



Laboratorium voor Toegepaste  
Geologie en Hydrogeologie  
Geologisch Instituut  
Krijgslaan 281, S8  
B-9000 Gent  
Tel.: 09/264 46 47  
Fax: 09/264 49 88

Vakgroep Omgeving  
Onderzoeksgroep  
Bodemvruchtbaarheid en  
nutriëntenbeheer  
Coupure links 653  
9000 Gent  
Tel. 09 264 60 53  
Fax 09 264 62 47

***“Nitraatrijke bronnen”:  
Invloed van grondwater op oppervlaktewaterkwaliteit***

Resultaten van de studie uitgevoerd in opdracht van VLM

**Webinar**

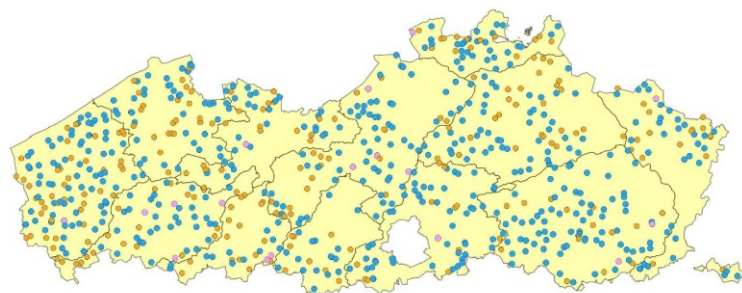
**8 juli 2021**

# INHOUD

- **“Nitraatrijke bronnen”**: problematiek, opzet en aanpak van de studie
- **Hoe verspreiding nitraten zich via het grondwater**
- **Voorbeelden en resultaten van enkele testsites**
- **Algemene conclusies**

# Problematiek en opzet van de studie “nitraatrijke bronnen”

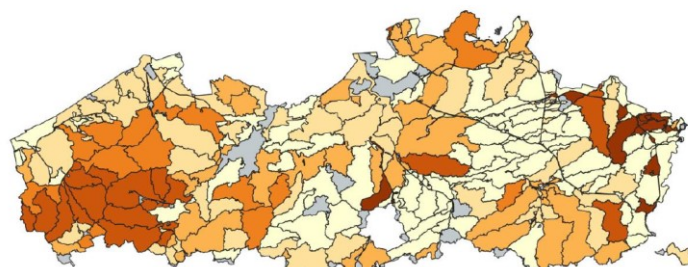
## MAP meetnet sinds ca 2000



### Legende

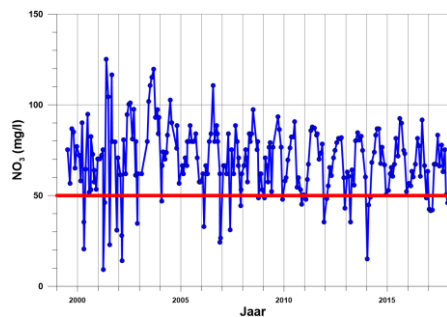
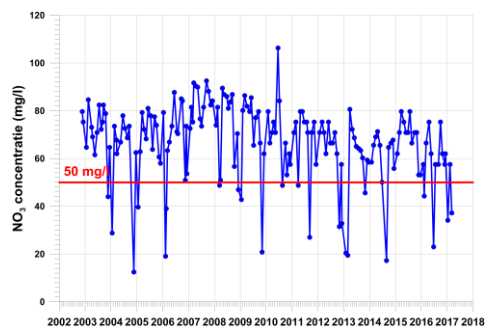
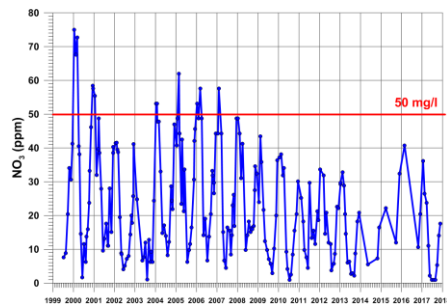
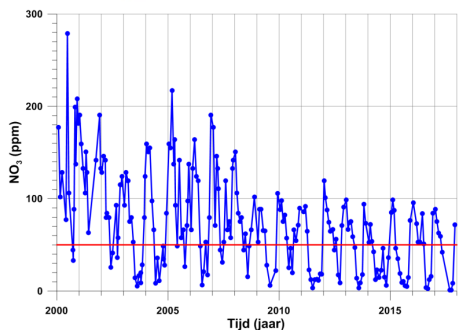
- meetpunt sinds 1999
- uitbreiding meetnet 2002-2005
- meetpunt sinds 2006 of later
- bekkengrenzen

## % meetpunten > 50 mg/l NO3



0% 0% - 10% 10% - 20% 20% - 30% 30% - 50% >50% geen beoordeling

Figuur 6: % metingen met overschrijding van de drempelwaarde 50 mg nitraat/l, per afstroomzone in de winterjaren 2018-2019 en 2019-2020



GEEN verbetering



Instroom nitraatrijk grondwater?



**“NITRAATRIJKE BRONNEN”**

**= In/langs sommige beken instroom van nitraatrijk water vanuit bronnetjes**

# Nitraatrijke bronnen: Invloed van grondwater op oppervlaktewaterkwaliteit

(Bestek nr. APM/2016/3bis)

## DOELSTELLING (uit bestek)

*Dit onderzoek heeft als doel om wetenschappelijk gefundeerde inzichten te verwerven in de wijze waarop kwaliteit en kwantiteit van het freatisch grondwater de kwaliteit van het oppervlaktewater kunnen beïnvloeden, zowel op niveau van specifieke gebieden als op een groter schaalniveau.*

“**Freatisch grondwater**” = het bovenste meest ondiepe grondwater, dat voorkomt onder de bodem.

## OPMERKING

Er dient NIET gekeken te worden naar de bijdragen van oppervlakkige afvoer (runoff) op het oppervlaktewater. Dit water beïnvloedt ook de nitraatgehalten aan MAP meetpunten.





# INDELING en AANPAK VAN DE STUDIE

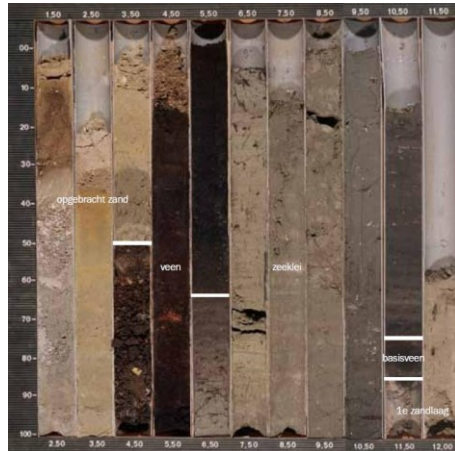
Luik 1: Ontwerp van een (algemene) methodiek  
selectie van testgebieden (10) waarop de methodiek zal worden toegepast

Luik 2: Testen van de methodiek in casestudies  
Keuze 10 testsites : veldmetingen, dataverwerking/interpretatie, modellering

Luik 3: Valorisatie van de methodiek  
Instrument op modelniveau :  
    Simulatie en predictie van nitraatgehalten aan MAP meetpunten  
    Evaluatie van het effect van maatregelen en landbouwpraktijken  
Instrument op kaartniveau :  
    aangeven “gevoelige” gebieden voor nitraatinstroom via grondwater  
Conclusies

# Hoe varieert de ondergrond?

## boringen



Voorkomen van zandlagen en kleilagen

Zandlagen = doorlatend  
 → grondwaterstroming  
 Kleilagen = weinig doorlatend  
 → Weinig grondwaterstroming

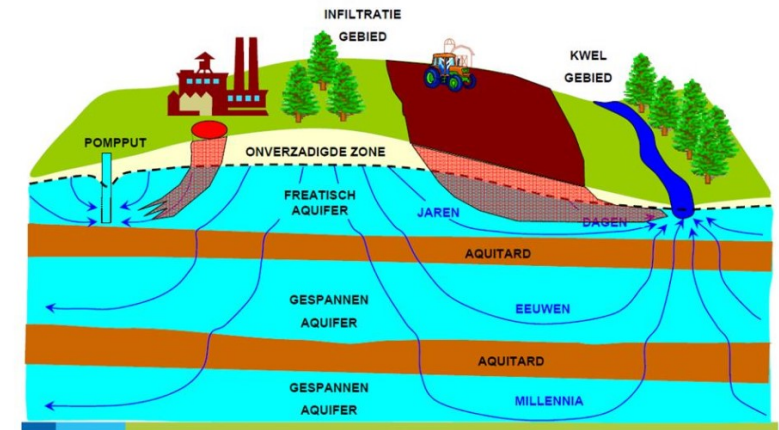
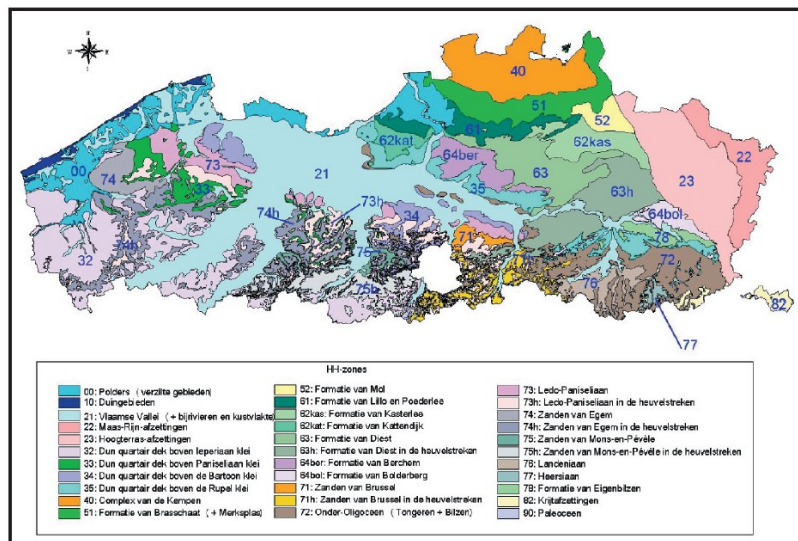
Indeling in zones = binnen elke zone is er een vergelijkbare opbouw : zand vs klei  
 = Hydrogeologisch Homogene Zones = HHZ

Zone 32 = West-Vlaanderen : slechts enkele m zand dan dikke kleilaag (Ieperiaan klei)

Zone 21 = "Vlaamse Vallei" in Oost-Vlaanderen = min 20 m vooral zand

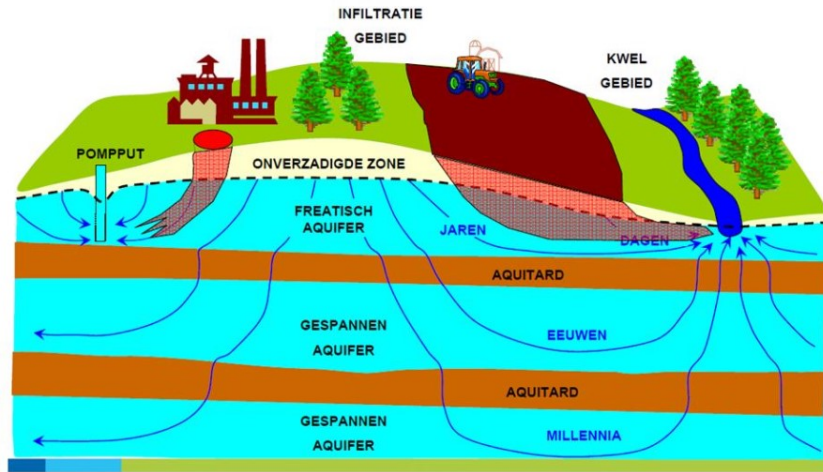
Zone 40 = Noorderkempen : enkele m zand dan afwisseling van zand en klei (heterogeen)

Zone 63 = Neteland = dik pakket zand van mariene oorsprong



Figuur 7: Nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) is stabiel in de onverzadigde of oxidatiezone en wordt in de reductiezone of freatisch aquifer microbiologisch via nitriet ( $\text{NO}_2^-$ ) tot lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), stikstofgas ( $\text{N}_2$ ) of ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) gereduceerd (Bron: Eppinger en Thomas, 2007)

# Hoe lang is grondwater onderweg?



Figuur 7: Nitraat ( $\text{NO}_3$ ) is stabiel in de onverzadigde of oxidatiezone en wordt in de reductiezone of freatisch aquifer microbiologisch via nitriet ( $\text{NO}_2$ ) tot lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), stikstofgas ( $\text{N}_2$ ) of ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) gereduceerd (Bron: Eppinger en Thomas, 2007)

Watervoerende lagen = aquifers :  
 Vooral horizontale stroming  
 Slechtdoorlatende lagen = aquitards :  
 Vooral verticale stroming

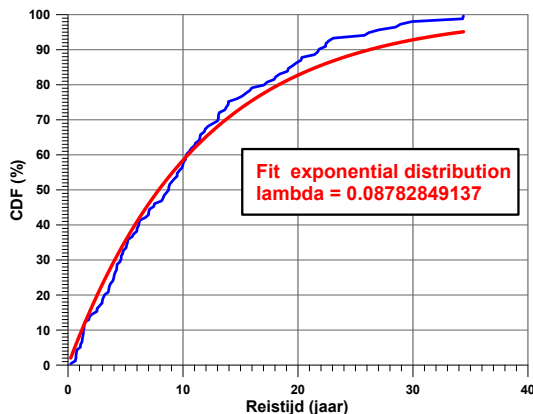
Ondiepe stroombanen = kort  
 → enkele jaren

Diepe stroombanen = lang  
 → tientallen tot duizenden jaren

Hoe snel stroom grondwater? Meestal enkele m/jaar tot enkele tientallen m/jaar  
 = vrij traag → het is lang onderweg

Zowel jong als oud grondwater zal in een beek instromen

Aandeel (%) water neemt AF met de ouderdom : hoe groot is het % oud grondwater?  
 → Varieert van gebied tot gebied



Grondwaterouderdommen volgen (meestal) een zgn  
 “exponentiële” distributie

MEDIAAN leeftijd = leeftijd waarbij 50% van het grondwater  
 jonger is en 50% ouder is  
 MEDIAAN leeftijd < GEMIDDELDE leeftijd



# Nitraatverspreiding in de ondergrond

## Oxidatie vs reductiezone : belang van lithologie

Geoxideerd : WEL nitraatverspreiding  
Want GEEN reactief materiaal



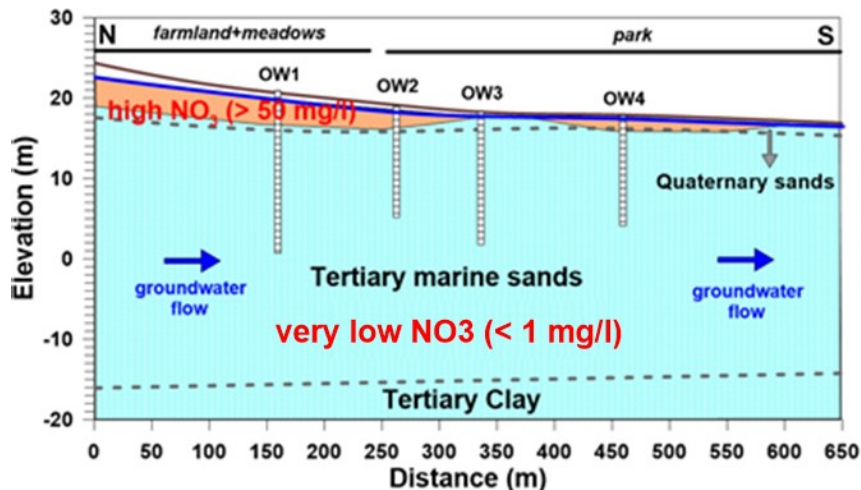
Gereduceerd : GEEN nitraatverspreiding  
Want nitraatreductie door reactief materiaal



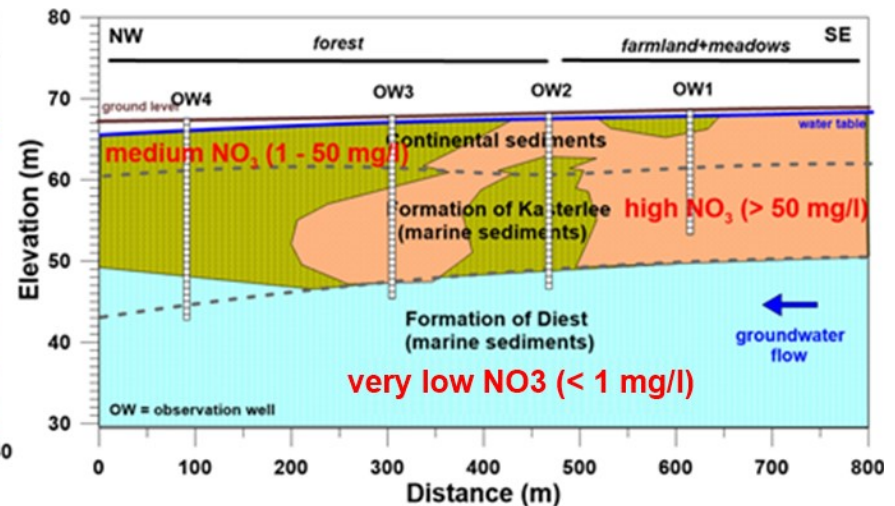
Reactief materiaal = organisch materiaal , pyriet (elektron donoren)  
Nitraatreductie kan optreden wanneer er reactief materiaal aanwezig is

## Invloed dikte oxidatiezone

### Dunne oxidatiezone



### Dikke oxidatiezone



# Aanwezigheid van reactief materiaal in de ondergrond?

“Reactief materiaal” = organisch materiaal en pyriet (=ijzersulfide)

TRC-gehalte = de totale reductiecapaciteit (TRC) = maatstaf



TRC hoog → NITRAATREDUCTIE op : Nitraten verdwijnen en worden omgezet naar stikstofgas.

→ Natuurlijke attenuatie !! = REDUCTIEZONE

TRC laag is → GEEN NITRAATREDUCTIE : nitraat wordt NIET afgebroken

→ GEEN natuurlijke attenuatie !! = OXIDATIEZONE

## Hoe diep zit de reductiezone?

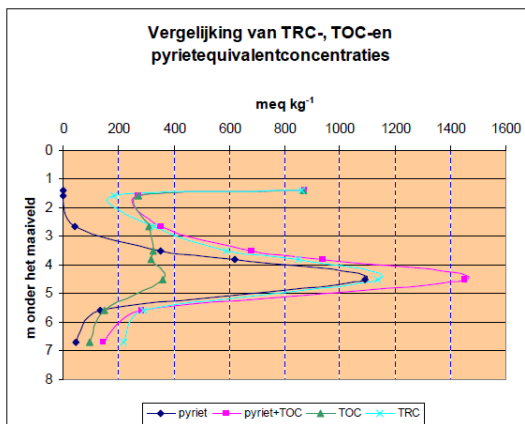


Fig. 66: Equivalentconcentraties van de reactiviteitsmetingen van de testsite Torhout

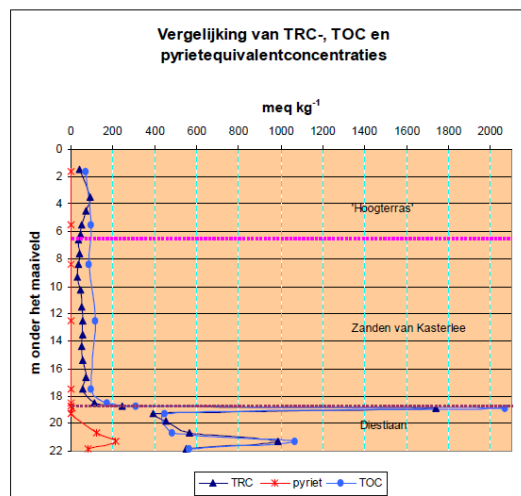


Fig. 67: Equivalentconcentraties van de reactiviteitsmetingen van de testsite Peer

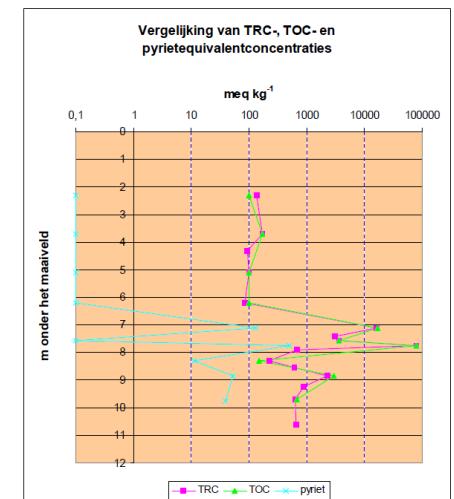


Fig. 63: Equivalentconcentraties van de reactiviteitsmetingen van de testsite Adegem



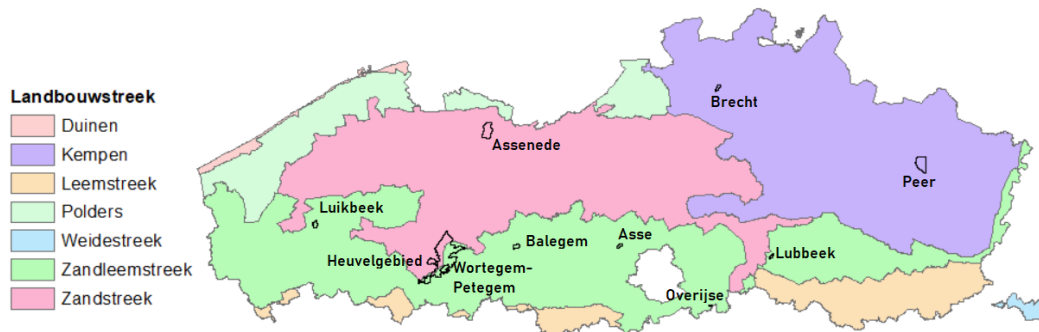
# Selectie en ligging van 10 testsites

Geselecteerd uit een lijst van MAP meetpunten met “nitraatrijke bronnen”  
 = waarvan vermoed werd dat grondwaterinstroming belangrijk is.

Lijst met MAP meetpunten met vooronderzoek (CVBB)

2 belangrijke selectiecriteria :

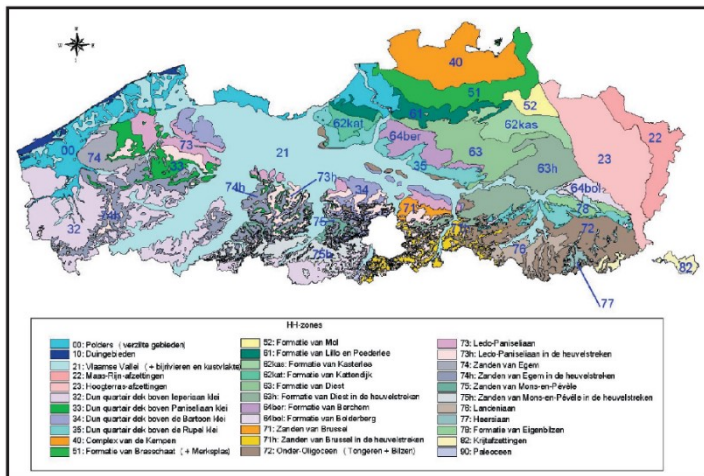
- Geografische spreiding over Vlaanderen  
 = spreiding over landbouwstreken
- Spreiding over HHZ zones = “Hydrogeologisch Homogene Zones”



- 1 Staden (WVL)
- 2 Wortegem-Petegem (OVL)
- 3 Balegem (OVL)
- 4 Brecht (ANT)
- 5 Overijse (BRA)
- 6 Peer (LIM)
- 7 Lubbeek (BRA)
- 8 Asse (OVL)
- 9 Assenede (OVL)
- 10 Heuvelrug (OVL)

## HHZ zonerings

HHZ zone = gebied met een uniforme opbouw van de ondergrond



| Nr | testsite  | HHZ |
|----|-----------|-----|
| 1  | Luikbeek  | 74  |
| 2  | Wort Pet  | 74h |
| 3  | Balegem   | 73h |
| 4  | Brecht    | 40  |
| 5  | Overijse  | 71h |
| 6  | Peer      | 23  |
| 7  | Lubbeek   | 63h |
| 8  | Asse      | 73h |
| 9  | Assenede  | 21  |
| 10 | Plankbeek | 74h |

**21 = Vlaamse Vallei**  
 = 20 – 30 m vooral zandig

**74h = Heuvelland**  
 = Heuvel bestaande uit ieperiaanzand

# Methodologie per testsite : verzadigde zone

## VELDWERK

Plaatsing 5 ondiepe peilbuizen :

In riparische zone = dichtbij de beek van het MAP meetpunt, stroomopwaarts

Capteren instromend grondwater in beek

2 Meetcampagnes : grondwatermonsters

grondwateranalyses (macrochemie, niet alleen nitraat)

## SYSTEEM ANALYSE

Grondwaterstroming (hydrodynamisch) : hydrostratigrafie

Hydrochemisch : nitraatconc, redoxparameters (ijzer), nitraatreductieindicatoren, macrochemie

**GRONDWATERMODELLERING** : 3 testsites

Incl stroomlijnen bepaling en reistijden berekenen (MODPATH)

**ISOTOPENONDERZOEK** : 2 testsites

**OPSTELLEN SIMULATIE/PREDICTIEMODEL** : toegepast op alle 10 testsites

# Systemanalyse grondwaterstroming (hydrodynamica)

Geologische opbouw  
G3D  
geologisch 3D model  
Boringen DOV

Hydrostratigrafie  
H3D

Topografie  
DHM Vlaanderen

Stijghoogten  
DOV  
VMM netwerk

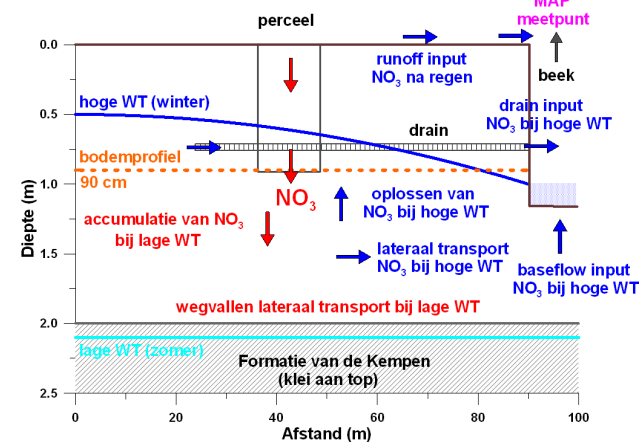
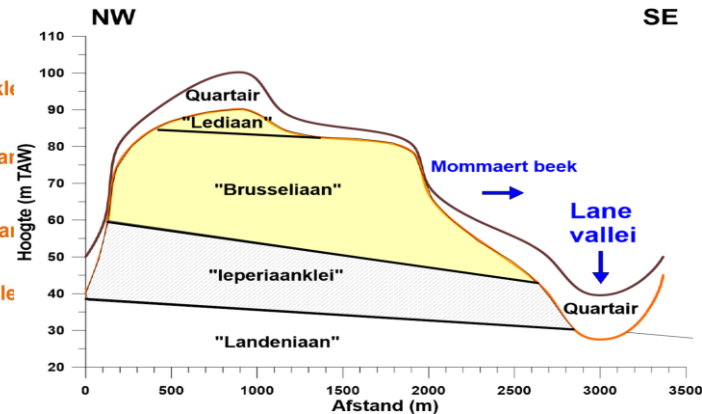
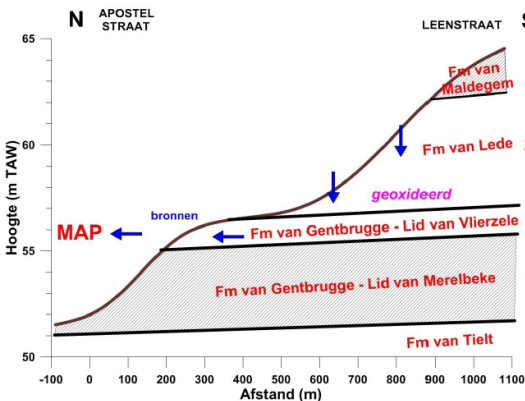


(Schematische) Profielen met aanduiding geoxideerde lagen  
Identificatie van de lagen :  
waarin belangrijke grondwateraanvoer gebeurt  
Waarin nitraatverspreiding kan gebeuren

## Testsite Balegem

## Testsite Overijse

## Testsite Brecht

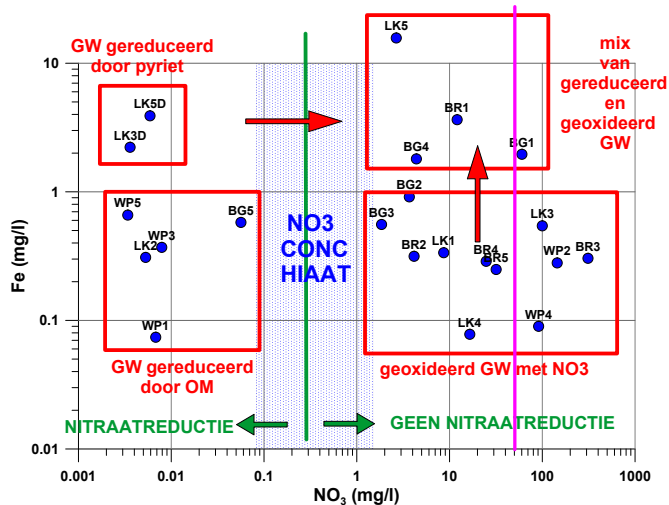


Dit zijn enkele voorbeelden geselecteerd uit de resultaten van de 10 testsites.

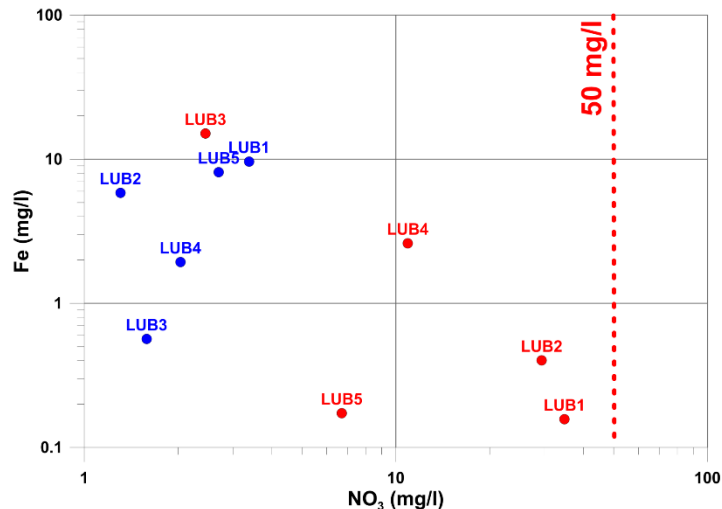
# Stysteemanalyse hydrochemie : a.h.v. grondwateranalysen

Identificeren nitraatreductie a.h.v. chemische indicatoren : grondwateranalysen

Fe vs NO3 grafiek

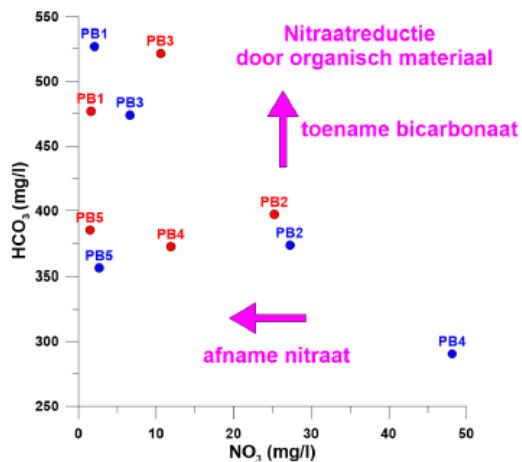


Fe vs NO3 grafiek



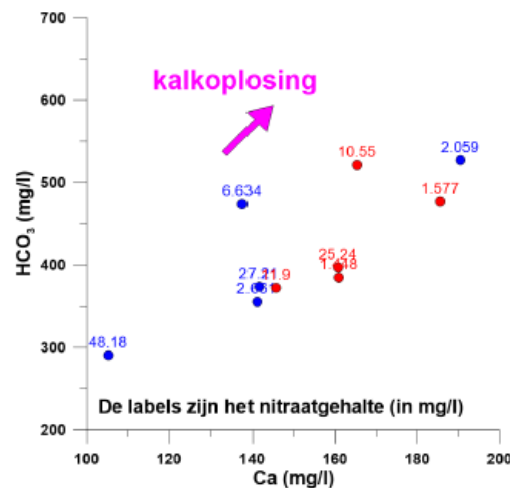
HCO3 vs NO3 grafiek

Toename HCO3 door nitraatreductie



HCO3 vs Ca grafiek

Toename HCO3 door kalkoplossing



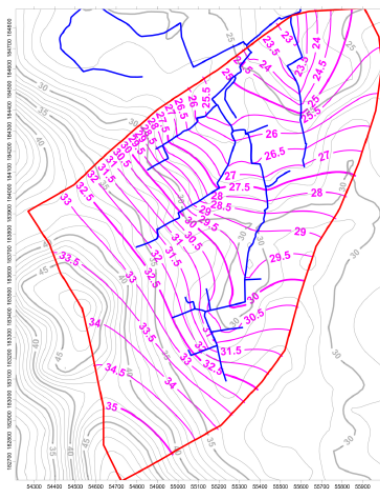
*Dit zijn enkele voorbeelden geselecteerd uit de resultaten van de 10 testsites.*

# MODFLOW modellen = grondwaterstromingsmodellen : 3 testsites Luikbeek (Staden), Peer , heuvelrug Kruishoutem- Wort-Pet

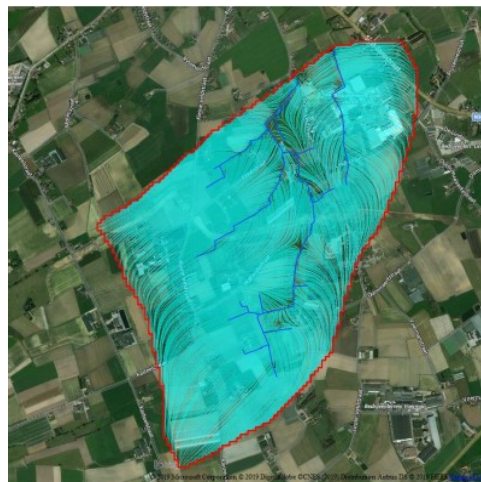
## DOEL:

- Inzicht in grondwaterstroming
- REISTIJDEN afleiden ahv stroomlijnen

### MODFLOW stijghoogten



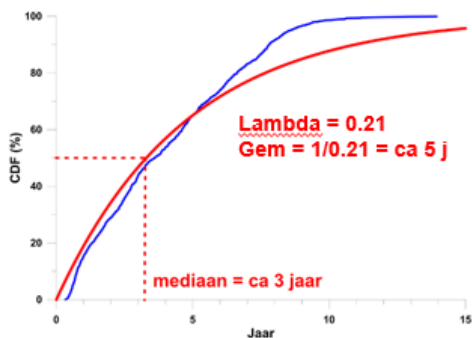
### MODPATH Alle stroomlijnen



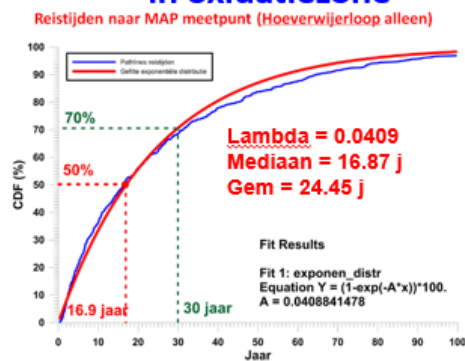
### MODPATH Stroomlijnen oxidatiezone



### Testsite 1 : Luikbeek Mediaan = ca 3 jaar In oxidatiezone



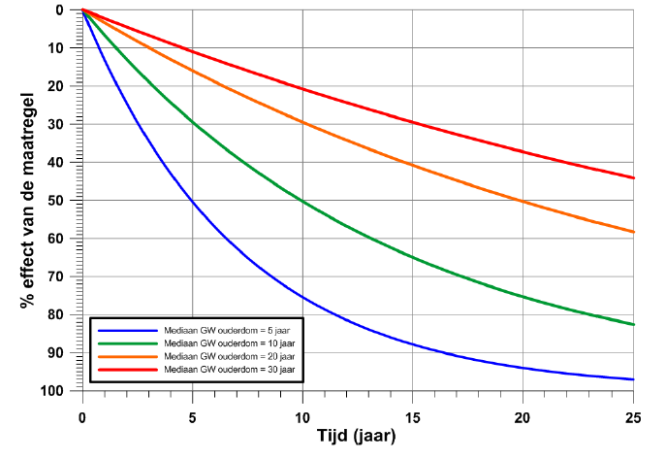
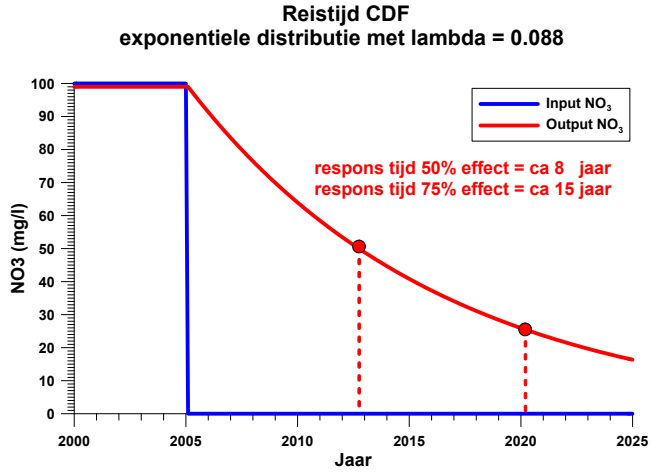
### Testsite 6 : Peer Mediaan = ca 17 jaar in oxidatiezone



Verdeling  
grondwaterouderdommen



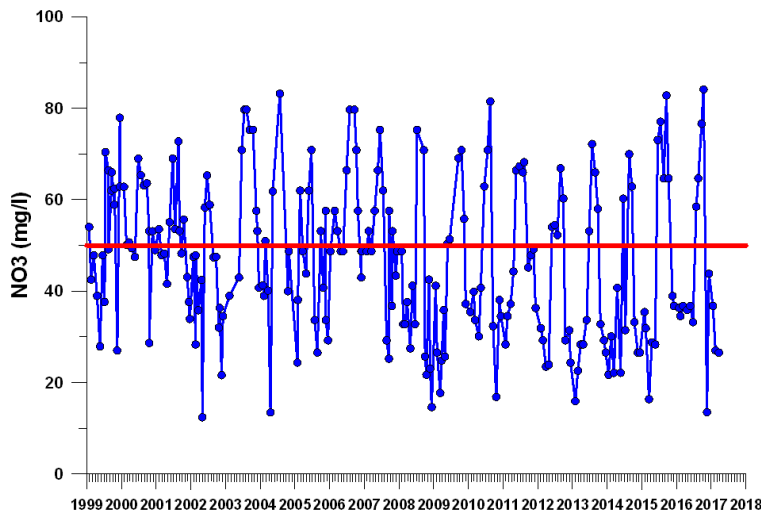
# Het belang van grondwaterreistijden : responstijden op maatregelen



**GRONDWATER** gecontroleerd

**BALEGEM** : hoge ouderdom

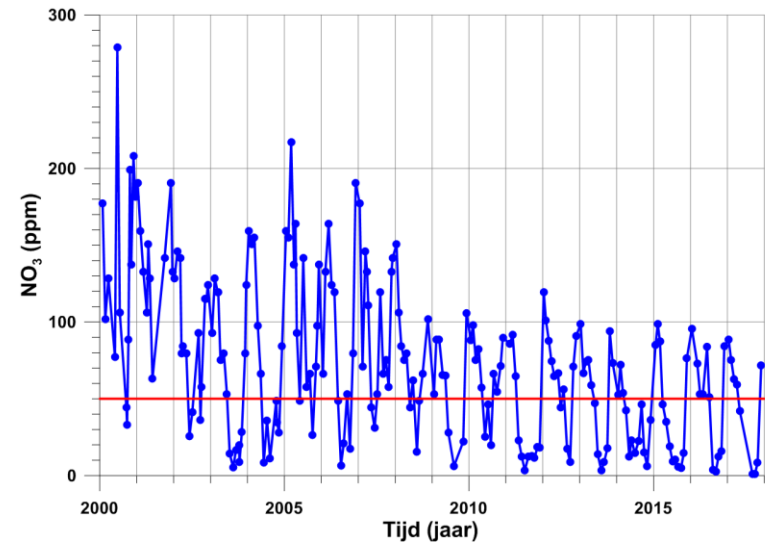
**GEEN** verbetering



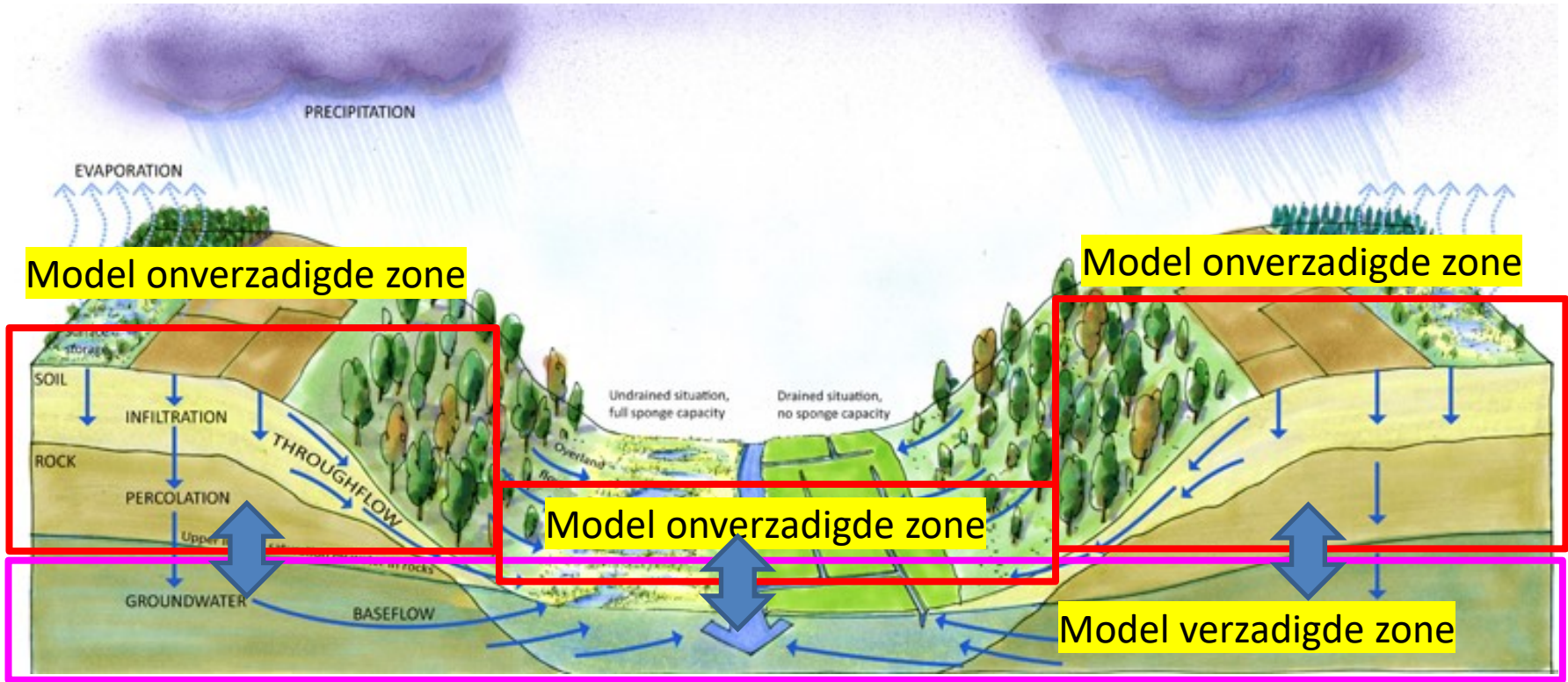
**DRAINS** gecontroleerd

**STADEN (Luikbeek)** : snelle respons

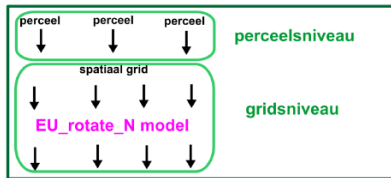
**WEL** verbetering



# Instrument op modelniveau = simulatie/predictiemodel



bodem/onverzadigde zone gedistribueerd model



Koppeling OZ/VZ + Zonering/aggregatie

Verzadigde zone Lumped parameter model

|               |                  |   |                |
|---------------|------------------|---|----------------|
| DRAINS        | partitionering   | $cNO_3 = NO_3\text{-input}$                 | DRAINS →       |
| OXIDATIE ZONE | convolutie model | $cNO_3 = f(NO_3\text{-input}, \text{tijd})$ | OXIDATIEZONE → |
| REDUCTIE ZONE | partitionering   | $cNO_3 = 0.$                                | REDUCTIEZONE → |

DRAINS

OXIDATIEZONE Baseflow

REDUCTIEZONE

→

EU\_rotate\_N model  
waterflux  
NO3 flux  
N flux

**Model onverzadigde zone**

**Berekent per perceel hoeveel nitraat er percoleert**



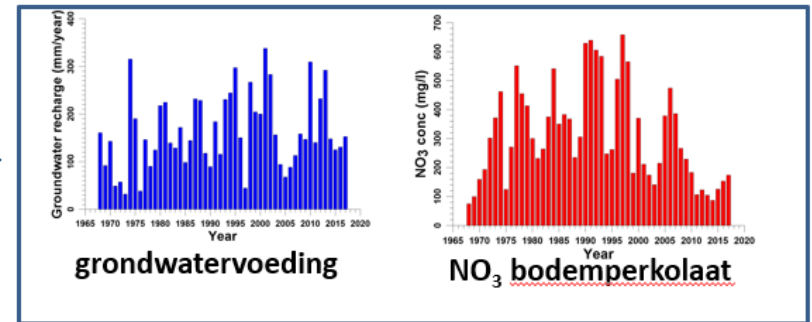
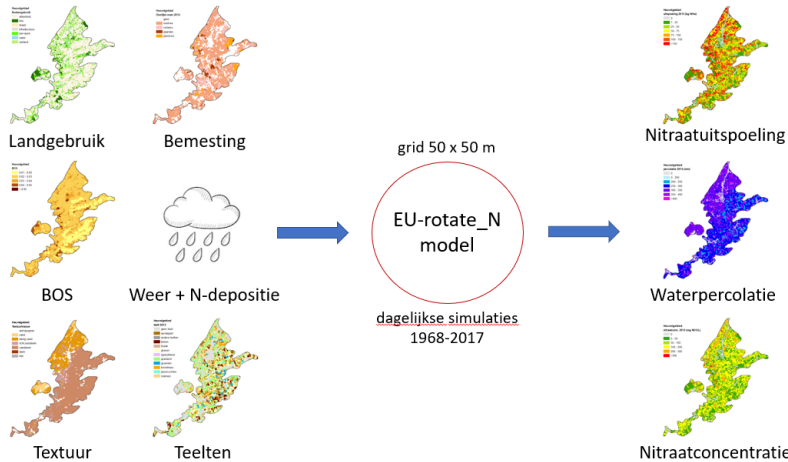
**Model verzadigde zone**

**Berekent per afstroomgebied hoeveel nitraat er naar het MAP meetpunt stroomt**

# Model onverzadigde zone

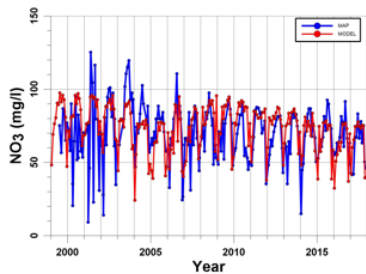
DOEL : berekenen hoeveel nitraat uit het bodemprofiel uitspoelt

Inputgegevens → MODEL → bodemperkolaat : hoeveel en nitraatconcentratie

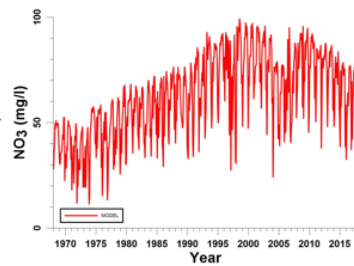


# Model verzadigde zone

Validatieperiode



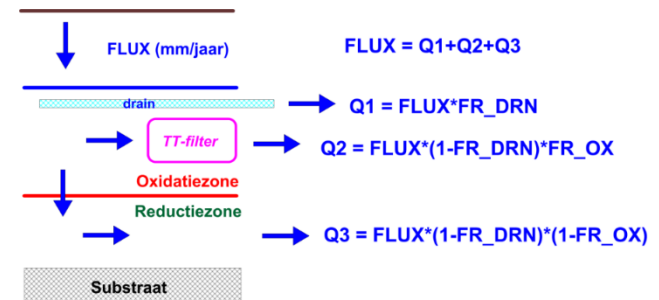
Historische reconstructie



Simulatie maatregelen

Opsplitsing GW stroming :

- DRAINS → GEEN afbraak nitraat → verspreiding NO<sub>3</sub>
- OXIDATIEZONE → GEEN afbraak nitraat → verspreiding NO<sub>3</sub>
- REDUCTIEZONE → afbraak nitraat → GEEN NO<sub>3</sub>



FR\_DRN = fractie van FLUX dat via drains wordt afgevoerd  
 FR\_GW = 1 - FR\_DRN  
 FR\_OX = fractie van het GW dat via de oxidatiezone stroomt  
 FR\_RED = 1 - FR\_OX  
 FR\_DRN + (1-FR\_DRN)\*FR\_OX + (1-FR\_DRN)\*FR\_RED = 1

# **Resultaten van enkele testsites**



# Testsite Staden (Luikbeek)





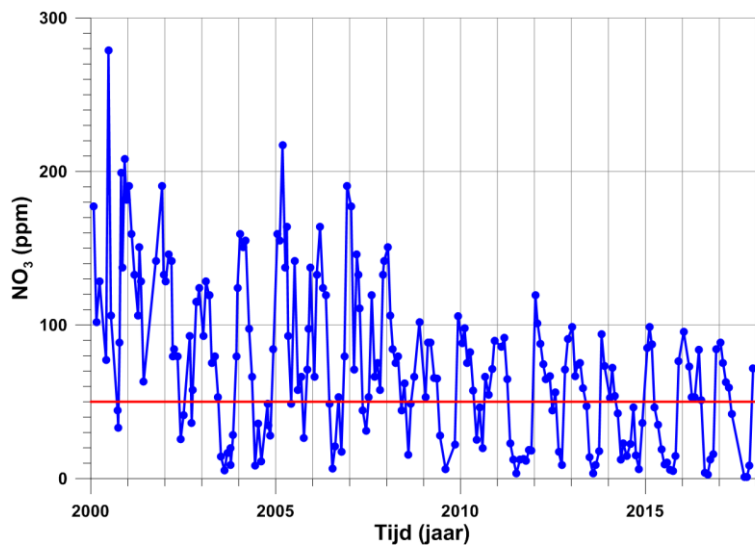
# Testsite Staden (Luikbeek) 1



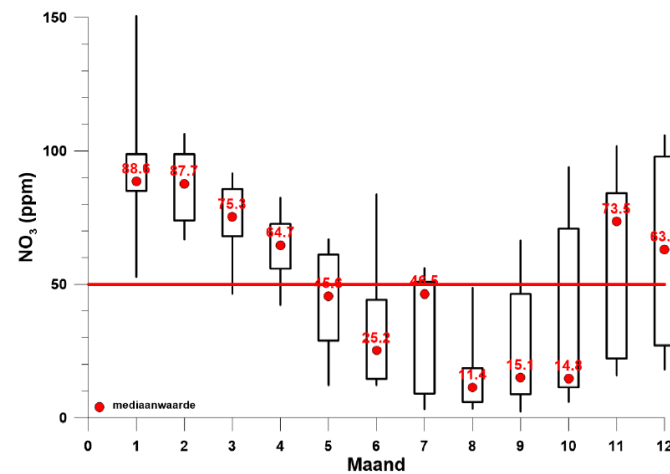
Juni 2017 : MAP meetpunt



Juni 2017 : drains lopen niet



MAP meetpunt  
Alleen overschrijdingen in winter  
Zeer lage waarden in de zomer

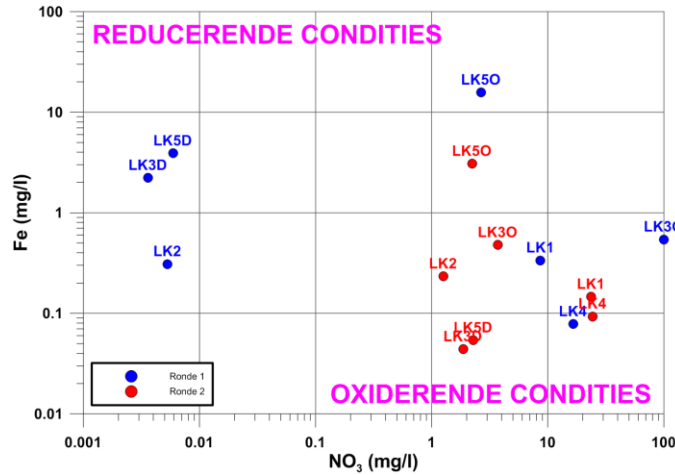


# Testsite Staden (Luikbeek) 2

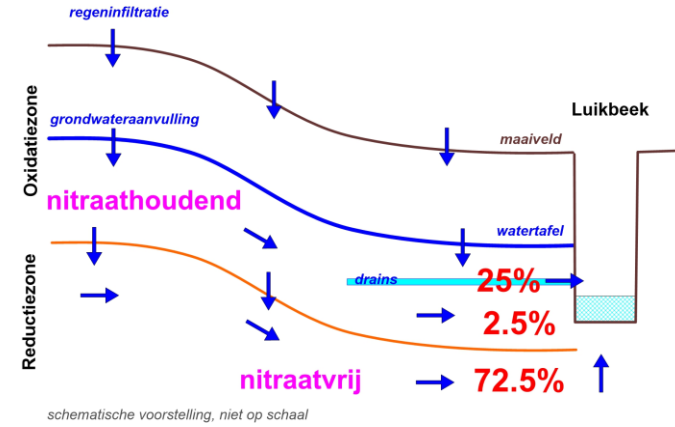
5 ondiepe peilbuizen



Grondwateranalyses : nitraat en ijzer



Systemanalyse  
Conceptueel model



Slechts 1 grondwatermonster > 50 mg/l nitraat

Simulatie/predictiemodel

Bodem/onverzadigde zone

Fig 6.1 Grondwateraanvulling (1968-2017) berekend met het model van de onverzadigde zone

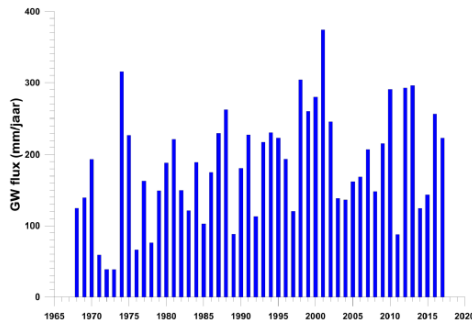
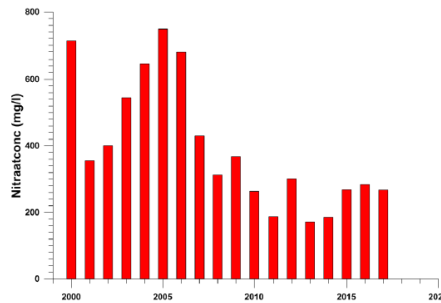
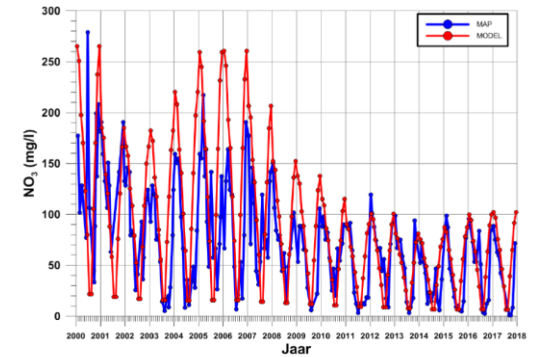


Fig 6.3 Nitraatconcentratie in het bodemperkolaat (2008-2017) berekend met het model van de onverzadigde zone



MAP meetpunt



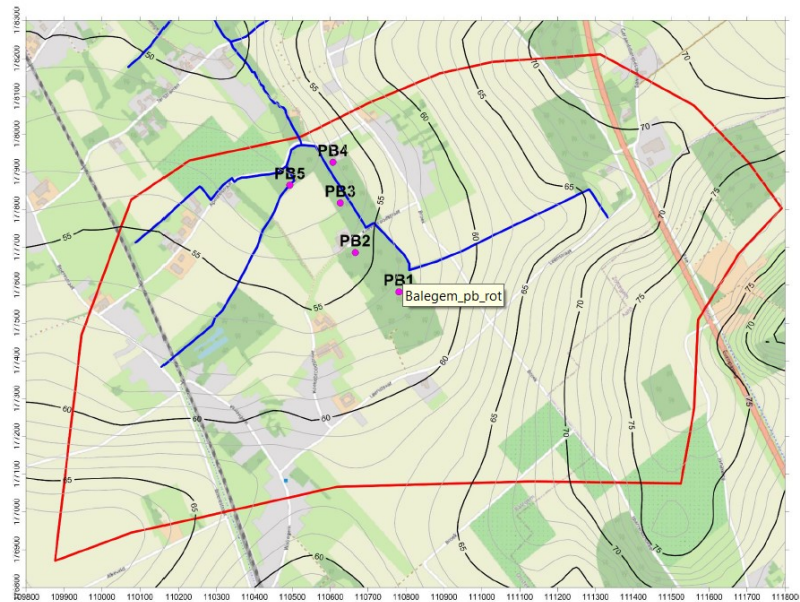
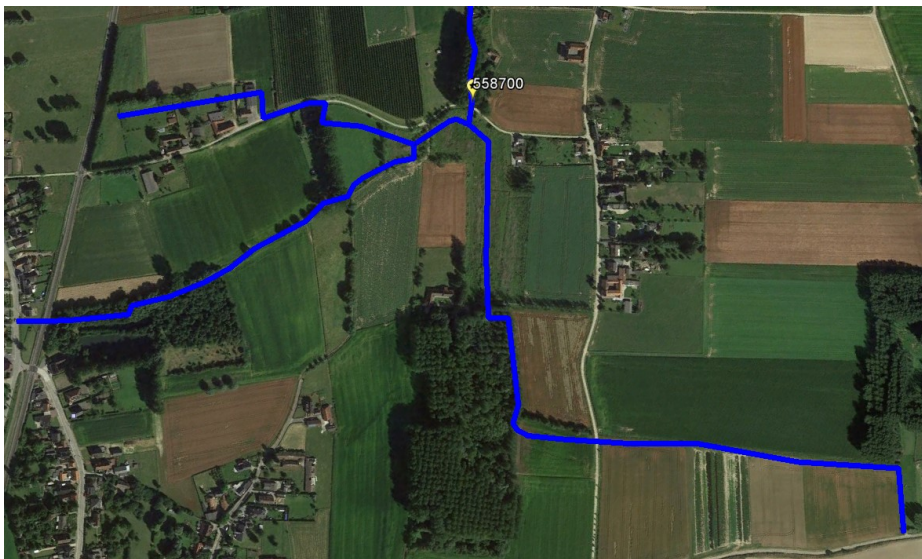
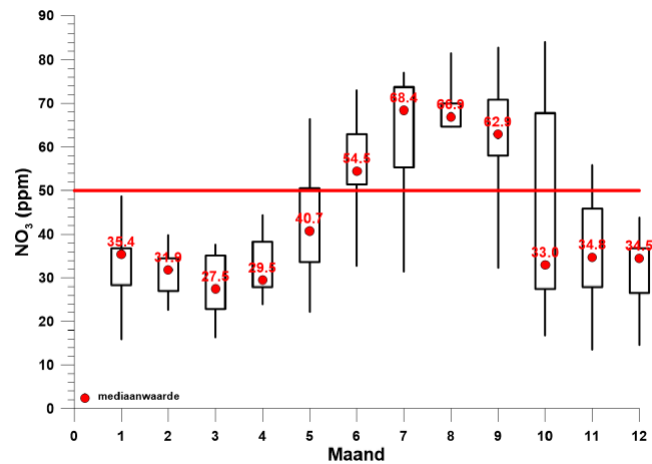
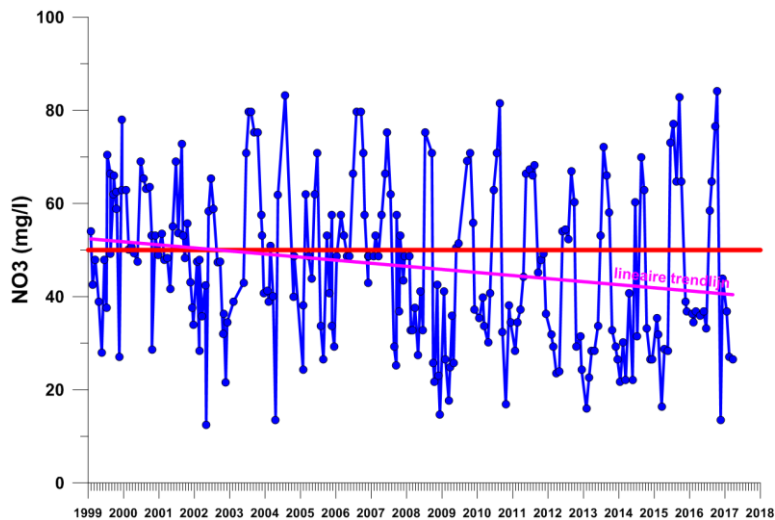


# Testsite Balegem (Oost-Vlaanderen)





# Testsite Balegem (Oost-Vlaanderen) 1



# Testsite Balegem (Oost-Vlaanderen) 2

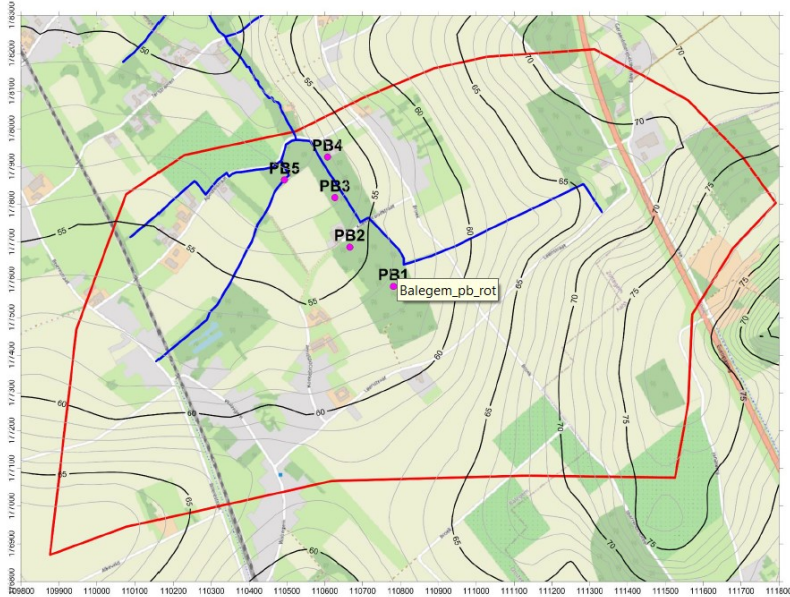
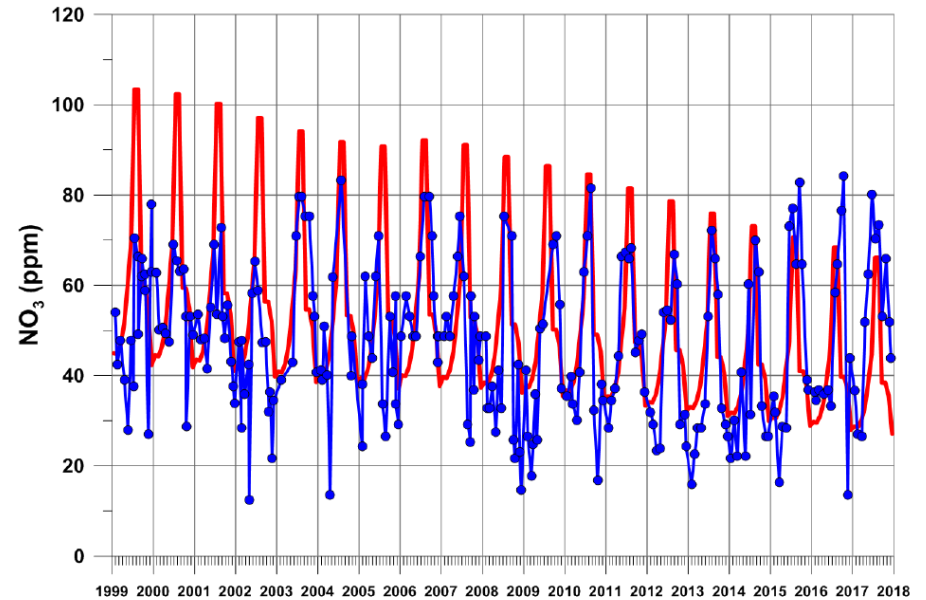
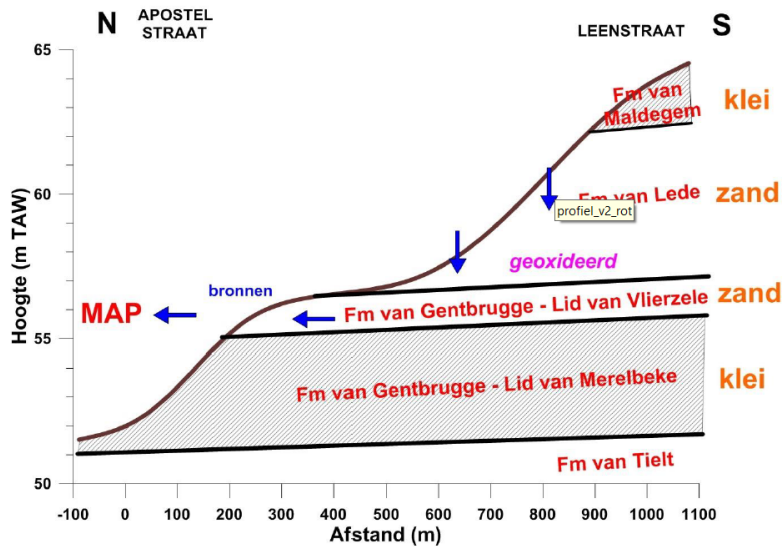
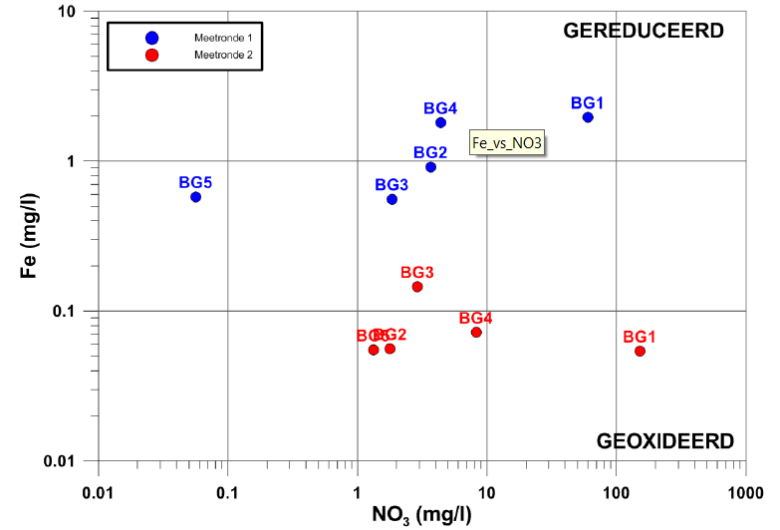


Fig 3.2 Crossplot van de redoxparameters ijzer en nitraat voor de grondwatermonsters





# Testsite Wortegem-Petegem (Oost-Vlaanderen)



# Testsite Wortegem-Petegem (Oost-Vlaanderen) 1

## geologie

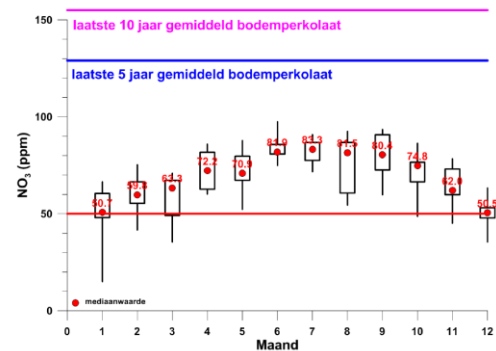
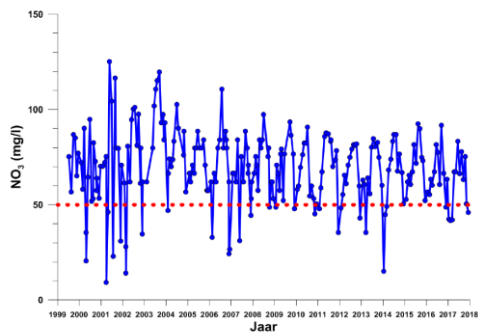
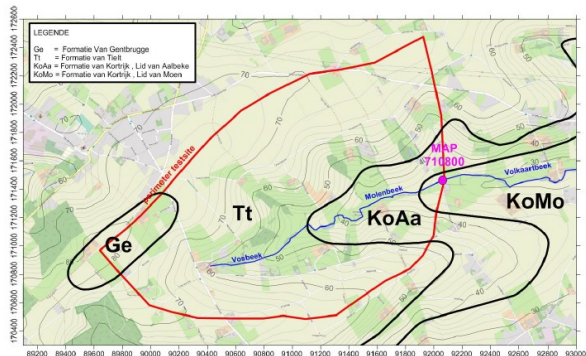
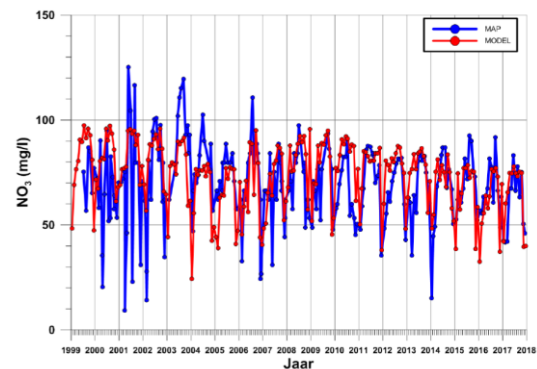
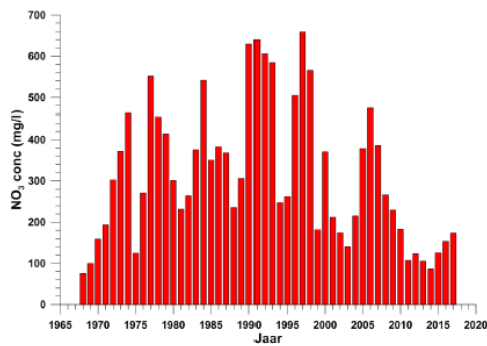
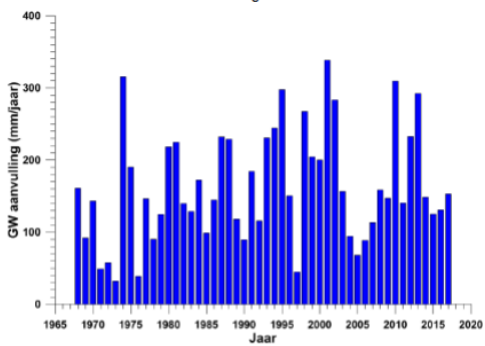
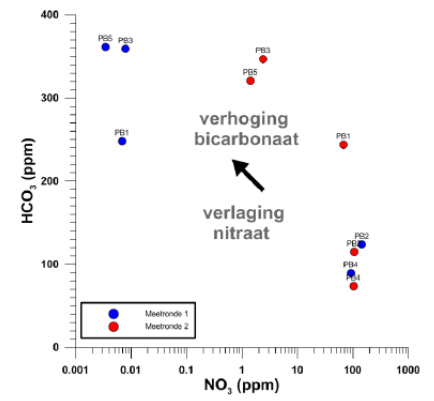
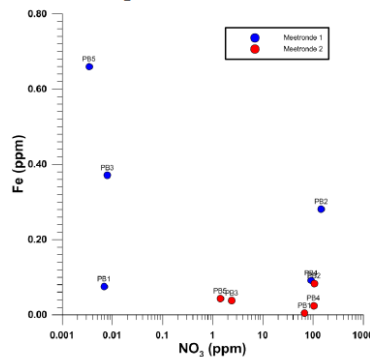


Fig 5.1 Grondwateraanvulling (1968-2017) berekend met het model van de onverzadigde zone

Fig 3.2 Crossplot van de redoxparameters ijzer en nitraat voor de grondwatermonsters





# Testsite Lubbeek (Brabant)





# Testsite Lubbeek (Brabant) 1

## Topografie : valleitje

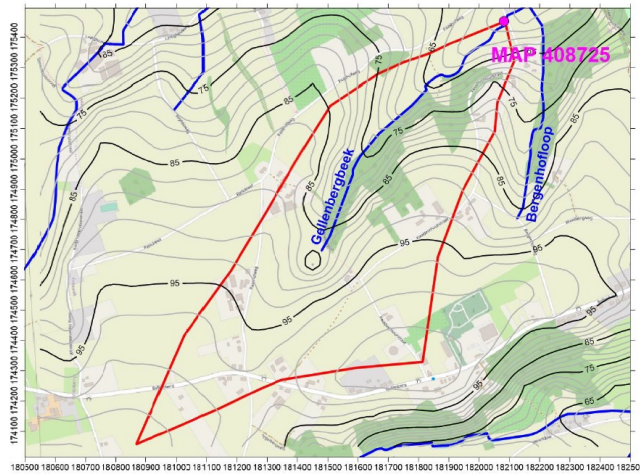


Fig 3.3 Roestsporen in de bovenste geoxideerde laag



## geologie

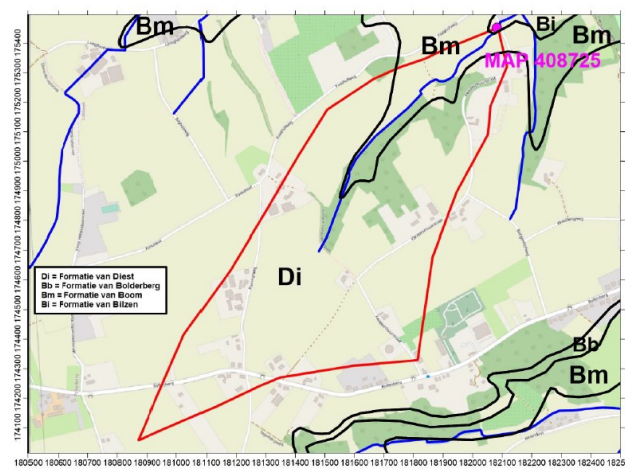
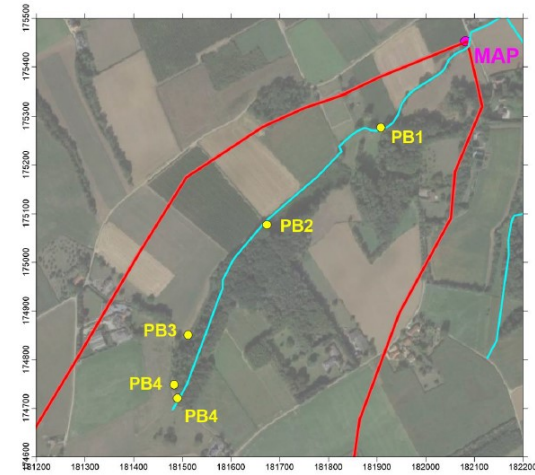


Fig 3.2 Kleurverschil tussen de geoxideerde en gereduceerde sedimenten

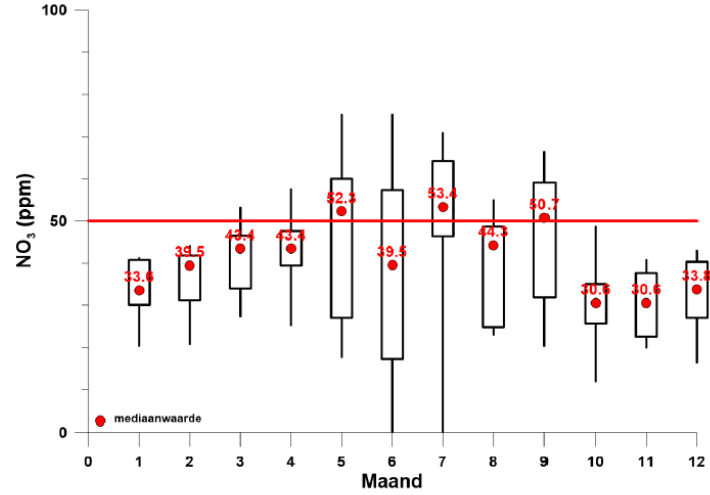
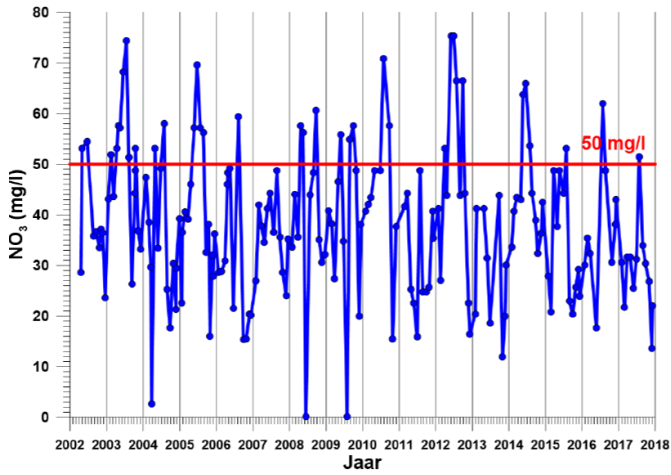


Fig 3.1 Ligging van de 5 geïnstalleerde peilbuizen in testsite Lubbeek





# Testsite Lubbeek (Brabant) 2

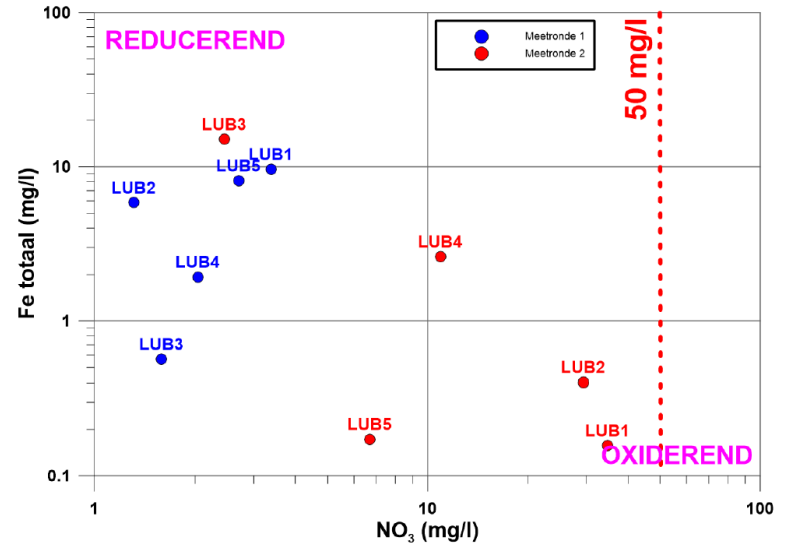


Hogere zomerwaarden = instroom grondwater vanuit omliggende heuvels  
= geoxideerd Diestiaan met hoge nitraatgehalten

Bronnetjes langs oostelijke valleiflank  
Hoge nitraatgehalten



Fig 3.4 Nitraat en ijzergehalten in de grondwatermonsters van de testsite Lubbeek





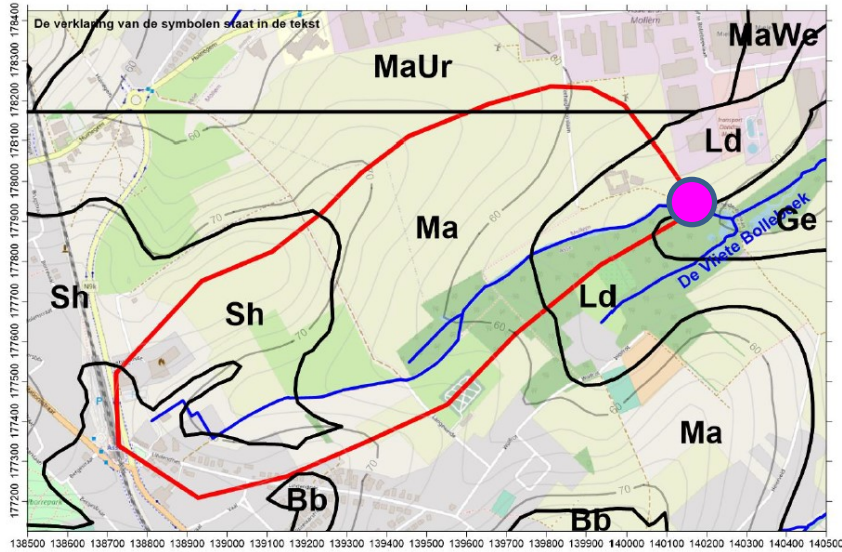
# Testsite Asse (Oost-Vlaanderen)



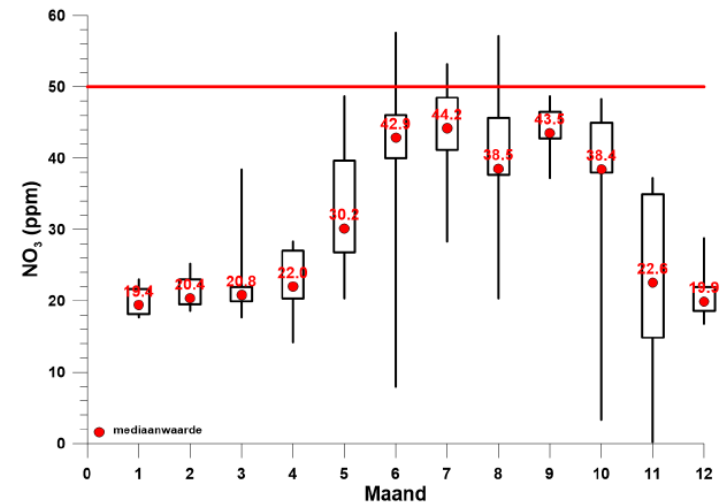
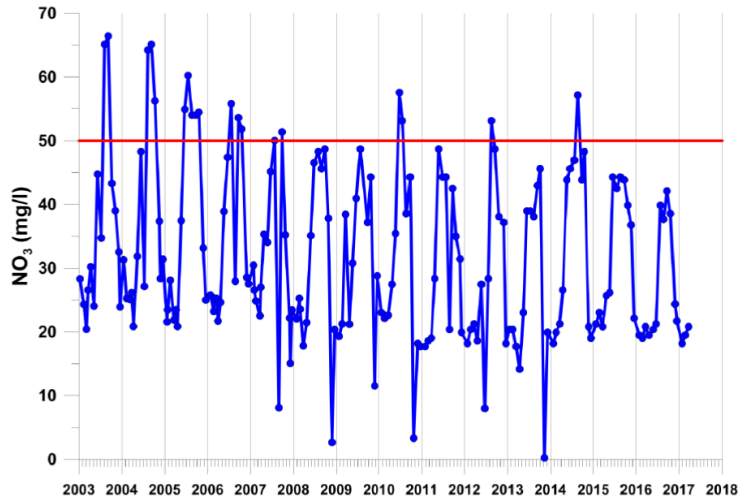


# Testsite Asse (Oost-Vlaanderen) 1

Complexe geologische opbouw



Zicht op de beek stroomopwaarts van het MAP meetpunt



# Testsite Asse (Oost-Vlaanderen) 2

Bronnetjes met Lediaanwater...

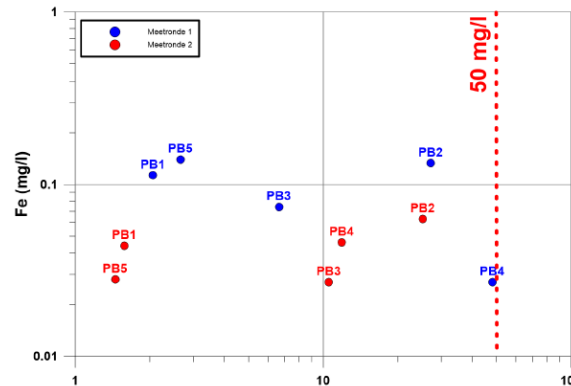
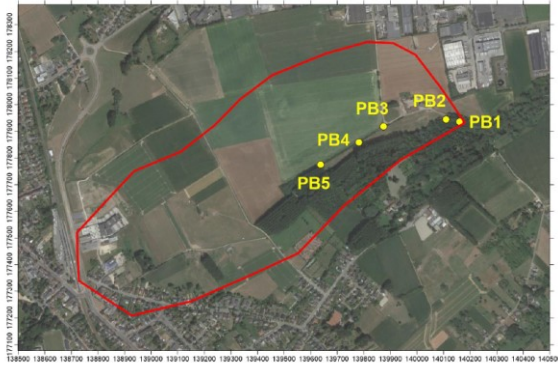
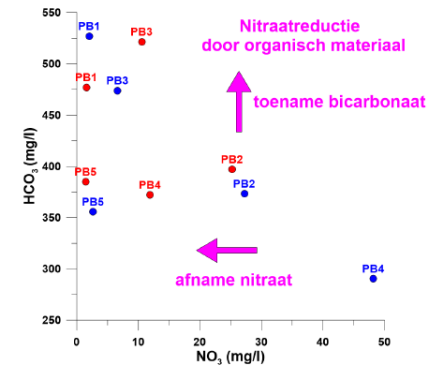
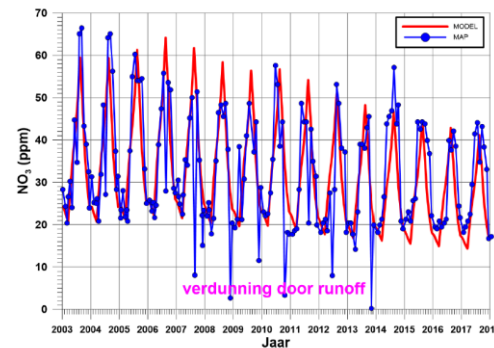


Fig 3.4 Crossplot van het bicarbonaatgehalte en het nitraatgehalte

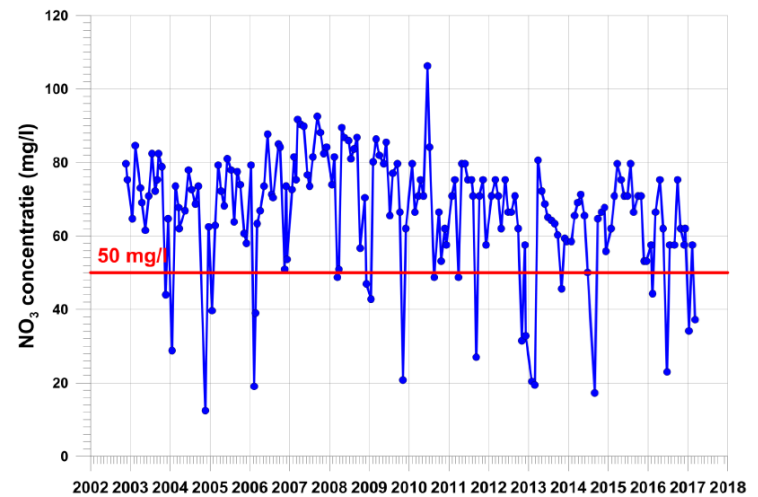
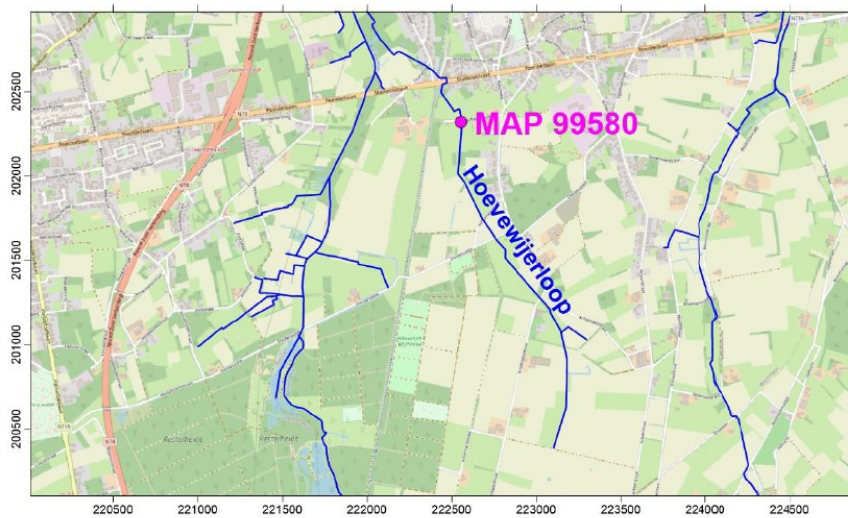


simulatie/predictiemodel





# Testsite Peer (Limburg, Kempisch plateau) 1



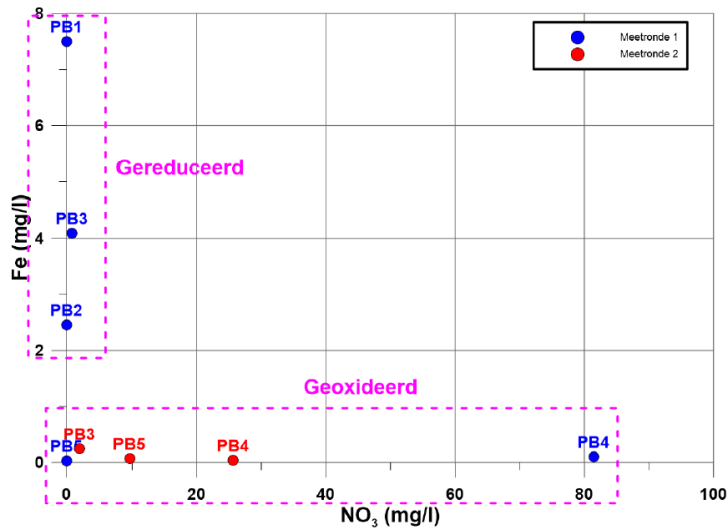


# Testsite Peer (Limburg, Kempisch plateau) 2

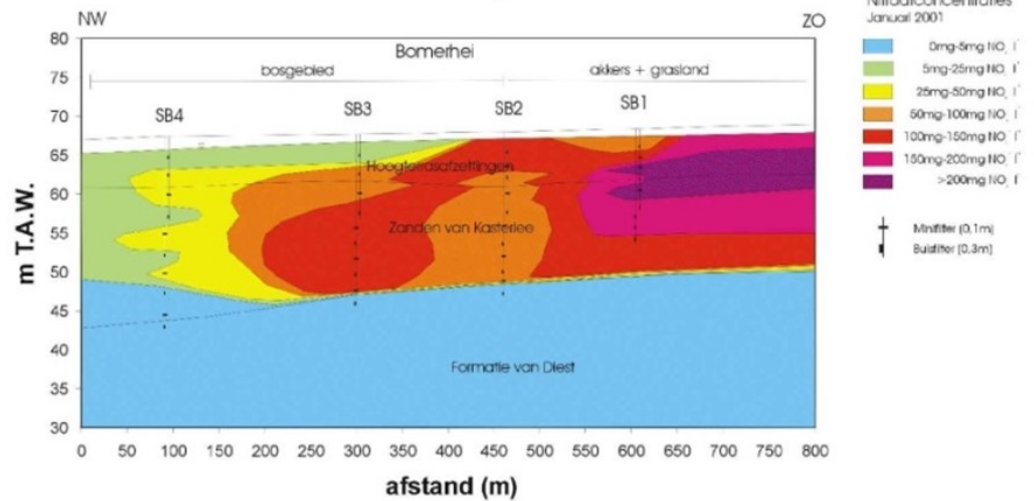
Fig 3.1 Ligging van de 5 geïnstalleerde peilbuizen in testsite Peer



Fig 3.4 Nitraat en ijzergehalten in de grondwatermonsters van de testsite Peer



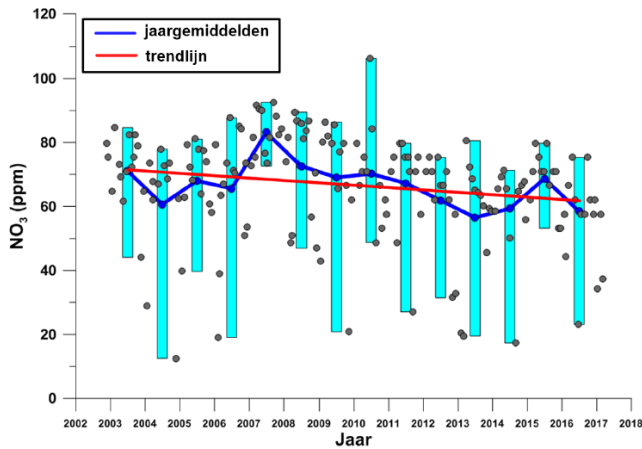
Profiel Bomerhei, Peer



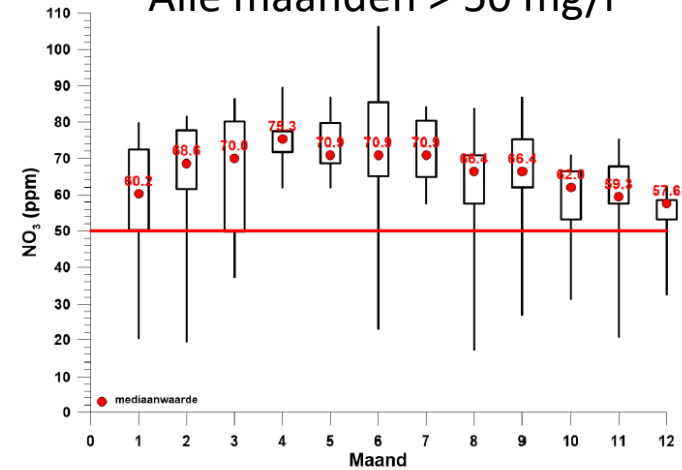
# Testsite Peer (Limburg, Kempisch plateau) 3

## Simulatiemodel /predictiemodel

### Evolutie?



### Maandelijkse waarden Alle maanden > 50 mg/l



## EU\_rotate-N

Fig 6.1 Grondwateraanvulling (1968-2017) berekend met het model van de onverzadigde zone

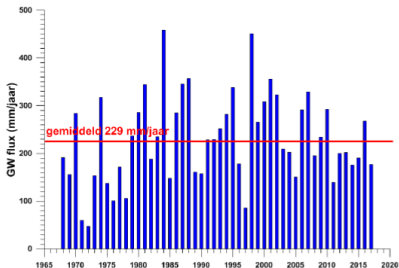
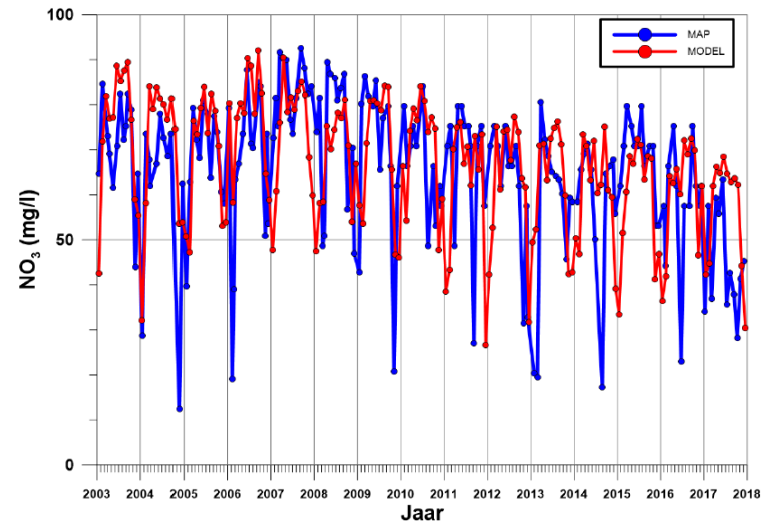
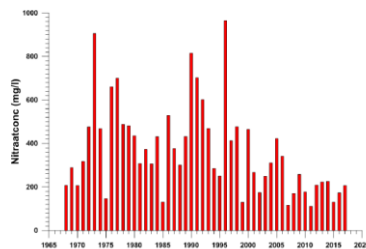
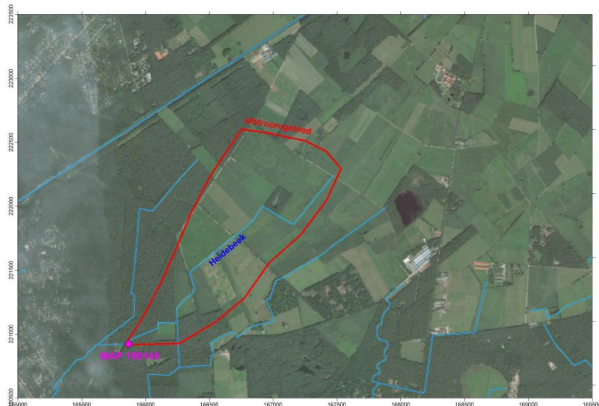


Fig 6.2 Nitraatconcentratie in het bodemperkolaat (1968-2017) berekend met het model van de onverzadigde zone





# Testsite Brecht (Noorderkempen) 1

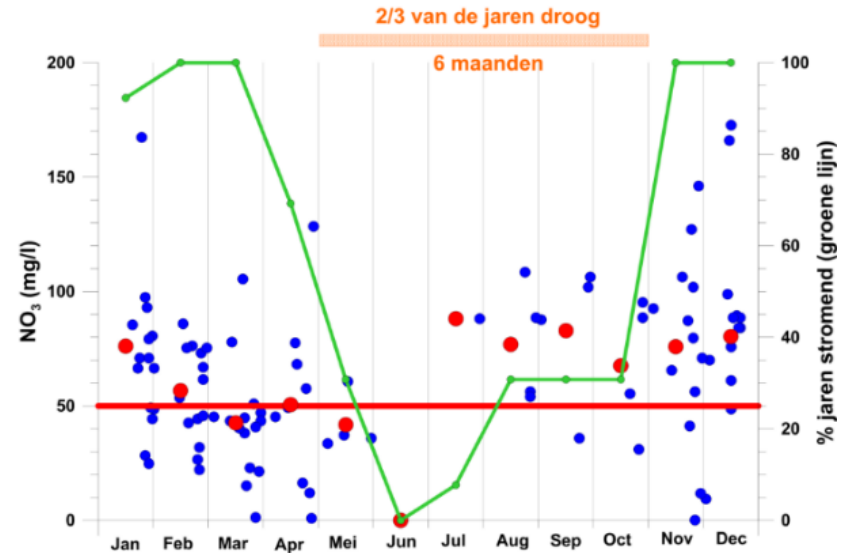
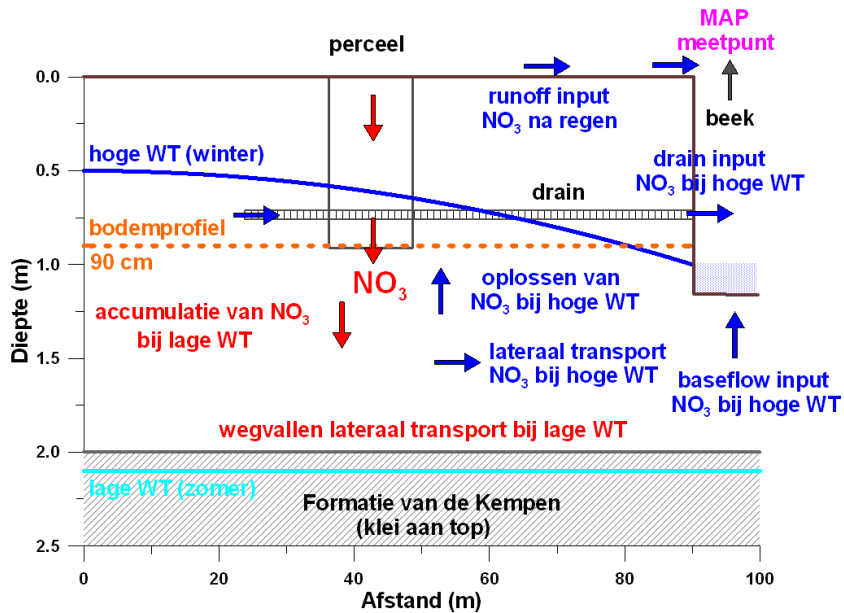
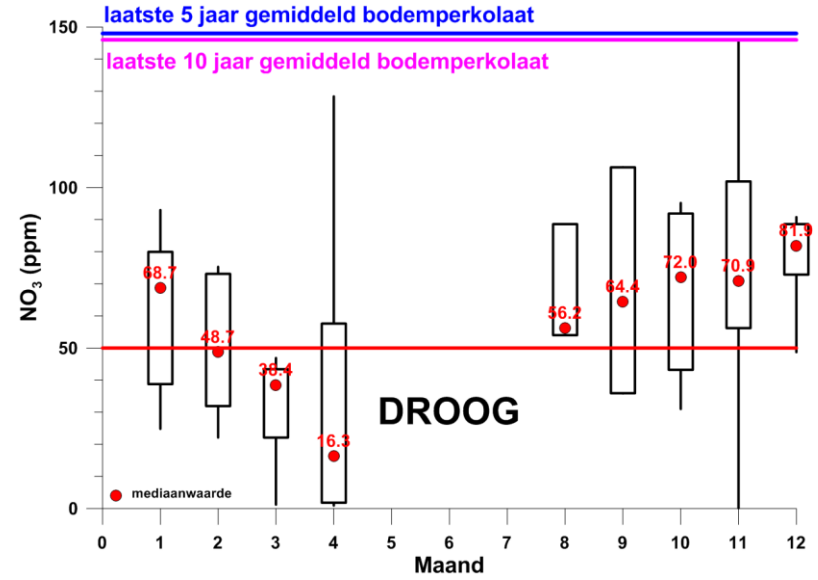




# Testsite Brecht (Noorderkempen) 2



Februari 2018 : dan stroomt de beek  
Maar in de zomer droog





**Algemene conclusies**

# CONCLUSIE 1 : bodempercolaat bevat nog veel nitraat

Testsites : gemiddelde NO3 (ppm) in bodempercolaat  
Berekend met EU\_rotate\_N  
Laatste 5 (2013-2017) en 10 jaar (2008-2017)

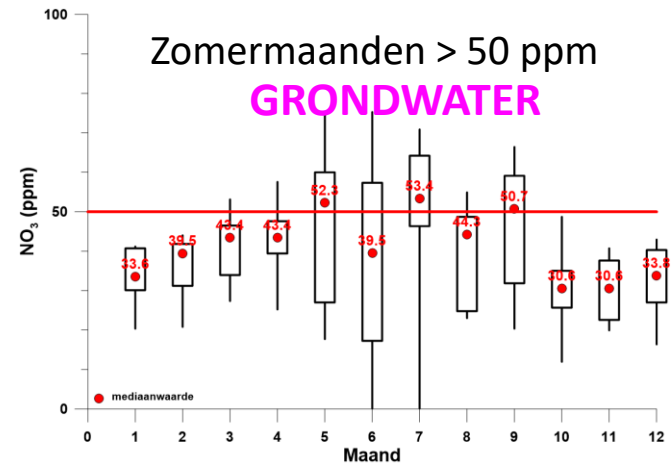
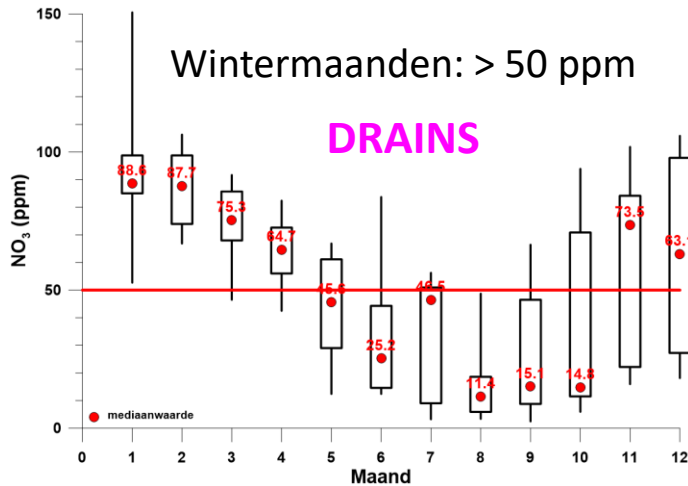
| Nr | testsite  | 5jaar | 10jaar | ranking |
|----|-----------|-------|--------|---------|
| 1  | Luikbeek  | 235   | 260    | 1       |
| 2  | Wort_Pet  | 129   | 155    | 7       |
| 3  | Balegem   | 96    | 117    | 9       |
| 4  | Brecht    | 148   | 146    | 4       |
| 5  | Overijse  | 86    | 92     | 10      |
| 6  | Peer      | 192   | 189    | 2       |
| 7  | Lubbeek   | 145   | 183    | 5       |
| 8  | Asse      | 99    | 114    | 8       |
| 9  | Assenede  | 151   | 165    | 3       |
| 10 | Plankbeek | 143   | 169    | 6       |
|    | MEDIAAN   | 144   |        |         |

In alle 10 testsites ligt de nitraatconcentratie in het bodempercolaat VER boven de 50 mg/l norm : bijna 2 tot bijna 5 x hoger (tussen 86 en 235 ppm)  
Ook in de testsite "zonder" nitraatprobleem (Assenede) bedraagt het ca 3 x 50 ppm



# CONCLUSIE 2 : DRAINS leveren grote nitraatvracht

## Instroom van nitraat : via DRAINS of via GRONDWATER?



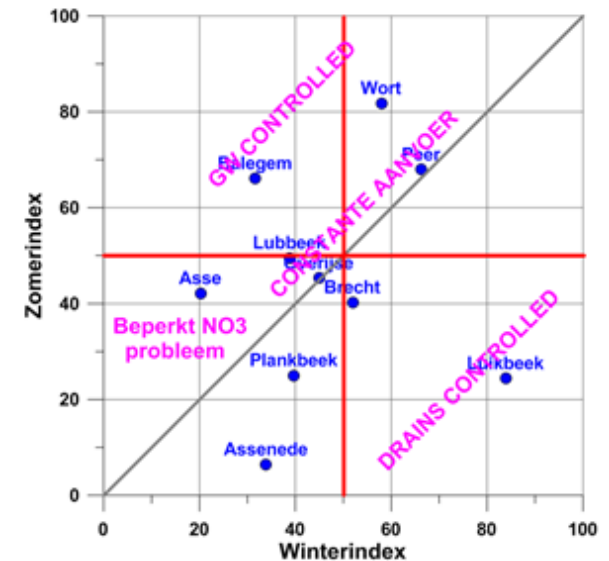
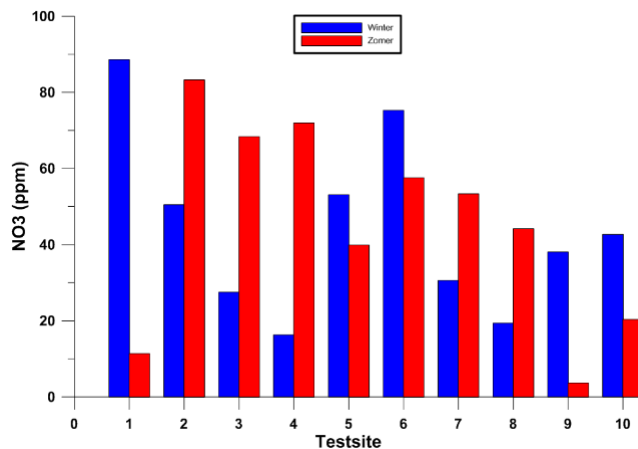
### Maandelijkse mediaanwaarden

#### WINTER index

gemiddelde van de mediaanconcentraties in Jan, Feb, Mar

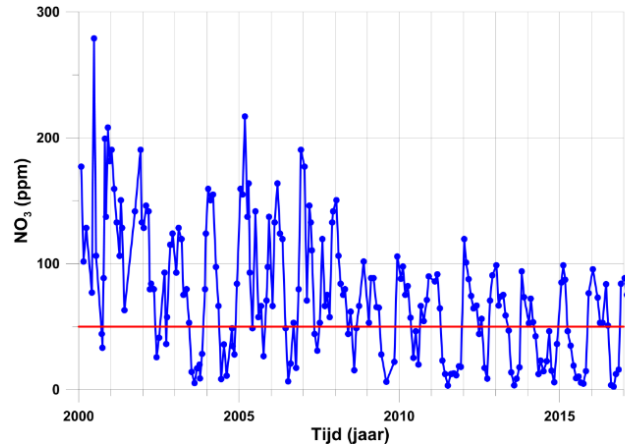
#### ZOMER index

gemiddelde van de mediaanconcentraties in Jul, Aug, Sep

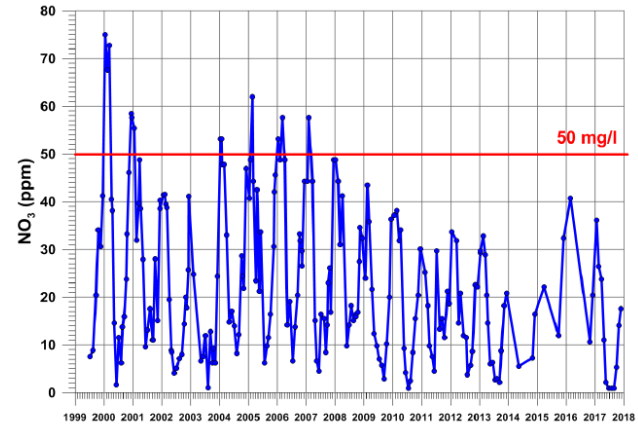


# DRAINS gecontroleerd → snelle verbetering

## LUIKBEEK (Staden)

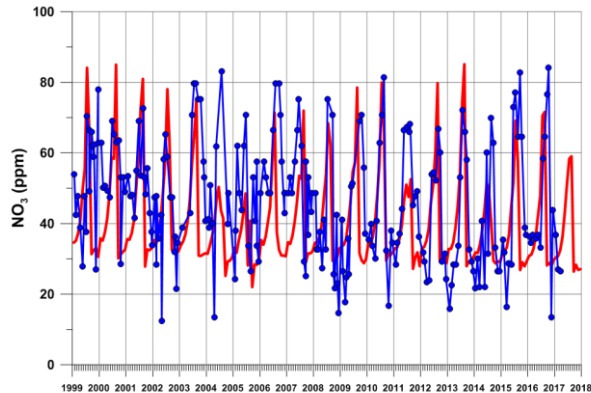


## ASSENEDE

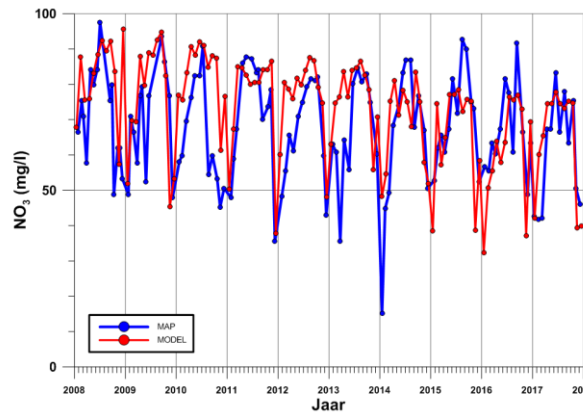


# GRONDWATER gecontroleerd → GEEN of trage verbetering

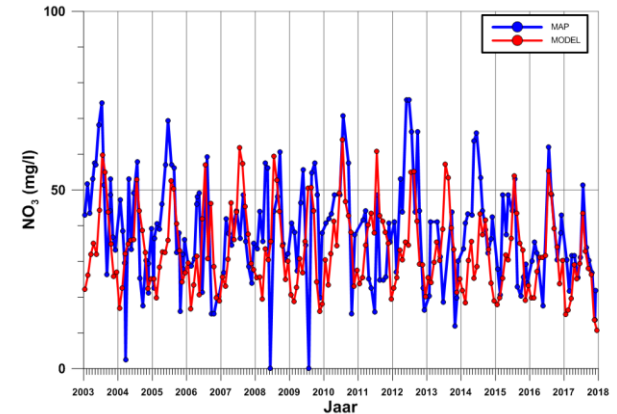
## Testsite 3 : Balegem



## Testsite 2 : Wortegem



## Testsite 7 : Lubbeek





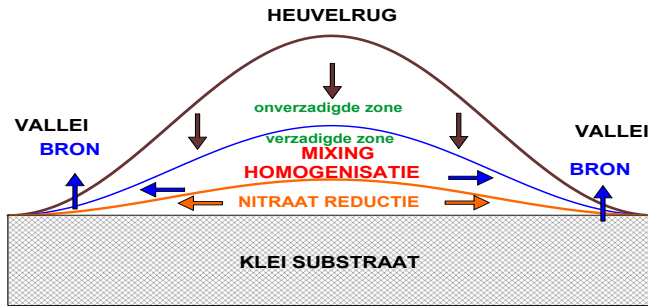
# CONCLUSIE 3 : Dikke oxidatiezone : grondwaterinstroom

Seizoenaliteit: Lage winterwaarden, Hoge zomerwaarden :

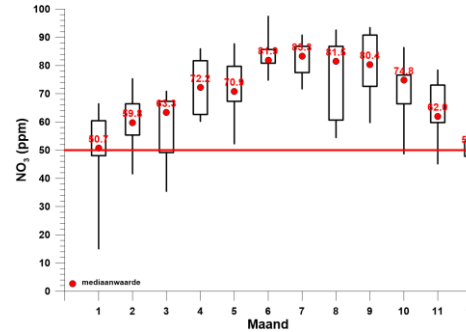
Grondwaterinstroom vanuit omliggende heuvels met geoxideerde lagen:

Ieperiaanzand (vooral West-Vlaanderen) bv Wortegem-Petegem

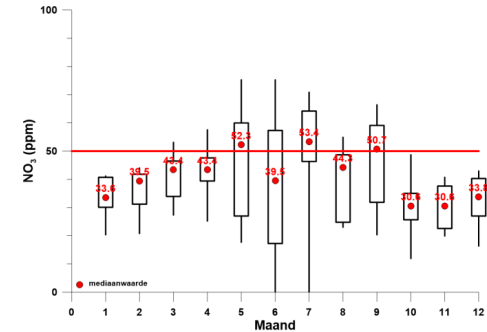
Lediaan/Paniseliaan zand (vooral Oost-Vlaanderen) bv Asse



## Testsite Wortegem-Petegem



## Testsite Asse

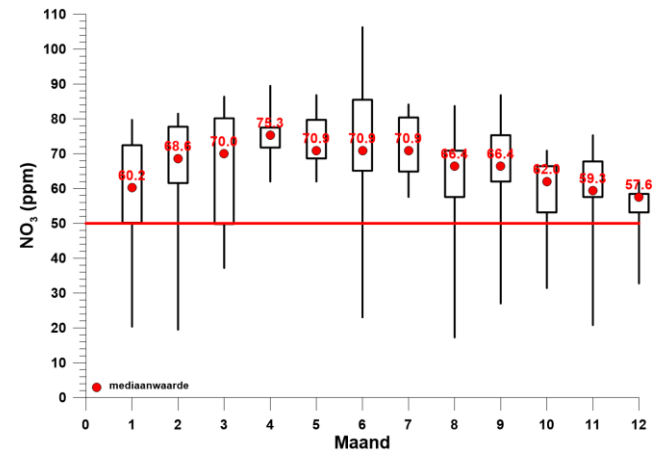
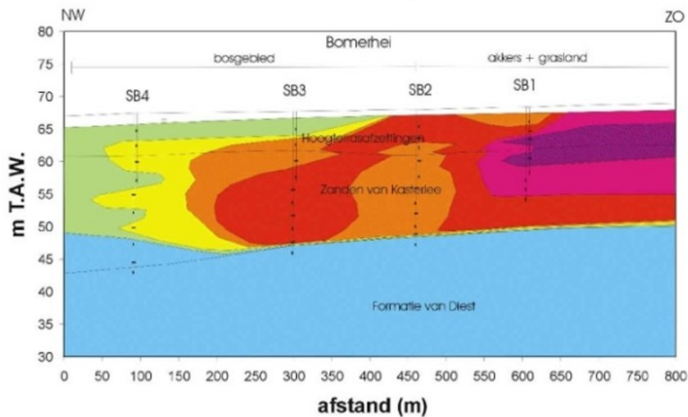


Seizoenaliteit: Hoge winterwaarden, Hoge zomerwaarden

belangrijke constante grondwaterinstroom vanuit een dikke oxidatielaag

Kempisch plateau : Hoogterras (Limburg) bv Peer, Maasterrassen (Limburg), Krijt (Limburg)

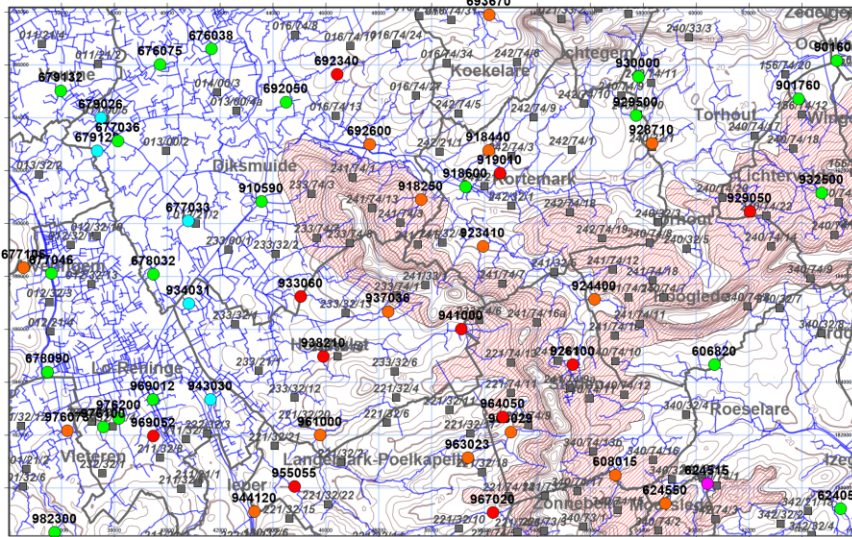
## Profiel Bomerhei, Peer



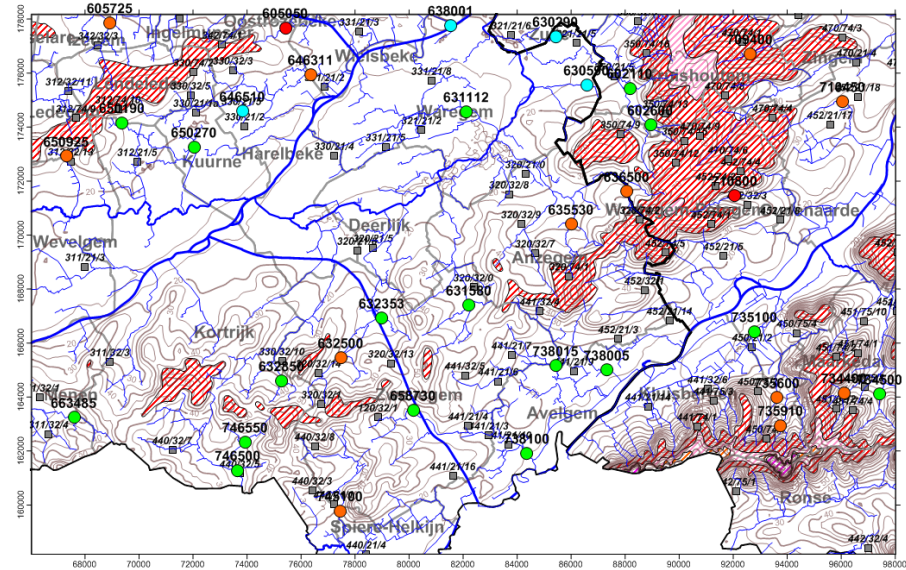
# Instrument op kaartniveau

= kaart met voorkomen geoxideerde lagen + andere nuttige info

kaartblad 20



kaartblad 29



| HHZ zone                                      | nummer | dikte oxidatiezone | testsite           |
|---|--------|--------------------|--------------------|
| Polders (verzilte gebieden)                   | 0      | dun                |                    |
| Duingebieden                                  | 10     | dun                |                    |
| Vlaamse Vallei (+bijrivieren en kustvlakte)   | 21     | dun                | Assenede           |
| Maas-Rijn-afzettingen                         | 22     | dik                |                    |
| Hoogterras-afzettingen                        | 23     | dik                | Peer               |
| Dun quartair dek boven Ieperlaan klei         | 32     | dun                |                    |
| Dun quartair dek boven Panisellaan klei       | 33     | dun                |                    |
| Dun quartair dek boven de Bartoon klei        | 34     | dun                |                    |
| Dun quartair dek boven de Rupel klei          | 35     | dun                |                    |
| Complex van de Kempen                         | 40     | dun                | Brecht             |
| Formatie van Brasschaat(+Merksplas)           | 51     | dun                |                    |
| Formatie van Mol                              | 52     | dik                |                    |
| Formatie van Lillo en Poederlee               | 61     | dun                |                    |
| Formatie van Diest                            | 63     | dun                |                    |
| Zanden van Brussel                            | 71     | dik                |                    |
| Onder-Oligoceen (Tongeren+Billen)             | 72     | dun                |                    |
| Ledo-Panisellaan                              | 73     | dun                |                    |
| Zanden van Egem                               | 74     | dun                | Luikbeek(Staden)   |
| Zanden van Mons-en-Pevele                     | 75     | dun                |                    |
| Landeniaan                                    | 76     | dik                | studie 2002        |
| Heersiaan                                     | 77     | dik                | studie 2002        |
| Formatie van Eigenbilzen                      | 78     | NG                 |                    |
| Krijt afzettingen                             | 82     | dik                |                    |
| Paleoceen                                     | 90     | dun                |                    |
| Formatie van Kasterlee                        | 62kas  | dik                | Peer               |
| Formatie van Kattendijk                       | 62kat  | dun                |                    |
| Formatie van Diest in de heuvelstreken        | 63h    | dik                | Lubbeek            |
| Formatie van Berchem                          | 64ber  | dun                |                    |
| Formatie van Bolderberg                       | 64bol  | dun                |                    |
| Zanden van Brussel in de heuvelstreken        | 71h    | dik                | Overijse           |
| Ledo-Panisellaan in de heuvelstreken          | 73h    | dik                | Balegem/Asse       |
| Zanden van Egem in de heuvelstreken           | 74h    | dik                | Wortegem/Plankbeek |
| Zanden van Mons-en-Pevele in de heuvelstreken | 75h    | dik                |                    |

(Dikke) Geoxideerde afzettingen (arcering)

Ligging MAP meetpunten

Ligging peilbuizen VMM meetnet

Topografie (DHM)

Hydrografie

Beken die in gearceerd gebied liggen (deels of volledig) hebben een grote grondwaterinstroming en zijn extra gevoelig zijn voor nitraatinputs van landbouwpercelen via het grondwater



# CONCLUSIE 4 : Soms meer complexe situaties

Deze studie : 2 van de 10 gevallen

## Testsite Brecht (Noorderkempen)

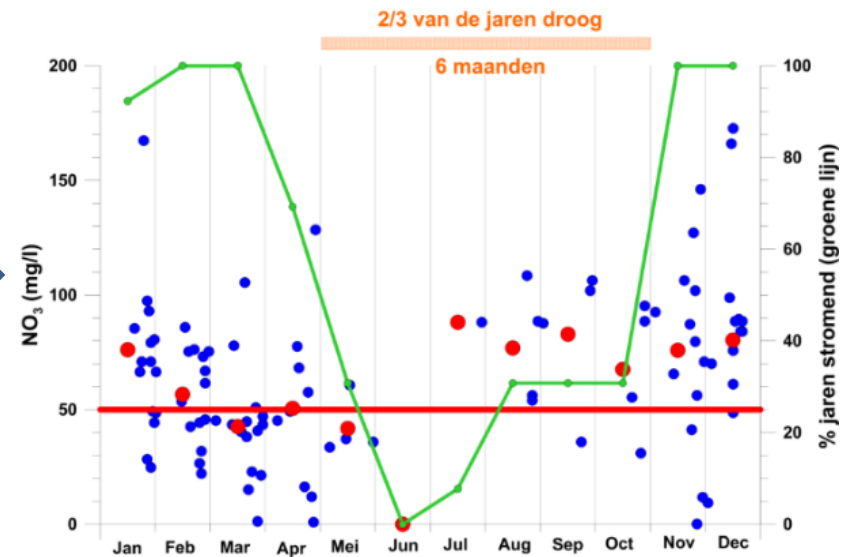
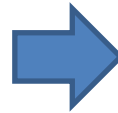
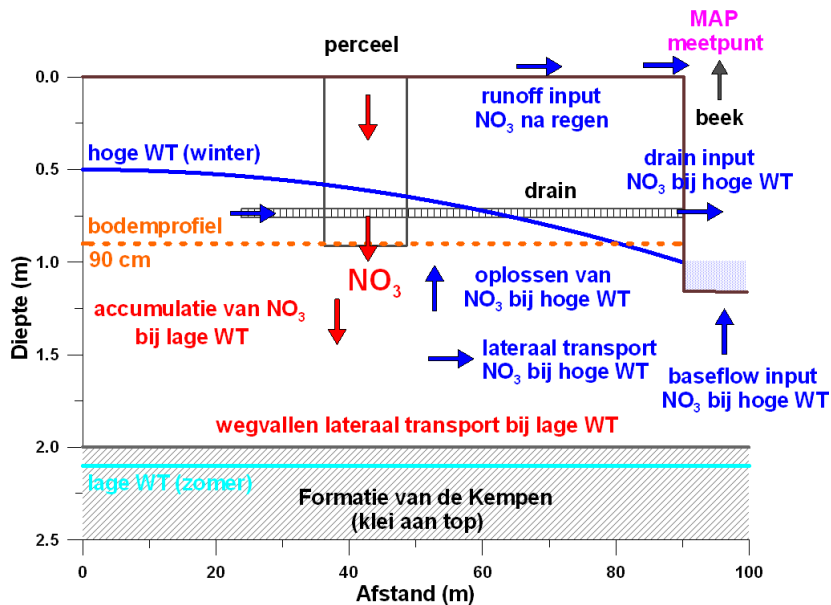
Freatische laag valt droog in zomer

→ nitraat accumuleert

→ Najaar : grondwater stijgt

→ nitraat wordt op korte tijd afgevoerd

→ zeer hoge pieken in najaar



Indicatief voor het effect van drogere zomers?

**EINDE**