

# Integraal meten van bodemkwaliteit

*Bodemcomité*

Utrecht, 15 januari 2020

Janjo de Haan





# Huidige metingen van bodemkwaliteit in de landbouw

- Gericht op verbeteren landbouwproductie
- Onderdelen
  - Bodemvruchtbaarheid
  - Visuele beoordeling in het veld
  - Plantparasitaire aaltjes wanneer nodig







# Eisen aan bodemkwaliteit verschilt per type landgebruik





# De bodem is complex



- Bodemvorming

- Afhankelijk van moedermateriaal, topografie, klimaat, landgebruik

- Diverse processen, elk met eigen dynamiek

- Chemisch, fysisch, biologisch

→ Veel variatie in tijd en ruimte van bodemeigenschappen

# Meten van bodemeigenschappen soms lastig

---

**WE OFFER 3 KINDS OF SERVICES**

**GOOD-CHEAP-FAST**

**BUT YOU CAN PICK ONLY TWO**

---

**GOOD & CHEAP** WON'T BE **FAST**

---

**FAST & GOOD** WON'T BE **CHEAP**

---

**CHEAP & FAST** WON'T BE **GOOD**

---



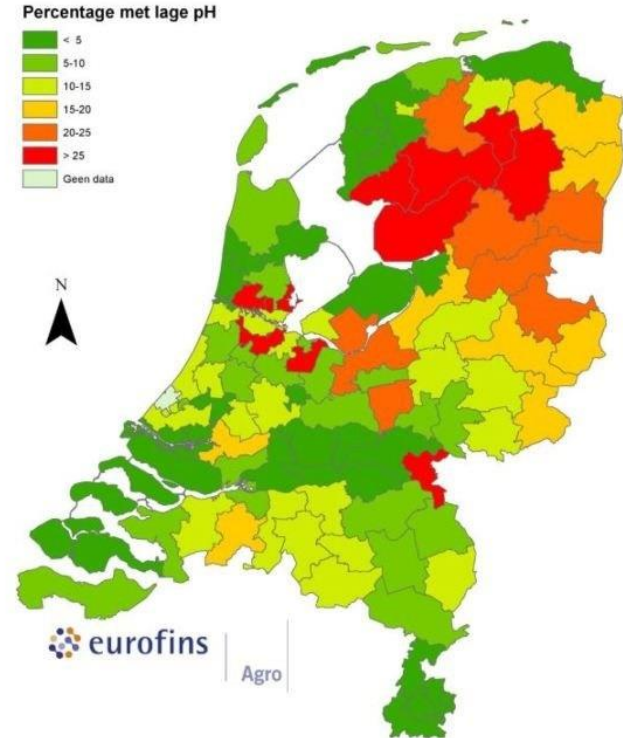
# Meten van bodemkwaliteit van perceel - wereld

Voorbeeldverslag  
Postbus 170  
6700 AD WAGENINGEN

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr:	Datum monstername:	Datum verslag:	Monster genomen bij:					
	110501/003034822	02-12-2014	15-12-2014	A. Veeboer 8822 XX ARUM					
Resultaat	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
<b>hoofdelement</b>									
N-totale bodemvoorraad	mg N/kg	2780							
C-N-ratio		17	10	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg Ni/ha	120	210	93 - 147					
S-beschikbaar	mg S/kg	22.0							
S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	890							
C/S-ratio		53	19	60 - 75					
S-leverend vermogen	kg S/ha	20							
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	1,8	1,7	1,0 - 2,4					
P-bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	25	54	27 - 47					
P-buffering		14		17 - 27					
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	31							
K-beschikbaar	mg K/kg	56		70 - 110					
K-getal		17	22						
K-bodemvoorraad	mmol+/kg	5,4		2,8 - 4,0					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	230		207 - 484					
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	8000		5650 - 8475					
Mg plant beschikbaar	mg Mg/kg	309	404	230 - 295					
K/Mg-ratio		8,9							
<b>sporelement</b>									
Na plant beschikbaar	mg Na/kg	36	63	47 - 68					
Si plant beschikbaar	µg Si/kg	5450		6000 - 32000					
Fe plant beschikbaar	µg Fe/kg	1890		2500 - 4500					
Zn plant beschikbaar	µg Zn/kg	130		500 - 750					
Mn plant beschikbaar	µg Mn/kg	1700		2000 - 3100					
Cu plant beschikbaar	µg Cu/kg	55		40 - 65					
Co plant beschikbaar	µg Co/kg	6,9		25 - 50					
B plant beschikbaar	µg B/kg	49		77 - 122					
Mo plant beschikbaar	µg Mo/kg	47,10		100 - 5000					
Se plant beschikbaar	µg Se/kg	10							
Se-graal		52		150 - 250					
<b>fysisch</b>									
Zuurgraad (pH)		6,1	5,7	> 4,8					
C-organisch	%	1,7							
Organische stof	%	3,3	3,4						
C-anorganisch	%	0,71							
Koolzure kalk	% CaCO <sub>3</sub>	5,2	6,1						
Klei	%	27		17					
Silt	%	32							
Zand	%	33							
<b>biologisch</b>									
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	121	165	> 169					
CEC-bezetting	%	100	89	> 95					
Bodemleven	mg N/kg	74		60 - 80					

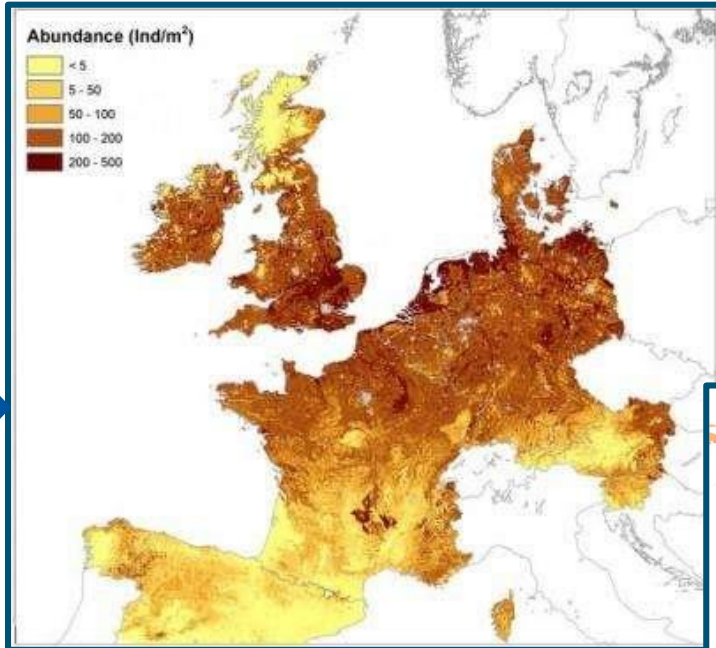
\* Dit zijn regionormiddelen. Meer informatie staat bij onderdeel Gemiddelde.

Percentage grasland met een te lage pH  
(2012-2016)

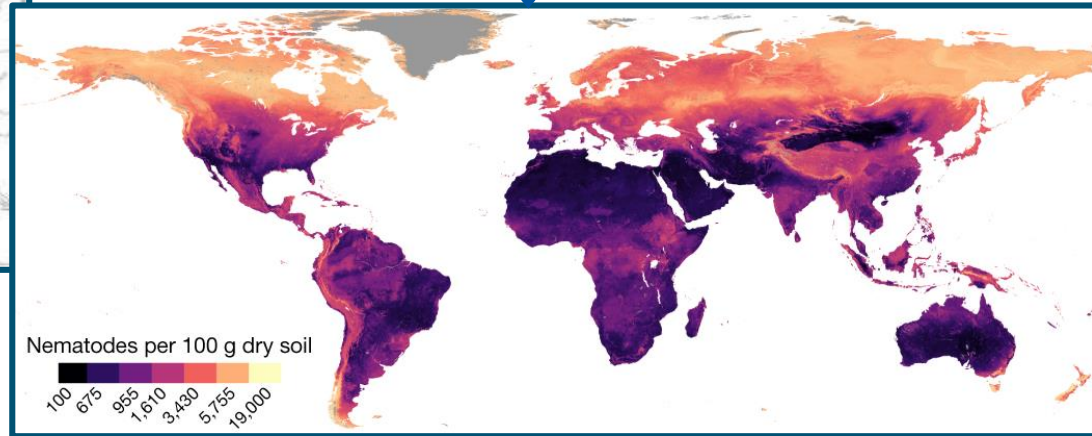




# Meten van Bodemkwaliteit: Europese schaal



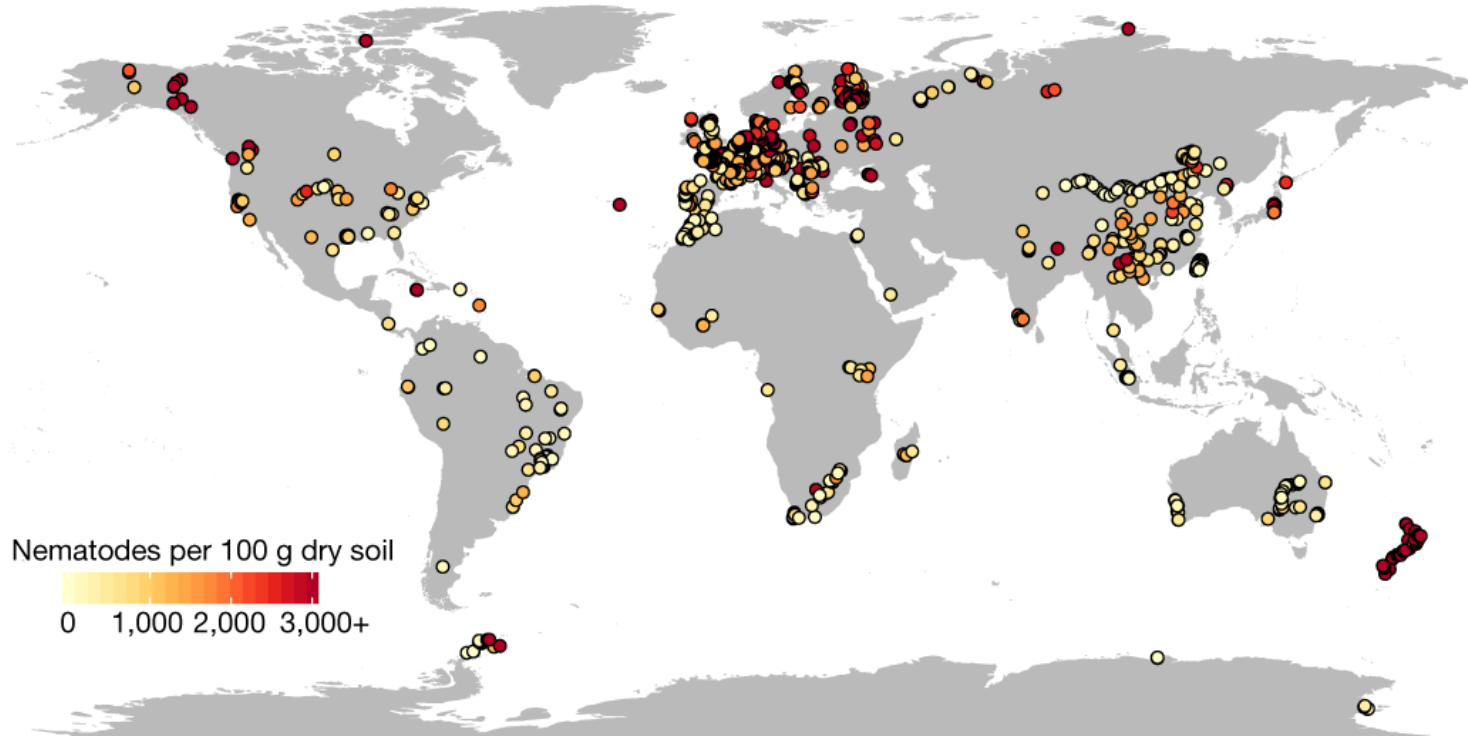
*Regenwormen aantallen Rutgers et al. 2016*



*Nematodendichtheid, 1 pixel ca. 1 km<sup>2</sup>, van den Hoogen et al. 2019*

# Meten van Bodemkwaliteit: wereldschaal

a







# Bodembeheer $\neq$ Bodemkwaliteit

- Bodembeheer: maatregelen
- Vruchtwisseling
- Organische stofaanvoer & bemesting
- Grondbewerking en berijding
- Beregening en drainage
- Gewasbescherming

		Bodemkwaliteit	
		Goed	Slecht
Bodemmanagement	Goed	Green	Light Green
	Slecht	Yellow	Red

# Knelpunten in het meten van bodemkwaliteit



*Diversiteit aan bodem-diensten*

*Diversiteit aan landgebruik*

*Onderscheid bodemkwaliteit van bodembeheer*

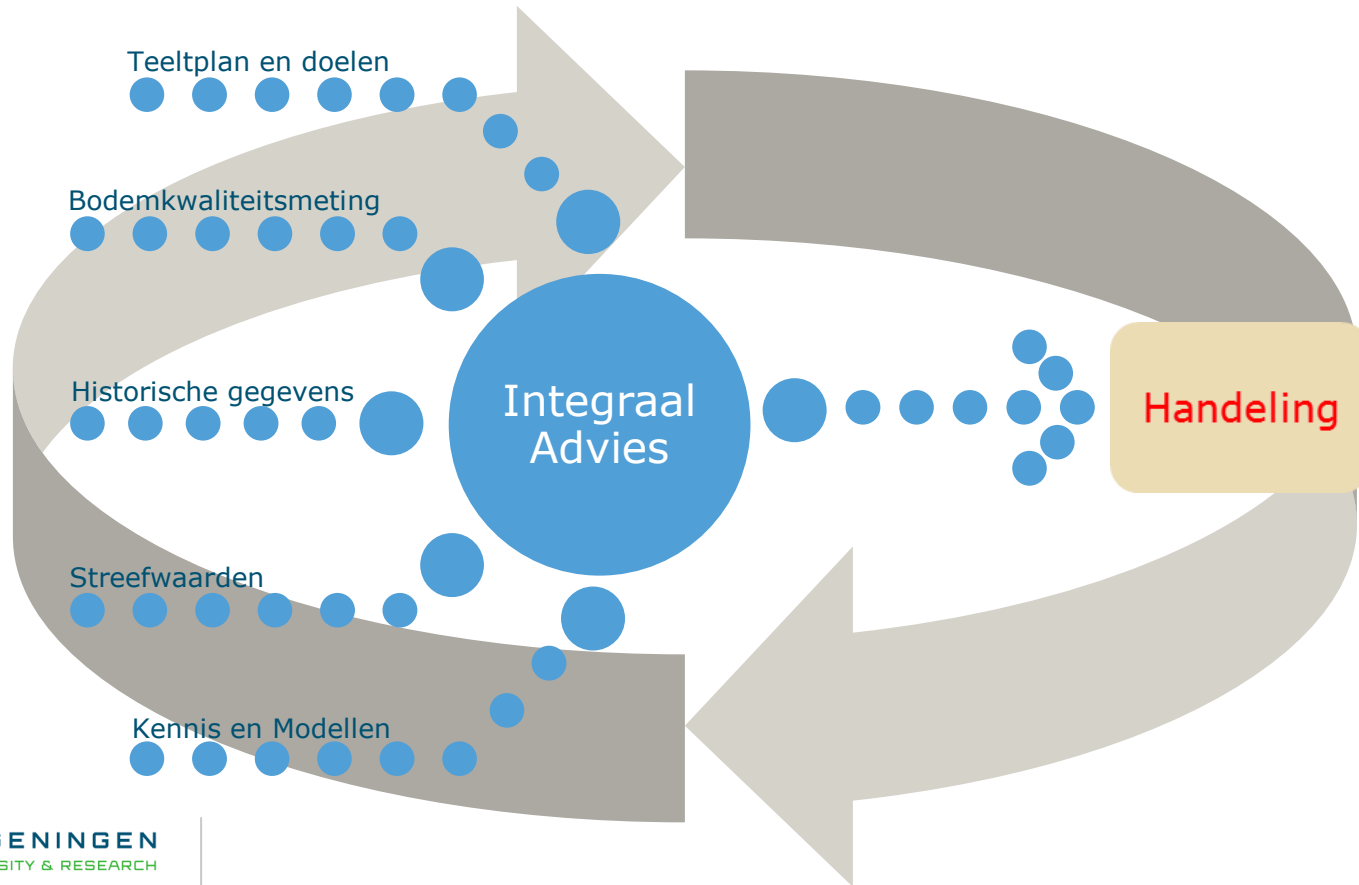
*Variatie in bodem in ruimte en tijd*

*Diversiteit aan schaalniveaus in uitspraken*

*Diversiteit aan doelen*

*Lastig te meten bodem-eigenschappen*

# Integraal advies gewenst → Bodemkwaliteitsplan





# Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in NL

- Integrale bodemkwaliteitsbeoordeling:
  - Meerdere doelen: productie, klimaat, water, biodiversiteit, ...
- Vanuit wetenschappelijk perspectief:
  - Wat zijn nauwkeurige en betrouwbare indicatoren
  - Welke goedkope en snelle alternatieven zijn er
    - Over het algemeen minder nauwkeurig en betrouwbaar
- Vanuit landelijk perspectief, voor LNV

# Bodemindicatoren voor landbouwgronden in Nederland

	Nr	Indicator	Eenheid	Klassieke meetmethode	Alternatief
OS	1	Organische stofgehalte en koolstofgehalte	%	Gloeiverlies en Dumas	NIRS
	2	Stabiele fractie organische stof (POXC)	%	Oxidatie in permanganaat	n.b.
	3	Heet water extraheerbare koolstof (HWC)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Extractie in heet water	n.b.
Fysisch	4	Watervasthoudend vermogen	%, mm	Zandbak/drukpan	obv textuur & OS
	5	Aggregaatstabiliteit	-	Natte zeefmethode	n.b.
	6	Textuur	%	Pipetmethode	NIRS
	7	Indringingsweerstand	MPa	Penetrometer	
	8	Droge bulkdichtheid	kg m <sup>-3</sup>	Massa na drogen 105° C	Berekend uit OS%
Chemisch	9	Zuurgraad (pH)	-	Extractie in CaCl <sub>2</sub>	
	10	N-totaal	g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Kjeldahl	NIRS
	11	Potentieel mineraliseerbare stikstof (PMN)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Anaerobe incubatie	NIRS
	12	Fosfaatstatus (P-Al, P-CaCl <sub>2</sub> , Pw)	mg 100 g <sup>-1</sup> , g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup> mg 100 ml <sup>-1</sup>	Extractie in ammoniumlactaat-azijnzuur, CaCl <sub>2</sub> resp. water	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
	13	Kalstatus (K-getal, K-CEC, K-CaCl <sub>2</sub> )	mg 100 g <sup>-1</sup> , mmol <sup>+</sup> /kg, g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Extractie in HCl en oxaalzuur	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
Biologisch	14	Aaltjes diversiteit en aantallen (incl. plantparasitaire aaltjes)	# taxa, # 100 ml <sup>-1</sup> grond	Microscopie	PCR
	15	Bacterie- en schimmelbiomassa	µg kg <sup>-1</sup>	PLFA	NIRS
	16	Regenwormen aantallen en diversiteit	# m <sup>-2</sup> , kg m <sup>-2</sup>	Visueel	n.b.
	17	Visuele beoordeling	Divers	Visueel	n.b.

# Bodemindicatoren voor landbouw

Metingen routinematig beschikbaar

	Nr	Indicator	Eenheid	Klassieke meetmethode	Alternatieve
OS	1	Organische stofgehalte en koolstofgehalte	%	Gloeiverlies en Dumas	NIRS
	2	Stabiele fractie organische stof (POXC)	%	Oxidatie in permanganaat	n.b.
	3	Heet water extraheerbare koolstof (HWC)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Extractie in heet water	n.b.
Fysisch	4	Watervasthoudend vermogen	%, mm	Zandbak/drukpan	obv textuur & OS
	5	Aggregaatstabiliteit	-	Natte zeefmethode	n.b.
	6	Textuur	%	Pipetmethode	NIRS
	7	Indringingsweerstand	MPa	Penetrometer	
	8	Droge bulkdichtheid	kg m <sup>-3</sup>	Massa na drogen 105° C	Berekend uit OS%
Chemisch	9	Zuurgraad (pH)	-	Extractie in CaCl <sub>2</sub>	
	10	N-totaal	g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Kjeldahl	NIRS
	11	Potentieel mineraliseerbare stikstof (PMN)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Anaerobe incubatie	NIRS
	12	Fosfaatstatus (P-Al, P-CaCl <sub>2</sub> , Pw)	mg 100 g <sup>-1</sup> , g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup> mg 100 ml <sup>-1</sup>	Extractie in ammoniumlactaat-azijnzuur, CaCl <sub>2</sub> resp. water	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
	13	Kalistatus (K-getal, K-CEC, K-CaCl <sub>2</sub> )	mg 100 g <sup>-1</sup> , mmol <sup>+</sup> /kg, g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Extractie in HCl en oxaalzuur	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
Biologisch	14	Aaltjes diversiteit en aantallen (incl. plantparasitaire aaltjes)	# taxa, # 100 ml <sup>-1</sup> grond	Microscopie (plantparasitair)	PCR
	15	Bacterie- en schimmelbiomassa	µg kg <sup>-1</sup>	PLFA	NIRS
	16	Regenwormen aantallen en diversiteit	# m <sup>-2</sup> , kg m <sup>-2</sup>	Visueel	n.b.
	17	Visuele beoordeling	Divers	Visueel	n.b.



# Bodemindicatoren voor landbouwgrond

Metingen in ontwikkeling

	Nr	Indicator	Eenheid	Klassieke meetmethode	Alternatief
OS	1	Organische stofgehalte en koolstofgehalte	%	Gloeiverlies en Dumas	NIRS
	2	Stabiele fractie organische stof (POXC)	%	Oxidatie in permanganaat	n.b.
	3	Heet water extraheerbare koolstof (HWC)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Extractie in heet water	n.b.
Fysisch	4	Watervasthoudend vermogen	%, mm	Zandbak/drukpan	obv textuur & OS
	5	Aggregaatstabiliteit	-	Natte zeefmethode	n.b.
	6	Textuur	%	Pipetmethode	NIRS
	7	Indringingsweerstand	MPa	Penetrometer	
	8	Droge bulkdichtheid	kg m <sup>-3</sup>	Massa na drogen 105° C	Berekend uit OS%
Chemisch	9	Zuurgraad (pH)	-	Extractie in CaCl <sub>2</sub>	
	10	N-totaal	g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Kjeldahl	NIRS
	11	Potentieel mineraliseerbare stikstof (PMN)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Anaerobe incubatie	NIRS
	12	Fosfaatstatus (P-Al, P-CaCl <sub>2</sub> , Pw)	mg 100 g <sup>-1</sup> , g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup> mg 100 ml <sup>-1</sup>	Extractie in ammoniumlactaat-azijnzuur, CaCl <sub>2</sub> resp. water	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
	13	Kalistatus (K-getal, K-CEC, K-CaCl <sub>2</sub> )	mg 100 g <sup>-1</sup> , mmol <sup>+</sup> /kg, g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Extractie in HCl en oxaalzuur	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
Biologisch	14	Aaltjes diversiteit en aantallen (incl. plantparasitaire aaltjes)	# taxa, # 100 ml <sup>-1</sup> grond	Microscopie	PCR
	15	Bacterie- en schimmelbiomassa	µg kg <sup>-1</sup>	PLFA	NIRS
	16	Regenwormen aantallen en diversiteit	# m <sup>-2</sup> , kg m <sup>-2</sup>	Visueel	n.b.
	17	Visuele beoordeling	Divers	Visueel	n.b.

# Bodemindicatoren voor landbouwgronden

Metingen met uitdagingen

	Nr	Indicator	Eenheid	Klassieke meetmethode	Alternatief
OS	1	Organische stofgehalte en koolstofgehalte	%	Gloeiverlies en Dumas	NIRS
	2	Stabiele fractie organische stof (POXC)	%	Oxidatie in permanganaat	n.b.
	3	Heet water extraheerbare koolstof (HWC)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Extractie in heet water	n.b.
Fysisch	4	Watervasthoudend vermogen	%, mm	Zandbak/drukpan	obv textuur & OS
	5	Aggregaatstabiliteit	-	Natte zeefmethode	n.b.
	6	Textuur	%	Pipetmethode	NIRS
	7	Indringingsweerstand	MPa	Penetrometer	
	8	Droge bulkdichtheid	kg m <sup>-3</sup>	Massa na drogen 105° C	Berekend uit OS%
Chemisch	9	Zuurgraad (pH)	-	Extractie in CaCl <sub>2</sub>	
	10	N-totaal	g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Kjeldahl	NIRS
	11	Potentieel mineraliseerbare stikstof (PMN)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Anaerobe incubatie	NIRS
	12	Fosfaatstatus (P-Al, P-CaCl <sub>2</sub> , Pw)	mg 100 g <sup>-1</sup> , g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup> mg 100 ml <sup>-1</sup>	Extractie in ammoniumlactaat-azijnzuur, CaCl <sub>2</sub> resp. water	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
	13	Kalistatus (K-getal, K-CEC, K-CaCl <sub>2</sub> )	mg 100 g <sup>-1</sup> , mmol <sup>+</sup> /kg, g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Extractie in HCl en oxaalzuur	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
Biologisch	14	Aaltjes diversiteit en aantallen (incl. plantparasitaire aaltjes)	# taxa, # 100 ml <sup>-1</sup> grond	Microscopie	PCR
	15	Bacterie- en schimmelbiomassa	µg kg <sup>-1</sup>	PLFA	NIRS
	16	Regenwormen aantallen en diversiteit	# m <sup>-2</sup> , kg m <sup>-2</sup>	Visueel	n.b.
	17	Visuele beoordeling	Divers	Visueel	n.b.

# Streefwaarden of referentiewaardes beschikbaar

## Plantengronden in Nederland

	Nr	Indicator	Eenheid	Klassieke meetmethode	Alternatief
OS	1	Organische stofgehalte en koolstofgehalte	%	Gloeiverlies en Dumas	NIRS
	2	Stabiele fractie organische stof (POXC)	%	Oxidatie in permanganaat	n.b.
	3	Heet water extraheerbare koolstof (HWC)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Extractie in heet water	n.b.
Fysisch	4	Watervasthoudend vermogen	%, mm	Zandbak/drukpan	obv textuur & OS
	5	Aggregaatstabiliteit	-	Natte zeefmethode	n.b.
	6	Textuur	%	Pipetmethode	NIRS
	7	Indringingsweerstand	MPa	Penetrometer	
	8	Droge bulkdichtheid	kg m <sup>-3</sup>	Massa na drogen 105° C	Berekend uit OS%
Chemisch	9	Zuurgraad (pH)	-	Extractie in CaCl <sub>2</sub>	
	10	N-totaal	g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Kjeldahl	NIRS
	11	Potentieel mineraliseerbare stikstof (PMN)	mg kg <sup>-1</sup> , g ha <sup>-1</sup>	Anaerobe incubatie	NIRS
	12	Fosfaatstatus (P-Al, P-CaCl <sub>2</sub> , Pw)	mg 100 g <sup>-1</sup> , g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup> mg 100 ml <sup>-1</sup>	Extractie in ammoniumlactaat-azijnzuur, CaCl <sub>2</sub> resp. water	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
	13	Kalistatus (K-getal, K-CEC, K-CaCl <sub>2</sub> )	mg 100 g <sup>-1</sup> , mmol <sup>+</sup> /kg, g kg <sup>-1</sup> , kg ha <sup>-1</sup>	Extractie in HCl en oxaalzuur	NIRS + Extractie in CaCl <sub>2</sub>
Biologisch	14	Aaltjes diversiteit en aantallen (incl. plantparasitaire aaltjes)	# taxa, # 100 ml <sup>-1</sup> grond	Microscopie	PCR
	15	Bacterie- en schimmelbiomassa	µg kg <sup>-1</sup>	PLFA	NIRS
	16	Regenwormen aantallen en diversiteit	# m <sup>-2</sup> , kg m <sup>-2</sup>	Visueel	n.b.
	17	Visuele beoordeling	Divers	Visueel	n.b.

# Eerste stap gezet, nog veel te doen

- Bodemkwaliteit is te meten en in kaart te brengen
  - Nog niet integraal, goed, goedkoop en snel
  - Uitdagingen op gebied van veel indicatoren
- Integrale beoordeling van bodemkwaliteit in ontwikkeling
  - Streefwaardes ontwikkelen voor indicatoren
  - Indicatoren voor bodemfuncties o.b.v. bodemeigenschappen
  - Methodieken voor integrale waardering opzetten
- Koppeling ontwikkelen van integrale meting naar maatregelen



# 1<sup>e</sup> vervolgstap is gaande: versie 1.0 → versie 2.0

- Test BLN in PPS Beter Bodembeheer en Slim Landgebruik
  - Praktische toepasbaarheid en uitvoerbaarheid
  - Protocollen voor metingen (o.a. frequentie meting)
  - Streefwaarden en referentiewaarden
  - Testen van alternatieve indicatoren en meetmethodes
- Draagvlak en toetsing van BLN met stakeholders
  - Workshop in voorjaar 2020

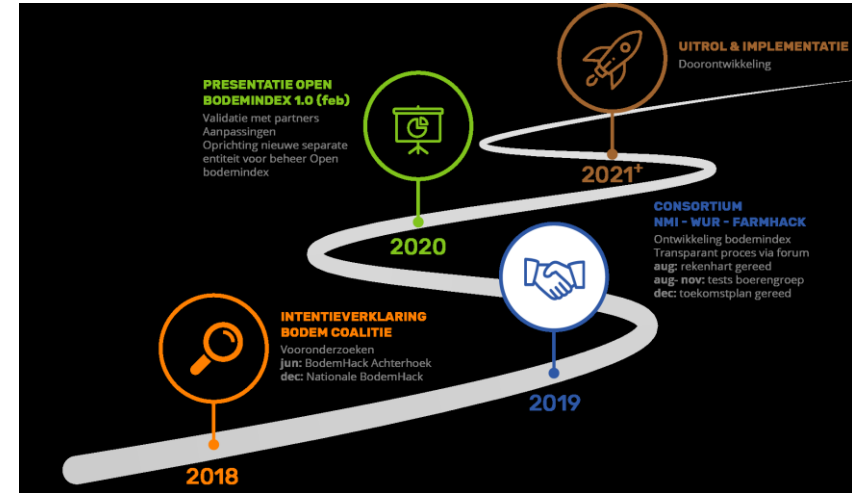
→ *Verbeterde set indicatoren met 'gebruiksaanwijzing'*

# Open Bodemindex



**OPEN**  
**BODEMINDEX**

- Opdrachtgever Bodemcoalitie: Rabobank, ASR & Vitens
- Uitvoerders NMI, FarmHack en WUR
- Afstemming met PPS Beter Bodembeheer
- Open instrument voor waardering bodemkwaliteit van percelen
  - Te gebruiken om goed bodembeheer te belonen
- Eerste prototype begin 2020 klaar

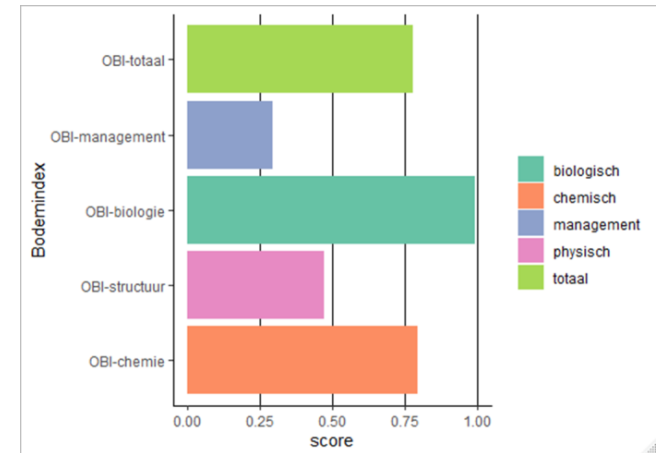
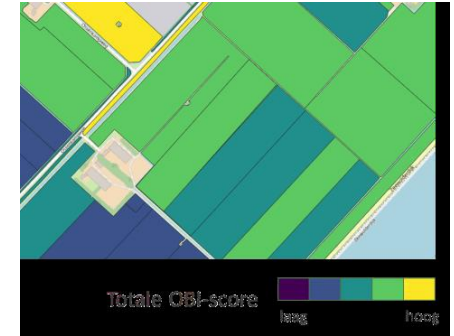


# Open Bodemindex



OPEN  
BODEMINDEX

- Op basis van routinematig beschikbare metingen
- Index per perceel per functie (ca. 20) en totaal
- Met advies voor verbetering bodemkwaliteit
- Vooralsnog gericht op alleen landbouwproductie



# Tot slot

- Bodemkwaliteitsbeoordeling is mogelijk
  - Voorkom spraakverwarring: definieer en ken de beperkingen!
- BLN is start voor ontwikkeling goede bodemkwaliteitsbeoordeling
  - Van perceel naar geheel Nederland
  - Eerste toepassingen in uitvoering
  - Verdere ontwikkeling BLN gaande
  - Beschikbaar voor gebruik in diverse tools





# Bedankt voor uw aandacht

