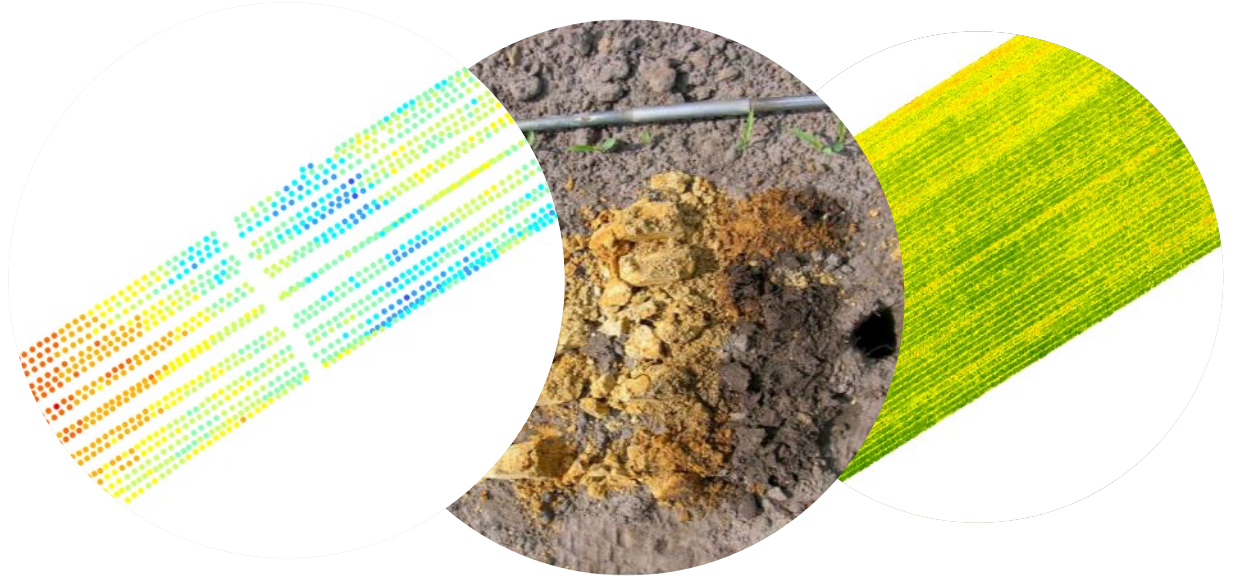


# Bodempfysische meetmethoden

*Stand van zaken en ontwikkelingen mbt meten van bodemkwaliteit*

**22 november 2022**, Fenny van Egmond, Erik van den Elsen, Gijs Staats, Karin Pepers, Matteo Poggio



# Programma

## ■ **Korte presentatie (binnen)**

- **Introductie van bodemfysische BLN indicatoren:** welke bodemfysische metingen zijn er in de BLN lijst opgenomen?
- **Waarom zijn deze indicatoren belangrijk, hoe worden ze nu gemeten en hoe gaan we ze in de toekomst (misschien wel) meten?**  
*bulkdichtheid, textuur, waterretentiecurve, indringingsweerstand, aggregaatstabiliteit, water vasthoudend vermogen (WVV) meten met NIRS, visuele bodemkwaliteitsbeoordeling*

## ■ **We gaan het veld in** en demonstreren een aantal van deze bodemfysische metingen

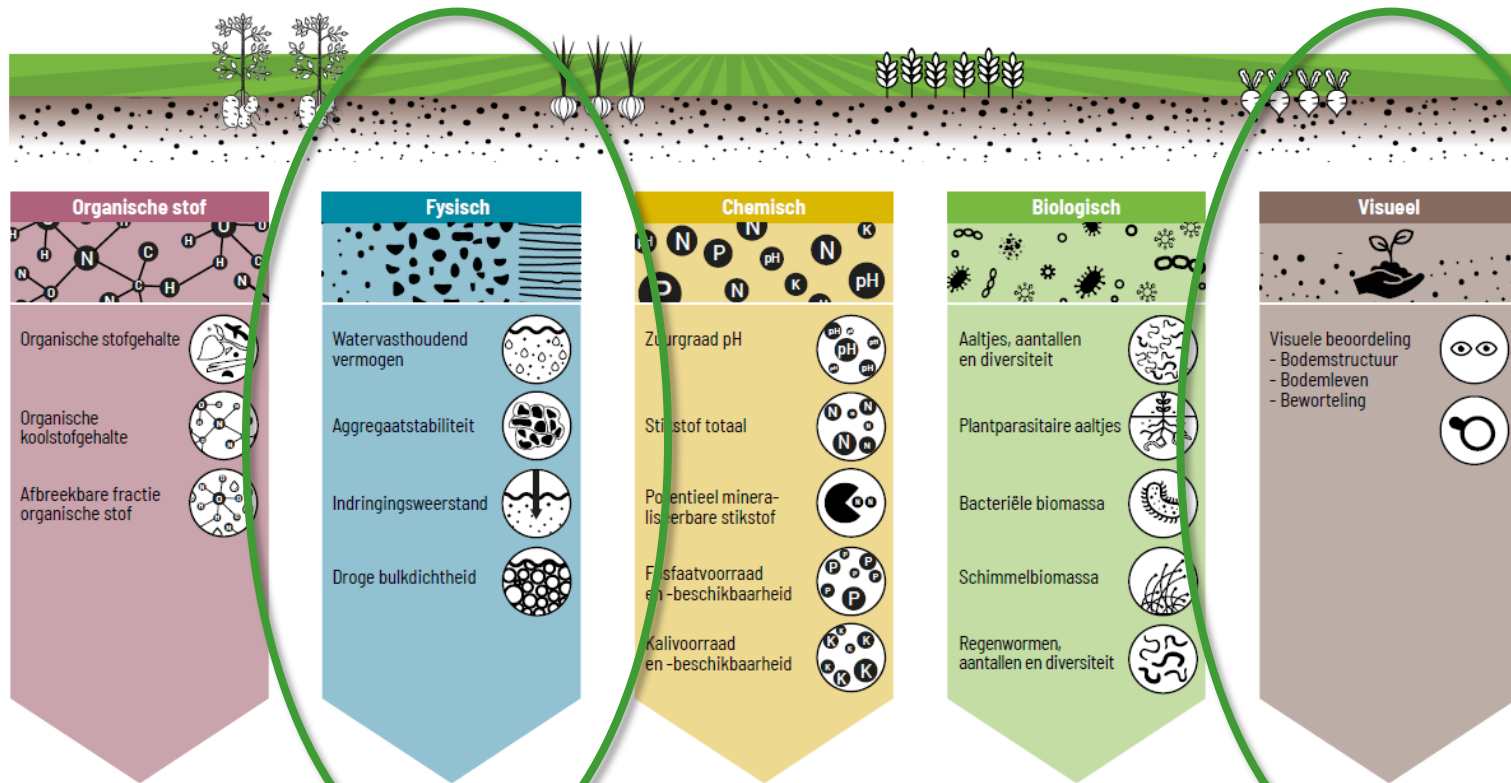
- **RhoC sensor** en **100cc ringen** (*bulkdichtheid, textuur, waterretentiecurve*)
- **Mes** en een **penetrologger** (*indringingsweerstand*)
- **Visuele bodembeoordeling** in een profielkuil (*diverse indicatoren*)
- Meten van *bodemfysische- en bodemchemische indicatoren* met de **Agrocares handscanner** op basis van NIRS



BETER  
BODEMBEHEER

# BODEMINDICATOREN VOOR LANDBOUWGRONDEN IN NEDERLAND (BLN VERSIE 1.1)

Voor uniforme bodemkwaliteitsbeoordeling en duurzaam beheer



**MET METING VAN BODEMKWALITEIT GERICHT WERKEN AAN VERSTERKEN BODEMFUNCTIES  
PRODUCTIE • WATERREGULATIE • KOOLSTOFOPSLAG • RECYCLING NUTRIËNTEN • BIODIVERSITEIT**



# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>	Eenheid	Type waarde	Streef- en referentiewaarden				Bron streef- en referentiewaarden
						akkerbouw op klei	akkerbouw op zand	melkvee-houderij op klei	melkvee-houderij op zand	
<b>Fysische indicatoren</b>										
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS	m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Ref	0.24	0.19	0.24	0.19	Heinen et al., 2020
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.	%	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.	MPa	Streef	< 3	< 3	< 3	< 3	Handboek Bodem en Bemesting
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105 <sup>o</sup> C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%	kg m <sup>-3</sup>	Streef	1.15-1.41 (n=105)	1.20-1.51 (n=99)	0.76-1.38 (n=215)	1.17-1.47 (n=203)	CC-NL 2018
<b>Overige indicatoren</b>										
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b.	Bodemstructuur	Ref	<a href="https://www.goedbodembeheer.nl/graaaf-een-kuil">https://www.goedbodembeheer.nl/graaaf-een-kuil</a> <a href="https://www.cosunleden.nl/unitip/handleiding-bodemconditie">https://www.cosunleden.nl/unitip/handleiding-bodemconditie</a> <a href="http://mijnbodemconditie.nl/">http://mijnbodemconditie.nl/</a>				GoedBodemBeheer Conditiescore Bodemconditiescore
# Bodemleven				Ref						
Beworteling				Ref						

# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>
<b>Fysische indicatoren</b>		
4 Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS
5 Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.
6 Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.
7 Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%
<b>Overige indicatoren</b>		
18 Visuele beoordeling	Visueel	n.b. Bo

# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>
<b>Fysische indicatoren</b>			
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%
<b>Overige indicatoren</b>			
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b. Bo

# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>
<b><i>Fysische indicatoren</i></b>			
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%
<b><i>Overige indicatoren</i></b>			
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b.

## Nieuwe meetmethoden

NIRS

NIRS

n.a.

Rho-C

n.a.

# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>
<b>Fysische indicatoren</b>			
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%
<b>Overige indicatoren</b>			
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b. Bo

## Watervasthoudend vermogen:

- \* De hoeveelheid vocht die de bodem kan vasthouden tussen veldcapaciteit (pF 2.0) en verwelkingspunt (pF 4.2)
- \* Is een belangrijke eigenschap o.a. tijdens langdurige droogte-periodes en voor waterberging.
- \* Wordt o.a. beïnvloed door textuur, structuur en OS gehalte.



# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>
<b>Fysische indicatoren</b>			
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%
<b>Overige indicatoren</b>			
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b. Bo

## Aggregaatstabiliteit:

- \* Een maat voor stabiliteit van aggregaten oiv water
- \* Is een belangrijke eigenschap voor de bodemstructuur en waterhuishouding.
- \* Wordt o.a. beïnvloed door textuur, OS gehalte en biologische activiteit.

# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>	
<b>Fysische indicatoren</b>				
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS	
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.	
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.	
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%	
<b>Overige indicatoren</b>				
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b.	Bo

## Indringingsweerstand:

- \* Een maat voor bodemverdichting
- \* Is een belangrijke eigenschap voor gewasopbrengst, waterhuishouding, bodembiologie, etc.
- \* Wordt o.a. beïnvloed door textuur, watergehalte.

# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>
<b>Fysische indicatoren</b>			
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%
<b>Overige indicatoren</b>			
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b. Bo

## Droge bulkdichtheid:

- \* Een maat voor o.a. bodemverdichting
- \* Is een belangrijke eigenschap voor bodemverdichting
- \* Wordt o.a. beïnvloed door textuur, bodemverdichting.

# BLN: Fysische metingen + visuele beoordeling

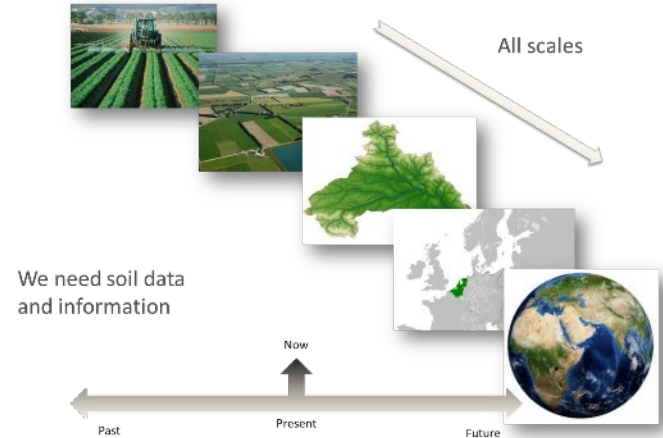
Nr	Indicator	Klassieke meetmethode	Snelle, goedkopere meetmethode <sup>1</sup>
<b><i>Fysische indicatoren</i></b>			
4	Watervasthoudend vermogen	Zandbak/drukpan	pedotransferfunctie o.b.v. textuur + OS
5	Aggregaatstabiliteit	Natte zeefmethode	n.b.
6	Indringingsweerstand	Penetrometer	n.b.
7	Droge bulkdichtheid	Massa na drogen 105° C	pedotransferfunctie o.b.v. OS%
<b><i>Overige indicatoren</i></b>			
18	Visuele beoordeling	Visueel	n.b.
			Bo

## Visuele beoordeling:

- \* Een snelle, goedkope beoordeling van de bodemkwaliteit
- \* Is een belangrijk voor bewustwording en combineren van diverse bodemkwaliteitsaspecten (koolstof, fysisch, chemisch, biologisch)

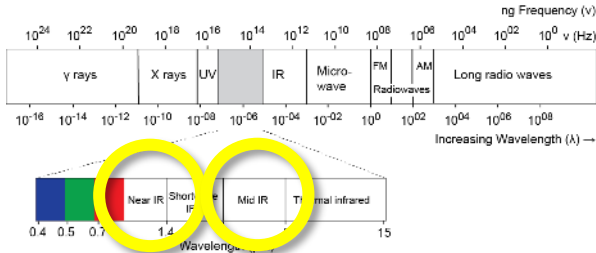
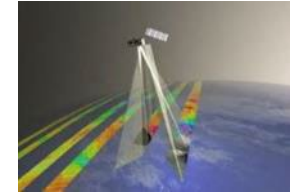
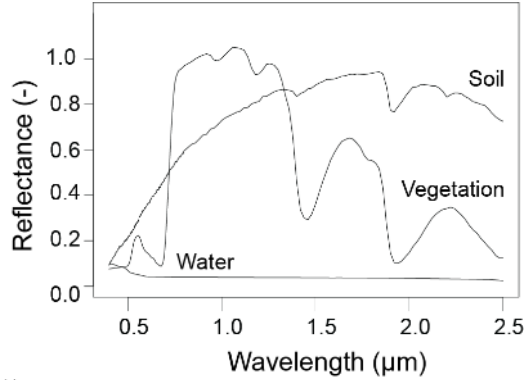
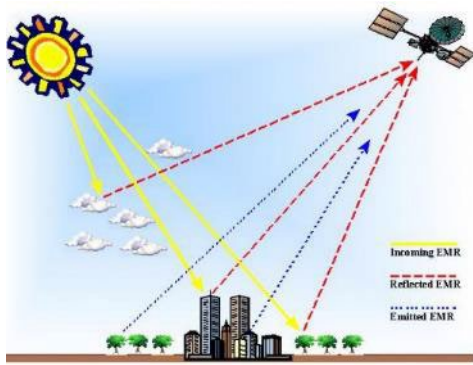
# Wat zijn de afwegingen bij een keuze van de meettechniek?

- Wat is het (eind)doel?
- Welke schaal?
- Hoe onnauwkeurig mag het zijn?
- Hoeveel meetpunten?
- Kun je het zelf?
- Hoog of laag-technologisch?
- Wat kost het? Andere toepassingen?
- **Blijf zelf nadenken!**

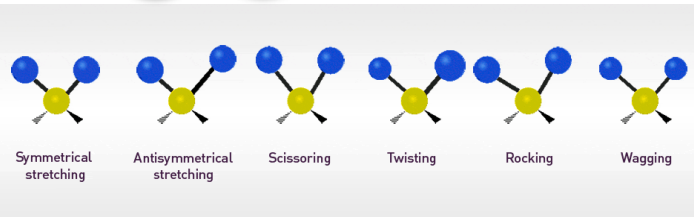
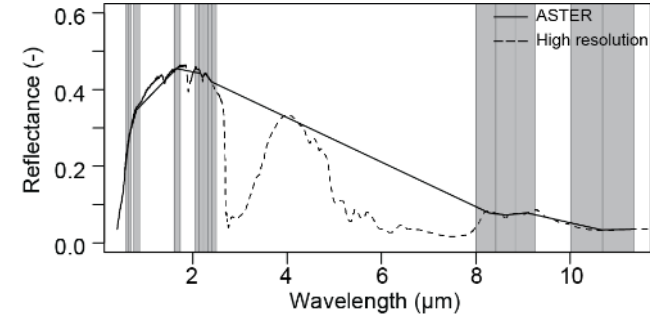


The most effective remedy for supplementing and improving information is the one that **answers the question against minimal costs**, where the **costs are not higher than the gain** in terms of improved *value of information* (Morgan et al., 1990)

# Visible, Near and Mid infrared sensors (NIR, MIR)

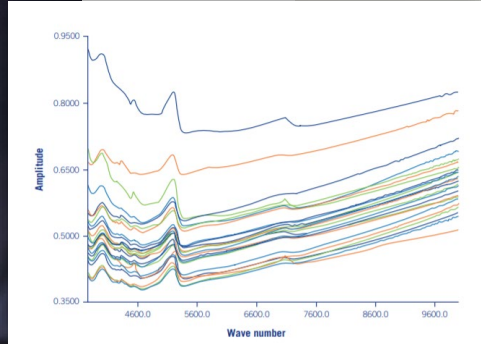


Alleen bovenste mm!  
Kalibratie en omrekening nodig



Mulder, V. L. (2013), Spectroscopy-supported digital soil mapping, 188 pp, PhD thesis, Wageningen University, Wageningen.

# Visible, Near and Mid infrared sensors (NIR, MIR)



**Agrocares handscanner** en **Eurofins lab opstelling** voor NIR bepalingen van bodemeigenschappen.

Agrocares scanner: OS, kleigehalte, nutriënten.

# Visible, Near and Mid infrared sensors (NIR, MIR): Verdere ontwikkelingen

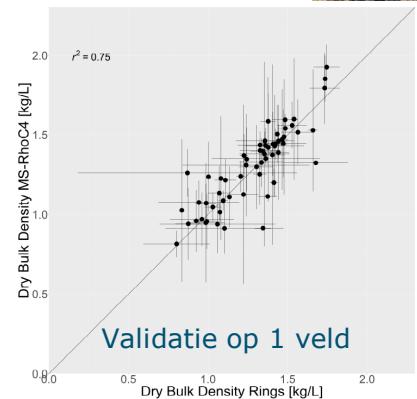
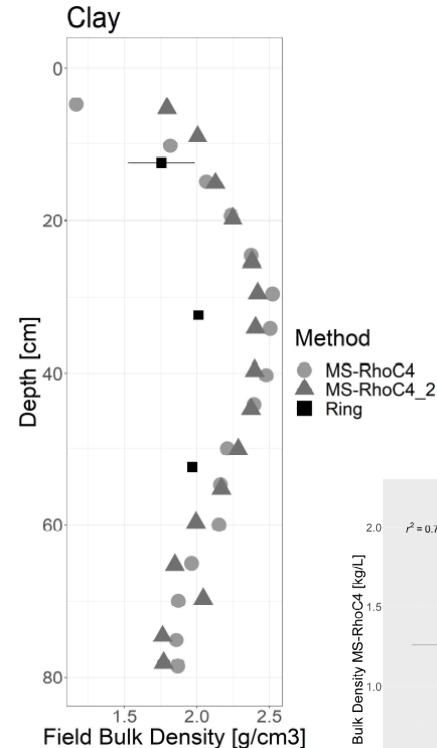
'Vertaling' van BLN indicatoren 'watervasthoudend vermogen' en 'aggregaat stabiliteit' is goed mogelijk m.b.v. NIRS

- Een eerste proef aan de hand van **30 monsters** gaf een **correlatie ( $R^2$ ) van 0.53**
- Er zijn **veel klassieke metingen en NIR metingen** nodig om een **goede correlatie ( $R^2 > 0.95$ )** te krijgen (x-1000 metingen)
- NIRS varianten van deze indicatoren zou **enorm kosten- en tijdbesparend** zijn!

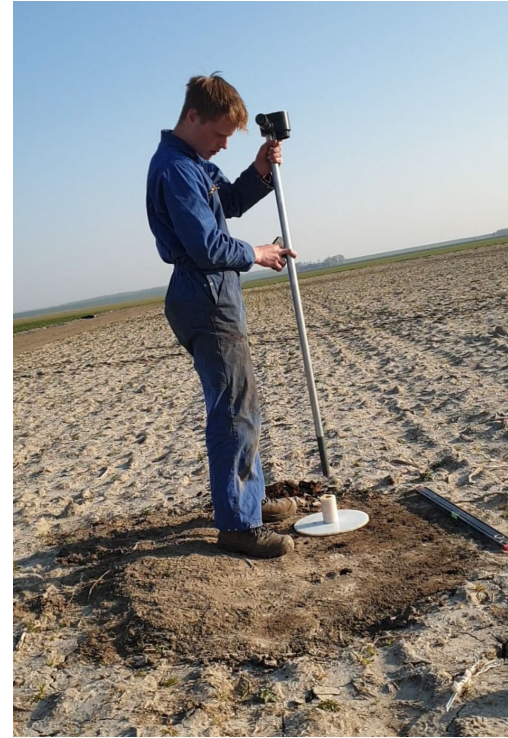


# Actieve gammastraling met Rho-C: Bulkdichtheid

- Gemeten afname van een bekende hoeveelheid straling in een bekend volume door absorptie door massa
- Meetdiepte afhankelijk van opstelling: 0-100 cm
- Meting geeft (veldvochtige) bulkdichtheid over +/- 5 cm; in combinatie met vochtmeting droge bulkdichtheid in g/cm<sup>3</sup>
- Meetopzetten op boorkernen in Australië, Nieuw Zeeland
- Meetopzet in situ door **Medusa Radiometrics**: wordt gevalideerd in het veld binnen BNBM, FlevoLand in Beweging



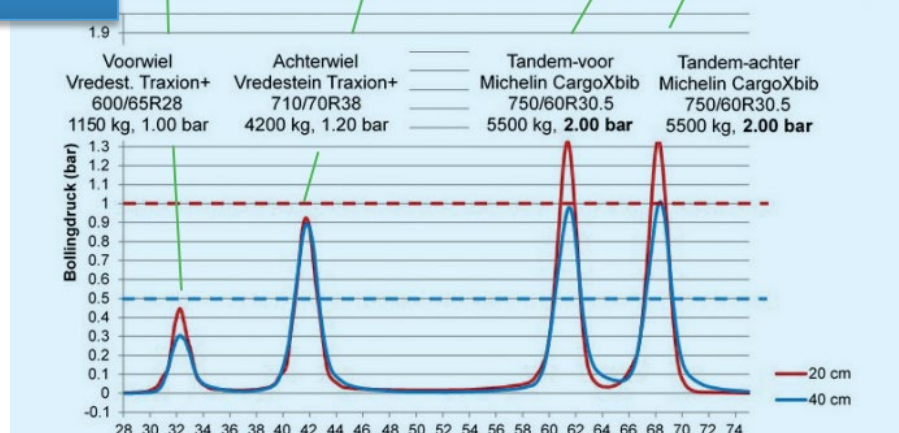
# Rho-C: Bulkdichtheid handmatig meten



# Mobiele meetopstelling bodemdruk



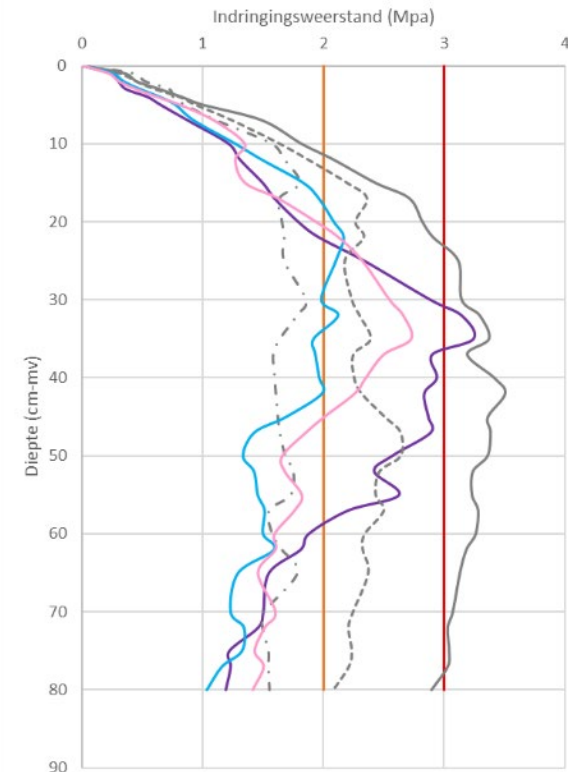
Wieldrukken worden gemeten met drukopnemers





# Penetrologger - indringingsweerstand

- Indringingsweerstand is een maat voor bodemverdichting
- Drukweerstand van ijzeren pen die met constante snelheid en kracht de bodem in wordt geduwd
- Indicatie voor bewortelbare diepte, verdichting
- Meting wordt beïnvloed door bodemvochtgehalte, bodemopbouw, opnemer (!)
- Lopend/in situ, puntmeting
- Gemiddelde van 5 steken
- Bijv. Eijkelkamp



- drempelwaarde 2: verminderde wortelgroei
- drempelwaarde 3: geen wortelgroei
- ploegzool
- natuurlijk compact
- - - natuurlijk matig compact
- . - natuurlijk los
- mogelijk verschillende grondsoorten in profiel
- lichte ploegzool

# Visuele bodembeoordeling

## Verschillende methoden:

- Zicht op bodemstructuur
- Conditie score
- Bodemconditiescore
- GoedBodemBeheer
- ...

### Visuele bodembeoordeling kuil volgens Zicht op de Bodemstructuur

Perceel:	Gewas:	Opmerkingen
	2 <sup>de</sup> jaar grasklaver	
Structuur 0-25 cm	7	Vanaf 20 cm compacter en scherper
Structuur 25-50 cm	4	Vanaf 30 cm verdicht, blauw + roestvlekken
Bodemleven	7 <sup>5</sup>	
Beworteling		Vanaf 20 cm afnemend
Waterhuishouding	5	Blauw en roest
<b>Aanvullingen Visual Soil Assessment</b>		
Aanwezigheid vlekken 50 cm	Roest vanaf 40 cm	%
Bewortelingsdiepte	50, niet intensief	Diepte / intensiteit
Textuur	0	Score 0 (poor), 1 (moderate) en 2 (good)



Structuur 25-50 cm: vanaf 30 cm verdicht en blauw. Wortels vinden een weg naar beneden via breukvlakken.

### Visuele bodembeoordeling kuil volgens Zicht op de Bodemstructuur

Perceel:	Gewas:	Opmerkingen
	vv: consumptieaardappel nu: grasklaver	
Structuur 0-25 cm	8	
Structuur 25-50 cm	4	Storende laag op ca 40 cm. Vlak boven het zand
Bodemleven	4	Geen sporen
Beworteling	8	Tot storende laag
Waterhuishouding		
<b>Aanvullingen Visual Soil Assessment</b>		
Aanwezigheid vlekken 50 cm	Nee	%
Bewortelingsdiepte	Ca 40 cm	Diepte / intensiteit
Textuur	2	Score 0 (poor), 1 (moderate) en 2 (good)



Structuur 25-50: Op 40 cm is een storende harde laag te zien. Deze laag zit vlak boven de overgang naar de zandlaag. De wortels hebben moeite om hier door heen te komen.

# Begrijpen we wat we meten/zien?



# Bedankt! En nu naar buiten..

- [fenny.vanegmond@wur.nl](mailto:fenny.vanegmond@wur.nl)
- [erik.vandenelsen@wur.nl](mailto:erik.vandenelsen@wur.nl)
- [k.pepers@aeres.nl](mailto:k.pepers@aeres.nl)

