



Neonicotinoïde insecticiden en de teloorgang van akkervogels in de Hoeksche Waard

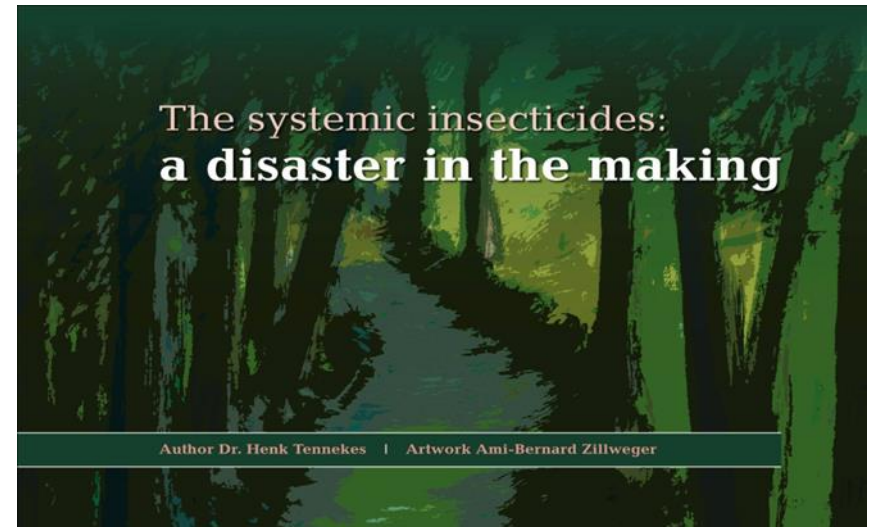
Dr. Ir. H.A. Tennekes
Nationaal Landschap Centrum, Numansdorp
2 november 2015

„Met dat wat ik weet, zou ik geen rust meer hebben, als ik zou zwijgen...“

Rachel Carson

- 1980 – 1985
Krebsforschungszentrum in Heidelberg
met farmacoloog/oncoloog Hermann Druckrey
(1904 - 1994) als mentor
- 2009
Ontdekking:
Werkingsmechanisme van neonicotinoïde
insecticiden vertoont veel overeenkomsten
met kankerverwekkende stoffen

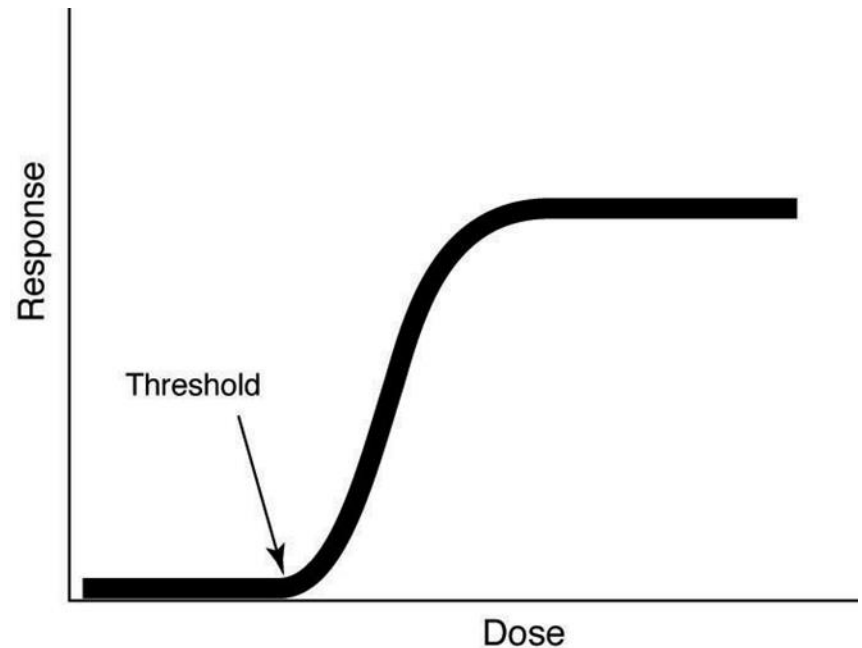
➔ **Rampzalige gevolgen**



Het drempelwaarde concept in de risico analyse

Dybing E et al. 2002. Food Chem. Toxicol. 40, 237-282

- Het Paracelsus paradigma ***dosis sola facit venenum*** (alleen de hoeveelheid maakt het vergif) vormt nog steeds de basis voor de beoordeling van risico's van chemische producten.
- De risico analyse gaat er van uit dat voor vrijwel alle potentiële risico's van chemische producten drempelwaarden kunnen worden bepaald waar beneden geen giftige werking meer optreedt.



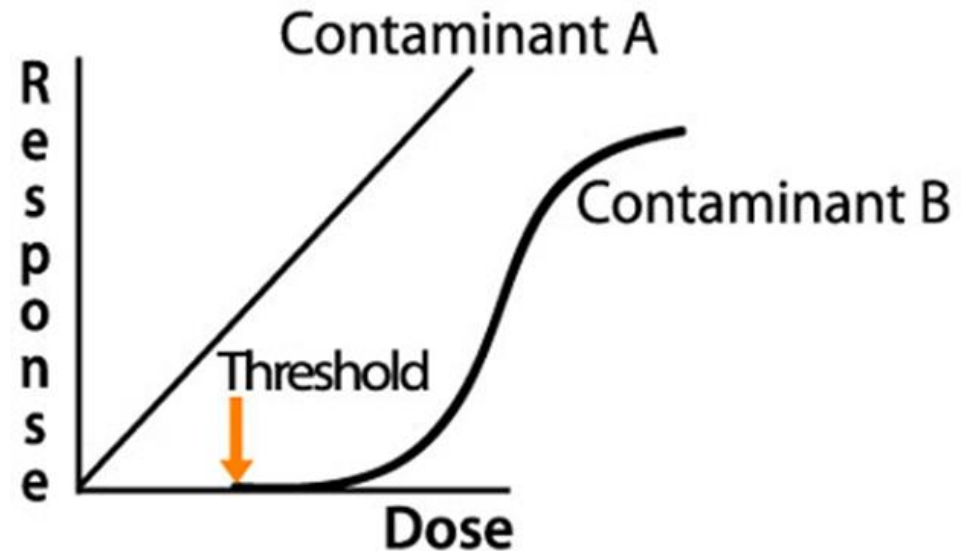
Kankerverwekkende stoffen zijn de uitzondering op de regel

S. Barlow et al. (2006) Risk assessment of substances that are both genotoxic and carcinogenic.
Food and Chemical Toxicology 44, 1636-1650

Lineaire dosis-werkingsrelatie

- Kankerverwekkende stoffen zijn vergif in de absolute zin van het woord
- Er is een lineair verband tussen dosis en werking ook bij zeer lage doseringen
- Er is geen drempelwaarde
- Er is geen veilige dosis

Geen veilige dosis



De kankerverwekkende werking van diethylnitrosamine in de lever van ratten

De werking wordt door de tijd enorm versterkt

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

Dagelijkse Dosis (milligram per kilogram lichaamsgewicht per dag)	Latentietijd tot lever tumor (dagen)	Kankerverwekkende dosis (milligram per kilogram lichaamsgewicht)
9,6	101	970
0,3	457	137
0,075	840	63

De giftige werking van imidacloprid op het zenuwstelsel van bijen veroorzaakt sterfte, ook in uiterst geringe concentraties

De werking wordt door de tijd enorm versterkt

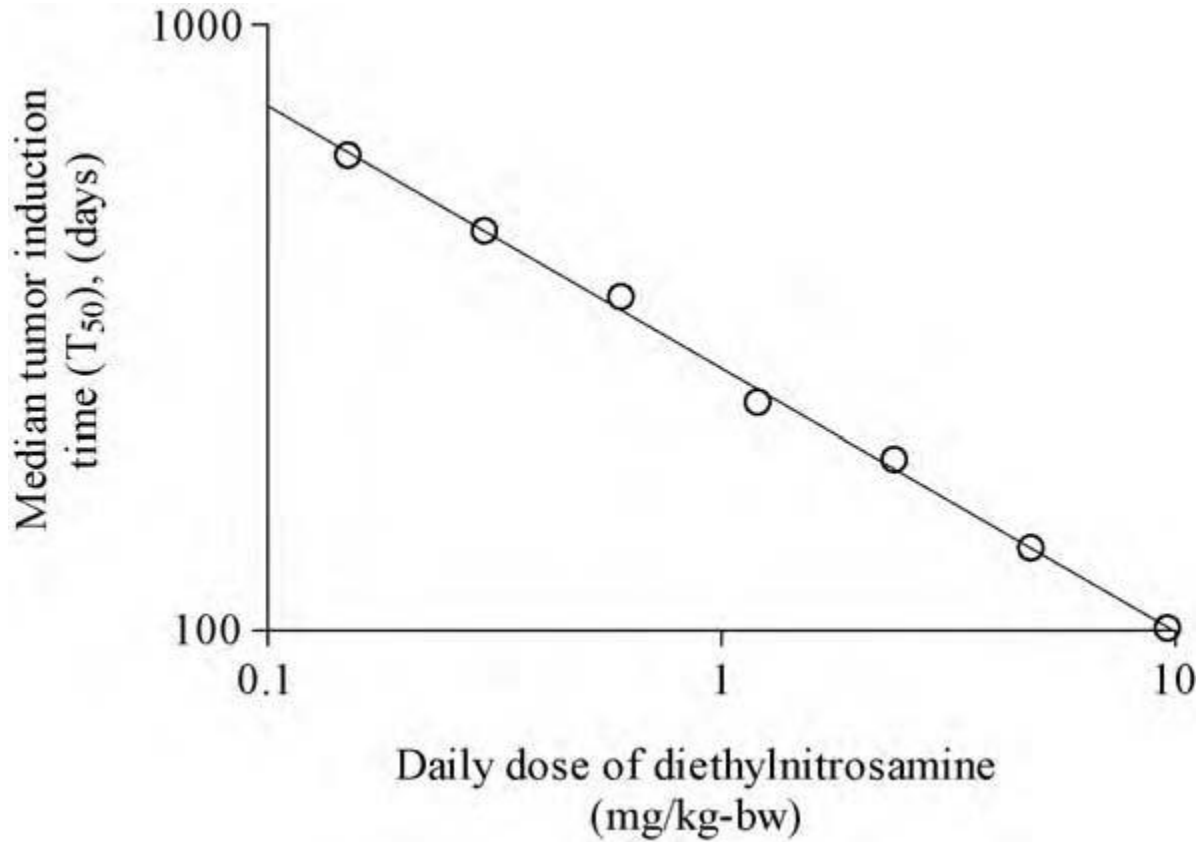
Suchail S, Guez D, Belzunces LP, 2001. Environ. Toxicol. Chem. 20: 2482-2486

Tennekes HA, Sánchez-Bayo F, 2012. J. Environment. Analytic Toxicol. S4- 001

Imidacloprid concentratie (microgram per liter)	Latentietijd tot letaal effect (uren)	Letale dosis ($\mu\text{g}/\text{L} \times \text{uren}$)
60	48	2880
10	173	1730
0,1	240	24

Dosis-werkingsrelatie van het kankerverwekkende diethylnitrosamine

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

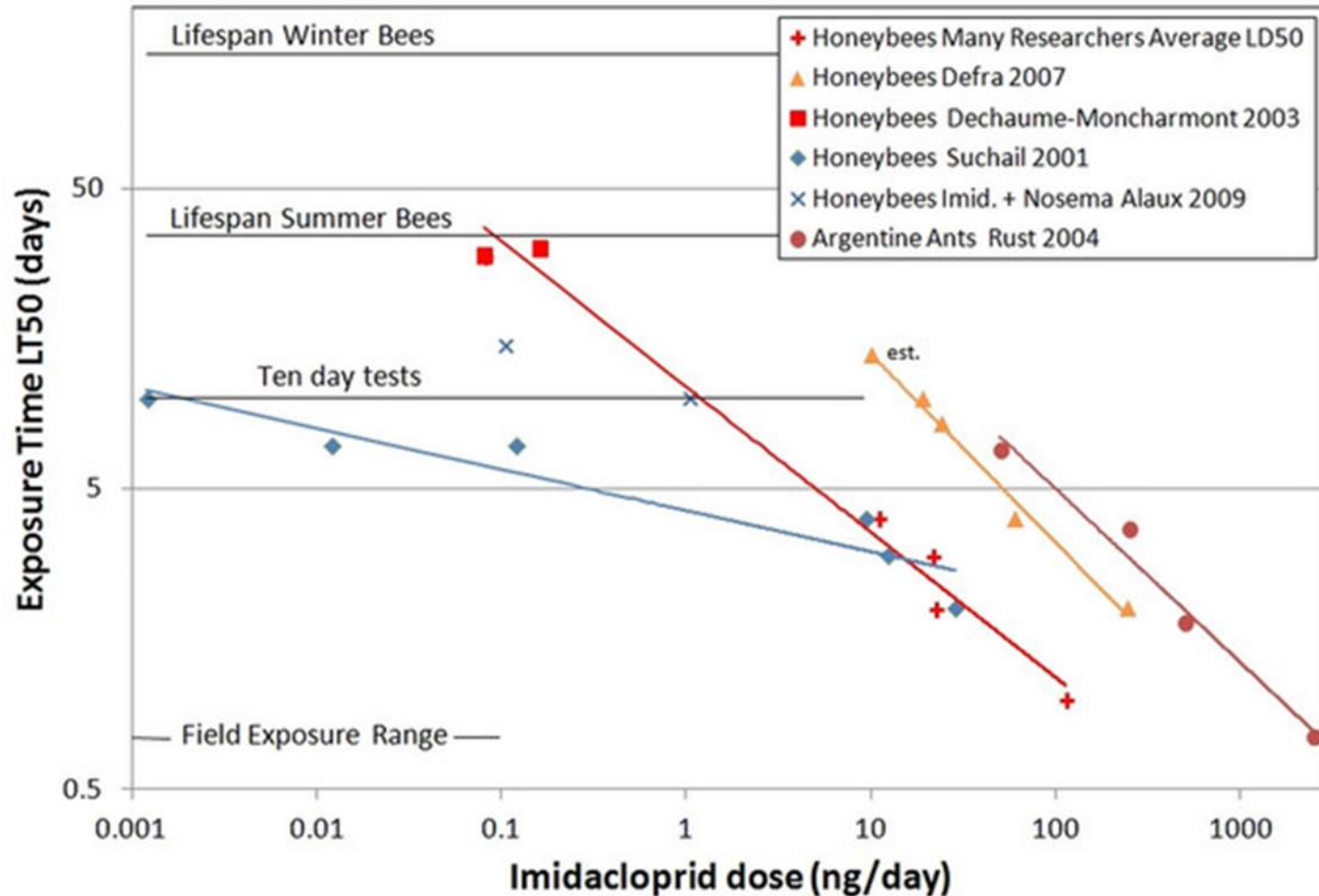


Dosis-werkingsrelaties van imidacloprid bij bijen en mieren

G. Rondeau, F. Sánchez-Bayo, H.A. Tennekes, A. Decourtye, R. Ramirez-Romero, N. Desneux

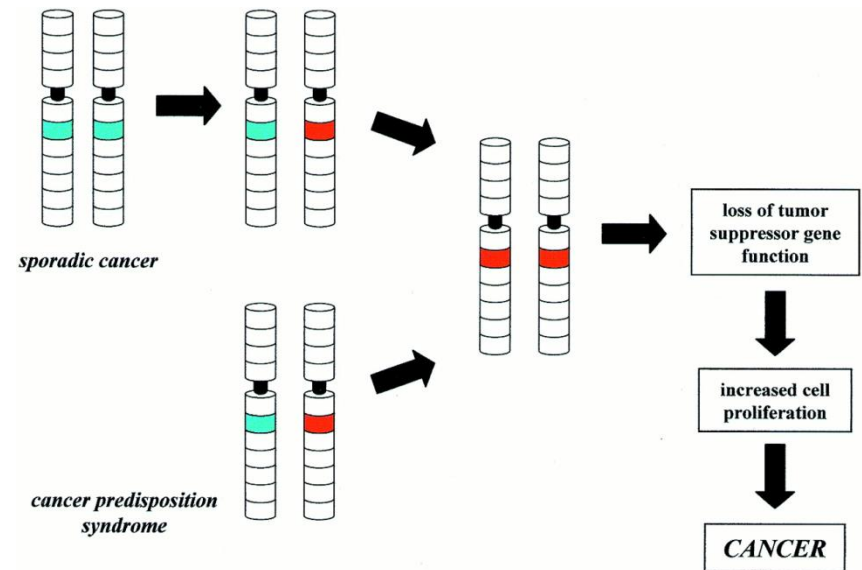
Delayed and time-cumulative toxicity of imidacloprid in bees, ants and termites.

Nature Sci. Rep. 4, 5566; DOI:10.1038/srep05566



Werkingsmechanisme van kankerverwekkende stoffen

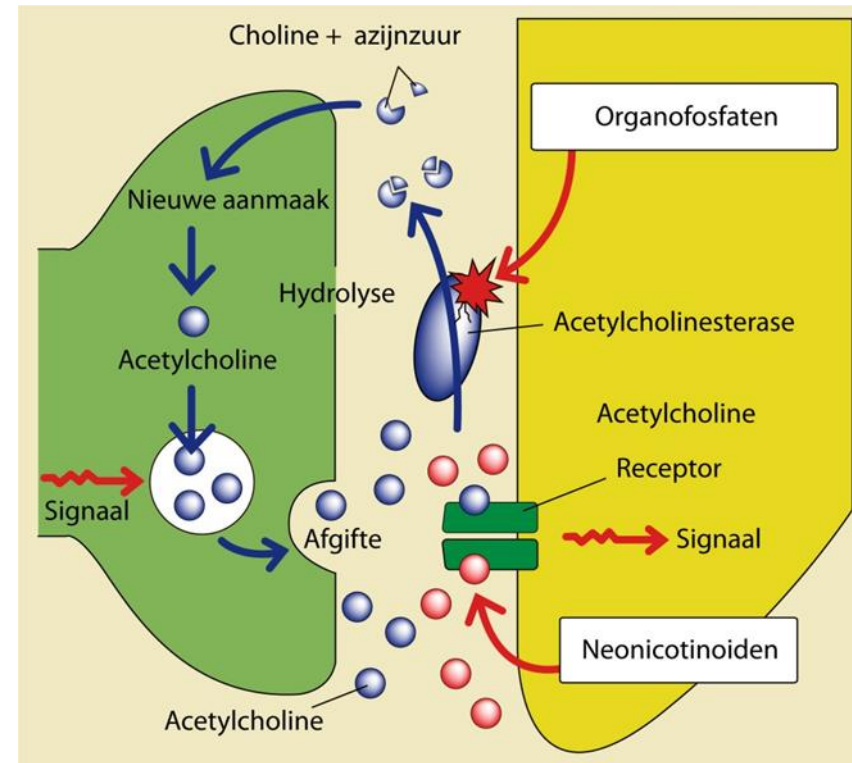
- Carcinogene stoffen of hun afbraakproducten binden zich covalent aan het DNA die kunnen leiden tot genmutaties die de integriteit van het genoom aantasten.
- **Zowel de interactie met DNA als ook het effect van deze interactie zijn onomkeerbaar.**
- **Voor dergelijke werkingen bestaat in principe geen drempelwaarde en blootstelling dient zo mogelijk te worden vermeden**



Imidacloprid blokkeert onomkeerbaar de nicotinerge neurotransmissie door acetylcholine producerende zenuwcellen bij insecten

- De prikkeloverdracht vindt plaats door afgifte van acetylcholine dat zich vervolgens bindt aan de acetylcholine receptor van een ander neuron.
- Deze receptorbinding leidt tot prikkeloverdracht, waarna het enzym acetylcholinesterase het gebonden acetylcholine hydrolyseert tot choline en azijnzuur dat door de zenuwcel weer wordt opgenomen om opnieuw acetylcholine voor de volgende prikkeloverdracht te produceren.
- **Deze acetylcholine kringloop kan worden onderbroken door onomkeerbare binding van organofosfaten aan (en inactivatie van) acetylcholinesterase of door vrijwel onomkeerbare binding van neonicotinoïde insecticiden aan de acetylcholine receptor**

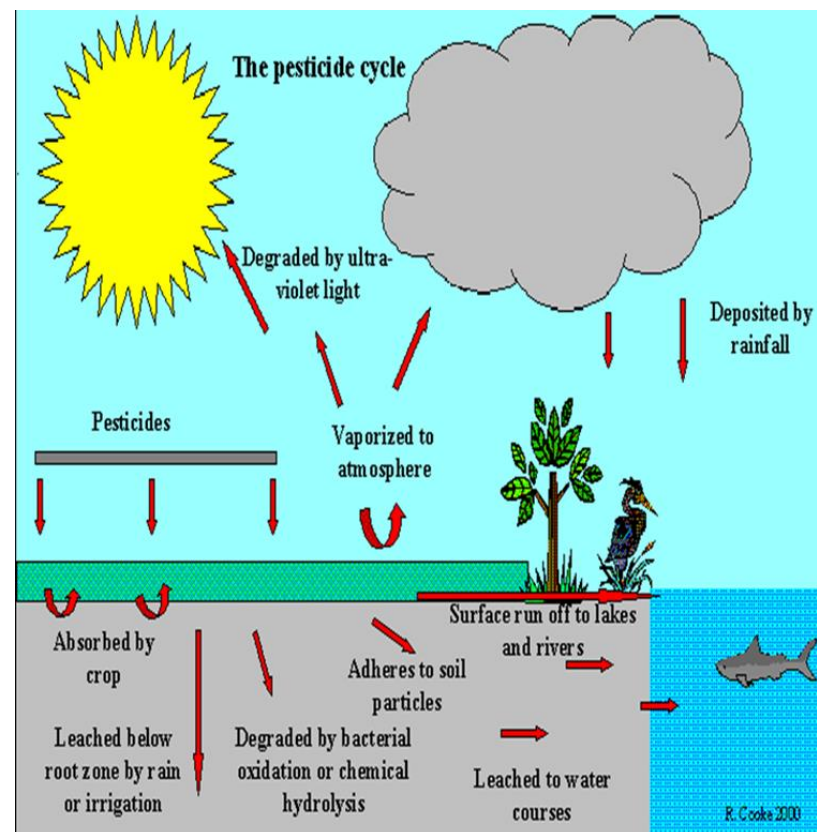
1. Abbink, J. (1991): Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer (Germany, F.R.) Serial ID – ISSN: 0340-1723
2. Comité Scientifique et Technique de l'Etude Multifactorielle des Troubles des Abeilles (2003)
3. E.C. Yang et al. (2008) Journal of Economic Entomology 101(6): 1743-1748
Tennekes, H.A. (2010) Toxicology 276, 1–4
4. Tennekes, H. (2010): The Systemic Insecticides: A Disaster in the Making. ETS Nederland BV, Zutphen
5. Haffmans, S. (2011): Systemische Pestizide: Eine stille Gefahr. PAN Germany Pestizid-Brief Januar/Februar 2011
6. M. Henry et al. (2012) Science Vol. 337 no. 6101 p. 1453 DOI: 10.1126/science.1224930
7. Tennekes H.A., Sánchez-Bayo, F. (2013) Toxicology 309, 39– 51
8. H. Feltham et al. (2014) Ecotoxicology, January 2014



Hoe een gedeelte van bestrijdingsmiddelen in de leefomgeving terecht komt

Geert R. de Snoo & Martina G. Vijver. Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit.
Universiteit Leiden - het Centrum voor Milieuwetenschappen (CML).

- **Verwaaiing**
afhankelijk van weersomstandigheden
- **Uitspoeling naar het grondwater**
afhankelijk van bodemtype, neerslag, oplosbaarheid, drainage
- **Afspoeling naar het oppervlaktewater**
afhankelijk van bodemtype, neerslag, oplosbaarheid
- **Verdamping**
afhankelijk van vervluchtigingsgraad



Verdamping is een belangrijke factor bij de belasting van de leefomgeving met bestrijdingsmiddelen

Geert R. de Snoo & Martina G. Vijver. Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit.
Universiteit Leiden - het Centrum voor Milieuwetenschappen (CML).

- Totaal gebruik van pesticiden in NL:

6.000.000 kg/jaar

- Belasting van de leefomgeving:

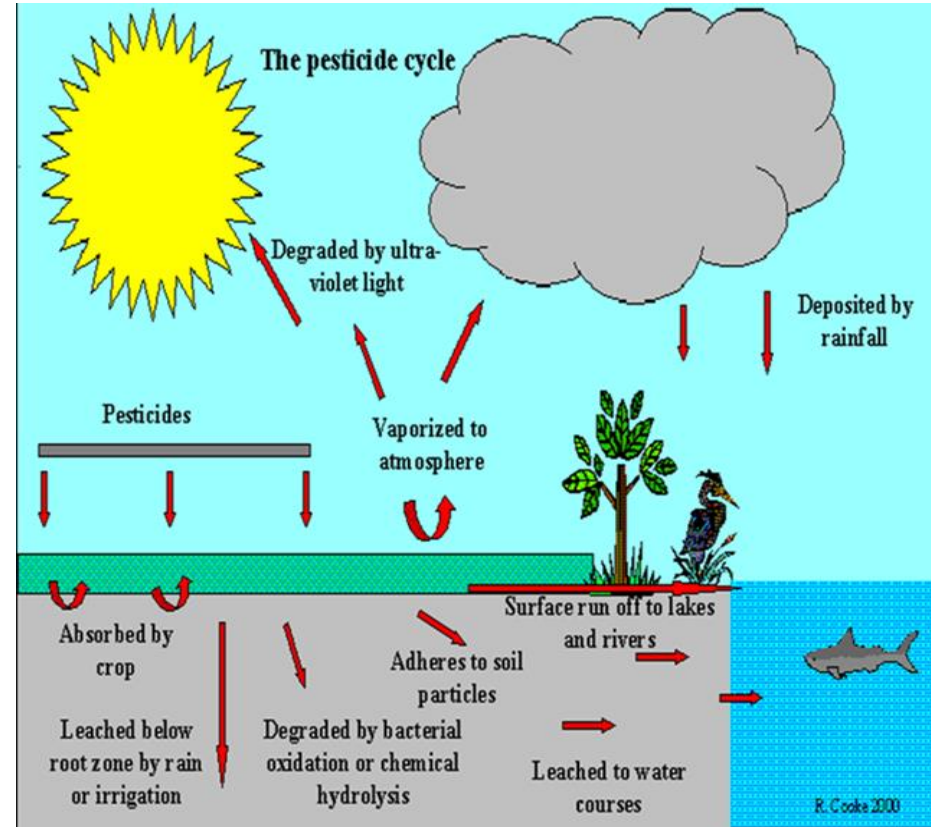
oppervlaktewater:

13.000 kg/jaar

atmosfeer:

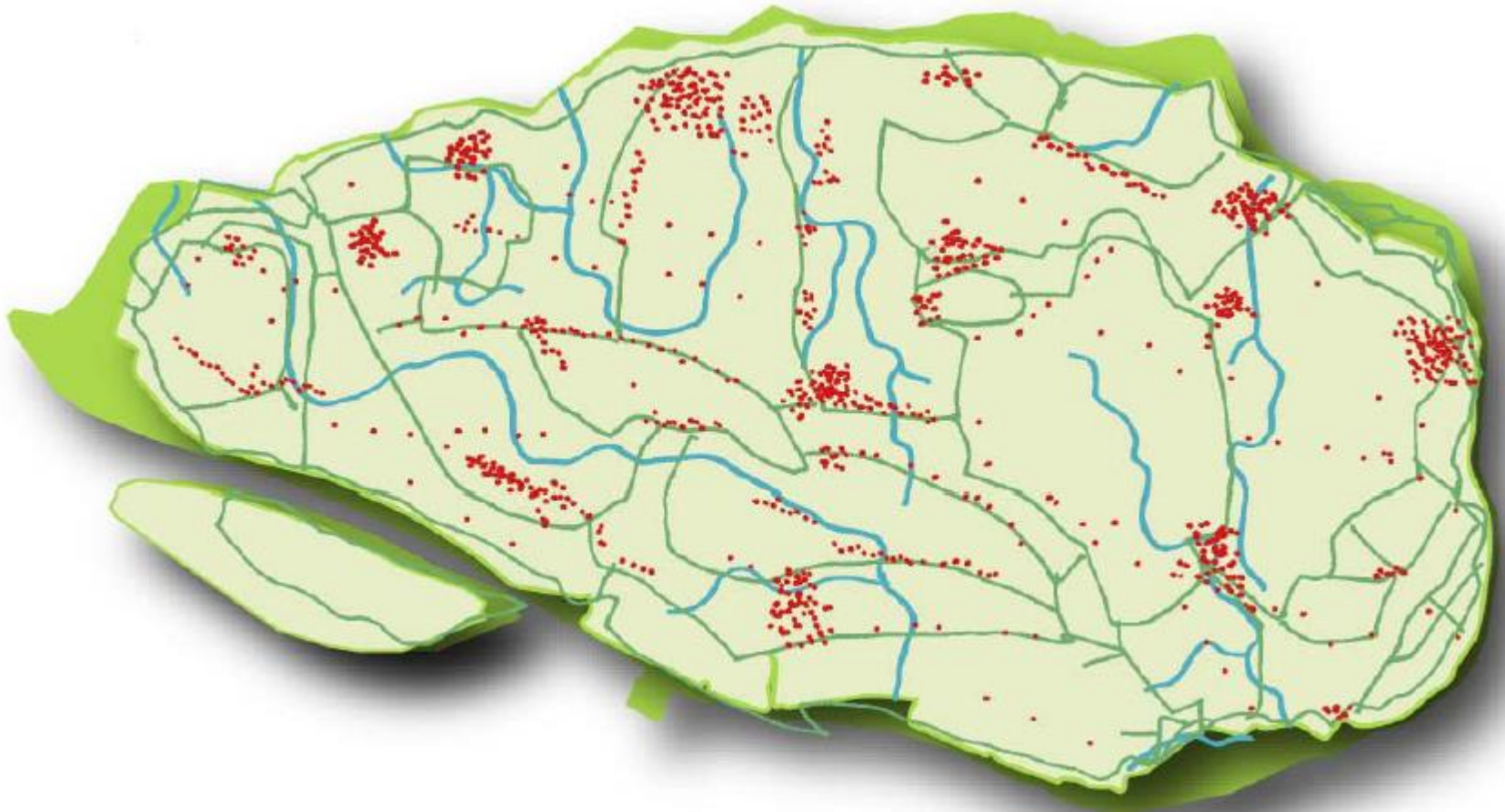
700.000 kg/jaar

komt met neerslag weer terug op de bodem, vegetatie, of oppervlaktewater



De Hoeksche Waard

Grootschalige landbouw in een kleinschalig landschap



Grootste aardappeltelers van NL

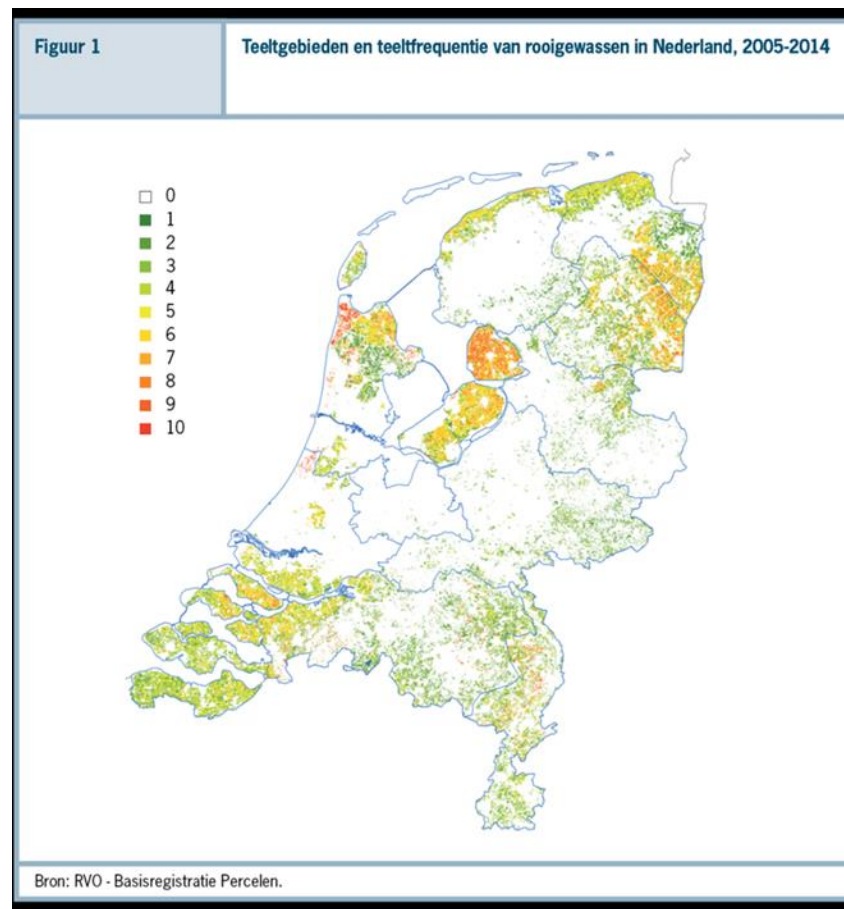
Boerenbusiness & CBS

Gemeente	Aantal bedrijven	Gemiddeld areaal (hectare)
1. Steenwijkerland (Kop van Overijssel)	12	43,6
2. Noordenveld (Drenthe)	13	33,8
3. Emmen (Drenthe)	38	27
4. Ooststellingwerf (Friesland)	16	26,2
5. Oud-Beijerland (Hoeksche Waard)	10	22,1

De Hoeksche Waard staat van oudsher bekend om zijn aardappelteelt, maar de risico's zijn minder bekend

Handboek Bodem & Bemesting
Katern Bodem / LEI Wageningen UR

- **Roogewassen** zoals aardappelen, suikerbieten, uien en bloembollen **vergen meer van de bodem dan maaigewassen** als granen, peulvruchten en handelsgewassen.
- **Een hoog aandeel relatief laat geogste rooivruchten (suikerbieten, aardappelen) geeft risico op structuurbederf, vooral bij een hoge teeltfrequentie**, zoals in de Noordoostpolder, de Veenkoloniën en het Land van Zijpe.
- **In vruchtwisselingsproeven kwam achteruitgang van bodemkwaliteit tot uiting in lagere opbrengsten en meer aantasting van roogewassen door bodemziekten**



De achteruitgang van de bodemkwaliteit werd gecompenseerd door inzet van kunstmest en pesticiden

Handboek Bodem & Bemesting
Katern Bodem / LEI Wageningen UR

- De nadelen van achteruitgang van de bodemkwaliteit zijn lange tijd onderbelicht zijn gebleven door het gebruik van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (grondontsmetting) die de ongunstige teeltoomstandigheden kunnen compenseren
- **Veel rooigewassen zijn gevoelig voor bodemziekten, die veroorzaakt worden door aaltjes, schimmels en insecten en die bestreden worden met pesticiden**



www.dehoekschewaardsetelers.nl

Emissie door Verdamping: **Monam (Metam-Natrium)**

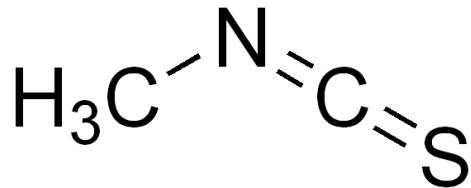
Bodemontsmettingsmiddel voor aardappelen en lilies

Sam De Coster et al (2008). Incidenten met metam-natrium/metam-kalium: advies voor lokale hulpverleners en huisartsen

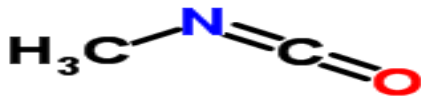
Mishra PK et al. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health 2009;22(3):193 – 202

metam-natrium wordt omgezet in irriterende gassen

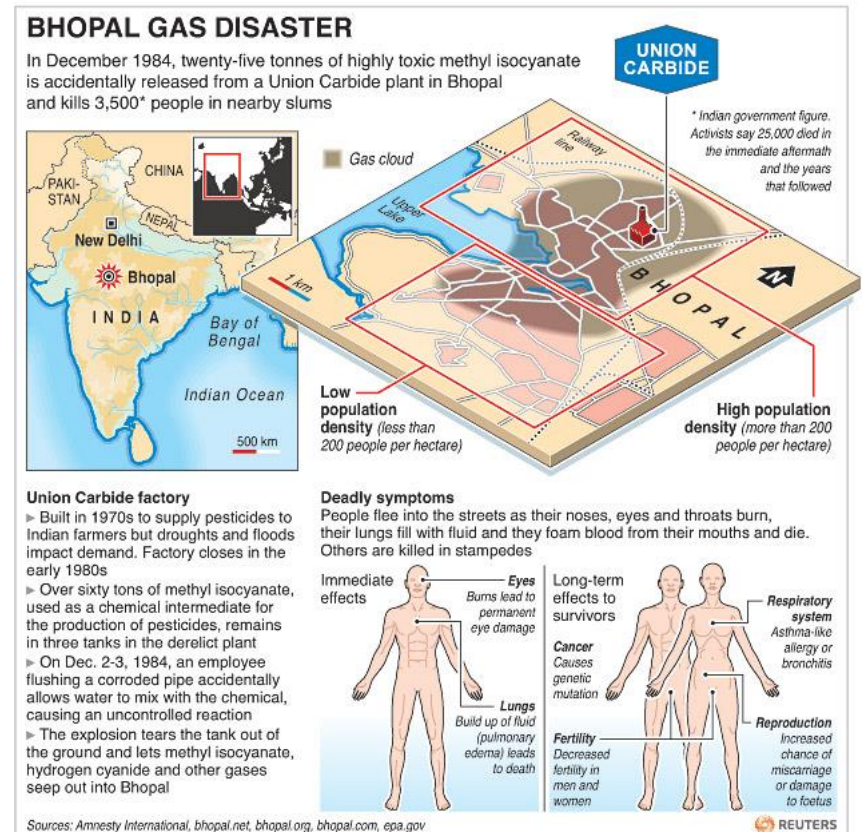
methylisothiocynaat



methylisocynaat



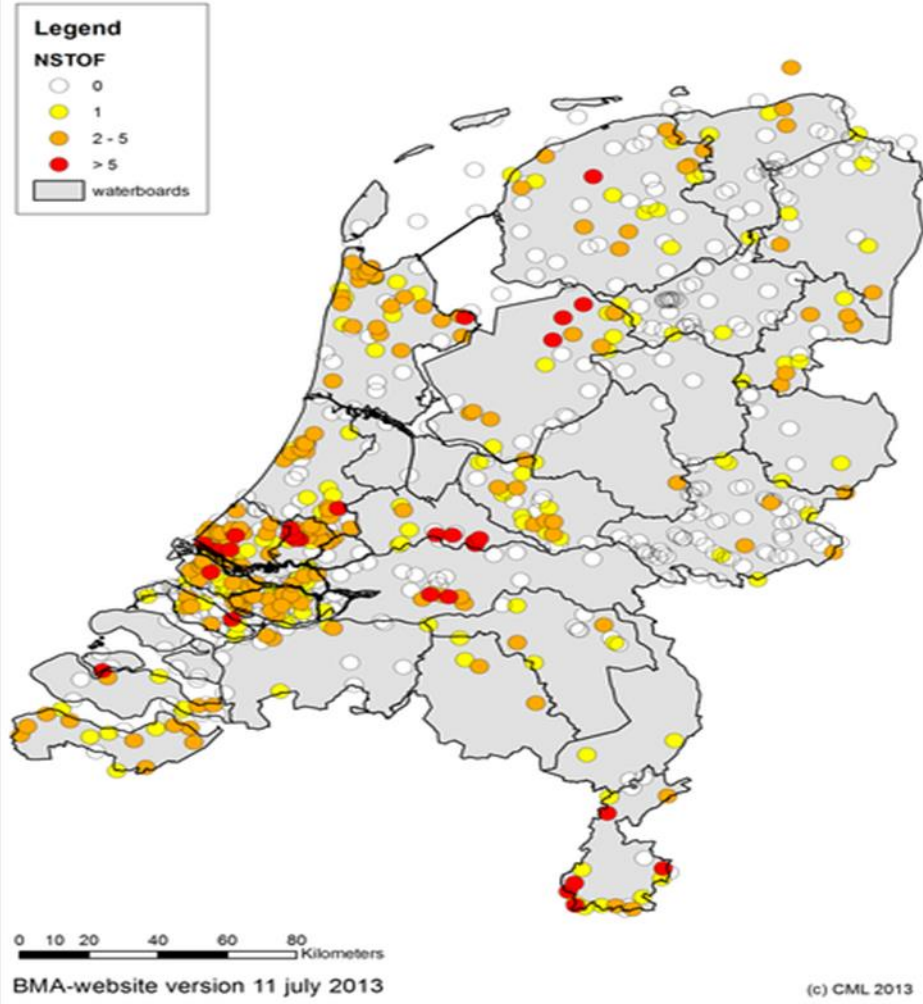
die zich over grote afstanden via de lucht kunnen verspreiden



Normoverschrijdingen van pesticiden in in het oppervlaktewater treden vaak op in gebieden van met hoge teeltfrequenties van rooigewassen

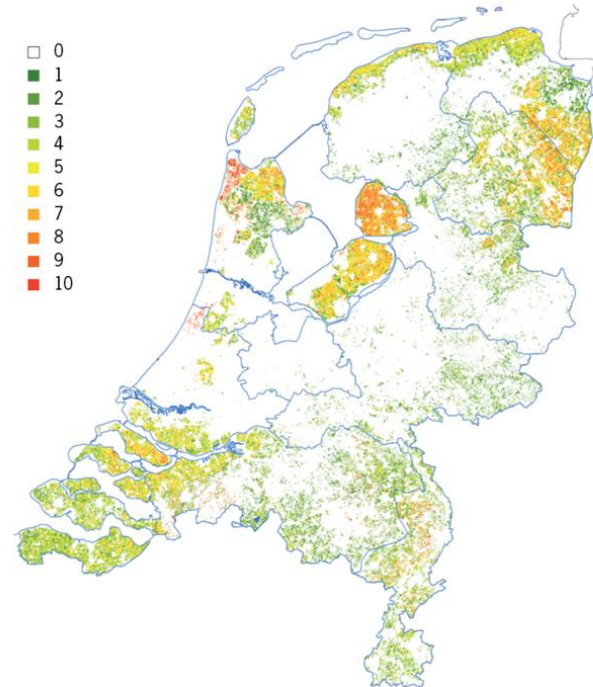
Vijver MG, van den Brink PJ (2014) Macro-Invertebrate Decline in Surface Water Polluted with Imidacloprid: A Rebuttal and Some New Analyses. PLoS ONE 9(2): e89837. doi:10.1371/journal.pone.0089837

Number of compounds exceeding MTR in 2009



Figuur 1

Teeltgebieden en teeltfrequentie van rooigewassen in Nederland, 2005-2014



Bron: RVO - Basisregistratie Percelen.

Normoverschrijdingen van het in de aardappelteelt toegepaste fungicide Azoxystrobine

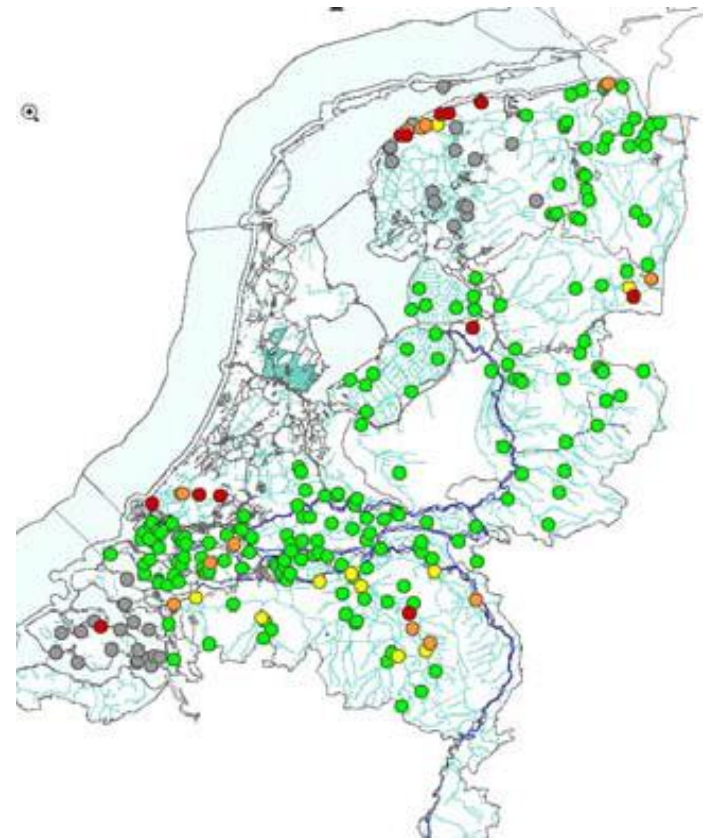
Rode stippen: locaties waar de norm meer dan 5 maal wordt overschreden

C.E. Smit | D. Kalf - RIVM briefrapport 601714026/2014

2010



2011



Normoverschrijdingen van ETU (ethyleen thiourem), een metaboliet van in de aardappelteelt toegepaste fungiciden Maneb en Mancozeb

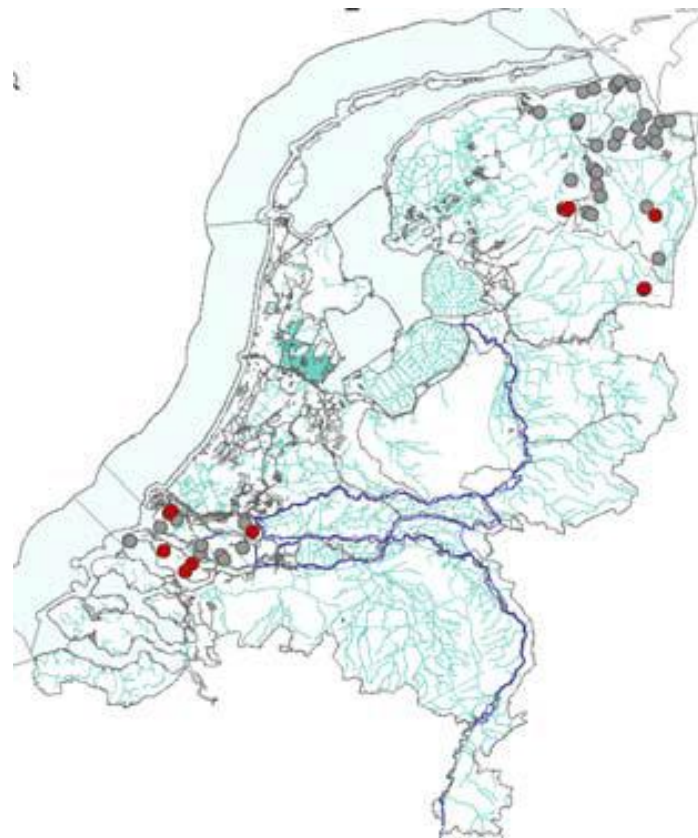
Rode stippen: locaties waar de norm meer dan 5 maal wordt overschreden

C.E. Smit | D. Kalf - RIVM briefrapport 601714026/2014

2010



2011

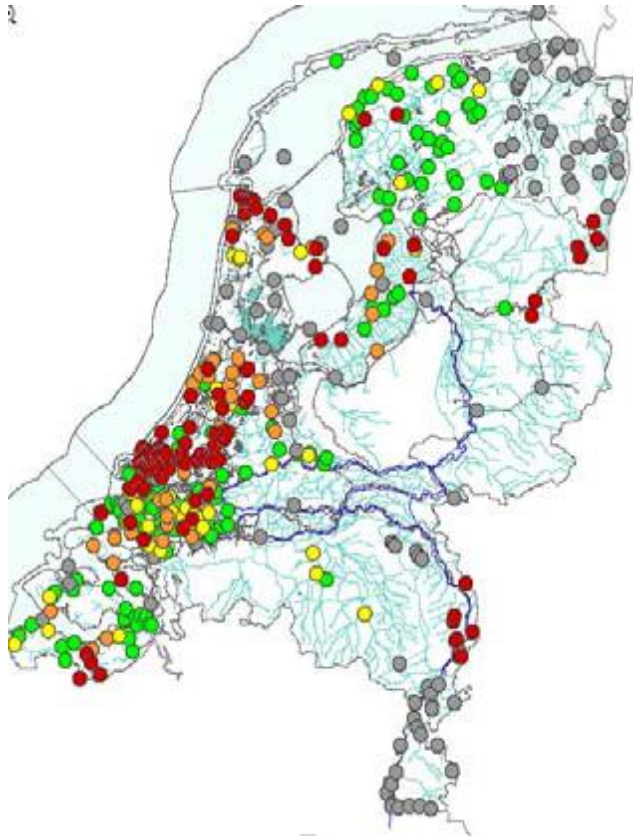


Het Nederlandse oppervlaktewater is verontreinigd met het ook in de aardappelteelt toegepaste neonicotinoïde insecticide IMIDACLOPRID

Rode stippen: locaties waar de norm meer dan 5 maal wordt overschreden

C.E. Smit | D. Kalf - RIVM briefrapport 601714026/2014

2010 t.o.v. MTR 13 ng/L

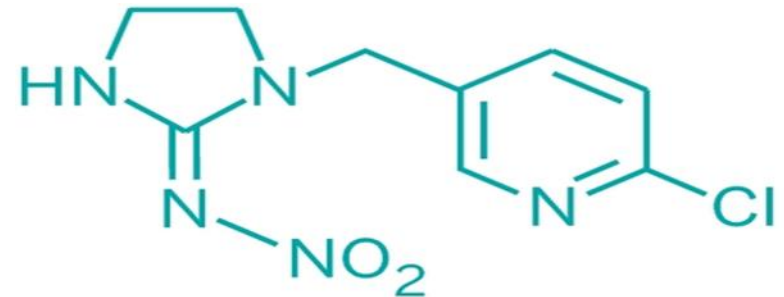


2010 t.o.v. JG-MKN 67 ng/L

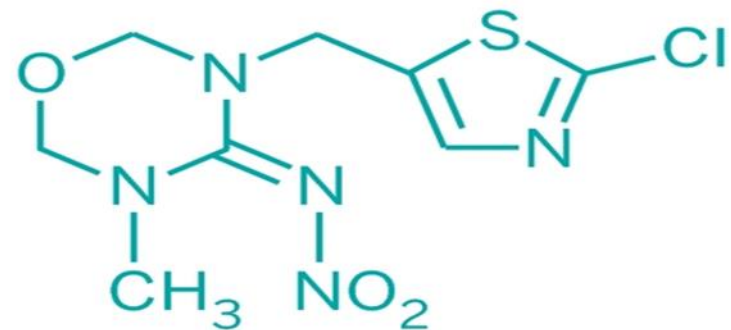


Milieu-eigenschappen van neonicotinoiden

- Wateroplosbaar
- Mobiel in de bodem
- Verontreinigen grond- en oppervlaktewater
- Langzaam afbreekbaar (organochloro verbindingen)



Imidacloprid



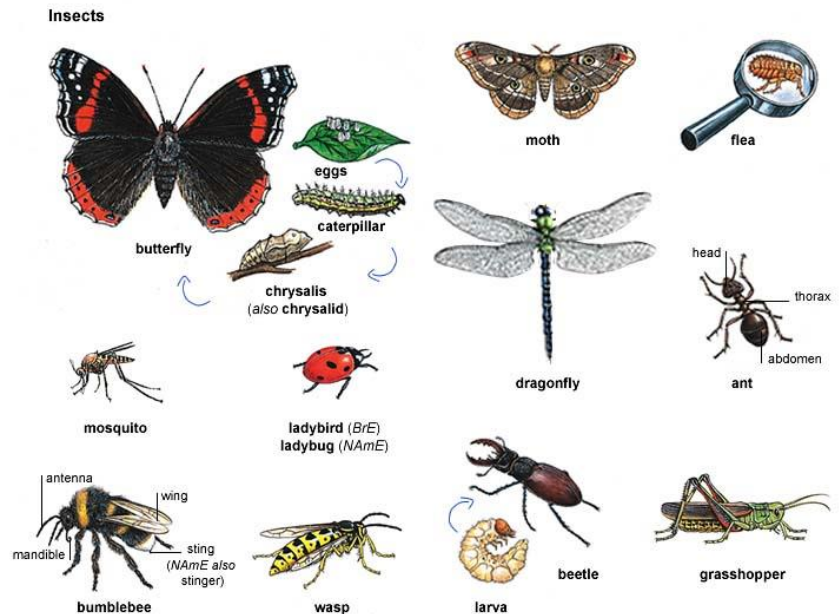
Thiamethoxam

Neonicotinoiden vormen een enorme bedreiging voor insecten

➤ De neonicotinoiden verontreinigen het grond- en oppervlaktewater en kunnen zich daardoor in het milieu verspreiden en veroorzaken langdurige milieuverontreiniging

➤ Ze zijn in iedere hoeveelheid uitzonderlijk giftig voor insecten. Een veilig niveau van blootstelling bestaat niet

➔ Breuk in de voedselketen



Neonicotinoiden veroorzaken een breuk in de voedselketen en bedreigen insectivore soorten



- **Binnen de vogels en de vissen zijn er soorten die voornamelijk insecten eten.**
- **Vrijwel alle reptielen en amfibieën leven grotendeels van insecten**

Extreme oppervlaktewaterverontreiniging met IMIDACLOPRID in het jaar 2007 waarin de Hoeksche Waard een Nationaal Landschap werd

De metingen zijn afkomstig van de verschillende waterschappen en waterbeheerders: Bestrijdingsmiddelenatlas
Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau (MTR): 13 nanogram per liter

- Numansdorp (15-5-2006):
420x boven de MTR
- Mijnsheerenland (10-5-2007):
285x boven de MTR
- Puttershoek (18-7-2007):
269x boven de MTR
- Zuid-Beijerland (18-7-2007):
154x boven de MTR
- Blaaksedijk (18-7-2007):
61x boven de MTR
- Heinenoord (18-7-2007):
23x boven de MTR
- Klaaswaal (18-7-2007):
21x boven de MTR
- Strijensas (14-5-2007):
18x boven de MTR



Imidacloprid verontreinigt het oppervlaktewater in Californië

K Starner and KS Goh (2012) Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology DOI: 10.1007/s00128-011-0515-5



- In 2010 werd 90.000 kg imidacloprid voor gewasbescherming ingezet in Californië
- 75 oppervlaktewater monsters uit drie landbouwgebieden van Californië werden onderzocht op verontreiniging met imidacloprid
- **Imidacloprid werd gevonden in 67 monsters (89%);**
- **De concentraties waren hoger dan het maximaal toelaatbare niveau van 1.05 µg/L (microgram per liter) in 14 monsters (19%).**

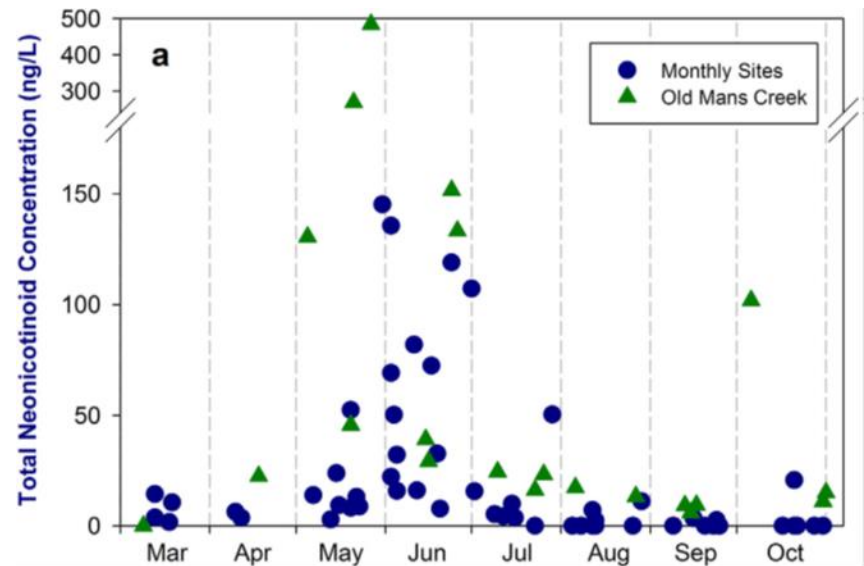
United States



Neonicotinoiden verontreinigen het oppervlaktewater in Iowa

Michelle L. Hladik, Dana W. Kolpin , Environ. Chem. 2015

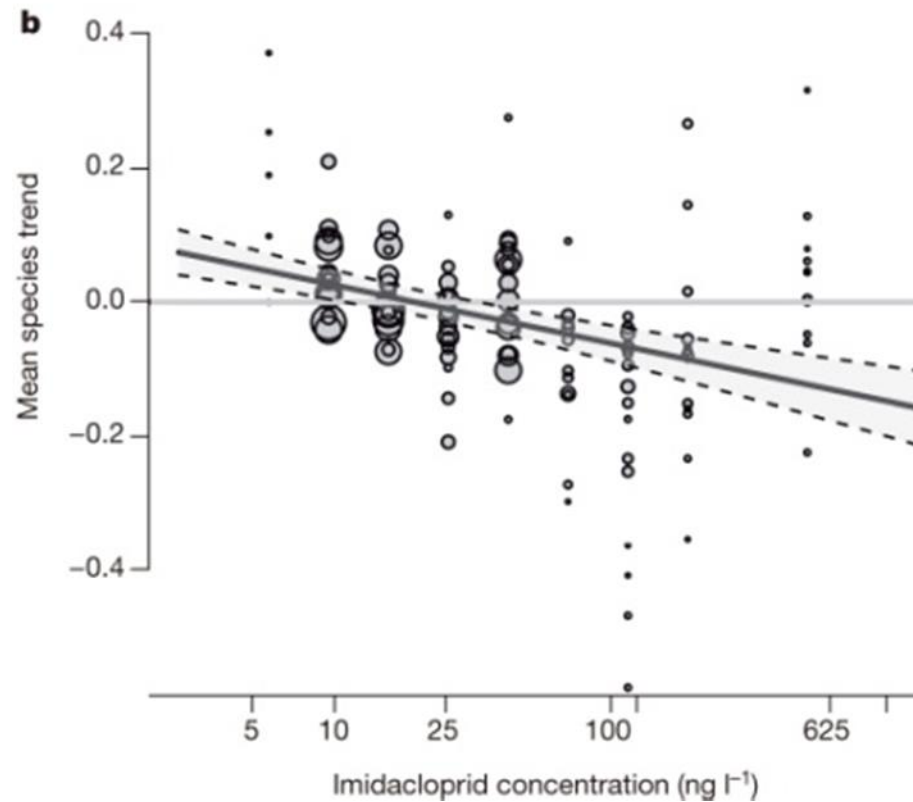
- Iowa is the number one state in the U.S. for corn and soybean production
- Hladik et al., found neonicotinoid residues in all 79 water samples collected from nine sites in Iowa during the 2013 growing season. The researchers analyzed imidacloprid, thiamethoxam, clothianidin, acetamiprid, and dinotefuran.
- **Clothianidin was detected overall in 75% of samples taken across nine sites with a maximum of 0.257 ppb.**
- **Imidacloprid was in 23% of samples with a maximum of 0.0427 ppb.**
- **Thiamethoxam was in 47% of samples with a maximum of 0.185 ppb.**



De oppervlaktewaterverontreiniging met imidacloprid correleert met achteruitgang van insectenafhankelijke vogelsoorten

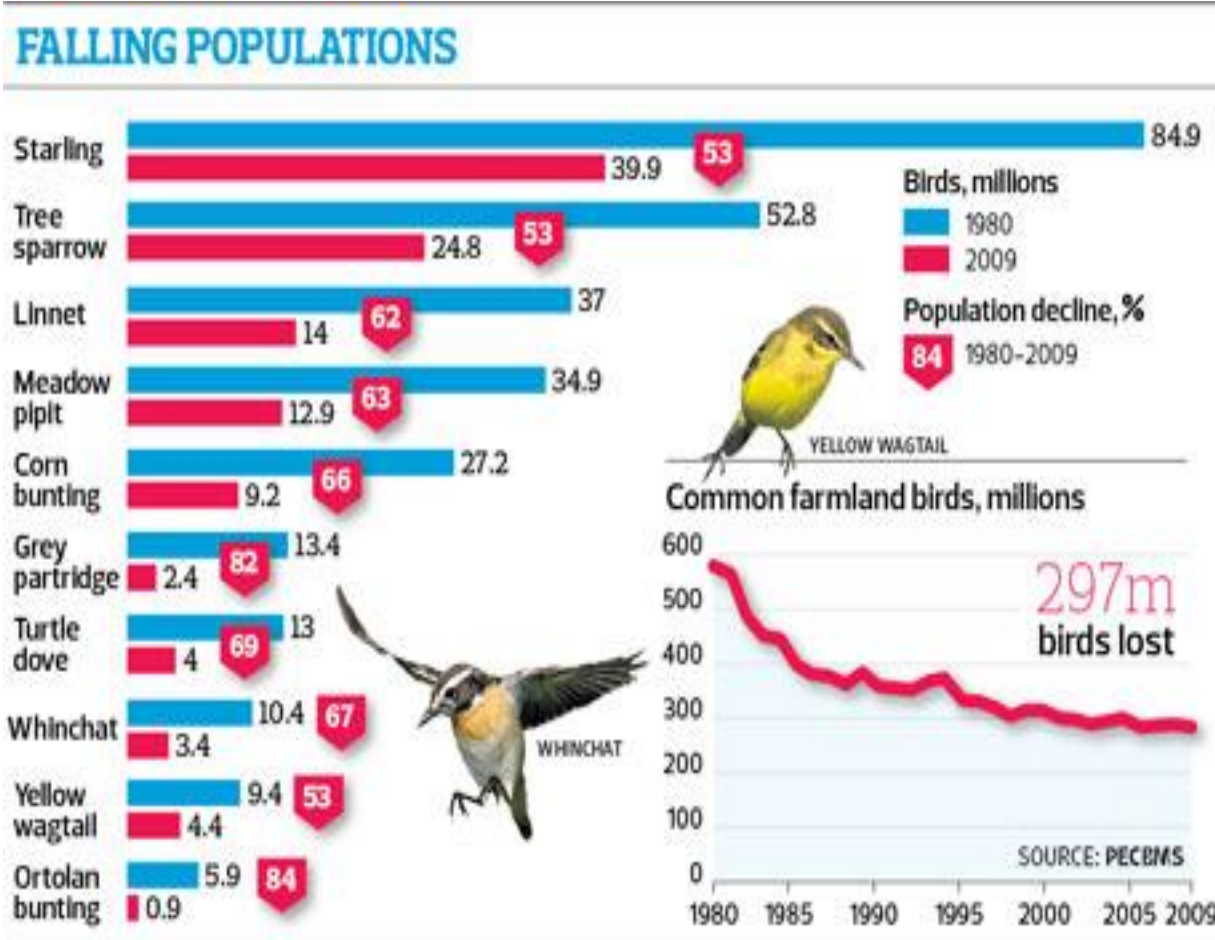
CA Hallmann *et al. Nature* **000**, 1-3 (2014) doi:10.1038/nature13531

HA Tennekes (2010) *The Systemic Insecticides: A Disaster in the Making*. ETS Nederland BV, Zutphen (NL)



De ondergang van akkervogels in Europa

The Guardian, 26 mei 2012



«Alle ooit veel voorkomende soorten die we nog uit onze jeugd kennen worden uit het cultuurlandschap weggevaagd»

Graham White, journalist en Imker

- **Het Oudeland van Strijen was eeuwenlang een weidevogelgebied, waar het in het voorjaar wemelde van de grutto's, tureluurs en Kieviten**
- **Uit tellingen van de weidevogelgroep in de Hoeksche Waard bleek echter dat Kievit en scholekster in 5 jaar tijd met 90% zijn afgenomen.**
- **Een dramatische achteruitgang die grotendeels kan worden toegeschreven aan bezoedeling van de Hoeksche Waard met de insectenkiller IMIDACLOPRID**



Slotwoord



“Eens zullen we terugkijken op dit donkere tijdperk van de landbouw en het hoofd schudden. Hoe konden we ooit denken dat het een goed idee was ons voedsel met vergif te produceren ?”

- Jane Goodall