

3 Bodem, water en bouwplan

3.1	Ontwatering en vochtvoorziening.....	33
3.2	Structuur	34
3.3	Temperatuur	35
3.4	Bodemkwaliteit en organische stof	35
3.5	Zuurgraad.....	38
3.6	Erosie en slomp	39
3.7	Droogte en berekening	40
3.8	Het bouwplan	41

3 Bodem, water en bouwplan

De bodem vormt de basis voor een goede nutriënten- en vochtvoorziening. In dit hoofdstuk worden een aantal onderdelen behandeld die te maken hebben met de grond en het grondgebruik. Eerst gaan we in op een aantal aspecten die een rol spelen bij de geschiktheid van de grond voor de teelt van maïs. Daarna wordt ingegaan op de extreme situaties droogte, erosie en slemp. Als laatste kijken we naar inpasbaarheid van maïsteelt op een bedrijf en op de effecten van continue teelt en wisselbouw.

Geschiktheid grond

In principe kan men maïs op de meeste grondsoorten in Nederland telen. Van belang zijn een goede en tijdige bereikbaarheid en bewerkbaarheid. Bij de beoordeling van de geschiktheid van de grond spelen een aantal aspecten een rol:

- Ontwatering en vochtvoorziening
- Structuur
- Temperatuur
- Bodemkwaliteit en organische stof
- Zuurgraad

3.1 Ontwatering en vochtvoorziening

Voor een goede opbrengst is een goede ontwatering van belang. In het voorjaar is een goede ontwatering belangrijk om de grond tijdig te kunnen bewerken en voor een voldoende snelle opwarming van de bodem. Natte gronden warmen in het voorjaar veel trager op dan droge gronden. Daarnaast dient er voldoende lucht in het profiel aanwezig te zijn voor de wortelgroei. In het najaar is een goede ontwatering belangrijk om de maïs te kunnen oogsten zonder structuurschade te veroorzaken aan de bodem.

Een grond is goed ontwaterd wanneer de grondwaterstand gemiddeld nooit hoger komt dan 40 cm beneden maaiveld (winterstand). Naast een goede ontwatering is voldoende vochtvoorziening in het groeiseizoen belangrijk voor goede maïsofbrengsten. Ook hier speelt het niveau van het grondwater een belangrijke rol. Als de bewortelde laag in contact staat met het grondwater vindt er door capillaire werking opwaarts transport plaats van vocht. Als de grondwaterstand fluctueert tussen 40 en 150 cm beneden het maaiveld in combinatie met een klei- of leemhoudende ondergrond wordt door capillaire nalevering vanuit het grondwater de vochtvoorziening het gehele of een deel van het groeiseizoen gewaarborgd.

De hoeveelheid beschikbaar vocht voor het gewas wordt naast de vochtlevering vanuit het grondwater (capillaire opstijging) ook bepaald door de neerslaghoeveelheid en opslagcapaciteit van de bodem. De hoeveelheid bodemvocht die gemakkelijk beschikbaar is voor het gewas varieert per grondsoort. In humusarm grof zand is circa 8 mm per bodemlaag van 10 cm beschikbaar. In humeus, matig leemhoudend fijn zand is dit circa 18 mm. Op zavel en lichte kleigronden is er ongeveer 20 tot 25 mm per 10 cm beschikbaar. Hoe dieper het gewas kan wortelen, hoe meer het gewas kan profiteren van het in de bodem beschikbare vocht. Op humeuze zandgronden met een diep profiel is er ongeveer 150 mm vocht voor het gewas beschikbaar, op ondiepe humusarme zandgronden slechts 50 mm en soms zelfs minder. Deze verschillen kunnen aanzienlijke opbrengstverschillen tot gevolg hebben.



Goede ontwatering van groot belang

3.2 Structuur

Structuur heeft te maken met de ruimtelijke ordening van de bodemdeeltjes. Deze ruimtelijke ordening is van groot belang voor het transport van water en lucht, de beworteling en de stabiliteit en stevigheid van de grond. Een goede structuur wordt over het algemeen gekenmerkt door een kruimelstructuur.

De bewortelingsdiepte van maïs bedraagt in profielen zonder belemmeringen circa 120 cm. Op de meeste gronden is de bewortelingsdiepte echter aanzienlijk geringer door de aanwezigheid van storende lagen. Storende lagen voor de beworteling kunnen een gevolg zijn van plotselinge overgangen in grofheid van de gronddeeltjes of humusgehalte en van een dichte pakking van de grond.

In sommige gronden met een storende laag of afwijkende ondergrond blijft de bewortelingsdiepte beperkt tot de bovenste laag, die vaak niet dikker is dan 25 cm.

Ook op gronden die van nature diep doorwortelbaar zijn kunnen door zware mechanisatie bij het uitbrengen van dierlijke mest en bij de oogst verdichtingen ontstaan. Op gronden met een laag humusgehalte kan de laag onder de bouwvoor tussen 30 en 70 cm diepte zodanig verdicht worden dat maïswortels er niet meer in kunnen doordringen. Het bodemvocht dat zich in de verdichte laag en daaronder bevindt is dan niet meer beschikbaar voor het gewas waardoor de kans op vochttekorten toeneemt. Kies daarom voor een lage bandenspanning en voorkom dat er onder natte omstandigheden op het land wordt gereden (zie ook hoofdstuk 4).

3.3 Temperatuur

Tot aan het 4-5 bladstadium bepaalt de temperatuur van het zaai-bed de ontwikkelingssnelheid van de plant doordat de groeipunt van de plant zich tot dat moment onder de grond bevindt. Naast straling en luchttemperatuur bepalen kleur, humusgehalte, poriënfractione en vochtgehalte van de grond in belangrijke mate de snelheid waarmee grond in het voorjaar opwarmt. Natte gronden met een vaste structuur warmen in het voorjaar veel trager op dan droge gronden met een losse structuur. Door een laag poriënvolumen en een hoog vochtgehalte is er meer energie nodig voor opwarming en gaat er bovendien meer warmte verloren door warmtetransport naar de ondergrond en verdamping van water. Doordat zandgronden gemiddeld sneller opwarmen dan klei- en veengronden zijn deze over algemeen meer geschikt voor de teelt van maïs.

3.4 Bodemkwaliteit en organische stof

Bodemkwaliteit kunnen we op diverse manieren definiëren. Een landbouwkundige definitie is: "Het vermogen van de bodem om gewassen op langere termijn van voldoende water en nutriënten te voorzien zodat de gewassen tot een hoge productie per eenheid productiefactor komen met een lage belasting voor de omgeving". Organische stof speelt een centrale rol bij bodemkwaliteit omdat dit een functie heeft bij verschillende processen in de bodem:

- Levering van nutriënten. Bij de afbraak van organisch materiaal komen nutriënten (met name N, P en S) vrij. In de literatuur wordt een kritisch gehalte van 1,7% genoemd. Beneden dit gehalte lijken gewassen op uiteenlopende grondsoorten bij een gematigde stikstofbemesting de potentiële opbrengst niet te kunnen halen. Als indicatie wordt ook wel genoemd dat de extra stikstoflevering op deze zandgronden als gevolg van een hoger organisch stofgehalte wordt geschat op 25 kg per hectare per procent organische stof.
- Vochthoudend vermogen. Het effect van organische stof op de hoeveelheid beschikbaar vocht is afhankelijk van de grondsoort. Vooral op zandgronden neemt de hoeveelheid beschikbaar vocht toe bij een hoger organisch stofgehalte. Voor bodems met een fijne textuur (zoals klei) is het effect veel kleiner. Uit berekeningen blijkt dat in een bouwvoor (25 cm) van gronden met een laag lutumgehalte (3%) minimaal 1% organische stof nodig is om 40 mm vocht te kunnen leveren. In een grond zonder lutum (zoals zandgrond) is hiervoor al gauw een organisch stofgehalte nodig van 2%. Voor zandgronden met een organische stofgehalte van 2 tot 8% geldt globaal dat 1% meer organisch stof 4-6 mm meer vocht geeft.
- Vermogen van de grond om nutriënten vast te houden. Organische stof heeft net als kleideeltjes het vermogen om nutriënten (kationen) vast te houden (adsorberen). Naarmate een grond een groter adsorptievermogen heeft, is het in staat om langer nutriënten na te leveren. Het adsorptievermogen van organische stof is pH-afhankelijk. Voor zandgronden lijkt een organisch stofgehalte van 3% minimaal gewenst om bij een gangbare pH-KCL van 5 nog een redelijke adsorptiecapaciteit te hebben. Voor kleigronden ligt het minimaal gewenste organische stofgehalte lager, omdat de kleideeltjes ook voor adsorptiecapaciteit zorgen.
- Bodemleven en ziekteverend vermogen. Naast het gehalte aan organische stof, de afbreekbaarheid en de C/N verhouding van het materiaal, spelen ook de aanwezigheid en de activiteit van het bodemleven een rol bij de uiteindelijke nutriënten levering (met name stikstof). De aanwezigheid en activiteit van het bodemleven worden voornamelijk bepaald door de omgevingsfactoren zoals type organisch materiaal, de pH, de bodemtemperatuur en het vochtgehalte. Organische stof kan ook het ziekteverend vermogen van een bodem verhogen door meer biologische activiteit en een grote diversiteit aan bodemorganismen.

- Structuur, verkruielbaarheid en slempevoeligheid. Organische stof heeft een positieve invloed op de structuur. Het geeft een betere binding tussen de bodemdeeltjes waardoor de aggregaatstabiliteit wordt vergroot. Daarnaast heeft organische stof een positief effect op de structuur door de volgende processen:
 - De dichtheid wordt lager doordat de minerale fractie door het organische materiaal wordt verdund.
 - Organische stof geeft meer kleine poriën. Dit heeft over het algemeen een positief effect op het transport van water en lucht door een betere verhouding tussen het aandeel grote en kleine poriën.
 - Organische stof heeft een positief effect op het bodemleven waardoor ook het aantal gravende organismen toeneemt. Het graven van “gangen” heeft een positief effect op de structuur.

In de literatuur worden gehalten genoemd van 3-3,5% organische stof voor voldoende binding van bodemdeeltjes. Omdat er een sterke correlatie bestaat tussen klei en organisch stofgehalte is het minimum gewenste organische stofgehalte erg afhankelijk van het bodemtype.

- Uitspoeling van stikstof. Een toename van het organische stofgehalte kan enerzijds leiden tot meer gevoeligheid voor uitspoeling van stikstof door extra mineralisatie. Dit risico is er vooral wanneer de organische stof aanwezig is in een jonge gemakkelijk afbreekbare vorm met een lage C/N verhouding. Het risico kan dus beperkt worden door organische materiaal aan te voeren dat vrij stabiel is en langzaam afbreekt. Anderzijds leidt een toename van het organische stofgehalte tot een beperking van de gevoeligheid voor stikstofuitspoeling doordat het vochthoudendvermogen van de grond toeneemt. Gezien dit positieve effect van organische stof op de uitspoeling wordt voor zandgronden soms een gehalte van 2,5% genoemd als ondergrens.



Organische stof aanvoer door inzaai groenbemester

Uit het voorgaande blijkt dat het gewenste organische stofgehalte afhankelijk is van uiteenlopende aspecten. Voor de Nederlandse gronden zijn dan ook nog geen streeftrajecten bekend.

Naast het organische stofgehalte zijn er diverse andere chemische, fysische en biologische indicatoren die in een laboratorium kunnen worden bepaald en die ook een rol spelen bij bodemkwaliteit. Bodemkwaliteit is echter een complex begrip en niet met één indicator te beoordelen. Daarnaast ontbreekt vaak nog een goede richtwaarde, bijvoorbeeld bij biologische indicatoren.

Bodemkwaliteit kan men ook met het blote oog beoordelen. Een profielkuil van een meter diep brengt de verschillende bodemlagen in beeld en kunnen de bewortelingsdiepte en de verticaal kruipende wormen tonen. Minder bewerkelijk is het uitsteken van een 30 x 30 cm² brok grond van 25 cm diep en vervolgens de verkrumelbaarheid beoordelen.

Organische stofbalans en groenbemester

In de bodem wordt organische stof afgebroken door natuurlijke processen. De hoeveelheid die afgebroken wordt is o.a. afhankelijk van grondsoort, organische stofgehalte, bouwvoordikte, bewerksintensiteit, vocht, temperatuur en pH. Bij een organische stofgehalte van 3% en een bouwvoordikte van 25 cm wordt jaarlijks al gauw 2-3000 kg organische stof afgebroken. Deze afbraak worden gecompenseerd met aanvoer van organische stof uit gewasresten, mest en evt. de teelt van een groenbemester. De bijdrage vanuit gewasresten is bij snijmais beperkt en binnen het nieuwe mestbeleid is ook de aanvoer vanuit mest beperkt. M.n. op de lichtere (zand)gronden is de teelt van een groenbemester daarom een must om het organische stofgehalte op peil te houden. Het opstellen van een organische stofbalans is een goed hulpmiddel om inzicht te krijgen in de aan- en afvoerposten van organische stof. Op de aanvoerzijde van de balans staan de posten organische mest, gewasresten incl. wortels en stoppels en eventueel een groenbemester. Op de afvoerzijde staat de onvermijdelijke jaarlijkse afbraak van organische stof in de bouwvoor. Bij de balansberekening wordt uitgegaan van de effectieve organische stof (eos). Dit is de hoeveelheid organische stof die na een jaar na toediening nog in de bodem aanwezig is. Er zijn normen opgesteld over de toevoer van effectieve organische stof door wortel- en gewasresten, dierlijke mest en groenbemers. In tabel 3.1 zijn een aantal normen weergegeven die bij de snijmaisteelt van belang zijn.

Tabel 3.1 Effectieve organische stof levering van gewasresten, mest en goed geslaagde groenbemers

Product	Effectieve organische stof levering
Gewasresten snijmais (kg/ha/jaar)	660
Mest (kg/ton)	
- runderdrijfmest	33
- varkensdrijfmest	20
- Vaste mest	80
Groenbemester (kg/ha/jaar)	
- Italiaans/westerwolds	1080
- Rogge, bladkool, bladrammenas	850

De leveringen van effectieve organische stof van groenbemers zijn gebaseerd op een goed geslaagd gewas. Om deze hoeveelheden organische stof te bereiken moet er een bovengrondse opbrengst staan van circa 2500 kg drogestof. In de praktijk wordt deze opbrengst vaak lang niet gehaald omdat groenbemers in het najaar te laat (na half september) worden gezaaid en/of in

het voorjaar te vroeg (voor eind maart) worden vernietigd. In dat geval zal dan ook gerekend moeten worden met een lagere aanvoer van effectieve organische stof uit de groenbemester dan in tabel 3.1 aangegeven.

Voorbeeld organische stofbalans

Uitgangspunten: zandgrond 3% organische stof
 Bouwvoor 25 cm
 40 m³ runderdrijfmest per jaar
 Groenbemester winterrogge, goed geslaagd

		Effectieve organische stof (kg/ha)	
Aanvoer		Afvoer	
40 m ³ runderdrijfmest	1200	Afbraak	2625
Gewasresten	660		
Totaal	1860	Totaal	2625
Tekort zonder groenbemester	765		
Groenbemester, goed geslaagd	850		
Tekort met groenbemester	-85		

3.5 Zuurgraad

De zuurgraad van de grond wordt uitgedrukt met pH. Hoe lager de pH hoe zuurder de grond, wat duidt op een kalkarme toestand. Een grond is neutraal bij een pH van 7. Zand-, dal- en veengronden hebben van nature een vrij lage pH. De meeste jonge zeekleigronden zijn neutraal en kalkrijk. Bij oudere zeekleigronden kunnen ook lage pH's voorkomen. De pH is van invloed op o.a. de beschikbaarheid van nutriënten voor het gewas en de biologische activiteiten in de bodem. Op kleigrond hangt de optimale pH ook af van de gevolgen voor de bodemstructuur. Bij een te lage pH vallen kleimineralen, en daarmee bodemdeeltjes uit elkaar, waardoor gemakkelijk slomp ontstaat. De optimale pH verschilt per grondsoort en hangt af van het organische stof- en lutumgehalte. We geven per grondsoort de streefwaarden van de pH-KCl weer. Een uitgebreide waardering van de pH-KCl is te vinden in "Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen" www.bemestingsadvies.nl. Wanneer de pH lager is dan de streefwaarde is het nodig deze te verhogen. De berekening van de kalkgift wordt beschreven in hoofdstuk 5.

Zand, dalgrond en veen

Bij zand, dalgronden en veen is de gewenste pH afhankelijk van het organische stofgehalte. In tabel 3.2 is de gewenste pH-KCl voor deze gronden weergegeven.

Tabel 3.2 Streefwaarden pH-KCl van zand, dalgronden en veen

Organische stofgehalte van de grond (%)	Gewenste pH
< 5,0	5,3 - 5,7
5,0 - 7,9	5,1 - 5,5
8,0 - 14,9	5,0 - 5,4
> 15,0	4,8 - 5,2

Rivierklei en overgangsgronden zand/rivierklei

Bij rivierklei en overgangsgronden tussen zand en rivierklei is de gewenste pH afhankelijk van het lutumgehalte. In tabel 3.3 is dit weergegeven.

Tabel 3.3 Streefwaarden pH-KCl van rivierklei en overgangsgronden tussen zand en rivierklei

Lutumgehalte van de grond (%)	Gewenste pH
< 8	6,0 - 6,3
8 - 12	6,2 - 6,5
> 12	6,4 - 6,7

Löss en overgangsgronden zand/löss

Bij löss en overgangsgronden tussen zand en löss is de gewenste pH afhankelijk van het lutumgehalte van de grond. Bij een lutumgehalte kleiner dan 10 ligt de gewenste pH-KCl tussen 6,3 en 7,0. Bij een lutumgehalte van 10 of hoger ligt de gewenste pH-KCl tussen 6,6 en 7,5.

Zeeklei en overgangsgronden zand/zeeklei

Bij zeeklei en overgangsgronden tussen zand en zeeklei is de gewenste pH afhankelijk van het organische stofgehalte en van het lutumgehalte van de grond. In tabel 3.4 staat de gewenste pH-KCl voor deze gronden. Zie voor een meer gedetailleerde tabel "Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen" www.bemestingsadvies.nl.

Tabel 3.4 Streefwaarden pH-KCl van zeeklei en overgangsgronden tussen zand en zeeklei

Lutumgehalte van de grond (%)	Organische stofgehalte van de grond (%)							
	1,0 - 1,9	2,0 - 2,9	3,0 - 4,9	5,0 - 9,9	10,0 - 14,9	15,0 - 24,9	25,0 - 34,9	> 34,9
< 8	> 6,6	> 6,1	> 5,8	> 5,4	> 5,0	> 4,6	> 4,2	> 3,9
8 - 12	> 6,6	> 6,2	> 5,9	> 5,6	> 5,2	> 4,8	> 4,4	> 4,0
12 - 18	> 6,6	> 6,3	> 6,1	> 5,9	> 5,4	> 5,0	> 4,5	> 4,1
18 - 25	> 6,7	> 6,5	> 6,3	> 6,0	> 5,6	> 5,1	> 4,6	> 4,2
25 - 30	> 7,0	> 6,8	> 6,6	> 6,3	> 5,8	> 5,3	> 4,7	> 4,3
30 - 35	> 7,1	> 7,0	> 6,9	> 6,5	> 6,0	> 5,5	> 4,9	> 4,4
> 35	> 7,1	> 7,1	> 7,0	> 6,7	> 6,2	> 5,6	> 5,0	> 4,5

3.6 Erosie en slemp

Wind en water veroorzaken bodemerosie. Erosie door wind komt vooral voor op de veenkoloniale gronden in Noordoost-Nederland, watererosie vooral op de hellingen in Zuid-Limburg. Erosie is ongewenst omdat vruchtbare bovengrond wordt afgevoerd. Bij watererosie nemen bovendien de risico's van afspoeling van mineralen naar oppervlaktewater toe.

Slemp komt vooral voor op lichte zavelgronden met een laag organisch stofgehalte. Ook een laag calciumgehalte verhoogt de kans op slemp. Bij slemp vloeien onder natte omstandigheden bodemdeeltjes ineen waardoor na opdroging een dicht hard laagje wordt gevormd. Hierdoor neemt de luchtdoorlatendheid af, waardoor de ontwikkeling van de maïs vertraagt.

Grondbewerking

Grondbewerking vergroot de kans op het ontstaan van erosie en slemp, omdat de structuur van de bovengrond wordt gebroken. Een beperkte, niet-kerende grondbewerking in combinatie met de inzaai van een bodembedekker heeft de voorkeur. Hierdoor blijven meer gewasresten bovenin de bodem waardoor risico's van erosie en slemp verminderen. Wanneer er toch wordt geploegd kan men ter voorkoming van watererosie op hellingen het beste met de hoogtelijnen mee ploegen.

Bodembedekker als erosiebestrijding

De risico's van erosie en slemp kan men verminderen door na de oogst van het gewas voorafgaand aan maïs een bodembedekker in te zaaien. Hiervoor kan men de gangbare groenbemestingsgewassen gebruiken. De bodembedekker moet 3 weken voor het zaaien van de maïs worden gedood om te voorkomen dat de grond te veel uitdroogt. Vorstgevoelige gewassen zoals gele mosterd vriezen tijdens de winter vaak al kapot.

De teelt van maïs in een bodembedekker zonder verdere grondbewerking gaf een afname van bodemverlies van 80-90%. Dit systeem kost echter wel opbrengst en vraagt een aangepaste teelttechniek (zaaitechniek, onkruidbestrijding en mesttoediening). Door een oppervlakkige grondbewerking (frees) uit te voeren kan opbrengstreductie worden voorkomen. Ook kan men een zaairijenfrees gebruiken waarbij gelijktijdig met het zaaien smalle stroken van circa 10 cm breed worden losgemaakt waarin men het zaad zaait. Naarmate de bewerking intensiever is, neemt de erosiebescherming af. De afname van het bodemverlies bij genoemde bewerkingen bedraagt 70-80% bij een zaairijenfrees en 20-70% bij een oppervlakkige zaaibedbereiding.

Mechanische onkruidbestrijding is slechts in zeer beperkte mate mogelijk. Eventueel kan men met een rijenbespuiting de gewasrij onkruidvrij houden en vanaf het 4-5-bladstadium het onkruid tussen de gewasrijen met een rijenfrees bestrijden.

3.7 Droogte en beregening

Veel zandgronden in het zuiden en oosten van Nederland zijn gevoelig voor droogte in het groeiseizoen. Het voorkomen van bodemverdichting om de bewortelingsdiepte en daarmee de vochtopname maximaal te houden is daarom erg belangrijk. Daarnaast kan het risico van verdroging op droogtegevoelige gronden worden verkleind door:

- maïs te telen met een lagere plantdichtheid dan de gebruikelijke 100.000 per ha en/of rassen bladarmere rassen te gebruiken. Onder droge omstandigheden is minder bladmassa gunstig. Er verdampt dan relatief minder water;
- rassen te telen die vroeg bloeien en een goede celwandverteerbaarheid hebben. Vroegbloeiende rassen hebben tijdens de korrelzetting een grotere kans te ontsnappen aan een vroegtijdig vochttekort omdat de kans op droogte in de loop van het seizoen toeneemt. Wanneer tijdens de korrelzetting toch een vochttekort optreedt, blijft de voederwaarde van rassen met een goede celwandverteerbaarheid beter op peil dan van rassen met een hoog kolfaandeel.

Bij vochttekort kan men de hoeveelheid neerslag aanvullen met beregening. Om tijdig te kunnen beginnen met beregenen is het nodig om de actuele vochtvoorraad te weten. Deze kan op meerdere manieren worden ingeschat.

- De grond met een gutsboor tot bouwvoordiepte bekijken en in de hand te kneden. Hiermee kan men in korte tijd een indruk krijgen van de vochtvoorraad van de bovengrond. Voor zandgrond geldt dat wanneer de grond nog goed kneedbaar is beregenen nog niet nodig is. Wanneer de grond niet meer kneedbaar is en brokkelig, kruimelig en iets stoffig, is beregenen nodig.
- Met behulp van de beregeningswijzer die door Wageningen Livestock Research is ontwikkeld kunt u 'op maat beregenen' De wijzer is te bestellen via de website

www.livestockresearch.wur.nl. De methode is gebaseerd op het drogen van grond (bijv. in een magnetron). Hiermee kan men op eenvoudige wijze de actuele vochttoestand van de bovengrond bepalen. Nodig zijn een gutsboor, een magnetron en een keukenweegschaal. Met een aantal steken met de gutsboor verzamelt men grond en droogt dit in de magnetron. Na het drogen wordt de hoeveelheid vocht die de grond bevat berekend. In de beregeningswijzer kan men aflezen of dit voor de betreffende grondsoort voldoende is.

- De vochtvoorraad berekenen met een vochtboekhouding. Dit is een dagelijkse optel- en aftreksom van de hoeveelheid water van neerslag, beregening en capillaire nalevering en verdamping. Gewasverdamping onttrekt water aan de wortelzone en neerslag, beregening en capillaire nalevering vullen de vochtvoorraad in de wortelzone aan.

Voor het beregenen van maïs wordt geadviseerd het juiste tijdstip te bepalen met de gutsboor en door eventueel grond te drogen in de magnetron. Het opstellen van een vochtboekhouding is voor maïs vrij gecompliceerd, door een toenemende bewortelingsdiepte in de loop van het seizoen en een referentieverdamping die gecorrigeerd moet worden met een gewasfactor.

Wanneer de vochtvoorraad onvoldoende is, kan men beregenen. De gift moet worden gerelateerd aan de bewortelingsdiepte. Voor een inschatting van de dikte van de wortelzone kan men rekenen met een beworteling van 30 cm bij 50% bodembedekking, oplopend naar maximaal 60 cm bij 100% bedekking en maximaal 90 cm bij bloei. De maximale bewortelingsdiepte wordt echter niet altijd bereikt en is afhankelijk van de grondsoort.

Voor de meeste gronden geldt dat er circa 8 mm beregend kan worden per 10 cm bewortelbare zone. Uitgaande van een bewortelbare zone van minimaal 60 cm kan men zo'n 50 mm beregenen. Dit is te veel om in één gift te geven. De maïsplanten van een volgroeid gewas veroorzaken een slechte verdeling van het beregeningswater naar en in de bodem. Met name in de maïsrij komt door stroming langs stengel en blad het meeste water. Dit veroorzaakt kans op plasmavorming. Beter is het om twee giften achter elkaar te geven van 25 mm. Met mooi zonnig weer verdampt in de maïs 5 tot 7 mm per dag (referentie gewasverdamping x gewasfactor). Dit betekent dat onder dergelijke omstandigheden elke 10 dagen beregend moet worden.

Het meeste voordeel van beregenen behaalt men in de periode van bloei tot korrelvulling. Maïs gaat dan efficiënter om met water dan gras. Het advies is om bij een neerslagtekort in die periode het beregenen van snijmaïspercelen voorrang te geven boven graslandpercelen. Bij beregening in maïs moet men door het gewas rijden, waardoor 2-5% van de oppervlakte niet meer productief is. Uit berekeningen in bedrijfsverband is gebleken dat beregenen van snijmaïs op droge zandgrond gunstig is voor de mineralenbenutting en voor verlaging van het nitraatgehalte in grondwater. Of beregenen van snijmaïs financieel aantrekkelijk is, hangt af van de extra kosten die men voor beregenen maakt (zie ook hoofdstuk 13). Wanneer men de beschikking heeft over een regeninstallatie, is maïs beregenen bij droogte zeker zinvol.

Praktisch handvat voor beregenen

Een eerste zichtbare verschijnsel van een vochttekort is dat het blad overdag gaat krullen. In het begin herstelt zich dat 's nachts weer. Een praktisch handvat om te beginnen met beregenen is wanneer 's morgens het blad nog gekruld is.

3.8 Het bouwplan

Het maximale aandeel snijmaïs dat men op een veehouderijbedrijf kan telen, wordt bepaald door het aandeel percelen met een geschikte grondsoort. De hoeveelheid maïs die uiteindelijk wordt geteeld is afhankelijk van diverse factoren. Daarbij speelt de verkaveling vaak een duidelijke rol.

Maïs is een gewas dat men eenmalig per jaar hoeft te oogsten. Daarom is het aantrekkelijk om op percelen op afstand van het bedrijf maïs te telen. Om voldoende beweidingsruimte te houden, teelt men maïs vaak niet op percelen die beweid kunnen worden door het melkvee. Het aandeel maïs in het rantsoen (zie hoofdstuk 12) is ook van invloed op het aandeel maïs in het bouwplan. Daarnaast zijn nog een aantal economische factoren van invloed op het aandeel snijmaïs (zie hoofdstuk 13).

Continuteelt

Maïs heeft weinig last van bodemgebonden ziekten en plagen en kan daarom relatief goed in continuteelt worden verbouwd. De kans op aantasting door de schimmelziekte wortelverbruining neemt echter toe bij continuteelt (zie hoofdstuk 9). Daarnaast kunnen ook het aantal van de wortelaaltjes *Pratylenchus* en *Tylenchorhynchus* toenemen. Schade door aaltjes is echter nog nooit aangetoond.

Continuteelt heeft gemiddeld een negatieve invloed op de bodemkwaliteit. Door het relatief late oogsttijdstip is de kans dat er onder natte omstandigheden moet worden geogst vrij groot. Hierdoor ontstaat structuurbeschadiging. Daarnaast is de bewortelingsdiepte en –intensiteit niet groot en de inbreng van organische stof door het gewas in de bodem beperkt.

Om het organische stofgehalte op peil te houden zijn naast organische mest voor de bemesting extra maatregelen nodig, zoals het gebruik van een groenbemester en eventueel aanvoer van organische stof via compost. Het toedienen van voldoende organische stof brengt echter vaak met zich mee dat fosfaat wordt overgedoseerd. Immers, alleen 40 m³ runderdrijfmest is al voldoende om de fosfaatonttrekking door maïs te dekken, maar compenseert meestal niet de afbraak aan organische stof in de bodem.

Continuteelt geeft een snellere vermeerdering van onkruiden die minder gevoelig zijn voor gangbare herbiciden en kan leiden tot resistentie van onkruiden tegen herbiciden.

Door bovenstaande effecten kan continuteelt leiden tot opbrengstderving van 10 – 20%.



Maïs afwisselen met gras is goed voor de bodem

Wisselbouw

Op melkveehouderijbedrijven komt het afwisselen van maïs met andere gewassen vaak neer op wisselbouw van maïs en gras. Door wisselbouw kan men organische stofgehalte van het bouwlanddeel op peil houden. Wanneer maïs na gras wordt geteeld kan het profiteren van de stikstofnalevering uit de ondergeploegde zode (zie hoofdstuk 5.5).

Daarnaast leidt wisselbouw in vergelijking met continueelt tot een extra maïsoopbrengst van 3-7%. Dit wordt dus veroorzaakt door andere factoren dan organische stofgehalte en de stikstofnalevering en is afhankelijk van de leeftijd van het grasland (zie tabel 3.4).

Tabel 3.4 Vruchtwisselingseffect (% extra opbrengst) bij wisselbouw van gras en maïs

Jaren	Leeftijd grasland		
	2	3	≥ 4
Extra opbrengst (%)	3	5	7

Tegenover het hogere organische stofgehalte van het maïsland staat dat organische stof van het graslanddeel wordt afgebroken. In hoeverre dit leidt tot lagere graslandopbrengsten is afhankelijk van de grondsoort.

Vaak wordt verondersteld dat vruchtwisseling ook voordelig is voor de onkruidbestrijding, met name voor lastige wortelonkruiden. Wanneer een grote voorraad van zaadonkruiden in de bodem zit is het door de grote persistentie van deze zaden vaak moeilijk om door wisselbouw deze onkruiden te bestrijden. Wisselbouw is dan ook meer een systeem om hoge onkruiddruk te voorkomen dan om onkruiddruk te verlagen.

Wisselbouw is echter lang niet altijd uitvoerbaar. In verband met beweiden verbouwt men maïs vaak op percelen verder van het bedrijf. Gras kan beter worden verbouwd op de lagere vochtige gronden die in het voorjaar lang nat en koud blijven en in het najaar kans op problemen bij de snijmaïsoogst geven. Hooggelegen, drogere gronden zijn meer geschikt voor de maïsteelt. Ook moet economisch gezien het voordeel van vruchtwisseling opwegen tegen de extra graslandkosten (inzaai, afrastering). In algemeen geldt voor de praktijk dat wisselbouw vooral interessant is voor het maïsdeel en aantrekkelijker wordt naarmate gronden landbouwkundig gezien slechter (droog zand met laag organisch stofgehalte) zijn en de mogelijkheid tot het gebruik van meststoffen en water beperkter zijn.

Vruchtwisseling met akker- en tuinbouwgewassen

Op akker- en tuinbouwbedrijven wordt maïs meestal afgewisseld met andere akker- en tuinbouwgewassen. Op deze bedrijven vervangt maïs vaak een graangewas. Afhankelijk van de snijmaïsprijzen en de afrijpingsomstandigheden wordt het gewas ook wel afgezet als korrelmaïs of CCM. Voor bedrijven op lichte gronden is het belangrijk om te weten dat maïs hoge dichtheden maïswortelknobbelaaltjes (*Meloidogyne chitwoodi*) en wortellesieaaltjes (*Pratylenchus penetrans*) nalaat. Deze aaltjes veroorzaken ernstige opbrengst- en kwaliteitsschade in diverse gewassen. Vanaf 2006 is de inzaai van een groenbemester na snijmaïs verplicht op zand- en lössgrond. Bij de keuze van de groenbemester moet men rekening houden met de aaltjessituatie. Ook op melkveebedrijven teelt men soms naast gras en maïs andere voedergewassen, bijvoorbeeld GPS-teelt van graan. Doorbreking van de continueelt met dergelijke gewassen is gunstig voor de bodemgezondheid (vermindering wortelverbruining) en voor de bodemstructuur, doordat vooral graan veel organische stof achterlaat in de bodem en een intensievere beworteling heeft.