

Bodemverdichting door landbouwmachines

Bert Vermeulen



Opzet presentatie

- Wat is bodemverdichting
- Onderscheid bouwvoor en ondergrond
- Bouwvoorverdichting
 - Onderzoek naar gevolgen en maatregelen
 - Richtlijnen om bouwvoorverdichting te voorkomen
- Ondergrondverdichting
 - Gevolgen
 - Principe om ondergrondverdichting te vermijden
 - Bepaling sterkte en belasting van de grond
 - Studie belasting ondergrond in 1980 en 2010
 - Richtlijnen vermijden verdere ondergrondverdichting



Wat is bodemverdichting?

- Te dicht worden van de grond door:
 - Natuurlijke bezakking
 - Berijden met machines -bodembelasting
 - Versmering bij te nat berijden of bewerken
- Wat is te dicht?:
 - Beperkte gasuitwisseling met de lucht
 - Stagnerend water / droogtegevoeligheid
 - Niet optimale gewasgroei
 - Milieunadelen- broeikasgassen, energie



Onderscheid bouwvoor en ondergrond



- Bouwvoor jaarlijks losgemaakt
 - Structuurverlies najaar kan nawerken op klei
 - Kleigrond: voorjaarsberijding bepaalt dichtheid
 - Zandgrond: werkwijze voorjaar bepaalt dichtheid
- Ondergrond incidenteel losgemaakt
 - Zwaarste bodembelasting bepaalt dichtheid



Bouwvoor: nawerking versmering najaar, klei



- Håkansson: versmering bij de oogst leidt tot
 - Harde kluiten in zaaibed
 - Droge zaaibedden, slechte opkomst
 - Mogelijk slechtere opname nutriënten
 - Jaarlijks versmeren: 11 % opbrengstderving
- Structuurherstel door bewerken, vorst, nat-droog



Bouwvoorverdichting gevolgen van rijden in het voorjaar



Lichte zavel



Gewicht:

R0 0 ton

R1 4,5 ton

R2 8,5 ton

R3 16,5 ton

Opbrengst
erwten 1988:

R0 79%

R1 100%

R2 91%

R3 69%



Mogelijkheden om verdichting van de bouwvoor te voorkomen

- Vermijd te natte omstandigheden
 - Naarmate grond natter is neemt sterkte af
- Lage bodemdruk en beperken aantal wielpassages
 - Dichtheid neemt toe met druk op de grond
 - Dichtheid neemt toe bij herhaald berijden
- Onbereden plantstroken of plantbedden
 - Verdichting alleen waar geen gewasgroeit



Systeemonderzoek bouwvoorverdichting

Slootdorp, zware zavel, 1986 - 1989

Systeem	Banddruk (bar)		Opbrengst (%)			
	voorjaar	najaar	Aardappel	Biet	Uien	Graan
Hogedruk	0,8	1,6 / 2,4	100	100	100	100
Lagedruk	0,4	0,8	103	104	106	101
Onbereden	0	0	110	108	109	97

Langeweg, zware zavel, 2002 – 2005, biologisch

Systeem	Banddruk (bar)		Opbrengst (%)		
	voorjaar	najaar	Spinazie	Peen	Uien
Lagedruk	0,5	0,8 – 2,4	100	100	100
Seiz. rijpad	0	0,8 – 2,4	108	100	103



Onderzoek bouwvoorverdichting door voorjaarsbemesting wintertarwe op klei



ca 1,9 bar



<1,4 bar
hondegang

Bodemdruk bar	Verlies %	
	Spoor	Veld
Hoger dan 1 bar	4,9	1,5
Lager dan 1 bar	0,1	0
1 - 1,4 bar hondegang	0	0



< 1 bar



Richtlijnen om verdichting van de bouwvoor te voorkomen (1)

- Bodemnatheid (bewerkbaarheid en berijdbaarheid)
 - Cijfermatige richtlijnen ontbreken
- Bodemdruk
 - Voorjaar 0,4 bar bandspanning voor rooivruchten
 - Groot volume banden, dubbellucht.
 - Najaar 0,8 bar bandspanning (mag hoger onder droge omstandigheden en op zandgrond).
 - Groot volume banden, rubber rupsbanden.



Richtlijnen om verdichting van de bouwvoor te voorkomen (2)

- Beperking aantal wielpassages
 - Combinatie van bewerkingen
 - Hondegang, uitschuifbare assen

- Telen in niet bereden grond
 - Seizoens-rijpadenteelt, 3,15/3,20 m systeem
 - Sporensynchronisatie; niet op sporen zaaien
 - Cultuurbanden
 - Sporen lossen (lichte grond)



Ondergrondverdichting

Gevolgen

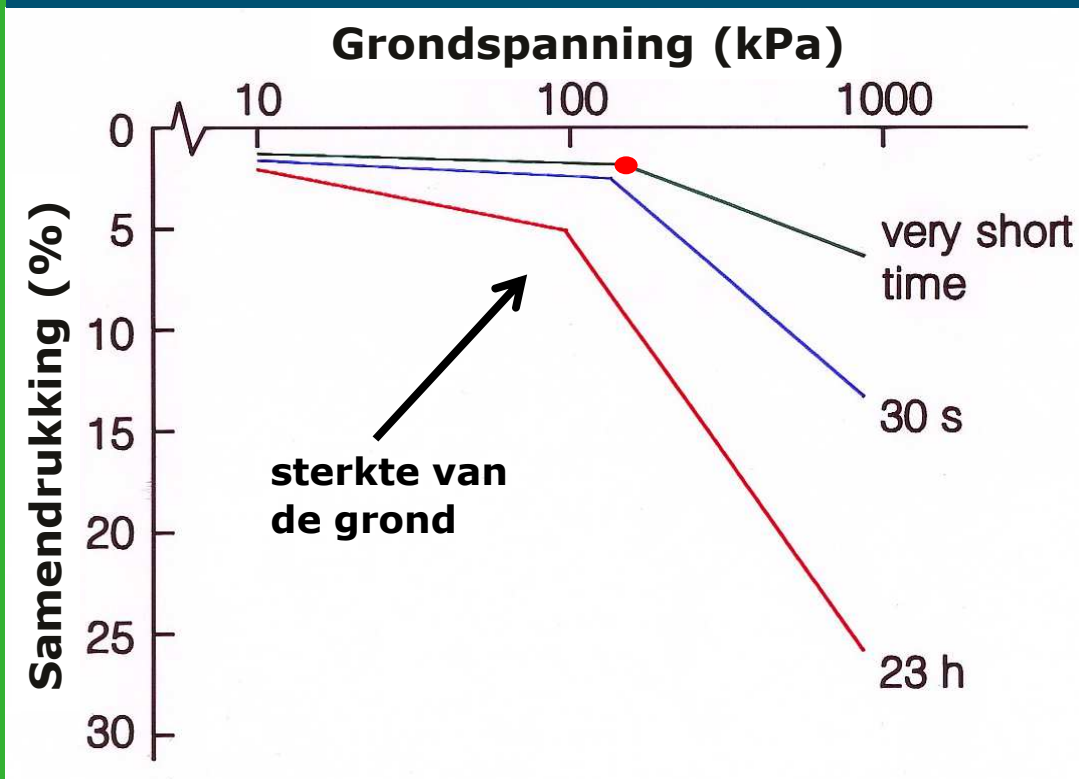
- Onderzoek naar gevolgen ondergrondverdichting zeer beperkt uitgevoerd
- 2,5 – 6% opbrengstderving door aangebrachte ondergrondverdichting (buitenland, kleigronden)
- 15% opbrengstderving in snijmaïs na aanbrengen zware ondergrondverdichting (NL, zandgrond)
- Vooral voor zwaardere gronden slecht vast te stellen wanneer ondergrond echt te dicht is; kritieke waarden voor bijv. doorlatendheden voor water en lucht en voor indringweerstand alleen bij benadering.
- Wisselende resultaten bij diep losmaken



Principe vermijden ondergrondverdichting

- Stelregel: zorg dat de bodembelasting van de ondergrond de sterkte van de grond niet overschrijdt

Verdichtingskarakteristiek van de grond (100 kPa = 1 bar)



Hoe dichter de grond hoe sterker

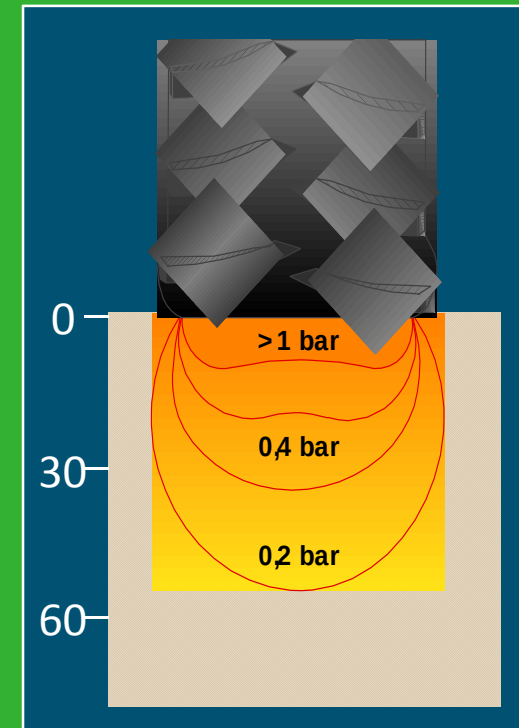


Bepalen van de bodembelasting

Bodemmechanica

Grondspanning afhankelijk van:

- Wiellast
- Footprint, Contactdruk
 - Bandmaat
 - Afplatting (bandspanning)
- Bodemconditie



Bodembelasting is piekspanning in de grond onder het centrum van de band.



Footprint en contactdruk



$$\text{Contactdruk } P = \frac{(F * g)}{1000 * A} \text{ kPa}$$

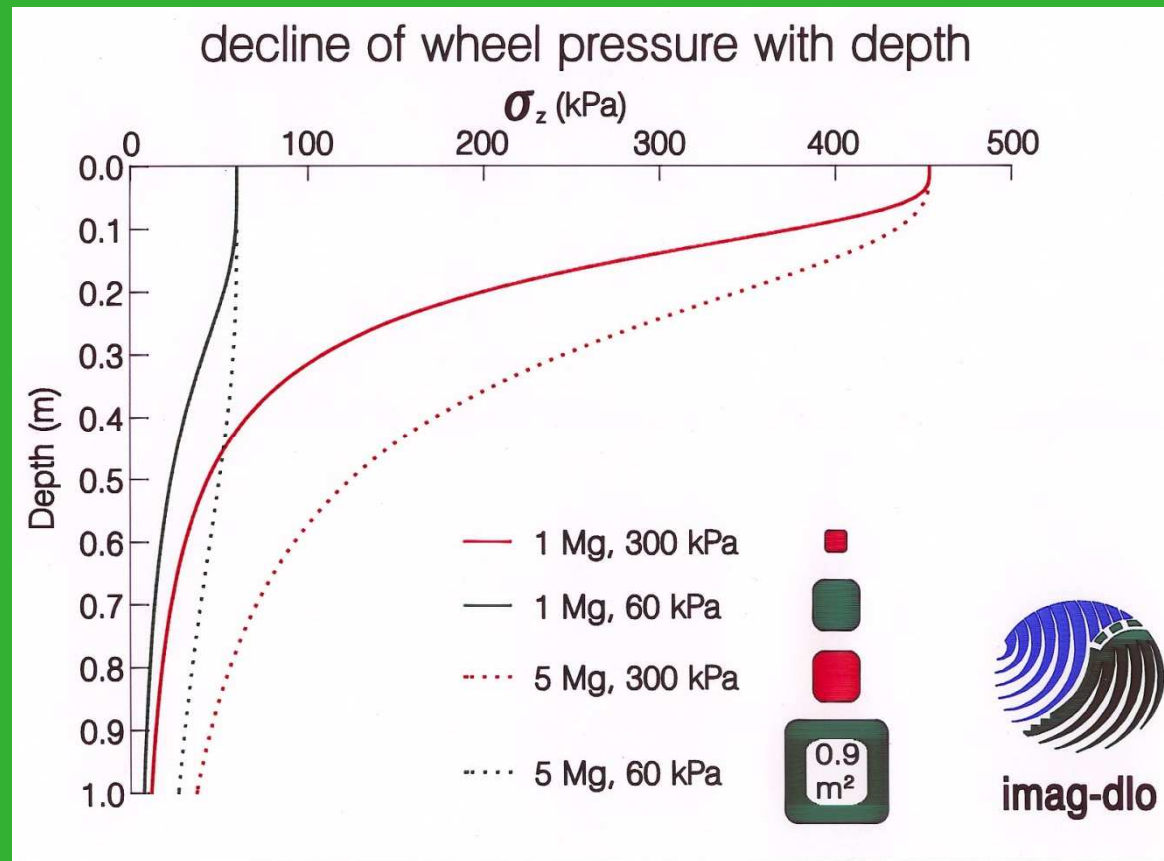
$$100 \text{ kPa} = 1 \text{ bar} = 10 \text{ ton/m}^2$$



Voorbeeld van drukberekening

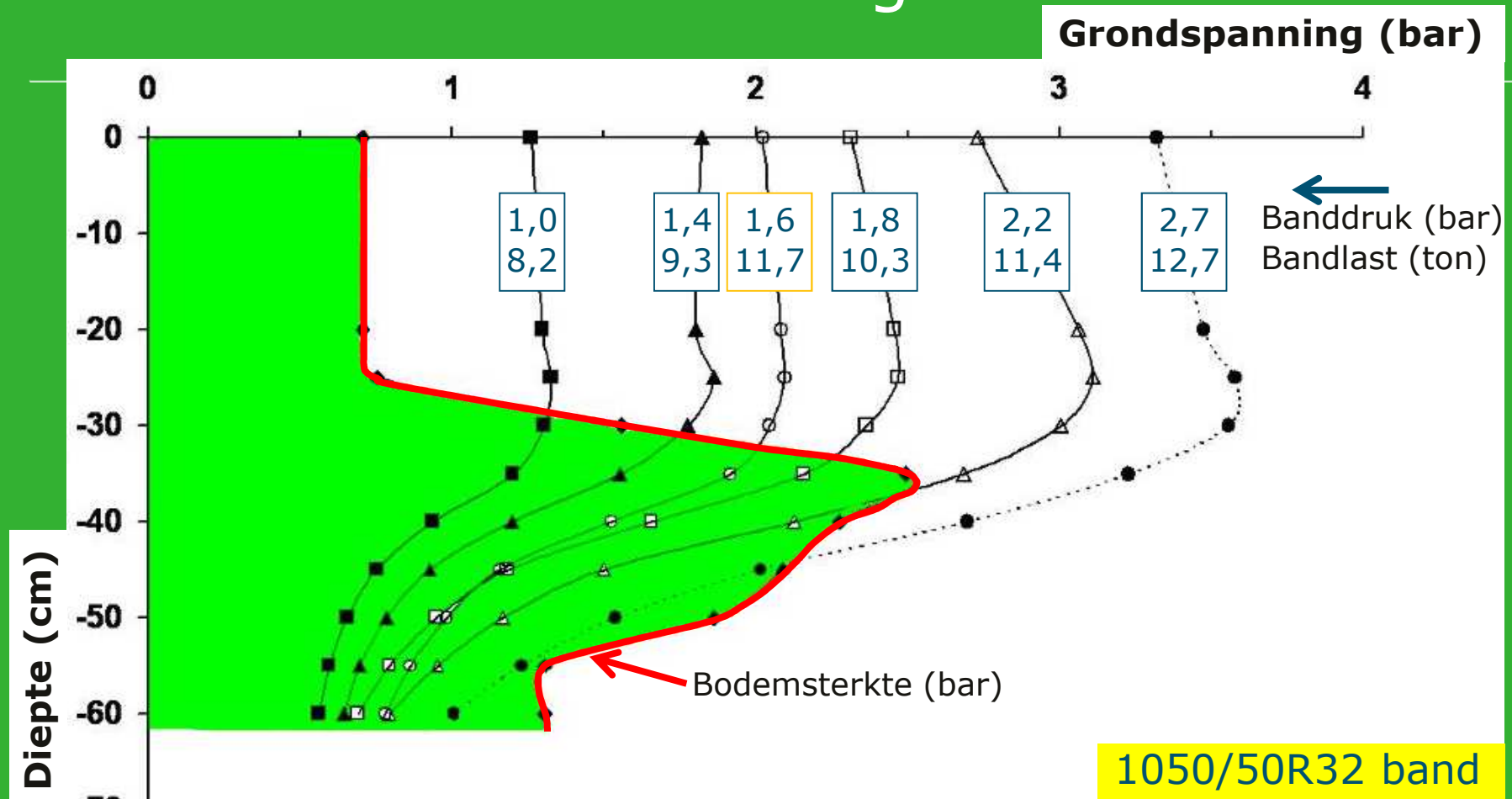
Effect wiellast en contactdruk

Aanname: uniforme drukverdeling in footprint



Voorbeeld van drukberekening

Effect van een dichte laag



Aanname: uniforme footprintdruk = $1,25 * \text{banddruk}$



Huidige bodembelasting

- Studie bodembelasting 1980 en 2010
 - Diverse soorten veldwerk
 - 1-2 topsegment machines per soort veldwerk in beide jaren
 - Standaard geleverde banden
 - Gegevens uit folders
 - Op de weg vlgs regelgeving
 - Effect Ultraflex banden niet meegenomen



Bepalen typerende bodembelasting



Bandenmaat
Max. wiellast
veld / weg



Min. Banddruk
Footprint
Contactdruk

Drukverdeling
in footprint

Bodemmechanisch
model SOCOMO

Nieuw!

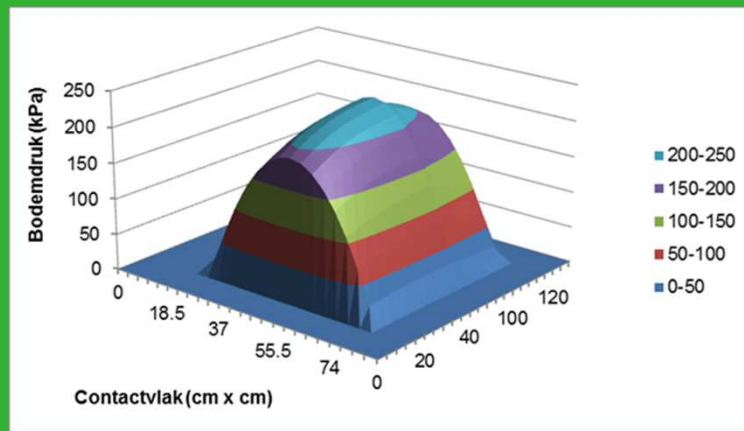
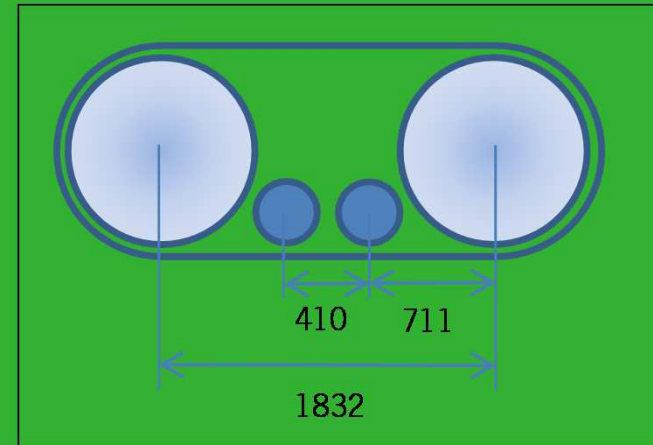
Piekspanningen op
diverse dieptes



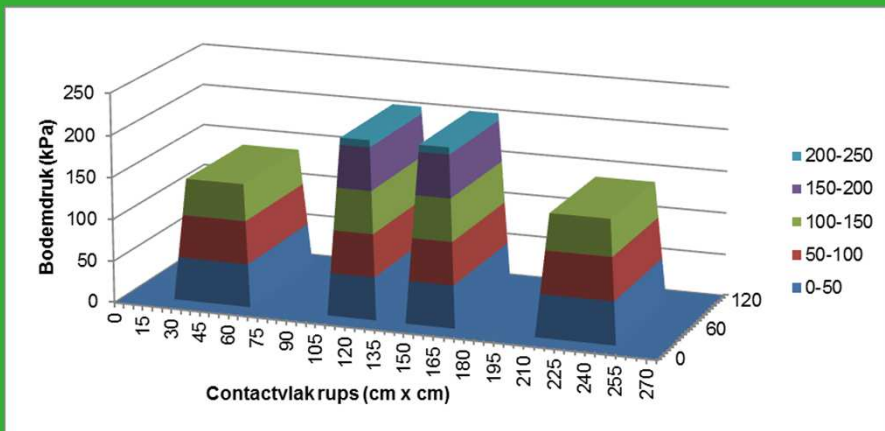
Voorbeelden van drukverdeling in footprint

Drukverdeling in footprint:

- Karkasopbouw/profiel
- Looprollen
- Bandenmaat – last - spanning
- Hardheid van de grond



BAND



RUBBER RUPS



Landbouwwagens



jaar	typerende wagen	wiellast veld kg	wiellast weg kg	banddruk veld kPa	banddruk weg kPa
1980	16 ton, tandemas	4600	4600	150	250
2010	25 ton, tridemas	5000	5000	130	190
	30 ton, tridemas	6250	5000	170	190



Maidorsers



jaar	typerende machine	wiellast veld kg	wiellast weg kg	banddruk veld kPa	banddruk weg kPa
1980	129 kW, 6300 l tank, 5,2 m maaibord	5480	3230	160	140
2010	380 kW, 11500 l tank, 9,1 m maaibord	11770	6000	260	190



Mesttoediening



Bandbreedte 41 cm
Banddiameter 107 cm



Bandbreedte 63 cm
Banddiameter 136 cm

jaar	typerende machine	wiellast veld kg	wiellast weg kg	banddruk veld kPa	banddruk weg kPa
1980	mesttank, 12 m ³ tandemas, ketsplaat	3500	3500	230	320
2010	Mesttank, 26 m ³ , tridemas, bemester	5600	5000	140	190



Mesttoediening



1050/50R32

2010

Bandbreedte 105 cm
Banddiameter 190 cm



900/50R42

2010

Bandbreedte 90 cm
Banddiameter 195 cm

jaar	typerende machine	wiellast veld kg	wiellast weg kg	banddruk veld kPa	banddruk weg kPa
2010	Zelfrijder met 19 m ³ tank 2 assen, bemester	8200	3400 (leeg)	120	100
2010	Trekker, bemester met aanvoersleepsling, CTIS	5400	5400	80	140



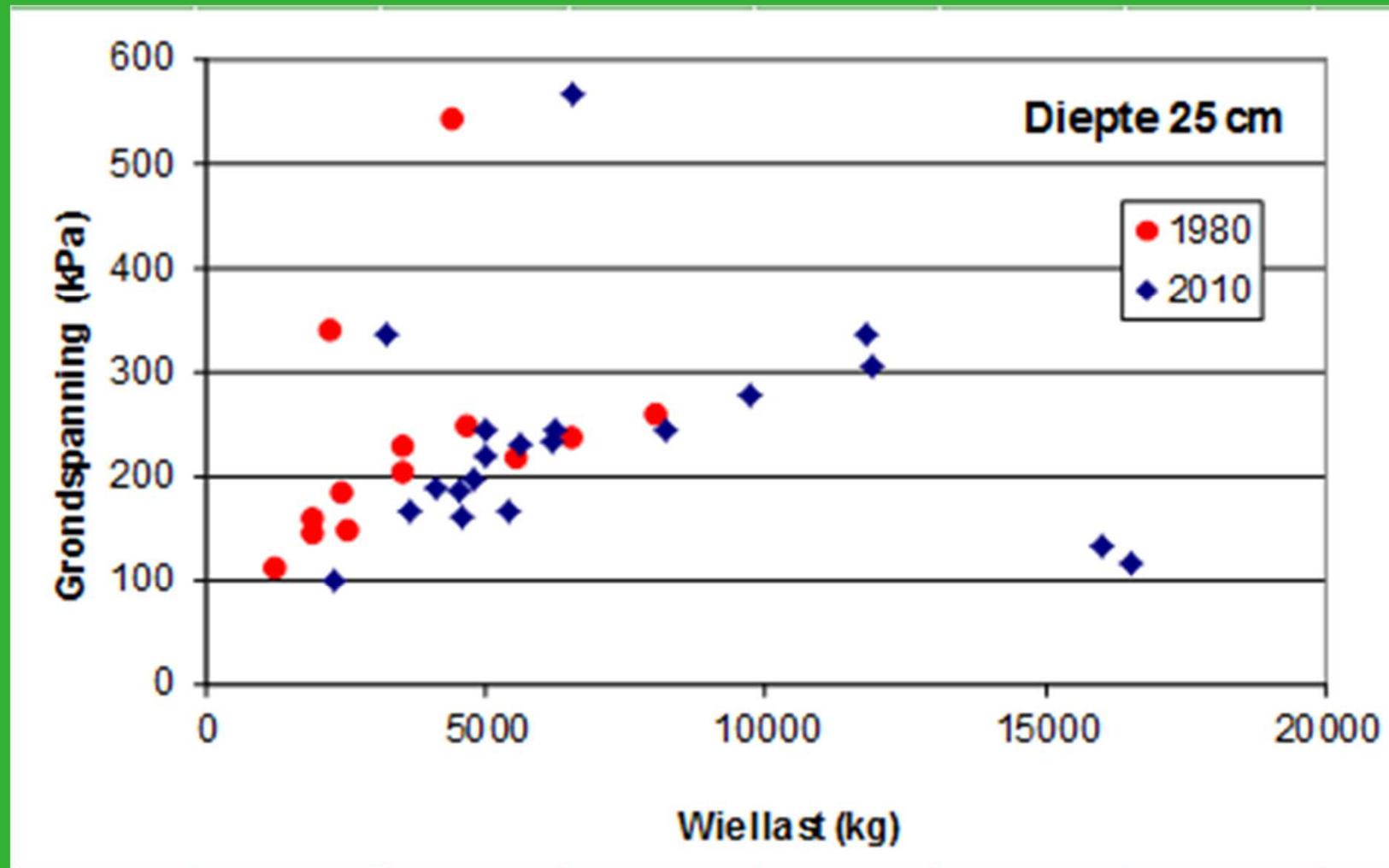
PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

Berekende bodembelasting

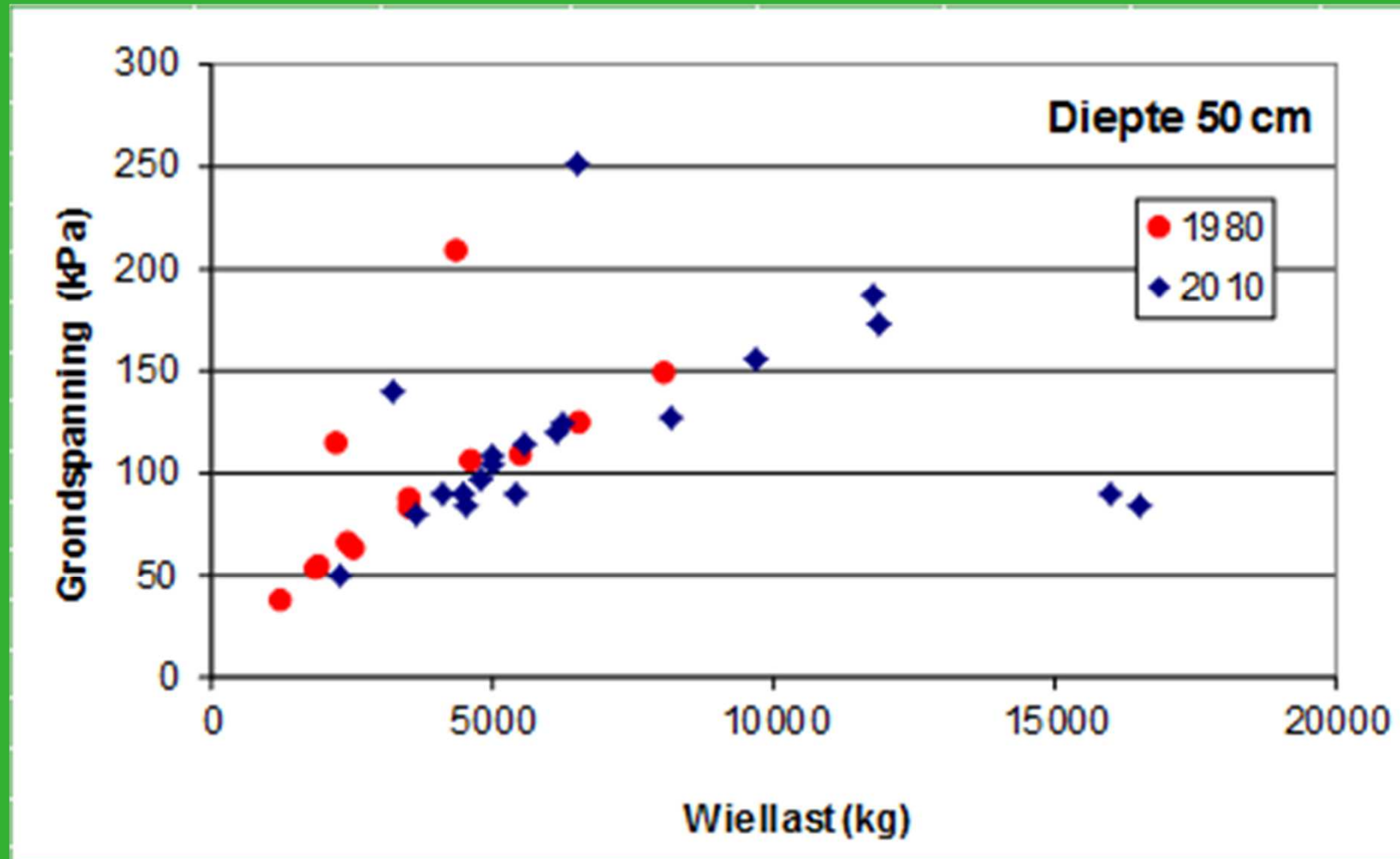
	wiellast kg		banddruk kPa		25 cm diep kPa		50 cm diep kPa	
	1980	2010	1980	2010	1980	2010	1980	2010
Ploegen (klei)	4350	6530	270	270	542	565	209	251
Sputten	1875	3630	265	130	159	164	55	80
		4100		160		188		89
Mest toedienen	3500	5600	320	190	228	229	88	113
		8200		120		182		114
		5400		140		165		90
Maïs/gras hakselen	2500	4770	150	170	148	196	63	96
	8000		280		259		150	
Maaidorsen	5480	11770	160	260	218	335	110	187
Aardappelen rooien	3470	6170	190	170	203	232	84	120
	1850	16500	210	100	146	116	53	83
Suikerbieten rooien	1200	11900	220	240	113	304	38	172
	6500	16000	170	100	237	133	125	89
Transport	4600	5000	250	190	250	219	106	103
Gemiddeld (alles)	3690	7108	227	173	233	229	97	117
Maximum	8000	16500	320	270	542	565	209	251



Grondspanning 25 cm diep 1980 en 2010



Grondspanning 50 cm diep 1980 en 2010



Voorkomen verdere ondergrondverdichting

- Maak dichte laag in profiel niet los als deze geen problemen geeft
- Een stop op verdere toename van wiellasten en bodemdrukken helpt
 - Lichtere machines
 - Toepassen rubber rupsen
 - Bovenover ploegen
- Na eventueel woelen van de ondergrond:
 - Herverdicht tot 'ideale' dichtheid
 - Laat bodem 'aansterken'; extensief gewas
 - Pas wiellasten en bodemdrukken aan



Dank voor uw
aandacht.



PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN **UR**