des Säuglings/Kindes/Jugendlichen erhoben. Diese sollte **gründlich und umfassend** sein (Tab. 1.1), da auch im heutigen Zeitalter einer sehr stark technikorientierten Medizin Anamnese und körperliche Untersuchung wesentlich für die Diagnosefindung und somit letztlich auch für die Therapie sind. Eine unzureichend erhobene Anamnese kann schnell zu falschen differenzialdiagnostischen Überlegungen und zur Durchführung unnötiger Untersuchungen führen, welche nicht nur einen erheblichen finanziellen Mehraufwand bedeuten können, sondern meist auch wenig richtungweisende Ergebnisse liefern und im Einzelfall auch eine Gefährdung des Patienten darstellen können.

1.1 Anamnese

Die **Anamnese** sollte **gründlich und umfassend** erhoben werden (Tab. 1.1), da sie zusammen mit der körperlichen Untersuchung wesentlich zur Diagnosefindung (und somit auch zur Therapie) beiträgt.

1.1 Inhalte einer kompletten Anamnese im Kindesalter	
Komplette Anamnese	
persönliche Angaben	Name, Geburtsdatum, Wohnort, Kinder-/Hausarzt, Sorgeberechtigter, Telefonnummer und Erreichbarkeit der Eltern, Name und Adresse des niedergelassenen Kinderarztes, Krankenversicherung
aktuelle Beschwerden/Erkrankung	Seit wann? Wie stark ausgeprägt? Verlauf, bisherige Maßnahmen bzw. Untersuchungen (bereits in ärztlicher bzw. nichtärztlicher Behandlung [Komplementärmedizin]) etc.
frühere Erkrankungen	chronische Erkrankungen, stationäre Krankenhausaufenthalte, Operationen, Unfälle
Medikamenteneinnahme/Allergien	aktuelle Medikation (Präparat/Wirkstoff, Dosis, Verabreichungsform, Verträglichkeit, Nebenwirkungen), Medikamentenallergien, sonstige Allergien
Impfstatus	immer Impfausweis vorlegen lassen, über mögliche fehlende Impfungen informieren
Schwangerschaft und Perinatalzeit, Entwicklungsanamnese	Besonderheiten in der Schwangerschaft, perinatale Komplikationen, Geburtsmodus (Spontangeburt, Kaiserschnitt, Vakuumentraktion, Forceps), Gestationsalter (Frühgeburt), APGAR-Werte, Nabelarterien-pH-Wert, Behandlung in Kinderklinik postnatal erforderlich Auxologie mittels des U-Heftes erfassen (Perzentilenkurven für Gewicht, Körpergröße und Kopfumfang); motorische, kognitive und sprachliche Entwicklung erheben (gezielt nach Meilensteinen der Entwicklung fragen: wann Sitzen, Laufen, Sprechen, Dentition etc.)
vegetative Anamnese	B-Symptomatik (Schwitzen, Nachtschweiß, ungewollter Gewichtsverlust), Miktio/Stuhlgang, Enuresis/Enkopresis, Schlafverhalten, Geschlechts-/Pubertätsentwicklung
Ernährung	aktuelle Ernährungsgewohnheiten, Stillen, Flaschennahrung, Nahrungsunverträglichkeiten, Nahrungsmittelallergien, Übergewicht
Sozialanamnese /Familianamnese	Familienverhältnisse, Patchwork-Familie, Konsanguinität der Eltern, Berufstätigkeit der Eltern, Migrationshintergrund (ggf. ein Dolmetscher), Geschwisterkinder, soziale Kontakte/Freundeskreis, Hobbys/Freizeitaktivitäten, Medienkonsum, Kindergarten, Schulklasse, Schulart, schulische Leistungen, (unerwartete) Todesfälle in der Familie, plötzlicher Kindstod, familiäre Häufung von Erkrankungen, psychische Erkrankungen der Eltern

Bei der Erhebung der Anamnese sind in der Pädiatrie einige Besonderheiten zu beachten, insbesondere was das **Alter** der Patienten betrifft. So erfolgt beim Neugeborenen, Säugling und Kleinkind die Erhebung der Krankengeschichte mit den Eltern in Form einer Fremdanamnese; es handelt sich also immer um eine Interpretation der Symptome durch die Eltern. Ein Kindergartenkind kann eingeschränkt am Ge-

Besonderheiten und wichtige Rahmenbedingungen bei der pädiatrischen Anamnese:
■ **altersentsprechende** Anamneseerhebung (Fremdanamnese bei Säugling, ab Kindergartenalter zunehmende Gesprächsteilnahme durch das Kind möglich)

- ruhiges und **entspanntes Umfeld** schaffen (keine Telefonate oder Unterbrechungen)
- **kindgerechte Ausstattung** der Praxis (Spielecke, Raumgestaltung)
- **offene Fragen** stellen, keine unverständlichen Fachtermini verwenden
- **Vertrauensverhältnis** aufbauen
- Beobachtung der **Interaktion des Kindes mit seiner Umwelt bzw. Bezugsperson** (motorische, soziale und kognitive Fähigkeiten, Entwicklungsstand).

► **Merke.**

► **Merke.**

Im klinischen Alltag muss im Einzelfall bei der Erhebung der Krankengeschichte auf die aktuellen Beschwerden fokussiert werden, um rasch zu einer Diagnose zu gelangen.

sprach teilnehmen und die Fremdanamnese punktuell ergänzen. Beim Schulkind und Jugendlichen erfolgt meist eine aktive Teilnahme des jungen Patienten; in Einzelfällen kann es sogar sinnvoll sein, die Anamnese in Anwesenheit einer medizinischen Hilfsperson ohne die Eltern zu erheben.

Die Anamnese sollte in einem **ruhigen und entspannten Umfeld** erfolgen, in welchem sich das Kind und die Bezugsperson wohlfühlen. Störende Unterbrechungen durch Telefonate oder weitere Personen sind zu vermeiden. Es sollte zudem auf eine **kindgerechte Ausstattung** (z. B. Spielecke, freundliche Raumfarben etc.) des Untersuchungszimmers geachtet werden.

Es ist sinnvoll, die erste **Frage** zur jetzigen Erkrankung **offen zu stellen** (beispielsweise: Was führt dich/Sie zu mir? Erzähl mir von deinen/Erzählen Sie mir von Ihren Problemen/Beschwerden). Dabei ist es stets hilfreich, den Namen des Patienten/Kindes zu nennen. Im weiteren Verlauf der Anamnese kann in Abhängigkeit von den geschilderten Beschwerden/Symptomen dann gezielt nachgefragt werden, um wichtige Informationen für die Diagnosestellung und weitere Differenzialdiagnostik einzuholen. Dabei sollte auf für das Kind und seine Familie unverständliche Fachtermini und Abkürzungen sowie auf Suggestivfragen verzichtet werden.

Bei der erstmaligen Erhebung der Krankengeschichte geht es allerdings nicht nur darum, wichtige Informationen bezüglich der aktuellen Beschwerden des Patienten zu erhalten, sondern das Erstgespräch stellt auch eine wichtige Gelegenheit dar, ein tragendes **Vertrauensverhältnis** zum Patienten und zu seinem familiären Umfeld aufzubauen. Dies ist insbesondere bei Kindern mit schweren chronischen Erkrankungen sehr wichtig.

► **Merke.** Der erste Eindruck ist oft von entscheidender Bedeutung.

Des Weiteren kann der erfahrene Kinderarzt bereits während der (Fremd-)Anamneseerhebung aus der **Beobachtung des Kindes und der Interaktion mit seiner Umwelt/Bezugsperson** wichtige Informationen erhalten (motorische und soziale Fähigkeiten, grobe Einschätzung der Funktion der Sinnesorgane, kognitive Fähigkeiten, Entwicklungsstand etc.).

► **Merke.** Neben der Möglichkeit primär organischer oder funktioneller Störungen sollte bei widersprüchlichen und nur schwer nachvollziehbaren Angaben der Eltern zum Krankheitsverlauf bzw. Unfallgeschehen auch differenzialdiagnostisch an eine **Kindesmisshandlung** (S. 828) gedacht werden. Dieses Verdachtsmoment kann u. a. durch Einholen weiterer Angaben (häufiger Arztwechsel, Versäumen von Vorsorgeuntersuchungen) gestützt werden.

Allerdings lassen sich im hektischen klinischen Alltag – sowohl in einer kinderärztlichen Praxis als auch in einer Notfallambulanz einer Kinderklinik – nicht immer sämtliche Gesichtspunkte einer kompletten Anamnese erheben. Hierbei muss im Einzelfall auf die aktuellen Beschwerden/Symptome fokussiert werden, um rasch zu einer Diagnosestellung zu gelangen. Dem niedergelassenen Kinderarzt kommt insbesondere bei der frühzeitigen Erkennung angeborener oder erworbener Erkrankungen und Abweichungen von der normalen Entwicklung eine wichtige Rolle zu (Meilensteine der Entwicklung, s. Tab. 1.1).

1.2 Klinische Untersuchung

A. Shamdeen

1.2.1 Grundprinzipien

Bei der pädiatrischen Untersuchung – gleich welcher Altersgruppe – sollte eine **angenehme Atmosphäre** geschaffen werden. Die **Anwesenheit der Eltern** ist besonders bei kleineren Kindern wichtig. Für die Untersuchung Neugeborener sowie die von Säuglingen sollten 2 grundlegende Voraussetzungen erfüllt sein: **satt** (ideal sind 2 h postprandial) und **warm** (Wärmelampe). Zu achten ist auch auf **ausreichende Beleuchtung** und Zimmertemperatur (geschlossene Fenster). Die Hände sollten **desinfiziert und gewärmt** werden. Dies gilt auch für das Stethoskop.

1.2 Klinische Untersuchung

1.2.1 Grundprinzipien

Wichtige Grundprinzipien sind:

- angenehme Atmosphäre
- Anwesenheit der Eltern v. a. bei kleineren Kindern
- ausreichende Beleuchtung und Zimmertemperatur, warme Untersucherhände
- Vertrauen aufbauen, beruhigende Worte
- Anerkennung und Lob

Bevor mit der Untersuchung begonnen wird, sollte der Untersucher mit **beruhigen- den, freundlichen Worten** und **Anlächeln** ein **Vertrauensverhältnis** zu dem kleinen Patienten aufbauen. Säuglinge im Alter von etwa 8–9 Monaten sollten ggf. auf dem Schoß der Mutter untersucht werden, denn in dieser Zeit beginnt die Fremdelphase. Kinder dieser Altersgruppe kann man gut mit einem Schnuller oder interessanten Spielsachen zur Mitarbeit anregen. Wichtig ist, die Untersuchungsschritte zu erklären und an den Entwicklungsstand und die Situation zu adaptieren. Im Kleinkindalter kann die Untersuchung mit einem Gespräch oder einem Spiel begonnen werden. Das Zeigen der Untersuchungsschritte an der (mitgebrachten) Puppe oder einem Teddy kann helfen, Ängste zu nehmen. Ab etwa 18–24 Monaten werden einfache Anweisungen verstanden. Schon Kleinkinder freuen sich sehr über **Anerkennung**, deshalb sollte nicht mit **Lob** gespart werden.

► **Merke.** Erst Vertrauensverhältnis aufbauen, dann mit der klinischen Untersuchung beginnen.

Der gesamte Körper sollte **unbekleidet** beurteilt werden, dabei muss der Patient aber nicht für die Dauer der ganzen Untersuchung nackt sein. Insbesondere bei älteren Kindern sollte auf das Schamgefühl Rücksicht genommen werden.

Untersuchungsschritte, die nur bei einem ruhigen Patienten verwertbare Befunde liefern, wie Auskultation des Herzens, der Lunge sowie Palpation des Abdomens, sollten v. a. bei kleinen Patienten zu Beginn vorgenommen werden. Unangenehme oder schmerzhaft Untersuchungen (z. B. Rachen- und Ohrinspektion) werden am Schluss durchgeführt und sollten dem Kind angekündigt werden.

1.2.2 Allgemeinzustand

Zunächst muss sich der Untersucher einen Gesamteindruck vom Zustand des Patienten verschaffen. Dabei sollten folgende Punkte beurteilt werden:

- **Vitalparameter** (Atemfrequenz, Herzfrequenz, Blutdruck, Körpertemperatur)
- **Bewusstseinszustand** (Vigilanz), **Aktivität** und **Verhalten** (will spielen, lacht, ängstlich, weinerlich, Bewegungsmuster)
- **Hautkolorit** (rosig, blass, zyanotisch), **Hautturgor** (Hautfalte)
- **Muskeltonus** (hyperton, hypoton, normoton)
- **Körpermaße**: Länge, Gewicht und Kopfumfang in die Perzentilenkurve (S.927) eintragen.

► **Merke.** **Alarmsignale** sind: Wimmern, Apathie, Teilnahmslosigkeit und Mattigkeit, geringe oder fehlende Spontanmotorik, Saug- oder Trinkschwäche beim Säugling, Tachypnoe/Bradypnoe oder Tachykardie/Bradykardie in Ruhe, Einziehungen (s. u.), halonierte Augen, blass-graues Hautkolorit, Zentralisation, kalt-schweißige Haut, Petechien.

1.2.3 Thorax und Lunge

Inspektion: Inspektorisch sollte auf Habitus, **bestimmte Thoraxformen** (z. B. Trichterbrust) und **Deformierungen** sowie rachitische Zeichen (S.101) geachtet werden. Bis zum 2. Lebensjahr ist ein Fassthorax physiologisch. Die **Mamillen** sollten hinsichtlich Anzahl, Größe, Form, Lage und Pubertätsstadium beurteilt werden. Beim Neugeborenen sind diese oft innerhalb der ersten Lebensstages infolge mütterlicher Hormonwirkung vergrößert und angeschwollen. Es kann auch eine leichte Absonderung von milchigem Sekret vorkommen.

Bei der Beurteilung der **Thorax** - und **Bauchexkursion** ist zu beachten, dass bis zum Schulalter bei Kindern die Zwerchfellatmung (→ Bauchbewegungen) überwiegt und daher die Thoraxexkursion beim Neugeborenen und Säugling sehr gering sein kann. Weiterhin ist zu achten auf den **Einsatz der Atemhilfsmuskulatur**, die **Atemfrequenz** (S.116), **Nasenflügeln**, **pathologische Geräusche** (expiratorisches Stöhnen, Knorksen, Stridor) sowie **Einziehungen**. Postnatal kann beim Neugeborenen vorübergehend Nasenflügeln oder leichtes Stöhnen auftreten, die sich aber spätestens innerhalb der nächsten 2–4 Stunden unter Überwachung zurückbilden sollten (sog. transiente Tachypnoe des Neugeborenen). Die Zeichen eines Atemnotsyndroms (S.142) müssen frühzeitig erkannt werden.

- gesamten Körper ohne Bekleidung beurteilen (Cave: Schamgefühl bei älteren Kindern)
- Reihenfolge der Untersuchungsschritte: anfangs Untersuchungen, die nur bei ruhigem Patienten durchführbar sind (z. B. Auskultation), zuletzt unangenehme oder schmerzhaft Untersuchungen (z. B. Rachen- und Ohrinspektion).

► **Merke.**

1.2.2 Allgemeinzustand

Folgende Punkte sollten beurteilt werden:

- Vitalparameter
- Bewusstseinszustand, Aktivität und Verhalten
- Hautkolorit, Hautturgor
- Muskeltonus
- Körpermaße.

► **Merke.**

1.2.3 Thorax und Lunge

Inspektion: Inspektorisch ist auf bestimmte Formen und Deformierungen des Thorax sowie rachitische Zeichen zu achten. Auch das Aussehen der Mamillen (v. a. Größe, Form, Lage) sollte beurteilt werden.

Zu beachten sind außerdem: Thorax- und Bauchexkursion, Einsatz der Atemhilfsmuskulatur, Atemfrequenz, Nasenflügeln, pathologische Geräusche (expiratorisches Stöhnen, Knorksen, Stridor), Einziehungen.

► Merke.

Auskultation: Berücksichtigt werden sollten folgende Kriterien: Belüftung im Seitenvergleich, Charakter des Atemgeräusches, Vorhandensein pathologischer Geräusche und Rasselgeräusche sowie das Verhältnis von In- zu Expiration.

Perkussion: Atemverschieblichkeit, Lungengrenzen und Klopfeschall werden im Seitenvergleich beurteilt.

1.2.4 Herz und Kreislauf

Inspektion und Palpation: Ein deutlich sichtbarer **Herzspitzenstoß** sowie ein **Herzbuckel** sind Zeichen einer ventrikulären Belastung. Ein Systolikum kann bei Vitien während des Punctum maximum an jeweils charakteristischen Lokalisationen als **Schwirren** tastbar sein. **Periphere Pulse** sind an allen Extremitäten im Vergleich hinsichtlich Amplitude und Qualität zu beurteilen.

Auskultation: Auskultationspunkte s. Abb. 1.1

► Merke. Einziehungen und Nasenflügeln zählen neben Husten, Tachypnoe, Dyspnoe und Fieber zu den **pneumonischen Zeichen**.

Auskultation: Bei der Auskultation des Thorax sollten folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- **seitengleiche Belüftung**
- **Atemgeräusch:** seitengleich oder einseitig gedämpft/verschärft, beim Neugeborenen physiologisch scharf
- **pathologische Geräusche** (Stridor, Knorksen)
- **feuchte** (grob-, mittel-, feinblasig) und **trockene Rasselgeräusche** (Giemen, Brummen und Pfeifen)
- **Verhältnis In- zu Expiration** (z. B. gesundes Neugeborenes 1:1 bis 1:2).

Eine verlängerte Inspiration tritt bei Behinderung der oberen Atemwege auf, ein verlängertes Expirium bei tiefer gelegener Obstruktion (z. B. bei Bronchitiden). Ein Stridor findet sich z. B. im Rahmen einer Fremdkörperaspiration im Bereich der oberen Atemwege oder bei Pseudokrupp.

Perkussion: Sie ist ab dem Schulalter sinnvoll. Zu achten ist auf die seitengleiche **Atemverschieblichkeit**, die **Lungengrenzen** sowie den **Klopfeschall** (sonor, hypersonor, gedämpft). Einseitig hypersonorer Klopfeschall kann auf eine Überblähung (z. B. bei Fremdkörperaspiration) hinweisen, eine Dämpfung auf einen Pleuraerguss oder eine Infiltration im Lungengewebe (z. B. bei Pneumonie).

1.2.4 Herz und Kreislauf

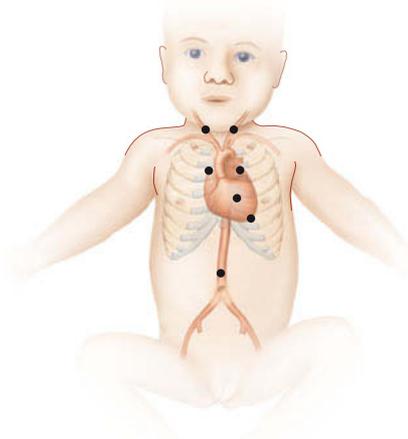
Inspektion und Palpation: Blässe und Schwitzen können beim Neugeborenen und Säugling Zeichen einer Herzinsuffizienz darstellen. Ein **Herzbuckel** (asymmetrische Vorwölbung einer Thoraxhälfte) weist auf eine ventrikuläre Herzbelastung hin. Zudem sollte auf die Lage des **Herzspitzenstoßes** (zu sehen bei linksventrikulärer Belastung, physiologisch nur zu tasten bei vorgeneigten Sitzen im 4.–5. ICR der linken MCL) sowie auf präkordiales (z. B. 2.–3. ICR links parasternal bei Pulmonalstenose) oder juguläres **Schwirren** (z. B. bei Aortenstenose) geachtet werden. Wichtig ist die Palpation der **peripheren Pulse** im Vergleich (Regelmäßigkeit der Herzaktion, Qualität, Amplitude, an allen Extremitäten fühlbar, abgeschwächte Leisten- oder Fußpulse); ein abgeschwächter Femoralispuls kann z. B. bei Aortenisthmusstenose vorliegen. Bei Neugeborenen und jungen Säuglingen kann physiologisch über der Fontanelle häufig ein leichter Pulsschlag zu sehen und zu tasten sein. Bei einem ausgeprägten Befund ist differenzialdiagnostisch u. a. an einen persistierenden Ductus arteriosus (PDA) zu denken.

Auskultation: Die Auskultationspunkte des Herzens entsprechen denen der Erwachsenen (s. Abb. 1.1).

1.1

1.1 Auskultationspunkte beim Säugling und Kleinkind

(Füeßl H., Middeke M., Duale Reihe Anamnese und Klinische Untersuchung, 6. Auflage, Thieme; 2018)



► **Merke.** **Zusätzlich** sollte zum Ausschluss einer Aortenisthmusstenose stets **dorsal** auskultiert werden (systolisches Geräusch paravertebral links).

► **Merke.**

Systolische Herzgeräusche finden sich häufig und können im Rahmen eines Herzfehlers, bei Anämie oder Fieber auftreten. Im Neugeborenenalter ist das Vorliegen eines offenen Ductus arteriosus botalli (systolisch-diastolisches Herzgeräusch) charakteristisch. Geräusche mit **Fortleitung** in die hintere obere Thoraxapertur deuten auf arterielle Stenosen des Herzens hin. Häufig findet sich ein **akzidentelles Herzgeräusch** im linken 4. ICR mit musikalischem Klangcharakter; die Lautstärke ändert sich typischerweise nach Lageänderung des Körpers. Ein ebenfalls häufiger Auskultationsbefund ohne Krankheitswert ist das sog. **Nonnensausen**, ein kontinuierliches Geräusch, welches sich am oberen Sternalrand auskultieren lässt. Beide Geräusche sind stets leiser als 3/6. Bei zweifelhaften Befunden sollte zur Sicherheit eine Echokardiografie durchgeführt werden.

Diastolische Geräusche sind immer als pathologisch zu bewerten und müssen stets abgeklärt werden. Weitere Details siehe „Angeborene Herzfehler“ (S. 352).

1.2.5 Abdomen

Inspektion: Die Ausprägung des **Unterhautfettgewebes** kann Hinweise auf Ernährungs- und Resorptionsstörungen liefern. **Narben** geben Informationen über Voroperationen. Ein **vorgewölbtes** Abdomen kann Zeichen eines Meteorismus, eines Aszites, eines abdominalen Tumors oder vergrößerter innerer Organe (z. B. bei Speichererkrankungen) sein. Bei Neugeborenen und insbesondere Frühgeborenen mit **prallem** Abdomen sollte an eine nekrotisierende Enterokolitis gedacht werden, v. a. wenn Darmschlingen durch die Bauchdecke durchscheinen. Ein **eingefallenes** Abdomen zeigt sich z. B. bei einer Exsikkose, kann aber auch bei Neugeborenen ein Hinweis für das Vorliegen eines Enterothorax sein (sog. Kahnbauch). Ausladende Flanken und ein verstrichener Nabel treten infolge eines Aszites auf.

Auskultation: Alle 4 Quadranten werden untersucht. Eine sehr lebhaft Peristaltik findet sich bei Gastroenteritiden. Hochgestellte, klingende Darmgeräusche kommen bei einem mechanischen Ileus vor. Das Fehlen von Darmgeräuschen ist typisch für einen paralytischen Ileus.

Palpation und Perkussion: Kinder sind in diesem Bereich oft berührungsempfindlich und kitzlig. Zur Entspannung der Bauchdecke können beim Säugling die Beine leicht angewinkelt und zur Beugung im Hüftgelenk angehoben werden. Bei älteren Kindern kann dies durch Anstellen der Beine und Palpation in der Inspirationsphase erreicht werden.

Bei der Palpation ist insbesondere auf die **Bauchdeckenspannung** (normal, erhöht, Abwehrspannung), **Resistenzen** und die Lokalisation von **Druckschmerz** sowie **Loslassschmerz** zu achten. Bei Gastroenteritiden ist der Druckschmerz häufig im Mittelbauch, bei (fortgeschrittener) Appendizitis typischerweise im rechten Unterbauch und bei Obstipation meist im linken Unterbauch lokalisiert. Walzenförmige Resistenzen können Zeichen einer Invagination, einer chronisch-entzündlichen Darmerkrankung oder im linken Unterbauch am häufigsten einer Obstipation sein.

Wichtig ist außerdem die Bestimmung der **Lage, Größe, Verschieblichkeit und Konsistenz von Leber und Milz**. Bei der Palpation in der Medioklavikularlinie ragt die Leber ca. 2 cm unter dem Rippenbogen hervor, bei Neugeborenen bis zu 3 cm. Da es z. B. bei Speichererkrankungen zu massiver Vergrößerung der **Leber** und **Milz** (z. B. lysosomale Erkrankungen) kommen kann, sollte man die Palpation im Unterbauch beginnen und nach oben tastend den unteren Leberrand aufsuchen. Dieser sollte sich glatt und weich anfühlen. Knotige Veränderungen deuten auf eine Zirrhose hin. Bei angeborenen Herzerkrankungen, insbesondere mit Rechtsherzobstruktion, ist ebenfalls häufig eine Hepatomegalie zu palpieren.

► **Merke.** Zu beachten ist, dass bei einer Überblähung der Lunge (z. B. infolge bronchialer Obstruktion) die Leber tiefer stehen und fälschlicherweise vergrößert erscheinen kann.

Systolische Herzgeräusche können sowohl Zeichen einer kardialen Erkrankung (z. B. Viti-um cordis) oder Begleitsymptom einer anderen Erkrankung (z. B. bei Fieber infolge Infektion) sein als auch ohne Krankheitswert (**Nonnensausen**) bestehen. **Diastolische Geräusche** hingegen sind immer als pathologisch zu bewerten und bedürfen einer Abklärung.

1.2.5 Abdomen

Inspektion: Auf die Ausprägung des Unterhautfettgewebes, Narben, Vorwölbung oder Einfallen des Abdomens ist zu achten.

Auskultation: Lokalisation, Lautstärke, Klangqualität und Intensität der Peristaltik sind zu berücksichtigen.

Palpation und Perkussion: Zu beachten sind:

- Abwehrspannung
- Resistenzen
- Lokalisation von Druckschmerzen sowie Loslassschmerz
- Lage, Größe, Konsistenz und Verschieblichkeit von Leber und Milz
- Tastbefund der Niere, Klopfschmerzhaftigkeit des Nierenlagers
- Klopfeschall des Abdomens (hypersonor, gedämpft)
- bei rektaler Untersuchung: Verletzungen, Sphinktertonus, Raumforderungen, Druckschmerz mit Lokalisation, Stuhlmenge und Konsistenz, Stuhlfarbe, Blut am Handschuh.

► **Merke.**

Die **Milz** ist im Kindesalter häufig nicht oder nur bei tiefer Inspiration tastbar. Eine Vergrößerung kommt bei Infektionen, Speichererkrankungen, Störungen des portalen Blutflusses oder malignen Systemerkrankungen vor.

Die **Nieren** sind behutsam und mit Vorsicht zu palpieren (Rupturgefahr bei Zysten). Sie sind physiologisch bei kleinen und schlanken Kindern in Rückenlage mit glatter, weicher Oberfläche zu tasten. Bei einer Hydronephrose sind die Nieren aufgrund der Dilatation des Nierenbeckens vergrößert als glatte, weiche, rundliche Raumforderung palpabel. Bei multizystischer Nierendysplasie kommt es infolge Störung der Differenzierung im Parenchym zu multiplen kleineren Zysten unterschiedlicher Größe, die Oberfläche fühlt sich uneben und höckerig an. Tumoren von Niere (z. B. Wilms-Tumor) und Nebenniere (z. B. Neuroblastom) sind als solide und derbe Raumforderung tastbar. Bei verdächtigem Tastbefund vorsichtige weitere klinische Untersuchung (Cave: Rupturgefahr der Raumforderung). Es sollte sich eine bildgebende Diagnostik, z. B. Sonografie, anschließen. Die Nierenlager sind außerdem auf Klopfschmerzhaftigkeit (z. B. Pyelonephritis) zu untersuchen.

Die **Perkussion** des Abdomens ermöglicht die Abgrenzung eines Meteorismus, welcher durch hypersonoren Klopfeschall charakterisiert ist, vom Aszites, welcher zu einer Dämpfung führt.

Zur abdominellen Untersuchung gehört auch die **rektale Untersuchung**, welche bei bestimmten Indikationen (z. B. bei unklaren Bauchschmerzen, V. a. Appendizitis oder Invagination) unerlässlich ist. Sie sollte zuletzt durchgeführt werden, da sie für die Kinder unangenehm und schmerzhaft sein kann. Bei Säuglingen und kleineren Kindern wird der kleine Finger benutzt (Handschuhe + Gleitcreme). Zu achten ist auf Verletzungen, Fremdkörper, Sphinktertonus, Raumforderungen, Druckschmerz und dessen Lokalisation, Stuhlmenge und Konsistenz in der Ampulle sowie Stuhlfarbe (Teerstuhl) oder Blut am Handschuh (z. B. Invagination).

1.2.6 Haut

Das **Hautkolorit** kann wertvolle Hinweise auf die Funktion des Kreislaufs und auf das Vorliegen verschiedener Erkrankungen liefern (Tab. 1.2).

Die **Rekapillarisierungszeit** gibt Auskunft über die periphere Durchblutung. Sie wird ermittelt, indem mit dem Finger ein leichter Druck auf die Fingerkuppe des Patienten ausgeübt wird. Nach dem Loslassen ist diese zunächst weiß, wird aber beim gesunden Neugeborenen nach weniger als 2 s wieder rosig.

1.2.6 Haut

Das **Hautkolorit** kann Hinweise auf die Kreislauffunktion und verschiedene Erkrankungen geben (Tab. 1.2). Die periphere Durchblutung wird durch Bestimmung der **Rekapillarisierungszeit** überprüft.

1.2

1.2 Differenzialdiagnose des Hautkolorits

Hautkolorit	mögliche Ursachen
bläulich (zyanotisch)	Sauerstoffmangel bei Herzfehler oder pulmonaler Erkrankung, Polyglobulie, verminderter Blutfluss bei Kälteexposition
grau-marmoriert	Schock, frühes Zeichen einer Sepsis
blass	Anämie, Schock, Volumenmangel, Blutverlust; bei Neugeborenen: Blutung (Gehirn, Nebennierenrinde), feto-maternale oder feto-fetale Transfusion, intrauterine Virusinfektion; im Alter von 3 Monaten: Trimenonanämie
gerötet	Hyperthermie, arterieller Hypertonus, Flush (Anaphylaxie, Medikamenten-nebenwirkung), feto-fetale Transfusion
gelb	Leberfunktionsstörungen wie Cholestase infolge Cholelithiasis oder Mukoviszidose, Hämolyse, Neugeborenenikterus (Bilirubin > 5 mg/dl)
grünlich	direkte Hyperbilirubinämie (z. B. bei Fehlbildungen im Bereich der Gallenwege oder nach längerer parenteraler Ernährung)

Zu achten ist außerdem auf auffällige **Pigmentierungen**, wie Café-au-lait-Flecken (> 5 Flecken mit einem Durchmesser > 5 mm präpubertal bzw. > 15 mm postpubertal: Ausschluss einer Neurofibromatose notwendig) oder Nävi (z. B. Nävus flammeus, bei Sturge-Weber-Syndrom im Gesicht lokalisiert). Striae rubrae sind bei Morbus Cushing typisch, eine vermehrte Pigmentierung der Haut und Mundschleimhaut kommt bei Nebenniereninsuffizienz vor. Der sog. Storchenschnitt bei Neugeborenen ist eine durch kleine Gefäße hervorgerufene harmlose Hautrötung an Stirn und Nacken. Davon abzugrenzen sind Hämangiome, welche stecknadelkopfgroß beginnen und mehrere Zentimeter groß und über das Hautniveau erhaben sein

Charakteristische **Pigmentierungen** (Café-au-lait-Flecken, Nävi, dunkle Hautpigmentierung) sowie Ausprägungen des **Unterhautfettgewebes** (Tabaksbeutelgesäß, atypische Verteilung, Adipositas) können auf verschiedene Erkrankungen hinweisen.

können. Bei ungünstiger Lage (mechanische Beanspruchung, Blutungsgefahr) und/oder starker Wachstumstendenz ist eine Therapie erforderlich. Rötungen der Handflächen und Fußsohlen mit später Schuppung können Zeichen eines Kawasaki-Syndroms sein.

Des Weiteren ist die Ausprägung des **Unterhautfettgewebes** zu berücksichtigen, z. B. Tabaksbeutelgefäß (typisch für Dystrophie, z. B. bei Zöliakie), atypische Fettpolsterverteilung (bei CDG-Syndrom, CDG = Congenital Disorders of Glycosylation), Adipositas bis hin zu Adiposogigantismus oder Stammfettsucht.

Der **Hautturgor** gibt Hinweise auf den Hydratationszustand und wird durch Anheben einer Hautfalte überprüft, die im Normalfall sofort zurückgeht. Bei einem Flüssigkeitsmangel ist der Hautturgor reduziert, d. h., die Hautfalte verstreicht langsamer oder kann bei Exsikkose sogar längere Zeit bestehen bleiben. Ein **reduzierter** Turgor wird bei Säuglingen und Kleinkindern z. B. häufig durch Erbrechen, Durchfälle und Fieber ausgelöst, ein **gesteigerter** Turgor findet sich bei Ödemen (z. B. an Hand- und Fußrücken beim Ullrich-Turner-Syndrom).

1.2.7 Kopf

Eine **Makrozephalie** (Kopfumfang > 97. Perzentile) kann konstitutionell bedingt (familiäre Makrozephalie) oder durch eine intrakranielle Drucksteigerung verursacht sein. Zeichen einer pathologischen Makrozephalie sind rasches perzentilenkreuzendes Kopfwachstum, klaffende Schädelnähte, vergrößerte und hervorgetretene Fontanelle sowie das Sonnenuntergangsphänomen (vertikale Blickparese). Typisch ist außerdem eine starke Venenzeichnung des Kopfes.

Bei einer **Mikrozephalie** (Kopfumfang < 3. Perzentile) muss an genetische Syndrome (z. B. Down-Syndrom), Fehlbildungen, vorzeitigen Verschluss der Schädelnähte oder Zustand nach Hirnschädigung (z. B. schwere peripartale Asphyxie) gedacht werden. Eine Mikrozephalie ist gehäuft mit geistiger Retardierung assoziiert.

Beim Neugeborenen und Säugling haben Palpation und Auskultation der **Fontanelle** eine besondere Bedeutung. Die Palpation sollte beim ruhigen Kind nicht in flacher Rückenlage, sondern bei leicht angehobenem Oberkörper (45°-Winkel) durchgeführt werden. Zum Verschluss der hinteren kleinen Fontanelle kommt es bereits in den ersten Lebensmonaten, die vordere große Fontanelle schließt sich im Laufe des 2. Lebensjahres (meist zwischen dem 12. und 18. Lebensmonat). Eine **ingesunkene** Fontanelle ist typisch für eine Exsikkose, eine **vorgewölbte** für eine Steigerung des intrakraniellen Drucks (z. B. bei einer Blutung oder Meningitis – ein Fehlen schließt eine Meningitis jedoch nicht aus!). **Strömungsgeräusche** kommen bei intrakraniellen Gefäßmalformationen vor (z. B. Vena-Galen-Malformation).

► **Merke.** Eine Vorwölbung der Fontanelle bei heftigem Schreien ist physiologisch.

Eine auffällige **Schädelkonfiguration** kann bei prämaturner Nahtsynostose (vorzeitige Verknöcherung der Schädelnähte) entstehen. Eine Weichheit der Schädelknochen (vergleichbar mit dem Druck auf einen Tennisball) bzw. der Lambdanaht beim Eindrücken bezeichnet man als Kraniotabes und ist ein typisches Zeichen für Rachitis.

Bei der Untersuchung der **Augen** werden Lidschluss, entzündliche Veränderungen der Konjunktiva, Bulbusmotilität, Lichtreaktion und Sehvermögen beurteilt. Mitunter findet sich als Normvariante eine Seitendifferenz der Pupillen mit regelrechter Lichtreaktion (physiologische Anisokorie). Ursache tränender Augen bei Neugeborenen und kleinen Säuglingen ist häufig eine Tränenwegsstenose.

1.2.8 Lymphknoten

Die Lymphknoten werden an Hals und Nacken (aurikulär, nuchal, submandibulär), im Kieferwinkelbereich, supra- und infraklavikulär, axillär sowie inguinal palpiert. Dabei ist auf Druckdolenz, Schwellungen, Verschieblichkeit, Größe und Konsistenz zu achten. Bei Infekten sind die Lymphknoten **klein und verschieblich** sowie beidseitig auffindbar. **Große, derbe** Schwellungen können auf eine Tuberkulose, einen Abszess (Rötung) oder eine maligne Erkrankung hindeuten. Bei **einseitiger** Rötung und Schwellung ist an eine Lymphadenitis zu denken. Kleine inguinale Lymphknotenschwellungen kommen häufig auch bei gesunden Kindern vor.

Der **Hautturgor** ist ein Marker für den Flüssigkeitshaushalt des Körpers. Er wird durch Anheben einer Hautfalte geprüft.

1.2.7 Kopf

Zeichen einer pathologischen **Makrozephalie** sind rasches perzentilenkreuzendes Kopfwachstum, klaffende Schädelnähte, vergrößerte und hervorgetretene Fontanelle, Sonnenuntergangsphänomen, starke Venenzeichnung des Kopfes.

Bei einer **Mikrozephalie** muss an genetische Syndrome, vorzeitigen Verschluss der Schädelnähte oder Zustand nach Hirnschädigung gedacht werden.

Bei der Untersuchung der **Fontanelle** im 45°-Winkel ist auf Größe, Weichheit und Lage im Schädelniveau zu achten. Eine **ingesunkene** Fontanelle ist typisch für einen Flüssigkeitsmangel, eine **vorgewölbte** Fontanelle kommt bei gesteigertem Hirndruck vor. **Strömungsgeräusche** können Hinweise auf intrakranielle Gefäßmalformationen sein.

► **Merke.**

Vorzeitige Verknöcherung einer oder mehrerer Schädelnähte kann zu einer auffälligen **Schädelkonfiguration** führen. Eine Weichheit der Schädelknochen und der Lambdanaht findet man bei Rachitis. Die **Augen** sollten hinsichtlich Lidschluss, entzündlicher Veränderungen der Konjunktiva, Bulbusmotilität, Lichtreaktion und Sehvermögen untersucht werden.

1.2.8 Lymphknoten

Bei der Palpation der Lymphknotenstationen ist auf Druckdolenz, Schwellungen, Verschieblichkeit, Größe und Konsistenz im Seitenvergleich zu achten. Während **kleine verschiebliche** Lymphknotenschwellungen bei Infekten typisch sind, deuten **große und derbe** Schwellungen auf Tuberkulose, Abszess oder maligne Erkrankungen hin.

1.2.9 Hals, Schilddrüse, Wirbelsäule und Extremitäten

Bei der Palpation der **Schilddrüse** wird auf Größe, Konsistenz, Druckempfindlichkeit, Schluckverschieblichkeit, knotige Veränderungen sowie Schwirren geachtet.

Schwellungen am Hals können durch vergrößerte Lymphknoten oder Halszysten hervorgerufen werden.

Wirbelsäule und **Extremitäten** werden auf Beweglichkeit, Symmetrie, Verletzungen, Gelenkschwellungen und Fehlbildungen untersucht.

1.2.10 HNO

► Merke.

Bei der **Ohrinspektion** sollten kleine Kinder gut gehalten werden (Abb. 1.2). Bei Säuglingen wird die Ohrmuschel vorsichtig nach hinten oder hinten-unten, bei älteren Kindern nach hinten-oben gezogen. Die Verwendung eines großen Ohrtrichters (der gerade noch passt) ist der kleineren vorzuziehen. Zu achten ist auf **Fremdkörper**, **Entzündungen** des Gehörgangs oder Trommelfells, **Vorwölbungen** und **Verdickungen** (Tab. 1.3).

≡ 1.3

► Merke.

1.2.9 Hals, Schilddrüse, Wirbelsäule und Extremitäten

Die Inspektion der **Schilddrüse** erfolgt bei leicht zurückgebeugtem Kopf. Dabei steht der Untersucher hinter dem Patienten und umfasst mit beiden Händen den Hals. Bei der Palpation wird auf Größe (beide Schilddrüsenlappen sowie Isthmus), Konsistenz, Druckempfindlichkeit, Schluckverschieblichkeit, knotige Veränderungen sowie Schwirren geachtet. Der Halsumfang sollte zusätzlich ermittelt und zum späteren Vergleich dokumentiert werden.

Schwellungen am Hals können durch vergrößerte Lymphknoten oder auch laterale und mediane Halszysten (embryonale Fehlbildung) hervorgerufen werden. Laterale Halszysten sind typischerweise am Vorderrand des M. sternocleidomastoideus lokalisiert. Beim Turner-Syndrom findet sich das sog. **Pterygium colli**, eine auffällige Faltenbildung am Hals.

Bei der Beurteilung der **Wirbelsäule** sollte neben der Beweglichkeit besonders auf das Vorliegen einer Skoliose geachtet werden. Bei Neugeborenen muss im Bereich der Dornfortsätze eine Spina bifida ausgeschlossen werden.

Bei der Untersuchung der **Extremitäten** muss auf Symmetrie, Beweglichkeit, Verletzungen, Fehlbildungen und Gelenkschwellungen geachtet werden. Bewegungseinschränkungen des Arms bei Neugeborenen können durch eine Armplexusparesse oder einer Klavikulafraktur verursacht sein. Das Vorliegen einer Hüftgelenkdisplasie kann mit dem Ortolanitest überprüft werden (s. Abb. 20.30). Dieser sollte im positiven Fall jedoch nicht mehrfach wiederholt werden, um Verletzungen des zarten Knorpels der Gelenkpfanne zu vermeiden. Die häufigste Fußdeformität ist der Klumpfuß, der häufiger bei Jungen vorkommt. Fehlende Finger oder Fingerglieder beim Neugeborenen können durch intrauterine Abschnürungen mit amniotischen Bändern entstehen. Fehlbildungen der Hände kommen bei genetischen Syndromen vor. Eine Verschmelzung von 2. und 3. Zeh kann eine Normvariante sein, tritt jedoch auch beim Smith-Lemli-Opitz-Syndrom auf.

1.2.10 HNO

► **Merke.** Die HNO-Untersuchung sollte immer am Schluss einer pädiatrischen Untersuchung durchgeführt werden.

Bei der **Ohrinspektion** ist darauf zu achten, dass kleine Kinder gut gehalten werden, um Schmerzen und Verletzungen durch mögliches Abwehrverhalten zu vermeiden. Idealerweise sitzt das Kind dabei auf dem Schoß der Mutter (Abb. 1.2); sehr wehrhafte Kinder können im flachen Liegen besser gehalten werden. Bei Säuglingen wird die Ohrmuschel vorsichtig nach hinten oder hinten-unten, bei älteren Kindern nach hinten-oben gezogen. Die Verwendung eines großen Ohrtrichters (der gerade noch passt) ist dem kleineren vorzuziehen, um ein zu tiefes Eindringen zu vermeiden (im knöchernen Bereich ist der Gehörgang sehr schmerzempfindlich!). Zu achten ist auf **Fremdkörper**, **Entzündungen** des Gehörgangs oder Trommelfells, **Vorwölbungen** und **Verdickungen** (Tab. 1.3).

≡ 1.3 Befunde des Trommelfells und mögliche Ursachen

Trommelfellbefund	Ursachen
rosa oder hellgrau, spiegelnd	gesund
leicht gerötet	Aufregung, längeres Weinen
stark gerötet, vorgewölbt	Otitis media
gelblich, matt, Flüssigkeitsspiegel oder Luftbläschen	Paukenhöhlenerguss
bläulich schimmernd	Einblutung in Paukenhöhle
retrahiert	Belüftungsstörung (Adenoide, Infekt), chronische Otitis

► **Merke.** Eine **retroaurikuläre Rötung** mit **Schwellung** deutet auf eine Mastoiditis hin und bedarf dringend weiterer Abklärung (Bildgebung)!

1.2 Ohrinspektion



1.2

Bei der Inspektion des **Mundes** ist auf Farbe (blass, zyanotisch, rosig) und Feuchtigkeit der Schleimhäute, Beläge auf Zunge und Zahnfleisch, entzündliche Veränderungen und den Zahnstatus zu achten. Beim Neugeborenen sollte der Kiefer nach Spaltbildung abgetastet werden. Ältere Kinder kooperieren bei der Racheninspektion meist sehr gut (Zunge raus und „Aaaa“ sagen). Kleinere Kinder öffnen beim Schreien den Mund häufig weit genug, sodass die Mundhöhle ohne Zuhilfenahme eines Spatels inspiziert werden kann. Ist dies nicht oder nur unzureichend der Fall, kann mit dem Mundspatel untersucht werden. Häufige Befunde s. Tab. 1.4.

Bei der Inspektion des **Mundes** ist auf Farbe (blass, zyanotisch, rosig) und Feuchtigkeit der Schleimhäute, Beläge auf Zunge und Zahnfleisch, entzündliche Veränderungen und den Zahnstatus sowie Fehlbildungen zu achten.

1.4 Befunde bei Racheninspektion und mögliche Ursachen

1.4

Befund	Ursachen
starke Rötung des Rachens	virale Infekte, beginnende Angina tonsillaris, Kawasaki-Syndrom
starke Rötung und Schwellung der Tonsillen, später Stippchen	Angina tonsillaris
Entzündung mit Rötung, Schwellung und grauen pseudomembranösen Belägen	EBV, Diphtherie (süßlicher Mundgeruch)
weiße Beläge der Mundschleimhaut, nicht abwischbar (abwischbar = Milchreste)	Mundsoor
bläschenförmige oder flächige Läsionen mit umgebenden roten Hof an den Gaumenbögen	Herpangina
zahlreiche Aphthen an Mundschleimhaut, Zahnfleisch und Zunge	Stomatitis aphthosa, Varizellen, Hand-Fuß-Mund-Krankheit, Morbus Crohn, zyklische Neutropenie, Immundefekte, HIV
Papillenhypertrophie und Enanthem der Zunge (Himbeerzunge)	Scharlach
starke Zungenrötung (Erdbeerzunge)	Kawasaki-Syndrom

1.2.11 Genitalien

Die Untersuchung der Genitalien gehört zu jeder pädiatrischen Untersuchung. Zu achten ist auf Fehlbildungen, Verletzungen, Fremdkörper, entzündliche Veränderungen und Pubertätsstadium.

Beim **Jungen** werden die Hoden beidseits palpirt, um einen Maldescensus auszuschließen. Eine Schwellung des Skrotums kann z. B. durch eine Hydrozele hervorgerufen werden. Die Diaphanoskopie (Durchleuchtungstest mit Taschenlampe) ist

1.2.11 Genitalien

Zu achten ist auf Fehlbildungen, Verletzungen, Fremdkörper, entzündliche Veränderungen und Pubertätsstadium.

Untersuchung bei **Jungen**: Palpation der Hoden (Maldescensus, Größe, Druckschmerz, Schwellung), Diaphanoskopie (positiv, negativ).

Untersuchung bei **Mädchen**: Es sollte auf eine Klitorishypertrophie, Labiänsynechie oder vaginale Blutung geachtet werden.

1.2.12 Neurologische Untersuchung

Bereits beim Betreten des Untersuchungszimmers und während der Anamnese können Bewusstseinszustand, Körperhaltung, Muskeltonus, Gangbild, Koordination und Feinmotorik beurteilt werden.

Beim **Säugling** achtet man auf Bewegungsmuster, vorhandene oder fortbestehende Neugeborenenreflexe sowie **Lagereaktionen** nach Vojta. Sehvermögen und Gehör werden altersgerecht geprüft.

Bei **kleineren Kindern** können ein paar Tricks weiterhelfen (z. B. zur Prüfung des N. facialis: Kind Gesichter schneiden oder eine Feder pusten lassen; zur Prüfung des Zehengangs: laufen „wie ein Storch“).

Die Folgen **perinataler Hirnschädigungen** machen sich meist erst im 1. Lebenshalbjahr bemerkbar.

bei einer Hydrozele positiv, d. h., das Licht scheint hindurch; bei einer soliden Raumforderung, z. B. am Hoden selbst (maligne Infiltration, z. B. bei Leukämie), durchdringt dagegen das Licht nicht die Schwellung. Die physiologische Phimose des Säuglings und Kleinkindes löst sich innerhalb der ersten Lebensjahre allein.

Beim **Mädchen** sollte u. a. auf das Vorliegen einer Klitorishypertrophie geachtet werden. Gelegentlich findet sich eine Labiänsynechie, die durch Auftragen östrogenhaltiger Salben gelöst werden kann. Beim neugeborenen Mädchen kann es physiologisch innerhalb der ersten Lebenstage infolge mütterlicher Hormone zu einer vorübergehenden vaginalen Schmierblutung kommen; ein weiterer Handlungsbedarf besteht aber nicht.

1.2.12 Neurologische Untersuchung

Die neurologische Untersuchung des Klein- und Schulkindes entspricht im Wesentlichen der des Erwachsenen. Sie erfordert allerdings eine altersgerechte Anpassung (**Video 1.1**).

Bereits beim Betreten des Untersuchungszimmers kann man sich einen ersten Eindruck vom neurologischen Status verschaffen, indem man auf Bewusstseinszustand, Körperhaltung, Muskeltonus und Gangbild achtet. Hilfreich ist außerdem ein einleitendes Spiel mit angebotenen Spielzeug (Säuglinge: Rassel, Kleinkinder: Steck- und Bausteine, Ball, Autos). Dabei registriert man in einer ungezwungenen Situation das Verhalten, die Konzentrationsfähigkeit sowie die Benutzung der Hände und achtet auf Koordination und Feinmotorik.

Beim **Säugling** beobachtet man die Bewegungsmuster, die im Normalfall symmetrisch sein sollten. Bei der Prüfung der Muskeleigenreflexe hat es sich in der Praxis bewährt, die Sehne mit dem Finger zu tasten und den Reflex durch Klopfen auf den aufliegenden Finger auszulösen. Das Verschwinden oder das Fortbestehen von Neugeborenenreflexen (S.51) hilft, Störungen weiter einzugrenzen und Entwicklungsretardierungen zu erkennen. Die **Lagereaktionen** nach Vojta geben Hinweise auf die Entwicklung der kindlichen Koordination und verändern sich mit fortschreitender Entwicklung (Traktionsreaktion, Landau-Reaktion, axilläre Hängereaktion, Seitkippreaktion, Seithänge- und vertikale Hängereaktion, einseitige Hängereaktion), s. auch U2 (3.–10. Lebensstag). Sie werden am Ende durchgeführt, da die Kinder dies häufig als unangenehm empfinden und weinen. Sehvermögen und Gehör werden altersgerecht geprüft, z. B. durch Verfolgen einer Lichtquelle bzw. mit einer Hochtonrassel.

Bei **kleineren Kindern** können die Untersuchungsgänge mit ein paar Tricks erleichtert werden: Die Prüfung des N. olfactorius lässt sich durchführen, indem man zuvor in einem anderen Raum eine Mandarine schält und das Kind anschließend fragt, wonach die Hände riechen. Zur Untersuchung des N. facialis kann das Kind aufgefordert werden, Gesichter zu schneiden oder eine Feder zu pusten. Prüfungen von Gleichgewicht und Koordination können durch Sinnbilder vereinfacht werden: laufen „wie ein Storch“ für den Zehengang, „wie ein Pinguin“ für den Fersengang, „wie ein Seiltänzer“ für den Liniengang etc.

Die Folgen **perinataler Hirnschädigungen** – wie spastische Para- oder Tetraparese bei Leukomalazie oder Lähmungen bei Z.n. Infarkt – machen sich meist erst im 1. Lebenshalbjahr bemerkbar. Für die weitere Einordnung ist die Dynamik der

Video 1.1

Video 1.1 Neurologische Untersuchung eines Schulkindes (Normalbefund)



Krankheitserscheinungen entscheidend; dabei ist eine progrediente Symptomatik gegenüber einem Residualzustand abzugrenzen.

Neu aufgetretene neurologische Ausfälle, Krampfanfälle oder Entwicklungsrückschritte bedürfen einer umgehenden Abklärung. Insbesondere bei akuten neurologischen Auffälligkeiten im Rahmen eines Infektes (z. B. Somnolenz) sollte an das Vorliegen einer Stoffwechselerkrankung gedacht werden (z. B. MCAD-Defekt, MCAD = Medium-Chain-Acyl-CoA-Dehydrogenase-Mangel) und eine weitergehende Diagnostik eingeleitet werden.

Bei **Fieber** ist an die Prüfung der **meningitischen Zeichen** zu denken (z. B. Kniekuss).

1.3 Arbeitstechniken

A. Shamdeen

Bei Kindern und Eltern werden invasive diagnostische Eingriffe häufig von Ängsten begleitet. Alle Maßnahmen sollten mit den Eltern und je nach Alter mit dem Patienten besprochen werden. Für bestimmte Eingriffe sind im Vorfeld eine Aufklärung und eine schriftliche Zustimmung der Eltern erforderlich.

1.3.1 Blutentnahme

Venöse Blutentnahme

Die venöse Blutentnahme beim Kind sollte nach strenger Indikationsstellung erfolgen und sehr sparsam geplant werden (insbesondere bei Frühgeborenen). Sie kann entweder mit einer **Kanüle**, einem **Butterfly** oder durch einen venösen Zugang erfolgen. Sind eine stationäre Aufnahme und die Anlage einer Venenverweilkanüle geplant, sollte die Blutabnahme bei der Anlage direkt aus dieser erfolgen. Bei sehr ängstlichen Kindern kann durch die Anwendung von Pflaster mit lokal betäubenden Salben der Schmerz bei der Punktion gemindert werden (Einwirkzeit beachten!). Säuglinge und kleinere Kinder sollten von einer Schwester gehalten werden.

Je nach Alter des Kindes erfolgt die Punktion an Kopf, Armen und Beinen (Tab. 1.5). Der Punktionsort sollte am Arm **so distal wie möglich** gewählt werden, um die **Kubitalvenen** zu **schonen**. Das Venennetz an der Innenseite des Handgelenks sollte nur im Ausnahmefall punktiert werden, da dieser Eingriff sehr schmerzhaft ist und die venöse Zugänge hier aufgrund der zarten Gefäße nur kurze Zeit halten. Bei kalten Extremitäten (provziert durch Angst) kann durch Anwärmen, mit z. B. warmem Wasser oder einem angewärmten Tuch, eine Dilatation der Gefäße erreicht werden. Eltern haben bei der **Punktion der Kopfvenen** häufig Bedenken. Die Vorteile dieser Punktionsstelle sind eine verminderte Dichte der Schmerzrezeptoren (z. B. im Vergleich zur Hand) sowie ein starkes Anschwellen der Vene beim Schreien und damit ein besserer Blutfluss. Ein venöser Zugang am Kopf stört zudem das Kind beim Spielen weniger als an der Hand (**Video 1.2**).

► **Merke.** Vor der Punktion am Kopf sollte das Gefäß auf das Vorliegen eines Pulses palpirt werden, um eine versehentliche Punktion der A. temporalis superficialis und deren Äste zu vermeiden (erkennbar an hellrotem, stark fließendem Blut).

Neu aufgetretene neurologische Ausfälle, Krampfanfälle oder Entwicklungsrückschritte müssen umgehend abgeklärt werden.

Bei **Fieber** müssen die **meningitischen Zeichen** geprüft werden.

1.3 Arbeitstechniken

1.3.1 Blutentnahme

Venöse Blutentnahme

Die venöse Blutentnahme kann mit einer **Kanüle**, einem **Butterfly** oder durch einen venösen Zugang erfolgen. Durch Pflaster mit lokal betäubenden Salben wird bei ängstlichen Kindern der Schmerz gemindert. Je nach Alter des Kindes erfolgt die Punktion an Kopf, Armen und Beinen. Der Punktionsort sollte am Arm **so distal wie möglich** gewählt werden. Bei kalten Extremitäten (provziert durch Angst) kann durch Anwärmen eine Dilatation der Gefäße erreicht werden.

► **Merke.**

Video 1.2 Blutentnahme aus einer Kopfvene bei einem Säugling



Video 1.2

Im Ausnahmefall müssen venöse Blutentnahmen und Zugänge manchmal auch an ungewöhnlichen Stellen angelegt werden (z. B. Oberarm, Fuß). Für dauerhaft erforderliche venöse Medikamentengaben ist die Anlage eines **Ports** oder eines **Broviac-Katheters** (S.90) zu überlegen.

Im Ausnahmefall müssen venöse Blutentnahmen und Zugänge manchmal auch an ungewöhnlichen Stellen angelegt werden (Oberarm, Innenseite des Unterarms, Fuß bei älteren Kindern). Dies trifft z. B. für Patienten mit chronischen Erkrankungen zu, da die bevorzugt verwendeten Venen oft schon vernarbt sind. Für dauerhaft erforderliche venöse Medikamentengaben ist die Anlage eines **Ports** (subkutan implantierte membranbedeckte Kammer mit angeschlossenem Schlauch, z. B. in V. subclavia) oder eines **Broviac-Katheters** (subkutan liegender zentraler, meist in V. cephalica) zu überlegen. Über diese Systeme können ebenfalls venöse Blutentnahmen erfolgen (S.90) (**Video 1.3**).

1.5 Lokalisation von Blutentnahmen (BE) und peripheren Venenverweilkanülen (PVK) in Abhängigkeit vom Alter

Lokalisation	Säugling		Kleinkind		Schulkind	
	BE	PVK	BE	PVK	BE	PVK
Kopf (Stirnvene, temporal)	X	X	-	-	-	-
						
Handrücken (Rete venosum dorsale manus)	X	X	X	X	X	X
						
Handgelenk (Venennetz der Innenseite)	(X)	-	(X)	-	(X)	-
Handgelenk (V. cephalica)	-	-	X	X	X	X
Ellenbeuge (V. mediana cubiti, V. cephalica)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)
						
Fußrücken (V. marginalis lateralis)	X	X	X	-	-	-
Knöchel (V. saphena magna und parva)	X	X	X	-	-	-

X = empfehlenswert; (X) = im Ausnahmefall (nach erfolglosen Punktionsversuchen an anderen Stellen; Notfälle); - = nicht empfehlenswert

Video 1.3 Blutentnahme aus dem Handrücken bei einem Kleinkind



Video 1.3

Arterielle Blutentnahme

Die arterielle Blutentnahme wird selten und bei sehr schlechten Venenverhältnissen eingesetzt. Ansonsten ist sie meist intensivmedizinischen Maßnahmen (z. B. arterielle Blutgasanalyse) vorbehalten. Am häufigsten wird die **A. radialis** punktiert. Vor Beginn der Punktion muss mit dem **Allen-Test** die funktionelle Gefäßverbindung zwischen A. radialis und ulnaris überprüft werden, damit im Falle einer Thrombosierung die arterielle Versorgung der Hand gewährleistet ist. Prinzipiell sollte auch eine normale Blutgerinnung (Gerinnungstest, Thrombozytenzahl) gesichert sein. Sind für die Überwachung einer Beatmung häufige Blutgasanalysen erforderlich, wird ein **arterieller Zugang** gelegt. Bei Früh-/Neugeborenen wird hierfür häufig ein Nabelarterienkatheter verwendet. Gleichzeitig kann darüber der Blutdruck kontinuierlich überwacht werden. Nach Punktion bzw. Entfernung des Zugangs ist ein Druckverband anzulegen.

► **Merke.** Über einen arteriellen Zugang dürfen nie Medikamente, sondern nur physiologische Kochsalzlösung verabreicht werden (Embolisationsgefahr!). Luftbläschen sind gründlich zu entfernen (Luftembolie!).

Kapilläre Blutentnahme

Sie ermöglicht vielfältige Untersuchungen: Abnahme eines Blutbildes, Bestimmung des Blutzuckers, CRP, Bilirubin oder Blutgasanalyse. Durch die Vermischung von venösem und arteriellem Blut gewinnt man Aussagen zur peripheren Sauerstoffversorgung. Sie ist allerdings nicht weniger schmerzhaft als eine venöse Blutentnahme. Entnahmestellen sind beim Neugeborenen **Fuß** oder **Fingerbeere**, bei älteren Kindern Fingerbeere (3., 4., 5. Finger) oder **Ohrfläppchen**. Dabei sollte bevorzugt der laterale Rand der Fingerbeere oder der hintere laterale Bereich der Fußsohle für die Entnahme genutzt werden, da hier die Dichte der Schmerzrezeptoren geringer ist. Nach dem Einstich wird der erste Tropfen abgewischt, da er mit Gewebeflüssigkeit vermischt ist. Im Rahmen des Neugeborenen-Screenings wird das Blut auf Filterpapier aufgebracht, ansonsten entweder in einer Glaskapillare oder einem Röhrchen mit Kapillaransatz aufgefangan.

► **Merke.** Die kapilläre Blutentnahme sollte nur bei warmen Händen bzw. Füßen durchgeführt werden, da bei kalten Extremitäten die Gewinnung des Blutes schwierig ist und darüber hinaus verfälschte Werte (Säure-Basen-Haushalt) entstehen können.

1.3.2 Uringewinnung

Die Analyse des Urins wird u. a. zur Diagnostik bei Fieber, zur Stoffwechselkontrolle und -diagnostik und bei Nierenerkrankungen durchgeführt. Bei V. a. Harnwegsinfektion ist die Anlage einer Urinkultur notwendig (die Abnahme muss vor der Antibiotikagabe erfolgen!).

Arterielle Blutentnahme

Die arterielle Blutentnahme wird selten eingesetzt und ist meist intensivmedizinisch behandelten Kindern vorbehalten. Am häufigsten wird die **A. radialis** punktiert. Vor Punktion muss mit dem **Allen-Test** die Gefäßversorgung der Hand überprüft werden und eine normale Blutgerinnung gesichert sein. Sind für die Überwachung einer Beatmung häufige Blutgasanalysen erforderlich, wird ein **arterieller Zugang** gelegt. Bei Früh-/Neugeborenen wird hierfür häufig ein Nabelarterienkatheter verwendet.

► **Merke.**

Kapilläre Blutentnahme

Die kapilläre Blutentnahme ermöglicht vielfältige Untersuchungen (Blutbild, Blutzucker, CRP, Bilirubin, Blutgase). Entnahmestellen sind beim Neugeborenen **Fuß** (hinterer lateraler Bereich der Fußsohle) oder **Fingerbeere** (lateraler Rand), bei älteren Kindern Fingerbeere oder **Ohrfläppchen**.

► **Merke.**

1.3.2 Uringewinnung

Die Urinanalyse ist bei Fieber, zur Stoffwechselkontrolle und -diagnostik und bei Nierenerkrankungen erforderlich. Bei V. a. Harnwegsinfektion ist die Anlage einer Urinkultur notwendig.

► Merke.

Für Kinder am wenigsten belastend ist die Gewinnung des **Spontanurins**. Eine Kontamination mit Haut- und Darmkeimen ist dabei nicht sicher auszuschließen. Daher wird diese Methode vorwiegend als Screeningmethode genutzt. Die Gewinnung von **Mittelstrahlurin** ist eher bei älteren Kindern sinnvoll. Auch hier kann eine Kontamination nicht sicher ausgeschlossen werden.

► Merke.

Die Gewinnung von **Katheterurin** ist für Kinder unangenehm. Sie wird zur Abklärung verdächtiger Befunde im Spontanurin-Screening und bei Notfällen (z. B. bei V. a. Sepsis) durchgeführt. Auch hier besteht die Möglichkeit einer Kontamination, das Risiko ist jedoch geringer. Signifikant sind Keimzahlen in der Kultur von > 10000 KBE/ml.

Die Uringewinnung durch **Blasenpunktion** (Abb. 1.3) wird überwiegend bei Neugeborenen und Säuglingen bei speziellen Indikationen durchgeführt. Das Kontaminationsrisiko (Hautkeime, z. B. Staph. epidermidis) ist hier am geringsten.

► Merke.

1.3

► Merke. Mischkulturen oder Wachstum von Keimen, die nicht typisch für Infektionen im Urogenitalsystem sind, sprechen für eine Kontamination des Materials bei der Gewinnung.

Die einfachste und für das Kind am wenigsten belastende Form ist die Gewinnung des **Spontanurins**. Nach Reinigung des Genitalbereiches mit Desinfektionsmittel wird bei Säuglingen und Kleinkindern ein selbstklebender Plastikbeutel angebracht. Eine Kontamination mit Haut- und Darmkeimen ist dabei nicht sicher auszuschließen und daher wird diese Methode vorwiegend als Screeningmethode genutzt. Die Gewinnung von **Mittelstrahlurin** erfordert die Mitarbeit des Patienten und ist eher bei älteren Kindern sinnvoll. Mit etwas Geduld kann sie jedoch auch schon bei Säuglingen erfolgen. Nach entsprechender Reinigung wird der Urin mit Bechern in mehreren Portionen aufgefangen; die erste Portion wird verworfen und die mittlere analysiert. Auch hier kann eine Kontamination nicht sicher ausgeschlossen werden.

► Merke. Bei Keimzahlen $> 10^5$ /ml im Spontanurin besteht eine signifikante Bakteriurie.

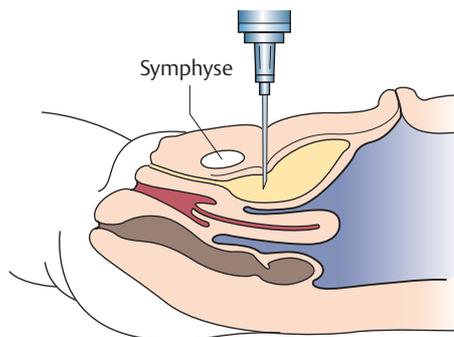
Die Gewinnung von **Katheterurin** ist für Kinder belastend und unangenehm. Sie wird durchgeführt, um verdächtige Befunde, die im Spontanurin-Screening aufgefallen sind, abzuklären wie auch zur Uringewinnung bei Notfällen, in denen eine rasche Diagnosestellung erforderlich ist (z. B. bei V. a. Sepsis). Nach Reinigung des Genitalbereiches mit einem Desinfektionsmittel und Verwendung eines anästhesierenden Gels wird der Katheter unter sterilen Bedingungen in Rückenlage eingeführt. Beim Jungen wird dabei der Penis zunächst senkrecht gehalten. Wenn beim weiteren Vorschieben ein Widerstand spürbar ist, muss der Penis vorsichtig nach vorn gestreckt werden und der Katheter weiter vorgeschoben werden, bis Urin fließt (niemals sollte der Katheter mit Gewalt vorgeschoben werden!).

Auch hier besteht die Möglichkeit einer Kontamination, das Risiko ist jedoch geringer. Signifikant ist das Wachstum eines Keimes mit einer Keimzahl > 10000 KBE/ml. Ein Wachstum unterschiedlicher Keime deutet auf eine Kontamination hin.

Die Uringewinnung durch **Blasenpunktion** wird überwiegend bei Neugeborenen und Säuglingen durchgeführt, wenn in der zuvor genommenen Urinprobe (z. B. „Beutelurin“) der V.a. einen Harnwegsinfekt weder eindeutig belegt noch ausgeräumt werden konnte. Die Punktion erfolgt nach bzw. unter Ultraschallkontrolle bei voller (!) Blase. Dabei wird die Punktionsnadel unter sterilen Bedingungen senkrecht zur Hautoberfläche 1 cm oberhalb der Symphyse eingeführt (Abb. 1.3). Zur lokalen Betäubung können anästhesierende Salben verwendet werden. Diese Methode ist zwar belastend für den Patienten, das Kontaminationsrisiko (Hautkeime, z. B. Staph. epidermidis) aber dafür am geringsten.

► Merke. Urin aus einer Blasenpunktion ist steril, jedes bakterielle Wachstum ist als pathologisch einzuordnen.

1.3 Blasenpunktion



(Kerbl R. et al., Checkliste Pädiatrie, 5. Auflage, Thieme; 2015)

1.3.3 Lumbalpunktion

Bei V. a. Meningitis und Enzephalitis ist die Gewinnung von Liquor für die Diagnosestellung essenziell. Sie wird aber auch bei V. a. Stoffwechselerkrankungen oder zur Messung des Liquordrucks durchgeführt. In der Kinderonkologie kommt sie einerseits diagnostisch (z. B. meningealer Befall bei Leukämie) und andererseits auch therapeutisch (intrathekale Applikation von Zytostatika) zum Einsatz.

► **Merke.** Vor Durchführung der Lumbalpunktion muss eine **Erhöhung des Hirndrucks** entweder durch Bildgebung (Schädelsonografie, MRT und Notfall-CT) oder durch Spiegelung des Augenhintergrundes (Stauungspapille?) **ausgeschlossen** werden, um die Gefahr einer Einklemmung zu vermeiden.

Die Lumbalpunktion erfolgt unter sterilen Bedingungen und meist in Sedierung. Während Neugeborene und Säugling in **Seitenlage** punktiert werden (Abb. 1.4a), wird bei Kleinkindern und älteren Kindern die **sitzende Position** bevorzugt (Abb. 1.4b). Wichtig ist dabei ein gekrümmter Rücken, sodass sich die Dornfortsätze leicht entfalten. Zunächst wird die Punktionsstelle markiert (Kreuzpunkt zw. Verbindungslinie der dorsalen Beckenkämme und Wirbelsäule + 1 Zwischenwirbelraum tiefer), nach Hautdesinfektion die Punktionsnadel leicht nach oben gerichtet eingeführt und der abtropfende Liquor in Röhrchen gesammelt. Durch Anschließen eines (leeren) Infusionsschlauchs direkt nach der Punktion kann beim liegenden Patienten der **Liquordruck** orientierend gemessen werden (Höhe der Flüssigkeitssäule in cm).

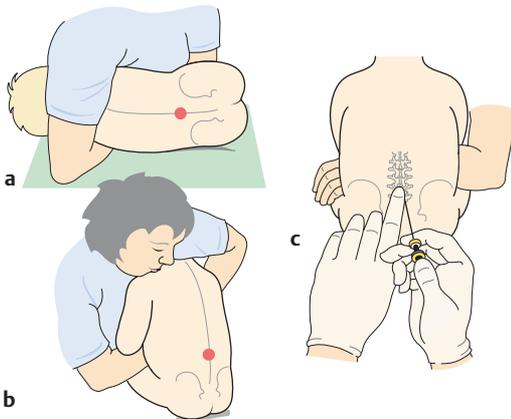
1.3.3 Lumbalpunktion

Die Lumbalpunktion ist in der infektiologischen, metabolischen, neurologischen und onkologischen Diagnostik von Bedeutung. Sie kommt aber auch therapeutisch (intrathekale Medikamentengaben) zum Einsatz.

► **Merke.**

Die Lumbalpunktion erfolgt unter sterilen Bedingungen und meist in Sedierung. Neugeborene und Säuglinge werden in **Seitenlage** punktiert (Abb. 1.4a), Kleinkinder und ältere Kinder in **sitzender Position** (Abb. 1.4b). Wichtig ist dabei ein gekrümmter Rücken.

1.4 Lumbalpunktion



Lagerung in Seitenlage bei Säuglingen (a) und sitzender Position bei älteren Kindern (b). Die Punktionsnadel wird leicht nach oben gerichtet eingeführt (c).

(Kreckmann M., Fallbuch Pädiatrie, 2. Auflage, Thieme; 2008)

1.4 Lumbalpunktion

1.3.4 Knochenmarkpunktion

Die Knochenmarkpunktion ist indiziert bei V. a. maligne hämatologische Erkrankungen, Stadieneinteilung bzw. Staging bei Tumorerkrankungen sowie selten bei V. a. Stoffwechselerkrankungen (z. B. Nachweis von Speicherzellen).

Bei der Entnahme von Knochenmark unterscheidet man 2 Methoden: die Knochenmarkaspiration und die Ausstanzung eines Markzylinders. Bei der **Knochenmarkaspiration** wird das entnommene Blut durchflusszytometrisch und mikroskopisch auf die Zellzusammensetzung und das Vorliegen maligner Zellen untersucht. Bei der **Ausstanzung eines Markzylinders** erhält man zusätzlich Aussagen über die Zellstruktur eines Tumors. Die Entnahme (in Narkose) erfolgt unter sterilen Bedingungen entweder aus dem Beckenkamm oder bei kleinen Säuglingen aus der Tibia.

1.3.4 Knochenmarkpunktion

Indikationen sind: V. a. maligne hämatologische Erkrankungen, Stadieneinteilung/Staging bei Tumorerkrankungen, V. a. Stoffwechselerkrankungen.

Es gibt 2 Methoden: Die **Knochenmarkaspiration** (Zellzusammensetzung und Vorliegen maligner Zellen) und die **Ausstanzung eines Markzylinders** (Zellstruktur des Tumors).

1.4 Bildgebende Diagnostik

1.4.1 Untersuchungsverfahren

► Merke.

Verfahren mit ionisierenden Strahlen

Grundlagen

Strahlenexposition: je geringer das Lebensalter, desto höher das Risiko einer letalen Krebserkrankung.

Strahlenschutz: Der Radiologe ist durch die Röntgenverordnung verpflichtet zu prüfen, ob die angeforderte Untersuchung die gewünschte Information liefern kann und ob alternativ ein Verfahren ohne ionisierende Strahlen mit gleicher diagnostischer Aussage einsetzbar ist.

Zudem gilt stets das sog. **ALARA-Prinzip** (as low as reasonably achievable), das durch folgende Strahlenschutzmaßnahmen gewährleistet wird:

- hochempfindliche **Film-Folien-Kombination**
- **Anzahl der Aufnahmen** möglichst minimieren, keine Seitenvergleichsaufnahmen
- **kein Streustrahlenraster** bis zum 10. Lj. bzw. 25 kg
- **Gonadenschutz**
- **Einblendung** streng auf Untersuchungsorgan begrenzen
- **Zusatzfilterung** des Röntgenstrahlers
- **Röntgenstrahler** müssen so ausgerüstet sein, dass sie für jede Untersuchung das Dosisflächenprodukt unmittelbar messen können. Dieses ist jeweils für jeden Patienten und jede seiner Aufnahmen dokumentationspflichtig.

► Merke.

1.4 Bildgebende Diagnostik

B. Stöver

1.4.1 Untersuchungsverfahren

Die bildgebende Diagnostik, d. h. die Darstellung von Organen und Organsystemen, bedient sich unterschiedlicher Verfahren:

- Verfahren **mit ionisierenden Strahlen:** Röntgendiagnostik (einschließlich Durchleuchtung), Computertomografie (CT) und nuklearmedizinische Verfahren
- Verfahren **ohne ionisierende Strahlen:** Ultraschall (Sonografie) und Magnetresonanztomografie (MRT).

► Merke.

In der bildgebenden Diagnostik des Kindesalters sind die Untersuchungsverfahren ohne ionisierende Strahlen stets vorrangig anzuwenden; diese können Untersuchungen mit ionisierenden Strahlen teilweise vollständig ersetzen.

Verfahren mit ionisierenden Strahlen

Grundlagen

Strahlenexposition: Jede Untersuchung mit ionisierenden Strahlen ist mit einem Risiko verbunden. Das Risiko, nach Jahren eine letale (d. h. tödlich endende) Krebserkrankung zu erleiden, ist umso größer, je jünger der Patient zum Zeitpunkt der Strahlenexposition ist.

Strahlenschutz: Jede Untersuchung beim Kind unterliegt – wie auch beim Erwachsenen – der strengen Anwendung der **rechtfertigenden Indikation** entsprechend § 23 der Röntgenverordnung. Diese verpflichtet den Radiologen zu überprüfen, ob die angeforderte Untersuchung die gewünschte Information liefern kann oder ob ein Verfahren ohne ionisierende Strahlen mit gleicher diagnostischer Aussage alternativ einsetzbar ist.

Zudem gilt stets das sog. **ALARA-Prinzip** (as low as reasonably achievable). Um die Strahlenexposition so niedrig wie diagnostisch möglich zu halten, sind folgende Strahlenschutzmaßnahmen in der Kinderradiologie obligat:

- Verwendung von **Film-Folien-Kombination** der Empfindlichkeitsklasse 400 oder höher. Bei der digitalen Radiografie müssen die Expositionswerte der Empfindlichkeitsklasse von 400 entsprechen.
- Die **Anzahl der Aufnahmen** ist, wo immer möglich, zu limitieren (s. Thorax). Seitenvergleichsaufnahmen sind obsolet.
- Bis zum Alter von 8–10 Jahren bzw. 25 kg Körpergewicht ist **kein Streustrahlenraster** einzusetzen.
- **Gonadenschutz**
- Die **Einblendung** ist streng auf das zu untersuchende Organ zu begrenzen.
- **Zusatzfilterung** des Röntgenstrahlers mit Aluminium und Kupfer.
- Die **Röntgenstrahler** müssen so ausgerüstet sein, dass sie für jede Untersuchung das Dosisflächenprodukt unmittelbar messen können. Dieses ist für jeden Patienten und jede seiner Aufnahmen dokumentationspflichtig.

Werden diese Vorgaben eingehalten, können die für den Erwachsenen effektiven Dosen weit unterschritten werden, dies gilt insbesondere bei CT-Untersuchungen (Tab. 1.6). Dosisprotokolle für das Kind erreichen eine Reduktion um 50–70%.

► Merke.

CT-Untersuchungen sind im Vergleich zu Röntgenaufnahmen der gleichen Körperregion mit einer wesentlich höheren Strahlenexposition verbunden (Tab. 1.6). Auch **Durchleuchtung**untersuchungen sind strahlenbelastender als Nativaufnahmen und erfordern – wie die CT – eine besonders strenge Indikationsstellung.

1.6 Effektive Dosen durch medizinische Strahlenexposition beim Erwachsenen

Untersuchung	typische effektive Dosis (mSv)	Anzahl Thorax-Röntgenaufnahmen bis zur vergleichbaren Exposition	approximativer Zeitraum natürlicher Exposition bis zur vergleichbaren Exposition
Röntgenaufnahme			
Thorax p.-a. (einzelne Aufnahme)	0,04	0,4	7 Tage
BWS	0,7	7	4 Monate
LWS	1,3	13	7 Monate
Becken	0,7	7	4 Monate
Abdomen	1,0	10	6 Monate
CT			
Kopf	2,3	23	1,1 Jahr
Thorax	8	80	3,8 Jahre
Abdomen/Becken	10	100	4,8 Jahre
Nuklearmedizin			
Skelettszintigramm (^{99m}Tc -Phosphonat)	2,9	29	1,4 Jahre
PET (200 MBq ^{18}F -FDG)	3,8	38	1,8 Jahre

(Tc = Technetium, FDG = Fluorodesoxyglukose, MBq = Megabecquerel, mSv = Millisievert)
(nach Strahlenschutzkommission [SSK]: Orientierungshilfen für bildgebende Untersuchungen. 2.Aufl. Hoffmann; 2011)

Röntgendiagnostik

Indikationen: Röntgenuntersuchungen haben trotz Verfügbarkeit anderer Verfahren ohne Strahlenbelastung weiterhin einen wichtigen Stellenwert bei der initialen Diagnostik, insbesondere von Erkrankungen des **Thorax** bzw. der **Lungen** und des **Skeletts**, zunehmend seltener von Erkrankungen des unteren Harntrakts und Gastrointestinaltrakts. Obwohl die Bildqualität der konventionellen Diagnostik durch die digitale Radiografie noch nicht erreicht werden kann, ist die digitale Radiografie wegen der Einbindung aller Daten in den Netzwerken inzwischen unabdingbar geworden.

Durchleuchtungsuntersuchungen

Strahlenexposition und Strahlenschutz: Eine Durchleuchtungsuntersuchung ist beim Kind an Geräten mit **digitaler** und **gepulster** Durchleuchtung durchzuführen. Die Strahlenexposition kann hiermit auf etwa 30% und darunter gesenkt werden. Wichtig sind weiterhin kurze Durchleuchtungszeiten, strenge Einblendungen und wenn möglich ein Rundum-Bleischschutz am Körperstamm aller Organe, die nicht im Strahlenfeld liegen werden. Elektronische Vergrößerungen während der Durchleuchtung sollten möglichst vermieden werden, da diese die Dosis erheblich erhöhen. Das Streustrahlenraster ist auch bei der Durchleuchtung nur bei Kindern über 30 kg Körpergewicht oder bei speziellen Fragestellungen (z. B. Fisteldarstellung) einzusetzen.

Indikationen: Durchleuchtungsuntersuchungen werden bei der Diagnostik einer **vesikourethralen Refluxkrankheit** (MCU = Miktionszystourethrografie) und bei speziellen gastrointestinalen Fragestellungen durchgeführt.

Computertomografie (CT)

Strahlenexposition und Strahlenschutz: Für Kinder sind aufgrund der hohen Strahlenexposition der CT spezielle Untersuchungsprotokolle entwickelt worden, die gerätespezifisch sein müssen und eine gute Bildqualität bei möglichst geringer Strahlendosis gewährleisten. Zudem können Ultra-low-Dose-Untersuchungen bei vielen Fragestellungen ausreichend sein. Sind Kontrastmittelgestützte Untersuchungen erforderlich, so muss vor der Untersuchung geklärt werden, ob eine Nativuntersuchung (ohne Kontrastmittel), die eine zusätzliche Strahlenexposition bedeuten würde, überhaupt notwendig ist. Wegen der unterschiedlichen Kreislaufzeiten beim

Röntgendiagnostik

Indikationen: Vor allem zur initialen Diagnostik von Thorax/Lungen und Skelett, zunehmend seltener unterer Harntrakt und Gastrointestinaltrakt.

Durchleuchtungsuntersuchungen

Strahlenexposition und Strahlenschutz: Durch den Einsatz von Geräten mit **digitaler** und **gepulster** Durchleuchtung kann die Strahlenexposition gesenkt werden. Wichtig sind weiterhin kurze Durchleuchtungszeiten und strenge Einblendungen.

Indikationen: Vesikourethrale Refluxkrankheit und gastrointestinale Fragestellungen.

Computertomografie (CT)

Strahlenexposition und Strahlenschutz: Für Kinder sind aufgrund der hohen Strahlenexposition spezielle Untersuchungsprotokolle entwickelt worden. Ist für die Untersuchung eine Kontrastmittelgabe erforderlich, ist zu überprüfen, ob ggf. auf die Nativuntersuchung verzichtet werden kann.

Indikationen: Traumadiagnostik (Schädel-Hirn-Trauma, Gesichtsschädelfrakturen, Polytrauma mit Wirbelsäulen- und Beckenbeteiligung, komplexe Frakturen) und spezielle **Lungenerkrankungen**.

Nuklearmedizinische Untersuchung

Methoden und Indikationen:

- Skelettszintigrafie: bei malignen Knochentumoren, evtl. bei entzündlichen Knochenkrankungen
- MIBG-Szintigrafie: bei Neuroblastom, Phäochromozytom
- Meckel-Divertikel-Szintigrafie
- Choleszintigrafie: DD Gallengangsatriesie – neonatale Hepatitis
- Nierenfunktionsszintigrafie: bei eingeschränkter Nierenfunktion
- PET: z. B. bei Morbus Hodgkin und Non-Hodgkin-Lymphom, Sarkom, Neuroblastom, ZNS Tumore

Verfahren ohne ionisierende Strahlen

Ultraschall (Sonografie)

Die Ultraschalldiagnostik hat heute einen **großen diagnostischen Stellenwert** bei Kindern. Entscheidend ist jedoch, dass der Untersucher über eine erhebliche **Erfahrung** verfügen muss.

Indikationen: Untersuchung von ZNS (Neugeborenenalter), Weichteilen, Schilddrüse, Thoraxwand, Lungeninfiltrat/Abszess, Pleuraerguss und Abdomen. Screening-Untersuchung zum Ausschluss einer Hüftgelenkdysplasie bis zur 6. Lebenswoche.

Kind müssen hinsichtlich der Kontrastmittelgabe ebenfalls spezielle Protokolle berücksichtigt werden.

Indikationen: Aufgrund der hohen Strahlenexposition ist die Niedrigdosis-CT beim Kind bei speziellen Fragenstellungen im Rahmen der **Traumadiagnostik** (Schädel-Hirn-Trauma, Gesichtsschädelfrakturen, Polytrauma mit Wirbelsäulen- und Beckenbeteiligung, komplexe Frakturen) sowie bei speziellen **Lungenerkrankungen** (interstitiell/alveolär) indiziert.

Nuklearmedizinische Untersuchung

Die nuklearmedizinischen Untersuchungen bedienen sich der Messung der Aktivitätsverteilung eines i. v. injizierten Radionuklids, dessen Aktivität im Körper mittels Gammakamera gemessen wird. Die Menge des applizierten Nuklids richtet sich nach dem Körpergewicht des Kindes (ist also geringer als beim Erwachsenen).

Methoden und Indikationen:

- **Skelettszintigrafie:** Die Messung der Osteoblastenaktivität mittels ^{99m}Tc -MDP (Methylen-diphosphonat) ist insbesondere bei malignen Knochentumoren und seltener bei entzündlichen Knochenkrankungen indiziert.
- **MIBG-Szintigrafie:** ^{123}I -Meta-iod-benzyl-guanidin, ein Katecholamin-Analogon, kommt als initiale und Verlaufsdagnostik bei Patienten mit **Neuroblastom** und **Phäochromozytom** zum Einsatz.
- **Meckel-Divertikel-Szintigrafie:** ^{99m}Tc -Pertechnetat wird zum Nachweis eines **Meckel-Divertikels** bzw. seines Anteils ektopter Magenschleimhaut dann eingesetzt, wenn das Meckel-Divertikel sonografisch nicht zweifelsfrei nachweisbar ist.
- **Choleszintigrafie:** ^{99m}Tc -Iminodiacetat dient der Differenzialdiagnose von **Gallengangsatriesie** und **neonataler Hepatitis**: Ist nach Stimulation der Gallenexkretion nach 24 h kein Austritt in das Gastrointestinalsystem nachweisbar, ist die Gallengangsatriesie bewiesen.
- **Nierenfunktionsszintigrafie:** ^{99m}Tc -Mercapto-Acetyl-Triglycin (MAG3) wird bei v. a. Einschränkung der Nierenfunktion jenseits der 6. Lebenswoche eingesetzt. Gemessen werden Anflutungsphase (30 s), Sekretionsphase und Exkretionsphase (nach 120 s).
- **Positronenemissionsszintigrafie (PET):** ^{18}F -FDG (Fluorodesoxyglukose) ist ein Glukoseanalogon und macht die erhöhte Glukoseaufnahme in Tumoren sichtbar. Wichtigste Indikationen sind **Morbus Hodgkin** und das **Non-Hodgkin-Lymphom, Sarkome**. Für **Neuroblastome** sowie für die **ZNS-Tumoren** stehen **andere Tracer** zur Verfügung. In der Kombination mit der CT (sog. PET-CT) kann eine bessere Lokalisation des Tumors oder der Metastase erfolgen. Die hohe Strahlenexposition ist deshalb auch beim Kind zu rechtfertigen, weil im Rahmen des Therapiemonitorings ein nicht mehr vitaler Tumor erkannt und das Therapieregime ggf. geändert werden kann (u. U. einschließlich der Strahlentherapie).

Verfahren ohne ionisierende Strahlen

Ultraschall (Sonografie)

Die Sonografie hat heute einen **großen diagnostischen Stellenwert** bei Kindern, mit einer inzwischen hohen diagnostischen Information bei fehlender Strahlenbelastung. Die Untersuchung ist zudem schnell verfügbar und durchzuführen und kann bereits pränatal sowie im Früh- und Neugeborenenalter eingesetzt werden. Zahlreiche Diagnosen benötigen zusätzlich zur Sonografie keine weitere Bildgebung. Entscheidend ist jedoch, dass der durchführende Untersucher über eine erhebliche **Erfahrung** verfügen muss, um die Pathologie aller Organsysteme erfassen zu können.

Indikationen: Die Sonografie ist vielfältig einsetzbar. Sie eignet sich zur Untersuchung der Weichteile, der Schilddrüse und des gesamten Abdomens, zudem bei Thoraxwandveränderungen sowie pulmonalen Infiltraten, Lungenabszessen und beim Pleuraerguss. Im Neugeborenenalter und beim jungen Säugling ist aufgrund der noch offenen großen Fontanelle auch eine Untersuchung des ZNS möglich. Darüber hinaus wird die Sonografie als Screening-Untersuchung zum Ausschluss einer Hüftgelenkdysplasie bis zur 6. Lebenswoche eingesetzt.

Die **farbkodierte Duplex-Sonografie (FKDS)** stellt die Perfusion von parenchymatösen Organen und Organtumoren dar. Auch Fehlbildungen im Gefäßsystem sind damit gut zu erkennen. Die FKDS ist in der Transplantationsmedizin (v. a. Nierentransplantationen) ein wichtiger Bestandteil der Verlaufsdagnostik. Eine breite Anwendung findet sie auch in der Herzdiagnostik (Echokardiografie).

Neuere Geräteentwicklungen ermöglichen eine **Elastografie**, d.h. die Untersuchung der vorhandenen bzw. fehlenden Elastizität von Geweben.

Spezielle Ultraschallkontrastmittel dienen der Darstellung der Perfusion, z. B. fokaler Läsionen. Beim Kind wird die **kontrastmittelgestützte Sonografie** insbesondere zur Darstellung der **Urodynamik** eingesetzt und zunehmend auch bei Leberläsionen.

Die **Echokardiografie**, die *pränatal* kardiovaskuläre Anomalien d.h., intrakardiale Shunts, Anomalien der großen Gefäße sowie komplexe Herzfehler erkennt, dient primär der Einschätzung der Prognose bzw. der Planung postnatal erforderlicher therapeutischer Maßnahmen.

Postnatal ist sie die Untersuchungsmethode der ersten Wahl aller morphologischen und funktionellen Veränderungen angeborener und erworbener Herzerkrankungen einschließlich FKDS, 3D und Gewebedoppler.

Kernspintomografie (MRT)

Die Vorteile der MRT sind zum einen die fehlende Strahlenexposition und zum anderen die Möglichkeit, Bilder in allen 3 Raumebenen insbesondere in frei wählbaren Schnittebenen anzufertigen. Einziger Nachteil der MRT ist Anfälligkeit für **Bewegungsartefakte**. Daher ist bei Kindern in den ersten Lebensjahren eine **Sedierung** oder eine Anästhesie notwendig.

Indikationen: Die MRT ist ein vielfältig einsetzbares Verfahren. Sie wird insbesondere zur Untersuchung des gesamten ZNS eingesetzt, ist aber auch gut zur Darstellung des Mediastinums, des Herzens, des Abdomens sowie des muskuloskelettalen System geeignet. Zusätzliche Möglichkeiten sind die **MR-Angiografie** (arteriell und venös) sowie **MR-Spektroskopie**.

Wird der Einsatz mehrerer Methoden mit oder ohne ionisierende Strahlen erforderlich, so ist deren **Reihenfolge** entsprechend der zu erwartenden Diagnose festzulegen, um die diagnostische Information optimal zu erweitern (Abb. 1.5).

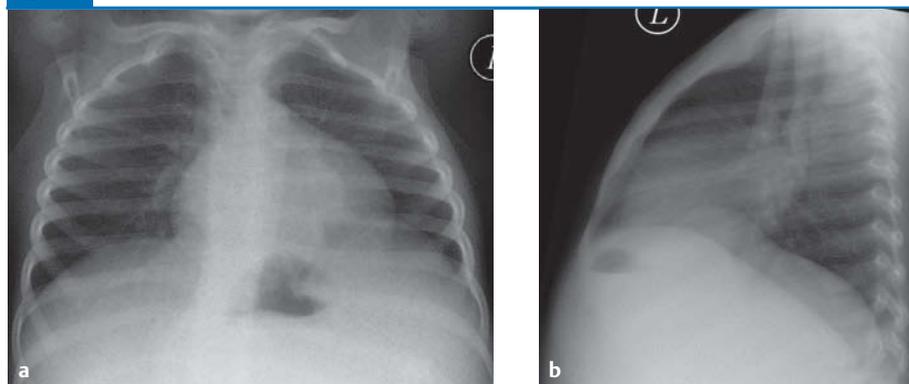
Indikationen der **farbkodierten Duplex-Sonografie (FKDS)** sind: parenchymatöse Organtumoren, Fehlbildungen im Gefäßsystem, Kontrolle von Nierentransplantationen, Herzdiagnostik (Echokardiografie).

Kernspintomografie (MRT)

Die MRT ermöglicht Bilder in allen 3 Raumebenen in frei wählbaren Schnittebenen. Zur Vermeidung von **Bewegungsartefakten** ist bei Kindern in den ersten Lebensjahren eine **Sedierung** oder eine Anästhesie erforderlich.

Indikationen: Vielseitiges Verfahren zur Darstellung von: ZNS, Mediastinum, Herz, Abdomen, muskuloskeletalem System (Abb. 1.5). Zusätzliche Möglichkeiten: **MR-Angiografie** und **MR-Spektroskopie**.

1.5 2-jähriges Mädchen mit Neuroblastom



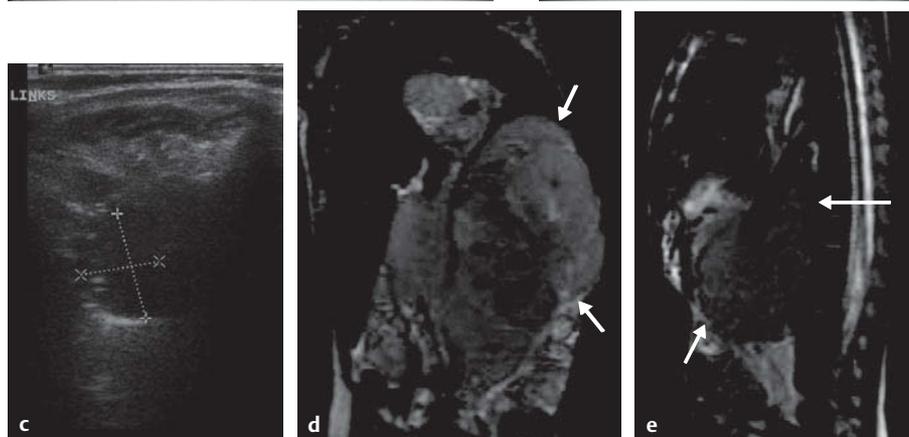
a Thoraxröntgenaufnahme a.-p.: In Projektion auf den Herzschatten links paravertebral irregulär begrenzte Verdichtung als Hinweis auf eine Raumforderung dorsal.

b Thoraxröntgenaufnahme seitlich: Hier liegt die Raumforderung zwar dorsal, jedoch nicht eindeutig intrapulmonal.

c Sonografie thorakal links: Der Tumor enthält solide ebenso wie zystische Areale und ist in seiner Größe nur partiell dargestellt.

d MRT, koronare HASTE-Sequenz (T2w): Der intrathorakal gelegene Anteil ist gering, verglichen mit dem ausgedehnten intraabdominellen Tumor, der die Mittellinie überschreitet und verdrängend wächst.

e MRT, sagittale HASTE-Sequenz: Die überwiegend solide Raumforderung verdrängt die Gefäße und wächst dorsal nach intrathorakal ein.



1.4.2 Klinische Fragestellung und Aussage der Bildgebung

Thorax

Methodenwahl

Nativ-Röntgenaufnahme: Methode der 1. Wahl. Sie wird bis zum 4. Lebensjahr in **a.-p.-** und ab dem 4. Lebensjahr in **p.-a.-Projektion** durchgeführt.

Bei V. a. **Fremdkörperaspiration** erfolgt ggf. eine Aufnahme in **In-** und **Expiration**.

Bei V. a. **Pneumonie** wird zunächst nur in **einer Ebene** (a.-p./p.-a.) geröntgt und auf eine seitliche Thoraxaufnahme verzichtet (Abb. 1.6a). **Zwei Ebenen** sind z. B. zum Ausschluss von **Metastasen** (zusätzlich CT) und unklaren a.-p./p.-a.-Aufnahmen indiziert.

CT: Sie ist bei **onkologischen Erkrankungen** mit möglicher Lungenmetastasierung erforderlich. Bei Morbus Hodgkin bzw. anderen Lymphomen wird sie mit einer PET-Untersuchung kombiniert (**PET-CT**, Abb. 1.7). Im Einzelfall kann die CT auch bei **Parenchym-** bzw. **Lungengerüsterkrankungen** indiziert sein.

Video 1.4

1.4.2 Klinische Fragestellung und Aussage der Bildgebung

Thorax

Methodenwahl

Nativ-Röntgenaufnahme: Sie ist **Methode der 1. Wahl** zur Darstellung der Thoraxorgane und wird heute vorwiegend digital erstellt. Die Nativaufnahme erfasst die Belüftungs- bzw. Ventilationsstörungen der Lunge. Zudem können in der a.-p.-Projektion auch das Mediastinum, das Zwerchfell, der Schultergürtel, das Thoraxskelett einschließlich der Wirbelsäule beurteilt werden. In Abhängigkeit vom Alter des Kindes finden verschiedene Aufnahmetechniken Anwendung. Die Thoraxübersichtsaufnahme beim jungen Säugling erfolgt im Hängen in a.-p.-Projektion. Wegen der besseren Kooperation des Kindes erfolgt die Thoraxübersichtsaufnahme bis zum 4. Lebensjahr in aufrechter (ggf. sitzender) Position in **a.-p.-Projektion**, ab dem 4. Lebensjahr wird sie in **p.-a.-Projektion** durchgeführt. Schwer kranke Kinder werden im Liegen geröntgt (a.-p.-Projektion) (**Video 1.4**).

Bei V. a. **Fremdkörperaspiration** (S. 350) wird ggf. eine Aufnahme in **In-** und **Expiration** durchgeführt, um eine Mediastinalverlagerung bzw. den Ventilmechanismus erkennen zu können.

Bei der häufigen klinischen Verdachtsdiagnose **Pneumonie** wird zunächst nur in **einer Ebene** (a.-p./p.-a.) geröntgt und auf eine seitliche Thoraxaufnahme verzichtet; in den meisten Fällen reicht dies zur Diagnosestellung aus (Abb. 1.6a). Aufnahmen in **zwei Ebenen** sind erforderlich z. B. zum Ausschluss von **Metastasen** (zusätzlich noch CT) und bei unklaren Befunden auf a.-p./p.-a.-Aufnahmen.

CT: CT-Untersuchungen sind bei **onkologischen Erkrankungen** mit möglicher Metastasierung in die Lunge erforderlich. Bei bestimmten Erkrankungen, wie z. B. Morbus Hodgkin bzw. anderen Lymphomen, wird die PET-Untersuchung ergänzend zur CT zur Darstellung anatomischer und morphologischer Veränderungen eingesetzt (sog. **PET-CT**, Abb. 1.7). Bei **Parenchym-** bzw. **Lungengerüsterkrankungen** sowie beim Lungenumbau kann im Einzelfall eine CT notwendig werden.

Video 1.4 Röntgenaufnahme im Hängen bei einem Säugling

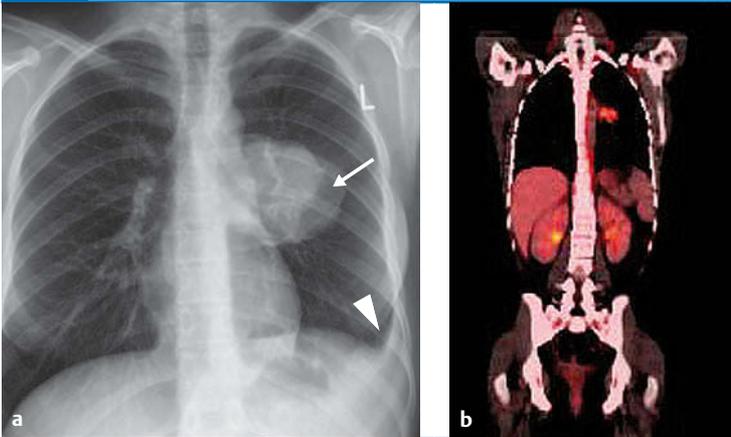


1.6 6-jähriger Junge mit Pleuropneumonie



- a Thorax a.-p.** im Liegen: Das rechte Zwerchfell ist nicht abgrenzbar aufgrund einer vorwiegend homogenen Verschattung rechts basal mit ansteigender Ergussformation.
- b Sonografie:** Angrenzend an den Erguss ist ein zusätzliches pneumonisches Infiltrat nachweisbar.

1.7 12-jähriges Mädchen mit Morbus Hodgkin



- a Thorax p.-a.:** Vom Hilus links nicht abgrenzbare, runde weichteildichte Formation (Pfeil), zentral dichter als peripher. Zusätzlich geringer Erguss basal links (Pfeilspitze).
- b FDG-PET-CT:** Gesteigerter Glukosestoffwechsel in der bekannten Raumforderung. Basal links ebenfalls weniger stoffwechselaktive Areale (fraglich entzündlicher Genese). Keine Glukosestoffwechselsteigerung in thorakalen oder abdominalen Lymphknoten.

Sonografie: Die thorakale Sonografie wird außerhalb der kardiologischen Indikationen (S.356) bei speziellen Fragestellungen durchgeführt wie **Pleuraerguss** (Abb. 1.6b), angrenzende **Pneumonien** oder Abszesse, die auf der Thoraxübersichtsaufnahme erkennbar sind, sowie Beurteilung der **Zwerchfellbeweglichkeit**. Auch Prozesse der Thoraxwand können erfasst werden, bedürfen jedoch in der Regel zusätzlicher Untersuchungen (z. B. CT oder MRT).

MRT: Der Einsatz der MRT im Thorakalbereich ist abgesehen von kardiologischen Fragestellungen (S.356) begrenzt und derzeit bei **mediastinalen Prozessen** oder Raumforderungen zur Verlaufskontrolle indiziert. Das unzureichende Signal-zu-Rausch-Verhältnis im Bereich der Lungen erlaubt noch keinen zuverlässigen Einsatz bei Metastasensuche.

Erkrankungen

Lungenfehlbildungen, z. B. zystische Fehlbildungen (S.324) oder Lungensequester, werden häufig bereits intrauterin festgestellt und postnatal mittels Sonografie und Röntgenuntersuchungen sowie evtl. MRT bestätigt. Die Differenzierung des Lungensequesters bzw. dessen arterielle Versorgung/venöse Drainage gelingt mittels MRT mit MR-Angiografie.

Mediastinale Fehlbildungen und Tumoren (Tab. 1.7) werden initial durch die Röntgenuntersuchung detektiert und durch die MRT bzw. PET-CT weiter diagnostiziert.

Sonografie: Durchführung bei speziellen Fragestellungen: z. B. **Pleuraerguss** (Abb. 1.6b), angrenzende **Pneumonie** oder Abszess, Beurteilung der **Zwerchfellbeweglichkeit**; kardiologische Indikationen (S. 356).

MRT: Sie ist bei **mediastinalen Raumforderungen** zur Verlaufskontrolle indiziert.

Erkrankungen

Lungenfehlbildungen, z. B. zystische Fehlbildungen oder Lungensequester (S. 324), werden postnatal mittels Sonografie und Röntgenuntersuchungen sowie evtl. MRT diagnostiziert.

Mediastinale Fehlbildungen und Tumoren (Tab. 1.7) werden mittels Röntgen sowie MRT bzw. PET-CT diagnostiziert.

1.7 Typische Lokalisationen von mediastinalen Fehlbildungen und Tumoren

Lokalisation	Fehlbildung
vorderes Mediastinum	Thymustumoren, dysontogenetische Tumoren, Herztumoren (Myxome oder Rhabdomyosarkome)
mittleres Mediastinum	bronchogene Zysten, Lymphome
hinteres Mediastinum	Neuroblastome, Magen-Darm-Duplikaturen

Vaskuläre Fehlbildungen werden mit Sonografie, MR-Angiografie sowie evtl. KM-CT dargestellt. Die Herzkatheteruntersuchung ist insbesondere dann die Methode der Wahl, wenn interventionelle Korrekturen möglich sind.

Postoperative Kontrollen eines angeborenen und korrigierten **Herzfehlers** lassen sich mittels MRT durchführen. Zur Diagnostik von Herzfehlern (S.355).

Bei V.a. **Frakturen des Thoraxskeletts** wird zunächst eine Nativ-Röntgenuntersuchung angefertigt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass frische Rippenfrakturen ohne Dislokation der Übersichtsaufnahme entgehen können.

Auch bei V.a. **Tumoren, die vom knöchernen Thorax ausgehen** (z. B. Askin-Tumor, Ewing-Sarkom), wird primär eine Röntgenuntersuchung und zur weiterführenden Diagnostik eine CT durchgeführt.

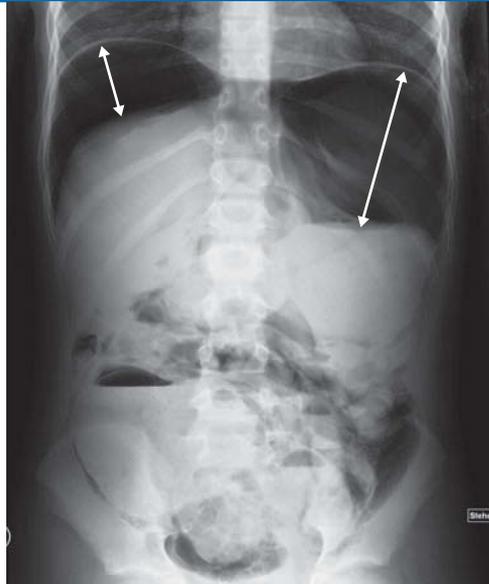
Vaskuläre Fehlbildungen werden mit Sonografie, MRA sowie evtl. KM-CT dargestellt.

Herzfehler können postoperativ mittels MRT kontrolliert werden.

Bei V. a. **Frakturen** oder **Tumoren des Thoraxskeletts** wird primär eine Röntgenuntersuchung durchgeführt.

1.8

1.8 15-jähriger Junge mit V. a. Darmperforation bei Morbus Crohn



Nativaufnahme des Abdomen im Stehen: Ausgedehnte freie Luft subdiaphragmal beidseits (links ausgeprägter als rechts, Pfeile), zusätzlich intraperitoneal. Spiegelbildungen im Mittelbauch. Eine zusätzliche Aufnahme in Seitenlage ist aufgrund der eindeutigen Diagnose (freie Luft) nicht erforderlich.

Abdomen

Methodenwahl

Sonografie: Methode der ersten Wahl. Darstellung von Veränderungen parenchymatöser Organe, Fehlbildungen, entzündliche Erkrankungen und Tumoren.

Nativ-Röntgenaufnahme: Sie ist bei der Fragestellung **Ileus mit Perforation** erforderlich und wird *entweder* nur a.–p. aufrecht (Abb. 1.8) oder a.–p. liegend und dann zusätzlich a.–p. in linker Seitenlage durchgeführt.

Erkrankungen

Gastrointestinaltrakt

Fehlbildungen wie **Ösophagusatresie** oder **Zwerchfellhernie** sind häufig bereits intrauterin im Ultraschall erkennbar. Postnatal wird die Diagnose mittels einer Thorax- (S. 36) und Abdomenübersichtsaufnahme (S. 38) gesichert. **Analatresien** sind intrauterin nicht darzustellen und können erst postnatal mittels Sonografie diagnostiziert werden.

► Merke.

Bei V. a. einen **Ileus** wird die Diagnose primär mittels Sonografie gestellt. Zum Ausschluss einer Perforation sollte präoperativ eine Abdomenübersichtsaufnahme durchgeführt werden.

Abdomen

Methodenwahl

Sonografie: Die Sonografie ist **Methode der ersten Wahl** bei der Untersuchung des Abdomens im Kindesalter. Sie erkennt Fehlbildungen, entzündliche Erkrankungen, Leberläsionen und Tumoren der parenchymatösen Organe sowie Lymphome oder Neuroblastome.

Nativ-Röntgenaufnahme: Bei der Fragestellung **Ileus mit Perforation** ist eine Abdomen-nativaufnahme erforderlich. Sie wird *entweder* nur a.–p. in aufrechter Position (Abb. 1.8) oder a.–p. im Liegen und dann zusätzlich a.–p. in linker Seitenlage durchgeführt.

Erkrankungen

Gastrointestinaltrakt

Fehlbildungen des Gastrointestinaltraktes sind mit Ausnahme der Analatresie intrauterin im Ultraschall erkennbar. So fällt z.B. eine **Ösophagusatresie** pränatal durch ein Polyhydramnion (pathologische Vermehrung des Fruchtwassers) auf. Die angeborene **Zwerchfellhernie** ist an einer Verlagerung der abdominellen Organe in den Thoraxbereich erkennbar und muss zusätzlich pränatal mittels MRT untersucht werden, um mithilfe der errechneten Lungenvolumina ggf. notwendige spezielle postnatale Behandlungen bereits in utero in die Wege leiten zu können (extrakorporale Membranoxygenierung = ECMO). Postnatal wird die Diagnose dieser Fehlbildungen mittels einer Thorax- (S. 36) und Abdomenübersichtsaufnahme (S. 38) gesichert.

► Merke. Die pränatale Diagnose einer Fehlbildung ist für die Prognose des Kindes bedeutsam, da rechtzeitig postnatale therapeutische Strategien festgelegt werden können.

Die **Analatresien** sind intrauterin nicht darzustellen. Die Kinder fallen erst postnatal durch das Fehlen des Anus auf und können dann mittels Sonografie weiter diagnostiziert werden. Häufig vorliegende rektovesikale Fisteln müssen mittels Miktionszysturethrografie (MCU) ausgeschlossen werden (s. Abb. 14.13).

Bei erworbenen Erkrankungen mit V. a. das Vorliegen eines **Ileus** ist die Sonografie die primäre Untersuchungsmethode. Sie kann zwischen mechanischem und paralytischem Ileus differenzieren. Zum Ausschluss einer Perforation sollte präoperativ zusätzlich eine Abdomenübersichtsaufnahme (S. 38) entweder a.–p. aufrecht oder a.–p. liegend und zusätzlich a.–p. in linker Seitenlage durchgeführt werden. Bei un-

klarem Passagehindernis (z. B. V. a. ein Mekonium-Pfropf-Syndrom) oder nach Anlage einer Ableitung infolge eines Passagehindernisses erfolgt eine Durchleuchtungsuntersuchung mit Kontrastmittel.

Entzündliche Veränderungen wie **Morbus Crohn** oder **Colitis ulcerosa** werden endoskopisch diagnostiziert und im Verlauf mithilfe der Sonografie kontrolliert. Eine Selink-MRT des Dünndarms oder eine Hydro-MRT des Kolons mit KM erfassen das Ausmaß der befallenen Darmabschnitte sowie Stenosen. Entstehen Komplikationen wie Fisteln, Abszesse oder Stenosen, ist eine MRT unbedingt erforderlich.

Abdomentumoren werden mittels Sonografie und zusätzlich in größeren Intervallen mit der MRT, die insbesondere das Ansprechen auf die Therapie erfasst, untersucht.

Stumpfes Bauchtrauma

Im Gegensatz zu Erwachsenen werden Kinder mit Polytrauma, bei denen keine Wirbelsäulen- oder Beckenverletzung zu vermuten ist, primär mittels Sonografie untersucht. Diese Methode ist einschließlich der Doppler-Sonografie zur Beurteilung der parenchymatösen Organe initial und im Verlauf in kurzem zeitlichen Intervall ausreichend. Ziel dieser Untersuchung ist die Erfassung bzw. der Ausschluss freier Flüssigkeit und einer Ruptur parenchymatöser Organe. Nur im Zweifelsfall wird zusätzlich eine CT durchgeführt (Abb. 1.9).

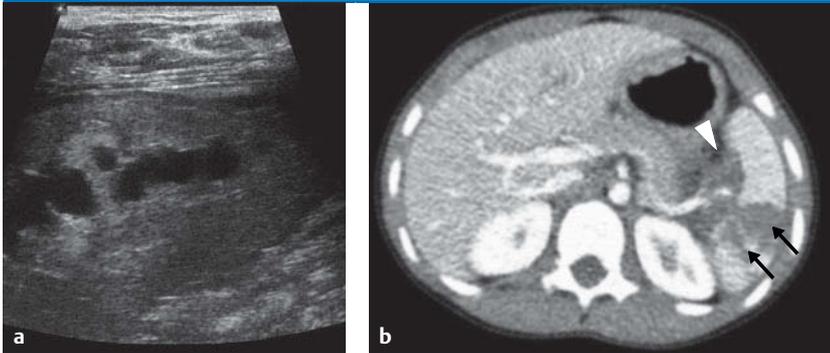
Morbus Crohn oder **Colitis ulcerosa** werden endoskopisch diagnostiziert und der Verlauf sonografisch kontrolliert. Bei Komplikationen (z. B. Fisteln, Abszesse, Stenosen) ist eine MRT erforderlich.

Abdomentumoren werden mittels Sonografie und zusätzlich MRT untersucht

Stumpfes Bauchtrauma

Bei Polytrauma ohne Wirbelsäulen- oder Beckenverletzung ist die Sonografie initial und im Verlauf zum Ausschluss freier Flüssigkeit und einer Ruptur parenchymatöser Organe ausreichend. Nur im Zweifelsfall wird zusätzlich eine CT durchgeführt (Abb. 1.9).

1.9 10-jähriges Mädchen mit Milzruptur



- a Sonografie:** Überwiegend zentral nachweisbare echofreie Areale innerhalb der Milz.
- b Low-dose-CT nach KM** bei klinischer Verschlechterung: Multiple Einrisse (hypodense Blutungen) innerhalb der Milz, dorsal sehr ausgeprägt (Pfeile). Noch wenig freie Flüssigkeit intraabdominell (Pfeilspitze).

Gefäßfehlbildungen

Ausgedehnte **Hämangiome** oder **Lymphangiome** im Bereich des Abdomens werden sonografisch vermutet und hinsichtlich ihrer Ausdehnung mithilfe der MRT dargestellt.

Bestehen klinische Zeichen einer **abdominellen Thrombose**, erfolgt die Untersuchung sonografisch bzw. duplexsonografisch. Eine MR-Angiografie kann angeschlossen werden.

Eine klinisch und sonografisch vermutete **Nierenarterienstenose** wird nur dann angiografisch untersucht, wenn gleichzeitig eine interventionelle Maßnahme geplant ist.

Hepatobiliäres System

Angeborene **Malformationen der Gallenwege** sind in der Mehrzahl der Fälle mit der Sonografie ausreichend abzuklären. Bei fraglichem Befund wird die MR-Cholangiopankreatikografie (MRCP) angeschlossen, die das gesamte Gallenwegssystem einschließlich des Ductus pancreaticus darstellen kann.

Bestehen klinisch die Zeichen einer **akuten Pankreatitis**, ist zunächst die Sonografie ausreichend. Im Verlauf, bei Komplikationen und zum Steinnachweis wird die MRT einschließlich MRCP angeschlossen. Gleiches gilt für erworbene Gallenwegserkrankungen wie z. B. für die primär sklerosierende Cholangitis (Abb. 1.10).

Alle **Pankreastumoren** erfordern zusätzlich zur Sonografie die Durchführung einer MRT.

Gefäßfehlbildungen

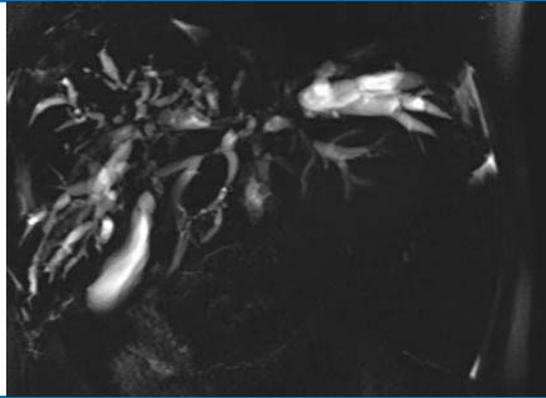
Hämangiome oder **Lymphangiome** werden sonografisch und mittels MRT diagnostiziert. Bei V. a. ein **abdominelle Thrombose** wird eine Sonografie bzw. Duplex-Sonografie durchgeführt. Bei sonografisch vermuteter **Nierenarterienstenose** erfolgt nur bei geplanter Intervention eine Angiografie.

Hepatobiliäres System

Angeborene **Malformationen der Gallenwege** sind in der Mehrzahl der Fälle mit der Sonografie und der MRCP ausreichend abzuklären. Bei V. a. eine **akute Pankreatitis** ist zunächst die Sonografie ausreichend; im Verlauf und bei Komplikationen wird die MRT inkl. MRCP angeschlossen, ebenso bei erworbenen Gallenwegserkrankungen wie der primär sklerosierenden Cholangitis (Abb. 1.10). Bei Pankreastumoren muss zusätzlich zur Sonografie eine MRT durchgeführt werden.

1.10

1.10 19-jähriges Mädchen mit primär sklerosierender Cholangitis



MRCP: Erhebliche Kaliberschwankungen sämtlicher intrahepatischer Gallenwege, Zustand nach Stent im linken D. hepaticus.

Urogenitaltrakt

Methodenwahl

Methode der 1. Wahl ist die **Sonografie**. Weiterführende Untersuchungen sind **Miktionszystourethrogramm** (Ausschluss VUR) und **MRT** (Tumoren).

Erkrankungen

Angeborene Fehlbildungen und **Tumoren** des Urogenitaltraktes werden in der Mehrzahl der Fälle bereits pränatal vermutet und postnatal durch die Sonografie bestätigt.

Bei **Refluxnephropathie** wird der Grad des VUR mittels MCU bestimmt; die Nierenschädigung ist sonografisch erfassbar.

Sind morphologische und funktionelle Untersuchung der **Harntransportstörung des oberen Harntraktes** erforderlich, wird die MRT bzw. dynamische MRT eingesetzt.

Fehlbildungen und **Tumoren des Genitaltraktes** (Abb. 1.11) werden mittels MRT erfasst.

Ein **Hodenhochstand** wird sonografisch abgeklärt.

Urogenitaltrakt

Methodenwahl

Methode der 1. Wahl ist die **Sonografie** zum Nachweis von Harntransportstörungen, Nierenparenchymerkrankungen oder Tumoren. Blasenveränderungen sind ebenso erkennbar wie solche der Ovarien oder des Uterus

Ein **Miktionszystourethrogramm (MCU)** erfolgt zum Ausschluss eines vesikoureteralen Refluxes (VUR). Tumoren des Urogenitaltraktes werden zusätzlich mittels **MRT** untersucht.

Erkrankungen

Angeborene Fehlbildungen und **Tumoren** des Urogenitaltraktes werden in der Mehrzahl der Fälle bereits pränatal vermutet und postnatal durch die Sonografie bestätigt. Der Wilms-Tumor (Nephroblastom), die häufigste Nierenneoplasie im Kindesalter, wird primär sonografisch und ergänzend mittels MRT untersucht (S.516). Die Diagnose muss durch die Bildgebung sichergestellt werden, da die präoperative Chemotherapie ohne Biopsie erfolgt.

Bei **Refluxnephropathie** wird der Grad des vesikoureteralen Refluxes (VUR) mittels Miktionszystourethrogramm (MCU) bestimmt. Eine bereits eingetretene Nierenschädigung (Verkleinerung oder Narbe) erkennt die Sonografie (S.34). Die Kontrastmittel-Sonografie wird zunehmend eingesetzt; sie ist insbesondere für Kontrolluntersuchungen geeignet.

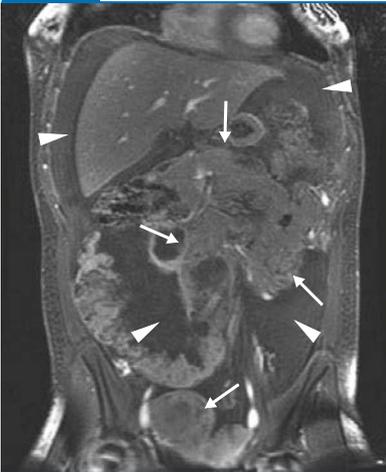
Für komplexe präoperative Fragestellungen, insbesondere bei postoperativen Komplikationen, ist das sonografische MCU mit Kontrastmittel nicht ausreichend, da es nicht alle morphologischen Veränderungen, sondern nur die Tatsache des Refluxes beschreibt.

Nur in den Fällen, in denen eine morphologische und u.U. funktionelle Untersuchung der **Harntransportstörung des oberen Harntraktes** erforderlich ist, wird die MRT eingesetzt, ggf. erweitert durch die dynamische MRT, die eine kombinierte Analyse von Morphologie und Funktion darstellen kann und ebenfalls ohne ionisierende Strahlen erfolgt.

Fehlbildungen und **Tumoren des Genitaltraktes**, die teilweise eine erheblich Größe erreichen können (Abb. 1.11), werden sonografisch detektiert und anschließend mittels MRT hinsichtlich der Gesamtausdehnung erfasst.

Ein **Hodenhochstand** wird sonografisch abgeklärt. Ist der Hoden nicht abdominell oder im Leistenkanal darstellbar, erfolgt eine MRT. Deren Ergebnis ist jedoch in einem Großteil der Fälle negativ, da ein nicht deszendierter Hoden einerseits in seiner Größe erheblich reduziert ist, andererseits sein normales Signalverhalten (signalintens in der T2-Gewichtung) ändert, wenn er längere Zeit intraabdominell gelegen ist.

1.11 7-jähriges Mädchen mit Keimzelltumor



MRT (koronar T1w, fettgesättigt nach KM): Tumöröse Raumforderung, die das gesamte Abdomen ausfüllt (Pfeile), von den Darmschlingen kaum abgrenzbar ist, vorwiegend solide das kleine Becken ausfüllt und nur wenig KM aufnimmt. Ausgedehnter Aszites (Pfeilspitzen).

1.11

Muskuloskelettales System

Methodenwahl

Skelettveränderungen werden primär mittels **Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen** untersucht. Besteht der V.a. eine Knochenmarkbeteiligung bei Tumor oder Entzündung, erfolgt zusätzlich eine **MRT**. Ausnahme: In der Frühphase der Osteomyelitis ist eine Röntgenuntersuchung immer negativ, daher eine MRT erforderlich. Komplizierte Frakturen erfordern eine **CT**.

Erkrankungen

In der **Traumatologie** ist die **Röntgenaufnahme** im Kindesalter weiterhin unverzichtbar und wird in aller Regel digital durchgeführt. Sie muss stets **in 2 Ebenen** angefertigt werden und bei initial unklarer Verletzung den betroffenen Skelettabschnitt mit angrenzenden Gelenken vollständig darstellen. Nur bei komplizierten Frakturen (Gesichtsschädel, Wirbelsäule, Becken) ist die **CT** erforderlich. Unklare Traumata (ohne erkennbare Ursache) können zusätzlich auch mittels **MRT** weiter abgeklärt werden (Abb. 1.12).

Entzündliche Gelenkveränderungen, wie septische Arthritis, Erguss sowie Veränderungen im Rahmen einer juvenilen Arthritis, werden primär **sonografisch** untersucht. Die Ausdehnung der Entzündung innerhalb und außerhalb der Knochen bzw.

Muskuloskelettales System

Methodenwahl

Primär **Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen**. Bei V. a. Knochenmarkbeteiligung zusätzliche **MRT**. Bei komplizierten Frakturen **CT**.

Erkrankungen

In der **Traumatologie** ist die **Röntgenaufnahme** weiterhin Methode der Wahl und wird **in 2 Ebenen** angefertigt. Nur bei komplizierten Frakturen ist eine **CT** notwendig. Die **MRT** kann bei unklaren Traumata eingesetzt werden (Abb. 1.12).

Entzündliche Gelenkveränderungen werden primär **sonografisch** untersucht; das gesamte Ausmaß bzw. die Ausdehnung der Entzündung wird durch die **MRT** erfasst.

1.12 12-jähriges Mädchen mit Stressfraktur



- a Röntgenaufnahme** a.-p. linker Fuß: Ältere, bereits Kallus aufweisende Fraktur des Metatarsale II distal (Pfeil). Sklerosierung des MT I in gleicher Höhe medial.
- b MRT** (koronar, T1w): MT II weist ein Ödem auf, d. h. ein hypointenses Signal einschließlich der Gelenkregion (Pfeil). Kein Ödem in dieser Höhe bei MT I, jedoch irreguläres Signal im Köpfchen.

Vermutete **knorpelige Skelettveränderungen** werden zunächst **sonografisch** untersucht und u. U. in der Folge mittels **Röntgenuntersuchung** verifiziert.

Der **Morbus Perthes** wird initial **sonografisch** vermutet, erfordert aber eine weitere Abklärung mittels **MRT** (Abb. 1.13)

Weichteilveränderungen werden primär **sonografisch** untersucht und bei Bedarf mittels **MRT** weiter abgeklärt.

Skelettale Tumoren werden mittels **Nativ-aufnahmen** detektiert; zur weiteren Abklärung muss eine **MRT** angefertigt werden (Abb. 1.14).

Gelenke wird durch die **MRT** erfasst. Röntgenaufnahmen sind u. U. im Verlauf sinnvoll.

Bei vermuteten **knorpeligen Skelettveränderungen** werden diese zunächst **sonografisch** untersucht und u. U. in der Folge mittels **Röntgenuntersuchung** verifiziert. Bei vermuteter Exostosenkrankheit ist die radiologische Darstellung des gesamten Skeletts allerdings nicht erforderlich, da Exostosen nur dann chirurgisch therapiert werden, wenn erhebliche funktionelle Einschränkungen oder neurologische Komplikationen auftreten.

Der **Morbus Perthes** (S.706), eine der häufigsten aseptischen Knochennekrosen im Kindesalter, wird initial mit der **Sonografie** vermutet, erfordert aber eine weitere Abklärung mittels **MRT** (Abb. 1.13). Der langfristige Verlauf wird durch Röntgenübersichtsaufnahmen dargestellt, um die Restitutio ad integrum oder aber eingetretene Fehlstellungen zu erfassen.

Veränderungen im Bereich der **Weichteile** werden primär **sonografisch** abgeklärt. Ist eine weitere Differenzierung gewebespezifischer Veränderungen erforderlich, wird die **MRT** eingesetzt.

Skelettale Tumoren werden mittels **Nativ-aufnahmen** detektiert, zur weiteren Abklärung (Ausmaß des Tumors, Beurteilung der angrenzenden Weichteile) muss eine **MRT** angefertigt werden (Abb. 1.14). Die MRT ist zudem Methode der Wahl zur Verlaufs- und Therapiekontrolle. Im PET-CT sind die Stoffwechselaktivität des Tumors und auch Metastasierungen zu erkennen, im Verlauf ist deren Rückgang zu erfassen.

1.13

1.13 6-jähriger Junge mit Morbus Perthes



MRT (koronar T1w): Abgeflachte, verbreiterte Femur-epiphyse rechts, kleine Fragmentationen nahe der Wachstumsfuge. Im Vergleich zur Gegenseite hypointenses Signal. Abgeflachtes Azetabulum, Femurhals verkürzt und verbreitert.

1.14 16-jähriges Mädchen mit Osteosarkom (rechter Oberschenkel)



- a Röntgenübersicht a.-p.:** Epiphysennah wechseln kleine Sklerosen mit Osteolysen ab („Mottenfrass“), Cortex destruiert, deutlicher Weichteilanteil.
- b Röntgenübersicht seitlich:** Lamelläre Abhebung des destruierten Cortex, dorsal ausgeprägter und langstreckiger als ventral.

Zentrales Nervensystem

Methodenwahl

Die Röntgenaufnahme des Schädels ist durch die Verfügbarkeit der Schnittbildverfahren inzwischen fast vollständig entbehrlich geworden.

Sonografie: Die **Methode der ersten Wahl** zur Untersuchung des ZNS – sowohl pränatal als auch unmittelbar postnatal – ist die Sonografie. Die Schnittführungen erfolgen koronar und sagittal, selten axial. Ergänzt wird die Untersuchung durch die **farbkodierte Doppler-Sonografie**, die ebenfalls sagittal und koronar sowie temporal durchgeführt werden kann. Sie erfasst z. B. intraventrikuläre und parenchymatöse Veränderungen und Blutungen, einen Hydrozephalus und ausgedehntere Fehlbildungen.

Die Sonografie eignet sich für kurzfristige Kontrollen bei offener Fontanelle, u. U. auch bei weiten Schädelnähten und Schädeldefekten. Die transkraniale Sonografie zur Perfusionseinschätzung hat beim Kind nur eine begrenzte Bedeutung.

MRT: Bei der **Mehrzahl aller Erkrankungen** des ZNS und Spinalkanals kommt im Kindesalter die MRT zum Einsatz, ergänzt durch die MR-Angiografie, das funktionelle MRT sowie die MR-Spektroskopie. Folgende Erkrankungen können mittels MRT diagnostiziert werden:

- Hypoxie und deren Folgen als hypoxisch-ischämische Enzephalopathie
- intrazerebrale Blutungen und deren Folge (periventrikuläre Leukomalazie)
- Fehlbildungen
- Myelinisierungsstörungen
- Hydrozephalus
- Tumoren des ZNS
- Infektionen des ZNS
- Liquorzirkulationsstörung
- Trauma, einschließlich Battered-Child-Syndrom
- vaskuläre Prozesse
- Neuralrohrdefekte.

Der Vorteil der MRT als Ergänzung zur Sonografieuntersuchung im 1. Lebensjahr besteht in der die Methode charakterisierenden Möglichkeit der Gewebekontrastdarstellung sowie in der räumlichen Auflösung.

Erkrankungen

Fehlbildungen, die mittels Ultraschall und MRT abgeklärt werden können, sind u. a. Gyrierungsstörung, z. B. Lissenzephalie (S. 745), Hydrozephalus (S. 747), Neuralrohrdefekte (z. B. Spina bifida, Diastematomyelie), Phakomatosen, z. B. Neurofibromatose, tuberöse Sklerose (S. 752). Die CT ist nur dann erforderlich, wenn zusätzlich knöcherne Veränderungen (wie bei der Diastematomyelie) vermutet werden und die Veränderungen präoperativ eingegrenzt werden müssen.

Bei **Hirntumoren** kann innerhalb des 1. Lebensjahres, in dem diese Tumoren im Kindesalter aber eher selten sind, die Sonografie einen ersten Hinweis geben. Eine weitere Abklärung durch die MRT ist unerlässlich. Gewebedifferenzierung, Lokalisation und Verhalten nach Kontrastmittelgabe lassen bereits Rückschlüsse auf die Tumorart zu. Für die Verlaufsbeobachtung ist die MRT ebenfalls Methode der Wahl.

Entzündliche Prozesse des Gehirns sind im Rahmen der Bildgebung ausschließlich mithilfe der MRT abzuklären.

Die **Meningitis** lässt sich nur dann kernspintomografisch vermuten, wenn das Kind nicht unmittelbar zuvor einer Lumbalpunktion unterzogen wurde, da nach einer Lumbalpunktion ebenfalls eine vermehrte KM-Aufnahme der Meningen erfolgt und dieses Kriterium zur Diagnose „Meningitis“ nicht mehr verwendet werden kann.

Häufiger treten entzündliche Veränderungen bei Kindern unter Immunsuppression auf, bei denen zahlreiche Erreger zur **Enzephalitis** führen können. Typische Veränderungen finden sich bei der Tuberkulose (basale Zisternen) und der Herpes-Enzephalitis (v. a. temporale Signalveränderungen). Die Toxoplasmose lässt sich an der KM-Aufnahme vermuten, ein Erregernachweis ist in jedem Fall unabdingbar (Abb. 1.15). Im Verlauf kann die MRT den Therapieerfolg nachweisen oder aber z. B. eine Abszedierung erkennen.

Zentrales Nervensystem

Methodenwahl

Sonografie: Die **Methode der ersten Wahl** ist bei offener Fontanelle die Sonografie in koronarer und sagittaler Ebene. Ergänzend kann die **farbkodierte Doppler-Sonografie** eingesetzt werden.

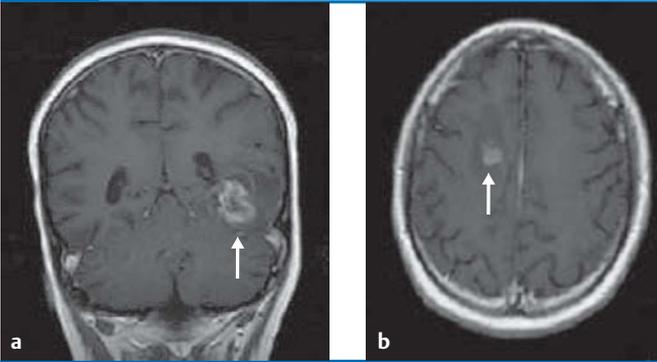
MRT: Durch die MRT können **die meisten Erkrankungen** des ZNS und Spinalkanals diagnostiziert werden. Ergänzende Untersuchungen sind die MR-Angiografie, die funktionelle MRT sowie die MR-Spektroskopie.

Erkrankungen

Nahezu alle **Fehlbildungen** des ZNS können postnatal mittels Ultraschall und MRT abgeklärt werden. Die CT ist nur bei zusätzlich knöchernen Veränderungen (wie bei der Diastematomyelie) indiziert.

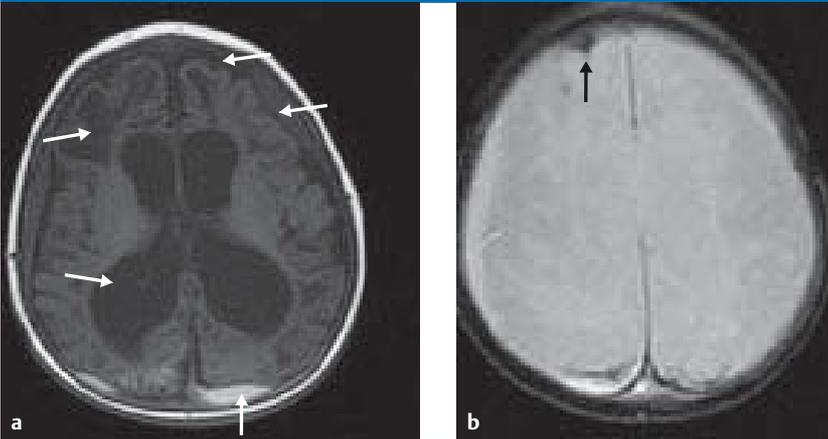
Hirntumoren werden mittels MRT diagnostiziert und im Verlauf kontrolliert.

Bei **entzündlichen Prozessen** des Gehirns ist die MRT Methode der Wahl (Abb. 1.15).

1.15 7-jähriges Mädchen mit Toxoplasmose bei Z. n. ALL und Knochenmarkstransplantation


MRT (T 1w nach KM-Gabe).

- a Ringförmig KM-aufnehmender Herd supratentoriell links.
- b Zusätzlicher flächig KM-aufnehmender Herd hochparietal rechts mit umgebendem Ödem. Mäßiges meningeales Enhancement.

1.16 3 Monate alter männlicher Säugling nach Misshandlung (MRT-Aufnahmen)


- a **FLAIR-Sequenz** axial: Hygrom frontal betont, frontoparietal ältere Blutungsreste beidseits, frische Blutung okzipital. Frontale Parenchymdefekte, beidseitiger Hydrozephalus (Pfeile).
- b **GRE-Sequenz** axial (blutungssensibel): Zusätzlicher Nachweis einer frischen parenchymatösen Einblutung frontal rechts.

Die älteren Blutungen, Hygrom und Hydrozephalus, weisen zusammen mit der frischen Blutung auf ein mehrzeitiges Geschehen und somit auf die Kindesmisshandlung hin.

Vaskuläre Prozesse können mittels MR-Angiografie dargestellt werden.

Nur mittelschwere und schwere **Schädel-Hirn-Traumata** mit entsprechender Neurologie erfordern zum Ausschluss einer **Hirnblutung** initial bei instabilem Kreislauf eine CT. Bei klinisch stabilem Kind wird eine MRT durchgeführt (Abb. 1.16).

Vaskuläre Prozesse wie intraluminale Veränderungen (Embolie, Thrombose) oder angeborene Veränderungen (Angiom, Aneurysma) können mittels MR-Angiografie arteriell oder venös dargestellt werden. Handelt es sich um einen Hirninfarkt, kann die Diffusionssequenz das Ausfallsgebiet des Infarktes sehr viel präziser erfassen, als die übrigen Sequenzen.

Ein **Schädel-Hirn-Trauma** ohne neurologische Symptomatik benötigt i. d. R. keine Bildgebung (S. 36). Mittelschwere und schwere Schädel-Hirn-Traumata mit entsprechender Neurologie erfordern im Falle der vitalen Bedrohung des Kindes die notfallmäßige CT, da mit diesem Verfahren die **Hirnblutung** in wenigen Sekunden erkennbar wird. Bei klinisch stabilem Kind wird eine MRT durchgeführt (Abb. 1.16); damit lässt sich eine Blutung (einschließlich deren Alter), ergänzt durch die diffusionsgewichtete Sequenz, sehr gut nachweisen. Handelt es sich um Blutungen unterschiedlichen Alters, sind diese am besten in der FLAIR-gewichteten Sequenz oder aber in den blutungssensiblen Gradientenecho-Sequenzen nachweisbar.

► **Merke.**

► **Merke.** ZNS-Blutungen unterschiedlichen Alters sprechen für ein mehrzeitiges Geschehen und in aller Regel für eine Kindesmisshandlung (Abb. 1.16).

2 Wachstum und Entwicklung

2.1	Grundlagen der Entwicklung	45
2.2	Somatische Entwicklung	45
2.3	Neuromotorische Entwicklung	49
2.4	Soziale, sprachliche und kognitive Entwicklung	54
2.5	Schlafverhalten	59
2.6	Entwicklung in der Adoleszenz	60

B. Latal, G. Neuhäuser*

2.1 Grundlagen der Entwicklung

Da sich der Pädiater mit einem wachsenden und sich entwickelnden Organismus beschäftigt, muss er in allen Bereichen des ärztlichen Handelns den Entwicklungsverlauf und den Entwicklungsstand eines Kindes berücksichtigen, da nur dann eine korrekte Erhebung von relevanten Befunden möglich ist.

► **Definition.** Als Entwicklung bezeichnet man alle Veränderungen, die innerhalb eines bestimmten Zeitraums zu **struktureller und funktioneller Differenzierung** führen. Entwicklung beinhaltet somit **Reifung**, bei der einerseits die Entwicklung eine **zunehmende Komplexität** erfährt und es andererseits zur **Entfaltung von Fähigkeiten** kommt, die durch Anlagen vorgegeben sind und von Umwelteinflüssen modifiziert werden. Entwicklung zeigt sich in somatischen wie in psychischen Merkmalen und vollzieht sich als quantitative und qualitative Veränderung.

Die Entwicklung wird von genetischen Faktoren und Umweltfaktoren bestimmt. Die individuelle genetische **Anlage**, die **Eigenaktivität** des Individuums (Selbststeuerung) und vielfältige Bedingungen aus der **Umwelt** wirken dabei in komplexer Weise zusammen.

Abfolge und Geschwindigkeit einzelner Entwicklungsschritte zeigen eine große **interindividuelle Variabilität**. Und auch innerhalb eines Individuums kann der Entwicklungsstand der verschiedenen Bereiche (z.B. Motorik, Sprache) variieren (**intraindividuelle Variabilität**). Um eine Abweichung korrekt beurteilen zu können, muss der Pädiater die Variabilität eines Merkmals oder Verhaltens genau kennen.

Die Beobachtung des Kindes bereits während des Anamnesegesprächs stellt einen wichtigen Bestandteil der ärztlichen Untersuchung dar, da hier ein erster Eindruck von Allgemein- und Ernährungszustand sowie dem Verhalten und der Kind-Eltern-Interaktion (S.54) gewonnen werden kann.

Für bestimmte Entwicklungsmerkmale (z.B. Körperlänge, Gewicht, BMI) existieren sog. **Perzentilenkurven**, die als Orientierungshilfe für die Erfassung und Dokumentation der kindlichen Entwicklung dienen. Perzentilen stellen die Variabilität der jeweiligen Normwerte für ein entsprechendes Alter dar (s. u.).

2.2 Somatische Entwicklung

2.2.1 Körpergröße und Körpergewicht

An der altersabhängigen Zunahme von Körpergröße und -gewicht ist zu erkennen, ob die Entwicklung des Kindes normal verläuft. Die Proportionen verschieben sich, weil Größe und Gewicht einzelner Körperteile und Organe unterschiedlich zunehmen.

► **Merke.** Die Beurteilung des Wachstums anhand der Körpermaße ist ein unverzichtbarer Bestandteil jeder kinderärztlichen Untersuchung.

Beim Säugling und Kleinkind wird die Länge im Liegen durch Verwendung einer Messmulde festgestellt, die Körpergröße älterer Kinder wird im Stehen bestimmt (auf 1 mm genau). Das Gewicht wird beim nackten Kind gemessen (auf 100 g genau) oder die getragenen Kleidungsstücke vom Messwert abgezogen. Falls das Wiegen

2.1 Grundlagen der Entwicklung

► **Definition.**

Die Entwicklung wird von **Anlage** und **Umwelt** sowie von **Eigenaktivität** (Selbststeuerung) des Individuums bestimmt. Es besteht eine große **inter- und intraindividuelle** Variabilität für verschiedene Aspekte der Entwicklung. Nur die Kenntnis und genaue Erfassung eines Merkmals oder Verhaltens erlauben es, eine Abweichung korrekt zu beurteilen.

2.2 Somatische Entwicklung

2.2.1 Körpergröße und Körpergewicht

Die Proportionen verschieben sich, weil Größe und Gewicht einzelner Körperteile und Organe unterschiedlich zunehmen.

► **Merke.**

Die Werte werden zum Normvergleich in Perzentilenkurven (S. 927) eingetragen.

In Perzentilenkurven werden Größe und Gewicht in Bezug auf das Normkollektiv dargestellt. Entsprechen die Maße eines Kindes z. B. der 60. Perzentile, bedeutet dies, dass 60 % aller Kinder gleichen Alters und Geschlechts gleich groß bzw. kleiner und 40 % größer sind.

Die Perzentilenkurven liefern auch wichtige Aussagen über den **Entwicklungsverlauf**. Definitionsgemäß wird die Norm durch die 3. und 97. Perzentile festgelegt. So sind Groß- bzw. Kleinwuchs, Über- oder Untergewicht feststellbar.

► **Merke.**

► **Merke.** Bei der Beurteilung des Wachstums spielt nicht nur der absolute Wert eines Körpermaßes eine Rolle, sondern besonders auch der Verlauf. Zur Interpretation müssen zusätzlich auch klinische Symptome, ein dysproportionales Wachstum, das Alter des Kindes und die Größe der Eltern berücksichtigt werden.

Der **Body-Mass-Index** (BMI) gibt wertvolle Hinweise auf den Ernährungszustand (s. Abb. 27.5). Ein BMI über der 90. Perzentile wird als **Übergewicht**, ein BMI über der 97. Perzentile als **Adipositas** definiert.

2.2.2 Körperproportionen und Wachstumsgeschwindigkeit

Durch die unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeit während der kindlichen Entwicklung verändern sich die **Proportionen** des kindlichen Körpers (Abb. 2.1). So beträgt z. B. das Verhältnis von Körperlänge zu Kopfhöhe bei Neugeborenen 4 : 1, beim Erwachsenen 8 : 1.

Die **Wachstumsgeschwindigkeit** nimmt im ersten Lebensjahr ab, bleibt dann weitgehend konstant, um in der Pubertät noch einmal anzusteigen (s. Abb. 27.6).

Seit etwa 100 Jahren beobachtet man in hoch zivilisierten Ländern eine **Akzeleration** – eine Beschleunigung – des Wachstums bei Zunahme der Endgröße, welche in den letzten Jahren aber stagniert.

Schwierigkeiten bereitet, kann es auf dem Arm der Mutter erfolgen, deren Eigengewicht dann vom ermittelten Wert abgezogen wird.

Die erhaltenen Werte für Größe und Gewicht werden zum Normvergleich in Perzentilenkurven (S. 927) eingetragen.

In diesen Kurven ist jeweils der Mittelwert (50. Perzentile) des Normkollektivs als Gipfel der Gauß-Verteilung angegeben, außerdem die 25. und 75. Perzentile sowie die Normgrenzen mit der 3. und 97. Perzentile. Auf diese Weise kann einfach verfolgt werden, welchen Prozentrang ein Kind im Vergleich zu seinen Altersgenossen einnimmt. Entsprechen die Maße eines Kindes beispielsweise der 60. Perzentile, bedeutet dies, dass 40% der Kinder gleichen Alters größer und 60% gleich groß bzw. kleiner sind.

Die Beurteilung des **Entwicklungsverlaufs** ist in der Pädiatrie besonders wichtig. Unzureichendes Wachstum wird z. B. signalisiert, wenn die individuelle Kurve den Perzentilenverlauf kreuzt (d. h., wenn beispielsweise der Wert zunächst im Bereich der 50., später auf der 25. und schließlich unter der 10. Perzentile liegt). Dabei muss zusätzlich auf gastrointestinale oder allgemeine Symptome geachtet werden. Auch das Alter des Kindes spielt eine Rolle. Im ersten Lebensjahr kann z. B. ein Kreuzen der Perzentilen bei fehlenden Allgemeinsymptomen normal sein. Immer muss auch die Größe der Eltern in Betracht gezogen werden, s. u. Zielgröße (S. 48).

Definitionsgemäß spricht man von **Kleinwuchs**, wenn die Körpergröße unter der **3. Perzentile** liegt. Allerdings muss dabei berücksichtigt werden, dass es sich nicht immer um einen krankhaften Befund handeln muss, da 6% der Normalpopulation außerhalb der definierten Grenzen (unter der 3. Perzentile bzw. über der 97. Perzentile) liegen.

Für das Körpergewicht gelten im Grundsatz die gleichen Definitionen wie für die Körpergröße, jedoch muss auch hier – wie bereits erwähnt – auf den Gewichtsverlauf wie auch auf den **Body-Mass-Index** geachtet werden. Der Body-Mass-Index setzt das Körpergewicht ins Verhältnis zur Körpergröße (s. Formel). Er gibt einen Hinweis auf den Ernährungszustand und ist ein Maß für eine proportionierte oder dysproportionierte Gewichtsabweichung (s. Abb. 27.5). Ein BMI über der 90. Perzentile wird als **Übergewicht** und ein BMI über der 97. Perzentile als **Adipositas** definiert. Beim Untergewicht gilt in der Regel die 5. Perzentile als Grenze, zum Teil wird aber auch bei Essstörungen die 10. Perzentile als Grenze genommen.

Der Body-Mass-Index (BMI) wird nach der Formel

$$\text{BMI} = \frac{\text{Gewicht (kg)}}{\text{Körpergröße (m)}^2}$$

berechnet.

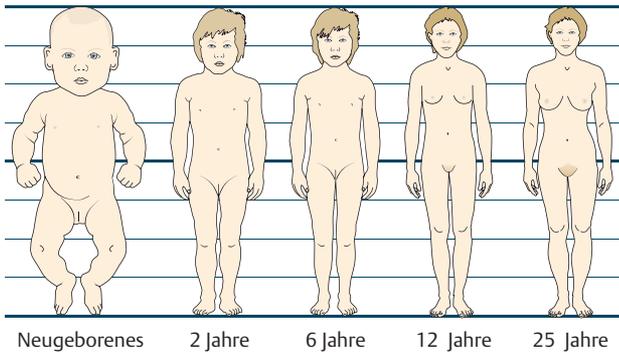
2.2.2 Körperproportionen und Wachstumsgeschwindigkeit

Bei der Beurteilung der **Proportionen des kindlichen Körpers** (Abb. 2.1) wird die unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeit von Kopf, Rumpf und Extremitäten deutlich. So beträgt z. B. das Verhältnis von Körperlänge zu Kopfhöhe bei Neugeborenen 4 : 1, beim Erwachsenen 8 : 1. Bei manchen Wachstumsstörungen ist es wichtig, das Verhältnis von Oberkörper- zu Extremitätenlänge genau zu verfolgen (z. B. Achondroplasie).

Deutliche Veränderungen ergeben sich in Zeiten des „Gestaltwandels“, z. B. am Ende des Kleinkindalters oder in der Pubertät. Dies wird auch darin deutlich, dass die **Wachstumsgeschwindigkeit** (s. Abb. 27.6) im Verlauf der Entwicklung unterschiedlich ist. Sie nimmt im Säuglingsalter rasch ab, ist zwischen 3 und 11 Jahren annähernd gleichmäßig (pro Jahr Zunahme um 5–7 cm und 2–3 kg), um in der Pubertät noch einmal anzusteigen.

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts haben in den hoch zivilisierten Ländern Wachstumsgeschwindigkeit und Endgröße stetig zugenommen (Größenzunahme mit 1 Jahr um 5 cm, mit 6 Jahren um 8 cm, bei Schulkindern um 8–16 cm), dieses Phänomen wurde als **säkulare Akzeleration** bezeichnet. Verantwortlich dafür waren die

2.1 Gestaltwandel (nach Stratz)



2.1

Veränderung der Körperproportionen im Verlauf der Entwicklung.

bessere Ernährung und der hohe allgemeine Lebensstandard; aktuell kann eine solche Akzeleration in hoch zivilisierten Ländern nicht mehr beobachtet werden.

2.2.3 Kopfwachstum (Kopfumfang)

In der kinderärztlichen Praxis gehört die Messung des Kopfumfanges zur Beurteilung des kindlichen Wachstums. Der Umfang wird analog zu Gewicht und Länge auf Normwerte bezogen.

Das **Kopfwachstum** entspricht normalerweise der Massenzunahme des Gehirns, da der Schädel bei Vorliegen eines gewissen Wachstumsdrucks durch Apposition von Knochengewebe im Bereich der Nähte größer wird. Die Bestimmung des Kopfumfanges ist deshalb ein guter **Indikator für das Wachstum des Gehirns**. Das Kopfwachstum korreliert eher mit dem Alter des Kindes (besonders rasches Wachstum in den ersten beiden Lebensjahren) als mit dessen Größe und Gewicht. Man bestimmt den frontookzipitalen Umfang am besten mit einem Maßband, das über Glabella und Protuberantia occipitalis gelegt wird. Die Messung sollte dreimal wiederholt und der größte Wert genommen werden. Die Beurteilung des Kopfumfanges erfolgt anhand der Perzentilen (S.927), wobei der absolute Wert und besonders der Verlauf von Bedeutung sind.

► **Merke.** Bei Frühgeborenen (<37. SSW) ist eine dem Gestationsalter entsprechende Korrektur aller Körpermaße bis zum 2. Geburtstag vorzunehmen; dies gilt auch für die allgemeine Entwicklung. *Beispiel:* Wird ein Kind mit 28. SSW geboren, so werden die Körpermaße so eingetragen, dass dem chronologischen Alter 12 Wochen (ca. 3 Monate) abgezogen werden. Ist das Kind also 24 Monate alt, so werden die Maße bei 21 Monaten eingetragen.

Die kleine Fontanelle und die Schädelnähte sind schon bald nach der Geburt nicht mehr tastbar. Die große Fontanelle schließt sich im Allgemeinen nach 12 Monaten (50%), die Variationsbreite ist jedoch enorm groß (zwischen 6 und 24 Monaten).

2.2.4 Zahnentwicklung

Die **Zahnentwicklung** (Abb. 2.2) ist ein weiterer, variabler Wachstumsparameter, der von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird (S.277). Die ersten Zähne erscheinen meist im Alter von 6 Monaten (Variationsbreite: 3.–12. Monat). Typischerweise brechen zunächst die unteren Schneidezähne durch, denen die oberen Schneidezähne und im Anschluss die Mahl- und Eckzähne folgen. Mit etwa 3 Jahren ist das Milchgebiss mit 20 Zähnen vollständig. Da die Zahnkeime bereits in der 12. Schwangerschaftswoche zu verkalken beginnen, können pränatale Störungen zu Schmelzdefekten oder anderen Anomalien führen; auch eine Verfärbung der Zähne, zum Beispiel durch Tetracykline, kann lange vor dem Durchbruch entstanden sein. Der Zahnwechsel beginnt im Alter von etwa 6 Jahren, zuerst mit den oberen Molaren, und ist mit etwa 12 Jahren abgeschlossen. Die dritten Molaren (sog. Weisheitszähne) brechen allerdings nicht selten erst nach dem 18. Lebensjahr durch.

2.2.3 Kopfwachstum (Kopfumfang)

Der Kopfumfang wird mit einem Maßband ermittelt und auf Normwerte bezogen.

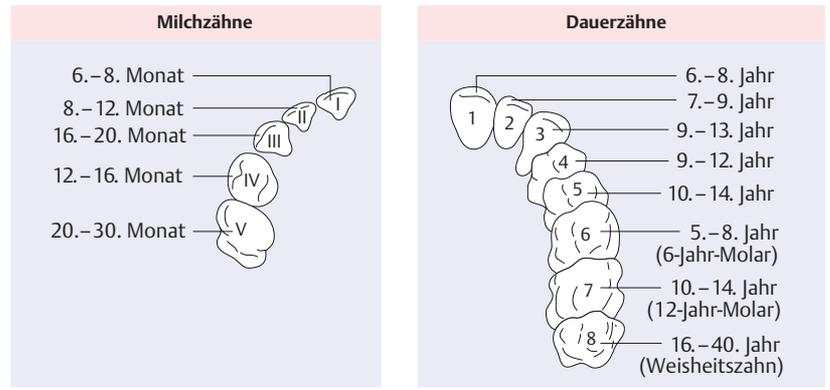
Die Beurteilung des **Kopfumfanges** erfolgt ebenfalls anhand von Perzentilen (S.927), wobei wiederum der absolute Wert und auch der Verlauf von Bedeutung sind.

► **Merke.**

Die kleine Fontanelle und die Schädelnähte sind bald nach der Geburt, die große Fontanelle ist meist mit 12 Monaten geschlossen (6–24 Monate).

2.2.4 Zahnentwicklung

Die **Zahnentwicklung** (Abb. 2.2) folgt einem in gewissen Grenzen variablen Plan. Mit 6 Monaten brechen in der Regel zuerst die unteren Schneidezähne durch (Variationsbreite: 3.–12. Monat). Das Milchgebiss besteht aus 20 Zähnen und ist mit etwa 3 Jahren vollständig. Der Zahnwechsel beginnt im Alter von etwa 6 Jahren mit den oberen Molaren. Veränderungen im Milchgebiss können Folge pränataler Entwicklungsstörungen sein (S.277).



2.2.5 Knochenalter

Das **Knochenalter** gilt als objektivster Parameter des biologischen Alters und wird am besten anhand der Verknöcherung von Handwurzel und Hand beurteilt (Röntgenaufnahme). Die Zuordnung erfolgt durch den Vergleich mit Bildern zur Normalentwicklung.

Nach dem 7. bzw. 8. Lebensjahr kann eine **Wachstumsprognose** gestellt werden. Gleichzeitig ist die Bestimmung einer **Zielgröße** mithilfe der elterlichen Größe möglich.

2.2.6 Geschlechtsentwicklung

In der Pubertät (S.237) kommt es zu **Veränderungen der Genitalorgane** (Wachstum der Hoden) und zur **Ausbildung sekundärer Geschlechtsmerkmale** (Pubes, Mammae) (Abb. 2.3). Die Hodengröße wird mit einem Orchidometer bestimmt.

2.2.5 Knochenalter

Das **Knochenalter** gilt als objektivster Parameter des biologischen Alters und kann am besten an Zahl, Form und Größe der Knochenkerne beurteilt werden, die man im Röntgenbild gut erkennen kann. Die Bestimmungsmethode nach Greulich und Pyle (1959) oder nach Tanner et al. (1983) benutzt die Knochen der Hand zur Beurteilung des Knochenalters. Sie eignen sich am besten zur Knochenalterbestimmung. Durch Vergleich mit Bildern zur Normalentwicklung (früher spezielle Atlanten, heute Computer) ist eine Zuordnung möglich, die die Entscheidung erlaubt, ob das Knochenalter beschleunigt oder verzögert ist.

Nach dem 7. bzw. 8. Lebensjahr kann aufgrund der Handwurzelentwicklung und der Körpergröße eine **Wachstumsprognose** gestellt werden. Dabei ist anzugeben, wie viel Prozent der Endgröße bereits erreicht sind. Gleichzeitig kann wegen der statistischen Beziehungen zwischen der Größe des Kindes und derjenigen der Eltern eine **Zielgröße** bestimmt werden, die nach folgender Formel ermittelt wird:

$$\text{Zielgröße} = \frac{(\text{Größe Vater} + \text{Größe Mutter})}{2}$$

+6,5 cm (Jungen) bzw. -6,5 cm (Mädchen)

90% der Erwachsenengrößen liegen innerhalb des Streubereichs von $\pm 8,5$ cm.

2.2.6 Geschlechtsentwicklung

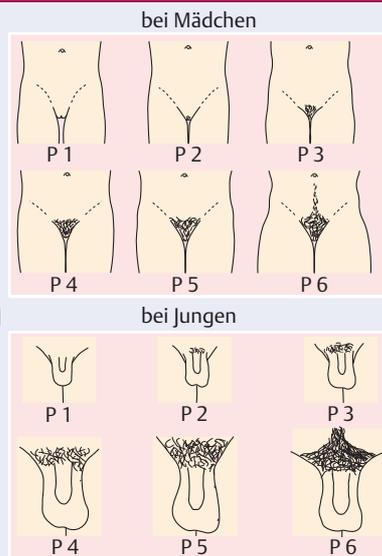
Mit dem Beginn der Pubertät (S.237) kommt es zu **Veränderungen der Genitalorgane** sowie zur **Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale**. Die Entwicklung der Pubesbehaarung wie auch die Entwicklung der Brustdrüsen wird nach Tanner in verschiedene Stadien eingeteilt (Abb. 2.3). Die Größe der Hoden (Volumen in ml) kann mit einem Orchidometer bestimmt werden. Bei der kinderärztlichen Untersuchung wird oft nur das Hodenvolumen mit einem Hinweis auf die Penisgröße (infantil, beginnende Vergrößerung, erwachsen) notiert.

2.3 Pubertätsstadien (nach Tanner und Whitehouse)

2.3

Entwicklung der Schambehaarung

- P 1 kindliche Verhältnisse, keine Schambehaarung
- P 2 wenige, gering pigmentierte Haare an der Peniswurzel bzw. an den großen Labien
- P 3 kräftigere, dunklere gekräuselte Haare, bis über die Symphyse ausgedehnt
- P 4 ähnlich wie bei Erwachsenen, aber nicht auf die Oberschenkel übergehend
- P 5 Ausdehnung und Dichte wie bei Erwachsenen, auf die Oberschenkel übergehend
- P 6 auf der Linea alba in Richtung Nabel weiterreichende Behaarung, in 80% bei Männern, in 10% bei Frauen



Brustentwicklung bei Mädchen

- B 1 kindliche Verhältnisse, lediglich Erhebung der Brustwarze
- B 2 Brustdrüse vergrößert. Vorwölbung des Warzenhofs. Areola im Durchmesser größer
- B 3 weitere Vergrößerung, Volumen des Drüsenkörpers größer als das der Areola
- B 4 Brustwarze und Areola bilden jetzt über dem Drüsenkörper eine zweite Vorwölbung
- B 5 vollentwickelte Brust mit kontinuierlichem Übergang vom Drüsenkörper zu Areola und prominenter Mamille



Genitalstadien bei Jungen

- G 1 Hoden, Skrotum und Penis wie in der Kindheit
- G 2 Hodenvolumen ca. 4ml, Skrotum größer, Penis noch wie in der Kindheit
- G 3 Hodenvolumen und Skrotum größer, Penis länger
- G 4 Hodenvolumen ca. 12ml, Skrotum dunkler pigmentiert, Penis länger und dicker
- G 5 Hoden, Skrotum und Penis in Größe und Aussehen wie beim Erwachsenen

2.3 Neuromotorische Entwicklung

Die Reifung der komplexen Funktionen des Nervensystems findet ihren sichtbaren Ausdruck vor allem in der Bewegungsentwicklung. Sie beginnt bereits in der frühen Schwangerschaft und vollzieht sich in stetem Wechselspiel zwischen genetisch-konstitutionellen Faktoren und jeweils vorhandenen Umweltbedingungen. In der motorischen Entwicklung wie auch in anderen Entwicklungsbereichen kann eine typische Abfolge von Entwicklungsschritten beobachtet werden; sie werden als **Meilensteine** bezeichnet. Zu beachten ist jedoch, dass für bestimmte Meilensteine (beispielsweise freies Gehen) eine große interindividuelle Variabilität vorliegt. So liegt das mittlere Alter bei Gehbeginn bei 13 Monaten, er kann aber auch bereits mit 10 Monaten oder erst mit 18 Monaten (noch normal) erfolgen.

Zudem muss auch immer die Qualität des Entwicklungsmerkmals berücksichtigt werden, da Kinder mit qualitativen Auffälligkeiten später motorische Entwicklungs-

2.3 Neuromotorische Entwicklung

Die Entwicklungsschritte erfolgen in typischer Abfolge und werden als **Meilensteine** bezeichnet. Sie zeigen eine große interindividuelle Variabilität.

Eine verzögerte Entwicklung kann auf Störungen hinweisen. Abzugrenzen sind **Normvarianten**, die keine pathologische Bedeutung haben müssen.

2.3.1 Pränatale Bewegungsentwicklung

Erste Bewegungen können in der 8. SSW nachgewiesen werden. Es handelt sich dabei um komplexe Bewegungsmuster. Die Mutter verspürt erste Kindsbewegungen zwischen der 16. und 20. SSW.

Bei Störungen des Nervensystems kann die pränatale Motorik verändert sein. Der Ultraschalluntersuchung kommt als Diagnostikum beim Erkennen pränataler Funktionsstörungen eine wichtige Bedeutung zu.

2.3.2 Motorik des neugeborenen Kindes

Siehe auch Tab. 3.6.

Beim Neugeborenen beobachtet man Reflexe und Reaktionen, aber auch beabsichtigte und koordinierte Bewegungen.

Die Haltung des neugeborenen Kindes ist durch ein **Überwiegen des Beugetonus** bestimmt.

Bei der neurologischen Untersuchung des Neugeborenen wird der **Reifezustand des Zentralnervensystems** erfasst. Dabei ist immer der **Verhaltenszustand** (Schlaf- oder Wachzustand) zu berücksichtigen.

Symptome einer Störung sind stereotypes Bewegungsmuster, Hyperexzitabilität, Tonusveränderungen, Krämpfe oder Bewusstseinsstörungen. Die prognostische Bedeutung hängt von der Ursache ab.

probleme aufweisen können. Ebenfalls können Kinder mit zerebralen Schädigungen (z. B. zerebrale Bewegungsstörung) mitunter motorische Meilensteine altersgerecht erreichen, jedoch qualitative Auffälligkeiten (Dysmetrie, Spitzfußhaltung) aufweisen.

Eine verzögerte Entwicklung kann auf eine Störung hinweisen. Andererseits kann auch eine **Normvariante** vorliegen, da die Vielzahl der Einflussfaktoren auf die Bewegungsentwicklung zu einer ausgeprägten Variabilität führt. Abweichende Entwicklungswege sind nicht zwangsläufig als abnorm oder pathologisch anzusehen, wenn sie zum gleichen Ziel führen und keine Behinderung zur Folge haben.

2.3.1 Pränatale Bewegungsentwicklung

Die motorische Entwicklung, der Bewegungsapparat und die neurologische Steuerung entwickeln sich bereits in der Frühschwangerschaft. Erste Bewegungen können in der 8. Schwangerschaftswoche (SSW) nachgewiesen werden. Diese Bewegungen differenzieren sich zwischen der 9. und 14. SSW von allgemeinen Körperbewegungen über isolierte Extremitäten- und Kopfbewegungen zu komplexen Bewegungsmustern wie Mundöffnen, Gähnen und Trinken. Dieses Bewegungsrepertoire entspricht im Wesentlichen demjenigen von Neugeborenen am Geburtstermin. Die Mutter verspürt die ersten Kindsbewegungen zwischen der 16. und 20. SSW. Die Bewegungen werden spontan generiert, d. h., sie sind Ausdruck einer eigenständigen motorischen Aktivität. Sie erfüllen u. a. folgende Aufgaben: Einüben von Bewegungsmustern und Organfunktionen (z. B. Trinken von Fruchtwasser), Modellierung der Gliedmaßen sowie Einstellung in den Geburtskanal.

Bei einer Störung des Nervensystems können die pränatalen Bewegungen verändert sein. Der Ultraschalluntersuchung, später auch der genaueren Analyse des Verhaltens vegetativer Funktionen (Herzaktion, Atmung), kommt eine wichtige diagnostische Bedeutung bei der Erkennung pränatal entstandener Funktionsstörungen zu.

2.3.2 Motorik des neugeborenen Kindes

Siehe auch Tab. 3.6.

Die kindlichen Bewegungen im 1. Lebensmonat sind stark von Reflexen und Reaktionen bestimmt, es können aber auch bereits beabsichtigte und koordinierte Aktionen beobachtet werden (z. B. Kopfdrehen, visuelles Verfolgen).

Ogleich das neugeborene Kind überwiegend ungezielte, wenig koordinierte Bewegungen mit Armen, Händen, Beinen und Füßen ausführt, sind bereits erste Ansätze eines Zusammenspiels von Auge und Hand bzw. Hand und Mund zu erkennen. Das Kind hat sowohl in der Rücken- wie auch in der Bauchlage eine bevorzugte Körperhaltung, die durch ein **Überwiegen des Beugetonus** bedingt ist. In der Bauchlage kann das Neugeborene den Kopf kurz heben, zur Seite drehen und damit seine Atemwege freihalten.

Bei der neurologischen Untersuchung des Neugeborenen ist der **Verhaltenszustand** unbedingt zu berücksichtigen, da dieser die neurologische Befunderhebung beeinflusst. Der Verhaltenszustand beschreibt, ob sich ein Kind im Schlaf- oder Wachzustand befindet. Zudem wird der **Schlafzustand** in Non-REM- (rapid eye movement) und REM-Schlaf eingeteilt. Der **Wachzustand** umfasst 3 Formen: wach und ruhig, wach und bewegend, wach und schreiend. Die neurologische Untersuchung muss beim wachen, zufriedenen Kind stattfinden. Einzig im REM-Schlaf können visuelle und auditive Reflexreaktionen geprüft werden. Die Spontanmotorik, welche eine große Aussagekraft für spätere motorische Störungen hat, muss beim wachen und sich bewegendem Kind beurteilt werden.

Die neurologische Untersuchung liefert Hinweise auf den **Reifezustand des Zentralnervensystems** (ZNS) und kann auf pränatal oder während der Geburt entstandene ZNS-Störungen hinweisen. Symptome können sein: stereotype Bewegungsmuster, Hyperexzitabilität, Hypertonie oder Hypotonie, Krämpfe, Bewusstseinsstörung und Trinkschwäche. Die prognostische Bedeutung ist unterschiedlich und hängt von der zugrunde liegenden Ursache ab.

2.3.3 Motorische Entwicklung im Säuglingsalter

Während der ersten Lebensjahre vollziehen sich im ZNS viele Entwicklungsvorgänge. Es kommt zu einer zunehmenden Differenzierung, nicht zuletzt als Folge der Ausbildung von Verbindungen (Synapsen) zwischen den Neuronen sowie durch eine fortschreitende Myelinisierung der Nervenbahnen. Entsprechend nimmt das Hirngewicht bereits pränatal, aber dann vor allem im Säuglingsalter deutlich zu. Analog zur Reifung des ZNS ändert sich das Verhalten stark. Im 1. Lebensjahr passt sich das Kind auf vielerlei Weise an die neue Umwelt an. Dabei geht es um Nahrungsaufnahme, Rhythmisierung (Tag-/Nachtrhythmus), Anpassung an Schwerkraft und Raum sowie die damit verbundenen motorischen Entwicklungsschritte. Während das Neugeborene kaum in der Lage ist, seine Körperlage zu verändern, entwickelt sich das Kind im 1. Lebensjahr zu einem motorisch unabhängigen Wesen. In der frühen motorischen Entwicklung können die folgenden Bereiche unterschieden werden: Mundmotorik, Reflexverhalten, Haltung, Lokomotion und Greifverhalten.

Die **Mundmotorik** ist zu Beginn ganz auf das Saugen eingestellt. Sie muss eine bestimmte Reifung erreicht haben, damit der Säugling Nahrung aufnehmen und hinunterschlucken kann. Im Verlauf ändert sich das Saugverhalten und differenziert sich. Mit der Differenzierung der Mundmotorik entwickelt sich auch die Lautproduktion und somit die sprachliche Entwicklung.

Durch bestimmte Reize können zahlreiche Reflexantworten bzw. komplexe Reaktionen hervorgerufen werden. Diese dienen z.T. der Sicherung der Nahrungszufuhr (orale Einstellmechanismen, Saugen, Schlucken), z. T. sind sie als Schutzreflexe oder phylogenetisch zu verstehen (z. B. Greifreflexe und Moro-Reaktion als Hinweis auf das Anklammern des Kindes bei der Mutter, wie dies bei Primaten gut zu beobachten ist). **Primitivreflexe** verschwinden innerhalb der ersten Lebensmonate; **komplexere Reflexreaktionen** wie Körperstellreflexe oder Stützreaktionen treten im Verlauf des ersten Jahres auf, haben eine lebenslange Funktion (z. B. Auffangen von Körper und Kopf bei Sturz nach vorne) und werden vollständig in die Motorik integriert.

Eine ausreichende **Kopf- und Körperhaltung** entwickelt sich in den ersten 6 Monaten (Abb. 2.4). Die Ausbildung der Kopfkontrolle beim Sitzen, die deutliche Flexionshaltung in Rückenlage, die Entwicklung einer Flexions- zu einer Extensionshaltung in Bauchlage und der Erwerb des freien Sitzens sind die Grundlagen für die Entwicklung der Lokomotion.

Die **Lokomotion** setzt im 6. Monat ein und hat folgenden Ablauf: Drehen vom Bauch auf den Rücken und umgekehrt, Robben, Kriechen auf Händen und Knien, Fortbewegen im Vierfüßlergang, Aufstehen und Gehen. Dieser Entwicklungsverlauf ist nicht bei allen Kindern gleich zu beobachten. 13% aller Kinder bewegen sich auf eine andere Art und Weise fort. Einige Kinder lassen sogar Stadien der Lokomotion aus. Andere zeigen auch eher seltenere Fortbewegungsarten wie z. B. das Sitzrutschen oder das „Shuffeln“.

► **Merke.** Der Säugling sollte mit etwa 4–5 Monaten gut greifen und den Kopf in Bauchlage sicher halten können. Mit etwa 9 Monaten sollte freies, selbstständiges Sitzen möglich sein. Die meisten Kinder können mit 18 Monaten sicher laufen.

Das **Greifverhalten** macht eine differenzierte, variable Entwicklung durch. Im Alter von 3–4 Monaten beginnt das Kind gezielt nach Gegenständen zu greifen. Parallel dazu schwächt sich der Greifreflex der Hände zunehmend ab. Im Verlauf kann der Säugling Gegenstände von einer Hand in die andere geben und die Mittellinie des Körpers überkreuzen. Die Hand-Augen-Bewegungen sowie Hand-Mund-Bewegungen werden zunehmend koordiniert. Im 2. Lebenshalbjahr wird der Daumen zunehmend mehr in die Greiffunktion einbezogen, zuerst mit Flexion und Adduktion (**Zangengriff**, 8–9 Monate), dann auch mit Opposition (**Pinzettengriff**, 10–12 Monate). So kann das Kind mit etwa 1 Jahr kleine Gegenstände greifen.

Die **neurologische Untersuchung** eines Säuglings beinhaltet die Beurteilung von Spontanmotorik, Körperhaltung, visuellem und auditivem Verhalten, Kraft, Muskeltonus, Muskeleigenreflexe, Reaktivität sowie allgemeines Verhalten. Unter Reaktivität versteht man die Reaktion und Anpassungsfähigkeit des Kindes auf Umgebungsreize, die allgemeine Reizbarkeit und die Reaktion auf fremde und bekannte Per-

2.3.3 Motorische Entwicklung im Säuglingsalter

Im 1. Lebensjahr passt sich das Kind an die neue Umwelt an. Dabei geht es um Nahrungsaufnahme, Rhythmisierung (Tag-/Nachtrhythmus), Anpassung an Schwerkraft und Raum sowie die damit verbundenen motorischen Entwicklungsschritte.

In der frühen motorischen Entwicklung unterscheidet man: Mundmotorik, Reflexverhalten, Haltung, Lokomotion und Greifverhalten.

Die Differenzierung der **Mundmotorik** dient nicht nur der Nahrungsaufnahme, sondern bildet auch die Grundlage der Lautproduktion.

Primitives Reflexverhalten hat unterschiedliche Bedeutungen (Sicherung der Nahrungszufuhr, Schutzreflex, phylogenetisch) und verschwindet innerhalb der ersten Lebensmonate.

Die **Haltungsentwicklung** zeigt einen typischen Verlauf: von einer Flexionshaltung hin zu einer Extensionshaltung (Abb. 2.4).

Die **Lokomotion** hat folgenden Ablauf: Drehen, Sitzen, Robben, Kriechen, Aufstehen und Gehen. Dieser Ablauf ist nicht für alle Kinder gleich und es gibt Fortbewegungsvarianten, die zu einer normalen Entwicklung gehören.

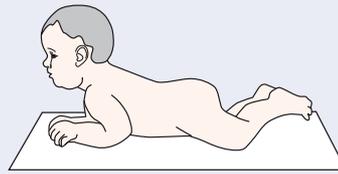
► **Merke.**

Das gezielte **Greifen** mit der ganzen Hand beginnt im 3.–4. Monat und endet mit dem Pinzettengriff im 10.–12. Monat.

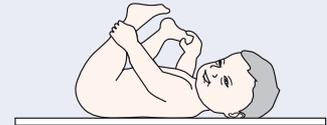
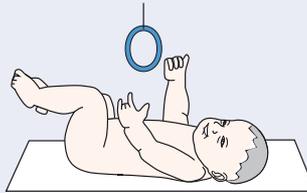
Die **neurologische Untersuchung** des Säuglings beinhaltet die Beurteilung von Spontanmotorik, Körperhaltung, Kraft, Muskeltonus, visuellem und auditivem Verhalten, Reaktivität und allgemeines Verhalten.

2.4 Entwicklung der Körperhaltung in den ersten 6 Monaten

Bauchlage

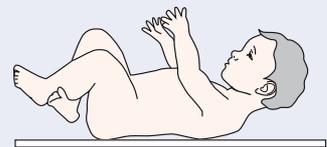
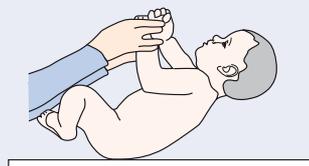


Rückenlage



Aufsitzen („pull to sit“)

Das Aufsitzen bei Neugeborenen ist wegen der noch schwachen Kopfkontrolle nicht zu empfehlen.



Sitzen



Neugeborenes



3 Monate



6 Monate

In verschiedenen Testverfahren (Abb. 2.5 – Abb. 2.8) werden Fähigkeiten in verschiedenen Entwicklungsbereichen (z. B. Motorik, Sprache) erfasst und in Beziehung zu Normangaben gesetzt.

2.3.4 Motorische Entwicklung im Kindesalter

Nach dem Erwerb des Gehens und der Handfunktion folgt eine zunehmend bessere Koordination der damit verbundenen Fähigkeiten.

sonen. Beim allgemeinen Verhalten werden das Interesse an Gegenständen, die Stabilität des Verhaltens, Schreien und Beruhigbarkeit untersucht. Die Aussagekraft von Spontanmotorik, Körperhaltung und Tonus sowie visuellem und auditivem Verhalten sind bezüglich deren prognostischer Bedeutung in der Regel wichtiger als die von Muskeleigenreflexen und von Primitivreflexen. Bei der Frage nach zentral oder peripher bedingter muskulärer Hypotonie beim Neugeborenen und Säugling („floppy infant“) ist die Beurteilung von Kraft und Muskeleigenreflexen und anderen neurologischen Symptomen wichtig (s. Tab. 3.8).

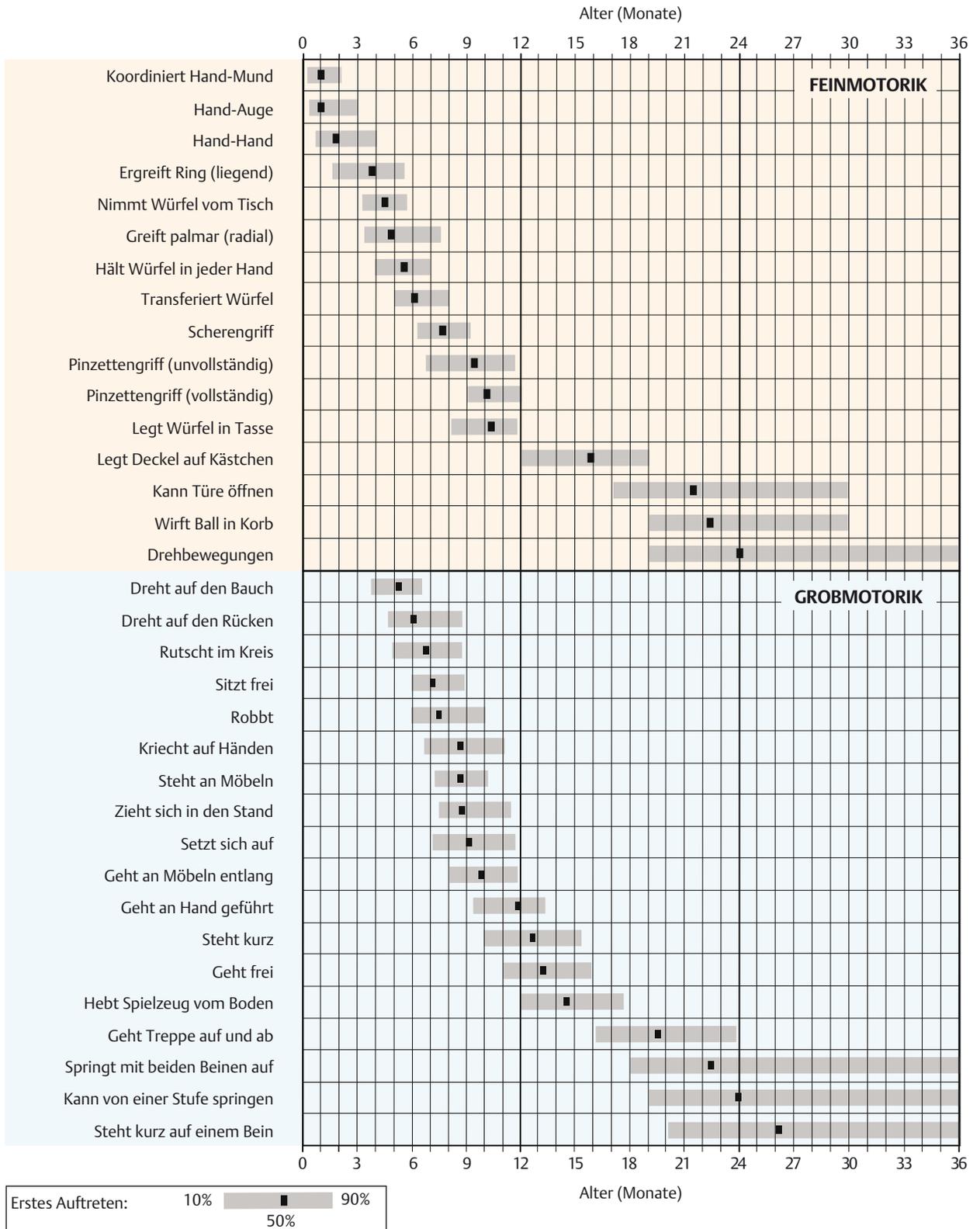
Verschiedene Testverfahren sind geeignet, die Entwicklung von Kindern in verschiedenen Bereichen (Motorik, Sprache, Kognition etc.) zu prüfen. Dabei wird letztlich immer eine genaue, standardisierte Beobachtung durchgeführt, deren Ergebnisse mit Normwerten verglichen werden. Entwicklungstests richten sich dabei nach der regelhaften Abfolge von Entwicklungsschritten in den jeweiligen Entwicklungsbereichen, für die es jeweils Normwerte gibt (siehe dazu Abb. 2.5, Abb. 2.6, Abb. 2.7 und Abb. 2.8).

2.3.4 Motorische Entwicklung im Kindesalter

Nach dem Erwerb des aufrechten Gehens und der Handfunktion wird in der Folgezeit die Bewegungskoordination weiter verbessert. Afferente Informationen und deren zentralnervöse Verarbeitung werden zunehmend feiner aufeinander abgestimmt (sensorische Integration). Je älter das Kind wird, desto differenzierter sind die neuromotorischen Fähigkeiten und desto geringer fällt die Intensität der Mitbewegungen aus. Die entwicklungsabhängigen Fortschritte sind für verschiedene motorische Fertigkeiten beschrieben worden, z. B. für Hüpfen, Fangen oder Ballwer-

2.5 Motorische Entwicklung im Vorschulalter

MOTORIK



(aus: Jenni O., Benz C., Caffisch J. et al., Entwicklungsstörungen im Vorschulalter – Interdisziplinär beurteilt, Ther Umschau 2013; 70: 637–645; © Abteilung Entwicklungspädiatrie 4. Januar 2010)

Motorische Fähigkeiten und deren Störungen lassen sich nur zuverlässig durch standardisierte Testverfahren prüfen.

Bei motorischen Entwicklungsstörungen ist die Variabilität der Bewegungen geringer, man beobachtet stereotype und unökonomische Abläufe.

2.4 Soziale, sprachliche und kognitive Entwicklung

Interaktionen zwischen Kind und Eltern beginnen bald nach der Geburt (**Blickkontakt**). Frühzeitig kommt es zu **Imitationsvorgängen**. Signale des Kindes werden von Erwachsenen beantwortet und umgekehrt. Eine **Bezugsperson** muss verfügbar, verlässlich und vertraut sein, damit sich das Kind emotional gut entwickeln kann.

Das **soziale Lächeln** (ca. 4.–6. Lebenswoche) ist ein angeborenes Verhalten, das von der Stirn-Augen-Partie des Gegenübers ausgelöst wird. Die soziale Antwort wird zunehmend differenziert. Beim **Fremdeln** (Achtmonatsangst/Neunmonatsangst) wird eindeutig zwischen Bekannten und Nichtvertrauten unterschieden.

Trennungsangst und **Trotzverhalten** sind normale **Reifungsphänomene** der kindlichen Entwicklung. Das Trotzverhalten tritt am stärksten im 3. Lebensjahr auf und ist Ausdruck der **Autonomieentwicklung**.

fen. Zu Beginn des Schulalters verfügt das Kind über einen stabilen Gleichgewichtssinn und eine differenzierte manuelle Geschicklichkeit. Hirnfunktionsstörungen führen vielfach zu einer Schwäche in diesen Bereichen.

Motorische Fähigkeiten und deren Störungen lassen sich nur zuverlässig durch standardisierte Testverfahren prüfen. Dabei muss das Testverfahren normiert sein, um die motorischen Leistungen in Relation zu einem Normkollektiv zu setzen. Dies geschieht analog zur Beurteilung des Wachstums anhand von Perzentilen. Dabei kann sowohl die motorische Leistung als auch die Qualität beurteilt werden. Diese Tests müssen altersgerechte motorische Aufgaben enthalten.

Bei einer motorischen Entwicklungsstörung wird die Variabilität der Bewegungsäußerungen geringer, man beobachtet eine gewisse Stereotypie bei verminderter Anpassungs- und Variationsfähigkeit. Auch werden motorische Funktionen unökonomisch eingesetzt, z. B. der Kraftaufwand nicht genau mit der Anforderung abgestimmt.

2.4 Soziale, sprachliche und kognitive Entwicklung

Das Sozialverhalten beginnt bereits kurz nach der Geburt. Das Kind nimmt **Blickkontakt** auf – es sucht damit die Nähe der vertrauten Person, meist der Mutter. Die visuelle Fixation und Informationsaufnahme sowie andere Wahrnehmungsfunktionen sind wichtige Voraussetzungen für die soziale Entwicklung. Das **Imitationsvermögen** gibt weitere Anreize, schon früh wird durch Nachahmung gelernt. Der Erwachsene geht beim Kontakt mit dem Säugling intuitiv auf bestimmte Signale ein und sendet auch selbst solche aus, die vom Kind nachahmend beantwortet werden. So entsteht ein inniger Dialog zwischen Mutter bzw. Vater und Kind (Bindung). Durch gegenseitiges Verstärken (Konditionieren) wird die Kompetenz der sozialen Interaktionen zunehmend verbessert und gefestigt. Das Kind macht so die Erfahrung, dass seine Bedürfnisse erfüllt werden.

Für eine optimale emotionale Entwicklung des Kindes muss die **Bezugsperson** 3 Eigenschaften aufweisen: **Verfügbarkeit**, **Verlässlichkeit** und **Vertrautheit**. Dies gilt für die gesamte Zeit der kindlichen Entwicklung. Ist eine Betreuungsperson beispielsweise nicht verlässlich oder nicht immer verfügbar, so wie dies bei Personen mit Sucht- oder psychischen Erkrankungen möglich ist, können die emotionale Entwicklung und das Bindungsverhalten beim Kind gestört sein. Dies tritt auch bei der Deprivation auf. Muss ein Kind wegen einer chronischen Erkrankung länger im Krankenhaus bleiben und sind die Eltern oder andere Bezugspersonen wenig anwesend, muss unbedingt darauf geachtet werden, dass Betreuungspersonen möglichst konstant verfügbar sind.

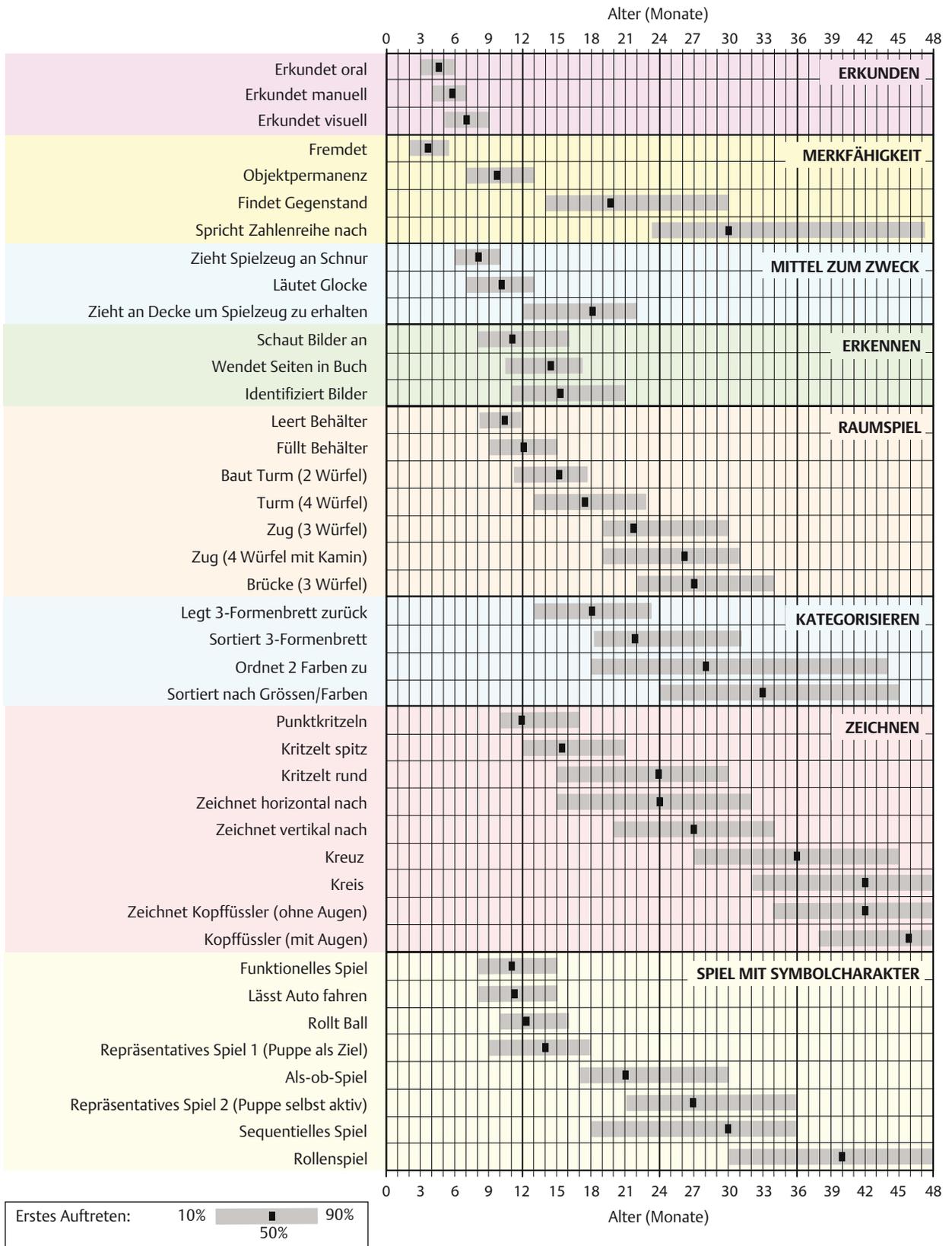
Das **soziale Lächeln** tritt meist im Alter von 4–6 Wochen auf. Es handelt sich offenbar um eine angeborene Reaktion auf bestimmte Reize. Vor allem die Stirn-Augen-Partie des Gegenübers ist von Bedeutung, insbesondere wenn sie sich in einer gewissen Distanz rhythmisch bewegt. Auch Töne und Stimmen können die soziale Antwort auslösen, die sich im Entwicklungsverlauf weiter differenziert. Im Laufe der Zeit wird zunehmend zwischen bekannten und fremden Personen unterschieden, was sich um den 8./9. Lebensmonat im **Fremdeln** äußert: Das Kind zeigt nicht vertrauten Personen gegenüber Angstreaktionen. Die Ausprägung dieses Verhaltens kann aber sehr unterschiedlich sein. Fremdeln ist die erste Form von Trennungsangst.

Beim Kleinkind kann die **Trennungsangst** noch stark ausgeprägt sein. Sie hängt mit der Entwicklung von Autonomie und Selbstständigkeit zusammen und wird stark von Außeneinflüssen bestimmt. Die Autonomieentwicklung spiegelt sich danach auch im **Trotzverhalten** wider, das im 3. Lebensjahr am stärksten ausgeprägt ist. Parallel dazu entwickelt sich die Selbstwahrnehmung mit der Fähigkeit, sich im Spiegel zu erkennen, den eigenen Namen zu nennen und die Ich-Form zu benutzen. Die Stärke des Trotzverhaltens ist sehr unterschiedlich. Sowohl die Trennungsangst wie auch das Trotzverhalten sind **Reifungsphänomene** der kindlichen Entwicklung und deshalb Teil der normalen Entwicklung.

Die **Autonomieentwicklung** reift im Verlauf weiter, sodass im Alter von 3–4 Jahren der Besuch eines Kindergartens möglich wird. Die soziale Orientierung richtet sich mit zunehmendem Alter mehr auf Altersgenossen und auf die Erzieher. Das Kind

2.6 Kognitive Entwicklung im Vorschulalter

SPIEL



(aus: Jenni O., Benz C., Caffisch J. et al., Entwicklungsstörungen im Vorschulalter – Interdisziplinär beurteilt, Ther Umschau 2013; 70: 637–645; © Abteilung Entwicklungspsychiatrie 4. Januar 2010)

2.7 Anleitung zu den Meilen- und Grenzsteinen des Spielverhaltens

ANLEITUNG SPIEL

Erkunden

Erkundet oral ⁽¹⁾	tastet Gegenstand mit Mund ab
Erkundet manuell ⁽¹⁾	manipuliert Gegenstand mit Hand
Erkundet visuell ⁽¹⁾	betrachtet Gegenstand, betastet ihn mit Zeigefinger

Merkfähigkeit

Fremdet ⁽²⁾	reagiert mimisch auf unbekannte Person
Objektpermanenz ⁽²⁾	schaud heruntergefallenem Gegenstand nach
Findet Gegenstand ⁽²⁾	versteckt unter Tasse/in Tuch eingewickelt (zwei Mal)
Spricht Zahlenreihe nach ⁽¹⁾	spricht zwei Zahlen nach

Mittel zum Zweck (kausale Zusammenhänge)

Zieht Spielzeug an Schnur ⁽⁴⁾	zieht gezielt an Schnur, um Spielzeug/Gegenstand zu ergreifen
Läutet Glocke ⁽¹⁾	
Zieht an Decke um Spielzeug zu erhalten ⁽⁴⁾	zieht gezielt an Decke, um Spielzeug/Gegenstand zu erhalten

Bilder erkennen

Schaut Bilder an ⁽²⁾	schaud einfache Bilder in Bilderbuch kurz an (Teddybär, Ball)
Wendet Seiten in Buch ⁽²⁾	
Identifiziert Bilder ⁽²⁾	zeigt auf/betrachtet intensiv Bilder auf Nachfrage

Raumspiel

Leert Behälter ⁽¹⁾	entnimmt/entleert/schüttelt Gegenstände aus Behälter auf Aufforderung/spontan
Füllt Behälter ⁽¹⁾	füllt Gegenstände in Behälter auf Aufforderung oder spontan
Turm (2 Würfel) ⁽¹⁾	baut Turm spontan, auf Aufforderung oder nach Vormachen
Turm (4 Würfel) ⁽¹⁾	"
Zug (3 Würfel) ⁽¹⁾	"
Zug (4 Würfel, Kamin) spontan ⁽¹⁾	"
Brücke (3 Würfel) ⁽¹⁾	"

Kategorisieren

Legt 3-Formenbrett zurück ⁽²⁾	legt passende Formen in Leerformen zurück
Sortiert 3-Formenbrett ⁽²⁾	ordnet vertauschte Formen richtig zu (umgedrehtes Formenbrett)
Ordnet 2 Farben zu ⁽³⁾	ordnet gleichfarbene Gegenstände einander zu
Sortiert nach Grössen/Farben ⁽³⁾	sortiert grosse/kleine Plättchen, weisse/schwarze Plättchen

Zeichnen

Punktritzeln ⁽²⁾	benutzt Stift
Kritzelt spitz ⁽²⁾	führt spitze Richtungswechsel aus (spontan)
Kritzelt rund ⁽²⁾	führt runde Richtungswechsel aus (spontan)
Zeichnet vertikal nach ⁽¹⁾	zeichnet vertikalen Strich nach
Zeichnet horizontal nach ⁽¹⁾	zeichnet horizontalen Strich nach
Kreuz ⁽¹⁾	zeichnet Kreuz nach
Kreis ⁽¹⁾	zeichnet geschlossenen Kreis nach
Zeichnet Kopffüssler (ohne Augen) ⁽¹⁾	zeichnet Kopffüssler ohne Augen (auf Aufforderung)
Kopffüssler (mit Augen) ⁽¹⁾	zeichnet Kopffüssler mit Augen (auf Aufforderung)

Spiel mit Symbolcharakter

Funktionelles Spiel ⁽⁵⁾	verwendet Gegenstand (Kamm, Löffel, Telefon) an sich selber
Lässt Auto fahren ⁽²⁾	lässt Auto auf Tisch fahren
Rollt Ball ⁽²⁾	rollt Ball auf Tisch
Repräsentatives Spiel 1 ⁽⁵⁾	verwendet Gegenstand funktionell an Gegenüber (Puppe, Mutter)
Als-ob-Spiel ⁽⁵⁾	verleiht Gegenstand die Bedeutung eines anderen Gegenstandes (z. B. Holzstück als Flugzeug)
Repräsentatives Spiel 2 ⁽⁵⁾	führt Gegenüber (Puppe), um Gegenstand funktionell zu benutzen (Puppe isst mit Löffel)
Sequentielles Spiel ⁽⁵⁾	führt Sequenz mit Puppenmöbeln aus (mindestens zwei Handlungsstränge, z. B. essen am Tisch und schlafen gehen)
Rollenspiel (Erfahrungswert)	zwei oder mehr Kinder spielen gemeinsame Thematik

(1) Zürcher Longitudinalstudien, (2) Griffiths Mental Development Scales, (3) Snijders-Oomen non-verbal Intelligence Test, (4) Bayley Scales of Infant Development, (5) Largo RH, Howard JA. Dev Med Child Neurol. 1979. 21(4) and 21(3)

kann sich einer Gruppe zunehmend besser anpassen, eine gewisse Zeit still sitzen, an gemeinsamen Aktivitäten teilnehmen und auch Rollenspiele durchführen. In der Pubertät lässt dann die Bedeutung der Eltern als Bezugspersonen zunehmend nach und Freundschaften mit Gleichaltrigen („peer groups“) werden wichtiger.

Die **emotionale Entwicklung** des Kindes ist eng mit seinen sozialen und kognitiven Fähigkeiten verbunden. Affektive Reaktionen und Gemütsäußerungen können gut durch die Beobachtung des Verhaltens oder durch eine detaillierte Befragung von Eltern und Betreuungspersonen erfasst werden. Eine differenzierte Beurteilung der emotionalen Entwicklung und des Verhaltens ist mit verschiedenen Fragebögen und Testverfahren möglich, die allerdings nur mit entsprechenden vertieften Kenntnissen interpretiert werden dürfen.

Auch die **sprachliche Entwicklung** (Abb. 2.8) ist eng mit der sozialen Entwicklung verbunden und wird stark von Außeneinflüssen bestimmt. Wichtige Voraussetzung für das Sprechen ist ein gutes **Hörvermögen**. Kann ein Säugling nicht hören, verliert sich seine Laut- und Silbenproduktion im Verlauf des 2. Lebenshalbjahres und die akustische Orientierungsreaktion bleibt aus. Normalerweise wird das Plappern des Säuglings zunehmend differenziert. Gegen Ende des 1. Lebensjahres erscheinen Doppellaute und bald die ersten Wörter. Nachahmung und Rückkoppelung durch akustische Wahrnehmung spielen dabei eine wichtige Rolle. Im 2. Lebensjahr vergrößert das Kind rasch seinen Wortschatz. Dabei geht das Wort- oder Sprachverständnis (rezeptive Sprache) der Sprachproduktion (expressive Sprache) voraus. Wichtige Vorbedingung ist neben dem Hörvermögen auch eine ungestörte kognitive und soziale Entwicklung. Störungen der Sprachentwicklung können die rezeptive oder expressive Sprache betreffen und auch kombiniert (globale Sprachstörung, meist verbunden mit einer kognitiven Beeinträchtigung) auftreten.

► **Merke.** Mit etwa 2 Jahren sollte ein Kind mindestens 50 Wörter sprechen und diese zu Zwei-Wort-Sätzen verbinden können. Mit 3 Jahren machen sich die meisten Kinder verbal gut verständlich und kennen bereits ihren Namen.

Im Alter von 3–4 Jahren kann **physiologisches Stottern** auftreten, wenn die Sprachproduktion und das Sprechen nicht die Geschwindigkeit erreichen können, mit der Gedanken und Wünsche ausgedrückt werden sollen. Auch Stammelfehler (z. B. Sigmatismus) und Schwierigkeiten mit der Grammatik (Dysgrammatismus) sind im Kleinkindalter häufig. Diese Zeichen können auf eine **Sprachentwicklungsverzögerung** oder **-störung** hinweisen. Wichtig ist hier, das Sprachverständnis und den kognitiven Entwicklungsstand zu prüfen und bei Unsicherheit das Kind frühzeitig an eine Fachstelle zu überweisen.

Die **Sauberkeitsgewöhnung** ist ein wichtiger Bereich der Sozialentwicklung. Es kommt zu einem engen Wechselspiel zwischen biologischen Funktionen und Umwelteinflüssen (z. B. erzieherische Maßnahmen). Beim Säugling wird die Blase, wenn sie gefüllt ist, reflektorisch entleert; manche Mütter bemerken dies am Verhalten des Kindes und können so den rechten Moment abpassen. Im Allgemeinen muss das Kind aber über bestimmte zentralnervöse Funktionen und davon abhängige Fähigkeiten verfügen, die es ermöglichen, den Harnstrahl anzuhalten bzw. die Blase willentlich zu entleeren. Bei den meisten Kindern ist dies im 3. bis 4. Lebensjahr der Fall, dann haben auch erzieherische Bemühungen die größte Aussicht auf Erfolg. In der Regel wird die Kontrolle der Darmfunktion gleichzeitig wie die der Blasenfunktion erreicht, zunächst tagsüber, danach auch nachts (S. 802).

Die **kognitive Entwicklung** (Entwicklung der Intelligenz) kann nach den Beobachtungen von Jean Piaget in verschiedene Stufen eingeteilt werden (Tab. 2.1).

Die **emotionale Entwicklung** des Kindes ist eng mit seinen sozialen und kognitiven Fähigkeiten verbunden.

Auch die **Sprachentwicklung** (Abb. 2.8) ist eng mit der sozialen Entwicklung verbunden. Voraussetzung ist ein gutes **Hörvermögen**. Verlust des Plapperns im 2. Lebenshalbjahr und mangelnde akustische Orientierungsreaktion deuten auf eine mögliche Hörstörung hin. Die perzeptive Sprachfunktion geht der expressiven voraus. Wichtige Vorbedingung ist eine ungestörte kognitive Entwicklung.

► **Merke.**

Physiologisches Stottern kann im Alter von 3–4 Jahren auftreten. Dyslalie und Dysgrammatismus können Ausdruck einer **Sprachentwicklungsverzögerung** oder **-störung** sein.

Die **Sauberkeitsgewöhnung** setzt einen funktionsreifen biologischen Apparat voraus. Die unwillkürliche Funktion der Ausscheidungsorgane muss willentlich beherrscht werden. Erziehungsmaßnahmen sind am besten im 3.–4. Lebensjahr zu beginnen.

Die **kognitive Entwicklung** vollzieht sich in verschiedenen Perioden (Tab. 2.1).

Stufen der kognitiven Entwicklung

1. **sensomotorische Periode** (Geburt bis 2 Jahre)
 - Zweck-Mittel-Verknüpfung (Hantieren mit Gegenständen)
 - aktives Experimentieren (Veränderung der Umwelt)
2. **präoperationale Periode** (2–7 Jahre)
 - Wahrnehmung, Konstanz, Kausalität (sensomotorische Erfahrungen)
 - symbolisches, vorbegriffliches, begriffliches Denken, logisch schlussfolgernde Denkprozesse (als Voraussetzung für den Schulbesuch)
3. **konkrete Denkoperationen** (7–11 Jahre)
 - Erkennen von Kategorien, Zeit, Raum, Logik
 - Anpassung aufgrund von Erfahrungen
4. **formale Denkoperationen** (ab etwa 11 Jahren)
 - kausales Denken, induktives Schlussfolgern
 - Bewältigung abstrakter Operationen (wissenschaftliche Experimente)

Das **Spielverhalten** (Abb. 2.7) des Kindes vermittelt einen Eindruck über seine kognitive Entwicklung und hat eine charakteristische Abfolge.

Im Schulalter sind verschiedene Testverfahren dazu geeignet, Intelligenzfunktionen zu erfassen.

Intelligenztests erfassen gleichzeitig unterschiedliche Fähigkeiten (z. B. **Hamburg-Wechsler-Intelligenz-Test für Kinder** oder **Kaufman-Assessment Battery for Children**).

Bei Störungen der Entwicklung sollte fachkundige Hilfe beansprucht werden.

Einen Eindruck der kognitiven Entwicklung im frühen Kindesalter vermittelt die Beurteilung des **Spielverhaltens** (Abb. 2.7). Dabei lassen sich verschiedene Funktionen beobachten, z. B. das räumlich-figurale Denken, das sich in einer charakteristischen Abfolge äußert. Zuerst wird das Inhalt-Behälter-Konzept erfasst (Einfüllen und Ausräumen), anschließend das Verständnis für die vertikale räumliche Orientierung (Turm bauen), gefolgt von horizontalen räumlichen Ausrichtung (Zug bauen). Andere Bereiche wie Kategorisieren und Spielverhalten mit Symbolcharakter können ebenfalls durch das Spielverhalten beurteilt werden und zeigen analog eine vorgegebene Abfolge, welche eine Beurteilung des Entwicklungsalters ermöglicht. Der Denver Developmental Screening Test beinhaltet die kognitive Entwicklung nicht als eigenen Entwicklungsbereich, obwohl manche Elemente der kognitiven Entwicklung – z. B. in der feinmotorischen Entwicklung – enthalten sind („Turm mit 2 Klötzchen“).

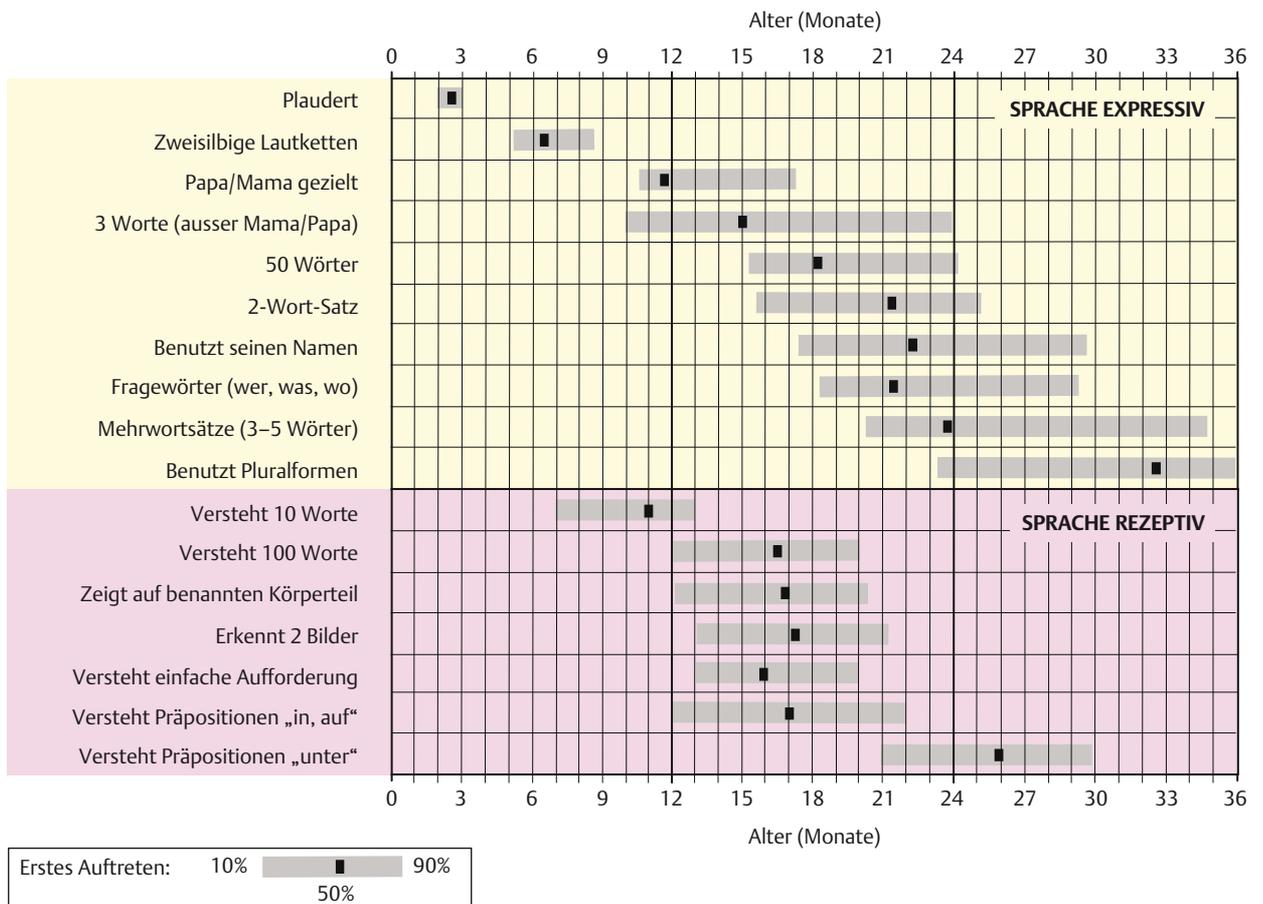
Ab dem Schulalter können Intelligenzfunktionen erfasst werden. Verschiedene Testverfahren sind dazu geeignet. Dabei werden unterschiedliche Aspekte berücksichtigt, wie z. B. sprachliche, visuomotorische, perzeptive oder abstrahierende Fähigkeiten. Die Aussagekraft der Tests ist unterschiedlich und hängt u. a. von den erhobenen Testbereichen ab. Zudem ist zu berücksichtigen, ob Normwerte vorliegen und wie aktuell diese sind.

Im Rahmen einer Entwicklungsbeurteilung sollen immer motorische, soziale, sprachliche **und** kognitive Fähigkeiten erfragt oder geprüft sowie das Verhalten und die Größe des Kindes berücksichtigt werden. Als erprobtes Verfahren zum Erfassen mehrerer Intelligenzfunktionen sind der Hamburg-Wechsler-Test für das Vorschulalter oder der **Hamburg-Wechsler-Test für Kinder** (in vierter revidierter Form) sowie die **Kaufman-Assessment Battery for Children** zu empfehlen. Sprachfreie Intelligenztests wie der **Snijders-Oomen Nicht-verbale Intelligenztest** (revidierte Form) oder der **progressive Matrizen-test nach Raven** erfassen hauptsächlich logisch-abstraktes Denken.

Falls der Kinderarzt eine Störung der sozialen, sprachlichen, kognitiven und/oder emotionalen Entwicklung eines Kindes feststellt, sollte er fachkundige Hilfe in Anspruch nehmen.

2.8 Sprachentwicklung im Vorschulalter

SPRACHE



(aus: Jenni O., Benz C., Caffisch J. et al., Entwicklungsstörungen im Vorschulalter – Interdisziplinär beurteilt, Ther Umschau 2013; 70: 637–645; © Abteilung Entwicklungspädiatrie 4. Januar 2010)

2.5 Schlafverhalten

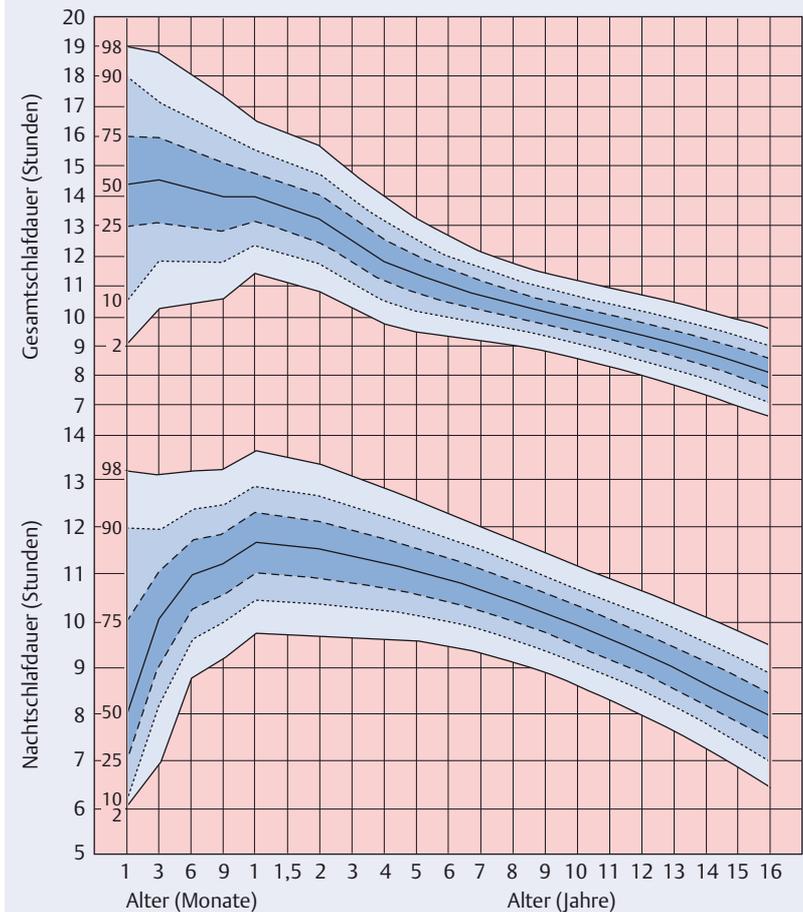
Wie andere Entwicklungsbereiche zeigt auch das Schlafverhalten eine Entwicklungsdynamik und eine große interindividuelle Variabilität. Die Vorstellung, dass ein Kind eine fixe Anzahl Stunden an Schlaf braucht, die durch das Alter festgelegt sind (z. B. 12 Stunden mit 2 Jahren), ist falsch. Wie für das Wachstum gibt es auch für den Schlafbedarf Perzentilen (Abb. 2.9).

Schlafstörungen in der frühen Kindheit betreffen oft Durchschlafstörungen. Sie können durch Bestimmung des effektiven Schlafbedarfs und andere Maßnahmen wie Rhythmisierung des Tagesablaufes, Anpassung der Bettzeit an die Schlafzeit und Einschlafhilfen erfolgreich angegangen werden. Eine medikamentöse Behandlung von Schlafstörungen ist beim gesunden Kind nicht sinnvoll.

2.5 Schlafverhalten

Das individuelle Schlafbedürfnis zeigt eine große Variabilität. Wie für das Wachstum gibt es auch hier Perzentilen (Abb. 2.9).

2.9 Schlaferzentilen



(Iglowstein I, Jenni OG, Molinari L, Largo RH (2003) Sleep duration from infancy to adolescence: reference values and generational trends. *Pediatrics*, 111 (2); 302-307)

2.6 Entwicklung in der Adoleszenz

Pubertät und **Adoleszenz** kennzeichnen einen Lebensabschnitt mit tief greifenden körperlichen und seelischen Umstellungen. Die Jugendmedizin befasst sich mit den Problemen dieses Alters.

Zu Veränderungen der Genitalien und zur Ausbildung sekundärer Geschlechtsmerkmale (S.237) (s. auch Abb. 2.3). Die Pubertät ist mit dem Abschluss des körperlichen Wachstums beendet. Die Adoleszenz dauert bis ins Erwachsenenalter, ihr Abschluss ist also nicht genau festzulegen.

Bei der Ablösung von Elternhaus und Familie können Konflikte entstehen. Jugendliche suchen ihre Identität. Sie kommen in den Einfluss von **Peer-Gruppen**. Krisensituationen werden auch durch Kontakt mit **Drogen** und **Alkohol** begünstigt. Pubertätskrisen können schwer von einer beginnenden Psychose zu unterscheiden sein. Wichtig ist es, das Vertrauen der Jugendlichen zu erhalten. Der Kinder- bzw. Jugendarzt hat hier eine wichtige Aufgabe.

2.6 Entwicklung in der Adoleszenz

Als Lebensabschnitt mit tief greifenden Veränderungen ist die Zeit der **Pubertät** und **Adoleszenz** sowohl für das heranwachsende Kind als auch für die gesamte Familie von besonderer Bedeutung. Es kommt zu körperlichen und seelischen Umstellungen, die einige Zeit beanspruchen, keineswegs immer koordiniert verlaufen und zu krisenhaften Situationen Anlass geben können. Die Jugendmedizin ist für diesen Altersbereich verantwortlich.

Die Pubertät beginnt mit Veränderungen an den Genitalien und mit dem Auftreten sekundärer Geschlechtsmerkmale (S.237) (s. auch Abb. 2.3), sie endet mit dem Abschluss des körperlichen Wachstums. Dies ist beim Jungen mit ca. 18 Jahren, beim Mädchen mit ca. 16 Jahren der Fall. Durch die säkulare Akzeleration (S.46) hat sich dieser individuell recht variable Zeitabschnitt vorverlagert. Selbstbefriedigung (Masturbation, Onanie) ist ein normales Phänomen, auch enge gleichgeschlechtliche Freundschaften sind in dieser Zeit nicht ungewöhnlich. Im Allgemeinen kommt es bald zu heterosexuellen Kontakten, die heute recht früh erfolgen.

Ein wichtiger Aspekt der Pubertät ist die erforderliche Ablösung von Elternhaus und Familie. Dies kann zu Konfliktsituationen mit Autoritätsprotest und starken Auseinandersetzungen Anlass geben. Jugendliche suchen nach Vorbildern und kommen in den Einfluss von **Peer-Gruppen** (gleichaltrige Gruppe), brauchen Selbstbestätigung und Erfolg. Bei der emotionalen Labilität, die nicht zuletzt auch durch hormonelle Faktoren bedingt ist, kann dies Krisensituationen heraufbeschwören. Diese können durch den Kontakt mit **Drogen** und **Alkohol** zusätzlich begünstigt werden. Extreme Reaktionen und Kurzschlusshandlungen treten auf; mitunter wird es schwierig, eine Pubertätskrise von einer beginnenden Psychose abzugrenzen. Da der Kinder- bzw. Jugendarzt die bisherige Entwicklung verfolgt hat und die familiäre Situation kennt, kann auch er in dieser Zeit der Krise Unterstützung geben.

3 Allgemeine und spezielle Prävention

3.1 Früherkennungsuntersuchungen 61
3.2 Infektionsprophylaxe..... 73

U. Heininger, H.-M. Straßburg, F. C. Sitzmann*

3.1 Früherkennungsuntersuchungen

H.-M. Straßburg, F. C. Sitzmann*

3.1.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Die **Früherkennungsuntersuchungen** im Kindesalter, die umgangssprachlich auch Vorsorge-Untersuchungen genannt werden, zählen zu den wichtigsten sozialpädiatrischen Aufgaben in der Praxis des Kinderarztes. Grundlage hierfür ist die seit 1971 mehrfach revidierte Fassung von §26 des Sozialgesetzbuches V, der besagt: „Versicherte Kinder haben bis zur Vollendung des 6. Lebensjahrs Anspruch auf Untersuchungen sowie nach Vollendung des 10. Lebensjahrs auf eine Untersuchung zur Früherkennung von Krankheiten, die ihre körperliche, geistige oder psychosoziale Entwicklung in nicht geringfügigem Maße gefährden ...“

Die ärztlichen Maßnahmen werden in den Kinderrichtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses der Ärzte und Krankenkassen G-BA festgelegt. Die letzte Überarbeitung ist am 1.1.2017 mit der Veröffentlichung eines neuen Kinderuntersuchungsheftes „Gelbes Heft“ in Kraft getreten. Seither gelten die aktuellen Bestimmungen des Datenschutzes, z. B. bei dem neu eingeführten Mukoviszidose-Screening. Nicht ärztliche Institutionen z. B. Kita, Schule, Jugendamt können nur die Teilnahme überprüfen.

Heute werden von den gesetzlichen Krankenversicherungen 11 Früherkennungsuntersuchungstermine finanziert. Die Inanspruchnahme der U2–U7 liegt bei über 95%. Seit der Neufassung sind die Termine **zusätzlich** mit einer **Beratung der Eltern** zu den jeweiligen **Präventionsthemen** (Tab. 3.1) verbunden.

U	Präventionsthemen (Auswahl)
U2–U5	Ernährung, Impfungen, Lagerung, Vermeidung des plötzlichen Kindstod, Hautpflege, Verhalten bei: Fieber, Infekten, Erbrechen und Durchfall
U6	Impfungen, Unfallverhütung, Gewaltprävention, Förderung der motorischen, sprachlichen und psychosozialen Entwicklung, Allergieprävention, Zahnpflege; Gewaltprävention
U7	Unfallverhütung (inkl. Vermeidung von giftigen und gefährlichen Substanzen), Förderung der Sprachentwicklung, Ernährung (Vermeidung von Übergewicht)
U7a, U8	Unfallverhütung, Förderung der Sprachentwicklung, Verhaltensförderung (z. B. Sozialverhalten), Zahnpflege, Medienkonsum
ab U9	Sport und Bewegung, Unfallverhütung, Allergie- und Adipositasprävention, Hautschutz vor UV-Strahlung, Schulempfehlung, Medienkonsum
J1 und J2	HPV-Impfung, Partnerschaft und Familie, Sexualität, Antikonzeption, Suchtmittel (Nikotin, Alkohol, Drogen), Medienkonsum, Berufsberatung

Schwangerschaftsvorsorge, Mutterschutz, Früherkennungsuntersuchungen, Impfungen (S.73) und die Einrichtungen der „Frühen Hilfen“ tragen gemeinsam dazu bei, die Säuglings- und Kindersterblichkeit und die Morbidität im Kindes- und Jugendalter in Deutschland zu senken.

3.1 Früherkennungsuntersuchungen

3.1.1 Allgemeine Vorbemerkungen

Die **Früherkennungsuntersuchungen** im Kindesalter zählen zu den wichtigsten sozialpädiatrischen Aufgaben in der Praxis des Kinderarztes.

Derzeit werden von den gesetzlichen Krankenversicherungen 11 Früherkennungsuntersuchungstermine finanziert.

3.1

Schwangerschaftsvorsorge, Mutterschutz, Früherkennungsuntersuchungen, Impfungen (S. 73) und die „Frühen Hilfen“ senken die Morbidität im Kindesalter.

Folgende Präventionsarten werden unterschieden:

- **Primäre Prävention:** = Krankheitsverhütung (z. B. durch vorbeugende Beratung und Impfungen)
- **Sekundäre Prävention:** = Krankheitsfrüherkennung (z. B. durch Screening-Untersuchungen)
- **Tertiäre Prävention:** = Beseitigung von Krankheitsfolgen (z. B. durch Rehabilitationsmaßnahmen).
- **Quartäre Prävention:** Verhinderung von Übermedikalisierung und unnützer Medizin.

Zeitpunkte der Früherkennungsuntersuchungen zeigt Tab. 3.2.

3.2

Man unterscheidet verschiedene Arten der Prävention:

- **Primäre Prävention:** Krankheiten sollen primär verhütet werden, die entsprechenden Vorsorgemaßnahmen werden bei Gesunden getroffen (z. B. vorbeugende Beratung, Vermeidung perinataler Risikofaktoren, Änderungen der Lebensführung, Rachitis- und Kariesprophylaxe, Impfungen).
- **Sekundäre Prävention:** Bestehende Krankheiten sollen frühestmöglich erkannt werden mit evtl. noch erfolgversprechender Behandlungsmöglichkeit (z. B. Screening-Untersuchungen auf angeborene Stoffwechselstörungen, Hypothyreose und Mukoviszidose, angeborene Hörstörungen und Hüftdysplasie).
- **Tertiäre Prävention:** Folgezustände von Erkrankungen sollen beseitigt oder gemildert werden (z. B. im Sinne der Rehabilitation nach schweren Krankheiten und Unfällen).
- **Quartäre Prävention:** Verhinderung von Übermedikalisierung und unnützer Medizin.

Der Zeitpunkt der Früherkennungsuntersuchungen ist festgelegt (Tab. 3.2).

3.2 Zeitpunkt der Früherkennungsuntersuchung im Kindesalter

U	Zeitpunkt
U1	unmittelbar nach der Geburt im Kreißsaal
U2	3.–10. Lebenstag (Basisuntersuchung)
U3	4.–5. Lebenswoche
U4	3.–4. Lebensmonat
U5	6.–7. Lebensmonat
U6	10.–12. Lebensmonat
U7	21.–24. Lebensmonat
U7a	34.–36. Lebensmonat
U8	46.–48. Lebensmonat (3½–4 Jahre)
U9	60.–64. Lebensmonat (5–5¼ Jahre)
J1	13.–14. Lebensjahr
Zusätzlich werden von immer mehr Krankenkassen* finanziert:	
U10	mit 7–8 Jahren und eine
U11	mit 9–10 Jahren sowie eine
J2	mit 16–17 Jahren
* Einige Krankenkassen finanzieren auch einen jährlichen „Check-up“ ab dem 6. Lebensjahr	

► Merke.

► **Merke.** Bei allen Früherkennungsuntersuchungen müssen **Körpergewicht, Körperlänge, Kopfumfang** und ab der U5 auch der **Body-Mass-Index** bestimmt und eine **vollständige körperliche Untersuchung am entkleideten Kind** vorgenommen werden.

Werden die oben genannten Parameter in **Somatogramme** eingetragen (s. Abb. 27.3), geben sie einen guten Überblick über die körperliche Entwicklung eines Kindes.

Da die ersten 6 Lebensjahre für die Entwicklung des Kindes besonders entscheidend sind, sollten **alle Untersuchungstermine** wahrgenommen werden.

Die oben genannten Parameter ergeben einen zuverlässigen Einblick in die körperliche Entwicklung. Werden diese Maße mit den entsprechenden oberen und unteren Perzentilen (meist 3. und 97. Perzentile) in **Somatogramme** eingetragen (s. Abb. 27.3), kann z. B. sofort zur Frage der Über- oder Unterernährung, des Groß- oder Kleinwuchses bzw. zu einer Störung im Schädelwachstum und damit in der Regel zur Gehirnentwicklungsstellung genommen werden.

Gerade in den ersten 6 Lebensjahren ist die Entwicklung des Kindes für die spätere körperliche und seelische Gesundheit von allergrößter Bedeutung, daher sollten **alle Untersuchungstermine** wahrgenommen werden. Bei Frühgeborenen erfolgt eine Alterskorrektur bis zum Alter von 24 Monaten.

In immer mehr Bundesländern (z. B. Hessen, Saarland, Nordrhein-Westfalen) wird die Teilnahme an den Untersuchungsterminen zentral registriert. Werden die vorgesehenen Termine von den Eltern nicht wahrgenommen, wird vor allem bei einer Nichtteilnahme von U3 bis U7 das Gesundheits- und/oder das Jugendamt zum Ausschluss einer Kindeswohlgefährdung eingeschaltet.

Ist die normale körperliche und geistige Entwicklung eines Kindes durch einen bestimmten Befund gefährdet, werden die Diagnosen in das Untersuchungsheft einge-

tragen und ggf. weitere Maßnahmen (z. B. Herzgeräusch/V. a. Vitium cordis) mit den Sorgeberechtigten besprochen und veranlasst.

Zusammenfassend gilt für alle Früherkennungsuntersuchungen Folgendes (Tab. 3.3):

Für alle Früherkennungsuntersuchungen gilt (s. Tab. 3.3):

3.3 Grund- und Merkgeln für alle Früherkennungsuntersuchungen

Grundregeln	Merkgeln
<ul style="list-style-type: none"> ■ Im Raum, in dem die Untersuchung durchgeführt wird, sollte Ruhe herrschen, außerdem sollte es warm sein ($\approx 21^\circ\text{C}$) ■ Im neuen Gelben Heft stehen zu jedem Termin Informationen für die Eltern und die Möglichkeit für die Eintragung von Notizen. Jede Untersuchung besteht aus der Anamnese, der Entwicklungsbeurteilung, der körperlichen Untersuchung und der präventiven Beratung. Die erfragten und erhobenen Befunde sowie ergänzende Angaben werden jeweils in das gelbe U-Heft eingetragen. ■ Die Körpermaße (Länge – Säuglinge und junge Kleinkinder im Liegen messen, Gewicht, Kopfumfang) sind festzustellen und zusammen mit dem BMI in die Somatogramme einzutragen. ■ Impfungen sind nicht Bestandteil der Untersuchungen, bei jedem Termin sollte sich der Arzt aber den Impfstatus vorlegen lassen, den Impfstatus überprüfen und fehlende Impfungen nachholen. ■ Im Säuglingsalter ist stets nach der Vitamin-D-/Fluoridprophylaxe (inklusive Verabreichungsform – darf nicht in der Flasche gegeben werden) zu fragen. ■ Bedeutsame erhobene Befunde müssen behutsam mit den Eltern besprochen werden; sie müssen vorsichtig an schwerwiegende Diagnosen herangeführt werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewicht : Ende des 1. Lebensjahres ist das Geburtsgewicht verdreifacht (etwa 10 kg), Ende des 6. Lebensjahres versechsfacht, mit 12 Jahren etwa verzehnfacht. ■ Körperlänge: Geburt etwa 50 cm, Endes des 1. Lebensjahres etwa 75 cm, 12. Lebensjahr etwa 150 cm. Die im Liegen gemessene Gesamtkörperlänge ist etwas größer als die im Stehen. Bei Mädchen setzt der Wachstumsschub vor der Pubertät früher ein, ist aber geringer als bei Jungen. ■ Kinderfüße: Wachstum bei Laufanfängern ca. 1,5 mm/Monat, bei älteren Kindern 1 mm/Monat.

3.1.2 Besonderheiten der einzelnen Früherkennungsuntersuchungen (U1–J1)

U1 (1. Lebenstag)

Diese Untersuchung wird 5 und 10 Minuten nach der Geburt nach dem sog. **APGAR-Schema** (s. Tab. 6.5) vorgenommen und dient der Beurteilung des Vitalzustandes des Kindes. Vorrangig soll hierbei die Frage geklärt werden, ob eine sofortige Intensivtherapie (z. B. Intubation und Beatmung) oder Intensivüberwachung notwendig wird, um eine Gefährdung des Kindes zu vermeiden. Die eigentliche Untersuchung wird dabei ohne apparativen Aufwand durchgeführt und beinhaltet das Zählen der Herz- und Atemfrequenz, die Beurteilung von Hautkolorit, Muskeltonus und Reflexverhalten (z. B. beim Absaugen). Bei unreifen Kindern (Reifezeichen s. u.) wird der Reifegrad (das Gestationsalter in SSW + Tage) festgestellt (s. auch Tab. 6.2). Zudem erhalten alle gesunden Neugeborenen zur **Blutungsprophylaxe** je 2 mg **Vitamin K oral** (auch bei der U2 und U3). Zur Prophylaxe einer Bindehautentzündung (z. B. durch Gonokokken) wird nur bei Infektionsverdacht eine Makrolid-Salbe appliziert. Es werden der pH-Wert und der Base-Excess im Nabelschnurarterienblut bestimmt und Angaben zur Familienanamnese z. B. Ikterus bei einem vorangegangenen Kind, ggf. Befunde der pränatalen Diagnostik, zum Schwangerschaftsverlauf und zur Geburt in das Untersuchungsheft eingetragen. Außerdem sollte auf äußerlich erkennbare Fehlbildungen, Traumata und Ödeme beim Kind geachtet werden (**Video 3.1**).

3.1.2 Besonderheiten der einzelnen Früherkennungsuntersuchungen (U1–J1)

U1 (1. Lebenstag)

5 und 10 Minuten nach der Geburt werden die Vitalparameter nach dem **APGAR-Schema** (s. Tab. 6.5) registriert. Außerdem wird der Nabelschnurarterien-pH- und der Base-Excess-Wert bestimmt. Bei der U1, U2 und U3 wird zudem eine **Vitamin-K-Prophylaxe** (2 mg oral) verabreicht.

► **Merke.** Zeichen der **Reife** des Neugeborenen sind:

- geringe Lanugohaare mit haarlosen Bezirken, Haut rosig
- feste Ohrmuscheln mit Knorpel bis zur Peripherie
- Plantarlinien reichen über die vorderen zwei Drittel der Fußsohle
- mind. ein Hoden ist vollständig deszendiert
- große Labien bedecken die kleinen Labien
- Fingernägel überragen Fingerkuppen
- Durchmesser der Brustdrüsen etwa 10 mm
- Spontanhaltung: Extremitäten gebeugt, physiologischer Muskeltonus

► **Merke.**

Video 3.1

Video 3.1 Früherkennungsuntersuchung U1



U2 (3.–10. Lebensjahr)

Ausführliche **Basisuntersuchung** mit Fokus auf behandlungs- bzw. kontrollbedürftige Krankheiten bzw. Befunde. Für das erweiterte **Neugeborenen-Screening** wird Kapillarblut der Ferse abgenommen (sog. Filterpapiertest, Abb. 3.1, die Untersuchung selbst erfolgt heute überwiegend mittels Tandem-Massenspektrometrie). Nach den aktuellen Richtlinien wird in Deutschland auf folgende Krankheiten untersucht: Hypothyreose, Adrenogenitales Syndrom, Biotinidasemangel, Galaktosämie, Phenylketonurie und Hyperphenylalaninämie, Ahornsirupkrankheit, Medium-Chain-, Long-Chain- und Very-Long-Chain-Acyl-CoA-Dehydrogenasemangel, Karnitinzylusdefekte, Glutarazidurie Typ 1, Isovalerianazidämie und Mukoviszidose.

U2 (3.–10. Lebensjahr)

Hierbei handelt es sich um eine umfassende **Basisuntersuchung**, bei der vor allem jene Krankheiten bzw. Befunde festgestellt werden, die sofort behandlungsbedürftig und zumindest in kurzen Zeitabständen überwacht werden müssen (z. B. Herzfehler, Makrozephalie).

Zwischen dem 2. und 3. Lebensjahr wird Kapillarblut der Ferse (Abb. 3.1) für **Screening-Untersuchungen** auf Hypothyreose, Adrenogenitales Syndrom, Biotinidasemangel, Galaktosämie, Phenylketonurie, Hyperphenylalaninämie, Ahornsirupkrankheit, Medium-Chain-, Long-Chain- und Very-Long-Chain-Acyl-CoA-Dehydrogenasemangel, Karnitinzylusdefekte, Glutarazidurie Typ 1 und Isovalerianazidämie entnommen. Mit der heute überwiegend eingesetzten **ESI-Tandem-Massenspektrometrie** (ESI = Elektrosprayionisierung) können außerdem weitere metabolische Erkrankungen festgestellt werden, z. B. Homozysteinämie, Methylmalonazidämie und viele andere Organoazidurien sowie Störungen der Fettsäureoxidation, des Aminosäurestoffwechsels und des Harnstoffzyklus.

Seit 2016 wird auch eine Screeninguntersuchung auf Mukoviszidose angeboten. Diese kann nach den Richtlinien des Gen-Diagnostik-Gesetzes nur zwischen dem 2. und 3. LT nach ärztlicher Beratung möglichst in der Entbindungsklinik erfolgen, wobei wegen der Erkennung von heterozygoten Anlageträgern das Recht auf Nichtwissen respektiert werden muss.

Zur Früherfassung einer Gallengangsatresie sollte die Stuhlfarbe mittels einer Farbskala festgestellt werden.

3.1 Neugeborenen-Screening



a

Nr. des Einsenders:	
Nr. der Geb.-Klinik:	
Geburts-Nr.:	
Geb. am:200..	Kostenträger: Klinik:
Abnahme:200..	Ü-schein:
	Privat:
Stempel des Einsenders:	
Unterschrift der Mutter:	

b

- a Kapillare Blutentnahme aus der Ferse.
b Vorderseite eines Screening-Test-Kärtchens (Filterpapiertest) mit 3 Blutproben. Die Kreise müssen ganz mit Blut durchtränkt sein.

Zum Zeitpunkt der U2 sollte eine Screening-Untersuchung des Hörens (S.846) erfolgen, meist durch Messung der **transitorischen otoakustischen Emissionen (tOAE)** oder durch eine automatisierte Untersuchung der elektrischen Hirnstamm-Antworten AABR.

Die klinische Untersuchung von Augen, Gehörgängen, Mund- und Rachenraum (S.24) sollte, wie dies auch für alle nachfolgenden Untersuchungen gilt, am Ende des Untersuchungsgangs stehen, da sie für das Kind unangenehm sind und es sich evtl. wehrt und schreit. Auskultation und abdominelle Untersuchung können dann Schwierigkeiten bereiten.

Bei **Kindern mit Risikofaktoren** sollte bereits im Rahmen der U2 eine Hüftgelenks-sonografie (S.703) erfolgen. Weiterhin sind Fehlstellungen der Füße zu beachten, da ggf. schon jetzt mit den entsprechenden orthopädischen bzw. physiotherapeutischen Behandlungsmaßnahmen begonnen werden muss.

Darüber hinaus werden die Vitamin-D-, Fluorid- und ggf. Jodidprophylaxe (Tab. 3.4, Tab. 3.5) sowie die bevorstehenden Impfungen ab dem 2. Lebensmonat mit den Eltern besprochen (s. Video 3.2).

Zusätzlich sollte eine Screening-Untersuchung des Hörens (S.846) erfolgen.

Bei **Kindern mit Risikofaktoren**: Hüftgelenkssonografie (S.703).

Rachitis-, Fluorid- und Jodidprophylaxe sowie bevorstehende Impfungen werden besprochen (Tab. 3.4, Tab. 3.5).

Video 3.2 Früherkennungsuntersuchung U2



Video 3.2

3.4 Empfehlungen zur Fluorid- und Vitamin-D-Prophylaxe

3.4

Alter	Fluoridmenge
Fluoridkonzentration im Trinkwasser < 0,3 mg/l:	
1.–3. Lebensjahr	> 0,25 mg/d
4.–6. Lebensjahr	0,50 mg/d
> 7. Lebensjahr	1 mg/d
Fluoridkonzentration im Trinkwasser 0,3–0,7 mg/l:	
1.–4. Lebensjahr	kein Fluorid
ab 4. Lebensjahr	0,25 mg/d
ab 7. Lebensjahr	0,5 mg/d

beachte:

- Bei Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser > 0,7 mg/l ist keine Fluoridprophylaxe erforderlich.
- Die prophylaktische Gabe von Fluorid zur Verbesserung des Zahnschmelzes wird von Kinder- und Zahnärzten kontrovers gehandhabt. Zwischen dem 6. Lebensmonat und dem 2. Lebensjahr ist eine Fluoridgabe mit 0,25 mg/d sinnvoll. Nach dem 2. Lebensjahr sollten die Zähne mit einer fluoridhaltigen Zahnpasta gereinigt werden.
- Im 1. Lebensjahr sollten nach dem 10. Lebenstag zusätzlich 500 IE Vit. D/d Rachitisprophylaxe verabreicht werden.
- Zur Jodprophylaxe sollte grundsätzlich in jedem Haushalt jodiertes Speisesalz verwendet werden, stillenden Müttern wird empfohlen, täglich mindestens 150–200 µg Jod aufzunehmen.

3.5

3.5 Empfehlungen zur Jodprophylaxe

	Alter	Jodid µg/d
Säuglinge	0–4 Monate	50
	4–12 Monate	80
Kinder	1–4 Jahre	100
	4–7 Jahre	120
	7–10 Jahre	140
	10–< 13 Jahre	180
Jugendliche	13–18 Jahre	200

U3 (4.–5. Lebenswoche)

Bei dieser **erweiterten Basisuntersuchung** werden vor allem die **ersten Verhaltensmuster** im Sozial- und Wahrnehmungsverhalten (Tab. 3.7) sowie die motorische und Entwicklung (Tab. 3.6) kontrolliert.

U3 (4.–5. Lebenswoche)

Die U3 stellt eine **erweiterte Basisuntersuchung** dar und ist in der Regel die erste Untersuchung beim weiterbetreuenden niedergelassenen Kinderarzt. Kontrollbedürftige Befunde aus der U2 werden überprüft. Zudem ist an diesem Termin die sonografische Untersuchung auf das Vorliegen einer Hüftgelenksdysplasie gebunden.

Wichtig ist gerade hier die Aussage der Eltern, wie sie mit der Betreuung des Kindes, vor allem bei der Nahrungsaufnahme und nachts zurechtkommen. Die ersten **Verhaltensmuster** in der Wahrnehmung (fixiert und verfolgt Gegenstände) (Tab. 3.7), im Sozialverhalten (Antwort mit Lächeln, wenn der Säugling angelächelt wird) (Tab. 3.7) und in der Sprache (seufzende, stöhnende, zufriedene Laute und Lallen) (Tab. 3.6) können festgestellt werden. Bei der Beurteilung der **motorischen Entwicklung** kommt es vor allem auf die **Vielfalt und die Harmonie der Bewegungsübergänge** an (Tab. 3.6). Einige **Reflexe und Reaktionen zur Beurteilung der motorischen Entwicklung** sind in Tab. 3.8 dargestellt. Diese Tabellen sollte jeder Arzt, der Untersuchungen bei Kindern vornimmt, kennen.

Wie auch bei der U1 und U2 wird Vitamin K (2 mg) oral verabreicht. Die Vitamin-D-, Fluorid- und ggf. Jodidprophylaxe (s. Tab. 3.5) sowie bevorstehende Impfungen sind zu besprechen.

► Merke.

► **Merke.** Die Beobachtung der spontanen Bewegungen des Säuglings, v. a. von Drehbewegungen der Hände und Füße, Vielfalt und Harmonie sind wichtige Kriterien für die Beurteilung der motorischen Entwicklung.

3.6 Kriterien für die normale Sprachentwicklung und die motorische Entwicklung des Säuglings und Kleinkindes

	Alter	Kriterium zur Sprachentwicklung	Kriterien zur motorischen Entwicklung
U3	1 Monat	seufzende und stöhnende Laute in zufriedenen und gesättigtem Zustand	<ul style="list-style-type: none"> ■ dreht in Bauchlage den Kopf zur Seite ■ kann in Rückenlage den Kopf inkonstant hin- und herdrehen und bleibt mehr als 10 sec in Mittelstellung ■ in schwebender Bauchlage wird der Kopf mindestens 3 sec gehalten ■ bei ca. 30 % der Säuglinge besteht eine Asymmetrie von Rumpf, Hals oder Kopf
U4	3 Monate	vokalisiert spontan	<ul style="list-style-type: none"> ■ kann den Kopf in Bauchlage sicher ca. 45° von der Unterseite abheben
U5	6 Monate	antwortet vokalisierend, wenn er angesprochen wird, bildet erste Silbenketten z. B. ge-ge-ge	<ul style="list-style-type: none"> ■ sichere Kopfkontrolle in jeder Körperhaltung ■ aktive Mitarbeit beim Hochziehen des Kindes zum Sitzen (Traktionsversuch) und aufrechtes Sitzen mit Unterstützung möglich ■ Bewegungen sind v. a. an Händen und Füßen vielfältig und harmonisch, palmares Greifen
	9 Monate	bildet Silbenketten, wie wawawa ..., rarara ...	<ul style="list-style-type: none"> ■ setzt sich selbstständig auf ■ dreht flüssig vom Rücken in die Bauchlage

3.6 Kriterien für die normale Sprachentwicklung und die motorische Entwicklung des Säuglings und Kleinkindes (Fortsetzung)

	Alter	Kriterium zur Sprachentwicklung	Kriterien zur motorischen Entwicklung
U6	12 Monate	imitiert Sprachlaute, bildet Doppelsilben, wie mamam, papap ...	<ul style="list-style-type: none"> ■ selbstständiges Hochziehen zum Stehen ■ steht mit Festhalten ■ greift nach Gegenständen und klopft sie gegeneinander
	18 Monate	gebraucht „Mama“ und „Papa“ sinngemäß, zusätzlich mindestens ein Wort	<ul style="list-style-type: none"> ■ geht frei und sicher ■ bückt sich nach Gegenständen ■ hantiert mit Spielzeugen
U7	2 Jahre	gebraucht mind. 20 Worte sinngemäß (z. T. Symbolworte wie wau-wau), versteht und befolgt einfache Aufträge	<ul style="list-style-type: none"> ■ läuft sicher, umgeht Hindernisse und kann 3 Stufen im Nachstellschritt heruntergehen ■ setzt sich zum Spiel hin und steht freihändig auf ■ kann sich Schuhe ausziehen
U7a	3 Jahre	bildet Dreiwortsätze, benutzt Personalpronomen, Ich-Form und Mehrzahl	<ul style="list-style-type: none"> ■ hüpfte beidbeinig eine Stufe hinunter ■ kann kurz (ca. 1 sec), auf einem Bein stehen, manipuliert mit kleinen Gegenständen
U8	4 Jahre	erzählt Erlebnisse, kann sich mit anderen unterhalten	<ul style="list-style-type: none"> ■ kann Treppen freihändig mit Beinwechsel hinauf- und hinuntergehen, bewegt Laufrad o. ä. zielgerichtet ■ kann mind. 3 sec auf einem Bein stehen, hüpfte über ein 30 cm breites Blatt
U9	5 Jahre	Aussprache praktisch fehlerfrei, lediglich noch geringe grammatikalische Fehler	<ul style="list-style-type: none"> ■ kann mind. 5 sec auf einem Bein stehen und mind. 3-mal auf einem Bein hüpfen, jeweils links und rechts, fängt einen größeren Ball ■ kann auf einer Linie gehen (Ferse zu Zehe) mit weniger als 3 Abweichungen ■ kann Kreis, Quadrat und Dreieck zügig und fast fehlerfrei abzeichnen

3.7 Kriterien für altersentsprechendes Spiel- und Sozialverhalten beim Säugling bzw. Kleinkind (nach Largo et al.)

	Alter	Kriterium für Wahrnehmung und Spielverhalten	Kriterium für Sozialverhalten
U3	1 Monat	fixiert und verfolgt Gegenstände und bekannte Gesichter, die in seinem Gesichtsfeld bewegt werden	antwortet mit einem Lächeln, wenn es angelächelt wird (inkonstant)
U4	3 Monate	schaut sich die eigenen Finger an, spielt mit ihnen in Körpermitte	erwidert Lächeln der Bezugsperson soziales Lächeln
U5	6 Monate	greift nach Gegenständen (sowohl mit der rechten als auch der linken Hand), transferiert sie von einer Hand in die andere	freut sich über Zuwendung, lacht stimmhaft
	9 Monate	untersucht Gegenstände intensiv mit Händen, Mund und Augen (Hand-Augen-Mund-Exploration)	unterscheidet fremde und bekannte Personen, fremdelt
U6	12 Monate	schüttelt Gegenstände, klopft und wirft mit Gegenständen, trinkt allein aus einer Flasche und mit Hilfe aus einem Becher o. ä.	zeigt Zuneigung gegenüber vertrauten Personen
	18 Monate	versteckt Gegenstände, holt sie wieder, räumt ein und aus, untersucht intensiv die Umgebung	
U7	2 Jahre	imitiert alltägliche Handlungen und Tätigkeiten Erwachsener, einfaches Rollenspiel, zeigt auf Gegenstände in einfachen Bilderbüchern	teilt seinen „Besitz“, versucht sich durchzusetzen
U7a	3 Jahre	andauerndes und konzentriertes Rollenspiel und Illusionsspiel („So tun, als ob“)	kann ca. 15 min. alleine spielen, isst mit einem Löffel, teilt mit anderen, zumindest nach Aufforderung, kann sich von der Bezugsperson vorübergehend trennen
U8	4 Jahre	detailliertes Rollenspiel mit anderen Kindern, einfaches konstruktives Spiel, kann sich selbst an- und ausziehen	sucht Kooperation und Freundschaft mit Gleichaltrigen, kann sich emotional immer besser regulieren
U9	5 Jahre	aufwendiges und ausdauerndes konstruktives Spiel alleine oder mit anderen Kindern, Regelspiele, erkennt mindestens 3 Farben und Zahlen bis 10	kooperiert mit Spielgefährten, hält sich meist an Spielregeln

3.8 Neurologische Untersuchung/Reflexe im Säuglingsalter (s. auch Video 3.2)

Phänomen	Erklärung des Ablaufs	Zeitraum des Auftretens
Fluchtreaktion Such-, Saug- und Schluckreaktion 	Beugebewegung der Extremitäten bei schmerzhaften Reizen einheitliche Verhaltensweise des Fetus und jüngeren Säuglings, um mit dem Mund die Nahrung zu erlangen und aufzunehmen	ab der 8. Gestationswoche nachweisbar ist bereits intrauterin nachweisbar, verschwindet nach dem 3. LM
Greifreaktion 	palmares Greifen bei Berührung der Hand- bzw. Fußinnenfläche	intrauterin nachweisbar, verschwindet nach dem 2. LM
Moro-Reaktion 1. Phase 	durch ruckartige Änderung der Kopfposition, laute Geräusche, Licht und ähnliche Reizauslösung mit plötzlichem Abspreizen der Arme, Öffnen der Hände und Strecken der Beine, oft verbunden mit Zeichen des Unwohlseins	intrauterin nicht nachweisbar, verschwindet nach dem 4. LM
Moro-Reaktion 2. Phase 	anschließende, z. T. repetitive Beugung der Arme im Sinne einer Umklammerung	verschwindet nach dem 2. LM
asymmetrischer tonischer Nackenreflex (ATNR) 	Kopfwendung zur Seite aus der Rückenlage durch den Untersucher führt zur Streckung der Extremitäten auf der „Gesichtsseite“ und Beugung auf der Gegenseite	bis zum 6. LM physiologisch, bei Persistenz pathologisch, wenn dadurch andere Bewegungen blockiert werden (= imperativ)

3.8 Neurologische Untersuchung/Reflexe im Säuglingsalter (s. auch Video 3.2) (Fortsetzung)

Phänomen	Erklärung des Ablaufs	Zeitraum des Auftretens
symmetrischer tonischer Nackenreflex (STNR) 	passive Beugung des Kopfes aus der Rückenlage führt zur Beugung der Arme und Streckung der Beine, Überstreckung des Kopfes zu umgekehrten Bewegungen	bis 5. LM physiologisch (sonst wie ATNR)
Galant-Reaktion 	Bestreichen des Rückens seitlich der Dornfortsätze von oben nach unten löst eine Biegung der Wirbelsäule zur gleichen Seite aus	verschwindet nach dem 4. LM
suprapubischer Streckreflex	Druck auf Symphyse führt zur Streckung der Beine und Füße	verschwindet nach dem 4. LM
Landau-Reaktion 	zunehmende Aufrichtung des Kopfes und Streckung von Rumpf und Beinen in horizontaler Schwebelage	ab dem 5. LM nachweisbar
seitliches Abstützen	zunehmend prompte Abstützbewegung der Hand bei seitlichen Kippbewegungen des Rumpfes im Sitzen	ab dem 3. LM nachweisbar
Seitlagereaktion	beim Abkippen aus der vertikalen in die horizontale Schwebelage Geradstellung des Rumpfes und zunehmende Ausrichtung gegen die Schwerkraft bei lockerer Beugung von Armen und Beinen	ab dem 4. LM nachweisbar
Sprungbereitschaft (Parachute-Reaktion) 	Auffangen mit beiden Händen bei rascher Annäherung des Gesichtes an die Unterlage	ab dem 5. LM nachweisbar
optische Stehbereitschaft	Streckung der Füße in Achselhängelage vor Erreichen der Unterlage	ab dem 5. LM nachweisbar

LM = Lebensmonat

(Abbildung zur „Landau-Reaktion“ und „Sprungbereitschaft“ wurden dankenswerterweise von Dr. J. Brühler, Kinderklinik Freudenstadt, zur Verfügung gestellt.)

U4 (3.–4. Lebensmonat)

Bei der U4 ist besonders auf **zentrale Tonus- und Koordinationsstörungen** zu achten, um diese ggf. sofort einer Frühtherapie zuführen zu können. Zudem Überprüfung des Hörens (S. 846) und Sehens.

Video 3.3

U4 (3.–4. Lebensmonat)

Bei dieser Untersuchung muss besonders auf **zentrale Tonus- und Koordinationsstörungen** geachtet werden, um eine Einschätzung der Entwicklung und ggf. die Indikation zur Einleitung von spezifischen Fördermaßnahmen (z. B. Physiotherapie) stellen zu können. Die zu erhebenden Befunde (einschl. der Körpermaße) gehen aus der Anleitung zur U4 im gelben Kinder-Untersuchungsheft hervor. Die Varianz der Normalbefunde ist gerade in diesem Lebensabschnitt – und auch noch bis zur U7 – recht groß, was bei der Beurteilung zu berücksichtigen ist. Es sollte auf die sog. Regulationsstörungen, insbesondere das vermehrte Schreien geachtet werden. Zudem werden das Seh- (Fixieren von Gegenständen oder Personen und Blickfolge nach beiden Seiten) und Hörvermögen (Klatschen, Hochtonrassel) überprüft (S. 846). Bei Bedarf sollte eine Ernährungsberatung angeboten werden. Daneben sind die Vitamin-D-, Fluorid- und ggf. Jodidprophylaxe (s. Tab. 3.5) sowie bevorstehende Impfungen zu besprechen (s. Video 3.3).

Video 3.3 Früherkennungsuntersuchung U4

The slide contains the following text:

Früherkennungsuntersuchung U4

ANAMNESE

- Erkrankungen, Schlafrhythmus, Schreiverhalten
- Nahrungsaufnahme, Schwierigkeiten beim Trinken oder Füttern bzw. beim Stuhlgang
- Reaktionen auf Geräusche und Licht

PRÄVENTIONSTHEMEN

- Ernährung, Lagerung, Hautpflege
- Verhalten bei Fieber, Infekten, Erbrechen, Durchfall
- Unfallverhütung

PROPHYLAXE

- Vitamin D, Fluorid und ggf. Jodid

IMPFUNGEN

- Information und Aufklärung
- ggf. Durchführung (kein fester Bestandteil der U4)

BEURTEILUNG VON

- Sprachentwicklung: spontane Vokalisation
- Motorik: Anheben des Kopfes, Abstützen auf den Unterarmen, Zusammenführen der Hände
- Spielverhalten: Spielen mit den eigenen Fingern, Verfolgen von Gegenständen
- Sozialverhalten: Reaktion auf Zuneigung, Lächeln spontan

A QR code is located in the bottom right corner of the slide.

U5 (6.–7. Lebensmonat)

Bei der U5 stehen die Feststellung **zerebraler Bewegungsstörungen** und die Beurteilung der **geistigen Entwicklung** im Vordergrund. Von besonderer Bedeutung ist die Beobachtung der **spontanen Bewegungen** des Kindes, dessen **Verhalten** sowie der **Interaktion mit den Eltern**.

Die **Kopfkontrolle** sollte voll entwickelt sein und der Säugling sich von der Rücken- in die Bauchlage (u.u.) **drehen** und **gezielt greifen** können.

Besteht der V. a. **Strabismus**, muss das Kind zum Augenarzt überwiesen werden.

U5 (6.–7. Lebensmonat)

Die U5 ist eine schwierige Untersuchung, da sich das Kind meist heftig dagegen wehrt.

Die Feststellung vorhandener **zerebraler Bewegungsstörungen** und die Beurteilung der **geistigen Entwicklung** stehen bei dieser Untersuchung im Vordergrund. Schon beim Anamnesegespräch mit der Mutter/dem Vater kann man die Reaktionen des Kindes wie Blickkontakt und Reaktionen auf akustische Reize (z. B. Klingeln, Zuruf) beobachten. Interesse an der Umgebung, Greifen nach Gegenständen und deren aufmerksames Betrachten, Körperhaltung und stimmhaftes Lallen sind weitere zu beachtende und aufschlussreiche Befunde. Von besonderer Bedeutung ist die **Beobachtung der spontanen Bewegungen** des Kindes, dessen **Verhalten** sowie der **Interaktion mit den Eltern**.

Ausdruck der **Kopfkontrolle** ist die Fähigkeit, bei jeder Änderung der Körperhaltung den Kopf aufrecht zu halten. Der Säugling **dreht sich** von der Rücken- in die Bauchlage und umgekehrt, er stützt sich mit geöffneten Händen ab (auf symmetrische Abstützreaktionen achten, z. B. auch bei der Parachute-Reaktion) und kann **gezielt greifen**.

Als einfaches und orientierendes Untersuchungsverfahren zur Diagnose einer **Schielerkrankung** dient der sog. **Brückner-Test**. Die Untersuchung wird mit einem Ophthalmoskop (in einem Abstand von 0,5–1 m und von 3–4 m) durchgeführt: Liegt kein Schielen vor, ist die Farbe des Pupillenleuchtens seitengleich, bei manifestem Strabismus imponiert die Pupille des schielenden Auges mehr hellrot. Bei einer Asymmetrie des Lichtreflexes → Überweisung zum Augenarzt.

Die Vitamin-D-, Fluorid- und ggf. Jodidprophylaxe (s. Tab. 3.5) sowie bevorstehende Impfungen sind zu besprechen. Es sollte auf den Schutz vor intensiver Sonnenbestrahlung hingewiesen werden und auf das häufige Ansprechen in der Muttersprache.

U6 (10.–12. Lebensmonat)

Bei den zu erfragenden Befunden (s. Kinder-Untersuchungsheft) sollte bei dieser Untersuchung auch nach dem „**Fremdeln**“ gefragt werden, einem wichtigen Grenzstein in der Sozialentwicklung. Die Beurteilung der **Sinnes- und Sprachentwicklung** ist auch bei dieser Untersuchung von Bedeutung (Silbenverdopplung, Reaktion auch auf leise Geräusche, interessierte Untersuchungen von Einzelheiten an Spielsachen mit dem Zeigefinger, z. B. das Bohren in Vertiefungen unter konzentrierter Beobachtung oder das An- und Ausschalten von Geräteknöpfen).

Das Kind zeigt eine **Stehbereitschaft** bei Annäherung der Füße an den Boden und greift mit dem sog. **Pinzettengriff** (gestreckter Zeigefinger und opponierter Daumen).

Auch nach Einführung des Hör-Screenings bei Neugeborenen sollte während der ersten Lebensjahre an die Möglichkeit des Vorliegens einer sekundären **Hörstörung** gedacht werden, die in den meisten Fällen durch eine Schallleitungsstörung bedingt ist (meist infolge einer Flüssigkeitsansammlung im Mittelohr). Die hierfür geeignetste Untersuchung ist die Tympanometrie (S. 846).

Ein bestehendes **Schielen** (Strabismus) muss abgeklärt werden (Überweisung zum Augenarzt). Eine Visusprüfung kann ab diesem Alter mit verschiedenen Tests, z. B. dem sog. Preferential-looking-Testverfahren (S. 855) erfolgen.

U7 (21.–24. Lebensmonat)

Auch bei der U7 ist besonderer Wert auf die Beurteilung der **Sinnesorgane und der weiteren Entwicklung** (z. B. mithilfe von Entwicklungstests wie dem Denver-Test) zu legen (s. **Video 3.4**). Deformierungen der Wirbelsäule, ein evtl. Beckenschiefstand, X- oder O-Beine und Fußgewölbeanomalien sind zu beachten. Das Schuhwerk des Kindes sollte beurteilt werden (der gut passende Schuh in diesem Alter sollte 15 mm länger als der Fuß sein und muss diesem insgesamt gut anliegen).

► **Merke.** Der Fuß des Kleinkindes liegt breit mit der gesamten Fußsohle auf, das Fußgewölbe ist aber beim Vorfußstand deutlich sichtbar. Dies ist normal und hat nichts mit einem krankhaften Senk- oder Plattfuß zu tun.

Darüber hinaus sind das freie Vor- und Rückwärtsgehen, Treppensteigen, Bücken, das Aufrichten aus der Hocke und das schnelle Laufen zu kontrollieren.

Bei 3–4% aller Kinder kommt es zwischen dem 6. Lebensmonat und dem 5. Lebensjahr zu **Fieberkrämpfen** oder zu Krampfanfällen anderer Ursache. Weiterhin ist nach **Verhaltensauffälligkeiten** (z. B. Schlafstörungen, Schreiatacken, Wutanfällen und Verhaltensstörungen bei den Mahlzeiten) zu fragen, die in diesem Alter häufig sind. Die Fluorid- und Jodidprophylaxe sind zu erfragen, der Impfstatus sollte überprüft werden.

Sprachentwicklungsstörungen (s. auch Tab. 3.6) sind vor allem zwischen dem 21. und 24. Lebensmonat schwierig festzustellen, da die Kinder im Rahmen der Untersuchung oft nicht bereit sind, aktiv zu sprechen, und gerade in dieser Zeit eine große Variabilität bei dem aktiven Spracherwerb besteht.

U6 (10.–12. Lebensmonat)

Zu den vorgegebenen zu erfragenden Befunden (s. Kinder-Untersuchungsheft) sollte bei dieser Untersuchung auch nach dem „**Fremdeln**“ gefragt werden, einem wichtigen Grenzstein in der Sozialentwicklung. Wesentlich ist auch die Beurteilung der **Sinnes- und Sprachentwicklung**.

Das Kind zeigt eine **Stehbereitschaft** bei Annäherung der Füße an den Boden und greift mit Daumen und Zeigefinger im sog. **Pinzettengriff**.

Eine erneute **Hörprüfung** (S. 846) wie auch eine **Augenuntersuchung** (Strabismus?, Visusprüfung) sind durchzuführen.

U7 (21.–24. Lebensmonat)

Wie bei der U6 ist die Beurteilung der **Sinnesorgane und der weiteren Entwicklung** wesentlich.

► **Merke.**

Krampfanfälle z. B. bei Fieber und **Verhaltensauffälligkeiten** (z. B. Schlafstörungen, Schreiatacken) sind zu erfragen.

Die Beurteilung einer **Sprachentwicklungsstörung** (s. auch Tab. 3.6) in diesem Alter ist schwierig.

Video 3.4 Entwicklungstests im Rahmen der U7



Video 3.4

U7a (34.–36. Lebensmonat)

Bei der U7a sollen v. a. die **aktive Sprachentwicklung** und die **Sinnesorgane** (S. 855) nochmals überprüft werden.

U8 (46.–48. Lebensmonat)

Neben den Kriterien der Entwicklungsbeurteilung wird bei der U8 noch mehr Wert auf die Erfassung von **Verhaltensstörungen** gelegt, z. B. Einnässen, Einkoten, Stereotypien, Sprechstörungen wie Stottern (S. 812) und Poltern (S. 813).

Eine orientierende **Sehprüfung** wird als monokulare Prüfung mit einer Sehtesttafel durchgeführt.

Die **Hörprüfung** erfolgt mit dem Kleinaudiometer.

Bei der **körperlichen Untersuchung** ist v. a. zu achten auf: Muskeltonus, Koordinationsstörungen, Tremor, Hirnnervenausfälle. Die **Urinuntersuchung** gehört zur U8.

U9 (60.–64. Lebensmonat)

Neben einer **ausführlichen Anamnese** und **körperlichen Untersuchung** sind wieder eine orientierende monokulare **Sehprüfung** sowie eine **Hörprüfung** durchzuführen.

U7a (34.–36. Lebensmonat)

Dieser Untersuchungstermin wurde 2008 zusätzlich eingeführt, um v. a. die **aktive Sprachentwicklung** und die **Sinnesorgane** (S. 855) nochmals zu überprüfen. Die körperliche Untersuchung sollte wie immer beim völlig entkleideten Kind einschließlich einer Inspektion der Anogenitalregion erfolgen.

Zur Beurteilung der Sprachentwicklung können standardisierte Elternfragebogen eingesetzt werden, z. B. die Sprachbeurteilung durch Eltern-Kurztest **SBE-Kt**, der kostenlos aus dem Internet heruntergeladen werden kann. Darüber hinaus sollte zunehmend auf die Formulierung ganzer Sätze und die Anwendung grammatikalischer Grundregeln (einfacher Satzbau, Pluralbildung) geachtet werden (s. auch Tab. 3.6). In diesem Alter sind Aussprachestörung, z. B. beim „Sch“, und Redeflussstörungen häufig (S. 812).

Zur Überprüfung der **Sehschärfe** und des **räumlichen Sehens** werden standardisierte Tests eingesetzt (S. 855). Eine **Hörprüfung** kann jetzt mit einem Kleinaudiometer durchgeführt und die Trommelfellbeweglichkeit mittels Tympanometrie überprüft werden. Vor einer Gehörprüfung sollte der Gehörgang inspiziert, ggf. gereinigt und das Trommelfell beurteilt werden.

U8 (46.–48. Lebensmonat)

Neben den Kriterien der Entwicklungsbeurteilung wird jetzt noch mehr Wert auf die Erfassung von evtl. bestehenden **Verhaltensstörungen** gelegt: Einnässen, Einkoten, massive Trotzreaktion, Stereotypien, unkonzentriertes Spielen, Umtriebigkeit, Aggressivität, Durchschlafstörung, Verzögerung der Sprachentwicklung bei Hörstörung, eine nicht altersentsprechende Sprache, Sprechstörungen wie Stammeln (Dyslalie), Stottern (S. 812) kann zwischen dem 3. und 5. Lebensjahr physiologisch sein, Poltern (S. 813) und Dysarthrie (als zentrale Sprachstörung). Ab dem 4. bis zum 16. Lebensjahr empfiehlt es sich, zur ersten Orientierung, bei Verhaltensauffälligkeiten den Fragebogen Strength and Difficulties questionnaire (SDq) zu verwenden, der kostenlos in über 40 Sprachen aus dem Internet heruntergeladen werden kann (www.sdqinfo.com).

Eine orientierende **Sehprüfung** wird als monokulare Prüfung mit einer Sehtesttafel, deren Testplatten für die Kinder leicht identifizierbare standardisierte Symbole enthalten, durchgeführt.

Die **Hörprüfung** erfolgt mit dem Kleinaudiometer, wobei die Hörschwelle bei Luftleitung in mindestens 5 Frequenzen geprüft werden sollte.

Bei der **körperlichen Untersuchung** ist besonders auf den Muskeltonus (Hypo- oder Hypertonie), Koordinationsstörungen, Tremor und Hirnnervenausfälle zu achten.

Die **Urinuntersuchung** mittels Teststreifen gehört routinemäßig zur U8.

U9 (60.–64. Lebensmonat)

Diese Untersuchung beinhaltet eine **ausführliche Anamnese** (Einzelheiten s. Kinder-Untersuchungsheft). Daneben sind eine orientierende monokulare **Sehprüfung** sowie eine **Hörprüfung** (Umgangs-, Flüstersprache, Audiometrie) durchzuführen.

3.2

3.2 Hand-Augen-Koordinationsprüfung (nach Klebe)

Feinmotorik (Visuomotorik)

Nachziehen oder von Vorlage abzeichnen:

**Kreis**

Kreis ohne Ende und geschlossen, wobei das Ende des Kreises über den Anfang hinausragen darf.

**Dreieck**

Dreieck mit deutlichen Ecken, wobei kein Winkel 90° erreichen sollte.

**Quadrat (Viereck)**

Gleichseitiges Viereck mit rechtwinkligen oder annähernd rechtwinkligen Ecken. Ein Rechteck wird als richtige Lösung akzeptiert.

Die **Kontrolle der Motorik** beinhaltet unter anderem das sichere Hüpfen auf einem Bein, den Seiltänzerengang (über etwa 2 m), die Prüfung der groben Kraft der Arme und Beine sowie die Körperhaltung. Zur Überprüfung der **Hand-Augen-Koordination** soll das Kind einen Kreis, ein Dreieck und ein Quadrat abzeichnen (Abb. 3.2). Die **Sprach- und Sprechfähigkeit** werden mit der Benennung bestimmter Bilder und dem Nacherzählen einer einfachen Geschichte erfasst. Der **Blutdruck** sollte gemessen werden. Bei einer nach dem 8. Lebensjahr stattfindenden Blutuntersuchung sollte wenigstens einmal das Gesamtcholesterin bestimmt werden – dazu muss das Kind nicht nüchtern sein.

In manchen Bundesländern wird die U9-Untersuchung auch anstelle der sonst vom Amtsarzt durchzuführenden Schuleingangsuntersuchung eingesetzt.

J1 (13.–14. Lebensjahr)

Die J1 ist bei der Einleitung des Transitionsprozesses, d. h. der Überleitung in die „Erwachsenenmedizin“ von Bedeutung. Mit dem Jugendlichen sollte wenn möglich auch alleine (ohne Beisein der Eltern) ein Gespräch geführt werden. Vor allem bei Jugendlichen mit chronischen Krankheiten sollte sich der Arzt Zeit nehmen und die Autonomie des Jugendlichen stärken. Diese ausführliche Untersuchung, umfasst eine **umfangreiche Anamnese**, die Fragen nach chronischen Erkrankungen, körperlichen Behinderungen, seelischen Störungen (auch hinsichtlich der Eingliederung des Jugendlichen in die Gesellschaft), der schulischen Entwicklung, der Familiensituation und auch sexualhygienische Fragen beinhaltet. Zudem sollte eine Urinuntersuchung durchgeführt und der Blutdruck gemessen werden.

Daneben erfolgt die **körperliche Untersuchung** mit Beurteilung der Pubertätsentwicklung. Der Impfstatus sollte überprüft werden. 2010 betrug die Teilnahme an der J1 etwa 43% der Gesamtzahl der Anspruchsberechtigten, Jugendliche aus den Städten nahmen deutlich häufiger teil als aus ländlichen Gebieten.

3.2 Infektionsprophylaxe

U. Heining, F. C. Sitzmann*

3.2.1 Möglichkeiten der Infektionsprophylaxe

Infektionen können durch die **Expositions-** und **Dispositionsprophylaxe** verhütet werden.

Die **Expositionsprophylaxe** besteht aus Maßnahmen, die eine Übertragung von Infektionserregern auf das Individuum verhindern, z. B. durch Isolierung des Erkrankten (Quarantäne), durch Desinfektion und Sterilisation, aber auch durch Meidung des Kontaktes mit einem Kranken.

Die **Dispositionsprophylaxe** soll die Krankheitsanfälligkeit reduzieren. Sie kann aus unspezifischen Maßnahmen bestehen (z. B. ausreichende kaloriengerechte Ernährung, gute Wohn- und Sozialverhältnisse, gute Umweltbedingungen), aber auch aus gezielten spezifischen Maßnahmen wie der aktiven und passiven Immunisierung.

Aktive Immunisierung

► **Definition.** Durch Zufuhr von Antigenen (Toxoide, abgetötete Erreger, abgeschwächte lebende Erreger, gentechnologisch hergestellte Antigene) werden bei intaktem Immunsystem vom Körper spezifische Schutzstoffe (Antikörper) und eine T-Zell-Immunantwort gebildet, die zu einer belastbaren Immunität führen. Diese kann unterschiedlich lange (Monate bis Jahrzehnte) bestehen bleiben und durch erneute Antigenexposition (Boosterung) in vielen Fällen rasch reaktiviert werden. Ziel der aktiven Immunisierung ist es, den Impfling so zu schützen, als ob er die entsprechende Infektionskrankheit bereits selbst durchgemacht hätte.

Impfstoffe für aktive Immunisierungen (= Impfungen) zeigt Tab. 3.9. Impfstoffe können einzeln (**monovalente** Impfstoffe) oder als Kombinationsimpfstoffe (**polyvalent**) verabreicht werden, z. B. Diphtherie/Tetanus/Pertussis azellulär (DTPa), Masern/Mumps/Röteln (MMR), ohne dass dadurch die antigene Wirksamkeit verringert wird. Es gibt zahlreiche Kombinationsimpfstoffe, z. B. DTPa-Hib-HB-IPV (hexa-

Die **Motorik** wird kontrolliert und die **Hand-Augen-Koordination** überprüft (Abb. 3.2). Die **Sprach- und Sprechfähigkeit** wird mit der Benennung bestimmter Bilder erfasst.

J1 (13.–14. Lebensjahr)

Die J1 umfasst eine **ausführliche Anamnese** (u. a. Fragen nach chronischen Krankheiten, Behinderungen, seelischen Störungen, schulischer Entwicklung, Familiensituation), die ggf. auch mit dem Jugendlichen alleine (ohne Beisein der Eltern) erhoben werden sollte, und eine **körperliche Untersuchung** mit Beurteilung der Pubertätsentwicklung und **Messung des Blutdrucks**.

3.2 Infektionsprophylaxe

3.2.1 Möglichkeiten der Infektionsprophylaxe

Expositionsprophylaxe: Verhindern einer Übertragung von Infektionserregern durch Isolierung der Erkrankten, der Infizierten bzw. möglicherweise Infizierten, durch Desinfektion und Sterilisation sowie Meidung des Krankenkontaktes.

Dispositionsprophylaxe: Reduktion der Krankheitsanfälligkeit als unspezifische, aktive und passive Immunisierung als spezifische Maßnahme.

Aktive Immunisierung

► **Definition.**

Impfstoffe für aktive Immunisierungen (= Impfungen) s. Tab. 3.9. Es gibt monovalente und Kombinationsimpfstoffe (z. B. DTPa-Hib-HB-IPV, Masern-Mumps-Röteln). Viele Impfungen können gleichzeitig verabreicht werden (z. B. MMR und VZV).

valent). Viele Impfstoffe können gleichzeitig an kontralateralen Körperstellen injiziert werden, z. B. MMR und VZV.

3.9

3.9 Impfstoffarten

Impfstoffe aus Bakterien

- **Toxoide** (entgiftete Toxine): Diphtherie, Tetanus
- **Polysaccharid-Impfstoffe** (Antigene aus der Erregerkapsel): Meningokokken, Pneumokokken
- **Ganzkeimvakzine** lebend oder inaktiviert (nicht mehr krankheitsauslösend): BCG, Typhoral
- **azellulärer Pertussisimpfstoff** (aP), nur 2–5 Bestandteile des Erregers (S. 77)

Impfstoffe aus Viren

- **inaktivierte Viren bzw. Bestandteile:** Poliomyelitis (IPV), Tollwut, FSME, Influenza, Hepatitis A, Hepatitis B (HB, gentechnisch hergestellt), humanpathogene Papillomaviren (HPV)
- **attenuierte Viren** (Abschwächung der Virulenz = „Lebendimpfstoffe“): Masern, Mumps, Röteln, Poliomyelitis (Sabin), Varicella-Zoster-Virus, Gelbfieber, Rotavirus

Passive Immunisierung

► Definition.

Bei wiederholter Gabe tierischer Seren mit artfremdem Eiweiß kann ein anaphylaktischer Schock ausgelöst werden.

Indikation: Sie liegt vor allem vor, wenn Lebendimpfungen kontraindiziert sind (z. B. bei immunsupprimierten Patienten).

3.2.2 Praktisches Vorgehen

► Merke.

Im Impfausweis sind **Chargennummer, Name des Impfstoffs** und **Impfstoffdosis** zu dokumentieren. Die Kühlkette, vor allem der Lebendimpfstoffe, darf nicht unterbrochen werden.

► Merke.

Allgemeine Impfreaktionen (z. B. Rötung und Schwellung der Injektionsstelle) treten meist in den ersten 72 Stunden nach der Impfung auf.

Schon der Verdacht auf **Impfschaden** muss gemäß Infektionsschutzgesetz gemeldet werden.

Passive Immunisierung

► **Definition.** Übertragung spezifischer IgG-Antikörper, die ein Spender (Tier: heterologes Serum; Mensch: homologes Serum) bereits gebildet hat, welche Nicht-immunen **sofort** Schutz gegen die entsprechende Infektionskrankheit vermittelt. Die Wirkung hält aber nur wenige Wochen bis Monate an; ein immunologisches Gedächtnis wird nicht aufgebaut.

Tierische Seren enthalten artfremdes Eiweiß, wodurch die Gefahr einer Überempfindlichkeitsreaktion besonders bei wiederholter Gabe möglich ist (anaphylaktische Reaktion bis Schock).

Indikation: Die passive Immunisierung ist indiziert bei Impfungen mit gestörter Immunreaktion (AIDS, immunsuppressive Behandlung) und akuter Gefährdung durch eine Infektion, bei der Lebendimpfungen kontraindiziert sind, oder im Rahmen einer Simultanimpfung (aktive und gleichzeitig passive Immunisierung), z. B. gegen Tetanus, Tollwut, Hepatitis B.

3.2.2 Praktisches Vorgehen

► **Merke.** Vor einer Impfung muss die Impffähigkeit des Impflings überprüft und über Nutzen und Nebenwirkungen der Impfung aufgeklärt werden.

Im Impfausweis sind **Chargennummer, Name des Impfstoffs, Impfstoffdosis, Applikationsart** und **Datum** zu dokumentieren. Die Impfstoffe müssen bei 2–8 °C gelagert werden. Auf die Einhaltung der Kühlkette ist, vor allem bei Lebendimpfstoffen, zu achten und der Inhalt der geöffneten Ampulle gleichentags zu verbrauchen.

► **Merke.** Alle **Totimpfstoffe** werden i. m., **Lebendimpfstoffe** meist s. c. (oft auch i. m. möglich) verabreicht.

Oft unterbleiben indizierte Impfungen aus der irrtümlichen Meinung heraus, es bestehe eine Kontraindikation zur Impfung (Tab. 3.10).

Zeigen sich **allgemeine Impfreaktionen** wie Rötung, Schwellung, Verhärtung oder Schmerzen im Bereich der Injektionsstelle, so treten diese in der Regel in den ersten 72 Stunden nach der Impfung auf. Lebendimpfungen können nach entsprechender Inkubationszeit milde Symptome gemäß der Wildvirusinfektion auslösen, z. B. Fieber. Es besteht i. d. R. keine Infektionsgefahr für Kontaktpersonen.

Bei Verdacht auf einen **Impfschaden** (gemäß Infektionsschutzgesetz § 6 Abs. 1 Nr. 3) muss eine Meldung an das zuständige Gesundheitsamt mit personenbezogenen Daten erfolgen. Nach Berufsrecht soll auch die Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft (www.akdae.de) informiert werden.

3.10 Falsche Kontraindikationen für Impfungen (nach STIKO 2017)

Beispiele

- banale Infekte, auch wenn sie mit subfebrilen Temperaturen (<38 °C) einhergehen
- möglicher Kontakt des Impflings zu Personen mit ansteckenden Krankheiten
- Krampfanfälle in der Familie
- Fieberkrämpfe in der Anamnese des Impflings
- Ekzeme u. a. Dermatosen, lokalisierte Hautinfektionen
- Behandlung mit Antibiotika oder niedrigen Dosen von Kortikoiden oder lokal angewendeten steroidhaltigen Präparaten
- Schwangerschaft der Mutter des Impflings (Varizellenimpfung nach Risikoabwägung)
- angeborene oder erworbene Immundefekte bei Impfungen mit Totimpfstoffen
- Frühgeburtlichkeit
- chronische Krankheiten sowie nicht progrediente Krankheiten des ZNS
- Neugeborenenikterus
- gestillte Säuglinge

3.10

Impfabstände

Der empfohlene Mindestabstand zwischen Impfdosen soll nicht unterschritten werden.

Impfabstände

Für einen lang andauernden Impfschutz ist von besonderer Bedeutung, dass bei der Grundimmunisierung der erforderliche Mindestabstand zwischen Impfdosen nicht unterschritten wird. Impfreaktionen vorausgegangener Impfungen müssen vor erneuter Impfung vollständig abgeklungen sein.

► **Merke.** Es gibt keine unzulässig großen Abstände zwischen Impfungen. Jede Impfung gilt. Auch eine für viele Jahre unterbrochene Grundimmunisierung muss nicht neu begonnen werden.

► **Merke.**

Impfungen mit vermehrungsfähigen, abgeschwächten Krankheitserregern (z. B. Varizellen, MMR, Gelbfieber) werden entweder gleichzeitig oder mit einem **Mindestabstand von einem Monat** verabreicht (unter der Voraussetzung, dass die Impfreaktion vollständig abgeklungen ist und keine Komplikationen aufgetreten sind). Bei Schutzimpfungen mit Impfstoffen aus **inaktivierten Krankheitserregern** (z. B. Pertussis, Meningokokken, Pneumokokken, Influenza [Injektion], Poliomyelitis [IPV], FSME, Tollwut), mit Toxoiden (Diphtherie, Tetanus) oder mit entsprechenden Kombinationsimpfstoffen sind **keine Zeitabstände** zu beachten, auch nicht zu Lebendimpfungen.

► **Merke.** Totimpfstoffe können ohne Bedenken zeitgleich mit Lebendimpfstoffen verabreicht werden. Zwischen 2 Lebendimpfungen sollte jedoch mindestens ein Zeitabstand von 4 Wochen liegen, sofern sie nicht simultan verabreicht werden.

► **Merke.**

3.2.3 Impfkalender

Zum aktuellen Impfkalender siehe Abb. 3.3.

3.2.3 Impfkalender

Siehe Abb. 3.3.

3.2.4 Allgemein empfohlene Impfungen (Standardimpfungen)

Empfohlen werden Impfungen zum Schutz vor Rotavirus, Tetanus (T), Diphtherie (D/d), Pertussis (azellulär, aP/ap), Haemophilus influenzae Typ b (Hib), Poliomyelitis (IPV), Hepatitis B (HB), Pneumokokken, Meningokokken; Masern, Mumps und Röteln (MMR); Varizellen, humanpathogene Papillomaviren (HPV).

3.2.4 Allgemein empfohlene Impfungen (Standardimpfungen)

Rotavirus

Impfstoffe: Ein monovalenter (Genotyp G1 P[8]) und ein pentavalenter bovin-humane Reassortanten-Lebendimpfstoff (Gensegmente G1, G2, G3, G4 und P1a) sind verfügbar.

Rotavirus

Impfstoffe: Es sind 2 Lebendimpfstoffe (monovalent bzw. pentavalent) verfügbar.

Verabreichung: Ab dem Alter von 6 Wochen 2 (monovalent) bzw. 3 (pentavalent) Dosen per os jeweils mit Mindestabstand von 4 Wochen.

Nebenwirkungen: Gut verträglich.

Wirksamkeit: Die Wirksamkeit beträgt etwa 85 %, gegen schwere Krankheitsverläufe sogar bis zu 100 %.

Diphtherie

Impfstoff: Toxoidimpfstoff in unterschiedlicher Konzentration (30 IE, 2 IE/Dosis) als bi- (DT bzw. Td) oder multivalente (z. B. DTPa-Hib-HB-IPV) Impfstoffe.

Verabreichung: Ab dem Alter von 2 Monaten 3 Injektionen i. m. im 4-Wochen-Abstand und Auffrischung mit etwa 1 Jahr.

Nebenwirkungen: Selten Lokalreaktionen.

Postexpositionsprophylaxe: Passive Immunisierung bei nicht oder nicht sicher Geimpften 1000–3000 IE Diphtherieserum als Prophylaxe, 500–1000 IE/kg bei Diphtherieerkrankung.

Tetanus

Impfstoff: Toxoidimpfstoff als Mono- (mind. 40 IE) und Mehrfachimpfstoff (mind. 20 IE).

Verabreichung: siehe Diphtherie.

Schutzdauer: Mindestens 10 Jahre, wahrscheinlich länger. Antikörper der Mutter gehen diaplazentar auf das Kind über und schützen es in den ersten 3–6 Lebensmonaten.

Nebenwirkungen: Vor allem bei Überimmunisierung lokale (und gelegentlich systemische) Reaktionen.

Postexpositionsprophylaxe: Die **passive Immunisierung** erfolgt bei bislang fehlendem oder inkomplettem Impfschutz mittels **Simultanimpfung**.

Verabreichung: Beide Impfstoffe werden regulär ab dem Alter von 6 Wochen verabreicht: 2 (monovalent) bzw. 3 (pentavalent) Dosen per os, jeweils mit Mindestabstand von 4 Wochen. Auffrischimpfungen sind nicht vorgesehen, auch dürfen die Impfstoffe ab dem Alter von 24 bzw. 32 Wochen nicht mehr angewendet werden.

Nebenwirkungen: Beide Impfstoffe sind gut verträglich, Erbrechen oder Durchfall waren in kontrollierten Studien ähnlich häufig wie in der Plazebogruppe. Ob das Risiko für Invaginationen nach Rotavirus-Impfungen erhöht ist, ist nicht gesichert.

Wirksamkeit: Beide Impfstoffe zeigen ähnliche Wirksamkeit: ca. 85 % gegen Rotavirus-Gastroenteritis jeglicher Ausprägung und bis zu 100 % gegen schwere Krankheitsverläufe.

Diphtherie

Impfstoff: Das mit Formalin entgiftete Toxin (Formoltoxoid) von *Corynebacterium diphtheriae* dient in unterschiedlicher Konzentration als Impfstoff und ist an Aluminiumverbindungen adsorbiert und ist ausschließlich in Kombination mit anderen Impfantigenen verfügbar: D-Impfstoff für Kinder bis zum Alter von maximal 4 Jahren (mind. 20 IE/0,5 ml), d-Impfstoff für Kinder ab 3 Jahren, Jugendliche und Erwachsene (mind. 2 IE/0,5 ml).

Verabreichung: Das Toxoid wird ab dem Alter von 2 Monaten als Kombinationsimpfstoff (z. B. DTPa-Hib-HB-IPV) durch 3 i. m.-Injektionen im Abstand von 4 Wochen verabreicht. Auffrischimpfungen erfolgen im Alter von 11–14 Monaten, 5–6 Jahren und 9–17 Jahren (danach alle 10 Jahre).

Nebenwirkungen: Gelegentlich Lokal- und Allgemeinreaktionen.

Postexpositionsprophylaxe: Bei Ungeimpften mit Kontakt zu Diphtheriekranken muss (auch bei Verdacht!) als Prophylaxe eine **passive Diphtherieimmunisierung** mit 1000–3000 IE Diphtherieserum, bei bestehender Erkrankung eine mit 500–1000 IE/kg (nur unter klinischer Beobachtung) vorgenommen werden. Das Serum ist in Deutschland in Notfallmedikamentendepots erhältlich.

Tetanus

Impfstoff: Formoltoxoidimpfstoff, der gut vertragen wird und an $Al(OH)_3$ als Adjuvans adsorbiert ist. Er wird meist in Kombination mit DTPa-Hib-HB-IPV für die Grundimmunisierung verabreicht, spätere Auffrischimpfungen meist nur als dT (ap)-Impfstoff (40 IE/0,5 ml, als Kombination 20 IE/0,5 ml und 2 IE Diphtherietoxoid).

Verabreichung: Ab dem Alter von 2 Monaten wie unter Diphtherie angeführt (s. o.).

Schutzdauer: Der zuverlässige und gute Impfschutz (bei über 99 % der Geimpften) macht Auffrischungen nur alle 10 Jahre erforderlich. Antitoxische Antikörper werden diaplazentar auf das Kind übertragen und schützen den Säugling etwa bis zum Alter von 3–6 Monaten. Die Auffrischung führt innerhalb von 2–4 Tagen zu einem starken Titeranstieg (Boostereffekt).

Nebenwirkungen: Vor allem bei zu häufigen Injektionen treten Begleitreaktionen (selten bedrohlich) auf, insbesondere Lokalreaktionen mit starker Schwellung, Rötung und Schmerzen an der Injektionsstelle.

Postexpositionsprophylaxe: Die **passive Tetanusimmunisierung** erfolgt im Verletzungsfall bei bislang fehlendem bzw. inkomplettem Impfschutz mit 250 IE Tetanusimmunglobulin **und** gleichzeitig an kontralateraler Injektionsstelle mit altersentsprechend polyvalentem Kombinationsimpfstoff (**Simultanimpfung**). Komplettierung s. Abb. 3.3.

3.3 Impfkalender (Standardimpfungen) für Säuglinge, Kleinkinder, Kinder, Jugendliche und Erwachsene (nach STIKO 2017)

Impfung	Alter in Wochen	Alter in Monaten					Alter in Jahren					
	6	2	3	4	11–14	15–23	2–4	5–6	9–14	15–17	ab 18	ab 60
Tetanus		G1	G2	G3	G4	N	N	A1	A2	A (ggf. N) ^e		
Diphtherie		G1	G2	G3	G4	N	N	A1	A2	A (ggf. N) ^e		
Pertussis		G1	G2	G3	G4	N	N	A1	A2	A (ggf. N) ^e		
Hib <i>H. influenzae Typ b</i>		G1	G2 ^c	G3	G4	N	N					
Poliomyelitis		G1	G2 ^c	G3	G4	N	N	A1	ggf. N			
Hepatitis B		G1	G2 ^c	G3	G4	N	N					
Pneumokokken ^a		G1		G2	G3	N						S ^d
Rotaviren	G1 ^b	G2	(G3)									
Meningokokken C						G1 (ab 12 Monaten)	N					
Masern						G1	G2	S ^f				
Mumps, Röteln						G1	G2	N				
Varizellen						G1	G2	N				
Influenza							S (jährlich)					
HPV Humane Papillomviren								G1 ^d	G2 ^d	N ^d		

Erläuterungen:

G: Grundimmunisierung (in bis zu 4 Teilimpfungen G1–G4)

A: Auffrischimpfung

S: Standardimpfung

N: Nachholimpfung (Grund- bzw. Erstimmunisierung aller noch nicht Geimpften bzw. Komplettierung einer unvollständigen Impfserie)

- Frühgeborene erhalten eine zusätzliche Impfstoffdosis im Alter von 3 Monaten, d. h. insgesamt 4 Dosen.
- Die 1. Impfung sollte bereits ab dem Alter von 6 Wochen erfolgen, je nach verwendetem Impfstoff sind 2 bzw. 3 Dosen im Abstand von mindestens 4 Wochen erforderlich.
- Bei Anwendung eines monovalenten Impfstoffes kann diese Dosis entfallen.
- Standardimpfung für Mädchen im Alter von 9–14 Jahren mit 2 Dosen im Abstand von 5 Monaten, bei Nachholimpfung beginnend im Alter > 14 Jahren oder bei einem Impfabstand von < 5 Monaten zwischen 1. und 2. Dosis ist eine 3. Dosis erforderlich (Fachinformation beachten).
- Td-Auffrischimpfung alle 10 Jahre. Die nächste fällige Td-Impfung einmalig als Tdap- bzw. bei entsprechender Indikation als Tdap-IPV-Kombinationsimpfung.
- Einmalige Impfung mit einem MMR-Impfstoff für alle nach 1970 geborenen Personen ≥ 18 Jahre mit unklarem Impfstatus, ohne Impfung oder mit nur einer Impfung in der Kindheit.
- Impfung mit dem 23-valenten Polysaccharid-Impfstoff.

(nach Empfehlungen der STIKO, Stand: August 2017, detaillierte Informationen unter www.rki.de)

Keuchhusten (Pertussis)

Impfstoff: Er enthält gereinigte Antigene des Bakteriums *Bordetella pertussis* (aP/ap), nämlich Pertussistoxoid, manche zusätzlich filamentöses Hämagglutinin, Pertactin (69 kD) oder Fimbriae.

Verabreichung: Ab dem Alter von 2 Monaten 3 × im Abstand von 4 Wochen i. m.-Injektion zusammen mit der Grundimmunisierung gegen Diphtherie und Tetanus (sowie Hib, Hepatitis B und Polio = DTPa-Hib-HB-IPV). Eine 4. Impfung erfolgt ab dem Alter von 11 Monaten, frühestens jedoch 6 Monate nach der 3. Impfung. Wurde früher keine Pertussisimpfung durchgeführt, so wird diese in jedem Lebensalter nachgeholt oder vervollständigt. Für bereits gegen Pertussis geimpfte Kinder bzw. Jugendliche wird im Alter von 5–6 und 9–17 Jahren jeweils eine weitere Dosis empfohlen, ebenso einmal im Erwachsenenalter.

Schutzwirkung: Sie beginnt nach der 2. Pertussisimpfung und erreicht ihr Maximum etwa 4–8 Wochen nach der 3. Impfung. Dann nimmt die Schutzwahrscheinlichkeit wieder ab, weshalb regelmäßig aufgefrischt werden muss. Der Impfschutz hält ca. 6–12 Jahre an. Die Schutzrate liegt bei ca. 85%.

Nebenwirkungen: Lokalreaktionen, gelegentlich Fieberanstieg am selben oder folgenden Tag und in seltenen Fällen durch den Fieberanstieg bedingte Krämpfe, die aber nicht zu zerebralen Schäden führen.

Kontraindikationen: Kinder, die innerhalb von 7 Tagen nach einer früheren Impfung mit einem Impfstoff mit Pertussiskomponente an einer Enzephalopathie unbekannter Ätiologie gelitten haben, sollen nicht gegen Keuchhusten geimpft werden. War nach einer Pertussisimpfung ein schockähnlicher Zustand oder starke Unruhe über mehr als 3 h innerhalb von 48 h nach der Impfung festzustellen, sollten weitere Per-

Keuchhusten (Pertussis)

Impfstoff: Er enthält gereinigte Antigene von *Bordetella pertussis* (aP/ap).

Verabreichung: Ab dem Alter von 2 Monaten wie unter Diphtherie angeführt (s. o.); im Erwachsenenalter ist eine weitere Dosis empfohlen.

Schutzwirkung: Sie beginnt nach der 1. Impfung und nimmt von Dosis zu Dosis zu. Der Impfschutz hält ca. 6–12 Jahre an. Schutzrate ca. 85%.

Nebenwirkungen: Lokalreaktionen, sehr selten Allgemeinreaktionen.

Kontraindikationen: Kinder, die innerhalb von 7 Tagen nach einer früheren Impfung mit einem Impfstoff mit Pertussiskomponente an einer Enzephalopathie unbekannter Ätiologie gelitten haben. **Keine Kontraindikationen** sind Fieberkrämpfe und Krampfanfälle in der Familie.

tussisimpfungen nach Abwägung von Nutzen und Risiko vorgenommen werden. **Keine Kontraindikationen** sind Fieberkrämpfe und Krampfanfälle in der Familie (s. o). Da fieberhafte Reaktionen einen Anfall provozieren können, ist bei Kindern mit Neigung zu Krampfanfällen der Einsatz von Antipyretika zu erwägen; dies gilt auch für andere Impfungen.

Haemophilus influenzae Typ b (Hib)

Die Hib-Impfung besteht aus Kapselpolysaccharid des Bakteriums und Trägerprotein (Konjugatimpfstoff) und wird als Kombinationsimpfung (meist DTPa-Hib-HBV-IPV) durchgeführt. Ab dem Alter von 5 Jahren sind auch ungeimpfte Kinder durch Kontakt mit Hib-Bakterien nicht mehr gefährdet („Stille Feiung“).

Poliomyelitis

Impfstoffe:

- **trivalent (Polio Typ I–III) inaktivierter Polioimpfstoff** (nach Salk): Zum Schutz vor der Poliomyelitis wird heute der zu injizierende Impfstoff (inaktivierte Polio-Vakzine [IPV]) empfohlen. Dieser Impfstoff ist sehr gut verträglich und steht heute als Einzelimpfstoff, aber auch in Kombination mit anderen Impfstoffen zur Verfügung.
- **Poliolebensimpfstoff** (nach Sabin; Schluckimpfung): Dieser enthält vermehrungsfähige abgeschwächte (attenuierte) Polioviren aller drei Typen. Wegen des – wenn auch sehr geringen – Risikos einer vakzineassoziierten paralytischen Poliomyelitis (VAPP) wird dieser Impfstoff heute nicht mehr verwendet.

Verabreichung: Die Poliomyelitis-Injektionsimpfung wird im Kindesalter in einer Kombinationsimpfung vorgenommen (3 × im Abstand von etwa 4 Wochen). Im Alter von 11–14 Monaten wird eine 4. Kombinationsimpfung angeschlossen. Ab dem Alter von 9 Jahren wird für Jugendliche eine Auffrischimpfung mit einem Impfstoff, der IPV enthält (oder auch dem IPV-Einzelimpfstoff) empfohlen. Eine Impfung mit IPV wird auch dann vorgenommen, wenn die Impfungen der Grundimmunisierung nicht vollständig dokumentiert sind oder die letzte Impfung der Grundimmunisierung bzw. die letzte Auffrischimpfung länger als 10 Jahre zurückliegen. Eine routinemäßige Auffrischung nach dem vollendeten 18. Lebensjahr wird nicht empfohlen.

Schutzdauer: Nach 5 Kombinationsimpfungen besteht wahrscheinlich ein lebenslanger Schutz.

Nebenwirkungen: In seltenen Fällen kann an der Injektionsstelle eine leichte Lokalreaktion beobachtet werden.

Kontraindikationen: Akute fieberhafte Erkrankungen zum Zeitpunkt der vorgesehenen Impfung, wie bei jeder anderen Impfung auch.

Hepatitis B

Impfstoff: Verschiedene rekombinante Hepatitis-B-Vakzinen stehen zur Verfügung (Hepatitis-B-Oberflächenantigen gentechnisch in Hefezellen hergestellt). Kinder erhalten die Hälfte des Antigens der Erwachsenenendosis.

Verabreichung: Hepatitis-B-Impfstoffe werden i. m. (M. deltoideus, beim Säugling anterolateraler Oberschenkel) injiziert. Die Impfung wird meistens als Kombinationsimpfung (DTPa-Hib-HB-IPV) im Säuglings- und Kleinkindalter mit 3 Impfungen (im Abstand von 4 Wochen) beginnend im Alter von 2 Monaten und einer 4. Impfung im Alter von 11–14 Monaten angewendet. Bei Impfung mit monovalentem Hepatitis-Impfstoff wird je 1 Dosis im Abstand von 4 Wochen und eine 3. Dosis 6 Monate nach der 1. Injektion gegeben; bei hohem Expositionsrisiko sind auch 3 Dosen im Mindestabstand von 4 Wochen möglich, gefolgt von einer 4. Dosis nach 12 Monaten. Vor- bzw. Nachtestungen zur Kontrolle des Antikörperspiegels (Anti-HBsAg) sind bei den Regelimpfungen nicht erforderlich. Je jünger der Impfling, desto höher die Schutzrate.

Schutzdauer: Als geschützt gilt, wer Anti-HBsAg Werte ≥ 10 E/l (Langzeit-schutz: ≥ 100 E/l) entwickelt. Dies ist bei etwa 95–99% der geimpften Kinder und Jugendlichen der Fall. Es gibt aber auch „Low-“ und „Non-Responder“, die aus gene-

Haemophilus influenzae Typ b (Hib)

Die Hib-Impfung besteht aus Kapselpolysaccharid und Trägerprotein (Konjugatimpfstoff) und wird als Kombinationsimpfung (meist DTPa-Hib-HB-IPV) durchgeführt.

Poliomyelitis

Impfstoffe: Der Sabin-Schluckimpfstoff (Lebensimpfstoff) wird heute wegen der Möglichkeit einer vakzineassoziierten Poliomyelitis nicht mehr verwendet. An seine Stelle trat der **trivalente inaktivierte Salkimpfstoff (IPV)**.

Verabreichung: Es werden 3 Impfungen im Abstand von 4 Wochen als Kombinationsimpfung durchgeführt und eine 4. Impfung im Alter von 11–14 Monaten. Eine Auffrischimpfung wird ab dem Alter von 9 Jahren empfohlen.

Schutzdauer: Wahrscheinlich lebenslange Schutzdauer.

Nebenwirkungen: Selten leichte lokale Reaktion.

Kontraindikationen: Akute fieberhafte Erkrankungen.

Hepatitis B

Impfstoff: Hepatitis-B-Vakzine enthalten gentechnisch hergestelltes Hepatitis-B-Oberflächenantigen.

Verabreichung: Der Impfstoff wird i. m. verabreicht. Impfmodus: Als Kombinationsimpfstoff (DTPa-Hib-HB-IPV) 3 Impfungen im Abstand von 4 Wochen (Beginn im Alter von 2 Monaten) und eine 4. Impfung im Alter von 11–14 Monaten. Bei Monoimpfung 2 Dosen im Abstand von 4 Wochen, eine dritte 6 Monate nach der 1. Injektion. Erfolgskontrolle (Antikörperbestimmung: Anti-HBsAg) nur bei Risikopatienten.

Schutzdauer: Als geschützt gilt, wer Anti-HBsAg Werte ≥ 10 E/l entwickelt. Langzeit-schutz: ≥ 100 E/l.

tischen Gründen trotz mehrfacher Vakzinierung keine für Langzeitschutz ausreichend hohen Antikörperwerte entwickeln. Ansonsten besteht nach Grundimmunisierung ein dauerhafter Schutz, weshalb keine generelle Auffrischimpfung erforderlich ist. Lediglich bei Personen aus Risikogruppen wird aus Sicherheitsgründen eine postvakzinale Titerkontrolle durchgeführt.

Nebenwirkungen: Die Hepatitis-B-Impfstoffe werden sehr gut vertragen. Gelegentlich können lokale Nebenwirkungen auftreten, in seltenen Fällen kann es zu Gelenkschmerzen kommen. Im zeitlichen Zusammenhang zur Hepatitis-B-Impfung bekannt gewordene Erkrankungen (wie z. B. multiple Sklerose) haben sich als zufällig koinzidierend und nicht als Nebenwirkung der Impfung erwiesen.

Kontraindikationen: Wie bei jeder anderen Impfung stellen akute, mit Fieber einhergehende Erkrankungen oder schwere allergische Reaktionen auf Bestandteile des Impfstoffes eine Kontraindikation dar.

Postexpositionelle Hepatitis-B-Prophylaxe bei Neugeborenen: Bei Neugeborenen von HBsAg-positiven Müttern bzw. von Müttern mit unbekanntem HBsAg-Status (ohne sofortige serologische Kontrollmöglichkeit) wird unmittelbar postnatal (d. h. innerhalb von 12 Stunden) mit der Immunisierung gegen Hepatitis B begonnen. Bei positivem HBsAg wird simultan Hepatitis-B-Immunglobulin verabreicht. Bei nachträglicher Feststellung einer HBsAg-Positivität der Mutter kann beim Neugeborenen die passive Immunisierung in den ersten 7 Tagen postnatal nachgeholt werden.

Die begonnene HB-Grundimmunisierung wird 1 Monat nach der ersten Impfung durch eine zweite und 6 Monate nach der ersten Impfung durch eine dritte vervollständigt.

Nach Abschluss der Grundimmunisierung von Neugeborenen ist eine serologische Erfolgskontrolle (anti-HBsAg) erforderlich.

Pneumokokken

Impfstoff: Der Kapselpolysaccharidimpfstoff enthält 23 Pneumokokkenserotypen, welche in unseren Breiten am häufigsten schwere, invasive Infektionskrankheiten mit hoher Letalität hervorrufen. Konjugierte Impfstoffe enthalten 10–13 Serotypen, die für etwa 70–85% der schweren Krankheitsformen in den ersten Lebensjahren verantwortlich sind. Die Impfung schützt auch vor Lungenentzündungen und eitriger Otitis media durch die im Impfstoff erhaltenen Serotypen.

Verabreichung: Von einem Konjugatimpfstoff werden 1 × 0,5 ml jeweils im Alter von 2, 3 und 4 (Frühgeborene) bzw. 2 und 4 Monaten (Reifgeborene) i. m. verabreicht, eine Auffrischung sollte mit 11–14 Monaten erfolgen. Die STIKO hat die generelle Impfung mit einem Konjugatimpfstoff im Alter von 2–24 Monaten empfohlen. Konjugatimpfstoff (13-valent) bzw. Polysaccharidimpfstoff werden ferner ab dem Alter von 2 Jahren bei gegebener medizinischer Indikation gegeben, eine Auffrischung (mit Polysaccharidimpfstoff) erfolgt nach 6 Jahren, falls eine Indikation besteht (Näheres s. unter www.rki.de/).

Nebenwirkungen: Häufig treten lokale Reaktionen an der Impfstelle (Rötung, Schwellung) oder Fieber auf. Bei synchroner Verabreichung mit hexavalenten Impfstoffen wird eine Zunahme von Fieberreaktionen (> 39 °C) in zwei Studien beschrieben.

Meningokokken

Impfstoff: Polysaccharidimpfstoffe gegen die Serogruppen A, C, W135 und Y sind durch Konjugatimpfstoffe abgelöst worden. Die Impfstoffe sind auch für Erwachsene zugelassen. Auch gegen Meningokokken der Serogruppe B ist ein Impfstoff zugelassen. Er enthält 4 immunogene Antigene: detoxifizierte äußere Membranvesikel (OMV, vor allem PorA-Protein), Faktor-H-Bindungsprotein (fHbp), Neisseria-Heparin-Bindungsantigen (NHBA) und das Neisseria-Adhäsion (NadA).

Verabreichung: Die Grundimmunisierung von Kindern ab dem Alter von 1 Jahr erfolgt mit **einer** Impfdosis MenC i. m./s. c. Eine ausreichende Immunität kann bei bestehender Indikation bereits ab dem Alter von 2 Monaten (2 Impfdosen) erreicht werden. Ferner sind MenACWY- (Zulassung ab 1 Jahr) und MenB-Impfstoffe (ab 2 Monate) für Risikopopulationen empfohlen.

Nebenwirkungen: Hepatitis-B-Impfstoffe werden sehr gut vertragen.

Kontraindikationen: Es gelten die allgemeinen Kontraindikationen.

Postexpositionsprophylaxe bei Neugeborenen: Unmittelbar postnatal Simultanimmunisierung mit einer Dosis Hepatitis-B-Impfstoff (für Kinder) und 1 ml Hepatitis-B-Immunglobulin. Die zweite Hepatitis-Impfung erfolgt nach 1 Monat, die dritte 6 Monate nach der ersten Impfung. Bei nicht bekanntem HBsAg-Status der Mutter und ohne die Möglichkeit der sofortigen serologischen Kontrolle bei der Mutter: Hepatitis-Impfung sofort und innerhalb von 7 Tagen bei Bedarf Hepatitis-B-Immunglobulin.

Pneumokokken

Impfstoff: Kapselpolysaccharid- und Konjugatimpfstoff.

Verabreichung: Konjugatimpfstoff 1 × 0,5 ml im Alter von 2 und 4 Monaten i. m., Auffrischung mit 11–14 Monaten. Ferner Nachhol- und Auffrischimpfungen mit Konjugatimpfstoff (13-valent) und/oder Polysaccharidimpfstoff (ab dem Alter von 2 Jahren) 1 × 0,5 ml i. m./s. c., Auffrischung nach 6 Jahren, falls Indikation besteht.

Nebenwirkungen: Eventuelle lokale Reaktionen an der Impfstelle (Rötung, Schwellung) oder Fieber.

Meningokokken

Impfstoffe: Polysaccharidimpfstoffe gegen die Serogruppen A, C, W135 sind durch Konjugatimpfstoffe abgelöst worden. Seit 2014 ist auch ein Impfstoff gegen Serogruppe B (4 Proteinkomponenten) verfügbar.

Verabreichung: Die Grundimmunisierung von Kindern ab dem Alter von 1 Jahr erfolgt mit **einer** Impfdosis MenC i. m./s. c. MenACWY- und MenB-Impfstoffe sind für Risikopopulationen empfohlen.

Schutzdauer: Konjugatimpfstoffe bewirken eine über mehrere Jahre andauernde Immunität.

Nebenwirkungen: Sehr gute Verträglichkeit. Häufig Fieber nach MenB-Impfung.

Masern, Mumps, Röteln

Impfstoffe: MMR-Kombinationsimpfstoffe enthalten attenuierte vermehrungsfähige Erreger.

Verabreichung: Der Impfstoff sollte s. c. oder i. m. gegeben werden. Zwei Dosen, vorzugsweise im Alter von 11–14 und 15–23 Monaten, führen zu optimalem Impfschutz. In Ausnahmesituationen kann bereits ab 9 Monaten geimpft werden (vorher sind beim Kind evtl. noch Antikörper durch die Mutter vorhanden, die die Antikörperbildung durch die Impfung einschränken würden), 2. Dosis dann mit 12 Monaten. Die 2. Impfung kann bereits 4 Wochen nach der 1. Impfung erfolgen, aber nicht vor dem 1. Geburtstag.

► Merke.

Schutzdauer: Mindestens 30 Jahre, möglicherweise lebenslang.

Nebenwirkungen: In 5–10% können nach der 1. Impfdosis ein kleinfleckiges morbilliformes Exanthem entstehen und Rötung an der Impfstelle. Eine Schwellung der Parotis kann in seltenen Fällen auftreten.

Kontraindikationen: Immunsuppression; Immundefekte; Überempfindlichkeit gegen Hühnereiweiß, Neomycin, Kanamycin; Schwangerschaft. Kinder mit Anfallsleiden können und sollen geimpft werden.

► Merke.

Schutzdauer: Konjugatimpfstoffe bewirken eine lang dauernde Immunität. Notwendigkeit und Zeitpunkt einer Auffrischung werden Langzeitbeobachtungen ergeben. Bei erhöhtem Infektionsrisiko (z. B. Asplenie, Komplementdefekt, gewisse Auslandsreisen) ist eine Impfung mit quadrivalentem A-, C-, W135- und Y-Konjugatimpfstoff und die MenB-Impfung indiziert. Die Impfstoffe zeigen eine sehr gute Immunität.

Nebenwirkungen: Sehr gute Verträglichkeit besteht für die Konjugatimpfstoffe. Häufig kommt es jedoch zu Fieber nach der MenB-Impfung.

Bemerkungen: Die synchrone Verabreichung mit anderen Impfstoffen ist möglich.

Masern, Mumps, Röteln

Impfstoff: Dieser Kombinationsimpfstoff enthält vermehrungsfähige attenuierte Masern-, Mumps- und Rötelnviren mit guter Immunogenität für alle drei Komponenten. Monovalente Impfstoffe sind nicht mehr verfügbar.

Verabreichung: Der Impfstoff wird s. c. oder i. m. verabreicht. Nach Bluttransfusion oder Gabe von Immunglobulinen muss mindestens ein dreimonatiger Abstand zur MMR-Impfung eingehalten werden. Geimpft werden Mädchen und Jungen im Alter von 11–14 Monaten (vorher können noch Antikörper von der Mutter vorliegen, die die Antikörperbildung durch die Impfung einschränken würden). Bei regionaler Häufung von Masern, bei Frühgeborenen oder bei geplanter Aufnahme in eine Kindereinrichtung ist die 1. MMR-Impfung ab dem Alter von 9 Monaten möglich. Die MMR-Impfung ist zur Schließung von Immunitätslücken zweimal durchzuführen. Die 2. Impfung kann bereits 4 Wochen nach der ersten erfolgen, aber nicht vor dem 1. Geburtstag. Sie sollte so früh wie möglich eingesetzt werden und wird als Nachholimpfung für alle unvollständig geimpften Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen (ab Geburtsjahrgang 1970) empfohlen. Ein Kombinationsimpfstoff MMRV (mit Varizellenimpfstoff-Komponente) steht auch zur Verfügung.

► **Merke.** MMR wird als Nachholimpfung für alle unvollständig geimpften Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen (ab Geburtsjahrgang 1970) empfohlen (siehe www.rki.de).

Schutzdauer: Die Serokonversionsrate liegt nach 1 Dosis bei 85 (Mumps) bis 95% (Masern, Röteln), nach 2 Dosen bei 95 (Mumps) bis 99,9% (Masern, Röteln). Die Schutzraten vor den entsprechenden Krankheiten betragen nach 2 Dosen ca. 85–90 (Mumps) bis knapp 100% (Masern, Röteln) und bleiben für mindestens 30 Jahre, möglicherweise lebenslang bestehen.

Nebenwirkungen: 5–10% der Impflinge entwickeln um den 5.–12. Tag nach der 1. Dosis Fieber und bei entsprechender Veranlagung selten (< 1 auf 1000) einen Fieberkrampf; ferner auch gelegentlich ein kleinfleckiges morbilliformes Exanthem, eine leichte, meist einseitige Schwellung der Parotisdrüse, bei Jugendlichen und Erwachsenen auch flüchtige Arthralgien und Myalgien (bedingt durch die Rötelnkomponente). An der Impfstelle selbst kann es zu einer leichten Rötung und Schwellung kommen. Die Impfviren werden nicht von Mensch zu Mensch übertragen. Die Tuberkulinprobe kann bis zu 6 Wochen postvakzinal negativ ausfallen (wegen der durch das Masernvirus bedingten Anergie). Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen der MMR-Impfung und Diabetes mellitus Typ I bzw. Autismus, wie früher aufgrund von Fallbeobachtungen postuliert wurde, besteht nachweislich nicht.

Kontraindikationen: Zu ihnen zählen: Immunsuppression, Immundefekte; Überempfindlichkeit gegen Hühnereiweiß (nur wenn diese mit anaphylaktischen Symptomen einhergeht), Neomycin/Kanamycin (werden bei der Herstellung des Impfstoffes verwendet), Schwangerschaft (obgleich durch die Rötelnimpfung in der Gravidität keine Embryopathien nachgewiesen wurden).

► **Merke.** Kinder mit bekanntem Anfallsleiden bzw. positiver Familienanamnese für Epilepsien können und sollen geimpft werden.

► **Merke.** Ungeimpfte oder nur 1-mal gegen Masern geimpfte Personen erhalten 1 MMR-Nachholimpfung; nur 1-mal gegen Röteln geimpfte Frauen im gebärfähigen Alter sollten 1 MMR-Nachholimpfung erhalten, bislang ungeimpfte Frauen erhalten 2 Dosen.

► **Merke.**

Verhalten nach Exposition mit Masern, Mumps oder Röteln:

Masern und Mumps: Innerhalb der ersten 3 Tage kann die aktive Immunisierung (MMR) als „Inkubationsimpfung“ eingesetzt werden; bei Immunsupprimierten ist sie kontraindiziert. Die passive Immunisierung wird mit Standardimmunglobulin (0,25 ml/kg KG einmalig i.m.) so früh wie möglich nach Exposition durchgeführt. Bei verzögerter Gabe (ab dem 4. Tag postexpositionell) treten mitigierte (abgeschwächte) Masern auf, ab dem 7. Tag ist keine Wirkung mehr zu erwarten. Der Infektionszeitpunkt kann oft nur sehr schwer festgestellt werden, sodass man mit der passiven Immunisierung meist zu spät kommt. Nach passiver Immunisierung muss ein Abstand von 8 Monaten zu nachfolgenden Lebendimpfungen eingehalten werden.

Röteln: Gegen Röteln steht kein spezifisches Immunglobulin zur Verfügung. Nach Rötelnexposition einer ungeimpften Schwangeren werden sofort Röteln-IgG-Antikörper gemessen (evtl. doch Antikörper von früherer nicht erkannter Krankheit vorhanden?); sind keine Antikörper nachweisbar, gibt man empirisch ein Standardimmunglobulin.

Varizellen

Impfstoff: Es sind 2 monovalente und 1 MMRV-Kombinationsimpfstoffe verfügbar; sie enthalten abgeschwächte Varicella-Zoster-Viren des Stammes OKA, gezüchtet in Kulturen menschlicher diploider Zellen. Der Impfstoff muss kühl gelagert werden.

Verabreichung: Subkutane Impfung. Der Trockenimpfstoff wird in 0,5 ml Aqua ad injec. (in der mitgelieferten Fertigspritze enthalten) gelöst und s.c. injiziert. Grundsätzlich werden sowohl bei monovalentem Impfstoff als auch bei MMRV 2 Impfdosen empfohlen, idealerweise im Alter von 11–14 und 15–23 Monaten (gemeinsam mit MMR). Weitere Auffrischimpfungen oder postvaksinale Titerkontrollen sind nicht erforderlich.

Schutzdauer: Nach 1 Dosis ca. 5–10 Jahre, nach 2 Dosen unbekannt.

Weitere Empfehlungen: Neben den genannten Altersgruppen ist die zweimalige Impfung (Abstand 4–6 Wochen) auch für Ungeimpfte zwischen 9 und 17 Jahren ohne Varizellenanamnese empfohlen, für seronegative Frauen mit Kinderwunsch (Infektion während der Schwangerschaft kann beim Kind zu Fehlbildungen führen!), seronegatives Personal im Gesundheitsdienst sowie bei seronegativen Patienten mit schwerer Neurodermitis oder vor geplanter Immunsuppression oder Organtransplantation.

Postexpositionelle Varizellen-Prophylaxe: Sie erfolgt mittels spezifischen VZV-Immunglobulins und ist innerhalb von 5 Tagen nach Exposition oder innerhalb von 3 Tagen nach Beginn des Exanthems beim Indexfall möglich. Exposition heißt: 1 Stunde oder länger mit einer infektiösen Person in einem Raum bzw. Face-to-Face- oder Haushaltskontakt. Indikationen sind:

- ungeimpfte Schwangere ohne Varizellen-Anamnese,
- immunkompromittierte Patienten mit unsicherer oder fehlender Varizellen-Immunität,
- Neugeborene, deren Mutter 5 Tage vor bis 2 Tage nach der Entbindung an Varizellen erkrankte,
- Frühgeborene ab der 28. Schwangerschaftswoche, deren Mütter keine Immunität aufweisen, nach Exposition in der Neonatalperiode,
- Frühgeborene die vor der 28. Schwangerschaftswoche geboren wurden, nach Exposition in der Neonatalperiode, unabhängig vom Immunitätsstatus der Mutter.

Verhalten nach Exposition mit Masern,

Mumps oder Röteln: Nach Gabe von Standardimmunglobulin (bis spätestens 6 Tage nach Exposition) verlaufen die Masern mitigiert. Lebendimpfungen können erst 8 Monate danach erfolgreich eingesetzt werden. In den ersten 3 Tagen nach Exposition kann aktiv gegen Masern und Mumps geimpft werden (nicht bei Immunsupprimierten). Nach Rötelnexposition einer ungeimpften Schwangeren wird sofort der Rötelnantikörpertiter gemessen; sind keine Antikörper nachweisbar, gibt man empirisch ein Standardimmunglobulin.

Varizellen

Impfstoff: Monovalent oder als MMRV-Kombinationsimpfstoff verfügbar, enthält abgeschwächte Varicella-Zoster-Viren des Stammes OKA.

Verabreichung: 2 Dosen ab dem Alter von 11 Monaten, subkutan injiziert.

Schutzdauer: noch unbekannt.

Postexpositionelle Varizellen-Prophylaxe: innerhalb von 5 Tagen nach Exposition oder von 3 Tagen nach Beginn des Exanthems beim Indexfall.

HPV (humanpathogene Papillomaviren)

Impfstoff: bivalent (Cervarix: HPV 16, 18) bzw. nonavalent (Gardasil 9: HPV 6, 11, 16, 18, 31, 33, 45, 52 und 58).

Verabreichung: 2 Dosen i. m. für Mädchen im Alter von 9–14 Jahren als Standardimpfung, 3 Dosen für Mädchen und Frauen im Alter von 15–17 Jahren als Nachholimpfung.

Schutzdauer: mindestens 10 Jahre.

Nebenwirkungen: v. a. Lokalreaktionen.

Kontraindikationen: Überempfindlichkeit gegen die Wirkstoffe, akute Erkrankungen.

3.2.5 Indikationsimpfungen

Es handelt sich um Impfungen, die nur bei bestimmten Indikationen verabreicht werden (Tab. 3.11).

HPV (humanpathogene Papillomaviren)

Impfstoff: Synthetisches Virion (Kapsid von Papillomaviren), „papilloma-virus like particles“ (VLPs), die weder infektiös, toxisch noch kanzerogen wirken. HPV 16 und 18 sind für ca. 70 % der malignen Läsionen in der Cervix uteri verantwortlich, HPV 31, 33, 45, 52 und 58 für weitere ca. 15 %, und HPV 6 und 11 für >90 % der Genitalwarzen. Zurzeit stehen 2 Impfstoffe zur Verfügung (Cervarix: HPV 16, 18; Gardasil: HPV 6, 11, 16, 18, 31, 33, 45, 52 und 58).

Verabreichung: Die Standardimpfung im 2-Dosen-Schema (0–6 Monate) ist für Mädchen im Alter von 9–14 Jahren empfohlen, bei der Nachholimpfung für Mädchen und Frauen im Alter von 15–17 Jahren sind 3 Einzeldosen i. m. (0, 1 und 6 Monate bzw. 0, 2 und 6 Monate; Angaben des Herstellers beachten!) erforderlich. Ob später eine Auffrischimpfung notwendig wird, ist derzeit noch nicht bekannt. Die gleichzeitige Gabe des Hepatitis-B-Impfstoffes wie auch von dtpa-Kombinationsimpfstoffen ist möglich (kontralaterale Stellen).

Schutzdauer: Die Wirksamkeit gegen Malignome bzw. deren hochmaligne Vorstufen beträgt 1 Monat nach der 2. bzw. 3. Impfung >95 %. Die genaue Dauer der Immunität nach Gabe aller 3 Impfdosen ist derzeit noch nicht bekannt (laufenden Studien zufolge mindestens 10 Jahre).

Nebenwirkungen: Lokalreaktionen, gelegentlich Fieber ($\geq 38^\circ\text{C}$), Kopfschmerzen, gastrointestinale Symptome; selten Urtikaria, Juckreiz.

Kontraindikationen: Überempfindlichkeit gegen die Wirkstoffe im Impfstoff (soweit dies überhaupt bekannt ist) oder andere Bestandteile; akute fieberhafte Erkrankungen.

Eine therapeutische Wirkung für diese Impfung ist nicht nachgewiesen. Trotz Impfung sind die empfohlenen gynäkologischen Vorsorgeuntersuchungen einschließlich Krebs-Vorsorge wahrzunehmen.

3.2.5 Indikationsimpfungen

Hierbei handelt es sich um Impfungen, die nur bei bestimmten Indikationen verabreicht werden (z. B. Gefahr der Tollwut-, FSME- u. a. Infektionen) (Tab. 3.11).

3.11 Indikationsimpfungen

Impfung gegen	Impfstoff und Verabreichung	Indikation und Bemerkung
Frühsommer-Meningo-Enzephalitis (FSME)	FSME-Impfstoff (Totimpfstoff) 3 Injektionen i. m.: 2 Injektionen im Abstand von 1–3 Monaten, 3. Injektion nach 5–12 Monaten; Auffrischimpfungen in 3- bis 5-jährigem Abstand. Schnellimmunisierung: $3 \times 0,5\text{ ml}$ an den Tagen 0, 7 und 21. Erste Auffrischung nach 12–18 Monaten.	Personen, die in FSME-Risikogebieten Zecken exponiert sind (zu erfragen bei den Gesundheitsämtern oder auf den Internetseiten des Robert-Koch-Instituts zum Thema Impfen mit Empfehlungen der STIKO unter www.stiko.de/), oder Personen, die durch FSME beruflich gefährdet sind (z. B. im Labor, als Forstarbeiter oder Exponierte in der Landwirtschaft). Zugelassen für Kinder ab 1 Jahr.
Hepatitis A	Totimpfstoff; präexpositionell 2 Impfungen im Abstand von 6–12 Monaten. Postexpositionell aktive Immunisierung, bei Hochrisikopatienten zusätzlich passive Immunisierung mit 16%igem Standardimmunglobulin $0,02\text{ ml/kg KG}$ bis spätestens 14 Tage nach stattgehabter Exposition.	Bei Reisen in Länder mit gehäuften Vorkommen von Hepatitis A (Süd- und Osteuropa, Türkei, Vorderer Orient, Südostasien, Indien, Mittel- u. Südamerika, Afrika). Effektivität der passiven Immunisierung ca. 90 %, Schutzdauer 2–4 Monate. Aktive Immunisierung (2 Impfungen!) schützt zu >95 % für mindestens 30 Jahre. Zugelassen für Kinder ab 1 Jahr.
Influenza („Grippe-Impfung“)	Spaltimpfstoff; Subunitimpfstoff (Tot-Vakzine); Lebendimpfstoff (nasal); WHO empfiehlt für jede Impfsaison die aktuelle Zusammensetzung. 1 Dosis ($0,5\text{ ml}$) jeweils im Herbst. Kinder (bis 8 Jahre) 2 Dosen mit je $0,25\text{ ml}$ im Abstand von 4–6 Wochen bei der Erstimmunisierung.	Kinder mit chronischen Krankheiten , v. a. der Atmungs- und Kreislauforgane (z. B. Mukoviszidose; Asthma, Herzfehler); Diabetes mellitus, chronische Nierenkrankheiten, Immundefizienz, medizinisches Personal. jährlich impfen!
Tollwut	HDC-Totimpfstoff; für Simultanimpfung Tollwutimmunglobulin; postexpositionelle Injektionen: an den Tagen 0–3–7–14(–30), simultan mit Tollwut-Immunglobulin $1 \times 20\text{ IE/kg KG}$ i. m. einmalig (so viel wie möglich davon in und um die Wunde). Die präexpositionelle Impfung erfordert 3 Impfdosen an den Tagen 0, 7, 21 (oder 28).	Biss/Verletzung durch tollwütiges oder tollwutverdächtiges Tier ; auch nach Berühren infizierten Materials besteht über kleine Hautläsionen Infektionsgefahr. Serokonversion 100%! Impfstoff gut verträglich.

4 Ernährung und Ernährungsstörungen

4.1	Natürliche Ernährung in der Neugeborenen- und frühen Säuglingsperiode	83
4.2	Ernährung mit Formelnahrungen	87
4.3	Ernährung des Klein- und Schulkindes	88
4.4	Parenterale Ernährung	90
4.5	Ernährungsstörungen	92
4.6	Störungen des Vitaminstoffwechsels	97

G. Engelmann, H. Böhles*, G. Dockter*, F. C. Sitzmann*

4.1 Natürliche Ernährung in der Neugeborenen- und frühen Säuglingsperiode

G. Engelmann, G. Dockter*

► **Definition.** Unter natürlicher Ernährung versteht man die ausschließliche Verabreichung von Muttermilch durch Anlegen des Kindes an die mütterliche Brust.

4.1.1 Laktation

Unter dem Einfluss der plazentaren Östrogene, des Progesterons und des Prolaktins, wird die Laktation bereits während der Schwangerschaft vorbereitet. Die **Galaktogenese** (Auslösen der Milchsekretion) setzt unmittelbar nach der Plazentalösung ein, wenn – bei unveränderter Prolaktinsekretion – die Östrogen- und Progesteronspiegel abfallen. Am 3./4. Wochenbetttag erreichen diese ihr Minimum, die Milch „schießt“ ein. Die kontinuierliche Milchsekretion (**Galaktopoese**) wird reflektorisch-hormonell gesteuert. Da das Saugen des Kindes an der Brust die Milchbildung entscheidend fördert, sollte das Neugeborene möglichst frühzeitig nach der Geburt und häufig wiederkehrend angelegt werden.

4.1.2 Stillen

Das Stillen stellt in den ersten Lebensmonaten die optimale Ernährung für den Säugling dar und fördert zudem die Mutter-Kind-Beziehung. Die Bereitschaft der Mutter zum Stillen, eine einfühlsame und informative Stillberatung, Hinwendung zum Kind und Geduld bei anfänglichen Schwierigkeiten sind wesentliche Faktoren für den Erfolg des Stillens. Der Stillvorgang sollte außerdem nie unter zeitlichem Druck erfolgen.

Das Anlegen des Kindes richtet sich nach dessen Verlangen, wobei sich nach einigen Wochen meist ein konstanter Stillrhythmus eingespielt hat (z. B. 4-stündlicher Abstand). Die Dauer einer Brustmahlzeit beträgt 10–40 Minuten. Säuglinge wollen in den ersten Lebenswochen 6–12-mal innerhalb von 24 Stunden gestillt werden. Nach dem Trinken – bei gierig trinkenden Kindern auch schon während des Stillens – muss die mitgeschluckte Luft entweichen können. Zu heftiges Mitschlucken von Luft – **Aerophagie** – führt zum Aufschäumen der Milch im Magen und dadurch zum vorzeitigen Sättigungsgefühl, eventuell auch zum Aufstoßen der Nahrung. Letzteres kann sich als zunächst physiologischer gastroösophagealer Reflux zeigen.

Die tägliche Milchmenge beträgt in den ersten 10 Lebenstagen ca. 500–600 ml. Als Anhaltspunkt kann die sog. **Finkelstein-Regel** dienen:

$$\text{Trinkmenge (in ml)} = (\text{Lebenstage} - 1) \times 50 - 70$$

Gilt bis zu einer Gesamtmenge von 160–200 ml/kg.

4.1 Natürliche Ernährung in der Neugeborenen- und frühen Säuglingsperiode

► Definition.

4.1.1 Laktation

Die **Galaktogenese** setzt unmittelbar nach der Plazentalösung ein. Die kontinuierliche Milchsekretion wird reflektorisch-hormonell aufrechterhalten (**Galaktopoese**).

4.1.2 Stillen

Das Stillen stellt in den ersten Lebensmonaten die optimale Ernährung für den Säugling dar und fördert zudem die Mutter-Kind-Beziehung.

Die Dauer einer Brustmahlzeit beträgt 10–40 Minuten. Säuglinge wollen in den ersten Lebenswochen 6–12-mal innerhalb 24 Stunden gestillt werden.

Die Milchmenge beträgt bis zum 10. Lebenstag ca. 500–600 ml. **Finkelstein-Regel:**

► Merke.

Ab der 3. Woche trinkt das Neugeborene bzw. der Säugling nach WHO 160–200 ml/kg KG/d (Energiebedarf im 1. Halbjahr: 110–130 kcal/kg KG/d). Die **Stilldauer** sollte **mindestens 5 Monate** betragen. **Frühgeborenen** wird abgepumpte und mit Energieträgern, Protein, Mineralien und Spurenelementen angereicherte Muttermilch angeboten.

4.1.3 Zusammensetzung der Muttermilch

Die Zusammensetzung der Muttermilch (Tab. 4.1) passt sich in den ersten beiden Wochen nach der Geburt den physiologischen Bedürfnissen an: **Vormilch (Kolostrum)** bis 5. Tag; **Übergangsmilch (transitorische Milch)** bis 8. Tag; danach **reife Frauenmilch**.

≡ 4.1

► Merke. Die Finkelsteinregel gilt nur für eutrophe Reifgeborene. Hypo- und hypertrophe Neugeborene sowie Frühgeborene und Kinder diabetischer Mütter benötigen zur Vermeidung von Hypoglykämien bereits am ersten Lebenstag mindestens 20 ml Milch/kg KG.

Ab der 3. Woche trinkt das Neugeborene bzw. der Säugling nach WHO 160–200 ml/kg KG am Tag und deckt damit den Energiebedarf von 110–130 kcal/kg KG und Tag im 1. Halbjahr. Die **Stilldauer** sollte **mindestens 5 Monate** betragen, danach reicht der Energie- und Substratgehalt von Muttermilch alleine nicht mehr für ein befriedigendes Gedeihen des Kindes aus. Aber auch nach Einführung von Beikost kann so lange weiter gestillt werden, wie dies Mutter und Kind wünschen. Die **Ernährung von Frühgeborenen**, insbesondere von sehr kleinen Frühgeborenen, stellt besondere Anforderungen an die Nahrungsqualität. Zu früh geborene Kinder sollen ähnliche Wachstumsraten erzielen wie Feten der gleichen Entwicklungsperiode bei gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer noch unreifen Verdauungs-, Stoffwechsel- und Ausscheidungssysteme. Ihnen wird deshalb abgepumpte und mit Energieträgern, Protein, Mineralien und Spurenelementen angereicherte Muttermilch angeboten (S. 87).

4.1.3 Zusammensetzung der Muttermilch

Frauenmilch ist per definitionem Milch die von einer Frau produziert wurde, unabhängig vom Kind während Muttermilch strenggenommen Milch ist, die für das eigene Kind produziert wird. Daher soll hier im Folgenden von Frauenmilch gesprochen werden. Die Zusammensetzung der Frauenmilch (Tab. 4.1) wechselt in den ersten beiden Wochen nach der Geburt des Kindes. Sie passt sich in ihren nutritiven und immunologischen Komponenten den physiologischen Bedürfnissen des Neugeborenen an. Zunächst wird die fettarme, aber an Funktionsproteinen und aktiven immunkompetenten Zellen reiche **Vormilch (Kolostrum)** sezerniert. Die **Übergangsmilch (transitorische Milch)** vom 5. bis 8. Lebenstag und die im Weiteren sezernierte **reife Frauenmilch** enthalten zunehmend Energieträger wie Fett und Laktose, während der Gehalt an nicht verdaulichen Funktionsproteinen zurückgeht.

≡ 4.1 Zusammensetzung von Frauenmilch und Kuhmilch

	Protein* g/100 ml	Lipide g/100 ml	Kohlenhydrate g/100 ml	Mineralstoffe g/100 ml	Energie kcal (kJ)/100 ml
Frauenmilch	0,9–1,0	3,5–4,0	7,0	0,2	67–70 (280–292)
Kuhmilch	3,3	3,5	4,8	0,7	66 (276)

Verhältnis Kasein/Molkenprotein in Frauenmilch 40 : 60, in Kuhmilch 80 : 20; *ohne „Nicht-Protein-Stickstoff“

Proteine

Der Eiweiß- und Mineralstoffgehalt von Frauenmilch ist niedriger als der von Kuhmilch. Frauenmilch enthält zu Beginn der Laktation aber reichlich **funktionelle Proteine**.

Kohlenhydrate

Laktose ist wichtigstes Kohlenhydrat und liefert ca. 40 % der Energie. Komplexe Zuckerverbindungen unterstützen die lokale Immunabwehr im Darm.

Proteine

Frauenmilch hat einen, im Vergleich zu Kuhmilch, niedrigen Protein- und Mineralstoffgehalt (Tab. 4.1). Hauptkomponenten der Muttermilchproteine sind das grob ausfallende Kasein und das α -Laktalbumin. Der Gehalt dieser **nutritiven (verdaulichen) Proteine** ist während der gesamten Laktation annähernd gleich, insgesamt relativ niedrig und der Stoffwechselkapazität des Säuglings angepasst. Er reicht dennoch zu einem gesunden Gedeihen aus, da der Säugling – im Vergleich zum Tier – langsam wächst. **Funktionelle (nicht verdauliche) Proteine**, wie Laktoferrin, sekretorisches IgA oder Lysozyme im Kolostrum und in der Übergangsmilch, aber auch der hohe Harnstoff- und Tauringehalt kompensieren passagere Defizite im kindlichen Organismus bzw. helfen bei der Adaptation an das postnatale Milieu.

Kohlenhydrate

In der Frauenmilch ist **Laktose** das wesentliche Kohlenhydrat. Der Milchzuckergehalt steigt mit der Reifung der Milch auf 7 % an und liefert etwa 40 % der Energie. Oligo- und Polysaccharide, Aminosucker und Glykokonjugate unterstützen die lokale intestinale Immunantwort auf bakterielle Infektionen.

Lipide

Auch der Fettgehalt der Milch steigt zu Beginn der Laktation noch an, unterliegt aber später, abhängig von der Nahrungsfettaufnahme der Mutter, erheblichen Schwankungen. Das Milchfett deckt ebenfalls ca. 40% des kindlichen Energiebedarfes ab. Fast die Hälfte des Frauenmilchfettes besteht aus **ungesättigten Fettsäuren**, davon wiederum ein hoher Anteil aus **mehrfach ungesättigten Fettsäuren**. Letztere sind essenziell bei der Bildung von Prostaglandinen, Thromboxanen und Leukotrienen sowie beim Aufbau von struktureller Hirnsubstanz bzw. der Retina beteiligt. Fettbegleitstoffe wie Cholesterin, Phospholipide und fettlösliche Vitamine haben einen günstigen Einfluss auf die Fettverdauung und -verwertung. Auch die Ausnutzung des angebotenen Fettes ist im Vergleich zu künstlicher Ernährung verbessert.

Mineralstoffe

Der Mineralstoffgehalt der Frauenmilch ist niedrig. Die besondere Bindung der Mineralien und Spurenelemente an „Transport“-Proteine bewirkt aber eine gute Bioverfügbarkeit, insbesondere von Kalzium, Eisen, Zink, Kupfer und Mangan. Das Baby benötigt – wie bei Eiweiß – aufgrund des relativ „langsamen“ Wachstums, bedeutend weniger Mineralien zum Skelettaufbau als der tierische Organismus.

Antinfektiöse und immunologische Faktoren

Sekretorisches Immunglobulin A (sIgA), Lysozym und funktionstüchtige Leukozyten schützen den Säugling vor bakteriellen und viralen Darminfektionen. Laktoferrin entzieht Enterobakterien Eisen und wirkt so bakteriostatisch. Lysozym lysiert gramnegative und -positive Bakterien durch Spaltung der Mukopolysaccharide ihrer Zellwand. Neuraminsäure hemmt die Adhäsion von Viren an die Darmmukosa. Muttermilchlipase hydrolysiert die Zellwand von Protozoen. Die kindliche Immunabwehr toleriert die artigen Proteine der Frauenmilch ohne allergische oder sonstige pathologische Reaktionen.

Der Gehalt an **IgA**, **Lysozym** und **Makrophagen** ist **höher** als bei künstlicher Ernährung.

Schadstoffe

Auch Muttermilch ist schadstoffbelastet. Schadstoffe, Genussgifte und Medikamente treten in messbaren Mengen in die Muttermilch über. Das gestillte Kind steht am Ende der Nahrungskette. **Polychlorierte Biphenyle**, **Dioxine** und auch noch **DDT** werden in der Stillzeit verstärkt aus den mütterlichen Fettdepots freigesetzt und gelangen mit der Muttermilch in den kindlichen Organismus. Damit diese Fettdepots nicht abgebaut werden, sollte die Mutter in der Stillzeit genügend Kalorien zu sich nehmen. Rauchen Mütter während der Stillzeit werden **Nikotin**, seine Metaboliten und andere Tabakhaltsstoffe in bedenklicher Menge vom Säugling mit der Muttermilch und der Atemluft aufgenommen.

Rauchen unterdrückt bei der Mutter durch eine Senkung des Prolaktinspiegels die Milchbildung und führt dadurch zu einer verkürzten Stilldauer. Zigarettenrauch irritiert die Bronchialschleimhaut des Kindes und begünstigt dadurch Infekte der Luftwege wie Pseudokrupp oder Asthma. Zudem sind eindeutige Zusammenhänge zwischen Passivrauchen in Schwangerschaft und Stillzeit und dem Auftreten von plötzlichem Kindstod festgestellt worden. **Alkohol** ist in der Milch ähnlich konzentriert wie im Blut der alkoholtrinkenden Mutter. Bei zu starkem Alkoholkonsum wird die Milchbildung gestört und Beeinträchtigungen der motorischen Entwicklung und des Gedeihens beim Kind sind nicht auszuschließen. Alle gängigen **Drogen** gehen in die Muttermilch über oder werden wie Cannabinol über den Rauch aufgenommen. Da diese Suchtgifte meist auch schon während der Schwangerschaft konsumiert wurden, ist es vordringlich, der Mutter durch Entwöhnungsprogramme zu helfen und eventuelle Sucht- und Entzugssymptome beim Kind zu therapieren. Mütter dürfen, so lange sie stillen, selbst nur solche **Medikamente** einnehmen, deren Unbedenklichkeit für das Kind bekannt ist, bzw. für die nachgewiesen wurde, dass sie nicht in die Milch übertreten. (Kontraindikationen und eingeschränkte Indikationen s. „Rote Liste“).

Lipide

Das Milchfett deckt ebenfalls ca. 40% des kindlichen Energiebedarfes ab. Die Hälfte des Fettes besteht aus **ungesättigten Fettsäuren**, mit einem hohen Anteil **mehrfach ungesättigter, essenzieller Fettsäuren**. Die Ausnutzung des angebotenen Fettes ist im Vergleich zu künstlicher Ernährung verbessert.

Mineralstoffe

Der Mineralstoffgehalt der Frauenmilch ist niedrig. Die Bioverfügbarkeit der Mineralien wird durch „Transport“-Proteine verbessert.

Antinfektiöse und immunologische Faktoren

Die Muttermilch schützt durch humorale und zelluläre Abwehrstoffe (sekretorisches IgA, Lysozym, funktionstüchtige Leukozyten u. a.) das Kind vor Infektionen.

Der Gehalt an **IgA**, **Lysozym** und **Makrophagen** ist **höher** als bei künstlicher Ernährung.

Schadstoffe

Muttermilch ist für das Kind, trotz einer relativ hohen Toxinbelastung, nicht schädlich. Vorsicht bei der Einnahme von **Medikamenten** während der Stillzeit (s. a. „Rote Liste“). Die vom Säugling über die Muttermilch aufgenommenen Mengen an **Nikotin** bei rauchenden Müttern sind bedenklich.

4.1.4 Ernährung der Stillenden

Eine stillende Mutter sollte sich ausgewogen ernähren.

Intakte Proteine, z. B. aus Kuhmilch, können intestinal resorbiert werden, in die Muttermilch übergehen und allergische Reaktionen beim Kind hervorrufen.

4.1.5 Verdauung der Muttermilch

Frühes Anlegen nach der Geburt stimuliert die Aktivität der kindlichen **Verdauungsenzyme**. Die Stärkeverdauung ist noch schlecht.

Muttermilchstühle sind rückstandsarm und werden zu Beginn der Stillzeit häufig (4- bis 6 × /d), später seltener (2-3 × /Woche) abgesetzt (**Muttermilchpseudoobstipation**).

► **Merke.**

4.1.6 Stillhindernisse

Die **funktionelle** oder **passagere Hypogalaktie** kann ein Stillhindernis sein. **Flach- oder Hohlwarzen** der Mutter stellen Stillerschwer-nisse dar.

Früh- und Mangelgeborene oder Kinder mit **Fehlbildungen**, die zum kräftigen Saugen zu schwach sind, sollten mit abgepumpter Muttermilch gefüttert werden.

Kontraindikationen zum Stillen sind schwere Infektionskrankheiten und konsumierende Erkrankungen der Mutter.

4.1.4 Ernährung der Stillenden

Eine stillende Mutter soll sich gesund und ausgewogen ernähren. Dem Energie-, Flüssigkeits- und Nährstoffmehrabbedarf während des Stillens sollte allerdings Rechnung getragen werden. **Intakte Proteine** z. B. aus Kuhmilch und Ei sowie sehr selten auch aus pflanzlicher Nahrung oder Fisch können intestinal resorbiert werden, in die Muttermilch übergehen und insbesondere bei atopiebelasteten Müttern allergische Reaktionen beim Kind hervorrufen. Dies heißt nicht, dass solche Nahrungsmittel generell gemieden werden müssen, aber bei Beschwerden des Kindes wie Blähungen oder Hautausschlägen ist ein möglicher Zusammenhang zu bedenken. Bei einseitigen Ernährungsweisen der Mütter ist mit Defiziten in deren Vitamin- und Mineralhaushalt und daraus resultierenden Mangelzuständen der Kinder zu rechnen. Hier sollten die Mütter ihre Ernährungsweise rechtzeitig dem speziellen Bedarf ihres Kindes anpassen. Dies gilt auch für Frauen, die in Jodmangelgebieten leben, für die eine zusätzliche Jodsupplementation empfohlen wird.

4.1.5 Verdauung der Muttermilch

Muttermilch wird optimal verdaut – **linguale, gastrale** und **pankreatische Lipasen** sowie die im Dünndarm durch Gallensäuren aktivierte **Frauenmilchlipase** gewährleisten eine besonders gute Aufnahme und Verwertung der energiereichen Lipide. Während die Sekretion der **Pankreasproteasen** bereits bei der Geburt voll aktiviert ist, **benötigt** die **Amylasebildung** eine **Anpassungszeit** bis zum 4. bis 6. Monat (Stärkezusätze in Flaschenmilch werden deshalb nicht gut verdaut). Dagegen stimuliert sofortiges Anlegen postnatal die **Laktaseaktivität** der **Dünndarmmukosa**, sodass bereits nach kurzer Adaptation die relativ großen Milchzuckermengen in Frauenmilch hydrolysiert werden können. Der hohe Laktosegehalt begünstigt das Wachstum von *Bacterium bifidum* im Dickdarm. Eine vorherrschende Bifidusflora supprimiert das Wachstum pathogener Darmkeime und unterstützt damit die natürliche Infektoresistenz des Säuglings.

Muttermilchstühle sind rückstandsarm und können durch ihre salbenartige Konsistenz leicht abgesetzt werden. Die Stuhlfrequenz beträgt zu Beginn der Stillzeit oft 4-6 pro Tag und reduziert sich im zweiten Lebensstrimenon auf bis zu 2-3 Stühle in der Woche (**Muttermilchpseudoobstipation**).

► **Merke.**

Gestillte Kinder können – sofern die Kinder wachsen und Gedeihen – zwischen 7- bis 10-mal pro Tag und alle 7-10 Tage Stuhl absetzen, ohne dass dies pathologisch ist.

4.1.6 Stillhindernisse

Die **funktionelle Hypogalaktie** bei zu geringer Milchbildung ist ein seltenes Stillhindernis und häufig Ursache fehlender Unterstützung oder Anleitung der Mutter beim Stillen. Die **passagere Hypogalaktie** kann Folge einer komplizierten Schwangerschaft oder Geburt sein. Seitens der Mutter stellen **Flach- oder Hohlwarzen** Stillerschwer-nisse dar. Brustentzündungen, Milchstau oder blutende Brustwarzen (Rhagaden) können ebenfalls das Stillen erschweren, stellen aber keinen generellen Grund zum Abstillen dar. Bei Brustentzündung kann weitergestillt werden, wenn die Mutter ein „stillfreundliches“ Antibiotikum (z. B. Penicillin, Ampicillin) erhält.

Früh- und Mangelgeborene und Kinder mit kardialen **Fehlbildungen** oder **respiratorischer Insuffizienz** sind zum kräftigen Saugen oft noch zu schwach. Hier sollte die abgepumpte Muttermilch so lange gefüttert (sondiert) werden, bis das Kind an der Brust saugen kann. Faziale **Spaltbildungen** behindern eher selten das Saugen; hier kann eine Silikondeckplatte für den Gaumen helfen.

Kontraindiziert ist das Stillen bei schweren infektiösen Krankheiten seitens der Mutter, bei denen mit einer Übertragung der Erreger durch die Milch oder den Stillvorgang zu rechnen ist (z. B. Zytomegalie bei FG unter 32. SSW, Hepatitis B, wenn die Kinder noch nicht geimpft sind, mütterliche HIV-Infektion bei relevanter Viruslast). Bei konsumierenden Erkrankungen der Mutter (Malignome, Herzfehler, chronische Nierenerkrankungen) sollte ebenfalls nicht gestillt werden. Muss die Mutter Medikamente einnehmen, muss in jedem Fall geklärt werden, ob diese in die Muttermilch übergehen und ggf. ein Wechsel zu „stillverträglichen“ Medikamenten erfolgen.

► **Merke.** Streng kontraindiziert ist das Stillen bei Verdacht auf einige Stoffwechselerkrankheiten, v. a. bei Störungen des Galaktosemetabolismus. Erlaubt die Verlaufsform einer metabolischen Störung dennoch ein passageres (limitiertes) Stillen, sind Kontrollen biochemischer Parameter (z. B. Phenylalanin bei Phenylketonurie) notwendig.

► **Merke.**

4.1.7 Zusätze

Muttermilch enthält alle für ein ausreichendes Gedeihen **notwendigen Mineralien, Spurenelemente** und **Vitamine**. Die oft geringe Konzentration dieser Stoffe in der Milch wird durch ihre hohe Bioverfügbarkeit ausgeglichen. Ob der Gehalt von ca. 400 IE **Vitamin D** in einer Tagesportion Muttermilch in unseren Regionen ausreicht, Rachitis zu verhindern, wird kontrovers diskutiert. Daher lauten die aktuellen Empfehlungen für reife gesunde Neugeborene **400–500 IE Vitamin D täglich zusätzlich bis zum zweiten erlebten Frühsommer zu geben**. Bewährt hat sich die vorbeugende orale Gabe von Vitamin K (S. 104). Die Gabe von Vitamin C durch Fütterung von Obstsaften ist beim vollgestillten oder dem mit einer Formelmilch ernährten Kind vor dem 5. bis 6. Lebensmonat überflüssig. Die Gabe von **Fluorid** schützt nachweislich vor Karies.

4.1.7 Zusätze

Muttermilch enthält alle für ein ausreichendes Gedeihen **notwendigen Mineralien, Spurenelemente** und **Vitamine**. Vitamin D und Fluorid kann zusätzlich gegeben werden.

4.1.8 Abstillen

► **Merke.** Wegen des niedrigen Protein- und Mineralstoffgehaltes der Frauenmilch bringt ausschließliches Stillen ab dem 2. Lebenshalbjahr keine Vorteile mehr.

4.1.8 Abstillen

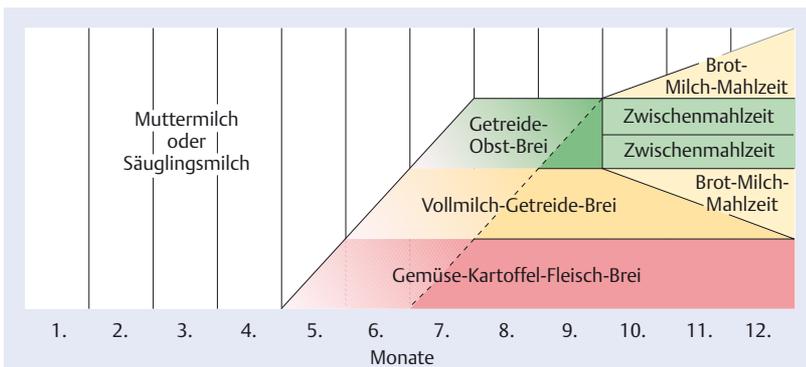
► **Merke.**

Abstillen heißt langsames Entwöhnen von der Mutterbrust und Ersatz der Muttermilch durch Gemüse-, Obst-, Getreidebreie bzw. Kuhmilchformeln (s. u. und Abb. 4.1). Sobald die Brust nicht vollständig geleert wird, z. B. bei Zufütterung von Beikost, setzt eine Rückbildung der milchsezernierenden Drüsenzellen ein. Ein medikamentöses Abstillen ist nur bei schweren Erkrankungen der Mutter oder des Kindes notwendig.

Das Kind wird langsam abgestillt und an eine energie- und substratreichere Kost gewöhnt (Abb. 4.1).

4.1 Ernährungsplan für das 1. Lebensjahr

4.1



4.2 Ernährung mit Formelnahrungen

4.2 Ernährung mit Formelnahrungen

G. Engelmann, G. Dockter*

► **Definition.** Formelnahrungen sind flüssige Säuglingsnahrungen, basierend auf Kuhmilch, Soja oder Proteinhydrolysaten unter Zusatz von Fetten, Kohlenhydraten, Vitaminen und Spurenelementen.

► **Definition.**

4.2.1 Normale Säuglingsnahrungen

Ist Stillen nicht möglich oder die Muttermilchmenge zu gering, kann der Säugling mit einer **Säuglingsmilchnahrung** auf Kuhmilchbasis oder in besonderen Fällen mit einer Formel auf Sojaproteinbasis ernährt werden. Nur Nahrungen, die **ausschließlich auf Kuhmilchproteinbasis** hergestellt wurden, dürfen die Bezeichnung „Milch“

4.2.1 Normale Säuglingsnahrungen

Bei zu geringer Muttermilchmenge kann das Kind mit einer **Säuglingsmilchnahrung** auf Kuhmilch-, oder in besonderen Fällen, auf Sojaproteinbasis ernährt werden. Eine Selbstherstellung aus pasteurisierter Kuhmilch, H-Milch

oder gar nativer Kuhmilch ist nicht empfehlenswert, da diese Milchen Unverträglichkeitsreaktionen hervorrufen können. Entsprechend der EU-Richtlinien bietet die Industrie **Säuglingsanfangsnahrungen** (bis 4.–6. Monat) und **Folgenahrungen** (ab 4. Monat) an.

EU-Richtlinien legen den Proteingehalt der verzehrfertigen Milch fest.

Pre-Nahrungen enthalten nur Laktose als Kohlenhydrat. Nahrungen der Stufe 1–3 sind weitere Kohlenhydrate, meist Stärke oder Dextrinmaltose, beigemischt. Der Energiegehalt entspricht dem der Frauenmilch. **Säuglingsanfangsnahrungen** kann man die ersten 6 Monate wie Muttermilch ohne Zusatz ad libitum füttern. Die **Folgenahrungen** der höheren Stufen sind durch den Zusatz von Stärke sämiger und sättigen dadurch mehr. Sie können ab dem 5. Lebensmonat gegeben werden, ernährungsphysiologisch sind sie nicht notwendig.

4.2.2 Antigenreduzierte Milchen

Durch eine Ernährung mit **hypoallergener Säuglingsmilch** lassen sich Allergien **nicht** verhindern. Bei **Kuhmilchproteinallergie** werden Milchformeln mit **extensiv hydrolysiertem Proteinanteil** oder **Aminosäuren-Formelnahrungen** eingesetzt.

4.2.3 Spezialprodukte zur Säuglings- und Kinderernährung

Sie werden von der Industrie hergestellt und können, insbesondere bei erblich bedingten **Störungen des Aminosäurestoffwechsels**, durch eine frühe diätetische Therapie eine Symptomatik vermeiden oder aufschieben.

4.3 Ernährung des Klein- und Schulkindes

4.3.1 Beikost

Die erste **Beikost** in Form von Obst-, Gemüse oder Getreidebreien einschließlich erster Fleischzusätze (Eisenzufuhr) wird mit Beginn des 2. Lebenshalbjahres stufenweise zugefüttert (Abb. 4.1). Die **Nahrung** des Kleinkindes **muss** den noch reifenden Stoffwechselfunktionen, Strukturveränderungen des Körpers, den hohen Wachstumsraten und der Mobilitätszunahme **angepasst werden**. Die **Anzahl** der Mahlzeiten richtet sich nach Aufnahmekapazität und Energiebedarf des Kindes. Der

führen. Eine Selbsterstellung von Säuglingsnahrung aus pasteurisierter Kuhmilch, H-Milch oder gar nativer Kuhmilch ist aus hygienischen und ernährungsphysiologischen Gründen nicht empfehlenswert, da diese Milchen relativ häufig Unverträglichkeitsreaktionen hervorrufen können. Entsprechend den Richtlinien der Europäischen Union werden von der Industrie **Säuglingsanfangsnahrungen** für die ersten 4–6 Lebensmonate und **Folgenahrungen** für Säuglinge älter als 4 Monate angeboten. Mit diesen handelsüblichen Nahrungen können Neugeborene gut und sicher ernährt werden. EU-Richtlinien legen Unter- und Obergrenzen des Proteingehaltes der verzehrfertigen Milch durch detaillierte Bestimmungen fest. Die Eignung sonstiger Zutaten für die Ernährung von Säuglingen muss durch anerkannte wissenschaftliche Untersuchungen nachgewiesen sein.

Pre-Nahrungen enthalten nur Laktose als Kohlenhydrat. Nahrungen der Stufe 1–3 sind weitere Kohlenhydrate, meist Stärke oder Dextrinmaltose, beigemischt. Der Energiegehalt entspricht dem der Frauenmilch. **Säuglingsanfangsnahrungen** kann man die ersten 6 Monate wie Muttermilch ohne Zusatz ad libitum füttern. Die **Folgenahrungen** der höheren Stufen sind durch den Zusatz von Stärke sämiger und sättigen dadurch mehr. Sie können ab dem 5. Lebensmonat gegeben werden, ernährungsphysiologisch sind sie nicht notwendig. Die Milchmenge entspricht der Brustfütterung, eine Überfütterung ist allerdings durch höherstufige Milch möglich. Nahrungen für Kinder unter 1 Jahr sollten keinen Frucht- oder Kristallzucker enthalten, um bedrohliche Ausprägungen einer eventuell vorliegenden hereditären Fruktoseintoleranz zu vermeiden. Die Vitamin-D- und Fluoridprophylaxe ist wie beim Stillen zu handhaben.

4.2.2 Antigenreduzierte Milchen

Für Kinder atopiebelasteter Eltern, die nicht gestillt werden können, wird in der Regel eine Ernährung mit **hypoallergener Milch** (HA-Milch) empfohlen. In diesen Formeln werden die natürlichen Milchproteine durch ein **mittelgradig hydrolysiertes Oligopeptidgemisch** ersetzt. Allergien können durch Fütterung dieser Milch **nicht** verhindert werden.

Milchformeln mit **extensiv hydrolysiertem Proteinanteil** oder **Aminosäuren-Formelnahrungen** werden bei Säuglingen mit gesicherter schwerer **Kuhmilchproteinallergie** eingesetzt.

4.2.3 Spezialprodukte zur Säuglings- und Kinderernährung

Von der Industrie werden **Spezialerzeugnisse zur Ernährung stoffwechselkranker Säuglinge und Kinder** hergestellt und kommerziell oder unter dem Aspekt der Forschung angeboten. In den letzten Jahren haben sich hier neue erfolgversprechende Behandlungsoptionen eröffnet. Besonders bei erblich bedingten **Störungen des Aminosäurestoffwechsels** gelingt es immer häufiger, durch eine frühe diätetische Therapie eine fatale Symptomatik zu vermeiden oder aufzuschieben. Aktuelle weiterführende Informationen der Fachgesellschaft sind z. B. über das Internet zu finden (z. B. www.aps-med.de).

4.3 Ernährung des Klein- und Schulkindes

G. Engelmann, G. Dockter*

4.3.1 Beikost

Die erste **Beikost** in Form von Obst-, Gemüse oder Getreidebreien einschließlich erster Fleischzusätze (**Eisenzufuhr**) wird mit Beginn des 2. Lebenshalbjahres stufenweise zugefüttert (Abb. 4.1). Ob diese Beikost selbst hergestellt wird oder Industrieprodukte verwendet werden, ist nicht entscheidend. Die Mundsensorik wird in dieser Phase langsam an gröbere Nahrungsbestandteile gewöhnt. Kinder nehmen ab diesem Alter die Umgebung besser wahr (**Vertikalisierungsphase**), beobachten und ahmen das Essverhalten von Eltern und Geschwistern nach. Die damit verbundenen Lernprozesse sind für das zukünftige Essverhalten des Kindes enorm wichtig. Die **Nahrung muss** aber den noch reifenden Stoffwechselfunktionen, den Strukturveränderungen des Körpers, den hohen Wachstumsraten und der Zunahme der Mobili-

tät **angepasst werden**. Nahrungsauswahl, Nahrungsaufnahme und -zerkleinerung (Kauen) sind wichtige Lernprozesse im Kleinkindalter.

4.3.2 Anzahl der Mahlzeiten

Die **Anzahl** der Mahlzeiten richtet sich nach der Aufnahmekapazität und dem Energiebedarf des Kindes. So benötigt z. B. ein männlicher Säugling im Alter von 1 Monat durchschnittlich 500 kcal/d, ein Kleinkind mit 1 Jahr ca. 1100 kcal/d und ein Teenager mit 10 Jahren ca. 2300 kcal/d. 5 bis 6 Mahlzeiten kommen dem kindlichen Bedarf eher entgegen als der etablierte Modus der 3 Hauptmahlzeiten der Erwachsenen.

4.3.3 Nährstoffbedarf

Der **Proteinbedarf** und **Wasserbedarf** nimmt mit zunehmendem Alter **relativ** (d. h. pro kg KG) **ab**, während die Gesamtzufuhr steigt (z. B. 1-monatiger Säugling ca. 680 ml/d, 4-jähriges Kind ca. 1600 ml/d). Die tägliche Milchmenge (einschließlich Milchprodukte) für das Kindergarten- und Schulkind sollte bei 300–500 ml liegen. Etwas mehr als die **Hälfte des Energiebedarfs** wird **durch Kohlenhydrate** gedeckt, 15% durch Proteine, 30–35% durch Fette. Die Energiezufuhr muss dem Bedarf (Schule, Spiel, Schlaf) des Kindes angepasst sein. Das Ernährungsverhalten wird durch „Vorbilder“ wie Eltern und Geschwister sowie durch Spiel und Schulkameraden geprägt.

Der **Fettgehalt** der Nahrung sollte **niedrig** gehalten werden. Ernährungsphysiologisch sind biologisch hochwertige **Fette** mit einem hohen Anteil an **mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Keimöle)** zu bevorzugen. Fette sind wichtige Geschmacksträger und machen Kauen und Schlucken angenehm. Das **Nahrungseiweiß** des Kindes setzt sich aus **tierischen** (Fleisch, Fisch, Eier, Milch) **und pflanzlichen** (Gemüse, Brot, Kartoffeln) **Anteilen** zusammen. Ballaststoffreiche **Kohlenhydrate** aus Gemüse, Obst und Getreide vermitteln, verbunden mit Fetten, ein frühes Sättigungsgefühl und wirken so präventiv gegen Übergewicht und Obstipation. Wichtig ist auch eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr, wobei Limonaden, gezuckerte Obstsaftsäfte und Softdrinks nicht zu früh und insgesamt restriktiv gegeben werden sollten, da sie wiederum die Entwicklung der „**Wohlstandskrankheiten**“ Karies, Adipositas und Obstipation begünstigen.

Richtwerte für Protein-, Wasser- und Fettzufuhr nach Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) finden Sie im Internet unter www.dgem.de.

► **Merke.** Einseitige Kostformen und Modediäten, wie rein vegetarische (nur pflanzlich), laktovegetabile (pflanzlich, Milch, eventuell Eier), makrobiotische (nur Getreide und Saaten) oder strenge Vollwertkost (Getreide und Saaten, Nüsse, Gemüse, Obst, Milchprodukte, Honig – meist im rohen oder nur mechanisch zerkleinerten Zustand) sind für Kinder vor Abschluss des Wachstums nicht geeignet und können sogar Mangelerscheinungen verursachen.

Eine gemischte, ausgewogene Kost mit reichlich Obst und Gemüse macht eine zusätzliche Gabe von Vitaminprodukten, Mineralien oder Appetitanregern überflüssig. Beachte: Da kleine Kinder unzureichend kauen, können Nahrungsreste (Karottenstückchen, Erbsen) im Stuhl auftauchen, die kein Hinweis für eine Fehlverdauung sind. Die **phantasievolle Darreichung der Speisen**, das **Vermeiden eintöniger Speisensensenzen** und die **Teilnahme an gewissen Esszeremonien** (gemeinsames Essen mit der Familie) sind von ähnlich **großer Bedeutung** wie die Nahrungsinhaltsstoffe selbst.

Protein- und Wasserbedarf nimmt mit dem Alter relativ ab, **50% des Energiebedarfs** wird **durch Kohlenhydrate**, 15% durch Proteine, 30–35% durch Fette gedeckt. Die Energiezufuhr muss dem Bedarf angepasst sein.

4.3.2 Anzahl der Mahlzeiten

Die **Anzahl** der Mahlzeiten richtet sich nach der Aufnahmekapazität und dem Energiebedarf des Kindes.

4.3.3 Nährstoffbedarf

Etwas mehr als die **Hälfte des Energiebedarfs** wird **durch Kohlenhydrate** gedeckt, 15% durch Proteine, 30–35% durch Fette. Die Energiezufuhr muss dem Bedarf (Schule, Spiel, Schlaf) des Kindes angepasst sein.

► **Merke.**

4.4 Parenterale Ernährung

► Definition.

Indikationen: z. B. angeborene Fehlbildung des Gastrointestinaltraktes, chronische Durchfallerkrankungen und Malabsorptionssyndrome, Frühgeborene.

4.4.1 Totale parenterale Ernährung (TPE)

Nährlösungen (Tab. 4.2) für eine TPE müssen über einen **zentralen Venenkatheter (ZVK)** zugeführt werden.

4.4 Parenterale Ernährung

G. Engelmann, H. Böhles*

► Definition. Parenterale Ernährung bedeutet die intravenöse Nährstoffzufuhr. Die Nährstoffe werden in Form der Grundsubstrate Glukose, Aminosäuren und Fett zugeführt.

Indikationen: Angeborene Fehlbildung des Gastrointestinaltraktes, Kurzdarmsyndrom, chronische oral nicht kompensierbare Durchfallerkrankungen und Malabsorptionssyndrome sind typische Indikationen. Zudem ist bei Frühgeborenen eine parenterale Ernährung in den ersten Lebenstagen (bis Lebenswochen) notwendig.

4.4.1 Totale parenterale Ernährung (TPE)

Da Nährlösungen (Tab. 4.2) für eine totale parenterale Ernährung eine Osmolarität von ca. 1800 mosm/l haben, müssen sie über einen **zentralen Venenkatheter (ZVK)** zugeführt werden.

4.2 Mengenangaben zur totalen parenteralen Basisernährung und zur additiven Gabe von Elektrolyten, Spurenelementen und Vitaminen im Kindesalter (nach europäischer Fachgesellschaft; ESPGHAN)

Basisernährung mit Glukose, Aminosäuren und Lipiden (in g/kg KG/d)				Vitaminbedarf		
Altersgruppe	Glukose*	Lipide	Aminosäuren	Vitamine (geschätzter Bedarf)	Neugeborene (pro kg KG/d)	Kinder jenseits der Neugeborenenperiode (täglich)
Früh- und Neugeborene	20–25	0,5–3	2–3	Vitamin A (µg) ***	150–300	150
Säuglinge und Kleinkinder	16–20	1–4	2,5–3	Vitamin D (µg)	0,8 (32 IE)	10 (400 IE)
größere Kinder und Jugendliche	12–16	1–3	1,5–2,5	Vitamin E (mg)	2,8–3,5	7
kcal/g Nährstoff	4	9,3	4	Vitamin K (µg)	10	200
additive Gabe von Elektrolyten und Spurenelementen				Vitamin B ₁ (mg)	0,35–0,50	1,2
Elektrolyte (Erhaltungsbedarf)	mmol/ kg KG/d	Spurenelemente** (geschätzter Bedarf)	µg/kg KG/d	Vitamin B ₆ (mg)	0,15–0,2	1,0
Natrium	2–5	Eisen	65–130	Vitamin B ₁₂ (µg)	0,3	1
Kalium	2–3	Kupfer	20–50	Vitamin C (mg)	15–25	80
Chlorid	3–5	Zink	100–300	Folsäure (µg)	56	140
Kalzium	0,5–1,5	Jod	5–8	Niacin (mg)	4,0–6,8	17
Magnesium	0,1–0,5	Fluor	50	Riboflavin (mg)	0,15–0,2	1,4
Phosphat	0,5–2	Chrom	0,1–0,3	Pantothensäure (mg)	1,0–2,0	5
		Mangan	2–10	Biotin (µg)	5,0–8,0	20
		Selen	4			

* Die Glukosezufuhr sollte mindestens der endogenen Glukoseproduktionsrate entsprechen und die maximale Glukoseoxidationsrate (=RQ 1,0) nicht überschreiten. Die endogene Glukoseproduktionsrate korreliert mit dem Anteil der Gehirnmasse an der Körpermasse, die beim Säugling wesentlich größer ist als beim älteren Kind.

** Auswahl einiger Spurenelemente

*** 1 µg Retinoläquivalent = 1 µg all-trans-Retinol = 3.33 IE Vitamin A

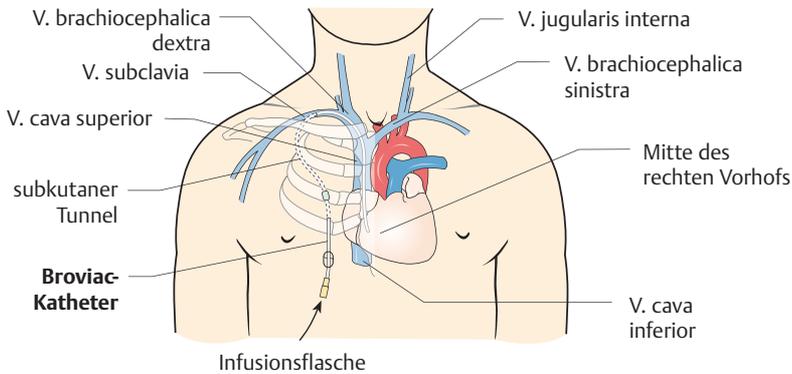
Zugangswege für eine totale parenterale Ernährung

Als Zugangswege für eine TPE sind die **V. subclavia** und die **V. jugularis interna** geeignet. Zur **Kathetertechnik** s. Abb. 4.2.

Zugangswege für eine totale parenterale Ernährung

Als Zugangswege für eine TPE bieten sich die **V. subclavia** und die **V. jugularis interna** an. Für eine langfristige parenterale Ernährung stehen Kathetersysteme vom Typ des Broviac- oder Hickman-Katheters zur Verfügung (Abb. 4.2). Diese werden getunnelt, d. h. mit einem Verlauf über mehrere Zentimeter unter der Haut vor Einführen in die Vene gelegt. Hierdurch erreicht man, dass die Katheter bis zu mehrere Jahre

4.2 Katherteknik nach Broviac



Dieser Katheter ist besonders für die langfristige TPE geeignet. Er verläuft zunächst mehrere cm in der Subkutis, bevor er in die V. jugularis interna eintritt. Die mögliche Liegedauer ist länger als bei einfachen V.-jugularis-Kathetern. Entzündungen und Thrombosen sind seltener.

im Patienten verbleiben können, ohne sich zu infizieren. Da es Krankheiten gibt, bei denen eine lebenslange TPE erforderlich und gleichzeitig die Anzahl der verwendbaren Venen begrenzt ist, kommt dieser Eigenschaft eine sehr hohe Bedeutung zu. Das Leben der Patienten hängt an der möglichst langen Lebensdauer der Katheter. Kommt es dennoch zu einer Katheterinfektion, hilft neben dem Versuch der antibiotischen Sanierung oft nur die Katheterneuanlage.

Bedarf der einzelnen Substrate

Sinn einer TPE ist die möglichst vollständige Deckung des Gesamtnährstoffbedarfs über einen längeren Zeitraum. Der Bedarf der einzelnen Substrate ist folgendermaßen anzusetzen:

Die Energiezufuhr bei der TPE erfolgt über Fette und Kohlenhydrate. Die zugeführten Aminosäuren sollen nicht verbrannt, sondern in der Eiweißbiosynthese verwendet werden. Daher ist es wichtig, dass die hierfür notwendige Energie als Kohlenhydrat und Fett zugeführt wird. Als Faustregel gilt: Für jedes Gramm Eiweiß, das der Körper parenteral erhält, müssen ca. 25–30 kcal in Form von Fett und Kohlenhydraten zugeführt werden.

Aminosäuren

Der Aminosäurebedarf junger Säuglinge ist im Gegensatz zu dem des ausgereiften Organismus uneinheitlich. Ursachen hierfür sind:

- ausgeprägtes Wachstum des Gehirns
- unterschiedliche Organproportionen und damit Aminosäureumsatzzahlen
- noch unausgereifte Enzymsysteme.

► **Merke.** Bis zum 3. Lebensjahr sind daher spezielle pädiatrische Aminosäuremischungen zu verwenden. Die Aminosäurezufuhr muss schrittweise in 3–5 Tagen aufgebaut werden.

Zu Beginn werden 0,5–1,0 g/kg KG/d verabreicht, nachfolgend wird die Dosis um 0,5 g/kg KG/d gesteigert. Die Enddosis liegt bei Frühgeborenen bei 3,0–4,0 g/kg KG/d, bei Säuglingen bei 2,5, bei älteren Kindern bei ca. 1,5–2,0 g/kg KG/d.

Kohlenhydrate (Glukose)

Glukose ist das primär geeignete Kohlenhydrat zur parenteralen Zufuhr im Kindesalter. Die Glukoseapplikation orientiert sich an zwei physiologischen Kohlenhydratstoffwechsel-Vorgängen.

- **endogene Glukoseproduktionsrate:** Sie beschreibt die Glukoseproduktion des Körpers bei fehlender Nahrungszufuhr. Sie liegt bei **2–4 mg/kg KG/min**, wobei Säuglinge gegenüber älteren Kindern höhere Produktionsraten aufweisen. Diese Menge wird als Glukosezufuhr rate metabolisch in den meisten Fällen gut toleriert.
- **maximale Glukoseoxidationsrate:** Sie gibt die maximale, im Energiestoffwechsel unmittelbar umsetzbare Glukosemenge an, die bei ca. **15 mg/kg KG/min** liegt. Höhere Glukosedosierungen führen aufgrund der massiv gesteigerten Lipogenese zu einer ausgeprägten Fetteinlagerung insbesondere in der Leber. Die Glukosezufuhr rate

Bedarf der einzelnen Substrate

Sinn einer TPE ist die vollständige Deckung des Gesamtnährstoffbedarfs über einen längeren Zeitraum.

Pro Gramm Eiweiß müssen ca. 25–30 kcal in Form von Fett und Kohlenhydraten zugeführt werden.

Aminosäuren

Der Aminosäurebedarf junger Säuglinge ist wegen seiner metabolischen Unreife und des hohen Wachstumsbedarfs uneinheitlich.

► **Merke.**

Beginn: 0,5–1,0 g/kg KG/d, Steigerung um 0,5 g/kg KG/d. Enddosis Frühgeborene: 3,0–4,0 g/kg KG/d; Säuglinge: 2,5; ältere Kinder: 1,5–2,0 g/kg KG/d.

Kohlenhydrate (Glukose)

Glukose ist das primäre Kohlenhydrat der parenteralen Ernährung. Die Zufuhr rates orientieren sich an:

- **endogene Glukoseproduktionsrate:** Sie liegt bei **2–4 mg/kg KG/min**.
- **maximale Glukoseoxidationsrate:** Sie liegt bei ca. **15 mg/kg KG/min**. Wird sie überschritten, kommt es infolge einer gesteigerten Lipogenese zur Leberverfettung.

sollte somit die maximale Glukoseoxidationskapazität nicht wesentlich überschreiten.

► **Merke.**

► **Merke.** Wegen der Gefahr reaktiver Hypoglykämien darf die parenterale Glukosezufuhr nicht plötzlich abgesetzt werden.

Fette

Fettsäuren haben Bedeutung im Energie- und Strukturstoffwechsel. Zur Vermeidung eines essenziellen Fettsäuremangels müssen Fettsäuren der ω -6- und ω -3-Reihe gesondert zugeführt werden.

Fette

Fettsäuren spielen nicht nur für den Energiestoffwechsel, sondern auch für Membranstrukturen und Systeme der Signalübertragung eine wesentliche Rolle. Fettsäuren der ω -6- und der ω -3-Reihe sind essenziell und müssen gesondert zugeführt werden. Insbesondere über die mehrfach ungesättigten ω -3-Fettsäuren erfolgt eine Beeinflussung des zerebralen Strukturaufbaus wie auch grundlegender Richtungen zwischen inflammatorischen und antiinflammatorischen Abläufen. Dosierung von Fettemulsionen: Beginn mit 0,5 g/kg/d und Steigerung auf 1,5–2,0 g/kg/d.

Die bislang verwendeten Sojaöl-basierten Emulsionen werden heute durch Mischungen aus Oliven-, Fisch- und Sojaöl ersetzt. Hierunter ist die Rate der schweren TPE-assoziierten Cholestase-Syndrome deutlich geringer.

Komplikationen der parenteralen Ernährung

Die Komplikationsrate ist niedrig. Zu den häufigsten Komplikationen s. Tab. 4.3.

Komplikationen der parenteralen Ernährung

Bei Einhaltung der erwähnten Richtlinien ist die Komplikationsrate niedrig. Zu den häufigsten Komplikationen s. Tab. 4.3.

≡ 4.3

≡ 4.3 **Komplikationen bei parenteraler Ernährung und deren Prophylaxe**

Komplikationen	Prophylaxe
metabolische	
■ Hyperglykämien	■ Beachtung der Zufuhrmengen von Glukose und Fett
■ Hypoglykämien	■ nur langsame Reduktion der Glukosezufuhr
■ Elektrolytstörungen	■ Beachtung der Zufuhrmengen
■ Aminosäureimbilanz	■ Auswahl des Aminosäuremusters ■ Beachtung der Zufuhrmengen ■ rechtzeitige Reduktion der Zufuhr bei Erhöhung von Harnstoff und Ammoniak i. S.
■ Hypertriglyzeridämie	■ Beachtung der Zufuhrmengen ■ Beachtung der Kontraindikationen
■ Cholestase	■ regelmäßige Kontrolle von: Transaminasen, alkalischer Phosphatase (AP) und γ -Glutamyltransferase (γ -GT) ■ Verwendung von Fisch- und Olivenöl-basierten Fettemulsionen
katheterbedingte	
■ Dislokation, Perforation, Chylothorax	■ Röntgenkontrolle der Katheterposition
■ Thrombosen	■ Auswahl des richtigen Gefäßzugangs ■ Vermeidung von Infektionen
■ Infektionen	■ Vermeidung von Blutentnahmen aus dem Katheter ■ strenge Asepsis beim Verbandswechsel

4.5 Ernährungsstörungen

► **Definition.**

4.5 Ernährungsstörungen

G. Engelmann, G. Dockter*

► **Definition.** Ernährungsstörungen entstehen durch quantitative oder qualitative Fehlernährung und äußern sich beim Kind durch Störungen im **Gedeihverhalten**. Eine **Hypalimentation** (Unterernährung) führt zu Dystrophie oder Atrophie (Marasmus), eine **Hyperalimentation** (Überernährung) zu Übergewicht bzw. Adipositas.

► **Merke.** Akute und v. a. chronische Gedeihstörungen sind gut zu erkennen, wenn man frühere und aktuelle somatische Daten, wie Gewicht und Körperlänge, in Perzentilenkurven einträgt und mit den alters- und geschlechtsspezifischen Normaldaten vergleicht (Längensollgewicht und Body-Mass-Index).

► **Merke.**

Esstörungen sind gekennzeichnet durch eine gestörte Einstellung zur Nahrungsaufnahme, die sich als erhebliche Beeinträchtigung des Essverhaltens äußert. Zu den Esstörungen werden Anorexia nervosa, Bulimia nervosa und die Adipositas gezählt (S.95).

4.5.1 Akute Ernährungsstörungen

Akute Ernährungsstörungen entstehen in der Regel durch **qualitative** (z. B. zu viel zuckerhaltige Speisen und Getränke, verdorbene Lebensmittel, Alkohol), zunehmend auch durch **quantitative Fehlernährung** (Limonadengenötrenke, „junk food“) bzw. eine Kombination von beiden. Die typische **Symptomatik** mit **Bauchschmerz, Übelkeit, Völlegefühl, Erbrechen und Durchfall** wird durch enterale und zentralnervöse Fehlregulationen ausgelöst. Virale oder bakterielle Darminfekte (Schmierinfektion, kontaminierte Lebensmittel) können mitauslösend oder begleitend das Krankheitsbild komplizieren.

Die **Therapie** besteht aus Nahrungskarenz, Flüssigkeits- und Elektrolytersatz und eventuell einer zusätzlich schmerzlindernden lokalen Therapie (warme Bauchwickel, Wärmflasche). Bei kleinen Kindern sowie bei akuten infektiösen Enteritiden müssen eine **Dehydratation** (S. 108) und **Elektrolytverluste** vermieden werden.

4.5.2 Chronische Ernährungsstörungen

Zur Einschätzung des Schweregrades einer Unter- oder Überernährung hat sich die Berechnung des **Längensollgewichts (LSG)** und des **Body-Mass-Index (BMI, Quetelet-Index)** bewährt. Das LSG ist das auf die reale aktuelle Körpergröße bezogene (Relativ-) Gewicht in Prozent. Da der BMI im Verlauf der kindlichen Entwicklung sehr stark altersabhängig schwankt, wird heute zumeist der BMI-SDS (BMI standard deviation score) verwendet. Dieser gibt an, um wie viele Standardabweichungen der BMI von der 50er Perzentile abweicht. Die Berechnung des **LSG** wird bevorzugt bei **Kindern unter 10 Jahre** (Berechnung durch Normalwerttabelle, Perzentilkurven oder Somatogramm, s. Abb. 27.5), die des **BMI** bei **Kindern über 10 Jahre** angewendet (Normalwerte s. Tab. 4.4).

4.5.1 Akute Ernährungsstörungen

Sie haben ihre Ursache vornehmlich in **qualitativer Fehlernährung**. **Symptome** sind **Bauchschmerz, Übelkeit, Völlegefühl, Erbrechen und Durchfall**.

Die **Therapie** besteht aus Nahrungskarenz, Flüssigkeits- und Elektrolytersatz (ggf. lokale Therapie, z. B. Wärmflasche). Bei kleinen Kindern muss auf **Dehydratation** (S. 108) und **Elektrolytverluste** geachtet werden.

4.5.2 Chronische Ernährungsstörungen

► **Definition.** Längensollgewicht (LSG):

relatives Körpergewicht bezogen auf die aktuelle Körperlänge

- Normalgewicht 90–110 %
- Untergewicht < 90 %
- Übergewicht 110–120 %
- Adipositas > 120 %

Body-Mass-Index (BMI; Quetelet-Index):

Gewicht (kg) geteilt durch Länge (m)²

- Übergewicht: BMI > der 90. Alters- u. Geschlechtsperzentile
- Adipositas: BMI > der 97. Alters- u. Geschlechtsperzentile

(Arbeitsgemeinschaft für Adipositas im Kindesalter (AGA) 2010; www.a-g-a.de)

► **Definition.**

≡ 4.4 BMI-Normalwerte – 50er Perzentile (nach AGA-Leitlinie, 2015)

	8 Jahre	10 Jahre	12 Jahre	14 Jahre	16 Jahre	18 Jahre
weiblich	16	17	18	19,6	20,6	21,2
männlich	16	17	18	19,3	20,5	21,6

Beispiele:

Anorexie bei einem 16-jährigen Mädchen: BMI-Perzentile < 5 = < 17 kg/(m)²

Adipositas bei einem 16-jährigen Jungen: BMI-Perzentile > 97 = > 23 kg/(m)²

≡ 4.4

Unterernährung (Malnutrition)

Atrophie oder **Marasmus** entsteht bei isoliert hypokalorischer Ernährung (Abb. 4.3), **Kwashiorkor** bei zusätzlichem Eiweißmangel (Abb. 4.4).

Unterernährung (Malnutrition)

Länger andauernde mangelnde Zufuhr von Energie und/oder Protein führt zur **Unterernährung**, die bei Kindern immer mit einer **Gedeihstörung** einhergeht. Fortbestehendes erhebliches Untergewicht unterdrückt auch das Längenwachstum und kann die Hirnreifung beeinträchtigen, was wiederum am zu geringen Kopfumfang erkennbar ist. Das Abweichen der **somatometrischen Daten** von der Altersnorm lässt sich gut an **Perzentilenkurven** erkennen. **Dystrophie** bzw. **Atrophie** (LSG unter 85–80% der Altersnorm) stellen schwerste Formen der **Protein-Energie-Malnutrition** dar. Eine Atrophie (Abb. 4.3), bei Kindern aus Entwicklungsländern als **Marasmus** bezeichnet, ist Folge einer extrem unterkalorischen Ernährung bei noch weitgehend balanzierter Zusammensetzung der Makro- und Mikronährstoffe. Beim Erwachsenen spricht man bei diesem Zustand von **Kachexie**. Ist bei normaler Energiezufuhr vornehmlich der Proteingehalt der Nahrung reduziert (nach dem Abstillen vorwiegend Ernährung mit Mais- oder Bohnenmehlbreien), entwickelt sich das Krankheitsbild des **Kwashiorkor** (Abb. 4.4). Während bei Atrophie/Marasmus ein Verlust des subkutanen Fettgewebes und der Muskulatur vorherrscht, findet man beim Kwashiorkor zusätzlich Eiweißmangelödeme, eine Fettleber (Hepatomegalie), Hautatrophien, Haarausfall, Pigmentverluste und Neuropathien.

Ursachen der Unterernährung sind Maldigestionssyndrome (Mukoviszidose), schwere Malabsorption (Zöliakie, Kuhmilchproteinallergie, Autoimmunenteropathie), chronische Erkrankungen bzw. Entzündungen (Morbus Crohn, Kurzdarmsyndrom, schwere Herz- oder Nierenfehlbildungen) und Störungen des psychosozialen Umfeldes (Vernachlässigung und Misshandlung, Modedieten, Anorexia nervosa).

► Merke.

► **Merke.** Eine symptomatische Malnutrition, verbunden mit einer Gedeihstörung ist Leitsymptom bei Maldigestion, Malabsorption, chronischen Darmentzündungen, Hepatopathien und vielen Stoffwechselkrankheiten (s. jeweils dort).

Bei der **Therapie** steht die Behandlung der Grundkrankheit im Vordergrund. Ein der Grundkrankheit angepasstes Ernährungskonzept hilft, die Gedeihstörung schneller zu kompensieren. In vielen Fällen ist eine spezielle Schulung oder auch eine psychiatrische bzw. heilpädagogische Begleitung notwendig.

4.3

4.3 Hungeratrophie



Hungeratrophie bei 9 Monate altem Mädchen. Perigenital „Tabaksbeutel“-ähnliche Hautfalten, vgl. auch mit Abb. 11.19, Zöliakie.

4.4 Kwashiorkor



a Etwa 1-jähriger Junge mit deutlichen Ödemen durch Kwashiorkor.

b Knapp 2-jähriger Junge aus Guinea mit den für Kwashiorkor typischen Pigmentstörungen, vgl. auch mit Abb. 11.19, Zöliakie.

(mit freundl. Genehmigung von Dr. Cellou Balde, Guinea)

Übergewicht und Adipositas

Übergewicht und Adipositas

► **Definition.** Obwohl Übergewicht und Adipositas im Alltag synonym verwendet werden, ist Übergewicht eher durch ein kritisches Überschreiten des Längensollgewichts (LSG), die Adipositas aber durch das Übersteigen des relativen Fettgewebanteils an der gesamten Körpermasse definiert.

Übergewicht liegt bei einem LSG von 110–120% oder bei einem Body-Mass-Index (BMI) zwischen der 90. und 97. Perzentile vor. Von **Adipositas** spricht man, wenn das Gewicht 120% der LSG bzw. die 97. Perzentile des BMI oder einen BMI von $30 \text{ kg}/(\text{m})^2$ überschreitet.

Ätiologie: Die Entwicklung von Übergewicht und Adipositas setzen eine positive Energiebilanz voraus. Am häufigsten kommt die **primär** alimentär bedingte **Adipositas** vor. Neben fehlerhaftem Essverhalten, oft im Zusammenhang mit familiären oder sozialen Konfliktsituationen, und reduzierter körperlicher Aktivität (Fernseh-, Video, Computerkonsum!) spielen genetische und metabolische Faktoren eine Rolle. Zudem hat Übergewicht der Eltern erheblichen Einfluss auf eine übermäßige Gewichtsentwicklung ihres Kindes.

Daneben gibt es eine Vielzahl von Syndromen, die mit einer **sekundären Adipositas** einhergehen (z. B. Prader-Labhart-Willi-Syndrom, Laurence-Moon-Biedl-Syndrom, Cushing-Syndrom; Abb. 4.5b).

Klinik: Bei alimentär bedingter Adipositas ist das Fett auf den ganzen Körper verteilt. Stamm, Extremitäten und Gesicht sind gleichermaßen betroffen. Typischerweise sind die Kinder hochwüchsig. Man spricht daher auch vom **Adiposogigantismus** (Abb. 4.5a). Bei starker Ausprägung kommt es bei Jungen zur **Pseudogynäkomastie** durch Fettgewebe (Fettmammas), die bei älteren Jungen die psychischen Probleme zusätzlich verstärkt. Dies trifft auch für das häufig unterentwickelt erscheinende Genitale zu. Der meist eher kleine Penis verschwindet im Fettpolster, sodass ein **Mikropenis** vorgetäuscht wird. Die Abgrenzung gegenüber einem echten Hypogonadismus kann durch die Beurteilung der Hodenvolumina erfolgen. Bei der Palpation des Abdomens tastet man häufig die Leber vergrößert. Striae findet man bei ausgeprägter Adipositas fast immer.

Diagnostik: Gezielte Anamnese (Familienanamnese, bisherige Gewichts- und Größenentwicklung, Hinweise auf neurologische Symptome etc.) sowie präzise Messung von Größe und Gewicht sind grundlegende Untersuchungen. Mit der Bestimmung des **Knochenalters** (Röntgen linke Hand) sowie des Körperfetts und der fett-

► **Definition.**

Ätiologie: Die **primäre Adipositas** resultiert meist aus fehlerhaftem Essverhalten und reduzierter körperlicher Aktivität. Auch genetische Faktoren spielen eine Rolle. Daneben gibt es eine Vielzahl von Syndromen, die mit einer **sekundären Adipositas** einhergehen (Abb. 4.5b).

Klinik: Bei alimentär bedingter Adipositas sind die Kinder typischerweise hochwüchsig (**Adiposogigantismus**, Abb. 4.5a).

Bei Jungen kann es zur **Pseudogynäkomastie** (Fettmammas) kommen, der meist eher kleine Penis (**Mikropenis**) verschwindet im Fettpolster, sodass ein Hypogonadismus vorgetäuscht wird. Striae findet man bei ausgeprägter Fettsucht fast immer.

Diagnostik: Die Bestimmung des **Knochenalters** und der **Trizeps-Hautfaltendicke** vermittelt mit geringem Aufwand verlässliche Information über den Fettanteil an der Körpermasse.

4.5 Adiposogigantismus (a) und Prader-Labhart-Willi-Syndrom (b)



- a Adipositas, Hochwuchs, Pseudogynäkomastie und Mikropenis (12-jähriger Junge).
- b Adipositas, Kleinwuchs und Muskelschlaffheit bei einem 7-jährigen Jungen mit Prader-Labhart-Willi-Syndrom (S. 172).

Blutdruckmessung und **Abdominal-Ultraschall** sind weitere wichtige Untersuchungen bei Adipositas.

Komplikation: Metabolisches Syndrom mit Diabetes mellitus Typ II, Dyslipidämie, Hyperurikämie und kardiovaskulärer Erkrankung.

Differenzialdiagnose: s. Tab. 4.5.

freien Körpermasse durch Messung der **Trizeps-Hautfaltendicke** hat man weitere einfache Methoden, den Gewichtsstatus festzulegen. Für wissenschaftliche Fragestellungen sind genauere Bestimmungen der Körperzusammensetzung, wie die bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) oder Knochendichtemessungen mittels DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) notwendig. Bei der Beurteilung des BMI bei Adipositas muss berücksichtigt werden, dass übergewichtige Kinder in der Entwicklung oft akzeleriert sind und sich der BMI eher auf das biologische Knochenalter als auf das chronologische Alter beziehen muss.

Die **Blutdruckmessung** mit entsprechend breiter Manschette gehört obligatorisch zur klinischen Untersuchung. Eine **Ultraschalluntersuchung der Bauchorgane** lässt nicht selten eine Fettleber erkennen, was sich mitunter in einer leichten bis mäßigen Erhöhung der Transaminasen widerspiegeln kann.

Komplikation: Zunehmend weisen Kinder mit Adipositas Symptome der peripheren Insulinresistenz, Dyslipidämie, Hyperurikämie und Hypertonie – Zeichen des sog. **metabolischen Syndroms** – auf. Es besteht die Gefahr, dass sich daraus im weiteren Verlauf ein Typ-II-Diabetes (S. 263) und bedrohliche kardiovaskuläre Erkrankungen entwickeln. Darüber hinaus führt das übermäßige Gewicht zu einer inadäquaten Belastung der Wirbelsäule und der Gelenke der unteren Extremität (Arthropathien).

Differenzialdiagnose: Anamnestisch und anhand der klinischen Befunde (Somatogramm: Adipositas kombiniert mit Kleinwuchs oder Hochwuchs; Genitalstatus, Knochenalter) lassen sich bereits verschiedene differenzialdiagnostische Möglichkeiten unterscheiden (Tab. 4.5). In der endokrinologischen Ambulanz werden adipöse Kinder nicht selten mit der Verdachtsdiagnose **Morbus Fröhlich** (Syn. Dystrophia adiposogenitalis) vorgestellt. Der Morbus Fröhlich zeigt eine Adipositas bei weiblichem Fettverteilungstyp, häufig Hypogonadismus bei gleichzeitigem Minderwuchs. Ursache dieser sehr seltenen Erkrankung ist ein Hypophysen- oder Hypothalamustumor.

4.5

4.5 Differenzialdiagnose der Adipositas

Adipositas	Differenzialdiagnosen
Adipositas und Kleinwuchs	Syndrome: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prader-Labhart-Willi-Syndrom (S. 172) (s. auch Abb. 4.5) ▪ Laurence-Moon-Biedl-Syndrom ▪ Ullrich-Turner-Syndrom (S. 182) ▪ Stoffwechselerkrankungen – Glykogenosen (S. 198) endokrine Ursachen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hypothyreose (S. 226) ▪ Morbus Cushing (S. 249) ▪ Morbus Fröhlich
Adipositas und Hochwuchs	alimentär bedingt <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adiposogigantismus ▪ metabolisches Syndrom Klinefelter-Syndrom (S. 182)

Therapie: Bei alimentär bedingter Adipositas ist eine konsequent kalorienreduzierte Ernährung und körperliche Aktivität, begleitet von Psychotherapie und Schulung, entscheidend für eine erfolgreiche Gewichtsreduktion.

Therapie: Bei alimentär bedingter Adipositas ist eine konsequent durchgeführte kalorienreduzierte Ernährung in Verbindung mit körperlicher Aktivität entscheidend. Noch wichtiger ist jedoch die Erkennung der Ursachen des abnormen Essverhaltens und eine langdauernde und intensive psychologische Unterstützung. Die alleinige Kalorienreduktion ist ohne ein psychotherapeutisches und pädagogisches Begleitprogramm (Adipositas-Schulung, auch gemeinsam mit den Eltern) wenig erfolgversprechend.

► Merke.

► **Merke.** Adipositas spielt in unserer Gesellschaft bereits bei Kindern und Jugendlichen eine zunehmende Rolle. Die Folgen hinsichtlich Morbidität und Mortalität, bei bereits in der Kindheit beginnender Adipositas, sind heute noch nicht endgültig abzuschätzen. Erste Zahlen deuten aber auf eine äußerst bedrohliche Entwicklung hin. Die Relevanz der Adipositas-Prävention (z. B. Ernährungsberatung im Rahmen von Früherkennungsuntersuchungen) kann vor diesem Hintergrund nicht oft genug betont werden.