PAN Germany
Pestizid Aktions-Netzwerk e.V.

Endokrine Wirkung von Pestiziden

auf Landarbeiter, insbesondere auf Beschäftigte in Gewächshauskulturen und Gärtnereien

Eine gesunde Welt für alle.

Mensch und Umwelt vor Pestiziden schützen. Alternativen fördern.

3 ..... **Vorwort**

4 ..... **Einleitung**

4 ..... **Endokrin wirksame Substanzen**

5 ..... **Aus epidemiologischen Studien ableitbare Erkenntnisse über endokrine Effekte von Pestiziden**

5 ..... Auswirkungen von Pestiziden auf die Fortpflanzung von Frauen im Agrarsektor, insbesondere in Gärtnereien und im Gemüseanbau

7 ..... Auswirkungen von Pestiziden auf die Fortpflanzung von Männern im Agrarsektor, insbesondere von Landarbeitern

8 ..... Auswirkungen auf die Nachkommen von Gärtnerinnen und Landarbeitern

11 ..... **Handlungsbedarf für die Regulierung endokrin wirkender Pestizide**

13 ..... **Anhang: Wirkstofftabelle endokriner Pestizide**

15 ..... **Literatur**

Spendenkonto
Pestizid Aktions-Netzwerk e.V. (PAN Germany)
GLS Gemeinschaftsbank eG, Postfach 10 08 29, 44708 Bochum
Konto-Nr. 203 209 6800, BLZ 430 609 67

Impressum: © Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) e.V., Nernstweg 32, 22765 Hamburg,
Tel. +49 (0)40-399 19 10-0, info@pan-germany.org, www.pan-germany.org

Hamburg, 2013

Redaktion: Susanne Smolka, Layout: grafik:sommer
Fotos Deckblatt: Schwangere: mathias the dread/photocase.com, Weihnachtssterne: jenshauspurg/photocase.com, Kinder: Mr. Nico/photocase.com, Gewächshaus: archfreak/photocase.com, Baby-Füße: Franx/photocase.com; Fotos S. 9: Kind: flowerbird/photocase.com, Pflanzen: Peneelope/photocase.com; Fotos S.11: Gewächshaus: eschall/photocase.com.

Vorwort

In den letzten Jahrzehnten scheinen zahlreiche Erkrankungen und Gesundheitsstörungen, die mit dem Hormonsystem im weitesten Sinne in Verbindung stehen, zuzunehmen. Dies betrifft besonders Störungen der empfindlichen menschlichen Fortpflanzung und ist ein weltweites Phänomen.

In den USA haben beispielweise die Testosteron-Konzentrationen bei Männern in den letzten 20 Jahren signifikant abgenommen. In den skandinavischen Ländern kommt es bei den Dänen besonders häufig zu Störungen der Hoden und ihrer Funktionen. Studien zeigen, dass Immigranten nach Dänemark in der ersten Generation, die nicht in Dänemark geboren wurde, weniger unter Störungen leiden als ihre in Dänemark geborenen Kinder. Dies spricht dafür, dass Umwelteinflüsse und nicht genetische Faktoren dafür verantwortlich sind. Welche diese sind, ist bisher unbekannt.

Allerdings gibt es zahlreiche Chemikalien, insbesondere Pestizide, die im Verdacht stehen, negative endokrine Wirkungen zu haben (Klingmüller & Alera, 2011). Vor diesem Hintergrund ist der vorliegende Überblick über mögliche hormonelle Wirkungen von Pestiziden gerade bei Beschäftigten in Gewächshäusern bzw. Gärtnereien, die mit diesen Chemikalien leicht in Kontakt kommen können, von großer Bedeutung. Zahlreiche Studien belegen, dass bei entsprechend exponierten Menschen die Fruchtbarkeit gestört sein kann und dass sogar die Kinder von Exponierten Veränderungen aufweisen können. Dies ist ein besonders gravierender Befund. Gezielte Expositionsversuche verbieten sich natürlich beim Menschen. Tierversuche können aber wertvolle Hinweise auf die hormonelle Wirkung von Pestiziden geben und sollten stärker berücksichtigt werden.

Prof. D. Klingmüller
Universitäts Klinik I, Endokrinologie
Bonn

Einleitung

Neben der akut und chronisch toxischen Wirkung von Pestiziden, die jährlich weltweit zu Hunderttausenden von Vergiftungen führen, wird schon seit Jahrzehnten die endokrine Wirkung von etlichen Pestiziden vermutet, und für eine Reihe von Substanzen konnte in Laborversuchen eine Wechselwirkung mit dem Hormonsystem nachgewiesen werden. Die realen Auswirkungen auf in der Landwirtschaft Beschäftigte wurden bisher zwar in zahlreichen Studien untersucht, deren Befunde konnten aber nicht immer eindeutige Zusammenhänge mit der jeweils vorliegenden Pestizid-Exposition herstellen. Deshalb mündete die hormonähnliche Auswirkung von Pestiziden auf den Menschen bisher nur in wenigen Fällen zu einem Verbot oder Rücknahme der Zulassung. In den letzten Jahren wurden aber vor allem für Frauen, die in Gärtnereien beschäftigt waren, Befunde publiziert, die aufzeigten, dass deren Kinder mit schwerwiegenden Missbildungen ihrer Geschlechtsorgane geboren wurden. Auch wenn diese Untersuchungen nicht immer eindeutig in ihren Ergebnissen und angreifbar in ihrer Datenlage sind, sollten diese Befunde im Sinne einer vorsorgenden Chemikalienpolitik Anlass zur Besorgnis geben. In der vorliegenden Studie soll ein erster Überblick über den bisherigen Kenntnisstand sowie zu epidemiologischen Befunden bei Beschäftigten in Gewächshäusern gegeben werden und anhand der vorliegenden Ergebnisse dafür plädiert werden, das Vorsorgeprinzip stärker umzusetzen.

Endokrin wirksame Substanzen

Hormone sind Botenstoffe des Körpers, die von Drüsenzellen in den Blutkreislauf abgegeben werden (endokrin = in das Körperinnere ausgeschieden), um beim Andocken an die passenden Rezeptoren/Empfängermoleküle der Zielzellen diese zu stimulieren oder zu hemmen. Jedem geläufig ist die gesteigerte Produktion von Geschlechtshormonen in der Pubertät, durch die eine Vielzahl von Organen und Zellen stimuliert und zur Differenzierung angeregt werden. Schon seit den Anfängen der Medizin ist bekannt, dass auch pflanzliche oder tierische Stoffe wie Hormone wirken können. Einer der genutzten Pflanzenextrakte ist in Europa der Mönchspfeffer, der eine eindeutige Wirkung auf den weiblichen Zyklus ausübt. Die endokrine Wirkung eines Stoffes beinhaltet somit eine Einflussnahme auf das Hormonsystem, welche durch vielfältige Mechanismen im Körper erfolgen und durch wesentlich geringere Konzentrationen ausgelöst werden kann, als dies für eine akut toxische Wirkung notwendig ist (Kasten 1). Daher kann eine endokrine Wirkung schon bei Konzentrationen weit unterhalb der akut toxischen Schwellenwerte auftreten.

Schon seit Langem ist bekannt, dass zahlreiche Pestizide endokrin wirksame Inhaltsstoffe besitzen. Aus Laboruntersuchungen an Zellkulturen, aber auch an Versuchstieren wie Ratten und Mäusen, liegen inzwischen umfangreiche, belastbare und wissenschaftlich unumstrittene Daten über die hormonähnliche Wirkung von weltweit zugelassenen Pestiziden und Formulierungshilfsstoffen vor (Andersen et al. 2002; Okubo et al. 2004; Mnif et al. 2011; Orton et al. 2011, Kortenkamp et al. 2012, EEA, 2012). In den Laborversuchen konnte für zahlreiche Pestizide und auch für Formulierungshilfsstoffe eine endokrine Wirkung, d.h. eine Beeinflussung des Hormonsystems, nachgewiesen werden. Diese Effekte können bei weiblichen Tieren zur Vermännli-

Kasten 1 **Effekte endokrin wirksamer Substanzen auf den Menschen**

Durch zahlreiche Laborversuche und epidemiologische Studien ist mittlerweile eine große Anzahl von Effekten endokrin wirksamer Stoffe auf den Menschen nachgewiesen worden:

- Männliche Fruchtbarkeit: Verminderung der Samenqualität, genitale Missbildungen, Hoden- und Prostatakrebs
- Weibliche Fruchtbarkeit: Vorzeitiger Eintritt in die Pubertät, Auftreten von Zysten in den Eierstöcken, Veränderungen der Gebärmutter, Brustkrebs, Abnahme der Fruchtbarkeit, Schwangerschaftskomplikationen und vorzeitige -abbrüche
- Diabetes und Übergewichtigkeit
- Neurologische Störungen, insbesondere durch Störungen in der Gehirnentwicklung, und auch degenerative Veränderungen des Gehirns wie die Parkinson-Krankheit
- Störungen der Schilddrüsenfunktion, Unter- sowie Überfunktion und Schilddrüsentumoren

(Kortenkamp et al. 2012).

chung und bei männlichen Tieren zur Verweiblichung führen. Die Veränderung oder Transformation in das jeweils andere Geschlecht ist bei beiden Geschlechtern in der Regel unvollkommen und führt zur Unfruchtbarkeit. Auch die Nachkommen können betroffen sein. Sie können direkt nach der Geburt Fehlbildungen und eine mangelnde Ausdifferenzierung der zum Geburtszeitpunkt normalerweise vorhandenen Geschlechtsmerkmale aufweisen. Eine Zusammenstellung der in Laborversuchen nachgewiesenen endokrinen Effekte von Pestiziden findet sich bei Mnif et al. 2011.

Aus epidemiologischen Studien ableitbare Erkenntnisse über endokrine Effekte von Pestiziden

Untersuchungen zu endokrinen Effekten von Pestiziden können beim Menschen in ihren Wirkungen auf das weibliche und/oder männliche Fortpflanzungssystem bzw. bei den Kindern von exponierten Paaren durchgeführt werden. Bei Frauen zählen hierzu Untersuchungen über Veränderungen im Hormonhaushalt, Unregelmäßigkeiten des Menstruationszyklus, verminderte Fruchtbarkeit, Unfruchtbarkeit und spontane Frühgeburten. Bei Männern wurden neben Veränderungen im Hormonhaushalt vor allem Untersuchungen der Spermienqualität, -beweglichkeit und -anzahl durchgeführt. Bei Kindern von exponierten Paaren standen Untersuchungen zur sexuellen Differenzierung und Reifung von Jungen im Zentrum zahlreicher Studien. Im Folgenden sollen Beispiele aus dem Gemüseanbau und aus Glashauskulturen angeführt werden, in denen die Auswirkungen auf Frauen wie Männer, die direkt mit der Handhabung von Pestiziden beschäftigt waren, untersucht wurden. Untersucht wurden u.a. Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit, die Schwangerschaft und auf die Nachkommen der berufsmäßig exponierten Personen. Die oben ebenfalls erwähnten möglichen Auswirkungen endokriner Pestizide im Hinblick auf Tumoren der Fortpflanzungsorgane werden hier nicht dargestellt.

Auswirkungen von Pestiziden auf die Fortpflanzung von Frauen im Agrarsektor, insbesondere in Gärtnereien und im Gemüseanbau

Einige Pestizide wirken auf die Regulierung des Menstruationszyklus in der Weise, dass es über mehrere Zyklen nicht zum Eisprung kommt. Dieses wurde nach Einwirkung von DDT in einer Studie an 3103 in der Landwirtschaft tätigen Arbeiterinnen in den USA festgestellt, die mit der Zubereitung und Ausbringung von DDT befasst waren (Farr et al., 2004). In einer weiteren Studie in den USA wurden 8038 Arbeiterinnen untersucht, von denen 62% verschiedene Mischungen von Pestiziden (DDT, Lindan, Atrazin, Carbaryl, Kohlenstofftetrachlorid, Carbamate wie Mancozeb und Maneb sowie Organophosphorverbindungen) zubereitet und ausgebracht hatten. Bei den Arbeiterinnen konnte eine Verzögerung des Eintritts in die Menopause von 3 bis 5 Monaten festgestellt werden (Farr et al. 2006).

In einer dänischen Studie aus dem Jahr 1995 (Abell et al. 2000) wurden die gesundheitlichen Auswirkungen von Pestiziden untersucht, die in Gärtnereien eingesetzt wurden. Es wurde damals geschätzt, dass ca. 4000 Frauen in Dänemark berufsmäßig in Gärtnereien pestizidexponiert waren. Sie wurden durch die Handhabung von behandelten Pflanzen und durch das Versprühen von Pestiziden exponiert. Der Einsatz von Pestiziden in Gewächshäusern mit Pflanzenproduktion war in den letzten 20 Jahren deutlich höher als in Gemüsebetrieben und Freilandgärtnereien.

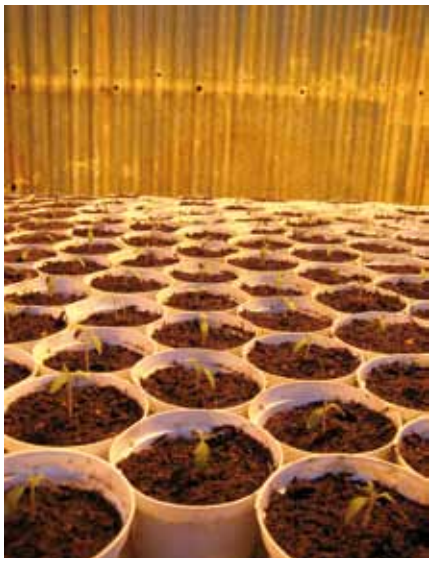
Kasten 2 **Die Beeinflussung des Hormonsystems kann auf unterschiedliche Weise erfolgen.**

Alle im Folgenden genannten Effekte wurden in Laborversuchen an Ratten und Mäusen festgestellt:

- Die Hormonsynthese kann stimuliert oder gehemmt werden. Diese Wirkung ist z.B. von Dimethoat, Glyphosat, Ketoconazol und Lindan bekannt.
- Die Speicherung und Ausschüttung der Hormone kann beeinflusst werden.
- Der Transport der Hormone im Körper und ihre Ausscheidung kann beeinflusst werden. Dieser Effekt ist z.B. von DDT bekannt und wird für Endosulfan und Mirex vermutet.
- Einige endokrin wirksame Pestizide binden an die hormonspezifischen Rezeptoren an, die sie stimulieren oder blockieren können. Diese Wirkungsweise ist von Endosulfan, Toxaphen, Dieldrin, DDT, Methoxychlor, Kepone und Dimethoat bekannt.
- Eine Wechselwirkung mit der Schilddrüse ist von Chlorphenol, Chlorphenoxy-Säuren, Organochlorverbindungen und Chinonen bekannt.
- Eine Beeinflussung des Zentralnervensystems und damit der Hormonregulierung wurde für DDT und Methoxychlor nachgewiesen.

Erst in den letzten Jahren gab es einen deutlichen Rückgang des Einsatzes. Die am häufigsten eingesetzten Pestizide sind Insektizide, Fungizide und Wachstumsregler, während Herbizide in Gewächshäusern selten eingesetzt werden. In dieser Studie wurden 1767 gewerkschaftlich organisierte Gärtnerinnen (der Organisierungsgrad lag bei 90 bis 95%) in zwei Regionen Dänemarks mit der höchsten Dichte von Gewächshäusern befragt. Hierzu wurde ein Standard-Fragebogen benutzt, der in einer europäischen Studie zur Erfassung der ersten Schwangerschaft und von verminderter Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit entwickelt worden war. Die Daten wurden über Telefonanrufe erhoben, und die Fragen umfassten die bisherigen Schwangerschaften, die Zeit bis zur Schwangerschaft bei Kinderwunsch und die berufliche und sonstige Exposition gegenüber Pestiziden während der Zeit, in der das Paar versuchte, Kinder zu bekommen. Daher war die entscheidende Frage: Wie lange dauerte es, bis Sie schwanger wurden?

Eine verminderte Fruchtbarkeit ist von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert als ein Ausbleiben der Schwangerschaft nach mehr als 12 Monaten ungeschütztem Sexualverkehr. Hiervon sind laut WHO mittlerweile 15% aller Paare in der so genannten westlichen Welt betroffen. In den meisten Fällen ist die verminderte Zeugungsfähigkeit des Mannes und zu einem deutlich geringeren Teil die verminderte Fruchtbarkeit der Frau die Ursache (Abell et al. 2000.).



Das Ausmaß der Exposition gegenüber Pestiziden wurde über Fragen

- zur manuellen Tätigkeit mit Pflanzen,
- zur Benutzung von Handschuhen und
- zum Versprühen von Pestiziden

erfasst. Die Befragung ergab, dass 27,7% der Gärtnerinnen nach einem Monat schwanger wurden, während es bei der Kontrollgruppe 31,0% waren. Ein deutlich größerer Unterschied hinsichtlich des Eintritts einer erwarteten Schwangerschaft ergab sich bei dem Vergleich von Gärtnerinnen, die während des Versprühens von Pestiziden keine Handschuhe oder Schutzkleidung trugen, und solchen, die immer Handschuhe trugen. Dieses konnte festgestellt werden. In Bezug auf eine Schwangerschaft in den ersten 6 bzw. 12 Monaten, nachdem die Paare keine Verhütungsmethoden mehr anwandten. Es zeigte sich, dass Gärtnerinnen in intensivem Kontakt mit besprühten Pflanzen eine geringere Wahrscheinlichkeit hatten, schwanger zu werden, wenn sie keine Handschuhe getragen hatten. Bei Arbeiterinnen mit geringerem Kontakt mit behandelten Pflanzen und solchen, die Schutzhandschuhe während der Arbeit trugen, war die Wahrscheinlichkeit, schwanger zu werden, kaum vermindert. Zudem trat ein Unterschied zwischen den Frauen, die Pestizide selbst versprühten, und solchen, die nur mit Pflanzen hantierten, welche zuvor mit Pestiziden besprüht worden waren, hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit einer Schwangerschaft auf.

Auswirkungen von Pestiziden auf die Fortpflanzung von Männern im Agrarsektor, insbesondere von Landarbeitern

Die negativen Auswirkungen von Pestiziden auf die männliche Zeugungsfähigkeit sind schon lange bekannt. Die Wirkung kann durch eine Schädigung der Keimzellen (Spermienstadien) oder der zwischen den Keimzellen befindlichen Nähr- und Stützzellen liegen, die für die Ausreifung der Spermien unabdingbar sind. Die Schädigung der Keimzellen kann zu lebenslanger Unfruchtbarkeit führen, die Schädigung der Nährzellen ebenso, wenn die Einwirkung von endokrin wirksamen Substanzen nach der Pubertät eintritt. Am bekanntesten ist die Schädigung dieser Art durch das Nematizid Dibromchlorpropan (DBCP), bei dem schon vor 40 Jahren festgestellt wurde, dass es die ersten Stadien der Spermienbildung unwiderruflich schädigt (Eaton et al. 1986). In Costa Rica wurde schon in den Neunziger-Jahren bei ca. 1500 männlichen Arbeitern in Bananenplantagen Unfruchtbarkeit infolge einer DBCP-Exposition diagnostiziert, was einem Anteil von ca. 25% der Plantagenarbeiter entspricht (Thrupp 1991). Insgesamt wird geschätzt, dass in den Siebziger-Jahren von ca. 26.000 Plantagenarbeitern in 12 Ländern durch DBCP 64% eine verminderte Zeugungsfähigkeit besaßen und 28% unfruchtbar wurden. Ähnliche drastische Wirkungen sind von dem Insektizid Chlordecon (Kepone) bekannt, das demzufolge 1975 in den USA verboten und 2009 in die Stockholmer Konvention zur weltweiten Eliminierung persistenter organischer Schadstoffe (POPs) aufgenommen wurde. Insgesamt liegen mittlerweile mehr als 30 Studien zur Verringerung der männlichen Fruchtbarkeit nach beruflicher Exposition von Landarbeitern vor. Diese Studien stammen aus Regionen mit intensiver industrieller/konventioneller Landwirtschaft, bzw. aus Ländern, in denen sich Produktionsstätten für Pestizide befinden: Europa (Dänemark, Finnland, Polen, Niederlande, Italien, Frankreich, Spanien), Amerika (USA, verschiedene Bundesstaaten, Kanada, Costa Rica, Argentinien, Kolumbien), Asien (China, Indien, Japan). Bis auf die Effekte von DBCP, EDB und Chlordecon, für die eindeutige Zusammenhänge zwischen einer Pestizid-Exposition und einer Abnahme der Zeugungsfähigkeit gezeigt werden konnten, sind alle anderen Studien in der wissenschaftlichen Diskussion heftig umstritten. Denn infolge methodischer Schwächen, z.B. einer zu geringen Anzahl von befragten Personen oder nicht eindeutig definierten Kontrollgruppen, wurden diese Studien immer wieder infrage gestellt (Bretveld et al. 2007; Andersson et al. 2008).

Auch bei Landarbeitern wurde neben der Zeugungsfähigkeit die Frage der Nachkommenschaft untersucht. In einer niederländischen Untersuchung sollte bei 43 Obstbauern geklärt werden, ob es zu verzögerten Schwangerschaften in der Beziehung gekommen war (de Cock et al. 1994). Betrachtet wurden 91 Schwangerschaften zwischen 1978 und 1990. Es wurde ein Zusammenhang zwischen einer hohen Pestizid-Exposition und einer Verzögerung des Schwangerschaftseintritts festgestellt. Insbesondere war dies der Fall, wenn die Paare versuchten, in der Sprühsaison von März bis November Nachwuchs zu bekommen. Die Studie konnte aber nicht klären, welchen Anteil die Pestizid-Belastung der Frauen an den verzögerten Schwangerschaften hatte. In einer vergleichbaren Erhebung unter 362 französischen Weinbauern, 449 dänischen Landarbeitern aus konventionellem Anbau und 121 Gewächshausarbeitern konnte kein Unterschied zu den Kontrollgruppen festgestellt werden. In einer Untersuchung in Kanada an 1048 Farmarbeitern stellte sich heraus, dass nach der Exposition gegenüber Dichlorphenoxy-Säuren, Cyanazin, Captan und verschiedenen Fungiziden die Schwangerschaft bei 12 bis 15%

verzögert eingetreten war (Curtis et al. 1999). In einer Studie in Indien an 1016 hoch exponierten Baumwollarbeitern gegenüber 1020 nicht exponierten Paaren war der Anteil der zeugungsfähigen Männer signifikant niedriger (Rupa et al. 1991).

In Italien konnte in mehreren Studien gezeigt werden, dass von 123 Gewächshaus-Arbeitern die Zeitspanne bis zur geglückten Zeugung 5,4 Monate und bei der Kontrollgruppe 3,9 Monate betrug (Petrelli et al. 2000a und b). In einer finnischen Studie (Sallmén et al. 2003) mit einer Befragung von insgesamt 578 Paaren konnte festgestellt werden, dass eine verminderte Zeugungsfähigkeit bei Arbeitern in Gewächshäusern bestand, die sich nicht ausreichend geschützt hatten. Bei Arbeitern, die sich vorschriftsmäßig geschützt hatten, konnten keine Effekte beobachtet werden. Insbesondere bei einem Einsatz von Pyrethroiden war die Zeugungsfähigkeit eindeutig vermindert, bei Organophosphor-Verbindungen und Carbamaten ergab sich ein Verdacht auf eine Verminderung der Zeugungsfähigkeit. Eine gewisse Bestätigung dieser Ergebnisse, die in vielen anderen Studien nicht erzielt werden konnte, fanden Tielemans et al. (1999) bei einer Befragung von Paaren in den Niederlanden, welche versuchten, durch eine künstliche Befruchtung Nachwuchs zu bekommen. Hierbei stellte sich heraus, dass bei Paaren, in denen der Mann beruflich pestizidexponiert war, der Befruchtungserfolg deutlich vermindert war.

Auswirkungen auf die Nachkommen von Gärtnerinnen und Landarbeitern

In einer dänischen Studie (Weidner et al. 1998) **über die Auswirkungen der Pestizid-Exposition auf die Kinder von Gärtnerinnen und Landarbeitern wurde auf staatliche Erhebungen zurückgegriffen.** Durch die Existenz eines Bevölkerungsregisters und dessen Verbindung zu Erhebungen zur Fruchtbarkeit wurde versucht, mögliche Zusammenhänge zwischen angeborenen Fehlentwicklungen bei Jungen und der Exposition der Eltern zu ermitteln.

Hierbei geht es vor allem um Neugeborene mit Hodenhochstand (Kryptorchismus) und Fehlbildung der Öffnung der Harnröhre (Hypospadie). Der Hodenhochstand wird als Verweiblichungstendenz angesehen, da im Gegensatz zu Mädchen, bei denen die Keimzellen (Eierstöcke) lebenslang in der Bauchhöhle verbleiben, bei Jungen die Hoden kurz vor der Geburt aus der Bauchhöhle in den Hodensack einwandern müssen, da sonst ein 2- bis 6-mal höheres Risiko einer Unfruchtbarkeit besteht und ein 4- bis 10-mal höheres Risiko, an Hodenkrebs zu erkranken.

Ebenso wird die Endung der Harnröhre an der Penisbasis als Verweiblichungserscheinung angesehen, da die typische Ausdifferenzierung mit dem Harnröhrenende an der Penisspitze unterbleibt. In der Studie wurde versucht, alle Jungen zu erfassen, die zwischen 1983 und 1992 mit der Diagnose Hodenhochstand oder fehlerhafte Öffnung der Harnröhre operiert und aus dänischen Krankenhäusern entlassen worden waren. Die Daten über die elterliche Exposition in dem Jahr der Schwangerschaft wurden steuerlichen Erhebungen entnommen. Hierbei wurde vor allem zwischen Arbeiten in Gärtnereien (Gewächshäusern und Freiland) und Anzucht-Betrieben unterschieden. Es stellte sich heraus, dass das Risiko von Arbeiterinnen in Gärtnereien und auf Bauernhöfen, einen Jungen mit Hodenhochstand zu gebären, signifikant gegenüber der Kontrollgruppe erhöht war. Am höchsten war das Risiko bei Gärtnerinnen. Die väterliche Exposition mit Pestiziden hatte kein erhöhtes Risiko für Hodenhochstand der Jungen zur Folge. Ebenso konnte kein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Hypospadie bei mütterlicher oder väterlicher Exposition festgestellt werden.

In einer nachfolgenden Studie von Andersen et al. (2008) konnte festgestellt werden, dass das Risiko eines Hodenhochstands bei Jungen von 113 Gärtnerinnen dreifach erhöht war.

Eine weitere Bestätigung fanden diese Ergebnisse in einer sehr umfangreichen aktuellen Vergleichsstudie von Wohlfahrt-Veje et al. (2012a), welche alle verfügbaren Daten früherer Erhebungen mit der heutigen Situation und dem Gesundheitszustand der Jungen, die nun schon im Schulalter waren, verglichen. In diese so genannte Kohort-Studie flossen folgende Daten ein:

1. Seit 1981 wird in Dänemark allen schwangeren Frauen eine Beratung im Hinblick auf eine berufliche Exposition gegenüber Chemikalien während der Schwangerschaft angeboten. In der Studie wurden die Angaben von 572 Gärtnerinnen aus Fünen und Jütland ausgewertet, die zwischen 1982 und 2007 die Beratung in den arbeitsmedizinischen Abteilungen aufgesucht hatten.

2. Die Gruppe der Gärtnerinnen aus Fünen bestand aus 314 Frauen, die in Gewächshäusern arbeiteten, zwischen 1996 und 2000 schwanger wurden und schon in der Studie von Andersen et al. (2008) befragt worden waren. Das Schicksal der damals Neugeborenen sollte verfolgt werden.

3. Das Dänische Nationale Geburten-Register enthält die Angaben von ca. 100.000 schwangeren Frauen, die zwischen 1996 und 2000 befragt worden waren. Die Frauen nahmen an einer Telefon-Umfrage zu dem Verlauf ihrer Schwangerschaft, ihren Lebensumständen und ihrer beruflichen Situation während und direkt nach der Schwangerschaft teil. In der Studie von Wohlfahrt et al. 2012a wurden die Angaben von 309 Gärtnerinnen, die in Gewächshäusern arbeiteten, ausgewertet.

4. Die Aarhus-Geburten-Vergleichsgruppe umfasste alle Frauen, die im Universitätskrankenhaus von Aarhus zwischen 1989 und 2009 entbunden hatten. Alle Frauen hatten einen umfassenden Fragebogen zum Schwangerschaftsverlauf, ihren Lebensumständen, ihrer beruflichen Situation und vorherigen Schwangerschaften beantwortet. Unter den befragten Frauen waren 273 Gärtnerinnen, die in Gewächshäusern arbeiteten.

Aus den 4 Vergleichsgruppen wurden zunächst 1468 Frauen ausgewählt, die während ihrer Schwangerschaft als Gärtnerinnen in Gewächshäusern gearbeitet hatten und unterschiedlich starken Expositionen ausgesetzt waren. Daraus wurden 646 Fälle ausgewählt, zu denen umfassende Daten vorlagen und in denen Frauen Söhne geboren hatten. Als Vergleichsgruppe wurden alle Jungen einbezogen, die zwischen 1986 und 2007 in ganz Dänemark geboren wurden. Hinsichtlich des Schweregrads der Exposition wurde zwischen drei Gruppen unterschieden – siehe Kasten 3.

Die Auswertung aller Daten ergab, dass Frauen, die während ihrer Schwangerschaft als Gärtnerinnen in Gewächshäusern, vorwiegend zur Blumenzucht, arbeiteten und Pestiziden ausgesetzt waren, Söhne zur Welt brachten, die zu 3,2% an Hodenhochstand litten, im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung mit einem Anteil von 2,0%. Die Häufigkeit einer nachfolgenden Operation zur Beseitigung des Hodenhochstandes betrug 2,0% zu 0,69%. Das Risiko, einen Sohn mit Hodenhochstand zu gebären, war somit um den Faktor 1,4 höher als bei der Gesamtbevölkerung. Wurde zwischen einer hohen und einer mittleren Exposition unterschieden, war das Risiko um den Faktor 0,96 und 1,5 erhöht.

Das Schicksal einiger Söhne von Gärtnerinnen, die schon 3 Monate nach der Geburt erfasst worden waren, wurde bis in das Schulalter verfolgt und bis in die Pubertät reichende Auswirkungen wurden festgestellt. In einer Untersuchung an 94 Jungen im Alter von 6 bis 11 Jahren stellte sich heraus, dass die Geschlechtsdifferenzierung

Kasten 3 **Der Schweregrad der Exposition von Frauen wurde in drei Gruppen aufgeteilt.**

Hoch – Mittel
Frauen, die direkten Kontakt mit Pestiziden durch die Zubereitung oder Anwendung hatten, wurden als hoch oder mittel exponiert in Abhängigkeit von dem exakten Ablauf, der Dauer der Arbeits-Vorgänge und dem Gebrauch persönlicher Schutzmaßnahmen eingestuft. Als hoch wurde die Exposition eingestuft, wenn mehr als einmal pro Woche Pestizide eingesetzt und keine Handschuhe getragen wurden sowie intensiver Kontakt mit den behandelten Pflanzen vorlag.

Niedrig
Die Exposition wurde als niedrig eingestuft, wenn keine Applikation von Pestiziden stattfand und die Frauen keinen Kontakt mit behandelten Pflanzen in den letzten 3 Monaten vor der Schwangerschaft gehabt hatten.

Niedrig – Ohne Exposition
Die Frauen in der niedrig bis nicht exponierten Gruppe arbeiteten zumeist in der Produktion von Tomaten, Gurken oder Kakteen, bei denen der Einsatz von chemischen Pestiziden durch biologische Methoden ersetzt worden war, oder generell keine Pestizide eingesetzt wurden.

und -merkmale signifikant gestört waren (Wohlfahrt-Veje et al. 2012a). In einer parallelen Untersuchung an Töchtern von Gärtnerinnen 3 Monate nach der Geburt und im Alter von 6 bis 11 Jahren stellte sich heraus, dass diese schon im Durchschnitt mit 8,9 Jahren in die Pubertät kamen, während das Durchschnittsalter in der dänischen Bevölkerung bei 10,4 Jahren liegt (Wohlfahrt-Veje et al. 2012b).

In den spanischen Provinzen Granada und Valencia, in denen intensiver Gemüseanbau stattfindet, wurde ebenfalls die Auswirkung endokrin wirksamer Pestizide auf die Nachkommen von Landarbeiterinnen untersucht (Garcia-Rodriguez et al. 1996). Vor dem Hintergrund von Publikationen über steigende Häufigkeiten von Hodenhochstand und Hypospadie in Ländern wie England sowie abnehmende Fruchtbarkeit von Männern in Skandinavien und den Niederlanden führten die Autoren mehrere Studien über den mütterlichen und den väterlichen Einfluss auf Fehlbildungen der Geschlechtsorgane von Neugeborenen in den beiden spanischen Provinzen durch.

Es wurde versucht, alle Jungen in den Altersklassen von 1 bis 16 Jahren zu erfassen, die zwischen 1980 und 1999 im Universitätskrankenhaus von Granada zur Entfernung eines Hodenhochstands operiert worden waren. Es konnte gezeigt werden, dass im geografischen Vergleich innerhalb der Provinz die Operationen dort am häufigsten waren, in denen auch der Pestizideinsatz am höchsten war. Granada gehörte in den Neunziger-Jahren zu den spanischen Provinzen mit dem höchsten Pestizideinsatz. 1990 wurden nach Angaben der Autoren zwei Millionen Kilogramm Agrochemikalien in Granada ausgebracht, obwohl es nur etwa 5% der Landwirtschaftsfläche in Spanien ausmacht. Die Autoren gehen davon aus, dass sich bei Landarbeiterinnen mit der Zeit Pestizidrückstände im Fettgewebe anreichern (was mehrfach nachgewiesen wurde), die während der Schwangerschaft mobilisiert werden, sodass auch endokrin wirksame Pestizide zu dem Fötus gelangen können. In einer weiteren Studie in der Provinz Valencia über den väterlichen Einfluss einer Pestizid-Exposition auf die männlichen Nachkommen stellte sich eine Assoziation mit der Handhabung von Pyridil, aliphatischen Kohlenwasserstoffen und Glufosinat heraus, der Einfluss einer großen Anzahl von weiteren Pestiziden erbrachte keinen Zusammenhang mit auftretenden Fehlbildungen bei neugeborenen Jungen (Garcia et al. 1998).

Ähnliche Ergebnisse förderte eine über 2 Jahre gehende Untersuchung aus Brasilien (Campina Grande, Paralba, Nordosten von Brasilien) zutage über direkt nach der Geburt auftretende genitale Missbildungen bei Jungen. Insgesamt 2710 Jungen wurden auf genitale Missbildungen untersucht, um die endokrine oder genetische Ursache und mögliche Assoziationen zu einer vorgeburtlichen Exposition gegenüber endokrin wirksamen Substanzen zu ermitteln (Gaspari et al. 2012). Es wurden 56 (2,07%) Fälle von genitalen Missbildungen festgestellt, von denen 23 (0,85%) Fälle von Hodenhochstand, 15 (0,55%) Fälle von Fehlbildungen der Harnröhre und 18 (0,66%) Fälle von verkürzten Penes waren. Alle untersuchten Jungen wiesen einen normalen Testosteron-Spiegel und keine Mutationen auf, die eine Verweiblichung hervorrufen könnten. Für mehr als 92% der Jungen hatten die Mütter von häuslichem Gebrauch von Pestiziden, insbesondere DDT, berichtet. 80% der Mütter – während und vor der Schwangerschaft – und 58% der Väter hatten beruflich mit der Anwendung von Pestiziden zu tun. Brouwers et al. (2007) verglichen den Einfluss zahlreicher Faktoren wie Medikamenteneinnahme, Rauchen, etc. auf die Eintrittswahrscheinlichkeit von Hypospadiasis und stellten fest, dass eine väterliche Exposition gegenüber Pestiziden das Risiko für die männlichen Nachkommen erhöhte. Gleichzeitig wurden ebenso zahlreiche Studien veröffentlicht, die weder bei den exponierten Eltern noch bei deren Nachkommen Hinweise auf schädigende Auswirkungen von Pestiziden

feststellen konnten (Garcia, 1999; Dabrowski et al. 2003; Dalvie et al. 2004; Bretveld et al. 2007). Typisch für die Schwierigkeit pestizidassoziierte endokrine Effekte festzustellen sind jahrelange Arbeiten einer Arbeitsgruppe in Minnesota, die Auswirkungen auf die Nachkommen von Landarbeitern feststellten und auch den privaten Einsatz von Pestiziden berücksichtigten, aber nur in wenigen Fällen signifikante Unterschiede feststellen konnte (Garry et al. 1996, 2002). Ähnliches gilt für eine Arbeitsgruppe in Polen, welche seit Jahren die Auswirkungen von Pestiziden untersucht und eine verminderte Fruchtbarkeit von Arbeiterinnen in Gewächshäusern festgestellt hat, die sie aber nicht zweifelsfrei mit signifikanten Unterschieden nachweisen kann (Jurewicz & Hanke, 2007).

Handlungsbedarf für die Regulierung endokrin wirkender Pestizide

Die in dieser Studie dargestellten epidemiologischen Untersuchungen zu Auswirkungen auf die Reproduktion und Nachkommenschaft von Landarbeitern und Beschäftigten in Gewächshauskulturen und Gärtnereien, die aus einigen skandinavischen und südamerikanischen Ländern vorliegen, lassen folgende Schlussfolgerungen zu:

► Epidemiologische Untersuchungen mit dieser Fragestellung benötigen eine sehr strikte und langfristige Erfassung von Bevölkerungsdaten hinsichtlich Berufsleben, beruflicher Exposition gegenüber Gefahrstoffen, Gesundheitsvorsorge und Lebensgewohnheiten, da die Zeiträume zwischen Exposition und gesundheitlicher Auswirkung sehr groß sein können und über Generationen hinweg reichen. In Ländern wie Deutschland wären solche Untersuchungen kaum möglich, da keine Datenbanken existieren, die für epidemiologische Studien mit dieser Fragestellung herangezogen werden könnten.

► Besonders die Langzeitbeobachtungen der dänischen Untersuchungen belegen eindrucksvoll die möglichen gesundheitlichen Konsequenzen für Menschen, die selbst nie mit Pestiziden in Kontakt gekommen sind – die Kinder. Auch wenn kein Kausalzusammenhang mit der Exposition eines bestimmten Pestizids oder eines bestimmten Pestizidgemisches hergestellt werden kann, sind diese Erkenntnisse, neben den zahlreichen Laborstudien und den festgestellten Umweltauswirkungen von endokrinen Pestiziden, ein weiteres Warnsignal für Politik und Gesetzgeber, umfassende Vorsorgemaßnahmen zu etablieren.

► Die aufgeführten Untersuchungen in Gärtnereien sollten auch nicht Anlass geben, weitere Untersuchungen zu fordern. Stattdessen sollten diese Erkenntnisse dazu führen, eine wesentlich schärfere Anwendung des Vorsorge-Prinzips zu praktizieren. Die Anwendung in Gewächshäusern und Gärtnereien führt zwangsläufig zu einer höheren Exposition als im Freiland. Die Praxis zeigt zudem, dass die vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen aus vielfältigen Gründen – u.a. der Schnelligkeit der Arbeitsabläufe, Unterschätzung des Risikos, unvorhergesehener Unterbrechung der Arbeitsabläufe, technischer Mängel oder aufgrund des Fehlens von Schutzausrüstungen – oft nicht eingehalten werden. Ein wirklich sicherer Schutz dieser Berufsgruppen und ihrer Familien kann nur durch eine vollständige Vermeidung der Anwendung von Pestiziden mit endokrinen bzw. reproduktionstoxischen Eigenschaften sein (gleiches gilt selbstverständlich auch für krebserregende und erbgutverändernde Wirkstoffe).

Obwohl bei zahlreichen Pestiziden deutliche Hinweise auf endokrine Eigenschaften auf Grundlage verschiedener Untersuchungsmethoden nachgewiesen werden konnten (Siehe von PAN Germany zusammengestellte Liste endokriner Pestizide im Anhang), blieben bislang angemessene regulatorische Maßnahmen zum Schutz

der menschlichen Gesundheit und der Umwelt aus. Mit dem neuen europäischen Pestizidrecht wurden nun konkrete Schritte zum Ausschluss hormonell wirksamer Pestizide von der weiteren Verwendung im Pflanzenschutz festgeschrieben.

Zur Konkretisierung dieser Regelung hat die EU-Kommission bis zum 14. Dezember 2013 einen Entwurf der Maßnahmen in Bezug auf konkrete wissenschaftliche Kriterien zur Bestimmung der endokrinschädlichen Eigenschaften vorzulegen. Bis zum Inkrafttreten dieses Kriterienkatalogs gelten laut Verordnung Übergangskriterien. Danach besitzen Stoffe endokrinschädliche Eigenschaften, die als karzinogen der Kategorie 2 und reproduktionstoxisch der Kategorie 2 klassifiziert sind (gemäß EU-Richtlinie EC 1272/2008) oder die als reproduktionstoxisch der Kategorie 2 eingestuft sind und einen belegten Effekt auf endokrine Organe aufweisen.

Vergleichbare Ausschluss-Regelungen zum Schutz vor endokrinen Auswirkungen wurden für Biozide wie Haushaltsinsektizide, Rodentizide oder Holzschutzmittel in der neuen Biozid-Verordnung 528/2012/EG festgeschrieben, die ab September 2013 in den Mitgliedsstaaten angewendet werden muss (PAN Germany, 2012).

Es ist sehr zu begrüßen, dass zum ersten Mal verbindlich und mit einem Zeitplan versehen Rechtstexte vorschreiben, Kriterien für endokrin wirkende Stoffe zu bestimmen. Wie effektiv die Ausschlussverfahren von Pestizid- und Biozidwirkstoffen für den Umwelt- und Gesundheitsschutz zukünftig sein werden, hängt wesentlich von diesen Kriterien ab.

In beratender Funktion für die EU-Kommission diskutieren derzeit Experten-Gruppen von Wissenschaftlern, Behördenvertretern der Mitgliedsstaaten und der EU sowie von Industrie und Organisationen der Zivilgesellschaft über diese relevante Frage. Die vorgelegten Positionspapiere belegen die sehr unterschiedlichen Sichtweisen der Gruppen, auch zwischen den Fachbehörden der EU-Mitgliedsstaaten, was unter endokrinschädlichen Eigenschaften zu verstehen ist und wie sie bestimmt werden sollen. Eine vergleichende Übersicht der Positionen (u.a. von PAN Europe, 2011) bietet der von der EU-Kommission in Auftrag gegebene Bericht von Kortenkamp et al. (2012).

Wichtig bei der Diskussion ist es, den politisch abgestimmten Entschluss konsequenter Vorsorge, der mit den Rechtstexten ausgedrückt wird, nicht aus den Augen zu verlieren. Diese demokratisch abgestimmte Entscheidung fordert die Umsetzung des Gefahrenansatzes („Hazard Approach"). Dies bedeutet, dass allein die endokrinschädliche Eigenschaft eines Stoffes für die regulatorische Entscheidung hinsichtlich eines Verwendungsverbots ausreicht, ohne Abwägung der unter Berücksichtigung des Expositionspotenzials kalkulierten Risiken. Dies ist sinnvoll, da endokrine Auswirkungen, wie dargestellt, zeitlich entkoppelt von der Exposition stattfinden können und Niedrigdosiseffekte möglich sind, die nicht mit den klassischen Dosis-Wirkungs-Abschätzungen prognostizierbar sind (Vandenberg et al., 2012). Eine ungefährliche Wirkschwelle kann daher nicht per angenommen werden. Aus PAN-Sicht bedeutet die legislative Zielsetzung auch, dass immer eine Stoffprüfung auf endokrine Eigenschaften stattfinden muss, unabhängig von der Wirkintensität oder der Relevanz endokrinschädlicher Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Zweitens geben die Verordnungen keinen speziellen endokrinen Eigenschaften (z.B. androgene Eigenschaften) den Vorrang vor anderen endokrinen Eigenschaften. Daher sind alle endokrinschädlichen Eigenschaften mit Auswirkungen auf alle endokrin relevanten Organe und Strukturen sowie auf Stoffwechselvorgänge im Kriterienkatalog zu berücksichtigen. Dies gewährleisten die derzeit zur Verfügung stehenden OECD-Testleitlinien nicht. Großer Wert wird auf den Schutz besonders empfindlicher Gruppen der Bevölkerung gelegt (u.a. des ungeborenen Lebens und

Kasten 4 **Genehmigung von Pestizidprodukten**

Gemäß der Verordnung zum Inverkehrbringen von Pestizidprodukten (1107/2009/EG) sollen Wirkstoffe, Safener oder Synergisten nur dann genehmigt werden, wenn auf der Grundlage der Auswertung von Versuchen nach gemeinschaftlich oder international akzeptierten Testrichtlinien festgestellt wird, dass sie …

… keine endokrinschädlichen Eigenschaften besitzen, die schädliche Auswirkungen auf den Menschen haben können (Annex II 3.6.5) oder

… keine negativen endokrinen Eigenschaften besitzen, die schädliche Auswirkungen auf nicht zu bekämpfende Organismen haben können (Annex II 3.8.2).

der Kindergesundheit). Damit sollen auch besonders sensible Entwicklungszeiträume eines Menschen besonders geschützt werden. Geht es also um die Entscheidung, ob eine endokrine Eigenschaft auch schädlich ist, müssen immer der empfindlichste Entwicklungszeitpunkt und mögliche langfristige generationenübergreifende Auswirkungen in die Bewertung einfließen.

Der Vorstoß der europäischen Pestizid- und Biozid-Gesetzgebung bietet die Chance, dass andere Legislativen, wie z.B. die für Industriechemikalien (REACH), zukünftig vergleichbare Regelungen festlegen und der politische Wille für internationale Vereinbarungen zum Umgang mit endokrinen Stoffen unterstützt wird. Gerade für Entwicklungsländer, die noch weit weniger als Industriestaaten Mensch und Tier durch technische und schulische Maßnahmen gegen Expositionen schützen können, scheint ein striktes Verwendungsverbot besonders gefährlicher Pestizide, wie endokrine Pestizide, der einzige Weg.

Anhang: Tabelle endokrin wirksame Pestizid-Wirkstoffe

Abkürzungen: (AK) = Akarizid; (F) = Fungizid; (H) = Herbizid; (I) = Insektizid; (k.A.) = keine Angabe; (MO) = Molluskizid; (RP) = Repellent; V = nicht zugelassen; (WR) = Wachstumsregulator; X = zugelassen

Alle Angaben in Englisch, da die EU Pesticides Database nur englische Bezeichnungen benutzt. In der Auflistung wird nur zwischen „zugelassen“ und „nicht zugelassen“ unterschieden, es werden keine Sondergenehmigungen aufgeführt und auch keine Angaben zu schwebenden Verfahren gemacht.

Wirkstoff	Produktgruppe	DE	EU
2,4,5-T (2,4,5-trichloro phenoxy acetic acid	H	V	V
2,4-D	H, WR	X	X
2,4-DB	H	V	V
Acephate	I	V	V
Acetochlor	H	V	V
Alachlor	H	V	V
Aldicarb	I, AK, NEM	V	V
Aldrin	I	V	V
Allethrin; Bioallethrin	I	V	V
Amitrole	H	V	X
Atrazine	H	V	V
Bendiocarb	I	V	V
Benomyl	F	V	V
Beta-HCH	I	V	V
Bifenthrin	I, AK	V	X
Bioallethrin	I	V	V
Bitertanol	F	V	X
Boric acid	I	V	V
Bromoxynil	H	X	X
Captan	F	X	X
Carbaryl	I, WG	V	V
Carbendazim	F	X	X
Carbofuran	I, AK, NEM	V	V
Chlordane	I	V	V
Chlordecone	I	V	V
Chlordimeform	AK	V	V
Chlorfenvinphos	I	V	V
Chlorothalonil	F	X	X
Chlorotoluron	H	X	X
Chlorpyrifos-methyl	I, AK	V	X
Cyanazine	H	V	V
Cypermethrin	I, AK	X	X
DDT and metabolites	I	V	V
Deltamethrin	I	X	X
Diazinon	I, AK	V	V
Dichlorvos	I, AK	V	V
Dicofol	I, AK	V	V
Dieldrin	I	V	V
Diflubenzuron	I	X	X
Dimethoate	I, AK	X	X
Dimoxystrobin	F	X	X
Diuron	H	V	X

Endosulfan	I	V	V
Endrin	I	V	V
Epoxyconazole	F	X	X
Ethylene dibromide; 1,2-dibromoethane	k.A.	V	V
Ethylene thiourea	F	V	V
Fenarimol	F	V	V
Fenbuconazole	F	V	X
Fenitrothion	I, AK	V	V
Fenoxycarb	I	X	X
Fentin acetate; Triphenyltin acetate	H, F	V	V
Fentin hydroxide; Triphenyltin hydroxide	H, F	V	V
Fenvalerate	I, AK	V	V
Flusilazole	F	X	X
Flutriafol	F	V	X
Glyphosate	H	X	X
HCB	F	V	V
HCH (lindane)	I, RO	V	V
Heptachlor	I	V	V
Hexaconazole	F	V	V
Ioxynil	H	X	X
Iprodione	F, NEM	X	X
Isoproturon	H	X	X
Ketoconazole	F	V	V
Lambda-cyhalothrin	I	X	X
Lindane	I, RO	V	V
Linuron	H	V	X
Malathion	I, AK	V	X
Methiocarb	I, MO, RP	X	X
Methomyl	I	V	X
Methoxychlor	I	V	V
Methyl bromide	F, I, NEM, H	V	V
Metiram	F	X	X
Metolachlor	H	V	V
Metribuzin	H	X	X
Mevinphos	I, AK	V	V
Mirex	I	V	V
Molinate	H	V	X
Myclobutanil	F	X	X
Nitrobenzene	I	V	V
Nitrofen	H	V	V
Omethoate	I, AK	V	V
Oxamyl	I, NEM	V	X

Parathion	I, AK	V	V
Parathion-methyl	I, RP	V	V
Penconazole	F	X	X
Pentachlorbenzene	F	V	V
Pentachlorophenole	H	V	V
Permethrin	I	V	V
Phenothrin	I	V	V
Phenthoate	I	V	V
Phenylphenole	H	V	X
Phosphamidon	I, AK	X	V
Picloram	H	X	V
Prochloraz	F	X	X
Procymidone	F	V	V
Profoxydim	H	V	X
Prometryne	H	V	V
Propamocarb	F	X	X
Propanil	H	V	V
Propazine	H	V	V
Propiconazole	F	X	X
Propoxur	I	V	V
Prothiofos	I	V	V
Pyrethrins	I	X	X
Pyridate	H	X	X
Pyrifenox	F	V	V
Pyripyroxyfen	I	V	X
Quinalphos	I	V	V
Resmethrin	I	V	V
Simazine	H	V	V
Sumithrin	I	V	V
Tebuconazole	F	X	X
Tepraloxydim	H	X	X
Terbutryn	H	V	V
Terrazole; Etridiazole	F	V	V
Tetramethrin	I	V	V
Thiram	F	X	X
Tolclofos-methyl	F	X	X
Toxaphene	I	V	V
Triadimefon	F	V	V
Triadimenol	F	X	X
Tribenuron	I	X	X
Trichlorfon	I	V	V
Trifluralin	H	V	V
Vinclozolin	F	V	V

Quellen:

Mnif, W.; Ibn Hadj Hassine, A.; Bouaziz, A.; Bartegi, A.; Thomas, O.; Roig, B. (2011): Effect of Endocrine Disruptor Pesticides - A Review. In: Int. J. Environ. Res. Public Health, 8: 2265 - 2303
PAN (Ed.) (2011): PAN International List of Highly Hazardous Pesticides. Pestizid-Aktions-Netzwerk (PAN). www.pan-germany.org/download/PAN_HHP-List_1101.pdf (26.04.2012)
EU (Ed.) (2013): Pesticides Database. European Union (EU). www.ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=activesubstance.selection (21.02.2013)
BVL (Ed.) (2013): Verzeichnis zugelassener Pflanzenschutzmittel. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). www.portal.bvl.bund.de/psm/jsp/ (21.02.2013)

Literatur

- Abell, S.; Juul, J.P.; Bonde, E. (2000): Time to pregnancy among female greenhouse workers. In: Scand J Work Environ Health, 26: 131-136
- Andersen, H.R.; Vinggaard, A.M.; Rasmussen, T.H.; Gjermandsen, I.M.; Bonefeld-Jorgensen, E.C. (2002): Effects of currently used pesticides in assays for estrogenicity, androgenicity, and aromatase activity in vitro. In: Toxicology and Applied Pharmacology, 179(1): 1-12
- Andersen, H.R.; Schmidt, I.M.; Grandjean, P.; Jensen, T.K.; Budtz-Jorgensen, E.; Kjaerstadt, M.B.; Baelum, J.; Nielsen, J.B.; Skakkebaek, N.E.; Main, K.M. (2008): Impaired reproductive development in sons of women occupationally exposed to pesticides during pregnancy. In: Environ Health Perspect, 116: 566 - 572
- Andersson, A.M.; Jorgensen, N.; Main, K.M.; Toppari, J.; Meyts, E.R.D.; Leffers, H. (2008): Adverse trends in male reproductive health - we may have reached a crucial ‚tipping point'. In: International Journal of Andrology, 31(2): 74 - 80
- Brouwers, M.M.; Feitz, W.F.J.; Roelofs, L.A.J.; Kiemeney, L.A.L.M.; de Gier, R.P.E.; Roeleveld, N. (2007): Risk factors for hypospadias. In: European Journal of Pediatrics, 166: 671 - 678
- Bretveld, R.; Brouwers, M.; Ebisch, I.; Roeleveld, N. (2007): Influence of pesticides on male fertility. In: Scand J Work Environ Health, 33(1): 13 - 28
- Curtis, K.M.; Savitz, D.A.; Weinberg, C.R.; Arbuckle, T.E. (1999): The effects of pesticide exposure on time to pregnancy. In: Epidemiology, 10: 112 - 117
- Dabrowski, S.; Hanke, W.; Polanska, K.; Makowiec-Dabrowska, T.; Sobala, W. (2003): Pesticide exposure and birth weight - an epidemiological study in Central Poland. In: Int J Occup Med Environ Health, 16(1): 31 - 39
- Dalvie, M.A.; Myers, J.E.; Thompson, M.L.; Dyer, S.; Robins, T.G.; Omar, S.; Riebow, J.; J.Molekwa, J.; Kruger, P.; Milar, R. (2004): The hormonal effects of long-term DDT exposure on malaria vector-control workers in Limpopo Province, South Africa. In: Environ Res, 96: 9 - 19
- De Cock, J.; Westveer, K.; Heederik, D.; Velde, E.; van Kooij, R. (1994): Time to pregnancy and occupational exposure to pesticides in fruit growers in the Netherlands. In: Occup Environ Med, 51: 693 - 696
- Eaton, M.; Schenker, M.; Whorton, M.D.; Samuels, S.; Perkins, C.; Overstreet, J. (1986): Seven-year follow-up of workers exposed to 1,2-dibromo-3-chloropropane. In: J Occup Med, 28(11): 45 - 50
- EEA (Ed.) (2012): The impacts of endocrine disrupters on wildlife, people and their environments. The Weybridge+15 (1996–2011). In: European Environment Agency (EEA) report, 2(2012): 112
- Farr, S.L.; Cooper, G.S.; Cai, J.; Savitz, D.A.; Sandler, D.P. (2004): Pesticide use and menstrual cycle characteristics among premenopausal women in the agricultural health study. In: Am J Epidemiol, 160: 1194 - 1204
- Farr, S.L.; Cai, J.; Savitz, D.A.; Sandler, D.P.; Hoppin, J.A.; Cooper, G.S. (2006): Pesticide exposure and timing of menopause - The agricultural health study. In: Am J Epidemiol, 163(8): 731 - 742
- Gabel, P.; Søndergaard Jensen, M.; Andersen, H.R.; Baelum, J.; Thulstrup, A.M.; Bonde, J.P.; Toft, G. (2011): The risk of cryptochordism among sons of women working in horticulture in Denmark - a cohort study. In: Environ Health, 10: 100 - 109
- Garcia, A.M.; Fletcher, T.; Benavides, F.G.; Orts, E. (1998): Parental agricultural work and selected congenital malformations. In: Am J Epidemiol, 149(1): 64 - 74
- Garcia, A.M. (1999): Occupational exposure to pesticides and congenital malformations - a review of mechanisms, methods, and results. In: Am J Ind Med, 33: 232 - 237
- Garcia-Rodriguez, J.; Garcia-Martin, M.; Nogueras-Ocaña, M.; Luna–del Castillo J.; Espigares Garcia, M.; Olea, N.; Lardelli-Claret, P. (1996): Exposure to pesticides and cryptochordism - Geographical evidence of a possible association. In: Environ. Health Perspect, 104(10): 1090 - 1095
- Garry, V.F.; Schreinemachers, D.; Harkins, M.E.; Griffith, J. (1996): Pesticide appliers, biocides, and birth defects in rural Minnesota. In: Environ Health Perspect, 104: 394 - 399
- Garry, V.F.; Harkins, M.; Lyubimov, A.; Erickson, L.; Lomg, L. (2002): Reproductive outcomes in the women of the Red River Valley of the North. The spouses of pesticide applicators - pregnancy loss, age at menarche and exposures to pesticides. In: J Toxicol Environ Health, 65: 769 - 786
- Gaspari, L.; Sampaio, D.R.; Paris, F.; Audran, F.; Orsini, M.; Neto, JB.; Sultan, C. (2012): High prevalence of micropenis in 2710 male newborns from an intensive-use pesticide area of Northeastern Brazil. In: Int J Androl, 35(3): 253 - 64
- Jurewicz, J.; Hanke, W. (2007): Risk of reproductive disorders in greenhouse workers. In: Med. Pr, 58(5): 433 - 438
- Klingmüller, D.; Alera, A. (2011): Endokrin aktive Substanzen in der Umwelt (Endocrine Disruptors) – Gefahr für den Menschen? In: DMW, 136: 967 - 972
- Kortenkamp, A.; Martin, O.; Faust, M.; Evans, R.; McKinlay, R.; Orton, F.; Rosivatz, E. (2012): State of the art assessment of endocrine disrupters. Final Report, Project Contract Number 070307/2009/550687/SER/D3: 135
- Mnif, W.; Ibn Hadj Hassine, A.; Bouaziz, A.; Bartegi, A.; Thomas, O.; Roig, B. (2011): Effect of Endocrine Disruptor Pesticides - A Review. In: Int. J. Environ. Res. Public Health, 8: 2265 - 2303
- Okubo, T.; Yokoyama, Y.; Kano, K.; Soya, Y.; Kano, I. (2004): Estimation of estrogenic and anti-estrogenic activities of selected pesticides by MCF-7 cell proliferation assay. In: Arch. of Environ. Contam. and Toxicol, 46(4): 445 - 453
- Orton, F.; Rosivatz, E.; Scholze, M.; Kortenkamp, A. (2011): Widely used pesticides with previously unknown endocrine activity revealed as in vitro anti-androgens. In: Environ Health Persp, 119(6): 794 - 800
- PAN Europe (Ed.) (2011): Criteria for the determination of endocrine disrupting properties - PAN Europe position paper. www.pan-europe.info/News/PR/110525_Criteria%20for%20 ED%20PAN%20Europe%20position.doc (25.05.2011)
- PAN Germany (Ed.) (2012): Das neue europäische Biozid-Recht. Pestizid Aktions-Netwerk e.V., Hamburg
- Petrelli, G.; Figà-Talamanca, I.; Tropeano, R.; Tangucci, M.; Cini, C.; Aquilani, S. (2000a): Reproductive male-mediated risk - spontaneous abortion among wives of pesticide applicators. In: Eur J Epidemiol, 16: 391 - 393
- Petrelli, G.; Musti, M.; Figà-Talamanca, I. (2000b): Esposizione a pesticidi in serra e fertilità maschile. In: G Ita Med Lav Erg, 22(4): 291 - 295
- Rupa, DS.; Reddy, P.P.; Reddi, O.S. (1991): Reproductive performance in population exposed to pesticides in cotton fields in India. In: Environ. Res, 55(2): 123 - 8
- Sallmén, M.; Liesivuori, J.; Taskinen, H.; Lindbohm, M-L.; Anttila, A.; Aalto, L. (2003): Time to pregnancy among the wives of Finnish greenhouse workers. In: Scand J Work Environ Health, 29(2): 85 - 93
- Tielemans, E.; van Kooij, R.; te Velde, E.R.; Burdorf, A.; Heederik, D. (1999): Pesticide exposure and decreased fertilisation rates in vitro. In: Lancet, 354(9177): 484 - 485
- Thrupp, L.A. (1991): Sterilization of workers from pesticide exposure - the causes and consequences of DBCP-induced damage in Costa Rica and beyond. In: Int J Health Serv, 21(4): 731 – 57
- Vandenberg L. N., Colborn, T., Hayes T. B. et al. (2012): Hormones and Endocrine-Disrupting Chemicals: Low-Dose Effects and Nonmonotonic Dose Responses. Endocrine Reviews. First published ahead of print March 14, 2012 as doi:10.1210/ er.2011-1050 [www.edrv.endojournals.org/content/early/2012/03/14/er.2011- 1050.full.pdf
- Weidner, I.S.; Møller, H.; Kold Jensen, T.; Skakkebæk, N.E. (1998): Cryptochordism and hypospadiasis in sons of garderners and farmers. In: Environ. Health Perspect, 106(12): 793 - 796
- Wohlfahrt-Veje, C.; Andersen, H.R.; Jensen, T.K.; Grandjean, P.; Skakkebaek, N.E.; Main, K.M. (2012a): Smaller genitals at school age in boys whose mothers were exposed to non-persistent pesticides in early pregnancy. In: Int J Androl, 35(3): 265 - 72
- Wohlfahrt-Veje, C.; Andersen, H.R.; Schmidt, I.M.; Aksglaede, L.; Sørensen, K.; Juul, A.; Jensen, T.K.; Grandjean, P.; Skakkebaek, N.E.; Main, K.M. (2012b): Early breast development in girls after prenatal exposure to non-persistent pesticides. In: Int J Androl, 35(3): 273 - 82

PAN Germany
Pestizid Aktions-Netzwerk e.V.

© Pestizid Aktions-Netzwerk (PAN) e. V.
Nernstweg 32, 22765 Hamburg
Tel. +49 (0)40 - 399 19 10 - 0
E-mail: info@pan-germany.org
www.pan-germany.org

Spendenkonto
Pestizid Aktions-Netzwerk e.V. (PAN Germany)
GLS Gemeinschaftsbank eG
Postfach 10 08 29, 44708 Bochum
Konto-Nr. 203 209 6800, BLZ 430 609 67

PAN Germany ist eine gemeinnützige Organisation, die über die negativen Folgen des Einsatzes von Pestiziden informiert und sich für umweltschonende, sozial gerechte Alternativen einsetzt. Wir sind Teil des internationalen Pesticide Action Network (PAN). Unsere Arbeitsfelder reichen von der Kritik an der Pestizidwirtschaft über die konstruktive Begleitung der Politik bis hin zu praxisnahen Serviceangeboten für Bauern und Verbraucher.

Eine gesunde Welt für alle. Mensch und Umwelt vor Pestiziden schützen. Alternativen fördern.