



# Resultaten van onderzoek Stichting Agrikos (3 slot)

## Elementaire rotatie

In ons onderzoek van de laatste vijftien jaar is het voorgekomen dat aanvankelijk goed werkende grondbewerkingstijden averechts werkten. De conclusie was dat die bewerking dan voor een verkeerd niveau van de planten werd uitgevoerd of dat een deels overeenkomstig gewas in het voorgaande jaar die werking aan de grond onttrokken had. Om dit te vermijden is het aan te raden de gewassen in de rotatie elementair beter wisselen en de grond dienovereenkomstig te bewerken. Daarvoor zijn alle niveaus van de gewassen in te zetten en kan er met de rotatie een voor het bedrijf passend werkplan ontstaan.

*Hans Bruinsma, Stichting Agrikos*

### **Spreading grondbewerking en gewaskwaliteiten**

Als we kijken naar de vraagzijde van de gewassen, dan zien we in Noordwest Europa veel gewassen met het Maan-Aarde en Zon-Water element op het eerste en tweede niveau. Dat zijn de niveaus overeenkomend met de stappen 1 en 2 van het eerste van deze drie artikelen. Samen staan de elementen Water en Aarde voor een volumineuze groei bij lagere temperatuur en voldoende aanwezigheid van water, dus passend in deze regio. De daarbij behorende bewerkingstijden activeren de grond echter eenzijdig, met als gevolg een lagere opbrengst, vermindering van betreffende kwaliteiten en meer ziektegevoeligheid. Om dat te voorkomen kunnen de gewassen met het Maan-Aarde en Zon-Water element om te beginnen in de rotatie zover mogelijk uit elkaar gezet worden en kunnen er gewassen en rassen met andere elementaire kwaliteiten tussen gezet worden. Er moet daarbij wel in de gaten worden gehouden dat de bij deze andere rassen behorende grondbewerkingperiodes op de eigen grond in najaar of voorjaar goed te benutten zijn. In dit artikel gaan we uit van rotaties met dergelijke eenzijdige gewassen op een bedrijf op een middelmatig zware grond en kijken we hoe daarvoor de meeste spreading is te realiseren met een optimaal rendement van de grondbewerkingseffecten.

**Gunstigste spreading elementen niveau 1 en 2**  
Aardappelen, tarwe, peen, uien en suikerbiet hebben naar de gewasgroep (niveau 1) en/of naar het individuele product (niveau 2) de Zon-Water en Maan-Aarde kwaliteit (zie tabel 1). In de tabel is "erwtten" toegevoegd als voorbeeld van een afwijkend gewas. Als eerstgenoemde gewassen de grondbewerking volgens niveau 1

Tabel 1. Gewassen met Zon-Water en Maan-Aarde element

Gewas	niveau	Zon	Maan
Aardappel	1	Water	Aarde
	2	Lucht	Vuur
Tarwe	1	Vuur	Vuur
	2	Water*	Aarde*
Peen	1	Water	Aarde
	2	Aarde	Aarde
Uien	1	Lucht	Aarde
	2	Water*	Water*
Suikerbiet	1	Water	Aarde
	2	Water	Aarde
Erwt	1	Aarde	Vuur
	2	Lucht	Lucht

\* onder voorbehoud

en 2 krijgen (zie DP 4 en 5 2008), is het totale rendement steeds 71 procent (voorbeelden zie tabel 2, A1, B1, C1, D1). Omdat deze gewassen elementair sterk overeenkomen, komen er in het totale rendement van deze -en de overige twaalf rotatiemogelijkheden nauwelijks verschillen voor. Vervangen we het minst gunstige gewas (suikerbiet) door erwten, dan gaat niet alleen het rendement van de rotaties omhoog naar 84 procent (voorbeelden zie tabel 2, A2, B2, C2, D2), maar ook de scores van de individuele gewassen verbeteren.

#### Verdere spreiding grondbewerking voor niveau 3 en 4

Gaan we er bijvoorbeeld vanuit dat het bedrijf voor de rotatie C2 van tabel 2 kiest. In tabel 3 is die rotatie uitgezet met de grond-

bewerkingsperiodes in najaar en voorjaar voor niveau 1 en 2 (niet gearceerde deel). Als eerste kijken we naar de uitvoerbaarheid van die grondbewerkingen op het bedrijf. Waar dat niet lukt, zoeken we direct alternatieven op niveau 3 en 4 (grijze deel), welke bovendien het liefst zoveel mogelijk afwijken van de veel voorkomende Zon-Water en Maan-Aarde kwaliteit. Ook voor de andere gewassen kijken we waar op het bedrijf passende afwijkende grondbewerkingsperiodes voor niveau 3 en 4 benut kunnen worden. Daarmee wordt de grond meer afwisselend bewerkt, dat komt ten goede aan de plant maar de vraag blijft: is het uit te voeren op het bedrijf? Het bedrijf op een middelmatige grond zal waarschijnlijk in de helft van de jaren geen intensieve grondbewerking na 1

november meer kunnen uitvoeren. Deze periodes zijn in tabel 3 cursief aangegeven.

- Als we bijvoorbeeld de uienteelt het belangrijkste vinden, kunnen we met het indelen bij dit gewas beginnen. Voor uien kiezen we dan bijvoorbeeld een rastype met Zon-Aarde kwaliteit, dat is een ras met een zoveel mogelijk strekkende groeiwijze en daarmee mogelijk een late en lang doorgaande groei. We kiezen die Zon-Aarde werking omdat die niet concurreert met de elementen op niveau 1 en 2 van de voorafgaande tarwe en de navolgende aardappelen. We kunnen dan – als de grond het toelaat – voor uien een jaarlijkse wisseling plannen van intensieve najaarsgrondbewerking tussen 15 september

Tabel 2. Vergelijking tussen de elementaire rotaties van aardappel, peen, tarwe en uien in combinatie met suikerbiet (ook zon-water maan-aarde) of erwten (zon-aarde, maan-vuur). Suikerbiet en erwten zijn vetgedrukt aangegeven.

1A	Aardappel 0.68	Peen 0.72	Tarwe 0.74	Uien 0.82	<b>Suik.biet</b> <b>0.63</b>	<b>Totaal</b> <b>0.71</b>
2A	Aardappel 0.82	Peen 0.79	Tarwe 0.78	Uien 0.83	<b>Erwten</b> <b>0.93</b>	<b>0.83</b>
1B	Aardappel 0.72	Tarwe 0.74	Uien 0.82	<b>Suik.biet</b> <b>0.63</b>	Peen 0.68	<b>0.71</b>
2B	Aardappel 0.78	Tarwe 0.78	Uien 0.83	<b>Erwten</b> <b>0.93</b>	<i>Peen</i> <i>0.85</i>	<b>0.83</b>
1C	Aardappel 0.73	Peen 0.74	<b>Suik.biet</b> <b>0.63</b>	Tarwe 0.68	Uien 0.79	<b>0.71</b>
2C	Aardappel 0.77	<i>Peen</i> <i>0.76</i>	<b>Erwten</b> <b>0.92</b>	Tarwe 0.86	Uien 0.87	<b>0.83</b>
1D	Aardappel 0.68	Peen 0.72	Uien 0.74	Tarwe 0.82	<b>Suik.biet</b> <b>0.63</b>	<b>0.71</b>
2D	Aardappel 0.82	Peen 0.79	Uien 0.78	Tarwe 0.83	<b>Erwten</b> <b>0.93</b>	<b>0.83</b>

Lucht). Als alternatief geven we in beide perioden een bewerking, wat voor een dergelijk ras wellicht het beste is. De voorjaarbewerking tussen 10 maart en 19 april is voor zaaiuien ondiep en voor pootuien diep, wat nuancering in het effect geeft. Ook daarop kan weer met raskeuzen worden geanticipeerd. Bij een diepere bewerking kan bijvoorbeeld een ras met grofbrede kenmerken gekozen worden.

- Met aardappelen kiezen we bewust geen strekkend rastype omdat die kwaliteit na een strekkend uienras wordt verzwakt. Hier past dan beter een ras met een Zon-Vuur kwaliteit, dat is een zeer hoogtalig knoltype en/of een ras met een sterk vertakkend kleinbladig gewas. Daarmee kan ook na 19 april geplant en aangeaard worden en, afhankelijk van het uitgangsmateriaal, soms ook de plantbedbewerking gedaan worden. Omdat de Zon-Lucht effectiviteit na uien in deze teelt niet optimaal is, en de periode van 1 tot 19 november in dit voorbeeld ook niet altijd benut kan worden, kan in deze situatie beter niet voor pootgoedteelt gekozen worden, tenzij het pootgoed afkomstig is van een rotatie waar die kwaliteit bovengemiddeld rendeert.
- Voor peen is er dan in de raskeuze nog een zeer beperkte resterende ruimte. De enige aanvullende optie lijkt de Zon-Aarde kwaliteit voor een hoogstengelig en strekkend, lang door groeiend worteltype. Die belemmert dan echter wel de strekkende groei van de navolgende erwten. Hierin moet dan een keus gemaakt worden. Ook een grofbreed worteltype is in deze rotatie het best te vermijden omdat de Zon-Water kwaliteit in de hele rotatie

al veel voorkomt en het rendement daarvan onder 80 procent zal blijven.

### **Aandachtpunten samenstellen elementaire rotatie**

- Zijn de gebruikte grondbewerkingsperioden naar Zon en Maan in de rotatie goed gespreid?
- Zijn de mogelijkheden van de raskeuzen daarin goed benut?
- Zijn de beoogde grondbewerkingstijden op betreffende grond realiseerbaar?
- Zijn de grondbewerkingen werkelijk naar het niveau die de planten dat moment nodig hebben?
- Omdat we in ons voorbeeld uitgaan van een bedrijf op een middelmatig zware grond dat na 1 november niet altijd een intensieve bewerking kan doen, komt voor erwten ook voornamelijk het Zon-Aarde element in aanmerking. Voor een intensieve zaaibedbewerking komt alleen late grondbewerking na 24 mei in aanmerking (dus late erwenteelt) omdat de periode van 18 januari tot 15 februari op deze grond voor intensieve bewerking meestal niet te benutten is. Voorts kan het best zaad van een langstengelig ras met lange peulen van een vermeerderaar gekocht worden, dat de Zon-Aarde kwaliteit al sterk in zich heeft. De jaren dat er wel tussen 1 en 19 november of tussen 15 februari en 10 maart grondbewerking kan plaatsvinden, zijn dan meegenomen.
- Voor tarwe kan in deze rotatie, waar betrekkelijk weinig het Zon-Vuur element voorkomt, het best een daarmee overeenkomend ras met relatief harde, goed houdbare en veel zaden gekozen worden

en/of een ras met een droog, sterk vertakkend gewas. Daarvoor kan grondbewerking plaats vinden tussen 10 augustus en 15 september en tussen 19 november en 19 december (winter tarwe) of een winter grondbewerking tussen 19 december en 18 januari en/of tussen 10 maart en 19 april (zomertarwe). Dat concurreert niet met de voorgaande erwten en navolgende uien. Zijn die grondbewerkingsmogelijkheden voor tarwe niet op een bedrijf aanwezig, dan zal voor een ander rastype gekozen kunnen worden in een andere rotatievolgorde. We moeten er in dit voorbeeld overigens rekening mee houden dat er voor tarwe nog geen veldonderzoek is gedaan voor niveau 2.

### **Overige aanpassingen**

Met voornoemde raskeuzen en de daarvoor te gebruiken grondbewerkingstijden gaat de prognose voor alle gewassen omhoog. In de kolommen van tabel 3 komt er dan van links naar rechts zoveel mogelijk afwisseling tot stand. Wat zo voor de Zonwerking is aangegeven, kan vervolgens ook met betrekking tot de Maan-werkingen gedaan worden. Dit heeft een verdere verbetering tot gevolg. Daarbij worden rassen met Maan-Aarde kwaliteit geheel vermeden, omdat die werking al zoveel voorkomt. Daarmee komt deze aanvankelijk eenzijdige rotatie uit op meer spreiding en een nog vrij optimale score boven de 90 procent, waarbij de gewassen erwten, tarwe, uien als beste uit de bus komen. Die kunnen bijvoorbeeld voor vermeerdering ingezet worden.

Met voorgaande keuzen was de teelt van peen de zwakste schakel en die verzwakt ook de Zon-Aarde werking op erwten. Voor

Tabel 3. Te gebruiken Zonperioden voor voorbeeldrotatie C2

	Nivo	1 - Aardappel	2 - Peen	3 - Erwtten	4 - Tarwe	5 - Uien	2 - Alternatief
		0.77	0.76	0.92	0.86	0.87	0.81-0.91
Zon Najaar	1				Vuur	Lucht	Vuur
					10 aug.-15 sept.	1-19 november	10 aug.-15 sept.
					19 dec.-18 jan.		19 dec.-18 jan.
	2	Lucht	Aarde	Lucht	Water		Vuur
		1-19 november	15 sept.-31 okt.	1-19 november	19 nov.-19 dec.		10 aug.-15 sept. 19 dec.-18 jan.
Zon Voorjaar	1	Water	Water	Aarde	Vuur	Lucht	Vuur
		10 mrt.-19 april	10 mrt.-19 april	18 jan.-15 febr.	19 apr.-14 mei	15 febr.-10 mrt.	19 apr.-14 mei
				24 mei -19 juni			
	2	Lucht		Lucht	Water	Water	Vuur
		15 febr.-10 mrt.		15 febr.-10 mrt.	10 mrt.-19 april	10 mrt.-19 april	19 apr.-14 mei
Vrij element Zon Najaar	3				Vuur	Aarde	Vuur
					10 aug.-15 sept.	15 sept.-31 okt.	10 aug.-15 sept.
					19 dec.-18 jan.		19 dec.-18 jan.
	4				Vuur	Aarde	Vuur
					10 aug.-15 sept.	15 sept.-31 okt.	10 aug.-15 sept.
				19 dec.-18 jan.		19 dec.-18 jan.	
Vrij element Zon Voorjaar	3	Vuur	Aarde	Aarde	Vuur		Vuur
		19 apr.-14 mei	18 jan.-15 febr.	18 jan.-15 febr.	19 apr.-14 mei		19 apr.-14 mei
			24 mei -19 juni	24 mei -19 juni			
	4	Vuur	Aarde	Lucht	Vuur		Vuur
		19 apr.-14 mei	18 jan.-15 febr.	15 febr.-10 mrt.	19 apr.-14 mei		19 apr.-14 mei
		24 mei -19 juni					

*De cursieve bewerkingen worden niet ieder jaar gerealiseerd.*

een hoger rendement kan op de plaats van peen een gewas met de Zon-Vuur kwaliteit op zowel niveau 1 als 2 gezet worden. Naar verwachting zijn dat haver, blauwmaanzaad en lijnzaad. Die geven in betreffende rotatie op de plaats van peen dan een score van respectievelijk 81%, 87% en 91% en verhogen de totale score voor niveau 1 en 2 tot respectievelijk 85%, 87% en 88%. Wordt er liever een ander aardappeltype

gekozen, dan kan er beter een andere rotatievolgorde gekozen worden, bijvoorbeeld met tarwe en uien voor en na de aardappel. Daarmee kan er op bedrijven die na 1 november niet altijd een intensieve bewerking kunnen doen, gekozen worden voor een lang knoltype, waarbij de strekkende groeiwijze in de raskeuze van tarwe en uien achterwege moet blijven. Voor een mooie lange knol moet dan een jaarlijkse voorafgaande

najaarsbewerking tussen 15 september en 1 november worden toegepast.

Op die wijze zijn er velerlei mogelijkheden tot het gericht inzetten van de elementaire kwaliteiten in de rotatie waarmee de gewassen goed tot ontwikkeling komen. Een gewas dat in opbrengst, kwaliteit en gezondheid het meest belangrijk is, kan als eerste met de rotatie indeling aan bod komen.

## Berekening van rotatiescore

Alle in de tabellen vermelde scores gaan uit van een terugvallen van de opbrengst, kwaliteit en gewasgezondheid met 2,75 procent wanneer een bewerking voor een bepaald element wordt herhaald (elementaire herhaling). Dat is gebaseerd op de in het vorige artikel aangehaalde toename van een ziekteprobleem met 22 procent per elementaire herhaling (zie DP 5 2008). Aangezien er in ieder cultuurgewas acht elementaire kwaliteiten aanwezig zijn, is de terugval op de gehele plant betrokken dus een achtste deel daarvan.

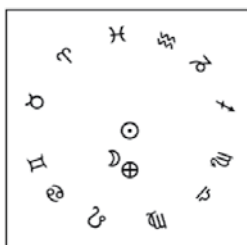
Met een door Andre Versluis ontwikkelde software kunnen op basis daarvan alle rotatievolgordes berekend worden. (voorlopig ligt daarbij de grens op een negenvoudige rotatie). De nawerking van de gewasopvolging wordt daarbij zes jaar teruggerekend, waarbij van een jaarlijkse halvering van de nawerking wordt uitgegaan. Voor de praktijk is interessant dat in rotaties met een vrijwel gelijke totaalscore de individuele gewassen toch verschillende resultaten geven. Bijvoorbeeld de scores voor peen in tabel 2 (vergelijk peen in rotatie B2 met rotatie C2) variëren van 76% tot 85%. Bij meer afwisselende rotaties zijn die verschillen nog groter. Afhankelijk voor welke gewassen men de beste scores wil hebben, bijvoorbeeld ten behoeve van vermeerdering, kan men aan de hand daarvan de gewasvolgorde kiezen. Daarbij zal vanzelfsprekend ook gekeken moeten worden naar de praktische uitvoerbaarheid op het bedrijf en de specifieke ziekteproblemen.

### Velerlei mogelijkheden

Rotaties met meer wisselende elementaire kwaliteiten op niveau 1 en 2 dan de voorgaande voorbeelden geven hogere scores. Er zijn rotaties waar voor niveau 1 en 2 tenminste negentig procent score op de totale rotatie gehaald wordt. Daarbij lopen de totale rendementverschillen op tot tenminste vijf procent en liggen de rendementverschillen voor de individuele gewassen tot boven de 15 procent. Van die rotaties zijn er in de praktijk maar een beperkt aantal. Ook in de fijne tuinbouw en in combinaties van akkerbouw en tuinbouw kan dat echter voorkomen. Die verschillen per product tot boven de 15 procent in opbrengst, kwaliteit en gewasgezondheid krijgen we echter per saldo ook met de bewuste inzet van elementair afwijkende rastypen in de meer eenzijdige rotaties, zoals voorgaand aangegeven. Voor welke rotatie ook gekozen wordt, met

het elementair wisselen van grondbewerkingstijden die op een grond goed zijn uit te voeren en het daarbij inpassen van de gewassen naar de verschillende niveaumogelijkheden is het beste reageren van de grond te verwachten. In de rotatie kunnen alle mogelijkheden die er voor grondbewerking en gewassen op de locatie zijn, verwerkt worden. Een onoverkomelijke grondbewerking is dan altijd een nuttige grondbewerking.

Telers die voor de eigen gewassen volgorde willen laten doorrekenen, of daarbij een alternatief gewas willen laten doorrekenen, kunnen dat bij de Stichting Agrikos doen. Afnemers van de maandelijkse berichten kunnen er tot maximaal drie per jaar gratis laten doorrekenen. Belangstellenden voor cursus in de grondbewerkingsmethode kunnen dat ook aanvragen. Telefoon 030-225 7505 of [info@agrikos.nl](mailto:info@agrikos.nl).



## Stichting Agrikos

Betere groei, kwaliteit  
en gewasgezondheid

### Grondbewerkingskalender

Maandelijks e-mail bericht met kalender,  
advies en methode + gratis naslagboek.  
Opgave bestelformulier [www.agrikos.nl](http://www.agrikos.nl)