

Impfen bei hämatologischen und onkologischen Erkrankungen

Grundlage dieses Artikels ist die Publikation „Impfen bei Immundefizienz. Anwendungshinweise zu den von der Ständigen Impfkommission empfohlenen Impfungen. (III) Impfen bei hämatologischen und onkologischen Erkrankungen (antineoplastische Therapie, Stammzelltransplantation), Organtransplantation und Asplenie“, die 2020 im Bundesgesundheitsblatt erschienen ist (1), ergänzt durch aktuelle Empfehlungen der STIKO.

Circa vier Millionen Menschen in Deutschland sind oder waren einmal in ihrem Leben an Krebs erkrankt (2). Neben transplantierten Patienten sind diese Patienten besonders empfänglich gegenüber Infektionserregern. Impfungen gehören zu den effektivsten Maßnahmen zur Verhinderung viraler oder bakterieller Infektionskrankheiten. Neben der Impfung des Einzelnen ist auch der Gemeinschaftsschutz wichtig. Selbst wenn einzelne Erkrankte unter antineoplastischer Therapie (wie z. B. konventionelle zytostatische Therapie, sogenannte „Chemotherapie“, siehe Hinweis am Seitenrand) keinen ausreichenden Impfschutz erlangen, können sie von einer Herdenimmunität profitieren, da Kontaktpersonen seltener erkranken und die Patienten dadurch weniger wahrscheinlich angesteckt werden können.

An Krebs erkrankte Patienten, die sich einer antineoplastischen Therapie unterziehen müssen, sind besonders anfällig für Infektionen. In dieser Zeit ist allerdings auch wegen der verminderten Immunabwehr mit einem verminderten Ansprechen auf Impfungen zu rechnen. Krebspatienten sind eine sehr heterogene Krankheitsgruppe, ebenso wie die verschiedenen antineoplastischen Therapien sehr unterschiedlich sein können. Die folgenden praktisch orientierten Hinweise versuchen einen Kompromiss zwischen einer möglichst frühen Impfung, damit ein möglichst früher Impfschutz erreicht wird und einer möglichst späten Impfung, damit ein Impferfolg möglichst wahrscheinlich wird, zu finden.

Allgemeine Grundsätze

Die individuell durchgeführte antineoplastische Therapie bestimmt gemeinsam mit der Grunderkrankung den Grad der Immunschwäche des Patienten. Daher ist jede Impfempfehlung auf den jeweiligen Patienten individuell abzustimmen. Prinzipiell gilt: je stärker die antineoplastische Therapie, desto wichtiger ist der Impfschutz. Vor einer geplanten antineoplastischen Therapie sollte der Impfschutz der Patientin überprüft werden, möglichst gemeinsam mit dem Impfschutz von engen Kontaktpersonen. Impfungen sollten immer in enger Absprache mit den onkologisch Behandelnden oder dem onkologischen Zentrum erfolgen. Es sollten möglichst konventionelle Impfschemata verwendet werden, keine schnellen Impfschemata, um eine große Ansprechrate zu erreichen.

Nach antineoplastischer Therapie wird eine einmalige „Wiederholungsimpfung“ empfohlen. Man versteht darunter die einmalige Gabe einer Impfdosis bei zuvor abgeschlossener Grundimmunisierung unabhängig von vorangegangenen Auffrischimpfungen. Bisher nicht durchgeführte Grundimmunisierungen sollten nach antineoplastischer Therapie nachgeholt werden. Auch wenn die Subpopulationen der Immunzellen unterschiedlich lang brauchen, um sich nach antineoplastischer Therapie zu erholen, geht man im klini-

Zieschang, M.

Held, T.

Die Therapielandschaft hämatologischer und onkologischer Erkrankungen unterliegt seit Jahren einem raschen Wandel mit einem großen Zuwachs an verschiedenen Substanzklassen, die neben der konventionellen zytostatischen Therapie (sogenannte „Chemotherapie“) eingesetzt werden. Die größte Evidenz besteht zu Impfungen nach Chemotherapie. Der Begriff „antineoplastische Therapie“ umfasst in diesem Beitrag daher die klassische zytostatische Chemotherapie, schließt aber auch weitere Substanzklassen ein.

Literatur

- 1 Laws H-J, Baumann U, Bogdan C, Burchard G, Christopheit M, Hecht J et al. Impfen bei Immundefizienz: Anwendungshinweise zu den von der Ständigen Impfkommission empfohlenen Impfungen. (III) Impfen bei hämatologischen und onkologischen Erkrankungen (antineoplastische Therapie, Stammzelltransplantation), Organtransplantation und Asplenie. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2020; 63(5):588–644. doi: 10.1007/s00103-020-03123-w.
- 2 Robert Koch-Institut. Bericht zum Krebsgeschehen in Deutschland 2016. Berlin; 2016.

schen Alltag davon aus, dass Patienten ab etwa drei Monaten nach erfolgreicher antineoplastischer Therapie als immunkompetent angesehen werden können und eine ausreichende Impfantwort zu erwarten ist.

Impfen bei Gabe von Immunglobulinen und anderen Produkten

Um den Impferfolg nicht zu gefährden, sollte man nach Masern-Mumps-Röteln (MMR)- bzw. Varizellen-Impfungen Blutprodukte erst nach drei Wochen geben, wenn es die klinische Situation erlaubt. Falls in diesem Zeitraum die Gabe eines Blutproduktes erforderlich ist, sollte die Impfung wiederholt werden. Dabei sollte der regulär zu empfehlende Abstand von drei bis acht Monaten (je nach Blutprodukt) zwischen Blutproduktgabe und MMR- bzw. Varizellen-Impfung eingehalten werden. So ist der empfohlene Abstand nach Gabe von Erythrozyten- oder Thrombozytenkonzentraten oder von Fresh Frozen Plasma drei Monate, da sonst die Gefahr besteht, dass die Impfung nicht wirksam ist.

Für den attenuierten nasalen Lebendinfluenza-Impfstoff, den oralen Rota-Virus- oder den Gelbfieber-Impfstoff müssen keine Zeitabstände eingehalten werden. Dies wird begründet durch den stetigen Antigenshift und -drift von Influenzaviren, die Übertragung von Rota-Virus-Antikörper durch die Plazenta und die geringe Menge an Gelbfieber-Antikörpern in der europäischen Bevölkerung. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Impfantwort nicht negativ beeinflusst wird.

Für die Impfungen mit Totimpfstoffen sind keine Mindestabstände zu beachten.

Impfen bei der Gabe immunmodulatorischer Medikamente

Zu den immunmodulatorischen Medikamenten gehören u. a. CD20-Antikörper wie Rituximab, Checkpoint-Inhibitoren (wie u. a. Avelumab, Ipilimumab, Nivolumab und Pembrolizumab) und Tyrosinkinaseinhibitoren (inklusive JAK-Inhibitoren wie Tofacitinib und Upadacitinib). Informationen zu Impfungen unter anderen immunmodulatorischen Therapeutika (z. B. Glukokortikoiden, Methotrexat, Mycophenolatmophetil, Leflunomid, Calcineurininhibitoren, TNF- und Interleukin-Inhibitoren, Mitoxantron oder Alemtuzumab) findet man unter (3).

Impfen bei Anti-CD20-Antikörper-Therapie

Tot- bzw. Lebendimpfstoffe können vier bis sechs Wochen vor Beginn einer Therapie verabreicht werden. Unter Therapie sind Impfungen nicht wirksam, Lebendimpfstoffe sind kontraindiziert. Nach Anti-CD20-Antikörper-Therapie können Lebendimpfstoffe erst nach normalisierter B-Lymphozytenzahl wieder gegeben werden. Man kann erst dann auch wieder von einer ausreichenden Impfantwort auch bei Totimpfstoffen ausgehen. Eine Ausnahme ist der Influenza-Totimpfstoff, der auch während einer Therapie verabreicht werden kann.

Sollte kurz vor Gabe eines CD20-Antikörpers eine Impfung mit einem Lebendimpfstoff durchgeführt worden sein, ist die prophylaktische Gabe von Immunglobulinen oder Aciclovir bei durchgeführter Varizellen-Impfung zu überlegen.

Impfen bei Therapie mit Checkpoint-Inhibitoren

Studiendaten zu Impfungen liegen fast ausschließlich für den Influenza-Totimpfstoff vor. Zusammenfassend wird empfohlen, alle erforderlichen Impfungen mit Totimpfstoffen

Lebendimpfstoffe gegen Masern, Mumps, Röteln und Varizellen enthalten attenuierte, sich replizierende Impfviren. Da die Immunantwort hierbei von der Replikation der Impfviren abhängig ist, ist der Impferfolg unsicher, wenn die Replikation des Impfvirus durch zeitnahe Gabe eines Blutproduktes und darin enthaltene Antikörper beeinflusst wird.

3 Wagner N, Assmus F, Arendt G, Baum E, Baumann U, Bogdan C et al. Impfen bei Immundefizienz: Anwendungshinweise zu den von der Ständigen Impfkommission empfohlenen Impfungen. (IV) Impfen bei Autoimmunerkrankheiten, bei anderen chronisch-entzündlichen Erkrankungen und unter immunmodulatorischer Therapie. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz 2019; 62(4):494–515. doi: 10.1007/s00103-019-02905-1.

zum frühestmöglichen Zeitpunkt durchzuführen. Die Applikation von Lebendimpfstoffen ist zu vermeiden.

Impfen bei Therapie mit Tyrosinkinase-Inhibitoren

Tyrosinkinase-Inhibitoren sind eher geringgradig immunsuppressiv. Daher ist anzunehmen, dass sie auch nur wenig die Impfantwort beeinflussen. Lebendimpfstoffe sind demgegenüber bei Tyrosinkinase-Inhibitoren, die direkt in das Immunsystem eingreifen (BCR-ABL-Inhibitoren wie Bosutinib, Dasatinib und Imatinib, BTK-Inhibitoren wie Ibrutinib und Zanubrutinib, JAK-Inhibitoren wie Baricitinib, Tofacitinib und Upadacitinib), kontraindiziert.

Impfen bei Therapie mit mTOR-Inhibitoren

Bei der Behandlung mit mTOR-Inhibitoren wie Everolimus und Temsirolimus wird generell von einer ausreichenden Impfantwort ausgegangen.

Bestimmungen der Antikörpertiter

Für die meisten Impfungen sind keine serologischen Werte – keine Antikörper-Konzentrationen – definiert, die als Korrelat für einen Schutz vor einer Erkrankung herangezogen werden können. Weiterführende Informationen zu Testverfahren und Interpretationsmöglichkeiten von serologischen Schutzkorrelaten findet man unter (4). Zur Kontrolle des Impf Erfolges werden nach Hepatitis-B-Impfung die Antikörper gegen Hepatitis-B-surface-Antigen (Anti-HBs-Wert) vier bis acht Wochen nach erfolgter Impfung untersucht. Je nach persönlichem Risiko für eine Hepatitis-B-Infektion werden verschiedene Anti-HBs-Werte als Korrelat für einen ausreichenden Schutz vor einer natürlichen Infektion angesehen:

- Bei Patienten mit **erhöhtem** Hepatitis B-Expositionsrisiko (z. B. Personen mit Dialysebehandlung, mit Hepatitis B-infiziertem Spenderorgan, mit Kontakt zu HBsAg-Trägern in Familie/Wohngemeinschaft, mit Sexualverhalten mit hohem Infektionsrisiko, i.v. Drogenkonsumierende) sollte ein Anti-HBs-Wert ≥ 100 IE/l angestrebt werden. Eine Anti-HBs-Kontrolle sollte alle zehn Jahre durchgeführt werden mit einer Auffrischimpfung, wenn Anti-HBs < 100 IE/l sind.
- Bei Patienten mit **niedrigem** Hepatitis B-Expositionsrisiko wird ein Anti-HBs-Wert von ≥ 10 IE/l als ausreichend angesehen. Der Anti-HBs-Wert sollte alle zehn Jahre kontrolliert und ab einem Anti-HBs-Wert < 10 IE/l eine Auffrischimpfung mit anschließend erneuter Anti-HBs-Wert-Kontrolle durchgeführt werden.

Vor Einleitung einer immunsuppressiven Therapie oder Organtransplantation sollte der Varizellen-Serostatus erhoben werden. Bei Seronegativität sollte, sofern keine Kontraindikation für eine Impfung mit dem Lebendimpfstoff besteht, eine zweimalige Varizellenimpfung durchgeführt werden.

Bei Reisen mit besonders hohem Expositions- und Infektionsrisiko kann bei immundefizienten Personen in Einzelfällen eine serologische Erfolgskontrolle nach Impfung sinnvoll sein z. B. FSME, Hepatitis A, Japanische Enzephalitis, Meningokokken der Serogruppe A, C, W, Y, Tollwut und Gelbfieber.

⁴ Niehues T, Bogdan C, Hecht J, Mertens T, Wiese-Posselt M, Zepp F. Impfen bei Immundefizienz: Anwendungshinweise zu den von der Ständigen Impfkommission empfohlenen Impfungen(I) Grundlagenpapier. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2017; 60(6):674–84. doi: 10.1007/s00103-017-2555-4.

Impfung von Kontaktpersonen

Kontaktpersonen von Patienten mit antineoplastischer Therapie sollten gemäß STIKO-Empfehlungen geimpft sein. Insbesondere wichtig ist der Schutz gegen Masern, Mumps, Röteln und Varizellen. Eine Auffrischung der Impfung gegen Pertussis wird alle zehn Jahre empfohlen; Influenza-Impfungen sollen jährlich mit einem Totimpfstoff erfolgen.

Impft man Kontaktpersonen mit Lebendimpfstoffen, ist theoretisch eine Übertragung der Impfviren denkbar. Eine Virusübertragung, ohne dass ein Impfxanthem aufgetreten ist, wird jedoch als unwahrscheinlich angesehen. Bei MMR-Impfungen ist kein Übertragungsrisiko bekannt. Bei Rotaviren sind Übertragungen aufgetreten, allerdings ohne Krankheitswert. Beim Windelwechsel ist dennoch auf eine sorgfältige Händehygiene zu achten.

Impfen nach antineoplastischer Therapie

Nach abgeschlossener antineoplastischer Therapie sollen die Patienten eine Wiederholungsimpfung (einfache Dosis des Impfstoffs nach früher erfolgter Grundimmunisierung bzw. Auffrischungsimpfungen) erhalten.

Impfen bei autologer bzw. allogener Stammzelltransplantation (SZT)

Nach erfolgter SZT muss eine erneute Grundimmunisierung durchgeführt werden. Prinzipiell sollten Impfstoffe mit erhöhtem Antigengehalt verwendet werden. Vor Einleitung einer antineoplastischen Therapie sollten Impflücken geschlossen werden. Die Gabe von Totimpfstoffen ist bis zwei Wochen vor Chemotherapie möglich. Lebendimpfstoffe sollten spätestens vier Wochen vor Beginn einer antineoplastischen Therapie verabreicht werden. Influenza-Totimpfstoffe können auch während einer Therapie zu Beginn des Therapiezyklus gegeben werden.

Eine postexpositionelle Immunprophylaxe (PEP) mit Totimpfstoffen (gegen Tetanus, Diphtherie, Hepatitis A/B, Meningokokken ACWY/B, Tollwut oder Poliomyelitis) kann ohne Sicherheitsbedenken zu jedem Zeitpunkt gegeben werden. Allerdings ist mit einer wirksamen Immunantwort erst drei bis sechs Monate nach antineoplastischer Therapie bzw. nach Stammzelltransplantation zu rechnen.

PEP mit Lebendimpfstoffen sollte frühestens drei Monate nach antineoplastischer Therapie und frühestens 24 Monate nach Stammzelltransplantation durchgeführt werden.

Nach relevantem Masernkontakt sollte eine passive Immunisierung mittels Gabe von polyvalenten Immunglobulinen möglichst innerhalb von sechs Tagen erfolgen. Eine postexpositionelle passive Impfung gegen Röteln kann innerhalb von fünf Tagen erwogen werden; gegen Mumps wird dies aufgrund fehlender Effektivität nicht empfohlen. Die Gabe von Varizella-Zoster-Immunglobulin sollte ebenfalls innerhalb von fünf Tagen nach Kontakt erfolgen.

In der Tabelle 1 sind die Empfehlungen der STIKO zu Impfungen bei Erwachsenen mit onkologischen Erkrankungen mit antineoplastischer Therapie und/oder nach autologer Stammzelltransplantation zusammengefasst. Informationen zu von der STIKO empfohlenen Impfungen bei Kindern und Jugendlichen mit onkologischen Erkrankungen mit antineoplastischer Therapie und/oder autologer Stammzelltransplantation findet man unter (1).

Tabelle 1: Empfehlungen der STIKO zu Impfungen bei Erwachsenen mit onkologischen Erkrankungen mit antineoplastischer Therapie und/oder nach autologer Stammzelltransplantation (modifiziert nach (1))

	Standard- und Indikationsimpfungen der STIKO		Zeitpunkt der Impfung	Serologische Prüfung der Antwort
	Totimpfstoffe	Lebendimpfstoffe		
Onkologische Erkrankungen mit antineoplastischer Therapie				
Vor antineoplastischer Therapie	Wenn möglich Impfvlücken schließen	Wenn möglich Impfvlücken schließen	Totimpfstoffe Bis 2 Wochen vor Einleitung der Therapie Lebendimpfstoffe Bis 4 Wochen vor Einleitung der Therapie	
Unter antineoplastischer Therapie/Erhaltungstherapie	Tetanus^a, Diphtherie^a, Pertussis^a, Poliomyelitis^a, Hib^{ab}, Hepatitis B^a, Hepatitis A^c Grundimmunisierung oder Auffrischung durchführen bzw. vervollständigen	Kontraindiziert nur passive Immunisierung möglich	Totimpfstoffe Möglichst zu Beginn der antineoplastischen Therapie / nach dem ersten Zyklus	Anti-HBs 4 bis 8 Wochen nach letzter Impfstoffdosis
	Pneumokokken^d, sequenziell Grundimmunisierung oder Auffrischung durchführen bzw. vervollständigen. ab ≥ 18 Jahre: Impfung mit PCV20			
	Influenza Jährlich			
	RSV^e <i>Personen ab 60 Jahre:</i> einmalige Impfung möglichst vor Beginn der RSV-Saison mit einem proteinbasierten RSV-Impfstoff			
Nach antineoplastischer Therapie	Tetanus^a, Diphtherie^a, Pertussis^a, Hib^{af}, Hepatitis B^a, Hepatitis A^g Bei vollständiger Grundimmunisierung eine Impfstoffdosis oder Grundimmunisierung vervollständigen / durchführen	Masern, Mumps, Röteln, Varizellen Bei vollständiger Grundimmunisierung eine Impfstoffdosis	Totimpfstoffe Ab 3 Monate nach Ende der antineoplastischen Therapie. Lebendimpfstoffe Ab 6 Monate nach Ende der antineoplastischen Therapie	Anti-HBs 4 bis 8 Wochen nach letzter Impfstoffdosis
	Pneumokokken^d, sequenziell Grundimmunisierung oder Auffrischung durchführen bzw. vervollständigen			
	Meningokokken Bei vollständiger Grundimmunisierung Impfung mit je einer Impfstoffdosis Meningokokken-ACWY-Konjugat-Impfstoff und Meningokokken-B-Impfstoff oder Grundimmunisierung vervollständigen / durchführen			

Tabelle 1 (Fortsetzung 1): Empfehlungen der STIKO zu Impfungen bei Erwachsenen mit onkologischen Erkrankungen mit antineoplastischer Therapie und/oder nach autologer Stammzelltransplantation (modifiziert nach (1))

	Standard- und Indikationsimpfungen der STIKO		Zeitpunkt der Impfung	Serologische Prüfung der Antwort
	Totimpfstoffe	Lebendimpfstoffe		
Onkologische Erkrankungen mit antineoplastischer Therapie				
Nach antineoplastischer Therapie	Influenza jährlich			
	HPV Bei vollständiger Grundimmunisierung: eine Impfstoffdosis Keine/unvollständige Grundimmunisierung: individuell erwägen (Off-Label-Use)			
	FSMEⁱ Bei vollständiger Grundimmunisierung eine Impfstoffdosis oder Grundimmunisierung vervollständigen / durchführen			
	Herpes zoster Wenn keine Immunisierung vor antineoplastischer Therapie erfolgt ist: 2 Impfstoffdosen			
	RSV^e <i>Personen ab 60 Jahre:</i> einmalige Impfung möglichst vor Beginn der RSV-Saison mit einem proteinbasierten RSV-Impfstoff			
Autologe hämatopoetische Stammzelltransplantation (SZT)				
Nach autologer SZT	Tetanus, Diphtherie, Pertussis, Poliomyelitis, Hib, Hepatitis B Grundimmunisierung mit höherem Diphtherie-, Tetanustoxoid- und Pertussis-Antigengehalt ^h	Masern, Mumps, Röteln Grundimmunisierung mit 2 Impfstoffdosen im Abstand von 4 Wochen Varizellen Immunität überprüfen; Bei Seronegativität: 2 Impfstoffdosen im Abstand von 4 Wochen	Totimpfstoffe Ab 6 Monaten nach SZT <i>Ausnahmen:</i> Influenza ab 3 Monate, Herpes-zoster-Totimpfstoff ab 2 Monate; Meningokokken ACWY/B, HPV, FSME, Hepatitis A: 12 Monate nach SZT Lebendimpfstoffe ab 24 Monaten nach SZT (Expertensicht) Lebendimpfstoffe Ab 24 Monate nach autologer SZT < 24 Monate nach autologer SZT nur Ig-Gabe oder antivirale Therapie möglich	Anti-HBs 4 bis 8 Wochen nach letzter Impfstoffdosis
	Hepatitis Aⁱ Grundimmunisierung mit 2 bis 3 Impfstoffdosen, je nach Impfbeginn			

Tabelle 1 (Fortsetzung 2): Empfehlungen der STIKO zu Impfungen bei Erwachsenen mit onkologischen Erkrankungen mit antineoplastischer Therapie und/oder nach autologer Stammzelltransplantation (modifiziert nach (1))

	Standard- und Indikationsimpfungen der STIKO		Zeitpunkt der Impfung	Serologische Prüfung der Antwort
	Totimpfstoffe	Lebendimpfstoffe		
Autologe hämatopoetische Stammzelltransplantation (SZT)				
Nach autologer SZT	Pneumokokken^d, sequentiell Grundimmunisierung durchführen			
	Meningokokken ACWY und B Grundimmunisierung mit 3 Impfstoffdosen MenACWY bzw. MenB (Mindestabstände zwischen den Impfungen: 2, 6 Monate)			
	Influenza Jährlich, solange immunsupprimiert Bei der ersten Impfung nach autologer SZT 2 Impfstoffdosen im Abstand von 4 Wochen erwägen			
	HPV Individuell erwägen (Off-Label-Use)			
	FSME^e Grundimmunisierung mit altersentsprechendem Impfstoff			
	Herpes zoster 2 Impfstoffdosen im Abstand von 2–6 Monaten			
	RSV^e <i>Personen ab 60 Jahre:</i> einmalige Impfung möglichst vor Beginn der RSV-Saison mit einem proteinbasierten RSV-Impfstoff			

^a Penta-/hexavalente Kombinationsimpfstoffe erwägen (DTaP-IPV-Hib, DTaP-IPV-Hib-HepB; Off-Label-Use).
^b Hib, wenn monovalent geimpft: 2 Impfstoffdosen im Abstand von 3 Monaten.
^c Bei vorliegender Indikation, 3 Impfstoffdosen (2 Impfstoffdosen am gleichen Tag oder im Abstand von 4 Wochen, 3. Impfstoffdosis nach ≥ 6 Monaten).
^d Aktualisiert nach *Epidemiologisches Bulletin* 39/2023: wenn in der Vergangenheit bereits eine sequenzielle Impfung (PCV13 + PPSV23) erfolgt ist, in einem Mindestabstand von 6 Jahren nach der PPSV23-Impfung eine Impfung mit PCV20. Bei einer ausgeprägten Immundefizienz kann bereits im Mindestabstand von 1 Jahr nach der PPSV23-Impfung eine Impfung mit PCV20 erfolgen.
^e Aktualisiert nach *Epidemiologisches Bulletin* 4/2025: Personen im Alter von 60 bis 74 Jahren mit schweren Ausprägungen von chronischen Erkrankungen der Atmungsorgane, chronischen Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen, hämato-onkologischen Erkrankungen, Diabetes mellitus (mit Komplikationen), einer chronischen neurologischen oder neuromuskulären Erkrankung oder einer schweren angeborenen oder erworbenen Immundefizienz und Standardimpfung für alle Personen ≥ 75 Jahre; keine Daten zur Notwendigkeit von Wiederholungsimpfungen.
^f Wenn monovalent geimpft: 1 Impfstoffdosis im Abstand von 3 Monaten.
^g Bei vorliegender Indikation, 2 Impfstoffdosen im Mindestabstand von 6 Monaten.
^h Kombinationsimpfstoffen (ggf. Off-Label-Use): 4 Impfstoffdosen (Mindestabstände zwischen den Impfungen: 1, 1, 10 Monate); wenn Hepatitis B monovalent geimpft wird, alters entsprechenden Impfstoff verwenden
ⁱ Bei vorliegender Indikation.
 Anti-HBs: Antikörper gegen Hepatitis B-surface-Antigen; FSME: Frühsommermeningoenzephalitis; Hib: Haemophilus influenzae Typ b; HPV: humanes Papillomvirus; Ig: Immunglobulin; MenACWY: quadrivalenter Meningokokken-Konjugatimpfstoff der Serogruppen A, C, W, Y; MenB: Meningokokken B-Impfstoff; MenC: Meningokokken C; PCV13: 13-valenter Pneumokokken-Konjugatimpfstoff; PCV20: 20-valenter Pneumokokken-Polysaccharid-Impfstoff; PPSV23: 23-valenter Pneumokokken-Polysaccharid-Impfstoff.

Interessenkonflikte

Die Autoren geben an, keine Interessenkonflikte zu haben.

Dr. med. Michael Zieschang, Darmstadt
 mziesschang@me.com

PD Dr. med. Thomas Held, Berlin