

TOPIC

„Seltene“ Allergene nach der TAV

Burak Uslu, Dresden; Tobias Ankermann, Kiel

Unter dem Begriff *seltene Allergene* werden nach *Definition der Therapieallergene-Verordnung (TAV)* diejenigen Aeroallergene verstanden, für die weniger als 20 % der Verordnungen einer Allergen-Immuntherapie ausgestellt werden [42]. Schaut man sich Studiendaten zur Häufigkeit der Allergien gegen sogenannte *seltene Aeroallergene* an, wird schnell klar, dass diese gar nicht so selten sind. Der vorliegende Text soll über diese Aeroallergene informieren, Hinweise zur Diagnostik und zu den Möglichkeiten einer Allergen-Immuntherapie (AIT) geben.

Einleitung

Seltene Aeroallergene im Sinne der TAV sind z.B. Pollen der Esche, Zypresse, Olive, Kräuterpollen (Beifuß, Ambrosia = Ragweed, Brennnessel, Wegerich), Allergene der Schimmelpilze (z. B. *Alternaria alternata*), Vorratsmilben, Hunde- und Katzenhaare. Für die meisten seltenen Allergene sind in absehbarer Zeit keine Studien mit größeren Fallzahlen zu erwarten. Die Anwendungsvo-raussetzungen von AIT-Präparaten für die häufigen Allergene Gräser, Bäume, Milben, Bienen- und Wespengift sind in der TAV geregelt und diese unterliegen einer Zulas-sungspflicht. Die AIT-Präparate für seltene Allergene unterliegen zwar nicht den Rege-lungen der TAV, dennoch sind sie verord-nungsfähig.

Verbreitung, Allergie-Prävalenz und -Diagnosestellung

Esche

Die Esche ist in Mitteleuropa der Hauptver-treter der Ölbaumgewächse. Es sind ca. 65 Arten der Esche bekannt. In Europa sind 3 Arten heimisch: Die gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*), die Manna-Esche (*Fraxinus ornus*) sowie die schmalblättrige Esche (*Fraxinus angustifolia*). Die Daten hinsichtlich einer Sensibilisierung im Kindesalter sind sehr heterogen und nicht solide. Die Prä-valenz – im Sinne einer Punkt-Prävalenz – einer Sensibilisierung gegenüber Eschen-pollen beträgt in der deutschen Erwach-senenbevölkerung etwa 9 % [28], während es für Kinder in Deutschland dazu keine Daten

gibt. In einer retrospektiven Arbeit aus Chi-na wurde bei Kindern (9527 Patientinnen und Patienten) mit atopischer Dermatitis, allergischer Rhinitis und Asthma in der Altersgruppe 6–11 Jahre mittels Haut-Prick-Testung bei 34 % eine Sensibilisierung gegenüber Esche nachgewiesen [26]. In Ita-lien und Frankreich werden 18–34 % aller al-lergischen Erkrankungen auf Eschenpollen zurückgeführt [30, 46]. Eschenpollen treten im gleichen Zeitraum wie Birkenpollen auf und die klinische Symptomatik hinsichtlich allergischer Rhinitis kann sich überlappen, sodass die Diagnosestellung erschwert ist. Das Majorallergen der Esche ist Fra e 1, das sIgE ist jedoch einzeln derzeit nicht kom-merziell bestimmbar. Da eine hohe Kreuz-reaktivität mit dem Ole e 1 der Olive besteht, sollte bei Patientinnen und Patienten mit

Steckbrief



Baum



Blatt



Blüte

Esche

Familie: Ölbaumgewächse

Verbreitung: In Europa heimisch

Relevante Arten: *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus*, *Fraxinus angustifolia*

Hauptblütezeit: März bis Mai

Majorallergen: Fra e 1
(kreuzreakтив mit Ole e 1)

Pricklösung in D verfügbar ✓*

NPT-Lösung in D verfügbar ✗*

AIT-Lösung in D verfügbar ✓

Steckbrief

Baum



Blatt



Blüte

Olive**Familie:** Ölbaumgewächse**Verbreitung:** Mittelmeerländer**Relevante Arten:** *Olea europaea***Hauptblütezeit:** April bis Juni**Majorallergen:** Ole e 1

(kreuzreakтив mit Eschenarten)

Pricklösung in D verfügbar

NPT-Lösung in D verfügbar

AIT-Lösung in D verfügbar

ist in Deutschland keine Lösung für die nasale Provokation (NPT-Lösung) verfügbar, jedoch kann zum Nachweis einer Sensibilisierung ein Prick-Test erfolgen bzw. das sIgE gegen Ole e 1 bestimmt werden.

Zypressen

Zypressen sind in warmen und subtropischen Regionen Nordamerikas, Europas und Asiens verbreitet und gehören in diesen Regionen neben Baumpollen zu den potentesten Allergenen, sodass die Exposition zu klinisch relevanten Allergien führen kann [8]. Zypressen werden auch in Deutschland gerne als Zierpflanzen in Parks und Gärten angepflanzt. Die Blütezeit ist vor allem Februar bis April. Es besteht eine Kreuzreaktivität mit dem wild wachsenden Wacholder. Neben allergischen Symptomen kann es bei Hautkontakt zu irritativ-toxischen Effekten kommen. Die Prävalenz der Sensibilisierung gegenüber Zypressen im mediterranen Raum wird in einer Untersuchung, in der überwiegend Erwachsene eingeschlossen waren, mit 15 % angegeben [10].

Verdacht auf Allergie gegen Eschenpollen neben einer Haut-Prick-Testung das sIgE gegen das Majorallergen Ole e 1 zur Diagnosesicherung bestimmt werden. Klinisch relevante, anamnestisch abzufragende Kreuzreaktivitäten sind auch für Forsythie, Liguster, Jasmin und Flieder beschrieben, da alle genannten Pflanzen zur Familie der Oleaceae gehören und homologe Ole e 1-ähnliche Allergene exprimieren.

anderen Arbeit aus der Türkei mit 344 Kindern und Jugendlichen (12–18 Jahre) mit Asthma bronchiale und allergischer Rhinokonjunktivitis wurde bei 46 % eine Sensibilisierung gegenüber Olive nachgewiesen, wovon 3 % der Patientinnen und Patienten eine relevante Allergie aufwiesen und schließlich eine AIT erhielten [21]. Bisher

Olive

Die Olive (*Olea europaea*) gilt als eine der wichtigsten Ursachen für allergische Atemwegserkrankungen im Mittelmeerraum. In Spanien, Süditalien, der Türkei und Griechenland gehört die Olive zu den wichtigsten Allergenen, die mit allergischer Rhinokonjunktivitis assoziiert ist. Die Hauptaison für den Olivenpollenflug ist von April bis Juni. In einer Studie wurde für Süditalien eine Sensibilisierung gegenüber Olive bei 13 % der Erwachsenen und bei 8 % der Kinder angegeben, während diese Anteile in Norditalien für Erwachsene bei 2 % und für Kinder bei 1 % lagen. Die Sensibilisierung war häufig mit einer polyvalenten Sensibilisierung assoziiert [14]. In einer

Steckbrief

Baum



Blatt



Blüte

Zypresse**Familie:** Cupressaceae**Verbreitung:** Nordamerika, Asien, Südeuropa**Relevante Arten:** *Cupressus arizonica* (Nordamerika), *Cupressus sempervirens* (Südeuropa), *Cuprocyparis leylandii* (in D und GB als Zierhecken)**Hauptblütezeit:** Februar bis April**Majorallergen:** Cup a 1(Cupressus arizonica)
(kreuzreakтив mit wildem Wacholder)

Pricklösung in D verfügbar

NPT-Lösung in D verfügbar

AIT-Lösung in D verfügbar

* Zu beachten ist, dass sich Verfügbarkeit bzw. Lieferengpässe der Pricktest- und NPT-Lösungen (NPT: nasale Provokation) ändern können. Eine recht aktuelle Orientierung bietet der AeDa unter <https://aed.ae/tabelle-seltene-allergene/>. Bei Unklarheiten ist auch bei den Herstellerfirmen nachzufragen.

In einer aktuelleren Arbeit aus Israel zeigte sich eine Prävalenz bei Erwachsenen von ebenfalls ca. 15 % [47]. In Bayern und Baden-Württemberg wurde eine Prävalenz der Sensibilisierung gegenüber Zypresse von 2 % bzw. 1 % nachgewiesen [32].

Die Diagnosestellung einer Allergie wird durch das Vorhandensein unterschiedlicher Majorallergene bei verschiedenen Zypressen-Arten sowie das Fehlen von Prick-Test- und Provokations-Lösungen erschwert. Das kommerziell verfügbare Majorallergen Cup a 1 der nordamerikanischen Art *Cupressus arizonica* ist nur bedingt aussagekräftig, da hierzulande oft die Leylandzypresse angepflanzt wird, im Mittelmeerraum vor allem *Cupressus sempervirens* vorherrscht und Daten aus Japan die Relevanz verschiedener Majorallergene bei unterschiedlichen Zypressen- und Zedern-Arten aufzeigen [43].

Kräuterpollen

Kräuterpollen kommen ubiquitär und ganzjährig vor. Es existieren ca. 50.000 verschiedene Arten von Kräutern. Sie gehören zu den windbestäubenden Pflanzen, d.h. die Pollen können weite Strecken zurücklegen. Die häufigsten Kräuterpollen, die eine klinisch-allergologische Relevanz haben,

sind Beifuß, Ambrosia, Brennnessel und Wegerich. Zu Wegerich und Brennnessel gibt es wenige Daten.

Der gemeine **Beifuß** (*Artemisia vulgaris*, engl. Mugwort) wächst vor allem auf feuchten und nährstoffreichen Böden (Äcker, Gärten, Weiden). In Deutschland ist die Beifußallergie die wichtigste Kräuterpollenallergie. Die Blütezeit ist Juli bis Ende September, unter bestimmten Bedingungen sogar April bis November. In der DEGS1-Studie konnte in Deutschland bei 9 % der Erwachsenen eine Beifuß-Sensibilisierung nachgewiesen werden [36], die Rate an relevanten Allergien ist wegen der vergleichsweise geringen Pollenzahl niedriger. Die Prävalenz der Beifußallergie in Europa unter sensibilisierten Personen wird auf durchschnittlich etwa 15 % geschätzt [23]. In Regionen mit erhöhtem Beifußvorkommen in Bayern und NRW wurde eine Prävalenz der Sensibilisierung gegenüber Beifuß von 22 % bzw. 25 % nachgewiesen [32], bei Kindern in Baden-Württemberg fand sich eine Sensibilisierungsrate gegenüber Beifuß von ca. 14 % [24].

Zur Identifikation einer primären Sensibilisierung gegenüber Beifuß empfiehlt sich

bei allergischen Symptomen im oben genannten Zeitraum die Bestimmung des IgE gegen das Majorallergen Art v 1. Zudem sind neben Prick-Tests zur Diagnosesicherung NPT-Lösungen verfügbar, auch wenn immer wieder Lieferengpässe auftreten.

Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*, engl. Ragweed) gehört zu den Korbblüttern. Ursprünglich stammt Ambrosia aus Nordamerika und ist somit hierzulande ein Neophyt, welcher sich bevorzugt in niederen Lagen bis 400 m Seehöhe ansiedelt. Aufgrund des Klimawandels breitet sich Ambrosia in Europa aus, vor allem in Österreich und in Deutschland (Brandenburg, Bayern, Sachsen) [9]. Diese hochallergenen Pflanzen führen bei sensibilisierten Menschen zu relevanten Allergiesymptomen sowie Asthma bronchiale. Neben einer hohen Allergenpotenz ist auch die im Vergleich zu anderen Kräutern ca. 10-fach höhere Pollenmenge für die klinische Relevanz verantwortlich. Zudem kann Hautkontakt zu Irritationen führen. Die Blütezeit ist August bis Oktober.

Die Prävalenz der Sensibilisierung gegenüber Ambrosia wird in den USA mit 23–32 % angegeben. In Europa gibt es starke regionale Unterschiede. So liegt die Sensibilisierungsrate in Deutschland bei 11 % der Erwachsenen [42], in Ungarn bei 54 %, während in Ländern wie Belgien, Finnland, Irland, Norwegen und Spanien Sensibilisierungsraten <5 % festzustellen sind [11]. In einer aktuellen retrospektiven Arbeit aus der Schwarzmeerregion der Türkei konnte gezeigt werden, dass von 3000 untersuchten Patientinnen und Patienten mit allergischer Rhinokonjunktivitis und Asthma 15 % eine Ambrosia-Allergie hatten und diese somit neben Hausstaubmilbe als zweitwichtigstes Allergen zu sehen war [2]. Ambrosia kann häufig als Konsensibilisierung mit Beifuß und anderen Gräserpollen auftreten. Zur Diagnosesicherung

Steckbrief



Pflanze



Blatt



Blüte

Beifuß

Familie: Korbblütler (Asteraceae)

Verbreitung: In Europa heimisch

Relevante Arten: *Artemisia vulgaris*

Hauptblütezeit: Juli bis Ende September (April bis November)

Majorallergen: Art v 1

Pricklösung in D verfügbar
(eingeschränkt) ✓*

NPT-Lösung in D verfügbar
(eingeschränkt) ✓*

AIT-Lösung in D verfügbar
(eingeschränkt) ✓

Steckbrief

Pflanze



Blatt



Blüte

Ambrosia (Beifußblättriges Traubenkraut)**Familie:** Korbblütler (Asteraceae)**Verbreitung:** Nordamerika, Neophyt in Europa**Relevante Arten:** *Ambrosia artemisiifolia***Hauptblütezeit:** August bis Oktober**Majorallergen:** Amb a 1

Pricklösung in D verfügbar ✓*

NPT-Lösung in D verfügbar ✓*
(eingeschränkt)

AIT-Lösung in D verfügbar ✓

und Therapieentscheidung sollte neben verfügbaren Lösungen für Haut-Prick-Tests das Markerallergen Amb a 1 herangezogen werden.

Vorratsmilben

Die Allergie gegen Vorratsmilben nimmt immer mehr an Bedeutung zu, insbesondere bei Erwachsenen. Es existieren über 50.000 unterschiedliche Milbenarten und 150 Spezies der Vorratsmilben. Außer *Lepidoglyphus destructor* zeigen Vorratsmilben nur eine sehr geringe Kreuzreaktivität mit den Hausstaubmilben (*D. pteronyssinus*, *D. farinae*) [13, 48, 51].

Die wichtigsten Vorratsmilben sind Pflaumen-/Heumilbe (*Lepidoglyphus destructor*), Mehlmilbe (*Acarus siro*), Haus-/Möbelmilbe (*Glycyphagus domesticus*) und die Modermilbe (*Tyrophagus putrescentiae*). Sie kommen hauptsächlich in Heu-, Stroh- und in Tierfutterlagern vor, aber auch in länger gelagerten, offenen Mehlpackungen und Fertigmischungen in Küchenschränken, wobei die Exposition z. B. zu Asthma-Symptomen führen kann („Pancake-Syndrom“). Besonders stark expo-

niert sind Personen, die beruflich Kontakt mit Getreide und Lebensmitteln haben, wie auf dem Bauernhof oder in der Landwirtschaft, sowie Menschen, die mit Laborieren oder in der Tierhaltung arbeiten. Sie gehören somit zu besonders gefährdeten Personengruppen [13].

Hinsichtlich der Prävalenz gibt es weltweit regionale Unterschiede. Die Prävalenz der Sensibilisierung gegenüber Vorratsmilben wird in Deutschland für die erwachsene Allgemeinbevölkerung mit 23 %, in Frankreich bei Asthmapatientinnen und -patienten mit 44 %, bei Bäckerinnen und Bäckern in Norwegen mit 20 % und in Italien bei Mitarbeitenden in der Fleischproduktion mit 15 % angegeben [13]. Zur Prävalenz bei Kindern gibt es nur wenige Daten. In einer aktuellen Arbeit wurde bei von 368 Kindern mit Asthma, allergischer Rhinitis oder atopischer Dermatitis eine Sensibilisierungsrate von 37 % nachgewiesen. Dabei lag die Sensibilisierungsrate bei Kindern, die in ländlichen Gebieten lebten, im Vergleich zu Kindern aus Großstädten deutlich höher (58 % versus 17 %) [34].

Schimmelpilze

Schimmelpilze kommen weltweit ubiquitär in der Natur vor und können besonders gut bei feuchter Wärme gedeihen. Allergische

Steckbrief

Heumilben



Mehlmilbe



Vergrößerung einer Mehlmilbe

Vorratsmilbe**Familie:** Acaridae**Verbreitung:** Europa**Relevante Arten:** Pflaumen-/Heumilbe (*Lepidoglyphus destructor*), Mehlmilbe (*Acarus siro*), Haus-/Möbelmilbe (*Glycyphagus domesticus*), Modermilbe (*Tyrophagus putrescentiae*)**Vorkommen:** Heu-, Stroh- und Tierfutterlager, verpacktes Mehl**Majorallergene:** u.a. Lep d 2,

Lep d 10 (kreuzreakтив mit Krustentieren)

Pricklösung in D verfügbar ✓*
(eingeschränkt)

NPT-Lösung in D verfügbar ✗*

AIT-Lösung in D verfügbar ✓
(Indikation nur in Einzelfällen)

* Zu beachten ist, dass sich Verfügbarkeit bzw. Lieferengpässe der Pricktest- und NPT-Lösungen (NPT: nasale Provokation) ändern können. Eine recht aktuelle Orientierung bietet der AeDa unter [↗ https://aedate.de/tabelle-seltene-allergene/](https://aedate.de/tabelle-seltene-allergene/). Bei Unklarheiten ist auch bei den Herstellerfirmen nachzufragen.

Steckbrief

Aspergillus fumigatus



Alternaria/Cladosporium



Penicillium notatum

Schimmelpilze

Familie: Aspergillaceae (*Aspergillus* und *Penicillium*), Pleosporaceae (*Alternaria alternata*) und Davidiellaceae (*Cladosporium herbarum*)

Verbreitung: ubiquitär

Relevante Arten: *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium notatum*

Vorkommen: Gräser, Getreide, Pflanzenreste, Boden

Sporensaison: Juli und August (für *Cladosporium* und *Alternaria*)

Majorallergen: Alt a 1; Asp f 1, Asp f 3 (kein dominantes Majorallergen für *Cladosporium* oder *Penicillium*)

Pricklösung in D verfügbar ✓*
(für *Alternaria alternata*)

NPT-Lösung in D verfügbar ✓*
(für *Alternaria alternata* und *Cladosporium herbarum*)

AIT-Lösung in D verfügbar ✓
(nur sinnvoll für *Alternaria alternata*)

der für die Diagnostik verwendeten Extrakte dar. In Europa besteht eine Prävalenz von 5 %, in einigen mediterranen Ländern (Spanien, Griechenland) bis zu 20 % [52]. In einer aufwendigen Untersuchung zeigte sich eine Sensibilisierung in der Allgemeinbevölkerung in den USA für *Alternaria alternata* von 17 %, für *Aspergillus fumigatus* von 14 %, für *Cladosporium herbarum* von 11 % und für *Penicillium chrysogenum* von 11 % [35]. In einer retrospektiven Analyse mit 207 Kindern (1–17 Jahre) war bei Patientinnen und Patienten mit persistierendem Asthma *Alternaria alternata* mit 17 % das häufigste Allergen, gegen das Kinder sensibilisiert waren [37]. Eine Monosensibilisierung mit *Alternaria alternata* ist sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen selten und die polyvalente Sensibilisierung sowie die zeitliche Überlappung der klinischen Symptomatik mit Gräserpollen führt dazu, dass die *Alternaria alternata*-Allergie oft unterdiagnostiziert bleibt.

© AdobeStock evergenia (1), Henri Koskinen (2), sinhyu (3)

Reaktionen vom Typ I, Typ III und Typ IV (oder nach EAACI Typ I, IVa, b und V) sind möglich, wobei vor allem Inhalationsallergien im Außenbereich relevant sind. Beeinträchtigungen in Innenräumen sind selten allergisch bedingt, sondern vor allem irritativ-toxisch. Das Vorkommen weist starke regionale Unterschiede auf. Die häufigsten Genera der Schimmelpilze sind *Alternaria alternata*, *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium herbarum* und *Penicillium*. Die größte klinische Bedeutung kommt *Alternaria alternata* zu, welcher Gräser und Getreide kolonisiert und auch auf den absterbenden Pflanzen persistiert. Die Sporen der Pilze sind vor allem im Sommer (Juli und August) in der Luft im Außenbereich präsent, können aber auch in feuchten Räumen vorkommen, wo dann andere Schimmelpilze dominieren.

Eine frühe Sensibilisierung mit *Alternaria alternata* im Kindesalter stellt einen Risikofaktor für Asthma-Exazerbationen und die Entwicklung eines schweren Asthmas dar [27]. Die Prävalenz der Sensibilisierung

gegenüber *Alternaria alternata* variiert deutlich von Land zu Land. Die großen Unterschiede in den veröffentlichten Daten zur Prävalenz von *Alternaria alternata* machen es sehr schwierig, die tatsächliche Prävalenz einer Sensibilisierung gegenüber diesem Allergen zu ermitteln. Ein Problem stellt auch die fehlende Standardisierung

Bei der weltweiten Verbreitung der *Alternaria alternata*-Sporen und Zunahme der Sensibilisierung spielt der Klimawandel eine wichtige Rolle. In einer aktuellen Arbeit konnte gezeigt werden, dass durch den Klimawandel und durch akute Temperaturstürze entstehende Stürme bei Gewittern

Steckbrief

Katze



Hund



Fell einer Katze

Katzen und Hunde

Familie: Felidae bzw. Canidae

Verbreitung: In Deutschland
16 Mio. Katzen und knapp
11 Mio. Hunde als Haustiere

Majorallergene: Fel d 1 bzw. Can f 1, Can f 2, Can f 5

Pricklösung in D verfügbar ✓*

NPT-Lösung in D verfügbar ✓*

AIT-Lösung in D verfügbar ✓
(Indikation nur in Einzelfällen)

zu weiterer Verwirbelung der Sporen führen und dadurch die Getreidefelder mit *Alternaria-alternata*-Sporen infiziert werden [31]. Eine weitere Erklärung für die hohen Sensibilisierungsraten gegen *Alternaria alternata* ist die orale Aufnahme der *Alternaria alternata*-Sporen über infizierte Kiwis [31].

Zu beachten ist, dass in der Sensibilisierungsdiagnostik im sx1-Screening *Alternaria alternata* nicht enthalten ist. Zur Diagnosesicherung einer *Alternaria*-Allergie eignet sich neben der Haut-Prick-Testung die Bestimmung des sIgE gegen das Majorallergen Alt a 1 und schließlich die spezifische nasale Provokation mit *Alternaria alternata*-Extrakt. Für *Cladosporium herbarum* gibt es kein dominierendes Majorallergen, eine NPT-Lösung ist verfügbar.

Katzen und Hunde

Weltweit gehören Hunde und Katzen zu den wichtigsten und am weitesten verbreiteten Haustieren, so auch in Deutschland. Hierzulande leben ca. 16 Millionen Katzen in 26 % der Haushalte und 10,7 Millionen Hunde in 21 % der Haushalte [42]. In den USA liegt bei 6-jährigen Kindern die Sensibilisierung gegen Katzenhaare bei 12 % und diejenige gegen Hundehaare bei 12 % [39]. Laut KiGGS-Studie ist die Sensibilisierung gegen Katzenhaare bei Kindern in Deutschland mit 8–9 % die dritthäufigste Sensibilisierung überhaupt, nach Hausstaubmilben und Gräserpollen [29]. Diese richtet sich bei Katzen zu circa 90 % gegen das Majorallergen Fel d 1 [33], bei Hunden existieren mehrere Majorallergene. Es ist nicht eindeutig belegt, wie viele der sensibilisierten Kinder tatsächlich eine klinisch relevante Allergie entwickeln.

Tierhaarallergene wie Hautschuppen und Speichelproteine binden sich leicht an Haare, Kleidung und Textilien, was ihre weiträumige Verbreitung begünstigt, auch in tier-

freien Umgebungen. Daher lassen sich in öffentlichen Einrichtungen wie KiTas, Schulen, Hotels, Kinos oder Verkehrsmitteln häufig Allergene von Katzen nachweisen. Selbst nach Entfernung des Tieres können Allergene in Innenräumen über längere Zeit nachweisbar bleiben. Alle Katzen und Hunde setzen Allergene frei, unabhängig von Alter, Geschlecht, Rasse oder Haarlänge.

Herausfordernde Diagnostik

Die Diagnosestellung einer Allergie durch seltene Allergene ist durch die geringe Verfügbarkeit von NPT-Lösungen erschwert. Für die von manchen Klinikern praktizierte Durchführung einer NPT mit Prick-Test-Lösungen in 1/10 Verdünnung fehlt die Evidenz, zudem sind irritative Reaktionen möglich, denkbar ist jedoch der Ausschluss einer Allergie bei negativem Ergebnis. Daher muss sich die Diagnosestellung einer seltenen Allergie vor allem auf die Symptomatik, ggf. mittels Symptomtagebuch, die dazu passende Sensibilisierungs-Diagnostik sowie ggf. auf ein unzureichendes Therapieansprechen auf eine AIT mit häufigeren Allergenen im gleichen Symptom-Zeitraum stützen. Die Verfügbarkeit von Prick-Test-Lösungen und NPT-Lösungen ist in verschiedenen Ländern unterschiedlich. Die direkte Nachfrage bei den Herstellern ist manchmal sinnvoll und erforderlich. Für Deutschland bietet die regelmäßig aktualisierte Webseite des Ärzteverbands Deutscher Allergologen (AeDA) Informationen über lieferbare Allergen-Präparate, einschließlich subkutaner (SCIT) und sublingualer (SLIT) Therapiepräparate, aber auch über verfügbare Prick- und NPT-Lösungen. Diese findet sich auf der Website des AeDA [5].

Die Komponentendiagnostik mit Bestimmung von spezifischen IgE (sIgE) gegen

Majorallergene kann in vielen Fällen bei der Diagnosestellung einer seltenen Allergie unterstützen. Auch wenn manche Komponenten nicht einzeln bestimmbar, sondern nur in multiplexen Plattformen enthalten sind (wie z.B. Fra e 1 der Esche, gute Ausweichmöglichkeit ist hier das sIgE gegen Ole e 1 der Olive), wird eine Anamnese- und symptomorientierte Diagnostik mit der gezielten Bestimmung des sIgE gegen einzelne Komponenten empfohlen.

Identifizierung von pflanzlichen Aeroallergenen

I Symptomtagebuch: Vorlage z. B. Deutscher Allergie- und Asthmabund (DAAB) [16]; App-basiert (Pollen+, MASK-air; Husteblume)

I Nutzung von Pollenflug-Kalendern, z. B. vom DWD [17] oder ZAUM [55]

I Nutzung von Pflanzenbestimmungs-Apps, z. B. Flora Incognita, kostenlos, werbefrei, hohe Spezialisierung und gute Datenschutz/Offline-Funktionen

AIT mit seltenen Allergenen

Seltene Therapieallergene im Sinne der TAV gelten als Individualrezepturen nach § 21 Arzneimittelgesetz (AMG) und benötigen keine Zulassung (Tab. 1). Diese Fertigprodukte unterliegen einer Chargenkontrolle beim Paul-Ehrlich-Institut. AIT-Individualrezepturen dürfen nicht mit TAV-Allergenen gemischt werden. Voraussetzung für eine AIT ist eine möglichst sichere Diagnosestellung, gekennzeichnet durch eine klinisch relevante allergische Rhinitis/Rhinokonjunktivitis und/oder allergisches Asthma mit dem Nachweis einer korrespondierenden, klinisch relevanten Sensibilisierung sowie Symptomen trotz symptomatischer Therapie, bei nicht durchführbaren oder nicht

* Zu beachten ist, dass sich Verfügbarkeit bzw. Lieferengpässe der Pricktest- und NPT-Lösungen (NPT: nasale Provokation) ändern können. Eine recht aktuelle Orientierung bietet der AeDa unter [↗ https://aedda.de/tabelle-seltene-allergene/](https://aedda.de/tabelle-seltene-allergene/). Bei Unklarheiten ist auch bei den Herstellerfirmen nachzufragen.

Tabelle 1. Beispiele für aktuell als Fertigprodukte erhältliche Individualrezepturen zur AIT mit Allergengruppen, für welche die in Deutschland geltende Therapieallergene-Verordnung (TAV) keine Gültigkeit besitzt

Allergengruppen	Beispiele für Allergenquellen	Nomenklatur (Spezies, Beispiele)
Alle Kräuterpollen	Beifuß	Artemisia vulgaris
	Traubenkraut (Ragweed)	Ambrosia artemisiifolia
	Wegerich	Plantago lanceolata
	Glaskraut	Parietaria officinalis
Andere Baumpollen	Esche	Fraxinus excelsior
	Olivenbaum	Olea europaea
	Zeder	Juniperus ashei
	Zypresse	Cupressus sempervirens
Maispollen	Mais	Zea mays
Tierallergene	Katze	Felis domesticus
	Hund	Canis familiaris
	Pferd	Equus caballus
	Rind	Bos domesticus
Hausstaubmilben	Euroglyphus	Euroglyphus maynei
	Blomia	Blomia tropicalis
Vorratsmilben	Mehlmilbe	Acarus siro
	Pflaumenmilbe	Lepidoglyphus destructor
	Modermilbe	Tyrophagus putrescentiae
	Hausmilbe	Glycophagus domesticus
Schimmelpilze	Alternaria	Alternaria alternata
	Cladosporium	Cladosporium herbarum
	Aspergillus	Aspergillus fumigatus
	Penicillium	Penicillium chrysogenum
Insekten (außer Bienen und Wespen)	Gemeine Küchenschabe	Blatta orientalis
	Deutsche Küchenschabe	Blattella germanica
	Amerikanische Küchen-schabe	Periplaneta americana
Nahrungsmittel	Erdnuss	Arachis hypogaea

ausreichend effektiven Maßnahmen einer Allergenkarenz.

Esche und Olive

Zur AIT mit **Ölbaumgewächsen** (Esche, Olive) bei Kindern gibt es nur wenige Daten und nur vereinzelte Studien. In einer aktuellen retrospektiven *Real life*-Studie aus Spanien wurde bei 77 Kindern eine SCIT mit einer Graspollen- und Olea europa-Mixtur hinsichtlich Effektivität und Sicherheit untersucht. Nach 3 Jahren SCIT kam es zu einer signifikanten Verbesserung der Symptome und zu einer Abnahme des Medikamentenverbrauchs. Zudem wurde nach Abschluss der Behandlung ein signifikanter Rückgang der spezifischen IgE-Werte für Gräser und für Olea europaea beobachtet [44]. In einer weiteren Arbeit aus Jordanien, in der überwiegend erwachsene und nur wenige Kinder und Jugendliche (insgesamt 86 Patientinnen und Patienten) mit allergischem Asthma eingeschlossen waren, wurde eine SLIT mit Olivenpollenextrakt untersucht. Dabei konnten ein deutlicher Rückgang des Medikamentenverbrauchs und eine Verbeserung der Asthmasymptome sowie eine gute Verträglichkeit nachgewiesen werden [3]. Auch in Deutschland sind Oliven- und Eschenpräparate sowohl für eine SCIT und als auch für eine SLIT verfügbar.

Kräuterpollen

Hinsichtlich einer AIT existieren besonders für die SLIT mit **Ambrosia** (Ragweed) mehrere Studien, welche die Wirksamkeit und Verträglichkeit auch bei Kindern zeigten und zur Zulassung einer SLIT ab dem Alter von 5 Jahren führten. Zur SCIT mit Ragweed bei Kindern gibt es keine Daten, SCIT-Präparate sind jedoch als Individualrezepturen verfügbar. Aufgrund der Datenlage empfiehlt die S2k-Leitlinie AIT bei Kindern mit Ragweed-Allergie eine AIT in Form einer SLIT [45]. Ein aktueller Review von Phase-3-Studien bestätigte die Wirksamkeit und Sicherheit einer SLIT bei Kindern mit u.a. Ragweed [12].

Es gibt nur vereinzelte Arbeiten zur AIT bei **Beifuß**-Allergie (Mugwort), z.B. aus China. So konnten die Wirksamkeit und Sicherheit der Beifuß-SLIT in einer Studie, die 57 Kinder einschloss und in einer zweiten Studie, in der 75 Kinder und Erwachsene eingeschlossen wurden, gezeigt werden [22, 50]. Dänische Registerdaten von 2024 zeigten bei allergischer Rhinitis (auch bei Kindern) nach einer Beifuß-AIT in den ersten 5 Jahren einen geringeren Bedarf an nasalen Kortikosteroiden [6]. Somit kann bei klinisch relevanter Allergie im Einzelfall eine Beifuß-SCIT oder -SLIT erwogen werden. Neben Individualrezepturen sind vor Jahren zugelassene Fertigarzneimittel mit Beifuß-Präparaten verfügbar, welche jedoch kaum noch lieferbar sind.

Zur Therapie mit den Allergenen Brennnessel, Wegerich und Zypresse waren bei der Recherche keine systematischen Untersuchungen zu identifizieren.

Vorratsmilben

Zur AIT bei Vorratsmilben-Allergien liegen nur wenige Untersuchungen vor. In einer Placebo-kontrollierten nicht randomisierten Studie an 35 Patientinnen und Patienten mit Sensibilisierung gegen *Lepidoglyphus destructor* konnte im Rahmen einer SCIT eine signifikante Verbesserung von Medikations-Scores, eine Abnahme der Prick-Test-Reaktivität, der Hyperreaktivität im Metacholintest und eine Abnahme der Sputum-Eosinophilie bei guter Verträglichkeit gezeigt werden [4]. Eine weitere Untersuchung konnte bei Erwachsenen (SCIT) einen Rückgang der nasalen Reaktivität und Symptom-Scores zeigen [7]. Spezifische Daten für Kinder liegen hierzu nicht vor. Da nur eine geringe Kreuzreaktivität mit *D. pteronyssinus* und *D. farinae* besteht, sollte bei entsprechendem Verdacht auf eine Vorratsmilbenallergie auf eine Sensibilisierung gegen Vorratsmilben getestet werden. Bei nur sehr begrenzter Evidenz für eine Vorratsmilben-SCIT und fehlender Evidenz für

eine SLIT sowie dem Fehlen von NPT-Lösungen hierzulande zum Beweis einer relevanten Allergie ist die Indikation für eine AIT nur in Einzelfällen zu stellen. Hervorzuheben ist, dass eine AIT gegen Hausstaubmilben nicht wirksam gegen Vorratsmilben ist. Für Vorratsmilben-AIT sind SCIT- und SLIT-Präparate verfügbar (siehe auch [13]).

Schimmelpilze

Für die saisonalen Outdoor-Schimmelpilze *Alternaria alternata* und *Cladosporium herbarum* liegen wenige methodisch gute Daten für Kinder vor. Die wenigen vorhanden Daten belegen allerdings für *Alternaria alternata* die Wirksamkeit und Sicherheit einer SLIT und einer SCIT, sodass eine AIT bei klinisch relevanter Allergie nach strenger Indikationsstellung sinnvoll ist. SCIT und SLIT-Präparate, einschließlich eines Alt a 1-Allergoids, sind verfügbar, wenn auch nicht immer lieferbar. Für *Cladosporium* liegen deutlich weniger Daten vor, die zudem bei Kindern nicht kongruent eine gute Wirksamkeit nachweisen. Da für eine *Cladosporium*-AIT neben einer spärlichen Datenlage auch mehr Nebenwirkungen beschrieben sind, ist eine AIT-Indikation nur sehr zurückhaltend zu stellen.

Für Indoor-Schimmelpilze, wie *Aspergillus* und *Penicillium sp.*, ist bei sehr begrenzter Datenlage eine AIT aktuell nicht sinnvoll, hier steht die Sanierung der Innenräume im Vordergrund. Es befinden sich weitere Präparate zur AIT von Schimmelpilzallergien in Entwicklung, die keine nativen Schimmelpilzallergene, sondern rekombinante Allergene und Allergoide oder artifizielle Peptide verwenden (vgl. [25, 45]).

Katzen und Hunde

Zur AIT einer Katzenhaarallergie stehen Präparate als Individualrezepturen sowohl zur SCIT als auch zur SLIT zur Verfügung. Für beide Applikationsformen konnte eine klinische Wirksamkeit in Studien mit einer gerin- gen Probandenzahl gezeigt werden und einige Präparate befinden sich auf dem Markt.

Eine individuelle Beurteilung der Nebenwirkungsrate bei Kindern ist aufgrund der spärlichen Daten nicht möglich. Anekdotisch wird von schwereren Nebenwirkungen berichtet und es wird empfohlen, bei Durchführung einer AIT mit Katzenallergenen auf eine gute Kontrolle eines bestehenden Asthmas zu achten [15, 18, 49]. In den europäischen Leitlinien wird eine AIT mit Katzenallergenen daher nur nach Abwägung im Einzelfall bei objektiv durchgeführten Karenzmaßnahmen empfohlen [15, 19, 20, 54].

Zur AIT einer Hundehaarallergie stehen Präparate zur SCIT zur Verfügung. Die vorliegenden Untersuchungen (drei ältere randomisierte kontrollierte Studien für SCIT, eine Übersicht) sind aufgrund heterogener Allergene und differenter Dosierungen sowie unterschiedlicher Endpunkte nicht gut vergleichbar. Diese an Kindern und Erwachsenen durchgeführten Untersuchungen zeigten im Hinblick auf den Endpunkt „Verbesserung einer allergischen Rhinitis“ keine statistisch signifikanten Ergebnisse [38, 40, 53]. Eine neuere unkontrollierte Untersuchung an wenigen Erwachsenen zeigte eine Verbesserung des Symptom-Scores bei allergischer Rhinitis und eine Verbesserung von Scores, die die Lebensqualität erfassen. Vorliegende Daten dokumentieren relativ hohe Raten an unerwünschten Wirkungen bei AIT (SCIT) mit Tierallergenen (Übersicht bei [42]). Eine AIT bei Hundehaarallergie kann aufgrund der spärlichen Datenlage im Einzelfall nach Aufklärung über die nicht eindeutige Datenlage mit SCIT-Präparaten erwogen werden.

Zusammenfassend ist aufgrund der vorliegenden spärlichen Daten zu Effektivität und Sicherheit einer AIT bei Katzen- oder Hundehaarallergie, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen, eine allgemeine Aussage zu den Erfolgsaussichten nicht möglich. Eine AIT bei Katzenhaarallergie kann im Einzelfall bei Patientinnen und Patienten mit schwerer Allergie, die durch

Allergenkarenz und Pharmakotherapie nur unzureichend behandelt ist, und bei Sensibilisierung gegen Fel d 1 erwogen werden.

Zusammenfassung

Selten bedeutet laut Duden „in kleiner Zahl (vorkommend, vorhanden)“. Das Adjektiv „selten“ ist in der Medizin nicht nur bezogen auf Krankheiten, sondern auch in der Allergologie irreführend. Denn die im Text beschriebene Prävalenzen belegen, dass selten doch nicht immer selten ist. Seltene Aeroallergene im Sinne der TAV sind ein oft unterschätztes Problem in der Allergologie, seltene Allergene sollten also nicht übersehen werden. Ein Symptomtagebuch und Pflanzenbestimmungs- sowie Pollenflugkalender-Apps sind hilfreich für die Erhöhung der Verdachtsdiagnose einer Allergie gegen ein seltenes Allergen im Sinne der TAV. Eine gezielte Diagnostik und eine individuelle

Therapieentscheidung sind essenziell und sollten häufiger als bisher in der Praxis im Allgemeinen üblich in Betracht gezogen werden. Während für einige Allergene (z.B. Olive, Ragweed, *Alternaria alternata*) eine Wirksamkeit der AIT gezeigt werden konnte, fehlen für andere (z.B. Brennnessel, Wegerich, Zypressen) systematische Untersuchungen. Auch

wenn der Beweis einer Allergie aufgrund von meist fehlenden NPT-Lösungen schwierig ist, ist eine AIT bei passender Klinik und Sensibilisierung sowie fehlendem Ansprechen auf symptomatische Therapie auch bei seltenen Allergien sinnvoll, vor allem bei fehlendem Ansprechen auf eine AIT gegen häufige Allergene in demselben Symptomzeitraum.

Burak Uslu
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden Fetscherstraße 74 01307 Dresden burak.uslu@ukdd.de

Priv.-Doz. Dr. med. Tobias Ankermann
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin Städtisches Krankenhaus Kiel gGmbH Chemnitzstraße 33 24116 Kiel ankermann@pediatrics.uni-kiel.de

Interessenkonflikte:

Burak Uslu hat Honorare für eine Autorentätigkeit von Allergopharma erhalten.
Tobias Ankermann hat für Vortragstätigkeiten und Publikationen Honorare von folgenden Firmen und Institutionen erhalten: Abbvie, Aimimmune, Allergopharma, ALK, Apotheker Kammer Schleswig-Holstein, AstraZeneca, Chiesi, Engelhardt, Infectopharm, Klinikum Oldenburg, Novartis, Nutricia, RG Gesellschaft für Information und Organisation mbH, Sanofi, streamedup! GmbH. Er ist Mitglied im Advisory Board (*Tiotropiumbromid*) bei Boehringer Ingelheim und im Safety Board für pädiatrische SCIT-Studien der Firma Allergopharma.

Literatur

- 1 Akdemir C, Soyucen E. Sensitization of children to storage mites in Kutahya, Turkey. Korean J Parasitol 2009; 47: 387–91
- 2 Aksakal S, Arslan NG. Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) is the most important seasonal allergen in the Black Sea Region. Allergol Immunopathol 2025; 53: 30–5
- 3 Al-Asad K, Al-Nazer S, Al-Faqih A, Hashem MJ. Evaluation of a sublingual immunotherapy solution in olive-induced respiratory allergy in Jordan: a retrospective observational study. J Asthma Allergy 2017; 10: 23–30
- 4 Armentia-Medina A, Tapia JA, Martín JF, Ventas P, Fernández A. Immunotherapy with the storage mite *lepidoglyphus destructor*. Allergol Immunopathol 1995; 23: 211–23
- 5 Ärzteverband deutscher Allergologen e.V. (AeDA). Tabelle Seltene Allergene. Verfügbar unter: <https://aeda.de/tabelle-seltene-allergene/>; aufgerufen am 27.11.2025
- 6 Bager P, Poulsen G, Wohlfahrt J, Melbye M. The effectiveness of pollen allergen immunotherapy on allergic rhinitis over 18 years: A national cohort study in Denmark. Europ J Allergy Clin Immunol 2024; 79(4): 1028–41
- 7 Becker K, Sperl A, Bardenhewer C et al. (Allergen-) spezifische Immuntherapie bei Rhinitis allergica auf Vorratsmilben. Allergologie 2017; 40: 185–95
- 8 Berezhanskiy PV, Mahmoudzeh A, Fakhri Y. Pollen exposure and allergy risk: a systematic review and meta-analysis. Int J Environ Health Res 2025; July 23: 1–15
- 9 Buters J, Alberternst B, Nawrath S et al. Ambrosia artemisiifolia (ragweed) in Germany – current presence, allergological relevance and containment procedures. Allergo J Int 2015; 24: 108–20
- 10 Castillo Marchuet MJ, Luengo O, Cardona V. Cypress Pollen Allergy in a Mediterranean Area. J Invest Allergol Clin Immunol 2020; 30: 67
- 11 Cheng ZL, Ma TT, Gao ZS, Ming WH, Yang MR, Wang XY. Global Ragweed Allergy: Molecular Allergens and Integrated Control Strategies. J Asthma Allergy 2025; 18: 403–16
- 12 Csonka P, Hamelmann E, Turkalj M, Roberts G, Mack DP. SQ sublingual immunotherapy tablets for children with allergic rhinitis: A review of phase three trials. Acta paediatrica (Oslo, Norway: 1992) 2024; 113: 1209–20
- 13 Cuevas M, Polk M-L, Becker S et al. Rhinitis allergica bei Vorratsmilbenallergie. Positionspapier des Ärzteverbandes Deutscher Allergologen (AeDA) und der Deutschen Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie (DGHNO-KHC). Allergo J Int 2022; 31: 59–68
- 14 D'Amato G, Cecchi L, Bonini S et al. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. Allergy 2007; 62: 976–90
- 15 Dávila I, Domínguez-Ortega J, Navarro-Pulido A et al. Consensus document on dog and cat allergy. Allergy 2018; 73: 1206–22
- 16 Deutscher Allergie- und Asthmabund (DAAB). Mein Allergie-Tagebuch. Verfügbar unter: https://www.daab.de/fileadmin/images/allergien/pdf/Allergietagebuch_DAAB_.pdf.pdf; abgerufen am 4.12.2025
- 17 Deutscher Wetterdienst. Pollenflug-Gefahrenindex. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/gefahrenindizespollen/gefahrenindexpollen.html>; aufgerufen am 4.12.2025
- 18 Dhami S, Agarwal A. Does evidence support the use of cat allergen immunotherapy? Curr Opin Allergy Clin Immunol 2018; 18: 350–5
- 19 Dhami S, Kakourou A, Asamoah F et al. Allergen immunotherapy for allergic asthma: A systematic review and meta-analysis. Allergy 2017; 72: 1825–48
- 20 Dhami S, Nurmatov U, Arasi S et al. Allergen immunotherapy for allergic rhinoconjunctivitis: A systematic review and meta-analysis. Allergy 2017; 72: 1597–631
- 21 Duman Senol H, Topyildiz E, Ekici B, Gulen F, Demir E. Effectiveness and adverse reactions to subcutaneous immunotherapy in children with allergic rhinitis/asthma. Int J Ped Otorhinolaryngology 2022; 162: 111292
- 22 Feng Y, Zhao Y, Hu HX et al. Artemisia annua sublingual immunotherapy in pediatric patients with seasonal allergic rhinoconjunctivitis: Comparison to adult patients. Asia Pacific Allergy 2025; 15: 82–8

- 23** Frątczak A, Stein EM, Kasprowicz-Małuski A, Grewling Ł. Developmental and quantitative expression profile of the six pollen allergens of mugwort (*Artemisia vulgaris* L.). *BMC plant biology* 2025; 25: 805
- 24** Gabrio T, Alberternst B, Böhme M et al. Sensibilisierung gegenüber Allergenen von Ambrosia artemisiifolia in Baden-Württemberg. *Umweltmed Forsch Prax* 2010; 15 (1): 15–22
- 25** Gazi U, Bahceciler NN. Immunotherapy against environmental fungi causing respiratory allergy. *J Mycol Med* 2024; 34: 101517
- 26** Guan K, Zhu W, Sha L et al. Prevalence of Sensitization to Aeroallergens in Greater Beijing Region Children With Respiratory Allergy. *Frontiers in Pediatrics* 2022; 10: 848357
- 27** Gupta A, Singh M, Chakrabarti A, Mathew JL, Rawat A. Correlation between fungal sensitisation in childhood persistent asthma and disease severity. *Mycoses* 2018; 61: 195–200
- 28** Haftenberger M, Laußmann D, Ellert U et al. Prävalenz von Sensibilisierungen gegen Inhalations- und Nahrungsmittelallergene: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 2013; 56: 687–97
- 29** Haftenberger M, Laußmann D, Scheidt-Nave C. Abschlussbericht. Allergie- und Sensibilisierungsmonitoring im Rahmen der nationalen Gesundheitssurveys des Robert Koch-Instituts (RKI) zur Einschätzung der Allergiegefährdung der erwachsenen Bevölkerung. Robert-Koch-Institut. 2012
- 30** Hemmer W, Focke M, Wantke F et al. Ash (*Fraxinus excelsior*)-pollen allergy in central Europe: specific role of pollen panallergens and the major allergen of ash pollen. *Fra e 1. Allergy* 2000; 55: 923–30
- 31** Hernandez-Ramirez G, Barber D, Tome-Amat J, Gárrido-Arandia M, Diaz-Perales A. Alternaria as an Inducer of Allergic Sensitization. *J Fungi (Basel)* 2021; 7(10): 838
- 32** Höflich C, Balakirski G, Hajdu Z et al. Management of patients with seasonal allergic rhinitis: Diagnostic consideration of sensitization to non-frequent pollen allergens. *Clin Transl Allergy* 2021; 11(8): e12058
- 33** Jensen-Jarolim E, Jensen SA, Bergmann KC. Allergy to the cat – from diagnosis to management. *Allergo J Int* 2023; 32: 130–137
- 34** Kaya MA, Kocacik Uygun DF, Celik E, Bingol A, Bingol A. The Role of Climate and Residency in Storage Mite Sensitivity among Children with Allergic Diseases in the Mediterranean Region. *Internat Arch Allergy Immunol* 2025; 186: 824–32
- 35** Kwong K, Robinson M, Sullivan A, Letovsky S, Liu AH, Valcour A. Fungal allergen sensitization: Prevalence, risk factors, and geographic variation in the United States. *J Allergy Clin Immunol* 2023; 152: 1658–68
- 36** Laußmann D, Haftenberger M, Thamm M. Die Häufigkeit von Sensibilisierungen gegen Allergene von Beifuß und Ambrosia. Ergebnisse der Studie des Robert Koch-Instituts zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *UMID* 2014; 2: 96–101
- 37** Lehmann S, Sprünken A, Wagner N, Tenbrock K, Ott H. Clinical relevance of IgE-mediated sensitization against the mould *Alternaria alternata* in children with asthma. *Ther Advan Respir Dis* 2017; 11: 30–9
- 38** Lent AM, Harbeck R, Strand M et al. Immunologic response to administration of standardized dog allergen extract at differing doses. *J Allergy Clin Immunol* 2006; 118: 1249–56
- 39** Liccardi G, Martini M, Bilò MB et al. A narrative review on allergy and exposure to domestic and non-domestic animals: favorable and unfavorable effects. *Europ Annals Allergy Clin Immunol* 2025; 57: 99–106
- 40** Lilja G, Sundin B, Graff-Lonnevig V et al. Immunotherapy with cat- and dog-dander extracts. IV. Effects of 2 years of treatment. *J Allergy Clin Immunol* 1989; 83: 37–44
- 41** Mahler V. Seltene Allergene in der Immuntherapie. Neue regulatorische Entwicklungen. *Pädiatr Allergol* 2021; 2: 20–27
- 42** Mühlmeier G, Polk ML, Tisch M, Cuevas M. Allergen immunotherapy for rare allergens. *HNO* 2024; 72: 626–32
- 43** Osada T, Okano M. Japanese cedar and cypress pollinosis updated: New allergens, cross-reactivity, and treatment. *Allergol Int* 2021; 70(3): 281–290
- 44** Pérez Montero A, Sanz-Rosa D, Carnés J. Retrospective, Real Life Study on the Effectiveness and Safety of a Depigmented-Polymerized Subcutaneous Vaccine Containing a Mixture of Grasses and *Olea europaea*. *Internat Archives Allergy Immunol* 2025; 186: 23–30
- 45** Pfaar O, Ankermann T, Augustin M et al. Guideline on allergen immunotherapy in IgE-mediated allergic diseases. *Allergologie select* 2022; 6: 167–232
- 46** Poncet P, Senechal H, Clement G et al. Evaluation of ash pollen sensitization pattern using proteomic approach with individual sera from allergic patients. *Allergy* 2010; 65: 571–80
- 47** Rottem M, Noujedat M, Awni Y. Sensitizations to aero-allergens in Israel: Prevalences and profiles. *Allergol Immunopathol* 2025; 53(4): 101–11
- 48** Smith AM, Benjamin DC, Hozic N et al. The molecular basis of antigenic cross-reactivity between the group 2 mite allergens. *J Allergy Clin Immunol* 2001; 107: 977–84
- 49** Sparkes AH. Human allergy to cats: A review for veterinarians on prevalence, causes, symptoms and control. *J Feline Med Surg* 2022; 24(1): 31–42
- 50** Tang L, Wang P, Yang X et al. *Artemisia annua* sublingual immunotherapy in children with seasonal allergic rhinitis. *Allergy* 2024; 79: 1376–9
- 51** Thomas WR. House Dust Mite Allergens: New Discoveries and Relevance to the Allergic Patient. *Curr Allergy Asthma Rep* 2016; 16: 69
- 52** Twaroch TE, Curin M, Valenta R, Swoboda I. Mold allergens in respiratory allergy: from structure to therapy. *Allergy, Asthma & Immunol Res* 2015; 7: 205–20
- 53** Valovirta E, Viander M, Koivikko A, Vanto T, Ingeman L. Immunotherapy in allergy to dog. Immunologic and clinical findings of a double-blind study. *Annals of Allergy* 1986; 57: 173–9
- 54** Walker SM, Durham SR, Till SJ et al. Immunotherapy for allergic rhinitis. *Clin Exp Allergy* 2011; 41: 1177–200
- 55** Zentrum für Allergie und Umwelt (ZAUM). Verfügbar unter: <https://pollenscience.eu/aktuell/>; aufgerufen am 4.12.2025
- 56** Liccardi G, Martini M, Bilò MB et al. A narrative review on allergy and exposure to domestic and non-domestic animals: favorable and unfavorable effects. *Europ Annals Allergy Clin Immunol* 2025; 57: 99–106
- 57** Lilja G, Sundin B, Graff-Lonnevig V et al. Immunotherapy with cat- and dog-dander extracts. IV. Effects of 2 years of treatment. *J Allergy Clin Immunol* 1989; 83: 37–44
- 58** Mahler V. Seltene Allergene in der Immuntherapie. Neue regulatorische Entwicklungen. *Pädiatr Allergol* 2021; 2: 20–27
- 59** Mühlmeier G, Polk ML, Tisch M, Cuevas M. Allergen immunotherapy for rare allergens. *HNO* 2024; 72: 626–32
- 60** Osada T, Okano M. Japanese cedar and cypress pollinosis updated: New allergens, cross-reactivity, and treatment. *Allergol Int* 2021; 70(3): 281–290
- 61** Pérez Montero A, Sanz-Rosa D, Carnés J. Retrospective, Real Life Study on the Effectiveness and Safety of a Depigmented-Polymerized Subcutaneous Vaccine Containing a Mixture of Grasses and *Olea europaea*. *Internat Archives Allergy Immunol* 2025; 186: 23–30
- 62** Pfaar O, Ankermann T, Augustin M et al. Guideline on allergen immunotherapy in IgE-mediated allergic diseases. *Allergologie select* 2022; 6: 167–232
- 63** Poncet P, Senechal H, Clement G et al. Evaluation of ash pollen sensitization pattern using proteomic approach with individual sera from allergic patients. *Allergy* 2010; 65: 571–80
- 64** Rottem M, Noujedat M, Awni Y. Sensitizations to aero-allergens in Israel: Prevalences and profiles. *Allergol Immunopathol* 2025; 53(4): 101–11
- 65** Smith AM, Benjamin DC, Hozic N et al. The molecular basis of antigenic cross-reactivity between the group 2 mite allergens. *J Allergy Clin Immunol* 2001; 107: 977–84
- 66** Sparkes AH. Human allergy to cats: A review for veterinarians on prevalence, causes, symptoms and control. *J Feline Med Surg* 2022; 24(1): 31–42
- 67** Tang L, Wang P, Yang X et al. *Artemisia annua* sublingual immunotherapy in children with seasonal allergic rhinitis. *Allergy* 2024; 79: 1376–9
- 68** Thomas WR. House Dust Mite Allergens: New Discoveries and Relevance to the Allergic Patient. *Curr Allergy Asthma Rep* 2016; 16: 69
- 69** Twaroch TE, Curin M, Valenta R, Swoboda I. Mold allergens in respiratory allergy: from structure to therapy. *Allergy, Asthma & Immunol Res* 2015; 7: 205–20
- 70** Valovirta E, Viander M, Koivikko A, Vanto T, Ingeman L. Immunotherapy in allergy to dog. Immunologic and clinical findings of a double-blind study. *Annals of Allergy* 1986; 57: 173–9
- 71** Walker SM, Durham SR, Till SJ et al. Immunotherapy for allergic rhinitis. *Clin Exp Allergy* 2011; 41: 1177–200
- 72** Zentrum für Allergie und Umwelt (ZAUM). Verfügbar unter: <https://pollenscience.eu/aktuell/>; aufgerufen am 4.12.2025