

Pneumologie 2021 · 18:327–338
<https://doi.org/10.1007/s10405-021-00402-4>
Angenommen: 8. Juni 2021
Online publiziert: 12. Juli 2021
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
Springer Nature 2021

Wissenschaftliche Leitung
S. Eisenmann, Halle (Saale)
C. Geßner, Leipzig
O. Karg, Gauting
H. Olschewski, Graz



CME

Zertifizierte Fortbildung

Prävention durch Impfung pneumologisch vorerkrankter Erwachsener

Pneumokokkenpneumonie, Influenza, Pertussis, Herpes
Zoster und „coronavirus disease 2019“

Carolin Dodt¹ · Mathias W. Pletz² · Martin Kolditz³

¹ Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

² Institut für Infektionsmedizin und Krankenhaushygiene, Universitätsklinikum Jena, Jena, Deutschland

³ Abteilung Pneumologie, Klinik und Poliklinik für Innere Medizin I, Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden, Anstalt des öffentlichen Rechts des Freistaates Sachsen, Dresden, Deutschland

Zusammenfassung

Prioritär bei Patienten mit chronischer Lungenerkrankung ist derzeit die Impfung gegen SARS-CoV-2 („severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“), alle hierfür zugelassenen Impfstoffe hatten eine gute Wirksamkeit gegen schwere Infektionen. Für Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen werden neben den Standardimpfungen im Erwachsenenalter auch die sog. Indikationsimpfungen durch die STIKO (Ständige Impfkommision am Robert Koch-Institut) empfohlen. Hierzu gehören die Impfungen gegen Pneumokokken und Influenza. Als Neuerungen werden demnächst Pneumokokkenkonjugatimpfstoffe mit mehr inkludierten Serotypen erwartet; gegen Influenza wird ein effektiverer Hochdosisimpfstoff für Personen ab 60 Jahren empfohlen. Zur nächsten fälligen Auffrischung gegen Tetanus und Diphtherie sollte ein Kombinationsimpfstoff mit Pertussis verwendet werden. Als Indikationsimpfung ist die Herpes-Zoster-Impfung bereits ab dem 50. Lebensjahr empfohlen.

Schlüsselwörter

Impfstoffe, kombinierte · Immunogenität, Impfstoff · Lungenerkrankungen, chronische · Lungenentzündung · Transplantation

Online teilnehmen unter:
www.springermedizin.de/cme

Für diese Fortbildungseinheit
werden 3 Punkte vergeben.

Kontakt

Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
(kostenfrei in Deutschland)
E-Mail:
kundenservice@springermedizin.de

Informationen

zur Teilnahme und Zertifizierung finden
Sie im CME-Fragebogen am Ende des
Beitrags.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

In Ihrer pneumologischen Praxis stellt sich ein 45-jähriger COPD-Patient (COPD: chronisch-obstruktive Lungenerkrankung [„chronic obstructive pulmonary disease“]) vor, der nach einer Impfberatung fragt. Seine COPD ist frisch diagnostiziert, im Stadium Gold B mit einer FEV₁ (forciertes expiratorisches Volumen bzw. 1-s-Kapazität) von 60%. Einen Impfpass bringt er mit: Die Grundimmunisierung ist vollständig. Die letzte Auffrischimpfung gegen Tetanus und Diphtherie erfolgte vor 9 Jahren. Alle Impfungen wurden bisher gut vertragen. Eine Influenzaimpfung habe er bisher noch nie erhalten: Er sei jung und habe gehört, dies sei nur für Senioren empfohlen. Er hatte vor 10 Wochen einen Kategorie-1-Kontakt zu seiner SARS-CoV-2-positiven Schwester, blieb jedoch in der Quarantänezeit asymptomatisch. Daher bittet der Patient um eine Antikörperbestimmung und fragt dezidiert auch nach den neuen Impfungen gegen COVID-19 („coronavirus disease 2019“).

Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags ...

- kennen Sie alle relevanten Impfungen für pneumologische Patienten im Erwachsenenalter,
- können Sie den von der STIKO (Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut) empfohlenen Impfplan für Ihre pneumologischen Patienten anwenden,
- sind Sie in der Lage, die verschiedenen Impfstoffe einzuordnen,
- ist Ihnen die jeweilige Impfeffektivität der unterschiedlichen Impfstoffe bekannt,
- sind Ihnen die Impfempfehlungen vor einer geplanten Lungentransplantation geläufig.

Hintergrund

Tiefe Atemwegsinfektionen und die **Pneumonie** gehören zu den weltweit häufigen Todesursachen, die aktuelle SARS-CoV-2-Pandemie (SARS-CoV-2: „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“) rief uns diese Tatsache schmerzlich ins Bewusstsein. Dabei sind sowohl die Inzidenz als auch die Letalität pulmonaler Infektionen bei Patienten mit chronischen strukturellen Lungenerkrankungen erhöht. **Impfungen** sind ein hocheffektives Mittel der Primärprävention, und ein relevanter Anteil der Atemwegsinfektionen, namentlich die durch Pneumokokken, Influenza, *Bordetella pertussis* und nunmehr auch SARS-CoV-2, sind durch Impfung vermeidbar.

Dennoch ist die Umsetzung der **STIKO-Impfempfehlungen** [1] gerade bei Patienten mit **chronischen Erkrankungen** in Deutschland unzureichend. Im Jahr 2020 wurden vom Robert Koch-Institut (RKI) erstmalig Daten zu Impfquoten aus allen 16 Bundesländern in Deutschland publiziert, die insbesondere bei gefährdeten Erwachsenen mit chronischen Komorbiditäten (sog. Indikationsimpfung) einen unzureichenden Impfschutz dokumentieren (**Abb. 1; [2]**). Die regelmäßige **ärztliche Aufklärung** und das **niederschwellige Angebot** der empfohlenen Schutzimpfungen für Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen sind daher zentrale Bestandteile der ärztlichen Versorgung dieser Patienten. Der nachfolgende Artikel soll mit einem aktuellen Überblick über empfohlene Impfungen bei erwachsenen Patienten mit chronischer Lungenerkrankung beitragen, diese Versorgungslücke zu schließen.

Prevention by vaccination of adult patients with pulmonary diseases. Pneumococcal pneumonia, influenza, pertussis, herpes zoster and coronavirus disease 2019

The key priority in patients with chronic lung diseases is currently immunization against severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2); all vaccines approved for this showed high effectiveness against severe infections. For patients with chronic pulmonary diseases the recommendations by the Standing Committee on Vaccination include not only the standard vaccinations in adulthood but also the so-called indication vaccinations. These include vaccinations against pneumococci and influenza. Advances include the recent development of new pneumococcal conjugate vaccines containing additional serotypes and the recommendation of a more effective high-dose vaccine against influenza for persons over 60 years old. With the next scheduled booster vaccination against tetanus and diphtheria a combination vaccine with pertussis antigen should be used. For patients with chronic lung disease the herpes zoster vaccine is recommended over the age of 50 years.

Keywords

Vaccines, combined · Immunogenicity, vaccine · Lung diseases, chronic · Pulmonary inflammation · Transplantation

Überblick und Einteilung von Impfungen

Die STIKO unterscheidet Standard- und Indikationsimpfungen (**Tab. 1; [1]**).

Die **Standardimpfungen** umfassen im Erwachsenenalter die Auffrischimpfung für Tetanus und Diphtherie ([Td] alle 10 Jahre), wobei nach dem 18. Lebensjahr 1-malig bei der nächsten Impfung der um Pertussis erweiterte **Tdap-Impfstoff** (T: Tetanus, d: Diphtherie, ap: azelluläres Pertussisantigen) gegeben werden soll. Ab dem 60. Lebensjahr sollen Erwachsene mindestens 1-malig gegen Pneumokokken, 2-malig gegen Herpes Zoster und jährlich gegen Influenza geimpft werden. Für alle nach 1970 geborenen Personen > 18 Jahre mit unklarem Impfstatus, ohne Impfung oder mit nur 1-maliger Impfung in der Kindheit wird außerdem die 1-malige Impfung mit dem **Masern-Mumps-Röteln-Impfstoff** empfohlen.

Indikationsimpfungen erhalten bestimmte Personengruppen aufgrund bestimmter Risikofaktoren: Bei chronischer pulmonaler Erkrankung wird die jährliche, saisonale **Influenzaimpfung** für alle Patienten > 6 Lebensmonate empfohlen. Die **Pneumokokkenimpfung** erfolgt bei pulmonaler Vorerkrankung schon ab dem 16. Lebensjahr. Die **Herpes-Zoster-Impfung** wird für Patienten mit chronischer pulmonaler Obstruktion oder Asthma bronchiale schon ab dem 50. Lebensjahr empfohlen.

Bei Notwendigkeit einer **Immunsuppression** kommen die Hepatitis-B-Impfung sowie die 2 Impfungen gegen Meningokokken hinzu. Bei pulmonalen Erkrankungen mit Leberbeteiligung (z. B. Leberfibrose bei zystischer Fibrose oder Alpha-1-Antitrypsin-Mangel) sollten die Hepatitis-A- und die Hepatitis-B-Impfung diskutiert werden.

Von aktuell übergeordneter Bedeutung ist die Impfung gegen **SARS-CoV-2**, die zum Zeitpunkt der Entstehung des Artikels im April 2021 geregelt durch eine Coronavirusimpfverordnung nach Priorisierungskategorien auf Basis einer wissenschaftlich begründeten Empfehlung der STIKO verabreicht wurde.

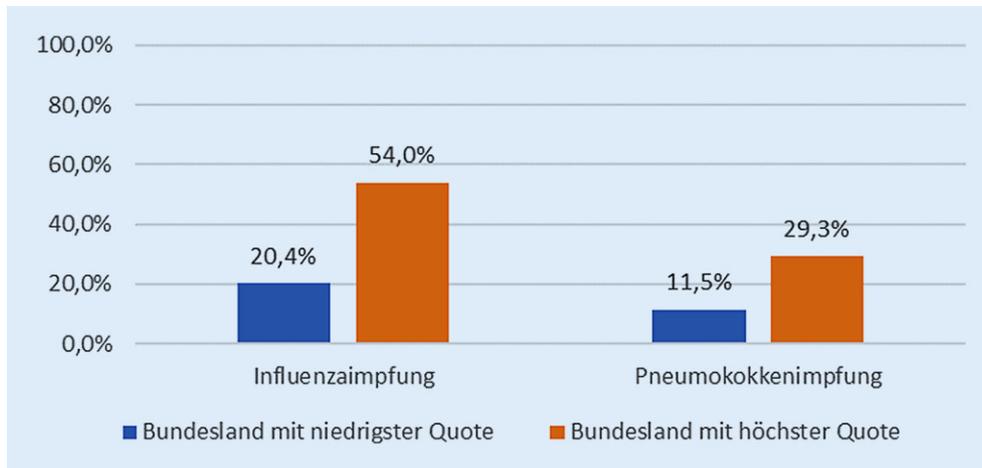


Abb. 1 ◀ Impfquoten in Deutschland für Indikationsimpfungen gegen Influenza bzw. Pneumokokken bei Erwachsenen mit chronischer Grunderkrankung. (Daten Quartal 1/2020, alle 16 Bundesländer, Robert Koch-Institut 2020, [2])

Impfung gegen das „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“

Die SARS-CoV-2-Pandemie stellt unsere Gesellschaft seit 2020 vor enorme Herausforderungen. Die rasche Implementierung einer erfolgreichen Impfstrategie ist in Abwesenheit effektiver Behandlungsmethoden der zentrale Bestandteil für die Gewährleistung eines **individuellen Schutzes** vor schwerer Erkrankung und die Aufrechterhaltung der **gesellschaftlichen Strukturen**. Dabei sind Datenlage sowie Empfehlungen zum Erreichen dieser Impfziele extrem dynamisch. Die folgenden Ausführungen stellen den Stand der Empfehlungen im April 2021 dar, bezüglich aktueller Entwicklungen wird auf die Seiten des RKI und der STIKO unter www.rki.de verwiesen.

Chronische strukturelle Lungenerkrankungen wie **COPD** oder **interstitielle Lungenerkrankungen** (nicht aber ein stabiles Asthma bronchiale) wurden wiederholt als Risikofaktoren für einen schweren Verlauf und eine erhöhte Letalität bei SARS-CoV-2-Infektion identifiziert. Für Details zum Risiko einzelner Lungenerkrankungen wird auf die entsprechende Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin verwiesen [3]. Patienten mit chronischen strukturellen Lungenerkrankungen wurden daher der Personengruppe mit **hoher Priorität** zum Anspruch auf eine Schutzimpfung zugeordnet; eine Impfung sollte, sofern zuvor keine durch PCR (Polymerasekettenreaktion) bestätigte Infektion dokumentiert wurde, dringlich erfolgen [4].

Impfstoffe für „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“

Im April 2021 waren in der Europäischen Union (EU) 4 Impfstoffe gegen SARS-CoV-2 zugelassen. Es handelte sich dabei um 2 **mRNA**- (BioNTech/Pfizer und Moderna; mRNA: Messenger-Ribonukleinsäure) sowie 2 vektorbasierte Impfstoffe (AstraZeneca und Johnson & Johnson). Erstere wirken durch Applikation von mRNA, welche für das vollständige Spikeprotein des SARS-CoV-2-Virus kodiert und in den Zielzellen die Synthese des immunogenen Proteins bewirkt. Die mRNA-Impfstoffe erreichten in Zulassungs-

studien einen Schutz vor einer symptomatischen SARS-CoV-2-Infektion von 95 % bzw. 94 % [5, 6].

Die beiden **vektorbasierten Impfstoffe** basieren auf attenuierten, nicht vermehrungsfähigen Adenoviren, welche nur die genetische Information des **SARS-CoV-2-Spikeproteins** transportieren. Es handelt sich nicht um Lebendimpfstoffe, da zum einen keine replikationsfähigen SARS-CoV-2-Viren entstehen und zum anderen die adenoviralen Vektoren so verändert wurden, dass hier ebenfalls keine Replikation möglich ist. Die vektorbasierten Impfstoffe erreichten in Zulassungsstudien einen Schutz vor einer symptomatischen SARS-CoV-2-Infektion von 63 % bzw. 66 % [7, 8]. Bei Verlängerung des Intervalls bis zur 2. Impfung der Vakzine von AstraZeneca auf 12 Wochen wurde eine Effektivität von über 80 % erreicht [9].

Für alle Impfstoffe liegen mittlerweile Daten vor, die für die Verhinderung schwerer Infektionen mit Hospitalisation oder Tod **Effektivitätsraten** von deutlich > 80 % belegen, dies gilt auch für die vektorbasierten Impfstoffe [8, 10, 11].

Die Wirkung aller Impfstoffe setzt in der Regel ca. 2 Wochen nach der ersten Impfung ein. Auf Basis der bisher vorliegenden Daten wird im Falle einer Infektion trotz Impfung von einer deutlichen Reduktion der Virusausscheidung ausgegangen, sodass das **Transmissionsrisiko** wahrscheinlich vermindert ist. Daten aus Israel ergaben eine Wirksamkeit von 90 % gegenüber asymptomatischen Infektionen [10]. Dennoch sollen derzeit auch nach Impfung die allgemein **empfohlenen Schutzmaßnahmen** weiterhin eingehalten werden.

Weltweit und auch in Deutschland werden verschiedene **SARS-CoV-2-Virus-Varianten** beobachtet. Im April 2021 dominierte in Deutschland die sog. britische Variante B.1.1.7, für welche die Datenlage zum Zeitpunkt der Entstehung des Artikels für einen unverändert guten klinischen Schutz durch alle zugelassenen Impfstoffe sprach. Weniger klar ist die Situation für die in Deutschland derzeit nur sehr selten vorkommenden Varianten B.1.351 und P.1, für welche eine Reduktion der Impfeffektivität beschrieben wurde. Vor diesem Hintergrund sind möglicherweise zukünftige Anpassungen der Impfstoffe an die jeweils aktuellen Virusvarianten erforderlich.

Bei COPD besteht prioritär die Indikation zur Impfung gegen SARS-CoV-2, eine vorherige Antikörperbestimmung ist nicht indiziert. In einem weiteren Impftermin sollte gegen Pneumokokken geimpft werden, bei fehlender Immunsuppression oder Nieren- bzw. Leberinsuffizienz nach aktueller Empfehlung mit PPV23. Eine jährliche Influenzaimpfung ist als Indikationsimpfung ebenfalls empfohlen und kann parallel erfolgen. Die 1 Jahr später (nach 10 Jahren) fällige Auffrischung für Tetanus und Diphtherie sollte einmalig mit dem um Pertussis erweiterten Tdap-Impfstoff erfolgen. Da der Patient nach 1970 geboren ist, wird bei unklarem Impfstatus die MMR-Impfung empfohlen.

Anwendung der Impfstoffe

Für 3 der Impfstoffe ist eine 2-malige i.m. Applikation notwendig; die STIKO empfiehlt für die mRNA-Impfstoffe einen Abstand zwischen den beiden Impfungen von 6 Wochen und für die COVID-19-Vakzine von AstraZeneca von 12 Wochen [4].

Zur parallelen Verabreichung mit anderen Impfungen liegen Stand April 2021 keine Daten vor, es sollte daher zu planbaren Impfungen ein Abstand von 14 Tagen eingehalten werden.

Nach **dokumentierter SARS-CoV-2-Infektion** besteht bei immungesunden Personen eine ausreichende Immunität über mindestens 6 Monate, sodass die STIKO eine **Boosterung** mittels 1-maliger Impfung erst nach einem Ablauf von 6 Monaten empfiehlt. Bei immuninkompetenten Patienten ist ggf. eine erneute komplette Impfserie erforderlich.

Sicherheit und Nebenwirkungen

Lokale und milde systemische Nebenwirkungen treten bei allen Impfstoffen häufig auf, sind aber nur von vorübergehender Dauer. **Schmerzen** an der Applikationsstelle wurden dabei von der Mehrheit der Studienpatienten berichtet, und auch **Abgeschlagenheit** oder Kopfschmerzen traten mit 20–50% bei allen Impfstoffen häufig auf.

Schwere **allergische Reaktionen** sind in Einzelfällen dokumentiert. Nach breiter Anwendung der vektorbasierten COVID-19-Impfstoffe von AstraZeneca und Johnson & Johnson wurden jeweils einzelne Fälle mit **Thrombosen** in Kombination mit Thrombopenien mit teils fatalem Ausgang dokumentiert [12, 13]. Ätiologisch wird von einer immunologisch durch die Vakzine getriggerten thrombotischen Thrombozytopenie ausgegangen, welche klinisch einer heparininduzierten Thrombozytopenie ähnelt, aber ohne vorherige Heparinapplikation auftritt [12]. Bei Nebenwirkungen, die > 3 Tage nach erfolgter Impfung anhalten oder neu auftreten (z. B. Schwindel, Kopfschmerzen, Sehstörungen, Luftnot, akute Schmerzen in Brustkorb, Abdomen oder Extremitäten), sollte daher eine weitere ärztliche Diagnostik zur Abklärung einer Thrombose sowie einer **Thrombozytopenie** erfolgen. Diese Nebenwirkung trat überwiegend bei Personen unter 60 Jahren auf, sodass die STIKO eine Anwendung der vektorbasierten COVID-19-Impfstoffe von AstraZeneca bzw. Johnson & Johnson erst ab einem Alter von 60 Jahren empfiehlt [4].

Tab. 1 Für Patienten mit chronischer Lungenerkrankung empfohlene Impfungen

Standardimpfungen	
Tetanus, Diphtherie (Td)	Auffrischimpfung alle 10 Jahre
Pertussis	1-malig mit nächster fälliger Td-Impfung (d. h. mindestens alle 10 Jahre)
Masern	1-malige Impfung mit MMR-Impfstoff für nach 1970 geborene Personen mit unklarem Impfstatus, ohne Impfung oder mit nur einer Impfung in der Kindheit
Poliomyelitis	1-malig bei fehlender Auffrischimpfung
Indikationsimpfungen	
SARS-CoV-2	1- bzw. 2-malig je nach Fachinformation mit einem der zugelassenen Impfstoffe nach aktueller STIKO-Empfehlung
Pneumokokken (bei isolierter Lungenerkrankung, > 16 Jahre)	PPV23 alle 6 Jahre Bei Immunsuppression oder komorbider Nieren- oder Lebererkrankung sequenzielle Impfung mit PCV13, gefolgt von PPV23 alle 6 Jahre
Influenza	Jährlich mit inaktivierter, quadrivalenter Vakzine ab dem 6. Lebensmonat Bei Patienten ≥ 60 Jahren mit quadrivalentem Hochdosisimpfstoff
Herpes Zoster	Personen > 50 Jahre: 2-malige Impfung mit dem adjuvantierten Herpes-Zoster-Totimpfstoff im Abstand von mindestens 2 bis maximal 6 Monaten
<i>Bei Immunsuppression zusätzlich:</i>	
Pneumokokken	Sequenzielle Impfung mit PCV13 gefolgt von PPV23 (nach 6–12 Monaten), alle 6 Jahre
Hepatitis-B-Impfung	3-malige Impfung mit Totimpfstoff, dann serologische Kontrolle (Impferfolg: Anti-Hbs > 100 IE/l)
Meningokokkenimpfung	Impfung mit Meningokokken-ACWY-Konjugat-Impfstoff und einem Meningokokken-B-Impfstoff
Varizellen	Falls seronegativ: 2-malige Impfung mit VZV-Lebendvakzine vor Immunsuppression
ACWY Serogruppen des Meningokokkenkonjugatimpfstoffs, Hbs Hepatitis-B-Surface-Antigen, MMR Masern, Mumps, Röteln, PPV Pneumokokken-polysaccharidvakzine, SARS-CoV-2 „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“, STIKO Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut, VZV Varizella-Zoster-Virus	

► Merke

Alle zugelassenen Impfstoffe zeigen eine hohe Wirksamkeit zur Verhinderung schwerer Infektionen. Für aktuelle Empfehlungen wird auf die STIKO unter www.rki.de verwiesen.

Pneumokokkenimpfung

Die ambulant erworbene Pneumonie (CAP: „community-acquired pneumonia“) ist weltweit die am häufigsten tödlich verlaufende Infektionserkrankung. In Deutschland werden ca. 290.000 Patienten/Jahr hospitalisiert, ihre **Krankenhausletalität** ist mit 13% unverändert hoch. Dabei ist das Erregerspektrum in den letzten Jahren Schwankungen unterworfen, weiterhin jedoch sind Pneumokokken nach aktuellen Daten von CAPNETZ (CAP-Kompetenznetz) die mit Abstand wichtigsten bakteriellen Erreger [14].

Chronische Lungenerkrankungen sind – in Abhängigkeit vom Schweregrad – mit einem um den Faktor 2–8 **erhöhten Pneumonie-Risiko** sowie mit einer erhöhten Rate an invasiven Pneumokokkenkrankungen assoziiert [15].

Pneumokokkenimpfstoffe

Aktuell sind 2 unterschiedliche Impfstoffe gegen Pneumokokken im klinischen Einsatz: die **Pneumokokkenpolysaccharidvakzine** (PPV) und die **Pneumokokkenkonjugatvakzine** (PCV). Erstere deckt mit 23 Serotypen ein breiteres Erregerspektrum ab, die aktuell verfügbare Konjugatvakzine beinhaltet dagegen nur 13 Serotypen (PCV13). Hingegen weisen **Konjugatimpfstoffe** immunologische Vorteile auf: Durch das an die Kapselpolysaccharide gekoppelte (konjugierte) Trägerprotein wird zusätzlich zur B-Zell-Antwort auch eine T-Zell-Reaktion induziert, welche durch Generierung von Gedächtniszellen, hochaffinen Antikörpern und einer mukosalen Immunität zu einer stärkeren und länger anhaltenden Immunität führt. Diese Charakteristika ermöglichen den Einsatz von PCV bei Kindern < 2 Jahren und führen über die Eradikation der enthaltenen Pneumokokken serotypen bei geimpften Kindern auch zum indirekten Schutz von erwachsenen Kontaktpersonen (sog. **Herdenschutz**).

Für den klinischen Einsatz beider Impfstoffe ergibt sich ein differenziertes Bild. Für PPV23 wurde primär eine Reduktion seltener, aber schwerer **invasiver Pneumokokkenkrankungen** nachgewiesen, wobei der Schutz bei sehr hohem Alter oder Immundefizienz reduziert erschien und nach > 5 Jahren nicht mehr nachweisbar war [16]. Dagegen wurde für PCV13 in einer randomisierten Studie auch ein Schutz vor **nichtinvasiven Pneumokokkenpneumonien** belegt, der sich aber auf die 13 enthaltenen Serotypen beschränkte und somit nur 5 % aller Pneumonien bei > 65-Jährigen verhindern konnte [17]. Vor diesem Hintergrund ist die **aktuelle Serotypenepidemiologie** für die erzielte Impfwirkung entscheidend. Laut aktueller Daten aus Deutschland ist die Herdenprotektion bei Erwachsenen unvollständig, denn weiterhin sind ca. 30 % der invasiven Pneumokokkenkrankungen bei > 60-Jährigen durch die in PCV13 enthaltenen Serotypen verursacht [18], und auch bei Pneumonien in CAPNETZ sind sie bei etwa 7 % nachweisbar [19]. Gleichzeitig legten die Resultate zweier populationsbasierter Studien aus Deutschland im indirekten Vergleich eine stärkere Reduktion der Rate von Pneumonien nach Impfung mit PCV13 nahe [20, 21]. Die theoretisch **optimale Schutzwirkung** ließe sich durch eine Verwendung beider Impfstoffe erzielen, gestartet mit einer Applikation von PCV13 zur Erzeugung einer anhaltenden Immunantwort mit nachfolgender Boosterung mittels PPV23 zur Induktion einer bereiteren Serotypenabdeckung (**sequenzielle Impfung**).

Aktuelle Impfempfehlung

Die sequenzielle Impfung wird derzeit von der STIKO mit Begründung durch **Kostenmodellierungen** nur für Personen mit Vorliegen einer Immunsuppression oder bei **chronischer Leber- oder Niereninsuffizienz** empfohlen [1]. Dabei ist zu beachten, dass diese Art der Modellierung die Komorbiditäten isoliert betrachtet. Das teilweise synergistische Risiko bei gleichzeitigem Vorliegen

Tab. 2 Impfsequenz und praktisches Vorgehen bei sequenzieller Pneumokokkenimpfung^a

Impfstatus	Schema für sequenzielle Impfung		Wiederholungsimpfung mit PPV23 alle 6 Jahre
	1. Impfung	2. Impfung	
Keine Impfung	PCV13	PPV23 im Abstand von 6–12 Monaten	Ja
PCV13	PPV23 im Abstand von 6–12 Monaten	Entfällt	Ja
PPV23	PCV13 im Abstand von 12 Monaten	PPV23 im Abstand von 6 Jahren nach letzter PPV23	Ja
PCV13 + PPV23	Entfällt	Entfällt	Ja

PCV Pneumokokkenkonjugatvakzine, *PPV* Pneumokokkenpolysaccharidvakzine
^aBei Immunsuppression oder komorbider Nieren- oder Leberinsuffizienz

mehrerer **Komorbiditäten** (z. B. Diabetes mellitus und COPD), das dem einer sog. typischen Immunsuppression nicht nachsteht, wird nicht erfasst [22].

Praktische Beispiele für Pneumokokkenimpfschemata in Abhängigkeit vom Impfstatus finden sich in **Tab. 2**.

Für Patienten mit chronischer Lungenerkrankung ohne immunsuppressive Medikation oder Komorbidität sowie als Standardimpfung bei allen Personen ≥ 60 Jahren wird aktuell die Impfung mit **PPV23** empfohlen. Eine Wiederholungsimpfung mit PPV23 ist unabhängig vom initial verwendeten Impfschema **alle 6 Jahre** vorgesehen. Eine zeitgleiche Applikation mit der Influenzaimpfung ist möglich.

Neue Konjugatimpfstoffe

Konjugatimpfstoffe mit einer höheren Anzahl inkludierter Serotypen (15 bzw. 20) sind in fortgeschrittener Entwicklung, mit einem Markteintritt in den nächsten Jahren ist zu rechnen. Eine Änderung dieser **Impfempfehlung** ist daher zu erwarten, wobei die aktuelle Serotypenepidemiologie stets Beachtung finden muss.

► Merke

Eine Pneumokokkenimpfung wird für alle Patienten mit chronischer Lungenerkrankung empfohlen. Eine Änderung der Impfstoffempfehlung ist mit Einführung neuer Pneumokokkenkonjugatimpfstoffe in den nächsten Jahren zu erwarten.

Influenzaimpfung

Die **Influenzainfektion** ist mit einer hohen Morbidität und Mortalität behaftet, Lungenerkrankungen sind dabei Risikofaktoren für einen schweren Verlauf [23]. Influenzaviren waren in einer Metaanalyse gepoolt bei 8 % der Patienten während einer COPD-Exazerbation nachweisbar und gehören damit in der Influenzasaison zu den häufigsten Ursachen für **Infektexazerbationen** chronischer Lungenerkrankungen [24].

Influenzaimpfstoffe

Die aktualisierte Zusammensetzung der Impfung gegen die saisonale Influenza wird von der WHO (Weltgesundheitsorganisation) auf Basis der epidemiologisch zu erwartenden Influenza-A- und -B-Virus-Varianten jährlich neu ermittelt. Dabei schätzt die WHO, welche Virusstämme in der kommenden Influenzasaison zirkulieren werden. Diese Vorhersage ist mit Unsicherheiten behaftet, sodass der Impfschutz je nach Saison variiert. Vor diesem Hintergrund ist auch eine **jährliche Revakzinierung** notwendig.

Seit 2018 empfiehlt die STIKO bei nachgewiesener Steigerung der Impfeffektivität ausschließlich die Verwendung **quadrivalenter Vakzine**, d. h. je 2 Influenza-A- und -B-Virus-Varianten enthaltender Impfstoffe [1].

Die Wirksamkeit der Impfung variiert je nach Alter des Impflings, Influenzasaison, Influenzasytyp, Art der Impfung und vorherigen Impfungen. In einer Metaanalyse der Cochrane-Organisation wurde eine „number needed to vaccinate“ (NNV) von 70 für laborchemisch dokumentierte Influenza und von 30 für influenzaähnliche Erkrankungen ohne laborchemischen Nachweis einer Influenza bestimmt. Die **Impfeffizienz** beträgt laut dieser Metanalyse etwa 60 % [25].

Auch für Influenzavakzine wurde das Phänomen der **Immuneszenz** berichtet: In älteren Populationen war die Impfeffizienz eher geringer (ca. 40 %) und für junge Patienten bis einschließlich 64 Jahre eher höher (bis 70%; [26, 27]). Daher wurden über verschiedene Ansätze (höhere Antigendosis, intradermale Applikation, virosomale oder adjuvantierte Vakzine) Impfstoffe mit verstärkter immunologischer Wirkung entwickelt. Überzeugende klinische Daten liegen dabei derzeit nur für Vakzine mit **erhöhtem Antigengehalt** vor. In einer Metaanalyse wurde für solche Hochdosisimpfstoffe eine signifikante Reduktion von Influenzaerkrankungen (20 %) und Krankenhausaufnahmen wegen Influenza (18 %) im Vergleich zum standarddosierten Impfstoff nachgewiesen [28].

Bei Patienten mit COPD reduziert eine Influenzaimpfung die Rate influenzaabedingter Hospitalisationen in der nachfolgenden Saison um 38 % [29]. Vor dem Hintergrund der prognostischen Bedeutung von Exazerbationen bei Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen ist die Influenzaimpfung daher auch als wichtiges Mittel der Prävention eines **Krankheitsprogresses** anzusehen.

Impfempfehlung

Als Standardimpfung ist die Influenzaimpfung von der STIKO jährlich im Herbst für alle **über 60-Jährigen** empfohlen [1].

Bei chronisch pulmonalen Erkrankungen sollte sie ab dem 6. Lebensmonat als Indikationsimpfung erfolgen. Für **Kinder** von 2 bis einschließlich 17 Jahren ist als Alternative zu dem inaktivierten quadrivalenten Impfstoff auch eine quadrivalente, attenuierte Lebendvakzine für **nasale Applikation** zugelassen.

Seit 2020 empfiehlt die STIKO aus oben angeführten Gründen bei Personen ≥ 60 Jahre die Verwendung eines **Hochdosisimpfstoffes** mit einem erhöhten Antigengehalt.

Ein vollständiger Impfschutz kann ca. 2 Wochen nach der Impfung erwartet werden. Da die Wirksamkeit der Impfung nach 3 Monaten wieder nachlässt [30] und in Deutschland die Grippesaison

meist im Januar beginnt, ist eine Terminierung der Influenzaimpfung im **November** optimal.

► Merke

Die Influenzaimpfung sollte jährlich wiederholt werden, mit Impfempfehlung für Patienten mit chronischer Lungenerkrankung bereits ab dem 6. Lebensmonat. Personen ≥ 60 Jahre erhalten einen Hochdosisimpfstoff.

Pertussisimpfung

Pertussis oder **Keuchhusten** ist eine vornehmlich für Säuglinge und Kleinkinder bedrohliche respiratorische Infektion: Nach Infektion mit dem hochkontagiösen Bakterium *Bordetella pertussis* werden mehrere Erkrankungsstadien durchlaufen, von denen das Stadium convulsivum mit schwerem **stakkatohaftem Husten** bis zum Erbrechen einhergeht.

Der klassisch stadienhafte Verlauf wird bei Erwachsenen und Säuglingen nicht regelhaft gesehen, bei **Säuglingen** kann eine Pertussisinfektion jedoch aufgrund der Gefahr von **Apnoen** lebensbedrohlich sein. Nach aktuellen Meldedaten des RKI sind die Erkrankungszahlen in Deutschland ansteigend, mehr als die Hälfte der Fälle betreffen dabei Erwachsene > 40 Jahre. Die Symptomatik von Pertussis bei **Erwachsenen** ist v. a. durch lang dauernden, **quälenden Husten** gekennzeichnet. Bei etwa 25 % der Adulten ist mit Komplikationen zu rechnen.

Laut aktueller Datenlage ist eine Eradikation der eigentlich durch Impfung verhinderbaren Erkrankung nicht möglich, da die Immunität sowohl nach natürlicher Erkrankung als auch nach vollständiger Impfung abnimmt [31]. Durch **Auffrischimpfungen** der Jugendlichen und Erwachsenen sollen der Impfschutz aufrechterhalten und vulnerable Personengruppen geschützt werden.

Pertussisimpfstoffe

In Deutschland werden inzwischen nur **azelluläre Totimpfstoffe** verwendet, die meist 3 verschiedene Pertussisantigene enthalten. Die Impfstoffe sind sehr gut verträglich und nur als **Kombinationsimpfstoff** mit Tetanus und Diphtherie erhältlich. Ihre Impfeffektivität ist in verschiedenen Studien mit bis zu 92 % angegeben [32].

Impfempfehlung

Laut aktueller STIKO-Empfehlung soll bei nächster Auffrischung der Tetanus (T)/Diphtherie(d)-Impfung 1-malig der Kombinationsimpfstoff Tdap verwendet werden, der auch ein azelluläres (a) Pertussisantigen in reduzierter Dosis (p) enthält [1]. Auch bei Indikationsimpfung für Tetanus oder Diphtherie (z. B. nach Verletzung mit notwendiger Tetanusimpfung) soll geprüft werden, ob eine Pertussisimpfung sinnvoll ist.

► Merke

Bei der nächsten fälligen Impfung gegen Diphtherie und Tetanus soll ein Kombinationsimpfstoff mit Pertussisantigen verwendet werden.

Tab. 3 Impfungen vor Organtransplantation, zeitlicher Ablauf („off-label“). (Nach [36, 37])				
Erstvorstellung	1. Impftermin	2. Impftermin nach 4 Wochen	3. Impftermin nach mindestens 8 Wochen	Kontrolle des Impferfolgs
1. Sichtung der Vorimpfungen, (Grundimmunisierung vervollständigen und fällige Auffrischimpfungen nachholen entsprechend aktueller STIKO-Empfehlung) 2. Titerbestimmung ^a vorab: VZV, MMR, Anti-Hbs, Tetanus, Diphtherie 3. Abschätzung der Schwere der geplanten Immunsuppression 4. Evaluation und Planung der Impfung gegen SARS-CoV-2 als aktuell prioritäre Impfung	1. Wenn Titer unzureichend MMR-Lebendimpfstoff 2. Wenn Titer unzureichend VZV-Lebendimpfstoff 3. Wenn VZV-IgG vorhanden, ggf. Herpes-Zoster-Impfung mit Totimpfstoff 4. PCV13 5. Meningokokken B 6. Hepatitis-B-Auffrischimpfung (ggf. Grundimmunisierung mit 3 Impfungen, Impfschema optimalerweise über 6 Monate) Gegebenenfalls: 7. Hepatitis A bei Leberbeteiligung 8. Gegebenenfalls HPV bei jungen Patienten (je nach Sexualanamnese auch > 18 Jahre sinnvoll) 9. Gegebenenfalls FSME-Impfung bei Indikation (Zeckenexposition + Risikogebiet)	1. Gegebenenfalls TdPP 2. Meningokokken ACWY 3. Meningokokken B 4. Gegebenenfalls Influenza (tetravalent; je nach Saison) 5. Gegebenenfalls 2. MMR ± VZV 6. Gegebenenfalls 2. Hepatitis-A-Impfung bei Leberbeteiligung	1. Gegebenenfalls Herpes-Zoster-Totimpfstoff 2. PPV23	1. Anti-Hbs-AK 4–8 Wochen nach letzter Impfung 2. Anti-VZV-AK 4–8 Wochen nach 2. Impfstoffdosis Gegebenenfalls: 3. Impfstoffdosis
ACWY Serogruppen des Meningokokkenkonjugatimpfstoffs, AK Antikörper, FSME Frühsommermeningoenzephalitis, Hbs Hepatitis-B-Surface-Antigen, HPV humanes Papillomavirus, IgG Immunglobulin G, MMR Masern, Mumps, Röteln, PCV Pneumokokkenkonjugatvakzine, PPV Pneumokokkenpolysaccharidvakzine, SARS-CoV-2 „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“, STIKO Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut, TdPP Tetanus, Diphtherie, Polio, Pertussis, VZV Varizella-Zoster-Virus ^a In Abhängigkeit von dokumentiertem Impfstatus und Grad einer möglicherweise vorbestehenden Immunsuppression				

Herpes-Zoster-Impfung

Die meisten Erwachsenen in Deutschland infizieren sich als Kind im Rahmen einer **Windpockenerkrankung** mit dem Varizella-Zoster-Virus (VZV). Dieser verbleibt latent in den sensiblen Nervenganglien des Rückenmarks. Bei Immunsuppression und im Alter können die latenten VZV reaktivieren, und damit steigt das Risiko an **Herpes Zoster** (HZ) und in der Folge an der **postherpetischen Neuralgie** zu erkranken. Eine durchgemachte HZ-Erkrankung schützt nicht vor einem HZ-Rezidiv.

Für den Pneumologen wichtige Risikofaktoren für die **VZV-Reaktivierung** sind neben hohem Alter und Immunsuppression auch die COPD, insbesondere bei Therapie mit **inhalativen Kortikoiden** [33].

Herpes-Zoster-Impfstoffe und Impfempfehlung

Zur Verhinderung von HZ und der postherpetischen Neuralgie gibt es seit 2018 eine neue Impfempfehlung der STIKO: Als Standardimpfung soll ab dem 60. Lebensjahr die 2-malige Impfung mit dem **adjuvantierten Herpes-Zoster-Totimpfstoff** im Abstand von mindestens 2 bis maximal 6 Monaten erfolgen [1]. Als Indikationsimpfung bei beispielsweise pulmonal vorerkrankten Personen sollte die HZ-Impfung bereits ab dem 50. Lebensjahr verabreicht werden.

Die Besonderheit des Totimpfstoffes ist eine **ausgeprägte Immunantwort** humoral und zellulär durch 3 verschiedene Adjuvantien, sodass der Impfstoff auch bei älteren Menschen mit einem physiologisch weniger aktiven Immunsystem einen deutlichen Impferfolg zeigte. Laut epidemiologischer Daten aus den USA (Vereinigte Staaten von Amerika [„United States of America“]) liegt die Impfeffizienz bei 85 % (80 % bei > 80-Jährigen), ein

Wert, der nahe an die hohe Impfeffizienz von über 95 % in den Zulassungsstudien kommt [34, 35]. Aufgrund der starken Immunogenität der Vakzine ist mit einem vermehrten Auftreten lokaler (Grad 3 ca. 9 %) und **systemischer Impfreaktionen** wie Fieber (12–21 %) und Fatigue (33–46 %) zu rechnen, worüber aufgeklärt werden sollte.

Aktuelle immunologische Daten zeigten eine persistierende zelluläre und humorale Impfantwort auch noch nach 10 Jahren, sodass eine Auffrischung nach 10 Jahren mit einer 1-maligen Impfung wahrscheinlich ausreichend ist.

Die **Koadministration** des Herpes-Zoster-Totimpfstoffes kann laut Fachinformation zusammen mit einem inaktivierten, **nichtadjuvantierten Influenzaimpfstoff** erfolgen. Für eine gemeinsame Impfung mit anderen Impfstoffen liegen keine Daten vor.

In Deutschland ist ferner ein attenuierter Lebendimpfstoff zugelassen, welcher aufgrund seiner begrenzten Wirksamkeit insbesondere in der Zielgruppe der älteren Patienten und einer eingeschränkten Wirkdauer nicht mehr von der STIKO empfohlen wird.

► Merke

Pulmonal vorerkrankte Personen sollten ab dem 50. Lebensjahr 2-malig mit dem adjuvantierten Herpes-Zoster-Totimpfstoff geimpft werden.

Impfungen vor geplanter Transplantation

Wie nach jeder Organtransplantation müssen lungentransplantierte Patienten immunsupprimiert werden. Für die Betroffenen bedeutet die Immunsuppression ein **erhöhtes Infektionsrisiko** durch impfpräventable Erkrankungen, ein höheres Risiko für einen schweren Verlauf, ein höheres **Malignomrisiko** bei Infektion durch

onkogene Viren sowie das Risiko der **Transplantatabstoßung** bei bestimmten Infektionen.

Ein vollständiger Impfstatus vor Transplantation ist elementar, daher gelten **spezielle Impfeempfehlungen** [36, 37]: Vor der Transplantation sollten die in **Tab. 3** angegebenen Impfungen geplant und durchgeführt werden. Lebendimpfungen sind unter Immunsuppression generell kontraindiziert und müssen spätestens 4 Wochen vor der Transplantation erfolgen (Ausnahme VZV-Lebendimpfstoff: spätestens 6 Wochen vor Transplantation). **Totimpfstoffe** müssen spätestens 2 Wochen vor der Transplantation verabreicht werden und können ab 3–6 Monaten nach derselben wieder verimpft werden, wobei eine reduzierte Immunantwort unter Immunsuppression zu erwarten ist. Prioritär ist aktuell die rasche Impfung gegen SARS-CoV-2 bei dieser Klientel.

► Merke

Ein vollständiger Impfstatus ist vor jeder Transplantation elementar und muss überprüft und vervollständigt werden.

► Cave

Lebendimpfungen sind unter Immunsuppression generell kontraindiziert und müssen spätestens 4 Wochen vor Transplantation erfolgen.

Fazit für die Praxis

- Prioritär ist aktuell die Impfung gegen SARS-CoV-2 („severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“). Alle zugelassenen Impfstoffe zeigen eine hohe Effektivität v. a. gegen schwere Verläufe.
- Die Indikationsimpfung gegen Pneumokokken erfolgt aktuell mit PPV23 (PPV: Pneumokokkenpolysaccharidvakzine) alle 6 Jahre, bei Immunsuppression oder Nieren- oder Leberinsuffizienz als sequenzielle Impfung mit PVC13 (PVC: Pneumokokkenkonjugatvakzine), gefolgt von PPV23.
- Die jährliche Impfung gegen Influenza ist ebenfalls bei allen Patienten mit chronischer Lungenerkrankung empfohlen, Personen ≥ 60 Jahre erhalten wegen besserer Effektivität einen Hochdosisimpfstoff.
- Pertussisinfektionen nehmen zu, weder Impfung noch Infektion verleihen lebenslange Immunität. Daher sollte bei der nächsten fälligen Diphtherie-Tetanus-Impfung ein Pertussiskombinationsimpfstoff verwendet werden.
- Pulmonal vorerkrankte Personen sollten ab dem 50. Lebensjahr 2-mal den adjuvantierten Herpes-Zoster-Totimpfstoff erhalten.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Martin Kolditz

Abteilung Pneumologie, Klinik und Poliklinik für Innere Medizin I, Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden, Anstalt des öffentlichen Rechts des Freistaates Sachsen
Fetscherstraße 74, 01307 Dresden, Deutschland
Martin.Kolditz@uniklinikum-dresden.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und Wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

Autoren. **C. Dodt:** A. Finanzielle Interessen: kein finanzieller Interessenkonflikt. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Angestellte Assistenzärztin (Weiterbildung für Innere Medizin), Medizinische Klinik 1, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden | Mitgliedschaften: Hartmannbund, DGINA (Deutsche Gesellschaft für Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin). **M.W. Pletz:** A. Finanzielle Interessen: Forschungsförderung zur persönlichen Verfügung: Pfizer, Finanzierung einer Studie zur populationsbasierten Erfassung der Pneumoniekrankheitslast. – Vortragshonorare: Pfizer, MSD, Novartis. – Beraterhonorare: Pfizer, MSD, Novartis (bis 2018). – B. Nichtfinanzielle Interessen: Institutsleiter, Institut für Infektionsmedizin und Krankenhaushygiene, kommissarischer Institutsleiter, Institut für Immunologie, Universitätsklinikum Jena. **M. Kolditz:** A. Finanzielle Interessen: Forschungsunterstützung von Pfizer Pharma zur Durchführung eines investigatorinitiierten Studienprojektes zur Epidemiologie der CAP (ambulant erworbene Pneumonie [„community-acquired pneumonia“]) und Evaluation der Wirksamkeit der Pneumokokkenimpfung „PCV13“. – Honorar und Reisekostenunterstützung (Vortrag): Pfizer Pharma (zuletzt 2015), Novartis, AstraZeneca, Böhlinger-Ingelheim, Bayer, Berlin-Chemie, Roche, MSD. – Beratung („advisory boards“): AstraZeneca, Bayer, MSD. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Angestellter Pneumologe, Universitätsklinikum Dresden | Mitgliedschaften: Leitliniengruppe zum Management der Pneumonie, Sektionssprecher „pneumologische Infektiologie“ der DGP (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin), Sektionssprecher „klinische Pneumologie“ der MDGP (Mitteldeutsche Gesellschaft für Pneumologie und Thoraxchirurgie), Bundesfachgruppe Pneumonie des IQTIG (Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen) Berlin.

Wissenschaftliche Leitung. Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf www.springermedizin.de/cme.

Der Verlag erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. STIKO (2020) Empfehlungen der Ständigen Impfkommission beim Robert Koch-Institut 2020/2021. Epidemiol Bull 34:68
2. Rieck T, Steffen A, Schmid-Küpke N, Feig M, Wichmann O, Siedler A (2020) Impfquoten bei Erwachsenen in Deutschland – Aktuelles aus der KV-Impfsurveillance und der Onlinebefragung von Krankenhauspersonal OKaPII. Epidemiol Bull 47:23
3. Lommatzsch M, Rabe KF, Taube C et al (2021) Risk assessment for patients with chronic respiratory and pulmonary conditions in the context of the SARS-CoV-2 pandemic—statement of the German Respiratory Society (DGP) with the Support of the German Association of Respiratory Physicians (BdP). Pneumologie 75(1):19–30
4. STIKO (2021) Beschluss der STIKO zur 4. Aktualisierung der COVID-19-Impfempfehlung und die dazugehörige wissenschaftliche Begründung. Epidemiol Bull 16:75
5. Polack FP, Thomas SJ, Kitchin N et al (2020) Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine. N Engl J Med 383(27):2603–2615
6. Baden LR, El Sahly HM, Essink B et al (2021) Efficacy and safety of the mRNA-1273 SARS-CoV-2 vaccine. N Engl J Med 384(5):403–416
7. Voysey M, Clemens SAC, Madhi SA et al (2021) Safety and efficacy of the ChAdOx1 nCoV-19 vaccine (AZD1222) against SARS-CoV-2: an interim analysis of four randomised controlled trials in Brazil, South Africa, and the UK. Lancet 397(10269):99–111
8. Sadoff J, Gray G, Vandebosch A et al (2021) Safety and efficacy of single-dose Ad26.COV2.S vaccine against Covid-19. N Engl J Med 384(23):2187–2201. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2101544>
9. Voysey M, Costa Clemens SA, Madhi SA et al (2021) Single-dose administration and the influence of the timing of the booster dose on immunogenicity and efficacy of

- ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) vaccine: a pooled analysis of four randomised trials. *Lancet* 397(10277):881–891
10. Dagan N, Barda N, Kepten E et al (2021) BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine in a nationwide mass vaccination setting. *N Engl J Med* 384(15):1412–1423
 11. Vasileiou E, Simpson CR, Shi T et al (2021) Interim findings from first-dose mass COVID-19 vaccination roll-out and COVID-19 hospital admissions in Scotland: a national prospective cohort study. *Lancet* 397(10285):1646–1657
 12. Greinacher A, Thiele T, Warkentin TE, Weisser K, Kyrle PA, Eichinger S (2021) Thrombotic thrombocytopenia after ChAdOx1 nCov-19 vaccination. *N Engl J Med* 384(22):2092–2101
 13. See I, Su JR, Lale A et al (2021) US case reports of cerebral venous sinus thrombosis with thrombocytopenia after Ad26.COV2.S vaccination, March 2 to April 21, 2021. *JAMA*. <https://doi.org/10.1001/jama.2021.7517>
 14. Braeken DCW, Essig A, Panning M et al (2021) Shift in bacterial etiology from the CAPNETZ cohort in patients with community-acquired pneumonia: data over more than a decade. *Infection* 49(3):533–537
 15. Shea KM, Edelsberg J, Weycker D, Farkouh RA, Strutton DR, Pelton SI (2014) Rates of pneumococcal disease in adults with chronic medical conditions. *Open Forum Infect Dis* 1(1):ofu24
 16. Andrews NJ, Waight PA, George RC, Slack MP, Miller E (2012) Impact and effectiveness of 23-valent pneumococcal polysaccharide vaccine against invasive pneumococcal disease in the elderly in England and Wales. *Vaccine* 30(48):6802–6808
 17. Bonten MJ, Huijts SM, Bolkenbaas M et al (2015) Polysaccharide conjugate vaccine against pneumococcal pneumonia in adults. *N Engl J Med* 372(12):1114–1125
 18. van der Linden M, Imohl M, Pernicario S (2019) Limited indirect effects of an infant pneumococcal vaccination program in an aging population. *PLoS ONE* 14(8):e220453
 19. Forstner C, Kolditz M, Kesselmeier M et al (2020) Pneumococcal conjugate serotype distribution and predominating role of serotype 3 in German adults with community-acquired pneumonia. *Vaccine* 38(5):1129–1136
 20. Kolditz M, Schmitt J, Pletz MW, Tesch F (2019) Impact of the 13-valent pneumococcal conjugate vaccine on the incidence of all-cause pneumonia in adults aged ≥ 60 years: a population-based, retrospective cohort study. *Clin Infect Dis* 68(12):2117–2119
 21. Kolditz M, Schmitt J, Pletz MW, Tesch F (2018) Impact of pneumococcal polysaccharide vaccine on incidence and mortality after pneumonia in adults aged ≥ 60 years—a population-based retrospective cohort study. *Clin Microbiol Infect* 24(5):500–504
 22. Morton JB, Morrill HJ, LaPlante KL, Caffrey AR (2017) Risk stacking of pneumococcal vaccination indications increases mortality in unvaccinated adults with *Streptococcus pneumoniae* infections. *Vaccine* 35(13):1692–1697
 23. Martinez A, Soldevila N, Romero-Tamarit A et al (2019) Risk factors associated with severe outcomes in adult hospitalized patients according to influenza type and subtype. *PLoS ONE* 14(1):e210353
 24. Zwaans WA, Mallia P, van Winden ME, Rohde GG (2014) The relevance of respiratory viral infections in the exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease – a systematic review. *J Clin Virol* 61(2):181–188
 25. Demicheli V, Jefferson T, Di Pietrantonj C et al (2018) Vaccines for preventing influenza in the elderly. *Cochrane Database Syst Rev* 2:CD4876
 26. Beran J, Vesikari T, Wertzova V et al (2009) Efficacy of inactivated split-virus influenza vaccine against culture-confirmed influenza in healthy adults: a prospective, randomized, placebo-controlled trial. *J Infect Dis* 200(12):1861–1869
 27. Kwong JC, Campitelli MA, Gubbay JB et al (2013) Vaccine effectiveness against laboratory-confirmed influenza hospitalizations among elderly adults during the 2010–2011 season. *Clin Infect Dis* 57(6):820–827
 28. Lee JKH, Lam GKL, Shin T et al (2018) Efficacy and effectiveness of high-dose versus standard-dose influenza vaccination for older adults: a systematic review and meta-analysis. *Expert Rev Vaccines* 17(5):435–443
 29. Mulpuru S, Li L, Ye L et al (2019) Effectiveness of influenza vaccination on hospitalizations and risk factors for severe outcomes in hospitalized patients with COPD. *Chest* 155(1):69–78
 30. Young B, Sadarangani S, Jiang L, Wilder-Smith A, Chen MI (2018) Duration of influenza vaccine effectiveness: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression of test-negative design case-control studies. *J Infect Dis* 217(5):731–741
 31. Kilgore PE, Salim AM, Zervos MJ, Schmitt HJ (2016) Pertussis: microbiology, disease, treatment, and prevention. *Clin Microbiol Rev* 29(3):449–486
 32. Ward JI, Cherry JD, Chang SJ et al (2005) Efficacy of an acellular pertussis vaccine among adolescents and adults. *N Engl J Med* 353(15):1555–1563
 33. Munoz-Quiles C, Lopez-Lacort M, Diez-Domingo J (2018) Risk and impact of herpes zoster among COPD patients: a population-based study, 2009–2014. *BMC Infect Dis* 18(1):203
 34. Sun Y, Kim E, Kong CL, Arnold BF, Porco TC, Acharya NR (2021) Effectiveness of the recombinant zoster vaccine in adults aged 50 and older in the United States: a claims-based cohort study. *Clin Infect Dis*. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab121>
 35. Cunningham AL, Lal H, Kovac M et al (2016) Efficacy of the herpes zoster subunit vaccine in adults 70 years of age or older. *N Engl J Med* 375(11):1019–1032
 36. Laws HJ, Baumann U, Bogdan C et al (2020) 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 Gesundheitschutz* 63(5):588–644
 37. Jablonka A, Rossler S, Pletz MW, Schlenvoigt BT (2019) Vaccination of the immunocompromised patient. *MMW Fortschr Med* 161(13):56–60



Prävention durch Impfung pneumologisch vorerkrankter Erwachsener

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf www.springermedizin.de/kurse-der-pneumologe

? Es sind über 90 Serotypen von *Streptococcus pneumoniae* bekannt. Wie viele sind maximal in einem der aktuell verfügbaren Konjugatimpfstoffe abgedeckt?

- 7
- 10
- 13
- 18
- 23

? Ein 50-jähriger Patient mit chronischer Niereninsuffizienz und schwerer COPD (COPD: chronisch-obstruktive Lungenerkrankung [„chronic obstructive pulmonary disease“]) stellt sich in Ihrer Praxis vor. Vor 3 Monaten erfolgte die Impfung mit PCV13 (PCV: Pneumokokkenkonjugatvakzine). Sie planen eine Boosterung mit PPV23 (PPV: Pneumokokkenpolysaccharidvakzine), wann sollte sie durchgeführt werden?

- Die Boosterung mit PPV23 ist bei diesem Patienten nicht indiziert.
- Die Boosterung sollte nach 6 Jahren erfolgen.
- Es sollte bis zur Verfügbarkeit höherwertiger Konjugatimpfstoffe mit der Boosterung gewartet werden.
- Die Boosterung ist sofort notwendig.
- Die Boosterung sollte 6–12 Monate nach PCV13 erfolgen.

? In Ihrer Praxis stellt sich ein 20-jähriger Patient mit schwerem Asthma bronchiale im September mit dem Wunsch nach einer Influenzaimpfung vor. Er habe in der Vergangenheit jeden Herbst den nasalen Impfstoff erhalten und gut vertragen. Aktuelle Medikation: Budesonid inhalativ, Formoterol inhalativ, Tiotropiumbromid inhalativ, Mepolizumab alle 4 Wochen s.c.; Salbutamol inhalativ bei Bedarf; Prednisolon p.o. 5 mg/Tag. Aktuell sei das Asthma gut kontrolliert. Welche Antwort zur Influenzaimpfung für diesen Patienten ist richtig?

- Empfohlen ist eine Impfung mit dem Hochdosisinfluenzaimpfstoff aufgrund der stärkeren Immunantwort unter Prednisolon.
- Der junge Patient sollte weiterhin den quadrivalenten nasalen Impfstoff erhalten, da dieser gut vertragen wurde.
- Bei gut kontrolliertem Asthma besteht bei Patienten unter 60 Jahren keine Indikation zur Influenzaimpfung.
- Die STIKO (ständige Impfkommision am Robert Koch-Institut) empfiehlt die Influenzaimpfung nur alle 2 Jahre für Patienten unter 60 Jahren (als sog. Indikationsimpfung).
- Der Patient sollte optimal im November geimpft werden, da die Hochphase der Influenzasaison meist im Januar beginnt und der Impfschutz nach 3 Monaten nachlässt.

? In Ihrer Praxis stellt sich eine 27-jährige CF-Patientin (CF: zystische Fibrose) vor. Die letzte Impfung gegen Pertussis hat sie mit einem Tdap-Impfstoff (T: Tetanus, d: Diphtherie, ap: azelluläres Pertussisantigen) im Alter von 19 Jahren erhalten. Welche Antwort zur Pertussisimpfung dieser Patientin ist richtig?

- Wäre die Patientin schwanger, müsste sie im 1. Trimenon gegen Pertussis geimpft werden.
- Wird nach einer Verletzung die Tetanusimpfung notwendig, darf kein pertussishaltiger Impfstoff verwendet werden (Td-Impfstoff).
- Bei der nächsten fälligen Auffrischimpfung gegen Tetanus und Diphtherie sollte der Tdap-Impfstoff verwendet werden.
- Der Pertussisimpfstoff ist auch als einzelner Impfstoff in Deutschland erhältlich und enthält 1–2 Antigene.
- Durch eine konsequente Impfung nach den neuen Empfehlungen (Impfung von Schwangeren, Auffrischimpfung für Pertussis im Erwachsenenalter) könnte die hochkontagiose Erkrankung eradiziert werden.

Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer“ gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit 3 Punkten (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Anerkennung in Österreich: Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013).

Hinweise zur Teilnahme:

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf www.springermedizin.de/cme möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.

- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med-Abonnenten.

? In Ihrer Praxis stellt sich ein 55-jähriger, lungentransplantiertes Patient mit einem brennenden, auf die rechte Schulter begrenzten Ausschlag vor. Sie diagnostizieren einen Herpes Zoster. Aktuell erhält er eine Dreifachimmunsuppression mit Ciclosporin, Mykophenolatmofetil und Prednisolon. Welche Antwort zur Impfung gegen Herpes Zoster bei diesem Patienten ist richtig?

- Die Impfung mit dem Herpes-Zoster-Totimpfstoff ist für Patienten unter 60 Jahren nicht zugelassen.
- Eine Immunität durch die Impfung mit dem Herpes-Zoster-Totimpfstoff ist aufgrund der Dreifachimmunsuppression unwahrscheinlich, daher kann auf die Impfung verzichtet werden.
- Eine Impfung gegen Herpes Zoster darf nicht erfolgen, da Lebendimpfstoffe bei Immunsuppression kontraindiziert sind.
- Bei Zustand nach Herpes Zoster ist die Impfung jetzt nicht mehr sinnvoll.
- Der Herpes-Zoster-Totimpfstoff kann auch bei älteren und immunsupprimierten Patienten eine lang anhaltende Immunität bewirken.

? Es wurden mehrere Impfstoffe gegen das SARS-CoV-2-Virus („severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“) in der EU (Europäische Union) zugelassen. Welche Aussage ist richtig?

- Die vektorbasierten Impfstoffe sind Lebendimpfstoffe.
- Die aktuellen (April 2021) mRNA-Impfstoffe (mRNA: Messenger-Ribonukleinsäure) wirken nicht gegen die UK-Variante (UK: „United Kingdom“) B.1.1.7 des SARS-CoV-2 Virus.
- Die Wirkung der Impfstoffe setzt in der Regel ca. 14 Tage nach Applikation ein.
- Empfohlen ist die parallele Verabreichung mit einem Influenzaimpfstoff.
- Eine Boosterung unmittelbar nach überstandener Erkrankung wird empfohlen.

? Ein 65-jähriger Patient mit COPD (COPD: chronisch-obstruktive Lungenerkrankung [„chronic obstructive pulmonary disease“]) stellt sich in Ihrer Praxis vor. Er fragt nach der Impfung gegen SARS-CoV-2 („severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“). Anamnestisch wird keine COVID-19-Erkrankung (COVID-19: „coronavirus disease 2019“) angegeben. Welche Antwort zur SARS-CoV-2-Impfung für diesen Patienten ist richtig?

- Es ist zunächst eine Antikörperbestimmung notwendig zur Überprüfung einer möglicherweise vorbestehenden Immunität.
- Eine Impfung gegen SARS-CoV-2 sollte unverzüglich angeboten werden; in Frage kommen alle aktuell (April 2021) zugelassenen Impfstoffe.
- Bei COPD sind vektorbasierte Impfstoffe aufgrund ihrer reduzierten Wirksamkeit nicht zu empfehlen.
- Aufgrund der COPD ist mit vermehrten Nebenwirkungen der vektorbasierten Impfstoffe zu rechnen.
- Ein mRNA-Impfstoff (mRNA: Messenger-Ribonukleinsäure) ist zu bevorzugen, weil er besser vor COVID-19-assoziierten Hospitalisationen schützt.

? Ein 45-jähriger CF-Patient (CF: zystische Fibrose) soll vor geplanter Lungentransplantation und darauffolgender Immunsuppression geimpft werden. Er hat in der Kindheit Masern durchgemacht, eine MMR-Impfung (MMR: Masern, Mumps Röteln) ist nie erfolgt. Sollte eine MMR-Impfung bei ihm erfolgen? Sie ...

- ist nicht indiziert.
- sollte spätestens 4 Wochen vor Transplantation erfolgen.
- sollte spätestens 2 Wochen vor Transplantation erfolgen.
- sollte frühestens 6 Wochen nach Transplantation erfolgen.
- sollte frühestens 6 Monate nach Transplantation erfolgen.

? Ein 30-jähriger Patient mit A1-AT-Mangel (Alpha-1-Antitrypsin-Mangel) stellt sich vor geplanter Lungentransplantation und darauffolgender Immunsuppression zur Impfplanung vor. Welche Aussage zur Planung der Impfungen vor Transplantation bei diesem Patienten ist richtig (IgG: Immunglobulin G, VZV: Varizella-Zoster-Virus)?

- Lebendimpfstoffe können maximal bis 2 Wochen vor Organtransplantation gegeben werden.
- Der VZV-Lebendimpfstoff ist eine Ausnahme, da er spätestens bis 4 Wochen vor Organtransplantation gegeben werden darf.
- Bei positivem VZV-IgG-Titer ist die Impfung gegen Herpes Zoster obligat.
- Bei negativem VZV-Titer sollte die VZV-Impfung mit dem Lebendimpfstoff aufgefrischt werden.
- Gegen Influenza gibt es keine Lebendimpfstoffe.

? In Ihrer pneumologischen Praxis stellt sich ein 45-jähriger COPD-Patient (COPD: chronisch-obstruktive Lungenerkrankung [„chronic obstructive pulmonary disease“]) vor, der nach einer Impfberatung fragt. Seine COPD ist frisch diagnostiziert, im Stadium Gold B mit einer FEV1 (forciertes expiratorisches Volumen bzw. 1-s-Kapazität) von 60%. Einen Impfpass bringt er mit: Die Grundimmunisierung ist vollständig. Die letzte Auffrischimpfung gegen Tetanus und Diphtherie erfolgte vor 9 Jahren. Wie können Sie den Patienten richtig beraten?

- Die Tdap-Impfung (T: Tetanus, d: Diphtherie, ap: azelluläres Pertussisantigen) sollte mit Diagnose der COPD erfolgen.
- Mit Diagnose der COPD ist aufgrund der Veränderung des Immunsystems die 2-malige Impfung mit dem Herpes-Zoster-Totimpfstoff sobald wie möglich empfohlen.
- Da der Patient nach 1970 geboren ist, wird bei unklarem Impfstatus die MMR-Impfung (MMR: Masern, Mumps, Röteln) empfohlen.

- Erst ab dem 60. Lebensjahr sollte jährlich gegen Influenza geimpft werden.
- Gegen Pneumokokken muss alle 6 Jahre die sequenzielle Impfung mit PCV13 (PCV: Pneumokokkenkonjugatvakzine) und PPV23 (Pneumokokkenpolysaccharidvakzine) erfolgen.



www.SpringerMedizin.de/cme

Automatische Übermittlung Ihrer CME-Punkte an die Ärztekammer

Die auf www.SpringerMedizin.de/cme erworbenen CME-Punkte können auf Ihren Wunsch hin elektronisch an die Ärztekammer übermittelt werden.

So einfach geht's:

➤ **Einheitliche Fortbildungsnummer (EFN) hinterlegen**

Möchten Sie Ihre auf CME.SpringerMedizin.de gesammelten CME-Punkte direkt an Ihre Ärztekammer übermitteln, hinterlegen Sie Ihre EFN bitte bei der Registrierung. Wenn Sie bereits registriert sind, können Sie Ihre EFN jederzeit unter dem Punkt *Meine Daten* nachtragen. Ihre CME-Punkte werden ab sofort automatisch an Ihre Ärztekammer übermittelt.

Weitere Informationen zur elektronischen Punkteübermittlung der Bundesärztekammer finden Sie unter www.eiv-fobi.de

Teilnehmen und weitere Informationen unter:
www.SpringerMedizin.de/cme

Unser Tipp: Mit den **e.Med-Kombi-Abos** stehen Ihnen die CME-Kurse der Fachzeitschriften von Springer Medizin in elektronischer Form zur Verfügung. Auf Wunsch erhalten sie mit den e.Med-Kombi-Abos darüber hinaus eine gedruckte Fachzeitschrift Ihrer Wahl.

Testen Sie e.Med kostenlos und unverbindlich!

Jetzt informieren unter www.springermedizin.de → „Abo-Shop“ oder telefonisch unter 0800-77 80 777 (Montag bis Freitag, 10 bis 17 Uhr)

