

# De nutriëntenkringloop in vochtig bos

Emiel Brouwer

≡ provincie  
Gelderland



**Provincie Noord-Brabant**



# Vochtige bossen: niet droog, niet nat

- Niet te droog: in de winter grondwaterstanden tot aan of dicht bij maaiveld → geen oppervlakkige verzuring
- Niet te nat: in de zomer iets wegzakkende grondwaterstanden → doorluchting wortelzone

# Vochtige bossen: veel varianten

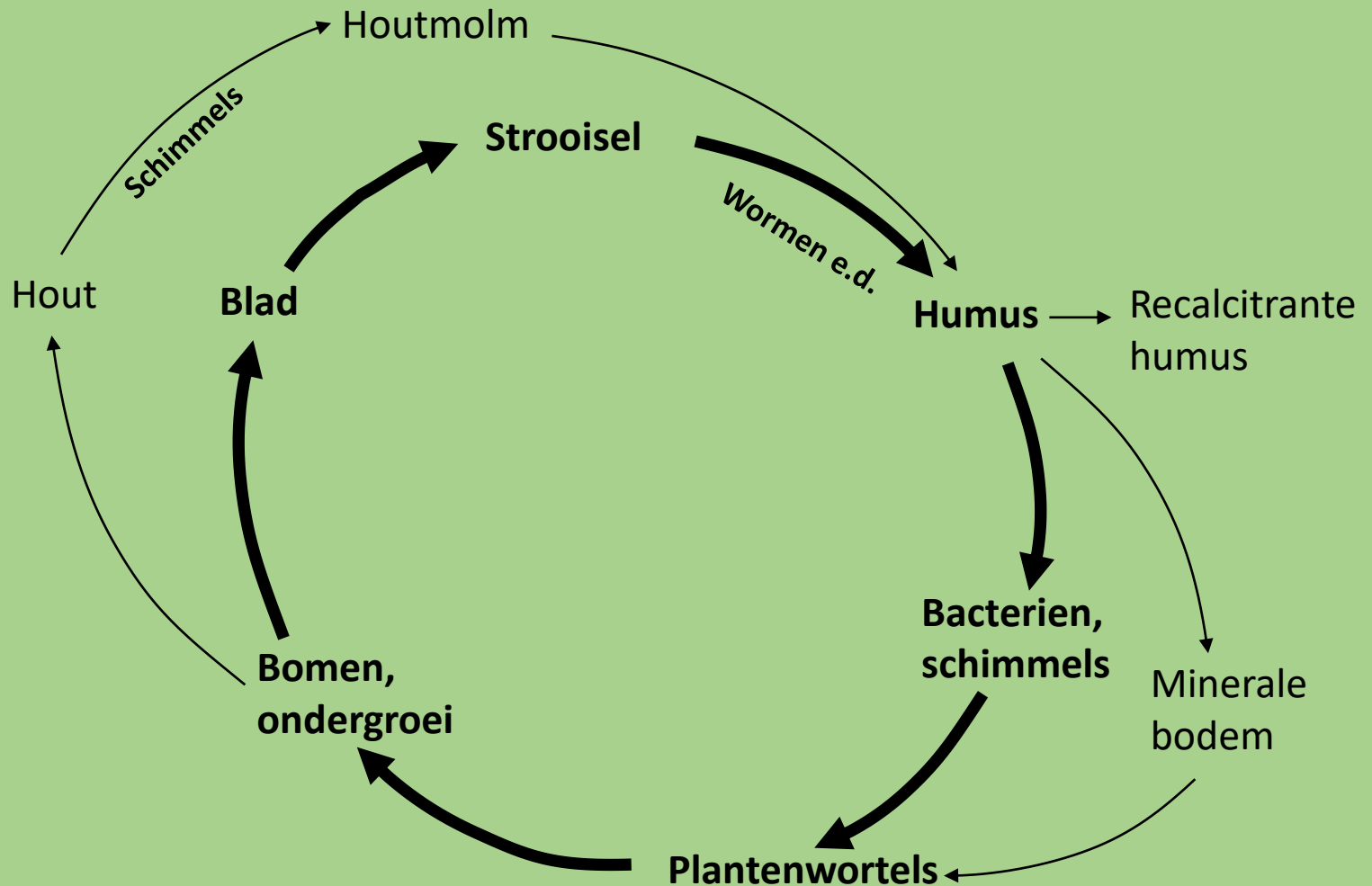
- Zuur: vochtig eiken-berkenbos
- **Zwak zuur – neutraal: eiken-haagbeukenbos / vogelkers-essenbos**
- Basisch: kalkrijk eiken-haagbeukenbos

# Vochtige bossen: de gulden middenweg

|            |                              | Zachthout-<br>ooibos  | Hardhout-<br>ooibos   | Essen-<br>lepenbos | <b>Vochtig bos<br/>Leembos</b> | Eiken-<br>Beukenbos | Eiken-<br>Berkenbos | Korstmos-<br>dennenbos |
|------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| Bomen      | Wilg/populier                |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Es/lep/Haagbeuk/Linde        |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Eik                          |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Beuk                         |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Den/berk                     |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
| Ondergroei | Speenkruid/brandnetel        |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Geel nagelkruid/Look z. look |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Heksenkruid/Aronskelk        |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Sleutelbloem/Heelkruid       |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Dalkruid/Eikvaren            |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Bosbes                       |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | (Korst-)mos                  |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
| Mycoflora  | Inktzwammen                  |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Franjehoeden                 |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Vezelkoppen                  |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Graslandpaddenstoelen        |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Amanieten                    |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Russula's                    |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Gordijnzwammen               |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
|            | Ridderzwammen                |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
| Bodemfauna | Regenwormen                  |                       |                       |                    |                                |                     |                     |                        |
| Humus      |                              | Hydromull             | mull                  | mull               | <b>mull(-moder)</b>            | moder               | mor                 | geen                   |
| Bodemtype  |                              | Klei/<br>slibbig zand | Lichte zavel/<br>zand | Klei/zavel         | <b>Leem/lemig<br/>zand</b>     | Zwak lemig<br>zand  | Leemarm<br>zand     | Stuifzand              |
| Buffering  | Zuurgraad (pH)               | pH > 7                | pH > 6,5              | pH > 6             | <b>pH 5-7</b>                  | pH 4-5              | pH 3,5-4,5          | pH 4-4,5               |
|            | Basenverzadiging (%)         | >98                   | >95                   | >95                | <b>50-95</b>                   | 30-60               | 20-50               | 30-50                  |
| Stikstof   | Dominante vorm               | Nitraat               | Nitraat               | Nitraat            | <b>Nitraat</b>                 | Nitraat             | Ammonium            | Ammonium               |
|            | Zoutextract, µm/l            | 200-1000              | 150-300               | 200-400            | <b>100-300</b>                 | 50-200              | 50-200              | 10-50                  |
| Fosfor     | Totaal-P (mmol/l)            | 10-30                 | 8-12                  | 10-15              | <b>5-10</b>                    | 4-8                 | 2-5                 | 1-3                    |
|            | Olsen-P (mmol/l)             | 2-5                   | 0,6-1,0               | 0,8-1,2            | <b>0,5-0,8</b>                 | 0,5-0,8             | 0,4-0,8             | 0,2-0,4                |
|            | Labeil-P (zoutextract, µm/l) | >10                   | >10                   | 3-10               | <b>0-5</b>                     | 2-10                | 2-20                | 0-5                    |

# Bosbodem: gesloten nutriëntenkringloop

Alleen toegankelijk voor deelnemers

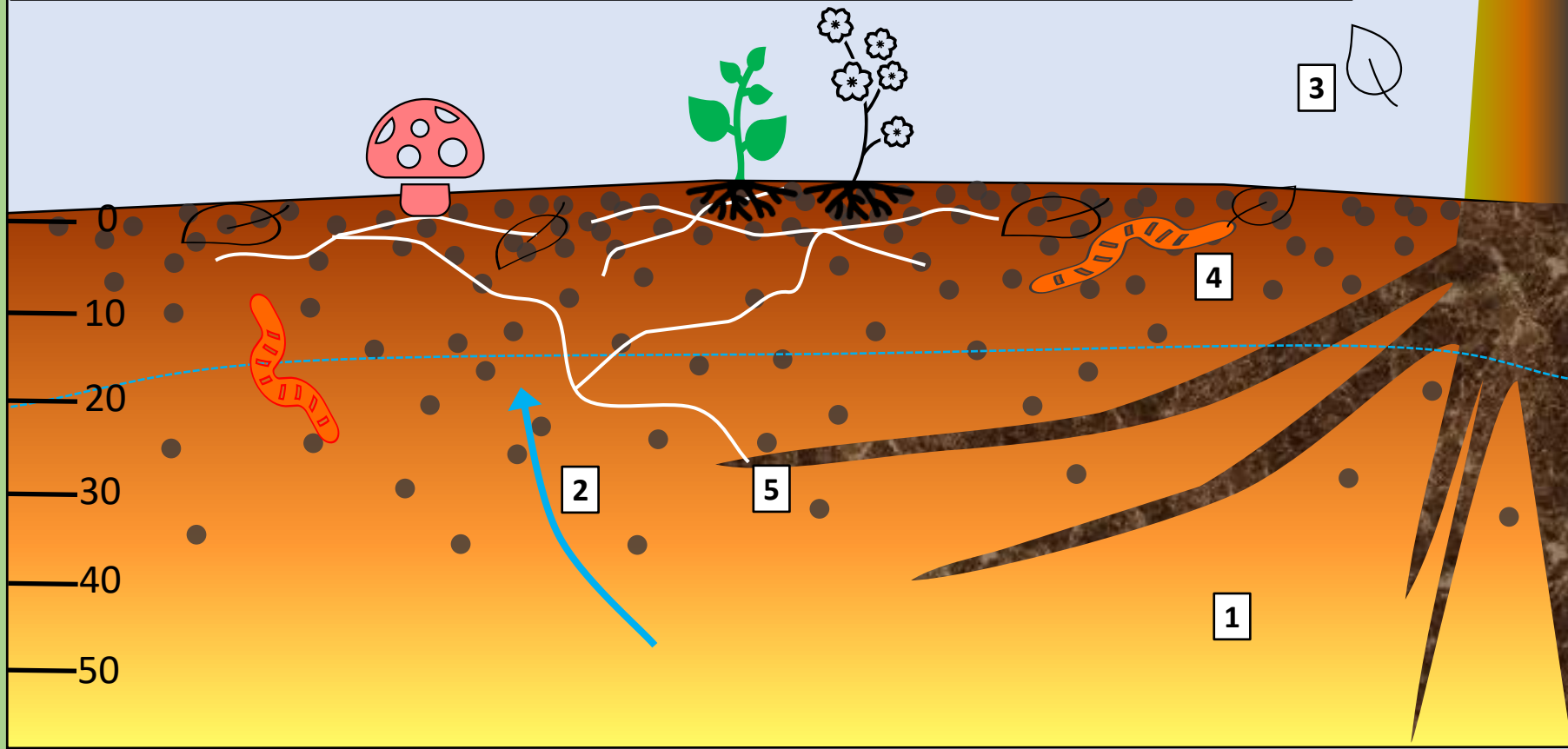


# Standplaatscondities vochtig bos

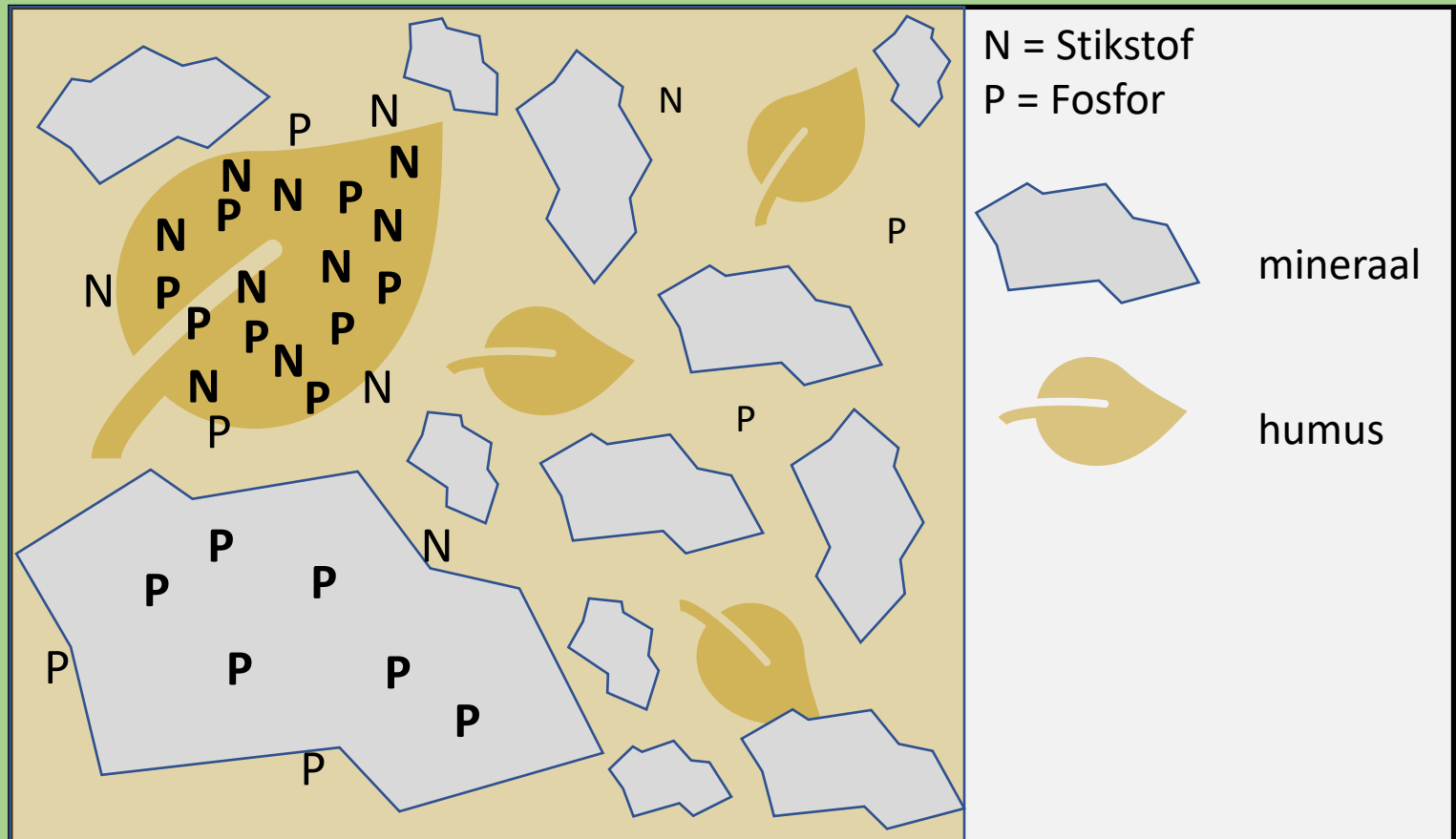
- Boomlaag: matig snel verterend, matig basenrijk strooisel
- Bodem: niet verzuurd, goede strooiselafbraak & menging
- Voedingsstoffen: Matige stikstofbeschikbaarheid. Fosfaat niet direct beschikbaar, planten beschikbare fractie vrij klein
- Hydrologie: in de winter water tot aan maaiveld, in de zomer wat dieper (0,5 -1 meter) wegzakkend
- Biologie: voedingsstoffen alleen beschikbaar binnen een netwerk van samenwerkende bacterien, schimmels, planten en dieren

## 1: Intact situatie

- 1 = Lemige bodem met veel ijzer en calcium -> buffering en fosfaatbinding
- 2 = Periodiek nat: buffering, fosfaatbinding (Fe, Ca); ook enige dénitrificatie
- 3 = Aanvoer matig afbreekbaar strooisel met voldoende basen (Ca, K, Mg,..)
- 4 = Bodemleven -> goede afbraak en menging -> vastlegging nutriënten -> niet direct beschikbaar
- 5 = Planten afhankelijk van bodemleven voor nutriënten -> soortenrijke levensgemeenschap



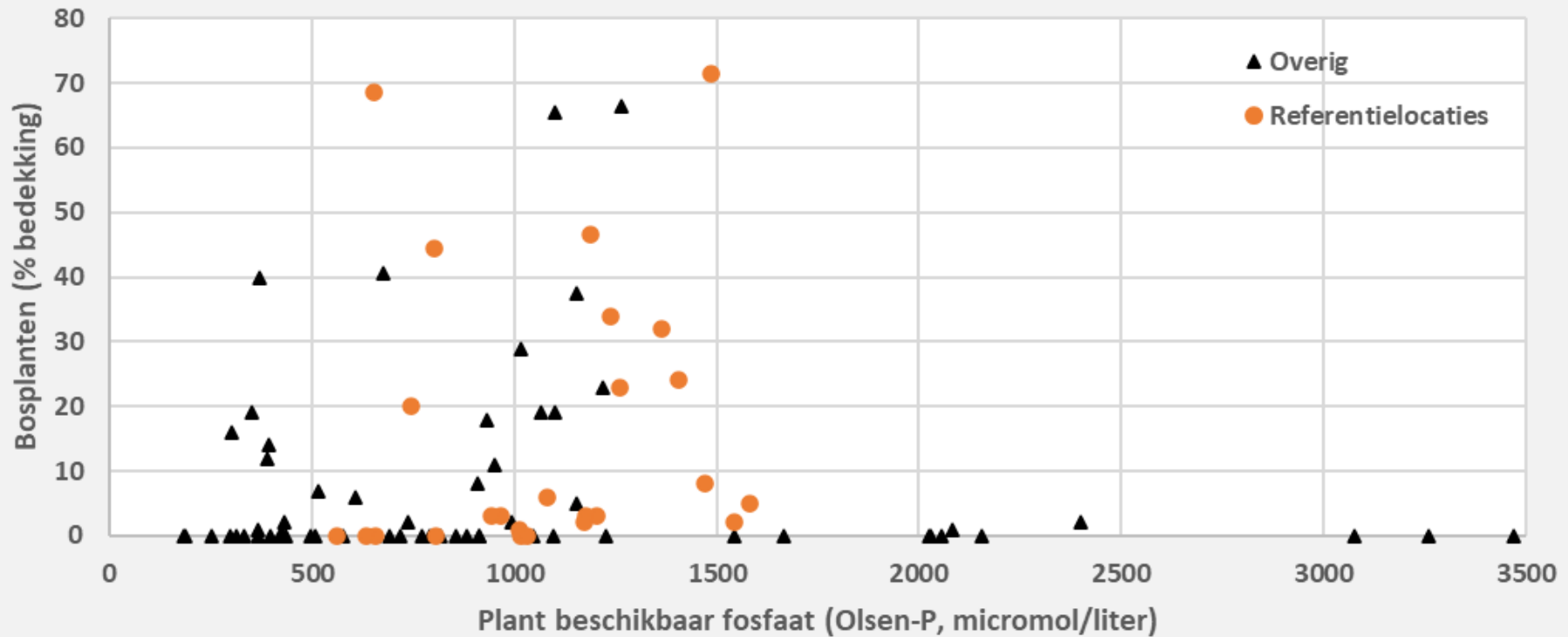
# Voedselrijkdom bodem; 3 niveau's



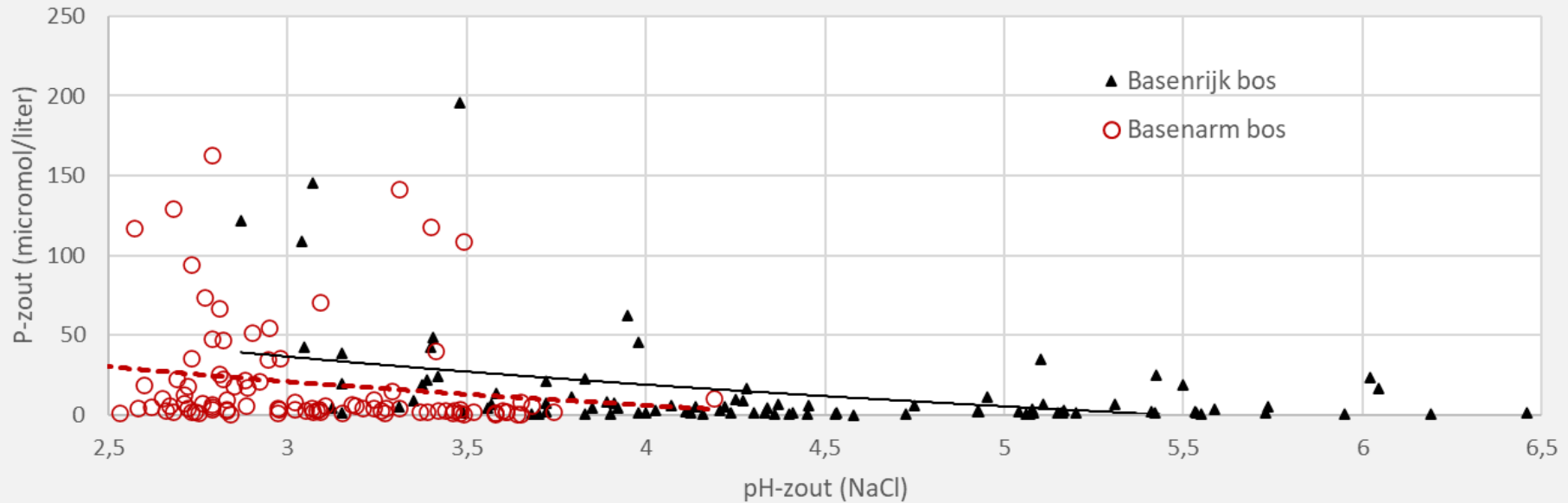
# Voedselrijkdom; 3 niveau's

| Fractie             | Waar?  | Relevant voor:  |
|---------------------|--|-----------------|
| Totale voorraad     | In mineralen & humus                                     | Heide, hoogveen |
| Plant-beschikbaar   | Gebonden aan metaalionen (Fe, Ca) en organisch materiaal | Graslanden      |
| Makkelijk oplosbaar | Opgelost of kation-uitwisselings-complex                 | Akkers, bossen  |

## 2 Referentielocaties: bodem



## 2 Referentielocaties: bodem



Clavaria spec.  
Smodebos, okt. 2021

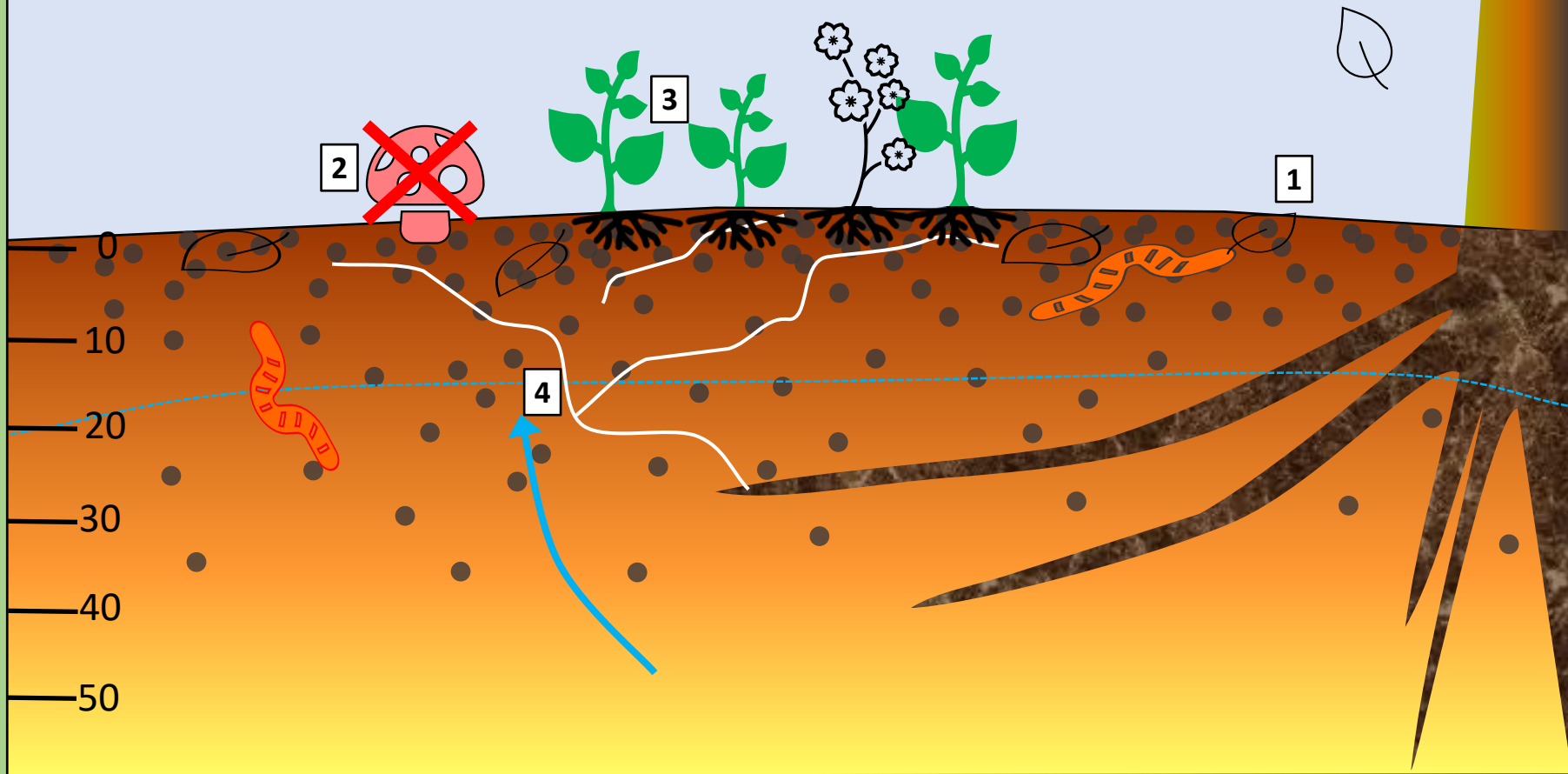
## 2: Stikstofdepositie

1 = Verandering kwaliteit strooisel

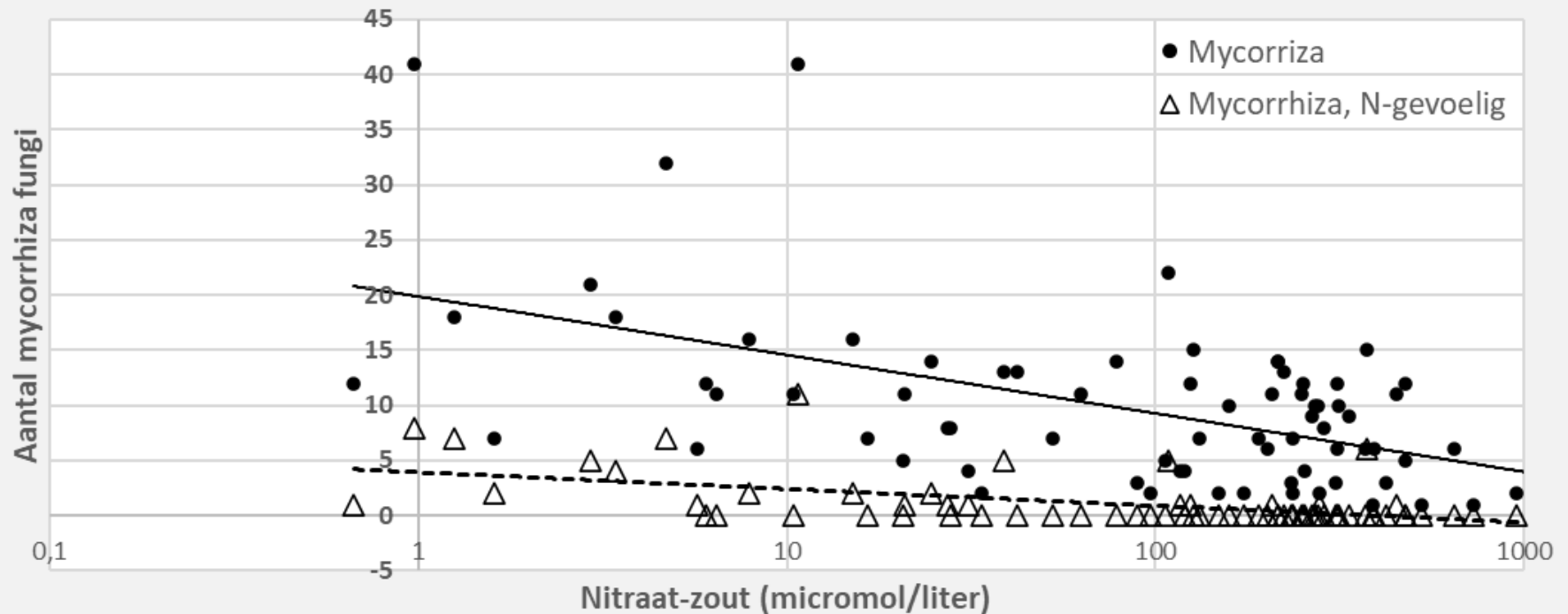
2 = Stikstof vrij beschikbaar (als nitraat) -> planten minder afhankelijk van bodemleven

3 = Snelgroeïende soorten winnen terrein

4 = Wijzigingen vegetatie beperkt door fosfaat- en lichtlimitatie



## 2 Referentielocaties: bodem



### 3: Stikstofdepositie + arm strooisel soorten

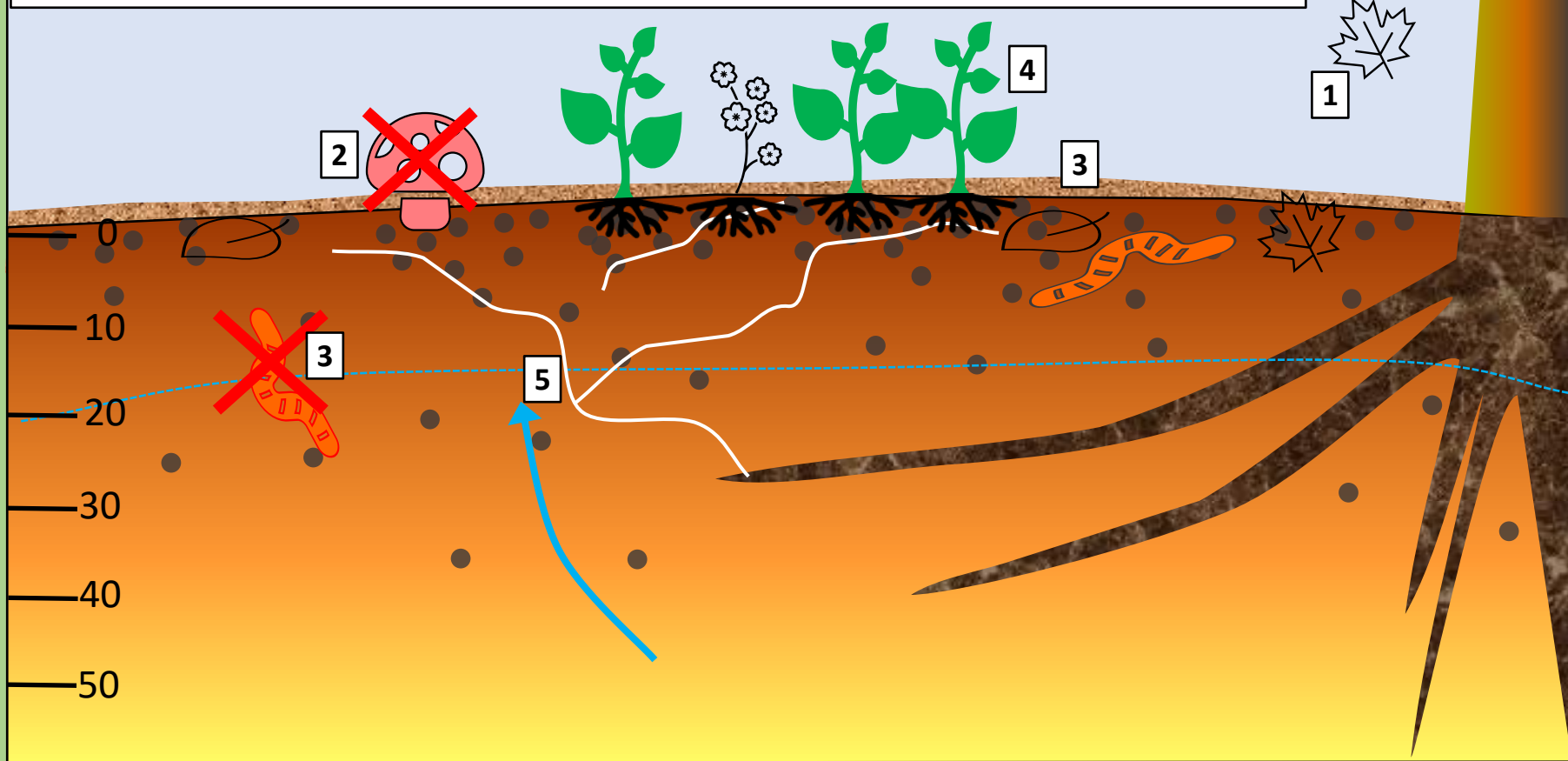
1 = Strooisel stikstofrijk en basenarm

2 = Stikstof vrij beschikbaar (als nitraat) -> planten minder afhankelijk van bodemleven

3 = Dunne, verzuurde, ruwe humuslaag -> minder bioturbatie, beginnende fosfaatmobilisatie

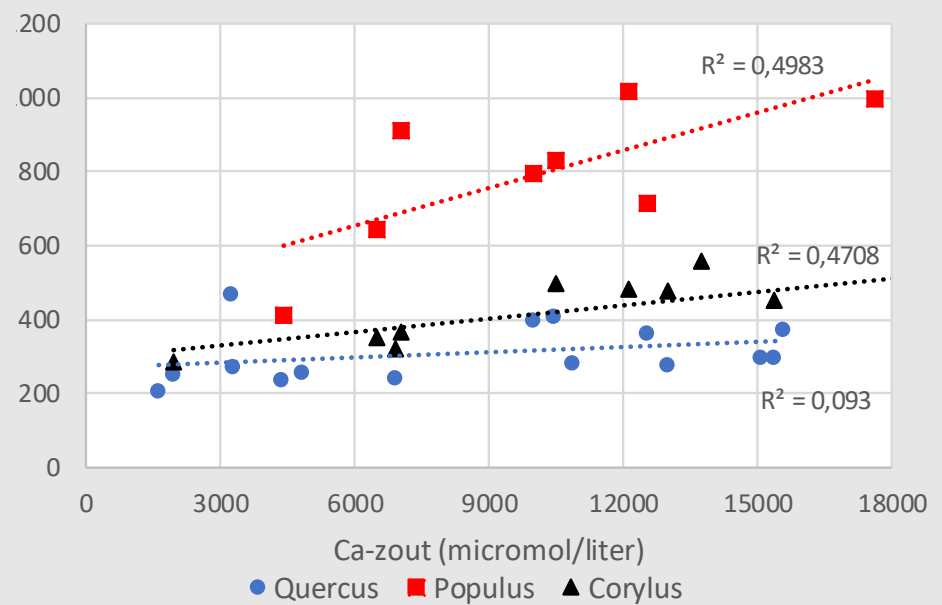
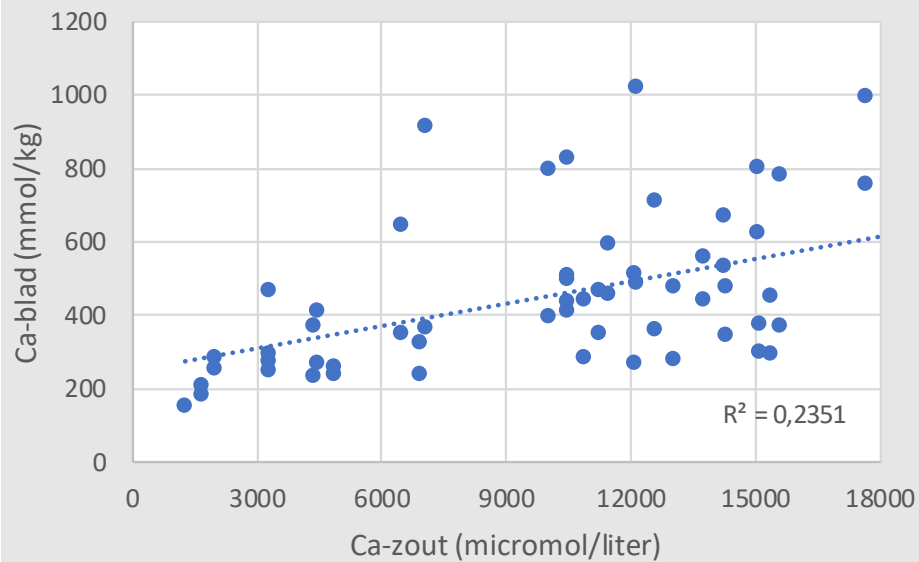
4 = Snelgroeiende soorten winnen terrein

5 = Wijzigingen vegetatie beperkt door fosfaat- en lichtlimitatie

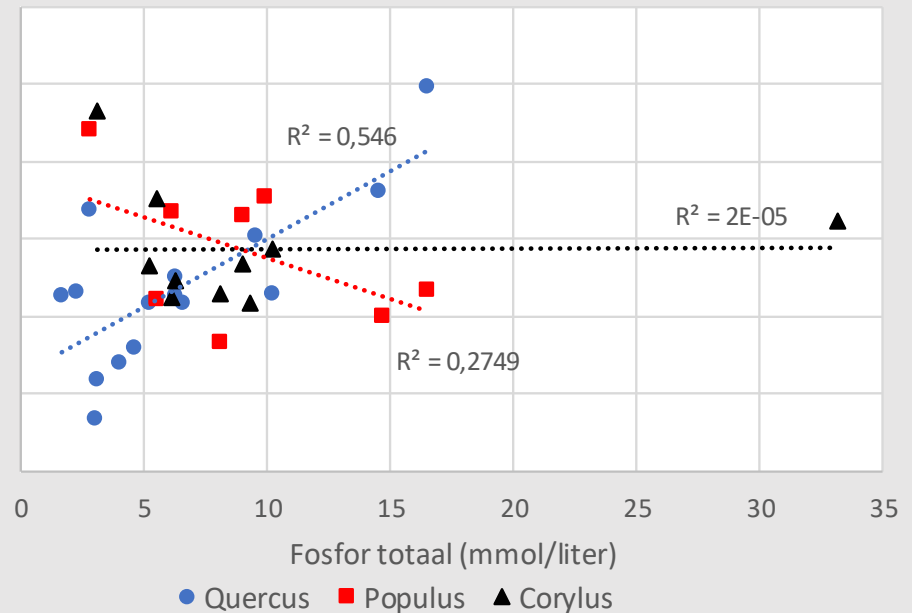
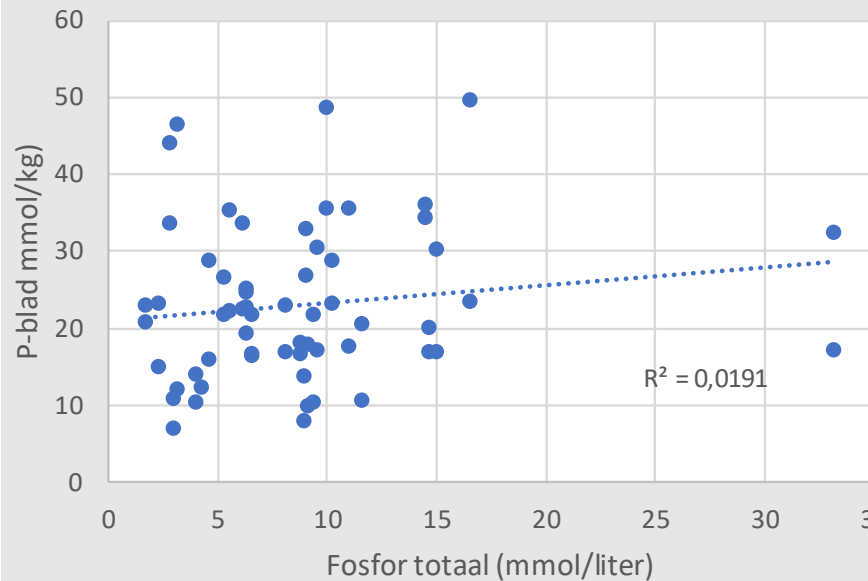


# Samenstelling vers gevallen blad

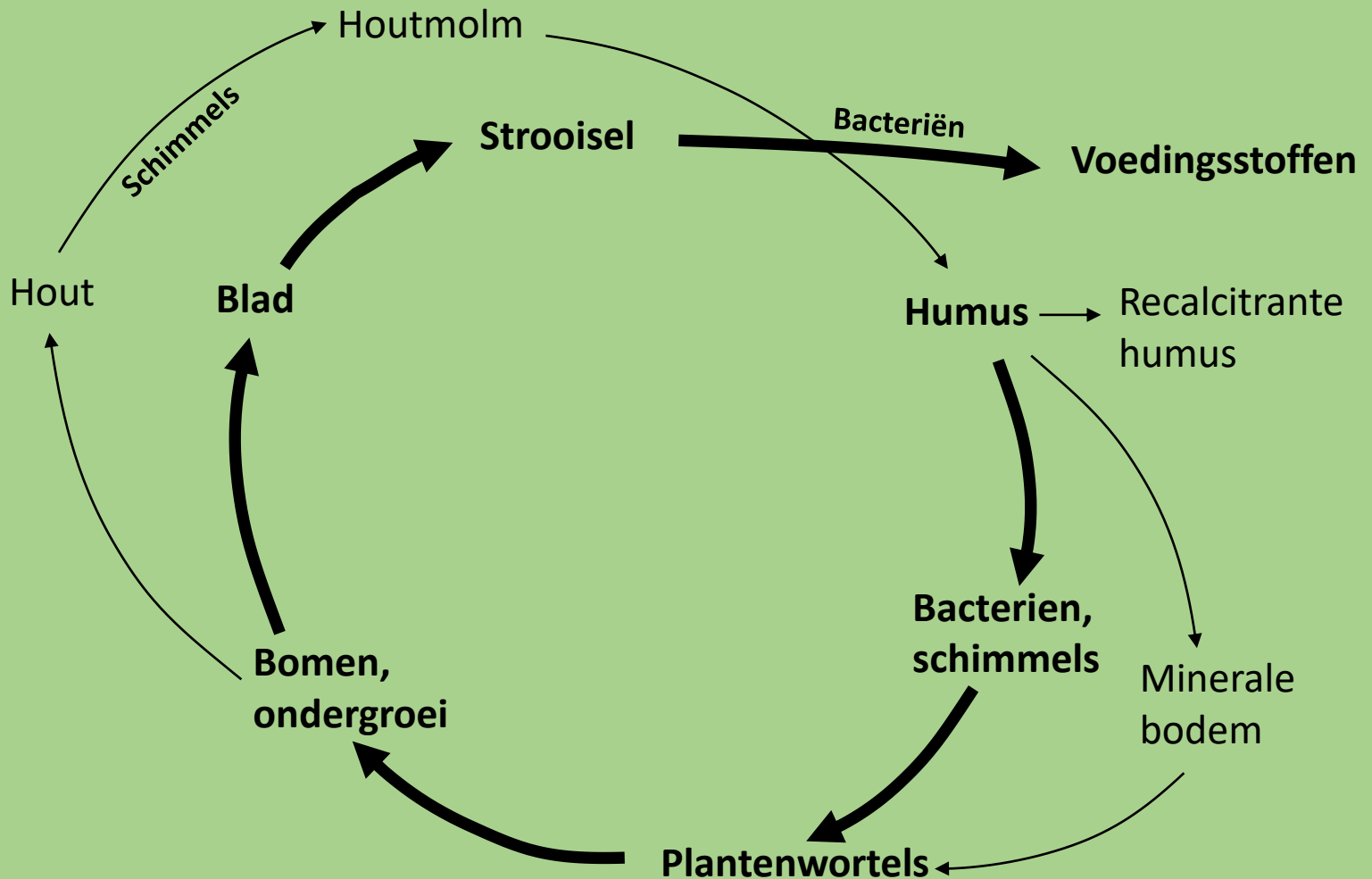
| Boomsoort (aantal)        | Groep | Gehalte aan macro-ionen in millimol/kg dw |     |     |     |    |      | Ratio's   |           |
|---------------------------|-------|---|-----|-----|-----|----|------|-----------|-----------|
|                           |       | Ca  | Mg  | K   | S   | P  | N    | (Ca+Mg)/P | (Ca+Mg)/N |
| Picea abies (1)           | 1     | 240                                       | 39  | 23  | 44  | 29 | 1307 | 9,8       | 0,21      |
| Fagus sylvatica (2)       | 1     | 200                                       | 48  | 40  | 27  | 14 | 807  | 17,2      | 0,31      |
| Quercus robur (14)        | 2     | 313                                       | 69  | 65  | 31  | 25 | 890  | 15,4      | 0,43      |
| Corylus avellana (10)     | 2     | 420                                       | 102 | 102 | 37  | 29 | 970  | 18,2      | 0,54      |
| Carpinus betulus (3)      | 2     | 322                                       | 85  | 63  | 32  | 17 | 935  | 23,5      | 0,43      |
| Quercus rubra (1)         | 2     | 252                                       | 51  | 33  | 17  | 12 | 378  | 25,5      | 0,80      |
| Betula spp. (4)           | 2     | 356                                       | 86  | 71  | 29  | 14 | 748  | 30,7      | 0,59      |
| Fraxinus excelsior (6)    | 3     | 528                                       | 121 | 98  | 86  | 12 | 753  | 54,0      | 0,86      |
| Prunus avium (1)          | 3     | 805                                       | 140 | 201 | 35  | 17 | 585  | 56,6      | 1,61      |
| Salix alba (3)            | 4     | 723                                       | 153 | 80  | 174 | 38 | 1088 | 23,3      | 0,81      |
| Populus x canadensis (8)  | 4     | 792                                       | 131 | 64  | 98  | 28 | 816  | 32,4      | 1,13      |
| Alnus glutinosa (7)       | x     | 414                                       | 83  | 53  | 41  | 20 | 1446 | 25,2      | 0,34      |
| Basenarm strooisel        | 1     | 220                                       | 44  | 32  | 36  | 22 | 1057 | 13        | 0,26      |
| Matig basenarm strooisel  | 2     | 332                                       | 78  | 67  | 29  | 19 | 784  | 23        | 0,56      |
| Matig basenrijk strooisel | 3     | 666                                       | 130 | 150 | 61  | 14 | 669  | 55        | 1,24      |
| Basenrijk strooisel       | 4     | 757                                       | 142 | 72  | 136 | 33 | 952  | 28        | 0,97      |



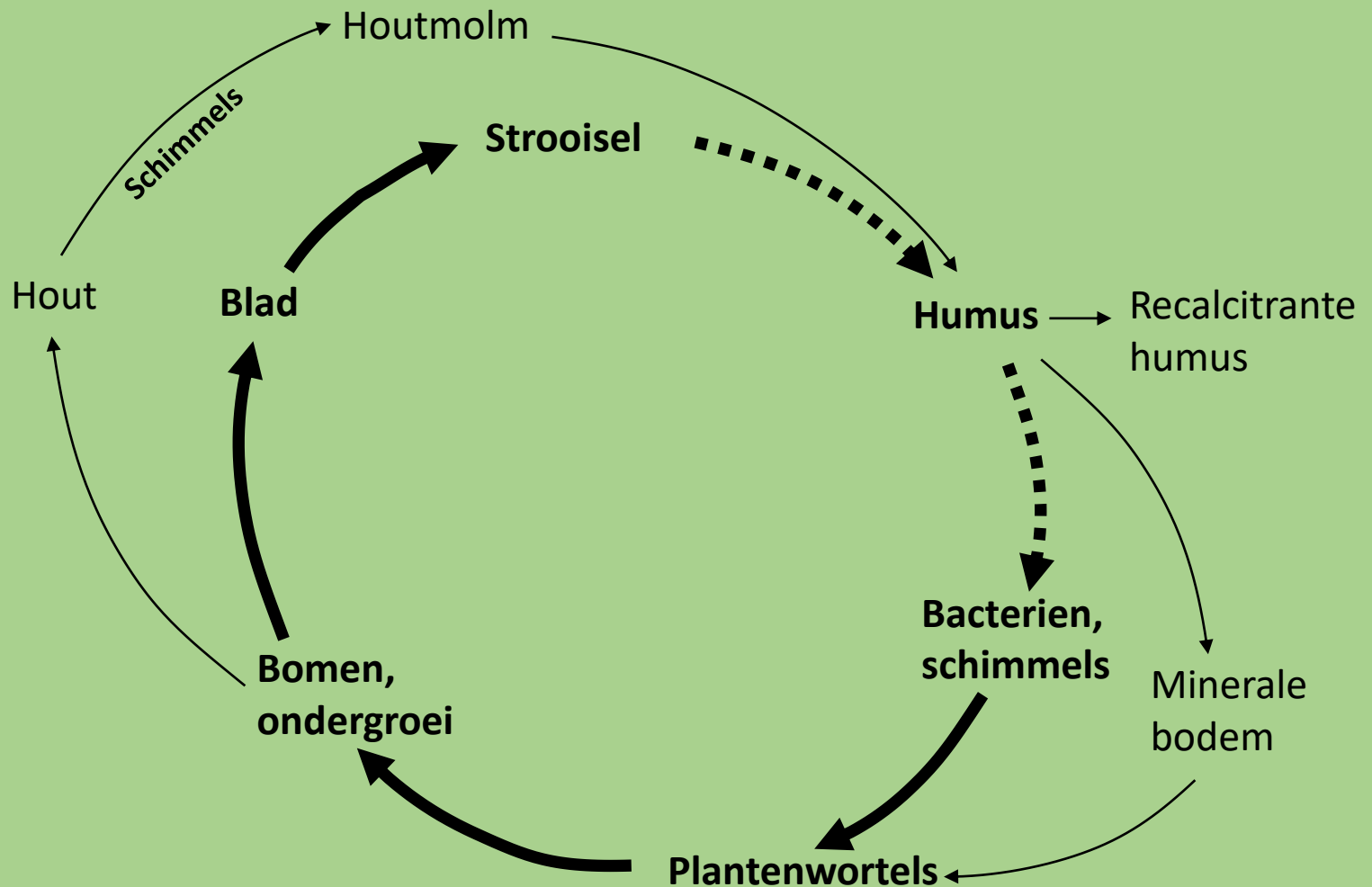
## Bodemsamenstelling (X) versus afgevalen blad (Y)



# Snel afbrekend blad: vrijkomen voedingsstoffen

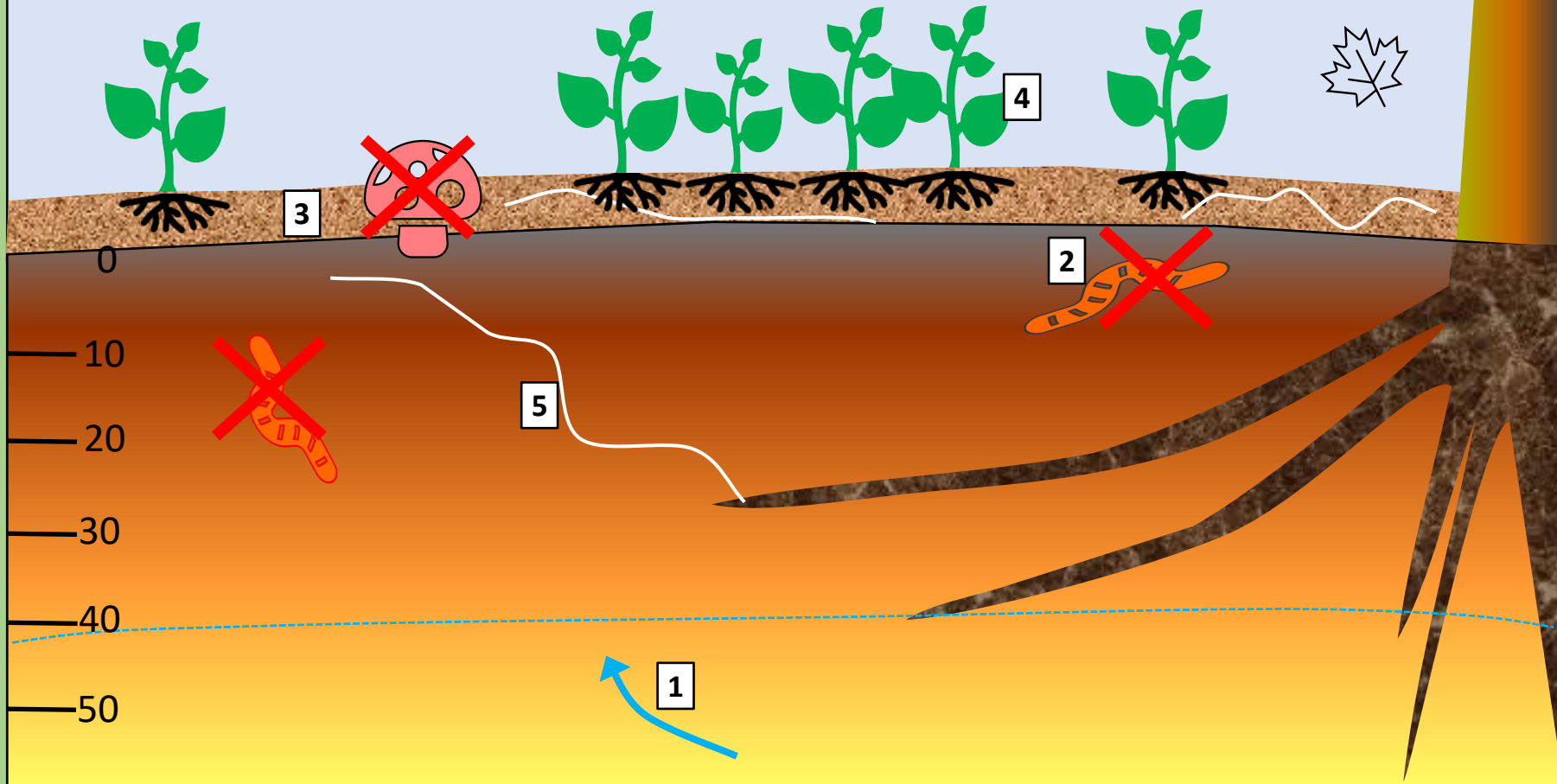


# Moeilijk afbreekbaar blad: stilvallen cyclus

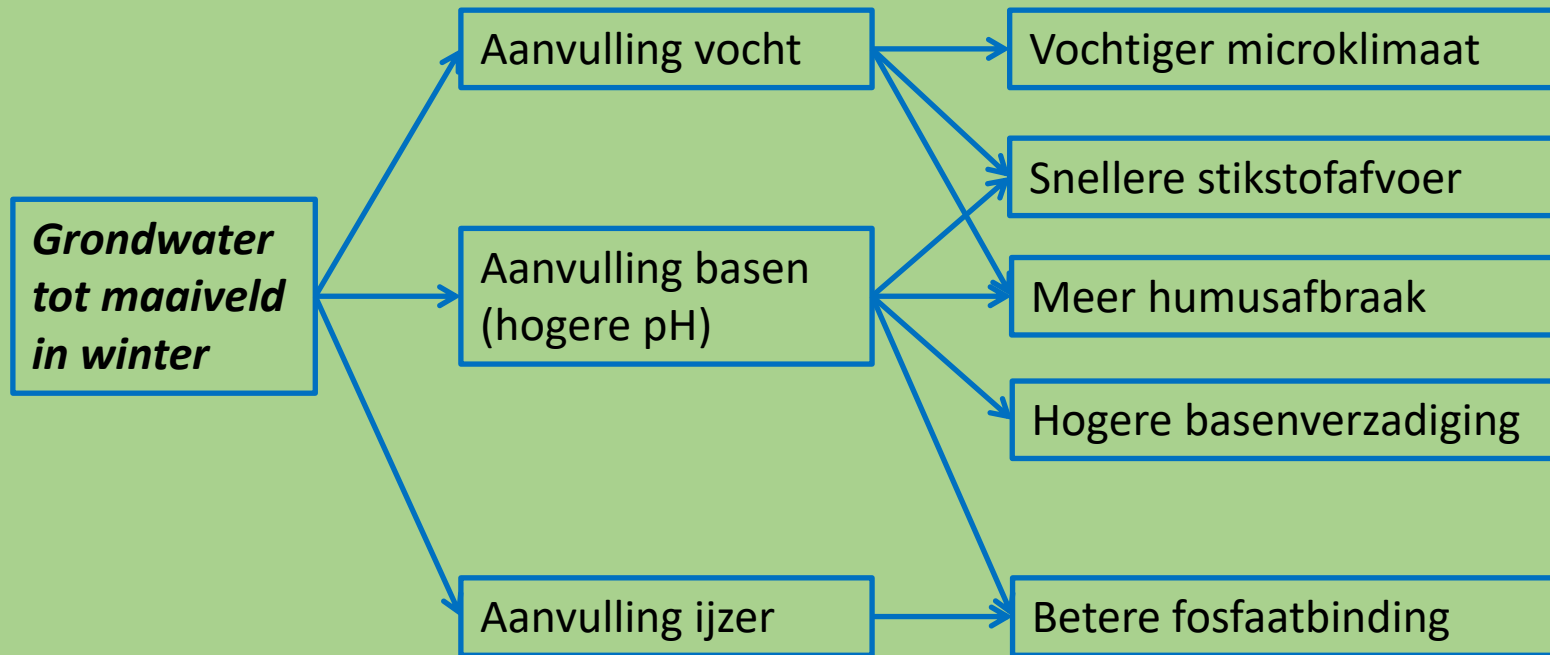


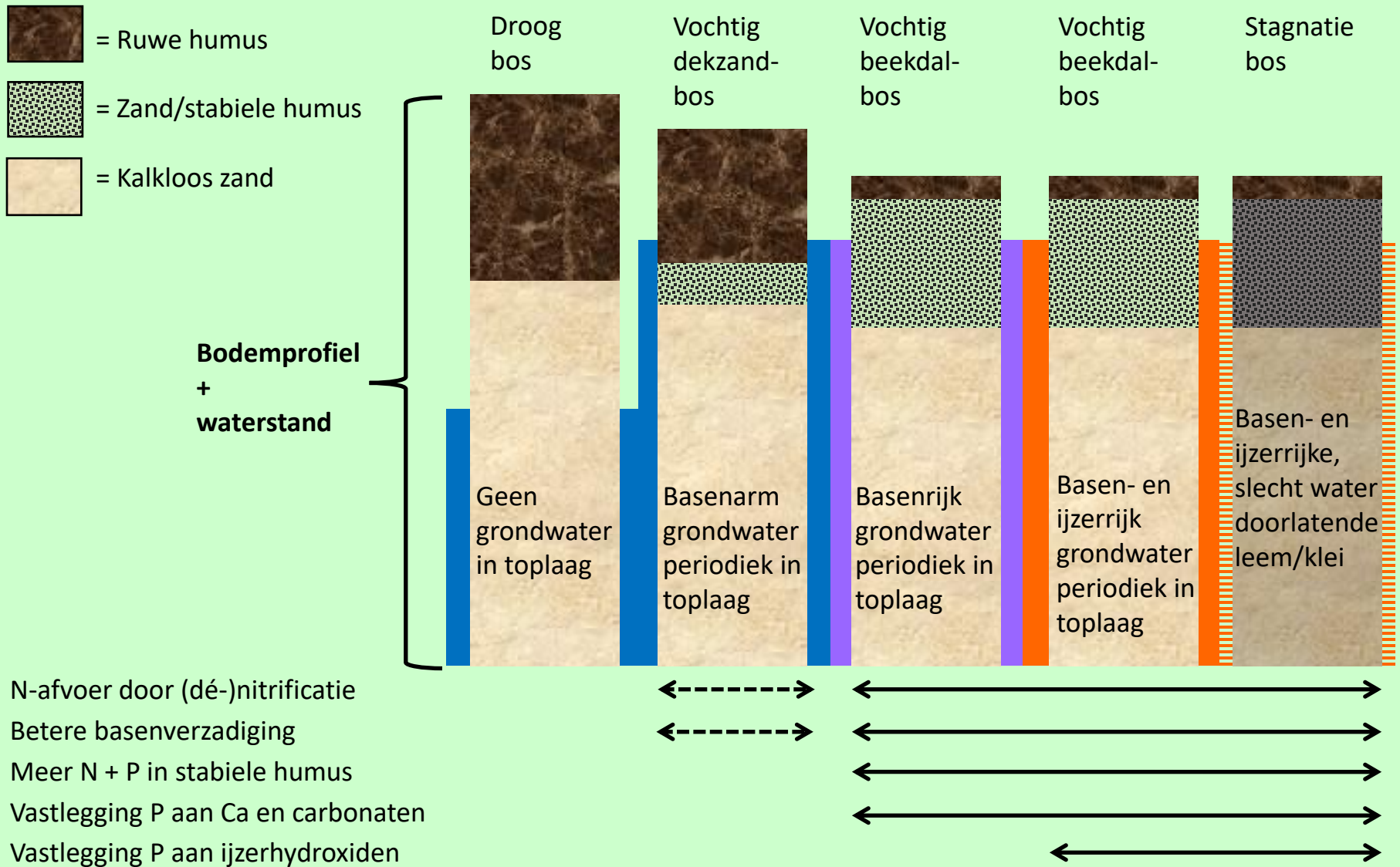
#### 4: Stikstofdepositie + arm strooisel soorten + verdroging

- 1 = Geen aanvulling basen en calcium/ijzer om fosfaat vast te leggen -> fosfaatmobilisatie
- 2 = Verzuring bovenste bodemlaag -> geen bioturbatie, fosfaatmobilisatie
- 3 = Ontwikkeling dikke laag ruwe humus, met vrij fosfaat én stikstof, en beperkt bodemleven
- 4 = Zuurtolerante woekeraars in ondergroei alleen nog beperkt door lichtlimitatie



# Vochtig bos: invloed grondwater

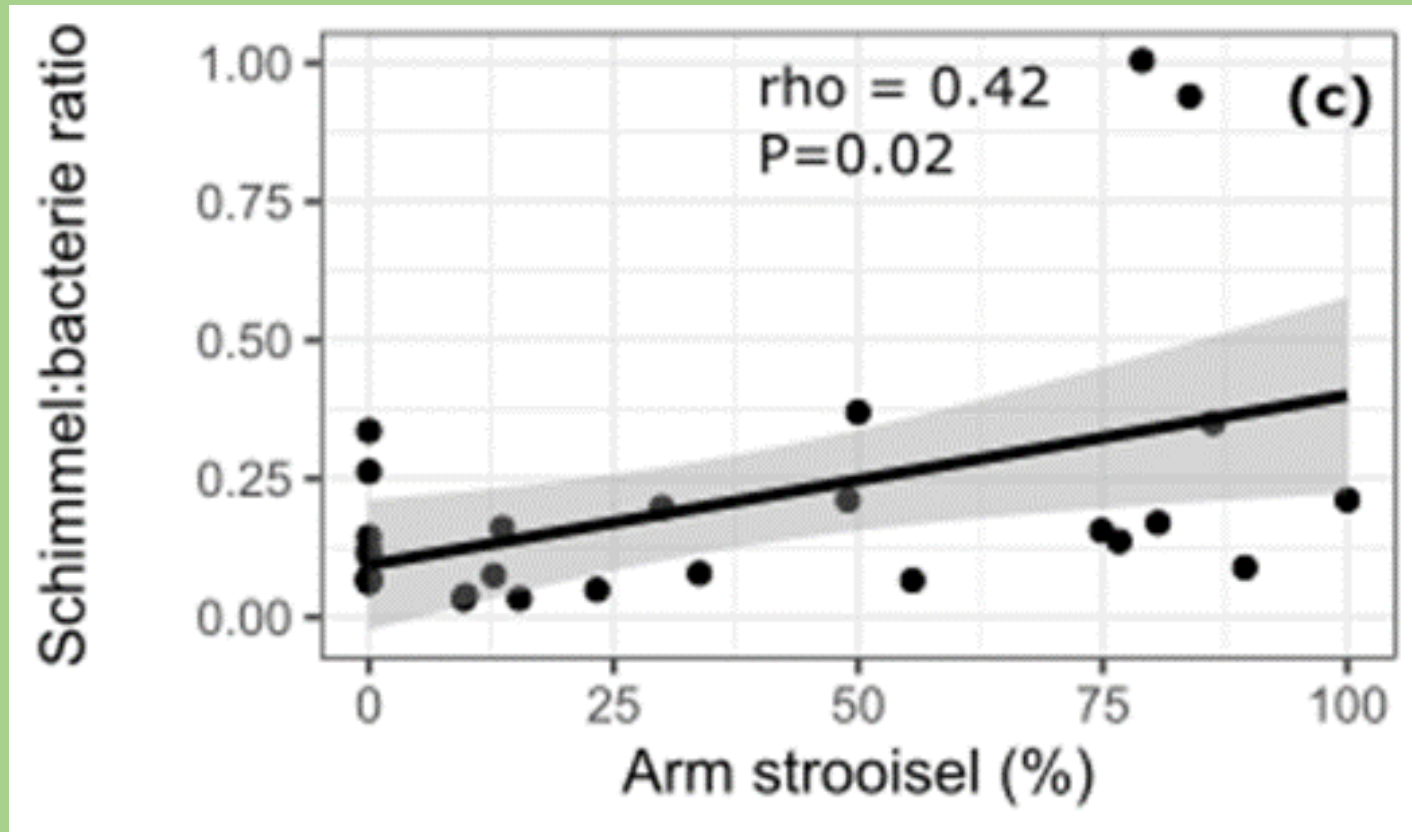




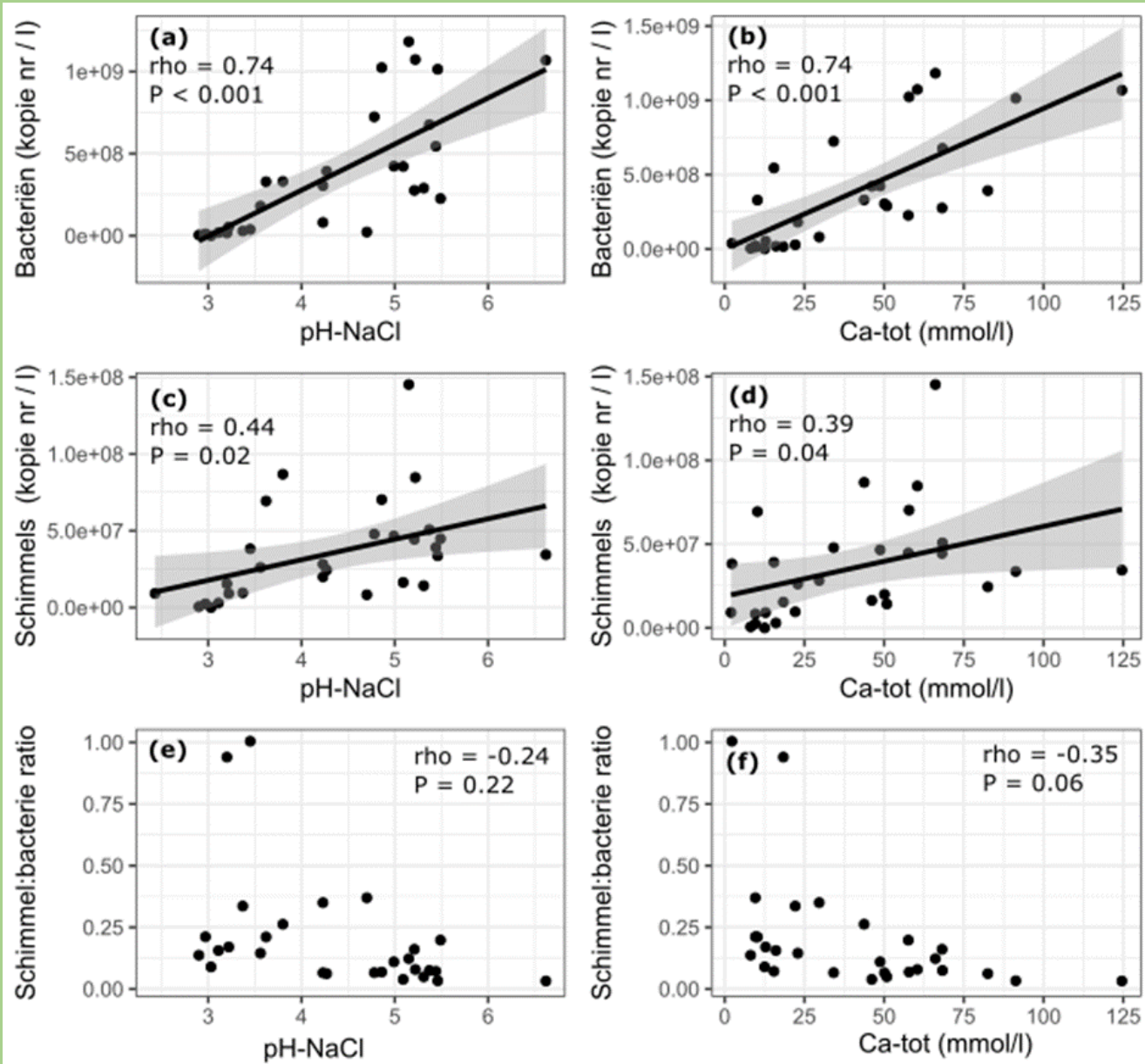
Vorming laag ruwe humus  
=  
zichzelf versterkend proces

- Humuszuren versnellen verzuring
- Door verzuring:
  - Afbraak langzamer en onvolledig
  - Bodemfauna verdwijnt, slechte menging
  - Afbraak voornamelijk door enkele groepen schimmels
  - Aluminium-toxiciteit → alleen zuurminnende flora
  - (tijdelijke?) fosfaatmobilisatie
  - In combinatie met N-depositie → verzuuring

# microbieel bodemleven (DNA-analyse)



# microbieel bodemleven (DNA-analyse)



# Actuele problemen vochtig bos

- Boomlaag: teveel arm strooisel soorten of alleen wilg/populier
- Hydrologie: water in winter niet meer in toplaag -> verzuring
- Nutriënten: meer N door depositie en meer P door mobilisatie Ca-P (Fe-P)
- Langs beken afzetting fosfaatrijk sediment -> rietgras, brandnetel

# Knoppen voor herstel

- Systeem-maatregelen:
  - Stikstofdepositie.....
  - Strooiselkwaliteit
  - Hydrologie
- Overlevingsmaatregelen:
  - Verwijderen humus/strooisel
  - Bekalken/steenmeel

# Knoppen voor herstel

- Systeem-maatregelen:
  - Stikstofdepositie.....
  - Strooiselkwaliteit
  - Hydrologie
- ~~Overlevingsmaatregelen:~~
  - ~~Verwijderen humus/strooisel~~
  - ~~Bekalken/steenmeel~~

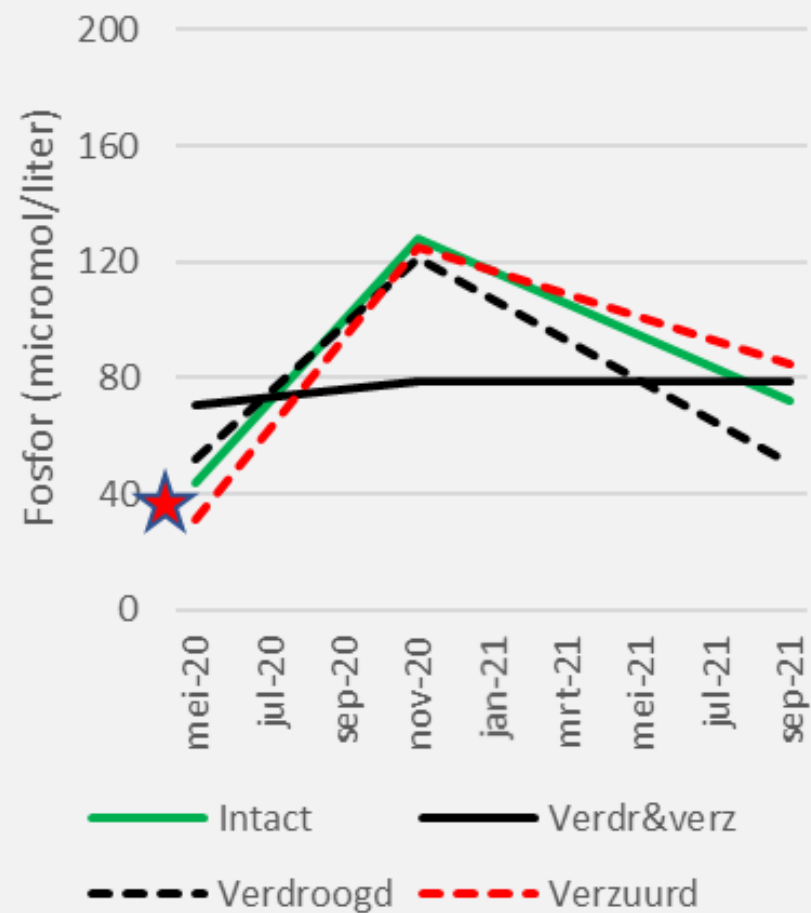
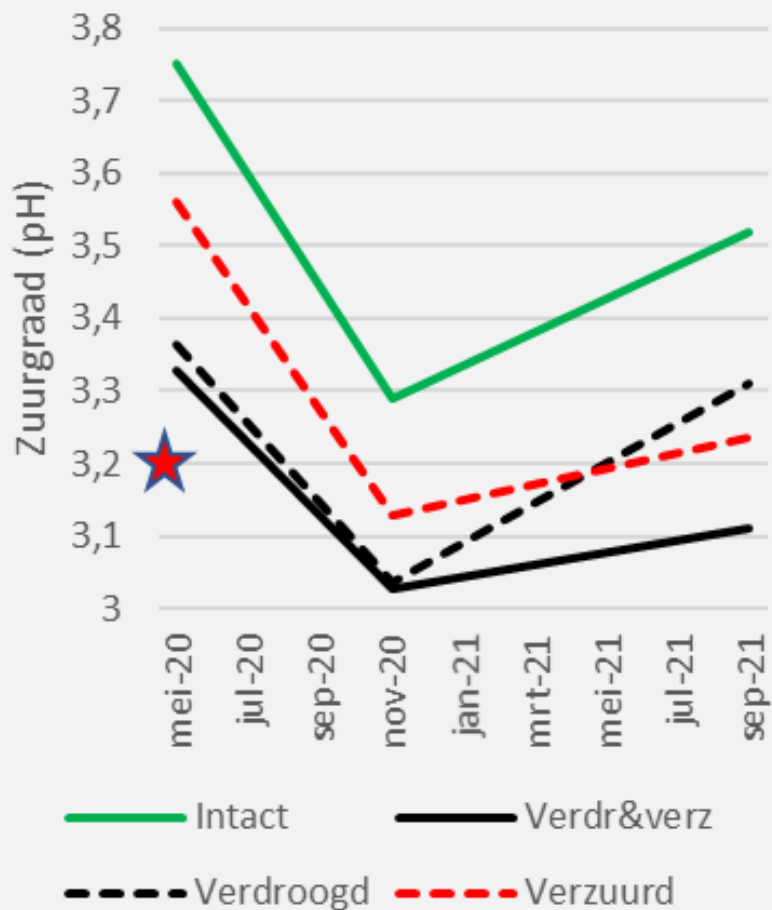
# Transplantatie-experiment

- Zorgt de dikke laag zure humus voor problemen bij herstel van vochtig bos?
- Ongeveer 7 cm dikke laag humus/blad uit verdroogd Eiken-Haagbeukenbos Achter de Voort
- Verplaatst naar 4 gebieden, met in elk gebied:
  - Intact vochtig bos
  - Verdroogd vochtig bos met rijk strooisel soorten
  - Niet verdroogd, maar wel arm strooisel soorten
  - Verdroogd & arm strooisel soorten



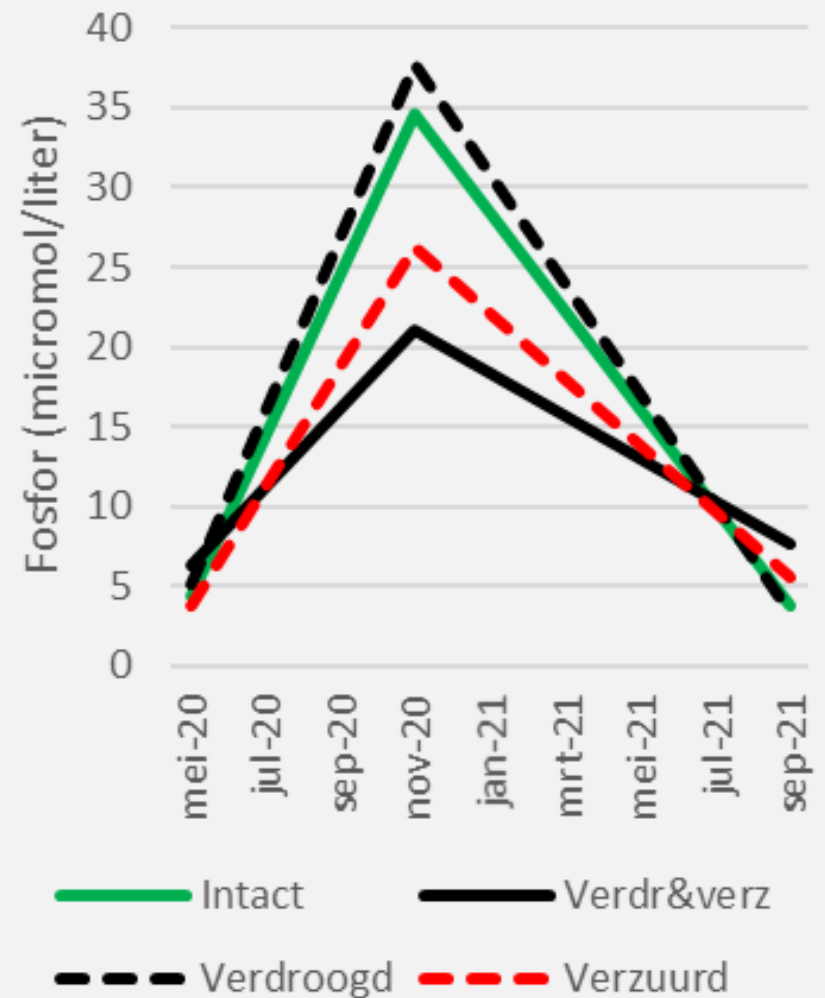
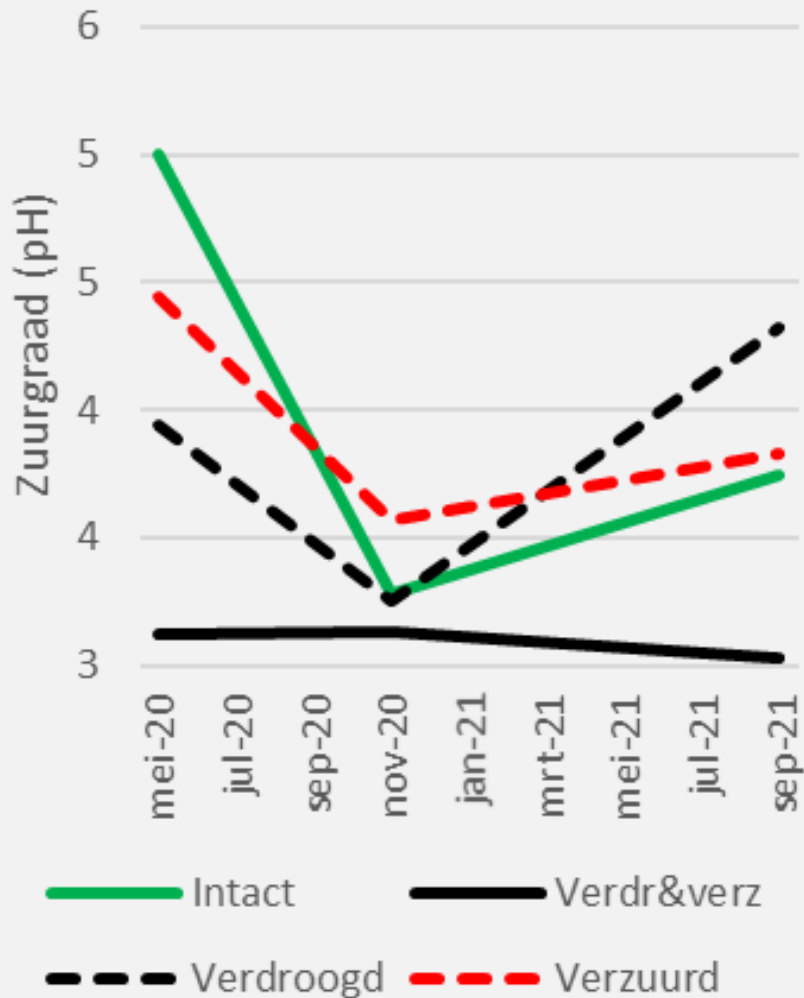
# Transplantatie-experiment

## Zuurgraad en opgelost fosfaat in verplaatste plag



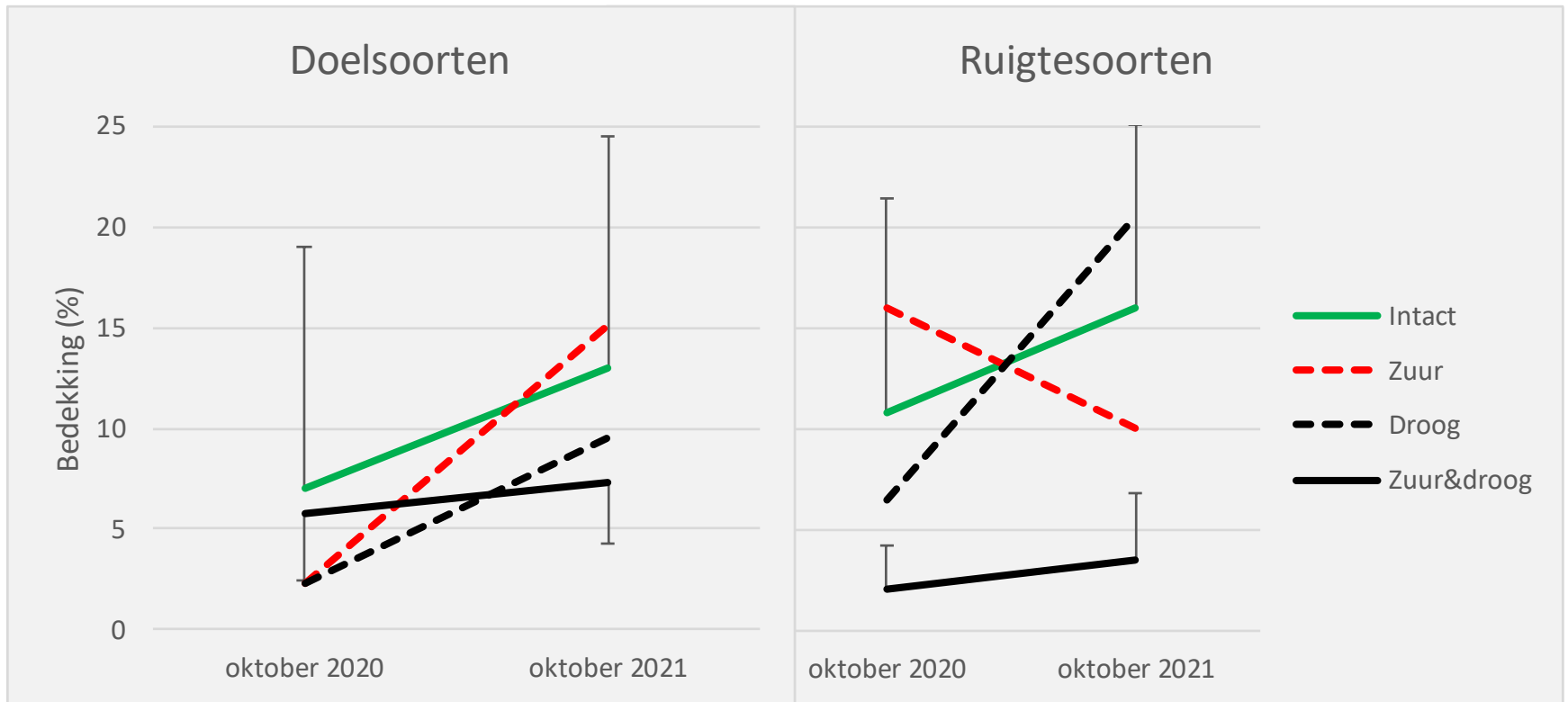
# Transplantatie-experiment

## Zuurgraad en opgelost fosfaat onder verplaatste plag



# Transplantatie-experiment

## Kolonisatie plag door bosplanten & ruigtesoorten



# Conclusies

- Leembossen hebben gematigde voorraad voedingsstoffen, met matig hoge omloopsnelheid
- Alleen deelnemers aan deze kringloop kunnen over nutriënten beschikken
- Vrij N door depositie en vrij P door verzuring → verruiging
- Hydrologisch herstel & ingrepen in boomlaag zijn veel belovende herstelmaatregelen

Hierna: reserveplaatjes

# 1 Hydrologisch onderzoek



***Achter de Voort (1), Lemselermaten (2), Snoeyinksbeek (3), Smoddebos (4), Kohkamp (5), Voorstonden (6), Willinks Weust (7), Bekendelle (8), Ulvenhoutse bos (9), Geelders (10), Scheeken en Boskant (11), Urkhovense Zeggen/Collse bos (12), Tongelreep (13), Malpie (14).***