



© K Oborny/Thieme

Kapitel 3

Risikofaktoren für Infektionen

3.1	Genetische Einflüsse	46
3.2	Infektabwehr bei Neugeborenen	46
3.3	Frühgeburt	46
3.4	Infektabwehr im Alter	46
3.5	Krankheiten, die Infektionen begünstigen	47
3.6	Weitere disponierende Erkrankungen	48
3.7	Beeinträchtigungen der Infektabwehr	49
3.8	Stärkung der Infektabwehr	51

3 Risikofaktoren für Infektionen

Christian Jassoy, Andreas Schwarzkopf

Die häufigsten Krankheiten überhaupt sind Infektionskrankheiten. Die meisten Erkrankungen heilen durch die körpereigene Abwehr „von selbst“. Man denke nur an die Erkältung, an der eigentlich gesunde Menschen mehrmals im Jahr leiden können. Ob es zur Krankheit kommt, entscheidet nicht alleine der Erreger mit seinen Eigenschaften (siehe auch Bakteriologie (S.70), Virologie (S.104), Mykologie (S.138), Parasitologie (S.146)). Auch der Mensch beeinflusst den Verlauf der Infektion durch den Zustand seiner Immunabwehr.

3.1 Genetische Einflüsse

Menschen sind hinsichtlich ihrer genetischen Ausstattung verschieden. In bestimmten Fällen können die bei der Zeugung zusammengestellten Gene über den Verlauf späterer Infektionen entscheiden. Neben den seltenen angeborenen Immunstörungen entscheidet z.B. das Vorhandensein von Rezeptoren, ob ein bestimmtes Virus infizieren kann oder nicht. So haben 20% der Bevölkerung eine Gen-Variante, die sie vor Infektionen mit bestimmten Noro- und Rotavirustypen schützt. Einige Personen haben genetische Veranlagungen (z. B. Mutation im CCR5-Gen oder positiv für HLA B-57), die sie vor der HIV-Infektion schützen oder dabei helfen, dass die Krankheit langsamer fortschreitet.

Gene können sogar einen ungesunden Lebensstil wie starkes Rauchen kompensieren und die Raucher sind noch in hohem Alter geistig klar. Das sind jedoch rare Einzelfälle, die nicht vorhersehbar sind. Daher ist beim Konsum von Genussgiften Vorsicht geboten. Auf der anderen Seite bietet aber auch ein völlig gesunder Lebensstil keine Garantie, in gutem Allgemeinzustand ein hohes Alter zu erreichen.

Genetisch bedingte körperliche und geistige Mehrfachbehinderungen beeinflussen die körpereigene Abwehr oft nicht nachteilig, was bei der Hygiene in Wohnheimen für Menschen mit körperlichen und/oder geistigen Einschränkungen berücksichtigt werden kann.

3.2 Infektabwehr bei Neugeborenen

3.2.1 Nestschutz

Neugeborene Kinder haben noch kein ausgereiftes Immunsystem. Sie erhalten im Uterus über die Nabelschnur IgG-Antikörper der Mutter und sind dadurch nach der Geburt für einige Wochen bis Monate gegen Infektionskeime immun, gegen die die Mutter Antikörper besitzt. Dies wird auch als „Nestschutz“ bezeichnet. Mit der Muttermilch werden weitere IgG- und IgA-Antikörper aufgenommen. IgG-Antikörper verlängern und stärken den allgemeinen Immunschutz. IgA-Antikörper wirken besonders auf den Schleimhäuten und schützen den Gastrointestinaltrakt vor Infektionen. Deshalb ist besonders in Ländern mit ungenügender Trinkwasserhygiene das Stil-

len enorm wichtig. Das Immunsystem reift in den ersten Lebenswochen nach.

3.2.2 Besiedlung der Haut mit Bakterien

Neugeborene sind vor der Geburt steril, d. h. auf der Körperoberfläche bakterienfrei. Erst beim Durchtritt durch die Gebäröffnung kommen sie mit Bakterien in Berührung. In den ersten Tagen werden Haut und Schleimhäute allmählich von Bakterien besiedelt. Auf Neugeborenenstationen kommt es nicht selten zu einer Besiedlung des Neugeborenen mit *Staphylococcus aureus*. Dieses Bakterium gehört nicht zur Normalflora eines Gesunden. Aus der Besiedlung des Neugeborenen mit *S. aureus* können eine Infektion des Nabelstumpfes und andere Infektionen hervorgehen.

3.3 Frühgeburt

Frühgeborene stellen – abhängig vom Geburtsgewicht – eine Herausforderung für die moderne pädiatrische Intensivmedizin dar. Sämtliche Organsysteme sind noch unreif und die Empfänglichkeit für Infektionen ist hoch, mit erheblichen Konsequenzen. Frühgeborene besitzen weit weniger mütterliche Immunglobuline, also einen geringeren Nestschutz, und sind allein deshalb wesentlich gefährdeter, an einer Infektion zu erkranken. Bei der Pflege der kleinen Patienten ist eine strikte Hygiene obligat. Die KRINKO (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut) hat hierfür eine eigene Empfehlung – Empfehlungen zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g (2007) – herausgegeben (► Abb. 3.1).

3.4 Infektabwehr im Alter

Im fortgeschrittenen Alter lässt die Fähigkeit zur Abwehr von Infektionskrankheiten nach. Zum Teil liegt dies daran, dass das Immunsystem selbst schwächer wird. Zusätzlich spielen andere Faktoren eine Rolle wie Begleiterkrankungen und eine schlechtere Organdurchblutung und schließlich, zum Lebensende, körperliche Schwäche und Gebrechlichkeit.

Je älter ein Mensch wird, desto langsamer heilen Wunden. Der Stoffwechsel verändert sich, die Proteinsyntheserate wird geringer. Auch die Durchblutung der Haut lässt nach und das Dekubitusrisiko steigt – begünstigt durch eine Reihe weiterer Faktoren. Je mehr Erkrankungen im Alter dazukommen (z. B. Niereninsuffizienz, Herzinfarkt), desto anfälliger wird der Mensch für Infektionen und desto weniger Ressourcen hat der Körper für die Heilung. Ist der Körper erheblich geschwächt, z. B. durch Auszehrung bei Krebs oder eine ausgeprägte Herzschwäche



Abb. 3.1 Frühgeborenes. Beim Umgang mit Frühgeborenen ist das Einhalten einer strikten Hygiene sehr wichtig. (Quelle: © K Oborny/Thieme)

und ist der Patient dadurch bettlägerig, lassen auch die Kräfte zum Abhusten nach. Sonst harmlose Bakterien aus dem Rachen gelangen mit dem Schleim in die Lunge und verursachen eine Lungenentzündung (S. 291). Bei einer Lungenentzündung ist die Sauerstoffaufnahme im geschädigten Lungengewebe vermindert, und wenn Organe bisher schon schlecht mit Blut und Sauerstoff versorgt wurden, z. B. das Herz oder das Gehirn, kann die Lungenentzündung dazu führen, dass die Organe vollkommen versagen. Dies ist eine häufige Todesursache.

Pflege



Aus pflegerischer Sicht sollten alte Menschen möglichst mobilisiert und geistig angeregt werden (aktivierende Pflege). Dies wird in vielen Altenpflegeeinrichtungen bereits aktiv durch Maßnahmen zur **Bewegungsförderung** (z. B. Bewegungsübungen, Nutzung von Hilfsmitteln) und biografisch orientierte **Beschäftigungsangebote** (z. B. handwerkliches Arbeiten, Angebote mit Tieren) praktiziert.

Bei der Pflege älterer Menschen im Krankenhaus ist eine möglichst **frühe Mobilisierung** anzustreben. Auch bei Intensivpatienten soll die Ernährung möglichst früh enteral erfolgen. Leider reicht die Zeit des Pflegepersonals i. a. R. nicht aus, um die Patienten auch geistig anzuregen. Hier können Angehörige, Ehrenamtliche und Krankenhauseeser Gutes tun.

3.5 Krankheiten, die Infektionen begünstigen

Definition



Leukopenie: Verringerung der Zahl neutrophiler Granulozyten im Blut

► **Angeborene Immunschwäche.** Es gibt eine Reihe erblicher Störungen der Immunantwort, bei denen Infektionskrankheiten häufiger auftreten und schwerer verlaufen. Die meisten Erkrankungen sind selten. Am häufigsten ist der angeborene Antikörpermangel. Kinder und Erwachsene mit schweren Ausprägungen dieser Veranlagung haben vermehrt bakterielle Infekte der Atemwege wie eine eitrige Bronchitis und eine Nasennebenhöhlen- oder auch eine Lungenentzündung. Bei einer angeborenen Störung der zellulären Immunantwort kommt es zusätzlich vermehrt zu Virus- und Pilzkrankheiten.

► **Leukämie.** Bei der Leukämie kann die Reifung funktionstüchtiger Abwehrzellen behindert sein, da vor allem unreife Leukozyten gebildet werden. Außerdem können sich Leukämiezellen im Knochenmark und in lymphatischen Organen dort ausbreiten, wo sonst die Abwehrzellen reifen, und sie verdrängen dadurch die gesunden Zellen. Folge ist eine Abnahme der gesunden weißen Blutzellen, eine Leukopenie, die mitunter lebensbedrohliche Infektionen nach sich zieht. Dies ist besonders bei der akuten lymphatischen Leukämie der Fall.

► **Erworbenes Immunschwächesyndrom (AIDS).** Verursacht wird das erworbene Immunschwächesyndrom (Acquired Immunodeficiency Syndrome, AIDS) durch eine Infektion mit dem humanen Immunschwächevirus (HIV), siehe auch Humanes Immunschwächevirus (HIV) (S. 126). Das Virus infiziert die Helfer-T-Lymphozyten und die Makrophagen. Die T-Lymphozyten, die eine zentrale Rolle bei der Steuerung von anderen Teilen des Immunsystems innehaben, werden zerstört, sodass die Infektabwehr zusammenbricht. HIV-Infizierte mit AIDS haben ein hohes Risiko, an einer Reihe von eher seltenen Infekten durch Bakterien, Viren, Parasiten oder Pilzen zu erkranken.

► **Diabetes mellitus.** Bei einem Diabetes mellitus begünstigen mehrere Faktoren gleichzeitig die Entwicklung von Infektionen. Durch den erhöhten Blutzuckerspiegel wird die Funktion der Granulozyten eingeschränkt, sodass Infektionen bei Diabetikern oft schwerer verlaufen als bei Gesunden. Das erhöht das Risiko von bakteriellen Infektionen. Beispielsweise haben Diabetiker ein 5- bis 8-fach höheres Risiko als Nicht-Diabetiker, dass sich bei ihnen aus einem Harnwegsinfekt eine Nierenbeckenentzündung (Pyelonephritis) entwickelt, (siehe auch Pyelonephritis (S. 321)). Wegen des höheren Zuckergehalts in Körpersekreten und im Urin sind bei Diabetikern mit nicht eingestelltem Blutzuckerspiegel Infektionen von Haut und Schleimhaut mit Hefepilzen (S. 140) und Dermatophyten (S. 139) häufiger (► Abb. 3.2). Im fortgeschrittenen Stadium der Zuckerkrankheit kann das Schmerzempfinden durch Schädigungen der sensiblen Nerven ausfallen – vor allem in den Füßen. Dadurch werden Verletzungen nicht wahrgenommen und die Gefahr besteht, dass die Verletzungen nicht gut gepflegt werden, weil sie nicht schmerzen. Die Wunden können infiziert werden mit Bakterien. Diabetiker, bei denen der Blutzucker nicht gut eingestellt ist, bekommen häufig Arteriosklerose. Die Arteriosklerose kleiner Blutgefäße stört die Durchblutung und die Wundheilung (s. a. Diabetisches Fußsyndrom (S. 312)).

► **Harnabflussstörungen.** Angeborene anatomische Besonderheiten an den Harnleitern und am Eintritt der Harnleiter in die Blase können den Harnabfluss stören und zum Rückfluss von Urin in die Niere führen. Diese Veränderungen und eine Schwangerschaft (die selbstverständlich keine Krankheit ist) begünstigen eine Infektion des Nierenbeckens, wenn Bakterien in die Blase gelangen. Die Bakterien werden nicht wie normal vollständig mit dem Urin ausgeschwemmt, sondern sie gelangen mit dem Urin zur Niere. Dort kommt es zur bakteriellen Nierenbeckenentzündung, siehe Pyelonephritis (S. 321) und Harnwegsinfekt (S. 361).



Abb. 3.2 Diabetes mellitus. Pilzbefall mit Dermatophyten im Zehenbereich eines Diabetikers. (Quelle: Czaika V. Dermatophyten. In: Sterry W, Burgdorf W, Worm M, Hrsg. Checkliste Dermatologie. 7. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014)

► **Mukoviszidose.** Ein weiteres Beispiel ist die Mukoviszidose, bei der ein erblicher Defekt der Schleimproduktion vorliegt. Durch den Defekt ist der in den Atemwegen gebildete Schleim sehr zähflüssig und stellt einen guten Nährboden für verschiedene Bakterien dar, die nicht gut zusammen mit dem zähen Schleim abgehustet werden können. Die Atemwege werden häufig von *Pseudomonas aeruginosa* (S. 88) besiedelt; das zähe Sekret bietet den Erregern Nährstoffe und schützt vor Antibiotika. Unter diesen Bedingungen entsteht viel leichter eine Lungenentzündung.

► **Verletzungen.** Verletzungen der Haut, z. B. durch Schnittwunden, Schürfwunden oder Verbrennungen, sind Eintrittspforten für Bakterien.

3.6 Weitere disponierende Erkrankungen

Banale Erkältungen können den Boden für bakterielle Infektionen z. B. mit *Staphylococcus aureus* oder *Klebsiella pneumoniae* (Tracheitis, Bronchitis) bereiten oder auch einen Herpesausbruch (Fieberbläschen) provozieren. Ausgeprägte Ernährungsstörungen wie Adipositas oder Anorexie erhöhen ebenfalls das Risiko, auch für postoperative Wund- oder Implantatinfektionen. Weitere typische Risikofaktoren sind Anämie und Tumore aller Art. Auch bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) und Lungenemphysemen wird die Lunge viel häufiger bakteriell besiedelt und infiziert als es bei einer gesunden Lunge der Fall ist.

Obwohl für die Betroffenen und ihre Angehörigen sehr einschneidend, führen Herzinfarkt und Schlaganfall zunächst nicht zu einer erhöhten Infektneigung. Dies ändert sich, wenn die Kranken weniger mobil sind und hauptsächlich liegen. Bei liegenden Patienten mit Vorerkrankungen, v. a., wenn durch einen Schlaganfall große Körperteile gelähmt sind, kann sich eine Lungenentzündung und ein Dekubitus entwickeln.

Im Krankenhaus steigt das Risiko für Infektionen mit multiresistenten Bakterien (S. 276). Die Ursachen dafür sind in ► Tab. 3.1 zusammengefasst. Bei den Risikofaktoren für eine Besiedlung und Infektion mit multiresistenten Erregern unterscheidet man endogene und exogene Faktoren.

Für zumindest einige Infektionen gibt es eine genetische Disposition. Betroffene sind gesund, bis sie auf den Erreger treffen. Die Gene des Betroffenen entscheiden dann, ob es überhaupt zu einer Infektion (z. B. Aspergillose) oder einem schweren Verlauf (z. B. Tuberkulose) kommt.

Tab. 3.1 Risikofaktoren für eine Besiedlung und Infektion durch multiresistente Erreger (nach KRINKO/RKI: Infektionsprävention in Heimen, 2005).

Mechanismus	endogene Faktoren	exogene Faktoren
Bewegungsverlust, reduzierte Abwehr	Immobilität durch Lähmungen	Immobilität durch OP, Gipsverbände usw.
Nahrungsquellen für Erreger	Schluckstörungen, Restharnbildung Divertikel	–
Eintrittspforten für Erreger	Hautläsionen, Dekubitus Ekzeme	Gefäßkatheter, Port Blasenkatheter PEG/CAPD Tracheostoma
Beeinträchtigung von Leukozyten	Dialysepflicht Malignome Fehlernährung, Spurenelemente- und Vitaminmangel	Immunsupprimierende Therapien (z. B. Methotrexat, Kortikoide)
Reduktion der Eiweißsynthese, verminderter Antikörpertiter	Leberzirrhose Anorexie	–
Verschiebung des Gleichgewichts zwischen Besiedlung und Abwehr	Multimorbidität Diabetes	Antibiotikatherapie

CAPD: kontinuierliche, ambulante Peritonealdialyse; PEG: perkutane endoskopische Gastroskopie

3.7 Beeinträchtigungen der Infektabwehr

3.7.1 Medizinische Behandlung und Medikamente

Auch die medikamentöse Behandlung kann die Infektabwehr stören. Chirurgische Eingriffe und andere medizinische Maßnahmen schaffen Eintrittspforten für Mikroben, Medikamente hemmen die Abwehr oder stören die natürliche Bakterienflora (► Abb. 3.3).

► **Chirurgische Eingriffe.** Aufgrund der Öffnung der schützenden Hautbarriere bedeuten chirurgische Eingriffe immer auch ein Infektionsrisiko. Gründliche Hygienemaßnahmen sollen verhindern, dass Bakterien und Viren über die Luft, von der Haut sowie aus Nase und Mund des Operationsteams, von Instrumenten und anderen Materialien in den eröffneten Körper gelangen.

► **Katheter, Drainagen und künstliche Beatmung.** Auch über Katheter und Drainage, die von außen in den Körper eingeführt werden und eine Verbindung zwischen Blutgefäßen, Liquorraum oder Körperhöhlen und Außenwelt darstellen, gelangen Bakterien in den Organismus. Dazu Beispiele: Blasenkatheter führen häufig, abhängig von der Dauer der Verwendung, zu Harnwegsinfekten. Besonders gefährdet sind die Nierenbeckenentzündung (S.321) und die Urosepsis (S.347). Über Venenkatheter gelangen harmlose Hautbakterien ins Blut und verursachen eine Bakteriämie. Vorgeschädigte Herzklappen werden von den Bakterien besiedelt und zerstört. Folge ist eine Endo-

karditis (S.294). Bei der Beatmung von intubierten Patienten können Bakterien in die Lunge gelangen und eine Pneumonie hervorrufen.

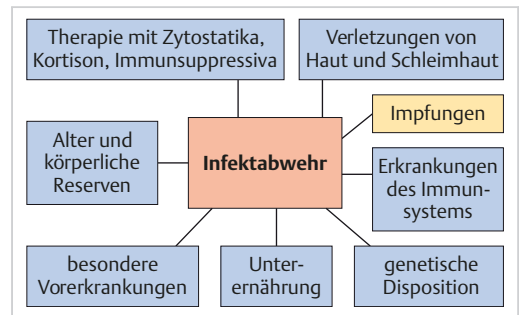


Abb. 3.3 Einflüsse auf die Infektabwehr. Impfungen stärken die Immunabwehr gegen einzelne Krankheitserreger. Vorerkrankungen, Verletzungen der Haut und Schleimhaut, Schädigung der Bakterienflora, Erkrankungen des Immunsystems sowie Therapie mit Zytostatika und Immunsuppressiva machen den Organismus empfänglich für Infektionen. Hohes Alter und damit einhergehende Vorerkrankungen der Organe, schwere Unterernährung sowie genetische Störungen des Immunsystems erleichtern die Ausbreitung von Infektionserregern im Körper.



Abb. 3.4 Zytostatika. Manche Zytostatika werden in den Apotheken frisch gemischt. Da die Medikamente das Immunsystem beeinträchtigen und um zu verhindern, dass Infektionserreger in die Zytostatika gelangen, gibt es für die Herstellung strenge Schutz- und Hygienevorschriften. (Quelle: © A Fischer/ Thieme)

► **Zytostatika und Strahlentherapie.** Die Therapie von Tumorpatienten mit Zytostatika und Bestrahlung soll die Geschwulst zerstören, behindert aber gleichzeitig die Teilung von normalen Körperzellen (► Abb. 3.4). Besonders betroffen sind die sich schnell vermehrenden Zellen des Blut- und Immunsystems. So kann sich die Zahl der Granulozyten unter der Chemotherapie stark verringern. In der Folge steigt das Risiko für Erkrankungen durch Bakterien und Pilze. Krebspatienten mit Chemotherapie oder Bestrahlung sind deshalb besonders infektionsgefährdet. Ein Beispiel sind Infektionen im Mund, wo die natürlicherweise vorkommenden Bakterien durch das Abwehrsystem nicht mehr in Schach gehalten werden und das Gewebe infizieren. Die Folge sind Geschwüre auf der Mundschleimhaut.

► **Organtransplantation.** Damit bei Organtransplantationen das Spenderorgan vom Körper angenommen wird, muss die Immunabwehr, die gegen alles Fremde feindselig reagiert, blockiert werden. Insbesondere müssen die T-Zell- und die NK-Zell-Immunantwort durch Medikamente (Immunsuppressiva) unterdrückt werden. Unter der Behandlung mit diesen Substanzen werden relativ häufig Herpesviren reaktiviert, eine Gruppe von Viren, die normalerweise weitgehend unauffällige und harmlose Bewohner unseres Körpers sind. Das Zytomegalie- und das Epstein-Barr-Virus aus der Familie der Herpesviren werden dabei besonders aktiv, breiten sich in die Organe aus und führen dort zu Gewebeschäden, schlimmstenfalls mit tödlichem Ausgang. Bei Knochenmarktransplantierten kommt es darüber hinaus zu Beginn der Therapie zu einer Leukopenie, während der die Patienten gegenüber bakteriellen Infektionen besonders gefährdet sind.

► **Glukokortikoide und biopharmazeutische Immunsuppressiva.** Kortison und andere glukokortikoidhaltige Medikamente hemmen die Leukozytenfunktion. Bakterien- und Virusinfekte verlaufen deshalb schwerer. Glukokortikoide werden besonders häufig oder über längere

Zeit bei Autoimmunkrankheiten wie Rheumatoide Arthritis, Lupus erythematodes oder Autoimmunhepatitis eingesetzt.

Biopharmazeutische Immunsuppressiva sind eine neuere Gruppe von Medikamenten, die nicht chemisch, sondern mit biotechnologischen Verfahren hergestellt werden. Chemisch handelt es sich dabei um Proteine. Die Substanzen, z.B. Antikörper, hemmen die Aktivierung von Immunzellen und die Zerstörung körpereigenen Gewebes durch Autoimmunreaktion. Als unerwünschte Nebenwirkungen von immunsuppressiven Medikamenten kann es zur Reaktivierung von Infektionserregern im Körper kommen, z.B. mit JC-Virus und Tuberkulose.

► **Antibiotika.** Antibiotika, die zur Bekämpfung krankmachender Bakterien eingesetzt werden, hemmen auch die Vermehrung von Bakterien der normalen Mikroflora. Da sie nur auf einen Teil der Bakterien wirken, können sich andere Mikroorganismen umso besser vermehren. Das Ungleichgewicht kann zu Durchfall oder zur Ausbreitung von besonders aggressiven Mikroorganismen führen. Gefürchtet ist die Vermehrung von *Clostridium difficile*, einem Bakterium, das bei manchen Menschen natürlicherweise im Darm vorkommt und dessen Toxine eine schwere, lebensbedrohliche Dickdarmentzündung (pseudomembranöse oder antibiotikaassoziierte Kolitis) hervorrufen (► Tab. 3.2).

Natürlich helfen Hygienemaßnahmen auch hier, die Zahl der Infektionen zu reduzieren, ein Restrisiko bleibt aber immer. Daher werden die Patienten vor medizinischen Eingriffen auf das Infektionsrisiko hingewiesen.

Tab. 3.2 Beispiele für Infektionen bei der medizinischen Behandlung und häufige Erreger.

Maßnahme	Infektionen	häufige Erreger
Beatmung	beatmungsassoziierte Pneumonie (VAP)	E. coli, Klebsiella, Enterobacter u. a. Staphylococcus aureus Pseudomonas u. a. Wasserkeime
Gefäßkatheter (auch ZVK)	katheterassoziierte Sepsis	Staphylococcus epidermidis, S. aureus
Harnwegskatheter	Harnwegsinfekt, Pyelonephritis, Urosepsis	E. coli, Klebsiella, Enterobacter u. a., Entero- kokken, Koagulase-negative Staphylokokken (z. B. Staphylococcus epidermidis)
Antibiotikagabe	pseudomembranöse Kolitis, Soor Besiedlungen, div. Infektionen	Clostridioides difficile Candidaspezies multiresistente Erreger
Zytostatikagabe	diverse Infektionen	Staphylokokken, E. coli, Pseudomonas u. a. Bakterien, Pilze (Candida, Aspergillen).
Implantateinbau	Wundinfektionen, septische Implantat- lockerung	Koagulase-negative Staphylokokken, S. aureus

VAP: ventilator-associated pneumonia; ZVK: zentraler Venenkatheter

3.7.2 Unterernährung und Überlastung

► **Unterernährung.** Schwere Unterernährung, wie sie zu Hungerzeiten und in Hungergebieten der Welt sowie bei bestimmten Erkrankungen auch bei uns gelegentlich vorkommt, führt zu einer Beeinträchtigung der zellulären spezifischen Immunantwort (T-Lymphozyten-Immunantwort). Folgen sind eine erhöhte Infektanfälligkeit und eine höhere Sterblichkeit durch Infektionskrankheiten. Auch das psychische Krankheitsbild der Magersucht (Anorexia nervosa) führt zum Immundefekt.

► **Körperliche Überlastung.** Auch Lebensgewohnheiten spielen für die Abwehrlage eine gewisse Rolle. Ein durch körperliche Aktivität trainierter Körper erholt sich nach einer Infektionskrankheit rascher als ein geschwächter. Bei Hochleistungssportlern findet man jedoch häufiger Infektionen der Atemwege als bei Freizeitsportlern. Übermäßige körperliche Anstrengung im Hochleistungssport führt vorübergehend zu einer Schwächung der Abwehrkräfte, die durch ausreichende kohlenhydrat- und proteinhaltige Ernährung zumindest teilweise ausgeglichen werden kann. Übermäßige körperliche Anstrengung während eines Infekts kann dazu führen, dass die Krankheit einen schwereren Verlauf nimmt.

► **Stress.** Körperlicher und psychischer Stress beeinflussen die Freisetzung von immunologisch wirksamen Zytokinen. Grund hierfür ist der über längere Zeit erhöhte Kortisonspiegel. Während kurzfristiger Stress die Abwehr nicht beeinträchtigt, kann über lange Zeit anhaltender Stress die Immunantwort gegenüber Mikroben schwächen und die Infektanfälligkeit steigern. Solcher Stress

kann auch die Wirksamkeit von Impfungen beeinträchtigen. Ähnlich verhält es sich mit dem Schlaf. Länger anhaltender Schlafentzug oder andauernde Schlafstörungen haben negative Folgen für die Infektabwehr sowie den Erfolg von Impfungen. Dies kann bei Patienten im Krankenhaus und bei Bewohnern in Pflegeeinrichtungen von Bedeutung sein, wenn sie besonders häufig in ihrem Schlafrythmus gestört werden.

3.8 Stärkung der Infektabwehr

► **Impfung.** Impfstoffe „schulen“ das Immunsystem, indem sie eine Immunantwort gegen einen bestimmten Erreger oder ein bakterielles Toxin erzeugen. Jede Auffrischungsimpfung verstärkt die Immunreaktion. Auch der natürliche Kontakt mit Krankheitserregern beim zufälligen oder unvermeidlichen Kontakt mit einem frisch Infizierten trägt zur Stärkung des Immunschutzes bei.

► **Braucht das Immunsystem im Frühjahr eine Stärkung?** Im Winter gibt es mehr Atemwegsinfekte als im Sommer. Die Virusmeningitis dagegen zeigt sich häufiger im Sommer als im Winter. Dies hat hauptsächlich etwas mit der Biologie der Erreger zu tun und weniger mit der Infektabwehr des Menschen.

Eine Ursache für häufigere Erkältungen im Winter ist, dass Influenzaviren und andere Viren bei niedriger Luftfeuchtigkeit stabiler sind als bei hoher Feuchtigkeit und die Raumluft im Winter trockener ist. Die Übertragung über Tröpfchen hängt auch mit der Tröpfchengröße zusammen. Große Tröpfchen sinken schnell ab, während kleinere länger in der Luft bleiben. Möglicherweise ist bei uns im Winter die Luftfeuchtigkeit optimal dafür, dass virushaltige Tröpfchen lange genug in der Schwebe bleiben,

um andere Personen anzustecken. Wenn wir also im Winter häufiger Erkältung haben, liegt das nicht an einem geschwächten Immunsystem.

► **Ergänzende Maßnahmen.** Ausreichende körperliche Bewegung, Sport, Saunieren und kaltes Abduschen regen nicht nur den Blutkreislauf an. Sie können Stress abbauen und so zu einer „Normalisierung“ des Immunsystems beitragen. Möglicherweise ist dies für die Infektabwehr vorteilhaft. Manche Menschen schwören auf Hausmittel, die zur Kräftigung des Immunsystems angewendet und eingenommen werden. Die Wirksamkeit der meisten Sub-

stanzen ist nicht wissenschaftlich belegt, allerdings sollte man den Placebo-Effekt nicht unterschätzen. Eine ausgewogene und angemessene Ernährung reicht für eine optimale Infektabwehr aus. Da diese nur selten nachhaltig gelingt, können Extravitamindosen (bes. Vitamin D und C) sowie Spurenelemente wie Zink oder Selen die Abwehrkräfte des Körpers unterstützen und Infektionen seltener werden lassen. Auch ein milderer Verlauf ist denkbar. Tees und Substanzen aus der Naturheilkunde sowie physikalische Maßnahmen können die Heilung einer bereits bestehenden Infektion, z.B. einer Erkältung, beschleunigen und die Symptome lindern.

CERTIFICATE OF VACCINATION
CERTIFICAT DE VACCINATION
Gemäß § 22 Infektionsschutzgesetz

Dieser Impfausweis

Krankenkasse bzw. Kostentragende

Privat

Name, Vorname

Datum
Date

29.3.
2020

ENCEPUR®
Erwachsene 0,5 ml

Ch.-B.: 066021J

Impfung gegen
Vaccination against
Vaccination contre

and be
Nom
numéro du

© K Oborny/Thieme

Kapitel 4

Impfung und Impfstoffe

4.1	Prinzip und Bedeutung der Impfung	54
4.2	Impfstoffarten	54
4.3	Kombinationsimpfstoffe	56
4.4	Passive Immunisierung und Simultanimpfung	56
4.5	Impfpraxis	57
4.6	Impfreaktionen, Komplikationen und Impfversagen	59
4.7	Kontraindikationen für Impfungen	59
4.8	Impfskepsis	60

4 Impfung und Impfstoffe

Christian Jassoy

4.1 Prinzip und Bedeutung der Impfung

Das Prinzip der Impfung (aktive Immunisierung) besteht darin, künstlich eine Langzeitimmunität auszulösen, siehe Immunologisches Gedächtnis (S. 41). Das immunologische Gedächtnis sorgt dann bei echtem Erregerkontakt dafür, dass die Infektion symptomfrei, schwächer oder komplikationsärmer verläuft. Immunologisch gesehen geschieht bei der aktiven Immunisierung dasselbe wie bei einer Infektion: Die spezifischen Lymphozyten werden aktiviert und es bilden sich langlebige Plasma- und Gedächtniszellen. Der Vorteil der Impfung besteht darin, dass sie schützt, ohne krank zu machen.

Vertiefendes Wissen



Die Pocken (Variola) waren früher eine gefürchtete Krankheit, an der die meisten als Kinder erkrankten. Jedes 10. Kind starb und viele Menschen behielten Pockennarben zurück. Das **Prinzip der Pockenimpfung** kam **Anfang des 18. Jahrhunderts** aus Konstantinopel nach Mittel- und Westeuropa und nach Neu-England (heutige Vereinigte Staaten von Amerika). Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen: Bei Kindern, die eine milde Form der Pocken hatten, wurde Eiter aus vereiterten Hautbläschen entnommen. Bei Personen, die geimpft werden sollten, wurde die Haut eingeritzt und etwas vom Eitermaterial hineingegeben. Es kam nach einigen Tagen zur Erkrankung, die meist mild verlief, und anschließend war die Person vor weiteren Pockenerkrankungen geschützt. Das Verfahren wurde „Variolation“ genannt.

Ende des 18. Jahrhunderts wurde aufgrund von Untersuchungen des englischen Arztes Edward Jenner die Impfung mit Menschenpocken durch die Impfung mit Material von Kuhpocken ersetzt. Zu dieser Zeit war bekannt, dass eine Person, die an den harmlosen Kuhpocken erkrankte, nicht mehr an den Menschenpocken erkrankt. Jenner beobachtete das wissenschaftlich an zahlreichen Patienten über mehrere Jahre und impfte Personen zunächst mit Kuhpocken und anschließend mit richtigen Pocken. Normalerweise hätten die Personen nach der Variolaimpfung Fieber und einige Pusteln bekommen. Die Personen blieben jedoch gesund.

Die Pockenimpfung verbreitete sich rasch in viele Länder. Inzwischen ist die Krankheit ausgerottet. Wegen des lateinischen Begriffs für Kuhpocken, Variolae vaccinae, wird ein Impfstoff heute auch als Vakzin bezeichnet. Das Wort „Impfen“ kommt vom lateinischen Wort „imputare“, auf Deutsch „einpflanzen“. Es bezieht sich ursprünglich auf das Verfahren zum Veredeln von Obstgehölsen.

► **Gesundheitliche Bedeutung.** Der Sinn von Schutzimpfungen wird gelegentlich kritisch hinterfragt. Das liegt paradoxerweise z. T. daran, dass Schutzimpfungen so erfolgreich sind. Krankheiten wie Diphtherie, Wundstarrkrampf, Kinderlähmung, Masern oder Röteln sind heute bei uns so selten, dass sie kaum noch jemand kennt und daher eine Schutzimpfung für nicht notwendig erachtet wird. Aufgabe der Mitarbeiter im Gesundheitswesen ist deshalb auch, auf die Gefahren der Krankheiten hinzuweisen und über Schutzimpfungen zu informieren.

4.2 Impfstoffarten

Impfstoffe enthalten entweder vollständige Krankheitserreger, wichtige Teile der Viren und Bakterien oder ein bakterielles Toxin (Gift), das unschädlich gemacht wurde. Zudem gibt es Impfstoffe, die ein Gen eines Virus enthalten. Man unterscheidet (► Abb. 4.1):

- Lebendimpfstoffe
- inaktivierte Virus- und Bakterienimpfstoffe
- Proteinimpfstoffe
- RNA-Impfstoffe und Vektorimpfstoffe
- Toxoidimpfstoffe
- Polysaccharidimpfstoffe

4.2.1 Lebendimpfstoffe

Definition



Lebendimpfung: Erzeugung einer schützenden Immunantwort unter Verwendung eines vermehrungsfähigen Virus oder eines lebenden Bakteriums.

Lebendimpfstoffe enthalten Krankheitserreger, die sich im infizierten Organismus vermehren und dabei eine Immunantwort hervorrufen, jedoch ihre krankmachende Eigenschaft verloren haben. Man spricht bei diesen Erregern auch von „abgeschwächten“ Viren und Bakterien. Beispiele für virale Lebendvakzine sind die Impfstoffe gegen Masern, Mumps, Röteln, Windpocken und Rotaviren. Einen bakteriellen Lebendimpfstoff gibt es gegen Typhus. In ungünstigen Fällen können Lebendimpfstoffe bei Personen mit angeborener oder erworbener Immunschwäche die entsprechende Krankheit hervorrufen. Sie dürfen deshalb bei Immunschwäche, z. B. bei fortgeschrittener HIV-Infektion, nicht eingesetzt werden.

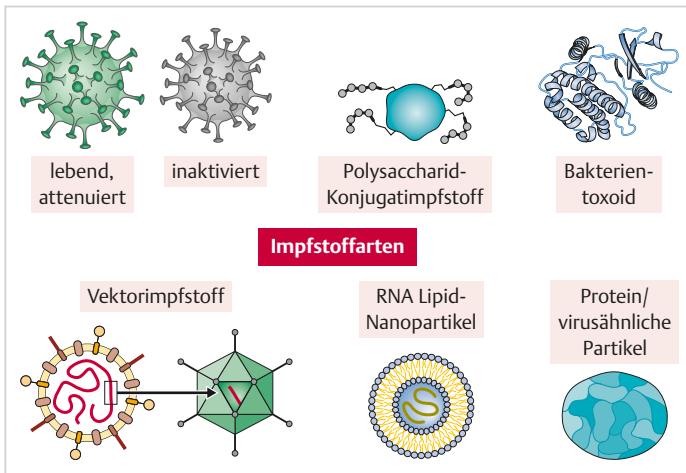


Abb. 4.1 Impfstoffe. Verschiedene Arten von Impfstoffen.

Merke



Lebendimpfung nicht immer möglich

Lebendimpfstoffe dürfen nicht bei Immunschwäche und – von wenigen Ausnahmen abgesehen – auch nicht bei Schwangerschaft gegeben werden.

Definition



Totimpfstoffe: Der Begriff Totimpfstoff ist historisch gewachsen und wird unterschiedlich gebraucht. Eine einheitliche Definition gibt es nicht. Meist sind damit alle Impfstoffe außer den Lebendimpfungen gemeint. Sprachlich ist das etwas unscharf, denn Proteine, Polysaccharide oder RNA, aus denen manche Impfstoffe bestehen, können nicht tot sein, weil sie keine Lebewesen sind.

4.2.2 Inaktivierte Virus- und Bakterienimpfstoffe

► **Inaktivierte Virus- und Bakterienimpfstoffe.** Chemisch inaktivierte Krankheitserreger, die zur Impfung verwendet werden. Inaktivierte Virusimpfstoffe werden z. B. gegen die Kinderlähmung (Poliomyelitis), das Frühsummer-Meningoenzephalitis- und das Hepatitis-A-Virus eingesetzt. Bakterielle inaktivierte Impfstoffe gibt es gegen einige seltene und exotische Erkrankungen.

► **Spaltimpfstoff.** Inaktivierte Virusimpfstoffen, bei denen das Virus durch chemische Behandlung aufgelöst wurde. Alle Virusteile sind vorhanden, aber die Viruspartikel wurden bei dem Prozess zerstört. Spaltimpfstoffe gibt es gegen Influenza (Grippe).

4.2.3 Impfstoffe aus Proteinen und Polysacchariden

► **Proteinimpfstoff.** Impfstoff aus einem Eiweiß eines Virus oder mehreren Eiweißen eines Bakteriums. Ein Proteinimpfstoff wird entweder gentechnisch hergestellt oder aus den Krankheitserregern gewonnen. Bei der gentechnischen Herstellung wird das Protein mithilfe von Hefepilzen oder in Insektenzellen produziert. Beispiele dafür sind die Impfstoffe gegen Hepatitis B-Virus und gegen Humane Papillomviren. Um die Proteine aus Bakterien oder Viren zu gewinnen, werden die Erreger angezüchtet und anschließend die gewünschten Proteine abgetrennt und zu Impfstoff verarbeitet. Ein Beispiel ist der Keuchhusten-Impfstoff.

► **Polysaccharidimpfstoff.** Impfstoff aus zuckerartigen Molekülen aus der Schleimkapsel von Bakterien (S.70). Beispiele sind die Impfstoffe gegen Pneumokokken, Meningokokken und Haemophilus influenzae Typ b.

► **Konjugatimpfstoffe.** Sie sind eine Weiterentwicklung von Polysaccharidimpfstoffen. Konjugatimpfstoffe enthalten Polysaccharide, an die chemisch Peptide gekoppelt wurden. Peptide sind kurze Stücke von einem Eiweiß. Der Begriff Konjugat stammt vom lateinischen Wort „conjugare“ = „verbinden“.

4.2.4 RNA- und Vektorimpfstoffe

► **Ribonukleinsäure (RNS, engl. Ribonucleic Acid, RNA)-Impfstoff.** Der Impfstoff enthält ein Gen von einem Virus. RNA ist der chemische Grundbaustein der Gene von einigen Viren. Der erste RNA-Impfstoff war ein Impfstoff gegen das SARS CoV-2 (S.111). Er enthält das Gen, das für das Spike-Protein des Virus kodiert. Die Virus-RNA ist chemisch leicht abgewandelt, um sie stabiler zu machen und um Entzündungsreaktionen zu vermeiden. Sie wird in eine Lipidmembran „verpackt“. Wegen ihrer Zusam-

mensetzung und ihres Durchmessers von ca. 100 nm werden sie auch RNA-Lipid-Nanopartikel genannt.

► **Vektorimpfstoffe.** Der Impfstoff besteht aus einem Virus, das ein Gen eines anderen Virus enthält. Das Trägervirus („Vektor“) für bestimmte SARS CoV-2-Impfstoffe ist ein Adenovirus. Die Adenoviren tragen das Gen für das Spike-Protein von SARS CoV-2. Nach der Impfung infiziert das Adenovirus die Körperzellen. Es kann sich dort aber nicht vermehren.

► **Immunantwort nach Impfung mit SARS CoV-2 RNA- und den Vektorimpfstoffen.** Die Impfstoffe werden intramuskulär injiziert. Im Muskel werden die RNA-Nanopartikel von den Zellen aufgenommen. Die Adenoviren infizieren die Zellen. In den Zellen wird das Virus-Gen „abgelesen“ als wäre es ein zelleigenes Gen und das Spike-Protein des Coronavirus hergestellt. Das Immunsystem erkennt, dass das Protein fremd ist, und reagiert darauf.

4.2.5 Toxoidimpfstoffe

► **Toxoidimpfstoff.** Der Toxoidimpfstoff besteht aus chemisch inaktivierten Bakteriengiften (Toxinen). Bei Wundstarrkrampf (Tetanus), Diphtherie und einigen anderen bakteriellen Erkrankungen werden die Krankheitssymptome nicht durch das Bakterium selbst sondern durch ein von den Bakterien produziertes Toxin hervorgerufen. Bei diesen Erregern hilft eine Immunisierung gegen die Toxine, um die Erkrankung zu verhindern. Deshalb enthalten die Impfstoffe das Toxin in ungiftiger Form („Toxoid“).

4.3 Kombinationsimpfstoffe

► **Kombinationsimpfstoff.** Impfstoff wirkt gegen mehrere Krankheitserreger. Um die Zahl der Arztbesuche und die Injektionen bei Säuglingen zu reduzieren, gibt es Impfstoffe gegen mehrere Krankheitserreger. Eingesetzt werden Kombinationsimpfstoffe z. B. gegen Masern, Mumps und Röteln (Masern-Mumps-Röteln- = MMR-Impfung) oder gegen Diphtherie, Tetanus und Keuchhusten.

Vertiefendes Wissen

Polyvalente Impfstoffe sind Impfstoffe, die Bestandteile mehrerer, verwandter Krankheitserreger enthalten. Die Krankheitserreger von Grippe, Muttermundkrebs oder Lungenentzündung durch Pneumokokken und andere gibt es in unterschiedlichen Formen. Impfstoffe gegen die Krankheiten enthalten mehrere Varianten der Viren oder Bakterien. Beispielsweise bestehen Grippeimpfstoffe aus 4 Grippeviren, Pneumokokken-Impfstoffe enthalten Teile von 10 oder 23 Pneumokokken-Arten und Papillomvirus-Impfstoffe enthalten Proteine von 2 oder 9 Virustypen. Das Wort „polyvalent“ leitet sich ab von griechisch „polys“ = viel und lateinisch „valere“ = gelten, wert sein.

Vertiefendes Wissen

Die Immunogenität (immunitäerzeugende Wirkung) von Totimpfstoffen ist geringer als die der Lebendimpfstoffe. Um eine ausreichend wirksame Immunantwort zu erzeugen, werden einigen Totimpfstoffen **Adjuvantien** (Hilfsstoffe) zugesetzt. Ein häufiges Adjuvans ist Aluminiumhydroxid (chemisch: $Al(OH)_3$). Adjuvantien stimulieren das Abwehrsystem des Körpers. Wenn die Immunstimulierung stark ausfällt, kann es kurzzeitig zu einer Entzündungsreaktion kommen.

4.4 Passive Immunisierung und Simultanimpfung

► **Passive Immunisierung.** Die passive Immunisierung ist die Verabreichung von **Antikörpern (Immunglobulinen)** gegen Krankheitserreger. Die Antikörper stammen aus dem Blut von Personen, die zu einem früheren Zeitpunkt geimpft wurden oder die Krankheit gehabt haben. Bei der passiven Immunisierung wird das Immunsystem nicht angeregt, selbst ein immunologisches Gedächtnis aufzubauen. Deshalb schützen die Antikörper nur so lange, wie sie im Körper sind. Die Antikörperkonzentration im Serum halbiert sich alle 3 Wochen, sodass nach 2–3 Monaten kein sicherer Schutz mehr besteht.

► **Simultanimpfung.** Die Simultanimpfung ist die gleichzeitige Impfung plus passive Immunisierung, also die Gabe eines **Impfstoffs** und von **Antikörpern**. Die 2 Injektionen erfolgen an unterschiedlichen Körperstellen.

Vertiefendes Wissen

Die passive Immunisierung und die Simultanimpfung werden eingesetzt gegen

- **Hepatitis B** bei Neugeborenen von Müttern, die mit dem Virus infiziert sind,
- **Wundstarrkrampf** nach umfassenden Verletzungen und wenn unbekannt ist, ob jemals eine vollständige Tetanusimpfung durchgeführt wurde und
- andere Infektionen wie Tollwut, Diphtherie, Botulismus, Milzbrand.

4.5 Impfpraxis

4.5.1 Grundimmunisierung und Auffrischung

► **Grundimmunisierung.** Die Grundimmunisierung ist die Gabe aller Impfstoffdosen, die für einen Immunschutz notwendig sind. Oft reicht eine einzelne Dosis nicht für einen Impfschutz. Oder eine Dosis reicht, aber bei der Anwendung passiert ein Fehler und die Impfung wirkt nicht. Um ausreichenden Schutz für möglichst viele Personen zu bieten, werden die meisten Impfungen deshalb mehrfach verabreicht. Die Grundimmunisierung gegen Hepatitis B besteht z. B. aus 3 Impfdosen.

► **Auffrischimpfung.** Die Auffrischimpfung (Synonym: Booster-Impfung) ist eine einzelne Impfstoffdosis zur Stärkung des Immunschutzes. Sie stellt den Impfschutz wieder her, wenn die Schutzwirkung abfällt.

4.5.2 Durchführung der Schutzimpfung

► **Lagerung und Zubereitung von Impfstoffen.** Impfstoffe werden kühl gelagert. Vor der Verabreichung wird der Impfstoff auf Raumtemperatur gebracht. Lyophilisierte Impfstoffe werden mit der beigefügten Flüssigkeit gelöst.

► **Durchführung der Impfung.** Bereitstehen müssen neben der Impfspritze auch Desinfektionsmittel für Hände und Injektionsstelle, steriler Tupfer, ein Abwurf für die Spritze und ein Notfallsset bei allergischen Reaktionen (Adrenalin oder Kortison usw., evtl. eine Beatmungsmaske). Die Hände werden gewaschen und desinfiziert. Anschließend wird die Haut an der Injektionsstelle desinfiziert und der Impfstoff mit trockener Kanüle injiziert.

► **Intramuskuläre und subkutane Impfung.** Geimpft wird meist intramuskulär in den Musculus deltoideus am Oberarm. Bei Säuglingen wird in den Oberschenkel (M. vastus lateralis) injiziert. Einige Impfstoffe können auch tief subkutan gegeben werden. Subkutane Impfungen werden oberhalb des Triceps-Muskels oder in den seitlichen Oberschenkel injiziert (► Abb. 4.2).

Merke



Impfung bei Gerinnungsstörungen

Bei einer Gerinnungsstörung oder gerinnungshemmenden Behandlung, z. B. mit Marcumar, können Blutungen auftreten. Deshalb wird für die Impfung eine besonders dünne Nadel verwendet und nach der Injektion wird die Einstichstelle mit dem Tupfer mindestens 2 Minuten sanft gepresst. Wenn möglich und im Beipackzettel so angegeben, können die Impfungen subkutan statt intramuskulär verabreicht werden.

► **Aufklärung und Dokumentation.** Vor der Impfung erfolgt die Aufklärung durch den Arzt/die Ärztin und das Einverständnis muss eingeholt und schriftlich dokumentiert werden. Die Impfungen werden im Impfausweis dokumentiert. Der gelbe Ausweis hat die offizielle Bezeichnung „Internationale Bescheinigung über Impfungen“ und umfasst mehrere Seiten. Eingetragen werden Produktname und Chargennummer des Impfstoffs, Datum und Unterschrift des impfenden Arztes/der Ärztin. Statt Handelsname und Chargennummer kann auch eine Vignette des Impfstoffs eingeklebt werden. Der Impfausweis soll zeitlebens aufbewahrt werden.

4.5.3 Impfpfehlungen

Es wird unterschieden zwischen allgemein empfohlenen Impfungen und solchen, die unter persönlichen, gesundheitlichen oder beruflichen Umständen angeraten sind. In Deutschland werden die Impfpfehlungen von der **Ständigen Impfkommision am Robert-Koch-Institut, Berlin, (STIKO)** herausgegeben. Im Freistaat Sachsen gibt es eine Impfkommision, deren Empfehlungen für Sachsen gültig sind (Sächsische Impfkommision, SIKO). In Österreich gibt das Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz einen Impfplan heraus und in der Schweiz veröffentlicht das Bundesamt für Gesundheit die aktuellen Impfpfehlungen. Die Empfehlungen werden jährlich überarbeitet, die aktuellen Richtlinien findet man auf den Internetseiten der Behörden.

► **Allgemein empfohlene Impfungen.** Impfung für alle. Die meisten, wie gegen Diphtherie, Tetanus, Keuchhusten, Masern, Mumps, Röteln und Kinderlähmung werden im Säuglingsalter oder zu Beginn des 2. Lebensjahres verabreicht. Manche, wie die Gripeschutz- und die Pneumokokkenimpfung sind für Ältere empfohlen.

► **Berufsindikation.** Impfung bei erhöhtem Infektionsrisiko im Beruf. Beispielsweise die Hepatitis-B-Impfung für Mitarbeiter im Gesundheitswesen und die Impfung gegen Tollwut für Tierärzte und -ärztinnen.

► **Individuelle gesundheitliche Indikation.** Impfung von Personen mit Vorerkrankungen, die durch eine Infektion besonders gefährdet wären. Beispielsweise die Impfung von Personen mit Vorerkrankungen von Herz, Lunge, Niere oder mit Diabetes oder Schlaganfall gegen Grippe.

► **Reiseindikation.** Impfung von Personen, die einem hohen Infektionsrisiko bei einer Reise ausgesetzt sind. Zum Beispiel die Impfung gegen Gelbfieber, Typhus und Cholera bei Reisen in Länder und Landstriche, in denen die Krankheiten vorkommen (sog. Endemiegebiete). Gelbfieberimpfungen sind in einigen Ländern für die Einreise gesetzlich vorgeschrieben.

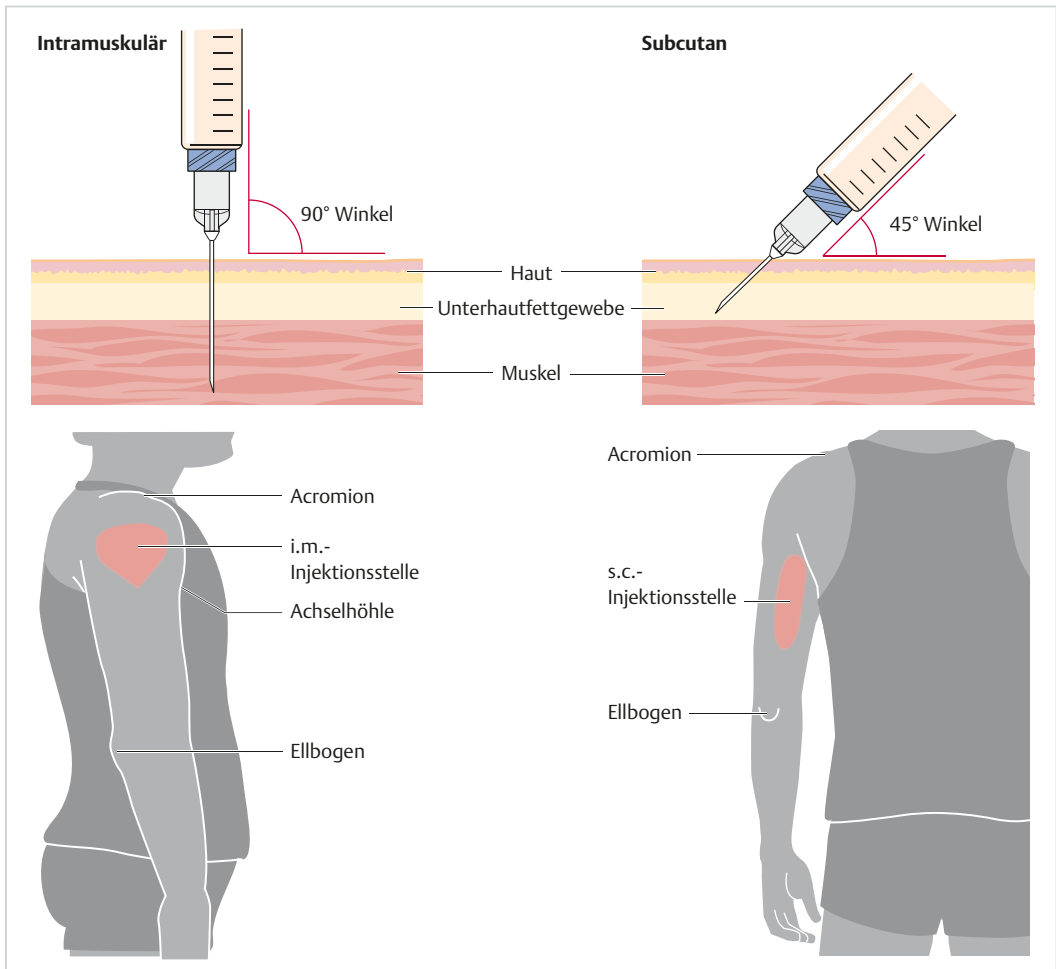


Abb. 4.2 Intramuskuläre und subcutane Injektionstechnik. I. m.-Injektionen werden in den M. deltoideus injiziert, dort wo der Muskel am dicksten ist, ca. 6 cm unterhalb des Acromions. Dazu wird die Nadel senkrecht auf den Muskel aufgesetzt. Erwachsene erhalten s. c.-Injektionen am besten ins Unterhautfettgewebe oberhalb des M. triceps mit 16 mm-Kanüle. Dazu wird die Haut mit Unterhaut zu einem Wulst angehoben und im 45°-Winkel eingestochen.

4.5.4 Impfzeitpunkt

Masern, Mumps, Keuchhusten oder die Meningitis können tödlich verlaufen. Um die Kinder schon früh zu schützen, erfolgen die meisten Impfungen im Säuglings- und Kleinkindalter. Die Impfung im Kindesalter ist auch wichtig, um einen breiten Impfschutz in der Bevölkerung zu erreichen.

Bei der Grundimmunisierung werden die einzelnen Impfdosen nach einem festgelegten Zeitplan gegeben. In dringenden Fällen kann der Zeitplan auch beschleunigt werden. Auffrischimpfungen werden einmalig (Keuchhusten), alle 10 Jahre (Tetanus und Diphtherie) oder jährlich (Grippe) gegeben. Masern-, Mumps- und Rötelnimpfung verleihen einen lebenslangen Impfschutz. Eine Auffrischung ist nicht erforderlich. Bei manchen Impfungen

gen ist eine Auffrischung auch deshalb nicht erforderlich, weil die Krankheit nur im frühen Kindesalter gefährlich ist. Deshalb wird z. B. auf Auffrischung gegen *Haemophilus influenzae b* (Hib) und Rotaviren verzichtet.

► **Einfluss des Lebensalters.** Das Lebensalter spielt eine Rolle für die Wirkung einer Impfung. Der so genannte „Nestschutz“ von Neugeborenen und Säuglingen verhindert die Wirkung von Lebendimpfstoffen. Deshalb werden die Masern-, Mumps-, Röteln- und Windpockenimpfungen nicht in den ersten Lebensmonaten durchgeführt. Im Alter reagiert das Immunsystem schwächer auf Impfstoffe. Deswegen wirkt die Grippeimpfung bei den älteren pflegebedürftigen Personen, die es besonders nötig hätten, weniger gut.

► **Schwangerschaft und Impfung.** Während der Schwangerschaft dürfen – mit wenigen Ausnahmen – keine Lebendimpfstoffe verabreicht werden. Empfohlen ist dagegen die Impfung gegen Grippe (Influenza) ab dem 2. Trimenon und gegen Keuchhusten. Siehe auch Kapitel Infektionen in der Schwangerschaft (S. 352).



Vertiefendes Wissen

Impfungen sollen i. d. R. die Person schützen, die geimpft wird. In bestimmten Fällen schützen Impfungen auch andere Personen. Dazu 3 Beispiele:

- **Schutz eines Kindes in der Schwangerschaft:** Die Rötelnimpfung soll verhindern, dass sich eine Schwangere infiziert und ihr Kind in der Gebärmutter die Rötelnembryopathie bekommt.
- **Schutz von Kontaktpersonen:** Die Impfung von Mitarbeitern im Gesundheits- und Pflegedienst gegen Grippe soll auch die Menschen schützen, die durch die Mitarbeiter betreut werden und wegen ihrer Krankheit oder ihres Alters durch Ansteckung besonders gefährdet wären.
- **Schutz der Allgemeinheit (Herdenimmunität):** Die Impfung von möglichst vielen Personen in der Bevölkerung soll zu einer „Herdenimmunität“ führen. Darunter versteht man Folgendes: Da sich Viren, die sich von Mensch zu Mensch verbreiten, in geimpften Personen nicht vermehren können, soll durch die Impfung von mind. 95 % der Bevölkerung den Krankheitserregern die Möglichkeit zur Weiterverbreitung genommen werden. Ist nur noch jede 20. Person infizierbar, kann sich eine Virusinfektion nicht mehr ausbreiten. Die Krankheit stirbt aus. Die Herdenimmunität bedeutet auch Schutz für die 20. Person, die vielleicht aus gesundheitlichen Gründen nicht geimpft werden konnte und die durch eine Infektion besonders gefährdet wäre, oder eine Person, bei der die Impfung nicht gewirkt hat.

4.6 Impfreaktionen, Komplikationen und Impfversagen

4.6.1 Impfreaktionen

Impfreaktionen sind örtliche oder allgemeine Entzündungsreaktionen auf die Impfung. Die Reaktionen sind vorübergehend und heilen folgenlos ab. Relativ häufig sind örtliche Symptome wie leichte Schmerzen, Rötung und Schwellung an der Impfstelle. Seltener sind Allgemeinsymptome wie Temperaturerhöhung, Kopf- und Gliederschmerzen, Appetitlosigkeit und Abgeschlagenheit für 1–2 Tage. Kleine Kinder sind müde oder weinen mehr, bei Säuglingen kommt es gelegentlich zu länger anhaltendem schrillum Schreien. Die Symptome treten innerhalb der ersten 3 Tage nach Impfung auf. Sie sind Ausdruck der normalen Auseinandersetzung des Organismus mit dem Impfstoff. Nach einer Impfung sollte der Körper so lange

geschont werden, wie Impfreaktionen bestehen; extremer Sport ist auf jeden Fall für 48 Stunden zu vermeiden.

Einige Impfungen lösen eine leichte „Impfkrankheit“ aus. So werden nach der Masernimpfung gelegentlich ein leichter Hautausschlag und nach Windpockenimpfung manchmal einige Hautbläschen beobachtet. Die Symptome der Impfkrankheit treten nach der üblichen Inkubationszeit der Krankheit auf, d. h. etwa nach 10–14 Tagen. Jede darüber hinausgehende unerwartete Reaktion sollte mit dem impfenden Arzt sofort besprochen werden.

4.6.2 Impfkomplicationen

Impfkomplicationen sind Krankheitserscheinungen im zeitlichen Zusammenhang mit einer Impfung. Dazu zählen Fieberkrampf, allergische Reaktionen an Haut und Atemwegen u. a. Die Komplicationen werden eingeordnet in selten (weniger als 1 von 1000 Impfungen führt zu Komplicationen), sehr selten (weniger als 1 von 10 000 Impfungen) oder es wurden bisher nur einzelne Fälle beobachtet. Auf den Beipackzetteln der Impfstoffe sind die Komplicationen und ihre Häufigkeiten aufgelistet.

Die Häufigkeit und Schwere von Impfkomplicationen ist geringer als die Häufigkeit und Schwere von Komplicationen bei den natürlichen Krankheiten, die sie verhindern. Zum Beispiel: Eine Enzephalitis (Hirnentzündung) tritt einmal bei 1 Million Masernimpfungen auf. Bei natürlichen Masern führt dagegen etwa jede 10 000. Infektion zu Enzephalitis. Nach dem Infektionsschutzgesetz muss der Arzt/die Ärztin dem Gesundheitsamt melden, wenn es zu einer Komplication kommt.

► **Impfversagen.** Von einem Impfversagen spricht man, wenn die Schutzimpfung unwirksam ist. Die betroffenen Personen werden als „Non-Responder“ („Impfversager“) bezeichnet und es gibt sie bei allen Impfungen. Die Ursachen dafür sind vielfältig. Genetische Veranlagung spielt dabei eine gewisse Rolle. Fehler bei der Anwendung kommen ebenfalls vor, z. B. wenn Impfstoffe zeitweise nicht gekühlt wurden, bei Anwendung nach Ablauf der Verwendbarkeitsdauer, bei nicht vollständigem Aufziehen des Impfstoffs in die Spritze oder wegen subkutaner statt intramuskulärer Injektion.

4.7 Kontraindikationen für Impfungen

Kontraindikationen sind Situationen, in denen nicht geimpft werden darf. Diese sind für alle Impfungen:

- Eine akute, behandlungsbedürftige Erkrankung bis mind. 2 Wochen nach der Genesung,
- Komplication bei vorausgegangener Impfung bis die Ursache geklärt ist,
- eine Allergie auf Bestandteile des Impfstoffs.

Kontraindikationen für Lebendimpfungen sind zusätzlich:

- starke Immunschwäche (z. B. bei fortgeschrittener HIV-Infektion)
- eine Schwangerschaft

Eine leichte Erkrankung wie eine Erkältung ist keine Kontraindikation für eine Impfung. Auch ein leichtes endogenes Ekzem (Neurodermitis) oder Asthma sind keine grundsätzlichen Kontraindikationen. Möglich ist auch die Impfung bei den meisten chronischen Krankheiten wie z. B. bei Diabetes oder Herzschwäche. Personen, die gerade an einer schweren, fieberhaften Infektionskrankheit leiden, sollen jedoch erst nach ihrer Genesung geimpft werden.

4.8 Impfskepsis

Der häufigste Grund, warum eine Impfung fehlt, ist, dass sie schlicht vergessen wurde. Oft wird auch das persönliche Erkrankungsrisiko als gering eingeschätzt. Schließlich gibt es Skepsis gegenüber allen oder einigen Impfungen.

Gründe dafür sind persönliche negative Erfahrung, Zweifel an der Wirksamkeit, Angst vor einem Impfschaden, Warnungen von anderen Personen oder aus dem Internet oder wegen der Vorstellung, dass die natürliche Infektion und Erkrankung besser wären als die Impfung. Wichtig für die medizinische Versorgung von Patienten ist deshalb, regelmäßig zu prüfen, ob eine Impfung erforderlich ist und die Aufklärung über die Wirkung und die Risiken der Krankheit.

Trifft man auf Impfskepsis trotz umfassender Information, sollte kein Druck auf den Patienten oder die Eltern ausgeübt werden. Es bleibt die freie Entscheidung des Einzelnen bzw. der Eltern für ihr Kind. Stattdessen wird darauf hingewiesen, dass die Impfung auch später durchgeführt werden kann und der Patient oder die Patientin zum Impfen jederzeit wiederkommen kann.