

Toxiciteit als kwestie van tijd

Het risicoprofiel van neonicotinoïde insecticiden en de gevolgen



Voordracht aan de universiteit van Heidelberg

16/02/2011

Henk Tennekes
Experimental Toxicology Services (ETS) Nederland bv

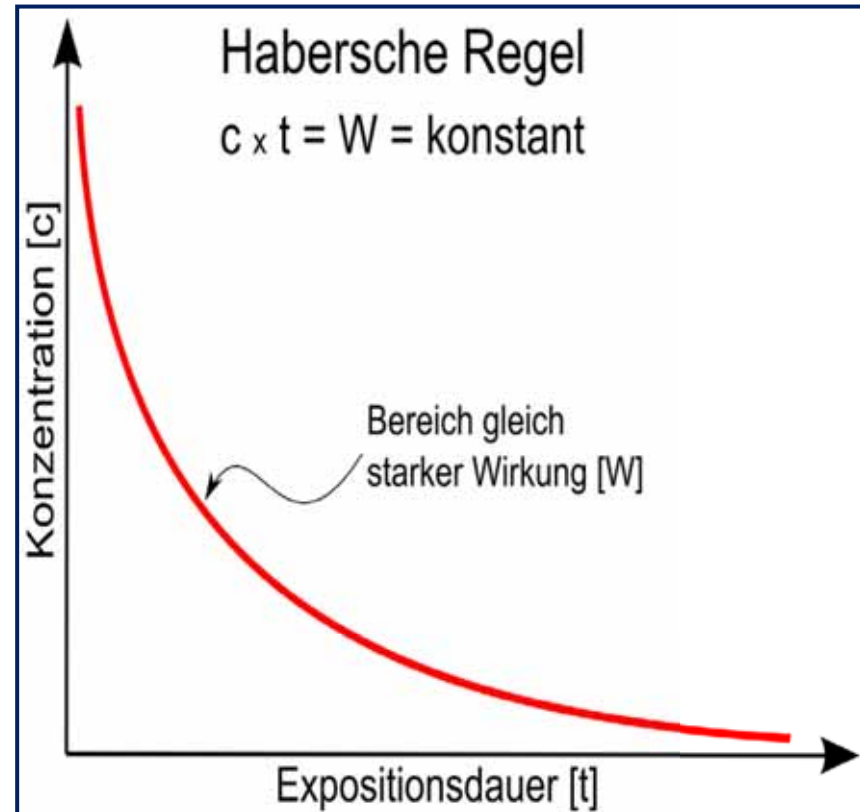
Deutsches Krebsforschungszentrum in Heidelberg

- Henk Tennekes voltooide een studie aan de Landbouwhogeschool in Wageningen in 1974, en voerde zijn promotie-onderzoek uit bij Shell Research in Sittingbourne in het Verenigd Koninkrijk.
- Van 1980 tot 1985 was hij verbonden aan het Deutsches Krebsforschungszentrum in Heidelberg. In die tijd werd Hermann Druckrey (1904-1994) zijn mentor.
- Bij hun laatste ontmoeting gaf Druckrey, een gerenommeerde farmacoloog en kankeronderzoeker, hem een exemplaar van een boek dat hij in 1949 had gepubliceerd, het resultaat van een samenwerking met de wiskundige Karl Küpfmüller, over theoretische benaderingen van de relatie tussen dosis en werking in de toxicologie en farmacologie



De regel van Haber

- In die tijd was de regel van Haber bekend die bezegt dat bij sommige stoffen het produkt van de concentratie van de stof (c) en de blootstellingsduur (t) hetzelfde biologische effect veroorzaakt
- In dat geval heeft een verdubbeling van de concentratie en een halvering van de blootstelingsduur dezelfde biologische werking tot gevolg
- In een grafiek wordt dit weergegeven door een hyperbool, op logaritmische coördinaten ontstaat een rechte lijn
- Fritz Haber: Zur Geschichte des Gaskrieges. In fünf Vorträge aus den Jahren 1920-1923. Julius Springer, Berlin

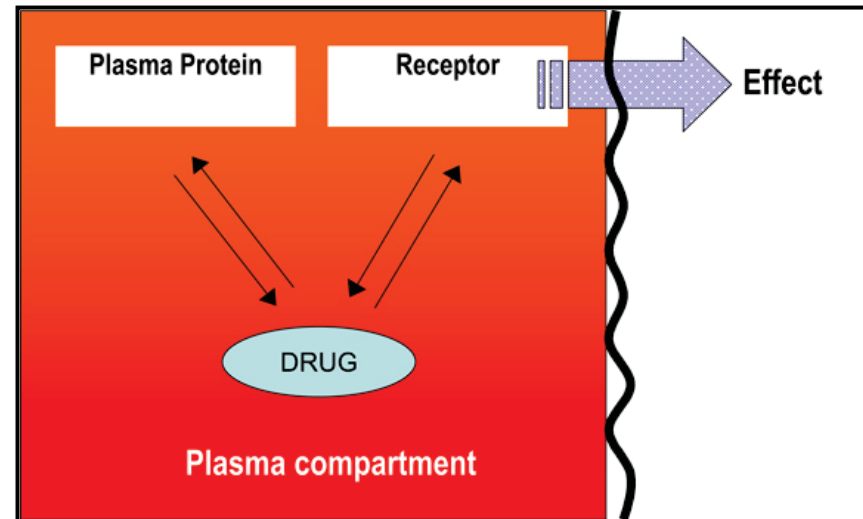


De samenwerking van Druckrey met Küpfmüller

- Druckrey was geïnteresseerd in deze relatie omdat hij had kunnen aantonen dat het de lever carcinogeniteit beschreef van 4-dimethylaminoazobenzeen, ook bekend onder de naam 'botergeel'
- Hij merkte op dat c.t.-giften, zoals hij ze beschreef, een onomkeerbare binding met celbestanddelen aangingen, of in deze een onomkeerbare functionele verandering teweeg brachten
- Druckrey en Küpfmüller gebruikten de theoretische benadering van Paul Ehrlich – die had gepostuleerd dat een farmacologische werking het gevolg is van een chemische of fysische interactie van een gif met specifieke receptoren - omdat op die manier de relatie tussen dosis en werking met reactiekinetiek kon worden bestudeerd
- Maar allereerst werden de processen beschreven die de complexe relatie tussen dosis en werking bepalen
- Druckrey, H. & Küpfmüller, K. (1949). Dosis und Wirkung. Beiträge zur theoretischen Pharmakologie, Editio Cantor GmbH, Freiburg im Breisgau.

De complexe relatie tussen dosis en werking

- Het eerste proces is de absorptie, die de relatie tussen dosis en concentratie van het gif op de plaats van werking bepaalt en haar tijdsverloop in de verschillende delen van het lichaam.
- Het tweede proces omvat de interactie van het gif met specifieke receptoren, d.w.z. de relatie tussen de concentratie van het gif op de plaats van werking en de receptor binding.
- De receptor binding bepaalt het derde proces, de eigenlijke biologische werking.
- Druckrey, H. & Küpfmüller, K. (1949). Dosis und Wirkung. Beiträge zur theoretischen Pharmakologie, Editio Cantor GmbH, Freiburg im Breisgau.



De Regel van Haber ontstaat door onomkeerbare receptorbinding

- **Reactiekinetiek van een bimoleculaire reactie van 4-DAB met specifieke receptoren:**

$$dCR / dt = K (R - CR) C - CR / TR \quad (1)$$

$$dCR / dt = K (R - CR) C \quad (2)$$

$$dCR / dt = K R C \quad (3)$$

$$CR = K R C t \quad (4)$$

- **R: beginconcentratie van specifieke receptoren waarmee 4-DAB reageert**

CR: concentratie van gebonden receptoren, $CR \ll R$

C: gemiddelde 4-DAB concentratie op de plaats van werking, bewerkstelligd door de dagelijkse 4-DAB doseringen, en wordt verondersteld constant te zijn

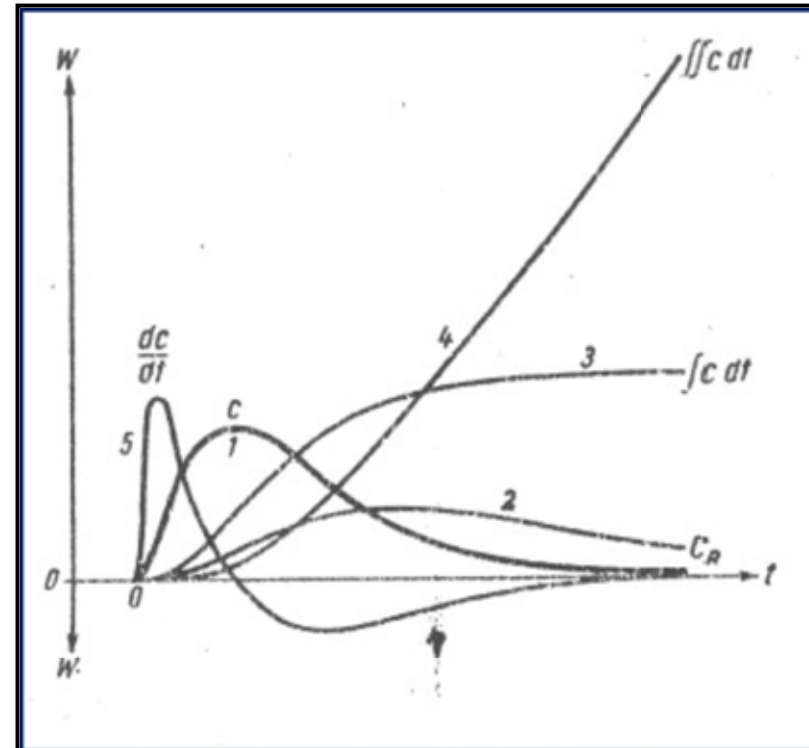
K : reactie constante voor associatie

TR : tijd constante for dissociatie = ∞

- H. Druckrey und K. Kupfmuller, Z. Naturforschg. (1948)

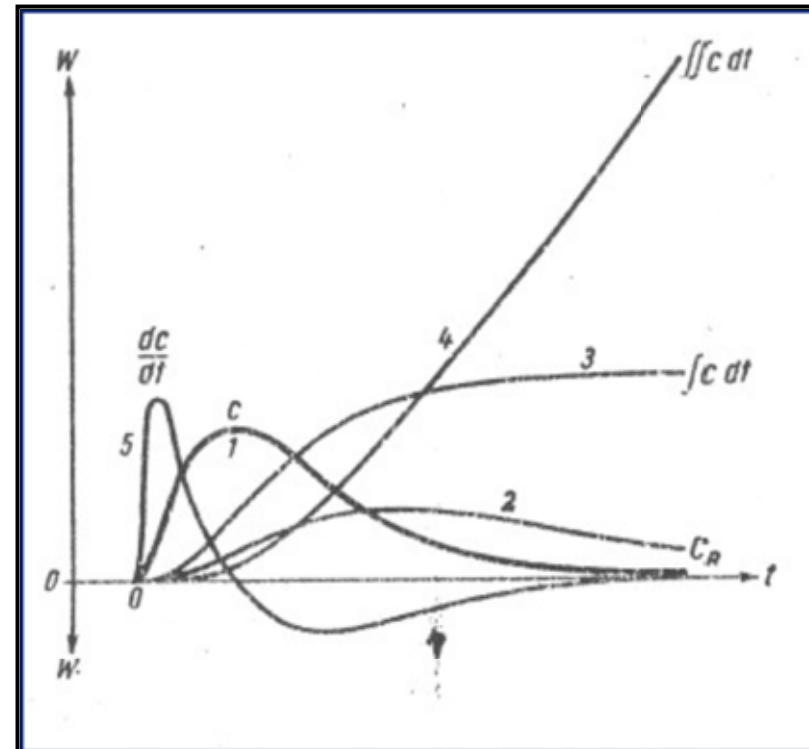
De omkeerbaarheid van receptor binding en biologische werking

- Alhoewel deze benadering een theoretische verklaring voor de regel van Haber opleverde, werd proportionaliteit verondersteld tussen de concentratie van gebonden receptoren en de werking. Dat hoeft niet altijd het geval te zijn.
- De reversibiliteit van de receptorbinding kan dezelfde betekenis voor een dosis-werkingsrelatie hebben als de reversibiliteit van de werking.
- Een werking zal alleen van de concentratie van het gif op de plaats van werking afhangen als zowel de receptorbinding en de werking snel reversibel zijn.
- Deze verhoudingen zijn weergegeven in de curve 1
- Druckrey, H. & Küpfmüller, K. (1949). Dosis und Wirkung. Beiträge zur theoretischen Pharmakologie, Editio Cantor GmbH, Freiburg im Breisgau



Versterking van de werking door de blootstellingsduur

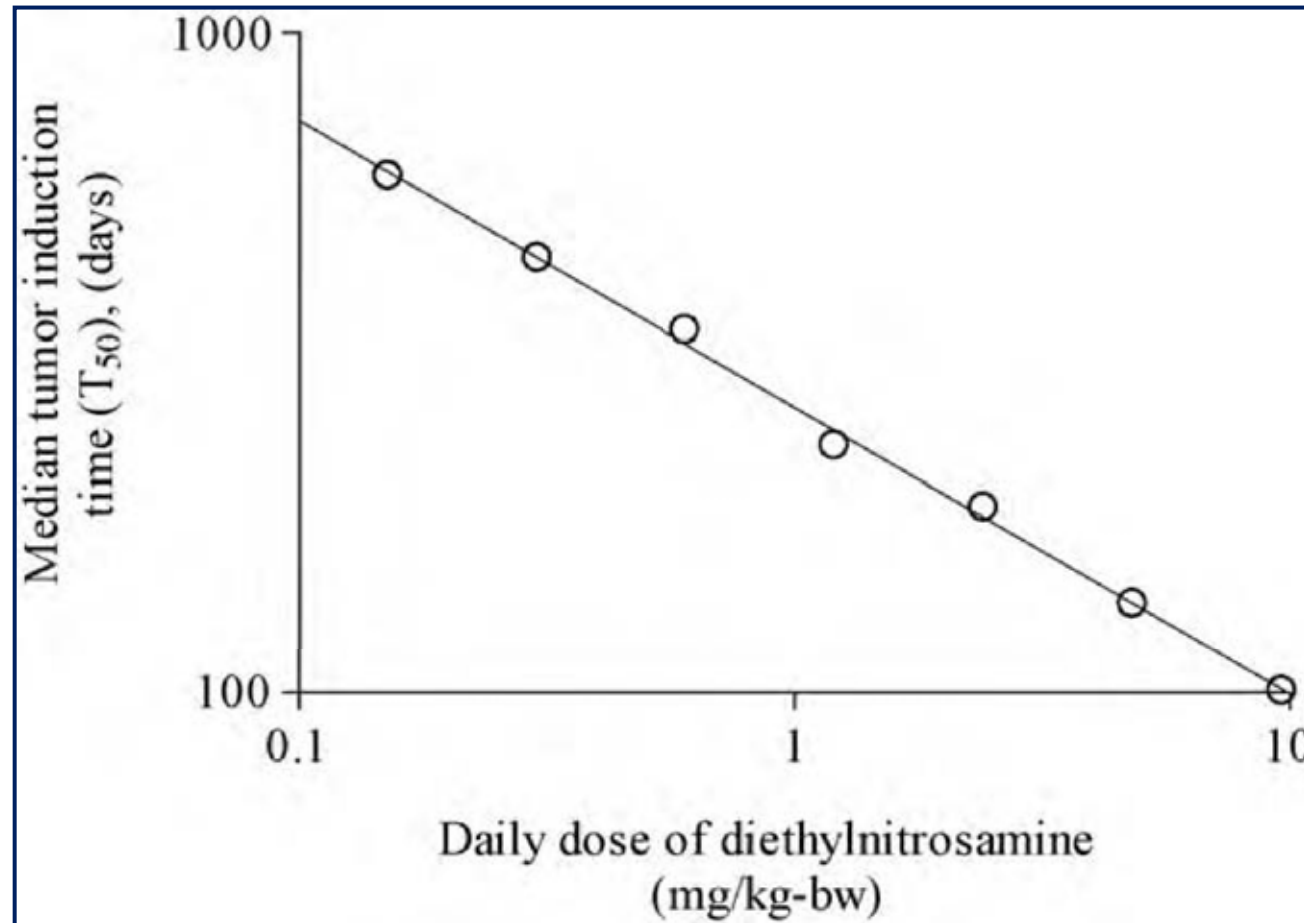
- Als de receptorbinding onomkeerbaar is wordt de werking bepaald door de integraal van de concentratie van het gif op de plaats van werking over de tijd
- Deze verhoudingen zijn weergegeven door de curve 3, waarbij de curve 1 de concentratie van het gif op de plaats van werking over de tijd weergeeft.
- Wanneer zowel de receptorbinding als ook de werking onomkeerbaar zijn wordt de werking bepaald door de dubbele integraal van de concentratie van het gif op de plaats van werking over de tijd.
- Deze verhoudingen zijn weergegeven door de curve 4. In dit geval wordt **de werking versterkt door de blootstellingsduur**.
- Druckrey, H. & Küpfmüller, K. (1949). Dosis und Wirkung. Beiträge zur theoretischen Pharmakologie, Editio Cantor GmbH, Freiburg im Breisgau



Leverkanker in de rat veroorzaakt door diethylnitrosamine

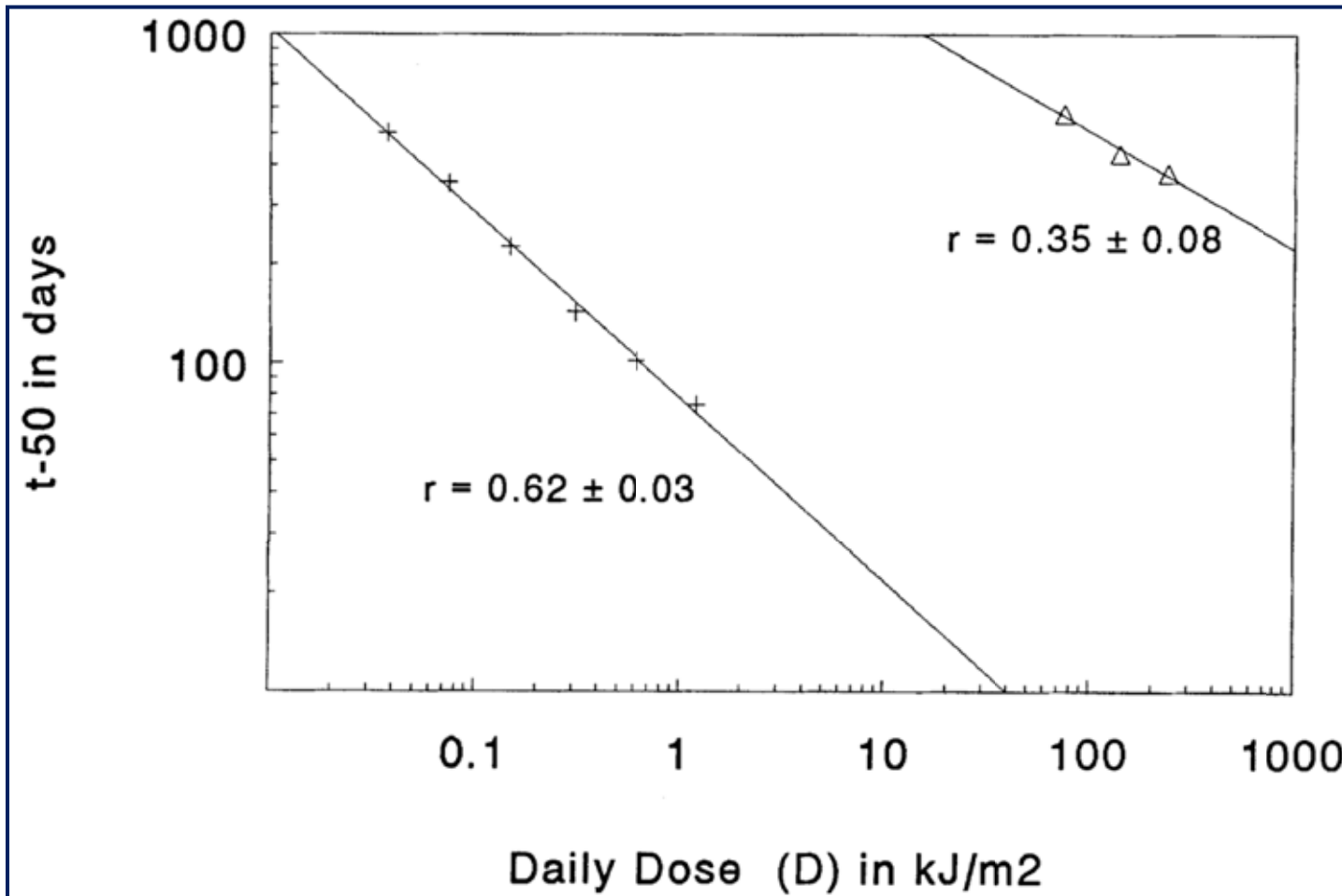
Met logaritmische coördinaten ontstaat een rechte lijn

Druckrey, H., Schildbach, A., Schmaehl, D., Preussmann, R., Ivankovic, S., 1963. Quantitative analysis of the carcinogenic effect of diethylnitrosamine. *Arzneimittelforschung* 13, 841–851



Huidkanker bij naakte muizen veroorzaakt door UV straling

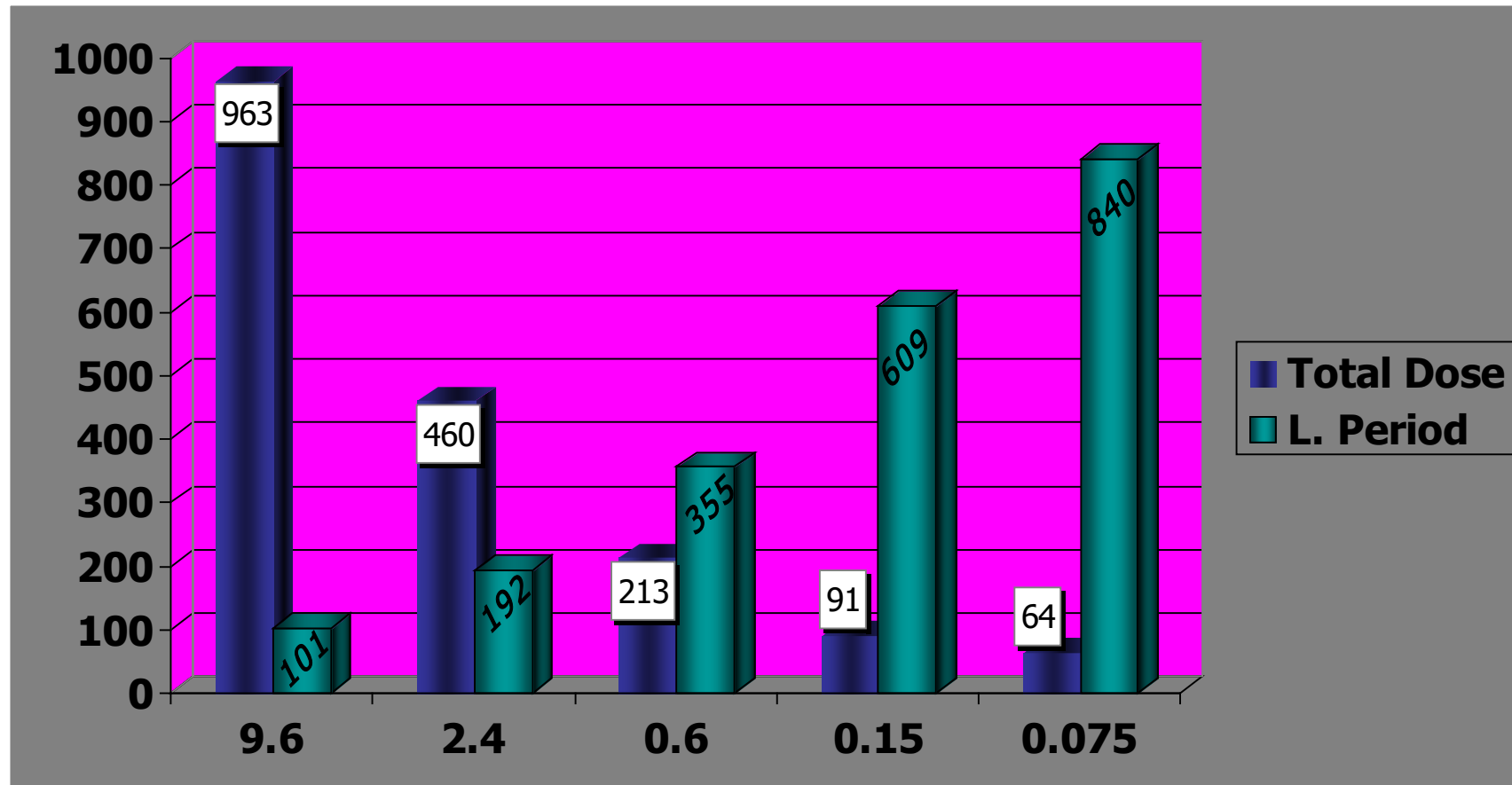
de Laat, A., van der Leun, J. C., and de Gruijl, F. R. (1997) Carcinogenesis 18, 1013-20



Leverkanker in de rat veroorzaakt door diethylnitrosamine

De kankerverwekkende werking wordt versterkt door de blootstellingsduur

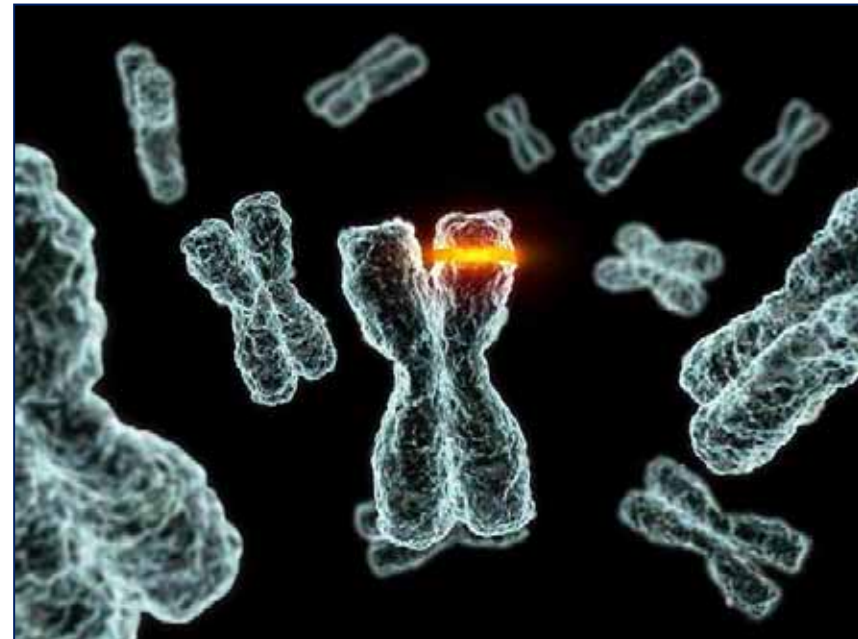
Druckrey, H., Schildbach, A., Schmaehl, D., Preussmann, R., Ivankovic, S., 1963. Quantitative analysis of the carcinogenic effect of diethylnitrosamine. *Arzneimittelforschung* 13, 841–851



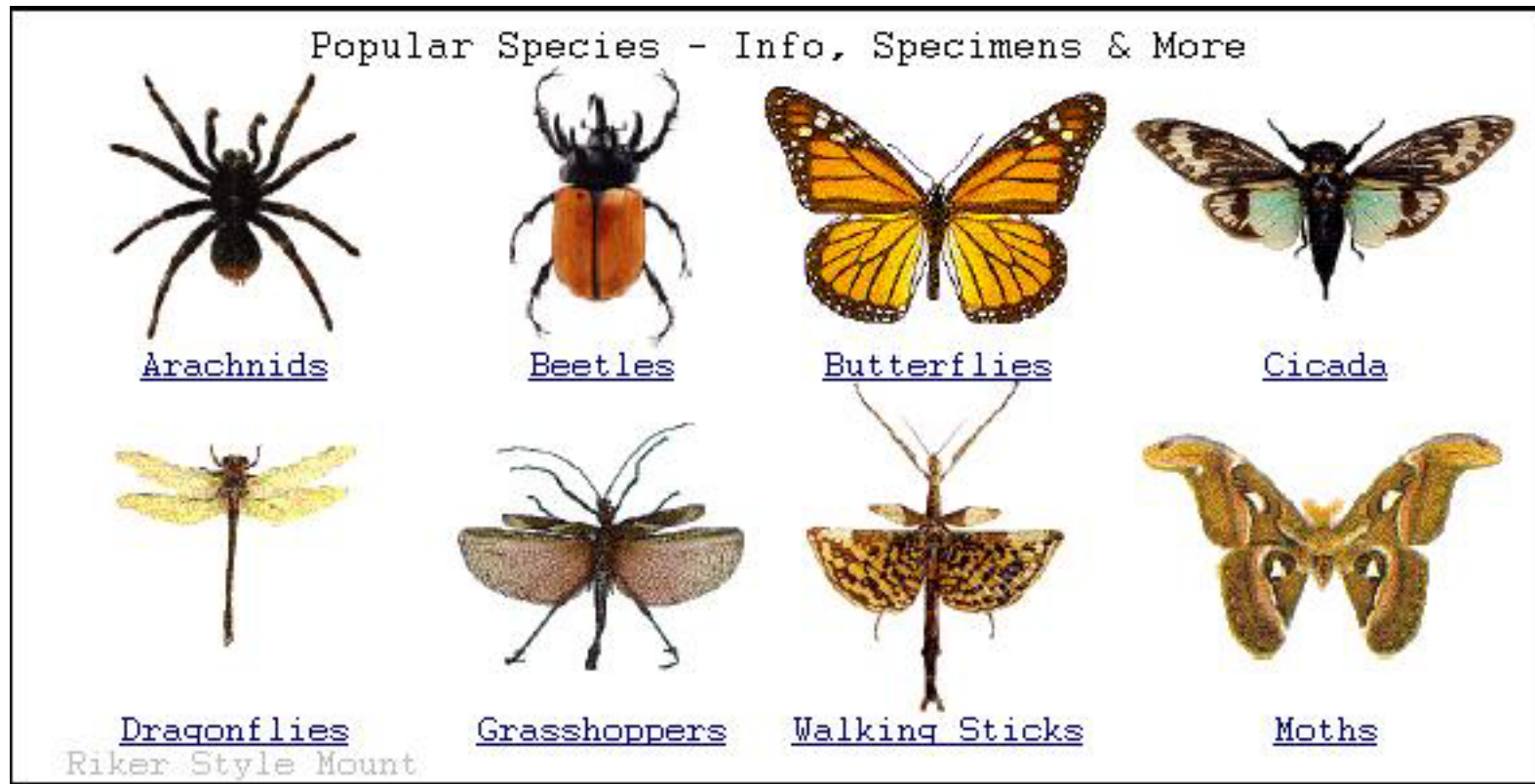
Er is geen veilig blootstellingsniveau voor een kankerverwekkende stof

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

- **Eén treffer kan voldoende zijn om kanker te veroorzaken**
- Het retinoblastoma (Rb) eiwit is een tumorsuppressor eiwit dat bij vele vormen van kanker niet werkzaam is
- Gemuteerd Rb kan erfelijk zijn en het gemuteerde gen is recessief
- Als in een dergelijke situatie het andere Rb gen ook door een stof gemuteerd wordt, zijn alle pRb eiwitten in de cel onwerkzaam

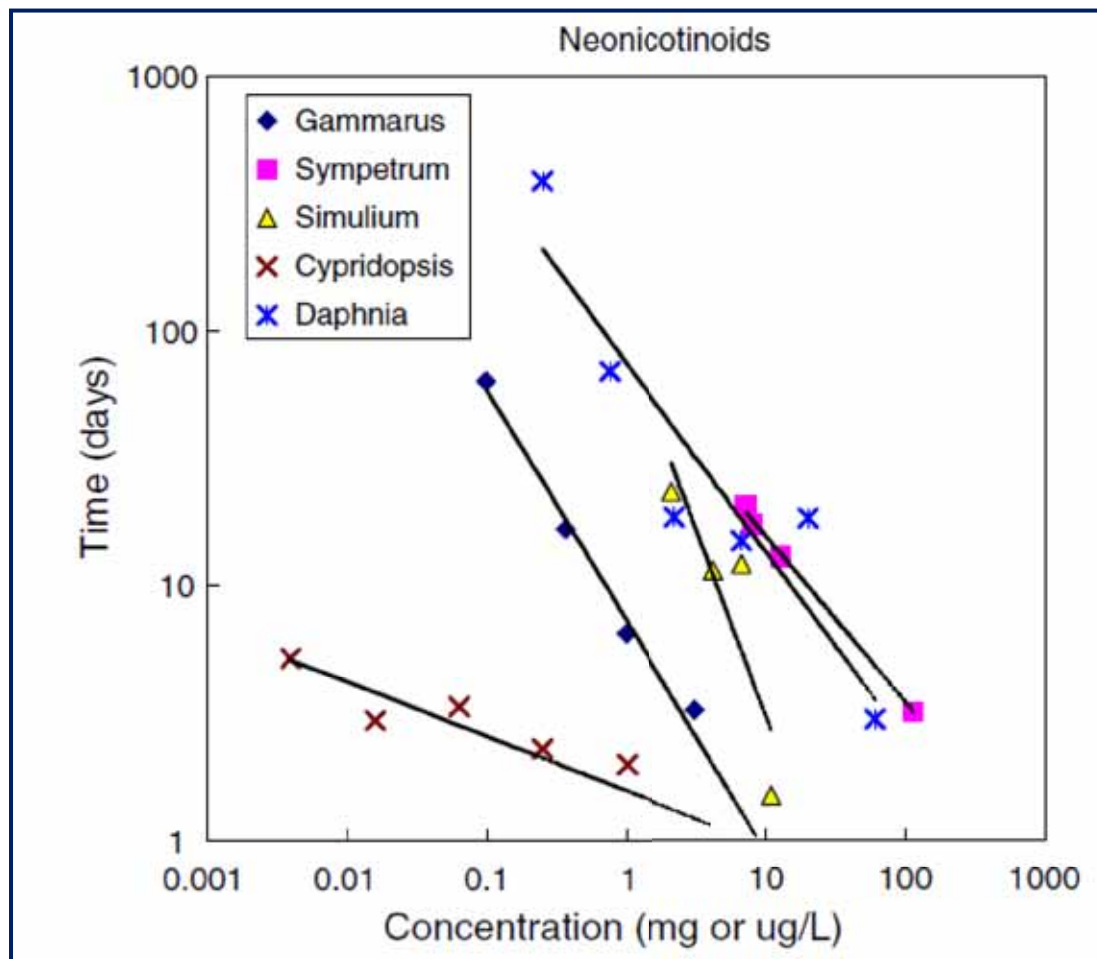


De toxiciteit van neonicotinoïde insecticiden voor arthropoden



De letale werking van imidacloprid en thiacloprid op arthropoden Met logarithmische coördinaten ontstaat een rechte lijn

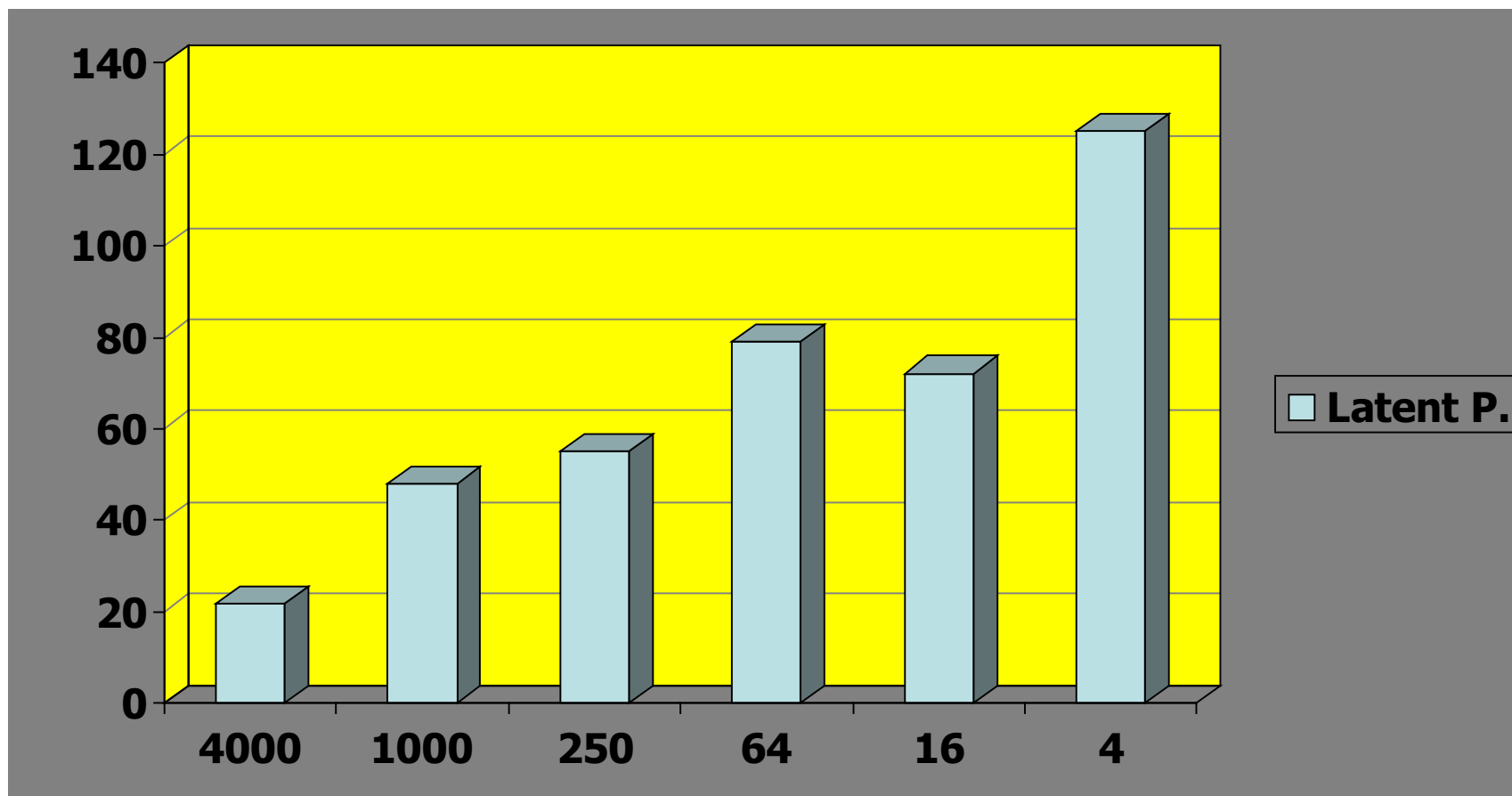
Sanchez-Bayo, F., 2009. Ecotoxicology 18, 343–354.



De letale werking van imidacloprid op *Cypridopsis vidua*

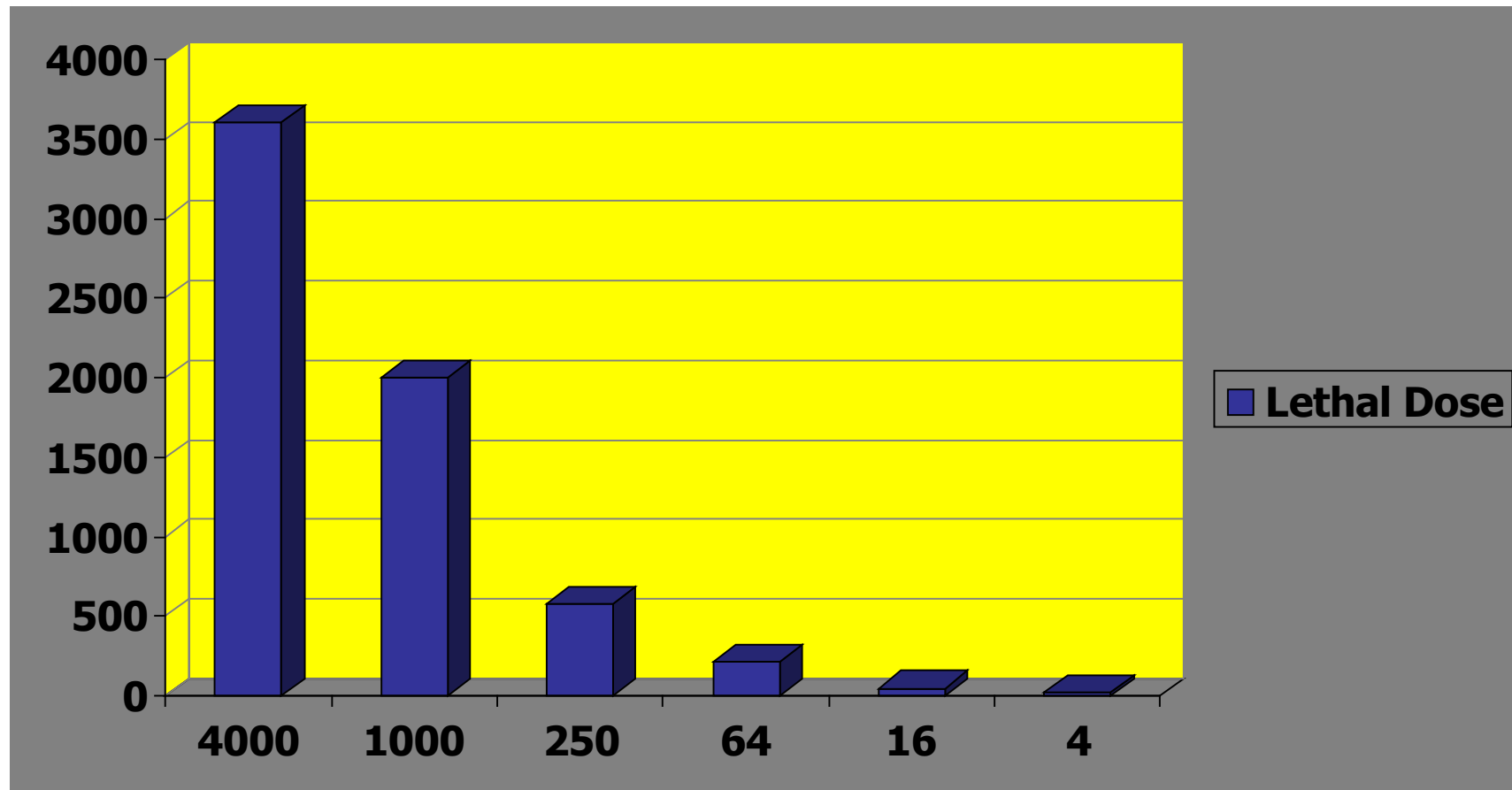
De latentietijd is omgekeerd proportioneel tot de concentratie

Tennekes, H.A. (2010) Toxicology 276, 1-4



De letale werking van imidacloprid op *Cypridopsis vidua*
De letale werking wordt versterkt door de blootstellingsduur

Tennekes, H.A. (2010) Toxicology 276, 1-4



Het werkingsmechanisme van neonicotinoïde insecticiden

Abbink, J., 1991. The Biochemistry of Imidacloprid. Pflanzenschutz-Nachrichten
Bayer, Germany, F.R, Serial ID – ISSN: 0340-1723.

- « Imidacloprid is het eerste hoog werkzame insecticide waarvan het werkingsmechanisme wordt bepaald door een bijna complete en nagenoeg onomkeerbare blokkade van post-synaptische acetylcholine receptoren (nAChRs) in het centrale zenuwstelsel van insecten »



Uitspoelingsgevaar van neonicotinoïde insecticiden

IUPAC FOOTPRINT Pesticides Properties Database & Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, D-38104 Braunschweig

Table 1. Quantities and properties of insecticides sold in Germany in 2005					
Insecticide	Sales in 2005 (tonnes)	Acute (48h) LD50 honey bee in ng bee ⁻¹		Soil degradation	Leaching potential
Dimethoat	100 - 250	120	(contact)*	non-persistent	low
Methiocarb	100 - 250	230	(contact)	non-persistent	low
Imidacloprid	25 - 100	3.7	(oral)	persistent	high
Methamidophos	25 - 100	220	(oral)	non-persistent	transition state
lambda-Cyhalothrin	25 - 100	38	(contact)	non-persistent	low
Pirimicarb	10 - 25	4000	(oral)	moderately persistent	transition state
Alpha-Cypermethrin	10 - 25	33	(contact)	moderately persistent	low
Beta-Cyfluthrin	10 - 25	1	(contact)	non-persistent	low
Delthamethrin	2.5 - 10	1.5	(contact)	non-persistent	low
Clothianidin	2.5 - 10	4	(oral)	very persistent	high
Thiacloprid	2.5 - 10	17320	(oral)	non-persistent	low
Thiamethoxam	2.5 - 10	5	(oral)	moderately persistent	high
Dichlorvos	2.5 - 10	290	(oral)	non-persistent	low
Chlorfenvinphos	2.5 - 10	550	(oral)	moderately persistent	transition state
Pirimiphos-methyl	2.5 - 10	220	(oral)	moderately persistent	low
Fenoxycarb	2.5 - 10	204000	(contact)	non-persistent	low
Carbosulfan	2.5 - 10	180	(oral)	non-persistent	low
Tefluthrin	2.5 - 10	280	(oral)	moderately persistent	low
zeta-Cypermethrin	2.5 - 10	2	(contact)	moderately persistent	low
Chlorpyrifos	< 1	59	(contact)	moderately persistent	low
Lambda-Cyhalothrin	< 1	38	(contact)	non-persistent	low

* exposure route in parentheses

In grote delen van Holland is sprake van ernstige milieuverontreiniging met imidacloprid

De metingen zijn afkomstig van de verschillende waterschappen en waterbeheerders: Bestrijdingsmiddelenatlas

Table 2. Imidacloprid contamination of Dutch surface water				
Location	Date of sampling	Imidacloprid concentration in water sample in ng/L	Factor above maximum acceptable limit (67 ng/L)	Geographical Coordinates (x, y)
Emmererfscheidenveen	05-04-2007	4,200	63	(263060, 536500)
Schagerbrug	10-09-2007	1,100	16	(110162, 534722)
Amsterdam	04-08-2004	6,000	90	(122624, 484495)
Noordwijkerhout	19-12-2005	320,000	4,776	(94800, 475440)
De Kwakel	12-05-2004	4,700	70	(110726, 470153)
Oude Wetering	19-03-2007	8,600	128	(103444, 470006)
Rijnsburg	09-08-2005	120,000	1,791	(90986, 469385)
Roelofarendsveen	16-04-2007	2,500	37	(102574, 467108)
Boskoop	23-06-2005	12,000	185	(108312, 456412)
Waddinxveen	15-03-2007	54,000	806	(101281, 450151)
Bleiswijk	27-09-2006	4,700	70	(95463, 449725)
Delft	05-11-2006	4,550	68	(85630, 449527)
Moerkapelle	14-06-2007	1,800	27	(98244, 449420)
Nieuwerkerk aan den IJssel	22-07-2004	35,000	522	(103222, 444796)
Bergschenhoek	26-04-2006	1,700	25	(94000, 444410)
Berkel en Rodenrijs	04-06-2006	2,190	33	(89257, 443578)
Zevenhuizen	26-04-2006	2,100	31	(97735, 443556)
Moordrecht	27-09-2006	3,500	52	(104451, 443547)
Midden-Delfland	13-08-2007	1,300	19	(82081, 440801)
Puttershoek	18-07-2007	3,500	52	(96466, 425574)
Nieuw-Beijerland	18-07-2007	3,700	55	(83816, 423786)
Mijnsheerenland	10-05-2007	3,700	55	(92655, 423433)
Goudswaard	18-07-2007	3,000	45	(79205, 420178)
Zuid-Beijerland	18-07-2007	2,000	30	(84983, 416989)
Numansdorp	15-05-2006	5,460	81	(90319, 416574)
Middelhamis	17-07-2007	1,500	22	(68183, 421759)

ETS Nederland bv

Negatieve werkingen van bestrijdingsmiddelen op de biodiversiteit

F. Geiger et al. (2010) Basic and Applied Ecology 11, 97-105

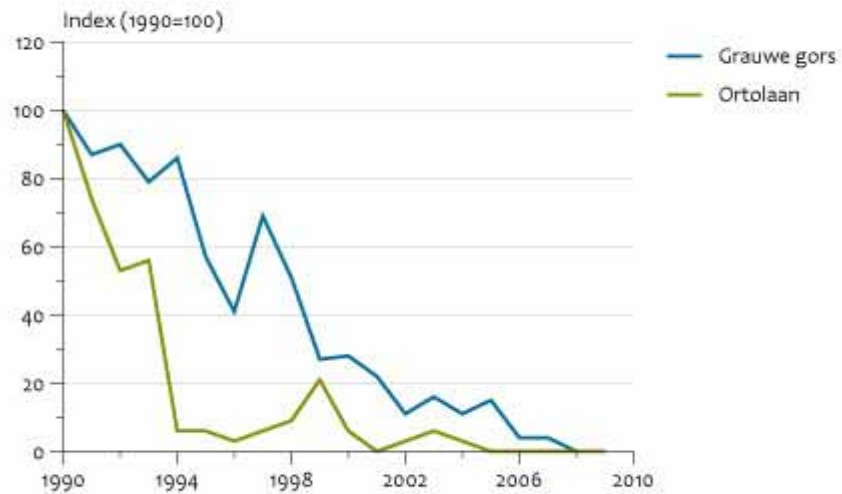
- Uit recent onderzoek van Wageningen Universiteit en acht andere Europese universiteiten is gebleken dat het gebruik van pesticiden in de intensieve akkerbouw een negatief effect heeft op de biodiversiteit van wilde planten, kevers en broedvogels. De statistische analyses brachten eenduidig aan het licht, dat de toepassing van insecticiden en fungiciden de enige variabelen waren die consistente, steeds weer terugkerende negatieve effecten hadden op de soortendiversiteit van planten, loopkevers en vogels
- Vogelsoorten die voor een belangrijk deel van hun levenscyclus gebruik maken van akkers zijn bijvoorbeeld Paapje (*Saxicola rubetra*), Geelgors (*Emberiza citrinella*), Grauwe gors (*Emberiza calandra*), Ortolaan (*Emberiza hortulana*), Veldleeuwerik (*Alauda arvensis*), Gele kwikstaart (*Motacilla flava*), Kwartel (*Coturnix coturnix*), Patrijs (*Perdix perdix*), Korhoen (*Tetrao tetrix*), Fazant (*Phasianus colchicus*), Grauwe kiekendief (*Circus pygargus*), en Kievit (*Vanellus vanellus*).



De akkervogels: grauwe gors en ortolaan zijn uitgestorven

Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)

Grauwe gors en ortolaan

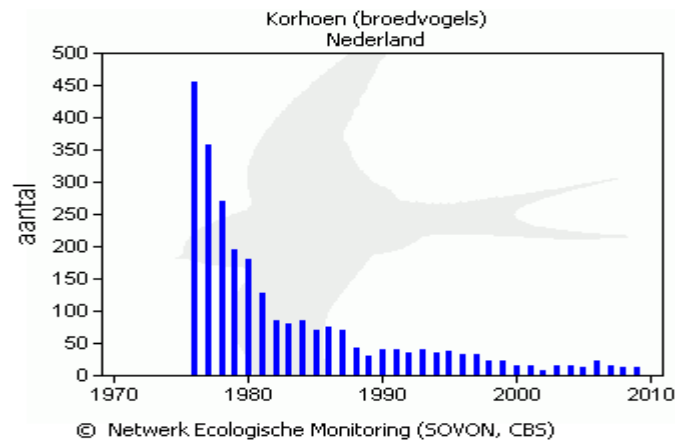


Bron: NEM (SOVON, CBS).

CBS/nov09/1189
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Akkervogels: Korhoenders zijn eveneens zo goed als uitgestorven

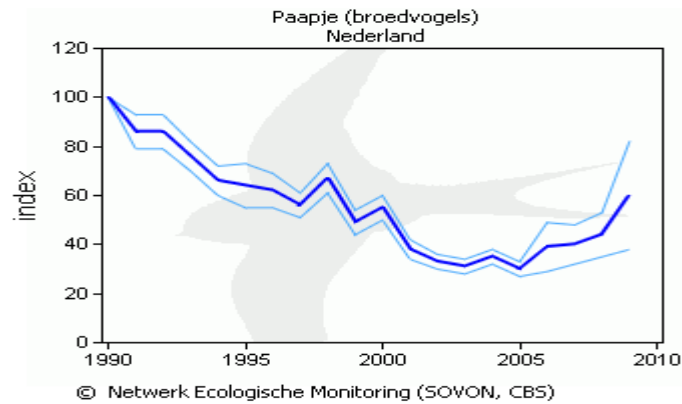
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is het jaarlijks aantal territoria in Nederland.

Het paapje komt in het boerenland niet meer voor

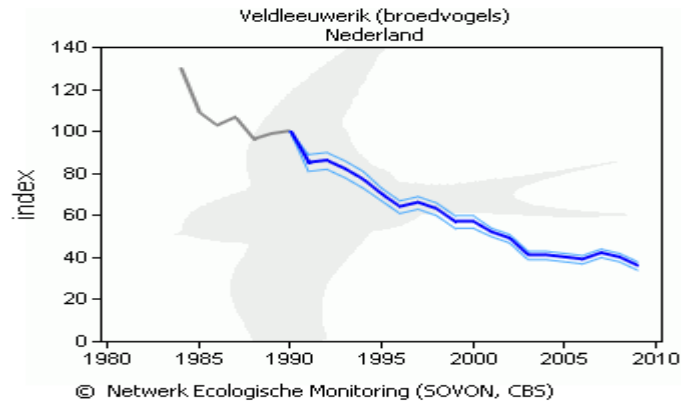
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index, gebaseerd op de gehele Nederlandse populatie of aantallen in de belangrijkste broedgebieden.

Akkervogels: De veldleeuwerik gaat sterk achteruit

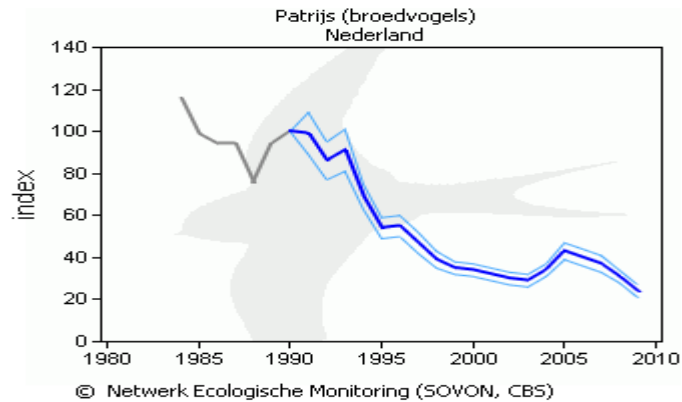
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

Akkervogels: de patrijs gaat sterk achteruit

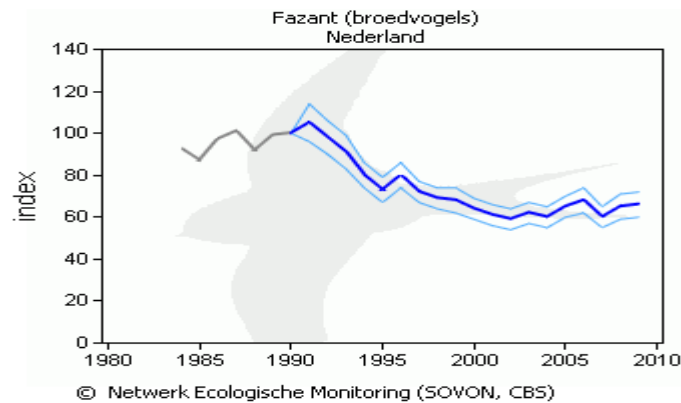
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

Akkervogels: de fazant gaat achteruit

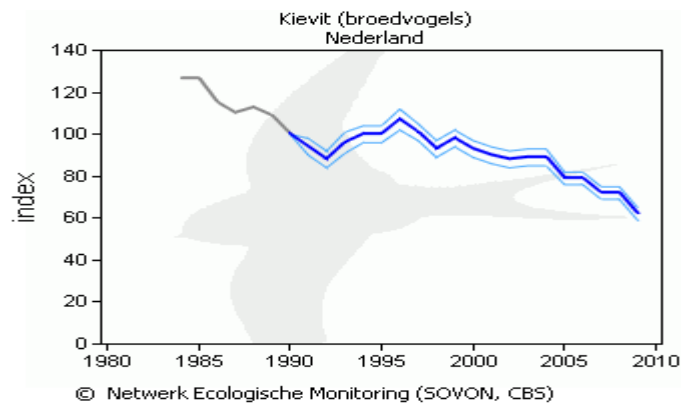
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

Akkervogels: de kievit gaat achteruit

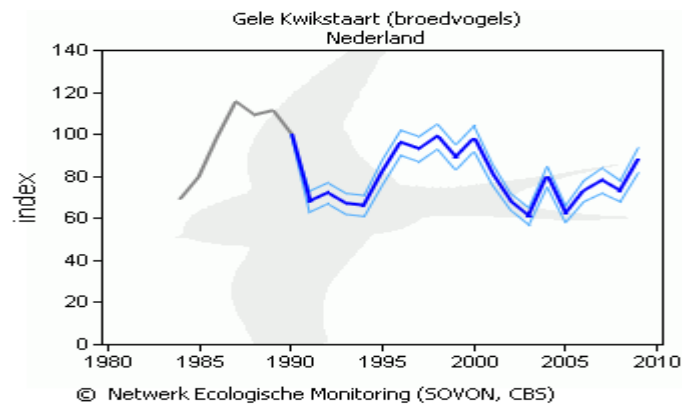
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

Akkervogels: gele kwikstaart gaat achteruit

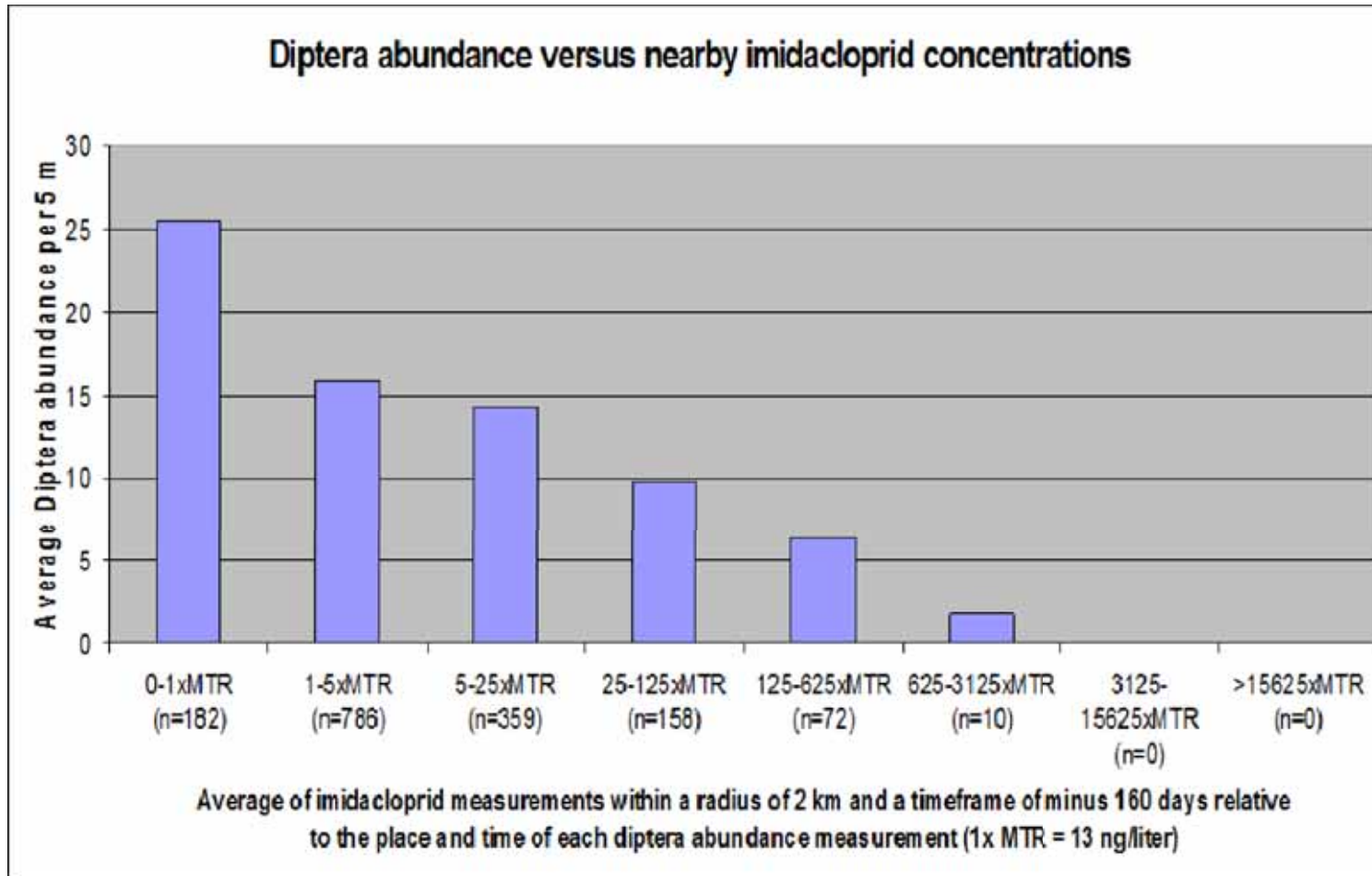
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

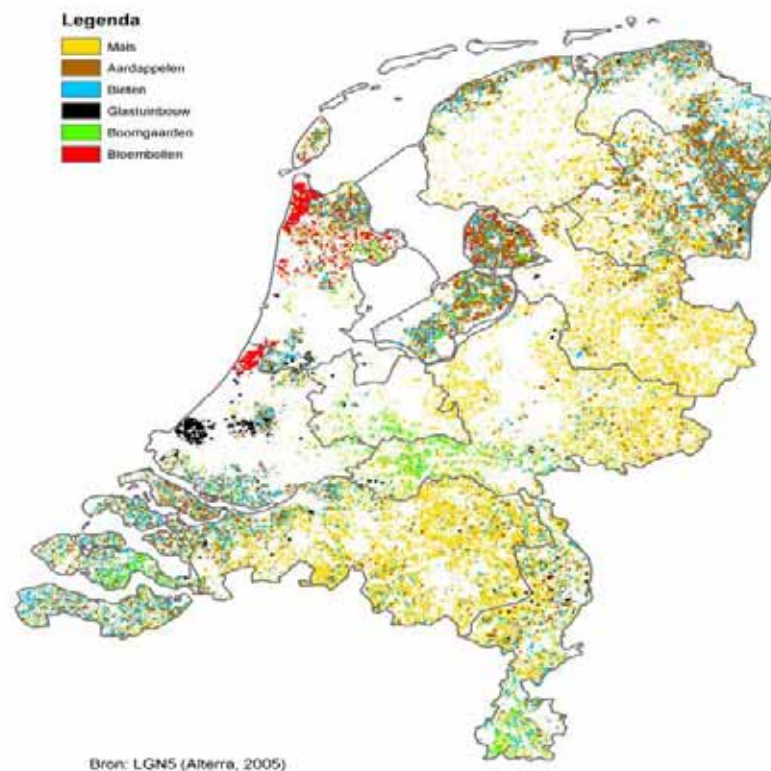
Diptera (vliegen en muggen) worden schaarser naarmate de concentraties van imidacloprid in het oppervlaktewater toenemen

van Dijk, T., M.Sc. Thesis, Utrecht Universiteit, 2010



Imidacloprid wordt overal in Nederland toegepast en veroorzaakt waarschijnlijk overal oppervlaktewaterverontreiniging

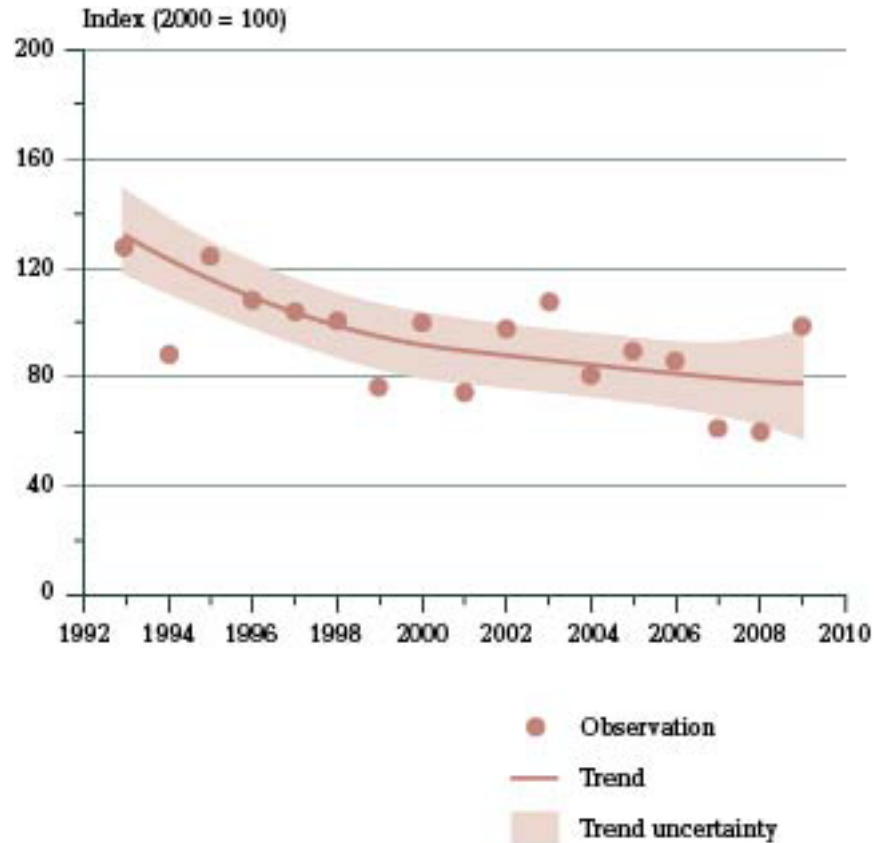
De kaart is afkomstig van het Planbureau voor de Leefomgeving.



- Rijnland heeft in 2005 en 2006 in akkerbouw gebieden de bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater gemeten. Het insecticide **imidacloprid** wordt gezien als één van de drie probleemstoffen in **akkerbouw** gebieden
- Rivierenland heeft in 2009 resultaten gepubliceerd van de monitoring van gewasbeschermingsmiddelen in het oppervlaktewater op agrarische monsterpunten in 2008. In de **fruitteelt** lag de hoogst gemeten **imidacloprid** concentratie 125x boven de norm.
- In 2008 is in 40% van alle metingen van **imidacloprid** in het oppervlaktewater van het **bloembollenteelt** areaal een overschrijding gevonden, veruit het hoogste percentage sinds de start van de metingen in 2001
- Delfland heeft een meetnet gericht op het **glastuinbouwgebied**. De resultaten 2005-2009 laten zien dat de concentraties van gewasbeschermingsmiddelen zeer hoog zijn en de normen zeer fors overschrijden. De belangrijkste probleemstoffen in dit kader zijn de insecticiden **imidacloprid**, pirimicarb en pirimifos-methyl en het fungicide carbendazim.
- Rijnland heeft in 2005 en 2006 op 5 locaties van **boomteelt** maandelijks gedurende het hele jaar de bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater gemeten. De hoogste gemeten concentratie van **imidacloprid** lag in 2005 meer dan 900x boven de norm en in 2006 meer dan 400x boven de norm.

In Nederland was het aantal dagvlinders nog nooit zo laag – Zelfs in de ooit zo vlinderrijke duinen zien we de laatste tien jaar een sterke achteruitgang - Ook de aantallen nachtvlinders zijn in dertig jaar met een derde afgenomen

Netwerk Ecologische Monitoring (Vlinderstichting, CBS)



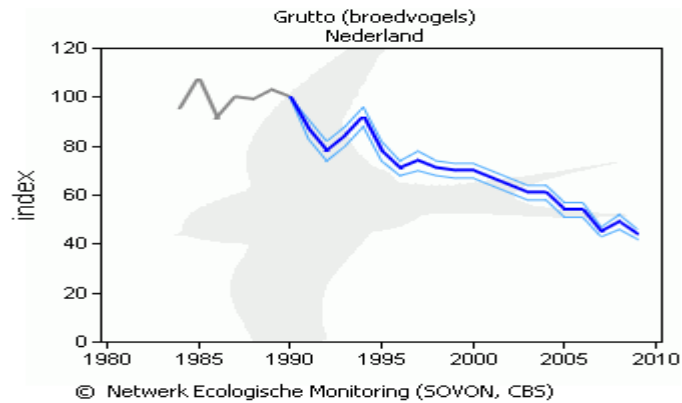
Source: NEM (Vlinderstichting, CBS)

CBS/ju001386
www.compendiumvoordaleefomgeving.nl

ETS Nederland bv

De grutto broedt in vochtige weilanden en natte venen en staat nu op de rode lijst in Nederland

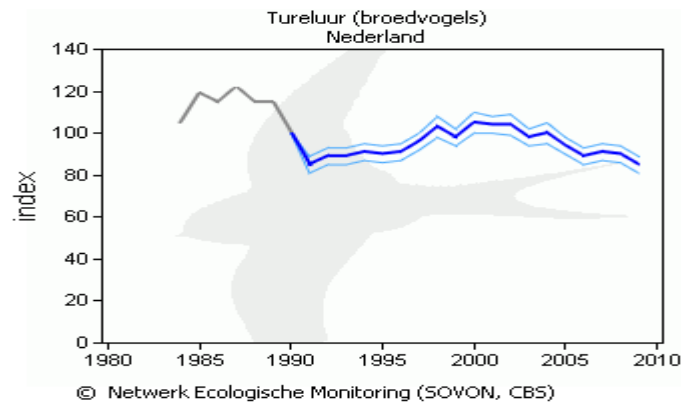
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

De tureluur broedt meestal in natte weilanden, kwelders, moerassen, wist zich tot 2000 goed te handhaven, waarna een duidelijke daling werd gezien

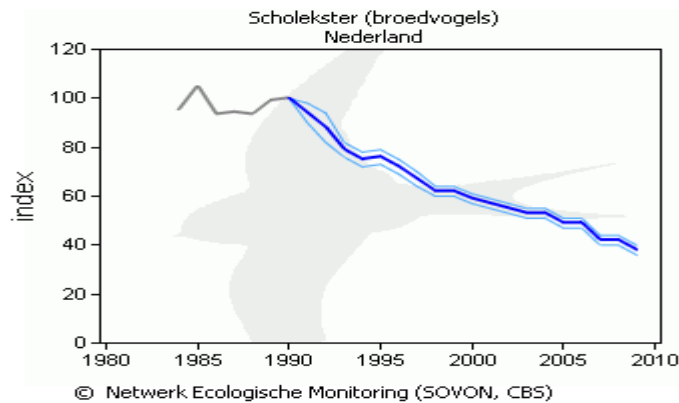
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

De scholekster broedt over het algemeen aan zee-kusten in diverse habitats, maar ook in binnenland in weilanden en op akkers, zal bij gelijkblijvende trend in 2020 uitsterven in Nederland

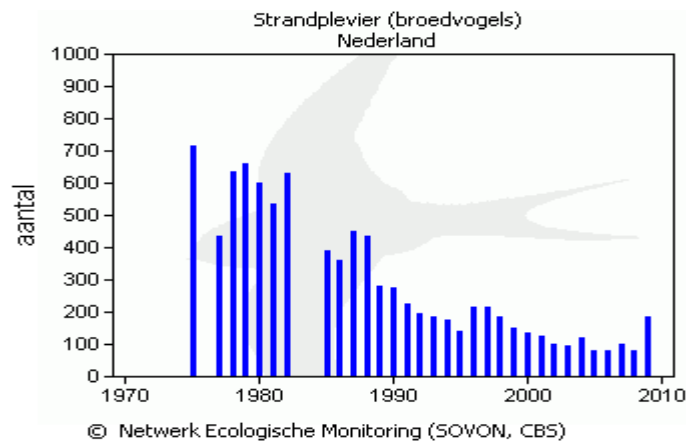
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

De strandplevier broedt voornamelijk aan kiezel- en zandstranden en ingedroogde moddervlaktes, met name aan de kust, en dreigt uit te sterven in Nederland

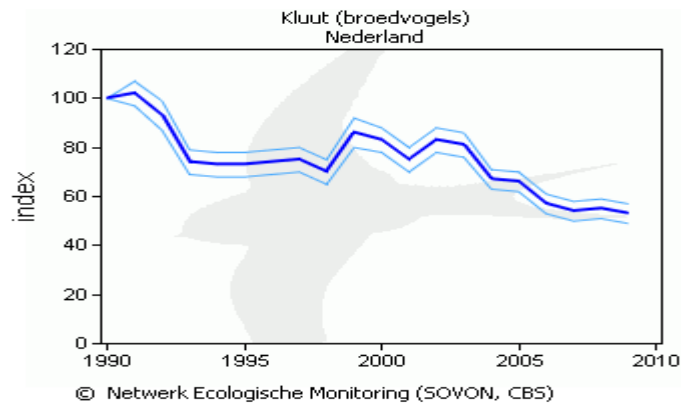
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is het jaarlijks aantal territoria in Nederland.

De kluut broedt aan moddervlaktes, zowel aan de kust als in het binnenland, en gaat fors achteruit in Nederland

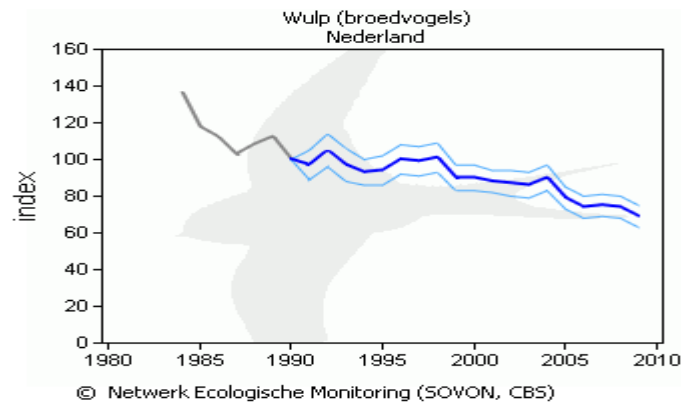
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index, gebaseerd op de gehele Nederlandse populatie of aantallen in de belangrijkste broedgebieden.

De wulp broedt in duinen, weilanden, moerassen en gaat fors achteruit in Nederland

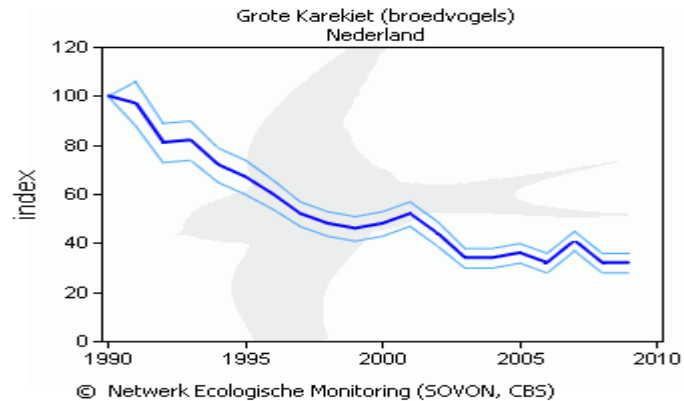
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

De grote karekiet, een moerasvogel, dreigt uit te sterven in Nederland

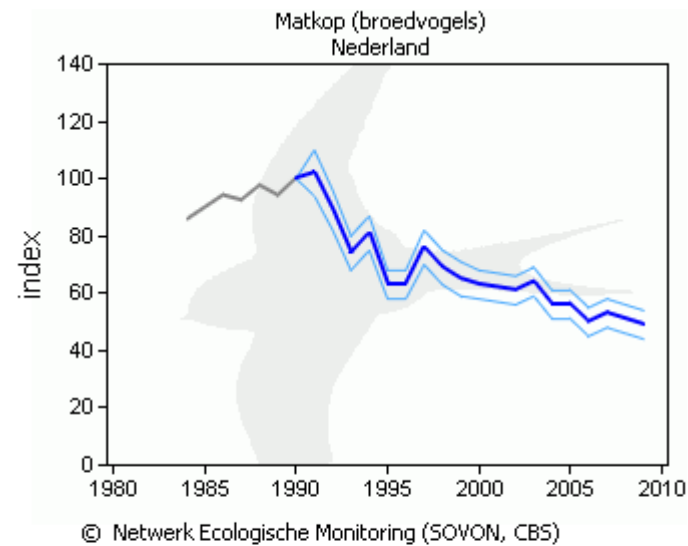
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index, gebaseerd op de gehele Nederlandse populatie of aantallen in de belangrijkste broedgebieden.

De matkop heeft voorkeur voor moerassige gebieden met rottend hout en gaat sterk achteruit in Nederland

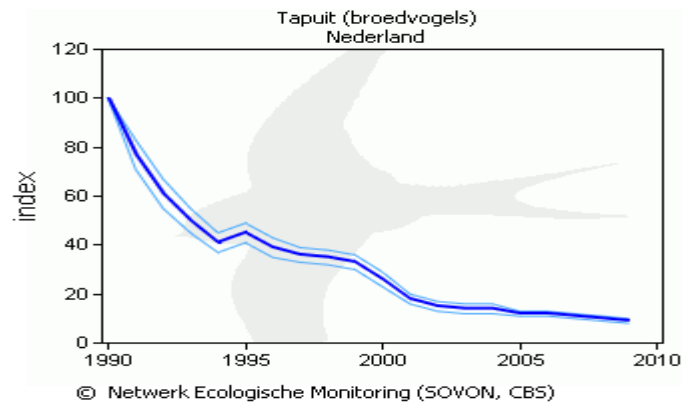
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

De tapuit broedt in open gebieden en dreigt uit te sterven in Nederland

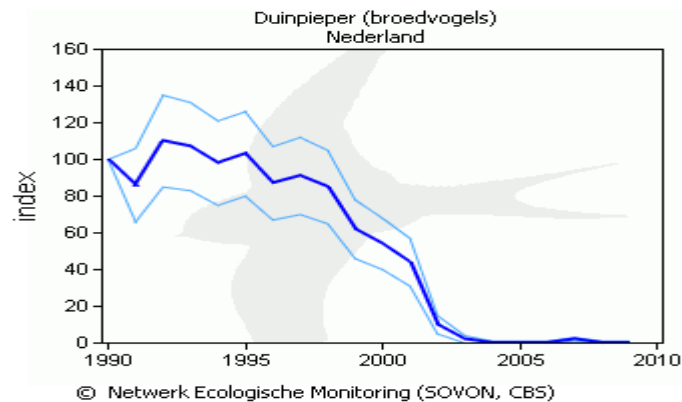
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index, gebaseerd op de gehele Nederlandse populatie of aantallen in de belangrijkste broedgebieden.

De duinpieper broedt in open gebieden en is zo goed als uitgestorven in Nederland

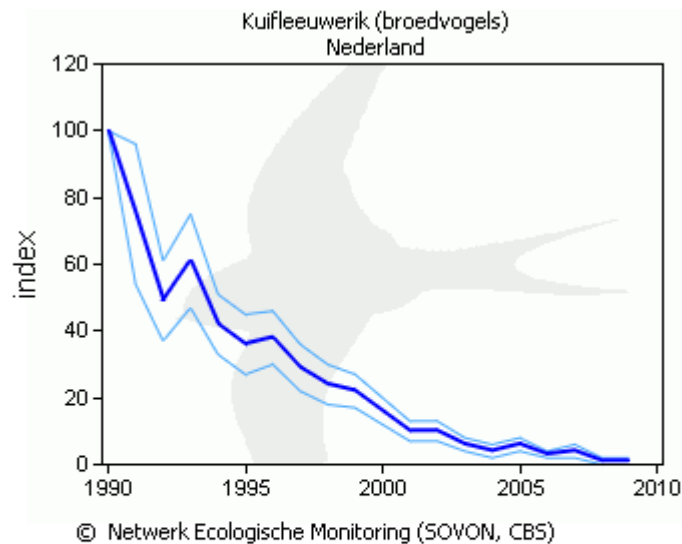
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index, gebaseerd op de gehele Nederlandse populatie of aantallen in de belangrijkste broedgebieden.

De kuifleeuwerik heeft een voorkeur voor open zandige en stoffige vlakten met schaarse vegetatie, vaak nabij menselijke bewoning – uitgestorven in Nederland

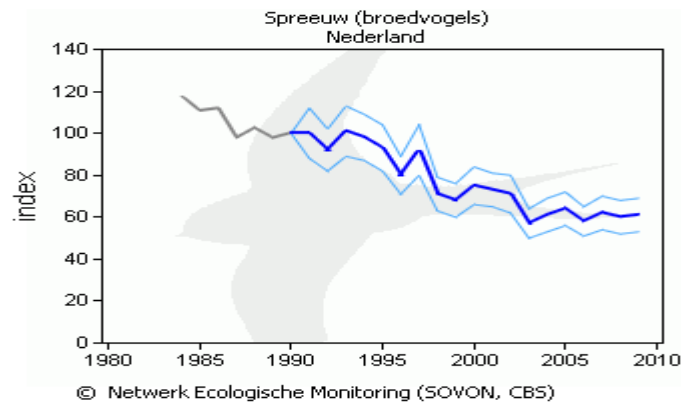
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van landelijke tellingen van kolonievogels en zeldzame broedvogels, het Landelijk Soortonderzoek Broedvogels. Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index, gebaseerd op de gehele Nederlandse populatie of aantallen in de belangrijkste broedgebieden.

De spreeuw broedt nabij menselijke bebouwing en gaat sterk achteruit in Nederland

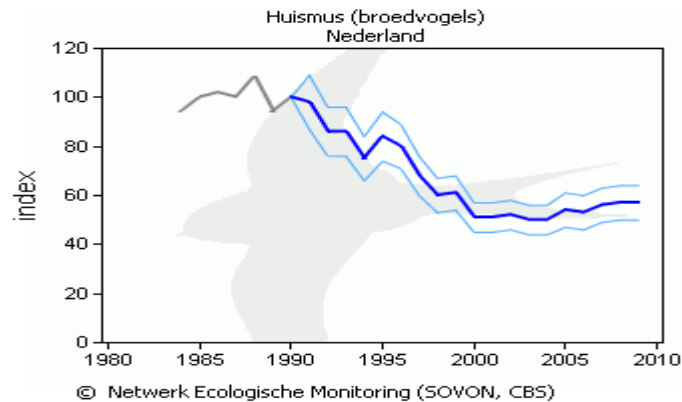
Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

De huismus broedt vrijwel uitsluitend nabij menselijke nederzettingen en gaat sterk achteruit in Nederland

Netwerk Ecologische Monitoring (SOVON, CBS)



Deze gegevens zijn afkomstig van het Broedvogel Monitoring Project (BMP). Weergegeven is de jaarlijkse populatie-index en het betrouwbaarheids-interval, gebaseerd op tellingen in steekproefgebieden in het hele land. De gegevens uit 1984-1989 kunnen minder betrouwbaar zijn.

Conclusies

- Het werkingsmechanisme van neonicotinoïde insecticiden berust op een nagenoeg onomkeerbare blokkade van post-synaptische nicotinerge acetylcholine receptoren (nAChRs) in het centrale zenuwstelsel. De toxiciteit van imidacloprid en thiacloprid voor arthropoden wordt versterkt door de blootstellingstijd. De dosis-werkings-relaties zijn hetzelfde als die van carcinogenen. Het is dus maar zeer de vraag of er een veilig expositieniveau is.
- In grote delen van Holland is het oppervlaktewater met imidacloprid verontreinigd. Diptera (vliegen en muggen) worden schaarser naarmate de concentraties van imidacloprid in het oppervlaktewater toenemen. Het aantal dagvlinders was nog nooit zo laag. Zelfs in de duinen zien we de laatste tien jaar een sterke achteruitgang. Ook de aantallen nachtvlinders zijn in dertig jaar met een derde afgenomen.
- De toepassing van insecticiden en fungiciden waren de enige van 13 onderzochte variabelen van intensieve akkerbouw waren die consistente, steeds weer terugkerende negatieve effecten hadden op de soortendiversiteit van planten, loopkevers en vogels. Veel van insecten afhankelijke vogelsoorten die voor een belangrijk deel van hun levenscyclus gebruik maken van akkers vertonen sinds 1990 een forse achteruitgang of zijn uitgestorven. Maar ook in andere habitats vertonen veel insecten afhankelijke vogelsoorten een duidelijke achteruitgang.

De systemische insecticiden – een ramp in de maak

www.disasterinthemaking.com



The systemic insecticides:
a disaster in the making

Author Dr. Henk Tennekes | Artwork Ami-Bernard Zillweger