

# Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06

Sensibilisierungen gegenüber  
Innenraumschimmelpilzen



GESUNDHEITSFORSCHUNG DES BUNDEMINISTERIUMS FÜR BILDUNG  
UND FORSCHUNG

Förderkennzeichen 01 EH 0202

## **Kinder-Umwelt-Survey (KUS) 2003/06**

### **Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen**

von

**Regine Szewzyk, Kerstin Becker, Andreas Hünken, Helga  
Pick-Fuß, Marike Kolossa-Gehring**

**Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau / Berlin**

Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
(BMU) und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V., Projektträger des  
Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

**UMWELTBUNDESAMT**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4176.html> verfügbar.

- Durchführung: Umweltbundesamt (UBA), Dessau/Berlin;  
Robert Koch-Institut (RKI), Berlin
- Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
Projektträger des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
- Der Kinder-Umwelt-Survey wurde mit UFOPLAN-Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert (FKZ 202 62 219)
- Projektleitung Teilprojekt  
Sensibilisierungen gegenüber  
Innenraumschimmelpilzen: R. Szewzyk, K. Becker
- Projektleitung KUS: M. Kolossa-Gehring / C. Schulz
- Berichtersteller und  
Berichterstellerinnen: R. Szewzyk, K. Becker, A. Hünken, H. Pick-Fuß,  
M. Kolossa-Gehring
- unter Mitarbeit von: A. Conrad, C. Schulz, M. Seiwert, Y. Sonar,  
Feldteams des Gesundheits-Surveys (KiGGS) des RKI,  
Dr. Rabe HygieneConsult, Essen (Dr. R. Rabe),  
ADL Matritech GmbH, Freiburg (F. Maier).
- ISSN 1862-4340
- Abschlussdatum: Juli 2010
- Herausgeber: Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>  
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>
- Redaktion: Fachgebiet II 1.2 Toxikologie, gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung  
Helga Pick-Fuß

Dessau-Roßlau / Berlin, September 2011

## **Danksagung**

Wir möchten an dieser Stelle allen Beteiligten an dieser Studie und den Bürgerinnen und Bürgern, die an dieser zeitintensiven Untersuchung teilgenommen haben, unseren herzlichen Dank aussprechen. Ferner bedanken wir uns herzlich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der örtlichen Gesundheits- und Umweltämter, Krankenhäuser, Rathäuser usw., die uns bei der Durchführung der Studie vor Ort unterstützt haben.



## Vorwort

Im Zeitraum von Mai 2003 bis Mai 2006 wurde der Kinder-Umwelt-Survey (KUS) durchgeführt. Dieser Umwelt-Survey war der erste Umwelt-Survey, in dem ausschließlich Kinder und ihre Umweltbelastungen untersucht wurden. Untersucht wurde eine repräsentative Querschnittsstichprobe der 3- bis 14-jährigen Kinder in Deutschland. Das Erhebungsinstrumentarium umfasste Blut- und Urinproben der Kinder sowie Hausstaub- und Trinkwasserproben aus den zugehörigen Haushalten. Parallel dazu wurde zur Ergänzung der Messdaten eine Fragebogenerhebung zu expositionsrelevanten Verhaltensweisen und Bedingungen in den Haushalten und in der Wohnumgebung durchgeführt.

Das wesentliche Ziel des KUS ist die Erfassung, Bereitstellung, Aktualisierung und Bewertung repräsentativer Daten für eine gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung und Umweltberichterstattung auf nationaler Ebene. Die repräsentativen Daten dienen außerdem:

- als Grundlage für die Erstellung von Referenzwerten über die Belastung von Kindern mit Umweltschadstoffen, welche die Basis für eine bundesweit einheitliche Beurteilung bilden,
- der Darstellung von zeitlichen Trends und von regionalen Unterschieden in der Belastung,
- der Identifikation und Quantifizierung von Belastungspfaden,
- der Identifikation von Risikogruppen,
- der statistischen Prüfung möglicher Einflüsse bestimmter Umweltfaktoren auf die gesundheitliche Situation von Kindern,
- der Konzeption und Überprüfung der Präventions-, Interventions- und Verminderungsstrategien im Rahmen gesundheits- und umweltpolitischer Maßnahmen.

Erstmalig in der Historie des Umwelt-Surveys wurde beim KUS „die Prüfung möglicher Einflüsse bestimmter Umweltfaktoren auf die gesundheitliche Situation von Kindern“ explizit in die Auflistung der Ziele einbezogen. Im Zusammenhang damit sollten die folgenden Themen bearbeitet werden:

- Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen
- Kontaktallergien durch Nickel, Chrom und Duftstoffe
- Hörschäden, Stress und Schlafstörungen durch Lärm und
- Reizungen der Augen und des Atemtraktes durch flüchtige organische Verbindungen.

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse des Teilvorhabens „Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen“ vor. Der jeweils aktuelle Stand der Publikationen zum Kinder-Umwelt-Survey kann unter <http://umweltbundesamt.de/survey/> abgefragt werden.





## **Vorwort**

<b>Zusammenfassung</b> .....	1
<b>Summary</b> .....	3
<b>1 Ziel und Aufgabenstellung</b> .....	5
<b>2 Wissenschaftlicher Stand</b> .....	7
2.1 Entstehung allergischer Erkrankungen der Atemwege .....	7
2.2 Verbreitung allergischer Erkrankungen der Atemwege .....	7
2.3 Schimmelpilzallergene im Innenraum .....	9
2.4 Exposition und gesundheitliche Wirkungen bei Schimmelpilzbefall.....	10
<b>3 Planung und Ablauf des Vorhabens</b> .....	13
3.1 Studiendesign des Kinder-Umwelt-Surveys .....	13
3.2 Bestimmung der IgE im Serum .....	14
3.3 Studiendesign der Fall-Kontroll-Studie.....	16
<b>3.4 Messungen in den Wohnungen</b> .....	17
3.4.1 Kultivierbare Schimmelpilze in der Innenraumluft .....	18
3.4.2 Gesamtzahl Schimmelpilzsporen in der Innenraumluft .....	19
3.4.3 Schimmelpilze im Hausstaub.....	20
3.4.4 Allergene der Hauskatze und von Milben im Matratzenstaub .....	21
<b>3.5 Statistische Methoden</b> .....	22
3.5.1 Auswertung der Gesamtstichprobe.....	22
3.5.2 Auswertung der Haushaltsuntersuchungen .....	23
3.5.3 Auswertung der Fall-Kontroll-Studie .....	23
<b>4 Ergebnisse</b> .....	25
<b>4.1 Sensibilisierungen gegen Innenraumschimmelpilze bei Kindern in Deutschland</b> .....	25
4.1.1 Vergleich der Stichproben .....	25
4.1.2 Sensibilisierungsraten für Schimmelpilzallergene .....	26
4.1.3 Sensibilisierung und Allergiestatus der Eltern .....	28
4.1.4 Sensibilisierung und Lebensalter und Geschlecht.....	28
4.1.5 Sensibilisierung und weitere Faktoren .....	29
4.1.6 Sensibilisierung gegen unterschiedliche Schimmelpilze .....	30
4.1.7 Sensibilisierungen gegen Schimmelpilze und gegen andere Allergene .....	31
4.1.8 Sensibilisierungen gegen Schimmelpilze und gegen einzelne andere Allergene .....	32
<b>4.2 Schimmelpilzbefall in Wohnungen</b> .....	33
4.2.1 Feuchte oder Schimmel in Wohnungen mit Kindern in Deutschland .....	33
4.2.2 Gemessene Schimmelpilzsporen bei den Haushaltsuntersuchungen .....	34

<b>4.3 Abhängigkeit der Sensibilisierung vom Schimmelpilzbefall (Fall-Kontroll-Studie)</b> .....	36
4.3.1 Sensibilisierung und Wahrscheinlichkeit einer Innenraum Schimmelpilzquelle .....	36
4.3.2 Sensibilisierung und Konzentration an Schimmelpilzen .....	37
4.3.3 Sensibilisierung und Innenraumquelle durch bestimmte Schimmelpilze .....	37
4.3.4 Sensibilisierung und Wohnungscharakteristika .....	37
4.3.5 Model zur Abhängigkeit der Sensibilisierung von potentiellen Prädiktoren.....	38
<b>4.4 Milben- und Katzenallergene im Matratzenstaub</b> .....	39
<b>5 Diskussion und Schlussfolgerungen</b> .....	41
5.1 Vergleich mit anderen Studien.....	41
5.2 Schlussfolgerung .....	43
5.3 Handlungsfelder .....	46
<b>6 Verzeichnisse</b> .....	47
6.1 Literaturverzeichnis .....	47
6.2 Tabellenverzeichnis.....	53
6.3 Abkürzungsverzeichnis.....	54
6.4 Verzeichnis der Variablen.....	55
<b>7 Tabellenanhang</b> .....	63
7.1 Sensibilisierungen gegen Innenraumschimmelpilze.....	63
7.2 Schimmelpilzbefall in Wohnungen mit Kindern .....	83
7.3 Abhängigkeit der Sensibilisierungen von spezifischen Merkmalen .....	91

## Zusammenfassung

Der KUS ist der vierte Umwelt-Survey des Umweltbundesamtes und das Umweltmodul des Kinder- und Jugendgesundheits surveys (KiGGS) des Robert Koch-Instituts (RKI). Ziel der von 2003 bis 2006 bundesweit durchgeführten Querschnittsstudie war es, für die Beschreibung der Belastung von Kindern in Deutschland durch Umweltfaktoren eine umfangreiche und repräsentative Datengrundlage zu erheben. Im Rahmen einer Fall-Kontroll-Studie wurde bei einer Unterstichprobe des KUS der Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Schimmelpilzsporen in der Wohnung und einer Sensibilisierung der Kinder gegenüber bestimmten Schimmelpilzarten untersucht.

Die bisherigen allergologischen Testsysteme zur Feststellung einer Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzen berücksichtigen Schimmelpilze, die im Innenraum relevant sind, nur unzureichend. Im KUS wurde beim allergologischen Screening ein erweitertes Spektrum an Schimmelpilzen hinsichtlich der Sensibilisierung bei allen Kindern ( $n = 1538-1575$ ) getestet. Zusätzlich zu den in kommerziellen Tests zum allergologischen Screening enthaltenen Schimmelpilzen (*Cladosporium herbarum*, *Aspergillus fumigatus*), die im Rahmen des KiGGS durchgeführt wurden, wurden vier Schimmelpilze, die im Innenraum bedeutend sind, aufgenommen (*Aspergillus versicolor*, *Penicillium chrysogenum(notatum)*, *Wallemia sebi*, *Eurotium* spp.). Außerdem wurde *Alternaria alternata* – ein Schimmelpilz, der typischerweise saisonal in der Außenluft vorkommt – als Vergleich in das allergologische Screening einbezogen.

Bei den Kindern wurden Sensibilisierungen gegenüber allen getesteten Schimmelpilzen nachgewiesen. Die Sensibilisierungsrate war bei *Alternaria alternata* (5,0 %) und *Penicillium chrysogenum* (4,8 %) am höchsten, gefolgt von *Aspergillus fumigatus* (2,6%), *Cladosporium herbarum* (2,4 %), *Aspergillus versicolor* (2,3 %) und *Eurotium* spec. (1,6 %). Bei drei Kindern (0,2 %) wurde eine Sensibilisierung gegenüber *Wallemia sebi* nachgewiesen, einem Schimmelpilz, von dem bisher angenommen wurde, dass er keine allergischen Reaktionen auslöst. Schimmelpilze der Gattung *Alternaria* wurden nur in Ausnahmefällen im Innenraum in relevanten Konzentrationen nachgewiesen. Die Sensibilisierung gegenüber diesem Schimmelpilz ist daher auf die in der Außenluft saisonal vorkommenden erhöhten Sporenkonzentrationen zurückzuführen. Alle anderen Schimmelpilze kommen bevorzugt im Innenraum oder sowohl im Innenraum als auch in der Außenluft vor und wurden bei den weiteren Auswertungen daher als im Innenraum vorkommende Schimmelpilze oder kurz unter dem Begriff „Innenraumschimmelpilze“ zusammengefasst.

Insgesamt waren 8,3 % der Kinder gegenüber Innenraumschimmelpilzen (inklusive *Cladosporium herbarum*) sensibilisiert. Wie zu erwarten nahm die Sensibilisierungsrate ( $p \leq 0,01$ ) und die Anzahl der Schimmelpilzsensibilisierungen mit dem Alter der Kinder zu. Zwischen dem Geschlecht und der Sensibilisierung gegenüber „Innenraumschimmelpilzen“ ergab sich kein signifikanter Zusammenhang.

Kinder, die einen positiven Befund von IgE ( $\geq 0,35$  IU/ml im Blutserum) gegen die Innenraum-schimmelpilze (ohne *Alternaria alternata*) aufwiesen wurden als Fälle definiert. Diese wurden mit Kontrollen ( $< 0,35$  IU/ml) im Verhältnis 1:3 (Fälle  $n= 66$ , Kontrollen  $n = 198$ ), nach Alter, Geschlecht sowie Wohnregion (alte/neue Bundesländer) gematcht. Die so für die Fall-Kontroll-Studie ausgewählten Kinder waren Teil einer Gruppe von Kindern, die im Rahmen einer Zusatzstudie in ihren Wohnungen besucht wurden.

531 Kinder nahmen an dieser Zusatzstudie teil. In den Kinder- oder Wohnzimmern wurden Proben zur Sporenbelastung der Raumluft und des Bodenstaubs genommen und es wurde eine eingehende Befragung durchgeführt. Die Sporenmessungen in den Wohnungen zeigten, dass nach den Kriterien der UBA-Leitfäden in 17 % bis 27 % (je nach untersuchtem Parameter) der untersuchten Kinderzimmer ein Schimmelbefall (sichtbar oder verdeckt) als wahrscheinlich angenommen werden konnte, da stark erhöhte Konzentrationen an Schimmelpilzen nachgewiesen wurden. In weiteren 12 % bis 22 % konnte ein Befall wegen moderat erhöhten Konzentrationen nicht ausgeschlossen werden. Gemessener und sichtbarer Schimmelbefall standen in einem signifikanten Zusammenhang.

Zwischen der gemessenen Sporenkonzentration und einer Sensibilisierung der Kinder bestand kein Zusammenhang. Beim Vergleich der Wohnungsuntersuchungen zeigte sich aber, dass in den Kinderzimmern oder Wohnzimmern der Fälle signifikant ( $p \leq 0,05$ ) häufiger sichtbarer Schimmelpilzbefall auftrat als in den Wohnungen der Kontrollen.

Außerdem wurden für die Wohnungen der Fälle öfter ( $p \leq 0,05$ ) angegeben, dass in den letzten Jahren eine Grundsanierung stattgefunden hatte. Die erhöhte Anzahl von Fällen in Wohnungen mit starken Sanierungsaktivitäten kann zum einen daran liegen, dass zuvor ein Schimmelpilzbefall vorhanden war. Es ist aber auch möglich, dass die während der Sanierung verwendeten oder aus neuen Bauprodukten entweichenden Chemikalien einen zusätzlichen Risikofaktor für eine Sensibilisierung darstellen.

Im KUS wurden mit Hilfe von Fragebögen bei allen Kindern auch das Auftreten von Schimmelpilzbefall in den Wohnungen und die Gebäudecharakteristik abgefragt. In 15 % der Wohnungen wurde sichtbarer Schimmelpilzbefall festgestellt. Einfluss auf das Auftreten von sichtbarem Schimmelpilzbefall hatten das Alter des Hauses sowie die Art und die Lage des Hauses. Das Auftreten von Schimmelpilzbefall war signifikant höher ( $p \leq 0,001$ ) in Wohnblocks und Mehrfamilienhäusern, in alten Häusern und in städtischer Umgebung.

## Summary

The German Environmental Survey for Children (GerES IV) is the Federal Environment Agency's fourth Environmental Survey and the environmental module of the German Health Interview and Examination Survey for children and adolescents (German acronym: KiGGS) of the Robert Koch Institute (RKI). Conducted from 2003 to 2006, the objective of this cross-sectional nationwide study was to produce an extensive and representative data base to characterise the exposure of children in Germany to environmental factors. In a case-control study, a sub-sample of GerES IV was used to investigate the link between exposure to mould spores in the home and a sensitisation of the children to certain mould fungus species.

The allergological test systems available to date to determine a sensitisation to mould fungi do not sufficiently cover mould fungi that occur indoors. In GerES IV, all children (n = 1538-1575) were screened for sensitisation to an extended spectrum of mould fungi. In addition to the mould fungi covered by the commercially available allergological screening tests (*Cladosporium herbarum*, *Aspergillus fumigatus*) used in KiGGS, this included four mould fungi which are relevant indoors (*Aspergillus versicolor*, *Penicillium (notatum)chrysogenum*, *Wallemia sebi*, *Eurotium* spp.). In addition, *Alternaria alternata* – a mould fungus typically occurring seasonally in outdoor air – was included in the allergological screening for comparison.

Sensitisations to all mould fungi tested were found among the children. The sensitisation rate was highest for *Alternaria alternata* (5.0 %) and *Penicillium chrysogenum* (4.8 %), followed by *Aspergillus fumigatus* (2.6%), *Cladosporium herbarum* (2.4 %), *Aspergillus versicolor* (2.3 %) and *Eurotium* spec. (1.6 %). Three children (0.2 %) were found to be sensitised to *Wallemia sebi*, a mould fungus previously assumed not to cause an allergic reaction. Mould fungi of the genus *Alternaria* were detected indoors in relevant concentrations only in exceptional cases. This suggests that sensitisation to this mould fungus is due to seasonally elevated spore concentrations in outdoor air. All the other mould fungi occur mainly indoors or in both outdoor and indoor air. In subsequent evaluations, these were therefore referred to collectively as mould fungi occurring indoors or, in short, "indoor mould fungi".

A total of 8.3 % of the children was sensitised to indoor mould fungi (including *Cladosporium herbarum*). As was to be expected, the sensitisation rate ( $p \leq 0.01$ ) and the number of sensitisations to mould fungi increased with the age of the children. No significant relationship was found between sex and sensitisation to "indoor mould fungi".

Children which tested positive against indoor mould fungi (IgE  $\geq 0.35$  IU/ml blood serum, without *alternaria alternata*) were defined as cases. These were matched with controls ( $< 0.35$  IU/ml) at a ratio of 1:3 (cases n=66, controls n=198) by age, sex and region (western Germany/eastern Germany). These participants were part of a study group that was included in an additional home survey.

531 children took part in this additional study in which indoor and dust samples were analysed for spores and in which an additional questionnaire was applied. The spore measurements showed that -depending on the parameter- 17 % to 27 % of the children's rooms investigated are likely infested with mould (visible or hidden) according to the criteria of the Federal Environment Agency's guidelines because strongly elevated concentrations of mould spore were measured. For another 12 % to 22 % such infestation could not be excluded (moderately elevated concentrations). The measured and the visible mould infestation were significantly correlated.

No relationship was found between the measured spore concentration and sensitisation of these children. A comparison of the results of the home inspections showed, however, that visible mould growth occurred significantly more often in the children's rooms or living rooms of the cases ( $p \leq 0.05$ ) than in the homes of the controls.

In addition, participants from the group of the cases stated more frequently ( $p \leq 0.05$ ) that extensive renovation work had taken place in their home in the last few years. The increased number of cases in homes with extensive renovation work may be due, firstly, to the previous presence of mould growth. But it is also possible that the chemicals used in renovation and emissions from the new building products present an additional risk factor for sensitisation.

The questionnaire-based interviews conducted in GerES IV for all children also asked about mould in the home and characteristics of the building. Visible mould growth was found in 15 % of the homes. Influencing factors for the occurrence of visible mould growth were age, type and location of the building. Mould growth occurred significantly more often ( $p \leq 0.001$ ) in apartment blocks, multi-family buildings, old buildings and in urban areas.

# 1 Ziel und Aufgabenstellung

Vorbeugender Gesundheitsschutz und die wissenschaftliche Bearbeitung von Fragen zu dem Zusammenhang zwischen Umwelteinflüssen und Gesundheitsbeeinträchtigungen bedürfen der laufenden Beobachtung der Belastung der Bevölkerung durch Umweltschadstoffe. Hierzu sind möglichst repräsentative Bevölkerungsstudien notwendig, die eine wichtige Säule für die gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung darstellen.

Aus diesem Grund wurden vom Umweltbundesamt seit Mitte der 80er Jahre Umwelt-Surveys, also bevölkerungsrepräsentative umweltepidemiologische Studien durchgeführt. Im Zeitraum von 2003 bis 2006 wurde die Studie zur „Umweltbelastung von Kindern in Deutschland“ (Kinder-Umwelt-Survey, KUS) des Umweltbundesamtes (UBA) als Modul in Kooperation und Anbindung an den „Nationalen Gesundheitssurvey für Kinder und Jugendliche“ (Kinder- und Jugendgesundheits-survey, KiGGS) des Robert Koch-Instituts (RKI) durchgeführt. Mit dem KUS sollten bevölkerungsrepräsentative Daten zur korporalen Belastung von Kindern und Jugendlichen mit Umweltschadstoffen für eine umweltbezogene Gesundheitsbeobachtung und -berichtserstattung auf nationaler Ebene erstmals bereitgestellt bzw. aktualisiert werden.

Repräsentative Daten über die Verbreitung einzelner Allergene, die für Sensibilisierungen und allergische Erkrankungen der Atemwege wichtig sind, liegen bislang nicht vor. Daher wurde im Kinder-Umwelt-Survey ein breites Spektrum von Innenraumallergenen sowohl bei der Erfassung der Exposition, als auch bei der Bestimmung der spezifischen Sensibilisierung berücksichtigt. Ein besonderer Schwerpunkt lag hierbei auf der Bestimmung der Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzallergenen.

Eine Unterstichprobe wurde entsprechend der Definition einer Fall-Kontroll-Studie ausgewählt, um die Abhängigkeit auffälliger schimmelpilzspezifischer IgE-Werte im Serum von der häuslichen Belastung im Kinderzimmer mit Schimmelpilzen zu untersuchen.

Innovativ ist, dass bei der Prüfung der Sensibilisierung nicht nur bekannte Innenraumallergene - wie Milben, Tierhaare – sondern auch ein erweitertes Spektrum an Schimmelpilzallergenen getestet wurden, bei gleichzeitiger differenzierter Untersuchung der Schimmelpilzbelastung im Kinderzimmer. Hintergrund war die Frage, ob eine erhöhte Schimmelpilzbelastung in der Wohnung zu einer erhöhten Sensibilisierung von Kindern gegenüber Schimmelpilzen führt. Zugleich sollten Grundlagen für die Prioritätensetzung im Hinblick auf mögliche hygienische Maßnahmen in Wohnungen geschaffen werden. Außerdem sollte aus den Ergebnissen abgeleitet werden, ob bestimmte Schimmelpilze, die bisher nicht in kommerziellen Tests zum allergologischen Screening enthalten sind, wegen häufig auftretender Sensibilisierungen zusätzlich aufgenommen werden sollten. Die Erkenntnisse werden in die Arbeit der beim Umweltbundesamt angesiedelten Innenraumlufthygienekommission einfließen.

Im Teilvorhaben „Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen“ des Kinder-Umwelt-Surveys sollte somit folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Wie hoch sind die Expositionen der Kinder gegenüber Innenraumallergenen und damit die qualitative und quantitative Belastung der Wohnung durch Allergene von Hausstaubmilben, Katzen und Schimmelpilzen?
- Gegenüber welchen im Innenraum nachgewiesenen Schimmelpilzen treten spezifische Sensibilisierungen (Antikörper) auf?
- Sollen Schimmelpilzarten, die bisher nicht in kommerziellen Tests zum allergologischen Screening enthalten sind, wegen häufig auftretender Sensibilisierungen zusätzlich aufgenommen werden?
- Wie häufig sind Sensibilisierungen durch Innenraumallergene versus Allergene in der Außenluft und in Lebensmitteln?
- Ist die Wahrscheinlichkeit für auffällige schimmelpilzspezifische IgE-Werte im Serum abhängig von der häuslichen Belastung mit Schimmelpilzen?
- In welchem Verhältnis stehen allergenspezifische Sensibilisierungen und allergische Erkrankungen der Atemwege?

Der KUS wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Die Ethikkommission der Charité, Universitätsklinikum der Humboldt-Universität zu Berlin und die Bundes- sowie Länderbeauftragten für Datenschutz stimmten dem gemeinsamen Vorhaben zu.



## **2 Wissenschaftlicher Stand**

Schimmelpilze können allergische Erkrankungen der Atemwege auslösen. Zu den Symptomen allergischer Erkrankungen der Atemwege gehören Asthma bronchiale und Rhinitis. Es handelt sich bei Asthma bronchiale und Rhinitis um chronische Erkrankungen, die oft schon im Kindesalter auftreten und im späteren Leben wieder verschwinden können. Häufig geht dem Asthma eine lange Phase allergischen Schnupfens voraus. Die Krankheitsverläufe sind leicht bis schwer und können mit einer erheblichen Beeinträchtigung der Aktivität der Betroffenen verbunden sein. Dies ist zugleich von gesundheitspolitischer Relevanz, da hohe Behandlungskosten entstehen und es außerdem zum Schulausfall oder zum Arbeitsausfall der mit der Pflege der erkrankten Kinder betrauten Eltern führen kann. Für die USA wird geschätzt, dass 21 % der Asthmasymptome auf Feuchte/ Schimmelpilzbefall zurückgeführt werden können und dass damit Kosten in Höhe von \$ 3,5 Milliarden verbunden sind (Mudarri und Fisk, 2007). Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass Asthma bronchiale nicht nur allergisch bedingt ist. Die zu beobachtende bronchiale Überempfindlichkeit kann z.B. auch durch Atemwegsinfektionen und unspezifische Reize ausgelöst werden.

### **2.1 Entstehung allergischer Erkrankungen der Atemwege**

Für die Entwicklung allergischer Erkrankungen ist das Zusammenwirken von genetischer Disposition und Allergenexposition entscheidend. Allergene führen bereits vor einer manifesten allergischen Erkrankung zu einer Sensibilisierung, die mittels spezifischer Antikörper (IgE) nachgewiesen werden kann. In wie weit ein „westlicher“ Lebensstil und weitere Umwelteinflüsse bei der Entstehung allergischer Erkrankungen eine Rolle spielen, wird gegenwärtig widersprüchlich diskutiert. In einer Reihe von Studien, in denen eine Zunahme von Sensibilisierungen/allergischen Erkrankungen beobachtet wurde, konnten interessante Zusammenhänge zwischen diesen und den Parametern geringe Familiengröße, höherer Sozialstatus, veränderte Ernährungsweise und Passivrauchen aufgedeckt werden (Ehrenstein und v.Mutius, 2002). Das höhere Risiko für Einzelkinder, Erstgeborene in einer Geschwisterreihe oder von Stadtkindern im Vergleich zu Landkindern (Ehrenstein et al., 2000; Heinrich et al., 2001; Krämer, 2002; Ranft et al., 2002) könnte mit einer frühkindlichen Prägung des Immunsystems zusammenhängen. Demgegenüber wurde in dem Projekt „Beobachtungsgesundheitsämter“, bei dem in Baden-Württemberg seit 1992 über die Jahre jeweils Viertklässler untersucht werden, nur die genetische Disposition als starker Risikofaktor ermittelt (LGA, 2002).

### **2.2 Verbreitung allergischer Erkrankungen der Atemwege**

Die 1992 weltweit begonnene ISAAC-Studie (International Study on Asthma and Allergies in Childhood), in die jeweils 3.000 Kinder im Alter von 6 bis 7 und 13 bis 14 Jahren in über 40 Ländern einbezogen sind und an der hinsichtlich der Untersuchung von Innenräumen auf chemische Substanzen in Deutschland das Umweltbundesamt beteiligt war, lieferte in ihrer ersten Phase Informationen über die Häufigkeit und Schwere von Asthma und Allergien. Anhand der abgefragten Symptome scheinen die beteiligten Kinder aus Deutschland zum Zeitpunkt der

Erhebung von Heuschnupfen und Asthma bronchiale zu jeweils 14 % (weltweit 12 % bzw. 10 %) betroffen zu sein (ISAAC Steering Committee, 1998).

In vielen Industriestaaten wird in den letzten 30 Jahren ein steigender Trend beschrieben. Die meisten Studienergebnisse beruhen auf Selbstauskünften der Studienteilnehmer oder deren Eltern zu Symptomen und/oder zu jemals gestellten Arzt Diagnosen. Es ist nicht auszuschließen, dass veränderte Wahrnehmung, verändertes Krankheitsbewusstsein und nicht zuletzt auch das Erinnerungsvermögen das Antwortverhalten beeinflusst haben. Dies zeigte sich beispielsweise in der so genannten „Bitterfeldstudie“, die vom Umweltbundesamt in Auftrag gegeben wurde. In dieser Studie wurden 3 Erhebungen im Abstand von 3 Jahren durchgeführt. Ein Teil der untersuchten Vorschul- und Schulkinder nahm an zwei, teilweise sogar an allen drei Erhebungen teil: in Bezug auf die Angaben zur Lebenszeitprävalenz bestimmter Erkrankungen war dabei eine rückläufige Tendenz zu beobachten (Heinrich et al., 2001). Dies zeigt, dass bei Fragebogenerhebungen weniger weit zurückliegende Ereignisse besser erfasst werden und die Angaben zur Lebenszeitprävalenz bestimmter Erkrankungen und Symptome mit Vorsicht zu interpretieren sind.

Laboruntersuchungen, mit denen eine Sensibilisierung gegenüber bestimmten Allergenen nachgewiesen werden kann und die dadurch der Verifizierung der Selbstauskunft dienen, werden seit etwa 10 Jahren durchgeführt. Ein Beispiel für Unterschiede zwischen anamnestischen Angaben und Sensibilisierungsrate findet man in dem Bericht über die Schulanfängerstudie, die seit 1991 in Sachsen-Anhalt jährlich durchgeführt wurde: Nur bei 30 % der Kinder, für die 1991 angegeben wurde, dass sie eine Allergie hätten, konnte eine Sensibilisierung nachgewiesen werden, 1994 waren es 48 % (Krämer, 2002).

Anhand des in Baden-Württemberg seit 1992 durchgeführten Projektes „Beobachtungsgesundheitsämter“, lässt sich der in verschiedenen Studien berichtete ansteigende Trend nicht bestätigen. Das gilt sowohl für Sensibilisierungen als auch für allergische Erkrankungen (LGA, 2002; Gabrio et al., 2007). Auch bei der Auswertung der in Leipzig durchgeführten Studien zu Allergien im Kindesalter ist die Situation bezüglich der zeitlichen Veränderung allergischer Erkrankungen nicht eindeutig (Herbarth, 2003).

In der bereits erwähnten „Bitterfeldstudie“ wurde festgestellt, dass sich bei Schulkindern im Zeitraum zwischen 1992/93 und 1998/99 das Vorkommen von Heuschnupfen und von den meisten allergischen Symptomen nicht verändert hat, was auch durch serologische Untersuchungen bestätigt werden konnte. Demgegenüber nahm nach Selbstauskunft der beteiligten Kinder bzw. deren Eltern die Häufigkeit von Asthma bronchiale zu. Die Angaben zum Asthma bronchiale werden durch die Zunahme der Häufigkeit der bronchialen Hyperreaktivität (Kaltluftprovokation in der 1992/93 und 1995/96 durchgeführten Erhebung) unterstützt.

Die Frage, ob allergische Erkrankungen zunehmen, kann gegenwärtig nicht abschließend beantwortet werden. Untersuchungen zur Sensibilisierung – als unabdingbare Voraussetzung zur Entwicklung einer Allergie – ermöglichen eine objektive Beurteilung von Entwicklungstendenzen hinsichtlich spezifischer Allergene.

## 2.3 Schimmelpilzallergene im Innenraum

Allergene von Hausstaubmilben und Haustieren sowie Schimmelpilzallergene gehören zu den bedeutendsten im Innenraum. Innenraumallergene, speziell von Hausstaubmilben, können für die Entstehung von Asthma eine größere Rolle spielen als Allergene in der Außenluft (Miraglia del Giudice et al., 2002). Schimmelpilze können allergische Reaktionen vom Typ I (z.B. Rhinokonjunktivitis, Asthma bronchiale) oder kombinierte Typ III- und Typ IV-ähnliche Reaktionen (z. B. exogen-allergische Alveolitis) auslösen oder verstärken (Mücke und Lemmen, 2004). Bei sensibilisierten Personen kann bereits die Inhalation geringer Mengen an Schimmelpilzallergenen eine IgE-Reaktion (Produktion von IgE Antikörpern) hervorrufen. Eine sehr hohe Exposition gegenüber Schimmelpilzallergenen kann sowohl eine IgE- als auch eine IgG-Reaktion auslösen. Die Inhalation großer Mengen an Schimmelpilzallergenen, wie sie an hoch belasteten Arbeitsplätzen vorkommen (z.B. Landwirtschaft, Wertstoffsartierung), kann auch bei nicht atopischen Personen eine IgG-Antwort auslösen (Mücke und Lemmen, 2004; Merk, 1998).

Schimmelpilze in der Außenluft (z. B. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*) lösen typischerweise eine saisonale allergische Rhinokonjunktivitis oder ein saisonales allergisches Asthma bronchiale aus. Schimmelpilze in Innenräumen (*Aspergillus*, *Penicillium*) führen hingegen zu ganzjährigen allergischen Symptomen (perenniale Rhinitis, perenniales Asthma bronchiale, Mücke und Lemmen, 2004).

Zur Prävalenz von Schimmelpilzallergien oder Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzallergenen gibt es in der Literatur widersprüchliche Ergebnisse. Insgesamt wird von einer Sensibilisierungsrate in der Bevölkerung von ca. 5 % ausgegangen (Gabrio et al., 2003, 2006). Bei Personen mit Atemwegssymptomen lag die Häufigkeit von Schimmelpilzallergien zwischen 1 % und 10 % (Helbling und Reimers, 1994, Kersten und Wahl, 1989; Loidolt et al., 1989), bei Atopikern bei bis zu ca. 30 % (Wichmann et al., 1995; Helbling und Reimers, 2003). Meist traten bei Personen mit Schimmelpilzallergien oder Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzen auch Sensibilisierungen gegenüber anderen Allergenen auf. Eine Sensibilisierung gegen nur eine Schimmelpilzart ist selten (Helbling et al., 1994). In einer bevölkerungsbezogenen Stichprobe (n = 1880 Personen) in Hamburg und Erfurt wurden Sensibilisierungen auf *Cladosporium* bei 4,9 resp. 3,6 % der Untersuchten; im Hauttest bei 0,4 resp. 2,1 % nachgewiesen. Gegenüber *Aspergillus fumigatus* waren 2,7 und 3,5 % der Untersuchten im Pricktest positiv (Nowak et al., 1996).

Probleme bei der Feststellung einer Schimmelpilzsensibilisierung ergeben sich vor allem wegen unzureichender allergologischer Testsysteme. Zum einen wurde in den Studien zur Prävalenz von Schimmelpilzallergien nur eine sehr begrenzte Anzahl von Testextrakten von zumeist Außenluftrelevanten Schimmelpilzen eingesetzt (z.B. *Cladosporium* in der „Bitterfeldstudie“). Zum anderen können die Testextrakte ein und derselben Schimmelpilzart von verschiedenen Herstellern unterschiedliche Allergene enthalten und sich von den Allergenspektren der ‚Wildstämme‘ unterscheiden (Jorde, 2000). Darüber hinaus können Allergene in unterschiedlichen Strukturen der Schimmelpilze vorhanden sein (Myzel, Sporen), die nicht gleichermaßen bei der Allergenextrakt herstellung berücksichtigt werden (Fischer et al., 2005). Eine Vielzahl möglicherweise relevanter Schimmelpilzallergene entzieht sich damit einer spezifischen Sensibilisierungsdiagnostik (Fischer et al., 2005; Green et al., 2005; Cramer et al., 2006).

## 2.4 Exposition und gesundheitliche Wirkungen bei Schimmelpilzbefall

In vielen Studien wurde der Zusammenhang zwischen Feuchte und Schimmelpilzbefall im Gebäude und gesundheitlichen Problemen bei den Raumnutzern untersucht (Peat et al., 1998; Piecková und Jesenskà, 1999; Robbins et al., 2000; Bornehag et al., 2001, 2004; Kolstad et al., 2002; Fung und Hughson, 2003; Kuhn und Ghannoum, 2003).

Im Auftrag des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) hat das Institute of Medicine (IOM) die bisher veröffentlichten epidemiologischen Studien zu gesundheitlichen Auswirkungen von Innenraumbelastungen in zwei Berichten zusammengefasst (IOM 2001, 2004). Die Experten waren sich einig, dass es eine ausreichende epidemiologische Evidenz für eine Assoziation zwischen Feuchte (dampness) oder Schimmelpilzbefall und Symptomen der oberen Atemwege sowie für Asthmasymptome, Giemen und Husten bei sensibilisierten asthmatischen Personen gibt. Zusätzlich bestand für Schimmelpilzbefall eine ausreichende epidemiologische Evidenz für exogen allergische Alveolitis bei suszeptiblen Personen. Eine eingeschränkte Evidenz oder Hinweise auf eine Assoziation wurde zwischen erhöhter Feuchtigkeit in Innenräumen und adversen Effekten wie Dyspnoe und Erkrankungen des unteren Atemtraktes bei sonst gesunden Kindern gefunden sowie für die Entstehung von Asthma bei suszeptiblen Personen (RKI, 2007).

In keinem Fall – mit Ausnahme von Mykosen bei immunsupprimierten Personen - wurde aber eine ausreichende epidemiologische Evidenz für eine kausale Beziehung zwischen nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen und Schimmelpilzbefall oder Feuchte in der Wohnung nachgewiesen.

Inzwischen gibt es weitere zusammenfassende Analysen, die zu ähnlichen Ergebnissen kommen. Fisk et al. (2007) leiten aus einer Metastudie u.a. eine Erhöhung der Prävalenz an oberen Atemwegsymptomen, Husten und Asthmasymptomen um 50% bei Feuchte/ Schimmelpilzbefall in der Wohnung ab. Die WHO kommt in ihren 2009 veröffentlichten „Leitlinien zur Innenraumluftqualität: Feuchtigkeit und Schimmel“ u.a. zu folgenden Ergebnissen (WHO, 2009): „Eine hinreichende Zahl epidemiologischer Studien, die in unterschiedlichen Ländern und unter verschiedenen klimatischen Bedingungen durchgeführt wurden, belegt, dass die Nutzer feuchter und von Schimmel befallener Gebäude, gleich ob in Wohnungen oder in öffentlichen Einrichtungen, einem erhöhten Risiko einer Erkrankung der Atmungsorgane, einer Atemwegsinfektion und der Verstärkung einer vorhandenen Asthmaerkrankung ausgesetzt sind. Es gibt auch einige Anzeichen dafür, dass ein erhöhtes Risiko besteht, an allergischer Rhinitis und Asthma zu erkranken.“

Dabei wird auch festgestellt, dass atopische und allergische Menschen besonders empfänglich für biologische und chemische Wirkstoffe in feuchten Innenräumen sind, dass aber die negativen gesundheitlichen Auswirkungen auch in nicht atopischen Bevölkerungsgruppen nachgewiesen wurden. D.h. es werden durch feuchte und verschimmelte Innenräume nicht nur kranke Menschen kränker sondern auch gesunde Menschen krank.

Kausale Zusammenhänge mit messbaren Parametern werden aber in keiner Studie gefunden.

Dies ist zum einen in der Schwierigkeit der Expositionserfassung und Expositionscharakterisierung begründet. Im Folgenden werden die wichtigsten Probleme kurz zusammengefasst (Heinrich et al., 2003; Bardana et al., 2003; RKI, 2007):

- Schimmelpilze zeigen große zeitliche und räumliche Konzentrationsschwankungen und einige Arten kommen nicht nur im Innenraum sondern dominant auch in der Außenluft vor. Die Messung der Schimmelpilze erfolgt aber über Kurzzeitmessungen, die weder eine durchschnittliche Belastung noch Spitzenbelastungen darstellen können (Verhoeff et al., 1994).
- Beim Wachstum von Schimmelpilzen im Innenraum werden eine Vielzahl unterschiedlicher biologischer Agenzien (kultivierbare, aber auch nicht kultivierbare Schimmelpilzsporen, Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen wie MVOC und Mykotoxine sowie Zellbestandteile  $\beta$ -Glukane, Ergosterol, Allergene) in die Raumluft entlassen, die in keiner Studie getrennt erfasst wurden und deren Wirkungen im einzelnen und als synergistische Effekte nicht bekannt sind. In den letzten Jahren wurden kleine ( $< 1 \mu\text{m}$ ) Pilzfragmente nachgewiesen, die Allergene und Mycotoxine enthalten (Gorny, 2004; Brasel et al., 2005; Green et al., 2006) und weit in die Lungen eindringen können (Cho et al., 2005).
- Es ist unklar, welches Medium (Luft, Baumaterialien, Hausstaub) die Exposition der Raumnutzer am besten widerspiegelt.
- Bei erhöhter Feuchte im Innenraum wachsen nicht nur Schimmelpilze, sondern es kommen auch vermehrt Hausstaubmilben, Bakterien und andere Mikroorganismen vor, die ebenfalls zu den nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen beitragen können. Außerdem treten im Innenraum oft noch Allergene von Haustieren – insbesondere Hund und Katze – auf.

Bei der Expositionsabschätzung hinsichtlich Schimmelpilzallergien kommt erschwerend hinzu, dass die Sensibilisierung bereits vor längerer Zeit erfolgt sein kann und die jetzige Umwelt in keinem Zusammenhang mit der Sensibilisierung stehen muss. Dies ist sicher ein wichtiger Grund, dass in den meisten Studien kein Zusammenhang zwischen der Konzentration an Schimmelpilzen in der Luft und Schimmelpilzallergien gefunden wurde.

Im KUS wurden daher Kinder ab 3 Jahren untersucht, bei denen im Gegensatz zu Erwachsenen eher mit einem Zusammenhang zwischen Wohnumgebung und Sensibilisierung zu rechnen ist. Kinder, die erst kürzlich umgezogen waren, wurden in der Studie nicht berücksichtigt.



### 3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Im Folgenden erfolgt eine kurze Darstellung des Studiendesign des Kinder-Umwelt-Surveys (KUS), soweit es als Grundlage für das Verständnis der Teilstudie erforderlich ist. Anschließend wird die der Teilstudie zugrunde liegende Fall-Kontroll-Studie sowie die Durchführung der Probenahme und der analytischen Methoden vorgestellt.

#### 3.1 Studiendesign des Kinder-Umwelt-Surveys

Der Kinder-Umwelt-Survey (KUS) wurde an einer zufällig ausgewählten Unterstichprobe aus den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Nationalen Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) des Robert Koch-Institutes (RKI) durchgeführt (Kurth et al., 2002, Kamtsiuris et al., 2007).

Zielpopulation des KiGGS waren die in der Bundesrepublik Deutschland lebenden und in den Einwohnermelderegistern mit Hauptwohnsitz gemeldeten Kinder und Jugendlichen im Alter zwischen 0 und 17 Jahren. Ausgeschlossen waren dabei Kinder und Jugendliche in Anstalten, wie z.B. Krankenhäuser, Heil- und Pflegeanstalten. Um diese beschriebene Grundgesamtheit zu repräsentieren, hat das RKI in Kooperation mit dem Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen (ZUMA) Mannheim eine zweistufig geschichtete Zufallsauswahl (stratified multi-stage probability sample) mit folgenden zwei Auswahlstufen gezogen: Auswahl der Untersuchungsorte und Auswahl der Zielpersonen. Um für Ost- und Westdeutschland separat repräsentative Aussagen mit vergleichbarer Genauigkeit treffen zu können, wurden für den KiGGS disproportional zu den Bevölkerungszahlen in Westdeutschland 112, in Ostdeutschland 50 und in Berlin 5 Untersuchungsorte zufällig ausgewählt (Ost-West-Oversampling).

Für den KUS wurde eine Unterstichprobe mit 1.790 Kindern im Alter von 3 bis 14 Jahren zufällig ausgewählt. In jedem Untersuchungsort waren für den KUS jeweils die ersten drei Kinder pro Altersjahrgang vorgesehen. Das Auswahlverfahren ist beschrieben u.a. in Becker et al. (2007). Insgesamt nahmen 907 Mädchen und 883 Jungen aus 150 Gemeinden bzw. Untersuchungsorten am KUS teil. Darunter befanden sich 232 (12,9%) Kinder mit Migrationshintergrund (Schenk et al., 2007).

Die Untersuchungen des körpereigenen Materials (Human-Biomonitoring) stellten den Schwerpunkt des Kinder-Umwelt-Surveys dar. Durch zusätzliche Probenahmen und Messungen in der Wohnung sowie Befragungen zu persönlichen umwelt- und gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen, zur Wohnausstattung und -umgebung wurde das Untersuchungsprogramm ergänzt (Schulz et al., 2004).

Im KiGGS und KUS wurden die Eltern und Kinder anhand von standardisierten interviewer-gesteuerten Fragebögen zu gesundheitlichen Themen und expositionsbeeinflussenden Faktoren befragt (Wolf et al. 2004). In einem standardisierten Wohnumgebungsfragebogen schätzten die Umweltinterviewerinnen und Interviewer die Wohnumgebung der Probanden ein.

Alle durchzuführenden Untersuchungen, Messungen, Befragungen etc. des KiGGS und KUS waren detailliert in einem gemeinsamen von RKI und UBA entwickelten Operationshandbuch

niedergelegt. In dem Handbuch wurden ferner das gesamte Projektmanagement, die Aufgaben der Teammitglieder, der Ablauf der Feldarbeit sowie die Maßnahmen der Qualitätssicherung beschrieben (Hölling et al., 2007).

Die Blutabnahme für den KUS erfolgte im Rahmen der medizinischen Untersuchungen des KiGGS, wobei nur eine Punktion zulässig war. Das RKI stellte dem UBA 200 µl der Serumproben zur Bestimmung der IgE von innenraumspezifischen Schimmelpilzen zur Verfügung. Die Probenahme und Weiterverarbeitung wurden im Medizinischen Messblatt des KiGGS dokumentiert. Die abgenommenen und gesammelten Proben wurden im Untersuchungszentrum sofort weiterverarbeitet und für den Transport vorbereitet.

Die Qualität der Feldarbeit wurde durch interne und externe Kontrollen sowie durch die Umsetzung der aus den Kontrollen resultierenden Vorschläge zur Optimierung der Feldarbeit gesichert (Wolf et al., 2004).

### 3.2 Bestimmung der IgE im Serum

Das RKI benutzte bei den 3- bis 14-jährigen Kindern des KiGGS ein Testpanel (**Tab. 3.2.1**), welches die wichtigsten Sensibilisierungen aus dem Indoor-Bereich (Tiere, Hausstaubmilben, Schimmelpilze) und dem Outdoor-Bereich (Pollen) sowie gegenüber Nahrungsmitteln abdeckt. Es wurde das ImmunoCAP 1.000-System (Phadia, Uppsala) verwendet (Schlaud et al., 2007, Thierfelder 2007). Zusätzlich wurde der Screening-Test SX1 mit den wichtigsten inhalativen Allergenen durchgeführt um diese Ergebnisse mit den Ergebnissen bei den unter 3-Jährigen vergleichen zu können, für die nur der Screening-Test durchgeführt wurde.

**Tab. 3.2.1: Im KiGGS durchgeführte Tests auf spezifisches IgE im Serum**

Code	IgE-Antikörper	Gruppe
D1	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	Hausstaubmilbe
D2	<i>Dermatophagoides farinae</i>	Hausstaubmilbe
E1	Katzenschuppen	Tiere
E3	Pferdeepithelien	Tiere
E5	Hundeschuppen	Tiere
F1	Eiklar	Nahrungsmittel
F13	Erdnuss	Nahrungsmittel
F14	Sojabohne	Nahrungsmittel
F2	Milcheiweiß	Nahrungsmittel
F31	Karotte	Nahrungsmittel
F35	Kartoffel	Nahrungsmittel
F4	Weizenmehl	Nahrungsmittel
F49	Grüner Apfel	Nahrungsmittel
F9	Reis	Nahrungsmittel
G12	Roggen	Pollen
G6	Lieschgras	Pollen
M2	<i>Cladosporium herbarum</i>	Schimmelpilze
M3	<i>Aspergillus fumigatus</i>	Schimmelpilze
T3	Birke	Pollen
W6	Beifuß	Pollen
SX1	g6, g12, t3, w6, m2, d1, e1, e5	Mischung



Im KUS wurden in den Serumproben der Kinder zusätzlich IgE von vier innenraumrelevanten Schimmelpilzen sowie von *Alternaria alternata* - einem Schimmelpilz vor allem der Außenluft, der häufig Allergien hervorruft - bestimmt:

- *Penicillium chrysogenum(notatum)*
- *Aspergillus versicolor*
- *Wallemia sebi* und
- *Eurotium* spp.
- *Alternaria alternata*

Tests auf diese Antikörper waren bis dato außer für *Alternaria alternata* und *Penicillium chrysogenum(notatum)* in kommerziellen Testsystemen nicht erhältlich und mussten eigens für die Untersuchungen entwickelt werden. Vorgenommen wurde die Entwicklung durch die Firma ADL Matritech GmbH in Freiburg, wobei das Testsystem AllergySreen™ des Herstellers MEDIWISS Analytik GmbH, Moers, verwendet wurde. In einigen Studien konnte die gute Übereinstimmung dieses Tests mit anderen Systemen belegt werden (Kersten, 2002, Herzum et al., 2005).

Die Einteilung der gemessenen IgE-Werte in Klassen erfolgte gemäß der in **Tabelle 3.2.2** dargestellten Wertebereiche. Die oberen und unteren Grenzen der Klassen waren bei beiden Testsystemen gleich.

Da für die Durchführung des Vorhabens Ergebnisse zu schimmelpilzspezifischen IgE aus beiden Testsystemen, das des RKI und das des KUS, verwendet werden sollten, war es nötig, die Vergleichbarkeit sicherzustellen. Dazu wurden bei einem Teil der Proben (n = 392) die IgE für *Alternaria alternata* zusätzlich mit dem CAP-System des RKI bestimmt.

**Tab. 3.2.2: Umsetzung der spezifischen IgE-Gehalte in Klassen**

IgE-Klasse	Bereich (kU/l)	IgE-Antikörper
0	bis kleiner 0,35	nicht nachweisbar
1	0,35 bis kleiner 0,7	niedrig
2	0,7 bis kleiner 3,5	erhöht
3	3,5 bis kleiner 17,5	deutlich erhöht
4	17,5 bis kleiner 50	hoch
5	50 bis kleiner 100	sehr hoch
6	größer/gleich 100	extrem hoch

Dabei ergab sich eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Von den 392 Kindern wurden 372 Kinder vom UBA und RKI einheitlich mit einer Konzentration unter 0,35 IU/ml und somit als unauffällig bewertet. Für die restlichen 20 Kinder mit positiven Befunden ergab sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung (r = 0,91). Nur in zwei Fällen wurde vom UBA ein unauffälliges Ergebnis (< 0,35 IU/ml) und vom RKI ein positives Ergebnis erzielt. Dabei trat in einem Fall beim RKI mit 6,06 IU/ml eine relativ hohe Konzentration auf. Dies stellt die größte Abweichung im Vergleich der Ergebnisse dar. Bei den positiven Ergebnissen wurden bei Kindern mit relativ hohen Konzentrationen im UBA auch relativ hohe Konzentrationen im RKI gefunden. Eine entsprechende Übereinstimmung gab es auch bei niedrigen Konzentrationen (**Tab. 3.2.3**). Beim zahlenmäßigen

Vergleich der Ergebnisse liegen die Abweichungen aber meist > 30 %. Dabei gibt es eine Tendenz zu höheren Werten im UBA. Daher ergibt sich bei 11 Kindern eine unterschiedliche Klassenzuordnung.

**Tab. 3.2.3: Vergleich der mit dem AllergyScreen™- und dem CAP-Test erhaltenen 20 positiven Ergebnisse zur Sensibilisierung gegenüber *Alternaria alternata***

Positives Ergebnis, Nr.	IgE Konzentration in IU/ml		Klasse	
	UBA	RKI	UBA	RKI
1	0,35	0,70	1	2
2	2,20	2,23	2	2
3	27,20	11,10	4	3
4	4,30	1,47	3	2
5	25,00	10,40	4	3
6	2,20	1,04	2	2
7	1,20	0,83	2	2
8	2,40	0,90	2	2
9	11,80	5,00	3	3
10	1,30	0,88	2	2
11	71,60	33,20	5	4
12	<0,35	0,84	0	2
13	14,50	19,10	3	4
14	2,20	1,74	2	2
15	0,46	1,17	1	2
16	<0,35	6,06	0	3
17	27,10	34,00	4	4
18	75,90	46,20	5	4
19	1,90	3,99	2	3
20	2,40	1,26	2	2

### 3.3 Studiendesign der Fall-Kontroll-Studie

Im Rahmen der Fall-Kontroll-Studie wurden bei den ausgewählten Kindern mit Sensibilisierungen (Fälle) und ohne Sensibilisierungen (Kontrollen) spezielle Innenraumuntersuchungen und Befragungen durchgeführt. Diese erfolgten möglichst zeitnah, um die Wahrscheinlichkeit für wesentliche Änderungen an der Wohnsituation der Probanden so gering wie möglich zu halten. Außerdem wurden die Innenraumuntersuchungen nur in den Wintermonaten durchgeführt, um den Einfluss der Außenluft zu minimieren. Die Ziehung und Rekrutierung der Probanden für die drei Winterperioden erfolgte durch das Robert Koch-Institut nach den folgenden vom Umweltbundesamt entwickelten Definitionen.

Voraussetzung für die Auswahl der Kinder war das Vorhandensein von vollständigen Ergebnissen der Serumuntersuchungen auf spezifische IgE (vollständige RKI-Testung und vollständiger Test der Firma Matritech/ADL). Probanden, die nach der Hauptuntersuchung in eine andere Wohnung umgezogen waren, wurden ausgeschlossen.

## Gruppe 1: „Fälle“

Es wurden **alle** Probanden mit positivem IgE gegenüber folgenden Schimmelpilzen ausgewählt und für die Zusatzuntersuchung „Biologische Innenraumbelastungen“ eingeladen.

- im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS) mittels "Atopy Panel 20" der Firma Pharmacia gegenüber *Aspergillus fumigatus* und *Cladosporium herbarum*
- im Rahmen des KUS mittels eines Tests der Firma Matritech/ADL Freiburg gegenüber *Penicillium chrysogenum(notatum)*, *Aspergillus versicolor*, *Wallemia sebi* und *Eurotium spp.*

Als positiv galten IgE-Werte, wenn sie sich mindestens der Klasse 1 zuordnen ließen. Dies bedeutet, dass Werte unter 0,35 IU/ml als unauffällig galten. Sensibilisierungen gegenüber den weiteren Allergenen des RKI-Tests blieben für die Auswahl unberücksichtigt.

## Gruppe 2: „Kontrollen“

Zu den „Fällen“, für die eine Einverständniserklärung vorlag, wurden passende „Kontrollen“ ausgewählt. Aus allen Nicht-Fällen wurden pro Fall zufällig (oder durch ein systematisches Stichprobenverfahren) 8 Probanden gezogen und eingeladen (bei Annahme einer Teilnahmerate von 50 %). Dabei wurde die Zufallsauswahl so gesteuert, dass die Verteilung bestimmter Merkmale unter den Kontrollen dieselbe war wie unter den Fällen (Häufigkeits-Matching). Diese Merkmale waren Lebensalter, Geschlecht und Untersuchungszeitraum. Standen je Altersjahrgang nicht ausreichend Fälle zur Verfügung, wurden benachbarte Altersjahrgänge einbezogen.

Bei der Ziehung der Probanden wurde so vorgegangen, dass zunächst alle Fälle angeschrieben wurden. Nachdem die Rückläufe für die Fälle vorlagen, wurden aus dem restlichen Probandenreservoir die potentiellen 8 Kontrollen ausgewählt und ebenfalls benachrichtigt. Die Teilnehmerlisten wurden dem Labor, welches die Innenraummessungen durchführte, zur Verfügung gestellt, welches dann Kontakt mit den Familien zur Terminvereinbarung aufnahm. Als Ergebnis dieses Vorgehens bestand die Fall-Kontroll-Studie schließlich aus 66 Fällen und 198 Kontrollen. Die so ausgewählten Kinder waren eine Teilmenge der Kinder, die für die nachfolgend beschriebenen zusätzlichen Haushaltsuntersuchungen ausgewählt wurden.

## 3.4 Messungen in den Wohnungen

Die Messungen der Schimmelpilzbelastungen in den Wohnungen wurden durch das Labor Dr. Rabe HygieneConsult, Essen, durchgeführt. Grundlage für die Auswahl der Probanden für diese Haushaltsuntersuchungen waren alle Kinder, bei denen eine Sensibilisierung gegen Schimmelpilze festgestellt wurde und deren Eltern sich zu einer Teilnahme bereit erklärt hatten. Zusätzlich wurde eine entsprechende Anzahl zusätzlicher Kinder gemäß der Matchingkriterien der Fall-Kontroll-Studie ausgewählt. Untersuchungen wurden in 531 Wohnungen durchgeführt.

Bei der Messung wurde ein zusätzlicher Fragebogen ausgefüllt, der die expositionsrelevanten Gegebenheiten in den Wohnungen detailliert erfasste. Er wurde vom UBA zusammen mit dem

Auftragnehmer entwickelt und enthielt z.B. Fragen nach der Gebäudecharakteristik und nach feuchten oder schimmigen Wänden.

Im Kinderzimmer wurden Luftproben zur Bestimmung der kultivierbaren Schimmelpilze und zur Bestimmung der Gesamtschimmelpilze entnommen. Diese Probenahmen wurden auch im Freien vor dem Gebäude durchgeführt, um einen Vergleich der Hintergrundbelastung zu ermöglichen. Weiterhin wurden im Zimmer des Kindes eine Bodenstaubprobe (Schimmelpilze) und eine Matratzenstaubprobe (Milbenallergene, Katzenallergene) entnommen.

Zur Erfassung der kultivierbaren Schimmelpilze wurden Luft- und Staubuntersuchungen durchgeführt. In der Luft wurden zusätzlich nicht kultivierbare Schimmelpilze erfasst, da auch diese Auslöser für Allergien sein können. Die kultivierbaren Schimmelpilze wurden aktiv auf verschiedenen Nährböden kultiviert und ausgewertet.

### **3.4.1 Kultivierbare Schimmelpilze in der Innenraumluft**

Für die Sammlung von Schimmelpilzsporen in der Raumlufte wurden Luftkeimsammelgeräte nach dem Impaktionsprinzip eingesetzt. Das hier verwendete Probenahmesystem war das Luftkeimsammelgerät MAS-100® der Firma MBV/Schweiz, welches nach dem Prinzip der Lochimpaktion arbeitet. Die Luftprobenahme erfolgt möglichst in der Raummitte in ca. 1,5 m über dem Boden. Der zu untersuchende Raum sollte vor Messung 12 Stunden lang nicht gelüftet worden sein.

Die kultivierbaren Schimmelpilze wurden auf verschiedenen Nährböden kultiviert und ausgewertet. Bei den Nährböden handelte es sich um Dichloran-Glycerol-(DG-18-) Agar und um Malz-Extrakt-Agar (MEA).

Der DG-18-Agar ist ein Nährmedium zum selektiven Nachweis xerophiler Schimmelpilze. Der Agar erlaubt eine hohe Wiederbelebungsrate. Chloramphenicol hemmt dabei das bakterielle Wachstum, insbesondere das von gramnegativen Bakterien. Glycerol senkt die Wasseraktivität auf 0,95 herab. Dichloran hemmt die Ausbreitung der mit Mycelien wachsenden Pilze und verhindert ein Überwachsen langsamer wachsender Kolonien. Der Malz-Extrakt-Agar wird zum Nachweis, zur Isolierung und zur Koloniezahlbestimmung von Schimmelpilzen verwendet. Bakterienwachstum wird, ebenso wie bei DG 18 durch den Zusatz von Chloramphenicol gehemmt.

Für alle Luftproben wurde zumindest eine Gattungsbestimmung, wenn möglich eine Artbestimmung, aller Kolonieförmigkeiten durchgeführt, die im Durchschnitt der auszuwertenden Platten in mindestens drei Exemplaren vorkommen. Koloniemorphologietypen, die nur in Einzelexemplaren auftreten (im Durchschnitt der Parallelplatten < 3 Exemplare), werden als „sonstige Pilze“ zusammengefasst. Pilze, die wegen fehlender diagnostischer Merkmale, insbesondere wegen fehlender Sporenbildungsorgane, nicht differenziert werden können, wurden als „sterile Mycelien“ bzw. „steriles Mycel“ zusammengefasst. Schimmelpilze, die im Allergiescreening bei den Probanden getestet wurden, wurden bereits ab 1 Kolonie/Platte einzeln erfasst (**Tab. 3.4.1**).

**Tab. 3.4.1: Zusammenstellung der Arten und Gattungen die bei Luftproben möglichst bis zur Art differenziert wurden**

Bestimmen ab 1 Kolonie/Platte	Bestimmen ab 3 Kolonien/Platte
<i>Alternaria alternata</i> <i>Aspergillus sp.</i> <i>Aspergillus versicolor</i> <i>Cladosporium herbarum</i> <i>Eurotium sp.</i> <i>Penicillium sp.</i> <i>Penicillium chrysogenum</i> <i>Stachybotrys chartarum</i> <i>Wallemia sebi</i>	<i>Absidia sp.</i> <i>Acremonium</i> <i>Alternaria sp.</i> <i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Aspergillus nidulans</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Aspergillus nomius</i> <i>Aspergillus penicillioides</i> <i>Aspergillus restrictus</i> <i>Aspergillus terreus</i> <i>Chaetomium sp.</i> <i>Fusarium sp.</i> <i>Mucor sp.</i> <i>Paecilomyces variotii</i> <i>Phialophora sp.</i> <i>Phoma sp.</i> <i>Rhizomucor sp.</i> <i>Rhizopus sp.</i> <i>Scopulariopsis sp.</i> <i>Syncephalastrum sp.</i> <i>Trichoderma sp.</i>

Für jeden zu untersuchenden Raum wurden jeweils 2 Proben mit dem MAS-100® mit 50 l und 150 l Probenvolumen auf DG18-Agar gezogen. Auf MEA-Agar wurden 4 Proben genommen: je 2 Proben - mit 50 l und 150 l Probenvolumen - wurden bei 25 °C und bei 37 °C bebrütet. Vor jeder Messung eines Raumes wurde das Gerät mit Isopropanol gereinigt.

### 3.4.2 Gesamtzahl Schimmelpilzsporen in der Innenraumluft

Die Partikel wurden mittels Schlitzdüsenimpaktionsverfahren mit dem PS 30® der Firma Umweltanalytik Holbach GmbH gesammelt. Dieser Partikelsammler wurde zur Luftprobenahme von Sporen und anderen Partikeln entwickelt. Der Vorteil ist, dass auch nicht kultivierbare Schimmelpilze erfasst werden.

Bei der mikroskopischen Analyse wurde zwischen folgenden Sporen unterschieden: Basidiosporen, Ascosporen, Sporen vom Typ *Cladosporium*, Typ *Penicillium/Aspergillus*, Typ *Chaetomium*, Typ *Stachybotrys chartarum*, Typ *Alternaria/Ulocladium*, Typ *Epicoccum* und sonstige Sporen.

Für jeden zu untersuchenden Raum wurden 2 Probenahmen auf jeweils einem Objektträger durchgeführt. Eine der beiden Proben wurde als Rückstellprobe verwendet. Die Luftprobenahme erfolgt in der Raummitte in ca. 1,5 m über dem Boden. Das Probenvolumen lag bei 200 l (Volumenstrom 30 l/min). In den zu untersuchenden Räumen sollte, der Probenahme

vorausgehend, 12 Stunden nicht gelüftet worden sein. Zum notwendigen Vergleich der Innenluftproben mit der Hintergrundbelastung wurden vor dem Gebäude 2 Außenluftproben ebenfalls in 1,5 m Höhe genommen.

Auf den Objektträgern wurde jeweils die erste Sammelspur für die Probenahme im Innenraum verwendet, die dritte Sammelspur für die Außenmessung. Die zweite Sammelspur diente als Reserve, falls die Probenahme wiederholt werden musste. Unmittelbar nach jeder Messung wurden die beaufschlagten Objektträger in die Versandbehälter überführt und verschlossen.

### **3.4.3 Schimmelpilze im Hausstaub**

Zur Erfassung der Schimmelpilze im Hausstaub wurde der Staub von 4 x 0,5 m<sup>2</sup> Bodenfläche mit einem Staubsauger (Saugvolumen  $\geq 15$  l/min) und einem Staubsammelvorsatz (ALK Scherax) auf einen sterilen CN-Planfilter gesammelt. Die Sammelzeit betrug ca. 10 min. Nach dem Ende der Probenahme wurde die Filterkassette mit zugehörigem Deckel verschlossen und eindeutig beschriftet. Die Staubprobe wurde fraktioniert und in der Fraktion  $< 63 \mu\text{m}$  die Schimmelpilze auf DG18-Agar und MEA nachgewiesen.

Bei der Bodenstaubanalyse wurde eine Gattungsbestimmung für alle mengenmäßig dominierenden Pilze durchgeführt. Indikatororganismen für Feuchteschäden und fakultativ pathogene Arten bzw. Arten mit besonders relevanter Toxinbildung, wenn die verdächtigen Kolonien im Durchschnitt der auszuwertenden Platten in mindestens 3 Exemplaren vorkommen, werden ebenfalls bestimmt (**Tab. 3.4.2**).

Für die späteren Analysen war es notwendig, dass beim Absaugen der Bodenfläche eine ausreichende Menge an Feinstaub (nicht Flusen und Haare) gesammelt wurde. War in dem zu beprobenden Zimmer kein Teppich/Teppichboden vorhanden, wurde ein Teppich beprobt, den das Kind regelmäßig benutzt.

**Tab. 3.4.2: Zusammenstellung der Arten und Gattungen die bei Hausstaubproben möglichst bis zur Art differenziert wurden**

<b>Indikatororganismen für Feuchteschäden</b>	<b>Toxinbildner/fakultativ pathogene Arten</b>
<i>Acremonium spp.</i>	<i>Absidia spp.</i>
<i>Aspergillus penicillioides</i>	<i>Alternaria</i>
<i>Aspergillus restrictus</i>	<i>Aspergillus flavus</i>
<i>Aspergillus versicolor</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
<i>Chaetomium spp.</i>	<i>Aspergillus nidulans</i>
<i>Phialophora spp.</i>	<i>Aspergillus niger</i>
<i>Scopulariopsis spp.</i>	<i>Aspergillus nomius</i>
<i>Stachybotrys chartarum</i>	<i>Aspergillus restrictus</i>
<i>Trichoderma spp.</i>	<i>Aspergillus versicolor</i>
<i>Tritirachium spp.</i>	<i>Aspergillus terreus</i>
	<i>Cladophialophora bantiana</i>
	<i>Conidiobolus spp.</i>
	<i>Cunninghamella spp.</i>
	<i>Fusarium spp.</i>
	<i>Mucor spp.</i>
	<i>Paecilomyces variotii</i>
	<i>Penicillium spp.</i>
	<i>Penicillium chrysogenum</i>
	<i>Phialophora richardsiae</i>
	<i>Phoma spp.</i>
	<i>Pseudoallescheria Boydii</i>
	<i>Ramichoridium mackenzie</i>
	<i>Rhizomucor spp.</i>
	<i>Rhizopus spp.</i>
	<i>Syncephalastrum spp.</i>

#### 3.4.4 Allergene der Hauskatze und von Milben im Matratzenstaub

Der Matratzenstaub, aus dem die Allergenkonzentrationen ermittelt werden, wurde entsprechend wie der Bodenstaub mittels spezieller Staub-Probenahmesysteme gesammelt. Das untersuchte Allergen der Hauskatze (*Felis domestica*) ist neben den Milbenallergenen das häufigste Innenraumallergen (Engelhardt et al., 1996). Das Hauptallergen Fel d1 befindet sich im Speichel und in den Talgdrüsen der Katzen.

Bei den untersuchten Hausstaubmilben handelt es sich um *Dermatophagoides pteronyssinus* und *Dermatophagoides farinae*. Diese Arten kommen in fast allen Haushalten vor und haben ihr Temperaturoptimum zwischen 20 und 27°C. Die Milben bevorzugen eine relative Luftfeuchtigkeit von 70 bis 80 % und ihre Nahrung besteht hauptsächlich aus menschlichen Hautschuppen. Daher ist die Matratze besonders gut als Lebensraum für Milben geeignet.

Die Matratze des Bettes, in dem das am KUS teilnehmende Kind normalerweise schläft, wurde unter definierten Bedingungen abgesaugt. Es wurde ca. 1 m<sup>2</sup> abgesaugt. Falls die Matratze mit einem Milbenbezug versehen war, wurde die Probe auf diesem gesammelt. Ansonsten wurden etwaige Matratzenschoner (Moltonunterlagen etc.) entfernt und direkt auf der Matratze gesammelt.

### 3.5 Statistische Methoden

Im Folgenden werden die verwendeten statistischen Methoden, die Auswahl der zur Definition von Teilstichproben benutzten Merkmale (Stratifizierung) und partiell vorgenommene Datengewichtung beschrieben. Die computerunterstützte statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS für Windows (Version 14.0.2; SPSS Inc., Chicago, Illinois) durchgeführt. Die Berechnung der logistischen Regression wurde hingegen mit dem Programm LogXact (Version 5, Cytel Inc., Cambridge, Massachusetts) vorgenommen.

#### 3.5.1 Auswertung der Gesamtstichprobe

Die Gesamtstichprobe des KUS ist eine nach den Merkmalen Lebensalter, Geschlecht, „neue“ gegenüber „alte“ Bundesländer und Gemeindegröße repräsentative und zufällig gezogene Personenstichprobe (N=1790). Aufgrund von Ausfällen bei den gezogenen Probanden ergeben sich allerdings Abweichungen in der proportionalen Verteilung der Ziehungsmerkmale (Lebensalter, Geschlecht, Gemeindegröße) zwischen der realisierten Stichprobe und der Grundgesamtheit. Darüber hinaus fand methodisch gewollt, ein over-sampling der neuen Bundesländer gegenüber den alten statt, wodurch die neuen Bundesländer in der Stichprobe überrepräsentiert sind. Um die Proportionen der Grundgesamtheit in Deutschland gleichwohl repräsentativ abbilden zu können, wurden die Daten der Gesamtstichprobe nachträglich gewichtet ausgewertet. Die Gewichtung der Daten erfolgte durch das RKI (Schaffrath-Rosario, 2007) auf der Grundlage von Populationsdaten des Statistischen Bundesamtes für den Stichtag 31.12.2004.

Als Zielgrößen wurden sowohl Ergebnisse der pilzspezifischen IgE-Messungen im Blutserum der Probanden stratifiziert, als auch Indikatoren, für die ein Zusammenhang mit Schimmelwachstum in Innenräumen angenommen werden kann, bzw. für Faktoren, die Indikatoren für Schimmelbefall darstellen können. Die Zielgrößen wurden nach folgenden Standard-Stratifizierungsmerkmalen gegliedert dargestellt, die vor allem wegen ihrer potentiellen inhaltlichen Bedeutung ausgewählt wurden: Geschlecht, Alter, Sozialstatus, Migrantenstatus, Wohnort (alte vs. neue Bundesländer) und Gemeindegröße. Auch wurde eine Deskription bezüglich Sozial- und Migrantenstatus als spezifische Stratifizierungsmerkmale vorgenommen.

Zusätzlich wurde eine Gliederung der IgE auch für die oben bereits erwähnten Schimmelindikatoren durchgeführt. Alle tabellierten Gliederungsmerkmale werden in Kapitel 6.4 erläutert (Wortlaut der Fragen und Antwortvorgaben, Rechenvorschriften für die Bildung der Indices, Begründung der Intervallbildung der Messvariablen).

Geprüft wurden ebenso Zusammenhänge zwischen Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzen die in Innenräumen vorkommen können untereinander, als auch auf Zusammenhänge mit Sensibilisierungen gegenüber anderen Allergenen von Haustieren, Lebensmitteln und Pollen.

Jedes Gliederungsmerkmal wurde dahingehend geprüft, ob ein Zusammenhang mit der betrachteten Zielgröße besteht. Dabei wurde für das KUS-Gesamtkollektiv mittels  $\chi^2$ -Test



abgesichert, ob sich die Verteilungen definierter Personengruppen bezüglich ausgewählter Gliederungsmerkmale signifikant unterscheiden.

### **3.5.2 Auswertung der Haushaltsuntersuchungen**

Für alle im Rahmen der Haushaltsuntersuchungen untersuchten Kinder (n=531) wurde für die Zielgröße Fall/Kontrolle eine Stratifizierung nach Schimmelbelastung und soziodemographischer Faktoren vorgenommen und statistisch mittels  $\chi^2$ -Test statistische signifikante Zusammenhänge geprüft. Zudem wurden die spezifischen Sensibilisierungen den erfassten Sporenbelastungen der entsprechenden Art, bzw. Gattung gegenübergestellt. Darüber hinaus wurden die unterschiedlich gewonnenen Ergebnisse der Belastungsintensität (Innenraumquelle: unwahrscheinlich, nicht auszuschließen und wahrscheinlich) der Sporenbelastung im Kinderzimmer deskribiert und für einen Vergleich der Erhebungsmethoden miteinander verglichen.

### **3.5.3 Auswertung der Fall-Kontroll-Studie**

Für die Auswertung der Unterstichprobe als Fall-Kontroll-Studie (66 Fälle und 198 Kontrollen) wurden in einem ersten Schritt die Häufigkeitsverteilung ausgewählter Gliederungsmerkmale für die definierten Gruppen (Fälle und Kontrollen) bivariat deskribiert. Als Maß des statistischen Zusammenhangs erfolgte die weitere Auswertung mittels logistischer Regression, deren Ergebnis als Odds Ratio und dessen Konfidenzintervall für jedes Gliederungsmerkmal angegeben wird. Das Odds Ratio liefert als Assoziationsmaß eine Aussage über die Stärke und Richtung eines Zusammenhangs zwischen Zielgröße und Gliederungsmerkmal. Odds Ratios, deren Konfidenzintervall nicht den Wert 1 einschließen, beschreiben einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Gruppenzugehörigkeit der Probanden und dem betrachteten Merkmal. Gliederungsmerkmale die sich bei der bivariaten Auswertung als signifikant ergeben haben werden im Anschluss in die multivariate Auswertung schrittweise mit aufgenommen, die im Ergebnis ein multivariates Modell der Ergebnisse liefert. Die Kenngröße für die Güte dieses Modells ist das Likelihood Ratio (LR). Bei Werten für das LR größer 10 kann das Ergebnis als überzeugend evident angenommen werden.



## 4 Ergebnisse

Für die folgenden Darstellungen wurden zunächst die Ergebnisse der Sensibilisierung für die Gesamtstichprobe und danach die Ergebnisse der Wohnungsuntersuchungen zusammengefasst. Anschließend erfolgte die Auswertung der Zusammenhänge zwischen Schimmelpilzbefall in der Wohnung und Sensibilisierung. Ergänzend werden die Ergebnisse der Untersuchungen zur Sensibilisierung gegenüber Milben- und Tierhaarallergenen dargestellt.

### 4.1 Sensibilisierungen gegen Innenraumschimmelpilze bei Kindern in Deutschland

Zunächst werden die Ergebnisse für einzelne Sensibilisierungsraten bei den beiden Stichproben des KUS und des KiGGS gegenübergestellt. Diese Gegenüberstellung erlaubt Aussagen dazu, inwieweit Ergebnisse des KUS auf alle Kinder in Deutschland übertragbar sind. Anschließend werden die Ergebnisse zu den vorkommenden Sensibilisierungsraten in Abhängigkeit von diversen Faktoren dargestellt.

#### 4.1.1 Vergleich der Stichproben

Da im KUS nur eine Unterstichprobe des KiGGS von insgesamt 1.790 Kindern ausgewählt wurde, wurde zunächst untersucht, ob sich Unterschiede bei der Sensibilisierung beim Vergleich der beiden Kollektive im KUS und KiGGS ergeben. Diese Gegenüberstellung war nur für diejenigen Allergene möglich, die in dem Allergietest des RKI enthalten waren und somit bei allen Kindern bestimmt wurden. Für den Vergleich konnten zwei Schimmelpilze (*Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium herbarum*), die Hausstaubmilbenallergene und Tierschuppen (Hund, Katze) herangezogen werden.

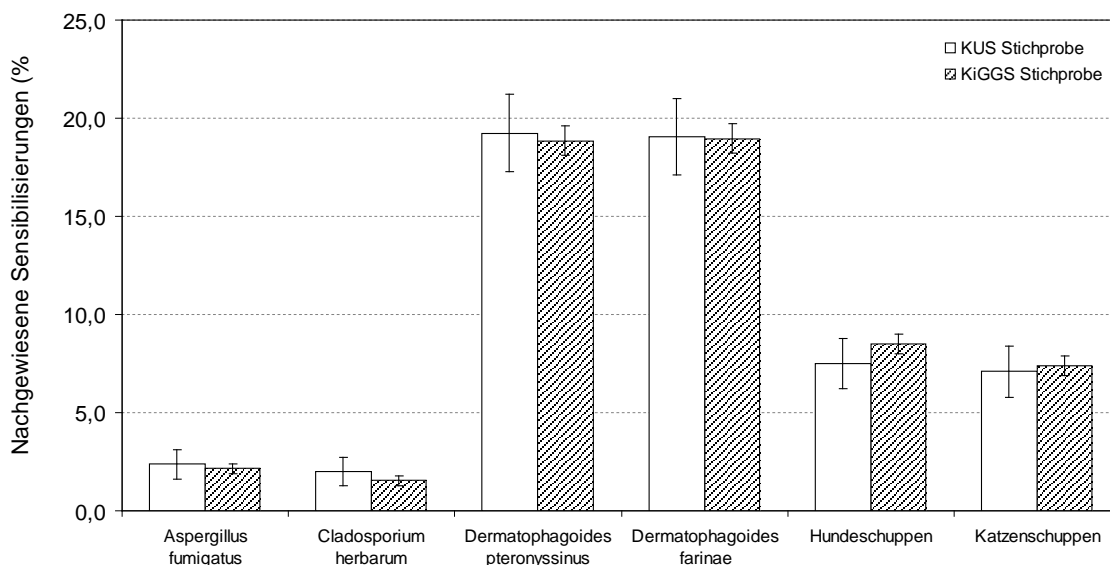


Abb. 4.1.1: Sensibilisierungsraten in der KUS und der KiGGS-Stichprobe

Bei keinem dieser Allergene ergaben sich signifikante Unterschiede in den Sensibilisierungsraten. Dies gilt für das Gesamtkollektiv (**Abb. 4.1.1**) und bei Unterteilung in Jungen/Mädchen oder Altersklassen (**Tabellen 7.1.1 bis 7.1.6 im Anhang**). Die KUS Unterstichprobe kann daher hinsichtlich der Sensibilisierungsraten als repräsentativ für das Gesamtkollektiv und damit für die Kinder in Deutschland gelten.

#### 4.1.2 Sensibilisierungsraten für Schimmelpilzallergene

Von den 1.790 im KUS untersuchten Kindern konnten für 1.575 Kinder (Allergentest RKI) bzw. 1.538 Kinder (Allergentest UBA) Serumproben für den Allergentest gewonnen werden.

Beim Allergentest des RKI wurde auf zwei Schimmelpilzallergene untersucht: *Aspergillus fumigatus* und *Cladosporium herbarum*. In den Allergentest im Rahmen des KUS wurden zusätzlich typische Innenraumschimmelpilze (*Penicillium chrysogenum(notatum)*, *Aspergillus versicolor*, *Wallemia sebi*, *Eurotium spec.*) aufgenommen. Außerdem wurde die Sensibilisierung gegenüber *Alternaria alternata* bestimmt, da gegen diesen typischerweise in der Außenluft vorkommenden Schimmelpilz häufig Allergien auftreten.

Die Ergebnisse bestätigen das hohe Sensibilisierungspotential von *Alternaria alternata*, einem Schimmelpilz, der bevorzugt in der Außenluft und nur selten bei Schadensfällen im Innenraum vorkommt. 4,8 % der Kinder sind gegenüber diesem Schimmelpilz sensibilisiert (**Tab. 4.1.1**). Die Immunreaktion ist bei keinem anderen Schimmelpilz so stark ausgeprägt. 3,6 % der Kinder zeigen Reaktionen mit IgE-Konzentrationen > 3,5 IU/ml und es treten Konzentrationen von bis  $\geq 100$  IU/ml auf (**Abb. 4.1.2**).

**Tab. 4.1.1: Sensibilisierungsraten gegenüber Schimmelpilzallergenen**

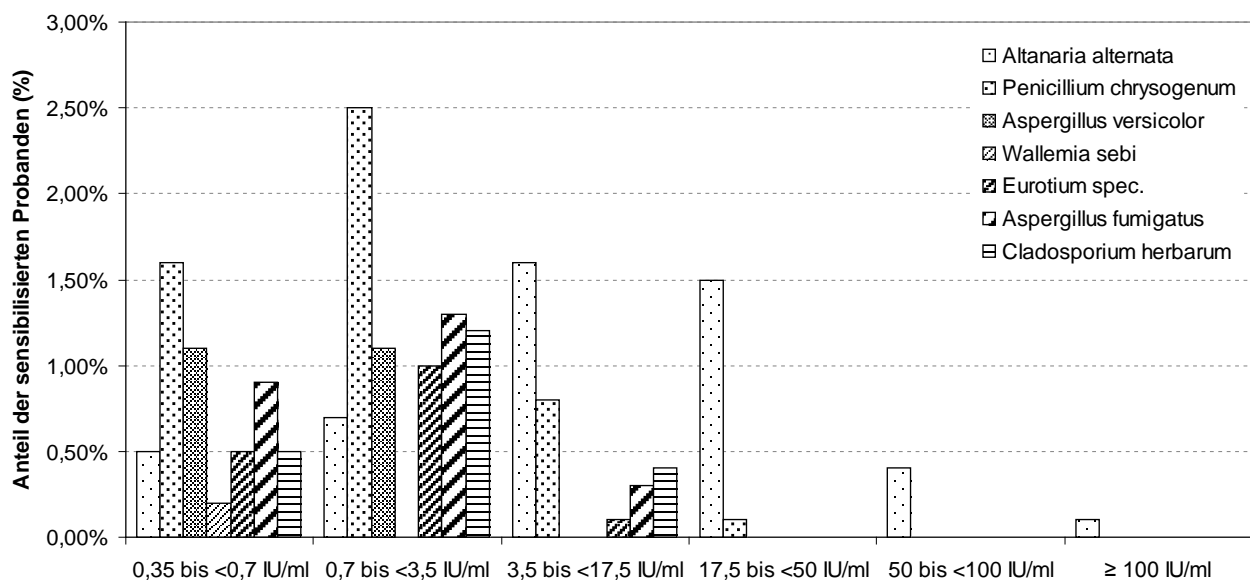
Schimmelpilz	Sensibilisierungsrate (%)	Anzahl*
<i>Alternaria alternata</i>	4,8	74
<i>Penicillium chrysogenum</i>	5,0	77
<i>Aspergillus fumigatus</i>	2,6	41
<i>Cladosporium herbarum</i>	2,1	33
<i>Aspergillus versicolor</i>	2,3	35
<i>Eurotium spec.</i>	1,6	24
<i>Wallemia sebi</i>	0,2	3
Alle ohne <i>Alternaria alternata</i>	8,3	128

\* die Gesamtzahl der getesteten Kinder je Schimmelpilz schwankt zwischen 1538 und 1575

Die Sensibilisierungsraten gegenüber *Cladosporium herbarum*, einem weiteren Schimmelpilz der in der Außenluft in hohen Konzentrationen vorkommen kann, aber auch gelegentlich bei Schadensfällen im Innenraum auftritt, sind mit 2,1 % deutlich geringer als gegenüber *Alternaria alternata* und es werden auch niedrigere IgE-Konzentrationen nachgewiesen.

Von den fünf weiteren getesteten Schimmelpilzen, die häufig oder hauptsächlich im Innenraum vorkommen, ist die Sensibilisierungsrate gegenüber *Penicillium chrysogenum* mit 5,0 % am höchsten (**Tab. 4.1.1**). Gegenüber *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor* und *Eurotium spec.* sind 2,6 %, 2,3 % und 1,6 % der Kinder sensibilisiert. Überraschenderweise gibt es auch bei drei Kindern eine Sensibilisierung gegenüber *Wallemia sebi*, einem Schimmelpilz, von dem bisher angenommen wurde, dass er keine Allergien auslöst. Die IgE-Konzentrationen liegen bei den meisten Tests gegenüber Innenraum-typischen Schimmelpilzen < 3,5 IU/ml (**Abb. 4.1.2**). Ausführliche Ergebnistabellen finden sich im Anhang (**Tab. 7.1.7 bis 7.1.9**)

Damit liegen die Sensibilisierungsraten gegenüber einzelnen Schimmelpilzen unter den Sensibilisierungsraten für Katzen- oder Hundeallergene (je ca. 8 %) und den beiden getesteten Milbenallergenen (je ca. 19 %).



**Abb. 4.1.2: Häufigkeit der Sensibilisierungsstufen für pilzspezifische IgE**

Zusammenfassend kann man feststellen, dass bei den Kindern Sensibilisierungen gegenüber allen untersuchten Schimmelpilzen nachgewiesen werden. Insgesamt sind 128 Kinder gegenüber mindestens einem Innenraum-typischen Schimmelpilz (inklusive *Cladosporium herbarum*) sensibilisiert. Dies entspricht einer Sensibilisierungsrate von 8,3 % (**Tab. 4.1.1**).

Als Innenraum-Schimmelpilze werden im folgenden Text alle getesteten Schimmelpilze außer *Alternaria alternata* verstanden, da *Alternaria alternata* nur in Einzelfällen bei Schadensfällen im Innenraum vorkommt. Einige der anderen Innenraum-Schimmelpilze können ebenfalls in der Außenluft vorkommen. In der Außenluft spielt vor allem *Cladosporium* spp. eine Rolle, der jahreszeitenabhängig in hohen Konzentrationen in der Außenluft zu finden ist. In dieser Studie wurden allerdings in fast 10 % der Wohnungen auffällige Konzentrationen von *Cladosporium* spp. nachgewiesen (siehe Kap. 4.2), so dass er im Folgenden zu den Innenraum-Schimmelpilzen gezählt wird.

#### 4.1.3 Sensibilisierung und Allergiestatus der Eltern

Bei einigen Schimmelpilzen treten tendenziell mehr Sensibilisierungen gegen Schimmelpilzallergene bei Kindern auf, deren Eltern Allergiker sind (**Tab. 4.1.2**). Dieser Zusammenhang ist aber in keinem Fall signifikant. Ausführliche Tabellen, in denen die Ergebnisse der statistischen Tests angeführt sind, finden sich im Anhang (**Tab. 7.1.10** bis **7.1.17**).

**Tab. 4.1.2: Anteil der Kinder mit Sensibilisierungen und Allergiestatus der Eltern**

Schimmelpilz	Eltern ohne Allergien		Eltern mit Allergien	
	N	%	N	%
<i>Alternaria alternata</i>	20	3,8	51	5,2
<i>Penicillium chrysogenum</i>	27	5,1	50	5,1
<i>Aspergillus fumigatus</i>	11	2,0	30	3,0
<i>Cladosporium herbarum</i>	6	1,2	25	2,5
<i>Aspergillus versicolor</i>	12	2,2	23	2,3
<i>Eurotium spec.</i>	8	1,5	16	1,6
<i>Wallemia sebi</i>	2	0,3	2	0,2

#### 4.1.4 Sensibilisierung, Lebensalter und Geschlecht

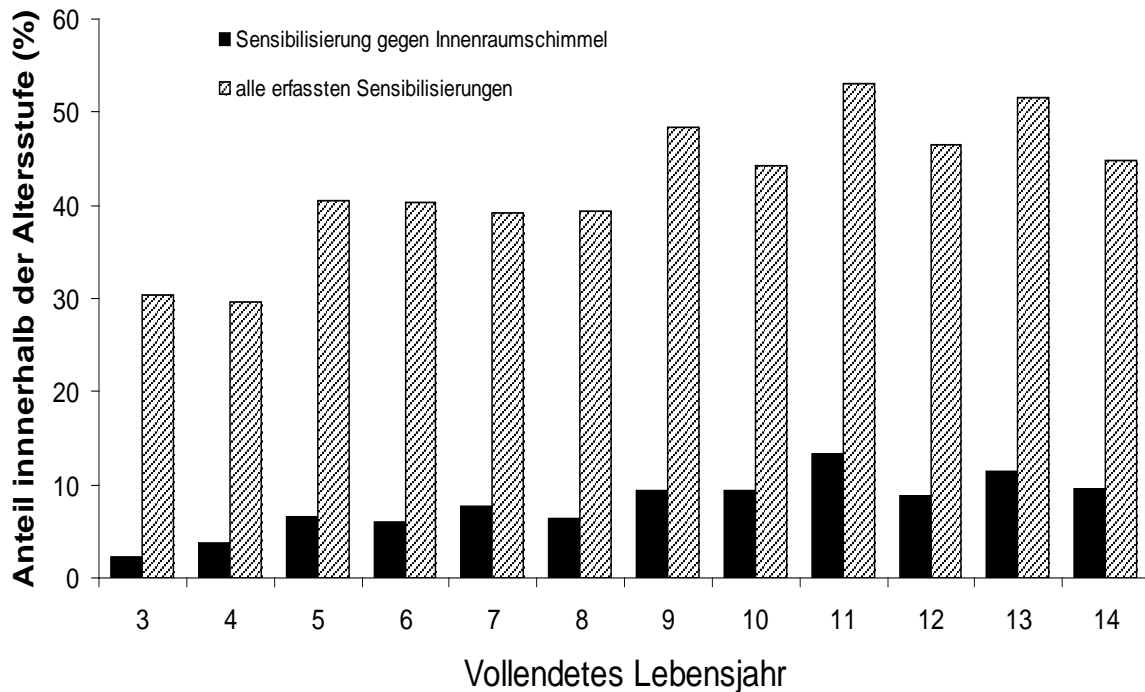
Für die meisten Schimmelpilze wird eine höhere Sensibilisierungsrate für Jungen als für Mädchen gefunden (**Tab 4.1.3** und **Tab. 7.1.10** bis **7.1.17** im Anhang). Signifikant ist dieser Unterschied bei *Aspergillus fumigatus* ( $p \leq 0,05$ ), *Eurotium spec.* ( $p \leq 0,01$ ), *Aspergillus fumigatus* ( $p \leq 0,01$ ), *Cladosporium herbarum* ( $p \leq 0,01$ ) und *Alternaria alternata* ( $p \leq 0,05$ ). Kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Sensibilisierung ergibt sich bei *Penicillium chrysogenum*. Bei *Aspergillus versicolor* sind tendenziell mehr Mädchen als Jungen sensibilisiert.

**Tab. 4.1.3: Sensibilisierungsraten nach Geschlecht und Lebensalter**

Schimmelpilz		Geschlecht		Lebensalter			
		männlich	weiblich	3-5 J.	6-8 J.	9-11 J.	12-14 J.
<i>Alternaria alternata</i>	N	48	26	3	14	21	36
	%	<b>6,1</b>	<b>3,5</b>	1	3,8	5,3	7,7
<i>Penicillium chrysogenum</i>	N	39	38	11	15	24	28
	%	<b>3,9</b>	<b>5,1</b>	3,5	3,9	6,1	6,0
<i>Aspergillus fumigatus</i>	N	33	8	0,0	8	16	18
	%	<b>4,0</b>	<b>1,1</b>	0,0	2,0	3,8	3,8
<i>Cladosporium herbarum</i>	N	23	10	0,0	4	10	19
	%	<b>2,8</b>	<b>1,4</b>	0,0	1,1	2,4	4,1
<i>Aspergillus versicolor</i>	N	13	22	6	9	8	11
	%	<b>1,6</b>	<b>2,9</b>	1,9	2,5	2,1	2,4
<i>Eurotium spp.</i>	N	20	3	0,0	0,0	8	16
	%	<b>2,6</b>	<b>0,5</b>	0,0	0,0	1,9	3,5
<i>Wallemia sebi</i>	N	1	2	2	0,0	0,0	2
	%	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	0,6	0,0	0,0	0,4

Anmerkungen: Unterschiede in der Anzahl in den Spalten und zu Tab. 4.1.1 ergeben sich durch statistische Fallgewichtung, die Gesamtzahl der Kinder schwankt zwischen 1406 und 1534

Die Sensibilisierungsrate nimmt erwartungsgemäß mit dem Alter zu (**Tab. 4.1.3**). Bei manchen Schimmelpilzen (z.B. *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus versicolor*) treten bereits in der jüngsten Altersklasse Sensibilisierungen auf. Bei anderen Schimmelpilzen sind die jüngsten Kinder mit einer Sensibilisierung in der Altersstufe 6 bis 8 Jahre (*Aspergillus fumigatus* und *Cladosporium herbarum*) oder sogar 9 bis 11 Jahre (*Eurotium spec.*). Aufgrund der kleinen Fallzahlen lassen sich daraus aber keine verallgemeinerbaren Aussagen ableiten.



**Abb. 4.1.3: Anteil der Kinder mit mindestens einer Sensibilisierung ( $\geq 35$  IU/ml) gegenüber Innenraumschimmelpilzen und mindestens einer Sensibilisierung gegenüber allen erfassten Sensibilisierungen**

Vergleicht man die Sensibilisierungsrate gegenüber Innenraumschimmelpilzen mit der Sensibilisierungsrate gegenüber den anderen Sensibilisierungen, die im KIGGS festgestellt werden, so ergibt sich das in **Abbildung 4.1.3** dargestellte Bild. Sie nimmt mit dem Lebensalter der Kinder parallel zu den anderen Sensibilisierungen von ca. 1 % bei den dreijährigen Kindern auf ca. 10 % bei den 11-bis 14-jährigen Kindern zu. Die Rate der anderen Sensibilisierungen steigt in den entsprechenden Altersklassen von ca. 20 % auf ca. 50 % (**Tab. 7.1.9** im Anhang).

#### 4.1.5 Sensibilisierung und weitere Faktoren

In den **Tabellen 7.1.10 bis 7.1.17** sind die bei Kindern in Deutschland auftretenden Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzen anhand der genannten und weiteren potentiellen Einflussfaktoren deskribiert. Lässt man *Alternaria alternata* zunächst außer Betracht, so ist die Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzallergenen unabhängig vom Sozialstatus, der

Gemeindegrößenklasse, Ost/West und dem Gebietstyp oder dem Vorkommen von feuchten/schimmlichen Wänden in der Wohnung. Nur bei *Cladosporium herbarum* (Tab. 7.1.16 im Anhang) findet sich ein schwacher Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von mehr als 0,5 m<sup>2</sup> Schimmel in der Wohnung und einer Sensibilisierung.

Betrachtet man alle Sensibilisierungen in der Summe, so wird ein Zusammenhang mit dem Haustyp (hohe Sensibilisierungsrate in Mehrfamilienhäusern) und dem Baujahr des Hauses (hohe Sensibilisierungsrate bei Häusern, die vor 1949 gebaut wurden) gefunden (Tab. 7.1.17 im Anhang).

#### 4.1.6 Sensibilisierung gegen unterschiedliche Schimmelpilze

Um zu prüfen inwieweit Kinder, die gegenüber einem Schimmelpilz sensibilisiert sind, gleichzeitig gegenüber anderen Schimmelpilzen sensibilisiert sind, wurde ein Test auf Homogenität zwischen den einzelnen pilzspezifischen Sensibilisierungen durchgeführt (Tab. 4.1.4).

Für *Aspergillus versicolor* zeigt sich z.B., dass es nur eine schwache Korrelation zu *Penicillium chrysogenum* und zu keinem anderen Schimmelpilz gibt. Auch bei allen anderen Schimmelpilzen ergeben sich zwar signifikante aber nur schwache Korrelationen zu bestimmten Schimmelpilzen z.B. bei *Alternaria alternata* zu *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus fumigatus* zu *Eurotium spec.* Eine wirklich starke Korrelation, die man an einem Wert für Phi von mehr als 0,7 erkennen würde, liegt in keinem Fall vor.

Tab. 4.1.4: Homogenität (Chi-Quadrat, Phi-Koeffizient) zwischen den pilzspezifischen Sensibilisierungen\*

		<i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Aspergillus versicolor</i>	<i>Eurotium spec.</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>
<b><i>Alternaria alternata</i></b>	N	1538	1538	1538	1534	1534
	Phi	<b>0,247</b>	0,030	<b>0,367</b>	<b>0,384</b>	<b>0,398</b>
	Sig.	0,000	0,232	0,000	0,000	0,000
<b><i>Penicillium chrysogenum</i></b>	N	.	1538	1538	1534	1534
	Phi	.	<b>0,468</b>	<b>0,445</b>	<b>0,256</b>	<b>0,306</b>
	Sig.	.	0,000	0,000	0,000	0,000
<b><i>Aspergillus versicolor</i></b>	N	.	.	1538	1534	1534
	Phi	.	.	0,082	0,008	0,015
	Sig.	.	.	0,001	0,748	0,569
<b><i>Eurotium spec.</i></b>	N	.	.	.	1534	1534
	Phi	.	.	.	<b>0,461</b>	<b>0,552</b>
	Sig.	.	.	.	0,000	0,000
<b><i>Aspergillus fumigatus</i></b>	N	.	.	.	.	1573
	Phi	.	.	.	.	<b>0,596</b>
	Sig.	.	.	.	.	0,000

\* *Wallemia sebi* ist wegen der geringen Fallzahlen nicht aufgeführt

Daher gibt es auch eine nicht unerhebliche Anzahl von Kindern, die nur gegenüber einem Schimmelpilz sensibilisiert sind (Tab. 4.1.5). Dies ist besonders auffällig bei Kindern mit



Sensibilisierungen gegenüber *Alternaria alternata*, von denen 57 % keine Sensibilisierung gegenüber einem der anderen getesteten Schimmelpilze aufweisen. Auch bei *Penicillium chrysogenum* und *Aspergillus fumigatus* liegen die entsprechenden Anteile mit 38 % und 34 % relativ hoch. Keines der drei Kinder mit einer Sensibilisierung gegenüber *Wallemia sebi* ist gegenüber einem der anderen getesteten Schimmelpilze sensibilisiert.

**Tab. 4.1.5: Kinder mit Sensibilisierung gegenüber nur einem Schimmelpilz**

Schimmelpilz	Sensibilisierungen insgesamt	Sensibilisierung nur gegen genannte Art	
	N	N	%
<i>Alternaria alternata</i>	74	42	57
<i>Penicillium chrysogenum</i>	77	30	38
<i>Aspergillus fumigatus</i>	41	14	34
<i>Aspergillus versicolor</i>	35	8	23
<i>Cladosporium herbarum</i>	33	7	18
<i>Eurotium spec.</i>	24	4	17
<i>Wallemia sebi</i>	3	3	100

#### 4.1.7 Sensibilisierungen gegen Schimmelpilze und gegen andere Allergene

Um zu prüfen, ob Kinder, die gegenüber Schimmelpilzen sensibilisiert sind, gleichzeitig auch gegenüber anderen Allergenen sensibilisiert sind, wurde für sensibilisierte Kinder der Zusammenhang zwischen Schimmelpilzsensibilisierungen und Nicht-Schimmelpilz-sensibilisierungen untersucht. Es zeigt sich, dass die meisten (80 %-85 %) der Kinder, die gegenüber *Alternaria alternata* oder *Aspergillus fumigatus* (und keinem anderen Schimmelpilz) sensibilisiert sind, auch gegenüber einem anderen Nicht-Schimmelpilzallergen sensibilisiert sind (Tab. 4.1.6).

**Tab. 4.1.6: Sensibilisierung gegen Schimmelpilze und gegen die übrigen im KiGGS erfassten Sensibilisierungen**

positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml) gegenüber		Sensibilisierung gegenüber mindestens einem Nicht-Schimmelpilzallergen			
		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
mindestens einem Schimmelpilz	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	60	36	109	64
nur <i>Alternaria alternata</i>	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	8	20	34	80
nur übrigen Schimmelpilzen	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	50	52	46	48
nur <i>Penicillium chrysogenum</i>	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	22	76	7	24
nur <i>Aspergillus fumigatus</i>	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	2	15	12	85
nur <i>Aspergillus versicolor</i>	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	2	-	6	-
nur <i>Cladosporium herbarum</i>	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	1	-	5	-
nur <i>Eurotium spp.</i>	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	3	-	1	-
nur <i>Wallemia sebi</i>	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	1	-	2	-

Bei *Penicillium chrysogenum* dagegen sind sehr viele Kinder (76 %) nicht gleichzeitig gegenüber einem Nicht-Schimmelpilzallergen sensibilisiert. Da es keine oder nur eine sehr schwache Korrelation zwischen einer Sensibilisierung mit *Penicillium chrysogenum* und *Aspergillus fumigatus* oder *Cladosporium herbarum* gibt (**Tab. 4.1.4**) sind dies Kinder, deren Sensibilisierung durch den Standardtest (Atopy Panel 20) nicht erfasst wird. Auch bei den anderen Innenraumschimmelpilzen gibt es einzelne Kinder, die nur gegenüber diesem Schimmelpilz und nicht gegenüber anderen Nicht-Schimmelpilzallergenen sensibilisiert sind.

Insgesamt sind 36 % der Kinder, die gegenüber einem der getesteten Schimmelpilze sensibilisiert sind, nicht gleichzeitig gegenüber anderen Nicht-Schimmelpilzallergenen sensibilisiert. Bei Innenraumschimmelpilzen waren es sogar 52 % der Kinder.

#### **4.1.8 Sensibilisierungen gegen Schimmelpilze und gegen einzelne andere Allergene**

Insgesamt ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Sensibilisierung gegenüber einem Innenraumschimmelpilz und allen anderen im KiGGS getesteten Allergenen mit Ausnahme von „Milcheiweiß“. Dies bedeutet, dass viele der älteren Kinder nicht nur gegenüber Schimmelpilzen, sondern auch gegenüber anderen Allergenen sensibilisiert sind (**Tab. 7.1.19** im Anhang).

In der niedrigsten Altersgruppe (3 bis 5 Jahre) ergeben sich dagegen keine stark signifikanten ( $p \leq 0,01$ ) Zusammenhänge zwischen Schimmelpilzsensibilisierungen und Sensibilisierungen gegenüber anderen Allergenen, da die Sensibilisierung gegenüber den einzelnen Allergenen nicht zeitgleich beginnt. In dieser Altersgruppe sind die Kinder z.B. bereits zu ca. 10 % gegenüber Milbenallergenen und zu 2 bis 4 % gegenüber Hunde- und Katzenallergenen sensibilisiert. Die höchste Sensibilisierungsrate gegenüber Schimmelpilzallergenen ist die gegen *Penicillium chrysogenum* mit 3,5 %, während für *Aspergillus fumigatus* noch keine Sensibilisierung nachgewiesen werden kann (**Tab. 7.1.20** im Anhang).

## 4.2 Schimmelpilzbefall in Wohnungen mit Kindern in Deutschland

Im KiGGS-Fragebogen und im KUS-Fragebogen gab es einige allgemeine Fragen zu Problemen mit Feuchte und Schimmel in der Wohnung. In dem folgende **Kapitel 4.2.1** wird daher für das Gesamtkollektiv des KUS das Ergebnis dieser Befragungen dargestellt.

Bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Fall-Kontrollstudie wurde im Rahmen der Wohnungsuntersuchung ein Fragebogen eingesetzt, in dem das Auftreten von Feuchte oder Schimmelpilzbefall in den Wohnungen und die Gebäudecharakteristik detailliert abgefragt wurde. Die Ergebnisse dieser Befragungen fließen in die Auswertung der mit drei Parametern gemessenen Konzentrationen der Allergene ein, die in **Kapitel 4.2.2** dargestellt sind.

### 4.2.1 Feuchte oder Schimmel in Wohnungen mit Kindern in Deutschland

Gemäß der Befragung des Gesamtkollektivs des KUS mit den KUS- oder KiGGS-Fragebogen ergibt sich, dass in 15 % der Wohnungen in Deutschland ein sichtbarer Schimmelpilzbefall vorliegt. In 13 % der Wohnungen werden feuchte Wände festgestellt (**Tab. 4.2.1** und **Tab. 7.2.1** im Anhang). Bei der Befragung im Rahmen der Fall-Kontroll-Studie, die nicht als repräsentativ anzusehen ist, wird in 14 % der Wohnungen ein sichtbarer Schimmelpilzbefall und in 33 % der Wohnungen ein bestehender oder früherer Feuchteschaden festgestellt.

**Tab. 4.2.1: Wohnungen mit Kindern in Deutschland mit einem Feuchte/Schimmelproblem**

Frage im Fragebogen	Positive Antworten	
	Anzahl	%
Feuchte Wände in der Wohnung (KUS)	232	12,9
Wand feucht auf $\geq 0,5 \text{ m}^2$ (KUS)	132	7,4
Schimmlicher oder modriger Geruch (KUS)	189	10,5
Wand schimmelig auf $\geq 0,5 \text{ m}^2$ (KUS)	79	4,4
Schimmel in der Wohnung (KiGGS + KUS)	266	14,9

Einfluss auf das Auftreten von sichtbarem Schimmelpilzbefall haben das Alter sowie die Art und die Lage des Hauses (**Tab. 4.2.2** und **Tab. 7.2.2** im Anhang). Das Auftreten von Schimmelpilz-befall ist signifikant höher ( $p \leq 0,001$ ) in Wohnblocks und Mehrfamilienhäusern, in alten Häusern und in städtischer Umgebung. Auch feuchte Wände treten in älteren Häusern signifikant häufiger ( $p \leq 0,001$ ) auf als in neueren Häusern (**Tab. 7.2.3** und **7.2.4**).

Bei Migrantenkindern tritt häufiger ( $p \leq 0,01$ ) Schimmelpilzbefall in der Wohnung auf als bei Nicht-Migrantenkindern (**Tab. 7.2.2** im Anhang). Bei Betrachtung der Assoziation zwischen den Gliederungsmerkmalen zeigte sich, dass dies durch die Wohnsituation vieler Migrantenkinder - in älteren Häusern und in Mehrfamilienhäusern/Wohnblocks, wo vermehrt mit Schimmelpilzbefall zu rechnen ist – erklärbar ist.

**Tab. 4.2.2: Schimmelpilze in Wohnung, Gebäudestandort und Gebäudecharakteristik**

<b>Merkmal</b>	<b>N gesamt</b>	<b>N schimmelige Wände in der Wohnung</b>	<b>Anteil (%) schimmelige Wände in der Wohnung</b>
<b>Gesamt</b>	1790	266	14,9
<b>Gebietstyp</b>			
ländlich	630	72	11,4
vorstädtisch	656	95	14,5
städtisch	502	99	19,8
<b>Haustyp</b>			
Hochhaus/Wohnblock	154	36	23,1
Mehrfamilienhaus	410	81	19,9
Zweifamilienhaus	301	47	15,8
Einfamilienhaus	906	100	11,0
<b>Fertigstellung des Wohnhauses</b>			
bis 1949	316	60	18,9
1950 bis 1979	504	97	19,3
1980 bis 1994	350	42	12,1
ab 1995	417	28	6,7

#### **4.2.2 Gemessene Schimmelpilzsporen bei den Haushaltsuntersuchungen**

Bei den Untersuchungen in der Wohnung wurde ein ausführlicher Fragebogen zu Feuchte und Schimmelbefall sowie zur Gebäudecharakteristik ausgefüllt. Außerdem wurden Schimmelpilzmessungen im Kinderzimmer durchgeführt. Die angewandten Methoden sind dargestellt.

Insgesamt wurden in **531** Wohnungen die Konzentrationen an kultivierbaren Schimmelpilzen in der Luft und im Staub sowie die Gesamtsporenzahl in der Luft bestimmt. Die erhaltenen Daten wurden nicht numerisch beurteilt, sondern es wurde eine Gesamtbeurteilung nach den Vorgaben der UBA-Leitfäden vorgenommen.

Je nach Parameter war in 17 bis 27 % der Wohnungen eine Innenraumquelle wahrscheinlich (**Tab. 4.2.3**). Der Zusammenhang bei der Beurteilung der Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle zwischen den drei Parametern „kultivierbare Schimmelpilze in der Luft“, „kultivierbare Schimmelpilze im Staub“ und „Gesamtsporenzahl in der Luft“ war hochsignifikant ( $p \leq 0,001$ , **Tab. 7.2.5 bis 7.2.7** im Anhang).

Diese Feststellung besagt aber nicht, dass in allen Wohnungen die Aussagen für die drei Parametern übereinstimmten. So war z.B. in den Wohnungen, in denen die Ergebnisse des Parameters „kultivierbaren Schimmelpilze in der Luft“ eine Innenraumquelle wahrscheinlich machten, der Parameter „Gesamtsporenzahl in der Luft“ in 11 % der Fälle unauffällig.

Die Ergebnisse der Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle spiegelten sehr gut die durch den Fragebogen der Fall-Kontroll-Studie bei der Begehung erfassten Schimmelpilzbelastungen im untersuchten Zimmer wider. Es ergaben sich signifikante Zusammenhänge bei den Fragen nach Schimmelpilzbefall oder schimmeligem/modrigen Geruch im untersuchten Zimmer und der

Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, die aus den Messungen abgeleitet wurde (Tab. 7.2.5 bis 7.2.7 im Anhang).

**Tab. 4.2.3: Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle nach Parameter**

Beurteilung	Parameter					
	Kultivierbare Schimmelpilze Luft		Gesamtsporenzahl Luft		Kultivierbare Schimmelpilze Staub	
	n	%	n	%	n	%
Innenraumquelle unwahrscheinlich	324	61	290	56	371	70
Innenraumquelle nicht auszuschließen	64	12	116	22	68	13
Innenraumquelle wahrscheinlich	143	27	125	24	92	17

*Alternaria* spp. und *Cladosporium* spp. sind Schimmelpilze, die typischerweise in der Außenluft vorkommen. Cladosporien können in den Sommermonaten in der Außenluft Konzentrationen von mehreren 1000 KBE/m<sup>3</sup> erreichen. Trotzdem sind Schadensfälle beschrieben, bei denen diese Schimmelpilze maßgeblich an dem Befall im Innenraum beteiligt waren. Daher wurde geprüft, ob es Auffälligkeiten hinsichtlich des Vorkommens dieser Schimmelpilze im Innenraum gab.

Da die Messungen auf das Winterhalbjahr beschränkt waren, wurden in der Außenluft nur vereinzelt *Alternaria* spp. nachgewiesen und die Konzentration von *Cladosporium* spp. in der Außenluft war nur in 23 Proben > 100 KBE/m<sup>3</sup> und in 3 Proben > 200 KBE/m<sup>3</sup>. In **Tabelle 4.2.4** sind diejenigen Fälle aufgelistet, bei denen die Konzentrationen an *Alternaria* spp. oder *Cladosporium* spp. im Innenraum doppelt so hoch als in der Außenluft waren (UBA-Leitfaden-Kriterium) und gleichzeitig > 50 KBE/m<sup>3</sup>, > 100 KBE/m<sup>3</sup> oder > 200 KBE/m<sup>3</sup> über der Außenluftkonzentration lagen. Bei *Alternaria* spp., die in der Außenluft nur vereinzelt auftraten, ist ab > 50 KBE/m<sup>3</sup>, bei *Cladosporium* spp. ab > 100 KBE/m<sup>3</sup> erfahrungsgemäß eine Innenraumquelle wahrscheinlich. Im Einzelfall muss dies natürlich unter Berücksichtigung der anderen Messwerte in einer Gesamtauswertung verifiziert werden.

Für *Alternaria* spp. wurde in nur drei Fällen eine auffällige Konzentration im Innenraum gemessen, während bei *Cladosporium* spp. und *Cladosporium herbarum* in insgesamt 21 Fällen auffällige Konzentrationen auftraten. Wie schon angesprochen, wurden daher für die vorliegende Auswertung Cladosporien als auch im Innenraum relevante Schimmelpilze betrachtet (siehe 4.2.1).

**Tab. 4.2.4: Anzahl der Wohnungen, mit auffälligen Konzentrationen an *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp. oder *Cladosporium herbarum***

Schimmelpilzart	Anzahl der Wohnungen mit Konzentration Innen > 2 x Konzentration Außen und Differenz in KBE/m <sup>3</sup>		
	≥ 50	≥ 100	≥ 200
<i>Alternaria</i> spp.	2	1	0
<i>Cladosporium</i> spp.	5	9	9
<i>Cladosporium herbarum</i>	1	3	0

### 4.3 Abhängigkeit der Sensibilisierung vom Schimmelpilzbefall (Fall-Kontroll-Studie)

Bei der Auswertung der Fall-Kontroll-Studie geht es darum, herauszuarbeiten, ob sich das Risiko dafür ein Fall zu sein (also eine Sensibilisierung gegen einen Innenraumschimmelpilz aufzuweisen) in Abhängigkeit von bestimmten Merkmalen, von dem, eine Kontrolle zu sein unterscheidet. Diese Merkmale sind diverse Fragebogenangaben wie die Angaben zu Schimmel oder Feuchte in der Wohnung sowie die Ergebnisse der Schimmelpilzmessungen in den Wohnungen der Fälle und Kontrollen. In den **Tabellen 7.3.1** und **7.3.2** im Anhang sind die Ergebnisse dieser Berechnungen zusammenfassend für die wichtigsten potentiellen Einflussgrößen dargestellt und die Odds Ratios angegeben.

#### 4.3.1 Sensibilisierung und Wahrscheinlichkeit einer Innenraum-Schimmelpilzquelle

Für die Fall-Kontrollstudie wurden nach dem Matchen komplette Datensätze für **264** Kinder erhalten. Die Auswertung nach den UBA-Leitfäden ergibt ein ähnliches Bild wie für die gesamte Gruppe (vgl. **Tab. 4.2.3**). Für den Parameter kultivierbare Schimmelpilze in der Luft ergibt sich bei 27 % der Wohnungen die Beurteilung „Innenraumquelle wahrscheinlich“, bei der Gesamtsporenzahl in der Luft und den kultivierbaren Schimmelpilzen im Staub betragen die Anteile 14 % und 18 % (**Tab. 4.3.1** bis **Tab. 4.3.3**).

**Tab. 4.3.1: Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus der Messung der kultivierbaren Schimmelpilze in der Luft**

Innenraumquelle	Kontrolle		Fälle		Insgesamt	
	n	%	n	%	n	%
unwahrscheinlich	126	63	41	62	167	63
nicht auszuschließen	19	10	8	13	27	10
wahrscheinlich	53	27	17	26	70	27

**Tab. 4.3.2: Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus der Messung der Gesamtsporenzahl in der Luft**

Innenraumquelle	Kontrolle		Fälle		Insgesamt	
	n	%	n	%	n	%
unwahrscheinlich	111	68	35	53	146	62
nicht auszuschließen	37	23	19	29	56	24
wahrscheinlich	15	9	12	18	33	14

Zwischen Fällen und Kontrollen zeigen sich bei keinem Parameter signifikante Unterschiede. Bei der Gesamtsporenzahl (**Tab. 4.3.2**) ergibt die Auswertung bei den Fällen zwar doppelt so häufig die Beurteilung „Innenraumquelle wahrscheinlich“ (n=18), als bei den Kontrollen (n=9). Aufgrund der geringen Fallzahlen ist dieser Unterschied aber nicht signifikant.

**Tab.4.3.3: Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus der Messung der kultivierbaren Schimmelpilze im Staub**

Innenraumquelle	Kontrolle		Fälle		Insgesamt	
	n	%	n	%	n	%
unwahrscheinlich	138	69	49	74	187	71
nicht auszuschließen	22	11	7	11	29	11
wahrscheinlich	38	20	10	15	48	18

**Tab. 4.3.4: Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus allen Schimmelpilzmessungen**

Innenraumquelle	Kontrolle		Fälle		Insgesamt	
	n	%	n	%	n	%
unwahrscheinlich	91	48	32	48	123	46
nicht auszuschließen	33	16	12	18	45	17
wahrscheinlich	74	36	22	33	96	37

In der Fall-Kontroll-Studie ist in der Gesamtbeurteilung unter Einbeziehung aller Parameter bei Fällen und Kontrollen in mehr als einem Drittel der Wohnungen eine Innenraumquelle wahrscheinlich (**Tab. 1.3.4**).

#### 4.3.2 Sensibilisierung und Konzentration an Schimmelpilzen

Es wurde untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen der Sensibilisierung und den gemessenen Konzentrationen an kultivierbaren Schimmelpilzen in der Luft, im Hausstaub oder der Gesamtsporenzahl gibt. Bei keinem der drei Parameter wurde ein Zusammenhang gefunden. Die Schimmelpilzkonzentrationen in den Wohnungen der Fälle waren nicht signifikant höher als in den Wohnungen der Kontrollen.

#### 4.3.3 Sensibilisierung und Innenraumquelle durch bestimmte Schimmelpilze

Die Schimmelpilzarten, die für die Sensibilisierungstests verwendet wurden, wurden bei den Innenraummessungen besonders sorgfältig bis zur Art bestimmt. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen spezieller Arten und einer Sensibilisierung bei den Kindern gegenüber diesen Arten wurde nicht gefunden.

#### 4.3.4 Sensibilisierung und Wohnungscharakteristika

Weder bei sichtbaren Feuchteschäden noch bei schimmeligem Geruch im Kinderzimmer oder in der Wohnung ergeben sich bei der bivariaten Auswertung signifikante Unterschiede zwischen Fällen und Kontrollen (**Tab. 7.3.1** im Anhang).

Die beiden einzigen Wohnungscharakteristika, bei denen sich zwischen Fällen und Kontrollen signifikante Unterschiede ergeben sind „sichtbarer Schimmelpilzbefall in Wohn- oder Kinderzimmer“ und „Grundsanierung der Wohnung“ (Tab. 4.3.5 und 7.3.1 im Anhang).

**Tab. 4.3.5: Zusammenhang zwischen Sensibilisierung und Wohnungscharakteristika**

	Kontrolle		Fälle		Odds Ratio	95% KI	p
	n (n ges.)	%	n (n ges.)	%			
Sichtbarer Schimmel	4 (198)	2	6 (66)	9	5,4	1,1-34	0,031
Sanierung	50 (191)	26	25 (61)	41	2,1	1,1-4,4	0,031

#### 4.3.5 Modell zur Abhängigkeit der Sensibilisierung von potentiellen Prädiktoren

Auch bei multivariater Auswertung unter Einbeziehung aller in **Kapitel 6.2** im Anhang aufgeführten Variablen sind in dem resultierenden Modell nur zwei Prädiktoren signifikant. Das Ergebnis der Modellierung ist in **Tabelle 4.3.6** dargestellt.

Ein aktuell sichtbarer Schimmelpilzbefall und die jemals vorgenommene Grundsanierung des Hauses sind die beiden einzigen signifikanten Prädiktoren bei multivariater Auswertung.

**Tab. 4.3.6: Sensibilisierungen gegenüber mindestens einem Innenraumschimmelpilz in Abhängigkeit von Wohnungscharakteristika**

Merkmal	Kontrolle		Fall		Odds Ratio	95% KI	p
	n	%	n	%			
Aktuell sichtbarer Schimmelpilzbefall in Wohn/Kinderzimmer							
nein	194	98,0	60	90,9	1,00		
ja	4	2,0	6	9,1	7,17	1,41	47,8
Grundsanierung							
nein	141	73,8	36	59,0	1,00		
ja	50	26,2	25	41,0	2,52	1,23	5,28
Gesamtzahl der Fälle					264		
Verarbeitete Fälle					252		
Ausgeschiedene Fälle					4,5%		
Anzahl Gruppen					95		
<b>Likelihood Ratio</b>					12.99		
<b>P-Wert</b>					<b>0.0015</b>		

Anmerkungen: n = Anzahl der untersuchten Fälle und Kontrollen; KI = Konfidenzintervall; p = Wahrscheinlichkeit; Ergebnis der logistischen Regression.



#### 4.4 Milben- und Katzenallergene im Matratzenstaub

Um zu überprüfen, ob die Kinder außer den Schimmelpilzallergenen auch anderen Innenraumallergenen ausgesetzt sind, wurden bei der Haushaltsuntersuchung (**N=531**) die drei wichtigsten tierischen Allergene im Innenraum bestimmt: Katzenallergen Fel d1, Milbenallergen Der p1 (*Dermatophagoides pteronyssinus*) und Milbenallergen Der f1 (*Dermatophagoides farinae*).

Es wurden in vielen Kinderbetten erhöhte Konzentrationen an Milbenallergenen - insbesondere Der f1 - festgestellt. In 13 % bzw. 24 % der untersuchten Kinderzimmer war die Konzentration > 2 µg/g Matratzenstaub. Ab dieser Konzentration wird eine mögliche Sensibilisierung angenommen. In 6 % bzw. 26 % der untersuchten Kinderzimmer war die Konzentration > 10 µg/g Matratzenstaub und damit ein Risikofaktor für akute Asthmaanfälle bei sensibilisierten Kindern (**Tab. 4.4.1** und **4.4.2**).

Die Konzentration an Katzenallergenen war ebenfalls in vielen Kinderbetten erhöht. In 7 % der Kinderzimmer war die Konzentration sogar extrem hoch mit > 100 µg/g Matratzenstaub (**Tab. 4.4.3**). In einer anderen aktuellen Studie wurden im Matratzenstaub aus Kinderbetten in Deutschland im Mittel (Median) 475 ng/g Staub nachgewiesen (Chen et al., 2008).

**Tab. 4.4.1: Vorkommen des Milbenallergens Der p1 im Matratzenstaub, Kinderzimmer**

Milbenallergen Der p1	N	%
≤ 2 µg/g	421	81
> 2 und ≤ 10 µg/g	69	13
> 10 µg/g	32	6

**Tab. 4.4.2: Vorkommen des Milbenallergens Der f1 im Matratzenstaub, Kinderzimmer**

Milbenallergen Der f1	N	%
≤ 2 µg/g	262	50
> 2 und ≤ 10 µg/g	126	24
> 10 µg/g	134	26

**Tab. 4.4.3: Vorkommen des Katzenallergens Fel d1 im Matratzenstaub, Kinderzimmer**

Katzenallergen Fel d1	N	%
≤ 1 000 ng/g	278	53
> 1 000 und ≤ 10 000 ng/g	135	26
> 10 000 ng/g und ≤ 100 000 ng/g	73	14
≥ 100 000 ng/g	36	7

Diese Daten zur Exposition der Kinder gegenüber Milben- und Tierhaarallergenen sollten bei der Zusammenhangsanalyse zwischen Schimmelpilzsensibilisierungen und der Ausprägung allergischer Symptome (u. a. Asthma) als Confounder Berücksichtigung finden. Aufgrund der geringen Fallzahlen wurde eine solche Auswertung jedoch nicht vorgenommen. Die Daten stehen aber für weitere Auswertungen in Zusammenarbeit mit dem RKI zur Verfügung. So kann überprüft werden, ob Kinder mit einer Sensibilisierung gegenüber Milben oder Katzen eine hohe Exposition mit Milbenallergenen oder Katzenallergenen im Kinderzimmer haben.



## 5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Repräsentative Daten über durch Schimmelpilze im Innenraum verursachte Sensibilisierungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland lagen zu Projektbeginn nicht vor. Im Rahmen des Kinder-Umwelt-Surveys (KUS) bot sich die einmalige Chance, ein breites Spektrum dieser Innenraumallergene sowohl bei der Untersuchung der Wohnungen in denen Kinder leben, als auch bei der Bestimmung der Sensibilisierung der Kinder zu berücksichtigen und die Ergebnisse im Zusammenhang mit weiteren im KiGGS erhaltenen Ergebnissen auszuwerten.

Die hier vorgestellte Studie ist die daher einzige Studie, die repräsentative Ergebnisse zur Sensibilisierung von Kindern in Deutschland gegen Schimmelpilzallergene liefert. Der große Vorteil der Studie liegt weiterhin darin, dass nicht nur die üblichen Schimmelpilz-Screening-Tests herangezogen wurden, sondern dass gezielt die Sensibilisierung gegenüber bestimmten, auch im Innenraum relevanten Schimmelpilzen untersucht wurde. Insgesamt wurde eine Häufigkeit der Sensibilisierung gegenüber Innenraumschimmelpilzen (inklusive *Cladosporium*) von 8,3 % gefunden. Ein Zusammenhang zwischen einer Sensibilisierung und der generellen Ausprägung allergischer Symptome wurde im Rahmen dieser Studie nicht ausgewertet.

### 5.1 Vergleich mit anderen Studien

In anderen Studien zur Häufigkeit von Allergien im Kindesalter in Deutschland wurden Geburtskohorten oder Schulklassen an verschiedenen Standorten untersucht. So wurde in Baden-Württemberg in drei Durchgängen des Projekts Beobachtungsgesundheitsämter (1999/2000, 2000/2001, 2002/2003) ein Allergiescreening mit Schimmelpilzen in vier Städten mit nahezu 5000 Kindern durchgeführt (Gabrio et al., 2007). Für das Screening wurde die Schimmelpilzmischung mx1 oder mx2 verwendet, die *Penicillium chrysogenum(notatum)*, *Cladosporium herbarum*, *Aspergillus fumigatus* und *Alternaria alternata* enthalten. Zusätzlich wurden die einzelnen Schimmelpilzallergene getestet. Die Häufigkeit der Sensibilisierung gegenüber der Schimmelpilzmischung mx2 betrug je nach Untersuchungsjahr und Standort 1,4 % bis 8,4 %. Systematische Unterschiede zwischen den Standorten traten aber nicht auf. Am häufigsten traten Sensibilisierungen gegenüber *Alternaria alternata* auf.

In einer bevölkerungsbezogenen Stichprobe (n = 1880 Personen) in Hamburg und Erfurt wurden Sensibilisierungen auf *Cladosporium* bei 4,9 resp. 3,6 % der Untersuchten; im Hauttest bei 0,4 resp. 2,1 % nachgewiesen. Gegenüber *Aspergillus fumigatus* waren 2,7 und 3,5 % der Untersuchten im Pricktest positiv (Nowak et al., 1996).

Zur Prävalenz von Schimmelpilzallergien oder Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzallergenen gibt es in der Literatur widersprüchliche Ergebnisse. Insgesamt wird von einer Sensibilisierungsrate in der Bevölkerung von ca. 5 % ausgegangen (Gabrio et al., 2003, 2006). Bei Personen mit Atemwegssymptomen lag die Häufigkeit von Schimmelpilzallergien zwischen 1 % und 10 % (Helbling et al., 1994, Kersten und Wahl, 1989; Loidolt et al., 1989), bei Atopikern bei bis zu ca. 30 % (Wichmann et al., 1995; Helbling und Reimers, 2003). Bei Kindern mit Asthma wurden Sensibilisierungsraten von 7 % bis 50 % berichtet (Seltzer und Fedoruk, 2007).

Die zeitliche Entwicklung von Sensibilisierungen gegenüber unterschiedlichen Allergenen wurde in einer Geburtskohorte in fünf Städten in Deutschland mit ca. 1.300 Kindern untersucht. Dabei zeigte sich, dass Kinder zunächst gegenüber Nahrungsmitteln (insbesondere Eiweiß) und erst später gegenüber Inhalationsallergenen sensibilisiert werden (Lau et al., 2000). Eine Sensibilisierung gegenüber einem Innenraumallergen war ein Risikofaktor für Asthmaanfälle. Andere Untersuchungen sehen Innenraumallergene sogar als Risikofaktor bei der Entwicklung von Asthma (Platt-Mills et al., 1997, Zeldin et al., 2006). In einer großen europäischen Multicenterstudie wurden Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzen (*Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*) als Risikofaktor für schwere Asthmasymptome nachgewiesen (Zureik et al., 2002). Auch in internationalen Studien waren Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzen ein Risikofaktor für die Entwicklung von Asthma (Seltzer und Fedoruk, 2007).

In Leipzig wurde ausgehend von den Ergebnissen der KIGA-Studie der Jahre 1993/1994, die den frühen Lebensabschnitt bei Kindern und die Belastungen innerhalb der Wohnung als wichtige Faktoren für eine Sensibilisierung und die Ausbildung allergischer Symptome erkannt hatte, eine weitere Studie mit Risikoneugeborenen durchgeführt (LARS-Studie 1995-1996, Müller et al., 2002). Im Rahmen dieser prospektiven Kohortenstudie wurde eine signifikante Assoziation zwischen dem Vorhandensein erhöhter Konzentrationen bestimmter Schimmelpilze im Innenraum und gesundheitlichen Auswirkungen nachgewiesen. So wurde ein Zusammenhang zwischen Atemwegsinfektionen und Exposition gegenüber *Penicillium* und zwischen allergischer Rhinitis und *Aspergillus* gefunden. Kein Zusammenhang wurde gefunden zwischen der Gesamtkonzentration kultivierbarer Schimmelpilzsporen und gesundheitlichen Symptomen. Dies zeigt, wie wichtig eine Arterfassung zur Beurteilung einer Schimmelpilzbelastung im Innenraum ist. Daher wurde im KUS-Projekt großen Wert auf die fachgerechte Bestimmung der Schimmelpilzarten gelegt. Trotzdem konnte kein Zusammenhang zwischen dem auftreten bestimmter Schimmelpilzarten in den Kinderzimmern und einer Sensibilisierung gegenüber diesen Schimmelpilzen nachgewiesen werden.

In unserer Fall-Kontroll-Studie ergaben sich zwei signifikante Risikofaktoren für eine Schimmelpilzsensibilisierung: sichtbarer Schimmelpilzbefall im Kinderzimmer und eine vorausgehende Grundsanierung der Wohnung. Gemessene Konzentrationen an Schimmelpilzen waren dagegen nicht korreliert mit der Häufigkeit einer Sensibilisierung.

Auch in anderen Studien waren sichtbarer Schimmelpilz und/oder Feuchtigkeit eher mit gesundheitlichen Beschwerden korreliert, als gemessene Schimmelpilzkonzentrationen (Douwes und Pearce, 2003, Park et al., 2006, Frisk et al., 2007, Pekkanen et al., 2007). Dies liegt daran, dass Schimmelpilzkonzentrationen in der Innenraumluft oder im Hausstaub zeitlichen Schwankungen unterliegen (Verhoeff et al., 1994; Chew et al., 2001) und es nicht klar ist, welche Messparameter die Exposition am besten widerspiegelt (RKI, 2007). In den meisten Untersuchungen – so auch in unserer KUS-Studie - wird keine quantitative Korrelation zwischen unterschiedlichen Messparametern (z.B. kultivierbare gegenüber Gesamtsporenzahl) zum Nachweis von Schimmelpilzen gefunden (Toivola, 2004).

Es gibt zwei Erklärungsmöglichkeiten für den Einfluss einer stattgefundenen Wohnungsrenovierung auf die Häufigkeit einer Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzallergenen. Zum einen kann die Renovierung wegen eines Schimmelpilzschadens durchgeführt worden sein. Eine

andere Erklärung ist aber, dass die während der Renovierung verwendeten oder aus neuen Bauprodukten entweichenden Chemikalien dazu beitragen, dass es zu einer Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzen kommt. Aus den in Leipzig durchgeführten Studien zu Allergien im Kindesalter ergeben sich Hinweise, dass solche VOC einen Risikofaktor für eine Sensibilisierung und für die Ausprägung allergischer Symptome darstellen können (Diez et al., 2000, Herbarth 2003, Herbarth et al., 2006). Der Interaktion zwischen chemischen und biologischen Kontaminanten in der Innenraumluft bei der Auslösung gesundheitlicher Probleme muss mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden (Mitchell et al., 2007).

In unserer Haushaltsstudie ergaben sich aus den Messwerten zum Nachweis der Schimmelpilze nach dem Beurteilungsschema des UBA in vielen Kinderzimmern Hinweise auf eine Schimmelpilzquelle. Je nach Messparameter war danach in 17 bis 27 % der Wohnungen eine Innenraumquelle wahrscheinlich. In weiteren 10 % - 20 % der Wohnungen war eine Schimmelpilzquelle nicht auszuschließen. In der Studie von Herbarth (2003) wurde bei Anwendung nur eines Kriteriums der UBA-Leitfäden (eine Gattung > 100 KBE über Außenluft) in 48,3 % der Kinderzimmer eine Innenraumquelle festgestellt.

Bei der Befragung des Gesamtkollektivs des KUS mit den KUS- oder KiGGS-Fragebogen wurde in 15 % der Wohnungen in Deutschland ein sichtbarer Schimmelpilzbefall angegeben. In 13 % der Wohnungen wurden feuchte Wände festgestellt. Bei der Befragung im Rahmen der Haushaltsuntersuchungen, die nicht als repräsentativ anzusehen ist, wurde in 14 % der Wohnungen ein sichtbarer Schimmelpilzbefall und in 33 % der Wohnungen ein bestehender oder früherer Feuchteschaden festgestellt. In der großen europäischen LARES-Studie wurden in 25 % der untersuchten Wohnungen in mindestens einem Raum sichtbarer Schimmelpilzbefall festgestellt (WHO, 2007).

*Cladosporium* wurde in unserer KUS-Studie zunächst primär als typischer Schimmelpilz der Außenluft betrachtet, der saisonal hohe Konzentrationen erreichen kann. Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass *Cladosporium* auch bei Feuchteschäden im Innenraum eine Rolle spielt und sein Auftreten mit gesundheitlichen Beschwerden korreliert ist (Stark et al., 2002; Gent et al., 2002). In Südafrika ist *Cladosporium* sogar der Schimmelpilz, der landesweit die meisten Allergien hervorruft. Daher wurde *Cladosporium* bei der Auswertung als auch im Innenraum relevanter Schimmelpilz betrachtet und in den Sammelbegriff „Innenraumschimmelpilz“ aufgenommen.

## 5.2 Schlussfolgerungen

Für die Untersuchung zur Sensibilisierung wurden alle Kinder des KUS einbezogen. Aus Kostengründen war es aber nicht möglich, die Untersuchungen der Wohnung mit dem gesamten Kollektiv des KUS durchzuführen. Daher wurde eine Unterstichprobe von Kindern ausgewählt, um die Abhängigkeit auffälliger schimmelpilzspezifischer IgE-Werte im Serum von der häuslichen Belastung im Kinderzimmer mit Schimmelpilzen zu untersuchen. Trotz des damit relativ kleinen Kollektivs (N=531) konnten relevante Zusammenhänge zwischen Wohnungscharakteristika und Schimmelpilzwachstum sowie zwischen Schimmelpilzwachstum und Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzen festgestellt werden.

Das Teilvorhaben wurde mit dem Ziel durchgeführt, wichtige Fragen hinsichtlich Sensibilisierung von Kindern gegenüber Innenraumallergenen – mit Schwerpunkt Schimmelpilzallergene – zu beantworten. Im Folgenden werden die Fragen und die sich aus dem Projekt ergebenden Antworten zusammenfassend dargestellt.

***Wie hoch sind die Expositionen der Kinder gegenüber Innenraumallergenen und damit die qualitative und quantitative Belastung der Wohnung durch Allergene von Hausstaubmilben, Katzen und Schimmelpilzen?***

Gemäß der Befragung des Gesamtkollektivs des KUS mit den KUS- oder KiGGS-Fragebogen ergibt sich, dass in 15 % der Wohnungen in Deutschland ein sichtbarer Schimmelpilzbefall vorliegt. In 13 % der Wohnungen werden feuchte Wände festgestellt.

Schimmelpilze wurden in der Innenraumluft (kultivierbare und Gesamtsporenzahl) und im Hausstaub nachgewiesen. Eine quantitative Expositionsabschätzung ist bei Schimmelpilzen nicht sinnvoll (RKI, 2007). Es wurde daher eine qualitative Abschätzung gemäß den Vorgaben der UBA-Leitfäden vorgenommen. Je nach Messparameter war danach in 17 bis 27 % der untersuchten Wohnungen eine Innenraumquelle wahrscheinlich.

Es wurden in vielen Kinderbetten erhöhte Konzentrationen der beiden Milbenallergene festgestellt. In 13 % bzw. 24 % der untersuchten Kinderzimmer war die Konzentration > 2 µg/g Matratzenstaub. Ab dieser Konzentration wird eine mögliche Sensibilisierung angenommen. In 6 % bzw. 26 % der untersuchten Kinderzimmer war die Konzentration sogar > 10 µg/g Matratzenstaub und damit ein Risikofaktor für akute Asthmaanfälle bei sensibilisierten Kindern. Auch die Konzentration an Katzenallergenen war in vielen Kinderbetten erhöht. In 7 % der Kinderzimmer war die Konzentration sogar extrem hoch mit > 100 µg/g Matratzenstaub

***Wie häufig sind Sensibilisierungen durch Innenraumallergene versus Allergene in der Außenluft und in Lebensmitteln?***

Die Ergebnisse des KUS zeigen, dass insgesamt 8,3 % der Kinder gegenüber mindestens einem der getesteten Schimmelpilze, die im Innenraum eine Rolle spielen, sensibilisiert sind. Die Sensibilisierungsrate ist für *Penicillium chrysogenum* mit 5,0 % am höchsten. Gegenüber *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium herbarum* und *Eurotium spec.* sind 2,6 %, 2,3 %, 2,1 % und 1,6 % der Kinder sensibilisiert.

Die Sensibilisierungsraten gegenüber den tierischen Innenraumallergenen in der KUS-Stichprobe, die im Rahmen des KiGGS bestimmt wurden, liegen für Katzen- oder Hundeallergene bei je ca. 8 % und für die beiden Milbenallergene bei je ca. 19 %.

Die stärksten Außenluftallergene, die im Rahmen des KiGGS bestimmt wurden, sind Pollen von Lieschgras und Roggen mit einer Sensibilisierungshäufigkeit von 22,4 % und 20,9 %. Sensibilisierungen gegenüber einzelnen Nahrungsmittelallergenen traten in 5 % bis 10 % der Kinder auf (RKI, 2006).

Die Ergebnisse des KUS bestätigen das hohe Sensibilisierungspotential von *Alternaria alternata*, einem Schimmelpilz, der bevorzugt in der Außenluft und nur selten bei Schadensfällen im Innenraum vorkommt. 4,8 % der Kinder sind gegenüber diesem Schimmelpilz sensibilisiert.

Die Häufigkeiten von Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen liegen damit in der gleichen Größenordnung wie Sensibilisierungen gegenüber Nahrungsmittelallergenen. Die Häufigkeit von Sensibilisierungen gegenüber den beiden Milbenallergenen ist vergleichbar mit der Häufigkeit gegenüber den stärksten aerogenen Außenluftallergenen Pollen von Lieschgras und Roggen.

**Gegenüber welchen im Innenraum nachgewiesenen Schimmelpilzen treten spezifische Sensibilisierungen (Antikörper) auf?**

Sensibilisierungen treten im KUS gegenüber allen getesteten Schimmelpilzen auf. Überraschenderweise gibt es bei drei Kindern eine Sensibilisierung gegenüber *Wallemia sebi*, einem Schimmelpilz, von dem bisher angenommen wurde, dass er keine Allergien auslöst.

**Sollen Schimmelpilzarten, die bisher nicht in kommerziellen Tests zum allergologischen Screening enthalten sind, wegen häufig auftretender Sensibilisierungen zusätzlich aufgenommen werden?**

Ja; die Ergebnisse des KUS zeigen, dass die bisherigen Testsysteme zur Feststellung einer Schimmelpilzallergie unzureichend sind.

Für eine bessere Diagnostik von Schimmelpilzallergenen muss die Standardisierung von Schimmelpilzallergenextrakten verbessert werden. Zusätzliche, standardisierte Extrakte für Innenraum-relevante Schimmelpilze (z. B. *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus restrictus*, *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium citrinum*) müssen entwickelt und weitere Innenraum-relevante Allergene mittels Immunoblot mit Seren von Allergiepatienten identifiziert werden.

**Ist die Wahrscheinlichkeit für auffällige schimmelpilzspezifische IgE-Werte im Serum abhängig von der häuslichen Belastung mit Schimmelpilzen?**

Ja, die Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studie zeigen, dass in den Kinderzimmern oder Wohnzimmern der Fälle signifikant ( $p \leq 0,05$ ) häufiger sichtbarer Schimmelpilzbefall auftrat als in den Wohnungen der Kontrollen. Dies ist ein deutlicher Hinweis, dass Schimmelpilzbefall in der Wohnung ein Risikofaktor für eine Sensibilisierung gegenüber Schimmelpilzen ist.

Außerdem wurden für die Wohnungen der Fälle öfter angegeben, dass in den letzten Jahren eine Grundsanierung stattgefunden hatte ( $p \leq 0,05$ ). Die erhöhte Anzahl von Fällen in Wohnungen mit starken Sanierungsaktivitäten kann zum einen daran liegen, dass zuvor ein starker Schimmelpilzbefall vorhanden war. Es ist aber auch möglich, dass die während der Sanierung

verwendeten oder aus neuen Bauprodukten entweichenden Chemikalien einen zusätzlichen Risikofaktor für eine Sensibilisierung darstellen. Hierzu besteht weiterer Forschungsbedarf.

### ***In welchem Verhältnis stehen allergenspezifische Sensibilisierungen und allergische Erkrankungen der Atemwege?***

Aufgrund der geringen Fallzahlen wurde eine solche generelle Auswertung nicht vorgenommen. In weiterer Zusammenarbeit mit dem RKI wird geprüft, inwieweit diese Daten zur Beantwortung spezifischer Fragen hinsichtlich der Ausprägung allergischer Erkrankungen der Atemwege beitragen können.

## **5.3 Handlungsfelder**

Für die Verwertung der Ergebnisse des Kinder-Umwelt-Surveys ergeben sich damit die im Folgenden formulierten Handlungsfelder.

1. Die bisherigen Testsysteme zur Feststellung einer Schimmelpilzallergie sind unzureichend. Die Ergebnisse des KUS zeigen, dass bei Kindern gegenüber allen getesteten Schimmelpilzen, wenn auch in unterschiedlich starker Ausprägung, Sensibilisierungen auftraten. Dies ist ein starker Hinweis, dass alle Schimmelpilze Allergien auslösen können. Es sollten weitere Allergenextrakte für Innenraum-relevante Schimmelpilze entwickelt und in allergologischen Testsystemen verwendet werden.
2. Schimmelpilzbefall in der Wohnung ist ein Risikofaktor für die Entwicklung einer Schimmelpilzallergie bei Kindern. Schimmelpilzbefall sollte daher unbedingt vermieden und beim Auftreten umgehend saniert werden (UBA, 2005). Die Ergebnisse des KUS zeigen, dass vermehrt in Wohnblocks und Mehrfamilienhäusern, in älteren Häusern und städtischer Umgebung Probleme mit Schimmelpilzbefall auftreten. Bei der anstehenden Sanierung älterer Wohnungen ist unbedingt darauf zu achten, dass Wärmedämmmaßnahmen mit ausreichenden Lüftungsmaßnahmen einhergehen, um Schimmelpilzbefall zu vermeiden. Dazu sollte eine verstärkte Information der Öffentlichkeit und der beteiligten Kreise (u. a. Wohnungsbaugesellschaften, Bauherren, Architekten) stattfinden. Wärmedämmmaßnahmen sind gerade auch im sozialen Wohnungsbereich wichtig, um die Heizungskosten zu senken. Es besteht sonst die Gefahr, dass aus Kostengründen nicht ausreichend geheizt wird („fuel poverty“) mit der Folge massiven Schimmelpilzwachstums.
3. Die Ursache der erhöhten Anzahl von Kindern mit Schimmelpilzsensibilisierungen in Wohnungen mit starken Sanierungsaktivitäten kann aus den Daten des KUS nicht abgeleitet werden. Eine Erklärung ist, dass die Sanierung aufgrund eines Schimmelpilzbefalls stattgefunden hat. Aus der Literatur (Diez et al., 2000, Herbarth, 2003, Herbarth et al., 2006) gibt es aber auch Hinweise, dass die während der Sanierung verwendeten oder aus neuen Bauprodukten entweichenden Chemikalien einen zusätzlichen Risikofaktor für eine Sensibilisierung und für die Ausprägung allergischer Symptome darstellen können. Auch aus diesem Grund sollte die Entwicklung und Prüfung emissionsarmer Baustoffe vorangetrieben werden.



## 6 Verzeichnisse

### 6.1 Literaturverzeichnis

Aschpurwis + Behrens (2001) BIK-Regionen. Ballungsräume, Stadtregionen, Mittel-/ Untere Zentrengebiete. Methodenbeschreibung zur Aktualisierung 2000. Hamburg

Becker K, Müssig-Zufika M, Conrad A et al. (2007): Kinder-Umwelt-Survey 2003/06 (KUS), Human-Biomonitoring: Stoffgehalte in Blut und Urin der Kinder in Deutschland. Umweltbundesamt, WaBoLu-Hefte 01/07

Bardana EJ (2003): Indoor air quality and health does fungal contamination play a significant role? *Immunol Allergy Clin North Am* 23:291-309

Brasel TL, Douglas DR, Wilson SC, Straus DC (2005): Detection of airborne *Stachybotrys chartarum* macrocyclic trichothecene mycotoxins on particulates smaller than conidia. *Appl Environ Microbiol* 71:114-122

Bornehag C.G.; Blomquist, G.; Gyntelberg, F.; Jarholm, B.; Malmberg, P.; Nordvall, L.; Nielsen A.; Pershagen, G.; Sundell, J. (2001) Dampness in Buildings and health: Nordic interdisciplinary review of the scientific evidence on associations between exposure to "dampness" in buildings and health effects (NORDDAMP). *Indoor Air* 11: 72-86

Bornehag CG, Sundell J, Bonini S et al. (2004): Dampness in buildings as a risk factor for health effects, EUROEXPO: a multidisciplinary review of the literature (1998-2000) on dampness and mite exposure in buildings and health effects. *Indoor Air* 14, 4:243-257

Chen, C.-M.; Gehring, U.; Wickman, M.; Hoek, G.; Giovannangelo, M.; Nordling, E.; Wijga, A.; de Jongste, J.; Pershagen, G.; Almquist, C.; Kerkhof, M.; Bellander, T.; Wichmann, H.-E.; Brunekref, B.; Heinrich, J. (2008) Domestic cat allergen and allergic sensitisation in young children. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 211 : 337-344

Chew, G.; Douwes, J.; DOekes, G.; et al. (2001) Fungal extracellular polysaccharides,  $\beta(1\rightarrow3)$ -glucans, and culturable fungi in repeated sampling of house dust. *Indoor Air* 11: 171.178

Cho S, Seo S, Schmechel D, Grinshpun SA, Reponen T (2005): Aerodynamic characteristics and respiratory deposition of fungal fragments. *Atm Environ* 39:5454-5465

Cramer, R.; Weichel, M.; Flückiger, S.; et al. (2006) Fungal allergies: a yet unsolved problem. In: Cramer, R. (Hrsg) *Allergy and asthma in modern society: a scientific approach*. Chem. Immunol. Allergy 91:121-133, Karger, Basel.

Diez U, Kroeßner T, Rehwagen M et al. (2000): Effects of indoor painting and smoking on airway symptoms in atopy risk children in the first year of life – results of the LARS study. *Int J Hyg Environ Health* 203:23-28

Douwes J, Pearce N (2003): Invited Commentary: Is indoor mould exposure a risk factor for asthma? *Am J Epidemiol* 158:203-206

Ehrenstein O, von, Mutius E, von Illi S. (2000): Reduced risk of hay fever and asthma among children of farmers. *Clin Exp Allergy* 30, 187-193

Ehrenstein O, von Mutius E (2002): Asthma, allergies and respiratory health. In: World Health Organization, Regional Office for Europe and European Environment Agency (ed.): *Children's health and environment: A review of evidence*. Environmental Issue Report No. 29, p. 44-65.

Engelhardt S, Gilges S, Exner M (1996): Expositionsrisiko von Kindern gegenüber Innenraumallergenen. *Zlb Hyg* 199:320-333

- Fischer G, Thißen R, Hinz RK et al. (2005): Luftgetragene Schimmelpilze in der Umwelt des Menschen - gesundheitliche Relevanz und Möglichkeiten der Risikobewertung. *Gefahrst Reinhalt Luft* 65:335-340
- Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ (2007): Meta-analysis of the associations of respiratory health effects with dampness and molds in homes. *Indoor Air* 17,4: 284-296
- Frisk M, Magnuson A, Kiviloog J, Ivarsson AB, Kamwendo K (2007): Increase in occurrence of respiratory symptoms is associated with indoor climate risk indicators – a cross-sectional study in a Swedish population. *Resp Med* 101:2031-2035
- Fung F, Hughson WG (2003): Health effects of indoor fungal bioaerosol exposure. *Appl Occup Environ Hyg* 18:535-544
- Gabrio T, Dill I, Fischer G et al. (2003): Ringversuch - Differenzierung von innenraumrelevanten Schimmelpilzen. *Allergologie* 26:95-102
- Gabrio T, Link B, Weidner U, et al. (2006): Innenraumrelevante Schimmelpilze im Zusammenhang mit Allergien. *Derm* 13:27-36
- Gabrio T, Link B, Weidner U, Zöllner, I. (2007): Innenraumrelevante Schimmelpilze im Zusammenhang mit Allergien. *Forum HNO* 9: 4-12
- Gent J, Ren P, Belanger K et al. (2002): Levels of household mold associated with respiratory symptoms in the first year of life in a cohort at risk for asthma. *Environ Health Perspect* 110:A781-A786
- Gorny RL (2004): Filamentous microorganisms and their fragments in indoor air – a review. *Ann Agric Environ Med* 11:185-197
- Green BJ, Sercombe JK, Tovey ER (2005): Fungal fragments and undocumented conidia function as new aeroallergen sources. *J Allergy Clin Immunol* 115, 5:1043-8
- Green BJ, Tovey ER, Sercombe JK et al. (2006): Airborne fungal fragments and allergenicity. *Med Mycol* 44, Suppl. 1:S245-255
- Heinrich J, Frye C, Holscher B et al. (2001): Umweltmedizinische Untersuchungen im Raum Bitterfeld, im Raum Hettstedt und einem Vergleichsgebiet 1992 – 2000. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes, Förderkennzeichen 298 61 274
- Heinrich J, Holscher B, Douwes J et al. (2003): Reproducibility of allergen, endotoxin and fungi measurements in the indoor environment. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 13:152-160
- Helbling A, Reimers A (2003): Immunotherapy in fungal allergy. *Curr Allergy Asthma Rep* 3, 5: 447-53
- Helbling A, Reese G, Horner WE et al. (1994): Aktuelles zur Pilzsporen-Allergie. *Schweiz Med Wochenschr* 124:885-892
- Herbarth O (2003): Allergien im Kindesalter – Epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen lufthygienischen Belastungen und allergischen Erkrankungen. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 46:732-738
- Herbarth O, Fritz GJ, Rehwagen M et al. (2006): Association between indoor renovation activities and eczema in early childhood. *Int J Hyg Environ Health* 209:241-247
- Herzum I, Blümer N, Kersten W, Renz H (2005): Diagnostic and analytical performance of a screening panel for allergy. *Clin Chem Lab Med* 43, 9:963-966

- Hölling H, Kamtsiuris P, Lange M et al. (2007): Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Studienmanagement und Durchführung der Feldarbeit. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50, 5/6:557-566
- Institute of Medicine (IOM), Committee on the Assessment of Asthma and Indoor Air, Division of Health Promotion and Disease Prevention (2001): Clearing the air: asthma and indoor air exposure. The National Academy Press, Washington DC
- Institute of Medicine (IOM), Committee on Damp Indoor Spaces and Health, Board of Health Promotion and Disease Prevention (2004): Damp indoor spaces and health. The National Academies Press, Washington DC
- ISAAC Steering Committee (1998): Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. The International Study on Asthma and Allergies in Childhood. Lancet 351:1225-1232
- Jorde W (2000): Widersprüchliches bei Testungen mit Schimmelpilzallergenen am Beispiel des Pilzes *Phoma betae*. In: Jorde W (Hrsg) Schimmelpilzallergie - Ökologie der Schimmelpilze, Extrakterstellung, Innenraumproblematik, Diagnostik, Therapie, Nahrungsmittelallergie. Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle, München-Deisenhofen
- Kamtsiuris P, Lange M, Schaffrath-Rosario A (2007): Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey: Stichprobendesign, Response und Non-Responder-Analyse. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50, 5-6:547-556
- Kersten W (2002): Vergleich des AllergyScreen (MEDIWISS Analytic, Mores) mit dem Hauttest (HAL, Düsseldorf - in-vivo) und dem CAP-System (Pharmacia, Freiburg - in-vitro). Allergologie 25, 4:203-208
- Kersten W, von Wahl PG (1989): Schimmelpilzallergie. Klinische Untersuchungsergebnisse. Allergologie 12:174-178
- Kolstad HA, Brauer C, Iversen M et al. (2002): Do indoor molds in nonindustrial environments threaten workers' health? A review of the epidemiologic evidence. Epidemiol Rev 24:203-217
- Krämer U (2002): Veränderungen in der Prävalenz von Atemwegserkrankungen und Allergien zwischen 1991 und 2000. In: Ministerium für Gesundheit und Soziales des Landes Sachsen-Anhalt (Hrsg.): Auswirkungen der Umwelt auf die Gesundheit von Kindern. Umweltmedizinische Untersuchungen. Schulanfängerstudie, S. 60-72
- Kuhn DM, Ghannoum MA (2003): Indoor mold, toxigenic fungi, and *Stachybotrys chartarum*: infectious disease perspective. Clin Microbiol Rev 16:144-172
- Kurth BM, Bergmann KE, Hölling H et al. (2002): Der bundesweite Kinder- und Jugendsurvey – Das Gesamtkonzept. Gesundheitswesen, 64 Sonderheft 1:3-11
- LARS – Studie siehe Müller, A.
- Lau S, Illi S, Sommerfeld C, Niggemann B et al. (2000): Early exposure to house-dst mite and cat allergens and development of childhood asthma: a cohort study. Multicentre Allergy Study Group. Lancet 356:1392-1397
- Lange M, Kamtsiuris P, Lnage C (2007). Messung soziodemografischer Merkmale im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) und deren Bedeutung am Beispiel des allgemeinen Gesundheitszustandes. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50: 578-589
- LGA (Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Hrsg.): Beobachtungsgesundheitsämter. Belastungs- und Wirkungsmonitoring, Untersuchung 2000/01. Stuttgart. Heft 1, 2002
- Loidolt D, Gailhofer G, Pongratz M et al. (1989): Interdisziplinäre Betrachtung zum Thema "Pilzsporenallergie". Allergologie 12:427-431

- Merk HF (Hrsg) (1998): Allergologie - Textbuch und Farbatlas (dt. Ausgabe). In: Mygind N, Dahl R, Pedersen S et al.: Allergology. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin - Wien
- Miraglia del Giudice M, Pedulla M, Piacentini GL et al. (2002) Atopy and house dust mite sensitization as risk factors for asthma in children. *Allergy* 57:169-172
- Mitchell CS, Zhang JJ, Sjsgaard T et al. (2007): Current state of the Science: Health effects and indoor environmental quality. *Environ Health Perspect* 115: 958-964
- Mücke W, Lemmen C (2004): Schimmelpilze. In: Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G (Hrsg): Handbuch der Umweltmedizin, Sektion VII-6, 30. Erg. Lfg. 12/04. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech
- Müller A, Lehmann I, Seiffart A et al. (2002): Increase of incidence of allergic sensitisation and respiratory diseases by mould exposure: Results of the Leipzig Allergy High-Risk children Study (LARS). *J Hyg Environ Health* 204:1-3
- Mudarri D, Fisk WJ (2007): Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air* 17:226-235
- Nowak D, Heinrich J, Jorres R et al. (1996): Prevalence of respiratory symptoms, bronchial hyperresponsiveness and atopy among adults: west and east Germany. *Eur Respir J* 9, 12:2541-2552
- Park JH, Cox-Ganser J, Rao C, Kreiss K (2006): Fungal and endotoxin measurements in dust associated with respiratory symptoms in a water-damaged office building. *Indoor Air* 16:192-203
- Peat JK, Dickerson J, Li J (1998): Effects of damp and mould in the home on respiratory health: a review of the literature. *Allergy* 53:120-128
- Pekkanen J, Hyvärinen A, Haverinen-Shaughnessy U et al. (2007): Moisture damage and childhood asthma: a population-based incident case-control study. *Eur Respir J* 29:509-515
- Piecková E, Jesenská Z (1999): Microscopic fungi in dwellings and their health implications in humans. *Ann Agr Environ Med* 6:1-11
- Platt-Mills TA, Vervloet D, Thomas WR et al. (1997): Indoor allergens and asthma: report of the Third International Workshop. *J. Allergy Clin Immunol* 100: 2-24
- Ranft U, Sugiri D, Krämer U et al. (2002): Schulbildung der Eltern als Sozialschichtindikator und die Gesundheit 6-jähriger Kinder - Vergleich zwischen Ost- und Westdeutschland und Trend im ersten Jahrzehnt nach der Wiedervereinigung. 47. Jahrestagung der GMDS und der 10. Jahrestagung der DAE, Berlin, September 2002. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* 33, 2-3:156-157
- RKI (2006): Erste Ergebnisse der KiGGS-Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. RKI, Berlin
- RKI (2007): Empfehlung des Robert Koch-Instituts: Schimmelpilzbelastung in Innenräumen – Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Maßnahmen Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50:1308-1323
- Robbins CA, Swenson LJ, Nealley ML et al. (2000): Health effects of mycotoxins in indoor air: a critical review. *Appl Occup Environ Hyg* 15:773-784
- Schaffrath-Rosario A (2007): Gewichtung der Daten des Kinder-Umwelt-Surveys. Persönliche Mitteilung.
- Schenk L, Ellert U, Neuhauser H (2007): Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund in Deutschland. Methodische Aspekte im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50, 5-6:590-599

- Schenk et. Al., Robert Koch-Institut Berlin, Persönliche Mitteilung, 2006.
- Schlaud M, Atzpodien K, Thierfelder W (2007): Allergische Erkrankungen. Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50, 5/6:701-710
- Schulz C, Babisch W, Becker K et al. (2004): Kinder-Umwelt-Survey – das Umweltmodul im KiGGS. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 11:1066-1072
- Seltzer JM und Fedoruk MD (2007): Health effects of mould in children. *Pediatr Clin N Am* 54:309-333
- Stark PC, Burge HA, Ryan LM et al. (2002): Fungal levels in the home and lower respiratory tract illness in the first year of life. *Am J Respir Crit Care Med* 168:232-237
- Thierfelder W (2007): Die Bestimmung von allergiespezifischem IgE im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) des Robert Koch-Instituts. *UMID* 3:16-18
- Toivola M, Nevalainen A, Alm S (2004): Personal exposures to particles and microbes in relation to microenvironmental concentrations. *Indoor Air* 14:351-359
- UBA (Umweltbundesamt, 2005): Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilzsanierungsleitfaden“), Dessau/Berlin
- Verhoeff AP, van Reenen-Hoekstra ES, Samson RA et al. (1994): Fungal propagules in house dust. I. Comparison of analytical methods and their value as estimators of potential fungal exposure. *Allergy* 49:533-539
- Wichmann HE, Wjst M, Heinrich J (1995): Innenraumbelastungen, Asthma und Allergien - Zwischenbericht und Ausblick aus epidemiologischer Sicht. *Allergologie* 18:482-494
- WHO Europe (2007): LARES Large Analysis and Review of European housing and health status – preliminary overview. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark
- WHO (2008): Development of WHO guidelines for indoor air quality: Dampness and mold. Report on a Working group meeting. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark
- WHO (2009): WHO guidelines for indoor air quality: Dampness and mold. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark
- Wolf U, Oberwöhrmann S, Roßkamp E et al. (2004): Kinder-Umwelt-Survey - das Umweltmodul im KiGGS. Teil 2: Das erste Jahr Feldarbeit. Bundesgesundhbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 47, 11:1073-1077
- Zeldin D, Eggleston P, Chapman M et al. (2006): How exposure to biologics influence the induction and incidence of asthma. *Environ Health Perspect* 114:620-626
- Zureik M, Neikirch C, Leynaert B et al. (2002): Sensitisation to airborne moulds and severity of asthma: cross sectional study from European Community respiratory health survey. *BMJ* 325:411



## 6.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 3.2.1:	Im KiGGS durchgeführte Tests auf spezifisches IgE im Serum.....	14
Tab. 3.2.2:	Umsetzung der spezifischen IgE-Gehalte in Klassen .....	15
Tab. 3.2.3:	Vergleich der mit dem AllergyScreen™- und dem CAP-Test erhaltenen 20 positiven Ergebnisse zur Sensibilisierung gegenüber <i>Alternaria alternata</i> .....	16
Tab. 3.4.1:	Zusammenstellung der Arten und Gattungen die bei Luftproben möglichst bis zur Art differenziert wurden .....	19
Tab. 3.4.2:	Zusammenstellung der Arten und Gattungen die bei Hausstaubproben möglichst bis zur Art differenziert wurden.....	21
Tab. 4.1.1:	Sensibilisierungsraten gegenüber Schimmelpilzallergenen.....	26
Tab. 4.1.2:	Anteil der Kinder mit Sensibilisierungen und Allergiestatus der Eltern.....	28
Tab. 4.1.3:	Sensibilisierungsraten nach Geschlecht und Lebensalter .....	28
Tab. 4.1.4:	Homogenität (Chi-Quadrat, Phi-Koeffizient) zwischen den pilzspezifischen Sensibilisierungen.....	30
Tab. 4.1.5:	Kinder mit Sensibilisierung gegenüber nur einem Schimmelpilz.....	31
Tab. 4.1.6:	Sensibilisierung gegen Schimmelpilze und gegen die übrigen im KiGGS erfassten Sensibilisierungen .....	31
Tab. 4.2.1:	Wohnungen mit Kindern in Deutschland mit Feuchte/Schimmelproblem.....	33
Tab. 4.2.2:	Schimmelpilze in Wohnung, Gebäudestandort und Gebäudecharakteristik .....	34
Tab. 4.2.3:	Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle nach Parameter.....	35
Tab. 4.2.4:	Anzahl der Wohnungen, mit auffälligen Konzentrationen an <i>Alternaria</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp. oder <i>Cladosporium herbarum</i> .....	35
Tab. 4.3.1:	Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus der Messung der kultivierbaren Schimmelpilze in der Luft.....	36
Tab. 4.3.2:	Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus der Messung der Gesamtsporenzahl in der Luft .....	36
Tab. 4.3.3:	Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus der Messung der kultivierbaren Schimmelpilze im Staub.....	37
Tab. 4.3.4:	Wahrscheinlichkeit einer Innenraumquelle, abgeleitet aus allen Schimmelpilzmessungen .....	37
Tab. 4.3.5:	Zusammenhang zwischen Sensibilisierung und Wohnungscharakteristika .....	38
Tab. 4.3.6:	Sensibilisierungen gegenüber mindestens einem Innenraumschimmelpilz in Abhängigkeit von Wohnungscharakteristika .....	38
Tab. 4.4.1:	Vorkommen des Milbenallergens Der p1 im Matratzenstaub, Kinderzimmer.....	39
Tab. 4.4.2:	Vorkommen des Milbenallergens Der f1 im Matratzenstaub, Kinderzimmer.....	39
Tab. 4.4.3:	Vorkommen des Katzenallergens Fel d1 im Matratzenstaub, Kinderzimmer .....	39

### 6.3 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Einw.	Einwohner
IU	International Units
k	Koloniebildende Einheiten
KI	Konfidenzintervall
KiGGS	Kinder- und Jugendgesundheitssurvey
KUS	Kinder-Umwelt-Survey
n	Umfang einer Teilstichprobe
N	Umfang der Gesamtstichprobe
P	Wahrscheinlichkeit
r	Korrelationskoeffizient
RKI	Robert Koch-Institut
Tab.	Tabelle
UBA	Umweltbundesamt



## 6.4 Verzeichnis der Variablen

Zielgröße: Sensibilisierung gegenüber Innenraumschimmelpilzen

### Einflussfaktoren

- Sporenzahlbestimmung von Schimmelpilzen im Kinderzimmer (*Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus fumigatus*, *Wallemia sebi*, *Eurotium spec.*, *Cladosporium herbarum*)
- Feuchte Wände
- Schimmel in der Wohnung
- Schimmel im Kinderzimmer

### Kovariate, Confounder

- Soziodemographie
- Eltern mit Allergien
- Sonstiges

Zusatzauswertungen: Andere Allergien, Asthma

### Anmerkung zu den Prozentangaben:

Prozent der gültigen Werte ohne „weiß nicht“.  
Gewichtete Auswertung.

### Quelle: Fragebögen des Kinder-Umwelt-Surveys (KUS):

Die Fragebögen des KUS befinden sich als PDF-Dateien zum Herunterladen auf der Website:  
<http://www.umweltbundesamt.de/survey/frage/index.htm>.

### Quelle: Fragebögen des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KiGGS):

Die Fragebögen des KiGGS können beim RKI angefordert werden  
(<http://www.kiggs.de/experten/frageboegen/index.4ml>)

## Zielgröße: Sensibilisierung

Bestimmung der Immunglobuline im Blutserum gegenüber Schimmelpilze	
Messwert	Bestimmung der IgE im Serum gegenüber <i>Penicillium chrysogenum</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> , <i>Wallemia sebi</i> , <i>Eurotium spp.</i> und <i>Alternaria alternata</i> . Test entwickelt durch ADL Matritech GmbH. Bestimmung der IgE gegenüber <i>Cladosporium herbarum</i> und <i>Aspergillus fumigatus</i> mittels ImmunoCAP 1.000-System durch das RKI, Messwerte kategorisiert
IgE-Klassen	<ul style="list-style-type: none"><li>• kleiner 0,35 IU/l - nicht nachweisbar</li><li>• 0,35 bis 0,7 IU/l – niedrig</li><li>• 0,7 bis kleiner 3,5 IU/l – erhöht</li><li>• 3,5 bis kleiner 17,5 IU/l – deutlich erhöht</li><li>• 17,5 bis kleiner 50 IU/l – hoch</li><li>• 50 bis kleiner 100 IU/l – sehr hoch</li><li>• 100 IU/l und größer – extrem hoch</li></ul>

## Soziodemographie

### ▷ Geschlecht

Index	Variable: sex
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• männlich</li><li>• weiblich</li></ul>

### ▷ Alter (4-stufig)

Index	Abgeschlossenes Lebensalter zum Zeitpunkt der Untersuchung, zusammengefasst in vier Alterstufen. Anm.: als 14-Jährige zählen auch 2 Probanden, die kurz vor der Untersuchung 15 Jahre alt wurden
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3 bis 5 Jahre</li><li>• 6 bis 8 Jahre</li><li>• 9 bis 11 Jahre</li><li>• 12 bis 14 Jahre</li></ul>

### ▷ Sozialstatus

Index	Winkler-Index - zusammengesetzt aus den Angaben: Bildung, berufliche Stellung und Einkommen der Eltern (Lange et al., 2007). (Variable: schichtz)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• niedrig</li><li>• mittel</li><li>• hoch</li></ul>

### ▷ Migrantenstatus

Index	Zusammengesetzt aus den Angaben: Geburtsland des Kindes, Geburtsland von Vater und Mutter und Staatsangehörigkeit von Vater und Mutter (Variable: migrant)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• Migrant/in</li><li>• Kein/e Migrant/in</li></ul>
Anmerkung	Als Migrant werden Kinder und Jugendliche definiert, die entweder selbst in einem anderen Land geboren wurden, oder deren beide Elternteile zugewandert und/oder nichtdeutscher Staatsangehörigkeit sind (Persönliche Mitteilung Schenk et al., 2006, RKI).

## Wohnumgebung

### ▷ Region

Merkmal	Wohnort des Befragten zum Zeitpunkt der Erhebung (Variable: ostwest aus KUS)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• neue Länder (incl. Berlin, Ost)</li><li>• alte Länder (incl. Berlin, West)</li></ul>

<b>▷ Gemeindegröße</b>	
Merkmal	BIK Gemeindegröße (Aschpurwis & Behrens GmbH 2001) (Variable: BIK), 2-stufig zusammengefasst
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unter 100.000 Einw.</li> <li>• ab 100.000 Einw.</li> </ul>

<b>▷ Gemeindetyp</b>	
Merkmal	Vom Interviewer eingeschätzte unmittelbare Wohnumgebung (Variable: w04a)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ländlich</li> <li>• vorstädtisch</li> <li>• städtisch</li> </ul>

## Angaben zum Wohnhaus

<b>▷ Haustyp</b>	
Frage	Angabe des Umweltinterviewers zum Haustyp (Variable: w03)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochhaus</li> <li>• Mehrfamilienhaus</li> <li>• Zweifamilienhaus</li> <li>• Einfamilienhaus</li> </ul>

<b>▷ Bauweise</b>	
Frage	Welche Bauweise liegt bei dem Haus vor, in dem ihr Kind hauptsächlich lebt? (Variable: s09 a bis f; Mehrfachantworten möglich)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehm-/Fachwerkbau (ja/nein)</li> <li>• Holzhaus (ja/nein)</li> <li>• Beton-Plattenbau (ja/nein)</li> <li>• Fertigbau (ja/nein)</li> <li>• Massivbauweise (ja/nein)</li> <li>• Sonstige Bauweise (ja/nein)</li> </ul>

<b>▷ Baujahr des Wohnhauses</b>	
Frage	Wann wurde dieses Haus fertiggestellt? Wenn Sie es nicht genau wissen, schätzen Sie bitte (Variable gebildet aus den Angaben zu s10, s10_z1, s10_z2 und s10_z3)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vor 1949</li> <li>• 1950 bis 1979</li> <li>• 1980 bis 1994</li> <li>• nach 1995</li> </ul>

<b>▷ Grundsaniertes Haus</b>	
Index	Wurde dieses Haus schon einmal grundsaniert? (Variable: s10a)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> <li>• weiß nicht</li> </ul>

## Schimmel in der Wohnung

### ▷ Feuchteschaden in der Wohnung

Frage	Gibt oder gab es einen Feuchteschaden in der Wohnung? (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Frage 3.5)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• ja</li><li>• nein</li></ul>
Anmerkung	Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie

### ▷ Feuchte Wände / Decken in der Wohnung auf mindestens 0,5 m<sup>2</sup>

Frage	Gibt es einzelne Wände oder Decken in dieser Wohnung / diesem Haus, auf einer Fläche von mindestens 0,5 m <sup>2</sup> feucht sind? Anm.: Variable berechnet aus s33a1 und s33a3_z
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• ja</li><li>• nein</li></ul>

### ▷ Feuchteschaden im Kinderzimmer (Zimmer in dem sich das Kind am längsten aufhält)

Frage	Gibt es derzeit, oder gab es früher schon mal einen Feuchteschaden im Kinderzimmer (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Frage 4.18)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• &lt; 0,5 m<sup>2</sup></li><li>• &gt; 0,5 m<sup>2</sup></li></ul>
Anmerkung	Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie

### ▷ Schimmelig / modrig riechender Raum in der Wohnung

Frage	Gibt es einen oder mehrere Räume in dieser Wohnung / diesem Haus, in dem / in denen es nach Schimmel oder „modrig“ riecht? (Variable gebildet aus s34a und s34b; Angaben zu Kellerräumen, die nicht zu den Wohnräumen gehören wurden nicht berücksichtigt)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• ja</li><li>• nein</li></ul>

### ▷ Schimmlicher / modriger Geruch im Kinderzimmer (Zimmer in dem sich das Kind am längsten aufhält)

Frage	Gibt es derzeit, oder gab es früher schon mal einen schimmlichen / modrigen Geruch im Kinderzimmer (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Frage 4.17)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• ja</li><li>• nein</li></ul>
Anmerkung	Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie

### ▷ Aktuell schimmlicher / modriger Geruch in Wohn- und Kinderzimmer

Frage	Gibt es derzeit einen schimmlichen / modrigen Geruch im Wohn- oder Kinderzimmer (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Variable gebildet aus den Angaben zu Frage 3.7 und 4.17)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"><li>• ja</li><li>• nein</li></ul>
Anmerkung	Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie

- |   |  |
|---|--|
| <b>▷ Aktuell schimmlicher / modriger Geruch in der Wohnung (ohne Kellerräume)</b> |  |
| Frage   | Gibt es derzeit einen schimmlichen / modrigen Geruch in der Wohnung (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Frage 3.7) |
| Kategorien  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> </ul>   |
| Anmerkung   | Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie  |
- 
- |  |  |
|--|--|
| <b>▷ Schimmliche Wände / Decken in der Wohnung</b> |  |
| Frage  | Gibt es einzelne Wände oder Decken in dieser Wohnung / diesem Haus, die schimmlich sind? (Variable: s33b1) |
| Kategorien   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> </ul>                                     |
- 
- |   |  |
|---|--|
| <b>▷ Schimmliche Wände / Decken in der Wohnung auf mindestens 0,5 m<sup>2</sup></b> |  |
| Frage   | Gibt es einzelne Wände oder Decken in dieser Wohnung / diesem Haus, auf einer Fläche von mindestens 0,5 m <sup>2</sup> schimmlich sind? Anm.: Variable berechnet aus s33b1 und s33b3_z |
| Kategorien  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> </ul>   |
- 
- |   |   |
|---|---|
| <b>▷ Aktuell sichtbarer Schimmelbefall in der Wohnung</b> |   |
| Frage   | Aktuell sichtbarer Pilzbefall in der Wohnung (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Frage 3.7) |
| Kategorien  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> </ul>                        |
| Anmerkung   | Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie                                     |
- 
- |   |   |
|---|---|
| <b>▷ Schimmlicher / modriger Geruch und/oder sichtbarer Schimmelbefall in der Wohnung</b> |   |
| Frage   | Gibt oder gab es in der Wohnung schimmlichen/modrigen Geruch und / oder sichtbaren Pilzbefall (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Variable gebildet aus den Angaben zu Frage 3.7 und 3.8) |
| Kategorien  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> </ul>  |
| Anmerkung   | Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie   |
- 
- |   |   |
|---|---|
| <b>▷ Aktuell sichtbarer Schimmelbefall in der Wohnung auf mehr als 0,5m<sup>2</sup></b> |   |
| Frage   | Befallsgröße (insgesamt) des aktuell sichtbaren Pilzbefalls in der Wohnung (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Frage 3.7) |
| Kategorien  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,5 m<sup>2</sup></li> <li>• &gt; 0,5 m<sup>2</sup></li> </ul>                |
| Anmerkung   | Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie   |

<b>▷ Sporenbelastung der Innenraumlufte des Kinderzimmers</b>	
Messwert	Probenahme der Raumlufte und Erfassung der Koloniebildenden-Einheiten von Schimmelpilzen auf Nährböden, Vergleich mit der einer Probe der Außenluft und Beurteilung des Vorkommens einer Innenraumquelle, kategorisiert
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innenraumquelle unwahrscheinlich</li> <li>• Innenraumquelle nicht auszuschließen</li> <li>• Innenraumquelle wahrscheinlich</li> </ul>

<b>▷ Sporenbelastung der Innenraumlufte des Kinderzimmers (Partikelzählung)</b>	
Messwert	Beprobung des Luftstaubs und mikroskopische Zählung der enthaltenen Partikel von Schimmelpilzen, Vergleich mit der einer Probe der Außenluft und Beurteilung des Vorkommens einer Innenraumquelle, kategorisiert
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innenraumquelle unwahrscheinlich</li> <li>• Innenraumquelle nicht auszuschließen</li> <li>• Innenraumquelle wahrscheinlich</li> </ul>

<b>▷ Sporenbelastung im Bodenstaube des Kinderzimmers</b>	
Messwert	Beprobung des Bodenstaubs und Erfassung der Koloniebildenden-Einheiten von Schimmelpilzen in der Probe, Vergleich mit der einer Probe der Außenluft und Beurteilung des Vorkommens einer Innenraumquelle, kategorisiert
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innenraumquelle unwahrscheinlich</li> <li>• Innenraumquelle nicht auszuschließen</li> <li>• Innenraumquelle wahrscheinlich</li> </ul>

<b>▷ Sporenbelastung im Kinderzimmer (Gesamtbewertung)</b>	
Messwert	Expertenbewertung des Vorkommens einer Innenraumquelle für Schimmelsporen auf Grundlage der Einzelmessungen (Luftprobe: kultivierbare Pilze, Luftprobe: mikroskopische Zählung, Bodenstaube: kultivierbare Pilze , kategorisiert)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innenraumquelle unwahrscheinlich</li> <li>• Innenraumquelle nicht auszuschließen</li> <li>• Innenraumquelle wahrscheinlich</li> </ul>

## Sensibilisierungen / Allergien

<b>▷ Bestimmung der Immunglobuline im Blutserum gegenüber anderen Allergenen</b>	
Messwert	Bestimmung von IgE durch das RKI mittels Testpanel ImmunoCAP 1.000-System. Erfasst wurden die wichtigsten Sensibilisierungen aus dem Indoor-Bereich : <i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> , <i>Dermatophagoides farinae</i> , Katzenschuppen, Pferdeepithelien, Hundeschuppen, Eiklar, Erdnuss, Sojabohne, Milcheiweiß, Karotte, Kartoffel, Weizenmehl, Grüner Apfel, Reis, Roggen, Lieschgras, Birke, Beifuß
IgE-Klassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kleiner 0,35 IU/l - nicht nachweisbar</li> <li>• 0,35 bis 0,7 IU/l – niedrig</li> <li>• 0,7 bis kleiner 3,5 IU/l – erhöht</li> <li>• 3,5 bis kleiner 17,5 IU/l – deutlich erhöht</li> <li>• 17,5 bis kleiner 50 IU/l – hoch</li> <li>• 50 bis kleiner 100 IU/l – sehr hoch</li> <li>• 100 IU/l und größer – extrem hoch</li> </ul>
<b>▷ Bestimmung von Allergenen der Hauskatze</b>	
Messwert	Im Matratzenstaub des Bettes in dem das Kind hauptsächlich schläft wurden die Allergenkonzentration des Allergens Fel d1 der Hauskatze bestimmt.
Konzentrations-Klassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 100 µg/g</li> <li>• ≥ 100 µg/g und &lt; 1000 µg/g</li> <li>• ≥1000 µg/g</li> </ul>
Anmerkung	Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie
<b>▷ Bestimmung von Allergenen von Milben</b>	
Messwert	Im Matratzenstaub des Bettes in dem das Kind hauptsächlich schläft wurden die Konzentrationen der Milbenallergene Der p1 und Der f1 bestimmt.
Konzentrations-Klassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt; 0,2 µg/g</li> <li>• ≥ 0,2 µg/g und &lt; 10 µg/g</li> <li>• ≥10 µg/g</li> </ul>
Anmerkung	Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie
<b>▷ Haustiere in der Wohnung</b>	
Frage	Gegenwärtiges Halten von Haustieren in der Wohnung ? (Fragebogen zur Fall-Kontroll-Studie: Frage 3.2)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> </ul>
Anmerkung	Nur verwendet für die Auswertung der Fall-Kontroll-Studie
<b>▷ Eltern mit Allergien</b>	
Frage	Variable gebildet aus den Angaben zu Eltern über Neurodermitis, endogenes Ekzem, Heuschnupfen, Bronchialasthma und sonstigen Allergien (Variable: s49b1, s49b2, s50b1 und s50b2)
Kategorien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ja</li> <li>• nein</li> </ul>





## 7 Tabellenanhang

### 7.1 Sensibilisierungen gegen Innenraumschimmelpilzen bei Kindern in Deutschland

Tab. 7.1.1: Stichprobenvergleich KUS- mit KiGGS-Stichprobe: Aspergillus fumigatus

<i>Aspergillus fumigatus</i>		KUS					KiGGS				
		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		n	%	95%-KI	%	95%-KI	n	%	95%-KI	%	95%-KI
<b>Jungen</b>	3 bis 5	168	100		0,0		1056	99,1	(98,6 - 99,7)	0,9	(0,3 - 1,4)
	6 bis 8	180	97,4	(95,1 - 99,7)	2,6	(0,3 - 4,9)	1314	97,8	(97 - 98,6)	2,2	(1,4 - 3,0)
	9 bis 11	188	94,9	(91,8 - 98,0)	5,1	(2,0 - 8,2)	1324	96,3	(95,3 - 97,3)	3,7	(2,7 - 4,7)
	12 bis 14	239	94,1	(91,2 - 97,1)	5,9	(2,9 - 8,8)	1553	95,6	(94,6 - 96,6)	4,4	(3,4 - 5,4)
	Gesamt	775	96,4	(95,0 - 97,7)	3,6	(2,3 - 5,0)	5247	97,0	(96,6 - 97,5)	3,0	(2,5 - 3,4)
<b>Mädchen</b>	3 bis 5	165	100		0,0		978	99,5	(99,1 - 100)	0,5	(0 - 0,9)
	6 bis 8	196	98,9	(97,5 - 100)	1,1	(0 - 2,5)	1208	99,2	(98,7 - 99,7)	0,8	(0,3 - 1,3)
	9 bis 11	192	97,8	(95,7 - 99,9)	2,2	(0,1 - 4,3)	1268	98,3	(97,6 - 99)	1,7	(1,0 - 2,4)
	12 bis 14	218	98,9	(97,6 - 100)	1,1	(0 - 2,4)	1488	98,2	(97,5 - 98,8)	1,8	(1,2 - 2,5)
	Gesamt	771	98,9	(98,1 - 99,6)	1,1	(0,4 - 1,9)	4941	98,7	(98,4 - 99)	1,3	(1,0 - 1,6)
<b>Gesamt</b>	3 bis 5	333	100		0,0		2034	99,3	(99 - 99,7)	0,7	(0,3 - 1,0)
	6 bis 8	377	98,2	(96,8 - 99,5)	1,8	(0,5 - 3,2)	2522	98,4	(98 - 98,9)	1,6	(1,1 - 2,0)
	9 bis 11	380	96,4	(94,5 - 98,2)	3,6	(1,8 - 5,5)	2592	97,3	(96,6 - 97,9)	2,7	(2,1 - 3,4)
	12 bis 14	457	96,4	(94,7 - 98,1)	3,6	(1,9 - 5,3)	3041	96,8	(96,2 - 97,5)	3,2	(2,5 - 3,8)
	Gesamt	1546	97,6	(96,9 - 98,4)	2,4	(1,6 - 3,1)	10188	97,8	(97,6 - 98,1)	2,2	(1,9 - 2,4)

Anmerkungen: n = Fallzahl, % = Anteil der Probanden mit negativem / positivem Befund in Prozent, KI = Konfidenzintervall.

Tab. 7.1.2: Stichprobenvergleich KUS- mit KiGGS-Stichprobe: Cladosporium herbarum

<i>Cladosporium herbarum</i>		KUS					KiGGS				
		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		n	%	95%-KI	%	95%-KI	n	%	95%-KI	%	95%-KI
<b>Jungen</b>	3 bis 5	168	100		0,0		1057	99,4	(98,9 - 99,9)	0,6	(0,1 - 1,1)
	6 bis 8	179	99,2	(97,8 - 100)	0,8	(0 - 2,2)	1313	98,2	(97,5 - 98,9)	1,8	(1,1 - 2,5)
	9 bis 11	189	96,9	(94,4 - 99,4)	3,1	(0,6 - 5,6)	1326	97,4	(96,6 - 98,3)	2,6	(1,7 - 3,4)
	12 bis 14	239	94,7	(91,9 - 97,6)	5,3	(2,4 - 8,1)	1553	97,1	(96,2 - 97,9)	2,9	(2,1 - 3,8)
	Gesamt	775	97,4	(96,3 - 98,5)	2,6	(1,5 - 3,7)	5248	97,9	(97,5 - 98,3)	2,1	(1,7 - 2,5)
<b>Mädchen</b>	3 bis 5	166	100		0,0		979	99,6	(99,2 - 100)	0,4	(0 - 0,8)
	6 bis 8	196	98,7	(97,2 - 100)	1,3	(0 - 2,8)	1208	99,3	(98,8 - 99,7)	0,7	(0,3 - 1,2)
	9 bis 11	192	98,0	(96,0 - 100)	2,0	(0 - 4,0)	1270	98,8	(98,3 - 99,4)	1,2	(0,6 - 1,7)
	12 bis 14	218	97,7	(95,7 - 99,7)	2,3	(0,3 - 4,3)	1488	98,6	(98,0 - 99,2)	1,4	(0,8 - 2,0)
	Gesamt	772	98,5	(97,7 - 99,4)	1,5	(0,6 - 2,3)	4944	99,0	(98,7 - 99,3)	1,0	(0,7 - 1,3)
<b>Gesamt</b>	3 bis 5	334	100		0,0		2036	99,5	(99,2 - 99,8)	0,5	(0,2 - 0,8)
	6 bis 8	375	98,9	(97,9 - 100)	1,1	(0 - 2,1)	2520	98,7	(98,3 - 99,2)	1,3	(0,8 - 1,7)
	9 bis 11	381	97,5	(95,9 - 99,0)	2,5	(1,0 - 4,1)	2595	98,1	(97,6 - 98,6)	1,9	(1,4 - 2,4)
	12 bis 14	457	96,2	(94,4 - 97,9)	3,8	(2,1 - 5,6)	3041	97,8	(97,3 - 98,3)	2,2	(1,7 - 2,7)
	Gesamt	1547	98,0	(97,3 - 98,7)	2,0	(1,3 - 2,7)	10192	98,4	(98,2 - 98,7)	1,6	(1,3 - 1,8)

Anmerkungen: n = Fallzahl, % = Anteil der Probanden mit negativem / positivem Befund in Prozent, KI = Konfidenzintervall

Tab. 7.1.3: Stichprobenvergleich KUS-Stichprobe gegen KiGGS-Stichprobe: *Dermatophagoides pteronyssinus*

<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>		KUS					KiGGS				
		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		n	%	95%-KI	%	95%-KI	n	%	95%-KI	%	95%-KI
<b>Jungen</b>	3 bis 5	170	90,4	(86,0 - 94,8)	9,6	(5,2 - 14,0)	1059	89,9	(88,1 - 91,7)	10,1	(8,3 - 11,9)
	6 bis 8	179	80,3	(74,5 - 86,1)	19,7	(13,9 - 25,5)	1314	81,3	(79,2 - 83,4)	18,7	(16,6 - 20,8)
	9 bis 11	189	72,2	(65,8 - 78,6)	27,8	(21,4 - 34,2)	1326	74,7	(72,4 - 77,0)	25,3	(23,0 - 27,6)
	12 bis 14	239	67,3	(61,3 - 73,2)	32,7	(26,8 - 38,7)	1556	70,5	(68,2 - 72,7)	29,5	(27,3 - 31,8)
	Gesamt	777	76,5	(73,5 - 79,5)	23,5	(20,5 - 26,5)	5255	78,2	(77,0 - 79,3)	21,8	(20,7 - 23,0)
<b>Mädchen</b>	3 bis 5	166	94,4	(91,0 - 97,9)	5,6	(2,1 - 9,0)	979	92,1	(90,4 - 93,8)	7,9	(6,2 - 9,6)
	6 bis 8	196	90,7	(86,7 - 94,8)	9,3	(5,2 - 13,3)	1210	87,9	(86,1 - 89,8)	12,1	(10,2 - 13,9)
	9 bis 11	192	79,7	(74,0 - 85,4)	20,3	(14,6 - 26,0)	1270	82,5	(80,4 - 84,6)	17,5	(15,4 - 19,6)
	12 bis 14	218	77,5	(72,0 - 83,1)	22,5	(16,9 - 28,0)	1488	77,8	(75,7 - 80,0)	22,2	(20,0 - 24,3)
	Gesamt	772	85,1	(82,6 - 87,6)	14,9	(12,4 - 17,4)	4947	84,3	(83,3 - 85,3)	15,7	(14,7 - 16,7)
<b>Gesamt</b>	3 bis 5	335	92,4	(89,6 - 95,2)	7,6	(4,8 - 10,4)	2039	91,0	(89,7 - 92,2)	9,0	(7,8 - 10,3)
	6 bis 8	375	85,8	(82,2 - 89,3)	14,2	(10,7 - 17,8)	2524	84,5	(83,1 - 85,9)	15,5	(14,1 - 16,9)
	9 bis 11	381	76,0	(71,7 - 80,3)	24,0	(19,7 - 28,3)	2596	78,5	(76,9 - 80,1)	21,5	(19,9 - 23,1)
	12 bis 14	457	72,2	(68,1 - 76,3)	27,8	(23,7 - 31,9)	3044	74,1	(72,5 - 75,6)	25,9	(24,4 - 27,5)
	Gesamt	1549	80,8	(78,8 - 82,7)	19,2	(17,3 - 21,2)	10202	81,1	(80,4 - 81,9)	18,9	(18,1 - 19,6)

Anmerkungen: n = Fallzahl, % = Anteil der Probanden mit negativem / positivem Befund in Prozent, KI = Konfidenzintervall.

Tab. 7.1.4: Stichprobenvergleich KUS-Stichprobe gegen KiGGS-Stichprobe: *Dermatophagoides*

<i>Dermatophagoides farinae</i>		KUS					KiGGS				
		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		n	%	95%-KI	%	95%-KI	n	%	95%-KI	%	95%-KI
<b>Jungen</b>	3 bis 5	170	90,6	(86,2 - 95,0)	9,4	(5,0 - 13,8)	1059	90,2	(88,4 - 91,9)	9,8	(8,1 - 11,6)
	6 bis 8	180	79,4	(73,5 - 85,3)	20,6	(14,7 - 26,5)	1315	80,5	(78,3 - 82,6)	19,5	(17,4 - 21,7)
	9 bis 11	188	72,4	(66,0 - 78,8)	27,6	(21,2 - 34,0)	1325	74,2	(71,8 - 76,5)	25,8	(23,5 - 28,2)
	12 bis 14	239	67,1	(61,1 - 73)	32,9	(27,0 - 38,9)	1556	70,8	(68,5 - 73,0)	29,2	(27,0 - 31,5)
	Gesamt	777	76,4	(73,4 - 79,4)	23,6	(20,6 - 26,6)	5255	78,0	(76,8 - 79,1)	22,0	(20,9 - 23,2)
<b>Mädchen</b>	3 bis 5	166	96,0	(93,0 - 99,0)	4,0	(1,0 - 7,0)	979	92,8	(91,2 - 94,4)	7,2	(5,6 - 8,8)
	6 bis 8	196	90,5	(86,4 - 94,6)	9,5	(5,4 - 13,6)	1208	87,5	(85,6 - 89,3)	12,5	(10,7 - 14,4)
	9 bis 11	192	81,3	(75,8 - 86,9)	18,7	(13,1 - 24,2)	1270	81,9	(79,8 - 84,0)	18,1	(16,0 - 20,2)
	12 bis 14	218	77,0	(71,4 - 82,5)	23,0	(17,5 - 28,6)	1488	78,5	(76,4 - 80,6)	21,5	(19,4 - 23,6)
	Gesamt	772	85,6	(83,1 - 88,1)	14,4	(11,9 - 16,9)	4946	84,4	(83,4 - 85,4)	15,6	(14,6 - 16,6)
<b>Gesamt</b>	3 bis 5	335	93,3	(90,6 - 96,0)	6,7	(4,0 - 9,4)	2039	91,4	(90,2 - 92,6)	8,6	(7,4 - 9,8)
	6 bis 8	377	85,2	(81,6 - 88,8)	14,8	(11,2 - 18,4)	2524	83,8	(82,4 - 85,3)	16,2	(14,7 - 17,6)
	9 bis 11	380	76,9	(72,7 - 81,1)	23,1	(18,9 - 27,3)	2594	78,0	(76,4 - 79,6)	22,0	(20,4 - 23,6)
	12 bis 14	457	71,8	(67,7 - 75,9)	28,2	(24,1 - 32,3)	3044	74,5	(73,0 - 76,1)	25,5	(23,9 - 27,0)
	Gesamt	1549	81,0	(79,0 - 82,9)	19,0	(17,1 - 21,0)	10201	81,1	(80,3 - 81,8)	18,9	(18,2 - 19,7)

Anmerkungen: n = Fallzahl, % = Anteil der Probanden mit negativem / positivem Befund in Prozent, KI = Konfidenzintervall.

Tab. 7.1.5: Stichprobenvergleich KUS-Stichprobe gegen KiGGS-Stichprobe: Hundeallergen

Hundeschuppen		KUS					KiGGS				
		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		n	%	95%-KI	%	95%-KI	n	%	95%-KI	%	95%-KI
<b>Jungen</b>	3 bis 5	168	97,0	(94,4 - 99,6)	3,0	(0,4 - 5,6)	1057	95,9	(94,7 - 97,1)	4,1	(2,9 - 5,3)
	6 bis 8	180	92,4	(88,6 - 96,3)	7,6	(3,7 - 11,4)	1314	92,5	(91,1 - 93,9)	7,5	(6,1 - 8,9)
	9 bis 11	189	88,8	(84,3 - 93,3)	11,2	(6,7 - 15,7)	1326	86,6	(84,7 - 88,4)	13,4	(11,6 - 15,3)
	12 bis 14	239	84,3	(79,7 - 88,9)	15,7	(11,1 - 20,3)	1553	85,4	(83,6 - 87,1)	14,6	(12,9 - 16,4)
	Gesamt	776	90,0	(87,9 - 92,2)	10,0	(7,8 - 12,1)	5249	89,6	(88,7 - 90,4)	10,4	(9,6 - 11,3)
<b>Mädchen</b>	3 bis 5	165	99,8	(99,2 - 100)	0,2	(0 - 0,8)	977	97,3	(96,3 - 98,3)	2,7	(1,7 - 3,7)
	6 bis 8	196	98,2	(96,3 - 100,1)	1,8	(0 - 3,7)	1208	95,1	(93,9 - 96,3)	4,9	(3,7 - 6,1)
	9 bis 11	192	94,0	(90,7 - 97,4)	6,0	(2,6 - 9,3)	1270	92,2	(90,7 - 93,7)	7,8	(6,3 - 9,3)
	12 bis 14	218	89,4	(85,3 - 93,5)	10,6	(6,5 - 14,7)	1488	90,9	(89,5 - 92,4)	9,1	(7,6 - 10,5)
	Gesamt	772	95,0	(93,5 - 96,6)	5,0	(3,4 - 6,5)	4944	93,5	(92,9 - 94,2)	6,5	(5,8 - 7,1)
<b>Gesamt</b>	3 bis 5	333	98,4	(97,0 - 99,7)	1,6	(0,3 - 3,0)	2034	96,6	(95,8 - 97,4)	3,4	(2,6 - 4,2)
	6 bis 8	377	95,4	(93,3 - 97,5)	4,6	(2,5 - 6,7)	2522	93,8	(92,8 - 94,7)	6,2	(5,3 - 7,2)
	9 bis 11	381	91,4	(88,6 - 94,3)	8,6	(5,7 - 11,4)	2595	89,3	(88,1 - 90,5)	10,7	(9,5 - 11,9)
	12 bis 14	457	86,8	(83,6 - 89,9)	13,2	(10,1 - 16,4)	3041	88,1	(86,9 - 89,2)	11,9	(10,8 - 13,1)
	Gesamt	1548	92,5	(91,2 - 93,8)	7,5	(6,2 - 8,8)	10193	91,5	(91,0 - 92,0)	8,5	(8,0 - 9,0)

Anmerkungen: n = Fallzahl, % = Anteil der Probanden mit negativem / positivem Befund in Prozent, KI = Konfidenzintervall.

Tab. 7.1.6: Stichprobenvergleich KUS-Stichprobe gegen KiGGS-Stichprobe: Katzenallergen

Katzenschuppen		KUS					KiGGS				
		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)			positiver Nachweis ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		n	%	95%-KI	%	95%-KI	n	%	95%-KI	%	95%-KI
<b>Jungen</b>	3 bis 5	168	97,9	(95,7 - 100)	2,1	(0 - 4,3)	1057	96,7	(95,7 - 97,8)	3,3	(2,2 - 4,3)
	6 bis 8	179	91,6	(87,5 - 95,6)	8,4	(4,4 - 12,5)	1313	92,2	(90,7 - 93,6)	7,8	(6,4 - 9,3)
	9 bis 11	188	90,4	(86,2 - 94,6)	9,6	(5,4 - 13,8)	1325	89,3	(87,7 - 91,0)	10,7	(9,0 - 12,3)
	12 bis 14	239	86,7	(82,4 - 91,0)	13,3	(9,0 - 17,6)	1553	87,9	(86,2 - 89,5)	12,1	(10,5 - 13,8)
	Gesamt	774	91,2	(89,2 - 93,2)	8,8	(6,8 - 10,8)	5247	91,1	(90,3 - 91,9)	8,9	(8,1 - 9,7)
<b>Mädchen</b>	3 bis 5	166	97,0	(94,5 - 99,6)	3,0	(0,4 - 5,5)	978	96,9	(95,8 - 98,0)	3,1	(2,0 - 4,2)
	6 bis 8	196	96,8	(94,3 - 99,2)	3,2	(0,8 - 5,7)	1210	95,6	(94,4 - 96,8)	4,4	(3,2 - 5,6)
	9 bis 11	192	94,1	(90,7 - 97,4)	5,9	(2,6 - 9,3)	1270	93,3	(91,9 - 94,6)	6,7	(5,4 - 8,1)
	12 bis 14	218	91,3	(87,5 - 95,0)	8,7	(5,0 - 12,5)	1488	92,2	(90,8 - 93,6)	7,8	(6,4 - 9,2)
	Gesamt	772	94,6	(93,0 - 96,2)	5,4	(3,8 - 7,0)	4945	94,2	(93,6 - 94,9)	5,8	(5,1 - 6,4)
<b>Gesamt</b>	3 bis 5	334	97,5	(95,8 - 99,1)	2,5	(0,9 - 4,2)	2034	96,8	(96,0 - 97,6)	3,2	(2,4 - 4,0)
	6 bis 8	375	94,3	(91,9 - 96,6)	5,7	(3,4 - 8,1)	2522	93,8	(92,9 - 94,8)	6,2	(5,2 - 7,1)
	9 bis 11	380	92,3	(89,6 - 95,0)	7,7	(5,0 - 10,4)	2594	91,3	(90,2 - 92,3)	8,7	(7,7 - 9,8)
	12 bis 14	457	88,9	(86,0 - 91,8)	11,1	(8,2 - 14)	3041	90,0	(88,9 - 91,0)	10,0	(9,0 - 11,1)
	Gesamt	1546	92,9	(91,6 - 94,2)	7,1	(5,8 - 8,4)	10192	92,6	(92,1 - 93,1)	7,4	(6,9 - 7,9)

Anmerkungen: n = Fallzahl, % = Anteil der Probanden mit negativem / positivem Befund in Prozent, KI = Konfidenzintervall.

**Tab. 7.1.7: Nachweis von pilzspezifischen IgE bei Kindern in Deutschland**

	fehlend	<i>n</i>	kein Nachweis < 35 IU/ml	Anteil	KI 95%	Nachweis ≥ 0,35 IU/ml	Anteil	KI 95%
<i>Altanaria alternata</i>	252	1538	1463	95,20%	94,13% - 96,27%	74	4,80%	3,73% - 5,87%
<i>Penicillium chrysogenum</i>	252	1538	1460	95,00%	93,91% - 96,09%	77	5,00%	3,91% - 6,09%
<i>Aspergillus versicolor</i>	252	1538	1503	97,70%	96,95% - 98,45%	35	2,30%	1,55% - 3,05%
<i>Wallemia sebi</i>	252	1538	1534	99,80%	99,58% - 100,00%	3	0,20%	0,00% - 0,42%
<i>Eurotium spec.</i>	252	1538	1514	98,40%	97,77% - 99,03%	24	1,60%	0,97% - 2,23%
<i>Aspergillus fumigatus</i>	215	1575	1534	97,40%	96,61% - 98,19%	41	2,60%	1,81% - 3,39%
<i>Cladosporium herbarum</i>	215	1575	1542	97,90%	97,19% - 98,61%	33	2,10%	1,39% - 2,81%

Anmerkungen: *n* = Fallzahl; KI = Konfidenzintervall.

**Tab. 7.1.8: Verteilungen der IgE-Klassen mit positiver Schimmelpilz-Sensibilisierung bei Kindern in Deutschland**

IgE-Klasse	0,35 bis <0,7 IU/ml			0,7 bis <3,5 IU/ml			3,5 bis <17,5 IU/ml			17,5 bis <50 IU/ml			50 bis <100 IU/ml			≥ 100 IU/ml		
	n	%	KI 95%	n	%	KI 95%	n	%	KI 95%	n	%	KI 95%	n	%	KI 95%	n	%	KI 95%
<i>Altanaria alternata</i>	8	0,50 %	0,15 - 0,85 %	1	0,70 %	0,28 - 1,12 %	2	1,60 %	0,97 - 2,23 %	2	1,50 %	0,89 - 2,11 %	6	0,40 %	0,08 - 0,72 %	2	0,10 %	0,00 - 0,26 %
<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	1,60 %	0,97 - 2,23 %	3	2,50 %	1,72 - 3,28 %	1	0,80 %	0,35 - 1,25 %	1	0,10 %	0,00 - 0,26 %	0			0		
<i>Aspergillus versicolor</i>	1	1,10 %	0,58 - 1,62 %	1	1,10 %	0,58 - 1,62 %	0			0			0			0		
<i>Wallemia sebi</i>	3	0,20 %	0,00 - 0,42 %	1	0,00 %	0,00 - 0,00 %	0			0			0			0		
<i>Eurotium spec.</i>	8	0,50 %	0,15 - 0,85 %	1	1,00 %	0,50 - 1,50 %	2	0,10 %	0,00 - 0,26 %	0			0			0		
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1	0,90 %	0,43 - 1,37 %	2	1,30 %	0,74 - 1,86 %	5	0,30 %	0,03 - 0,57 %	0			0			0		
<i>Cladosporium herbarum</i>	7	0,50 %	0,15 - 0,85 %	1	1,20 %	0,66 - 1,74 %	7	0,40 %	0,09 - 0,71 %	0			0			0		

Anmerkungen: n = Fallzahl; KI = Konfidenzintervall. IgE-Klassen: 0,35 bis < 0,7 IU/ml = niedrig; 0,7 bis < 3,5 IU/ml = mittelgradig; 3,5 bis < 17,5 IU/ml = hoch; 17,5 bis < 50 IU/ml = sehr hoch 1; 50 bis < 100 IU/ml = sehr hoch 2; ≥ 100 IU/ml = sehr hoch 3.



**Tab. 7.1.9: Sensibilisierungen gegen Schimmelpilze der Kinder in Deutschland nach Geschlecht und Lebensalter**

	gültige Fälle		≥ 35 IU/ml		3-5 Jahre		6-8 Jahre		9-11 Jahre		12-14 Jahre	
	N	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b><i>Alternaria alternata</i></b>												
Gesamt ***	1538	74	4,83		3	1,03	14	3,82	21	5,27	36	7,74
männlich ***	786	48	6,10		1	0,53	7	3,82	16	8,00	24	9,92
weiblich	751	26	3,49		2	1,55	7	3,82	5	2,54	12	5,38
<b>mindestens gegenüber einem Innenraumschimmelpilz</b>												
Gesamt **	1534	128	8,34		14	4,48	25	6,82	42	10,69	47	10,05
männlich **	786	66	8,40		4	2,74	12	6,46	25	12,44	25	10,24
weiblich	748	62	8,26		9	6,31	13	7,20	18	8,92	22	9,84
<b><i>Penicillium chrysogenum</i></b>												
Gesamt	1538	77	5,02		11	3,49	15	3,93	24	6,07	28	6,00
männlich	786	39	4,93		3	2,00	6	3,31	16	7,77	14	5,73
weiblich	751	38	5,12		7	5,03	8	4,58	9	4,37	14	6,30
<b><i>Aspergillus fumigatus</i></b>												
Gesamt **	1575	41	2,62		0	0,00	8	1,96	16	3,85	18	3,84
männlich **	818	33	4,00		0	0,00	6	2,75	11	5,39	16	6,52
weiblich	757	8	1,12		0	0,00	2	1,09	5	2,26	2	0,89
<b><i>Aspergillus versicolor</i></b>												
Gesamt	1538	35	2,26		6	1,86	9	2,53	8	2,12	11	2,45
männlich	786	13	1,62		1	0,74	5	2,40	3	1,45	4	1,72
weiblich	751	22	2,94		4	3,02	5	2,66	6	2,79	7	3,24
<b><i>Cladosporium herbarum</i></b>												
Gesamt ***	1575	33	2,11		0	0,00	4	1,12	10	2,36	19	4,11
männlich ***	817	23	2,79		0	0,00	2	0,84	7	3,21	14	5,85
weiblich	758	10	1,38		0	0,00	3	1,42	3	1,47	5	2,20
<b><i>Eurotium spp.</i></b>												
Gesamt ***	1538	24	1,56		0	0,00	0	0,00	8	1,89	16	3,54
männlich ***	786	20	2,60		0	0,00	0	0,00	7	3,61	13	5,50
weiblich	751	3	0,46		0	0,00	0	0,00	0	0,16	3	1,43
<b><i>Wallemia sebi</i></b>												
Gesamt	1538	3	0,22		2	0,60	0	0,00	0	0,00	2	0,36
männlich	786	1	0,17		0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,56
weiblich	751	2	0,28		2	1,22	0	0,00	0	0,00	0	0,13

Anmerkungen: N = gültige Fälle insgesamt; n = Fallzahl der untersuchten Probanden. Chi-Quadrat-Test, Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.

Tab. 7.1.10: Pilzspezifische IgE (*Alternaria alternata*) im Serum von Kindern in Deutschland

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
	<b>Gesamt</b>	<b>1463</b>	<b>95,2%</b>	<b>74</b>	<b>4,8%</b>
<b>Geschlecht *</b>	männlich	738	93,9%	48	6,1%
	weiblich	725	96,5%	26	3,5%
<b>Altersgruppe ***</b>	3 - 5 Jahre	301	99,0%	3	1,0%
	6 - 8 Jahre	357	96,2%	14	3,8%
	9 - 11 Jahre	378	94,7%	21	5,3%
	12 - 14 Jahre	428	92,3%	36	7,7%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	333	95,6%	15	4,4%
	mittel	670	94,3%	41	5,7%
	hoch	447	96,1%	18	3,9%
<b>Migrantenstatus *</b>	Migrant/in	177	98,3%	3	1,7%
	Nicht-Migrant/in	1284	94,7%	71	5,3%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	701	94,7%	39	5,3%
	$\geq 100.000$ Einw.	762	95,6%	35	4,4%
<b>Ost oder West ***</b>	ost	186	90,6%	19	9,4%
	west	1277	95,9%	55	4,1%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	518	94,7%	29	5,3%
	vorstädtisch	541	94,6%	31	5,4%
	städtisch	402	96,5%	14	3,5%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1359	95,2%	68	4,8%
	ja	105	94,4%	6	5,6%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1248	95,3%	61	4,7%
	ja	215	94,4%	13	5,6%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1405	95,4%	68	4,6%
	ja	58	91,7%	5	8,3%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	502	96,2%	20	3,8%
	ja	934	94,8%	51	5,2%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KUS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

Tab. 7.1.11: Pilzspezifische IgE (*Penicillium chrysogenum*) im Serum von Kindern in Deutschland

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
	<b>Gesamt</b>	<b>1460</b>	<b>95,0%</b>	<b>77</b>	<b>5,0%</b>
<b>Geschlecht</b>	männlich	747	95,1%	39	4,9%
	weiblich	713	94,9%	38	5,1%
<b>Altersgruppe</b>	3 - 5 Jahre	293	96,5%	11	3,5%
	6 - 8 Jahre	357	96,1%	15	3,9%
	9 - 11 Jahre	375	93,9%	24	6,1%
	12 - 14 Jahre	436	94,0%	28	6,0%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	327	93,9%	21	6,1%
	mittel	675	95,1%	35	4,9%
	hoch	447	96,0%	19	4,0%
<b>Migrantenstatus</b>	Migrant/in	171	95,0%	9	5,0%
	Nicht-Migrant/in	1287	95,0%	68	5,0%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	709	95,8%	31	4,2%
	$\geq 100.000$ Einw.	751	94,2%	46	5,8%
<b>Ost oder West</b>	ost	194	94,1%	12	5,9%
	west	1267	95,1%	65	4,9%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	519	94,8%	28	5,2%
	vorstädtisch	545	95,2%	28	4,8%
	städtisch	395	94,9%	21	5,1%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1355	95,0%	72	5,0%
	ja	106	95,5%	5	4,5%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1248	95,3%	62	4,7%
	ja	213	93,2%	15	6,8%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1400	95,1%	73	4,9%
	ja	59	93,4%	4	6,6%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	495	94,9%	27	5,1%
	ja	935	94,9%	50	5,1%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KUS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

Tab. 7.1.12: Pilzspezifische IgE (*Aspergillus versicolor*) im Serum von Kindern in Deutschland

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
	<b>Gesamt</b>	<b>1503</b>	<b>97,7%</b>	<b>35</b>	<b>2,3%</b>
<b>Geschlecht</b>	männlich	773	98,4%	13	1,6%
	weiblich	729	97,1%	22	2,9%
<b>Altersgruppe</b>	3 - 5 Jahre	298	98,1%	6	1,9%
	6 - 8 Jahre	362	97,5%	9	2,5%
	9 - 11 Jahre	391	97,9%	8	2,1%
	12 - 14 Jahre	452	97,6%	11	2,4%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	341	97,8%	8	2,2%
	mittel	697	98,2%	13	1,8%
	hoch	454	97,4%	12	2,6%
<b>Migrantenstatus</b>	Migrant/in	176	98,1%	3	1,9%
	Nicht-Migrant/in	1323	97,7%	31	2,3%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	727	98,1%	14	1,9%
	$\geq 100.000$ Einw.	776	97,4%	21	2,6%
<b>Ost oder West</b>	ost	201	97,6%	5	2,4%
	west	1302	97,7%	30	2,3%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	538	98,4%	9	1,6%
	vorstädtisch	560	97,9%	12	2,1%
	städtisch	402	96,6%	14	3,4%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1393	97,7%	33	2,3%
	ja	109	98,7%	1	1,3%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1281	97,8%	29	2,2%
	ja	222	97,4%	6	2,6%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1439	97,7%	33	2,3%
	ja	62	97,6%	2	2,4%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	510	97,8%	12	2,2%
	ja	962	97,7%	23	2,3%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KUS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

Tab. 7.1.13: Pilzspezifische IgE (*Wallemia sebi*) im Serum von Kindern in Deutschland

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
<b>Gesamt</b>		1534	99,8%	3	0,2%
<b>Geschlecht</b>	männlich	785	99,8%	1	0,2%
	weiblich	749	99,7%	2	0,3%
<b>Altersgruppe</b>	3 - 5 Jahre	302	99,4%	2	0,6%
	6 - 8 Jahre	371	100%	0	0,0%
	9 - 11 Jahre	399	100%	0	0,0%
	12 - 14 Jahre	462	99,6%	2	0,4%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	348	99,8%	1	0,2%
	mittel	709	99,8%	1	0,2%
	hoch	464	99,7%	2	0,3%
<b>Migrantenstatus</b>	Migrant/in	179	99,7%	0	0,3%
	Nicht-Migrant/in	1352	99,8%	3	0,2%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	740	99,9%	1	0,1%
	$\geq 100.000$ Einw.	794	99,6%	3	0,4%
<b>Ost oder West</b>	ost	204	99,1%	2	0,9%
	west	1330	99,9%	2	0,1%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	547	99,9%	1	0,1%
	vorstädtisch	570	99,6%	2	0,4%
	städtisch	415	99,8%	1	0,2%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1424	99,8%	3	0,2%
	ja	110	99,7%	0	0,3%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1306	99,8%	3	0,2%
	ja	228	99,8%	0	0,2%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1469	99,8%	3	0,2%
	ja	63	100,0%	0	0,0%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	520	99,7%	2	0,3%
	ja	983	99,8%	2	0,2%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KUS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

Tab. 7.1.14: Pilzspezifische IgE (*Eurotium spec*) im Serum von Kindern in Deutschland

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
	<b>Gesamt</b>	1514	98,4%	24	1,6%
<b>Geschlecht ***</b>	männlich	766	97,4%	20	2,6%
	weiblich	748	99,5%	3	0,5%
<b>Altersgruppe ***</b>	3 - 5 Jahre	304	100%	0	0,0%
	6 - 8 Jahre	371	100%	0	0,0%
	9 - 11 Jahre	392	98,1%	8	1,9%
	12 - 14 Jahre	447	96,5%	16	3,5%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	343	98,3%	6	1,7%
	mittel	696	98,0%	14	2,0%
	hoch	462	99,2%	4	0,8%
<b>Migrantenstatus</b>	Migrant/in	180	100,0%	0	0,0%
	Nicht-Migrant/in	1331	98,2%	24	1,8%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	727	98,1%	14	1,9%
	$\geq 100.000$ Einw.	787	98,7%	10	1,3%
<b>Ost oder West</b>	ost	203	98,8%	2	1,2%
	west	1310	98,4%	22	1,6%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	535	97,7%	13	2,3%
	vorstädtisch	565	98,8%	7	1,2%
	städtisch	412	99,0%	4	1,0%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1405	98,5%	22	1,5%
	ja	109	98,5%	2	1,5%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1289	98,4%	20	1,6%
	ja	225	98,5%	3	1,5%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1450	98,5%	22	1,5%
	ja	62	97,4%	2	2,6%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	514	98,5%	8	1,5%
	ja	969	98,4%	16	1,6%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KUS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

Tab. 7.1.15: Pilzspezifische IgE (*Aspergillus fumigatus*) im Serum von Kindern in Deutschland

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
	<b>Gesamt</b>	1534	97,4%	41	2,6%
<b>Geschlecht ***</b>	männlich	785	96,0%	33	4,0%
	weiblich	749	98,9%	8	1,1%
<b>Altersgruppe **</b>	3 - 5 Jahre	315	100%	0	0,0%
	6 - 8 Jahre	376	98,0%	8	2,0%
	9 - 11 Jahre	390	96,2%	16	3,8%
	12 - 14 Jahre	453	96,2%	18	3,8%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	352	96,7%	12	3,3%
	mittel	708	97,3%	19	2,7%
	hoch	461	97,9%	10	2,1%
<b>Migrantenstatus **</b>	Migrant/in	179	93,7%	12	6,3%
	Nicht-Migrant/in	1352	97,9%	29	2,1%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	730	97,3%	20	2,7%
	$\geq 100.000$ Einw.	803	97,5%	21	2,5%
<b>Ost oder West</b>	ost	200	96,2%	8	3,8%
	west	1334	97,6%	33	2,4%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	543	98,2%	10	1,8%
	vorstädtisch	567	96,9%	18	3,1%
	städtisch	422	97,0%	13	3,0%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1424	97,4%	38	2,6%
	ja	109	97,3%	3	2,7%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1310	97,3%	36	2,7%
	ja	223	97,7%	5	2,3%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1471	97,5%	38	2,5%
	ja	60	94,7%	3	5,3%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	532	98,0%	11	2,0%
	ja	970	97,0%	30	3,0%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KUS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

Tab. 7.1.16: Pilzspezifische IgE (*Cladosporium herbarum*) im Serum von Kindern in Deutschland

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
	<b>Gesamt</b>	1542	97,9%	33	2,1%
<b>Geschlecht *</b>	männlich	794	97,2%	23	2,8%
	weiblich	748	98,6%	10	1,4%
<b>Altersgruppe ***</b>	3 - 5 Jahre	316	100%	0	0,0%
	6 - 8 Jahre	378	98,9%	4	1,1%
	9 - 11 Jahre	397	97,6%	10	2,4%
	12 - 14 Jahre	452	95,9%	19	4,1%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	354	97,3%	10	2,7%
	mittel	713	97,7%	17	2,3%
	hoch	462	98,6%	7	1,4%
<b>Migrantenstatus</b>	Migrant/in	189	98,6%	3	1,4%
	Nicht-Migrant/in	1350	97,8%	31	2,2%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	730	97,2%	21	2,8%
	$\geq 100.000$ Einw.	813	98,5%	12	1,5%
<b>Ost oder West</b>	ost	203	97,7%	5	2,3%
	west	1339	97,9%	28	2,1%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	538	97,5%	14	2,5%
	vorstädtisch	572	97,7%	14	2,3%
	städtisch	430	98,7%	6	1,3%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1432	98,0%	30	2,0%
	ja	110	97,1%	3	2,9%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1320	98,1%	26	1,9%
	ja	222	96,9%	7	3,1%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup>*</b>	nein	1479	98,1%	29	1,9%
	ja	61	94,3%	4	5,7%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	537	98,8%	6	1,2%
	ja	976	97,5%	25	2,5%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KUS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .



**Tab. 7.1.17: Pilzspezifische IgE für alle Innenraumschimmelpilze im Serum von Kindern in Deutschland**

		nicht nachweisbar ( $< 0,35$ IU/ml)		positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	
		N	Anteil	N	Anteil
<b>Gesamt</b>		1406	91,66%	128	8,34%
<b>Geschlecht</b>	männlich	720	91,60%	66	8,40%
	weiblich	686	91,74%	62	8,26%
<b>Altersgruppe **</b>	3 - 5 Jahre	289	95,52%	14	4,48%
	6 - 8 Jahre	345	93,18%	25	6,82%
	9 - 11 Jahre	355	89,31%	42	10,69%
	12 - 14 Jahre	417	89,95%	47	10,05%
<b>Sozialstatus</b>	niedrig	315	90,35%	34	9,65%
	mittel	649	91,54%	60	8,46%
	hoch	432	93,11%	32	6,89%
<b>Migrantenstatus</b>	Migrant/in	158	88,07%	21	11,93%
	Nicht-Migrant/in	1245	92,12%	106	7,88%
<b>Gebietsgrößenklasse</b>	$< 100.000$ Einw.	687	93,00%	52	7,00%
	$\geq 100.000$ Einw.	719	90,42%	76	9,58%
<b>Ost oder West</b>	ost	184	89,90%	21	10,10%
	west	1222	91,94%	107	8,06%
<b>Gebietstyp</b>	ländlich	505	92,73%	40	7,27%
	vorstädtisch	525	91,78%	47	8,22%
	städtisch	374	90,07%	41	9,93%
<b>Wand feucht auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1304	91,62%	119	8,38%
	ja	102	92,47%	8	7,53%
<b>Schimmel in der Wohnung</b>	nein	1290	91,78%	116	8,22%
	ja	108	90,89%	11	9,11%
<b>Schimmel auf <math>\geq 0,5</math> m<sup>2</sup></b>	nein	1348	91,80%	120	8,20%
	ja	56	88,70%	7	11,30%
<b>Eltern mit Allergien</b>	nein	478	91,67%	43	8,33%
	ja	899	91,60%	83	8,40%
<b>Haustyp **</b>	Hochhaus	1378	91,62%	126	8,38%
	Mehrfamilienhaus	102	83,00%	21	17,00%
	Zweifamilienhaus	308	91,00%	31	9,00%
	Einfamilienhaus	246	94,31%	15	5,69%
<b>Baujahr des Hauses *</b>	vor 1949	242	87,50%	35	12,50%
	1950 bis 1979	399	92,17%	34	7,83%
	1980 bis 1994	287	92,21%	24	7,79%
	nach 1995	328	93,20%	24	6,80%

Anmerkungen: Gliederungspunkte „Wand feucht auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“, „Schimmel auf  $\geq 0,5$  m<sup>2</sup>“ aus KUS, „Eltern mit Allergien“ aus KiGGS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

**Tab. 7.1.18: Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzen und gleichzeitig gegenüber mindestens einem anderen Allergen bei Kindern in Deutschland**

		Sensibilisierung gegenüber mindestens einem anderen Allergen (außer Schimmelpilzen)			
		nicht nachweisbar (< 0,35 IU/ml)		positiv (≥ 0,35 IU/ml)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
<b>Alle Schimmelpilze zusammen</b> ***	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	871	93,5%	488	81,7%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	60	6,5%	109	18,3%
<b>nur <i>Alternaria alternata</i></b> ***	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	923	99,1%	563	94,4%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	8	0,9%	34	5,6%
<b>nur übrige Schimmelpilze</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	882	94,6%	551	92,3,3%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	50	5,4%	46	7,7%
<b>nur <i>Penicillium chrysogenum</i></b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	909	97,6%	590	98,8%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	22	2,4%	7	1,2%
<b>nur <i>Aspergillus versicolor</i></b> *	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	929	99,7%	591	99,0%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	2	0,3%	6	1,0%
<b>nur <i>Aspergillus fumigatus</i></b> ***	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	955	99,8%	595	98,0%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	2	0,2%	12	2,0%
<b>nur <i>Cladosporium herbarum</i></b> *	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	956	99,9%	602	99,1%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	1	0,1%	5	0,9%
<b>nur <i>Eurotium spp.</i></b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	929	99,7%	596	99,8%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	3	0,3%	1	0,2%
<b>nur <i>Wallemia sebi</i></b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	930	99,9%	595	99,6%
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	1	0,1%	2	0,4%
	Gesamt	932	100,0%	597	100,0%

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test, Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.

**Tab. 7.1.19: Sensibilisierungen gegenüber Schimmelpilzen und gegenüber anderen Allergenen bei Kindern in Deutschland**

		Sensibilisierung gegenüber mindestens einem Innenraumschimmelpilz			
		nicht nachweisbar (< 0,35 IU/ml)		positiv (≥ 0,35 IU/ml)	
		Anzahl	%	Anzahl	%
<b><i>Dermatophagoides pteronyssinus</i> ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1154	93,7	78	6,3
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	252	83,4	50	16,6
<b><i>Dermatophagoides farinae</i> ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1158	93,8	76	6,2
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	247	82,7	52	17,3
<b>Katzenschuppen ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1324	93,4	94	6,6
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	80	70,4	34	29,6
<b>Hundeschuppen ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1329	93,7	90	6,3
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	77	66,8	38	33,2
<b>Pferdeepithelien ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1374	92,7	108	7,3
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	31	60,7	20	39,3
<b>Roggen (Pollen) ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1163	94,2	72	5,8
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	243	81,3	56	18,7
<b>Lieschgras (Pollen) ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1132	94,0	72	6,0
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	273	83,0	56	17,0
<b>Birke (Pollen)***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1239	93,6	85	6,4
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	167	79,5	43	20,5
<b>Beifuß (Pollen) ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1284	93,3	93	6,7
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	122	77,5	35	22,5
<b>Weizenmehl ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1280	93,2	93	6,8
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	122	77,8	35	22,2
<b>Reismehl ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1316	92,9	101	7,1
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	88	76,4	27	23,6
<b>Eiklar ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1351	92,3	113	7,7
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	55	79,3	14	20,7
<b>Sojabohne ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1328	92,5	108	7,5
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	78	79,7	20	20,3
<b>Milcheiweiß</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1323	91,9	117	8,1
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	83	88,8	11	11,2
<b>Karotte ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1286	93,0	97	7,0
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	118	79,0	31	21,0
<b>Kartoffel ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1294	92,8	100	7,2
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	107	79,3	28	20,7
<b>Grüner Apfel ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1300	93,2	95	6,8
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	102	75,8	33	24,2
<b>Erdnuss ***</b>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1272	92,9	97	7,1
	positiv (≥ 0,35 IU/ml)	134	81,1	31	18,9

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test, Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.

**Tab. 7.1.20: Sensibilisierungen gegenüber Innenraumschimmelpilzen und gegenüber anderen Allergenen in Abhängigkeit vom Lebensalter bei Kindern in Deutschland**

		Gesamt t N	kein Nachweis	Sensibilisiert gegenüber mind. einem Innenraumschimmelpilz positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)							
				3-5 Jahre		6-8 Jahre		9-11 Jahre		12-14 Jahre	
				n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Dermatophagoide s pteronyssinus</i>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1232	1154	12	4,01	21	5,64	<b>27*</b>	<b>6,78</b>	<b>18***</b>	<b>3,85</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	302	252	1	0,47	4	1,18	<b>16*</b>	<b>3,91</b>	<b>29***</b>	<b>6,20</b>
<i>Dermatophagoide s farinae</i>	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1234	1158	12	4,01	20	5,28	<b>27*</b>	<b>6,71</b>	<b>18***</b>	<b>3,85</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	299	247	1	0,47	6	1,54	<b>16*</b>	<b>3,98</b>	<b>29***</b>	<b>6,20</b>
Katzenschuppen	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1418	1324	14	4,48	22	5,98	<b>30***</b>	<b>7,54</b>	<b>28***</b>	<b>6,12</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	114	80	0	0,00	3	0,84	<b>12***</b>	<b>3,15</b>	<b>18***</b>	<b>3,93</b>
Hundeschuppen	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1418	1329	13	4,39	<b>21**</b>	<b>5,73</b>	<b>30***</b>	<b>7,47</b>	<b>25***</b>	<b>5,48</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	115	77	0	0,09	<b>4**</b>	<b>1,09</b>	<b>13***</b>	<b>3,22</b>	<b>21***</b>	<b>4,57</b>
Pferdeepithelien	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1482	1374	14	4,48	<b>22***</b>	<b>6,07</b>	<b>35***</b>	<b>8,90</b>	<b>36***</b>	<b>7,84</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	51	31	0	0,00	<b>3***</b>	<b>0,75</b>	<b>7***</b>	<b>1,78</b>	<b>10***</b>	<b>2,21</b>
Roggen (Pollen)	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1235	1163	12	4,10	<b>19*</b>	<b>5,03</b>	<b>26**</b>	<b>6,44</b>	<b>15***</b>	<b>3,34</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	299	243	1	0,38	<b>7*</b>	<b>1,79</b>	<b>17**</b>	<b>4,25</b>	<b>31***</b>	<b>6,71</b>
Lieschgras (Pollen)	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1204	1132	12	4,10	20	5,33	<b>24**</b>	<b>6,08</b>	<b>16***</b>	<b>3,36</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	329	273	1	0,38	6	1,49	<b>18**</b>	<b>4,61</b>	<b>31***</b>	<b>6,69</b>
Birke (Pollen)	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1323	1239	12	3,97	22	5,98	<b>30**</b>	<b>7,55</b>	<b>20***</b>	<b>4,41</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	211	167	2	0,51	3	0,84	<b>12**</b>	<b>3,14</b>	<b>26***</b>	<b>5,64</b>
Beifuß (Pollen)	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1377	1284	14	4,48	<b>21*</b>	<b>5,73</b>	32	8,15	<b>25***</b>	<b>5,49</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	157	122	0	0,00	<b>4*</b>	<b>1,09</b>	10	2,54	<b>21***</b>	<b>4,56</b>
Weizenmehl	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1373	1280	14	4,48	<b>18***</b>	<b>4,93</b>	<b>31**</b>	<b>7,81</b>	<b>30***</b>	<b>6,48</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	157	122	0	0,00	<b>7***</b>	<b>1,89</b>	<b>11**</b>	<b>2,88</b>	<b>17***</b>	<b>3,57</b>
Reismehl	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1417	1316	14	4,48	22	5,96	<b>33**</b>	<b>8,41</b>	<b>32***</b>	<b>6,80</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	116	88	0	0,00	3	0,86	<b>9**</b>	<b>2,27</b>	<b>15***</b>	<b>3,25</b>
Eiklar	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1465	1351	12	3,99	23	6,07	<b>38*</b>	<b>9,54</b>	<b>41***</b>	<b>8,84</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	70	55	1	0,49	3	0,74	<b>5*</b>	<b>1,15</b>	<b>6***</b>	<b>1,21</b>
Sojabohne	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1436	1328	14	4,48	22	6,05	36	9,11	<b>36***</b>	<b>7,71</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	98	78	0	0,00	3	0,76	6	1,58	<b>11***</b>	<b>2,34</b>
Milchweiß	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1440	1323	12	4,01	21	5,68	41	10,24	43	9,38
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	94	83	1	0,47	4	1,14	2	0,45	3	0,67
Karotte	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1383	1286	14	4,48	22	6,07	<b>31**</b>	<b>7,82</b>	<b>30***</b>	<b>6,38</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	149	118	0	0,00	3	0,75	<b>11**</b>	<b>2,87</b>	<b>17***</b>	<b>3,67</b>
Kartoffel	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1394	1294	14	4,48	23	6,16	<b>33**</b>	<b>8,20</b>	<b>31***</b>	<b>6,68</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	135	107	0	0,00	2	0,65	<b>10**</b>	<b>2,48</b>	<b>16***</b>	<b>3,37</b>
Grüner Apfel	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1395	1300	14	4,48	<b>22*</b>	<b>5,87</b>	<b>33*</b>	<b>8,30</b>	<b>27***</b>	<b>5,82</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	135	102	0	0,00	<b>4*</b>	<b>0,95</b>	<b>9*</b>	<b>2,39</b>	<b>20***</b>	<b>4,23</b>
Erdnuss	kein Nachweis (< 0,35 IU/ml)	1368	1272	14	4,48	22	5,87	34	8,44	<b>28***</b>	<b>5,98</b>
	positiv ( $\geq 0,35$ IU/ml)	165	134	0	0,00	4	0,95	9	2,24	<b>19***</b>	<b>4,07</b>

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test für jede Altersstufe, Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

## 7.2 Schimmelpilzbefall in Wohnungen mit Kindern in Deutschland und bei der Fall-Kontroll-Studie des KUS

**Tab. 7.2.1: Schimmel und Feuchte in Wohnungen mit Kindern in Deutschland**

		<b>Gesamt</b>	<b>nein</b>	<b>ja</b>
feuchte Wände in der Wohnung	N	1789	1557	232
	%	100	87,0	12,9
Wand feucht auf mindestens 0,5 m <sup>2</sup>	N	1789	1657	132
	%	100	92,6	7,4
schimmelig oder modrig riechender Raum (ohne Kellerräume)	N	1790	1759	31
	%	100	98,28	1,71
Schimmel in der Wohnung	N	1790	1524	266
	%	100	85,1	14,9
Wand schimmelig auf mindestens 0,5 m <sup>2</sup>	N	1787	1708	79
	%	100	95,4	4,4

Anmerkungen: Gliederungspunkte „feuchte Wände“, „Wand feucht auf  $\geq 0,5 \text{ m}^2$ “, „schimmelig/modrig riechender Raum“ und „Schimmel auf  $\geq 0,5 \text{ m}^2$ “ aus KUS-Fragebogen, „Eltern mit Allergien“ aus KiGGS, „Schimmel in der Wohnung“ gebildet aus Frage 33 im KUS-Elternfragebogen und Frage 59 im KiGGS-Elternfragebogen. N = Fallzahl.

**Tab. 7.2.2: Vorkommen von Schimmel in Wohnungen mit Kindern in Deutschland**

		<b>schimmelige Wände in der Wohnung</b>		
		<b>N gesamt</b>	<b>n</b>	<b>Anteil</b>
	Gesamt	1790	266	14,9
Geschlecht	männlich	918	129	14,1
	weiblich	872	137	15,7
Alter	3 - 5 Jahre	420	74	17,6
	6 - 8 Jahre	442	63	14,3
	9 - 11 Jahre	437	60	13,7
	12 - 14 Jahre	491	69	14,0
Sozialstatus	niedrig	424	74	17,5
	mittel	817	122	15,0
	hoch	529	65	12,3
Migrantenstatus **	Migrant/in	232	50	21,5
	Nicht-Migrant/in	1555	216	13,9
Region	Ost	235	42	18,0
	West	1555	224	14,4
Gebietstyp ***	ländlich	630	72	11,4
	vorstädtisch	656	95	14,5
	städtisch	502	99	19,8
Gemeindegröße *	< 100.000 Einw.	840	108	12,9
	≥ 100.000 Einw.	950	158	16,6
Lehm-/Fachwerkbau	nein	1710	254	14,9
	ja	72	11	16,0
Holzhaus	nein	1753	261	14,9
	ja	31	4	14,3
Beton-Platten-Bau	nein	1707	250	14,6
	ja	64	12	19,3
Fertigbau	nein	1726	258	15,0
	ja	51	6	12,5
Massivbauweise	nein	192	24	12,3
	ja	1576	238	15,1
Holzrahmen, -ständerbau	nein	1765	265	15,0
	ja	25	1	4,2
sonstige Bauweise	nein	1766	264	14,9
	ja	13	2	13,0
Haustyp ***	Hochhaus/Wohnblock	154	36	23,1
	Mehrfamilienhaus	410	81	19,9
	Zweifamilienhaus	301	47	15,8
	Einfamilienhaus	906	100	11,0
Fertigstellung des Wohnhauses ***	bis 1949	316	60	18,9
	1950 bis 1979	504	97	19,3
	1980 bis 1994	350	42	12,1
	ab 1995	417	28	6,7

Anmerkungen: „Schimmel in der Wohnung“ berechnet aus Angaben im KUS und KiGGS-Fragebogen Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.

**Tab.7.2.3: Feuchte Wände in Wohnungen mit Kindern in Deutschland**

		feuchte Wände in der Wohnung		
		N gesamt	n	Anteil
	Gesamt	1789	232	12,9
Geschlecht	männlich	918	115	12,5
	weiblich	870	117	13,4
Alter	3 - 5 Jahre	419	54	12,9
	6 - 8 Jahre	442	55	12,3
	9 - 11 Jahre	437	60	13,7
	12 - 14 Jahre	491	63	12,8
Sozialstatus	niedrig	423	52	12,4
	mittel	817	109	13,3
	hoch	529	70	13,3
Migrantenstatus	Migrant/in	231	23	10,0
	Nicht-Migrant/in	1555	209	13,4
Region	Ost	235	35	14,8
	West	1554	197	12,7
Gebietstyp	ländlich	630	79	12,5
	vorstädtisch	655	87	13,3
	städtisch	502	66	13,1
Gemeindegröße	< 100.000 Einw.	839	113	13,4
	≥ 100.000 Einw.	950	119	12,5
Lehm-/Fachwerkbau *	nein	1709	216	12,6
	ja	72	16	22,1
Holzhaus	nein	1752	226	12,9
	ja	31	6	17,8
Beton-Platten-Bau	nein	1706	222	13,0
	ja	64	9	14,2
Fertigbau	nein	1725	229	13,2
	ja	51	3	6,0
Massivbauweise	nein	192	24	12,4
	ja	1575	207	13,2
Holzrahmen, -ständerbau	nein	1764	229	13,0
	ja	25	2	9,9
sonstige Bauweise	nein	1765	231	13,1
	ja	13	0	2,6
Haustyp	Hochhaus/Wohnblock	154	12	7,5
	Mehrfamilienhaus	409	52	12,7
	Zweifamilienhaus	300	40	13,2
	Einfamilienhaus	906	127	14,0
Fertigstellung des Wohnhauses ***	bis 1949	316	74	23,5
	1950 bis 1979	504	72	14,3
	1980 bis 1994	350	38	10,9
	ab 1995	416	26	6,1

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.

**Tab. 7.2.4: Feuchte Wände mit mindestens 0,5m<sup>2</sup> in Wohnungen mit Kindern in Deutschland**

		N gesamt	feuchte Wände auf ≥ 0,5 m <sup>2</sup>	
			n	Anteil
	Gesamt	1789	132	7,4
Geschlecht	männlich	918	59	6,4
	weiblich	870	73	8,4
Alter	3 - 5 Jahre	419	30	7,1
	6 - 8 Jahre	442	28	6,4
	9 - 11 Jahre	437	37	8,5
	12 - 14 Jahre	491	37	7,5
Sozialstatus	niedrig	423	28	6,6
	mittel	817	59	7,3
	hoch	529	44	8,4
Migrantenstatus	Migrant/in	231	12	5,2
	Nicht-Migrant/in	1555	120	7,7
Region	Ost	235	20	8,4
	West	1554	112	7,2
Gebietstyp	ländlich	630	46	7,2
	vorstädtisch	655	52	8,0
	städtisch	502	34	6,8
Gemeindegröße	< 100.000 Einw.	839	67	8,0
	≥ 100.000 Einw.	950	65	6,8
Lehm-/Fachwerkbau	nein	1709	123	7,2
	ja	72	9	12,8
Holzhaus	nein	1752	129	7,4
	ja	31	3	9,1
Beton-Platten-Bau	nein	1706	128	7,5
	ja	64	4	6,4
Fertigbau *	nein	1725	132	7,6
	ja	51	0	0,5
Massivbauweise	nein	192	10	5,4
	ja	1575	121	7,7
Holzrahmen, -ständerbau	nein	1764	130	7,4
	ja	25	1	5,4
sonstige Bauweise	nein	1765	132	7,5
	ja	13	0	0,0
Haustyp *	Hochhaus/Wohnblock	154	4	2,9
	Mehrfamilienhaus	409	25	6,2
	Zweifamilienhaus	300	25	8,4
	Einfamilienhaus	906	75	8,3
Fertigstellung des Wohnhauses ***	bis 1949	316	48	15,3
	1950 bis 1979	504	39	7,7
	1980 bis 1994	350	19	5,6
	ab 1995	416	11	2,5

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.



**Tab. 7.2.5: Bestimmung der Schimmelbelastung im Innenraum (Luft), Zusammenhang zur Hausstaub- und Partikelmessung sowie zur Gesamtbewertung**

		Innenraumquelle (Luft)			Gesamt	
		unwahrscheinlich	nicht auszuschließen	wahrscheinlich		
<b>Innenraumquelle (Hausstaub) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	251	33	87	371
		%	77,47	51,56	60,84	69,87
	nicht auszuschließen	Anzahl	35	13	20	68
		%	10,80	20,31	13,99	12,81
	wahrscheinlich	Anzahl	38	18	36	92
		%	11,73	28,13	25,17	17,33
<b>Innenraumquelle (Partikel) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	229	27	34	290
		%	70,68	42,19	23,78	54,61
	nicht auszuschließen	Anzahl	58	18	40	116
		%	17,90	28,13	27,97	21,85
	wahrscheinlich	Anzahl	37	19	69	125
		%	11,42	29,69	48,25	23,54
<b>Innenraumquelle (Gesamt) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	238	4	3	245
		%	73,46	6,25	2,10	46,14
	nicht auszuschließen	Anzahl	52	42	6	100
		%	16,05	65,63	4,20	18,83
	wahrscheinlich	Anzahl	34	18	134	186
		%	10,49	28,13	93,71	35,03

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

**Tab. 7.2.6: Bestimmung der Schimmelbelastung im Innenraum (Hausstaub), Zusammenhang zur Luft- und Partikelmessung sowie zur Gesamtbewertung**

		Innenraumquelle (Hausstaub)			Gesamt	
		unwahrscheinlich	nicht auszuschließen	wahrscheinlich		
<b>Innenraumquelle (Luft) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	251	35	38	324
		%	67,65	51,47	41,30	61,02
	nicht auszuschließen	Anzahl	33	13	18	64
		%	8,89	19,12	19,57	12,05
	wahrscheinlich	Anzahl	87	20	36	143
		%	23,45	29,41	39,13	26,93
<b>Innenraumquelle (Partikel) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	223	26	41	290
		%	60,11	38,24	44,57	54,61
	nicht auszuschließen	Anzahl	83	19	14	116
		%	22,37	27,94	15,22	21,85
	wahrscheinlich	Anzahl	65	23	37	125
		%	17,52	33,82	40,22	23,54
<b>Innenraumquelle (Gesamt) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	238	5	2	245
		%	64,15	7,35	2,17	46,14
	nicht auszuschließen	Anzahl	53	44	3	100
		%	14,29	64,71	3,26	18,83
	wahrscheinlich	Anzahl	80	19	87	186
		%	21,56	27,94	94,57	35,03

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

**Tab. 7.2.6: Bestimmung der Schimmelbelastung im Innenraum (Partikel), Zusammenhang zur Luft- und Hausstaubmessung sowie zur Gesamtbewertung**

		Innenraumquelle (Partikel)			Gesamt	
		unwahrscheinlich	nicht auszuschließen	wahrscheinlich		
<b>Innenraumquelle (Luft) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	229	58	37	324
		%	78,97	50,00	29,60	61,02
	nicht auszuschließen	Anzahl	27	18	19	64
		%	9,31	15,52	15,20	12,05
	wahrscheinlich	Anzahl	34	40	69	143
		%	11,72	34,48	55,20	26,93
<b>Innenraumquelle (Hausstaub) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	223	83	65	371
		%	76,90	71,55	52,00	69,87
	nicht auszuschließen	Anzahl	26	19	23	68
		%	8,97	16,38	18,40	12,81
	wahrscheinlich	Anzahl	41	14	37	92
		%	14,14	12,07	29,60	17,33
<b>Innenraumquelle (Gesamt) ***</b>	unwahrscheinlich	Anzahl	198	38	9	245
		%	68,28	32,76	7,20	46,14
	nicht auszuschließen	Anzahl	33	29	38	100
		%	11,38	25,00	30,40	18,83
	wahrscheinlich	Anzahl	59	49	78	186
		%	20,34	42,24	62,40	35,03

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

**Tab. 7.2.7: Gemessene und kategorisierte Schimmelbelastung im Kinderzimmer (Fall-Kontroll-Studie)**

	Quelle unwahr-scheinlich		Quelle nicht auszu-schließen		Quelle wahr-scheinlich	
	n	%	n	%	n	%
Gegenwärtig schimmliger/modriger Geruch in der Wohnung						
nein	240	46,60	97	18,83	178	34,56
ja	5	31,25	3	18,75	8	50,00
Gegenwärtig sichtbarer Pilzbefall in der Wohnung **						
nein	224	49,02	85	18,60	148	32,39
ja	21	28,38	15	20,27	38	51,35
Sichtbarer Pilzbefall im untersuchten Zimmer ***						
nein	245	47,12	100	19,23	175	33,65
ja	0	0,00	0	0,00	11	100,00
Vergangener Pilzbefall im untersuchten Zimmer						
nein	245	46,40	100	18,94	183	34,66
ja	0	0,00	0	0,00	3	100,00
Gegenwärtig schimmliger/modriger Geruch od. Pilzbefall im untersuchten Zimmer ***						
nein	244	47,47	100	19,46	170	33,07
ja	1	5,88	0	0,00	16	94,12
Vergangener schimmliger/modriger Geruch od. Pilzbefall im untersuchten Zimmer **						
nein	245	46,93	99	18,97	178	34,10
ja	0	0,00	1	11,11	8	88,89
Jemals schimmliger/modriger Geruch od. Pilzbefall im untersuchten Zimmer ***						
nein	244	47,56	99	19,30	170	33,14
ja	1	5,56	1	5,56	16	88,89
Jemals schimmliger/modriger Geruch od. Pilzbefall im untersuchten Zimmer **						
nein	245	46,58	100	19,01	181	34,41
ja	0	0,00	0	0,00	5	100,00
Jemals Feuchteschaden im untersuchten Zimmer						
nein	235	47,00	94	18,80	171	34,20
ja	10	32,26	6	19,35	15	48,39

Anmerkungen: Chi-Quadrat-Test; Signifikanzniveaus: \*  $\leq 0,05$ , \*\*  $\leq 0,01$ , \*\*\*  $\leq 0,001$ .

### 7.3 Abhängigkeit der Sensibilisierungen gegenüber mindestens einem Innenraumschimmelpilz von spezifischen Merkmalen (Fall-Kontroll-Studie)

**Tab. 7.3.1: Fall-Kontroll-Studie: Abhängigkeit der Sensibilisierungen gegenüber mindestens einem Innenraumschimmelpilz von spezifischen Merkmalen**

	Kontrolle		Fall		Odds Ratio	95% KI		P
	n	%	n	%				
Geschwister								
nein	39	20,00	14	21,88	1,00			
ja	156	80,00	50	78,13	0,88	0,43	1,87	0,823
Eltern mit Allergien								
nein	86	45,99	30	46,15	1,00			
ja	101	54,01	35	53,85	0,96	0,52	1,81	1,000
Familienmitglieder mit Allergien								
nein	61	31,77	24	36,36	1,00			
ja	131	68,23	42	63,64	0,81	0,44	1,52	0,579
Familienbetreuung ausschließlich								
nein	178	89,90	55	85,94	1,00			
ja	20	10,10	9	14,06	1,54	0,55	4,12	0,466
Tierhaltung in der Wohnung								
nein	66	33,33	25	37,88	1,00			
ja	132	66,67	41	62,12	0,64	0,35	1,18	0,171
Katze od. Hund in der Wohnung								
nein	112	56,57	44	66,67	1,00			
ja	86	43,43	22	33,33	0,65	0,34	1,21	0,192
Kleinsäugetiere in der Wohnung								
nein	150	75,76	54	81,82	1,00			
ja	48	24,24	12	18,18	0,69	0,31	1,46	0,393
Sonstige Tiere in der Wohnung								
nein	154	77,78	43	65,15	1,00			
ja	44	22,22	23	34,85	1,83	0,96	3,47	0,070

Anmerkungen: n = Anzahl der untersuchten Fälle und Kontrollen; KI = Konfidenzintervall; P = Wahrscheinlichkeit. Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.

**Tab. 7.3.1: Fortsetzung**

	Kontrolle		Fall		Odds Ratio	95% KI		P
	n	%	n	%				
Haustyp								
Mehrfamilien- bis Hochhaus	45	22,73	19	28,79	1,00			
Ein- bis Zweifamilienhaus	153	77,27	47	71,21	0,72	0,36	1,45	0,399
<b>Grundsanierung der Wohnung *</b>								
nein	141	73,82	36	59,02	1,00			
ja	50	26,18	25	40,98	<b>2,14</b>	1,07	4,36	<b>0,031</b>
Jemals Feuchteschaden im Kinderzimmer								
nein	186	93,94	61	92,42	1,00			
ja	12	6,06	5	7,58	1,29	0,33	4,44	0,853
Jemals Feuchteschaden in der Wohnung (gesamt)								
nein	118	59,60	33	50,00	1,00			
ja	80	40,40	33	50,00	1,47	0,81	2,68	0,226
Jemals Schimmlicher od. modriger Geruch im Kinderzimmer								
nein	197	99,49	66	100,00	1,00			
ja	1	0,51	0	0,00	3,00	0,00	117,00	1,000
Schimmlicher/modriger Geruch in Wohn- und Kinderzimmer (aktuell)								
nein	197	99,49	66	100,00	1,00			
ja	1	0,51	0	0,00	3,00	0,00	117,00	1,000
Schimmlicher od. modriger Geruch in der Wohnung ohne Keller (aktuell)								
nein	195	98,48	64	96,97	1,00			
ja	3	1,52	2	3,03	2,00	0,17	17,46	0,734
<b>Schimmelbefall in Wohn- oder Kinderzimmer (nur aktuell) *</b>								
nein	194	97,98	60	90,91	1,00			
ja	4	2,02	6	9,09	<b>5,44</b>	1,14	34,02	<b>0,031</b>
Jemals Schimmelbefall in der Wohnung (gesamt)								
nein	165	83,33	49	74,24	1,00			
ja	33	16,67	17	25,76	1,82	0,84	3,94	0,137
Schimmlicher/modriger Geruch und/oder Schimmelbefall in der Wohnung								
nein	164	82,83	49	74,24	1,00			
ja	34	17,17	17	25,76	1,74	0,81	3,71	0,168

Anmerkungen: n = Anzahl der untersuchten Fälle und Kontrollen; KI = Konfidenzintervall; P = Wahrscheinlichkeit. Signifikanzniveaus: \* ≤ 0,05, \*\* ≤ 0,01, \*\*\* ≤ 0,001.

