

Aus dem Institut für Hygiene und Umweltmedizin

(Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. habil. Axel Kramer)

der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Reduktion der Besiedlung neuwertiger Matratzen mit Bakterien,
Schimmelpilzen und Hausstaubmilben durch Matratzenganzbezüge**

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

(Dr. med.)

der

Medizinischen Fakultät

der

Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald

2002

vorgelegt von:

Ute Krüger

geb. am 15.10.1974

in Rostock

Dekan: Prof. Dr. med. H. K. Kroemer

1. Gutachter: Prof. Dr. med. A. Kramer

2. Gutachter: Prof. Dr. med. T. Eikmann

Tag der Disputation: 29.10.2002

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Anforderungen an synthetische Matratzenganzbezüge	3
1.3. Zusammensetzung des Hausstaubs	3
1.4. Standardisierte Hausstaubsammlung	4
1.5. Hausstaubmilben als Allergenproduzenten	4
1.5.1. Systematik und Charakteristik	4
1.5.2. Bedeutung, Nachweis und Therapie der Hausstaubmilbenallergie	5
1.6. Schimmelpilze als Allergene	6
1.6.1. Systematik und Charakteristik	6
1.6.2. Bedeutung, Nachweis und Therapie von Schimmelpilzallergien	7
1.7. Symbiose zwischen Schimmelpilz und Hausstaubmilbe	8
2. Durchgeführte Untersuchungen	9
2.1. Material	9
2.2. Methoden	11
2.2.1. Semiquantitative Bestimmung der Konzentration des Hausstaubmilbenantigens (Der p1)	11
2.2.2. Quantitativer Nachweis von Bakterien und Pilzen	12
2.2.3. Angaben zur Statistik	13
2.2.4. Probandenauswahl	13
2.2.5. Erhebung räumlicher Verhältnisse	14
2.2.6. Methodik der Staubprobengewinnung	15
2.2.7. Umfrage zur Akzeptanzbeurteilung	16

3.	Ergebnisse	17
3.1.	Geschlechts- und Altersverteilung	17
3.2.	Compliance der Probanden	18
3.3.	Semiquantitative Milbenantigenbestimmung	19
3.4.	Quantitativer Nachweis von Bakterien und Schimmelpilzen	23
3.5.	Taxonomische Pilzbestimmung	28
3.6.	Auswertung der gemessenen Temperaturen und Luftfechtigkeiten	29
3.7.	Akzeptanzbeurteilung	30
3.7.1.	Fragebogenauswertung	30
3.8.	Subjektive Angaben zur allergischen Symptomatik	33
4.	Diskussion	34
4.1.	Methodik	34
4.2.	Ergebnisse	36
4.2.1.	Hausstaubmilbenantigen (Der p1)	36
4.2.2.	Pilz- und Bakterienwachstum	38
4.2.3.	Weiterführende Gedanken	40
5.	Zusammenfassung	42
6.	Literaturverzeichnis	44
7.	Anhang	53
7.1.	Abb. 1: Fragebogen zur Umfeldanalyse	54
7.2.	Abb. 2: Fragebogen zu den untersuchten Matratzen	55
8.	Eidesstattliche Erklärung	56
9.	Lebenslauf	57
10.	Danksagung	58

Abkürzungsverzeichnis

OD: optische Dichte

KbE: koloniebildende Einheiten

bzw: beziehungsweise

u./o.: und/oder

o.ä.: oder ähnliches

z.B.: zum Beispiel

spp.: subspezies

T: Temperatur

L: Luftfeuchtigkeit

RT: Raumtemperatur

RAST: Radio-Allergo-Sorbent-Test

EAST: Enzyme-Allergo-Sorbent-Test

Der p1: Dermatophagoides pteronyssinus

1. Einleitung und Problemstellung

1.1. Problemstellung

Hausstaubmilben, Schimmelpilze und Bakterien zählen zu den bedeutendsten Allergenproduzenten im häuslichen Bereich. Ihnen wird eine wichtige Rolle in der Entstehung von Allergien in den sogenannten Industrienationen zugeschrieben, z.B. in der Ätiopathogenese des kindlichen Asthma bronchiale (Htut 1994, Woodcock/Custovic 1998). Die zweitgenannten Autoren unterstreichen, dass die Beziehung zwischen der Allergenexposition und dem Asthma sehr komplex ist, wobei die Milbensensibilisierung eine wichtige Rolle spielt.

Perzanowski et al. (1998) konnten mittels Studien in einigen Orten der USA feststellen, dass auch eine Sensibilisierung gegenüber Alternariaallergenen einen signifikanten Risikofaktor für die Auslösung von Asthma bei Kindern darstellt.

Somit wird deutlich, dass Pilze in ihrer Funktion als Allergenträger im Zusammenhang mit allergischen Erkrankungen nicht zu unterschätzen sind. Verhoeff et. al. (1997) kamen nach Auswertung von neun verschiedenen Studien, die sich mit der Beziehung zwischen Pilzen in der Wohnung und allergischen Reaktionen befaßten, zu dem Ergebnis, dass Feuchtigkeit und Probleme durch Schimmelpilze in 20-50% moderner Wohnungen eine Rolle spielen.

Da bei der Häufigkeit des Auftretens von Allergien in den Industrieländern eine steigende Tendenz zu verzeichnen ist, muß besonderer Wert auf die Prävention allergischer Erkrankungen gelegt werden. Arshad et. al. (1992) berichten, dass eine konsequente Allergenreduktion in den ersten Lebensjahren eines Kindes zu einer Abnahme allergischer Erkrankungen führt, was den Stellenwert der Prävention hervorhebt. Zur Prävention werden das Staubsaugen mit Mikrofiltern, ausreichendes Lüften, die Teppichreinigung mit Akariziden (= milbenabtötende Substanzen) sowie die Anwendung von Matratzenganzbezügen empfohlen. Evans (1992) empfiehlt zur Expositionsvermeidung gegenüber Hausstaubmilben eine Raumlufffeuchtigkeit von < 50%, Schnyder et al. (2000) empfehlen sogar < 45%.

Chapman et al. (1999) geben weitere Hinweise zur Prävention von Schimmelpilzallergien, wie z.B. das Absenken der Raumlufffeuchtigkeit < 70%, das Beseitigen von Feuchtigkeitsquellen, z.B. im Bad, sowie das Auslegen der Wohnräume mit

synthetischen Kurzhaarteppichen, wenn ein völliger Verzicht auf Teppiche nicht gewünscht wird. Auch zu einer Reduktion der Anzahl von Zimmerpflanzen in den Wohnungen wird geraten, um die Raumlufffeuchtigkeit möglichst niedrig zu halten.

Die ältesten Empfehlungen für Matratzenganzbezüge bezogen sich auf Plastikbezüge, die wegen eingeschränkter Wasserdampfdurchlässigkeit kaum Akzeptanz fanden (Sarsfield et al. 1974). Dies änderte sich durch die Entwicklung wasserdampfdurchlässiger Materialien, die Partikel $> 0,3 \mu\text{m}$ und Flüssigkeiten zurückhalten können. Daraus resultierend entstanden akzeptable Matratzenganzbezüge, die zur Verbesserung der Hygiene führten. Sie werden vor allem in Kliniken, zunehmend aber auch im häuslichen Bereich, eingesetzt.

Inzwischen gibt es viele Studien, die den Nutzen von synthetischen Matratzenganzbezügen hinsichtlich der Milbenreduktion belegen (Owen et al. 1990, Ehnert et al. 1992, Wickman et al. 1994, Frederick et al. 1997 u.a.).

Ob Allergiker von der Milbenreduktion letztendlich auch klinisch profitieren, wird in der vorliegenden Literatur unterschiedlich bewertet. Während Walshaw et al. (1986), Ehnert et al. (1992), van der Heide et al. (1997) und Holm et al. (2001) von einer Besserung der allergischen Symptomatik berichten, können Marks et al. (1994), Frederick et al. (1997) sowie Götzsche et al. (1998) dies nicht bestätigen.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Vermehrung von Hausstaubmilben, Schimmelpilzen und Bakterien auf fabrikneuen Matratzen bei Verwendung von zwei verschiedenen Matratzenganzbezügen. Hierbei handelt es sich um Matratzenganzbezüge aus Baumwolle und einer Polyester-Mikrofaser mit Polyurethanbeschichtung. Ziel dieser Studie ist es, einen Vergleich zwischen zwei verschiedenen Materialien hinsichtlich der Besiedlung oben genannter Mikroorganismen durchzuführen, da nach bisherigem Kenntnisstand eine solche Studie fehlt.

1.2. Anforderungen an synthetische Matratzenganzbezüge

Matratzenganzbezüge, die nach den heutigen Erkenntnissen zur Allergieprävention eingesetzt werden, sollten folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Sie müssen eine geringe Porengröße aufweisen, um Allergene zurückhalten zu können, dabei sollten sie die Matratze allseitig umschließen.
- Die Nähte und Verschlüsse (z.B. Reißverschlüsse) müssen dicht sein.
- Die Bezüge sollten waschbar, im Krankenhaus beständig gegen Desinfektionsmittel sein und auch nach wiederholtem Waschen ihre Dichtheit behalten.
- Außerdem müssen sie wasserdampfdurchlässig sein, um unangenehmem Schwitzen vorzubeugen und Akzeptanz durch den Nutzer zu finden.
- Das Bezugmaterial sollte recycelbar sein, um eine umweltgerechte Entsorgung zu gewährleisten.

1.3. Zusammensetzung des Hausstaubs

Bisher existiert keine einheitliche Definition des Begriffs „Hausstaub“.

Unter Zuhilfenahme des Bundesgesundheitsblattes 9/1998 soll eine kurze Erklärung versucht werden. Danach versteht man unter „Hausstaub“ alle Arten von Partikeln, die in niedergeschlagener Form in Wohnungen vorkommen und somit vom „Schwebstaub“ abgegrenzt werden können. „Hausstaub umfaßt gleichermaßen Partikel mit Durchmessern im Submillimeterbereich wie im Bereich mehrerer Millimeter, mit runder, eckiger oder faserförmiger Gestalt“ (Seifert 1998). Dazu gehören z.B. Hautschuppen, Nahrungskrümel, Teppichfasern sowie weitere Stoffe organischer oder anorganischer Natur, natürlichen oder synthetischen Ursprungs und auch solche, die mit bloßem Auge nicht sichtbar sind. Zusätzlich existiert eine Vielzahl von Mikroorganismen im Hausstaub, wie Bakterien, Protozoen, Algen-, Farn- und Moosarten, Schimmelpilze, Arthropoden und Hausstaubmilben (Ferkmann 1982).

1.4. Standardisierte Hausstaubsammlung

Gross et al. (1997) empfehlen dafür einen Staubsauger mit Filter und Filterhalter, der während der gesamten Studienzeit verwendet und hinsichtlich seiner Funktion regelmäßig überprüft wird. Die Staubprobennahme sollte wegen saisonaler Schwankungen bei allen Probanden zur selben Jahreszeit erfolgen. Die empfohlene Sammeldauer pro Matratze beträgt 2 min/m², da nach neuem Kenntnisstand die ersten Saugminuten beim Sammelvorgang am effizientesten sind. Die Lagerung der gewonnenen Staubproben sollte bei -20 °C, der Transport bei 4-8 °C stattfinden.

1.5. Hausstaubmilben als Allergenproduzenten

1.5.1. Systematik und Charakteristik

Die Hausstaubmilben gehören zur Familie der Pyroglyphidae, Unterordnung der Psoroptoidea, Ordnung der Acariformes und Subklasse der Acari (Milben), die zu den Arachnoidea (Spinnentieren) gehören.

Weltweit existieren ca. 35 Arten der Familie Pyroglyphidae, wovon einige kosmopolitisch verbreitet sind. Die aus allergologischer Sicht bedeutsamen Vertreter *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae* und *Euroglyphus maynei* kommen auch in Deutschland vor. *Dermatophagoides pteronyssinus* kann bis 0,35 mm lang werden (Kaestner 1993).

Hautschuppen, Mikroorganismen und Pilze stellen die Nahrungsgrundlage dar, weshalb Hausstaubmilben überwiegend in Bettmatratzen, Decken, Kopfkissen, Teppichen und Polstermöbeln zu finden sind. Zu den idealen Lebensbedingungen zählen eine hohe Raumlufffeuchtigkeit (ca. 80%) und Temperaturen um 25 °C (Kaestner 1993). Neben klimatischen Faktoren haben auch geographische Faktoren, wie z.B. die Höhenlage, Einfluß auf das Milbenvorkommen (Müller et al. 1995, Fiorina et al. 1998).

Das Allergenreservoir wird durch den Milbenkot und Milbenkörperbestandteile repräsentiert.

1.5.2. Bedeutung, Nachweis und Therapie der Hausstaubmilbenallergie

Der Lieblingsort der Hausstaubmilben ist das Bett. Hier findet die Hausstaubmilbe durch Transpiration und Abgabe von Körperwärme durch den Menschen ideale Lebensbedingungen vor. Durch Einatmen von Milbenkot und Milbenkörperbestandteilen über Mund und Nase des Menschen kommt es zum Allergenkontakt mit dem menschlichen Immunsystem. Bei prädisponierten Personen (Atopikern) besteht die Möglichkeit, IgE-Antikörper (Allergietyp 1 = Soforttyp) auszubilden, was sich bei Allergenkontakt durch allergische Reaktionen bemerkbar macht. Dazu gehören die Rhinitis allergica, die Conjunctivitis allergica und das Asthma bronchiale. Die Symptome können einzeln oder zusammen in Erscheinung treten. Außerdem können Hausstaubmilben an der Auslösung bzw. Aufrechterhaltung des atopischen Ekzems beteiligt sein (Tupker et al. 1998).

Als Ergebnis schweizerischer Studien von 1998 zeigte sich, dass bei 8,9% der ermittelten erwachsenen Atopiker Sensibilisierungen gegenüber Hausstaubmilben vorliegen, bei Schulkindern erhöht sich der sensibilisierte Anteil auf 11,4% (Schnyder et al. 2000).

Weltweit schwankt die Prävalenz für die allergische Rhinokonjunktivitis bei Kindern zwischen 1,4 und 39,7%, für Asthma bronchiale zwischen 1,6 und 36,8% und für das atopische Ekzem zwischen 0,3 und 20,5% (ISAAC 1998). Auch Korsgaard (1998) bestätigt, dass Hausstaubmilben wesentlich am Auftreten von allergisch bedingten perennialen Atemwegbeschwerden ursächlich beteiligt sind. Demgegenüber gibt es die sogenannten „Nicht-Atopiker“, die auf Allergenkontakt keine Antikörper ausbilden und deshalb asymptomatisch sind.

Der Allergennachweis von *Dermatophagoides pteronyssinus* und *farinae* erfolgt in der dermatologischen Praxis nach einer gezielten Anamnese gewöhnlich mittels Pricktest (Intracutantest) und RAST-Test (Bluttest) zur Bestimmung der RAST-Klasse, die mit der Allergenaktivität korreliert. Neben dem Nachweis spezifischer IgE-Antikörper mittels RAST-Test gibt es außerdem die Möglichkeit der Histaminbestimmung und die Bestimmung des Gesamt-IgE, wobei letzteres allerdings nur allgemeine Schlußfolgerungen hinsichtlich der allergischen Disposition zuläßt.

Bezüglich der Therapie steht die Allergenkarenz an erster Stelle, die wegen des ubiquitären Vorkommens von Hausstaub nahezu unmöglich ist. Am Anfang der kausalen Therapie steht daher die Sanierung im Wohn- und Schlafbereich.

Neben der symptomatischen Pharmakotherapie mit Antihistaminika und Glucocorticoiden gibt es außerdem die spezifische Hyposensibilisierung mit standardisierten Allergenextrakten.

1.6. Schimmelpilze als Allergene

1.6.1. Systematik und Charakteristik

Das Erstellen einer aktuellen Systematik ist problematisch, da sich hier einige Änderungen eingestellt haben. Früher wurden Schimmelpilze vorwiegend nach ihrer Morphologie benannt und eingeteilt. Inzwischen werden biochemische Testverfahren nebst speziellen Eigenschaften hinzugezogen, was zu einer Umbenennung und Umgruppierung geführt hat (Reiß 1997).

Die in dieser Studie relevanten Schimmelpilzgattungen sollen nach einer Vorlage von Ainsworth (1973) und Kreisel (1969) kurz dargestellt werden (Reiß 1997).

Die Gattung *Mucor* gehört zur Familie *Mucoraceae* der Ordnung *Mucorales* der Klasse *Zygomycetes* und der Abteilung *Myxomycota*. Die folgenden Schimmelpilzgattungen gehören unterschiedlichen Familien an, die aber alle zur Ordnung der *Moniliales*, Klasse der *Deuteromycetes* (auch unter dem Namen *Fungi Imperfecti* bekannt) und zur Abteilung der *Eumycota* gehören. Die Gattung *Aspergillus* läßt sich ebenso wie *Penicillium*, *Scopulariopsis*, *Sporotrichum* und *Trichoderma* der Familie *Moniliaceae* zuordnen, während die ebenfalls bekannten Gattungen *Alternaria* und *Cladosporium* der Familie *Dematiaceae* angehören. Neben diesen genannten existieren noch viele weitere Schimmelpilzgattungen, auf die in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden soll.

Wie die Hausstaubmilben weisen auch die Schimmelpilze ein ubiquitäres Vorkommen auf. Die Verbreitung erfolgt durch Sporen, die überwiegend ungeschlechtlich, aber auch geschlechtlich entstehen, als Allergenträger fungieren und deren Größe zwischen 3 bis 80 µm schwankt (Schata 1985).

Für ihr optimales Wachstum benötigen viele Schimmelpilze laut Schata eine hohe Raumlufffeuchtigkeit (ca. 80%) und Zimmertemperaturen, dennoch gibt es Vertreter, die an eine trockene oder kühlere Umgebung gut adaptiert sind. Auch die Höhenlage hat Einfluß auf das Schimmelpilzvorkommen (Fiorina et al. 1998). Schimmelpilze sind in der Lage, über sogenannte Hyphenanastomosen mit Vertretern gleicher oder verwandter Art Kerne auszutauschen, woraus eine enorme Variabilität resultiert (Reiß 1997). Hiermit läßt sich die große Anpassungsfähigkeit in unterschiedlichen Lebensräumen, z.B. das Vorkommen in Bettmattzen, erklären. Weiterhin sind Schimmelpilze befähigt, Stoffwechselprodukte zu bilden, eine Eigenschaft, die schon seit geraumer Zeit in der Pharmakologie und Biotechnologie genutzt wird.

1.6.2. Bedeutung, Nachweis und Therapie von Schimmelpilzallergien

Nach Reiß reagieren etwa 20% aller Menschen empfindlich auf Schimmelpilzallergene, eine Tatsache, die die Zunahme sogenannter mykogener Allergien verstehen läßt. Als Hauptquelle für den sensibilisierenden Kontakt wird der Hausstaub angegeben, der „bis zu 3,2 Millionen lebende Pilzsporen je Gramm enthalten kann“ (Reiß 1997). So können Schimmelpilze an der Entstehung von Hausstaubmilbenallergien durchaus beteiligt sein, ohne dass die betreffende Person etwas davon ahnt. Da Pilzsporen sehr klein sind, können sie beim Einatmen über Mund und Nase bis in den Bronchialbaum gelangen und bei der Auslösung der allergischen Rhinitis und Conjunktivitis bis hin zum allergischen Asthma bronchiale eine wichtige Rolle spielen (Allergietyp 1). Die exogen allergische Alveolitis (sog. Farmerlunge) kann im Rahmen einer verzögerten Reaktion entstehen (Allergietyp 3).

Durch Untersuchungen von Kanny et al. (1996) konnte erstmals ein Zusammenhang zwischen allergischem Hautekzem und Hypersensibilität gegenüber Schimmelpilzen dargestellt werden, wobei *Penicillium* und *Cladosporium* neben weiteren Gattungen nachgewiesen werden konnten.

Studien der australischen Arbeitsgruppe um Garrett et al. (1998) zeigen, dass eine *Penicillium*exposition einen Risikofaktor für Asthma bei Kindern darstellt, während eine *Aspergillus*exposition als Risikofaktor für die Atopie gilt, wobei der Begriff der Atopie nicht näher definiert wird.

Die Prävalenz allergischer Erkrankungen durch Schimmelpilze bei Atopikern wird auf 20-30% geschätzt, in der übrigen Bevölkerung auf 6% (Horner et al. 1995).

Auch Schimmelpilzallergene können mittels Pricktest und RAST-Test identifiziert werden. Nach neueren Untersuchungen ist das sogenannte ImmunoCAP-System bezüglich der Sensitivität und Spezifität dem herkömmlichen RAST überlegen (D'Amato et al. 1995, Perzanowski et al. 1998).

Neben physikalischen Maßnahmen, wie z.B. ausreichendem Lüften, wird wie bei einer Hausstaubmilbenallergie zu einer Sanierung im häuslichen Bereich geraten. Die Pharmakotherapie kann auch in diesem Bereich zu einer Besserung der allergischen Symptomatik beitragen. Die Hyposensibilisierung als letzte Instanz wird in besonders schlimmen Fällen empfohlen, wobei die Nebenwirkungsrate zu berücksichtigen ist. Ein Problem dabei ist, dass bisher für fast keinen der Schimmelpilze standardisierte Antigene verfügbar sind, so dass auf vorhandenes Material für die Allergenpräparation zurückgegriffen werden muß (Chapman 1999).

1.7. Symbiose zwischen Schimmelpilz und Hausstaubmilbe

Bronswijk und Sinha veröffentlichten 1973, dass Schimmelpilze durch Andauung von menschlichen Hautschuppen maßgeblich an der Ernährung der Hausstaubmilbe *Dermatophagoides pteronyssinus* beteiligt sind.

Durch Untersuchungen v.d. Lustgraaf (1978) ist bekannt geworden, dass Hausstaubmilben und Pilze in Bereichen hoher Luftfeuchtigkeit (70-80%) günstige Wachstumsbedingungen vorfinden und beider Vermehrung gefördert wird. Die Hausstaubmilbe ernährt sich von durch Pilzenzymen angedauten Hautschuppen, die in diesem Zustand für sie besser verwertbar sind. Auf diesem Wege gelangen Pilzkonidien in den Magen-Darm-Trakt der Hausstaubmilbe, in dem sie gute Bedingungen für die Keimung vorfinden. Mit den Milbenfäces gelangen die Konidien nach außen, wo eine weitere Verbreitung möglich ist (Ferkmann 1982). Somit begünstigen sich Pilz und Hausstaubmilbe gegenseitig, was das gemeinsame Vorkommen im Matratzenstaub erklärt.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1. Material

70 Matratzen (GERMED GmbH, 21485 Schwarzenbek, Deutschland)

- Schaumstoffkern RG 40, beige
- 12 cm Dicke
- Länge und Breite nach Probandenwunsch individuell verschieden

70 Matratzenganzbezüge mit beidseitigem Reißverschluß

- 35 Testbezüge (Pro-TEX®- Matratzenganzbezüge aus Polyestermicrofaser mit Polyurethanbeschichtung)
- 35 Baumwolle-Matratzenganzbezüge (100% Baumwolle)

Technische Geräte für die Probennahme

- Staubsauger (Rowenta SuperCompact, RS-007, 1300 Watt)
- Thermo-Hygrometer (Fa. TFA Wertheim)

Zubehör/weiteres Material

- Edelstahlfilterpapierhalter
- Filterblättchen (Gelatine)
- Greiner-Röhrchen (50 ml, Falcon)
- anatomische Pinzette
- Reinigungstuch
- Folienstift

Für die Bestimmung der KbE von Bakterien und Pilzen wurden benötigt:

- Gelatinefilter mit 47 mm Durchmesser und 3µm Porengröße
(Sartorius AG, Göttingen)
- Sabouraud-Bouillon und -agar
- Drigalski-Spatel
- Pipetten und Ständer
- Schüttler (REAX 1300 der Fa. Heidolph)
- Brutschrank
- Zählgerät (Fa. Biobloc)

Für die Bestimmung des Hausstaubmilbenantigens Der p1 wurden benötigt:

- Gelatinefilter mit 47 mm Durchmesser und 3 µm Porengröße
(Sartorius-AG, Göttingen)
- ? Zelluloseblättchen mit 6 mm Durchmesser, Typ 595
(Schleicher & Schüll, Dassel)
- PBS (Phosphate Buffered Saline)
- BrCN
- Diethanolamin
- monovalentes, milbenpositives humanes Poolserum
- Anti-human-IgE, mit alkalischer Phosphatase konjugiert
(Pharmingen, Hamburg)
- $MgCl_2$ als Katalysator
- jeweils 2 bekannte positive und negative humane Seren als Kontrolle
- diverse Meßplatten und Pipetten
- 8-Kanal-Photometer Spectra Classic II
(SLT Labinstruments Deutschland GmbH, Crailsheim)

2.2. Methoden

2.2.1. Semiquantitative Bestimmung der Konzentration des Hausstaubmilbenantigens (Der p1)

EAST-Testung (Enzyme-Allergo-Sorbent-Test)

Zelluloseblättchen mit einem Durchmesser von 6 mm wurden nach der Methode von Axen et al. (1967) mit BrCN aktiviert.

Die gewonnenen Staubproben wurden samt Träger über Nacht bei Raumtemperatur (RT) in PBS unter Schütteln extrahiert. In separaten Versuchen wurde festgestellt, dass mit diesem Extraktionsverfahren ein Allergenüberangebot gewährleistet ist (> 1 mg/ml Antigen). Die mit BrCN aktivierten Scheibchen wurden in den filtrierten Extrakt gegeben (Reaktionszeit über Nacht bei RT), 3 x mit PBS-Tween 80 (0,05%) gewaschen und zur Absättigung freier Bindungsstellen 2 h bei RT mit 1 mol/l Diethanolamin, pH 9,6, nachbehandelt.

Zur Durchführung des EAST wurden je Probenscheibchen 50 μ l eines zuvor getesteten, artifiziell monovalenten, milbenpositiven humanen Poolserums 2 h bei Raumtemperatur inkubiert, 3 x mit PBS-Tween 80 gewaschen, 50 μ l eines mit alkalischer Phosphatase konjugierten Anti-human-IgE zugegeben, am nächsten Tag wieder gewaschen und die Substratreaktion mit 250 μ l 2 mg/ml pNPP (p-Nitrophenylphosphat) in 1 mol/l Diethanolamin, pH 9,6, mit 0,5 mmol/l $MgCl_2$ (Katalysator) je Scheibchen gestartet. Nach 20 min Reaktion bei RT wurden 200 μ l je Kavität auf eine Meßplatte überpipettiert und im 8-Kanal-Photometer Spectra Classic II bei einer Wellenlänge von 405 nm gemessen.

Als Richtigkeitskontrolle wurden 2 negative humane Seren mitgeführt. Für die Quantifizierung wurde eine Eichgerade mit Anti-IgE-Scheibchen, die mit standardisierten Seren mit bekanntem IgE-Gehalt entsprechend den Standards A - D (A = RAST-Klasse 1 = sehr hoher IgE-Gehalt und D = RAST-Klasse 4 = sehr niedriger IgE-Gehalt, Pharmacia-LKB, Freiburg) eingestellt waren, verwendet.

Das humane Poolserum gegen Milben, das in allen Tests zum Einsatz gelangte, bestand aus 8 Einzelseren, die vorher auf die im Staub vorkommenden "Fremdantigene": Gräserpollen, Baumpollen, Katzenhaare, *Alternaria tenuis* und

Aspergillus fumigatus überprüft wurden. Nach der von Kalveram et al. (1992) beschriebenen Methode wurden vor Einsatz dieses Poolserums alle Antikörper (soweit getestet) durch Vorinkubation mit den entsprechenden Allergenen auf Milbenantikörper artifiziell monovalent gemacht.

2.2.2. Bestimmung der KbE (Koloniebildende Einheiten) von Bakterien und Pilzen

Die Gelatineblättchen wurden mit dem gewonnenen Staub beider Versuchsgruppen nach Eintreffen im Labor mit 10 ml Sabouraud-Bouillon versetzt und im Greiner-Röhrchen (50 ml, Falcon) aufgelöst. Hierfür wurden die Probenröhrchen per Hand geschüttelt und in Ständer gestellt, worauf die Lösung einsetzte. Um den Lösungsvorgang zu beschleunigen, wurden die Probenröhrchen mehrmals dem Ständer entnommen und für etwa 30 Sekunden auf einen Schüttler (REAX 2000 der Firma Heidolph) gehalten. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis eine vollständige Lösung des Gelatineblättchens eingetreten war. Als nächstes wurden 4 Sabouraud-Agar-platten bereitgestellt. Mittels einer Pipette wurden 2 der Platten mit 1 ml der oben genannten Lösung versetzt, während die anderen beiden Platten nur mit 0,1 ml versetzt wurden. So entstanden 2 Verdünnungsstufen. Dann wurden die Keimsuspensionen manuell mit einem Drigalski-Spatel ausgespatelt. Aus den 4 Agarplatten wurden zwei Paare gebildet, wobei ein Paar jeweils aus einer Platte mit 1 ml und einer Platte mit 0,1 ml pipettierter Lösung bestand. Anschließend wurde eines der Paare bei 20 °C, das andere bei 37 °C aerob bebrütet, wodurch zwei Versuchsreihen entstanden. Nach 48stündiger Bebrütung wurden die Platten dem Brutschrank entnommen und auf Bakterien- und Pilzkolonien untersucht. Die Zählung der Kolonien erfolgte mit bloßem Auge u./o. per Zählgerät (Firma Biobloc). Waren auf beiden Verdünnungsstufen Koloniezahlen zwischen 15 und 300 erkennbar, wurde das gewichtete arithmetische Mittel berechnet; betragen die Koloniezahlen jedoch < 15 KbE/Platte, wurde nur die Platte, auf der 1 ml ausgespatelt war, berücksichtigt.

Zusätzlich wurden sämtliche Agarplatten mit Schimmelpilzwachstum der letzten Beprobung (d.h. nach 12 Monaten) zur taxonomischen Klassifizierung in die

Abteilung für Mikrobiologie der Fakultät für Biologie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald gebracht. Dort erfolgte die Klassifizierung anhand morphologischer Techniken bis zur Gattungsebene, in Einzelfällen wurde auch eine Speziesbestimmung durchgeführt.

2.2.3. Statistik

Zur Signifikanzprüfung wurde der parameterfreie U-Test nach Mann und Whitney bei zweiseitiger Fragestellung angewendet. Alle Berechnungen und Graphiken wurden mit dem Programm "SPSS for Windows" ausgeführt. Zur graphischen Darstellung wurden Box-and-Whisker-Plots mit Median, 25%-Perzentilen, Ausreißern + und Extremwerten * angefertigt.

2.2.4. Probandenauswahl

Einschlusskriterien:

- Volljährigkeit
- Schriftliches Einverständnis mit der Staubprobennahme
- Regelmäßige Benutzung der Matratze in den vorgegebenen 6 Monaten
- Erklärung bezüglich der Vermeidung jeglicher Manipulation an der Matratze (z.B. chemische Reinigung oder Lageänderung)
- Zahlung einer Schutzgebühr in Höhe von 50,- DM
- Schriftliches Einverständnis mit der anonymen Auswertung

Ausschlusskriterien:

- Minderjährigkeit
- Unregelmäßige Matratzenbenutzung
- Abwesenheit durch Krankheit, Urlaub o. auswärtige Arbeit > 5 Wochen

Der erste Schritt zur Verwirklichung der geplanten Studie bestand darin, freiwillige Probanden für das Projekt zu interessieren und zu gewinnen. Per Zeitungsanzeige in der "Greifswalder OZ" vom 01.08.1997 und öffentlicher Aushänge wurden Probanden für die Teilnahme an der Studie geworben.

Alle Probanden wurden unter einer Nummer registriert, um Anonymität zu gewährleisten.

Die Zuteilung der Probanden zur jeweiligen Untersuchungsgruppe erfolgte größtenteils nach Wunsch. Alle Probanden mußten eine schriftliche Einverständniserklärung hinterlegen.

2.2.5. Erhebung räumlicher Verhältnisse

Vor Studienbeginn wurden alle registrierten Studienteilnehmer aufgesucht und anhand eines Fragebogens erfolgte eine Erhebung der räumlichen Verhältnisse (Abb. 1 im Anhang).

Darin wurden u.a. Angaben über die Größe und Reinigung des Schlafrumes, zum Lüftungsverhalten, zur Luftfeuchtigkeit sowie zum Matratzenalter, -typ und zur Matratzengröße festgehalten. Zeitgleich erfolgten im Schlafrum die Messung der Innentemperatur und -luftfeuchtigkeit. Zusätzlich wurden am jeweiligen Untersuchungsort auch die Außentemperatur und -luftfeuchtigkeit gemessen. Die gemessenen Werte wurden dokumentiert.

Alle Teilnehmer wurden bezüglich Allergien, der daraus resultierenden Symptome und einer Medikamenteneinnahme befragt.

2.2.6. Methodik der Staubprobengewinnung

Im Anschluß an die räumliche Erhebung wurde die vorhandene (= ursprünglich benutzte) Matratze mit einem fabrikneuen Staubsauger (Rowenta SuperCompact RS-007, Leistung: 1300 Watt) jeweils 2 min lang diagonal in beiden Richtungen abgesaugt. Zur Probennahme wurde der Staubsauger mit einem autoklavierbaren Edelstahlfilterpapierhalter per Steckaufsatz verbunden. Die mittels Gelatinefilter gewonnene Staubprobe wurde asserviert und in einem mit der Probandennummer beschrifteten Probennahmeröhrchen (Fa. Greiner, 50 ml) zum Labor transportiert. Der Edelstahlfilterpapierhalter wurde, ebenso wie die zur Filterpapierentnahme nötige Pinzette, nach Beendigung der Probennahme vor Probandenwechsel gereinigt, um Fremdkontamination durch Weitertragen von Staub zu vermeiden.

Nachdem diese 1. Probensammlung im September 1997 abgeschlossen war, wurden den Studienteilnehmern die fabrikneuen Schaumstoffmatratzen gleicher Dicke ausgehändigt, wobei nach vorheriger Absprache die eine Hälfte aller Studienteilnehmer einen Baumwollüberzug, die andere einen Testüberzug (=Pro-Tex®-Überzug; polyesterbeschichtet) zugewiesen bekam. Alle Überzüge waren ebenso wie die Schaumstoffmatratzen Maßanfertigungen und umschlossen diese allseitig. Weiterhin waren sie mit einem Reißverschluß versehen, um einen direkten Zugang zur Schaumstoffmatratzenoberfläche zu ermöglichen.

Die nächsten Proben wurden nach ein, drei, sechs und zwölf Monaten von den neuen Matratzen entnommen, um die zu erwartenden Veränderungen im zeitlichen Verlauf beobachten zu können. Vor der Probennahme wurden die Testbezüge auf der Außenseite mit einem Haushaltstuch feucht abgewischt und anschließend vorsichtig zurückgezogen, um Staubaufwirbelungen auf ein Minimum zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Letzteres galt ebenso für die Baumwollüberzüge. Die Probengewinnung erfolgte wieder durch zweiminütiges Absaugen der Matratzenoberfläche, also unter dem jeweiligen Bezug. Da der Reißverschluß des Überzuges die Matratze nicht vollständig umschloß und der Bezug nur zu einem gewissen Teil zurückgezogen werden konnte, war eine Modifizierung der Probennahmetechnik unabdingbar. Aus diesem Grunde wurden eine Diagonale und parallel dazu eine zweite abgesaugt. Probe 1 wurde

für die Bestimmung der Schimmelpilze und Bakterien, Probe 2 für die semiquantitative Bestimmung des Hausstaubmilbenantigens (Der p1) verwendet. Zusätzlich wurden an jedem Tag einer Probensammlung neben der Raumtemperatur und Raumluftheuchtigkeit auch die Außentemperatur und -luftfeuchtigkeit registriert.

2.2.7. Umfrage zur Akzeptanzbeurteilung

Während der Studie hatten die Probanden die Möglichkeit, mittels eines anonymen Fragebogens (Abb. 2 im Anhang), eine Beurteilung bezüglich der Matratzen- und -bezugqualität abzugeben. Ziel dieser Umfrage war es, eine Akzeptanzbeurteilung zu erstellen.

3. Ergebnisse

3.1. Alters- und Geschlechtsverteilung

Insgesamt nahmen an der Studie 84 Probanden (86 Probanden waren anfangs gemeldet) aus Greifswald und einem Umgebungsradius bis zu ca. 60 km teil, davon 46 Frauen und 38 Männer.

In der Gruppe mit den Baumwollbezügen (= Gruppe A) befanden sich zum Studienbeginn 23 Frauen und 20 Männer (Abb. 3), in der Gruppe mit den Testbezügen (= Gruppe B) 23 Frauen und 18 Männer (Abb. 4).

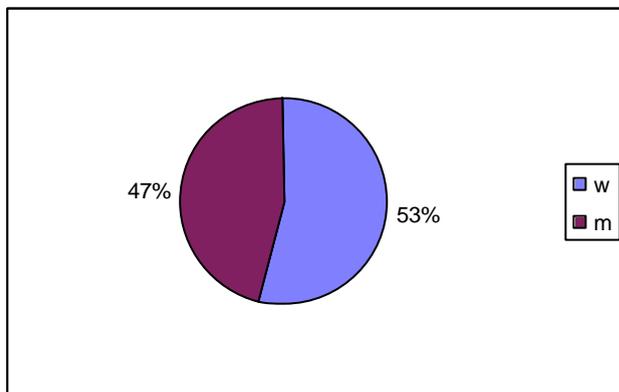


Abb. 3: Geschlechtsverteilung in Gruppe A

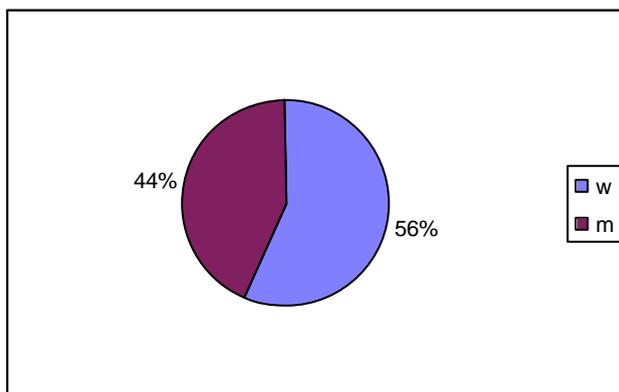


Abb. 4: Geschlechtsverteilung in Gruppe B

Das durchschnittliche Alter der Frauen lag zum Studienbeginn bei 33,2 Jahren, das der Männer bei 36,5 Jahren. Die Altersverteilung der Geschlechter (w = weiblich, m = männlich) in beiden Testgruppen ähnelt einander (Abb. 5 /Abb. 6).

Es wird deutlich, dass sich vor allem jüngere Menschen zur Teilnahme an der Studie entschlossen haben.

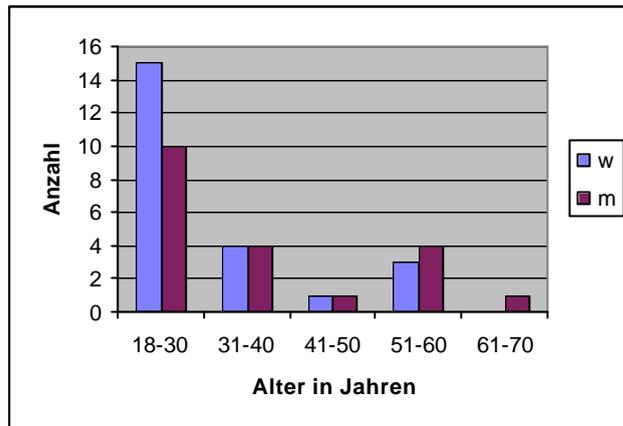


Abb. 5: Altersverteilung in Gruppe A

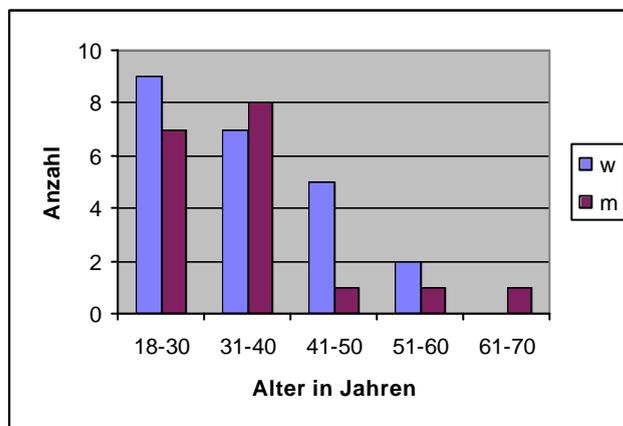


Abb. 6: Altersverteilung in Gruppe B

3.2. Compliance der Probanden

Von den ursprünglich 86 gemeldeten Probanden wurden 4 Probanden von der Auswertung ausgeschlossen, da sie die Studienbedingungen nicht erfüllten. Davon schieden 2 Probanden vorzeitig aus, ein Proband nach der 1. Sammlung, ein weiterer nach der 3. Sammlung. Weitere 3 Probanden waren während der Studie, d.h. nach der 4. Sammlung ohne Rückmeldung verzogen. Bei der 5. Sammlung nach 12 Monaten konnten 7 Probanden zusätzlich nicht erreicht werden.

Da nicht immer alle Probanden zu den Untersuchungsterminen erreicht werden konnten, sind die tatsächlich in die Berechnung eingegangenen Fallzahlen bei den einzelnen Untersuchungsterminen unterschiedlich. Außerdem muß die Diskrepanz zwischen Probandenzahl und Matratzenzahl beachtet werden, da sich 14

Probanden paarweise eine Matratze entsprechender Größe teilten. Diese Spezialanfertigung wurde wie eine Einzelmatratze behandelt, d.h. es wurde die gleiche Anzahl an Staubproben wie bei einer „Normmatratze“ gewonnen. Somit beträgt die Probandenzahl in der Auswertung 70.

3.3. Semiquantitative Milbenantigenbestimmung

Die Bestimmung der Konzentration des Milbenantigens Der p1 zeigt, dass keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Milbenbesiedlung der alten Matratzen und der neuen Matratzen 3 Monate nach Studienbeginn zwischen beiden Studiengruppen zu erkennen sind (Abb. 7-9, Tab. 1-3 zu Abb. 7-9).

Nach 6 Monaten ist ein statistisch hoch signifikanter Unterschied zwischen beiden Studiengruppen zu erkennen, wobei Gruppe B mit dem Testbezug deutlich geringere Milbenantigenkonzentrationen aufwies (Abb.9, Tab.9). Auch die Streuung der Meßwerte war in Gruppe B wesentlich geringer. Aus ökonomisch-technischen Gründen konnten keine Daten für die Milbenantigenbestimmung von der Staubprobengewinnung nach 12 Monaten gewonnen werden.

Die Darstellung der Ergebnisse der semiquantitativen Milbenantigenbestimmung beider Gruppen erfolgt mittels Box-and-Whisker-Plots, wobei auf der x-Achse die Probandenanzahl (N) und auf der y-Achse die Hausstaubmilbenantigenkonzentration, charakterisiert durch die OD (= optische Dichte), aufgetragen sind. Der Median wird durch die dicke schwarze Linie innerhalb des Plots markiert. Die dünne schwarze Linie ober- und unterhalb des Plots ist die 25%-Perzentile. Ausreißer sind durch „+“, Extremwerte durch „*“ gekennzeichnet. Gruppe A entspricht der Probandengruppe mit den Baumwollbezügen, Gruppe B der mit den Testbezügen. Zur näheren Erläuterung sind den Graphiken zugehörige Tabellen angefügt.

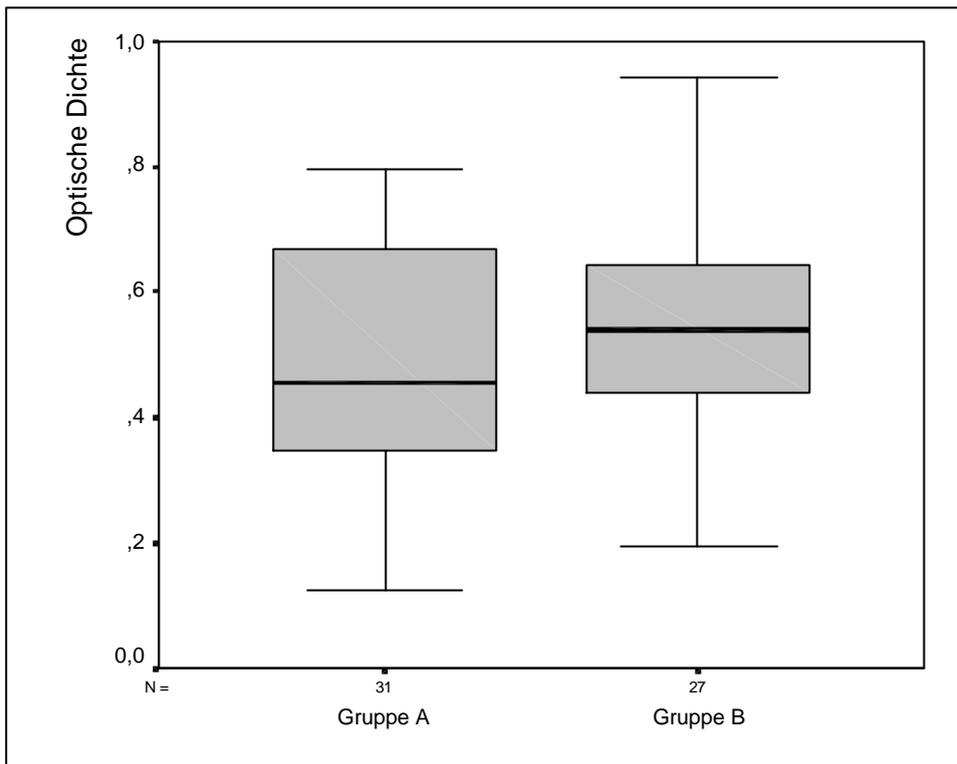


Abb. 7:
 Vergleich der Milbenantigenkonzentration der vorbenutzten Matratzen vor Studienbeginn in beiden Probandengruppen (p=0,35)

Tab. 1 zu Abb. 7:
 Der p1-Antigenkonzentration in beiden Gruppen (OD = optische Dichte)

	Belastung der vorbenutzten Matratzen	
	Gruppe A	Gruppe B
N	31	27
Mittelwert (OD)	0,49	0,54
Standardabweichung	0,19	0,10
Median (OD)	0,45	0,54
p-Wert (U-Test)		0,35

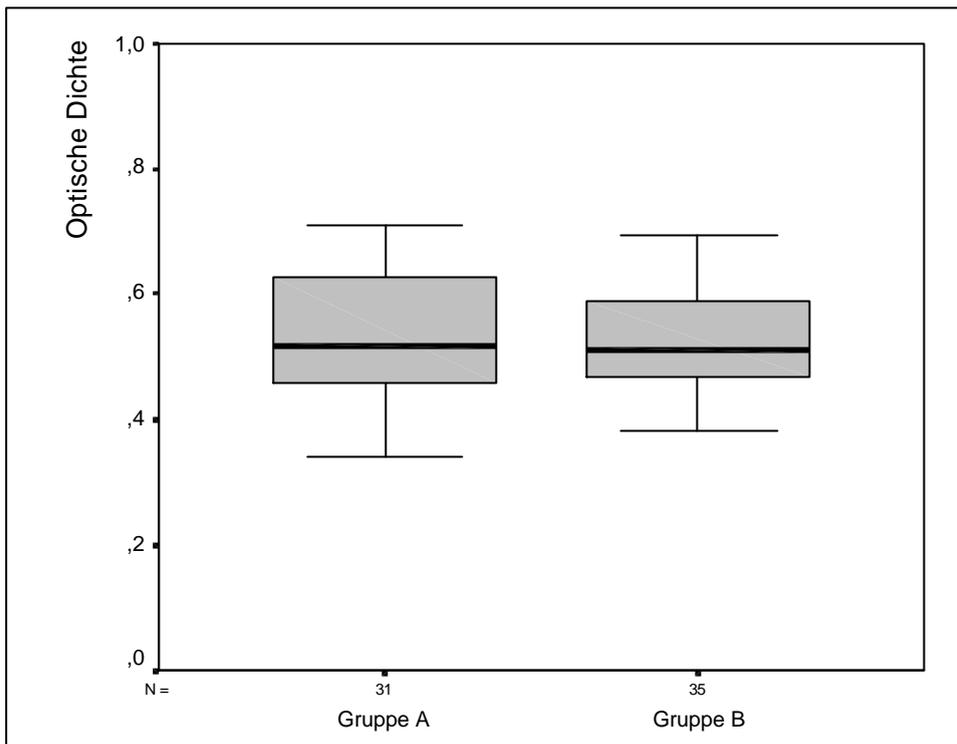


Abb.8:
Vergleich der Milbenantigenkonzentration der neuen Matratzen 3 Monate nach Studienbeginn in beiden Probandengruppen ($p=0,81$)

Tab. 2 zu Abb. 8:
Der p1-Antigenkonzentration in beiden Gruppen (OD = optische Dichte)

	Belastung der Matratzen nach 3 Monaten	
	Gruppe A	Gruppe B
N	31	35
Mittelwert (OD)	0,54	0,53
Standardabweichung	0,11	0,08
Median (OD)	0,52	0,51
p-Wert (U-Test)		0,81

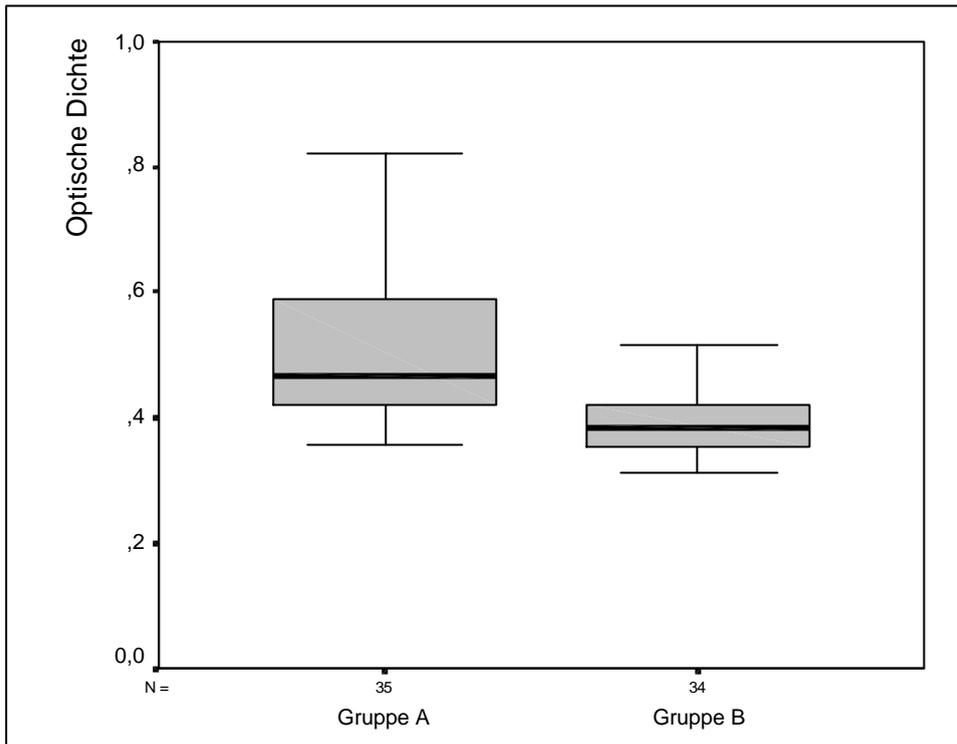


Abb. 9:
 Vergleich der Milbenantigenkontamination der neuen Matratzen 6 Monate nach Studienbeginn in beiden Probandengruppen (p=0,001)

Tab. 3 zu Abb. 9:
 Der p1-Antigenkonzentration in beiden Gruppen (OD = optische Dichte)

	Belastung der Matratzen nach 6 Monaten	
	Gruppe A	Gruppe B
N	35	34
Mittelwert (OD)	0,54	0,4
Standardabweichung	0,18	0,07
Median (OD)	0,47	0,39
p-Wert (U-Test)		0,001

3.4. Quantitativer Nachweis von Bakterien und Schimmelpilzen

Die Ergebnisse wurden zur besseren Übersicht sowohl graphisch (Abb. 10-13) als auch tabellarisch (Tab. 4-7 zu Abb. 10-13) dargestellt. Es wurde jeweils zwischen der Bebrütungstemperatur (20 °C bzw. 37 °C) und der Art der untersuchten Mikroorganismen (Pilze bzw. Bakterien und Pilze) differenziert. Bei den Voruntersuchungen der fabrikneuen Matratzen konnte hinsichtlich der Bakterien- und Schimmelpilzbesiedlung zu Studienbeginn kein Unterschied zwischen beiden Studiengruppen festgestellt werden.

Diese entscheidende Voraussetzung wurde 1 Monat nach Auslieferung der Matratzen stichprobenartig überprüft und bestätigt (Abb. 10-13).

3 Monate später unterscheiden sich beide Gruppen mit Ausnahme der bei 37 °C gewachsenen Pilze bereits signifikant (Tab. 4-7).

Nach 6 Monaten ist auch bei den bei 37 °C gewachsenen Pilzen eine signifikante Zunahme der Pilzbesiedlung in Gruppe A sichtbar (Abb. 13 und Tab. 7). Der Trend einer verstärkten mikrobiellen Besiedlung der Matratzen von Gruppe A im Vergleich zu Gruppe B setzt sich nach 6 und 12 Monaten in allen Untersuchungen hoch signifikant fort.

Die Darstellung der Ergebnisse der KbE (koloniebildende Einheiten) von Bakterien und Pilzen beider Gruppen erfolgt mittels Box-and-Whisker-Plots, wobei auf der x-Achse die Probandenanzahl (N) des jeweiligen Monats und auf der y-Achse die KbE pro ml aufgetragen sind. Der Median wird durch die dicke schwarze Linie innerhalb des Plots markiert. Die dünne schwarze Linie ober- und unterhalb des Plots ist die 25%-Perzentile. Ausreißer sind durch „+“, Extremwerte durch „*“ gekennzeichnet. Gruppe A entspricht der Probandengruppe mit den Baumwollbezügen, Gruppe B der mit den Testbezügen. Zur näheren Erläuterung sind den Graphiken zugehörige Tabellen angefügt.

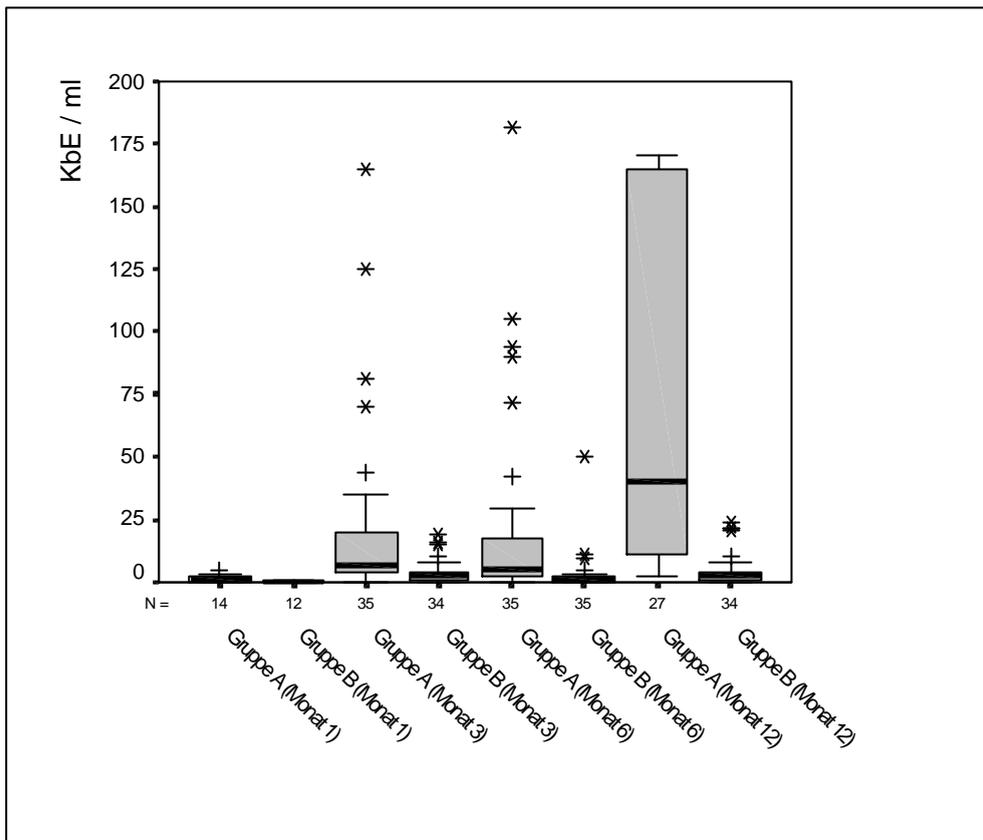


Abb. 10:
Gesamtzahl koloniebildender Einheiten (KbE) bei 20 °C gewachsener Bakterien und Pilze

Tab. 4 zu Abb. 10:
Gesamtzahlen isolierter Bakterien und Pilze (KbE/ml) bei einer Inkubationstemperatur von 20 °C

	Monat 1	Monat 1	Monat 3	Monat 3	Monat 6	Monat 6	Monat 12	Monat 12
	Gruppe A	Gruppe B						
N	14	12	35	34	35	35	27	34
Mittelwert	1,14	0,33	22,14	3,88	40,26	2,86	426,11	12,09
Standard-Abweichung	1,46	0,49	36,13	4,64	113,22	8,56	912,66	42,04
Median	1,00	0,00	7,00	2,50	5,00	1,00	40,00	3,00
p (U-Test)		0,160		0,000		0,000		0,000

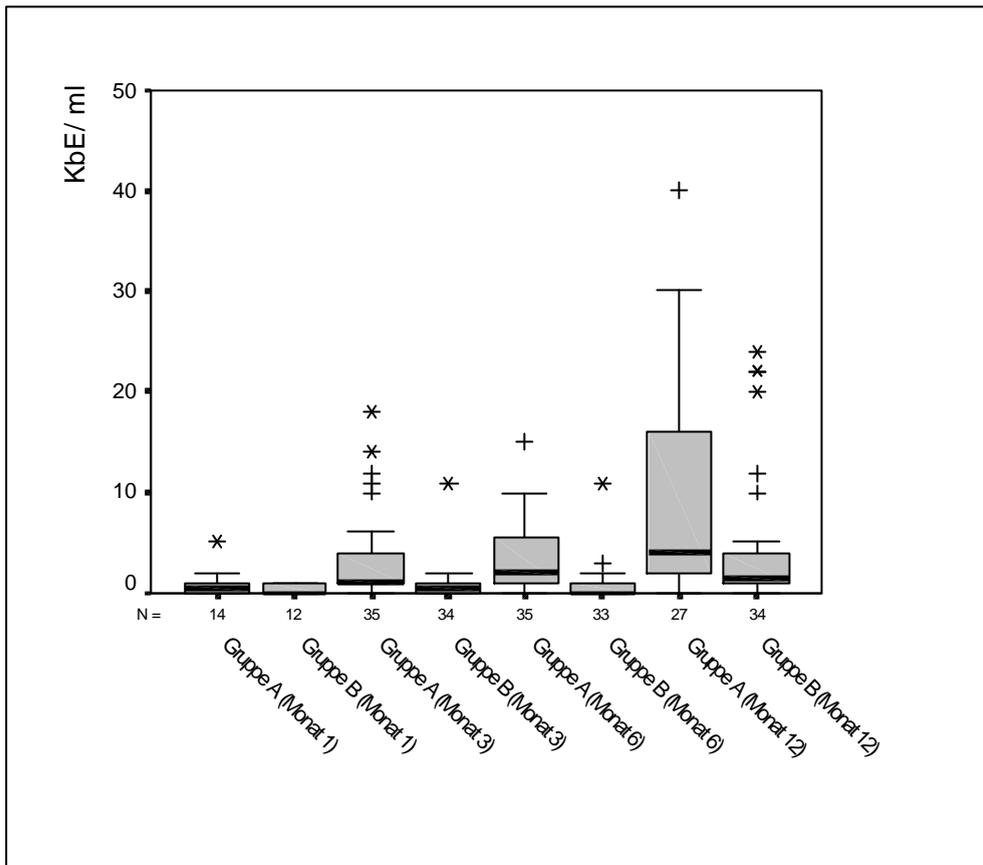


Abb. 11:
Anzahl isolierter Pilze bei 20°C

Tab. 5 zu Abb. 11:
Anzahl isolierter Pilze (KbE/ml) bei einer Inkubationstemperatur von 20 °C

	Monat 1	Monat 1	Monat 3	Monat 3	Monat 6	Monat 6	Monat 12	Monat 12
	Gruppe A	Gruppe B						
N	14	12	35	34	35	33	27	34
Mittelwert	0,93	0,33	3,26	0,82	10,74	0,85	10,07	4,53
Standard-Abweichung	1,38	0,49	4,45	1,88	33,10	1,99	11,88	7,00
Median	0,50	0,00	1,00	0,50	2,00	0,00	4,00	1,50
p (U-Test)		0,322		0,000		0,000		0,004

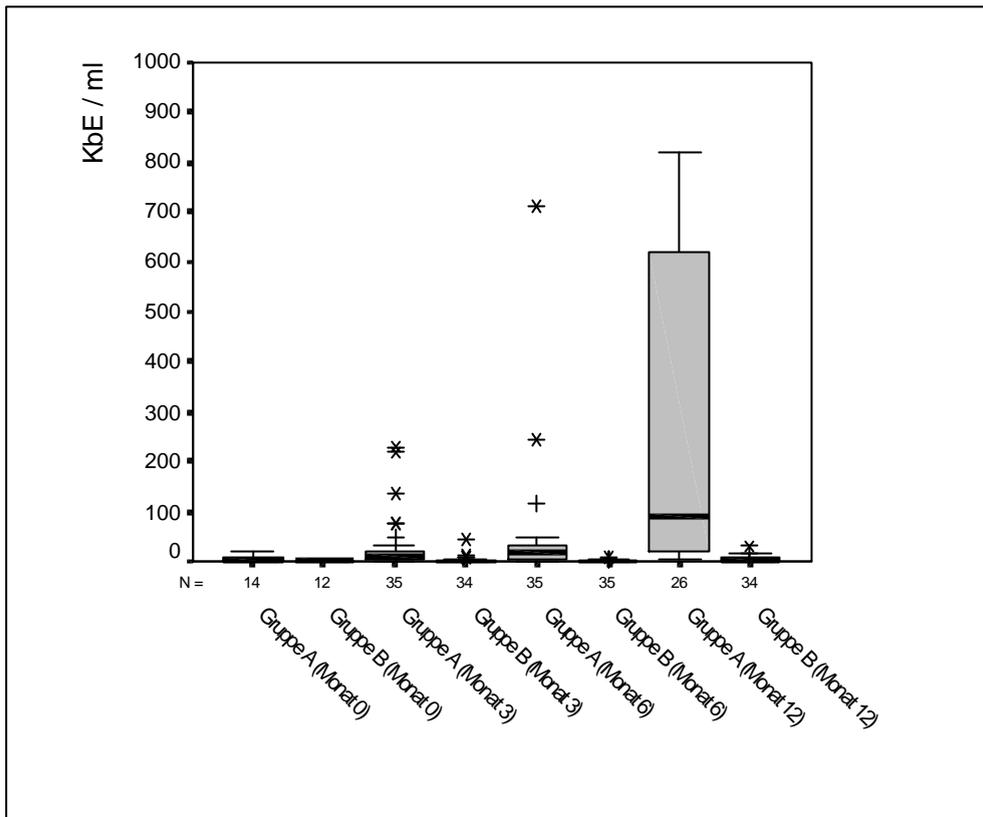


Abb. 12:
Gesamtzahl koloniebildender Einheiten (KbE) bei 37 °C gewachsener Bakterien und Pilze

Tab. 6 zu Abb. 12:
Gesamtzahlen isolierter Bakterien und Pilze (KbE/ml) bei einer Inkubationstemperatur von 37 °C

	Monat 1	Monat 1	Monat 3	Monat 3	Monat 6	Monat 6	Monat 12	Monat 12
	Gruppe A	Gruppe B						
N	14	12	35	34	35	35	26	34
Mittelwert	4,36	0,75	29,80	2,38	115,43	0,83	1150,73	4,62
Standard-Abweichung	6,06	0,75	56,10	8,34	426,33	1,34	2559,38	6,80
Median	1,50	1,00	10,00	0,00	16,00	0,00	93,50	1,50
p (U-Test)		0,297		0,000		0,000		0,000

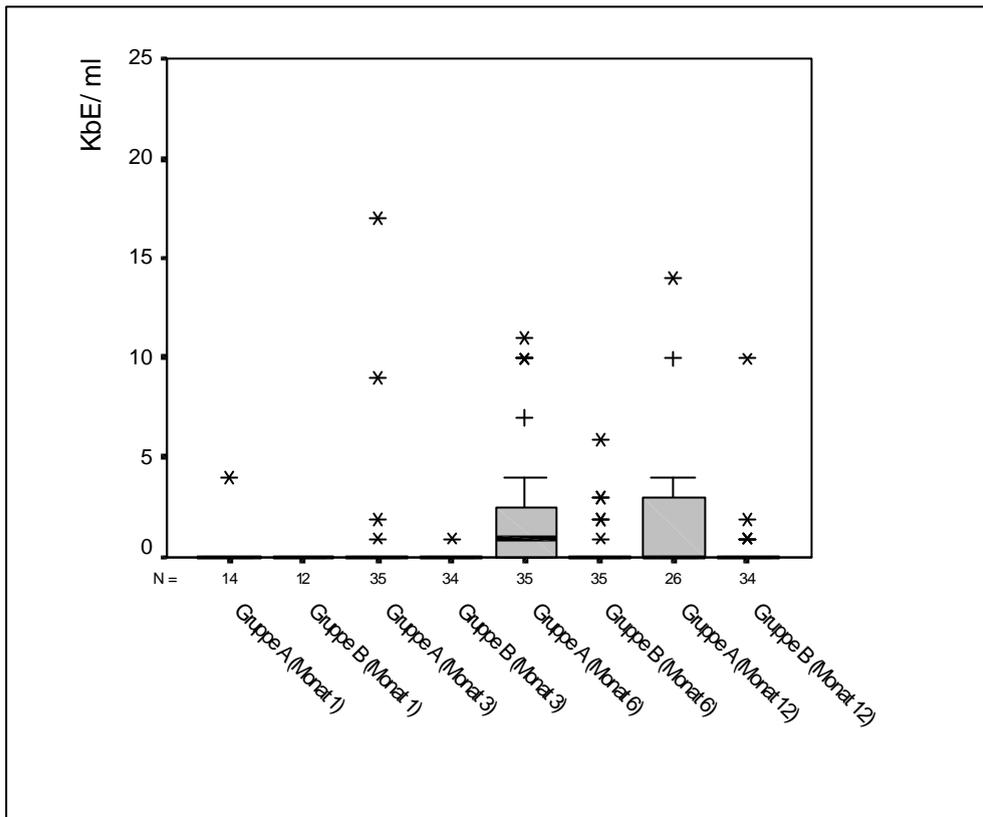


Abb. 13:
Anzahl isolierter Pilze bei 37°C

Tab. 7 zu Abb. 13:
Anzahl isolierter Pilze (KbE/ml) bei einer Inkubationstemperatur von 37 °C

	Monat 1	Monat 1	Monat 3	Monat 3	Monat 6	Monat 6	Monat 12	Monat 12
	Gruppe A	Gruppe B						
N	14	12	35	34	35	35	26	34
Mittelwert	0,29	0,00	0,83	0,03	2,17	0,49	4,69	0,44
Standard-Abweichung	1,07	0,00	3,21	0,17	3,34	1,27	11,28	1,74
Median	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
p (U-Test)		0,781		0,165		0,001		0,009

3.5. Ergebnisse der taxonomischen Pilzbestimmung

Sämtliche Agarplatten mit Schimmelpilzwachstum der letzten Staubsammlung, d.h. nach 12 Monaten, konnten taxonomisch klassifiziert werden (Tab. 8).

Auf den Matratzenoberflächen von Probanden der Gruppe A konnten 18 verschiedene Pilzgattungen isoliert werden, darunter 8 Proben mit „Mycelia sterilia“ und 6 Proben mit unbekanntem Hefen. Bei der Untersuchung der Proben von Gruppe B konnten nur 13 verschiedene Gattungen isoliert werden. Auffällig ist, dass in beiden Gruppen *Penicillium* spp. in großer Anzahl identifiziert wurde.

Tab 8.:

Identifizierte Schimmelpilzgattungen und -spezies in beiden Gruppen

Schimmelpilz/Pilz	Gruppe A		Gruppe B	
	Bebrütungs- temperatur		Bebrütungs- temperatur	
	20°C	37°C	20°C	37°C
<i>Alternaria</i> spp.	2	0	0	0
<i>Apiospora montagnei</i>	2	1	0	1
<i>Aspergillus</i> spp.	4	4	13	2
<i>Aureobasidium</i> spp.	1	0	0	0
<i>Botrytis cinerea</i>	0	0	1	0
<i>Candida</i> spp.	1	0	0	0
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	2	0	5	3
<i>Cladosporium herbarum</i>	0	0	1	0
<i>Mycelia sterilia</i>	8	3	4	1
<i>Paecilomyces</i> spp.	1	1	0	1
<i>Penicillium</i> spp.	19	3	17	1
<i>Phoma</i> spp.	1	0	0	0
<i>Rhizoctonia</i> spp.	0	1	0	0
<i>Rhodotorola</i> spp.	4	1	0	0
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	1	0	5	0
<i>Scopulariopsis chartarum</i>	0	0	1	0
<i>Scopulariopsis</i> spp.	3	1	4	0
Sirodesmium-like fungus	1	0	0	0
<i>Trichoderma</i> spp.	2	0	0	0
<i>Urocladium</i> spp.	4	0	0	0
unbekannte Hefen	6	3	2	1
<i>Verticillium tenerum</i>	0	0	1	0

3.6. Auswertung der gemessenen Temperaturen und Luftfechtigkeiten

Im Vergleich der zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt dokumentierten Temperaturen (°C) und Luftfechtigkeiten (%) im Schlafraum ist festzustellen, dass sich die Werte zwischen beiden Studiengruppen kaum voneinander unterscheiden (Tab. 9). Die wenn auch unwahrscheinliche Möglichkeit, dass die Probanden mit dem Testbezug eine andere Schlafraumqualität aufweisen als die mit den Baumwollbezügen, kann damit ausgeschlossen werden.

Nicht auszuschließen ist dagegen der jahreszeitliche Einfluß hinsichtlich der Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die ermittelten Ergebnisse, was aber beide Gruppen gleichermaßen betrifft.

Tab. 9:

Vergleich von Temperaturen und Luftfechtigkeiten zwischen Gruppe A und Gruppe B zu verschiedenen Zeitpunkten

Sammlung nach 6 Monaten: April/Mai 1998

N	35	33
Median T innen	18,4	18,4
Median T außen	15,9	15
Median L innen	58,5	59
Median L außen	61	60

Sammlung nach 12 Monaten: Oktober 1998

N	27	30
Median T innen	18,1	15,4
Median T außen	11,4	10,6
Median L innen	64	62
Median L außen	71	69

3.7. Akzeptanzbeurteilung

Die Probanden der Studie konnten während der vorletzten Probennahme mittels des anonymen Fragebogens (Abb. 2 im Anhang) eine Beurteilung zur Matratzen- und -bezugqualität abgeben. Zur Auswählerleichterung wurde eine Rangfolge vorgegeben, die allen Probanden vor dem Ausfüllen erläutert worden war. „1“ bedeutet absolute Übereinstimmung mit der vorliegenden Aussage, während „5“ absolute Ablehnung bedeutet. „2“ und „4“ stehen für eine Tendenz mehr zur Übereinstimmung bzw. Ablehnung und „3“ bedeutet unentschieden. Aufgrund des allgemeinen Interesses an der Studie war bei fast allen Probanden die Bereitschaft zum Ausfüllen des Fragebogens groß, dessen Auswertung nachfolgend gezeigt wird. Insgesamt wurden von 72 ausgeteilten Fragebögen 71 wieder eingesammelt, was einer Responserate von 98,6 % entspricht. Ein Proband war bei dieser und der folgenden Sammlung nicht erreichbar, weshalb der Bogen nicht ausgefüllt werden konnte.

3.7.1. Fragebogenauswertung zur Akzeptanzbeurteilung

Obwohl es sich um zwei völlig unterschiedliche Matratzenüberzüge handelt, fällt beim Vergleich der Graphiken (Abb. 14-20) bezüglich der Härte, des Schwitzens, der Geräuschempfindung und des Matratzengeruchs auf, dass es keine grundsätzlichen Meinungsverschiedenheiten in beiden Gruppen gibt. Dies ändert sich bei Aussage 5. Hier ist deutlich zu erkennen, dass die Probanden der Gruppe A eher der Aussage 5 zustimmen als die der Gruppe B, was aufgrund des Materials zu erwarten war. Die Bewertung der Aussage 5 fällt in Gruppe B allgemein sehr unterschiedlich aus, was auf eine unterschiedliche Empfindlichkeit der Probanden schließen läßt. Die Schlafqualität wird dadurch kaum beeinflusst. Bezugnehmend auf Aussage 7 kann davon ausgegangen werden, dass der größte Teil der Probanden die Matratze samt Überzug trotz Differenzen in den vorangegangenen Aussagen, auch weiterhin benutzen wird.

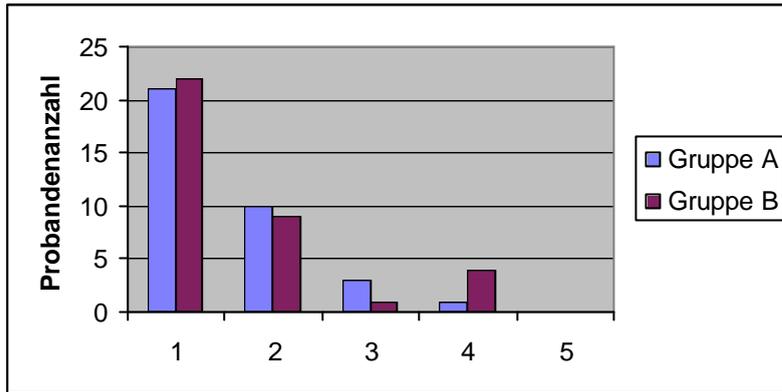


Abb. 14
Aussage 1: Die Härte der Matratze ist akzeptabel.

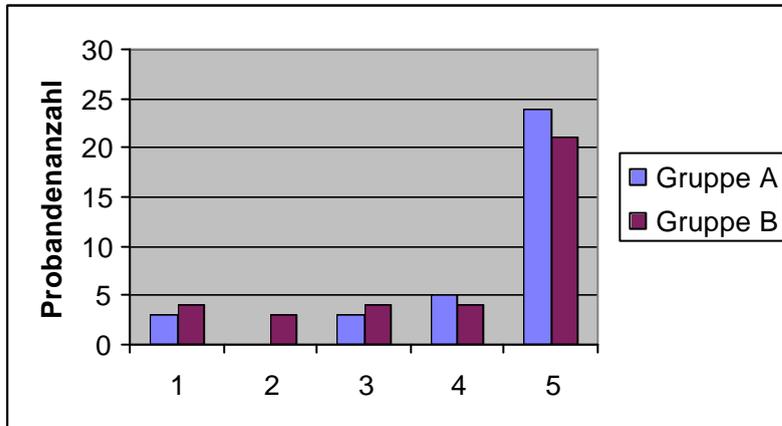


Abb. 15
Aussage 2: Ich schwitze auf der Matratze.

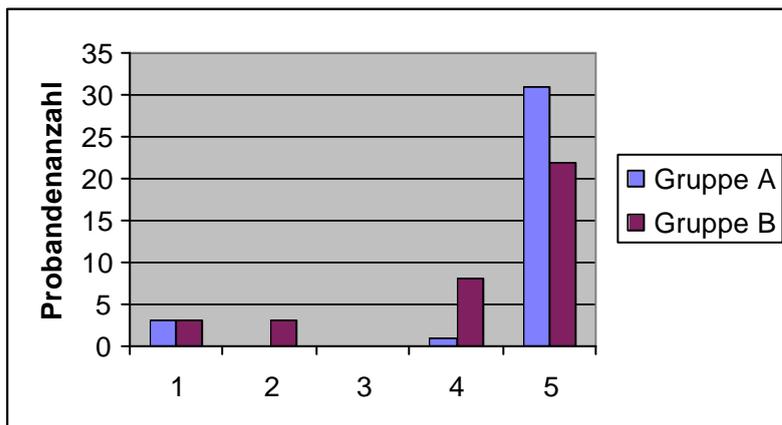


Abb. 16
Aussage 3: Mich stören Geräusche, z. B. Knistern, wenn ich mich nachts bewege.

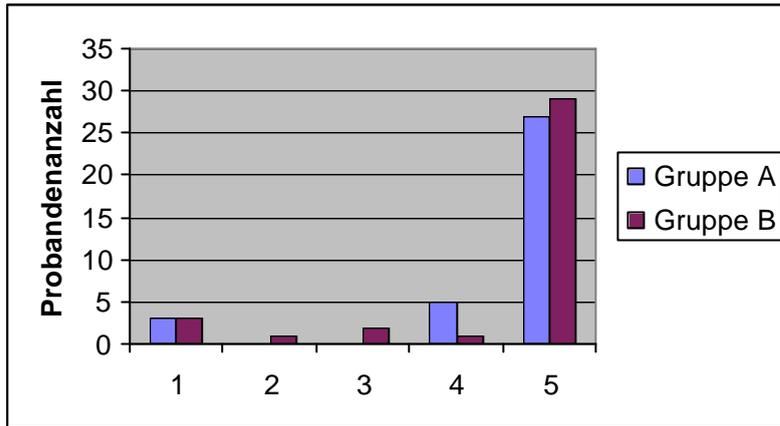


Abb. 17
 Aussage 4: Der Geruch der Matratze ist unangenehm.

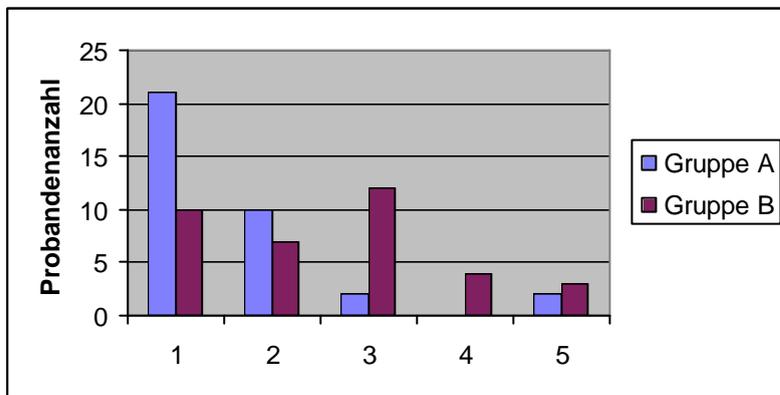


Abb. 18
 Aussage 5: Der Bezug ist angenehm und körperfreundlich.

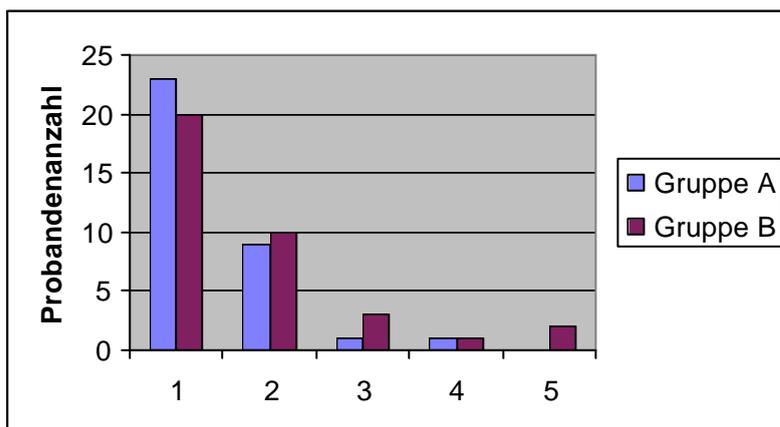


Abb. 19
 Aussage 6: Ich schlafe gut auf meiner Matratze.

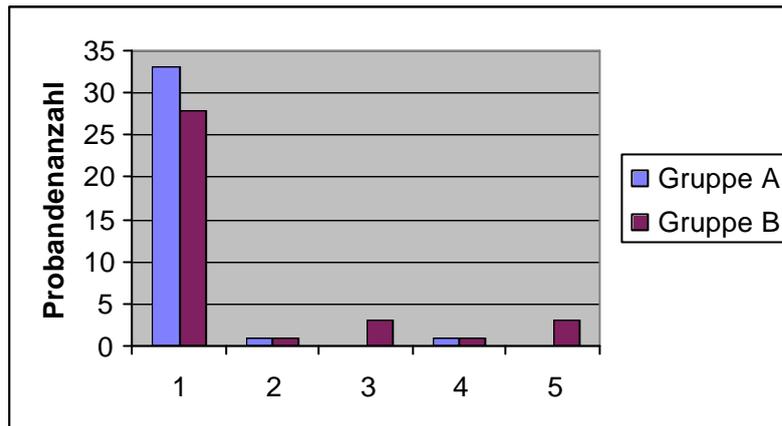


Abb. 20

Aussage 7: Ich werde die Matratze auch nach Studienende weiterhin benutzen.

3.8. Subjektive Angaben zur allergischen Symptomatik

Während der Probensammlungen wurden alle Probanden mit Allergien bezüglich Veränderungen der allergischen Symptomatik und Medikamenteneinnahme im Laufe der Studie befragt. Interessanterweise gab der größte Teil der betroffenen Probanden der Gruppe B eine Besserung der allergischen Symptome an, so dass teilweise sogar eine Reduktion der Medikamenteneinnahme vorgenommen werden konnte. Allerdings muß bedacht werden, dass sich fast alle Probanden mit Allergien oder allergischen Symptomen bei der Wahl des Matratzenbezuges für den Testbezug entschieden hatten. Somit ist in diesem Punkt kein objektiver Vergleich zwischen beiden Gruppen möglich.

4. Diskussion und weiterführende Gedanken

4.1. Methodik

Die Hausstaubmilbenantigenbestimmung von Der p1 erfolgte durch das Labor Kalveram in Münster mittels EAST-Testung. Diese Testung war semiquantitativ, was keine Quantifizierung der Hausstaubmilbenallergene, bezogen auf die untersuchte Staubmenge, zulässt. Eine Aussage über die Allergenität des gesammelten Staubes ist dennoch möglich und wird in diesem Fall durch die optische Dichte dargestellt.

„In der Literatur existiert bisher kein Konsens über das Maß für die Allergenexposition“ (Gross et al. 1997). Denn durch immunologische Testverfahren meßbare Allergenmengen können sowohl auf die Größe der Saugfläche als auch auf das Staubgewicht bezogen werden. Da es weltweit verschiedene Techniken für die Staubprobennahme und -bestimmung gibt, existieren verschiedene Bezugsgrößen für die Allergenkonzentration.

Für die Auswertbarkeit und Darstellung der Ergebnisse war die Bestimmung der optischen Dichte ausreichend. Da die Hausstaubmilbenpopulation jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, wählten wir einen Studienzeitraum von einem Jahr, um die Aussagefähigkeit zu erhöhen. Aus organisatorisch-finanziellen Gründen konnte die Hausstaubmilbenantigenbestimmung nur für den Zeitraum der ersten 6 Monate durchgeführt werden.

Da zum Zeitpunkt der jeweiligen Sammlung niemals alle Probanden anwesend waren und der organisatorisch-technische Aufwand der Probensammlung sehr aufwendig war, sind die in die Berechnung eingegangenen Fallzahlen unterschiedlich. Ort und Fläche der Probennahme blieben jedoch weitestgehend konstant. Der Transport der Proben erfolgte per PKW bzw. mit der Post zum jeweiligen Labor, so dass von Schwankungen der von Gross et al. (1997) empfohlenen Idealtemperaturen ausgegangen werden muß. Da alle Proben gleich stark davon betroffen waren, ist dieser mögliche Fehler in allen Ergebnissen präsent und erlaubt daher den Vergleich untereinander.

Um eventuelle Reaktionen zwischen Gelatinefiltern und den verwendeten Reagenzien auszuschließen, wurden zuvor Vergleiche mit Zellulosefiltern

durchgeführt. Die Ergebnisse waren identisch, weshalb für alle Untersuchungen Gelatinefilter verwendet wurden.

Die Keimzahlbestimmung von Bakterien und Pilzen erfolgte durch die beschriebene standardisierte Bestimmung der koloniebildenden Einheiten (KbE) im Institut für Hygiene und Umweltmedizin der Universität Greifswald.

Da es bisher nur wenige Studien gibt, die Bakterien und Pilze in Betten untersucht haben, kann das von uns gewählte Meßverfahren kaum mit denen anderer Studien verglichen werden. In einer italienischen Studie (Fiorina et al. 1998) wurde zur Probensammlung ebenfalls ein Staubsauger und zur Auszählung ein Mikroskop verwendet. Allerdings unterschied sich das weitere Vorgehen hinsichtlich der Pilzbestimmung und -auswertung von unserem Vorgehen. Die Ergebnisse wurden dort in Anzahl pro Kubikmeter aspirierter Luft angegeben und sind mit unseren Daten kaum vergleichbar.

Während der Studienplanung entschieden wir uns dafür, keine Staubproben von der Oberfläche des Bezuges zu nehmen, weil diese durch äußere Faktoren stark in Menge und Zusammensetzung beeinflussbar sind. So spielt die Sedimentation von Staubpartikeln auf die Matratzenoberfläche eine nicht unerhebliche Rolle, weil dadurch die mikrobiologische Auswertung der Agarplatten erschwert oder behindert werden kann.

Außerdem muß die mikrobiologische Flora auf dem Bezug keinesfalls mit der unter dem Bezug übereinstimmen, da sie durch Waschen oder chemische Reinigung beeinflussbar ist.

Lediglich bei der Erstuntersuchung der alten Matratzen, die individuell sehr unterschiedlich waren, konnte aufgrund von mechanischen Hindernissen (z.B. durchgehende Nähte) nicht immer unterhalb des Bezuges gesaugt werden.

4.2. Ergebnisse

4.2.1. Hausstaubmilben (Der p1)

Die Erforschung der Hausstaubmilben *Dermatophagoides pteronyssinus* und *farinae* ist seit längerem weltweit forciert betrieben worden, was durch die Menge des vorliegenden Datenmaterials in den Datenbanken, wie z.B. Medline, bewiesen wird.

Ergebnis dieser Studie ist ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Studiengruppen hinsichtlich der Hausstaubmilbenbesiedlung fabrikneuer Matratzen nach 6 Monaten zugunsten der Gruppe mit den Testbezügen. Dies zeigt, dass die Besiedlung von Matratzen mit Hausstaubmilben durch die Verwendung von synthetischen Matratzen ganzbezügen signifikant reduziert werden kann. Möglicherweise ist der dargestellte Beobachtungszeitraum von 6 Monaten zu kurz bemessen, um bezüglich der Hausstaubmilbenantigenkonzentration einen noch deutlicheren, quantifizierbaren Effekt nachzuweisen. In Übereinstimmung zu unserem Ergebnis gibt es genügend Studien, die den Vorteil von Matratzenganzbezügen zur Allergenreduktion belegen, wovon nur einige genannt werden sollen (z.B. Owen et al.1990, Ehnert et al.1992, Wickman et al. 1994, Birnbaum et al. 1996, Paul et al. 1996, Frederick et al.1997). Offensichtlich spielt die Art der verwendeten Matratzenganzbezüge eine nicht unerhebliche Rolle hinsichtlich der Allergenreduktion, da einige Untersucher über eine unzureichende Wirksamkeit berichten (Marks et al.1994, Jooma et al.1995).

Ob trotz Hausstaubmilbenallergenreduktion eine klinische Besserung der allergischen Symptomatik eintritt, wird ebenfalls unterschiedlich bewertet. So bemerkten Frederick et al. (1997), dass Matratzenganzbezüge allein zu keiner Besserung des Asthmas bei Kindern führten.

Die Arbeitsgruppe Ehnert et al.(1992) konnte dagegen mit Daten aus ihrer Studie belegen, dass eine effektive Allergenreduktion im häuslichen Bereich eine signifikante Abnahme der bronchialen Hyperreaktivität bei Kindern mit Asthma bewirkte. Ein analoger Trend zeichnete sich in unserer Studie in Gruppe B ab, wobei es sich dabei um Erwachsene handelte. Allerdings wurden in der Studie von Ehnert et al. (1992) neben Matratzenganzbezügen zusätzlich Akarizide eingesetzt.

Der Einsatz von Akariziden wie Benzylbenzoat hat in der Vergangenheit eine große Rolle bei der Milbenbekämpfung gespielt und auch Erfolge verzeichnen können (Kersten et al.1988, Lau-Schadendorf et al. 1990, Kniest et al. 1991). Manjra et al.(1994) konnten mit Akariziden eine effektive Reduktion der Der p 1-Mengen in Teppichen erreichen. Dies galt nicht für Bettmatratzen und es konnte kein klinischer Nutzen wie die Senkung der bronchialen Hyperreaktivität erzielt werden. Die Toxizität von Benzylbenzoat (Feuchtpulver oder Schaum) wird als niedrig eingestuft, sofern die Angaben des Herstellers bei der Anwendung eingehalten werden. Den Ausführungen von Lau-Schadendorf et al. (1990) können diesbezüglich zwei wichtige Fakten entnommen werden: Während im Tiermodell kein sensibilisierender Effekt von Benzylbenzoat nachgewiesen werden konnte (Heller-Haupt et al. 1974), können zusätzliche Inhaltsstoffe, die der Stabilisierung dieses Präparates dienen, möglicherweise zu Sensibilisierungen führen (Hausen 1988).

Die Veröffentlichung einer prospektiven Studie von Rebmann et al. (1996) zeigt, dass häufigere Matratzenreinigung ohne Benzylbenzoat den gleichen Effekt hatte wie die Matratzenreinigung mit Benzylbenzoat. Somit ist es fraglich, ob Benzylbenzoat überhaupt eine Bedeutung in der Prävention der Matratzenbesiedelung durch Hausstaubmilben hat.

Daneben gibt es Studien, in denen mit alternativen Hilfsmitteln experimentiert worden ist, um eine Milben- und damit Allergenreduktion zu erreichen. So testeten Antonicelli et al.(1991) einen Luftreiniger mit HEPA (= high efficiency particulate air filter), der nicht den gewünschten Erfolg brachte.

1988 veröffentlichte eine dänische Gruppe um Mosbech eine Studie, in der elektrisch beheizbare Decken verwendet wurden, um die relative Luftfeuchtigkeit und die Milbenkonzentration zu reduzieren. Der klinische Nutzen bezüglich der Milbenreduktion auf den vorbenutzten Matratzen kann nicht als ausreichend effizient bezeichnet werden.

Abschließend bleibt festzustellen, dass in der Forschung zur Hausstaubmilbenallergenreduktion eine Reihe von Studien auf nationaler und internationaler Ebene durchgeführt wurden. Als Resultat zeigt sich, dass eine Maßnahme allein nicht

den entscheidenden Durchbruch bringen kann, so dass eine entsprechende Kombination mehrerer zu empfehlen ist. Durch die Kombination von Luftreiniger und allergenundurchlässigem Matratzenüberzug konnte z.B. der Peak flow bei Asthmatikern gesteigert werden (van der Heide et al. 1997).

Allerdings gibt es gravierende Unterschiede in der Qualität von synthetischen Überzügen hinsichtlich des Staubrückhaltevermögens und der Wasserdampfdurchlässigkeit (Kainka et al. 1997). Diesbezüglich wurden Materialproben von 9 Matratzenüberzügen verschiedener Hersteller untersucht. Fazit dieser Untersuchung war, dass das Staubrückhaltevermögen der Materialien im Gegensatz zur Wasserdampfdurchlässigkeit sehr unterschiedlich war.

Ein wirksamer Schutz der Matratze vor Besiedlung mit Hausstaubmilben, Pilzen und Bakterien ist nur dann möglich, wenn der Überzug für dieselben impermeabel ist. Das konnte für die verwendeten Matratzenganzbezüge sowohl für Bakterien als auch Viren bestätigt werden (Kramer et al. 1997). Gleichzeitig muß eine ausreichende Wasserdampfdurchlässigkeit garantiert sein, da diese den Schlafkomfort erheblich beeinflusst und damit letztendlich auch ein Kriterium für die Compliance ist.

4.2.2. Pilz- und Bakterienwachstum

Die Untersuchung des Pilz- und Bakterienwachstums auf neuen Matratzen bei Verwendung von Matratzenganzbezügen stand im Mittelpunkt dieser Studie. Bisher gibt es diesbezüglich nur wenig Datenmaterial, da allergischen Erkrankungen in diesem Zusammenhang vermutlich weniger Aufmerksamkeit und Anerkennung zuteil wurden als solchen, die durch Hausstaubmilben hervorgerufen werden. Ihre pathogenetische Bedeutung in Zusammenhang mit allergischen Reaktionen und Erkrankungen wie z.B. Rhinitis und Asthma ist dagegen seit längerem bekannt und findet gegenwärtig mehr Beachtung.

Das Ergebnis der vorliegenden Studie ist, dass mit Baumwollüberzügen versehene Matratzen definitiv schneller und stärker von Bakterien und Pilzen besiedelt werden, als jene mit synthetischen Überzügen.

Schimmelpilze können als wichtige Innenraumallergene an der Auslösung allergischer Reaktionen und Erkrankungen beteiligt sein, wie z.B. bei der

allergischen Rhinitis oder dem Asthma bronchiale (van Bronswijk et al. 1986, Perzanowski et al. 1995, Corey et al. 1997, Cruz et al. 1997, Garrett et al. 1998).

Weiterhin wird die Exazerbation pulmonaler Krankheiten durch Besiedlung mit potentiell pathogenen Bakterien und Schimmelpilzen diskutiert (Björnsson et al. 1995). Es konnte gezeigt werden, dass die totale Zahl an Schimmelpilzen in Beziehung zu Asthmasymptomen steht.

Peat et al. (1998) haben via Medline zugängliche prospektive klinische Studien im Zeitraum von 1987-1998 bezüglich eines Zusammenhangs zwischen häuslichen Schimmelpilzkonzentrationen und respiratorischen Erkrankungen bei Kindern zusammengestellt und ein Odds-Ratio von 1,5 - 3,5 geschätzt. Odds-Ratios dieser Größenordnung sind für umweltmedizinische Risiken nicht untypisch und unterstreichen die Schwierigkeit einer aussagekräftigen epidemiologischen Überprüfung bei geringer Stichprobengröße (Pitten et al. 2000).

Da Schimmelpilze auch außerhalb des Schlafbereiches in hoher Konzentration vorkommen können, muß der Effekt einer Reduktion der Sporenanzahl im Schlafbereich nicht zwingend zu einer Besserung der allergischen Symptomatik führen. Dies ist eine wichtige Tatsache, die bei der Prophylaxe und Therapie der Schimmelpilzallergie unbedingt beachtet werden muß.

Die Klassifizierung der nachgewiesenen Bakterien spielt in unseren Untersuchungen keine Rolle, zumal die bakterielle Vermehrung in einigen Fällen durch Pilzwachstum auf derselben Agarplatte gehemmt wurde, was die Auswertbarkeit erschwert.

Die taxonomische Pilzbestimmung nach 12 Monaten ergab, dass die Gattungen *Penicillium*, *Aspergillus*, *Scopulariopsis* und *Cladosporium* auf den Agarplatten dominierten. Wenn man diese Ergebnisse mit denen anderer Studien vergleicht, findet man im Wesentlichen eine Übereinstimmung (Wassenaar 1988, Ishii et al. 1979, Katz et al. 1999, Oppermann et al. 2001). Interessanterweise fanden mehrere Autoren verschiedener Studien unabhängig voneinander heraus, dass zwischen dem Vorhandensein von Pilzen, einem positiven Pricktest und Symptomen keine signifikante Korrelation besteht (Ishii et al. 1979, van

Bronswijk et al.1986, Katz et al. 1999). Als Erklärung für dieses Phänomen wird eine niedrige Sensitivität der Tests angegeben, da die Testserien vermutlich zu wenig Gattungen enthielten bzw. die relevanten darin fehlten. Nach Aussagen von Horner et al. (1995) mangelt es an einer standardisierten Herstellung von Pilzextrakten wegen unterschiedlicher Mischungen und der Vielfalt von Pilzen mit allergenen Komponenten.

4.2.3. Weiterführende Gedanken

In Anbetracht der Tatsache, dass die Häufigkeit von Allergien in den Industrieländern zunimmt, wird der Prophylaxe und Reduktion der vorhandenen Allergenexposition große Bedeutung zugemessen. Bezogen auf die erwähnten Studienergebnisse, lassen sich folgende Erkenntnisse und Vorschläge ableiten:

- Da eine standardisierte Reinigung oder Desinfektion der Matratzen in der häuslichen Umgebung bisher nicht möglich ist, sollte unser Bemühen dahin gehen, die Besiedlung neuer Matratzen durch Milben und Mikroorganismen mittels Matratzenganzbezügen zu minimieren bzw. zu verhindern.
- Synthetische Matratzenganzbezüge der hier untersuchten Art eignen sich für die Reduktion einer Allergenexposition gegenüber Hausstaubmilben, Schimmelpilzen und Bakterien. Sie sind damit vor allem Allergikern zu empfehlen. Ob die Reduktion der Allergenexposition auch Einfluß auf die klinische Symptomatik sensibilisierter Personen hat, muß in einer weiteren Studie geprüft werden. Dabei könnten die allergischen Symptome, relevante Laborparameter, sowie die Medikamenteneinnahme vor und nach dem Gebrauch von synthetischen Matratzenganzbezügen erfragt und dokumentiert werden.
- Ein zusätzlicher Nutzen besteht in dem Schutz der Matratze vor der Kontamination mit Flüssigkeiten.

- Baumwollüberzüge sollten unseren Studienerkenntnissen zufolge spätestens nach 3 Monaten abgezogen und gewaschen werden, da ohne diese Maßnahme eine massive Besiedlung mit Bakterien und Pilzen innerhalb kürzerer Zeiträume unter den Bezügen zu erwarten ist. Die Effizienz dieser Maßnahme müsste allerdings untersucht werden, nebst Festlegung der optimalen Waschtemperatur und Waschzusätze.
- Hinsichtlich der Hausstaubmilbenbesiedlung fungiert das Waschen als biologische und mechanische Reinigung, da Hausstaubmilben ab einer Temperatur von 60 °C absterben und auf den Bezügen vorhandene Milbenreste, wie z.B. Kot fortgespült werden. Deshalb sollte Bettwäsche ca. alle 14 Tage bei einer Mindesttemperatur von 60°C gewaschen werden. Auch Kopfkissen und Zudecke sollten möglichst bei höheren Temperaturen waschbar sein. In der Wohnung vorhandene Vorhänge, Gardinen, Kissen, Decken oder Plüschtiere sollten ebenfalls gewaschen werden. Zeitliche Abstände sind derzeit nicht definierbar. Diesbezüglich sollten weitere Untersuchungen stattfinden.
- Kopfkissen und Bettdecken sollten tagsüber von der Bettstelle genommen und gut gelüftet werden, um das für die Hausstaubmilbe günstige Mikroklima zu zerstören.
- Natürlich muß auch der Wohnbereich in die Prävention mit einbezogen werden. Dazu gehört die Absenkung der Raumluftfeuchtigkeit, z.B. durch mehrmaliges Lüften am Tag, die Begrenzung der Anzahl an Zimmerpflanzen und der Verzicht auf Luftbefeuchter. Beim Auslegen der Räume mit Fußbodenbelag sollten glatte Materialien wie Fliesen, Laminat oder Linoleum wegen der guten Reinigungsmöglichkeit bevorzugt werden. Staubwischen sollte nur mit feuchten Tüchern erfolgen. Auf zu häufiges Staubsaugen sollte verzichtet werden.

Abschließend ist zu bemerken, dass die Verwendung synthetischer Matratzenganzbezüge als eine von mehreren Maßnahmen zur Prävention und Bekämpfung von Allergien zu bewerten ist.

5. Zusammenfassung

Neben der Hausstaubmilbe *Der p1* spielen auch andere Innenraumallergene, wie z.B. Schimmelpilze, eine ernstzunehmende Rolle in der Pathogenese des allergischen Asthma bronchiale. Nach neueren Untersuchungen kommt insbesondere der Besiedlung des Wohnumfeldes mit Schimmelpilzen eine erhebliche Bedeutung zu (Tariq et al. 1996, Garrett et al. 1998, Heinrich et al. 1998).

Gegenstand der Untersuchung war die Frage, ob durch die Verwendung synthetischer Matratzenganzbezüge nicht nur die Besiedlung fabrikneuer Matratzen mit Hausstaubmilben, sondern auch die Besiedlung mit Bakterien und Schimmelpilzen im Vergleich zu herkömmlichen Baumwollbezügen reduziert werden kann. Zum Einsatz kamen ein Baumwollbezug und ein Testbezug aus einer Polyestermicrofaser mit Polyurethanbeschichtung.

Insgesamt nahmen 84 freiwillige Probanden an dieser Studie teil. Da sich davon 14 Probanden eine Matratze entsprechender Größe paarweise teilten, beträgt die Gesamtprobandenanzahl in der Auswertung 70. Die Zuteilung zu Gruppe A (Baumwollbezug) oder Gruppe B (Testbezug) erfolgte größtenteils nach Wunsch der Probanden, wobei auf eine gleichmäßige Verteilung geachtet wurde. Alle teilnehmenden Probanden mußten definierte Einschlußkriterien erfüllen und ihr schriftliches Einverständnis zur Staubprobensammlung geben. Während 5 Staubprobensammlungen innerhalb von 12 Monaten wurden zusätzliche Messungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit durchgeführt und dokumentiert. Die Bestimmung der Hausstaubmilbenantigenkonzentration (*Der p1*) erfolgte semiquantitativ, präsentiert durch die optische Dichte, der Nachweis von Bakterien und Schimmelpilzen quantitativ über die Zählung von koloniebildenden Einheiten.

Zur Signifikanzprüfung wurde der parameterfreie U-Test nach Mann und Whitney bei zweiseitiger Fragestellung angewendet.

Bei der Auswertung der Hausstaubmilbenantigenkonzentration zeigte sich 6 Monate nach Studienbeginn ein statistisch hoch signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen zugunsten der Gruppe B, was bedeutet, dass auf mit Baumwollüberzügen versehenen Matratzen eine stärkere Besiedlung mit Hausstaubmilben stattfindet.

Hinsichtlich der Besiedlung mit Bakterien und Schimmelpilzen ließ sich bereits nach 3 Monaten Studiendauer, mit Ausnahme der bei 37 °C anzüchtbaren Pilze, ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen feststellen, wobei die Matratzen der Gruppe A deutlich stärker besiedelt wurden. Nach 6 Monaten unterschieden sich beide Gruppen unabhängig von der Art der Mikroorganismen bzw. der Bebrütungstemperaturen hoch signifikant.

Aufgrund der vorliegenden Studienergebnisse können die hier untersuchten synthetischen Matratzenganzbezüge vor allem Hausstaubmilbenallergikern, aber auch gegenüber Schimmelpilzallergenen sensibilisierten Personen zur Allergenreduktion empfohlen werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Maßnahme in ein effektives Gesamtkonzept der Allergenreduktion eingeordnet wird.

6. Literaturverzeichnis

1. Andriessen JW, Brunekreef B, Roemer W: Home dampness and respiratory health status in European children.
Clin Exp Allergy 1998;28:1191-1200.(Abstract)
2. Antonicelli L, Bilo` MB, Pucci S, Schou C, Bonifaci F: Efficacy of an air-cleaning device equipped with a high efficiency particulate air filter in house dust mite respiratory allergy. Allergy 1991;46:594-600.
3. Arshad SH, Matthews S, Gant C, Hide DW: Effect of allergen avoidance on development of allergic disorders in infancy.
Lancet 1992;339:1493-1497.
4. Axen R, Porath J, Ernback S: Chemical coupling of peptides and proteins to polysaccharides by means of cyanogen halides.
Nature 1967;214:1302-1304.
5. Bessot JC, de Blay F, Pauli G: From allergen sources to reduction of allergen exposure. Eur Resp J 1994;7:392-397.
6. Birnbaum J, de Blay F, Paty E, Just J, Pauli G, Vervloet D, Charpin D: Clinical study of bedding covers in mite-allergic asthmatic patients.
J Allergy Clin Immunol 1996; Volume 97;1;Part 3; Abstract 163:223.
7. Björnsson E, Norbäck D, Janson C, Widstrom J, Palmgren U, Strom G, Boman G: Asthmatic symptoms and indoor levels of micro-organisms and house dust mites. Clin Exp Allergy 1995;25:423-431.
8. Carswell F, Birmingham K, Oliver J, Crewes A, Weeks J: The respiratory effects of reduction of mite allergen in the bedrooms of asthmatic children – a double-blind controlled trial. Clin Exp Allergy 1996;26:386-396.

9. Chapman JA: Update on airborne mold and mold allergy.
Allergy Asthma Proc 1999;20(5):289-292.
10. Chinn S, Jarvis D, Luczynska C, Burney P: Individual allergens as risk factors for bronchial responsiveness in young adults.
Thorax 1998;53:662-667.(Abstract)
11. Corey JP, Kaiseruddin S, Gungor A: Prevalence of mold-specific immunoglobulins in a midwestern allergy practice.
Otolaryngol Head Neck Surg 1997;117:516-520.
12. Cruz A, Saenz de Santamaria M, Martinez J, Martinez A, Guisantes J, Palacios R: Fungal allergens from important allergenic fungi imperfecti.
Allergol Immunopathol (Madr) 1997; 25:153-158.
13. D'Amato G, Spiekma FThM: Aerobiologic and clinical aspects of mould allergy in Europe. Allergy 1995;50:870-877.
14. de Boer R: Reflections on the control of mites and mite allergens.
Allergy 1998; 53 (Suppl 48):41-46.
15. Ehnert B, Lau-Schadendorf S, Weber A, Buettner P, Chou C, Wahn U: Reducing domestic exposure to dust mite allergen reduces bronchial hyperreactivity in sensitive children with asthma.
J Allergy Clin Immunol 1992;90:135-138.
16. Evans R: Environmental control and immunotherapy for allergic disease.
J Allergy Clin Immunol 1992;90:462-468. (Abstract)
17. Ferkmann B: Xerophile Schimmelpilze im Hausstaub und ihre Bedeutung für die Ätiologie der Hausstauballergie. Inauguraldissertation der Fakultät für Medizin der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen 1982; 3-13.

18. Fiorina A, Legnani D, Fasano V, Cogo A, Basnyat B, Passalacqua G, Scordamaglia A: Pollen, mite and mould samplings by a personal collector at high altitude in Nepal. *Invest Allergol Clin Immunol* 1998;8:85-88.
19. Frederick JM, Warner JO, Jessop WJ, Enander I, Warner A: Effect of a bed covering system in children with asthma and house dust mite hypersensitivity. *Eur Resp J* 1997;10:361-366.
20. Garrett MH, Rayment PR, Hooper MA, Abramson MJ, Hooper BM: Indoor airborne fungal spores, house dampness and associations with environmental factors and respiratory health in children. *Clin Exp Allergy* 1998;28:459-467.
21. Götzsche PC, Hammarquist C, Burr M: House dust mite control measures in the management of asthma: meta-analysis. *BMJ* 1998;317:1105-1110.
22. Gross I, Heinrich J, Fahlbusch B: Standardisierte Sammlung von sedimentiertem Hausstaub zur Analyse von Innenraumallergenen. *Allergol* 1997;9:449-456.
23. Hausen BM: Experimentelle Untersuchungen zum Nachweis einer möglichen sensibilisierenden Wirkung von ACAROSAN und seinen Bestandteilen. Hamburg-Eppendorf; F.R.G.: Persönliche Mitteilungen Universitäts-Hautklinik, Allergie-Abteilung, 1988.
24. Heinrich J, Hölscher B, Wjst M: Wohnbedingungen und allergische Sensibilisierung im Kindesalter. *Zentralbl Hyg Umweltmed* 1998; 201:211-228.
25. Heller-Haupt A, Busvine JR: Tests of acaricides against house dust mites. *J Med Entomol* 1974;11:551-558.

26. Holm L, Öhman S, Bengtsson A, van Hage-Hamsten M, Scheynius A: Effectiveness of occlusive bedding in the treatment of atopic dermatitis - a placebo-controlled trial of 12 months`duration. *Allergy* 2001;56:152-158.
27. Horner WE, Helbling A, Salvaggio JE, Lehrer SB: Fungal allergens. *Clin Microbiol Rev* 1995;8:161-179.(Abstract)
28. Htut T: Airborne house dust mite allergen: Are short-duration avoidance measures helpful? *Indoor Environ* 1994;3:48-53.
29. ISAAC: The International Study of Asthma and Allergies in Childhood Steering Committee: Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. *Lancet* 1998;351:1225-1232.
30. Ishii A, Takaoka M, Ichinoe M, Kabasawa Y, Ouchi T: Mite fauna and fungal flora in house dust from homes of asthmatic children. *Allergy* 1979;34:379-387.
31. Jooma OF, Weinberg EG, Berman D, Manjra AI, Potter PC: Accumulation of house-dust mite (Der-p-1) levels on mattress covers. *S Afr Med J* 1995;85:1002-1005.
32. Kaestner A: Lehrbuch der Speziellen Zoologie; Band 1 Wirbellose Tiere/ 4.Teil Arthropoden (ohne Insekten). Fischer, Stuttgart 4.Aufl. 1993:398.
33. Kainka E, Umbach KH, Müsken H: Encasing-Bezüge: Untersuchungen zum Staubrückhaltevermögen und zur Wasserdampfdurchlässigkeit. *Pneumologie* 1997;51:2-9.
34. Kalveram CM, Kalveram KJ, Jorde W, Schata M: Untersuchungen von Hausstaubextrakten sechs kommerzieller Anbieter unter Verwendung von artifiziellen Poolseren. *Allergol* 1992;15:291-294.

35. Kanny G, Becker S, de Hautecloucq C, Moneret-Vautrin DA: Airborne eczema due to mould allergy. *Contact Dermatitis* 1996;35:378.
36. Katz Y, Verleger H, Barr J, Rachmiel M, Kiviti S, Kuttin ES: Indoor survey of moulds and prevalence of mould atopy in Israel. *Clin Exp Allergy* 1999;29:186-192.(Abstract)
37. Kersten W, Stollwerk D, Müsken H: Klinische Studie zur Wirksamkeit der akariziden Substanz Acarosan bei Hausstaubmilbenallergikern. *Allergol* 1988;9:371-390.
38. Kniest FM, Young E, van Praag MCG, Vos H, Kort HSM, Koers WJ, de Maat-Bleeker F, van Bronswijk JEMH: Clinical evaluation of a double-blind dust-mite avoidance trial with mite allergic rhinitic patients. *Clinic Exp Allergy* 1991;21:39-47.
39. Korsgaard J: House-dust mites and asthma. A review on house-dust mites as a domestic risk factor for mite asthma. *Allergy* 1998;53 (Suppl 48):77-83.
40. Kramer A, Frank T, Höpfe H, Jülich W-D, Kirsch G, v Rheinbaben F, Werner H-P: Untersuchungen zur Barrierefunktion von Schutzbezügen für Matratzen, Kissen und Decken und krankenhaushygienische Schlußfolgerungen. *Hohensteiner Report* 1997; Heft 2 *Praxisnahe Wissenschaft*:77-86.
41. Lau-Schadendorf S, Rusche AF, Weber AK, Buettner-Goetz P, Wahn U: Short term effect of solidified benzyl benzoate on mite-allergen concentrations in house dust. *J Allergy Clin Immunol* 1990;87:41-47.
42. Manjra A, Berman D, Toerien A, Weinberg EG, Potter PC: The effects of a single treatment of an acaricide, Acarosan and a detergent, Metsan, on Der p 1 allergen levels in the carpets and mattresses of asthmatic children. *S Afr Med J* 1994;84:278-280.

43. Marks GB, Tovey ER, Green W, Shearer M, Salome CM, Woolcock AJ: House dust mite allergen avoidance: A randomized controlled trial of surface chemical treatment and encasement of bedding. *Clin Exp Allergy* 1994;24:1078-1083.
44. Mosbech H, Korsgaard J, Lind P: Control of house dust mites by electrical heating blankets. *J Allergy Clin Immunol* 1988;81:706-710.
45. Müller J, Kaspar P, Petro W, Lecheler J: Die Hausstaubmilben *D. pteronyssinus* und *D. farinae* in Tal- und Höhenlagen unter Berücksichtigung des Entnahmeortes und der Entnahmezeit. *Allergol* 1995;18(2):61-64.
46. Oppermann H, Doering C, Sobottka A, Kramer U, Thriene B: Exposure status of East and West German households with house dust mites and fungi. *Gesundheitswes* 2001;63(2):85-89. (Abstract)
47. Owen S, Morganstern M, Hepworth J, Woodcock A: Control of house dust mite antigen in bedding. *Lancet* 1990;335:396-397.
48. Paul KP, Klettke U, Wahn U: Efficacy of dust mite allergen reduction by ePTFE-encasings and clinical response in combination with specific immunotherapy. *J Allergy Clin Immunol* 1/1996; Abstract 816:386.
49. Peat JK, Dickerson J, Li J: Effects of damp and mould in the home on respiratory health: A review of the literature. *Allergy* 1998;53(2):120-8.
50. Perzanowski MS, Sporik R, Squillace SP, Gelber LE, Call R, Carter M, Platts-Mills TAE: Association of sensitization to *Alternaria* allergens with asthma among school-age children. *J Allergy Clin Immunol* 1998;101:626-632.

51. Pitten F-A, Kalveram C-M, Krüger U, Kramer A: Reduktion der Besiedlung neuwertiger Matratzen mit Bakterien, Schimmelpilzen und Hausstaubmilben durch Matratzenganzbezüge. *Hautarzt* 2000;51:655-660.
52. Rebman H, Weber AK, Focke I, Rusche A, Lau S, Ehnert B, Wahn U: Does benzyl benzoate prevent colonization of new mattresses by mites? *Allergy* 1996;51:876-882.
53. Reiß J: Schimmelpilze/Lebensweise, Nutzen, Schaden, Bekämpfung. Springer, Berlin 2.Auflage, 1997:1-199.
54. Schata M: Allergische Erkrankungen durch Schimmelpilze. HAL Allergie GmbH Düsseldorf 1985:1-64.
55. Schnyder B, Schweri TH, Thomann B, Pichler CH: Hausstaubmilbenallergie. *Schweiz Med Wochenschr* 2000;130(12): Nr.12:443-447.
56. Schönberger HJAM, van Schayck CP: Prevention of asthma in genetically predisposed children in primary care - from clinical efficacy to a feasible intervention programme. *Clin Exp Allergy* 1998;28:1325-1331.
57. Seifert B: Die Untersuchung von Hausstaub im Hinblick auf Expositionsabschätzungen. *Bundesgesundhbl.* 1998;9:383-390.
58. Tariq SM, Matthews SM, Stevens M, Hakim EA: Sensitization to *Alternaria* and *Cladosporium* by the age of 4 years. *Clin Exp Allergy* 1996;26:794-798.(Abstract)
59. Tupker RA, de Monchy JGR, Coenraads PJ: House-dust mite hypersensitivity, eczema, and other extrapulmonary manifestations of allergy. *Allergy* 1998; 53 (Suppl 48):92-96.

60. van Bronswijk JEMH, Rijckaert G, van de Lustgraaf B: Indoor fungi, distribution and allergenicity. *Acta Bot Neerl* 1986;35:329-345.
61. van Bronswijk JEMH, Sinha RN: Role of fungi in survival of *Dermatophagoides* in house-dust environment. *Environ Entomol* 1973;2:142-145.
62. van der Heide S, Kauffmann HF, Dubois AEJ, de Monchy JGR: Allergen reduction measures in houses of allergic asthmatic patients: Effects of air-cleaners and allergen-impermeable mattress covers. *Eur Resp J* 1997;10:1217-1223.
63. Van de Lustgraaf B: Seasonal abundance of xerophilic fungi and house-dust mites (*Acarida: Pyroglyphidae*) in mattress dust. *Oecologia* 1978;36:81-91.
64. Verhoeff AP, Burge HA: Health risk assessment of fungi in home environments. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1997;78(6):544-54.
65. Verhoeff AP, van Strien RT, van Wijnen JH, Brunekreef B: Damp housing and childhood respiratory symptoms: The role of sensitization to dust mites and molds. *Am J Epidemiol* 1995;141(2):103-10.(Abstract)
66. Walshaw MJ, Evans CC: Allergen avoidance in house dust mite sensitive adult asthma. *Quart J Med* 1986;226:199-215.
67. Wassenaar DPJ: Effectiveness of vacuum cleaning and wet cleaning in reducing house-dust mites, fungi and mite allergen in a cotton carpet: A case study. *Experiment Appl Acarol* 1988;4:53-62.
68. Wickman M, Nordvall SL, Pershagen G, Korsgaard J, Johansen N, Sundell J: Mite allergens during 18 months of intervention. *Allergy* 1994;49:114-119.

69. Woodcock A, Custovic A: Role of the indoor environment in determining the severity of asthma. *Thorax* 1998;53:47-51.

7. Anhang

7.1.	Abb. 1: Fragebogen zur Umfeldanalyse	54
7.2.	Abb. 2: Fragebogen zu den untersuchten Matratzen	55
	Eidesstattliche Erklärung	56
	Lebenslauf	57
	Danksagung	58

7.1. Abb. 1: Fragebogen zur Umfeldanalyse

Fragebogen zur Hausstaubmilben-, Schimmelpilz- und Bakterienstudie

Institut für Hygiene und Umweltmedizin der E.-M.-Arndt-Universität Greifswald

Probandennummer:

1. Alter
2. Geschlecht

3. Angaben zum Schlafräum
 - 3.1. Zimmergröße
 - 3.2. Personenanzahl

4. Reinigung
 - 4.1. Häufigkeit pro Woche
 - 4.2. Staubsaugen
 - 4.3. Wischen

5. Akarizide o.ä.

6. Lüften
 - 6.1. pro Tag
 - 6.2. Dauer

7. Zimmerpflanzen
 - 7.1. Anzahl

8. Haustiere
 - 8.1. Art

9. Fußbodenbelag
Material

10. Matratze
 - 10.1. Alter
 - 10.2. Material
 - 10.3. Größe

11. Kopfkissen/Bettdecke
 - 11.1. Kopfkissenmaterial
 - 11.2. Bettdeckenmaterial
 - 11.3. Häufigkeit des Waschens pro Jahr

12. Bettwäsche
 - 12.1. Material
 - 12.2. Häufigkeit des Waschens pro Monat
 - 12.3. Waschttemperatur

13. Allergien
 - 13.1. Art
 - 13.2. Medikamente

14. Lufttemperatur in °C
 - 14.1. innen/außen

15. Luftfeuchtigkeit in %
 - 15.1. innen/außen

7.2. Abb. 2: Fragebogen zu den untersuchten Matratzen

<u>Umfrage zur Matratzenstudie an der Universität Greifswald</u>					
Bitte bewerten Sie die folgenden Aussagen nach Ihrer persönlichen Meinung!					
	trifft zu			trifft nicht zu	
	1	2	3	4	5
1. Die Härte der Matratze ist akzeptabel.	<input type="radio"/>				
2. Ich schwitze auf der Matratze.	<input type="radio"/>				
3. Mich stören Geräusche, z.B. Knistern, wenn ich mich nachts bewege.	<input type="radio"/>				
4. Der Geruch der Matratze ist unangenehm.	<input type="radio"/>				
5. Der Bezug ist angenehm und körperfreundlich.	<input type="radio"/>				
6. Ich schlafe gut auf meiner Matratze.	<input type="radio"/>				
7. Ich werde sie auch nach Studienende weiterhin benutzen.	<input type="radio"/>				
Art des Bezuges:					

8. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, daß ich die vorliegende Dissertation selbständig verfaßt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Ich erkläre, daß ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und daß eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

9. Lebenslauf

Name	Ute Krüger
Geburtsdatum	15.10.1974
Geburtsort	Rostock
Anschrift	Wiesenstr. 18 17489 Greifswald
Familienstatus	ledig
Nationalität	deutsch
Schulbildung	
1981-1991	Ernst-Thälmann-Schule Ückeritz
1991-1993	Maxim-Gorki-Gymnasium Heringsdorf
6/1993	Abitur
Berufsausbildung	
10/1993	Beginn des Medizinstudiums Immatrikulation zum WS 93/94 an der Universität "Ernst-Moritz Arndt" in Greifswald
Herbst 1995	Physikum
Herbst 1996	1. Staatsexamen
Herbst 1998	2. Staatsexamen
1998-1999	Praktisches Jahr in Greifswald und Kilkenny/Irland
11/1999	3. Staatsexamen Exmatrikulation an der Universität Greifswald
12/1999- 5/2001	Ärztin im Praktikum in der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin/Universität Greifswald
seit 6/2001	Assistenzärztin in der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin/Universität Greifswald