

Zur Innenraumbewertung von Pyrethroiden

Teil 2: Innenraumkinetik

Tino Merz

Die Innenraumbewertung von Pyrethroiden ist gekennzeichnet durch Divergenzen, die sich in mehreren Zehnerpotenzen ausdrücken. Nach gründlichem Studium der Originalia erweisen sich Toleranzwerte für die Luftbelastung im µg-Bereich als wissenschaftlich nicht haltbar (ein sehr ausführliches Fallbeispiel findet sich bei Merz 2000), ebenso wie die These einer weitgehenden Immobilität von Pyrethroiden, etwa aus imprägnierten Textilien. Soweit sich die Mängel rechnerisch korrigieren lassen, ergeben sich tolerable Luftbelastungen von 0,1 - 1 ng/m³ und Hausstaubbelastungen von 0,1 - 1 ppm.

Diese Werte sind, so niedrig sie auch erscheinen mögen, dennoch als vorläufig zu betrachten, da sie nur einen Teil des wissenschaftlichen Diskurses berücksichtigen. Dies ist ein genereller Mangel der heutigen standardisierten toxikologischen Bewertungsverfahren und wurde bisher einzig im Falle der Dioxine durch den Bericht der EPA von 1994 durchbrochen. Für eine Bewertung nach dem Stand der Wissenschaft bedeutet dies, dass sie zu noch niedrigeren Werten kommen könnte.

Für die Praxis ist dies allerdings unerheblich, da schon die genannten Werte selbst bei gründlichster Dekontamination nach der Anwendung nicht unterschritten werden können. Deshalb ist aus toxikologischen Gründen von jeglicher prophylaktischen Anwendung abzuraten.

Problemstellung

Die kinetische Seite der Innenraumbewertung wurde bisher durch die Feststellung dominiert, dass Pyrethroide einen sehr geringen Dampfdruck haben und deshalb „nur eine kleine Massenfraktion ... (Bereich 0,04 bis 0,2%)“ aus dem Teppich auslösbar seien (PAULUHN 1998a). Darüber hinaus wurde behauptet, Pyrethroide würden in Fasern eindringen und deshalb aus Teppichen gar nicht ausgasen (HAAS 1994). Die Messwerte aus Innenräumen zeigen allerdings eine gewisse Mobilität an.

In der Innenraumanalytik hat man drei Ansatzpunkte: Staub-, Luft- und Materialproben. Luftproben

sind aufwendig und stehen deshalb oft nicht zur Verfügung.

Der Nachweis im Staub ist der empfindlichste. Wegen seiner großen Oberfläche ist Staub der beste Akkumulator im Innenraum. Die Luftprobe läßt sich direkt in die inhalative Dosis umrechnen, ist aber abhängig von der Raumnutzung vor der Probenahme. Die Materialwerte lassen sich nur bedingt in eine Luftbelastung umrechnen. Sie sind abhängig von Alter (Staub, Material), Korngröße (Staub), Temperatur- und Feuchtigkeitsverteilung im Raum, Lüftungsrate und Nutzungsart. Bei Staubproben benutzt man deshalb zur Bewertung den 7-Tage-Feinstaub zwischen den Schichten des Staubsaugerbeutels (Mitteilung des Bremer Umweltinstituts).

Eine Langzeitmessung des Fraunhoferinstituts in ungenutzten Räumen zeigt, daß die Innenraumkonzentrationen nach Anwendung in Wochen exponentiell abfallen und dann einem Grundbelastungslevel zustreben, der über Jahre konstant bleibt. Dabei konnte Deltamethrin schon nach kurzer Zeit nur noch im Staubbiederschlag nachgewiesen werden (LEVSEN & SOLLINGER 1993).

Es wäre nicht schwierig, die entsprechenden Differentialgleichungen aufzustellen, die die Zusammenhänge herstellen. Es fehlt aber an Messserien, die erlauben, den Einfluß jeweils eines Parameters in der nötigen Genauigkeit zu bestimmen.

Worst-case-Untersuchungen im Labor

Cyfluthrin ist mit einem Dampfdruck von 1 mPa (= 10⁻⁸ bar) bei Zimmertemperatur schwer flüchtig. Dem entspricht, daß der Stoff nur partikelgebunden, nicht dampfförmig nachgewiesen wurde (PAULUHN 1995, 1998a).

Demgegenüber zeigen schon Vorversuche eine unerwartet hohe Mobilität: Filterpapiere, die mit gelöstem Permethrin imprägniert worden waren, wurden mit Kaolin intensiv eingestaubt. Innerhalb von nur 15 h wurden bis zu 60% des Permethrins - mittels großer Staubmengen - auf das Kaolinpulver übertragen. Dieses Ergebnis ist unerwartet hoch und verlangt eine

Kontakt:

Dr. rer. nat. Tino Merz
Frankenstr. 12
97292 Wüstenzell
Tel.: 09369/1559
Fax: 09369/980798
merz.oeko_sys@t-online.de

1) In der Veröffentlichung von 1995 hieß es „%/h m²“ (PAULUHN 1995), wahrscheinlich ein Tippfehler in der Veröffentlichung.

Untersuchung des Transportmechanismus: der Dampfdruck ist als Erklärungsmodell zu niedrig, Wasserdampfdestillation und Abrieb scheiden aus. (BGA 1994, SCHÄFFER 1995)

Praxisnähere Versuche mit Teppichen bestätigen die hohe Mobilität: 1 m² Teppich wurde auf einer Rolle permanent gebürstet und bestäubt. Der so erzeugte cyfluthrinhaltige Staub wurde simultan mit einem Luftstrom von 8 l/min der chemischen Analyse und dem Tierversuch zugeführt. In den ersten zwei Teststunden wurden Cyfluthrinkonzentrationen in der Luft festgestellt, die gemäß der an gleicher Stelle publizierten Bewertung (PAULUHN 1998a) zu Atembeschwerden führen müssen: mit 2094, 17 und 620 µg/m³ waren Luftbelastungen deutlich >> 10 µg/m³, dem Toleranzwert nach Pauluhn (vgl. a. MERZ 2000). Im weiteren Testverlauf (3. bis 18. Stunde) wurden 94, 2,7 und 123 µg/m³ gemessen. Der Toleranzwert nach Pauluhn wird nur in einem Fall unterschritten. Auch die akute Wirkschwelle von 100 µg/m³ (= 0,1 mg/m³) nach Pauluhn wird nur bei einer Meßreihe unterschritten.

Diese hohen Luftbelastungen wurden durch nur einen Quadratmeter Teppich erzeugt. Bei einer Versuchsanordnung von 10 m² (wie etwa die strapazierte Wohnfläche von einem Kinderzimmer) wäre zehnfache Luftbelastung zu erwarten. Der Kommentar von Pauluhn beschränkt sich auf das Argument, daß ein ständiges Bürsten im mit Staub beladenem Luftstrom eine extreme worst-case-Situation darstellt. Die Werte lassen eigentlich nur die Interpretation zu, daß bei realistischer Flächengröße einerseits und realer Strapazierung andererseits, die Überschreitung der Toleranzwerte als wahrscheinlich angenommen werden muß.

Statt solcher Überlegungen berechnet Pauluhn eine Transferrate von „0,01 - 0,2 %/h m²“ (als Verhältnis der

im Luftstrom nachgewiesenen Cyfluthrinmenge zur im Teppich ursprünglich vorhandenen Menge ¹.

Da sowohl die Ausgangsmenge wie die freigesetzte Menge von der eingesetzten Teppichfläche abhängig ist, kürzt sich die Fläche eigentlich heraus. Die Angabe macht auch wenig Sinn: die Transferrate soll ja angeben, wie viel Prozent in der Stunde abgelöst werden. Diese Ablösbarkeit ändert sich ja nicht mit der verlegten Quadratmeterzahl. Wollte man die Angabe ernst nehmen, so würde - die Obergrenze des Wertebereichs zugrundegelegt - in einen Großraumbüro mit 500 m² in einer Stunde die vollständige Mobilisierung von 100% erreicht.

Es verbleibt eine Transferrate von 0,01%/h bis 0,2%/h. Dieses bedeutete eine Verteilung der eingesetzten Menge in 20 Tagen bis einem Jahr im Raum. Während dieser Zeit entstünde über den Staub/Luft-Pfad eine inakzeptabel hohe Luftbelastung. Soweit der worst-case.

Pauluhn ignoriert in seiner Ergebnisdiskussion die Tatsache der Toleranzwertüberschreitung. Er ignoriert bei seiner Diskussion auch den Einfluß der Teppichgröße auf die Luftbelastung. Aus einer Transfer rate von 0,01 bis 0,2%/h m² wird einfach „(range 0,04 to 0,2%)“ (vgl. Tab. 1 und S. 476 PAULUHN 1998). über die Reaktionen der Versuchstiere wird auch nichts mitgeteilt. 1995 war bereits ein Tierversuch mit Teppichluft veröffentlicht worden, der deutliche Nervenschäden nachgewiesen hat. Die Mäuse waren nach der Exposition nicht mehr fähig, ein einfaches Metallgitter hinaufzuklettern. Bei längerer Exposition vertieften sich die neuromotorische Störungen bis hin zur völligen Apathie, teilweise mit tödlichem Ausgang (ANDERSON 1995).

Pauluhn hätte mit seinen Ergebnissen und seinen eigenen toxikologischen Bewertungsgrößen zu einem kritischen Urteil kommen müssen, wie etwa die Empfehlung, die Imprägnierung von Teppichen auf ein Minimum zu reduzieren.

Tabelle 1

Pyrethroid		Indicator		Concentration of Exposure Atmosphere ^a					
				Air ^b		Carpet ^b		Treatment ^b	
				0-2 Hours	3-18 Hours	0-2 Hours	3-18 Hours	0-2 Hours	3-18 Hours
Permethrin (treatment: 3 g kaolin/m ²)	Total dust (mg/m ³ air)	0.0	0.1	88.3	18.2	67.3/47.5 ^b	5.3/4.2 ^b		
	Permethrin (µg/m ³ air)	<1.1	<1.1	14.7	3.4	12.0/8.0	1.3/1.1		
	ppm _{air}	—	—	166	187	177/168	245/262		
Cyfluthrin WP	TSP (mg/m ³ air)	26.5	11.1	85.6	11.6	51.7	11.7		
	Cyfluthrin (µg/m ³ air)	8 ^c	4 ^c	20 ^c (placebo)	3 ^c	2046	94		
Cyfluthrin EW (trial I)	ppm _{air}	—	—	—	—	39570	8034		
	Treatment (mg a.i./m ²)	—	—	0	NA	360	NA		
	Dislodgment factor (%/h × m ²) ^d	—	—	—	—	—	0.04		
	TSP (mg/m ³ air)	0.0	0.0	4.5	1.8	6.4	3.1		
Cyfluthrin EW (trial II)	Cyfluthrin (µg/m ³ air)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	17.3	2.7		
	ppm _{air}	—	—	—	—	2703	871		
	Treatment (mg a.i./m ²)	—	—	—	—	20	NA		
	Dislodgment factor (%/h × m ²) ^d	—	—	—	—	—	0.01		
Cyfluthrin EW (trial II)	TSP (mg/m ³ air)	0.83	0.21	6.7	3.5	130.8	33.5		
	Cyfluthrin (µg/m ³ air)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	620	123		
	ppm _{air}	—	—	—	—	4740	1000		
	Treatment (mg/m ²)	—	—	—	—	40	NA		
Cyfluthrin EW (trial II)	Dislodgment factor (%/h × m ²) ^d	—	—	—	—	—	0.2		

The air exchange rate in the carpet dust generation chamber (Figure 4a) was approximately 0.5 m³/m² × h.
 NA = not applicable; a.i. = active ingredient; TSP = total suspended particulate matter (obtained by gravimetric filter analysis); ppm_{air} = micrograms pyrethroid/gram airborne dust; placebo = blank formulation (carrier) without pyrethroid.
^bSamples for analytical measurements were taken throughout exposure from the main duct (see Figure 4b) (i.e., before the atmosphere entered the intake of the manifold to the plethysmographs).
^cExposure to air on day 0; carpet-exposure to an atmosphere generated by brushing of the moth-resistant carpet on day 1; treatment = administration of kaolin, cyfluthrin powder (WP), or aqueous solution (EW) on days 2 and 3, respectively (day 2: blank formulation); a/b = kaolin treatment 1 day prior to testing/kaolin treatment 6 weeks prior to testing.
^dContamination of the test setup by previous cyfluthrin studies.
^eThe TWA concentration of airborne cyfluthrin dislodged from 1 × 1 m carpet during the brushing period of approximately 18 hours was calculated for each sampling period (air flow through the carpet dust generator WP = 8.5 L/min; EW = 8.0 L/min). This concentration served as base to calculate the TWA mass of cyfluthrin dislodged/hour in relation to the total mass of cyfluthrin administered to the carpet. The relative percentage of cyfluthrin applied to the carpet in relation to the average mass brushed off the carpet was used to calculate the dislodgment factor.

Felduntersuchungen

Pestizide zeigen in den Innenräumen grundsätzlich eine exponentielle Abnahme nach Ausbringung. Dabei ist die maximale Raumluftkonzentration der Start, und die Steilheit der abklingenden Kurve vom Dampfdruck abhängig (MEIERHENRICH 1997). Dies zeigt sich auch bei den Pyrethroiden. Wegen des niedrigen Dampfdruckes beträgt die Abklingphase 15 bis 20 Wochen. Danach bleibt eine gewisse Grundkonzentration über Jahre konstant. Die Differenz zwischen Ausgangskonzentration und der sich einstellenden Dauerbelastung beträgt mehr als eine Zehnerpotenz.

Nach Meierhenrich und gemäß eigener umfangreicher Untersuchungen und unter Hinzuziehung der

verfügbaren Literatur finden sich in Innenräumen, die mit Permethrin oder Deltamethrin behandelt wurden oder permethrinhaltige Teppiche aufwiesen, Luftkonzentrationen im Bereich zwischen 2 und 700 ng/m³. Untersuchungen mit Teppichen zeigten, dass eine Übertragung von der Faser auf die Staubpartikel stattfindet. Denn es ergab sich kein Unterschied bei der Kontamination bezüglich unterschiedlicher Faserlänge der Teppiche, wohl aber ein signifikanter Unterschied bezüglich der Korngröße der Staubpartikel (MEIERHENRICH 1997, WALKER 1994). Damit war die These, dass Permethrin in die Faser eindringt und dort physikalisch fixiert bleibt (HAAS 1994, HEBECKER 1994, KLINGENBERGER 1994, LEHNEN 1994, SCHRÖDER 1994), endgültig widerlegt. Jene These 1994 mußte auch insofern erstaunen, da bereits 1991 mittels eines fluoreszierenden Permethrin-Analogons im Mikroskop nachgewiesen war, dass sich der Wirkstoff ausschließlich auf der Oberfläche festsetzt (SCHÄFER & HÖCKER 1991).

Meierhenrich erklärt die Migration als 'Physisorption', gestützt auf die Tatsache, dass Hausstaub aus organischen und anorganischen Teilen besteht. Die Experimente von Pauluhn zeigen, dass auch rein anorganischer Staub (Kaolin) die gleichen Vehikeleigenschaften für den Transport aufweist.

-Bewertung der Innenraumanwendung: Grundlagen

Zur Bewertung der Luftbelastung im Innenraum stehen sich zwei Zahlengruppen gegenüber: 17,5 µg/m³ (MOHR 1994), 18 µg/m³ (FROMME 1991) für Permethrin und 10 µg/m³ für Cyfluthrin (PAULUHN 1995, 1998a) gegenüber 10 ng/m³ für Deltamethrin (MEIERHENRICH 1997, STOLZ & WEIS 1997) und 0,1 - 1 ng/m³ für Cyfluthrin (vgl. Teil 1, MERZ 2000).

Ist der Toleranzwert nun im µg oder im ng-Bereich zu suchen?

Der Wert von Pauluhn ist aus verschiedenen Gründen wissenschaftlich unhaltbar (MERZ 2000). Mohr und Fromme haben den Richtwert für Raumluft aus dem ADI-Wert abgeleitet. Ein klassischer Fehler.

ADI-Werte werden aus Langzeitfütterungsversuchen abgeleitet (EPA 1989, L'HOTELLIER 1982). Es ist allgemein in der Toxikologie bekannt und akzeptiert, dass inhalative Belastungen regelmäßig um Zehnerpotenzen stärker wirken als ingestive (IPS 1982). Man darf deshalb grundsätzlich aus einer ingestiven Wirkdosis keine Toleranzwerte für die Atemluft herleiten.

Speziell im Fall der Pyrethroide wurde nachgewiesen, dass die inhalativ und dermal aufgenommenen Pyrethroiddosen nicht oder in nicht nachweisbaren Mengen ausgeschieden werden. Im Gegensatz zu oral aufgenommenen Pyrethroiddosen, die innerhalb eines Tages zu 50 % metabolisiert und ausgeschieden werden (EADSFORTH & BALDWIN 1983, CRAWFORD

et al 1981ab, HUTSON et al 1981, TESSIER 1982), kann dies bei dermal aufgenommenen Pyrethroiden nicht nachgewiesen werden (CRAWFORD & HUTSON in EADSFORTH et al. 1988). Dies bestätigt Meierhenrich auch bei Menschen. Bei keinem der Bewohner von Räumen mit 33 bis 440 ppm Permethrin im Hausstaub konnten Metaboliten im Urin nachgewiesen werden. Es muß von Speicherung ausgegangen werden. Der Verbleib im Körper kann derzeit analytisch nicht nachgewiesen werden. Eine Metabolisierung durch die Leber findet aber offensichtlich nicht statt.

Auf welchem Wege auch immer man Toleranzwerte im µg-Bereich betrachtet, sie erweisen sich als wissenschaftlich unhaltbar.

Zur wissenschaftlichen Diskussion stehen 0,1 bis 1 ng/m³ und 10 ng/m³ (s.o.). Es sei erinnert, dass die Ableitung in Teil 1 nur die Korrektur der größten handwerklichen Fehler von Pauluhn darstellt.

Der Toleranzwert für Deltamethrin von 10 ng/m³ wurde aus subakuten Tierversuchen hergeleitet (APPEL & MICHALAK 1994, APPEL 1996). Deren Wirkschwelle von 100 µg/m³ wurde in eine chronische Wirkschwelle von 1 µg/m³ umgerechnet und ein Sicherheitsfaktor 100 für den Toleranzwert in Ansatz gebracht.

Die EPA schlägt einen Sicherheitsfaktor von 1000 vor, um die Möglichkeit der Sensibilisierung zu berücksichtigen. Da Pyrethroide immunschädigend sind (DIEL 1995, 1997, DIEL et al. 1995, 1997ab), spricht mehr für den höheren Faktor als dagegen. Die Tatsache, daß Freiwillige bei einer einstündigen Exposition mit 100 µg/m³ noch reagierten (PAULUHN & MACHEMER 1998, vgl. MERZ 2000), weist eher auf eine niedrigere akute bzw. subakute Wirkschwelle hin.

-Bewertung der Innenraumanwendung: Zwischenergebnisse

Für die Innenraumbewertung genügt, daß die Raumbelastung durch Teppichimprägnierung oder direkte Anwendung etwa zur Prävention gegen Insektenbefall zu Raumbelastungen führt, die deutlich bis weit über den Toleranzwerten liegen. Direkt nach Anwendung bzw. bei Daueranwendung liegen die Belastungen so hoch, daß akute Reaktionen nicht ausgeschlossen werden können. Letzteres gilt besonders beim Einsatz von Elektroverdampfern. In einem dem Autor bekannten Fall führte der Einsatz von Elektroverdampfern in der Stechmückenzeit nach 6 Jahren zu chronischer Erkrankung, mit chronischer Müdigkeit als Hauptsymptom.

Die Anwendung von Pyrethroiden zum Schutz von Kleidung führt direkt zur dermalen Aufnahme. Die dermalen Aufnahme als Hauptpfad der Exposition bei Erkrankung haben zuerst chinesische Mediziner durch agrarische Anwendung bei über 3000 Patienten erkannt (CHEN et al. 1991, ZHANG et al. 1991). In der Golfkriegsstudie wurde als eine Komponente die

Probe Nr	Pyrethroid - Gehalte in			Verhältnisse		
	Staub-Nieders. [ppm]	Schwebstaub [ppm]	Luft [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SSt/StN	Luft/SST [g/m^3]	Luft/StN [g/m^3]
Permethrin						
36	155	-	21	-	-	0,14
37	140	-	31	-	-	0,22
38	875	-	230	-	-	0,26
39	140	17	2	0,1	0,12	0,01
40	120	60	16	0,5	0,27	0,13
41	120	87	14	0,7	0,16	0,12
42	117	99	42	0,8	0,42	0,36
43	440	530	145	1,2	0,27	0,33
44	102	160	46	1,6	0,29	0,45
45	162	413	164	2,5	0,40	1,01
46	171	695	213	4,1	0,31	1,25
47	14	63	28	4,5	0,44	2,00
48	216	1011	322	4,7	0,32	1,49
49	285	2100	26	7,4	0,01	0,09
Deltamethrin						
50	18	-	6	-	-	0,33
51	20	-	3	-	-	0,15
52	950	2295	629	2,4	0,27	0,66
53	1380	4330	680	3,1	0,16	0,49
54	0,3	17	5	56,7	0,29	16,67
55	0,2	25	10	125,0	0,40	50,00
56	0,5	61	20	122,0	0,33	40,00
57	0,1	50	15	500,0	0,30	150,00

Tabelle 2: Staub- und Luftbelastungen mit Permethrin und Deltamethrin in Innenräumen (Quelle: alle Daten aus Meierhenrich 1997)

Permethrinimprägnierung der Uniformen als Ursache der chronischen Erkrankung erkannt (HALEY 1997, HALEY et al 1997abc).

— Sanierung und Orientierungswerte

Im konkreten Verdachtsfall wird man zunächst eine Staubprobe nehmen. Nach Kuklinski genügt dies für die Entscheidung für eine Sanierung (KUKLINSKI 1998).

Die Abschätzung eines Luftwertes aus dem Staubgehalt ist aber problematisch (s. Einleitung, vgl. a. MEIERHENRICH 1997). Nach Pauluhn entspricht ein Gehalt von 50.000 ppm im Schwebstaub $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Atemluft. Wegen der Unsicherheit bei Korrelation der Staubwerte mit den Luftwerten akzeptiert er auch eine Zuordnung im Bereich 5.000 bis 50.000 ppm. Eine Schwankungsbreite von mehr als einer Zehnerpotenz ergibt sich auch aus den Zahlen des Bremer Umweltinstituts. Wenn man von einigen Sonderfällen

absieht, so könnte man die Faustregel ableiten, daß sich aus einer Staubbelastung in ppm eine Luftbelastung in ng/m^3 direkt ergibt. Allerdings zeigen die Proben 54 bis 57, daß diese Abschätzung nicht immer auf der sicheren Seite liegen muß.

Daraus ergibt sich je nach gewähltem Toleranzwert eine kritische Hausstaubbelastung von 10, 1 oder 0,1 ppm. Das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) nennt ohne toxikologische Begründung einen Wert von 1 ppm als Grenze zwischen sachgemäßer und unsachgemäßer Anwendung.

Handelsübliche Wollteppiche enthalten neuwertig bis zu 150 ppm Permethrin. Akzeptiert man einen Toleranzwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit der Begründung, daß Permethrin weniger giftig als Deltamethrin oder Cyfluthrin ist, so leitet sich aus dem bisher Gesagten ab, daß dies zumindest eine Zehnerpotenz zu hoch ist.

— Der wissenschaftliche Diskurs

Die intensive Auseinandersetzung einiger Toxikologen der Oldenburger Universität mit den Zulassungsverfahren für Chemikalien führte u.a. zu der Erkenntnis, daß der wissenschaftliche Diskurs weitgehend außen vor bleibt (HOSTRUP 1998).

Die Auseinandersetzung mit Pauluhn, die mit einem Paper aus Gerichtsakten begann (MERZ 1999), führt zwangsläufig zu der Erkenntnis, daß dies gewollt ist und mit aller Energie durchgesetzt wird. Ohne wenn und aber werden alle Arbeiten und Veröffentlichungen, die nicht ins Konzept passen, als 'widerlegt' oder 'unwissenschaftlich' diskriminiert (MERZ, PAULUHN, SCHÜLE, Protokoll und Briefwechsel 1999). Die Naturwissenschaft wird in zwei Teile gespalten. Diese Selektion führt zu einem harmlosen Bild, ein Grund warum ein hochwirksames Nervengift auch in der Gefahrstoffverordnung fehlt:

These: Permethrin gelangt nicht aus Teppichfasern in die Raumluft.

These: Pyrethroide werden im Körper nicht gespeichert.

These: Alle Wirkungen der Pyrethroide sind reversibel.

Erstere war bereits bei ihrer allgemeinen Verbreitung 1994 erkennbar falsch. Die zweite gilt - wenn überhaupt - nur für die orale Aufnahme.

Letztere gilt nur für die akute Belastung und ist in vitro widerlegt.

Die entscheidende wissenschaftliche Frage ist aber die Frage nach der Akkumulation und der Speichermobilität der dermal und inhalativ aufgenommenen Pyrethroide, die Dauer bis zur Chronifizierung, die sensibilisierende Wirkung, der Einfluss der Blockade

der GABA-Rezeptoren, etc. Dies ist derzeit nicht quantifizierbar, führt aber in der Tendenz zu niedrigeren Beurteilungswerten. Die oben angeführten Orientierungswerte im ng-Bereich decken dieses derzeit unkalkulierbare Risiko nicht mit ab.

Jene Erkenntnis, dass es in Sachen Toxikologie und Umweltbewertung eine hoffähige und eine nicht hoffähige Naturwissenschaft gibt, zeigt sich besonders deutlich in der Tatsache, dass grob falsche Ableitungen von den Gutachtern wissenschaftlicher Zeitschriften (peer-reviewing) anstandslos akzeptiert werden. Hier hat sich seit Jahrzehnten ein pseudorationaler Diskurs entwickelt, der seine eigene 'Logik' hat und der systematisch ist. Bereits diejenigen Entscheidungsgrundlagen für den Umgang mit hochwirksamen Bioziden, die in der Verwaltung und im Rechtsgefüge als wissenschaftlich rezipiert werden, sind in vielen wesentlichen Punkten nicht rational bestimmt.

Nachweise

- ANDERSON, R.C. (1995): Toxic Emissions from Carpets, *Journal of Nutritional & Environmental Medicine* 5: 375-386
- APPEL, K.E. (1996): Diskussionsvorlage zur Sitzung im Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
- APPEL, K.E. & MICHALAK, H. (1994): Zur Toxikologie der Pyrethroide, *VDI Berichte*, 1122,401-424, 1994
- BUNDESGESUNDHEITSAMT (1994): BGA fordert Kennzeichnung für Teppiche und Auslegware aus Wolle, *BGA-Pressedienst* 39 vom 17.06., 1994
- CHEN, S., ZHANG Z., HE F., YAO P., WU Y., SUN J., LIU L., LI Q. (1991): An Epidemiological Study on Occupational Acute Pyrethroid Poisoning in Cotten Farmers, *Br.J. Ind. Med.*, 48: 77-81
- CRAWFORD, M.J., CROUCHER, A., HUTSON, D.H. (1981a): Metabolism of cis- and trans-cypermethrin in rats. Balance and tissue retention study. *J. Agric., Food Chem.* 29: 13-135
- CRAWFORD, M.J.; CROUCHER, A.; HUTSON, D.H. (1981b): The metabolism of the Pyrethroid Insecticide Cypermethrin in Rats; Excreted Metabolites., *Pestic. Sci.* 12: 399-411
- DIEL, F. (1995): Das allergene Potential verschiedener Umweltschadstoffe, *X. Internationales Symposium für Umweltmedizin*, Bad Emstal, 23./24. September, 1995
- DIEL, F. (1997): Immunotoxikologie der Pyrethroide, *Umwelt & Gesundheit* 3 (1997): 126-135
- DIEL, F., SCHOCK B., MODI, R., SCHRIMPF, D., MITSCHKE, T., BORCK, H., DIEL, E., Wirkungen von Pyrethroiden auf menschliche Lymphozyten in vitro, in: *Umwelt & Gesundheit* 3/95, S. 70-75, 1995
- DIEL, F., DETSCHER, M., BORCK, H., SCHRIMPF, D., DIEL, E., HOPPE, H.W. (1997a): Effects of Permethrin on human basophils and lymphocytes in vitro, *Inflam Res*
- DIEL, F., DETSCHER, M., SCHOCK, B., ENNIS, M. (1997b): In vitro effects of the pyrethroid S-bioallethrin on lymphocytes and basophils from atopic and non-atopic subjects, *Allergy*
- EADSFORTH, C.V. & BALDWIN, M.K. (1983): Human dose-excretion studies with the pyrethroid insecticide cypermethrin, *Xenobiotica* 13: 67-72
- EADSFORTH, C.V., BRAGT, P.C., SITTERT, N.J. (1988): Human dose-excretion studies with pyrethroid insecticides cypermethrin and alpha-cypermethrin: relevance for biological monitoring, *Xenobiotica* 18: 603-614
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1989): Health and Safety Guide, No.33 WHO, Genf, 1989
- FROMME, H. (1991): Anwendung von Pestiziden in Innenräumen unter besonderer Berücksichtigung der Pyrethroide, *Toxikologische Aspekte und Darstellung der Anwendungsproblematik*, *Öff. Gesundh.-Wes.* 53: 662-667
- HAAS, J. (1994): Schriftliche Mitteilung der BAYER AG zum „Gutachten des Bremer Umweltinstitutes zur Untersuchung eines Teppichbodens auf Pyrethroid-Gehalt, vom 01.03., 1994
- HALEY, R. W. (1997): Information der University of Texas, Southwestern Medical Center an die Golfkriegsveteranen des 24th Naval Mobile Construction Battalion (NMCB), die an der Studie teilnahmen, Bundes-spracheamt, Referat SM II 2, Auftragsnummer D1954, 1997
- HALEY, R. W., KURT, T. L., HOM, J. (1997a): Is There a Gulf War Syndrome? Searching for Syndromes by Factor Analysis of Symptoms, *JAMA* 277: 215-222
- HALEY, R. W., KURT, T. L., HOM, J. (1997b): Evaluation of Neurologic Function, *JAMA*, 277: 223-230
- HALEY, R. W., KURT, T. L., HOM, J. (1997c): Self-reported exposure to neurotoxic chemical Combinations in the gulf war, *JAMA* 277: 231-237
- HEBECKER, H.G. (1994): Schreiben des internationalen Woll-Sekretariats (IWS), Düsseldorf, an die Redaktion Vital, Hamburg, vom 11.2., 1994
- HOSTRUP, O. (1998): Verbraucher sind gefährdet, Verbraucherschutz und Verfahren zur Beurteilung von Bioziden, Umweltbelastungen und Gesundheit, Tagung der SPD-Bundestagsfraktion, 26. August 1998, Bonn
- HUTSON, D.H., GAUGHAN, L.C., CASIDA, J.E. (1981): Metabolism of the cis- and trans-Isomers of Cypermethrin in Mice., *Pestic. Sci.* 385-398
- IPS (1982): Wirkstoffe in Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Physikalisch-chemische und toxikologische Daten, Industrieverband Pflanzenschutz, Pressehaus Bintz-Verlag Offenbach
- KLINGENBERGER, H. (1994): Motten- und Käferschutz in Woll-Teppichböden (Kurzfassung), *VDI Berichte* 1122: 387-388
- KUKLINSKI, B. (1998): Ehemalige US-Army-Wohnungen: „GulfWar-Syndrome“ unter deutschen Dächern?, *Z. f. Umweltmedizin* 2/98: 93-98
- L'HOTELLIER, M. (1982): Deltamethrin residues in food crops and some animal products, Roussel Uclaf. Deltamethrin monograph: 321-353
- LEHNEN, A. (1994): Untersuchungsbericht Nr. 94 145 des Teppich Forschungsinstitutes (TFI), Aachen, vom 11.4.1994
- LEVSEN, K., SOLLINGER, S. (1993): Organische Innenluftverunreinigungen aus textilen Bodenbelägen, Fraunhofer Institut für Toxikologie und Aerosolforschung, Hannover, Juli 1993
- MEIERHENRICH, U. (1997): Nachweis und Toxikologie pyrethroider Verbindungen, Untersuchungen für die Matrices Teppichfaser, Hausstaub, Raumluft sowie Urin, Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften im Fachbereich 2 (Biologie/Chemie) der Universität Bremen, Bremer Umweltinstitut, Reihe Umweltwissenschaften, Band 1, 1997
- MERZ, T. (1999a): Gibt es verschiedene Nullen? Verschiedene Wege, um zu hohen Grenzwerten zu kommen - Methodik und Kreativität im Hause Bayer, Wüstenzell, Dezember 1999
- MERZ, T. (1999b): Protokoll und Briefwechsel Merz-Pauluhn-Schüle
- MERZ, T. (2000): Zur Innenraumbewertung von Pyrethroiden, Teil 1: Wirkschwelen und Toleranzwert, *umwelt-medizin-gesellschaft* 13: 163-166
- MOHR, S. (1994): Schadstoffbelastung von Innenräumen mit organischen Verbindungen, in: KOLLER, U. & HAURY, H.-J. (Hrsg.): Seminar der Zentralen Inromationsstell, Umweltberatung Bayern. *GSF-Berich*, 5, 47-77, 1994
- PAULUHN, J. (1995): Pyrethroide im Hausstaub - Vorgehensweise bei der Quantifizierung gesundheitlich bedeutender Parameter und deren toxikologische Bewertung, in: J. Pauluhn, *Inhalationstoxikologie*, BAYER AG, Wuppertal, o.D., 1995
- PAULUHN, J. (1998): Hazard Identification and Risk Assessment of Pyrethroids in the Indoor Environment, *Appl. Occup. Environ. Hyg.* 13 (6): 469-478
- PAULUHN, J., MACHEMER, L.H. (1998): Assessment of pyrethroid-induced paraesthesias: comparison of animal model and human data, *Toxicology Letters*, 96/97: 361-368
- SCHÄFER, K. & HÖCKER, H. (1991): Lokalisation und Verteilung von UV-aktiven und fluoreszenten Textilveredlungsmitteln in Wolle mit Hilfe der Scanning Photometermikroskopie, *Mell. Textilber.* 3: 213-221
- SCHÄFFER, K. (1995): Schriftliche Mitteilung des BgVV, Berlin an das Amtsgericht Bonn, Az. 67C77/95 in Sachen Peter ./ . Walter Steinbüchel GmbH, vom 7.9.1995
- SCHRÖDER, E. (1994): Mottenschutz bei Wollteppichböden, Schreiben an die Mitglieder der Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. (TuT), Aachen, 28.1.1994
- STOLZ, P. & WEIS, N. (1997): Messung und Bewertung von Wirkstoffrückständen nach Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen in Innenräumen, Vortrag auf der AGÖF-Tagung am 12.5.1997 in Fulda
- TESSIER, J. (1982): Structure, synthesis and physical-chemical properties of Deltamethrin, Roussel Uclaf. Deltamethrin monograph: 37-65
- WALKER, G. (1994): Pyrethroide im Staub aus Innenräumen nach Pyrethroidanwendung, in *UMWELTBUNDESAMT* (Hrsg.): *Pyrethroide im Hausstaub - eine Übersicht*. *WaBoLu-Hefte* 3: 77-85
- ZHANG, Z., SUN, J., CHEN, S., WU, Y., HE, F. (1991): Levels of exposure and biological monitoring of pyrethroids in spraymen., *Br. J. Ind. Med.* 48: 82-86