

Bomen, Bodem en Klimaat



Wat is BODEM, wat is GROND

Een gezonde bodem idealiter:

- 24% zijn holtes of poriën gevuld met lucht (zuurstof)
- 22% zijn holtes of poriën gevuld met water.
- 43% zijn mineralen die op de klei, het leem of het zand **zitten**, of minerale voedingselementen
- 11% is organisch stof
- Het bevat gezond bodemleven

Soil life

Bodemvocht

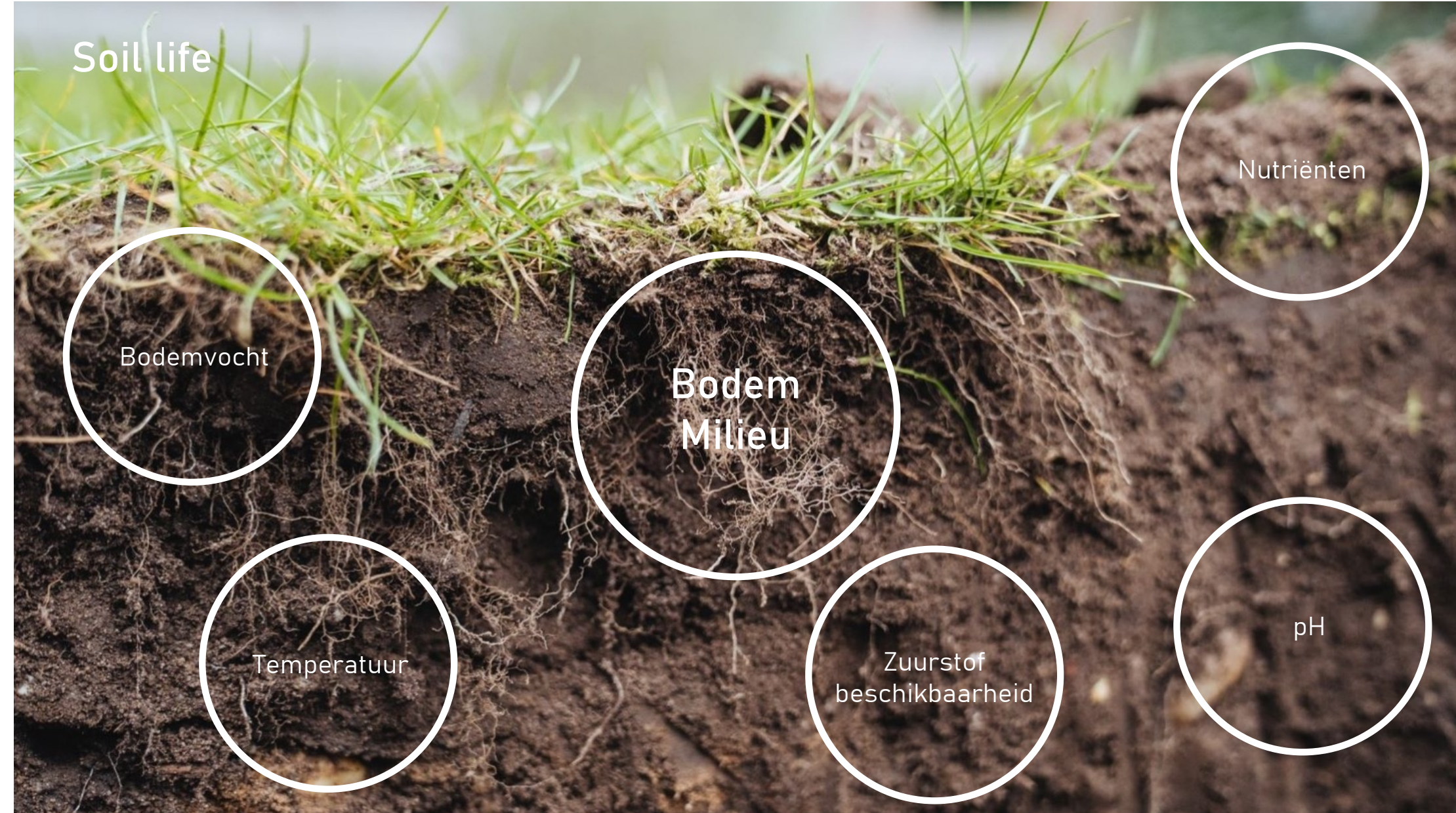
Bodem
Milieu

Temperatuur

Zuurstof
beschikbaarheid

Nutriënten

pH



Waaraan moet een bodem nog meer voldoen voor een boom

- Voldoende vocht
- Voldoende mineralen en sporen elementen
 - in hoeveelheid en diversiteit
- Voldoende organische stof en bodemleven
- Goede gasuitwisseling
- Ruimte voor beworteling... stabiliteit is ook belangrijk, denk ook aan de diepte
- Juiste pH voor de boomsoort

Waarmee kunnen we de bodem voeden?

Voorwaarden scheppen

Bodemverbeterende materialen:

- ▶ Organische stof
- ▶ Steenmeel (vele soorten)
- ▶ Leonardiet
- ▶ Klei
- ▶ Humine en fulvine zuren
- ▶ Compostthee
- ▶ Vloeibare organische nutriënten



Organische stof

- ▶ Organische stof is de basis van de bodem. Zand of klei, substraten, alles valt of staat met organische stof.
- ▶ Organische stof is een voorwaarde voor veel bodemleven. Bodemleven is een voorwaarde voor:
 - ▶ Water infiltratie
 - ▶ Waterbuffering
 - ▶ Vrijmaken van nutriënten voor wortels
 - ▶ Bevordering van het immuunsysteem van de plant



Steenmeel

- ▶ Steenmeel is gemalen rots. Vol met een grote diversiteit aan mineralen en sporen elementen die grotendeels alleen vrijkomen door bodemleven
- ▶ Steenmeel aanbrengen is een veel betere wijze om je pH te beïnvloeden dan kalk



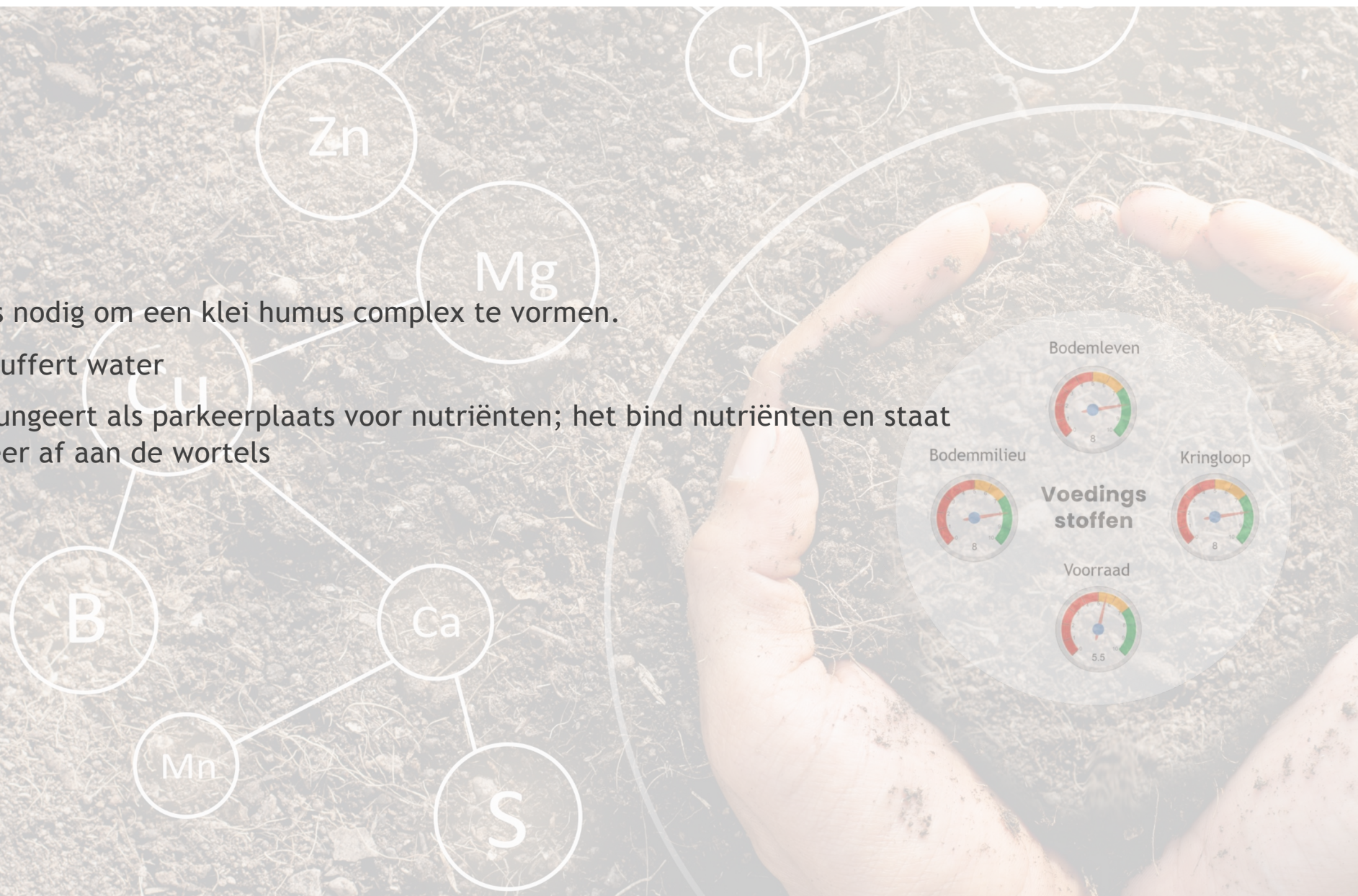
Leonardiet

- ▶ Leonardiet is een natuurlijk afzetting gevormd door prehistorisch plantaardig materiaal wat afgebroken is tot humuszuren (humine- en fulvine zuren).
- ▶ Deze humuszuren hebben een zeer positieve invloed op de ontwikkeling van het bodemleven wat resulteert in het beter beschikbaar maken van voedingsstoffen uit de bodem voor de plant, waaronder fosfaten.
- ▶ De humus zuren zorgen ook voor betere aggregaatvorming. Daarnaast heeft Leonardiet een hoog CEC complex wat er voor zorgt dat voedingsstoffen langer beschikbaar blijven in de bodem en zal er minder stikstof uitspoeling optreden.
- ▶ Bij toediening in de bodem heeft Leonardiet een sterk positief effect op de beworteling van de plant, waardoor de plant meer vocht en voedingsmiddelen kan opnemen.



Klei

- ▶ Klei is nodig om een klei humus complex te vormen.
- ▶ Klei buffert water
- ▶ Klei fungeert als parkeerplaats voor nutriënten; het bind nutriënten en staat ze weer af aan de wortels



Antonie van Leeuwenhoek (2013) 103:11–22
DOI 10.1007/s10482-012-9781-4

ORIGINAL PAPER

Effect of a rock dust amendment on disease severity of tomato bacterial wilt

Jian-Gang Li · Yuan-Hua Dong



Onbehandeld
organismen +

Micro-organismen

Gesteentemeel

Micro-

Kringloop

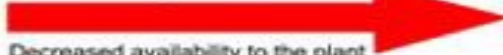


Hoe

- Visual Soil assessment
- Bodem analyse
- Wat komt de bodem tekort
- Aanvulplan/verbeterplan. Verbetering over een tijdvak verdelen, niet alles in een keer....
- Waar mogelijk het aanbrengen van een kleine kringloop. Bladeren en houtige delen zijn erg belangrijk voor het bodem leven

Balans is belangrijker dan hoeveelheid

Antagonism



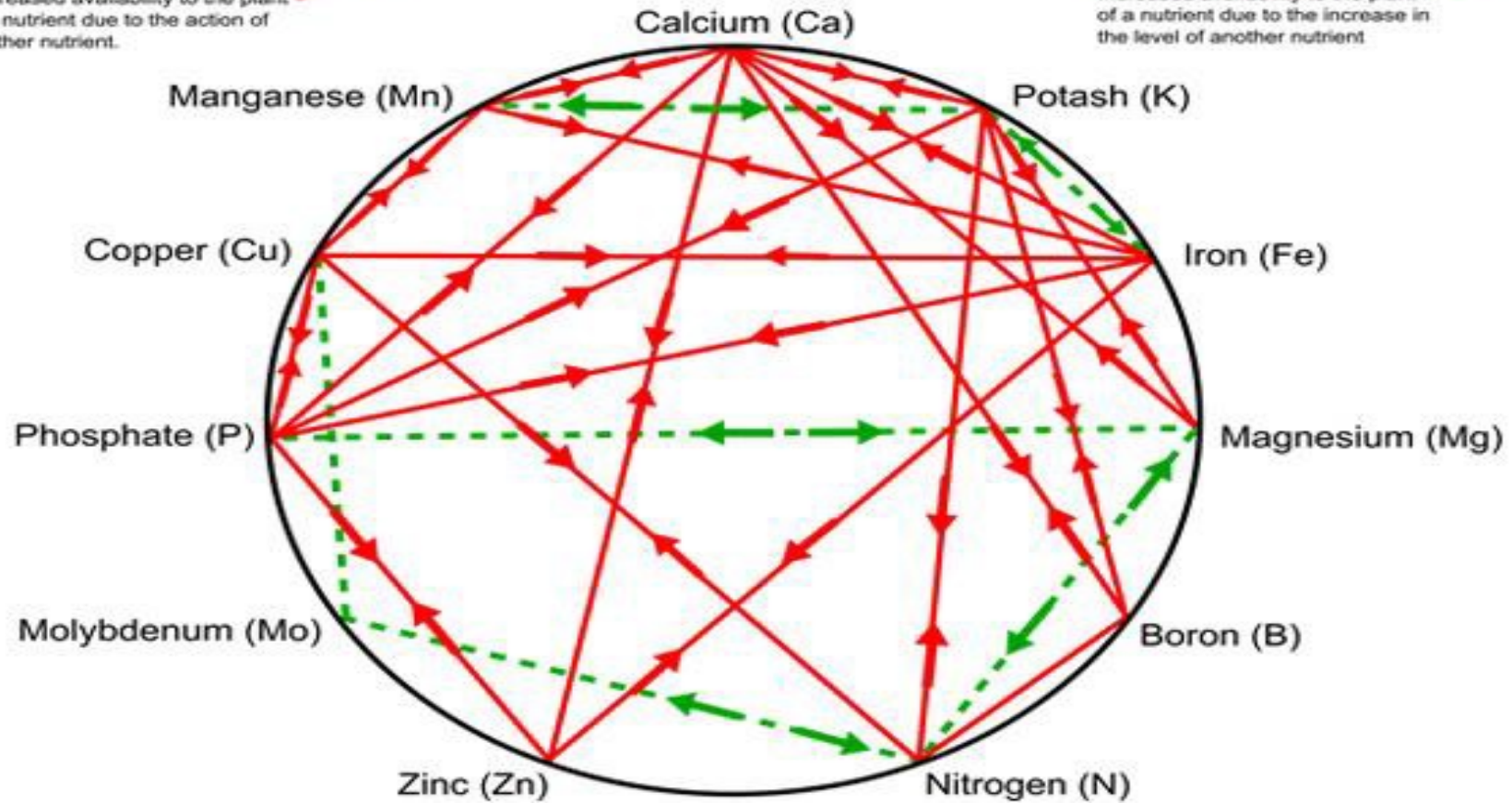
Decreased availability to the plant of a nutrient due to the action of another nutrient.

Mulder's Chart

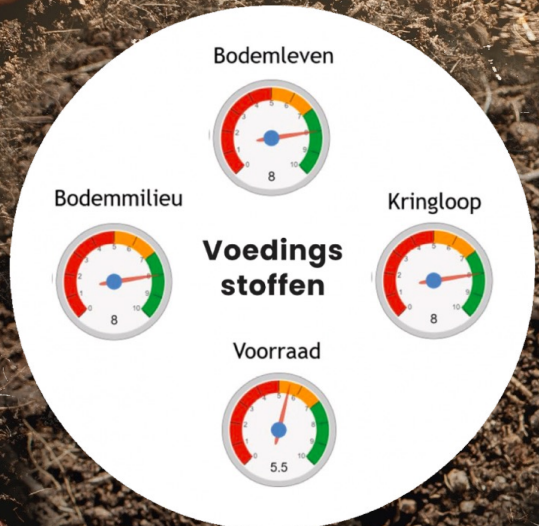
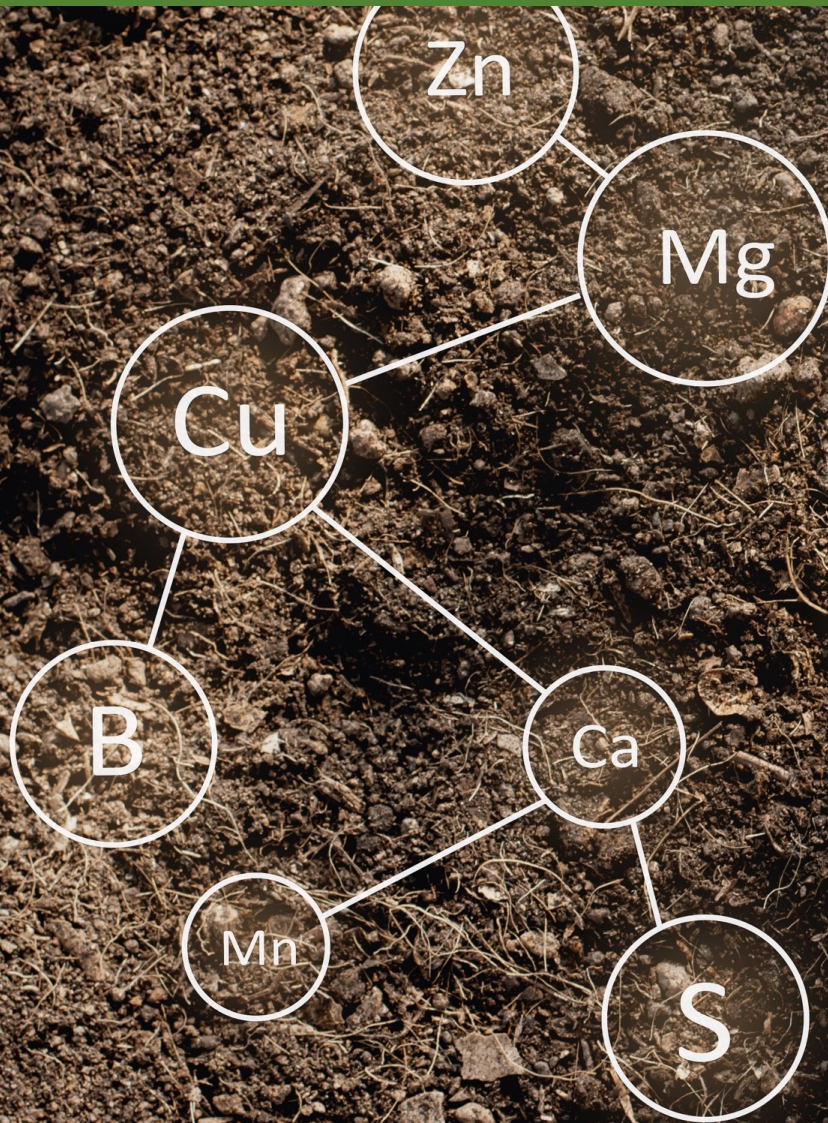
Synergism

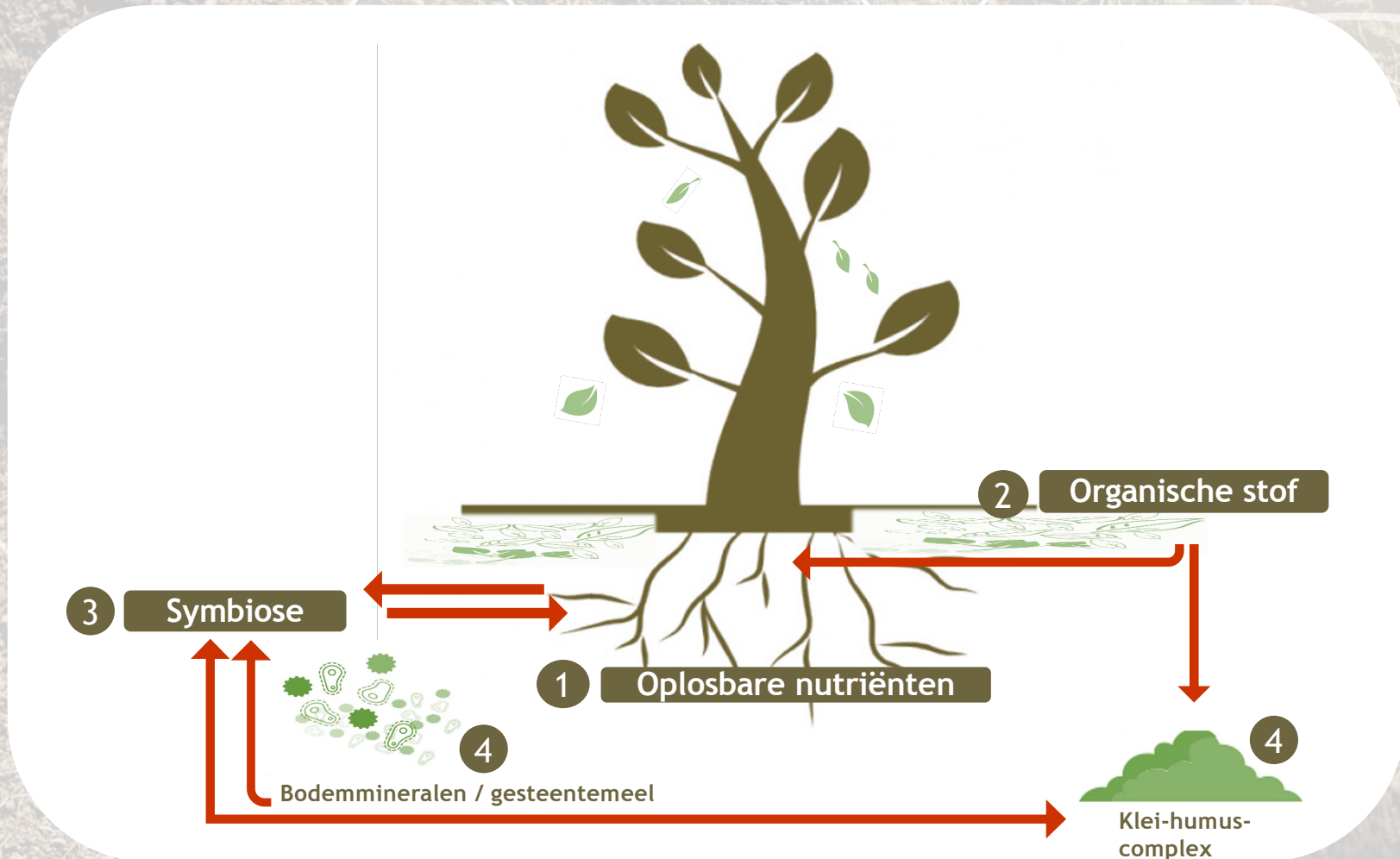


Increased availability to the plant of a nutrient due to the increase in the level of another nutrient.



bodem?





Kringloop



Monstergegevens

Code	Omschrijving	Grondsoort	Bemonsterde laag	Gewas	Datum bemonstering
Stadspark	Moerascipressen nabij pad	Zand	0-80 cm-mv		27-01-2022

Resultaten

Percentage organische stof		5,4%				
Hoofd- en sporenelementen	Eenheid	Oplosbaar	Vertering organisch materiaal	Vrijgemaakt door symbionten	Plantbeschikbaar	Voorraad
Fosfor (P)	kg/ha	8,7	0,7	-5,6	3,9	2.523
Zwavel (S)	kg/ha	39,0	15,0	37,4	91,4	3.237
Kalium (K)	kg/ha	44,2	9,5	0,6	54,3	632
Calcium (Ca)	kg/ha	223,4	123,9	407,9	755,3	24.077
Magnesium (Mg)	kg/ha	32,8	6,8	42,1	81,7	1.604
Natrium (Na)	kg/ha	154,5	18,7	40,9	214,1	409
Mangaan (Mn)	kg/ha	2,1	1,3	4,2	7,7	708
IJzer (Fe)	kg/ha	125,4	12,1	-99,5	38,0	26.470
Borium (B)	g/ha	1.284,4	592,3	391,9	2.268,5	9.044
Kobalt (Co)	g/ha	42,9	24,9	30,4	98,2	12.351
Koper (Cu)	g/ha	683,1	655,6	-408,2	930,4	270.388
Molybdeen (Mo)	g/ha	41,8	45,1	-60,0	26,8	886
Nikkel (Ni)	g/ha	< 14,09	20,5	< 0,01	< 14,09	36.330
Selenium (Se)	g/ha	13,5	10,2	-1,4	22,3	1.516
Silicium (Si)	kg/ha	132,4	57,4	-32,2	157,6	6.967
Zink (Zn)	g/ha	4.370,1	3.204,3	1.390,6	8.965,0	1.264.095
Toxische elementen	Eenheid	Oplosbaar	Vertering organisch materiaal	Vrijgemaakt door symbionten	Plantbeschikbaar	Voorraad
Aluminium (Al)	mg/kg					
Arseen (As)	mg/kg					
Cadmium (Cd)	mg/kg					
Kwik (Hg)	mg/kg					
Lood (Pb)	mg/kg					

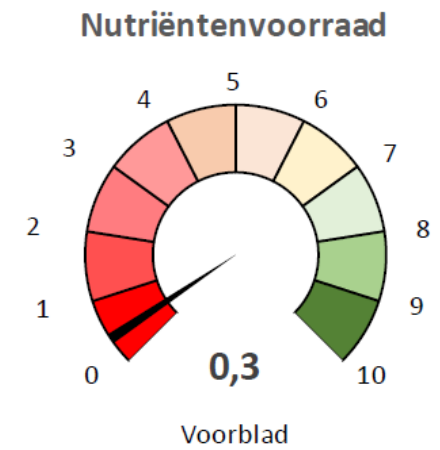
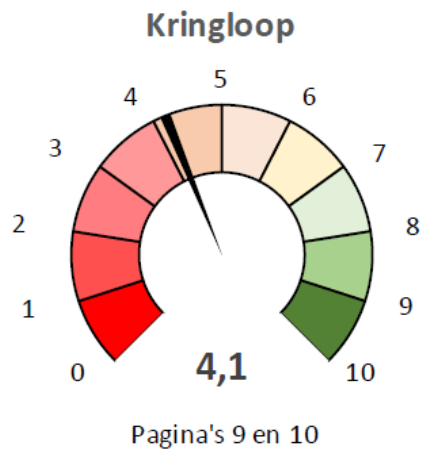
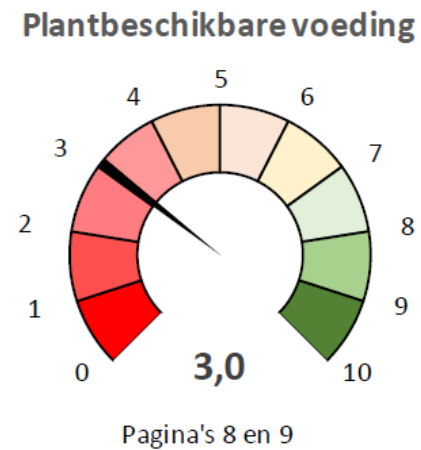
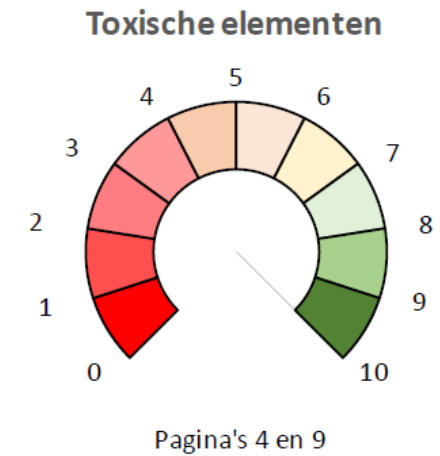
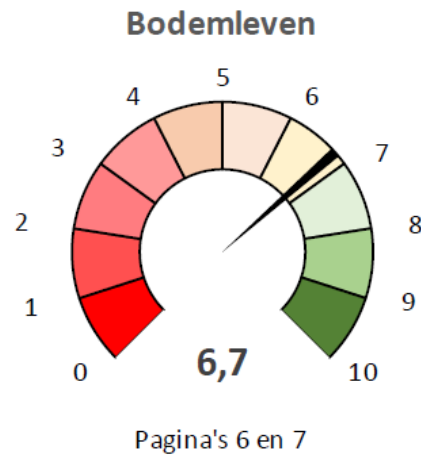
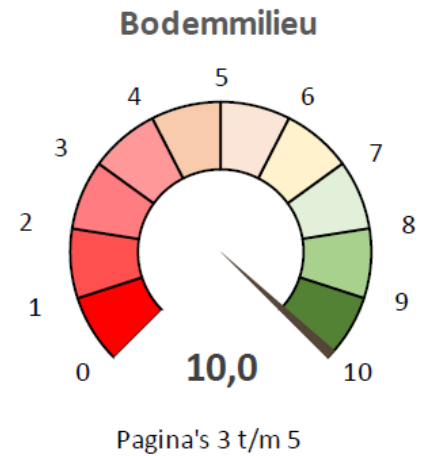
< betekent dat de betreffende concentratie lager is dan de detectielimiet.

Negatieve getallen betekenen dat de betreffende stof vastgelegd wordt door micro-organismen.



Samenvatting

Voor een beoordeling van de bodemcondities zijn een zestal onderdelen uitgelicht en gescoord van 0 tot 10. De onderdelen 'Nutriëntenvoorraad' en 'Toxische elementen' zijn alleen gescoord wanneer u gekozen heeft voor 'Bodeminzicht Premium' respectievelijk de optie 'Toxisch'. Onder elke meter staat aangegeven op welke pagina's meer informatie over het betreffende onderdeel te vinden is.



Opneembaarheid Hoofd- en Sporenelementen

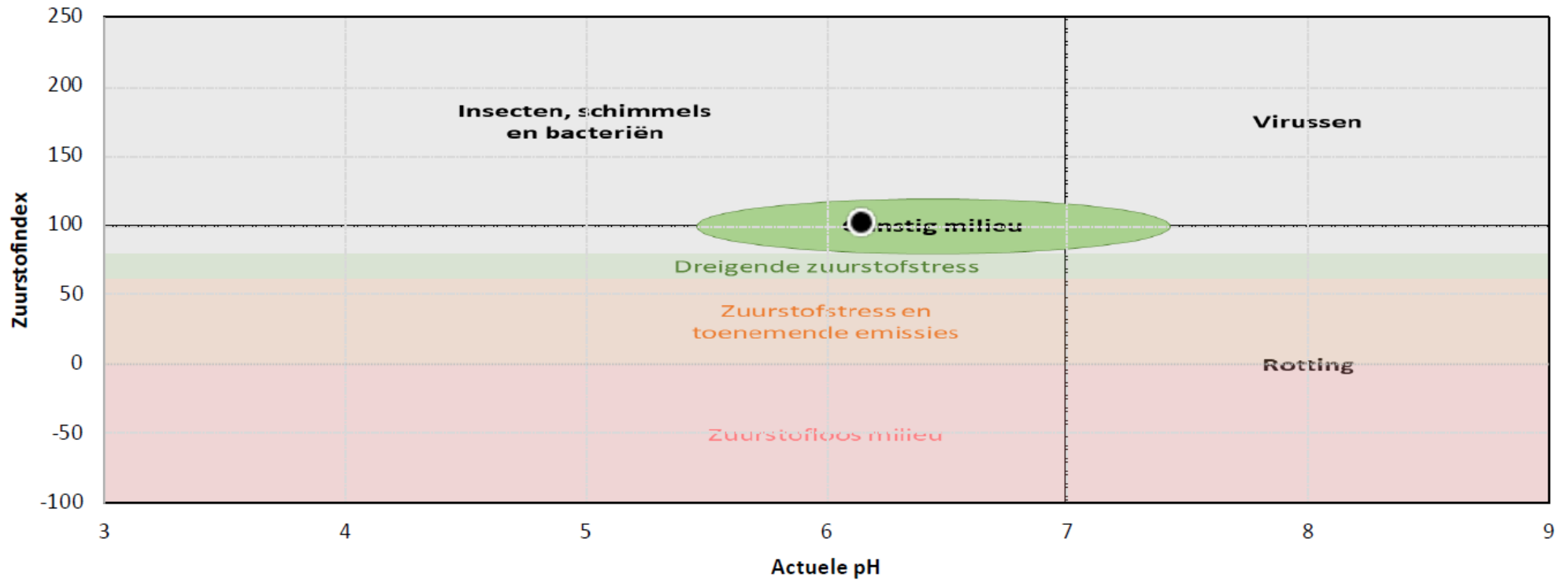
Element	Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	Stikstof						X			
P	Fosfor				X					
S	Zwavel							X		
K	Kalium							X		
Ca	Calcium				X					
Mg	Magnesium			X						
Na	Natrium									X
Mn	Mangaan									X
Fe	Ijzer			X						
B	Borium								X	
Co	Kobalt						X			
Cu	Koper								X	
Mo	Molybdeen					X				
Ni	Nikkel							X		
Se	Selenium						X			
Si	Silicium							X		
Zn	Zink								X	

Opneembaarheid Toxische Elementen

Element	Score	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Al	Aluminium	X								
As	Arseen				X					
Cd	Cadmium							X		
Hg	Kwik			X						
Pb	Lood				X					

Op basis van de actuele zuurgraad (pH) van de bodem en de zuurstofbeschikbaarheid in het bodemmilieu, is voor verschillende (sporen)elementen en toxische stoffen bepaald hoe moeilijk of makkelijk ze voor de plant opneembaar zijn onder deze condities. Hoe hoger de score is, hoe gemakkelijker het element voor de plant opneembaar is. In het bovenste deel van de tabel staan de nuttige (sporen)elementen die essentiële bouwstoffen vormen voor de plant. Daar is een hoge score dus gewenst. In het onderste deel staan toxische stoffen en is een goede opneembaarheid juist ongewenst.

Bodemmilieu in de wortelzone

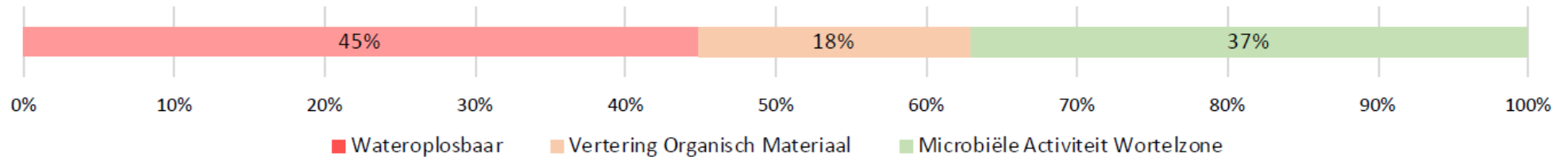


Bovenstaande figuur geeft weer hoe het milieu in deze bodem (zwarte stip) is ten opzichte van de optimale condities, waarin gunstige micro-organismen goed kunnen ontwikkelen en de meeste hoofd- en sporenelementen goed beschikbaar zijn.

Naarmate het bodemmilieu verder afwijkt van dit optimum, is er een grotere kans op het optreden van problemen met plantenziekten, aantastingen en emissies. In de figuur is aangegeven welke risico's in ieder geval verhoogd zijn in verschillende bodemmilieus.

BESCHIKBARE VOEDINGSSTOFFEN

Bronnen voor Voedingsstoffen



Wateroplosbare nutriënten zijn de voedingsstoffen die gemakkelijk in bodemvocht oplossen en direct door de plant opgenomen kunnen worden zonder tussenkomst van microbiële processen. Daarnaast komen voedingsstoffen voor de planten beschikbaar door **afbraak van organisch materiaal** en door **symbiose met micro-organismen in de wortelzone**. Een symbiose betekent dat er een nuttige samenwerking is tussen de plant en deze micro-organismen: de plant deelt energie met de micro-organismen in de vorm van suikers en in ruil daarvoor levert het microleven voedingsstoffen aan de plant.

In bodems met een zeer goed ontwikkeld microleven wordt circa 65 - 75 % van de voedingsstoffen geleverd door symbiotische micro-organismen in de wortelzone en komt circa 10 - 15 % van de afbraak van organische stof. Slechts 15 - 20 % is wateroplosbaar. In deze bodems is uitspoeling gering, krijgt de plant voeding van het microleven op het juiste moment door suikers te delen via de wortels, en is de aanwezigheid van groeiremmende stoffen door afbraak relatief gering.

Totale hoeveelheid plantbeschikbare voedingsstoffen (ton / ha)	Betekenis
3,26	Beperkte groei

De totale hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen (wateroplosbaar + organisch materiaal + symbionten) is circa 3,3 ton/ha bij een diepte van de teeltlaag van 80 cm. Voor een goede groei is circa 12,4 ton/ha nodig en voor een optimale groei circa 22,4 ton/ha.

Plantbeschikbaarheid staat voor de voedingsstoffen die beschikbaar zijn voor opname door de plant. Een deel van deze voedingsstoffen is opgelost in het bodemvocht. Ook kunnen er voedingsstoffen vrijkomen door de vertering van organisch materiaal in de bodem en door de symbiose (samenwerking) met het bodemleven. In het laatste geval levert de plant suikers aan het microleven en in ruil daarvoor maakt het microleven voedingsstoffen vrij uit de bodem.

Voorraad staat voor de hoeveelheid voedingsstoffen die in de bodem zijn gebonden aan het klei-humus-complex en in bodemmineralen. Het aantal jaren voorraad is bepaald door de voorraad af te zetten tegen de snelheid waarmee voedingsstoffen beschikbaar komen in deze bodem of de ondergrens van het ideale niveau wanneer deze waarden hoger liggen dan de actuele plantbeschikbaarheid.

Element	Plantbeschikbaar (kg/ha) in bovenste 18 cm	Ideaal niveau (kg/ha)	Laag	Gemiddeld	Hoog	Voorraad (jaren)
Fosfor (P)	0,9	5,4 - 10,8				105
Zwavel (S)	21	133 - 266				5
Kalium (K)	12	135 - 180				1
Calcium (Ca)	170	540 - 4860				10
Magnesium (Mg)	18	90 - 135				4
Natrium (Na)	48	66,5 - 90				1,4
Mangaan (Mn)	1,7	16,6 - 33,3				10
Ijzer (Fe)	8,6	4,3 - 10,8				696
Borium (B)	0,5	0,54 - 0,9				3,8
Kobalt (Co)	0,022	0,01 - 0,02				126
Koper (Cu)	0,21	0,09 - 0,17				291
Molybdeen (Mo)	0,006	0,18 - 0,54				1,1
Nikkel (Ni)	0,00	0,16 - 0,4				51
Selenium (Se)	0,005	0,01 - 0,01				43
Silicium (Si)	35	92 - 323				17
Zink (Zn)	2,02	1,1 - 1,9				141
Aluminium (Al)		0 - 1,5				

TEC	5,1
CEC	4,2
pH-water	6,1
Organische stof	5,4%

Uitleg: Voor de elementen met lage waarden voor zowel de plantbeschikbaarheid als de voorraad is het aanvullen van de voorraad een aandachtspunt.

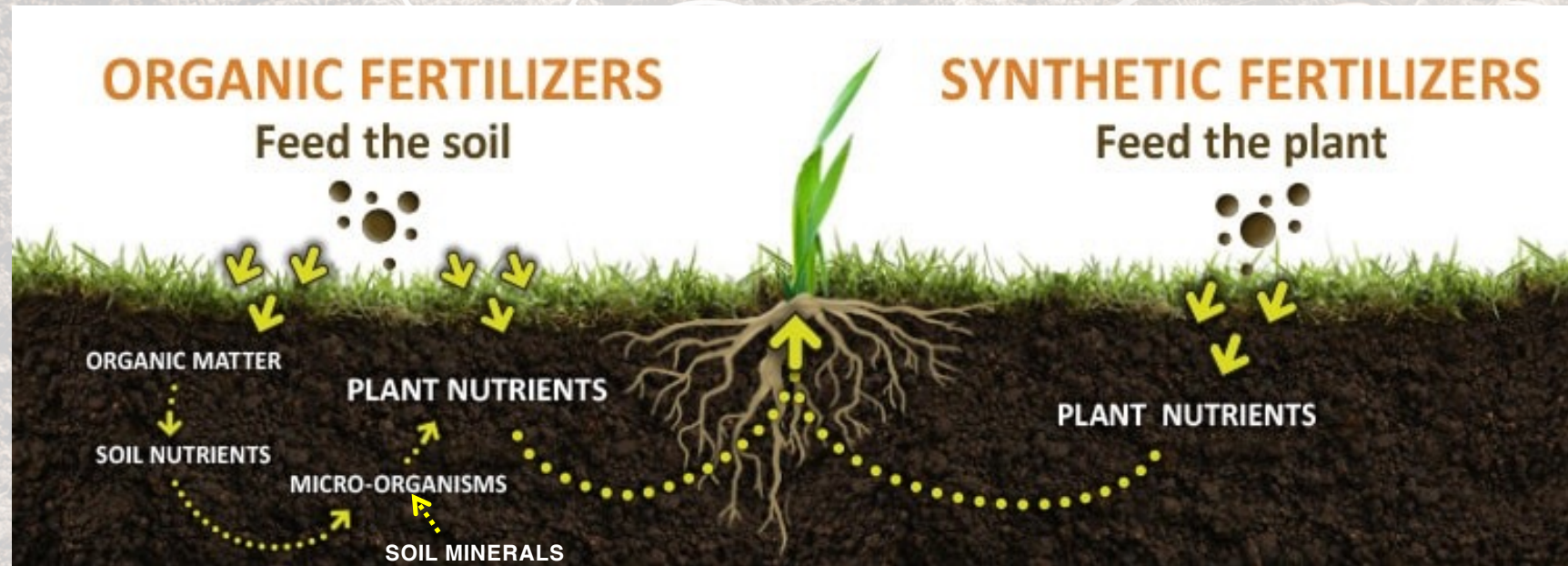
Wanneer echter de voorraad hoog is maar de plantbeschikbaarheid laag, dan behoeven het bodemmilieu (pH en zuurstofbeschikbaarheid) en de activiteit van het bodemleven aandacht om de mobilisatie van voedingselementen te verhogen.

Element	Base saturation		
	Plantbeschikbaar	Voorraad	Ideaal niveau
Calcium (Ca)	56,0%	71,9%	60 - 68%
Magnesium (Mg)	10,1%	8,0%	10 - 12%
Kalium (K)	2,1%	1,0%	2 - 4%
Natrium (Na)	13,8%	1,1%	1 - 1,5%
Waterstof (H)	12,8%	12,8%	
Andere kationen	5,3%	5,3%	

Voorbeeld: Fosfor is een element dat vaak voldoende in de voorraad aanwezig is (in de vorm van fosfaat). De plantbeschikbaarheid van fosfor is (vaak) laag. De voorraad geeft aan dat er voldoende fosfor aanwezig is, maar dit komt onvoldoende beschikbaar voor de plant. Het bodemmilieu en de bodembioïologie behoeven aandacht om voorraden beschikbaar te maken.

Ca/Mg-verhouding	5,55 : 1	9,01 : 1	Ideaal niveau = 5,67 : 1
------------------	----------	----------	--------------------------

Veranderende inzichten



Hoe wordt een plant gevoed?

En hoe kunnen we dat meten?

Waarom geen kunstmest

- Zout/ snelle overbemesting, kans op zoutschade
- Slecht voor bodemleven
- Wortels worden "lui" en afhankelijk
- Uitspoeling

Bodemleven meten



Hoe wordt de bodem gevoed? En hoe kunnen we dat meten?

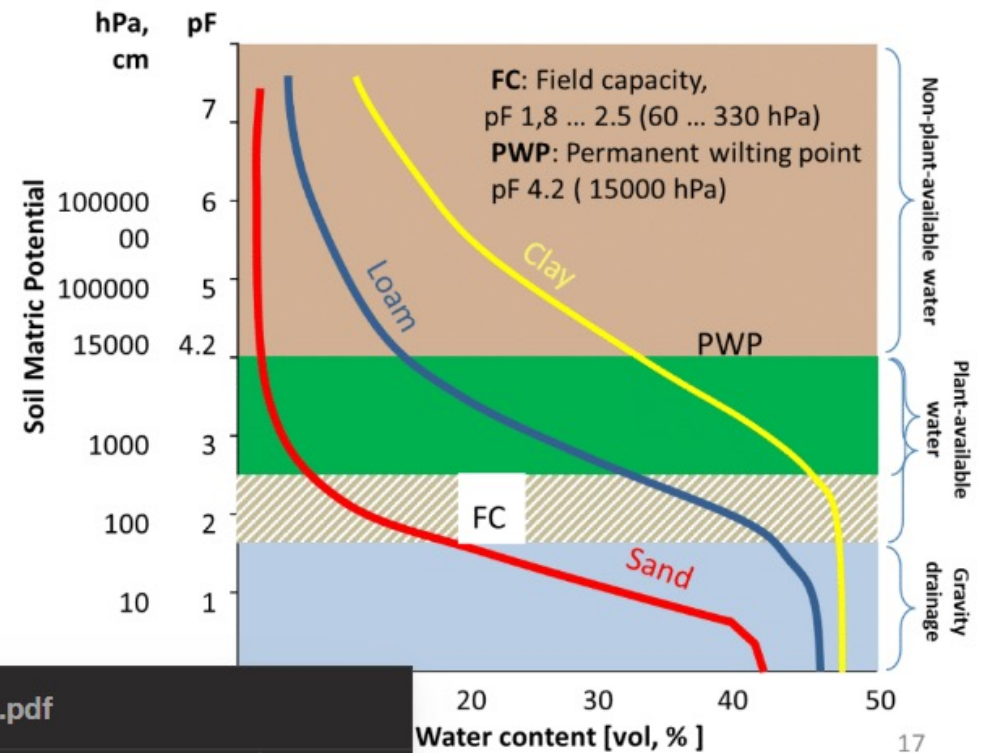
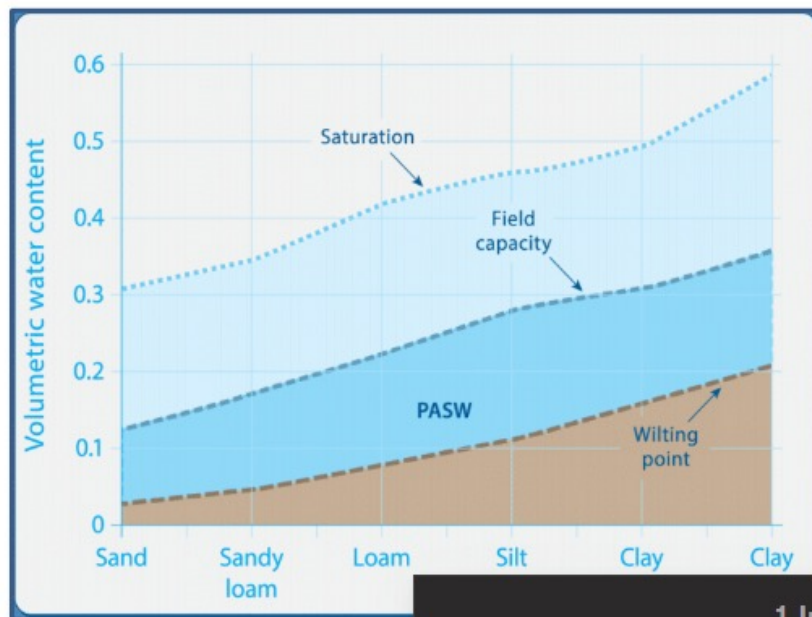
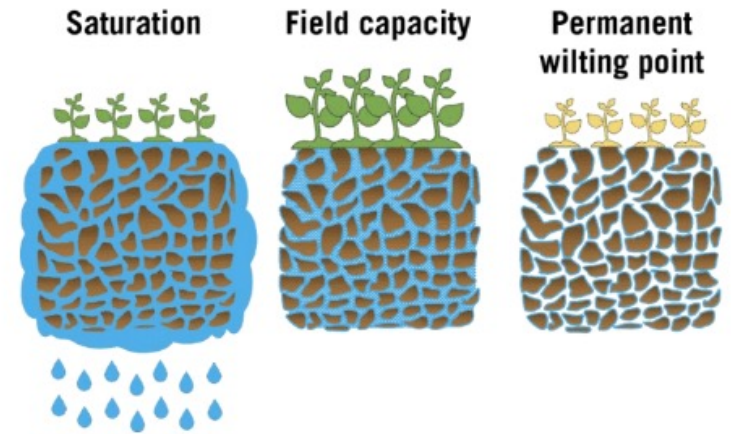
Water geven is een vak

- ▶ Verwelkingspunt boomwortels-bodemleven
- ▶ Veldcapaciteit
- ▶ Verzadiging
- ▶ Gasuitwisseling
- ▶ bodembedekking



How to evaluate water availability to plant in different soil?

Plant available water (AW): the amount of water stored in soil between field capacity (FC) and permanent wilting point (PWP). These values vary among different soils.



Calculation of the need to irrigate young trees based on weather data and the water requirements of each species calculated from transpiration measurements (UniMI and UNIFI)

R3OTREES® admin

General

Trees

Site	Tree nr.	Tag Nr.	Taxonomy	Calculated tr..	Date TRA	Risk class	Height	Water
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	5	4680	Populus nigra italica (Pioppo cipressino)	55			13,50	💧
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	15	4671	Quercus ilex (Leccio)	63			11,00	
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	23	4125	Tilia x europaea (Tiglio)	71			11,00	
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	53	4175	Pinus pinea (Pino domes...)	68			12,50	💧
BIM1 - Centro Direzionale Piazza del Popoloparco	44	4002	Populus alba (Pioppo bia...)	68			12,00	
BIM33 - Parco del Gelso	6	1339	Tilia x europaea (Tiglio)	70			10,50	
BIM33 - Parco del Gelso	10	1439	Pinus pinea (Pino domes...)	-			12,50	
BIM33 - Parco del Gelso	50	2160	Celtis australis (Bagolaro)	-			10,00	💧
BIM33 - Parco del Gelso	50	2160	Celtis australis (Bagolaro)	44			10,00	
BIM33 - Parco del Gelso	33	2462	Quercus robur (Farnia)	50			13,05	💧
BIM33 - Parco del Gelso	42	2552	Pinus pinea (Pino domes...)	50			13,05	
BIM33 - Parco del Gelso	88	3476	Tilia x europaea (Tiglio)	35			9,00	
BIM33 - Parco del Gelso	89	3477	Tilia x europaea (Tiglio)	36			9,50	

Open map
Weather Data
Sites
Objects
Statistics
Communications [0]
Trees
Plant with planned TRA
TRA
Shrubs, shrubs areas, hedges
Playground/Sporting Area
Equipment
Close menu



What mechanisms & strategies do drought tolerant plants evolve to overcome water stress?

Agron. Sustain. Dev.
DOI 10.1007/s13593-015-0283-4

REVIEW ARTICLE

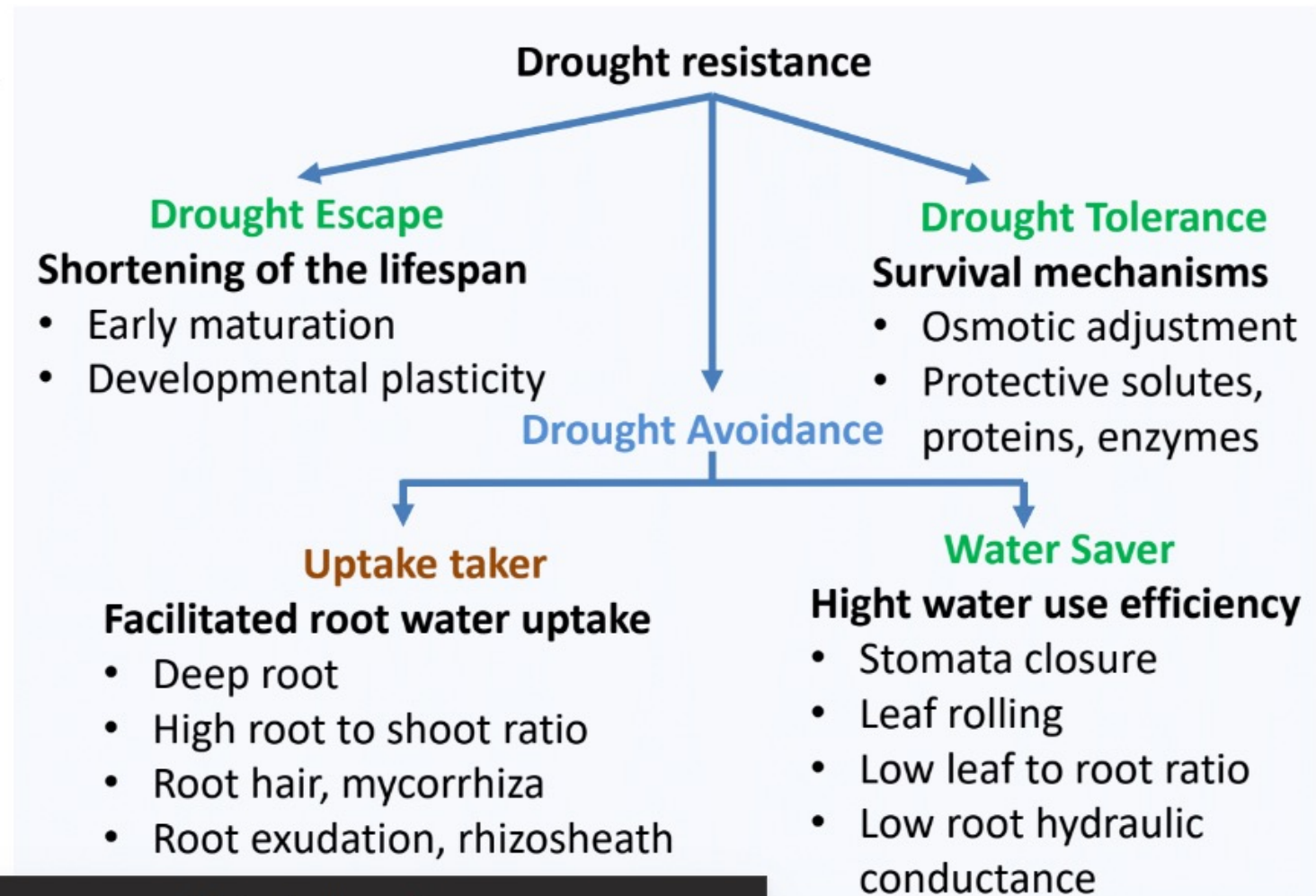
Management of crop water under drought: a review

Gernot Bodner · Alireza Nakhforoosh · Hans-Peter Kaul

State of Art

Drought tolerant plants may involve different mechanisms:

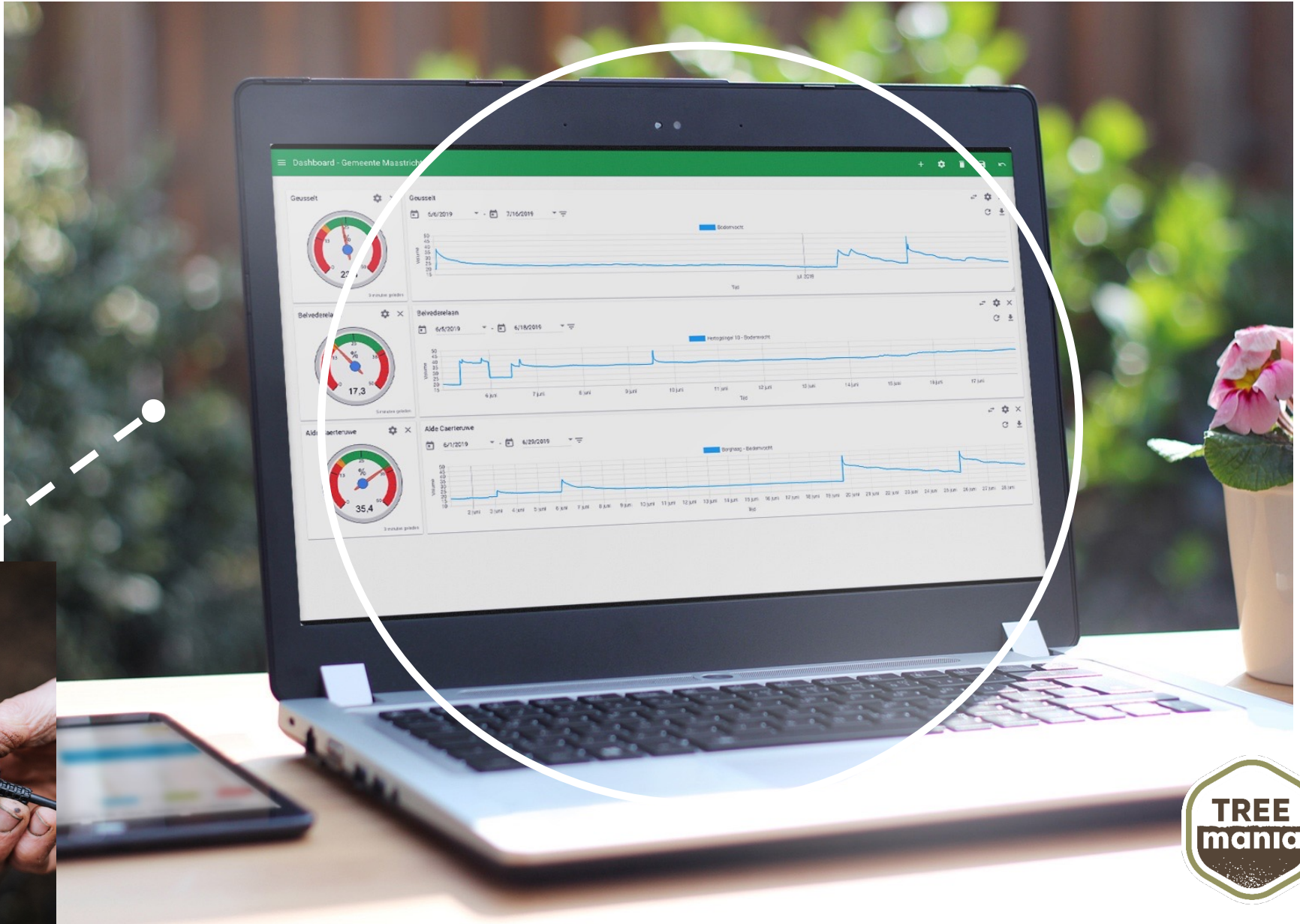
- **Plant driven**
- **Soil driven**



Sensoren

verzadiging
veldcapaciteit
verwelkingspunt
kalibratie







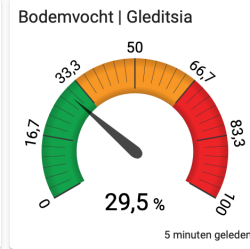
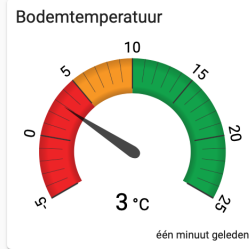
www.soilmania.com



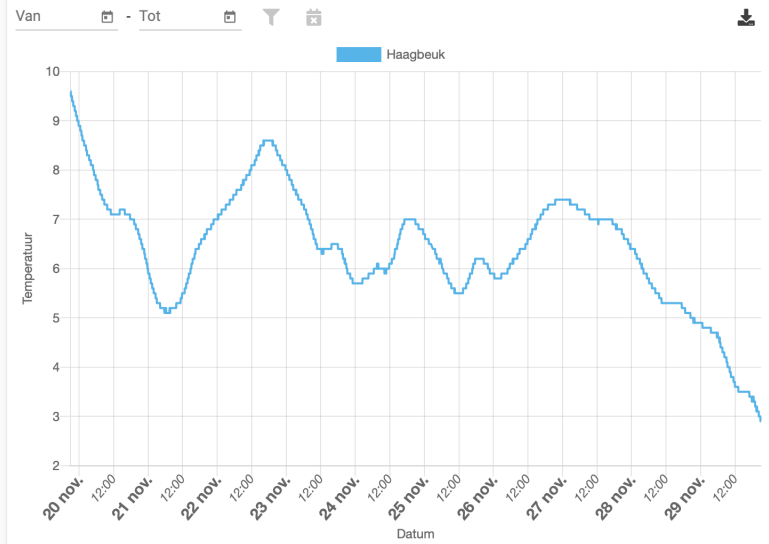
Actie vanuit kennis



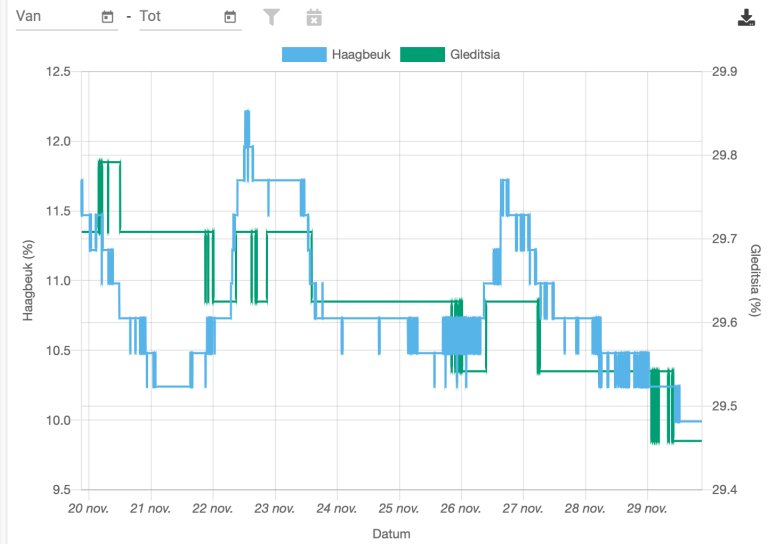
Actie vanuit wijsheid



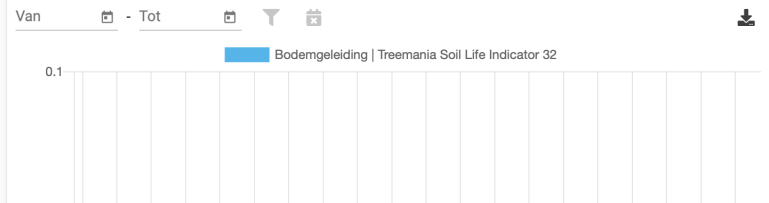
Bodemtemperatuur (°C)



Vochtgehalte



Voedingsstoffen (mS/cm)



Zuurgraad (pH)

