

Wilfried Diebschlag
Brunhilde Diebschlag

Hausstauballergien

Gesundheitliche und
hygienische Aspekte

2., überarbeitete und
erweiterte Auflage



Herbert Utz Verlag

Prof. Dr.med., Dr.-Ing.habil. Wilfried Diebschlag
Arzt für Arbeitsmedizin
Technische Universität München
Vorsitzender der Gesellsch. f. Gesundheit und Ernährung e.V. (gge)

Brunhilde Diebschlag
Arbeitsmedizinische Assistentin (AAm)

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist
bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich

Dieses Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne ausdrückliche Zustimmung des Verlages ist unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Satz, Grafiken und Umschlag: Herbert Utz
Druck und Bindung: drucken + binden gmbh, München

1. Auflage 1997

ISBN 3-89675-032-1 (broschiert)
ISBN 3-89675-033-X (Leinen)

© 2000 Herbert Utz Verlag, München

2. überarbeitete und erweiterte Auflage 2000

ISBN 3-89675-931-0 (broschiert)
ISBN 3-89675-932-9 (Halbleinen)

Vorwort zur 1. Auflage

»Die Gesundheit ist das höchste Gut des Menschen.« Jeder kennt diese Volksweisheit – und doch verstoßen viele tagtäglich weniger oder meist mehr gegen diese Maxime.

Gerade im Patienten-Arzt-Kontakt werden Beschwerden und Krankheiten von den Betroffenen immer wieder so dargestellt, als sei deren Auftreten etwas Unabänderliches. In jüngeren Jahren kaum, mit zunehmendem Lebensalter allerdings vermehrt, setzt sich bei vielen Menschen die Erkenntnis durch, dass die Vielfalt der Altersbeschwerden weitgehend eine Folge der persönlichen Verhaltens- und Gesundheitsdefizite in den davorliegenden Jahren und Jahrzehnten ist. Sehr oft kommt diese Einsicht allerdings (fast zu) spät, und von der kurativen Medizin wird dann trotzdem erwartet, dass sie das leistet, was einer präventivmedizinischen Gesundheitsvorsorge in jungen Jahren möglich gewesen wäre.

Allergische Beschwerden und Erkrankungen, akut oder chronisch, werden der Natur des Menschen entsprechend lieber einer genetischen Praedisposition und externen Einflüssen aus sog. globaler Umweltverschmutzung, der Berufssphäre, der Ernährung u. a. zugeschrieben als Versäumnissen im eigenen Haus-, Wohn- und Lebensbereich. *Hausstauballergien* sind dafür ein typisches Beispiel. Die starke Zunahme leistungsmindernder, behandlungsbedürftiger Allergien weltweit, besonders aber in den sogenannten Industrienationen, ist ein gesundheitliches sowie hygienisches Alarmsignal, das von vielen Medizinern, Krankenkassen, Politikern und anderen Verantwortlichen immer noch nicht genügend ernst genommen wird. Dabei gibt es insbesondere für die Haushaltsführung viele Möglichkeiten, allergische Sensibilisierungen oder den Ausbruch von Allergien bei den Familienmitgliedern zu vermeiden. Hausstaub- und Milbenallergien kommt in diesem Zusammenhang eine wesentlich größere Bedeutung zu, als familiär im Allgemeinen bekannt ist. Allgemeine Wohnraumsauberkeit im Gegensatz zur Wohnungsreinlichkeit im dermatologischen Sinne können aufgrund allergologischer Unkenntnis sehr wohl differieren und eine mehr medizinisch ausgerichtete Hygiene im Haushalt, insbesondere im Bettbereich der Kinder- und Elternschlafzimmer, erfordern. Durch die mehrstündige Belastung des Schläfers durch Milbenallergene reduziert sich die nächtliche Erholung aufgrund übermäßiger Belastung des Immunsystems und ist so mitbeteiligt am weit verbreiteten »Chronic Fatigue Syndrome« (Chronische Abgeschlagenheit), das dem

›Sick Building Syndrome‹ zugerechnet wird. *Allergologische Präventivmaßnahmen*, die schon im frühen Säuglingsalter in der Familie ansetzen, sind ein wesentlicher Beitrag, die bisher steigende Allergiehäufigkeit zu senken und damit auch Krankenkosten einzusparen.

Diesbezüglich muss die ärztlich-allergologische Beratung für Familie und Haushalt sowie gewerbliche Unternehmen verstärkt die Kenntnisse aus der jährlich neu erscheinenden ›MAK- und BAT-Werte-Liste – maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte‹, insbesondere über Allergene (Abschnitt IVc/1996) und Aerosole (Abschnitt V/1996) einbinden.

Für ihre unterstützende Mitwirkung sei Frau Dipl. oec. troph. B. Polz gedankt. Des Weiteren sagen wir Frau Apothekerin R. Wolf Dank für die kritische Durchsicht des Manuskripts und inhaltliche Ergänzungen sowie Herrn W. Bannert für die Unterstützung bei der Herausgabe des Buches. Nicht zuletzt möchten wir Herrn H. Utz, *Herbert Utz Verlag München*, unseren herzlichen Dank aussprechen für sein Engagement und Fachwissen, mit dem er uns bei der Edition dieses Buches zur Seite stand.

München, im Sommer 1997

Wilfried und Brunhilde Diebschlag

*Visionäre
sind die eigentlichen
Realisten.*

Vorwort zur 2. Auflage

Die 2. Auflage wurde eher notwendig als erwartet, da die Startauflage von 1997 schnell vergriffen war und die Nachfrage – insbesondere auch von Seiten der Arbeitsmedizin – unvermindert groß ist.

Bedeutame Ergänzungen erfolgten im

- Kapitel 2.2.4 *Allergische Krankheitsbilder und Symptome*, in dem verschiedene Bezüge zur Pneumologie hergestellt wurden;
- Kapitel 3.6.4 *Kreuzreaktivitäten*, das mit Informationen zum Oral Allergy Syndrome (OAS) und über rekombinante Allergene aktualisiert wurde;
- Kapitel 4.3.2.4 *Raum- und Luftreinigungsanlagen*, wo gerätetechnische Weiterentwicklungen (Delphin 2002®) und internationale, wissenschaftliche Gutachten mit experimentellen Wirksamkeitsnachweisen dem Allergiker gesicherte Therapie-unterstützende Maßnahmen im häuslichen Bereich aufzeigen;
- Kapitel 4.4.2.1 *Bettsanierung*, insbesondere auch zum Thema Zwischenbezüge (Encasings) für Matratze, Deckbett und Kopfkissen. Effektivität und Effizienz von Maßnahmen wurden beleuchtet.

Die *Literaturzitate* wurden um gut ein Drittel ergänzt und dabei auf Weiterentwicklungen bei broncho-allergischen Behandlungsmöglichkeiten hingewiesen.

Dem Wunsch der Leserschaft nach Mitteilung von Institutionen (Gesellschaften, Verbänden, Vereinen, ...), die im Einzelfall bei Allergien, Asthma sowie verschiedenen Atemwegs- und Lungenerkrankungen kontaktiert werden können, wurde gern Rechnung getragen.

Die Autoren hoffen, dass auch diese 2. Auflage dem Ziel gerecht wird, über allergologische Gesundheitsrisiken – insbesondere durch Hausstaub und Hausstaubmilben – aufzuklären und die Gesunderhaltung zu fördern.

Dem Herbert Utz Verlag sei wiederum für die gute Zusammenarbeit und sorgfältige Edition gedankt.

München, Januar 2000 *Wilfried und Brunbilde Diebschlag*

Inhalt

1	Einleitung	17
1.1	Gesundheit im Haus	17
1.2	Problemstellung und Zielsetzung	18
2	Grundlagen der Immunologie und Allergologie	19
2.1	Abwehrmechanismen des menschlichen Organismus	19
2.1.1	Unspezifische Abwehr	19
2.1.1.1	Äußere Haut	19
2.1.1.2	Innere Haut	23
2.1.1.3	Antimikrobielle Substanzen	25
2.1.1.4	Komplementsystem	26
2.1.1.5	Natürliche Killerzellen	26
2.1.1.6	Phagozytosezellen	26
2.1.1.7	Entzündungsreaktionen	27
2.1.2	Spezifische Abwehr	27
2.1.2.1	Immunkompetente Zellen	28
2.1.2.2	Antikörper	30
2.2	Allergologie	32
2.2.1	Definition des Begriffs ›Allergie‹	32
2.2.2	Abgrenzung zwischen Allergie und Pseudo-Allergie	33
2.2.3	Immunologische Reaktionen	34
2.2.3.1	Typ 1: Anaphylaktische Reaktion (Sofortreaktion)	34
2.2.3.2	Typ 2: Zytotoxische Überempfindlichkeit	35
2.2.3.3	Typ 3: Immunkomplexe	35
2.2.3.4	Typ 4: Zelluläre Überempfindlichkeit (Spätreaktion)	35
2.2.3.5	Typ 5: Granulomatöse Immunreaktion Typ 6: Krankmachende Immunreaktion	36
2.2.4	Allergische Krankheitsbilder und Symptome	36
2.2.4.1	Atemwege	36
2.2.4.2	Äußere Haut	40
2.2.4.3	Gastrointestinaltrakt	41
2.2.4.4	Anaphylaktischer Schock	42
2.2.4.5	Sonstige Symptome	42

2.2.5	Diagnostik	42
2.2.5.1	Anamnese	43
2.2.5.2	Hauttests	43
2.2.5.3	Blutuntersuchungen.....	44
2.2.5.4	Suchdiät – Provokationstest	46
2.2.5.5	Gastroenterologische Diagnoseverfahren	46
2.2.5.6	Alternative Verfahren	46
2.2.6	Therapiemöglichkeiten.....	47
2.2.6.1	Elimination	47
2.2.6.2	Medikamentöse Therapie	48
2.2.6.3	Hyposensibilisierung.....	50
2.2.6.4	Weitere Therapieansätze	51
2.2.6.5	Alternative Therapien	51
2.3	Einflussfaktoren auf allergische Reaktionen	52
2.3.1	Genetische Disposition	52
2.3.2	Allergenexposition	52
2.3.3	Kinder und Jugendliche	53
2.3.4	Umweltfaktoren.....	54
2.3.5	Lebensbedingungen	54
2.4	Epidemiologie	55
3	Milben.....	57
3.1	Geschichtliches	57
3.2	Taxonomie.....	57
3.2.1	Zoologische Einteilung.....	57
3.2.2	Milbenarten und deren Bedeutung	58
3.2.2.1	Hausstaubmilben (HM).....	58
3.2.2.2	Vorratsmilben (VM).....	60
3.2.2.3	Raubmilben (RM)	61
3.3	Biologie und Ökologie	61
3.3.1	Aussehen und Größe.....	62
3.3.2	Mobilität	62
3.3.3	Entwicklungsstadien	65
3.3.4	Nahrung und Verdauung	67
3.3.4.1	Ernährung der Milben	67
3.3.4.2	Verdauung.....	68

3.3.5	Wasserhaushalt	69
3.3.6	Temperatur	74
3.3.7	Gasaustausch	74
3.4	Ökosystem	75
3.4.1	Mikroklima	75
3.4.2	Ökologische Nischen	77
3.4.3	Entwicklungsstadien der Hausstaubmilben im Ökosystem	77
3.4.4	Ökologische Beziehungen	78
3.4.4.1	Wechselwirkungen zwischen den Milbenspezies	78
3.4.4.2	Hausstaubmilben und Pilze	79
3.4.4.3	Ökologisches System von Hausstaub und Hausstaubmilben	80
3.5	Vorkommen der Hausstaubmilben und Schimmelpilze	81
3.5.1	Auftreten im privaten Haushalt	81
3.5.1.1	Gebäude	81
3.5.1.2	Räume	83
3.5.2	Bevorzugte Standorte	86
3.5.2.1	Betten	86
3.5.2.2	Polstermöbel	88
3.5.2.3	Teppiche	88
3.5.2.4	Kleidung	89
3.5.3	Saisonale Schwankungen	89
3.5.4	Geographisches Vorkommen	90
3.5.4.1	Globale Besiedelung	90
3.5.4.2	Vorkommen in der Bundesrepublik Deutschland	91
3.6	Hausstaub-Allergene	91
3.6.1	Major- und Minor-Allergene	91
3.6.2	Allergenentstehung	93
3.6.3	Vorkommen von Hausstauballergenen	94
3.6.4	Kreuzreaktivitäten	95
3.7	Nachweisverfahren von Milben und deren Allergenen	96
3.7.1	Probennahme	96
3.7.2	Milbenzählung unter dem Mikroskop	98
3.7.3	Immunochemical Assays	98
3.7.4	Farbnachweis	98

3.8	Hausstaubmilben und Allergie.....	100
3.8.1	Allergologie.....	100
3.8.2	Hygienischer Grenzwert.....	102
3.8.3	Epidemiologie.....	102
4	Hausstaubmilbensanierung.....	105
4.1	Gesundheitliche Aspekte.....	105
4.1.1	Therapeutische Möglichkeiten.....	105
4.1.2	Multifaktorielle Belastungsformel.....	106
4.2	Hygienische Aspekte.....	107
4.2.1	Eliminierung von Hausstaubmilbenallergenen.....	108
4.2.2	Multidisziplinität.....	109
4.2.3	Modernes Management der Wohnungssanierung.....	110
4.3	Gebäude-technische Kriterien.....	111
4.3.1	Bauwesen.....	111
4.3.1.1	Gebäudekonstruktion.....	112
4.3.1.2	Baumaterialien.....	113
4.3.2	Technische Anlagen.....	114
4.3.2.1	Heizungsanlagen.....	114
4.3.2.2	Lüftungsanlagen.....	116
4.3.2.3	Be- und Entfeuchtungsanlagen.....	117
4.3.2.4	Raum- und Luftreinigungsanlagen.....	118
4.3.3	Innenarchitektur.....	123
4.4	Reinigungstechnologische Kriterien.....	124
4.4.1	Faktoren der Reinigung.....	124
4.4.1.1	Wasser.....	124
4.4.1.2	Temperatur.....	124
4.4.1.3	Strahlung.....	126
4.4.1.4	Chemische Hilfsmittel.....	127
4.4.2	Wohnraumsanierung.....	131
4.4.2.1	Bettsanierung.....	131
4.4.2.2	Polstermöbel-Sanierung.....	142
4.4.2.3	Fußbodenreinigung.....	142
4.4.2.4	Sonstige Möbel.....	149

4.4.3	Wäschepflege	149
4.4.3.1	Waschen.....	150
4.4.3.2	Trockenreinigung.....	151
4.4.4	Körperpflege	152
4.5	Wertigkeit der Sanierungsmaßnahmen	154
4.5.1	Hygienische Wirkung ohne den Einsatz von acariziden Substanzen.....	154
4.5.2	Hygienische Wirkung unter Einsatz von acariziden Substanzen.....	154
4.5.3	Das Beherrschungsprinzip bei der Wohnungssanierung.....	155
5	Zusammenfassung	157
6	Ausblick	160
	Zitierte Literatur.....	161
	Weiterführende Literatur	168
	Gesellschaften, Stiftungen, Verbände, Vereine u. a.	171
	Anhang: Tabellen	174
	Index.....	183

1 Einleitung

1.1 Gesundheit im Haus

Der heutige, sog. »zivilisierte« Mensch ist das vorläufige Endprodukt einer langen Evolutionskette unter Einschluss ständig fortschreitender Erkenntnisse und technischer Entwicklungen. Das Streben nach Schutz und Sicherheit führte im Laufe der Zeit zum Bau immer sichererer und »sterilerer« Häuser, bis hin zu den Wohnsilos unserer Großstädte. Diese bieten dem Menschen zwar Sicherheit und Schutz vor Natureinflüssen wie Temperatur und Witterung sowie vor Feinden, doch Vorteile bergen meist auch Nachteile oder Gefahren in sich.

Denn nicht nur der Mensch allein findet in diesen künstlich geschaffenen Bauten einen Lebensraum. Auch andere Lebensformen genießen (1) den Schutz, (2) die neu geschaffenen ökologischen Nischen oder auch nur (3) das Nahrungsangebot im Wohnbereich des Menschen. Dazu gehören neben Haustieren auch ungebetene Gäste wie Mäuse und Ratten sowie eine Vielzahl von Insekten und Spinnentieren. Des Weiteren ist eine Vielzahl von Mikroorganismen, wie Bakterien und Pilzen, im Haushalt anzutreffen.

Milben, insbesondere Hausstaubmilben, die hier vornehmlich betrachtet werden, kommen erst in Häusern vor, seitdem der Mensch auf Liegen und Betten schläft, da ihnen mit der Einrichtung des Bettes ein besonders geeigneter Lebensraum geschaffen wurde (Dowse et al. 60).

Die meisten der im menschlichen Lebensraum vorkommenden Lebewesen sind mit Ausnahme der Haustiere unerwünscht, da sie zum einen Vorratsschädlinge sind und zum anderen ein gesundheitliches Risiko für Menschen darstellen können. Das Gesundheitsrisiko besteht darin, dass manche Organismen Krankheitserreger sind oder diese übertragen. Sind sie nicht direkt mit einer Krankheit behaftet, so stellen sie möglicherweise ein hygienisches Problem dar, da Exkremamente, abgestorbene Organismen und/oder einzelne Körperteile, wie z. B. Glieder oder Fühler, einen idealen Nährboden für hygienisch bedenkliche Keime schaffen.

Ein weiterer gesundheitsgefährdender Faktor ist die Produktion allergieauslösender Stoffe. Zu den Arten, die derartige Stoffe produzieren, gehören neben Tieren mit Fell, wie Hund und Katze, vor allem die verschiedenen im Haushalt vorkommenden Milben.

1.2 Problemstellung und Zielsetzung

Allergien sind ein bedeutendes Gesundheitsproblem in der ganzen Welt, vor allem in Industrieländern wie USA und Europa. Allein in der Bundesrepublik Deutschland mit etwa 82 Mio. Einwohnern sind ca. 20 Mio. Menschen von diesem Leiden betroffen, und ihre Zahl ist steigend. Demnach gibt es hierzulande mindestens 15–20% ärztlich diagnostizierte Allergiker, wobei die Schätzung der atopischen Erkrankungen im Kindesalter bei über 30% liegt.

Die Hauptquelle allergischer Beschwerden sind Blütenpollen, die fast zu jeder Jahreszeit Bestandteil der Luft sind, aber auch Allergene aus Pilzen und Pilzsporen (s. Tabelle A15). In Tabelle A1 des Anhangs ist ein sog. Pollenflugkalender abgebildet, der zeigt, wann hierzulande welche Pollenarten in der Luft vorkommen können.

Neben den Blütenpollen spielen Innenraumallergene eine immer größere Rolle. Grund dafür ist, dass ein Großteil unserer Bevölkerung über 95% der Zeit in umschlossenen Räumen (Häuser, Fahrzeuge) verbringt. Hauptsächliche Allergenproduzenten, insbesondere in Wohnungen, sind Pilze und Hausstaubmilben.

Da die Milbenthematik immer mehr an Bedeutung gewinnt und sowohl Verbraucher als auch ein Großteil der Naturwissenschaftler und Ärzte keine klare Vorstellung von der gesundheitlichen Gefahr dieser Kleinlebewesen haben, sollen nachfolgend die Milben, insbesondere die Hausstaubmilben, genauer abgehandelt werden. Dabei werden Möglichkeiten zu deren Bekämpfung und Reduzierung aufgezeigt.

In Kapitel 2 werden zunächst die immunologischen und allergologischen Grundlagen einer Allergieerkrankung knapp dargestellt.

Auf Milbenarten, die im Haushalt vorkommen können, wird in Kapitel 3 eingegangen. Biologische sowie ökologische Bedingungen und Zusammenhänge dieser Kleinlebewesen werden dargestellt. Desweiteren werden die von Milben produzierten Allergene und deren Entstehung beschrieben.

Kapitel 4 geht auf die gesundheitlichen und hygienischen Aspekte der Hausstaubmilbenallergie ein. Es werden Methoden und Verfahren diskutiert, die zu einer Reduzierung der Hausstaubmilben und deren Allergenen und somit zu einer gesundheitlichen Verbesserung führen können. Prophylaktische Maßnahmen finden dabei ebenso Beachtung.

2 Grundlagen der Immunologie und Allergologie

Zunächst werden allgemeine immunologische Abwehrmechanismen gegen Mikroorganismen, Viren und Fremdstoffe dargestellt, die von außen an den Menschen herangetragen werden.

2.1 Abwehrmechanismen des menschlichen Organismus

Die Immunologie unterscheidet zwei Arten von Abwehrmechanismen, die unspezifische, angeborene sowie die spezifische, erworbene Abwehr. Weiterhin wird die Abwehr in Mechanismen zellulärer und humoraler Art unterteilt. Die humoralen Immunreaktionen werden durch in Körperflüssigkeit gelöste Stoffe, die zellulären durch zellfixierte Strukturen ausgelöst. Beide Mechanismen wirken im menschlichen Organismus eng zusammen und greifen bei der Immunabwehr ineinander. Zu den Stoffen, gegen die sich der Körper wehrt, zählen alle Arten von Parasiten, Mikroorganismen, Viren sowie körperfremde Eiweiße und andere chemische Stoffe.

2.1.1 Unspezifische Abwehr

Die unspezifische Abwehr wird direkt beim Kontakt mit einem fremden Organismus oder einer Fremdschubstanz aktiv. Unspezifische Abwehr bedeutet, dass sie sich gegen eine große Gruppe von Stoffen gleichzeitig richtet. Sie ist nicht auf eine Stoffart spezialisiert wie die spezifische Abwehr (s. Kap. 2.1.2).

Neben den Schutzfunktionen der äußeren und inneren Haut bzw. Schleimhaut zählen antimikrobielle Substanzen, natürliche Killerzellen, Phagozytosezellen und Entzündungsreaktionen zur unspezifischen Abwehr (Diebschlag 56).

2.1.1.1 Äußere Haut

Aufbau

Die äußere Haut ist bei der unspezifischen Abwehr von großer Bedeutung, da sie eine entscheidende Barriere für Fremdstoffe und Fremdorganismen darstellt. Sie bildet sowohl physikalische als auch chemische Hindernisse gegen das Eindringen körperfremder Agenzien aus. Da sie die

erste Barriere ist und in direktem Kontakt mit der Umwelt steht, wird sie auch als »erste Abwehrlinie« bezeichnet.

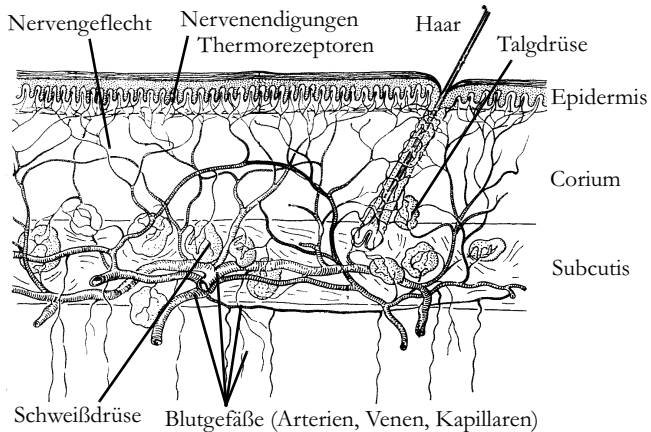
Die äußere Haut ist in Bezug auf Masse und Oberfläche mit 4,5–15 kg und einer durchschnittlichen Oberfläche von 1,7–2,2 m² das größte Organ des menschlichen Körpers. Sie untergliedert sich in 3 Hauptschichten:

- Epidermis (Oberhaut)
- Corium (Lederhaut)
- Subcutis (Unterhaut)

Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau der Haut.

Abbildung 1:
Schematischer
Aufbau der
äußeren Haut

Quelle: nach Stütgen, G.:
Die normale und pathologische
Physiologie der Haut,
Stuttgart: G. Fischer
1965, S. 181



Die Epidermis, die äußerste Schicht der Haut, ist gefäßlos und je nach Körperstelle unterschiedlich dick. Ihre Dicke beträgt durchschnittlich 0,1 mm. An besonders beanspruchten Körperstellen, wie z. B. den Fußsohlen, findet man häufig eine stark ausgeprägte Oberhaut, die bis zu 4 mm dick sein kann. Im Gegensatz dazu ist die Epidermis an mechanisch weniger beanspruchten Körperstellen, wie Achselhöhlen, Augenlidern oder Lippen, sehr viel dünner. Diese Hautbezirke sind in der Regel gegenüber äußeren Einflüssen (Sonnenlicht, Mechanik ...) sehr empfindlich. Die Oberhaut ist nochmals in mehrere mikroskopisch unterscheidbare Zellschichten unterteilt. Die unterste einreihige Schicht (stratum germinativum) besteht neben Melanozyten (Pigmentbildung) vor allem aus Stammzellen, die durch Zellteilung ständig neue Hautzellen bilden. So werden die älteren Zellen innerhalb von 3 bis 4 Wochen nach außen geschoben. Sie verändern sich in den unterschiedlichen Epidermisschichten, sterben

3 Milben

3.1 Geschichtliches

Schon seit einigen Jahrhunderten ist die krankmachende Wirkung des Hausstaubes bekannt; Sir John Floyer (1649–1734) beschrieb dieses Phänomen bereits 1698. Im Jahre 1713 berichtete Bernardino Ramazzini (1633–1714) über Atembeschwerden bei Arbeitern, die auf alten Matratzen schliefen. Erst 1921/1922 wurde von A. Kern (*1891) und R. A. Cooke (*1888) untersucht, ob Hausstaub und darin enthaltene biologische Elemente für die beschriebenen Beschwerden verantwortlich zu machen sind. Von Dekker wurde erstmalig angenommen, dass eine Vorratsmilbe, nämlich die bekannte Spezies *Glycyphagus domesticus*, der Erreger des allergischen Asthma sein könnte (Zimmermann und Mayer 209, Bessot 18).

Seit 1952 ist die Hausstaubmilbe *Dermatophagoides pteronyssinus* bekannt. Zu dieser Zeit glaubte man, dass sie in sehr geringen Mengen im Hausstaub vorkomme und nicht in Zusammenhang mit allergischen Erscheinungen stehe. R. Voorhorst und seinen Mitarbeitern gelang im Jahre 1964 dann der wissenschaftliche Durchbruch. Sie beschrieben die Hausstaubmilbe *Dermatophagoides pteronyssinus* als Auslöser der Hausstauballergie (Voorhorst et al. 193). Seitdem richten sich viele Studien auf die Erforschung der Hausstaubmilben. 1978 berichtete Johanna E. M. H. van Bronswijk (34–44) von weiteren Milbenarten im Hausstaub. Bis heute ist dieses Gebiet ein unerschöpfliches Forschungsthema. Immer wieder werden weltweit neue Spezies entdeckt. In den letzten fünf Jahren wurde weiterhin deutlich, dass auch Vorratsmilben und Raubmilben eine sensibilisierende bzw. allergene Wirkung auf den Menschen ausüben können. Die bisher gefundenen Hausstaubmilben u. a. scheinen alle blind und gehörlos zu sein, aber einen ausgeprägten Geruchssinn zu besitzen, so dass Vernichtungsmethoden über (Weg-)Lockstoffe, sogenannte Pheromone, Erfolg versprechen!

3.2 Taxonomie¹

3.2.1 Zoologische Einteilung

In der systematischen Einteilung des Tierreiches gibt es insgesamt 14 verschiedene Stämme wie Wirbeltiere, Schwämme, Weichtiere, Glieder-

¹ Taxonomie = Einordnung von Lebewesen in ein biologisches System

füßler,... Der Stamm der Gliederfüßler (Arthropoda) wird unterteilt in Insekten, Krebse und Spinnentiere. Zu den Spinnentieren gehören neben Spinnen und Zecken auch die Milben (s. Tab. A3, A4 im Anhang). Die Gliederfüßler sind durch eine echte Ringelung des Körpers gekennzeichnet und besitzen an einigen Segmenten gegliederte Extremitäten. Der Unterschied zwischen Insekten und Spinnentieren liegt in der Anzahl der Glieder. Insekten besitzen drei, Spinnentiere vier Beinpaare.

Die umfangreichste Subklasse der Spinnentiere bilden die Milben (Acari), von denen bis heute mehr als 30.000 Arten bekannt sind. Durch immer weitere Entdeckungen steigt diese Zahl ständig. Man unterteilt die Spezies in parasitäre und nicht-parasitäre Formen. Beide Formen kommen ubiquitär vor und besiedeln die unvorstellbarsten Lebensräume. So findet man deren Vertreter z. B. in Warmwasserquellen, auf fleischfressenden Pflanzen, auf Büffeln und Elefanten, in Aas und sogar am Rande der polaren Eismassen (Kniest 101, Arlian 5).

Im Zusammenhang mit Allergien sind vor allem diejenigen Milbenarten relevant, die in größeren Mengen im Wohnbereich des Menschen zu finden sind. Etwa 50 verschiedene Spezies sind bislang im häuslichen Lebensraum und in der Lagerhaltung bekannt. Die dabei epidemiologisch bedeutendsten Milbenarten gehören den Familien der Hausstaubmilben, Vorratsmilben und Raubmilben an. Im weiteren sollen nur diese Familien und deren Vertreter behandelt werden. Bei Colloff et al. (50) ist der »Key to orders and families of mites found in house dust« nachzulesen.

3.2.2 Milbenarten und deren Bedeutung

3.2.2.1 Hausstaubmilben (HM)

Der Anteil der Hausstaubmilben an der gesamten Milbenpopulation im menschlichen Wohnbereich, vor allem im Hausstaub, beträgt etwa 80%. Synonym für den Begriff Hausstaubmilben wird der Name Pyroglyphidae benutzt. Dieser Familie sind die beiden Stämme Dermatophagoidinae und Pyroglyphinae untergeordnet (s. Tab. 3 u. 4).

Tabelle 3: Einteilung der Hausstaubmilben

Familie	Stamm	Arten (Spezies): Beispiele
Pyroglyphidae	Dermatophagoidinae	Dermatophagoides pteronyssinus
		Dermatophagoides farinae
	Pyroglyphinae	Euroglyphus maynei

Quelle: Eigene Aufstellung

Zur Zeit sind 34 Arten der Pyroglyphidae bekannt, von denen mehr als 20 im Hausstaub nachgewiesen wurden (van Bronswijk 37; Johansson und Hage-Hamsten 89). Die anderen Spezies sind meist mit Vögeln (Federkleid), Säugern (Fell) oder Futtermitteln assoziiert. Im Hausstaub quantitativ am größten und daher für allergische Erkrankungen am bedeutendsten sind die Arten *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae* und *Euroglyphus maynei*. Vor allem die Spezies *Dermatophagoides pteronyssinus* und deren Stoffwechselprodukte spielen eine entscheidende Rolle bei der Epidemiologie von Hausstauballergien.

Tabelle 4: Erkrankungen der Haut (Dermatosen/D)

A. Morphologische Einteilung	B. Pathogenetische Einteilung
<ul style="list-style-type: none"> • Erythem • Bullöse D. • Papulöse D. • Urtikaria • u. a. 	<ul style="list-style-type: none"> • Angeborene D. <ul style="list-style-type: none"> • Genodermatosen • Hamartome • Dysplasien u. Anomalien • Erworbene D. <ul style="list-style-type: none"> • Degenerativ bedingte D. • Traumatisch bedingte D. • Tumorös bedingte D. • Entzündlich bedingte Dt. (= Dermatitiden) <ul style="list-style-type: none"> • Virus-Dt. • Mikrobielle Dt. • Dermatomykosen • Vermes • Epizoonosen <ul style="list-style-type: none"> • Geflügelte Insekten • Läuse • Flöhe • Wanzen • Milben (M.) <ul style="list-style-type: none"> • Große M.: Zecken u. a. • Kleine M.: Krätze-M., Hausstaub-M., Vorrats-M., Raub.-M., Demodex-M. (Jansen et al. 88)

Quelle: Eigene Aufstellung

Die Sensibilisierungshäufigkeit gegen Hausstaubmilben bei bereits allergieerkrankten Personen liegt im Durchschnitt bei etwa 57,7%. Unterglie-

dert man die Sensibilisierungshäufigkeit nach einzelnen Milbenarten, so zeigt sich folgendes Ergebnis (s. Tab. 5).

Tabelle 5: Sensibilisierungshäufigkeiten gegen verschiedene Spezies der Pyroglyphidae

Spezies	Sensibilisierungshäufigkeit (Mehrfachnennungen möglich)
Dermatophagoides microceras	54,5%
Dermatophagoides pteronyssinus	53,0%
Dermatophagoides farinae	51,5%
Euroglyphus maynei	45,0%

Quelle: nach Debelic, M.; Lanner, A.: Häufigkeiten von spezifischen IgE-Antikörpern gegen Hausstaub- und Vorratsmilben bei jungen Atopikern. In: Allergologie 16 (1993) (55)

3.2.2.2 Vorratsmilben (VM)

Zu den Vorratsmilben zählen die zwei großen Familien Glycyphagidae und Acaridae. Der Familie der Glycyphagidae gehören die Stämme Lepidoglyphus, Glycyphagus, Gohieria und Blomia an, der Familie der Acaridae die Stämme Acarus und Tyrophagus (s. Tab. 6). Die genaue akarologische Beziehung zwischen Vorratsmilben und Hausstaubmilben ist in Tabelle A4 (im Anhang) dargestellt (Johansson und Hage-Hamsten 89).

Vorratsmilben treten hauptsächlich im landwirtschaftlichen Bereich auf. Meist sind sie mit Lagergütern wie Cerealien oder Samen vergesellschaftet. Epidemiologisch gesehen sind Vorratsmilben bei der ländlichen Bevölkerung und bei Arbeitern, die im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit mit Produkten aus der Landwirtschaft zu tun haben, von Bedeutung. Betroffene Berufsgruppen sind Landwirte, Müller, Bäcker, Lebensmittelhändler und andere (Ortmann et al. 141). Kapp et al. (95) beschreiben das ubiquitäre Vorkommen der Vorratsmilben auch außerhalb der ländlichen Bereiche. Es wurden auch in verschiedenen städtischen Wohnungen Vorratsmilben nachgewiesen. Zu ihnen gehören in variierenden Mengen *Acarus siro* (0–1,4%), *Lepidoglyphus destructor* (0,3–2%), *Tyrophagus putrescentiae* (0–2,5%) und *Glycyphagus domesticus* (Müsken und Bergmann 129).

Etwa 5–8% der gesamten Hausstaubfauna sind VM. Im Gegensatz zu den HM sind die VM in unseren geographischen Breiten hinsichtlich Allergien unbedeutend. Neuere Untersuchungen zeigen aber, dass sie in tropischen Regionen eine wichtige epidemiologische Rolle bei Allergien einnehmen (Fernandez-Caldas und Lockey 69).

Tabelle 6: Einteilung der Vorratsmilben

Familie	Stamm	Spezies (Beispiele)
Glycyphagidae	Lepidoglyphus	Lepidoglyphus destructor
	Glycyphagus	Glycyphagus domesticus
	Gohieria	Gohieria fusca
	Blomia	Blomia tropicalis
Acaridae	Acarus	Acarus siro
	Tyrophagus	Tyrophagus longior

Quelle: eigene Aufstellung

Insgesamt sind etwa 25,5% aller Atopiker gegen VM sensibilisiert. Das ist weniger als die Hälfte derjenigen Personen, die gegen Hausstaubmilben sensibilisiert sind. Unter den Spezies zeigt *Lepidoglyphus destructor* die höchste Sensibilisierungsrate.

3.2.2.3 Raubmilben (RM)

Raubmilben sind natürliche Feinde der HM und VM. Bei zahlreichen Untersuchungen über die Milbenfauna in Arbeits- und Wohnbereichen wurden neben HM und VM auch viele Arten von RM gefunden. Sie sind in letzter Zeit in Verdacht geraten, bei Allergien, ebenso wie die anderen beschriebenen Milben, eine Rolle zu spielen. Der häufigste Vertreter der RM ist *Cheyletus eruditus*. In Staubproben von Haushalten aus der Bundesrepublik Deutschland wurde eine weitere Spezies, *Cheyletus trossarti*, nachgewiesen. Etwa 10% aller Milben im Hausstaub gehören zu den RM (Elixmann et al. 64).

Über die sensibilisierende oder allergische Wirkung dieser Milbenfamilie ist noch wenig bekannt. Erste Studien belegen jedoch eine mögliche Sensibilisierung gegen diese Tiere. Aus diesem Grund wird von Wissenschaftlern der Einsatz der Raubmilben zur Bekämpfung von HM und VM nicht länger empfohlen.

3.3 Biologie und Ökologie

Ihrer Bedeutung auf das Allergiegesehen wegen wird nachfolgend primär auf die Hausstaubmilben eingegangen. Insbesondere die Spezies der Familie *Pyroglyphidae*, vor allem *Dermatophagoides pteronyssinus*, ist bis heute am genauesten erforscht worden. Weiterhin geht man davon aus,

dass alle anderen im Hausstaub lebenden Milbenarten ähnlichen biologischen und ökologischen Bedingungen unterliegen.

Außerdem kommt den Hausstaubmilben die bedeutendste Rolle in der Epidemiologie der ›Hausstauballergien‹ zu (Wüthrich und Luggen-Brun 205).

3.3.1 Aussehen und Größe

Hausstaubmilben, Vorratsmilben und Raubmilben besitzen ähnliche Charakteristika hinsichtlich Aussehen und Größe (Abb. 8–10). Wegen ihrer geringen Größe sind sie mit dem bloßen Auge in der Regel nicht zu erkennen. Sind sie farbig oder werden sie auf dunklem Hintergrund betrachtet, kann man sie eventuell als kleine Punkte erkennen. Unter dem Mikroskop genügt eine 25-fache Vergrößerung, um die Tiere zu sehen.

Von A. Fain wurde als erstes eine detaillierte Beschreibung der Hausstaubmilben veröffentlicht (van Bronswijk und Sinha 44):

»Small mites (adult 170–500 μm); Cuticle finely or coarsely wrinkled; tarsi ending in a globular pulvillus and a small claw; anus ventral; vestigial genital sense organs present both sexes; vulva of the female reverse Y- or X-shaped; oil glands present and open between leg 2 and leg 3; vertical setae absent.«

Meist sind männliche Milben kleiner als deren weibliche Artgenossen. Um die Milben zu unterscheiden, gibt es sogenannte ›Pictorial keys‹ (Colloff et al. 50), die die verschiedenen Unterscheidungsmerkmale darstellen. Unterscheidungsmerkmale innerhalb der Milbenklassen sind bspw.: (1) Fortpflanzungsorgane, (2) Extremitäten, (3) Cheliceren, (4) ›Zeichnung der Körperoberfläche, (5) Behaarung.

Spezifische Charakteristika für *Dermatophagoides farinae*, *Dermatophagoides pteronyssinus* und *Euroglyphus maynei* sind bei Arlian (5) nachzulesen.

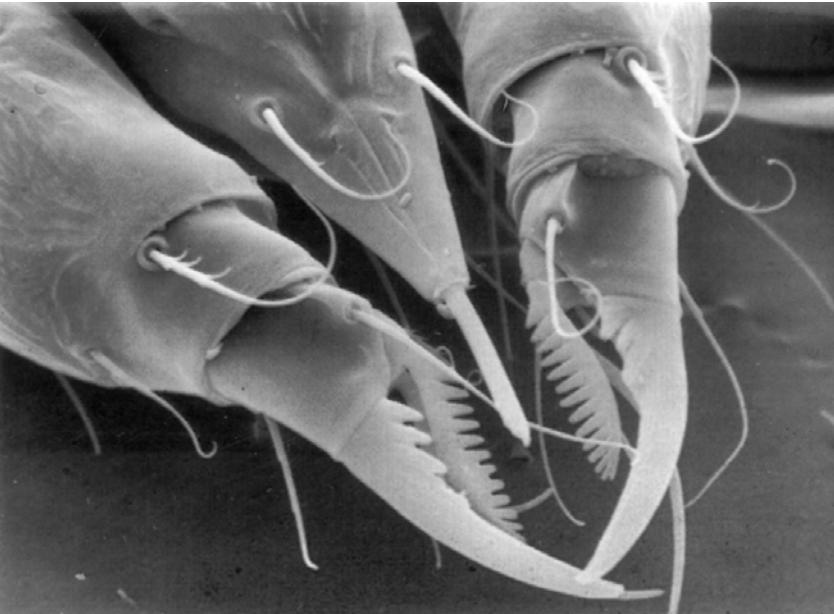
3.3.2 Mobilität

Milben haben die Fähigkeit, sich selbständig fortzubewegen. Sie wandern langsam, aber beharrlich. Das Hauptmotiv dafür ist neben dem Fluchtverhalten die Suche nach günstigeren ökologischen Bedingungen für einen dauerhaften Aufenthalt (Jürgens 93).



Quelle: Wahl, R.: Allergie – Ganz einfach, München: Dustri Dr. Karl Feistle, 1996, S. 27 (195)

**Abbildung 8: Elektronenmikroskopische Aufnahme einer »Milbenfamilie« beim Vertilgen einer Hautschuppe.
Natürliche Größe: 0,1–0,5 mm**



Quelle: Müsken, H.; Wahl, R.; Franz, J.-Th.; Masuch, G.; Sauter, Ch.; Bergmann, K.-Ch.: Häufigkeit von Sensibilisierung gegen die Raubmilbe *Cheyletus eruditus* und Vorratmilben bei Patienten mit Hausstaubmilben-Sensibilisierung. In: Allergologie 19 (1996), S. 32 (130)

Abbildung 9: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Fresswerkzeuge einer Raubmilbe (*Cheyletus eruditus*)

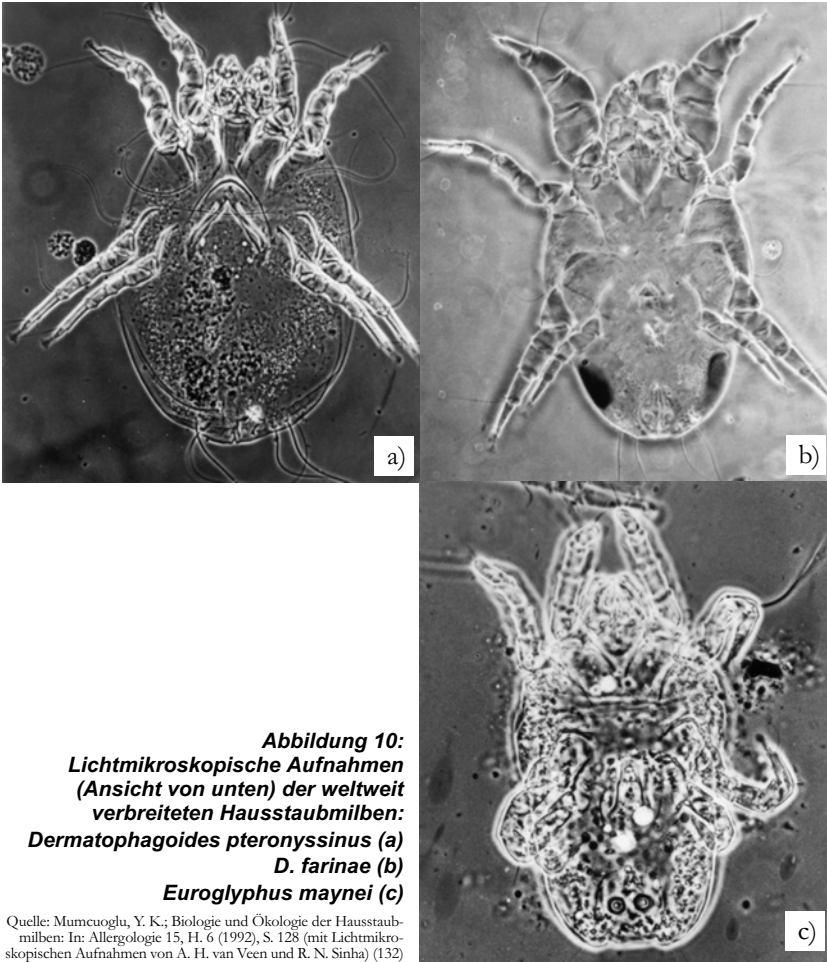


Abbildung 10:
Lichtmikroskopische Aufnahmen
(Ansicht von unten) der weltweit
verbreiteten Hausstaubmilben:
***Dermatophagoides pteronyssinus* (a)**
***D. farinae* (b)**
***Euroglyphus maynei* (c)**

Quelle: Mumcuoglu, Y. K.; Biologie und Ökologie der Hausstaubmilben: In: Allergologie 15, H. 6 (1992), S. 128 (mit Lichtmikroskopischen Aufnahmen von A. H. van Veen und R. N. Sinha) (132)

Hausstaubmilben streben danach, sich zu verkriechen und dem Licht auszuweichen (Bischoff 21). Mit steigender Temperatur erhöht sich ihre Mobilität (Bischoff et al. 25).

Milben besitzen sog. Haftfüßchen, Lumboakral-System genannt, die es ihnen ermöglichen, sich an verschiedenen Materialien »festzuklammern«. So kann sie z. B. der Luftsog des Staubsaugers nicht erfassen. Über größere Entfernungen werden die Milben im wesentlichen passiv verbreitet. Menschen und Tiere transportieren die Milben in der Kleidung, den Schuhen,

4 Hausstaubmilbenanierung

4.1 Gesundheitliche Aspekte

4.1.1 Therapeutische Möglichkeiten

Viel zu viele Menschen reagieren bereits allergisch gegen Hausstaubmilben, und nach B. Kunz et al. (109) ist deren Zahl weiterhin steigend. Daher sollten präventive Möglichkeiten zur Reduzierung der Allergiegefährdung durch Hausstaub und Hausstaubmilben mehr Beachtung finden. Gerade für die Gesamtbevölkerung wäre eine umfassendere Information zum Thema Allergieprophylaxe wünschenswert. Dabei müsste ein Informations-Gesamtkonzept ökologische, ökonomische, soziale und weitere Aspekte sowie konkrete Präventionsstrategien und Maßnahmevorschläge enthalten, um ein neues Verständnis für Nachhaltigkeit und Wirksamkeit herbeizuführen.

Zur Bekämpfung der Hausstaubmilben-Allergie gibt es aus einer größeren Zahl möglicher Wege wenigstens drei, die besonderen Erfolg versprechen:

- 1) Auftretende allergische Symptome und Beschwerden können medikamentös behandelt werden (s. Kap. 2.2.6.2). Dabei bleibt jedoch der Ursprung der Krankheit unberücksichtigt.
- 2) Die Hyposensibilisierung bietet dem Patienten bei erfolgreicher Behandlung oft eine »völlige Heilung« von der Allergie (s. Kap. 2.2.6.3).
- 3) Durch die Vermeidung von Allergenexposition kann ein Ausbruch der Allergie verhindert werden (Allergenkarenz).

Im Falle einer bestehenden Hausstaubmilbenallergie bleibt die Frage offen, inwieweit zeitweise Behandlungen mit Medikamenten sinnvoll sind, wenn die Patienten ohne Milbenanierung weiterhin Hausstaubmilbenallergenen exponiert bleiben. Daher muss bei bestehenden allergischen Erkrankungen eine langfristige Lösung angestrebt werden; diese kann in einer Hyposensibilisierung liegen, deren Erfolgchancen im Allgemeinen hoch sind. Untersuchungen von Th. Zimmermann und J. Mayer (209) ergaben bei 87,5% der untersuchten Patienten eine deutliche Besserung der Beschwerden nach einer Hyposensibilisierung. In absehbarer Zukunft wird es durch die Entwicklung neuartiger Immunsuppressiva möglich sein, direkt in das allergische Geschehen einzugreifen (Wellmann 200).

Eine weitere, langfristige Lösung – ohne das Eingreifen in körpereigene Vorgänge und Reaktionen – bietet die Allergenkarrenz. Allergenkarrenz bei einer Hausstaubmilbenallergie bedeutet neben der Entfernung der Allergene auch die Elimination von Allergenträgern und Allergenproduzenten. Patienten haben dabei verschiedene Möglichkeiten, den relevanten Allergenen aus dem Wege zu gehen. Zum einen kann durch einen Ortswechsel in milbenärmere bzw. milbenfreie Gegenden, sei es kurzfristig durch einen Kuraufenthalt (Klimatherapie) oder langfristig durch einen Wohnungswechsel, die Elimination der Allergene erfolgen (s. Kap. 4.2.1). Die Schwierigkeit liegt allerdings darin, dass ein Hausstaubmilbenallergiker nur selten die Möglichkeit hat, sich derart geographisch zu verändern.

Zum anderen kann in einem bestehenden Haushalt die Menge der Hausstaubmilben und deren Allergene so stark vermindert werden, dass kein allergenes Risiko mehr von ihnen ausgeht (Allergensanierung). Die dabei verwendeten Methoden und Techniken können zum Teil ohne größeren finanziellen oder zeitlichen Aufwand durchgeführt werden. Auch Personen ohne Hausstaubmilbensensibilisierung können diese Methoden prophylaktisch anwenden. Besonders genetisch prädisponierten Menschen (s. Kap. 2.3.1) ist eine gegen Hausstaubmilben vorbeugende Haushaltsführung zu empfehlen.

Die optimale Lösung zur Behandlung einer Hausstaubmilbenallergie ist eine sinnvolle Kombination von symptomlindernder medikamentöser Therapie und Hausstaubmilbensanierung im Sinne der Körper- und Wohnhygiene. Ebenso dazu gehören eine gesunde Lebensführung, eine ausgewogene Ernährung und vieles mehr.

4.1.2 Multifaktorielle Belastungsformel

In der Regel besteht nicht nur eine Überempfindlichkeit gegen Hausstaubmilben, sondern gleichzeitig auch gegen eine Menge anderer Agenzien, auf die der Organismus reagiert. Alle diese Faktoren, die auf eine Person negativ einwirken, können in eine multifaktorielle Belastungsformel einbezogen werden. Die Berechnung erfolgt für den individuellen Fall. Das Zusammenkommen mehrerer Faktoren lässt das Risiko einer allergischen Reaktion ansteigen, d.h. der persönliche Grenzwert gegenüber den relevanten Agenzien sinkt.

Nachfolgende Betrachtung zeigt einen empirischen Ansatz, angewendet auf einen Patienten mit einer Sensibilisierung gegen inhalierbaren

für Arbeitssicherheit) in verschiedene Kategorien eingeteilt, je nachdem welche Stäube am Arbeitsplatz vorkommen. Stäube werden allgemein in die Staubklassen L (leicht), M (mittel) und H (hoch incl. krebserregender Stäube und solcher mit Krankheitserregern) unterteilt. Je nach der Maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK) müssen nach Anforderungen der ZH 1/487¹ bestimmte Voraussetzungen bei der Entstaubung erfüllt werden; vgl. EU- und DIN-Normen.

4.3.3 Innenarchitektur

Da Hausstaubmilben hauptsächlich auf textilen Oberflächen vorkommen, stehen diese bei den hygienischen Gesichtspunkten im Vordergrund. Glatte, nichttextile Oberflächen sind kaum von Hausstaubmilben besiedelt, da sie dort keine geeigneten Lebensbedingungen vorfinden.

Man sollte sich – insbesondere für die Schlafzimmermöblierung – sehr wohl überlegen, welche Gegenstände aus welchen Materialien wie zusammengestellt werden. Durch das Einrichten mit verschiedenen Möbeln und Gegenständen können sich schwer zugängliche Ecken und Winkel bilden, die ein Anhäufen von Staub begünstigen und somit ideale Lebensbedingungen für Hausstaubmilben bilden. Dagegen sind spärlich möblierte Zimmer eher milbenarm.

Allgemein ist es nicht ratsam, Pflanzen, vor allem Hydrokulturen, in Schlafräumen aufzustellen, da diese zwar Feuchtigkeit abgeben können (vgl. Kap. 3.4.1), oft genug aber neben Allergenen (z.B. Ficus) auch Milbenträger sind. Ebenso sind Blumen in Töpfen und Vasen deswegen obsolet, weil sich in deren Erde und Wasser unter anderem gesundheitsgefährdende Pseudomonas-Bakterien stark vermehren.

Auch sollte in diesen Räumen so weit wie möglich auf textiles Material verzichtet werden. Dies betrifft zum Beispiel textile Fußbodenbeläge, Wandteppiche, schwere Vorhänge usw. Zumindest ist darauf zu achten, dass diese leicht chemisch zu reinigen oder waschbar sind. Vorstehendes gilt nicht nur für Schlafräume, sondern für alle Wohnräume. In südlichen Ländern sind diesbezüglich geflieste Böden von Vorteil.

Haustiere gehören zwar nicht zur Wohnungseinrichtung, sollten bei dieser Thematik aber nicht vergessen werden. Da im Schlafplatz sowie im Fell der Tiere in der Regel Hausstaubmilben vorkommen, ist es nicht rat-

1 ZH = Zentralstelle für Unfallverhütung - Hauptverband; Sammelwerk ZH-1/Richtlinien usw. der gewerblichen Berufsgenossenschaften. 487: »Einrichtungen zum Abscheiden gesundheitsgefährlicher Stäube mit Rückführung der Reinluft in die Arbeitsräume«

sam Tieren (vor allem Hunden) auch nur den Zutritt zum Schlafraum zu gewähren. Bei bereits bestehenden Allergien oder auch einem erhöhten Allergierisiko ist es sogar ratsam, gänzlich auf Haustiere im Wohnbereich zu verzichten (Wellmann 200).

4.4 Reinigungstechnologische Kriterien

4.4.1 Faktoren der Reinigung

4.4.1.1 Wasser

Wasser allein ist nicht in der Lage, Hausstaubmilben abzutöten. Grund dafür ist zum einen die hydrophobe Körperoberfläche der Milben und zum anderen die hohe Oberflächenspannung von Wasser. Beide Kriterien verhindern eine vollständige Benetzung der Tiere. Milben, die an Fasern festgeklammert sind, können daher nicht abgeschwemmt werden. Auch bleibt um die Milben herum eine luftgefüllte Blase erhalten, die ein Ertrinken verhindert.

4.4.1.2 Temperatur

Durch Temperaturen außerhalb des Lebensbereiches (10° bis 37°C) können Hausstaubmilben zunehmend zahlenmäßig reduziert und abgetötet werden. Dabei spielen Temperaturhöhe und Einwirkzeit eine wichtige Rolle, um eine völlige Ausrottung der Hausstaubmilben im betroffenen Bett, Polster oder Haushalt zu erreichen.

Hitze

Hohe Temperaturen können durch Strahlung, trockene Luft sowie erhitzten Dampf oder heißes Wasser übertragen werden.

Trockene Hitze: Trockene Hitze kann durch verschiedene Heizgeräte erzeugt werden. Sie führt durch die Temperaturerhöhung primär zu einer Senkung der Feuchte und somit zur Schaffung für Milben ungünstiger Klimabedingungen. Die auf die Milbenvermehrung negative Wirkung beim Einsatz von Heizdecken zur Austrocknung von Matratzen ist bereits wissenschaftlich erwiesen. Es wurden mehr als 84% der Hausstaubmilbenpopulation abgetötet. Allerdings ist dabei problematisch, dass ein Teil der Milben in tiefere Schichten abwandert und nach Entfernen der Wärmequelle wieder nach oben kommt (Schober 167).

Höhere Temperaturen ($> 60^{\circ}\text{C}$) führen zu einer Denaturierung von körpereigenen Proteinen der Milben und somit zu deren Tod. Wie schon in Kap. 3.3.6 beschrieben, überleben Hausstaubmilben 45°C bis zu 24 Stunden, aber 60°C nur für etwa 30 Minuten. Daher ist das Erhitzen von besiedelten Gegenständen über 60°C eine effektive Methode, um Milben zu vernichten. Beispielsweise ist es möglich, kleinere, aber temperaturbeständige Gegenstände (textile Spielsachen etc.) im Backofen auf diese Temperatur (60°C ; 60 Min.) zu erhitzen, um erfolgreich gegen Milben einzuschreiten. Kopfkissen und Deckbetten fasst auch ein größerer Wäschetrockner, der im Allgemeinen bei 60° bis 65°C arbeitet und somit ideal zur Milbensanierung geeignet ist. Dabei sorgen Trommeldrehung und durchgeblasene Luft auch für den weitgehenden Abtransport der allergenen Milbenkadaver.

Feuchte Hitze: Hohe Temperaturen von Flüssigkeiten erzielen in etwa die gleichen Effekte wie trockene Hitze. Der Übergang der Temperaturen auf die zu erhitzenden Objekte erfolgt dabei aber sehr viel schneller. Das bedeutet, dass feuchte Hitze schneller wirksam ist als trockene. So reicht eine geringere Einwirkzeit aus, um die Milbenpopulation nachhaltig zu reduzieren. Die Wirkung ist hier wiederum auf Eiweißdenaturierung zurückzuführen. Je höher die Temperatur, desto geringere Einwirkzeiten sind erforderlich, um den gleichen letalen Effekt auf die Milben zu erreichen. In der Regel wird bei den verschiedenen Reinigungsverfahren eine Lösung auf wässriger Basis verwendet. Am geeignetsten sind Waschverfahren in der Waschmaschine bei 60° bis 90°C .

Kälte

Auch Kälte wirkt sich ungünstig auf Hausstaubmilben aus. Daher ist das Tiefgefrieren von Produkten zur Milbensanierung unter Umständen sinnvoll. Bei einer Temperatur von -18°C , wie sie in Haushaltsgefriertruhen oder -schränken leicht erreicht wird, werden Milben effektiv abgetötet, wenn die Gefrierdauer länger als 6 Stunden beträgt. Diese Möglichkeit der Milbensanierung ist für hitzelabile Materialien gut geeignet, zum Beispiel für Plüschtiere oder Ähnliches.

Das Frosteln von Matratzen mit Hilfe von Flüssigstickstoff (-195°C) ist eine weitere Möglichkeit. Die Reduzierung der Milben beträgt dabei 100%. Der Aufwand ist aber sehr hoch und daher die Methode eher unpraktikabel. Die Produkte beinhalten im übrigen nach einer solchen Frostung aufgrund der abgestorbenen Milben noch hohe Allergenität.

4.4.1.3 Strahlung

Sonnenlicht

Sonnenlicht besteht aus Infrarot-Strahlung (Wärme), sichtbarem Licht und ultravioletter Strahlung. Die Bestrahlung von Wäsche und Bettzeug wirkt sich ebenfalls dezimierend auf die Hausstaubmilbenpopulation aus. E. R. Tovey ging 1994 erstmals der wissenschaftlichen Fragestellung nach, ob Lüften und Bestrahlen von Oberbetten und Kissen mit Sonnenlicht Auswirkungen auf Hausstaubmilben hat. Es zeigte sich, dass eine intensive Sommer-Sonnenbestrahlung (40°C, 40–30% r.F.) von bis zu sechs Stunden ausreicht, um lebende Milben abzutöten.

Sonnenbestrahlung lässt die Temperatur im Bettzeug stetig ansteigen, so dass in entsprechender Weise die relative Feuchte im Material sinkt. Zunächst steigt die Milbenzahl rapide an, bis die Feuchte unter 40% r.F. sinkt und die Milben dann innerhalb kürzester Zeit (2 Stunden) absterben (Tovey und Woolcock 186; 187). Die Milbenkadaver bedeuten auch in diesem Falle hohe Allergenität, da sie durch Schütteln und Saugen nur teilweise entfernt werden können.

Mikrowellenstrahlung

Mikrowellen sind elektromagnetische Wellen hoher Frequenz, die den zu behandelnden Stoff beaufschlagen und in diesen eindringen. Dabei werden vom elektrischen Wechselfeld Kräfte im bestrahlten Material erzeugt. Dies führt zu Bewegungen entgegen den Bindungskräften der Moleküle, so dass Wärme entsteht (Pichert 148). Solche Moleküle sind vor allem Wassermoleküle, die durch ihre Drehung im Wechselfeld Wärme erzeugen und an die Umgebung weitergeben. Daher ist die Erwärmung von der Stoffart und -zusammensetzung abhängig.

Prinzipiell werden Mikrowellengeräte zur Wärmebehandlung von (wasserhaltigen) Lebensmitteln benutzt, aber auch die Abtötung von Krankheitserregern ist damit möglich.

Den Beweis, dass Mikrowellen bei richtiger Anwendung besondere Vorteile bei der Abtötung von Krankheitserregern und bei der Haltbarmachung von Lebensmitteln besitzt, liefert die Lebensmittelindustrie. Als Beispiel wäre die Abtötung von Kleinlebewesen (z. B. auch Milben) auf verpackten oder unverpackten Früchten, Nüssen usw. sowie die Trocknung verschiedener Lebensmittelprodukte zu nennen (Pichert 147). Neben den Lebensmitteln wäre auch die Behandlung anderer Gegenstände denkbar, die mit Milben kontaminiert sind. Die Mikrowellen drin-

gen in die Gegenstände ein und können direkt an den Milben angreifen, da diese, wie die meisten Lebewesen, hauptsächlich aus Wasser bestehen. Es entsteht Wärme, die über Eiweißdenaturierung zum Tod der Milben führt. Es können allerdings keine metallischen oder metallhaltigen Gegenstände (Reflexion der Strahlen) und keine zu großen Objekte behandelt werden, da sonst die Mikrowellendurchdringung nicht vollständig gewährleistet ist.

4.4.1.4 Chemische Hilfsmittel

Verschiedene chemische Mittel werden bei der Reinigung und speziell zur Bekämpfung von Hausstaubmilben eingesetzt. Dazu gehören Tenside, Fungizide, Insektizide, Antiseptika und spezielle acarizide Substanzen.

Tenside

Bereits wässrige Tensidlösungen besitzen einen letalen Effekt gegenüber Hausstaubmilben. Durch die starke Netzwirkung der Tenside kann die von Natur aus hydrophobe Oberfläche der Milben völlig benetzt werden. Dadurch verlieren sie ihre Fähigkeit, sich an Fasern festzuhalten und werden in das wässrige Medium eingetragen. Sie verlieren allmählich ihre Luftblase, was dann letztendlich zum Tod durch Ertrinken führt. Diese Wirkung ist auch beim Wäschewaschen zu beobachten.

Werden Milben in Wasser gesetzt, so überleben sie 60° bis 70°C über 100 Minuten lang. Ist die Temperatur höher als 70°C, so verringert sich die Überlebenszeit auf etwa 30 Minuten. Gibt man allerdings Tenside in das Wasser, so reicht eine Temperatur von 60°C aus, um die Milben innerhalb 15 Minuten abzutöten (Dippold et al. 59).

Fungizide

Verschiedene Fungizide, wie Nipagin oder Natamycin, können im Haushalt eingesetzt werden. Das Ziel dieser chemischen Stoffe ist es, Pilze und deren Sporen abzutöten. Als positiver Nebeneffekt werden auch die Hausstaubmilben reduziert, da sie von der Vorverdauung der Hautschuppen durch Pilze abhängig sind. Ein letaler Effekt auf Hausstaubmilben ist mit derartigen Mitteln allerdings nicht zu erreichen. Daher ist die Milbenbekämpfung mit Fungiziden uneffektiv und nicht zu empfehlen.

Insektizide

Insektizide wie Lindan und DDT zeigen sehr verschiedene Effekte bei unterschiedlichen Organismen. Milben der Gattung Pyroglyphidae sind

gegen diese Mittel recht resistent, so dass ein Großteil dieser Milbenart eine Behandlung mit derartigen Stoffen überlebt. Andere Kleintiere werden von Insektiziden ausgerottet, so dass auch Feinde der Hausstaubmilben wie Staubläuse und Raubmilben vernichtet werden. Dies führt zu einer Verschiebung des ökologischen Gleichgewichts und damit zu einer verbesserten Entwicklung der Hausstaubmilbenpopulation (van Bronswijk 39). Insektizide können selbst toxisch oder allergen sein und sind somit generell gesundheitlich bedenklich.

Desinfektionsmittel

Gebräuchliche Desinfektionsmittel wirken nur vereinzelt effektiv gegen Hausstaubmilben. Bei einer Untersuchung von Schober et al. (172) konnten 6 von 8 untersuchten Stoffen gegen Hausstaubmilben eingesetzt werden. Zu den Desinfektionsmitteln können auch acarizide Mittel gezählt werden, die aber ihrer besonderen Bedeutung wegen in diesem Zusammenhang gesondert behandelt werden.

Acarizide Mittel

Acarizide Mittel sind Stoffe, die speziell gegen Tiere der Klasse der Milben (Acari) gerichtet sind. Acarizide Mittel sollten folgende 3 Eigenschaften besitzen:

- Effektive Ausrottung der Hausstaubmilben
- Abbinden von Fäzes und Allergenen
- Toxikologische und allergologische Unbedenklichkeit

Unter den verschiedenen acarizid wirkenden Substanzen erlangten nur Derivate von Benzoesäure eine praktische Bedeutung. Benzylbenzoat ist eine hochsiedende, klebrige Flüssigkeit, die allein angewendet zur Ausbildung von schmutzaufnehmenden Überzügen auf Textilfasern führt. Aus diesem Grund wird verfestigtes Benzoat verwendet. Die Verfestigung erfolgt in einem pulverförmigen Produkt auf Silizium-Aluminium-Basis und bei schaumförmigen oder flüssigen Mitteln auf der Basis von Acrylat-Emulsionen.

Als Netz- und Schaummittel sind Tenside in den meisten Produkten enthalten. Hinsichtlich der Zusammensetzung gebräuchlicher acarizider Mittel vgl. Anhang Tabelle A19.

Da die Notwendigkeit besteht, acarizide Mittel großflächig anzuwenden (z. B. bei Teppichen), sollte möglichst kein bzw. sehr wenig organisches Lösungsmittel darin enthalten sein. Aufgrund ihrer chemischen

Glattfußböden

Glattfußböden bilden keine günstigen Voraussetzungen für Hausstaubmilbenpopulationen. Daher sind sie wenig relevant bei der Thematik der Hausstaubmilbenallergie. Empfehlenswert ist es dennoch, diese Bodenbeläge regelmäßig zu reinigen, da sich dort allergenhaltiger Staub aus der Luft absetzen und ansammeln kann. Um dabei so wenig Staub wie möglich aufzuwirbeln ist es ratsam, derartige Böden feucht zu wischen, anstatt sie mit einem Besen zu kehren.

In Ecken und Ritzen sammelt sich häufig trotz regelmäßiger Reinigung Staub an, der den Milben günstige Lebensbedingungen bietet. Derartige Problemzonen sind Fugen und Ritzen beim Abschluß des Bodenbelags mit der Wand, nicht geschlossene Holzböden usw. Bei begründetem Verdacht auf eine starke Hausstaubmilbenbelastung dieser Ecken und Ritzen können sie mit einem acariziden Mittel behandelt werden. Dabei gibt man etwas von einem acariziden Mittel in das Wischwasser und reinigt dann wie gewohnt den Boden. In den Spalten kann das flüssige Mittel auch konzentriert direkt aufgesprüht werden. Eine einmalige Anwendung reicht dabei zur völligen Ausrottung der Tiere aus.

Textile Fußbodenbeläge

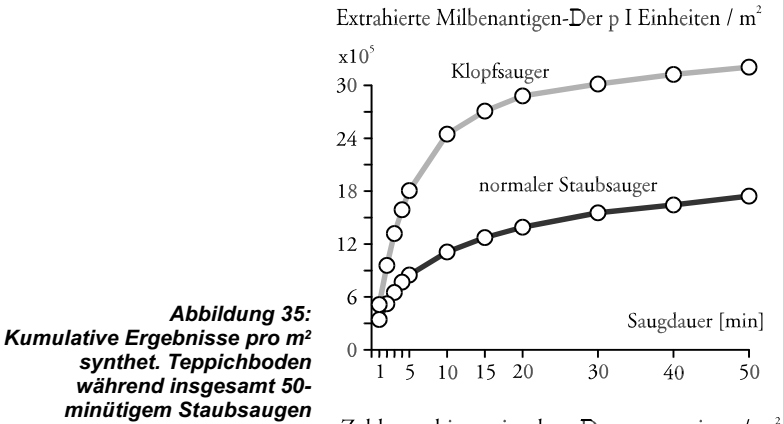
Staubsaugen: Bisher wurde und wird das Staubsaugen als eine effektive Methode zur Hausstaubmilbenbekämpfung von vielerlei Seiten angepriesen. In mehreren Studien konnte eine hohe Wirksamkeit aber nicht immer nachgewiesen werden (Bischoff und van Bronswijk 23). Es wird nur ein Teil der Hausstaubmilben mit herkömmlichen Staubsaugern entfernt, vor allem, wenn deren Saugkraft zu gering ist (verschmutzte Filter, voller Staubbeutel). Die diesbezüglichen Vorteile des PROAIR-Delphin-Gerätes wurden in Kap. 4.3.2.4 beschrieben. Nur etwa 5–10% der Milben können durch Staubsaugen nach herkömmlicher Art entfernt werden. Selbst längeres Saugen kann die Milbenpopulation nicht entscheidend reduzieren. Dies rührt daher, dass sich lebende Milben nicht wie verschiedene andere Strukturen des Staubes verhalten. Sie klammern sich an Textilfasern fest und sind für einen schwachen Saugstrom schwerer erfassbar (siehe Abb. 36). Außerdem befinden sie sich meistens in den unteren Textilschichten, in denen sie vom Saugstrom kaum erreicht werden, da dieser zu schwach ist.

Die Staubsaugerleistung hinsichtlich Staub- und Hausstaubmilbenreduzierung entspricht etwa einer Exponentialfunktion, d.h. zu Beginn des

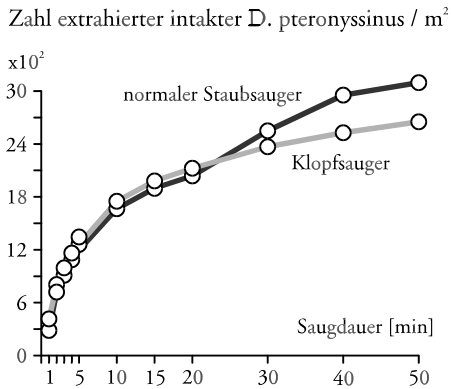
Saugens wird am meisten Substrat angesaugt, und die abgesaugte Menge pro Zeiteinheit sinkt mit steigender Saugdauer (s. Abb. 35).

Milbeneier können meistens nicht durch Staubsauger entfernt werden, da sie mit einer Schleimschicht an den Textilfasern haften.

Tote Milben und Milbenexkremeute verhalten sich wie anorganische Stoffe und können eher vom Saugstrom erfasst werden.



Quelle: Wassenaar, D. P. J.: Staubsauger zur allergologischen Sanierung eines synthetischen Teppichbodens. In: Allergologie 11 (1988), S. 270 (199)



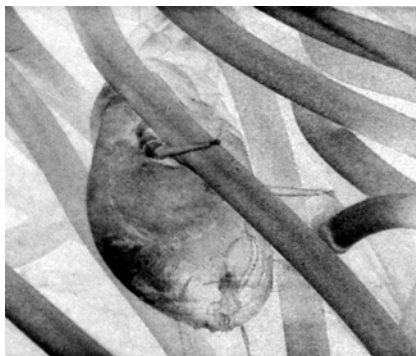
Die sog. Filterleistung ist ein weiteres Problem der herkömmlichen Staubsaugergeräte. Da es sich bei den allergenen Stoffen des Hausstaubes um sehr kleine Partikel handelt, stellt sich die Frage nach dem Rückhaltevermögen herkömmlicher Staubsauger. Deren Filterleistung muss entsprechend groß sein, um auch kleine Partikel (<< 10 µm) weitgehend zurückzuhalten. Die Ausblasluft wird allerdings nie partikelfrei sein, wie dies beim PROAIR-Delphin mit Wasserbad (Abb. 29) gegeben ist. Je grö-

Über die Filterleistung üblicher Staubsauger ist, desto geringer ist deren Saugleistung. Dies bedeutet bei einer großen Filterleistung, dass das Schmutzrückhaltevermögen zwar groß, aber die Schmutzentfernung aufgrund der niedrigeren Saugleistung schwächer sein kann. Gegebenenfalls müsste letztere durch einen starken Motor wesentlich erhöht werden, wodurch allerdings Gerätekosten sowie Stromverbrauch und -kosten steigen würden.

Bei herkömmlichen Staubsaugergeräten wird die eingesaugte Luft nach dem Passieren verschiedener Filterstufen wieder an die Raumluft abgegeben. Teilchen, die nicht vom Filtersystem zurückgehalten wurden, gelangen in die Raumluft und verteilen sich dort. So kann unter Umständen die Raumluft nach einem Saugvorgang sehr viel stärker mit Alveolar-gängigem Feinstaub ($\ll 5 \mu\text{m}$) und allergenen Partikeln belastet sein als vor dem Saugen. In den letzten Jahren kamen deshalb Staubsaugergeräte etwas in Verruf, mehr »Dreck« herauszublasen als einzusaugen. Daher wurde von einigen Staubsaugerherstellern ein neues Filtersystem entwickelt, das sehr viel kleinere Partikel zurückhalten kann als das herkömmliche Kunststoff-Vlies. Der neue S-Klasse-Filter (S für Schwebestoffe) ist ein Glasfaser-Vlies, das nach DIN 24184 oder DIN IEC 312 99,97% der Partikel bis zu einer Größe von $0,4 \mu\text{m}$ zurückhalten soll. Die neue Gerätegeneration der Staubsauger hat mehrere Filtersysteme hintereinander geschaltet, um den Teilcheneintrag in die Luft durch den Staubsauger so gering wie möglich zu halten.

Abbildung 36:
Hausstaubmilbe (*D. farinae*)
zwischen Fasern eines
Teppichstücks. Festgeklammert am
Untergrund und weitgehend in
Sicherheit vor dem Luftstrom des
Staubsaugers.

Quelle: Bischoff, E.; »Sanierung durch Milbenbekämpfung und Reinigung in Häusern mit Hausstaubmilbenbefall.
 In: Allergologie 18, H. 2 (1995), S. 24 (20)



Mittlerweile werden auf dem Markt Staubsauger einer neuen Gerätegeneration mit z. B. sechs Filtersystemen angeboten. Beim ersten Filtersystem handelt es sich um einen doppelwandigen Papierfilter, den sog. Staubsauger-

gerbeutel, in dem die größeren Staubpartikel bis zu einer Größe von 5 µm zurückgehalten werden. Diesen umschließt ein sog. Container, der als weiteres Filterelement benutzt wird. Vor dem Motor sitzt der S-Klasse-Filter, der bis zu 99,9% der Teilchen bis herunter zu einer Größe von durchschnittlich 0,3 µm zurückhalten soll. Anschließend durchströmt die Abluft vor dem Wiederaustritt aus dem Gerät noch den sog. Ausblasfilter sowie den Microfilter. All diese Filtersysteme sollen nach Angaben des Herstellers eine Abscheideleistung von 99,97% einer Partikelgröße bis herunter zu 0,3 µm garantieren (178).

Zur Absicherung entsprechender Angaben von Geräteherstellern beauftragte die Institution ›Öko-Test‹ mehrere unabhängige Laboratorien mit der Überprüfung der Saugeigenschaften von drei ausgewählten Geräten. Die erhaltenen Daten wichen nicht unwesentlich von den Herstellerangaben ab. Diese Ergebnisse waren für Prof. Dr. M. Schata (Direktor der Gesellschaft für angewandte und experimentelle Allergieforschung in Düsseldorf) deshalb nicht verwunderlich bzw. vergleichbar, weil herstellerseitig Kurzzeitversuche mit einem separaten S-Klasse-Filter vorgenommen wurden, wohingegen die Prüflaboratorien wiederholt Langzeitversuche mit denselben Filtern entsprechend einer üblichen Alltagspraxis durchführten.

Das nach DIN IEC 312 ermittelte Staubrückhaltevermögen von Schwebeteilchen entsprach weitgehend den hervorragenden Herstellerangaben, wobei anzumerken ist, dass die Prüfbedingungen der DIN in vielen Punkten praxisfern und daher ungeeignet zur Beurteilung der tatsächlichen Staubbefreiung im Alltag sind. Beispielsweise wird in der DIN nicht berücksichtigt, dass die Filterleistung bei längerem Staubsaugen abnimmt. Grund dafür ist, dass sich immer mehr Staub im Verlaufe des Saugvorganges am Filter anlagert und der Strömungswiderstand dadurch steigt. Folge davon ist, dass staubbeladene Luft durch undichte Verbindungsritzen des Gerätes entweichen kann. Deshalb wurde von Schata ein Benutzer-orientiertes Prüfverfahren entwickelt, dessen Details bei Cejka (46) nachzulesen sind.

Weitere Untersuchungen ergaben außerdem, dass sich bspw. durch unsachgemäße Handhabung und Beschädigung aus den S-Klasse-Filtern lungengängige Glasfasern lösen können, die ähnlich wie Asbestfasern im Verdacht der Kanzerogenität stehen. Daher sind in den neuesten Geräten Kunststoffgitter an den S-Klasse-Filtern angebracht, um deren Beschädigung zu verhindern.

Index

A

Abwehr, spezifische	27
Abwehrmechanismen	
humorale ~	29
spezifische ~	19, 29
unspezifische ~	19
zelluläre ~	29
Acarizide	
Abtötungsraten	130
Acarosan, Fa. Allergopharma KG	137
Eigenschaften	128
Matratzen-Clean-Spray (Fa. Potema)	137
Sprühlösungen	137
Tre-San für Teppiche, Teppichböden, Polstermöbel (Fa. innovall medica)	137
Wirkungsweise	129
Zusammensetzung	181
Acarologie	176
Aerosol	24
Akupunktur	51
Algorithmus zu multifaktoriellen Allergenbelastungen	107
Allergene	91
Allergenmenge im Raum	94
Allergie-auslösendes Potential	131
Berechnungen	131, 136
Gruppe eins (G I)	92
Gruppe zwei (G II)	92
Häufigkeitsverteilung	56
im HNO-Bereich	94
in den Schlafräumen	94
in der Luft	94
Kreuzreaktivität	96
Nomenklatur	92
Rekombinante ~	95
Allergene Der p I und Der p II	83, 84, 87
Allergenkarenz	106
Allergensanierung	106
Allergie	
~-Pass	33
Abgrenzung	33
Alternative Testverfahren	46
Alternative Therapien	51
Anamnese	43
Arzneimittelallergie	33
Auslösende Stoffe	95
Blütenpollen	18
Blutuntersuchungen	44
Definition	32
Diagnostik	42
Epidemiologie	55
Häufigkeitsverteilung	95
Hausstaubmilben	18
Hauttests	33, 43
Hyposensibilisierung	50
Innenraumallergene	18
Krankheitsbilder	36, 100
Pollenflugkalender	18
Suchdiät	46
Symptome	33, 36, 122
Therapiemöglichkeiten	47
Allergieauslösung	
Formel	107
ALLERGIKA®-Bettbezüge	138
Allergische Reaktionen	
Allergenexposition	52
Äußere Haut	36
Genetische Disposition	52
Säuglinge	53
Schleimhäute	36
Sofortreaktion	38
Umweltfaktoren	54
Allergische Rhinitis	37
Allergische Sofortreaktion	34
Antihistaminika	49
Allergische Spätreaktion	35, 41
Allergologie	19, 32
Alveolitis	
Exogen-allergische ~	82
Anaphylaktische Reaktion	34
Anaphylaktischer Schock	42
Anaphylaxie	34
Anti-Allergie-Haus	117
Antigene	27, 30
Antigenität	27, 92
Antihistaminika	48
~ der älteren Generation	48
~ der neueren Generation	48
Blut-Hirn-Schranke	48
Cetirizin	49
Corticoide	49
Dinatrium cromoglicicum	49
Diskus-Haler	50
Histaminrezeptoren	48
Ketotifen	49
Loratadin	49
Nebenwirkungen	48
Turbo-Haler	50
Zentralnervensystem	48

Antikörper	- - - - - 27, 30	Betthygiene	
Antimikrobielle Substanzen	- - - - - 25	Spannbetttücher	- - - - - 88
Arzneimittelallergie	- - - - - 33	Bettsanierung	- - - - - 131
Aspergillus penicilloides	- - - - - 67	Bettstaub	- - - - - 67
Asthma bronchiale	- - - 34, 38, 100, 102, 103	Bettwaren	
Behandlungsgrundsätze	- - - - - 39	für Allergiker	- - - - - 134
Bluttests	- - - - - 39	Bettwäsche	
Definition	- - - - - 38	Hydrosaugsystem	- - - - - 134
ECP = Eosinophiles kationisches Protein	39	Reduktion der Milben	- - - - - 150
Luftwäscher	- - - - - 121	Waschen	- - - - - 134, 150
Lungenfunktionstests	- - - - - 39	Wechseln	- - - - - 134
Atembereich	- - - - - 24	Bettzeug	- - - - - 85
Atemwege		Kunstfasern	- - - - - 88
Allergische Krankheitserscheinungen	- - 36	Biogene Amine	- - - - - 33
Atemwegserkrankungen		Bioresonanztherapie	- - - - - 52
durch allergische Stoffe	- - - - - 119	Blumen	
Obstruktive ~	- - - - - 119	Allergene	- - - - - 123
Atopie	- - - - - 18	Bakterien	- - - - - 123
Atopische Dermatitis	- - - - - 40	Blütenpollen	
Atopisches Ekzem	- - - - 34, 40, 102, 121	Pollenflugkalender	- - - - - 174
Definition	- - - - - 40	Blutuntersuchungen	- - - - - 44
Atopiker	- - - - - 103	ELISA	- - - - - 44
Atopische Dermatitis	- - - - - 40, 100	RAST	- - - - - 44
Atopisches Asthma	- - - - - 101	RIST	- - - - - 44
B		Bronchitis	
Barfuß gehen		allergische ~	- - - - - 36
Schlafzimmerteppiche	- - - - - 89	chemisch-irritative ~	- - - - - 36
Bauwesen		C	
Klimabedingungen	- - - - - 111	CEA	- - - - - 71
Milbenbelastung	- - - - - 111	Chemische Hilfsmittel	
Befeuchtungsanlagen	- - - - - 117	Bekämpfung von Hausstaubmilben	- - - 127
Beherrschungsprinzip		Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)	- - - - - 37
Wohnungssanierung	- - - - - 155	Allergiemediatoren	- - - - - 37
Benzylbenzoat	- - - - - 155	Cor pulmonale	- - - - - 37
Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz G23, G29	- - - - - 101, 118	Kardiologische Spätfolgen	- - - - - 37
Berufskrankheiten BK-Nr. 4301 und 5101	- 119	Kardiotoxische und vaskuläre Effekten	- 37
Bett		Rechtskardiale Hypertonie	- - - - - 37
Allergene	- - - - - 94	Chronic-Fatigue-Syndrome (CFS)	- - - - - 133
Betthöhletemperatur	- - - - - 86	CIVS (Chemikalien-Informationssystem zu verbraucherrelevanten Stoffen)	- - - - 118
Bettzeug	- - - - - 88	COPD	- - - - - 39
Encasing	- - - - - 132	Allergiekranke Kinder	- - - - - 40
Hausstaubmilben	- - - - - 84, 86	Medikamente	- - - - - 40
Kunstfasern	- - - - - 88	Schulkinder	- - - - - 39
Luftfeuchte	- - - - - 86	Cortison	- - - - - 49
Matratze	- - - - - 88	D	
Milbenbelastung	- - - - - 86, 88	Dalton	- - - - - 30
Naturfasern	- - - - - 88	Delphin-Luftwäscher	- - - - - 121
Pilze	- - - - - 86	Der f I	- - - - - 92
Sporen	- - - - - 86	Der f II	- - - - - 92
Bettbezüge			
Allergenkonzentrationen	- - - - - 94		