



## Das Ende der Artenvielfalt: Neuartige Pestizide töten Insekten und Vögel

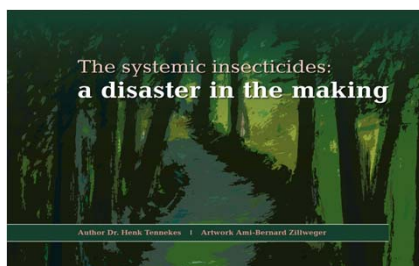


Dr. Henk Tennekes  
Round Table  
im österreichischen Parlament  
für die Fraktionen der GRÜNEN, SPÖ, BZÖ und anderer,  
11. September 2012

**„Mit dem, was ich weiß, gäbe es keinen Frieden für mich, wenn  
ich stillhalten würde...“**

Rachel Carson

- Henk A. Tennekes arbeitete 1980 - 1985 am Krebsforschungszentrum in Heidelberg.
- In dieser Zeit wurde der bekannte Krebsforscher Hermann Druckrey (1904 - 1994) sein Mentor.
- Tennekes Entdeckung (2009): die Wirkungsweise der Insektizide aus der Gruppe der Neonicotinoide zeigt etliche Gemeinsamkeiten mit krebserzeugenden Chemikalien auf
- Umweltverschmutzung mit diesen Insektiziden hat furchtbare Konsequenzen



## Deutsche Ausgabe

Vorwort von Prof. Hubert Weiger, Vorsitzender des BUND  
Deutsche Bearbeitung: Sven Buchholz Tomas Brückmann Patricia Cameron



## Kommt der stumme Frühling?

- Mitte der sechziger Jahre erschien in Deutschland das Buch "Der stumme Frühling" der amerikanischen Biologin Rachel Carson
- Darin entwickelt die Autorin die Vision vogelfreier und deshalb stummer Landschaften



## Kaum ein Insektizid wurde so bekannt wie DDT

- DDT reichernte sich wegen seiner chemischen Stabilität und guten Fettlöslichkeit im Gewebe von Menschen und Tieren am Ende der Nahrungskette an
- Greifvögel legten Eier mit dünneren Schalen, was zu erheblichen Bestandseinbrüchen führte



## Neuartige Insektizide: Die Neonikotinoide

- Neonikotinoide sind dagegen wasserlöslich, durchdringen mit dem Wachstum die gesamte Pflanze (systemische Insektizide)
- Sie werden in viel geringeren Mengen ausgebracht als die traditionell verwendeten Insektizide
- Nachteil: Bienen oder Schmetterlinge, die Pollen oder Nektar von einer behandelten Pflanze fressen, werden vergiftet.



### Sterblichkeit von Honigbienen durch Imidacloprid *Es kommt mit der Zeit zu einer enormen Wirkungsverstärkung*

Suchail S, Guez D, Belzunces LP, 2001. *Environ. Toxicol. Chem.* 20: 2482-2486  
Tennekes HA, Sánchez-Bayo F, 2012. *J. Environment. Analytic Toxicol.* S4- 001

- Die benötigte Gesamtdosis für einen tödlichen Effekt verringert sich mit abnehmender Giftkonzentration.

Konzentration (µg/L)	Latenzzeit (Stunden)	Gesamtdosis (µg/L x Stunden)
57	48	<b>2.736</b>
37	72	<b>2.664</b>
10	173	<b>1.730</b>
1	162	<b>162</b>
0,1	240	<b>24</b>

### Sterblichkeit von Muschelkreb durch Imidacloprid *Es kommt mit der Zeit zu einer enormen Wirkungsverstärkung*

Sánchez-Bayo F. 2009. *Ecotoxicology* 18: 343-354  
Tennekes HA. 2010. *Toxicology* 276, 1-4.  
Tennekes HA, Sánchez-Bayo F. 2012. *J. Environment. Analytic Toxicol.* S4- 001

- Die benötigte Gesamtdosis für einen tödlichen Effekt verringert sich mit abnehmender Giftkonzentration.

Konzentration (µg/L)	Latenzzeit (Tagen)	Gesamtdosis (µg/L x Tagen)
4.000	0,9	<b>3.600</b>
250	2,3	<b>575</b>
64	3,3	<b>211,2</b>
4	5,2	<b>20,8</b>

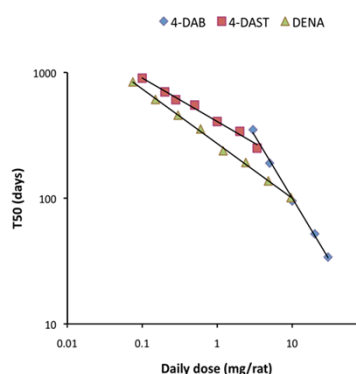
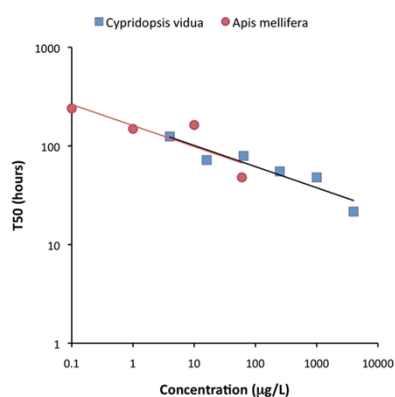
## Erzeugung von Leberkrebs bei Ratten mit Diäthylnitrosamin Es kommt mit der Zeit zu einer enormen Wirkungsverstärkung

Druckrey, H., Schildbach, A., Schmaehl, D., Preussmann, R., Ivankovic, S., 1963. Arzneimittelforsch. 13, 841–851

- Die zur Krebserzeugung erforderliche Gesamtdosis wird bei zunehmender Fraktionierung in geringere Tagesdosen über längere Zeit nicht größer, **sondern nimmt im Gegenteil erheblich ab.**

Tagesdosis (mg/kg)	Latenzzeit (Tage)	Gesamtdosis (mg/kg)
9,6	101	<b>963</b>
1,2	238	<b>285</b>
0,3	457	<b>137</b>
0,075	840	<b>64</b>

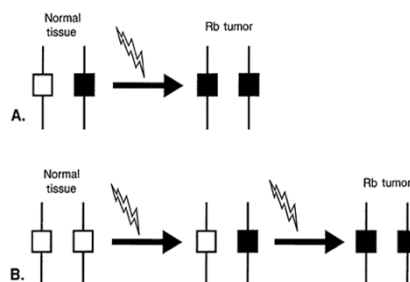
## Die Charakteristik der Dosis-Wirkung von krebserregenden Substanzen (rechts) und Neonikotinoide (links) ist sehr ähnlich



## Eine Toleranzdosis ist nicht definierbar für Cancerogene

Knudson AG (1971) Mutation and cancer: statistical study of retinoblastoma Proc Natl Acad Sci U S A. 68(4):820-3

- Ein einziges Cancerogen Molekül kann genügen, um Krebs auszulösen, vorausgesetzt, das Molekül trifft die entscheidende Stelle in der Zelle



## Das Risiko von Imidacloprid wird erheblich unterschätzt

Suchail S, Guez D, Belzunces LP, 2001. Environ. Toxicol. Chem. 20: 2482-2486  
 Bonmatin JM et al., 2007. Environmental fate and ecological effects of pesticides. Pp. 827-834  
 Mullin CA et al, 2010. PloS One 5, e9754

- Setzt man Honigbienen über einen längeren Zeitraum einer niedrigen Konzentration von Imidacloprid aus, so kommt es zu letalen Effekten

Nahrung	Imidacloprid Belastung (µg/kg)	Erwartete Latenzzeit (Tage)
Nektar	1	6,9
	3	5,4
Pollen	0,7	7,5
	10	4,2

## Der augenfälligste Dienst, den uns die Insekten - wenn auch unbewusst - erweisen: die Bestäubung

May Berenbaum (Entomologin, University of Illinois) NZZ Folio 07/01 - Thema: Käfer und Co

- Pflanzen greifen auf tierische Helfer zurück, um männliche und weibliche Individuen zur Befruchtung zusammenzubringen
- Insekten leisten diesen Hilfsdienst (durch Pollentransport) bei einer enormen Zahl von Pflanzen
- Rund ein Drittel aller Nahrungsmittel geht direkt auf die Bestäubung durch Insekten zurück.



## Vom Big Mac zum McBrötchen

May Berenbaum (Entomologin, University of Illinois) NZZ Folio 07/01 - Thema: Käfer und Co

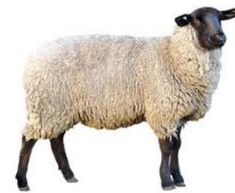
- In einer bienenlosen Welt gäbe es bei McDonald's einen Big Mac ohne Fleisch, Salat, Käse, Gürkchen, Zwiebeln und Ketchup.



## Nach der Nahrung ginge uns die Kleidung aus Die wichtigsten Naturfasern gäbe es ohne Insekten nicht

May Berenbaum (Entomologin, University of Illinois) NZZ Folio 07/01 - Thema: Käfer und Co

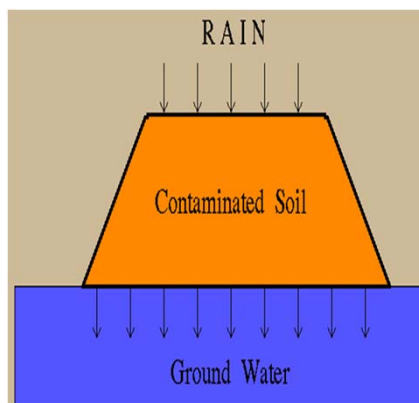
- Die Baumwollpflanze wird von Insekten bestäubt
- Wolle und Leder stammen von Schafen und Rindern, die von Insekten bestäubte Leguminosen gefressen haben
- Die Seide ist eine Naturfaser, die unmittelbar von einem Insekt gebildet wird - von *Bombyx mori* (Maulbeerseidenspinner)



## Auswaschung, Persistenz und Mobilität der Neonikotinoide im Boden

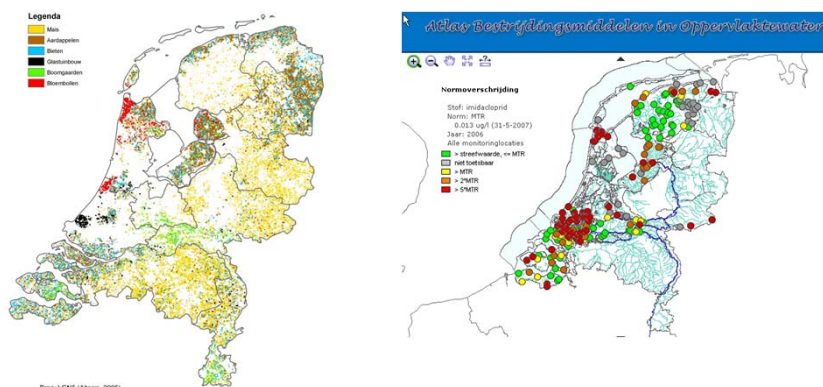
- Neonikotinoide können leicht aus dem Boden in Wasserläufe und ins Grundwasser gewaschen werden und sich so in der Umwelt ausbreiten.

Sie sind einerseits wasserlöslich und nicht an Bodenpartikel gebunden, andererseits werden sie im Wasser und im Boden sehr schwer abgebaut





## Die Anwendung des Imidacloprid hat zu einer starken Belastung der niederländischen Oberflächengewässer geführt



## Geringe Konzentrationen von Neonikotinoiden in der Umwelt bedrohen Insekten und beeinträchtigen Nahrungsketten

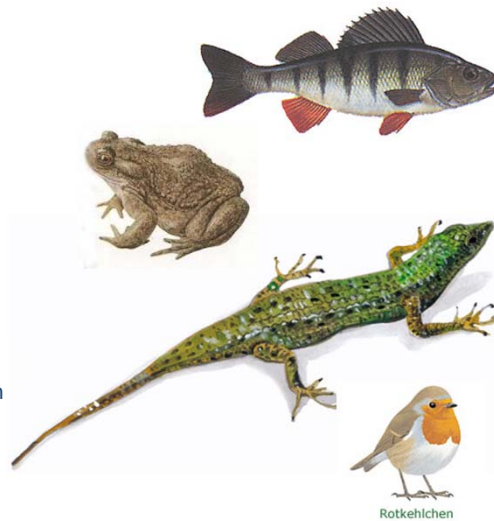
- Bereits geringe Konzentrationen von Neonikotinoiden in der Umwelt, die unterhalb der als "akut toxisch" geltenden Konzentration liegen, können über einen längeren Zeitraum schädlich für zahlreiche im Wasser und auf dem Land lebende Wirbellose sein



## Die meisten Vertebraten sind auf Insekten angewiesen

May Berenbaum (Entomologin, University of Illinois) NZZ Folio 07/01 - Thema: Käfer und Co

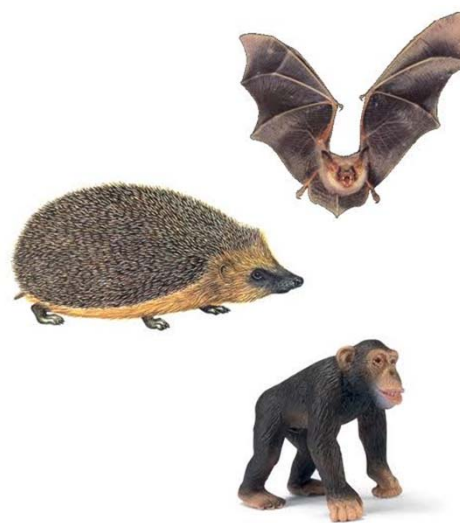
- Bei Süßwasserfischen stellen diese 40 bis 90 Prozent der Nahrung
- Amphibien wie Frösche, Kröten und Salamander brauchen Insekten; der Speiseplan der Erdkröte besteht zu 75 Prozent aus Insekten.
- Bei den Reptilien verspeisen Eidechsen, Chamäleons, Blindschleichen und Krötenechsen bevorzugt Insekten.
- Insekten und ihre Verwandten stellen einen Drittel der Nahrung von Federwild und Singvögeln



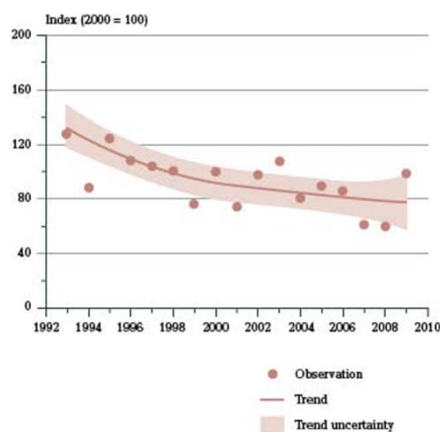
## Insektenfressende Säugetieren

May Berenbaum (Entomologin, University of Illinois) NZZ Folio 07/01 - Thema: Käfer und Co

- Lang ist auch die Liste der insektenfressenden Arten bei den Säugetieren:  
Ameisenigel, Schnabeltiere, Opossums, Kuskuse, Opossummäuse, Beuteldachse, Beutelmaulwürfe, Igel, Maulwürfe, Borstenigel, Schlitzrüssler, Spitzmäuse, Fledermäuse, Ameisenbären, Gürteltiere, Schuppentiere, Waschbären.
- Selbst bei unseren nächsten Verwandten, den Primaten, ist der Verzehr von Insekten die Norm;  
Lemuren, Aye-Ayes (Fingertiere), Loris, Marmosetten (Krallenäffchen) und einige Menschenaffen sind in unterschiedlichem Ausmass insektenfressend.



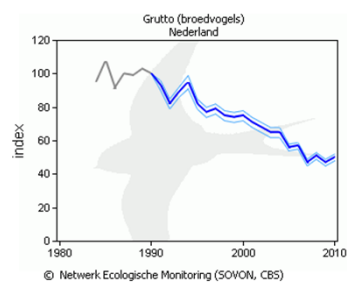
## Die Anzahl der Schmetterlinge in den Niederlanden befindet sich derzeit auf dem tiefsten Stand seit Aufzeichnungsbeginn



Source: NEM (Vlinderstichting, CBS)

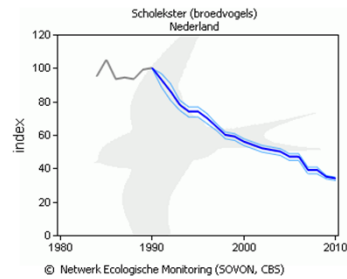
CBS/ju00V1386  
www.compendiumvoorsletoefening.nl

## Der Rückgang von Wiesenvögeln der Niederlande Uferschnepfe



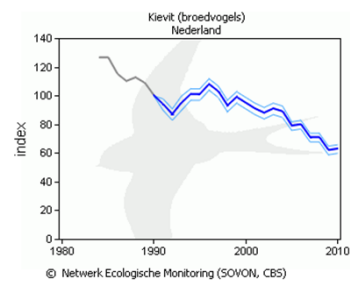
- Es brüten in Deutschland heute nur noch halb so viele Uferschnepfen wie vor 15 Jahren

## Der Rückgang von Wiesenvögeln der Niederlande Austernfischer



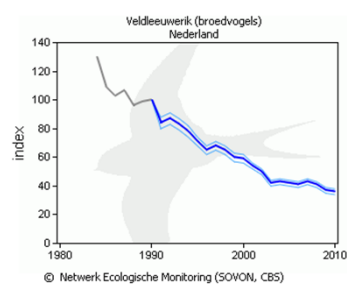
- Auch in Deutschland gehen die Bestände zurück

## Der Rückgang von Wiesenvögeln der Niederlande Kiebitz



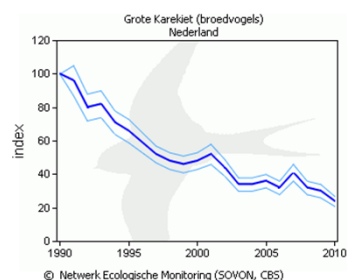
- Seit den 1970er Jahren ist der Bestand der Kiebitze in Deutschland stark zurückgegangen

## Der Rückgang von Wiesenvögeln der Niederlande Feldlerche



- Deutschland wird von Feldlerchen flächendeckend besiedelt. Seit den 1960er Jahren nehmen die Feldlerchenbestände jedoch erheblich ab

## Der Rückgang von Sumpfvögeln der Niederlande Drosselrohrsänger

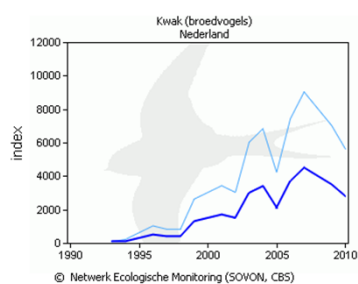


- Deutschland - Kategorie V – Vorwarnliste

## Die Bestände der fischfressenden Sumpfvogelarten Nachtreiher



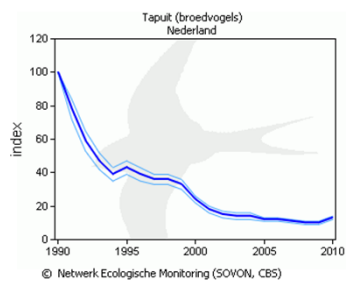
- Deutschland - Kategorie 1 - vom Aussterben bedroht



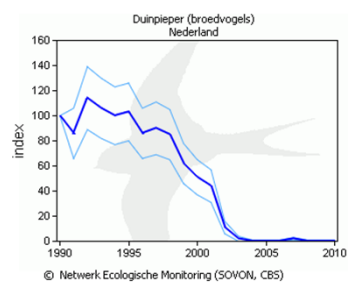
## Der Rückgang von Vogelarten in den Heidellandschaften der Niederlande Steinschmätzer



- Deutschland - Kategorie 1 - vom Aussterben bedroht

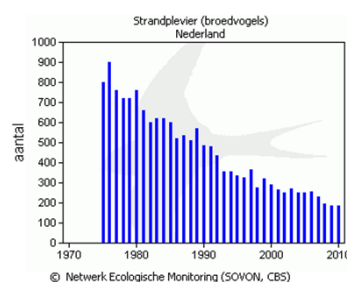


## Der Rückgang von Vogelarten in den Heidlandschaften der Niederlande Brachpieper



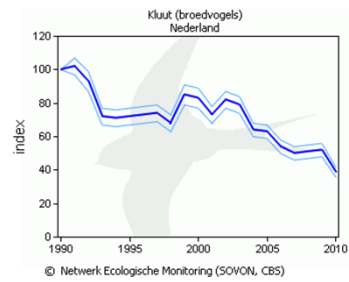
- Deutschland - Kategorie 1 - vom Aussterben bedroht

## Der Rückgang von Vogelarten an den Küsten der Niederlande Seeregenpfeifer

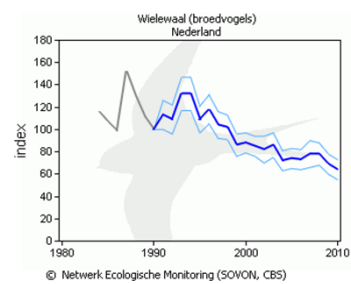


- Deutschland - Kategorie 1 - vom Aussterben bedroht

## Der Rückgang von Vogelarten an den Küsten der Niederlande Säbelschnäbler



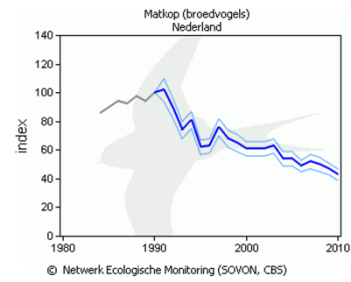
## Der Rückgang von Waldvögeln der Niederlande Pirol



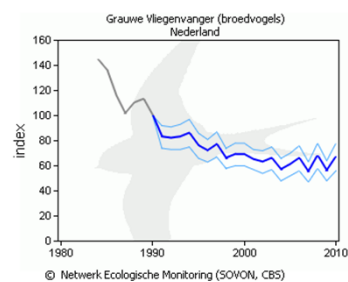
- Deutschland - Kategorie V – Vorwarnliste



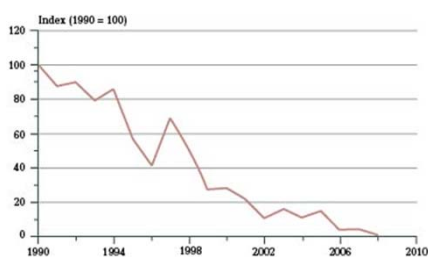
## Der Rückgang von Waldvögeln der Niederlande Weidenmeise



## Der Rückgang von Waldvögeln der Niederlande Grauschnäpper



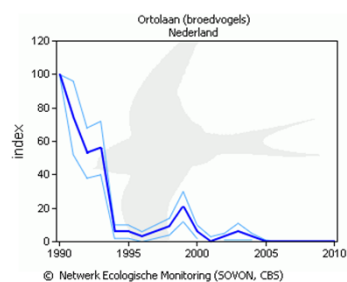
### Rückgang von Vogelarten der Agrarlandschaft der Niederlande Grauammer



Source: NEM (SOVON, CBS)  
CBS/monitor 1389  
www.compedia.nederlandsebezoek.nl

- Deutschland - Kategorie 3 – gefährdet

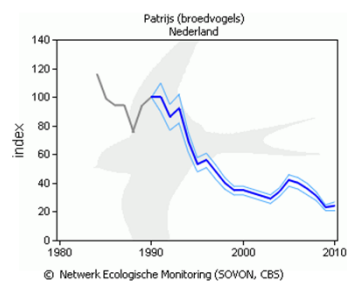
### Rückgang von Vogelarten der Agrarlandschaft der Niederlande Ortolan



© Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)

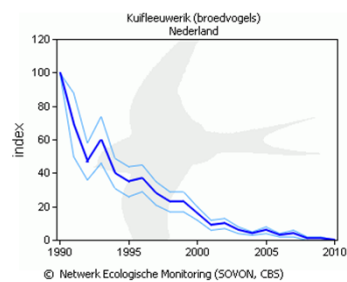
- Deutschland - Kategorie 3 – gefährdet

## Rückgang von Vogelarten der Agrarlandschaft der Niederlande Rebhuhn



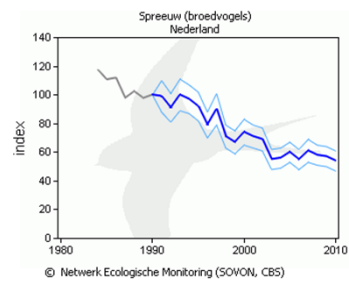
- Deutschland - Kategorie 2 - stark gefährdet

## Rückgang von Vogelarten der Agrarlandschaft der Niederlande Haubenlerche

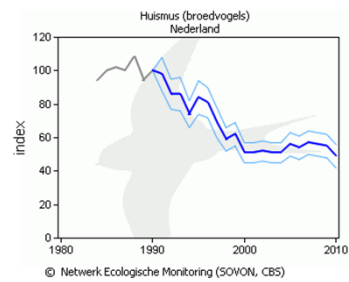


- Deutschland - Kategorie 1 - vom Aussterben bedroht

## Rückgang von Vogelarten in Wohngebieten der Niederlande Star



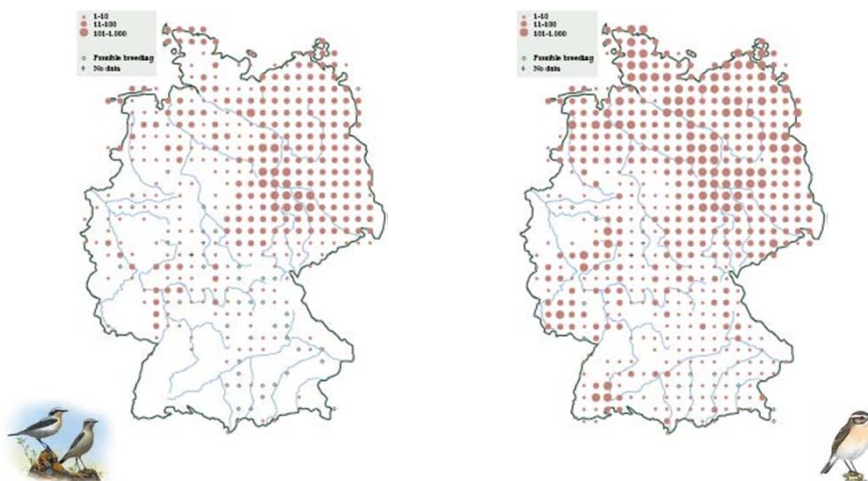
## Rückgang von Vogelarten in Wohngebieten der Niederlande Haussperling



- Deutschland - Kategorie V – Vorwarnliste

### Verbreitung des Steinschmätzers (links) und des Braunkehlchens (rechts) während der Brutsaison 1985 in Deutschland

Rheinwald, G. (1993): Atlas der Verbreitung und Häufigkeit der Brutvögel Deutschlands – Kartierung um 1985.  
Schriftenr. Dachverband Dt. Avifaunisten 12



### Der Rückgang von bodenbrütenden Vögeln der Agrarlandschaft (Brutpaare) in Sachsen seit Mitte der 1990er Jahre

Ist das Artensterben in der Agrarlandschaft noch aufzuhalten? Dokumentation der Fachtagung „Biodiversität“ der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Sächsischen Landtag am 17. November 2008

Vogelarten	1993 - 1996	2004 - 2007
Rebhuhn	1.500 - 3.000	300 - 400
Kiebitz	900 - 1.600	500 - 800
Braunkehlchen	2.500 - 5.000	1.500 - 2.500
Steinschmätzer	600 - 1.000	350 - 600
Wiesenpieper	2.500 - 5.000	1.500 - 2.500
Haubenlerche	500 - 800	250 - 400



### Bestandsentwicklung von Waldvögeln in Deutschland 1989 - 2003

Flade M & Schwarz J (2004) Vogelwelt 125:177-213.



Vogelarten	West (% pro Jahr)	Ost (% pro Jahr)
Waldlaubsänger	- 8,2	- 3,4
Weidenmeise	- 1,5	- 3,3
Trauerschnäpper	- 2,5	- 4,7
Grauschnäpper	- 0,7	- 3,0
Fitis	- 3,7	- 1,7
Sumpfmeise	- 0,6	- 2,3
Grauspecht	- 6,5	- 9,2
Wendehals	- 4,3	- 5,1
Pirol	- 2,1	- 4,3
Baumpieper	- 3,5	- 4,5
Habicht	- 7,7	- 4,8

### Der Rückgang von Vogelarten in Wohngebieten Deutschlands 1989-1998

Schwarz J & Flade M (2000) Vogelwelt 121: 87-106

Vogelarten	Veränderung pro Jahr (%)
Haussperling	- 13,1
Mauersegler	- 6,2 (ost)
Mehlschwalbe	- 3,6 (west)
Rauchschwalbe	- 1,5 (ost)
Star	- 0,4



## Zusammenfassung

- Neonicotinoide blockieren die postsynaptischen nikotinischen Acetylcholinerezeptoren im zentralen Nervensystem der Insekten nahezu unumkehrbar
- Es kommt bei fortdauernder Einwirkung zu einer Summierung, so dass auch kleinste Giftwirkungen sich zu einer realen Gefahr entwickeln.
- Mit jeder neuen Belastung werden weitere Rezeptoren blockiert. Eine Toleranzdosis ist daher kaum zu ermitteln.
- Neonicotinoide sind im Boden schwer abbaubar und werden nicht an die Bodenpartikel gebunden. Die Pestizide können leicht aus dem Boden ins Grundwasser gewaschen werden.
- Niederländische Wasserbehörden stellten in Oberflächengewässern seit 2004 hohe Konzentrationen von Imidacloprid fest
- Dadurch verringert sich auch zunehmend die Anzahl wirbelloser Tiere, die vielen Vögeln als unabdingbare Nahrungsgrundlage dienen



## Zusammenfassung

- Die erschreckenden Ergebnisse sind bereits sichtbar. Es vollzieht sich ein Vogelsterben in einer bisher nie gekannten Dimension. Dieses Artensterben betrifft die verschiedensten Lebensräume
- In den Niederlanden sind in den letzten Jahren die Bestände unzähliger Vogelarten, die sich von Wirbellosen ernähren, in großem Umfang zurückgegangen
- Die dargelegten Belastungen unseres Grund- und Oberflächenwassers mit langlebigen, schwer abbaubaren Insektiziden, die unumkehrbare und sich summierende Schäden an wasser- und landlebenden Nicht-Ziel-Insekten hervorrufen, führt unausweichlich zu riesigen Umweltschäden, denen unbedingt und umgehend Einhalt geboten werden muss



## Schlusswort der Insektenanwältin May Berenbaum (Entomologin, University of Illinois)

NZZ Folio 07/01 - Thema: Käfer und Co

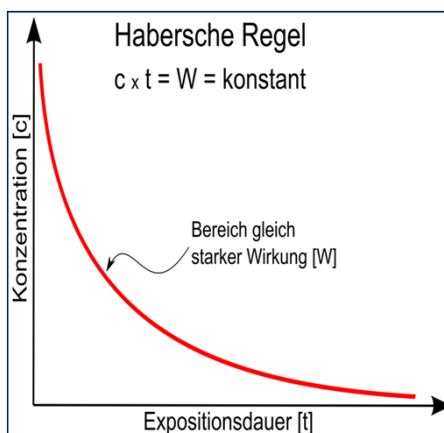
- „Um sicherzustellen, dass unser Planet in einer Weise funktioniert, die für unsere Gesundheit und unser Glück zuträglich ist, müssen wir einfach lernen, die übrigen Bewohner der Erde zu respektieren - auch die kleinen sechsbeinigen. Wir müssen nur akzeptieren, dass sie uns dabei helfen, unseren Planeten zu bewahren“



## Druckrey-Küpfmüller-Schriften Dosis und Wirkung in der Toxikologie

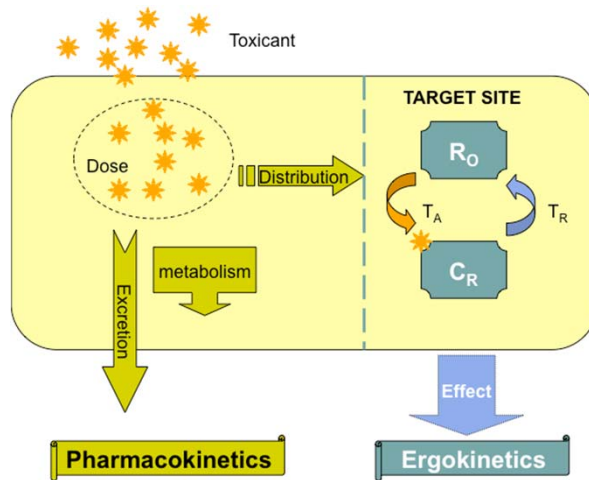
Wunderlich, V., 2005. *Medizinhistorisches Journal* 40: 369-97

- Die theoretischen Kenntnisse über die Beziehungen von Dosis und Wirkung in der Toxikologie gehen zu einem beträchtlichen Teil auf zwei Arbeiten zurück:
- Der Aufsatz „*Quantitative Analyse der Krebsentstehung*“ von Hermann Druckrey und Karl Küpfmüller (1897–1977) in der Zeitschrift für Naturforschung (1948)
- Die von denselben Autoren verfasste Schrift *Dosis und Wirkung. Beiträge zur theoretischen Pharmakologie* (1949)

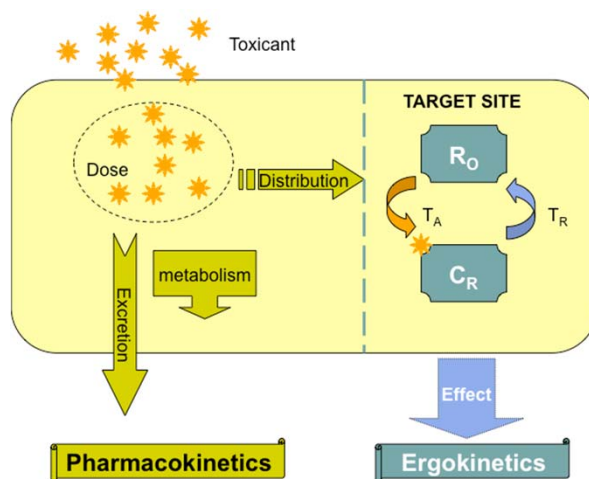




**Pharmacokinetik: die Beziehungen zwischen der Dosis und die Höhe der Giftkonzentration am Wirkungsort sowie dem zeitlichen Verlauf, den diese in den verschiedenen Teilen des Körpers nimmt**



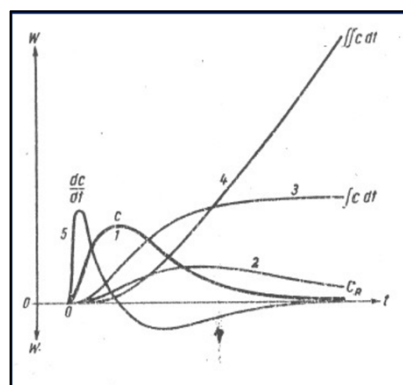
**Ergokinetik: die Beziehung zwischen der Konzentration des Giftes am Wirkungsort und der durch sie bewirkten Rezeptoren-Besetzung**



### „Es kommt mit der Zeit zu einer enormen Wirkungsverstärkung“

Druckrey, H., und Küpfmüller, K. (1949).  
*Dosis und Wirkung. Beiträge zur theoretischen Pharmakologie*, Editio Cantor GmbH, Freiburg im Breisgau

- Wenn sowohl die Rezeptoren-Besetzung als auch die durch sie ausgelöste Wirkung irreversibel und irreparabel sind, so kommt es mit der Zeit zu einer enormen Wirkungsverstärkung. Die Wirkung entspricht dem doppelten Integral aus der Giftkonzentration über die Zeit



### Neonicotinoide sind neurotoxisch wirkende Pestizide Wirkungsweise beruht auf so gut wie unumkehrbare Blockade der postsynaptischen nikotinischen Acetylcholinrezeptoren

Abbink, J. (1991) Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, Serial ID-ISSN 0340-1723

#### Neonicotinoid / Organophosphorous pesticides disrupt the neural transmission

