

Bouwplan en vruchtopvolging op lössgronden

Voor een optimale benutting van mineralen, met name stikstof, is het maken van een bouwplan belangrijk. Belangrijke aspecten voor een hoge stikstofbenutting in het bouwplan zijn een hoog aandeel gewassen met een laag stikstofoverschot, voldoende ruimte voor vanggewassen ¹, vooral na gewassen die veel stikstof nalaten. Verder is met name op lössgronden een afwisseling van ondiep en diep wortelende gewassen heel belangrijk om zo achtergebleven mineralen uit de diepere lagen naar boven te halen, waar deze door een ondiep wortelend volgewas wordt benut. Tot slot is het bij het maken van een bouwplan belangrijk om aandacht te besteden aan gezonde wortels. Dit wordt voor een groot deel bepaald door de bodemkwaliteit: het organische stofgehalte ¹, de structuur en bodemgezondheid.

Beworteling

De meeste mineralen worden door de wortels opgenomen. Een gezonde wortel, die diep kan groeien, is de basis voor het optimaal benutten van de mineralen in de bouwvoor. Wortels die beschadigd zijn, kunnen slecht mineralen en vocht opnemen. In onderstaand voorbeeld is een meting gegeven van stikstof in de bouwvoor op verschillende diepten (gemeten in september):

Meetpunt (diepte in cm)	N (kg/ha)
0-20	52
20-35	29
35-50	26

Stel, de wortel groeit maar tot 20 cm diep, dan mist het gewas 55 kg N/ha uit de laag 20-50cm. De stikstof wordt dan niet benut en is potentieel uitspoelinggevoelig.

Bij veldonderzoek op proefboerderij Wijnandsrade naar de vermindering van de nitraatuitspoeling op lössgronden (Dekker et al., 2003), komt een aantal zaken naar voren:

- Het stikstofoverschot na gewassen is verschillend. Van hoog naar laag: aardappelen, mais, suikerbieten, wintertarwe;
- Wanneer na aardappelen een diep wortelend gewas als wintertarwe werd geteeld, bleek het diep wortelend gewas in staat te zijn om stikstof uit diepere bodemlagen (100-150 cm) op te nemen en te benutten. Rotatie van diep wortelend na ondiep wortelend is van groot belang;
- **Groenbemesters** ¹ kunnen achtergebleven stikstof opnemen;
- Benutting van stikstof uit groenbemesters voor de opvolgende teelt komt het beste tot zijn recht als de groenbemester in het voorjaar wordt vernietigd.

Het belang van afwisseling van ondiep en diep wortelende gewassen is nogmaals bevestigd bij de validatie van het stikstofuitspoelingsmodel dat in het kader van het project [Slim Bemesten](#) is gemaakt. Van het [stikstofoverschot](#) na de teelt van een gewas spoelt er minder stikstof uit naar het grondwater indien een diep wortelend gewas wordt geteeld na een ondiep wortelend gewas.

Controle op gezonde wortels

Ongeveer zes weken na opkomst van de gewassen is het gewas klaar met het ontwikkelen van zijn wortelapparaat. De maximale diepte en hoeveelheid wortel is dan net bereikt, meestal is dat in de maand juni. Dit is het moment om de wortels te beoordelen:

- Zijn ze mooi wit van kleur?
- Zitten de wortels helemaal door de bouwvoor?

Is dat niet zo, dan dient de oorzaak te worden vastgesteld.



Figuur 1. Een goed ontwikkeld wortelstelsel bij ui

Mogelijke oorzaken van aangetaste wortels

Wortels kunnen zijn aangetast door:

- Aaltjes
 - Te herkennen aan: knobbels, wondjes, vergroeiingen. De foto's van een aantal soorten aaltjesschade kunt u bekijken in [Aaltjesmanagementboek](#).
 - Aanpak: bouwplan aanpassen en aaltjes beheersen (verderop in deze factsheet).
- Schimmels
 - Te herkennen aan: zwarte plekken en rot.
 - Aanpak: eerst schimmel determineren, dan aanpassingen in rassenkeuze (resistentie), vruchtvolgorde en teeltfrequentie, bodembewerking, uitgangsmateriaal.
- Plagen
 - Te herkennen aan: vraatschade en/of aanwezigheid van de plaag
 - Aanpak: plaag bepalen, dan plaag bestrijden door gewasvolgorde, gewasbescherming en/of grondbewerking.

- Mechanische weerstand door **verdichting** ⓘ
 - Te herkennen aan: wortel groeit ondiep en horizontaal boven de verdichte laag. Ook te voelen met visiteerijzer.
 - Aanpak: verdichtingen opheffen door grondbewerking, aanpassen van de bandenspanning en beheer van de organische samenstelling van de bodem.
- Droogte
 - Te herkennen aan: verdorde wortels en wortels zonder haarwortels.
 - Aanpak: start indien mogelijk met irrigeren zodra op de ½ worteldiepte de grond na kneden uit elkaar valt.



Figuur 2. Waspeen stopt met diepe beworteling op vaste laag

Veelvoorkomende oorzaak van schade aan wortels: aaltjes

Om schade aan de wortels te voorkomen en te beperken is het nodig dat aaltjes worden beheerst. Aaltjes prikken in de wortels en maken wondjes. Daardoor kan het gewas minder stikstof en vocht opnemen. Ook schimmels krijgen kans om in de wortel te komen. In het [Aaltjesmanagementboek](#) of www.aaltjesschema.nl kunt u aantastingsbeelden van aaltjes bekijken. Op lössgronden zijn met name [cystenaaltjes](#) (bieten, aardappelen) en [graslandwortelknobbelaaltjes](#) van belang. Er zijn nog geen aanwijzingen voor het schadelijk voorkomen van andere soorten aaltjes op lössgronden.

Aaltjesschade ontdekken

Elk bedrijf heeft aaltjes, waarvan er een paar schade veroorzaken aan de wortels. Om te weten om welk aaltje het gaat is het belangrijk om schade door aaltjes te herkennen, waarna de juiste maatregelen kunnen worden genomen voor het volgende teeltseizoen.

Bekijk de plekken waar het gewas achterblijft in de groei. Stel de vorm van de plek vast en bekijk de schade aan de wortels. In de folder aaltjes herkenning kunt u in drie stappen herkennen en bepalen of aaltjes de oorzaak zijn van een slechte groei.

Na het teeltseizoen (november – februari) kunt u een aaltjesonderzoek verrichten zodat u zeker weet waarmee u te ma-

ken heeft en kunt u gericht bestrijden. Een andere bron van kennis zijn de overzichten van de afnemer over de kwaliteit van uw product. Hebt u aaltjes en u weet welke? Dan kan gericht worden bestreden en voorkomen. Hieronder wordt een aantal maatregelen beschreven.

Bouwplanhistorie en aanpassen vruchtopvolging

Start met het probleemperceel. Zet de gewasvolgorde van het verleden op een rijtje en kijk met [Aaltjeswaardplantschema](#) welke vermeerderingen en schade worden verwacht per gewas. Weeg hiermee de gewassenkeuze af en zet een betere volgorde op.

Teeltfrequentie

Iedereen weet dat consumptieaardappelen met een teeltfrequentie van 1 op 3 een slechtere opbrengst geeft dan bij een frequentie van 1 op 5. Dat heeft te maken met schimmels en aaltjes. Ook in andere gewassen kunnen schimmels roet in het eten gooien. Met name suikerbiet en bladvlekkenziekte, peulvruchten en bodemschimmels zijn voorbeelden van teelten waarbij het mis gaat wanneer er te kort achter elkaar wordt geteeld. Om te bekijken wat een betrouwbare teeltfrequentie is als het om aaltjes gaat, raadpleeg dan het [Aaltjesmanagementboek](#). Hierin staan de veilige teeltfrequenties van diverse akkerbouw- en groentegewassen en het vormt een goede leidraad voor aanpassingen in het bouwplan.

Aaltjesbeheersing

Nadat u het bouwplan heeft aangepast kunt u denken aan het beheersen van aaltjes doormiddel van:

- Rassenkeuze;
- Teeltfrequentie;
- **Resistente groenbemesters** ¹ telen, o.a. tegen bietencysteaaltjes;
- **Niet-vermeerderende groenbemesters** ¹;
- Aanvullende maatregelen zoals: [chemische grondontsmetting](#), [granulaten](#) en / of [biologische grondbemesting](#);
- [organische stof op peil brengen](#).

Ga bij het toepassen van groenbemesters goed na welke soort(en) u het beste kiest voor een specifieke situatie zodat u geen nadelige effecten ondervindt. Gebruik bijvoorbeeld het [Handboek Groenbemesters](#).



Figuur 3. Naast aanvoer van organische stof bestrijdt de groenbemester Tagetes patula worteltesieaaltjes (Pratylenchus).

Andere factoren die de gezondheid van wortels beïnvloeden

Het **organische stofgehalte** ^❶ en de bodemstructuur zijn andere belangrijke factoren voor goede beworteling. De [organische stofbalans](#) wordt op peil gebracht door een hoog aandeel gewassen met veel organische stof in de gewasresten (o.a. graan) en door voldoende ruimte voor goed ontwikkelde groenbemesters in het bouwplan op te nemen. Een hoog aandeel relatief laat te oogsten rooivruchten (suikerbieten, aardappelen) geeft risico op structuurbederf.

De volgende maatregelen vormen een goede basis om gezonde wortels te bevorderen:

- Bepaal de maximale bewortelingsdiepte die mogelijk is in uw grond door een profiel te graven en te meten met een visiteerijzer. Wanneer **verdichting** ^❶ wordt geconstateerd, deze voor zover mogelijk verminderen en in de toekomst voorkomen;
- [Organische stofbalans](#) opmaken en organische stof aanvoeren d.m.v. groenbemesters, compost, stroresten en organische mest;
- **Grondonderzoek** ^❶ laten uitvoeren en daarnaar handelen;
- In het voorjaar naast de kalender vooral kijken naar de grondconditie, vocht en grondtemperatuur. Gebruik dit als basis voor de bedrijfsvoering;
- Voorkom verdroging. Wortels sterven af na droogte.