

# Kritische stikstof en zuur depositieniveaus voor vegetatie en natuurdoeltypen: beleidsrelevantie, afleiding en betrouwbaarheid

Gert Jan Reinds

Wim de Vries, Han van Dobben, Arjen van Hinsberg



# Inhoud

- Achtergrond en beleidsrelevantie
- Empirische kritische depositieniveaus voor stikstof
- Kritische depositieniveaus via iteratie met dynamische model SMART2-MOVE voor vegetatietypen
- Kritische depositieniveaus met statische versie SMART2-MOVE voor natuurdoeltypen
- Onzekerheid, (Internationale) validatie en dataverzameling
- Conclusies

# Achtergrond: kritische depositie niveau

## *Definitie Kritisch depositie niveau:*

Een kwantitatieve maat voor de blootstelling aan depositie waar beneden significante schadelijke effecten op het ecosysteem volgens de huidige kennis niet optreden

# Achtergrond: negatieve effecten stikstof

- Effecten in de bodem (pH, zware metalen, ...) en het grondwater (nitraat concentratie)
- Effecten op de soortensamenstelling van vegetaties b.v. via beïnvloeding van concurrentie-verhoudingen
- Verhoogde gevoeligheid van bomen/gewassen voor stress factoren zoals droogte, plagen, ...
- Effecten op fauna als gevolg van vegetatieveranderingen

# Achtergrond: negatieve effecten stikstof

Negatieve effecten afhankelijk van:

- Mate van blootstelling:

- Hoogte belasting (3-40 kg versus achtergrond van enkele kg)
- Duur van de belasting en historie van de belasting
- Vorm van de belasting ( $\text{NO}_x$  versus  $\text{NH}_3$ )

- Gevoeligheid ecosysteem

- Type receptor (bodem, grondwater, soorten, ..)
- Type ecosysteem (hoogveen vs kwelder: 5-10 vs 30-35 kg/ha/jr)
- beperking overige voedingsstoffen
- beheer

# Beleidsrelevantie; recente aandacht

## Vogel en habitat richtlijn: stikstof als bedreiging van instandhouding van biodiversiteit in Natura 2000 gebieden

(De Habitatrichtlijn heeft twee beschermingsstrategieën:  
de bescherming van natuurlijke habitats en habitats van een aantal specifieke soorten (gebiedsbescherming);  
de strikte bescherming van soorten die belang zijn voor de Europese Unie (soortenbescherming).



# Beleidsrelevantie; recente aandacht

- Investeringsbudget Landelijk Gebied
  - Afspraken tussen Rijk en Provincies over aanpak van milieuknelpunten in de EHS
  - Stikstofdepositie is één van de knelpunten waarop gefocust wordt
- Conventie van Biodiversiteit: 2010-doelstelling
  - In belangrijke mate verminderen, resp. stoppen van het verlies aan biodiversiteit uiterlijk in 2010
  - 'Stikstofdepositie' is één van de 'headline' indicatoren waarmee de 2010-doelstelling gevolgd gaat worden

# Beleidsrelevantie; internationaal

- Kritische depositie niveaus voor stikstof als nutrient, worden internationaal berekend met een vaste kritische concentratie van 0.2 of 1 mg/l gebaseerd op waarnemingen in Zweden die zwak onderbouwd zijn
- Gebruik van deze concentraties leidt tot zeer lage kritische depositie niveaus voor N die slecht correleren met empirische kritische depositie niveaus
- Een achtergronddocument is geschreven dat uitgebreid overzicht geeft van gebruikte en beschikbare data, methodes en resultaten van biodiversiteit gerelateerde kritische depositie niveaus voor N (De Vries et al., 2006)



# Empirische kritische depositieniveaus voor stikstof

# Empirische kritische depositieniveaus; methodes

- Experimenten met toevoegen van stikstof op plot (of catchment) niveau



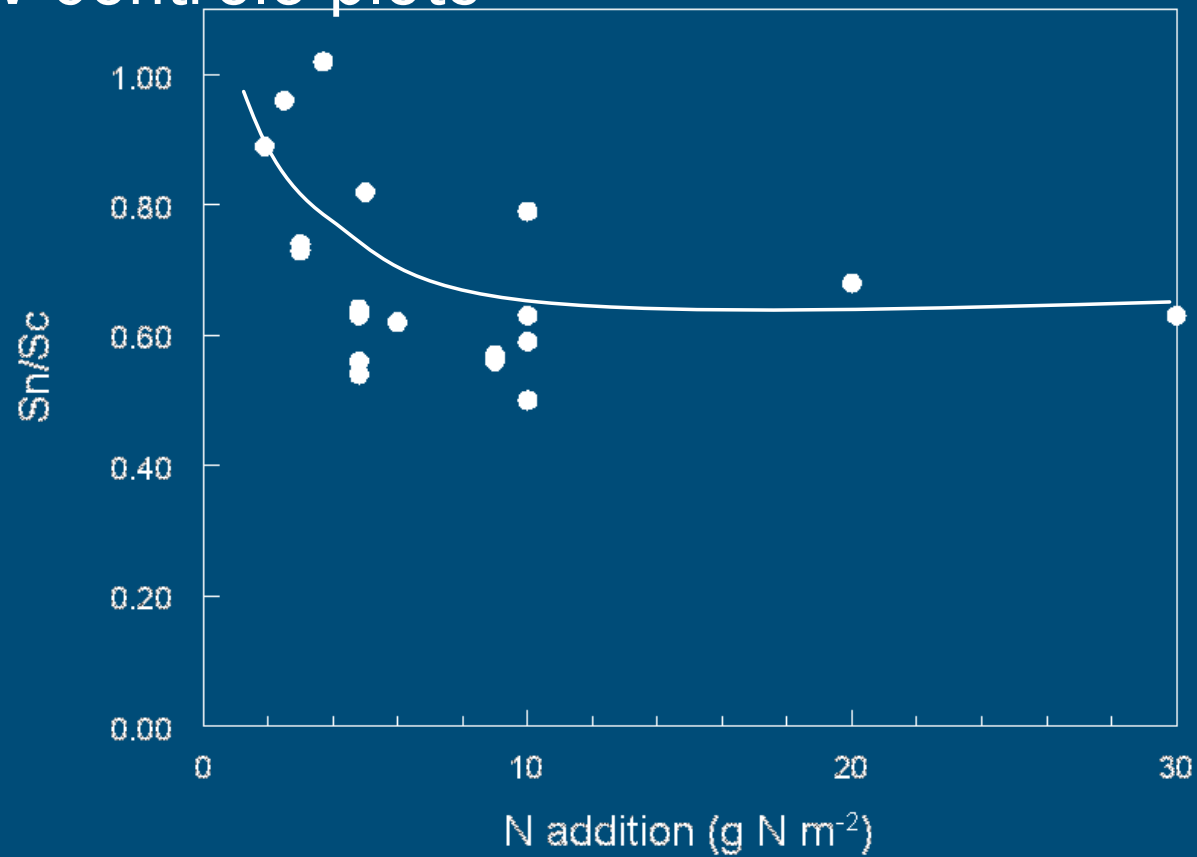
- Potproeven met N additie
- Interpretatie van historische gegevens
- Correlatieve studies
- Gebaseerd op veldgegevens, metingen

# Voorbeelden empirische kritische depositieniveaus

Ecosysteem type (EUNIS klasse)	Effect indicator	Empirisch kritisch depositie niveau (kg/ha/j)
<b><i>Grasland habitats (E)</i></b>		
Laagland graslanden	Toename grassen, afname diversiteit	20-30
Niet-mediterrane droge zure/neutrale graslanden	Toename stikstofminnende grasachtigen, afname typische soorten	10-20
(Korst)mos gedomineerde berg ecosystemen	Effecten op bryophyten and korstmossen	5-10
<b><i>Bos habitats (G)</i></b>		
Effect op Mycorrhizae	Afname productie, afname ondergrondse soorten samenstelling	10-20
Effect op vegetatie	Veranderde soortensamenstelling; Toename stikstofminnende soorten; Toename gevoeligheid voor parasieten (insecten, schimmels...)	10-15

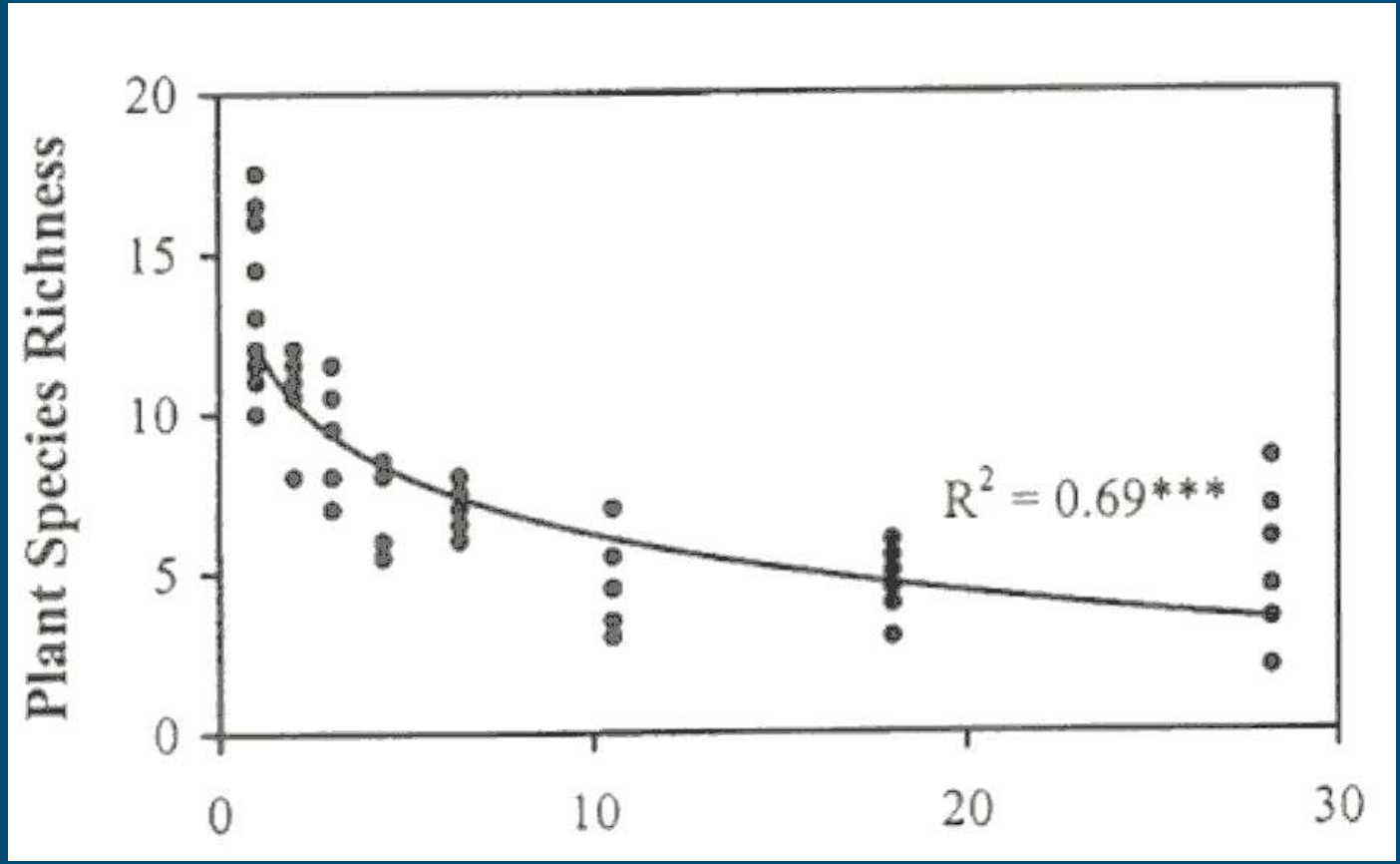
# Empirische kritische depositieniveaus : manipulatie

Graslanden Europa: 8 landen; afname soortenrijkdom t.o.v controle plots



# Empirische kritische depositieniveaus : manipulatie

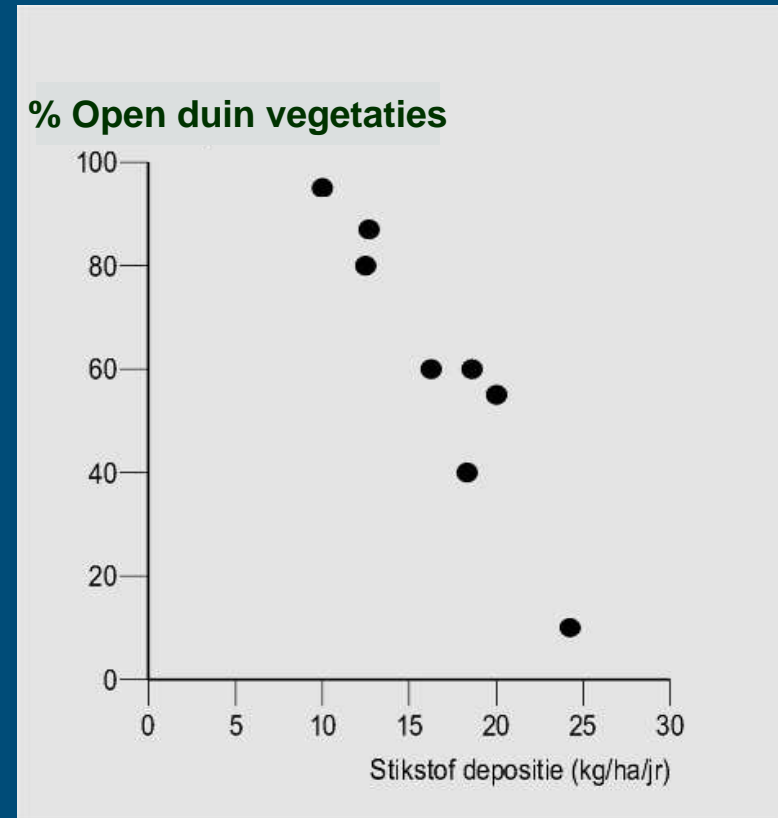
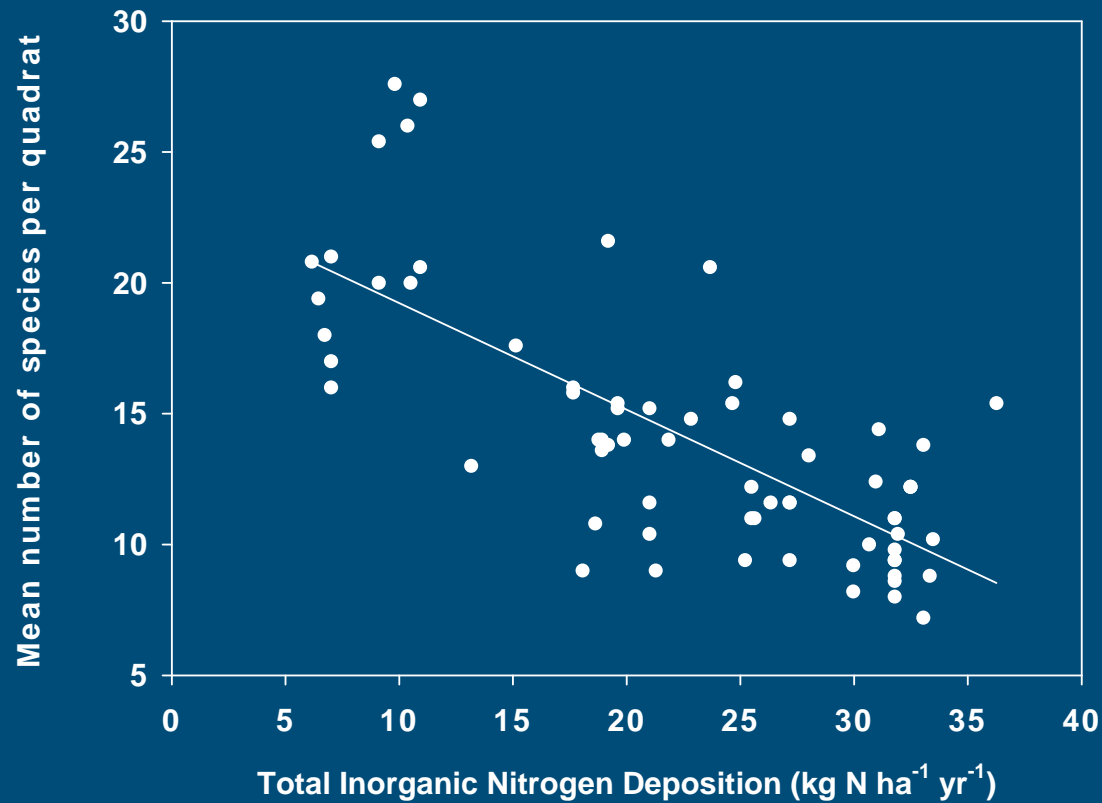
## Grasland in USA 34 sites



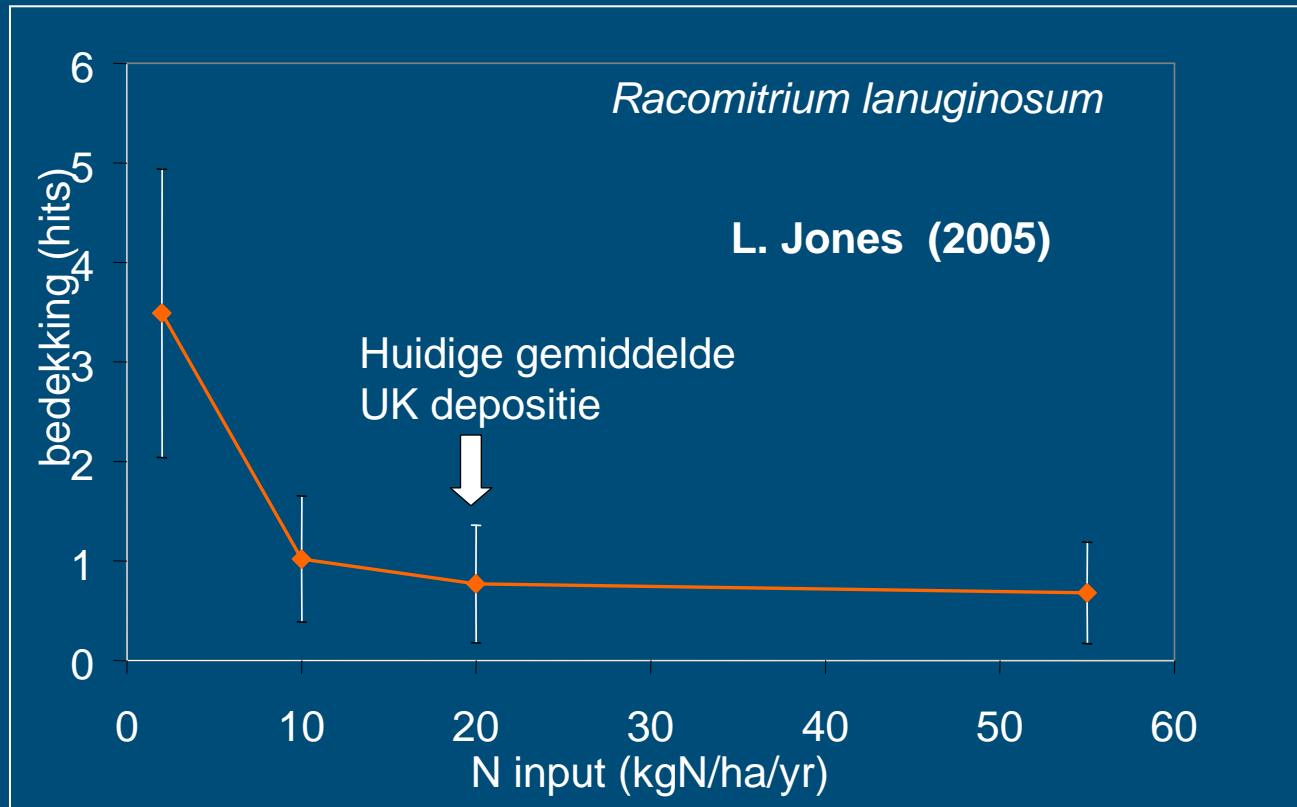
N additie (gN/m<sup>2</sup>/j-1)

# Effect van N depositie op soortenrijkdom; correlatief

Grasland soortenrijkdom versus N depositie voor 68 sites  
(Stevens et al., 2004)



# N depositie



N afname



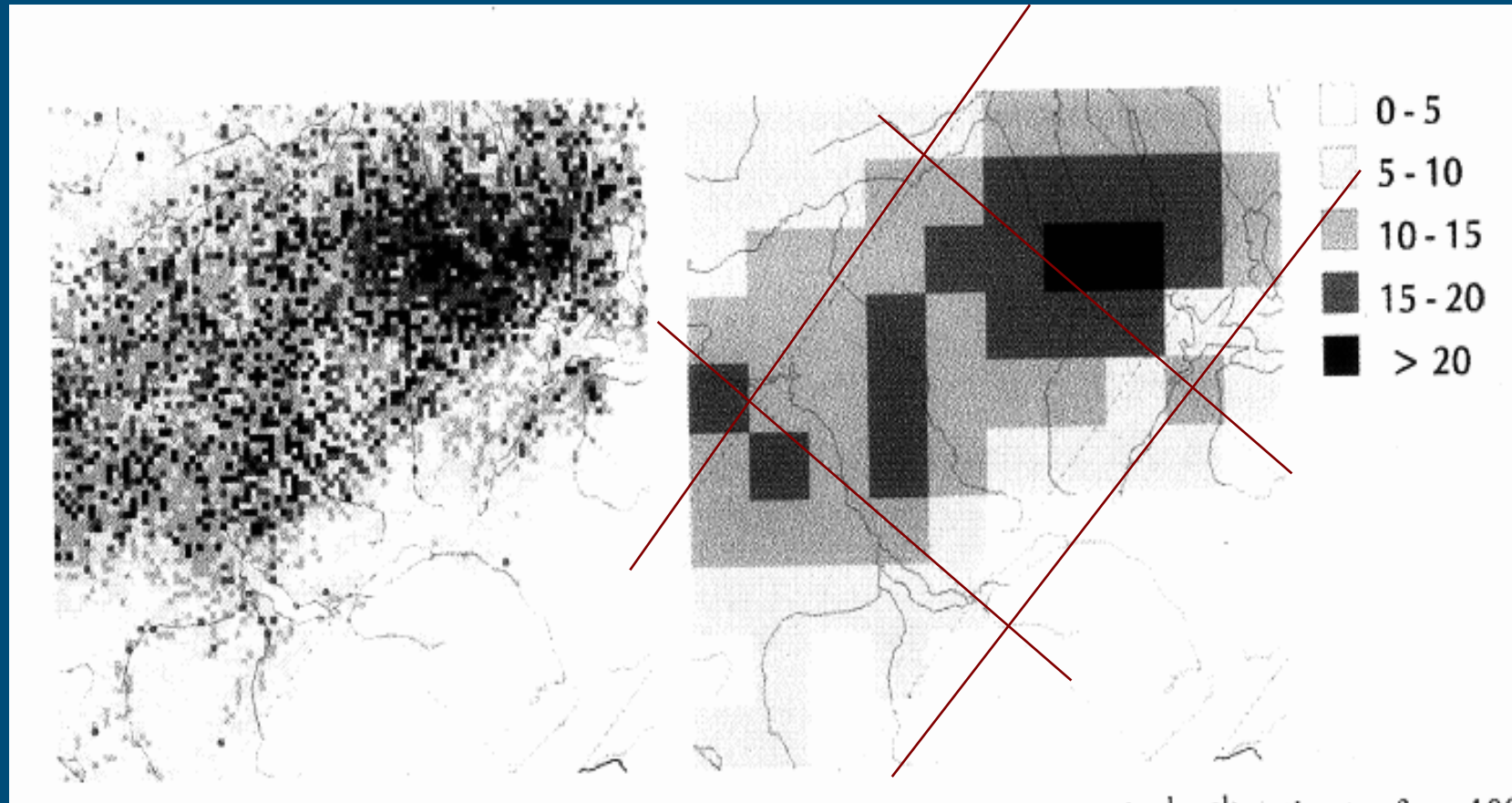
N toevoeging

# Empirische critical loads; nadelen

- Soortenrijkdom wordt gekoppeld aan N depositie en N additie, kritisch depositie niveau is hier direct aan gekoppeld: nauwkeurigheid van de schatting van de (achtergronds) depositie wordt zo erg belangrijk.
- Bij N additie experimenten in hoogbelaste gebieden is het gevaar dat geen effecten worden gevonden.
- Geen mogelijkheid voor uitspraken over toekomstige effecten bij veranderende depositie, of over snelheid van herstel bij wegnemen overschrijding kritisch depositie niveau.



# Depositie schatting: lokaal versus regionaal

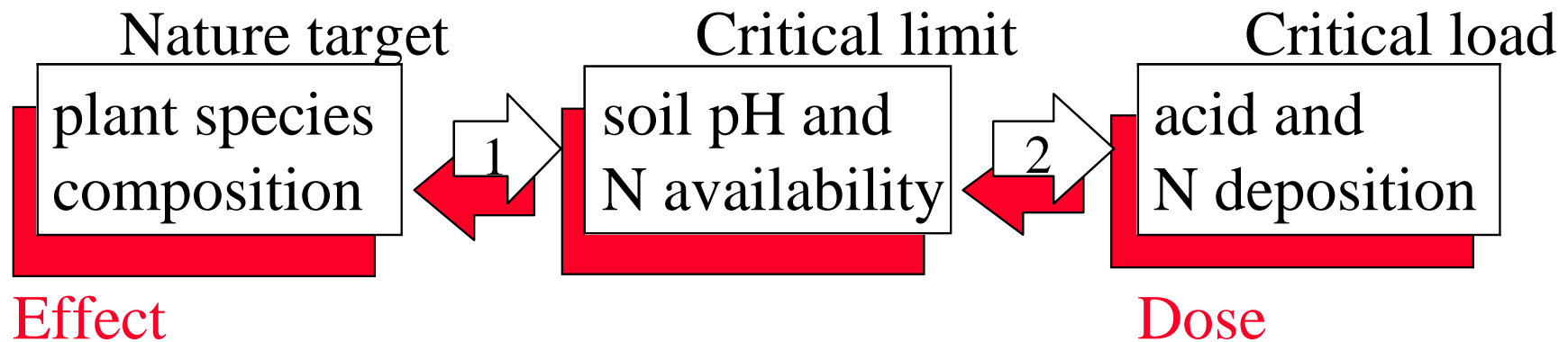


N depositie in kg.ha<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup> voor een gebied in Zwitserland van 100 × 100 km; links voor een resolutie van 1×1km; rechts voor 10 ×10km. Rode lijnen geven EMEP 50×50 km grid aan

# Kritische depositieniveaus met dynamische model SMART2-MOVE voor vegetatietypen

(Gebaseerd op Han van Dobben et al., 2005  
Simulation of Critical Loads for  
Nitrogen for Terrestrial Plant Communities in The Netherlands)

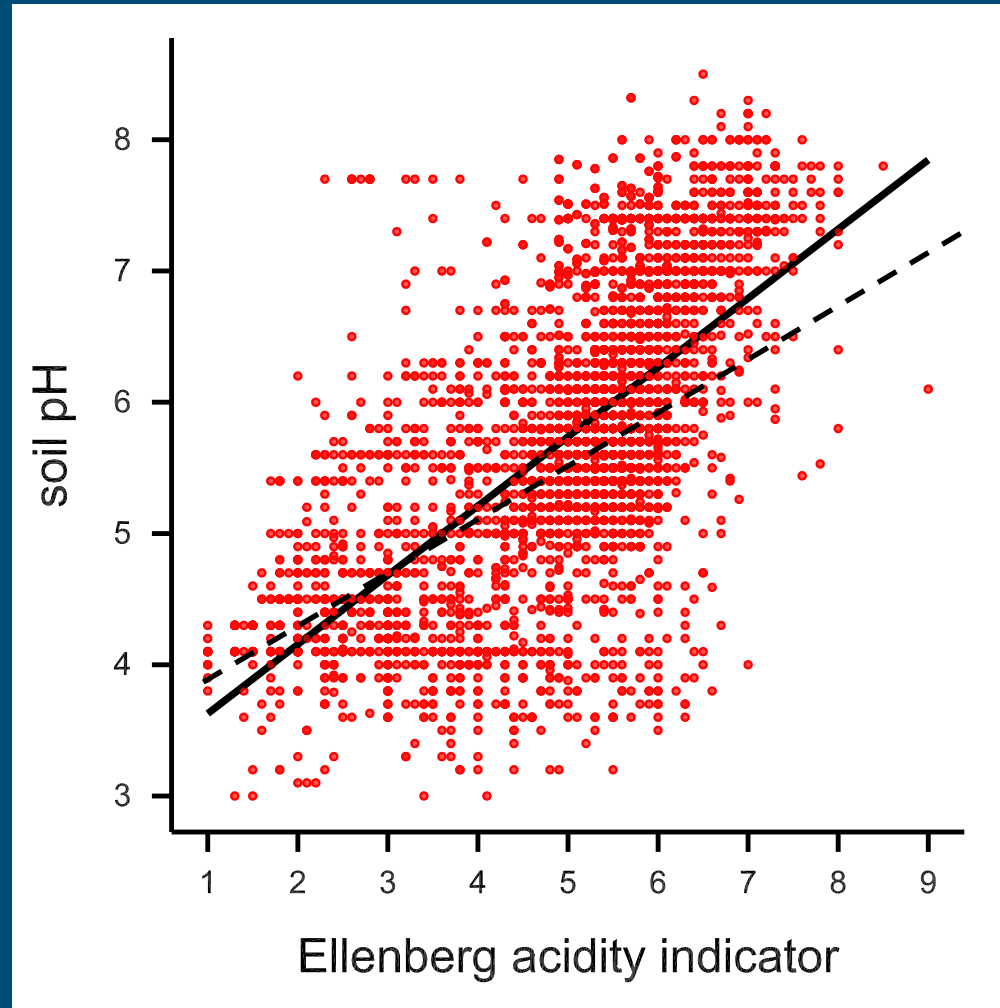
# Iteratieve methode met dynamisch model : methode



## Iteratieve methode met dynamisch model : methode

- Bepaal per vegetatietype de randvoorwaardes in termen van pH en N beschikbaarheid
- Reken iteratief met een dynamisch model, waarbij de depositie steeds wordt veranderd totdat de gewenste pH en N beschikbaarheid worden bereikt in een ver weg gelegen jaar (SMART2)

# Afleiden pH criterium op basis van Ellenberg zuur indicator



# Afleiden randvoorwaarden

- Afleiden randvoorwaarden voor N beschikbaarheid wordt bemoeilijkt door gebrek aan data en gebrek aan een goede relatie tussen Ellenberg N indicator uit het veld en een N beschikbaarheids maat; gekozen voor terugrekenen N beschikbaarheid aan de hand van historische depositie en bodem/vegetatie karakteristieken

## Iteratieve procedure; nadelen

- Het aantal runs is beperkt dus wordt vaak de  $SO_2$  depositie constant verondersteld of de ratio N-S depositie
- Geen echte steady state, want er wordt niet oneindig lang doorgerekend
- N beschikbaarheid wordt teruggerekend
- Tijdrovend

# Resultaten iteratieve depositie niveaus: per bodemtype (kg N ha<sup>-1</sup>.y<sup>-1</sup>)

Bodemtype	Gem.	±	SA	(N)
Arm zand	18.4	±	9.6	(49)
Rijk zand	20.5	±	6.4	(24)
kalkrijk zand	22.3	±	3.9	(40)
Kalkloze klei	23.9	±	3.3	(30)
Kalkrijke klei	26.0	±	5.9	(48)
löss	13.2	±	*	(1)
Veen	23.4	±	10.0	(35)
<b>Gemiddeld</b>	<b>22.4</b>	<b>±</b>	<b>7.6</b>	<b>(227)</b>

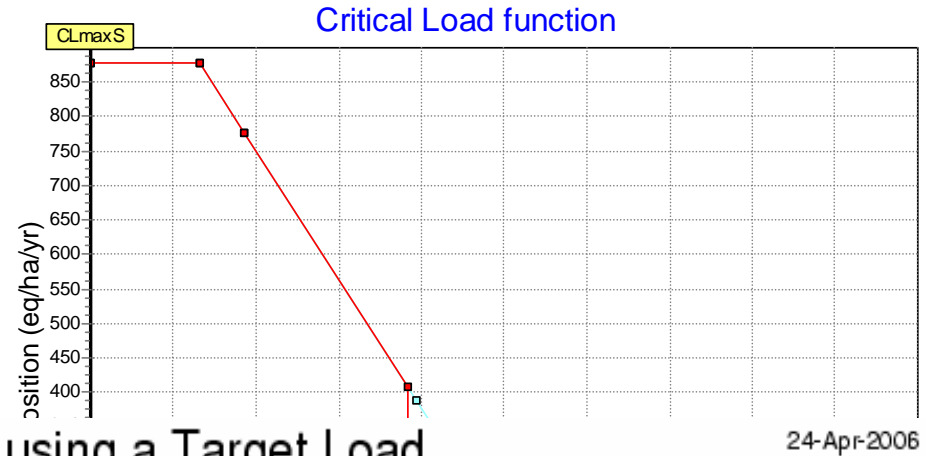
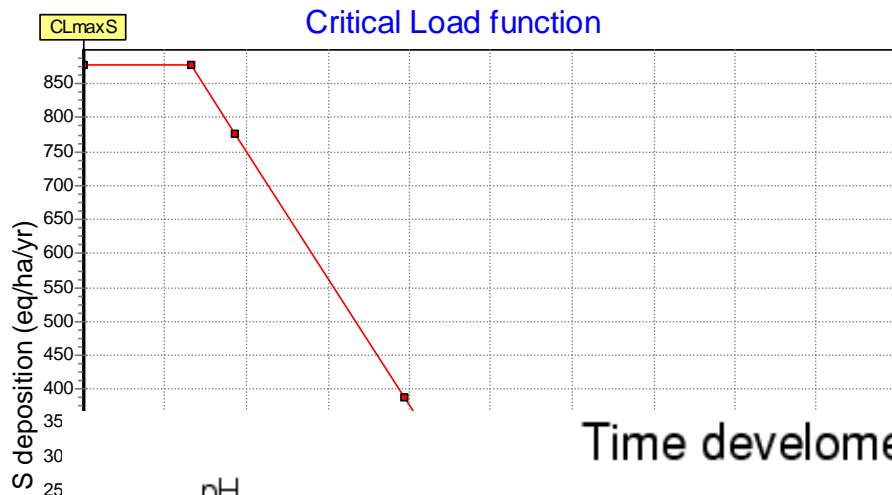


# Kritische depositieniveaus met statische versie SMART2-MOVE voor natuurdoeltypen

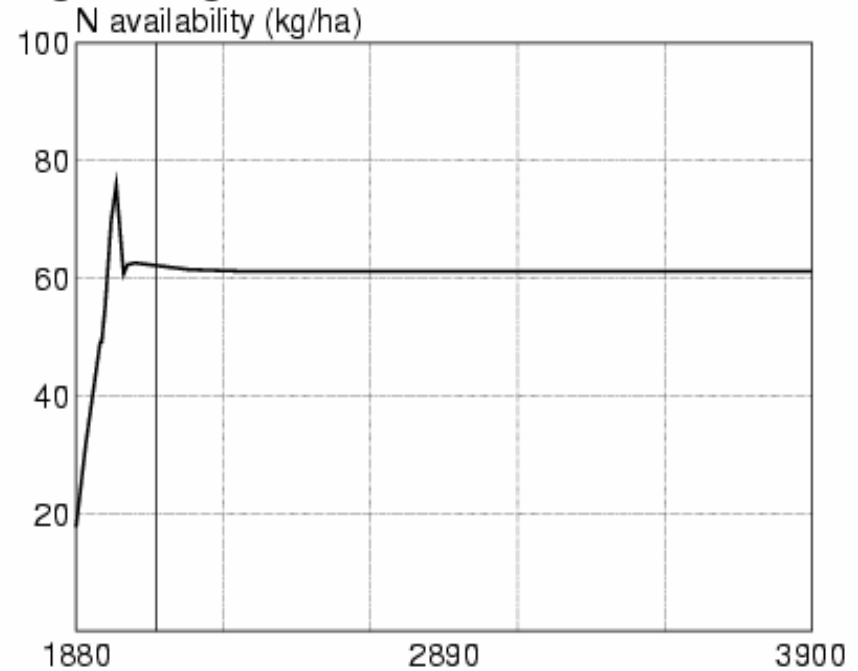
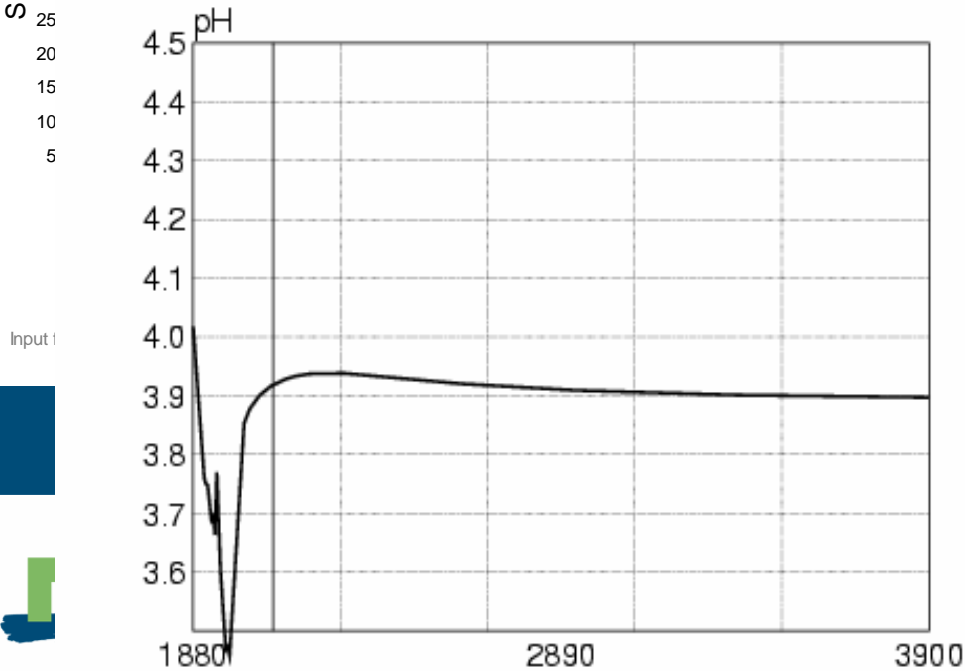
# Statische versie SMART2

- In 2004 is een echt statisch model afgeleid van SMART2 die de werkelijke bij SMART2 behorende kritische depositie niveaus bepaalt voor stikstof en zuur
- Volledige interne consistentie tussen dynamische en statische berekeningen: relevant omdat dynamische berekeningen steeds belangrijker worden
- Met SMART2-MOVE zijn voor de UN-ECE inmiddels kritische depositie niveaus berekend voor NL

# SMART2 statisch; kritische depositie functies



Time development using a Target Load



# Randvoorwaarden

NDT	NAAM	EUNIS	SOILT	VEG	NAV_MAX	PH_MIN
1	HI-3.1 heuvellandbeek	C2	ALL	GRP	10.7047	5.604
2	HI-3.2 zoet watergemeenschap	C1	ALL	GRP	7.5567	4.798
3	HI-3.3 rietland en ruigte	D4.1	ALL	GRP	10.9469	4.621
4	HI-3.4 kalkgrasland	E1.26	ALL	GRP	4.8929	5.892
5	HI-3.5 droog loessgrasland	E1.7	ALL	GRP	4.4086	4.396
6	HI-3.6 bloemrijk grasland	E1.7	ALL	GRP	4.4086	4.396
7	HI-3.7 vochtig schraalgrasland	E3.5	ALL	GRP	4.8929	4.996
8	HI-3.8 struweel, mantel- en zoombegroeiing	G1	ALL	DEC	9.0096	5.884
9	HI-3.9 hakhout	G1	ALL	DEC	10.4626	4.842

Randvoorwaardes op basis regressie pH en N beschikbaarheid met Ellenberg getallen:

$$pH(H_2O) = 0.424 + \frac{39.38}{12.901 - E_R}$$

Voor N beschikbaarheid relatie met productiviteit en bijbehorende stikstof productie...

# SMART2 statisch versus empirische niveaus

EUNIS Klasse	Empirische CL	SMART2 CL
Forest (G)	10-20	16.8 (12.9 - 18.2)
Raised bogs (D1)	5-10	6.1 (6.1 – 6.1)
Salt marsh (A2.64/65)	30-40	30.0 (30.0 – 34.1)
Dry and neutral grasslands (E1.7)	10-20	8.0 (8.0 – 8.0)
Semi-dry calcareous grasslands (E1.26)	15-25	12.4 (12.4 – 12.4)
Moist and wet oligotrophic grasslands (E3.5)	10-20	12.6 (12.6 – 12.6)
Coastal dune heaths (B1.5)	10-20	15.5 (14.4 – 15.5)
Dry heaths (F4.2)	10-20	19.8 (9.4 – 17.1)

## SMART2 statisch, verbeterpunten

- Verbetering randvoorwaarden pH en stikstofbeschikbaarheid door metingen en evt. update concepten
- Afstemming NDT en bodem/GT/kwel combinaties: NDT is soms gekoppeld aan 'verkeerde' bodem-kwel eenheid
- NDT specifiekere parameterisatie van het model
- Berekening systemen met brakke/zoute kwel en kalkrijke systemen met kwel verbeteren

# Onzekerheid, (Internationale) validatie en dataverzameling

# Resultaten iteratieve depositie niveaus: per bodemtype (kg N ha<sup>-1</sup>.y<sup>-1</sup>)

Bodemtype	Gem.	±	SA	(N)
Arm zand	18.4	±	9.6	(49)
Rijk zand	20.5	±	6.4	(24)
kalkrijk zand	22.3	±	3.9	(40)
Kalkloze klei	23.9	±	3.3	(30)
Kalkrijke klei	26.0	±	5.9	(48)
löss	13.2	±	*	(1)
Veen	23.4	±	10.0	(35)
<b>Gemiddeld</b>	<b>22.4</b>	<b>±</b>	<b>7.6</b>	<b>(227)</b>



# Onzekerheidsbronnen

- fouten of oversimplificatie in procesbeschrijvingen in model
- onzekerheid in modelparameters
- onzekerheid in invoerdata
- locale optima

# Onzekerheid in afleiden randvoorwaardes

- Randvoorwaarde op basis Ellenberg indicator waarde op basis van regressie:

$$N_{av} = a \pm se + b \pm se \cdot Ellenb + \varepsilon \pm se$$

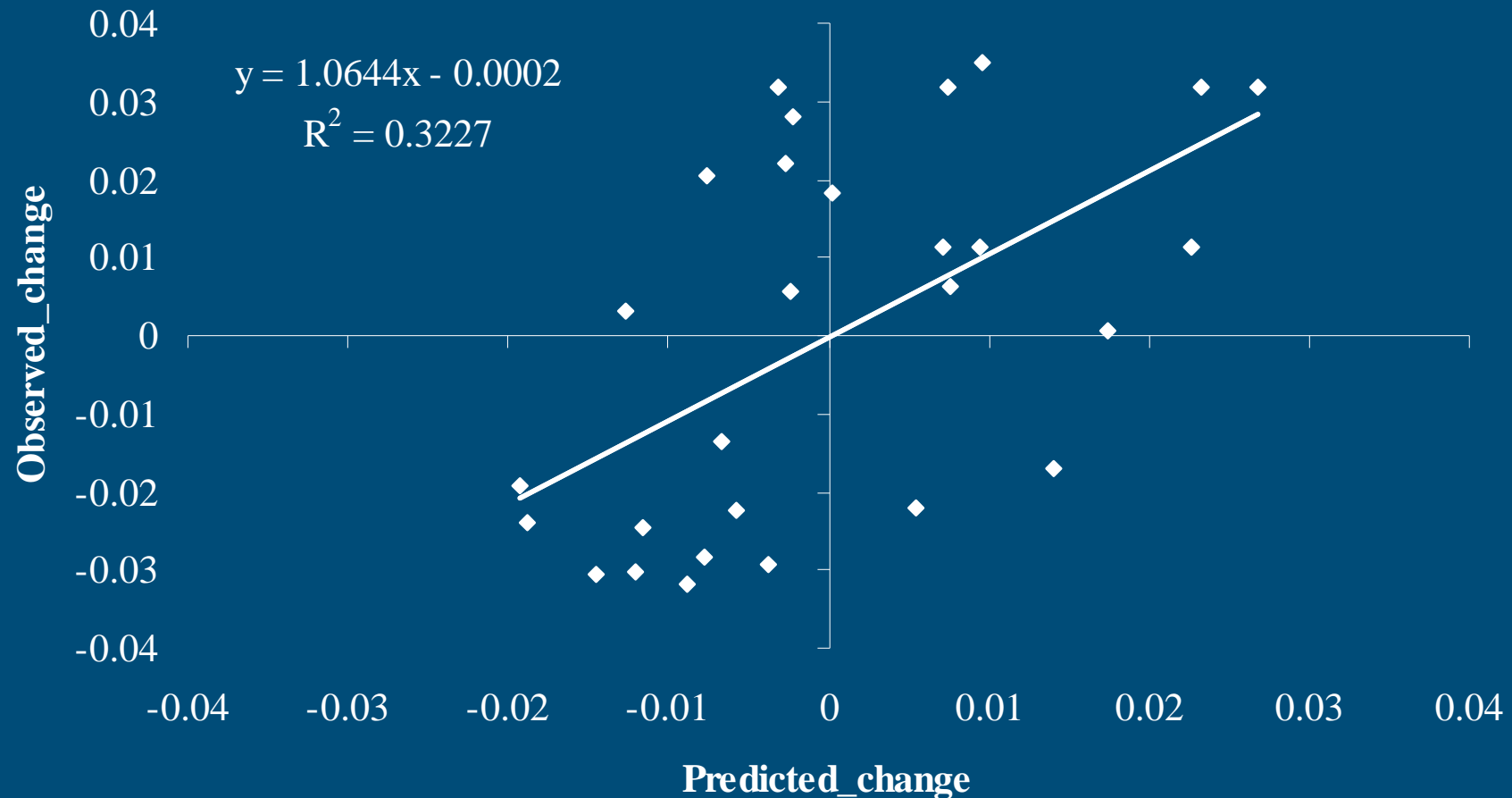
↓  
parameter onzekereheid

↓  
niet verklaarde systeem variantie (usv)

- parameter onzekerheid → onzekerheid in gemiddelde kritische depositieniveau per type; te reduceren door meer waarnemingen
- USV → Systeem onzekerheid; onafhankelijk van aantal waarnemingen (oorzaak: soort komt voor bij verschillende N beschikbaarheid; geschatte N beschikbaarheid is niet correct)

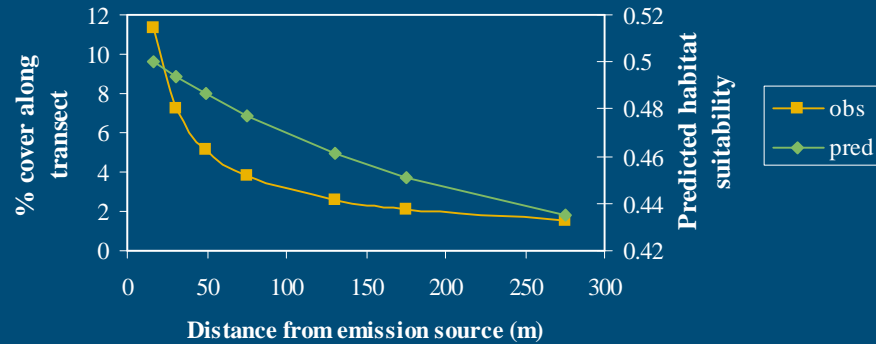
# Gebruik van MOVE in GB (GBMOVE) en validatie

Veranderingen plantensoorten veengebied tussen 1971 en 2001

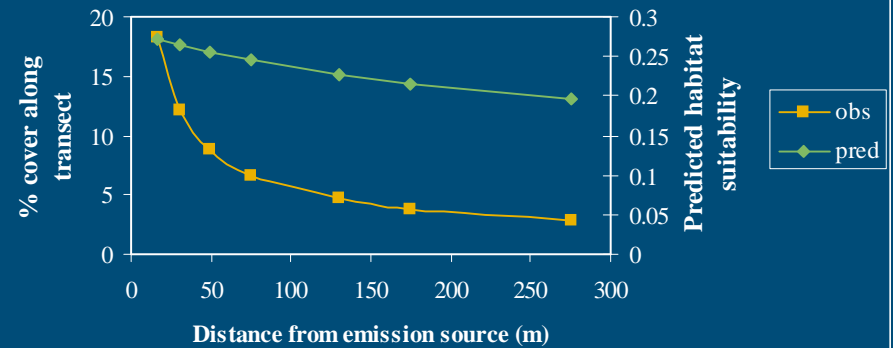


# Gebruik van MOVE in GB (GBMOVE) en validatie

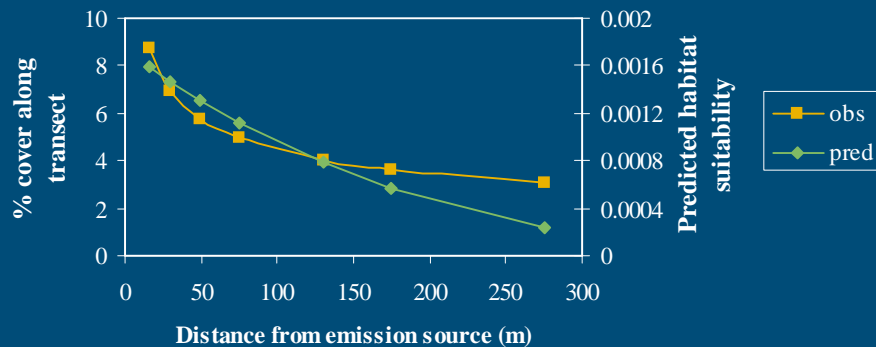
*Chamerion angustifolium*



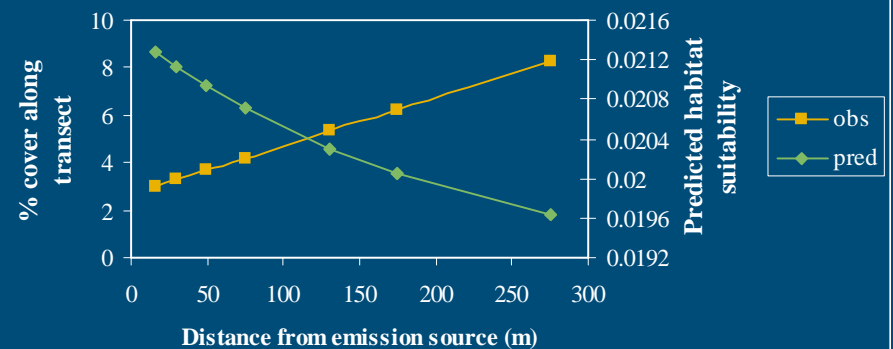
*Deschampsia flexuosa*



*Holcus lanatus*



*Oxalis acetosella*



# Reduceren onzekerheid

Reduceren onzekerheid door:

- verbetering en verfijning randvoorwaardes (pH en N beschikbaarheid) op basis van metingen en waarnemingen (hoe meten we N-beschikbaarheid)
- modelvalidatie op waarnemingen (voorspelling pH en N-parameters)

# Conclusies



ALTERRA

WAGENINGEN UR

# Conclusions

- Er bestaan verschillende methodes voor berekenen van kritische depositieniveaus, van empirisch tot (complexe) modellen; elke methode heeft voor- en nadelen.
- De statische versie van SMART2-MOVE is veelbelovend maar nog niet uitontwikkeld; meer validatie is nodig voor specifieke systemen. Op lokale schaal zijn de resultaten nog niet altijd bruikbaar. Op landelijke schaal zijn de resultaten goed vergelijkbaar met empirische waarden.
- Zwakke punt in de modellering van kritische depositieniveaus is de vertaling van Ellenberg getallen naar randvoorwaarden; hierdoor kan aanzienlijke onzekerheid ontstaan in de berekende depositie niveaus. Meer veldgegevens zijn nodig om dit te verbeteren, en mogelijk een verbetering van concepten (ander maat voor N beschikbaarheid)

# Afsluiting

© Wageningen UR

