

1 Mykotoxine im Hausstaub

Schimmelpilze sind in Wohnungen ubiquitär und in geringen Mengen gesundheitlich unbedenklich. Da bestimmte Schimmelpilze toxische Stoffwechselprodukte produzieren (Mykotoxine), können Schimmelpilze im Innenraum beim Menschen schwerwiegende gesundheitliche Probleme bewirken. Innenraum-Kontaminationen stellen grundsätzlich ein hohes Umweltisiko dar, weil sich die Bevölkerung in Ländern moderaten Klimas, wie z. B. in Deutschland, zu mehr als 80 % ihrer Zeit in Innenräumen aufhält.

Mittel- und schwerflüchtige Mykotoxine reichern sich im Hausstaub an (Passivsammler-Funktion), weshalb Hausstaub ein idealer Indikator für eine Innenraum-Kontamination mit Mykotoxinen ist. **Gleichzeitig ist Hausstaub auch ein wichtiger Pfad der Exposition mit diesen Toxinen.** Bislang wurden Mykotoxine in Hausstaub nur an wenigen, häufig schimmelpilz-indizierten Proben untersucht [1]. Typisch sind Gehalte im unteren µg/kg-Bereich. Untersuchungen über das **Vorkommen von Mykotoxinen in Hausstaub aus „normalen“, nicht schimmelbelasteten Wohnungen** liegen bislang nicht vor.

Verschiedene epidemiologische Studien belegen eindeutig einen Zusammenhang zwischen Schimmelpilzexpositionen und Atemwegsbeschwerden. Im Einzelnen können Schimmelpilze folgende Gesundheitsbeeinträchtigungen beim Menschen bewirken:

- allergene (sensibilisierende) Wirkungen (Allergien)
- reizende Wirkungen
- infektiöse Wirkungen (Mykosen)
- Geruchsbelästigungen (MVOC)
- toxische Wirkungen (Mykotoxine)

In dieser Studie wird ausschließlich die toxische Wirkung von Mykotoxinen berücksichtigt. Die bislang veröffentlichten TDI-Werte für Mykotoxine verdeutlichen die hohe Toxizität dieser Stoffe (Tabelle 1):

Tabelle 1: TDI-Werte einiger Mykotoxine [2]:

Mykotoxin	TDI-Wert [µg/kg Tag]
Deoxynivalenol (DON)	1
Aflatoxin B1	0,001
Ochratoxin A	0,005

2 Methodik

In dieser Studie werden derzeit 2000 Proben untersucht, die im Rahmen von Biozid-Untersuchungen in Hausstaub gesammelt wurden. In diesen nicht indizierten Proben werden 7 Mykotoxine quantifiziert (Aflatoxin B1, Citrinin, Deoxynivalenol, Diacetoxysciperinol, Gliotoxin, Ochratoxin A, Sterigmatocystin). Zudem wird per MSⁿ-Screening nach Schimmelpilz-Markern wie Ergosterol und weiteren Mykotoxinen gesucht [3]. Der Hausstaub wird mittels Methanol/Wasser (84:16) und Ultraschall extrahiert. Aufgrund der unterschiedlichen Polarität der Analyten wird auf eine Matrixabtrennung z. B. per SPE verzichtet. Stattdessen werden die Extrakte direkt analysiert. Die Analyse erfolgt mittels HPLC-MS/MS (Shimadzu Prominence HPLC, Säule: Varian Pursuit XRs 5µm 150x2,0 mm, Applied Biosystems Q Trap 3200) mit positiver und negativer ESI-Ionisierung (Abbildung 1, Tabelle 2). Das MSⁿ-Screening erfolgt parallel, d. h. im gleichen Lauf im Trap-Modus (Enhanced MS). Die Ergebnisse hierzu werden zu einem späteren Zeitpunkt vorgestellt.

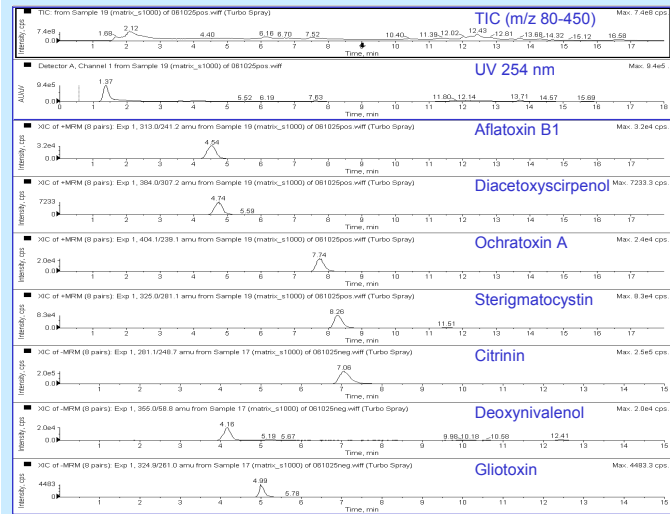


Abbildung 1: Chromatogramm einer mit Mykotoxinen dotierten Hausstaubprobe.

Tabelle 2: Nachweisgrenzen der quantitativen Bestimmung von Mykotoxinen im Hausstaub (Kalibriergrenzenmethode nach DIN 32645):

Mykotoxin	NWG [µg/kg]
Aflatoxin B1	8,6
Diacetoxysciperinol	9,6
Ochratoxin A	43
Sterigmatocystin	3,2
Deoxynivalenol	176
Gliotoxin	175
Citrinin	8,6

3 Quantitative Ergebnisse

Für ca. 200 Proben liegen bereits Ergebnisse vor. Von den untersuchten Toxinen wurde in den (*nicht* schimmelpilz-indizierten) Hausstaub-Proben neben Sterigmatocystin und Gliotoxin insbesondere Deoxynivalenol bestimmt, die anderen Toxine wurden bislang nicht nachgewiesen (Abbildung 2):

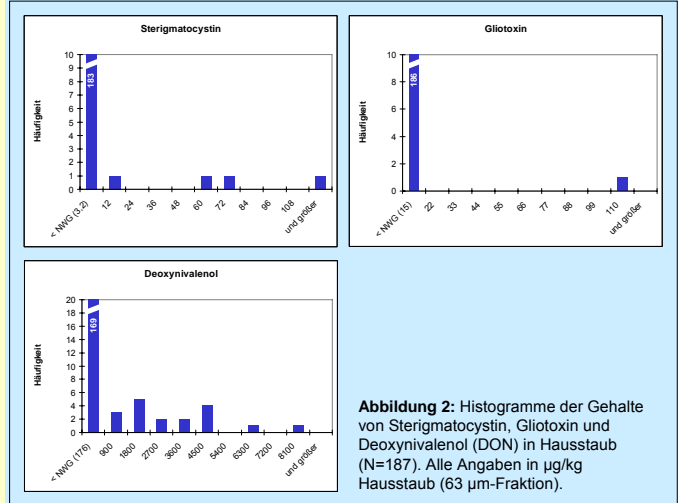


Abbildung 2: Histogramme der Gehalte von Sterigmatocystin, Gliotoxin und Deoxynivalenol (DON) in Hausstaub (N=187). Alle Angaben in µg/kg Hausstaub (63 µm-Fraktion).

4 Bewertung der Mykotoxin-Gehalte im Hausstaub:

Zur gesundheitlichen Bewertung von Mykotoxinen im Hausstaub von Innenräumen existieren derzeit keine publizierten Grenzwerte bzw. Bewertungsschemata. Daher wurde, aufbauend auf einer detaillierten Expositionsabschätzung für organische Stoffe im Hausstaub [4], für die drei Expositionswege Haut (dermal), Mund (digestiv) und Atemwege (inhalativ) und drei Expositionsszenarien (Kinder im Alter von 2 Jahren, 6 Jahren und Erwachsene) jeweils der Gehalt eines Mykotoxins berechnet, der den TDI-Wert allein über diesen Pfad vollständig ausschöpft. Der kleinste Wert der drei Pfade wurde (unabhängig von weiteren anzunehmenden Quellen wie z. B. der Nahrung) als Richtwert definiert, bei dessen Überschreitung eine gesundheitliche Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann (Tabelle 3).

Beim Vergleich mit den vorliegenden Ergebnissen zeigt sich, dass die Deoxynivalenol-Richtwerte bei den bisher untersuchten Proben stets unterschritten werden. Die stärker toxischen Toxine Aflatoxin B1 und Ochratoxin A wurden bislang in nicht-schimmelinduzierten Proben nicht nachgewiesen; die Richtwerte bei diesen Stoffen liegen allerdings 2-3 Größenordnungen niedriger, so dass bereits bei deutlich geringeren Gehalten gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht ausgeschlossen werden können. Für weitere Mykotoxine wie z.B. Sterigmatocystin und Gliotoxin liegen noch keine Richtwerte vor, weshalb hier (noch) keine Bewertung der Ergebnisse möglich ist.

Tabelle 3: Aus TDI-Werten (Tabelle 1) berechnete Hausstaub-Exposition (Gehalte) der Mykotoxine, die den TDI-Wert zu 100% ausschöpfen (Expositionsberechnungen von [4]) (Pica = Essen von ungenießbaren Gegenständen bei Kleinkindern):

Personengruppe	Mykotoxin	Exposition, die 100% des TDI ausschöpft:			Hausstaub-Richtwert [mg/kg Staub]
		dermal [mg/kg Staub]	digestiv [mg/kg Staub]	inhalativ [mg/kg Staub]	
Krabbelkinder (Alter: 2 Jahre, mit Pica)	Deoxynivalenol	8667	40	30000	40
	Aflatoxin B1	0,40	0,04	30	0,04
	Ochratoxin A	0,01	0,2	150	0,01
Grundschulkinder (Alter: 6 Jahre)	Deoxynivalenol	38000	12350	35000	12000
	Aflatoxin B1	0,6373	12	35	1
	Ochratoxin A	0,02	62	175	0,02
Erwachsene	Deoxynivalenol	59750	115400	75000	60000
	Aflatoxin B1	1,1	115	75	1
	Ochratoxin A	0,03	577	375	0,03

5 Fazit:

Auch Hausstaub aus *nicht* schimmelbelasteten Wohnungen kann Mykotoxine in z. T. hohen Gehalten enthalten. Bei hoch toxischen Mykotoxinen wie z.B. Aflatoxin B1 und Ochratoxin A sind gesundheitliche Schädigungen nicht auszuschließen.

Literatur:

- [1] Butte, W. und Toppfer, I.: Quantifizierung von Schimmelpilzen im Hausstaub mit Hilfe chemischer Indikatoren. In: Hrs. Keller, R. et al., Schriftenreihe des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene der Universität Lübeck, 2006, Bd. 10, S. 47-57.
- [2] Scientific Committee on Food der Europäischen Union (1996/1989/1999): Opinion of the Scientific Committee on Food on Aflatoxins, Ochratoxin A and Patulin / Opinion of the Scientific Committee on Food on Ochratoxin A / Opinion on Fusarium toxins. Part 1: Deoxynivalenol (DON).
- [3] Nielsen, K. F. und Smedsgaard, J. (2003). J Chromatogr A 1002(1-2): 111-36.
- [4] Ertl, H. (2006): In vitro-Resorptionsverfügbarkeit von Bioziden und PCB aus Hausstaub bei Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt bzw. durch die Haut. Dissertation, Universität Oldenburg.