

# Managementsamenvatting PRISMA onderzoek Bodemverdichting kwetsbare gebieden

Fase 2:

Veldwaarnemingen en ervaringen in de praktijk

Akker, J.J.H. van den<sup>1</sup>, A. Visser<sup>2</sup>, D. Brus<sup>1</sup>, W.J.M. de Groot<sup>1</sup>, M. Pleijter<sup>1</sup>,  
L. Schlebés<sup>1</sup>, F. de Vries<sup>1</sup>, M.J.D. Hack-ten Broeke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alterra Wageningen UR; <sup>2</sup>CLM Onderzoek en Advies

December 2014



Interprovinciaal Overleg  
van en voor provincies



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu



## Veldwaarnemingen en praktijkervaringen met ondergrondverdichting in het landelijk gebied

**Ondergrondverdichting is één van de bodembedreigingen zoals gedefinieerd in de Europese bodemstrategie. Toch is niet bekend waar en in welke mate ondergrondverdichting nu al optreedt.**

**In de landbouw vindt net onder de laag die geploegd is de sterkste ondergrondverdichting plaats, de ploegzool op circa 30 cm diepte. Bij grasland zit deze sterk verdichte laag onder de zodelaag. Echter ook onder de ploegzool wordt ondergrondverdichting steeds problematischer.**

**Het risico op ondergrondverdichting neemt toe. De toename is een gevolg van het gebruik van steeds zwaardere machines en machines die grotere lasten kunnen dragen (toename wiellast) en beperkte aandacht voor de bodemkwaliteit bij kortdurend verhuurd land.**

**Met name zandgronden en lichte zaveln met weinig herstellend vermogen hebben een verhoogd risico.**

**Gevolg is dat groeiomstandigheden voor het gewas verslechteren. Daarnaast heeft de bodem een verminderde bufferende werking bij extreme weersomstandigheden als gevolg van klimaatverandering. Meer wateroverlast betekent ook een risico voor het milieu vanwege het verhoogde risico op uit- en afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen en stikstof naar het grond- en oppervlaktewater.**

### **Aanleiding**

De Technische Commissie Bodem (TCB), concludeerde dat er aanwijzingen zijn dat verdichting van de ondergrond toeneemt, dat op basis van schattingen grote delen van Nederland gevoelig zijn voor ondergrondverdichting, maar dat er geen landsdekkend beeld bestaat op basis van metingen (TCB, 2011). De TCB adviseerde daarom om eerst te inventariseren in welke gebieden aandacht nodig is voor het voorkomen van verdichting of voor het treffen van maatregelen. Door de TCB is het volgende stappenplan voorgesteld:

1. In beeld brengen kwetsbare gebieden voor bodemverdichting
2. Verzamelen ervaringsgegevens
3. Eenvoudige veldwaarnemingen

Door de gezamenlijke provincies is in het kader van het IPO een PRISMA project gedefinieerd om dit stappenplan uit te voeren. In fase 1 van het project werd stap 1 onderzocht door Alterra. Deze samenvatting gaat voornamelijk in op fase 2 met de resultaten van stap 2 en 3 uitgevoerd door resp. CLM en Alterra.

### **Methode**

In fase 1 is voor heel Nederland het risico op ondergrondverdichting in kaart is gebracht (van den Akker et al., 2013a,b). Daarbij is rekening gehouden met het landgebruik, grondsoort, grondwaterstanden en het herstellvermogen van de grond. Om de bekendheid van ondergrondverdichting bij belanghebbenden te onderzoeken, inclusief de oorzaken en gevolgen is stap 2 uitgevoerd. Dit is onderzocht door landelijke enquête onder 80 agrarische ondernemers en 80 interviews tijdens het veldwerk. Ook zijn andere belanghebbenden als ministerie, provincie, waterschappen, natuurbeheerders, LTO, loonwerkers en machinehandel geïnterviewd. Ter toetsing van de kaart is stap 3 uitgevoerd. Tijdens het veldwerk is steekproefsgewijs en rekening houdend met de risicocategorieën en spreiding binnen de provincie op 129 punten de droge dichtheid van de ondergrond direct onder de grens bovengrond – ondergrond in drievoud gemeten (meestal zit daar de sterkst verdichte laag, de zogenaamde ploegzool). Daarbij lag het zwaartepunt op de provincies Gelderland, Noord-Brabant en Zeeland, zij kozen voor extra monsters om een plan van aanpak uitgebreid te kunnen onderbouwen. Ook is in veel gevallen het boorprofiel tot 1,20 m diep beschreven en gefotografeerd om labgegevens te vergelijken met de praktijk. In een aantal gevallen zijn van de grondmonsters het luchtgehalte bepaald bij een vochtgehalte als in het vroege voorjaar.

## Resultaten

### Ondergrondverdichting blijkt wijd verspreid

Hoewel het aantal bodemmonsters vrij beperkt is, kon in fase 2 van het project worden aangetoond dat een groot deel (45%) van de Nederlandse ondergronden oververdicht is (zie figuren 1 en 2). Oververdichting betekent dat de kritische dichtheid wordt overschreden waardoor de water- en luchthuishouding wordt verstoord en de bodem ondoordringbaar wordt voor plantenwortels.

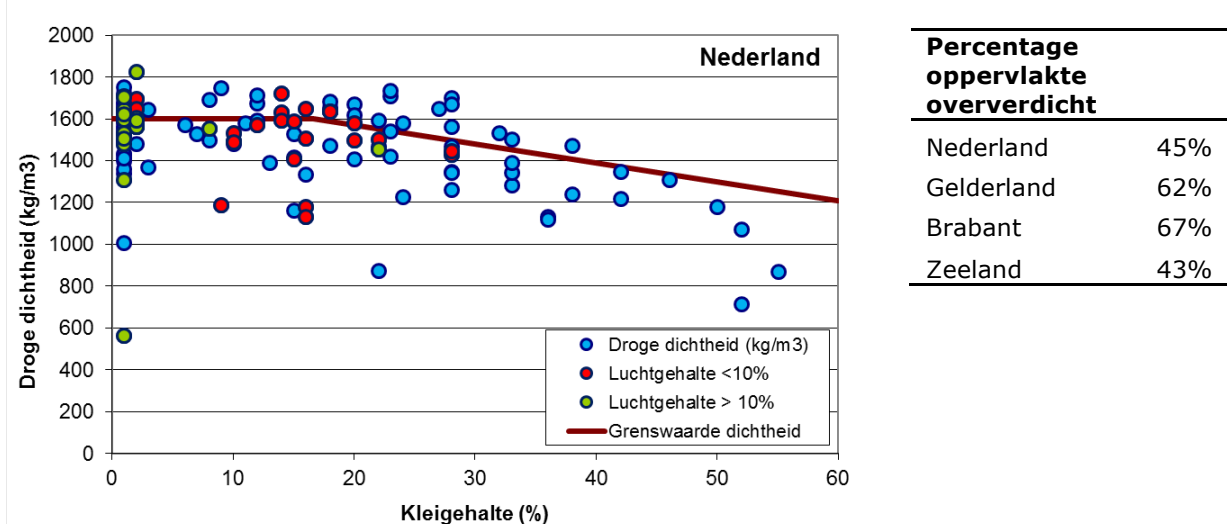


Fig. 1. Droge dichtheid uitgezet tegen het kleigehalte. Onder de rode lijn is de dichtheid nog onder de grenswaarde en niet oververdicht. Bij de rode en de groene punten is de dichtheid en het luchtgehalte bij relatief natte grond (bij veldcapaciteit) gemeten. Bij de rode punten is het luchtgehalte te laag (< 10%) en bestaat gevaar voor zuurstofproblemen.

De tabel geeft het percentage oppervlakte, exclusief bebouwing, veengrond, etc. met een oververdichte ondergrond.

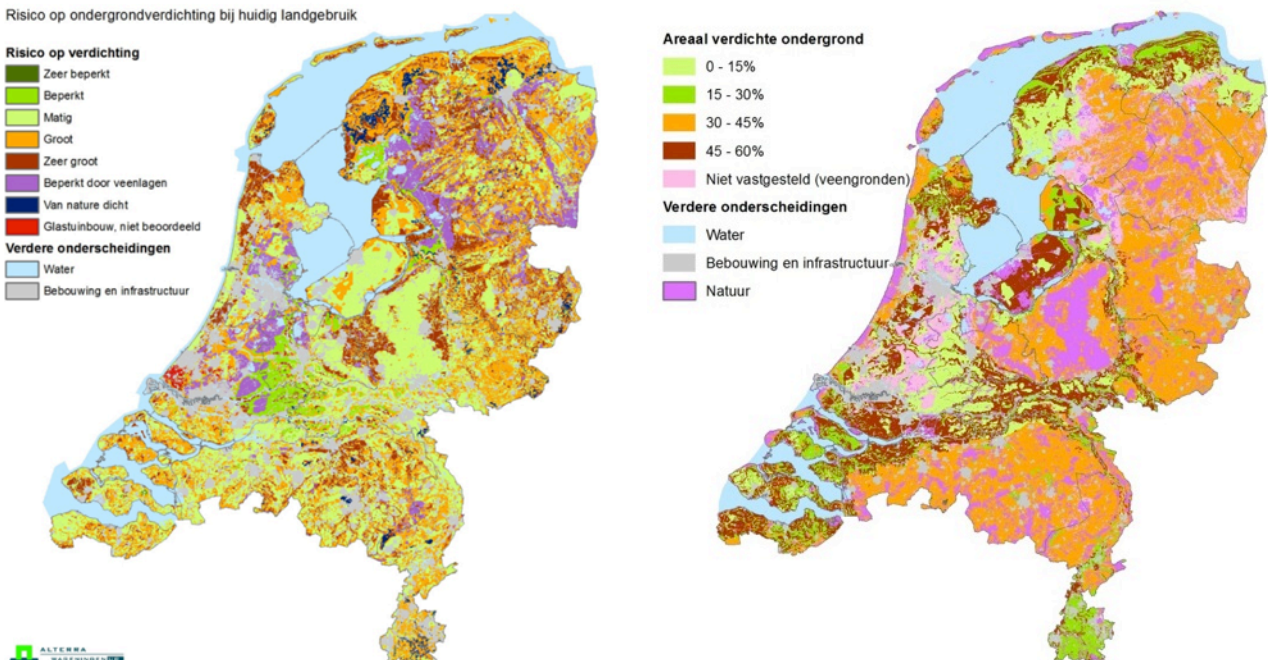


Fig. 2. Links de kaart met het risico op ondergrondverdichting (van den Akker et al., 2013) en rechts een kaart met klassen met het percentage van het landbouwareaal (grasland / snijmaïs en akkerbouw) dat verdicht is. Deze kaart is gebaseerd op de grondsoort. NB het aantal punten waarop deze kaart is gebaseerd is beperkt en de percentages zijn indicatief.

Bij het beschouwen van de kaart rechts in figuur 2 moet er voor worden gewaakt te snel conclusies te trekken. Zo vallen lichte zavelen en lössgronden in de categorie 15 – 30 %, terwijl uit ervaring bekend is dat deze gronden gevoelig zijn voor verdichting. Voor een betere kaart zijn gewoonweg meer punten nodig dan 129.

Uit de veldmetingen blijkt dat:

- De risico-categorieën "Zeer beperkt" en "Beperkt" op de kaart goed overeenkomen met het feit dat deze in het algemeen niet zijn oververdicht (de kritische dichtheid niet overschrijden). Bij de risico-categorieën "Matig"; "Groot" en "Zeer groot" is 32 – 48 % van de locaties oververdicht zonder duidelijk onderscheid tussen de categorieën.
- De grondsoorten "Matig zware klei" en "Zware klei" zijn duidelijk minder verdichtingsgevoelig dan de andere grondsoorten.
- De dichtheid van de ondergrond bij akkerbouw (inclusief de teelt van snijmaïs) significant hoger dan bij ander landgebruik. In de melkveehouderij zijn de dichtheden wat lager, maar dit hangt deels samen met het feit dat zwaardere gronden, die minder gevoelig zijn voor verdichting vaker grasland zijn. Heide en natuurgrasland, boomgaarden en bos hebben minder risico op verdichting, maar dat hangt sterk samen met de berijdingsintensiteit en het feit dat een groot deel (met struikgewas en bomen) niet wordt bereiden. De wel bereiden grond kan zwaar verdicht zijn.
- De zuurstofvoorziening blijkt bij een vrij groot aantal ondergronden met vooral lichte zavelen kritisch te zijn (de rode punten in figuur 1), terwijl die niet altijd oververdicht zijn. Dit duidt op een slechte structuur en een ondergrond die na een natte periode lang bijna volledig verzadigd blijft. Wortels en bodemfauna verstikken hierdoor en de bewortelingsdiepte wordt beperkt.

Uit de interviews en enquêtes bleek dat in de praktijk nauwelijks onderscheid wordt gemaakt in onder- en bovengrondverdichting. De meeste betrokkenen kennen het verschil niet tussen boven- en ondergrondverdichting, wel vinden ze ondergrondverdichting een zorgelijke ontwikkeling. Dat wordt vooral gebaseerd op de toenemende aandacht voor het onderwerp. Akkerbouwers vinden ondergrondverdichting zorgwekkender dan veehouders. Van de 33 - 38 percelen met ondergrondverdichting bepaald tijdens het veldwerk wordt door 14 eigenaren aangegeven dat deze niet zijn verdicht. Ruim 50% onderschat dus het probleem. Het gaat hierbij meestal om veehouders (10 van de 14 gevallen van onderschatting).

## **Oorzaken en trends**

*Het risico op ondergrondverdichting is groot door belastingen groter dan de draagkracht*

Uit fase 1 bleek dat het risico op ondergrondverdichting in het algemeen groot is. Belangrijkste oorzaken hierbij zijn het rijden in de open voor tijdens het ploegen (rijden op de ondergrond) en de voortdurend zwaarder wordende mechanisatie. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 3. Belanghebbenden kunnen diverse oorzaken van ondergrondverdichting noemen. Het berijden met zware machines wordt vaak als eerste en het meest genoemd in de interviews en enquêtes.

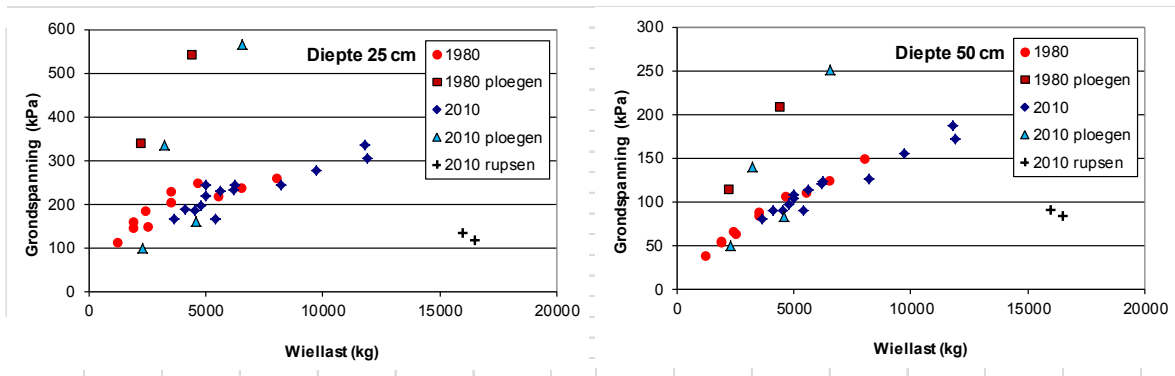


Fig.3. Effect van wiellasten van landbouwmachines in gebruik in 1980 en 2010 op de grondspanningen op een diepte van 25 en 50 cm in 1980 en 2010. De twee wiellasten boven de 15.000 kg zijn van rubber rupsbanden (Vermeulen et al., 2013). De sterkte van ondergronden ligt in de range van 100 tot 200 kPa. In 1980 veroorzaakten veel wiellasten al grondspanningen boven deze sterkterange. In 2010 zijn nog veel meer wiellasten te zwaar voor de ondergrond.

Hoewel in de periode 1980 tot 2010 de banduitrusting sterk is verbeterd, blijkt dat dit niet de toename van de machinegewichten en wiellasten kan compenseren. Rijden in de open voor leidt tot zeer hoge grondspanningen (druk op een bepaalde diepte in de bodem). Rupsbanden blijken een oplossing te kunnen bieden, maar daarbij moet worden bedacht dat een goed ontwerp en verdeling van de belasting essentieel is. De algemene trend is dat de grondspanningen zijn toegenomen. Deze grondspanningen blijken in veel gevallen de sterkte (draagkracht) van de ondergrond te overschrijden, zodat de grond verder en tot op grotere diepte wordt verdicht. Op ploegzooldiepte wordt daarbij ook vaak de afschuifsterkte van de grond overschreden, zodat plastische vervorming optreedt. Hierdoor wordt de grond gehomogeniseerd en treedt structuurverlies op, waarbij grotere doorgaande poriën verdwijnen. Droge gronden zijn sterker dan natte gronden en kleigronden zijn sterker dan zandgronden. Daarbij moet worden bedacht dat daarbij klei- en zandgronden worden beschouwd die nog niet oververdicht zijn. Een oververdichte zandgrond is sterker dan de meeste kleigronden, maar dan is de kritieke waarde voor verdichting overschreden en worden beworteling en infiltratie van water sterk gehinderd.

## Gevolgen

### *Effecten op gewasopbrengsten en waterhuishouding kunnen groot zijn*

Door ondergrondverdichting treedt eerder natschade en droogteschade op en kan deze veel ingrijpender zijn. Uit onderzoek blijkt dat een slechte doorlatendheid van de ondergrond (ploegzool) een sterke relatie heeft met 10 – 20% lagere opbrengsten van suikerbieten. Door een beperkte bewortelingsdiepte wordt het gewas droogtegevoelig en bij snijmaïs werden in een droog jaar 35% lagere oogsten gemeten. In extreme gevallen kan zelfs de gehele oogst verloren gaan. Het nadelig effect is sterk afhankelijk van klimatologische omstandigheden. In een mild jaar zonder natte- en droogteperioden en hevige regenval komen de problemen met ondergrondverdichting niet tot uitdrukking. Ook kunnen de problemen met ondergrondverdichting worden gecompenseerd door beregening en extra stikstofgiften en betere ontwatering. Deze 'oplossingen' worden echter door de maatschappij steeds verder gelimiteerd. Wat betreft de waterhuishouding zijn recent enkele modelberekeningen gedaan om het probleem te kwantificeren. Daaruit blijkt dat in droge jaren bij een verdichte ondergrond 50 mm meer moet worden beregend. Wat betreft afspoeling maakt ondergrondverdichting vooral uit bij hevige buien, waarbij de afspoeling bij ondergrondverdichting ca. 50% groter blijkt te zijn dan bij een losse ondergrond.

Grondgebruikers en andere belanghebbenden relateren de gevolgen in de praktijk weinig aan ondergrondverdichting. Genoemde gevolgen zijn opbrengstderiving, kwaliteitsverlies en verminderde waterberging in de bodem. Toename van oppervlakkige afspoeling en daardoor achteruitgang van de waterkwaliteit is een onderbelicht gevolg.

## Oplossingen

### *Losgemaakte grond is zeer verdichtingsgevoelig*

De verleiding is groot om een verdichte ondergrond weer los te maken door bijvoorbeeld woelen. Dit gebeurt vaak bij zandgronden en lichte zavel. Losgemaakte grond is echter zeer verdichtingsgevoelig door de lage dichtheid en omdat verbindingen tussen de bodemdeeltjes zijn verbroken. Doordat door het woelen de (doorgaande) macroporiën grotendeels verdwijnen en de grond wordt gehomogeniseerd, blijft na herverdichten een structuurloze en dichte laag over met slechte bodemfysische kwaliteiten met slechte tot zeer slechte bewortelingsmogelijkheden. De ondergrond losmaken kan alleen een oplossing zijn als herverdichting wordt voorkomen en de beworteling en bodemfauna kansen krijgen om veel doorgaande poriën te creëren. De praktijk leert echter dat er altijd herverdichting optreedt en er nauwelijks herstructurering door beworteling en fauna plaats vindt. Losmaken van de ondergrond is daarom bij de constructie van de risicokaart voor ondergrondverdichting buiten beschouwing gelaten.

### *Natuurlijk herstel van ondergrondverdichting is moeizaam en onvolledig of niet aanwezig*

Een belangrijk aspect bij het bepalen van het risico op ondergrondverdichting is het herstelvermogen van de ondergrond, zelfs al is deze maar beperkt. Zandondergronden en lichte zavel die zo sterk zijn verdicht dat beworteling onmogelijk is, kennen geen natuurlijk herstel. Kleigronden kunnen door krimp en zwel weer een zekere structuurvorming vertonen en zelfs weer wat minder dicht worden. Door wormen en andere bodemfauna en beworteling kan verder structuurherstel optreden. Er is echter blijvende structuurschade doordat de structuurelementen dichter en groter zijn dan in een goed gestructureerde grond. Dit beperkt de mogelijkheden voor beworteling en bodemfauna. Een belangrijk aspect bij structuurherstel is dat de grond niet te nat mag blijven, want bij natte grond treedt nauwelijks structuurherstel op. Een goede ontwatering is daarom een voorwaarde voor structuurherstel. Al met al heeft het natuurlijk herstelvermogen en of een goede ontwatering aanwezig is, een grote invloed op de risicokaart voor ondergrondverdichting.

Herstel van de ondergrond moet in ieder geval gedeeltelijk mogelijk zijn. Essentieel daarbij is dat er wordt geïnvesteerd in tijd, zodat natuurlijk herstel bij zware zavel en kleigronden een kans krijgt en lichte zavel en zandondergronden sterker kunnen worden en intense en diepe beworteling een kans krijgt. Voorkomen van verdere verdichting en herverdichting tijdens de herstelperiode houdt dan in dat zware wiellasten en berijden onder nattere omstandigheden volledig worden uitgebannen. Een alternatief hiervoor is het gebruik maken van vaste rijpaden om toch een zwaardere mechanisatie toe te kunnen staan en om zo meer mogelijkheden te hebben om economisch aantrekkelijke gewassen te verbouwen.

### *Afstelling en uitrusting machines belangrijke maatregel*

Het voorkomen van verdere ondergrondverdichting betreft vooral dat er voor moet worden gezorgd dat de uitgeoefende grondspanningen de sterkte van de ondergrond niet overschrijden. Zorgen dat de grond droog en daardoor sterker is, heeft dan de eerste prioriteit. Het op orde zijn van de ontwatering is daarvoor een voorwaarde. Bedacht moet worden dat een verdichte ondergrond langer nat blijft en daardoor kwetsbaarder wordt voor verdere verdichting. Door tijdig te oogsten kan worden voorkomen dat men wordt gedwongen op natte grond te rijden. Het niet meer rijden in de open voor, maar 'bovenover' rijden tijdens het ploegen kan veel ondergrondverdichting voorkomen. Een optimale wieluitrusting, dat wil zeggen het gewicht over veel wielen verdelen, gebruik van brede, flexibele banden en lage bandspanningen, toepassing rupsbanden maken toch nog vrij grote machines mogelijk. Essentieel daarbij is dat de wiellasten beperkt blijven, zodat werkelijk bandspanningen van niet veel meer dan 100 kPa (1 bar) kunnen worden gebruikt. Onder nattere omstandigheden kan met een half volle bunker worden gereden. Bij het uitrijden van drijfmest wordt steeds meer gebruik gemaakt van slangensystemen. Verdere ontwikkelingen zijn vaste rijpaden, robotisering (waarbij een aantal lichtere machines een zwaardere vervangen) en ontwikkeling van lichtere machines (gebruik van kunststoffen, lichtere metalen en uitgekiender gebruik van staal). Uit

de enquête bleek dat het thema bodem veel agrarische ondernemers aanspreekt. Wel is er meer inzicht nodig in de urgentie door de negatieve effecten van ondergrondverdichting te kwantificeren.

### **Conclusies en aanbevelingen**

Geconcludeerd kan worden dat in de huidige landbouw maar ook in de bosbouw en in natuurgebieden de ondergrond steeds verder wordt verdicht. Bijna de helft van de Nederlandse ondergrond is oververdicht (overschrijdt de kritische dichtheid) en verwacht kan worden dat het oppervlakte verdicht nog toeneemt en de verdichting ook intenser wordt. Dit laatste uit zich in een dichtere en dikkere ploegzool die zich steeds dieper uitstrekt. De schade die daardoor ontstaat in de vorm van lagere opbrengsten en problemen met infiltratie en afstroming nemen daardoor toe. Klimaatverandering zal het probleem verder vergroten. Beperkingen aan beregening en nutriëntengift verdiepen het probleem wat betreft de opbrengsten. Voorkomen van verdere ondergrondverdichting en verbetering van de herstelcapaciteit is noodzakelijk. Omdat bijna de helft van de Nederlandse ondergronden zijn oververdicht en met name zand- en lichte zavelgronden geen natuurlijk herstel kennen, wordt naast preventie ook aanbevolen om systemen te ontwikkelen om al bestaande ondergrondverdichtingen effectief te herstellen

Uit enquêtes en interviews blijkt dat grondgebruikers en stakeholders in beleid en praktijk nauwelijks onderscheid maken in onder- en bovengrondverdichting. Stakeholders noemen (ondergrond)verdichting een zorgelijke ontwikkeling. Oorzaken (m.n. zware machines) en gevolgen zijn redelijk bekend, maar de gevolgen worden in de praktijk nog weinig gerelateerd aan bodemverdichting. Genoemde gevolgen zijn opbrengstderving, kwaliteitsverlies en verminderde waterberging in de bodem. Toename van oppervlakkige afspoeling en daardoor achteruitgang van de waterkwaliteit is een onderbelicht gevolg. Bewustwording is nodig om grondgebruikers in actie te laten komen.