Adaptatiemaatregelen voor de open teelten

Een set van maatregelfactsheets

Auteurs | Emma Knol, Luc Buvelot, Arjan Dekking en Derk van Balen.

Rapport WPR-OT 1139

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Adaptatiemaatregelen voor de open teelten

Een set van maatregelfactsheets

Emma Knol, Luc Buvelot, Arjan Dekking & Derk van Balen

Wageningen Plant Research

Dit onderzoek is in opdracht van het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten, in het kader van het Kennis op Maat project 'Risicomanagement bij klimaatverandering' (KoM nummer 23014; BO-43-000-052).

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Lelystad, februari 2025

Rapport WPR-OT-1139

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Knol, E. E., Buvelot, L., Dekking, A. J. G. & van Balen, D., 2025. *Adaptatiemaatregelen voor de open teelten; Een set van maatregelfactsheets.* Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1139.

Dit rapport is gratis te downloaden op https://doi.org/ 10.18174/687049

© 2025 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT-1139

Foto omslag: Oane de Hoop

Inhoud

Inhoud **3**

Woord vooraf **7**

1 Introductie **9**

2 Methode **10**

2.1 Selectie van maatregelen 10
2.2 Factsheettemplate 13

3 Maatregelfactsheets **14**

3.1 Agroforestry 14
3.1.1 Klimaatrisico – Droogte, wateroverlast, temperatuurstijging en ziekten & plagen 14
3.1.2 Definities 14
3.1.3 Potentiële voor- en nadelen 15
3.1.4 Kosten 15
3.1.5 Ervaring uit het veld 15
3.1.6 Aandachtspunten bij uitvoering 15
3.1.7 Effectiviteit 15
3.1.8 Toepasbaarheid 15
3.1.9 Links naar achtergrondinformatie 16
3.2 Erosiestoppers 17
3.2.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte 17
3.2.2 Definities 17
3.2.3 Potentiële voor- en nadelen 18
3.2.4 Kosten 18
3.2.5 Ervaring uit het veld 18
3.2.6 Aandachtspunten bij uitvoering 18
3.2.7 Effectiviteit 18
3.2.8 Toepasbaarheid 18
3.2.9 Links naar achtergrondinformatie 18
3.3 Gatenboor 20
3.3.1 Klimaatrisico – wateroverlast 20
3.3.2 Definities 20
3.3.3 Potentiële voor- en nadelen 20
3.3.4 Kosten 20
3.3.5 Ervaring uit het veld 21
3.3.6 Aandachtspunten bij uitvoering 21
3.3.7 Effectiviteit 21
3.3.8 Toepasbaarheid 21
3.3.9 Links naar achtergrondinformatie 21
3.4 Gereduceerde grondbewerking 22
3.4.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte 22
3.4.2 Definities 22
3.4.3 Potentiële voor- en nadelen 22
3.4.4 Kosten 22
3.4.5 Ervaring uit het veld 23
3.4.6 Aandachtspunten bij uitvoering 23

3.4.7 Effectiviteit 23
3.4.8 Toepasbaarheid 23
3.4.9 Links naar achtergrondinformatie 23
3.5 Bodembedekking 24
3.5.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte 24
3.5.2 Definities 24
3.5.3 Potentiële voor- en nadelen 24
3.5.4 Kosten 24
3.5.5 Ervaring uit het veld 25
3.5.6 Aandachtspunten bij uitvoering 25
3.5.7 Effectiviteit 25
3.5.8 Toepasbaarheid 25
3.5.9 Links naar achtergrondinformatie 25
3.6 Integrated Crop Management 26
3.6.1 Klimaatrisico – ziekten & plagen 26
3.6.2 Definities 26
3.6.3 Potentiële voor- en nadelen 27
3.6.4 Kosten 27
3.6.5 Ervaring uit het veld 27
3.6.6 Aandachtspunten bij uitvoering 28
3.6.7 Effectiviteit 28
3.6.8 Toepasbaarheid 28
3.6.9 Links naar achtergrondinformatie 28
3.7 Organische stof 29
3.7.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte 29
3.7.2 Definities 29
3.7.3 Potentiële voor- en nadelen 29
3.7.4 Kosten 29
3.7.5 Ervaring uit het veld 30
3.7.6 Aandachtspunten bij uitvoering 30
3.7.7 Effectiviteit 30
3.7.8 Toepasbaarheid 30
3.7.9 Links naar achtergrondinformatie 30
3.8 Klimaatadaptieve rassen 31
3.8.1 Klimaatrisico – droogte, temperatuurstijging, wateroverlast en ziekten & plagen 31
3.8.2 Definities 31
3.8.3 Potentiële voor- en nadelen 31
3.8.4 Kosten 31
3.8.5 Ervaring uit het veld 32
3.8.6 Aandachtspunten bij uitvoering 32
3.8.7 Effectiviteit 32
3.8.8 Toepasbaarheid 32
3.8.9 Links naar achtergrondinformatie 32
3.9 Vochtsensoren 33
3.9.1 Klimaatrisico – droogte 33
3.9.2 Definities 33
3.9.3 Potentiële voor- en nadelen 33
3.9.4 Kosten 33
3.9.5 Ervaring uit het veld 33
3.9.6 Aandachtspunten bij uitvoering 34
3.9.7 Effectiviteit 34
3.9.8 Toepasbaarheid 34
3.9.9 Links naar achtergrondinformatie 34
3.10 Druppelirrigatie 35
3.10.1 Klimaatrisico – droogte, hitte & verzilting 35

3.10.2 Definities 35
3.10.3 Potentiële voor- en nadelen 35
3.10.4 Kosten 35
3.10.5 Ervaring uit het veld 36
3.10.6 Aandachtspunten bij uitvoering 36
3.10.7 Effectiviteit 36
3.10.8 Toepasbaarheid 36
3.10.9 Links naar achtergrondinformatie 36
3.11 Bouwplanverruiming en strokenteelt 37
3.11.1 Klimaatrisico – ziekten & plagen, wateroverlast en droogte 37
3.11.2 Definities 37
3.11.3 Potentiële voor- en nadelen 38
3.11.4 Kosten 38
3.11.5 Ervaring uit het veld 38
3.11.6 Aandachtspunten bij uitvoering 38
3.11.7 Effectiviteit 38
3.11.8 Toepasbaarheid 38
3.11.9 Links naar achtergrondinformatie 38
3.12 Wateropslag 39
3.12.1 Klimaatrisico – droogte, wateroverlast & verzilting 39
3.12.2 Definities 39
3.12.3 Potentiële voor- en nadelen 39
3.12.4 Kosten 39
3.12.5 Ervaring uit het veld 39
3.12.6 Aandachtspunten bij uitvoering 39
3.12.7 Effectiviteit 39
3.12.8 Toepasbaarheid 40
3.12.9 Links naar achtergrondinformatie 40
3.13 Natuurlijke vijanden en antagonisten 41
3.13.1 Klimaatrisico – ziekten & plagen 41
3.13.2 Definities 41
3.13.3 Potentiële voor- en nadelen 41
3.13.4 Kosten 41
3.13.5 Ervaring uit het veld 42
3.13.6 Aandachtspunten bij uitvoering 42
3.13.7 Effectiviteit 42
3.13.8 Toepasbaarheid 42
3.13.9 Links naar achtergrondinformatie 42
3.14 Egaliseren en bolleggen 42
3.14.1 Klimaatrisico – extreme regenval 42
3.14.2 Definities 42
3.14.3 Potentiële voor- en nadelen 43
3.14.4 Kosten 43
3.14.5 Ervaring uit het veld 43
3.14.6 Aandachtspunten bij uitvoering 43
3.14.7 Effectiviteit 43
3.14.8 Toepasbaarheid 43
3.14.9 Links naar achtergrondinformatie 43
3.15 Bodemvriendelijke voertuigtechnieken 44
3.15.1 Klimaatrisico – droogte & extreme regenval 44
3.15.2 Definities 44
3.15.3 Potentiële voor- en nadelen 44
3.15.4 Kosten 44
3.15.5 Ervaring uit het veld 45
3.15.6 Aandachtspunten bij uitvoering 45
3.15.7 Effectiviteit 45

3.15.8 Toepasbaarheid 45
3.15.9 Links naar achtergrondinformatie 45
3.16 Bedrijfsspecifiek waterbeheer 46
3.16.1 Klimaatrisico – droogte, extreme regenval, verzilting en temperatuurstijging 46
3.16.2 Definities 46
3.16.3 Potentiële voor- en nadelen 46
3.16.4 Kosten 47
3.16.5 Ervaring uit het veld 47
3.16.6 Aandachtspunten bij uitvoering 47
3.16.7 Effectiviteit 47
3.16.8 Toepasbaarheid 47
3.16.9 Links naar achtergrondinformatie 47
3.17 Aanpassing teeltwijze 48
3.17.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte 48
3.17.2 Definities 48
3.17.3 Potentiële voor- en nadelen 48
3.17.4 Kosten 48
3.17.5 Ervaring uit het veld 48
3.17.6 Aandachtspunten bij uitvoering 48
3.17.7 Effectiviteit 48
3.17.8 Toepasbaarheid 49
3.17.9 Links naar achtergrondinformatie 49

Literatuur **50**

Woord vooraf

Dit project is in samenhang met het SIA project ‘Van crisismanagement naar risicomanagement in de agrarische sector’ uitgevoerd. De gevormde maatregelfactsheets worden in het SIA project verwerkt op de WIKI-pagina van Groen Kennisnet. Daarnaast zullen de maatregelfactsheets worden gebruikt binnen het BO-project Klimaatstresstest boerenbedrijven (BO-43-123-021).

1 Introductie

De landbouwsector staat steeds vaker voor uitdagingen als gevolg van klimaatverandering (Mulders *et al.*, 2024; van Klaveren *et al.*, 2024). Droogte, hogere temperaturen, zeespiegelstijging, overstromingen en late voorjaarsvorst hebben merkbare gevolgen voor de agrarische bedrijfsvoering. Het is daarom van belang dat agrarische bedrijven zich tijdig aanpassen aan klimaatverandering.

In de praktijk reageren veel boeren vooral reactief op de ontwikkelingen die met klimaatverandering gepaard gaan, door problemen op hun eigen bedrijf aan te pakken zodra ze zich voordoen. Om de sector weerbaarder te maken en klimaatrisico's om te zetten in kansen, is een lange termijnstrategie essentieel. Om crisismanagement in de praktijk te vervangen door proactief risicomanagement zijn, in afstemming met Hogeschool Inholland, vanuit dit KoM project verschillende klimaatmaatregelen uitgewerkt in factsheetvorm. Met behulp van literatuuronderzoek is een overzichtslijst met klimaatmaatregelen voor de Nederlandse praktijk samengesteld. Vervolgens is op basis van expertkennis een hoofdselectie van 17 maatregelen gemaakt. Voor de 17 klimaatmaatregelen is een template opgesteld, waarmee factsheets konden worden opgesteld.

In de het volgende hoofdstuk zal de methode van het vormgeven van de factsheets kort worden toegelicht. Hoofdstuk 3 bevat de uitgewerkte factsheets.

2 Methode

2.1 Selectie van maatregelen

Met behulp van literatuuronderzoek is een lijst met klimaatmaatregelen voor de Nederlandse praktijk samengesteld (Tabel 1). Vanuit expertkennis is hieruit een hoofdselectie van 17 maatregelen gemaakt. Voor iedere maatregel is gekeken naar op welk klimaatrisico de maatregel effect heeft en op welke bodem en voor welk gewas de maatregel het klimaatrisico het meest effectief vermindert. Alleen maatregelen waarvoor voldoende wetenschappelijke kennis beschikbaar was én waarvan de toepasbaarheid in de Nederlandse landbouw goed gedocumenteerd is, zijn uitgewerkt in factsheets.

Tabel 1 *Overzicht van adaptatiemaatregelen. Maatregelen weergegeven per categorie, het klimaatrisico waar de maatregel invloed op heeft, de meest geschikte bodem en gewas.*

Maatregelen	**Wateroverlast**	**Droogte**	**Temperatuurverhoging**	**Verzilting**	**Waterkwaliteit**	**Late nachtvorst**	**Verschuiving gewasontwikkeling/groeiseizoen**	**Gewasopbrengsten**	**Ziekten en plagen**	**Bodem**	**Gewas**	**Literatuurbron**
Bedrijfsinrichting												
Verhogen weerbaarheid middels antagonisten of natuurlijke vijanden			+						+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Spreiden van vatbare gewassen middels bouwplanverruiming of strokenteelt			+						+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Opvang van drainwater in bassin of zoetwaterbel		+		+	+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021)
Verbeteren waterinfiltratie door het voorkomen ingesloten laagtes middels egaliseren of bolleggen	+	+								Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2021); Landbouw op Peil (2014)
Neerslagschade voorkomen		+								Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Windschade voorkomen										Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Extra wateraanvoer		+								Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
(Ondergrondse) opslag		+		+	+					Alle bodems	Alle gewassen	Delsman *et al.* (2018); Landbouw op Peil (2014); Burger *et al.* (2019)
Boerenberging	+	+								Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)

Bodembeheer											
Verhogen organische stof gehalte		+	+		+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Landbouw op Peil (2014)
Ondergrondverdichting voorkomen middels breedspoor/rijpadensysteem	+	+				+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021); Schaap *et al.* (2014)
Ondergrond verdichting voorkomen door aanpassing bodemdruk/lage druk banden en rupsbanden	+									Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021)
Gereduceerde grondbewerking (minder o.s. afbraak)	+	+								Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021); Landbouw op Peil (2014)
Voorkomen slemp (groenbemesters, gereduceerde grondbewerking, mulch, kalk)	+									Lichte gronden	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021)
Opheffen slemp middels eggen/schoffelen	+									Lichte gronden	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021)
Lage druk banden en rupsbanden	+									Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2021)
Ondergrondverdichting voorkomen middels boven over ploegen	+									Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021)
Maximalisatie droge stof productie middels laat onderwerken groenbemester	+	+					+	+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2021)
Maximalisatie droge stof productie middels voorjaarsploegen groenbemester	+	+					+	+		Lichte gronden	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2021)
Verbeteren waterinfiltratie door het gebruik van transformers of erosiestoppers	+	+						+		Alle bodems (hellingen)	Aardappelen	Verstand *et al.* (2021); Verstand *et al.* (2022)
Ondergrondverdichting opheffen middels het boren van gaten (gatenboor)	+									Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2021)
Ondergrondverdichting opheffen door spitten, diepploegen of diepwoelen	+									Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
Grondwater gestuurd peilbeheer		+								Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
Verbeteren bodembiologie		+								Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
Waterbeheer											
Peilbeheer middels een eigen stuw	+	+		+	+					Vooral zand en veengrond	Alle gewassen	Schaap *et al.* (2014); Delsman *et al.* (2018); Landbouw op Peil (2014); Burger *et al.* (2019)
Druppelirrigatie		+	+	+	+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021); Schaap *et al.* (2014); Delsman *et al.* (2018)
Gebruik van beslissingsondersteund systeem (beregening optimaliseren)		+	+	+						Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021)
Gebruik van vochtsensoren		+	+	+				+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Vlaklegging/afwatering van percelen optimaliseren	+			+						Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Landbouw op Peil (2014)

Greppels	+			+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Drainage verbeteren (onderhoud en tussendrainage)	+			+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021)
Ondiepe nauwere drainage	+								Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
Waterbuffers aanleggen (afstroming voorkomen)	+				+				Gronden met hellingen	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Mobiel beregeningssysteem		+	+						Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Landbouw op Peil (2014)
Peilgestuurde drainage / Regelbare drainage (inunderen en infiltreren)		+	+						Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verstand *et al.* (2021); Schaap *et al.* (2014); Delsman *et al.* (2018); Landbouw op Peil (2014)
Drains2buffer				+					Zeeklei in de kustregio's	Alle gewassen	Delsman *et al.* (2018);
Kreekruginfiltratie, freshmaker, aquifier-storage & recovery, Spaarwater systeemgerichte drainage				+					Zeeklei in de kustregio's	Alle gewassen	Delsman *et al.* (2018);
Antiverziltingsdrainage in combinatie met		+		+					Alle bodems	Alle gewassen	Spaarwater (2024); Burger *et al.* (2019), Oord *et al*. (2019)
Ondergrondse opslag		+		+					Alle bodems	Alle gewassen	Oord *et al*. (2019)
Zoete stuw		+		+					Alle bodems	Alle gewassen	Zoete stuw (2024)
Vruchtwisseling/Gewaskeuze											
Zout tolerante gewassen telen				+					Alle bodems	Zeekraal en lamsoor	Verstand *et al.* (2020)
Aanpassen bouwplan	+							+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Schaap *et al.* (2014); Landbouw op Peil (2014)
Gewassen kiezen die beter bestand zijn tegen droogte		+							Alle bodems		Verstand *et al.* (2020)
Gewassen kiezen die beter bestand zijn tegen warmte			+						Alle bodems	C4 gewassen (mais)	Verstand *et al.* (2020)
Gewassen kiezen die passen in ons toekomstig klimaat	+	+	+	+					Alle bodems	Zoete aardappel, sorghum	Verstand *et al.* (2022)
Diepwortelende gewassen (ook ondergrondverdichting opheffen	+	+							Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2021)
Rassenkeuze											
Zout tolerante rassen kiezen				+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Rassen bestand tegen hogere ziektedruk								+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Vroegheid; vroege rassen kiezen	+	+				+			Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Warmte tolerante rassen kiezen			+						Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Schaap *et al.* (2014)
Droogte tolerante rassen kiezen		+							Zandgronden	Mais	Verstand *et al.* (2022)
Robuuste rassen kiezen		+	+					+	Alle bodems	Alle gewassen	Schaap *et al.* (2014)
Nutriëntenbeheer											
Uitspoeling voorkomen middels langzaam werkende meststoffen en splitsing giften	+				+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Extra aanvoer o.s. middels compost, bokashi, vaste mest en drijfmest	+	+							Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2021)

Gewasmanagement								
Integrated pest management	+				+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Teelten beschermen (wind en neerslagschade voorkomen)		+		+		Alle bodems	Fruit	Verstand *et al.* (2020)
Beddenteelt		+				Alle bodems	Aardappelen	Verstand *et al.* (2022)
Bredere ruggen		+				Alle bodems	Aardappelen	Schaap *et al.* (2014)
Vroeger planten en oogsten		+	+			Zandgronden	Alle gewassen	Schaap *et al.* (2014)
Maximale bodembedekking		+				Alle bodems	Alle gewassen	Schaap *et al.* (2014)
Gewas koelen met sprinklers		+				Alle bodems	Aardappelen	Verstand *et al.* (2022)
Intercropping met hogere gewassen		+				Alle bodems	Aardappelen	Verstand *et al.* (2022)
Kiemremmingsmiddelen en mechanische koeling (warme winters)		+				Alle bodems	Aardappelen	Schaap *et al.* (2014)
Timing werkzaamheden								
Planning	+			+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Teeltspreiding	+			+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Overcapaciteit	+			+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Bewaar en afzetstrategie				+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Financieel management								
Weersverzekering	+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020); Verhagen *et al.* (2018)
Reserveringen	+	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)
Investeringsplanning	+	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand *et al.* (2020)

2.2 Factsheettemplate

Voor de klimaatmaatregelen is een template ontwikkeld waarmee factsheets konden worden opgesteld. Daarbij zijn elementen uit factsheets van eerdere projecten, zoals die uit de PPS Klimaatadaptatie Open Teelten, hergebruikt voor de factsheets binnen dit project.

Het template bevat de volgende onderdelen:

- Foto van de maatregel (waar beschikbaar)
- Het klimaatrisico waar de maatregel invloed op heeft
- Definitie van de maatregel – Algemene informatie over de maatregel
- Potentiële voor- en nadelen van de maatregel
- Kosten (waar beschikbaar)
- Ervaring uit het veld van bijvoorbeeld een onderzoeker of boer die de maatregel heeft toegepast
- Score van de effectiviteit – de effectiviteit van de maatregel van ‘neutraal’ tot ‘positief’
- Score van de toepasbaarheid – de toepasbaarheid van de maatregel van ‘moeilijk’ tot ‘makkelijk’
- Links naar gebruikte literatuur

3 Maatregelfactsheets

3.1 Agroforestry

Figuur 1 *Agroforestryperceel in Lelystad.*

3.1.1 Klimaatrisico – Droogte, wateroverlast, temperatuurstijging en ziekten & plagen

Agroforestry heeft invloed op het microklimaat op perceelsniveau, evenals op ziekten en plagen, en kan zowel positieve als negatieve effecten hebben. Het gewijzigde microklimaat beïnvloedt bijvoorbeeld de waterbeschikbaarheid, kans op wateroverlast, droogte, en de lucht- en bodemtemperatuur. De mate van dit effect is afhankelijk van de perceelsinrichting en de combinatie van gewassen of vee met de boomsoort.

3.1.2 Definities

We spreken over agroforestry als houtige, meerjarige gewassen (bomen en struiken) bewust op eenzelfde perceel worden gemengd met akkerbouw, groenteteelt of grasland. De houtige gewassen kunnen voor meerdere doeleinden geplant worden. Bijvoorbeeld voor de productie van fruit, noten of hout. Doordat er voor meerdere doeleinden geplant kan worden, bestaan er ook veel verschillende agroforestrysystemen: eigenlijk zijn de mogelijke combinaties oneindig. Bomen of houtige gewassen kunnen bijvoorbeeld in brede of smalle stroken geplant worden tussen stroken verschillende akkerbouw- of groentegewassen. Een andere vorm van agroforestry is bijvoorbeeld veeteelt met buitenloop voor de dieren onder verspreid geplaatste bomen of struiken.

3.1.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Produceren van voedsel, veevoer en biomassa • Efficiënt benutten van ecologische hulpbronnen (water, licht en nutriënten) • Beschutting en extra voederwaarde voor vee • Economische weerbaarheid van het agrarische bedrijf d.m.v. risicospreiding • Recreatief aantrekkelijker landschap. • Vergroting van de biodiversiteit • Verbeterd microklimaat • Mogelijk hogere opbrengst • Verbeterde bodemkwaliteit • Vastlegging van CO_2 in het hout • Windbarrière	• Competitie voor licht, in het geval akkerbouw en houtige elementen • Lange kostbare aanloopfase • Kennisintensieve maatregel • Ontwerp vaak afhankelijk van beschikbare machines • Complexe wet en regelgeving

3.1.4 Kosten

De kosten en baten van agroforestry zijn sterk afhankelijk van het gekozen systeem. Boomsoorten die voornamelijk voor houtproductie worden gebruikt, zijn doorgaans minder winstgevend dan fruit- of notenbomen. Fruit- en notenbomen vergen echter meer zorg en aandacht (en dus meer arbeid) tijdens de groei.

De integratie van bomen in het bestaande landbouwsysteem vraagt vaak om investeringen in nieuwe machines. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat de meeste bomen in de eerste jaren (soms zelfs tot wel 10 jaar, zoals bij walnoten) weinig opbrengst genereren. Een mogelijke oplossing voor de lange aanloopperiode is het aanplanten van kleinfruit (bijvoorbeeld bessen) of kruiden tussen de bomen, wat al binnen enkele jaren productie kan opleveren.

Er zijn verschillende rekentools voor agroforestry die door adviesbureaus worden gebruikt om ondernemers te adviseren. Deze tools proberen concrete inschattingen te maken van de financiële opbrengsten en kosten, zodat ondernemers beter geïnformeerde beslissingen kunnen nemen. De getallen (zoals oogstopbrengsten of prijzen) die in de rekentools worden gebruikt, zijn echter vaak slechts grove schattingen, omdat de agroforestrysystemen in Nederland nog relatief jong zijn. Het zal naar verwachting nog enkele jaren duren voordat berekeningen kunnen worden gemaakt met op werkelijkheid gebaseerde oogst- en prijsgegevens.

3.1.5 Ervaring uit het veld

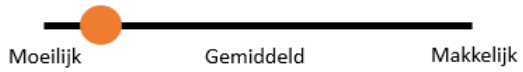
Boerin uit Sellingen: *"Als het mij als pionier lukt om een goede oogst uit die houtwal te halen, kan het overal gekopieerd worden en hoeft niet iedereen het wiel opnieuw uit te vinden. Dan hoop ik dat we heel snel weer naar een mooi landschap gaan."*

3.1.6 Aandachtspunten bij uitvoering

Bomen en struiken zijn meerjarige gewassen, waardoor het cruciaal is om vooraf grondig na te denken over de selectie van boomsoorten, het kiezen van geschikte boomtypes, het succesvol planten van de bomen, evenals de juiste afstand, oriëntatie, drainage en grondsoort van het gebied.

3.1.7 Effectiviteit

3.1.8 Toepasbaarheid



3.1.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://edepot.wur.nl/507628
- https://edepot.wur.nl/529793
- https://www.agroforestrynetwerk.nl/kennisbank/onderzoek-en-resultaten
- https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/samenvatting-masterplan-agroforestry.pdf

3.2 Erosiestoppers

Figuur 2 *Erosiestoppers. Bron: Marjan Toren, PPS Klimaatadaptatie Open Teelten.*

3.2.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte

Erosiestoppers kunnen een grote rol spelen bij wateroverlast en droogte, met name op percelen met een helling. De erosiestoppers hebben als doel het afspoelen van water te vertragen, zodat het beter verdeeld over het perceel in de grond kan zakken. Hierdoor heeft de bodem ook een grotere buffer tijdens droogte.

3.2.2 Definities

Erosiestoppers, ook wel drempeltjes genoemd, zijn kleine dammetjes die tussen de ruggen van een teelt worden aangelegd. Erosie doet zich vooral voor op hellende akkers, waar ruggenteelten (aardappelen, peen, witlof) erosiegevoelig zijn doordat water snel naar het laagst gelegen punt afstroomt. De drempeltjes, ongeveer 10 cm hoog, worden op een afstand van 0,75 tot 1,5 meter van elkaar geplaatst. Ze zorgen voor een kruimelstructuur en vormen een obstakels die de afstroming vertraagt en de infiltratie van water bevordert.

3.2.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Verbetert waterbergend vermogen • Leidt tot hogere opbrengsten • Bij een piekbui kan het extra water alsnog wegvloeien • Vermindert sediment • Voorkomt bodemerosie door afspoeling toplaag door extreme regen. • Vermindert afspoeling van water en gewasbeschermingsmiddelen	• Ruggenfrees moet worden uitgerust met hydraulische kleppen die de drempels kunnen maken tussen de ruggen

3.2.4 Kosten

Investering van de drempelmaker met schijven, met drempels op 35 cm afstand, kost netto € 4000,-. Aangevuld met een drempelwisser in de spuitpaden tegen een meerprijs van €500 - € 1250. Uit onderzoek blijkt dat de kosten voor de aanleg van drempels €40 euro/ha bedragen.

3.2.5 Ervaring uit het veld

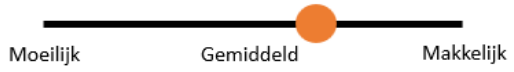
Een deelnemende teler aan een proef zei: *"De voornaamste reden dat ik de drempels tussen de ruggen gebruik is om kommen (laagtes) te ontlasten. Op vlakke percelen is het niet nodig en zou het kostenverhogend werken."* De teler gaf ook aan dat de waterhuishouding op zijn perceel dusdanig was verbeterd dat hij ook zijn tweede frees-poot combinatie gaat uitrusten met een erosiestopper.

3.2.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Extreme neerslag moet effectief kunnen wegvloeien, wat vraagt om de juiste drempelhoogte en regelmaat op locatie. Als dit niet goed wordt uitgevoerd, verliest het zijn werking. Bij een aanzienlijk hoogteverschil op het perceel, bijvoorbeeld, moet de afstand tussen erosiestoppers worden verkleind. Dit verschilt per perceel, en voor een optimaal resultaat moet het proces specifiek per perceel worden geoptimaliseerd.
- Drempeltjes in rijpaden of spuitsporen worden ongedaan gemaakt wanneer machines van deze paden en sporen gebruik maken. Het heeft daarom geen nut hier drempeltjes aan te brengen. Om in spuit (sporen) alsnog waterberging te bevorderen kan ervoor gekozen worden schijven of sporenwissers toe te passen. Alternatief is om in spuitsporen met stro te werken, dit helpt tegen versnelde afvoer van water en vermindert hierdoor ook erosie.
- Heeft het perceel een groter hoogteverschil? Zorg dan voor een kleinere afstand tussen de erosiestoppers.

3.2.7 Effectiviteit

3.2.8 Toepasbaarheid



3.2.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://edepot.wur.nl/661063
- https://www.crkls.nl/onderzoeken/met-erosiestoppers-geen-hogere-opbrengst-pootaardappel-wel-betere-waterverdeling/
- https://edepot.wur.nl/279892
- https://edepot.wur.nl/555534

- https://lv.vlaanderen.be/sites/default/files/attachments/folder_aardappeldrempeltjes_-_definitief.pdf

3.3 Gatenboor

Figuur 3 *De gatenboor. Bron: WUR.*

3.3.1 Klimaatrisico – wateroverlast

Het boren van gaten in de percelen kan het waterbergend vermogen op een verdicht perceel verbeteren, zodat men minder last heeft van wateroverlast tijdens piekmomenten. Lokaal kan met het boren van de gaten ondergrondverdichting worden opgelost.

3.3.2 Definities

Het boren van gaten kan op korte termijn een oplossing bieden voor akkerbouwers die te maken hebben met percelen met ondergrondverdichting. Dit gebeurt met een set boren achterop de trekker die gaten boort. De geboorde gaten kunnen weer worden opgevuld met drainagezand.

3.3.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Verhoogde gewasopbrengst door het opheffen van ondergrondverdichting • Verbeterde bodemkwaliteit, ook mede doordat planten dieper kunnen wortelen • Verbeterde waterinfiltratie en daardoor een verhoogde bodemvochtvoorraad vergeleken met standaard diepe grondbewerking • Verminderde afspoeling van nutriënten. Hierdoor verbetert de waterkwaliteit	• Onderzoek heeft nog geen directe verbeteringen bevestigd door gaten boren • Erg arbeidsintensief, haalbaarder wanneer het in de toekomst wordt gerobotiseerd • Het is nog onzeker of de effecten op de lange termijn behouden blijven

3.3.4 Kosten

De kosten zijn afhankelijk van het aantal gaten dat per keer geboord kan worden en de afstand tussen de boringen. Over het algemeen kan worden gesteld dat er een jaarlijkse meeropbrengst van 5 tot 10% nodig is om de kosten te dekken.

De grootste kostenpost is de arbeid. Mocht in de toekomst een automatisch systeem beschikbaar komen, wordt verwacht dat dit systeem al kostendekkend is bij een meeropbrengst van 1 tot 2%. Aanschafkosten van een gatenboor wordt geschat tussen de €10.000 – 30.000 euro.

3.3.5 Ervaring uit het veld

WUR onderzoeker: "*Het idee is om het gedrag van de regenworm na te bootsen. Die bewegen verticaal door de bodem en kunnen door verdichte lagen graven. De gangen dienen als drainagekanalen. Wortels gebruiken ze om naar beneden te groeien. De plantenwortels profiteren dus van de geboorde gaten. Ze krijgen weer de ruimte.*"

3.3.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Na het mechanisch opheffen van bodemverdichting is het belangrijk om de ondergrond te stabiliseren. Beworteling van gewassen kan hierin een belangrijke rol spelen. De gatenboor in combinatie met een groenbemester is het meest effectief
- De maatregel kan op korte termijn perspectief geven aan akkerbouwers die te maken hebben met ondergrondverdichting
- De gaten vullen met compost stimuleert wortelgroei. De gaten vullen met drainagezand kan helpen bij afwatering/ontwatering
- Met de gatenboor investeer je voor de lange termijn
- De optimale hoeveelheid en grootte van de gaten is nog niet volledig vastgesteld

3.3.7 Effectiviteit

3.3.8 Toepasbaarheid

3.3.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://edepot.wur.nl/661063
- https://www.crkls.nl/onderzoeken/gatenboor-lijkt-weinig-effectief-tegen-ondergrondverdichting/
- https://edepot.wur.nl/555534
- Potential of boreholes combined with deep-rooted cover crops to ameliorate subsoil compaction: Results from 2021-2022 — Research@WUR

3.4 Gereduceerde grondbewerking

Figuur 4 *Niet-kerende grondbewerking. Bron: Shutterstock.*

3.4.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte

Ploegen kan op de lange termijn leiden tot bodemverdichting en een verslechterde bodemstructuur, omdat de manier van grondbewerking niet bevorderlijk is voor de bodembiodiversiteit. Als gevolg hiervan is het waterbergend vermogen van deze gronden beperkt, waardoor telers het risico lopen op problemen met wateroverlast en droogte. Bij gereduceerde grondbewerking wordt de bodem nauwelijks verdicht en zal de bodemstructuur op den duur verbeteren.

3.4.2 Definities

Bij gereduceerde grondbewerking wordt de grond minder diep en/of minder intensief bewerkt dan bij ploegen. De bekendste vorm van gereduceerde grondbewerking is niet-kerende grondbewerking (NKG). Hierbij wordt de grond ondiep bewerkt en eventueel dieper wordt de grond losgetrokken met woelpoten.

3.4.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Voorkomt verdichting • Verbeterde bodemstructuur, mede door een herstelde bodembiodiversiteit • Verbeterd draagvermogen • Verbeterd waterbergend vermogen • Verminderde brandstofconsumptie doordat er minder bewerkt wordt • Verhoogde opslag van koolstof in de bodem • Verminderde afbraak van organische stof in de bodem	• Aanpassingen in mechanisatie nodig • Werkt het beste als de gewasrotatie breed groenbemesters worden gebruikt en de grond minimaal wordt bereden • Eventuele verdichtingen zijn lastig op te heffen

3.4.4 Kosten

Niet-kerende grondbewerking (NKG) kan financieel efficiënter zijn, afhankelijk van de grondsoort en het feit of een bedrijf gangbaar of biologisch is. Op kleigrond levert NKG bij gangbare akkerbouw een kleine winst op van €13 per hectare.

Voor biologische akkerbouw op klei pakt het echter minder gunstig uit: daar levert het €505 minder op per hectare. Op zandgrond zijn de resultaten wat duidelijker: zowel bij gangbare als biologische akkerbouw verdienen boeren iets minder, met €162 minder bij biologische akkerbouw en €53 minder bij gangbare akkerbouw. In de Veenkoloniën is het beeld weer positiever, met een winst van €130 per hectare.

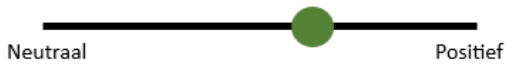
3.4.5 Ervaring uit het veld

Een bedrijf gevestigd in de veenkoloniën: *"De gewasopbrengsten bij gereduceerde grondbewerking of niet-kerende grondbewerking blijven zeker niet achter ten opzichte van het traditionele ploegen. Het duurde echter wel enkele jaren voordat een effect merkbaar was. Het gereduceerde grondbewerkingssysteem heeft wel extra aandacht nodig om onkruiddruk te omzeilen. Het kan zijn dat voor een optimaal gereduceerd grondbewerkingssysteem aanpassingen gedaan moeten worden in de mechanisatie, bijvoorbeeld een schijveneg of een zaaimachine met schijfkouters."*

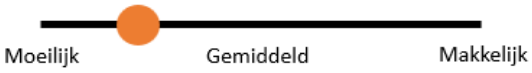
3.4.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- De bodem heeft tijd nodig om te herstellen na diepe grondbewerking en zal in het begin meer stikstof nodig hebben. Dit kan leiden tot suboptimale prestaties.
- Extra stikstof kan worden aangevuld met stikstofbindende groenbemesters en vaste stalmest. Na de omschakeling is het belangrijk om vol te houden.
- Als de bodem na enkele jaren opnieuw wordt omgeploegd, moet de bodem opnieuw in balans worden gebracht en begin je weer van voren af aan.

3.4.7 Effectiviteit



3.4.8 Toepasbaarheid



3.4.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://www.crkls.nl/onderzoeken/kosten-en-baten-van-niet-kerende-grondbewerking/
- https://www.boerenbuitengebied.nl/

3.5 Bodembedekking

Figuur 5 *Groenbemestermengel. Bron: Leendert Molendijk.*

3.5.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte

Bodembedekking in de akkerbouw helpt zowel bij droogte als wateroverlast. Tijdens droogte behoudt de bodembedekking vocht in de bodem door verdamping te verminderen en het bodemleven te ondersteunen, wat de bodemstructuur verbetert en water beter vasthoudt. Bij hevige regenval vermindert bodembedekking erosie en verbetert het de infiltratie van water in de bodem. Dit voorkomt dat regenwater snel wegstroomt, wat wateroverlast tegengaat.

3.5.2 Definities

Bodembedekking in de akkerbouw is een beschermende laag op de bodem, bestaande uit planten(resten) zoals groenbemesters, mulch of materialen zoals houtresten, mest of (papier)pulp. Bodembedekking beschermt tegen klimaateffecten door vocht vast te houden, erosie te verminderen en de bodemstructuur en biodiversiteit te bevorderen. Afhankelijk van de gekozen bodembedekker is het ook in staat organische stof toe te voegen en stikstof vast te leggen.

3.5.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Verbeterde waterhouding • Verbeterde bodemstructuur • Onderdrukte onkruiden • Beschermde bodem tegen erosie • Vanggewas voor stikstof • Vastlegging van koolstof • Bijdrage aan de biodiversiteit	• Extra arbeid • Hoog kennisniveau nodig om de juiste bodembedekking in de gewasrotatie te kunnen implementeren

3.5.4 Kosten

Volgens de KWIN AGV 2022 hebben groenbemesters (bladrammenas en gele mosterd) een negatief saldo van ongeveer €200 per hectare en vereisen ze bijna 4 uur arbeid per hectare bij gebruik van eigen mechanisatie.

3.5.5 Ervaring uit het veld

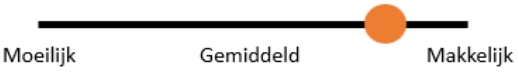
"Over het algemeen worden groenbemesters al veel toegepast. Dit komt mede doordat ze op zand- en lössgronden zelfs verplicht zijn als vanggewas na maïs om verdere uitspoeling van meststoffen te voorkomen. Maar het gebruik is niet alleen gebaseerd op de verplichting. Bladrammenas is bijvoorbeeld heel geschikt om in het voorjaar op braakpercelen te zaaien als lokgewas om schadelijke aaltjes te bestrijden."
Aldus groenkennisnet.nl

3.5.6 Aandachtspunten bij uitvoering

In het geval van groenbemester dient een akkerbouwer rekening te houden met de Interactie van de groenbemester met aaltjes, hier kan gebruikt gemaakt worden van www.best4soil.eu

3.5.7 Effectiviteit

3.5.8 Toepasbaarheid



3.5.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://www.groenbemesterkeuzewijzer.nl/
- https://edepot.wur.nl/555534
- https://slimlandgebruik.nl/sites/default/files/2022-04/2021_verstandetal_slimlandgebruik_kosten_baten_maatregelpakketten.pdf
- https://www.groenbemesterkeuzewijzer.nl/

3.6 Integrated Crop Management

Figuur 6 *Bloemenrand op landbouwperceel. Bron: Shutterstock.*

3.6.1 Klimaatrisico – ziekten & plagen

Integrated Crop Management biedt een systematische aanpak om ziekten, plagen en onkruiden effectief te beheersen, inclusief de toenemende uitdagingen door klimaatverandering. Het doel is om dit te realiseren met een zo minimaal mogelijke inzet van gewasbeschermingsmiddelen.

3.6.2 Definities

Integrated Crop Management (ICM) is een overkoepelende aanpak die gericht is op het bevorderen van gewasgezondheid met minimale inzet van gewasbeschermingsmiddelen. Beheersing van ziekten, plagen en onkruiden vindt plaats door in te zetten op:

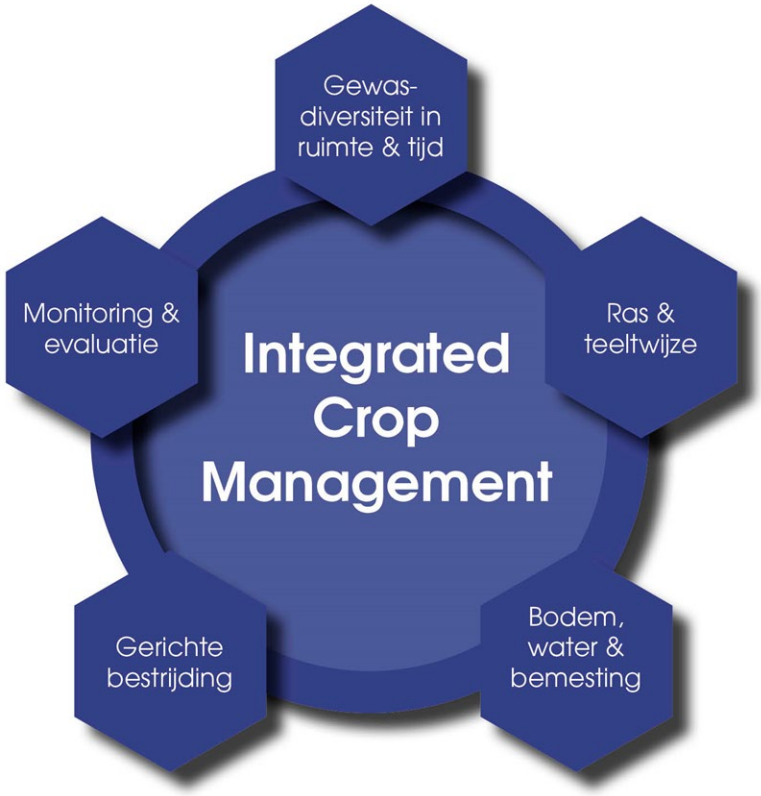
1. Preventieve maatregelen,
2. Het verhogen van de weerbaarheid van het gewas, en
3. Het voorkomen van vermeerdering.

Ondersteunende technieken helpen om deze strategieën te realiseren. ICM fungeert als een checklist en raamwerk om alle mogelijkheden te benutten voor het telen van gezonde gewassen met zo weinig mogelijk inzet en afhankelijkheid van gewasbeschermingsmiddelen. Daarbij wordt bijvoorbeeld zoveel mogelijk gebruikgemaakt van natuurlijke plaagbestrijdingsmechanismen.

De ICM-strategie combineert verschillende maatregelen binnen vijf pijlers:

1. Gewasdiversiteit
2. Ras en teeltwijze
3. Bodem, water en bemesting
4. Gerichte bestrijding
5. Monitoring en evaluatie

Binnen deze pijlers (Figuur 7) wordt een gebalanceerde strategie ontwikkeld om de impact van ziekten, plagen en onkruiden te minimaliseren. Deze strategie richt zich op het voorkomen van de vestiging van schadelijke organismen in het veld, het beperken van schade als ze toch aanwezig zijn, en het beheersen van hun verdere verspreiding.



Figuur 7 *Integrated Crop Management en de vijf pijlers.*

ICM maakt ook gebruik van ondersteunende technieken om de effectiviteit van maatregelen te beoordelen en beslissingen te optimaliseren. Door een zorgvuldige afweging van beschikbare methoden te maken, integreert ICM de meest geschikte maatregelen tot een duurzame aanpak van gewasbescherming.

3.6.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Verminderde milieubelasting • Teelt van robuuste gewassen, wanneer een goed systeem is ontworpen en geïmplementeerd • Verminderde negatieve effecten op de biodiversiteit	• Hoog kennisniveau nodig voor implementatie • Arbeidsintensief • Niet een geschikte oplossing voor elk ziekte of plaag

3.6.4 Kosten

De kosten van ICM zijn sterk afhankelijk van de doelen die je wilt bereiken en de keuzes die je maakt binnen deze aanpak. Omdat ICM geen vaste blauwdruk is, kunnen de kosten variëren. In de praktijkproeven van de WUR zien we dat het weglaten van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen kan leiden tot meer handmatig werk, bijvoorbeeld bij onkruidbeheersing, of tot een lagere opbrengst als gekozen wordt voor een resistent ras met een lagere potentiële opbrengst. Daarnaast brengen activiteiten zoals scouting ook extra kosten met zich mee. Tegelijkertijd kan ICM leiden tot kostenreductie, bijvoorbeeld wanneer bewuster gebruik van middelen resulteert in minder bespuitingen.

3.6.5 Ervaring uit het veld

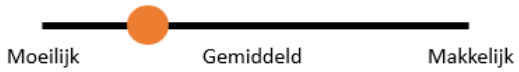
bedrijfsleider van een van de WUR proefbedrijven: *"In ons project hebben we bloemenranden ingezaaid naast akkers met granen, aardappelen en suikerbieten. Vooral in de graan- en aardappelvelden zien we uitstekende resultaten. De aanwezige natuurlijke vijanden zorgen hier voor een aanzienlijke afname van bladluizen, wat de behoefte aan chemische bestrijdingsmiddelen vermindert en het ecosysteem versterkt. Akkerranden vormen zo een waardevolle maatregel in duurzame landbouwpraktijken."*

3.6.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Preventieve maatregelen, zoals het inzetten van resistente rassen en het bevorderen van natuurlijke vijanden, kunnen helpen om ziekten en plagen onder controle te houden met zo beperkt mogelijke chemische interventie.
- Het is cruciaal om regelmatig de gewassen te monitoren en vroegtijdig plaagdruk te signaleren. Wanneer het gebruik van bestrijdingsmiddelen toch noodzakelijk is, moeten telers zorgvuldig kiezen voor middelen die gericht zijn op de specifieke plaag, terwijl de impact op nuttige organismen en het milieu wordt geminimaliseerd. Dit vermindert de kans op resistentie en beperkt ecologische schade.

3.6.7 Effectiviteit

3.6.8 Toepasbaarheid



3.6.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/dossiers/dossier/integrated-crop-management-icm.htm
- https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/kennisonline-onderzoeksprojecten-lvvn/kennisonline/integrale-aanpak-gewasbescherming-voor-de-akkerbouw-op-zand.htm
- https://edepot.wur.nl/676926

3.7 Organische stof

Figuur 8 *Grondmonster. Bron: Shutterstock.*

3.7.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte

Een optimale hoeveelheid organische stof in de bodem heeft een positief effect op de algehele bodemgezondheid en -structuur. Het verbetert de waterretentie, waardoor de bodem tijdens natte periodes beter in staat is om water vast te houden. Tegelijkertijd verhoogt het de veerkracht van de bodem in droge tijden, doordat de organische stof helpt om vocht beter vast te houden en de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor gewassen te verbeteren.

3.7.2 Definities

Het organische stofgehalte is een belangrijk aspect die de bodem(structuur) beïnvloedt. Organische stof maakt de bodem veerkrachtiger en reduceert daarmee de kans op bodemverdichting (en het gevolg van die bodemverdichting, namelijk wateroverlast). Organische stof houdt bovendien water en meststoffen vast en draagt zo bij aan een goede vocht- en mineralenvoorziening van planten. Organische stof houdt ook het bodemleven op peil en bevordert de beschikbaarheid van nutriënten. Het organische stofgehalte verhogen kan op meerdere manieren; door het telen van groenbemesters, door gewasresten op het perceel te laten, door gewaskeuze of door het aanvoeren van dierlijke mest, compost of champost.

3.7.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Verbeterde bodemstructuur • Verbeterde wateropslagcapaciteit • Verbeterde beschikbaarheid van voedingsstoffen voor het gewas • Verhoogde koolstofopslag in de bodem • Bijdrage aan biodiversiteit	• Organische stof verhogen kost erg veel tijd en arbeid

3.7.4 Kosten

Het verhogen van het organischestofgehalte in de bodem is een waardevol doel, maar de kosten hangen sterk af van de gekozen maatregelen. Veel maatregelen hebben (in)direct effect op het organische stofgehalte, maar omdat deze kosten afhankelijk zijn van de specifieke situatie en aanpak op een bedrijf, kan er geen kostenvoorbeeld gegeven worden. We verwijzen de lezer graag door naar de specifieke maatregelen voor een beter inzicht in de bijbehorende kosten.

3.7.5 Ervaring uit het veld

Ervaring uit het Slim Landgebruik project: *"In het voorjaar wordt meestal drijfmest toegepast over de granen, terwijl in het najaar vaste mest of champost wordt uitgereden over de groenbemesters. Wet- en regelgeving bemoeilijkt dit proces echter soms, doordat mesttoepassing moet plaatsvinden op voorgeschreven momenten die niet altijd praktisch zijn. Dit kan ertoe leiden dat het land of gewas op dat moment niet begaanbaar is, wat de werkzaamheden verder vertraagt en soms de gewasgroei beïnvloedt."*

3.7.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Dit is een maatregel die veel inspanning vereist om het organische stofgehalte in de bodem uiteindelijk te stabiliseren of te verhogen.
- Aanvoer van organische stof via mest en compost moet voldoen aan de mestwetgeving.
- Het verhogen van het organische stofgehalte heeft ook een effect als klimaatmitigatiemaatregel door het vastleggen van koolstof in de bodem. Afhankelijk van het type organische mest kan echter de uitstoot van N_2O toenemen.
- Voor de juiste groenbemesterkeuze zijn verschillende tools beschikbaar, bijvoorbeeld de Groenbemesterkeuzewijzer.
- Let op bij de aanvoer van GFT- en groencompost, omdat deze partijen plastics en glas kunnen bevatten.

3.7.7 Effectiviteit

3.7.8 Toepasbaarheid

3.7.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://edepot.wur.nl/515383
- https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/plant-research/show-wpr/vind-de-meest-geschikte-groenbemester-met-de-keuzewijzer.htm
- https://kennisakker.nl/archief-publicaties/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-organische-stof4039#:~:text=Organische%20stof%20(humus)%20heeft%20vele,vochtvasthoudend%20vermogen%20van%20de%20grond

3.8 Klimaatadaptieve rassen

Figuur 9 *Rassenproef. Bron: Oane de Hoop.*

3.8.1 Klimaatrisico – droogte, temperatuurstijging, wateroverlast en ziekten & plagen

Er wordt verwacht dat we steeds vaker te maken krijgen met droogte, hittegolven, overvloedige regenbuien en andere klimaat gerelateerde stressfactoren. Klimaat bestendige rassen zijn beter bestand tegen deze omstandigheden.

3.8.2 Definities

Klimaatadaptieve rassen zijn gewassen die specifiek zijn geselecteerd of veredeld om beter bestand te zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering. Deze rassen zorgen voor stabiele opbrengsten onder veranderende omstandigheden en helpen telers zich aan te passen aan een onvoorspelbaar klimaat.

3.8.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Klimaatrobuuste teelt • Hogere opbrengstpotentie tijdens klimaat stress	• Klimaatbestendige rassen leveren onder ideale omstandigheden niet altijd het meeste op; zonder klimaatrisico zou een normale variëteit beter kunnen presteren. • Kennis over het nieuwe ras moet weer eigen worden gemaakt om het juist te kunnen implementeren in het veld • Afzetrisico's, wanneer de industrie een specifiek ras vraagt is het niet aantrekkelijk een ander ras te gaan telen • Machines zouden in sommige gevallen anders afgesteld moeten worden

3.8.4 Kosten

De kosten zullen over het algemeen niet significant toenemen bij de overstap naar een nieuw ras. In de eerste jaren zal de teler tijd nodig hebben om vertrouwd te raken met het nieuwe ras. In de meeste gevallen zullen de operationele kosten grotendeels hetzelfde blijven.

Wat wel belangrijk is, is dat klimaatadaptieve rassen andere opbrengsten kunnen opleveren onder normale omstandigheden en bij klimaatschommelingen. Het is daarom essentieel om bij de leverancier van zaaigoed of pootgoed te informeren naar de verwachte effecten op opbrengst en de agronomische eigenschappen van het nieuwe ras.

3.8.5 Ervaring uit het veld

Uit onderzoek van WUR blijkt dat de impact van rassenkeuze in graan over het algemeen beperkt is, maar bij zomertarwe een duidelijk verschil kan maken, vooral tijdens droogte. Voor maïs is rassenkeuze ook belangrijk: bepaalde rassen blijken aanzienlijk beter bestand tegen neerslagtekorten en kunnen zo de productie op peil houden in droge jaren.

3.8.6 Aandachtspunten bij uitvoering

Als je een nieuw ras gaat telen, let dan op de zaadkosten, de opbrengst onder normale en stressvolle omstandigheden, en of machines aangepast moeten worden. Zorg ook dat je weet hoe het nieuwe ras groeit op jouw grond en check de markt voor afzetmogelijkheden.

3.8.7 Effectiviteit

3.8.8 Toepasbaarheid

3.8.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://edepot.wur.nl/558291

3.9 Vochtsensoren

Figuur 10 *Vergelijkingsproef bodemsensoren. Bron: WUR.*

3.9.1 Klimaatrisico – droogte

Vochtsensoren kunnen telers helpen bij uitdagingen van droogte, temperatuurstijging en verzilting. Door real-time bodemvochtmetingen te leveren, kan irrigatie nauwkeuriger afgestemd worden op de waterbehoefte van gewassen. Dit vermindert waterstress in het gewas tijdens droogte en zorgt ervoor dat er zuiniger met beschikbaar zoet water wordt omgegaan.

3.9.2 Definities

De vochtsensor is een apparaat dat de geleidbaarheid van de grond meet en deze omzet in een vochtpercentage.

3.9.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	**Nadelen (-)**
• Efficiënter watergebruik • Verbeterde gewasopbrengst • Kosten efficiënter • Milieuvriendelijk • Real-time monitoring	• Beperkte dekking • Kalibratie nodig om een betrouwbare meting te kunnen blijven uitvoeren • Puntmeting in het veld

3.9.4 Kosten

De best scorende vochtsensor, beoordeeld op nauwkeurigheid en gebruiksvriendelijkheid volgens de Vergelijkingsproef Bodemvochtsensoren (2022), heeft aanschafkosten van €549,00 en bijkomende jaarlijkse kosten van €120,00 per sensor. De aanschafprijzen van de onderzochte varianten variëren tussen €89,00 en €2.160,00.

3.9.5 Ervaring uit het veld

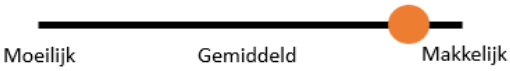
Onderzoeker van de WUR: *"Als vochtsensoren goed zijn gekalibreerd en er voldoende worden gebruikt om puntmetingen te voorkomen, kunnen ze een helder en betrouwbaar beeld geven van de bodemvochtigheid."*

3.9.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Bij het gebruik van bodemvochtsensoren is het essentieel om onderscheid te maken tussen zuigspanning en bodemvochtvolumepercentage. Zuigspanning is universeel en niet afhankelijk van de grondsoort, terwijl het bodemvochtvolumepercentage juist sterk afhankelijk is van de specifieke bodemsoort op het perceel.
- Zorg voor voldoende vochtsensoren op percelen om puntmetingen te vermijden.
- Combineer het gebruik van vochtsensoren met een Bodem Observatie Systeem (BOS). Het BOS helpt bij het analyseren van de metingen en kan helpen onderbouwen om wel of niet te beregenen.
- Knelpunt zijn de hoge kosten voor betrouwbare meetmethoden voor bepaling van het vochtgehalte. Door het gebruik van draadloze dataoverdracht zijn de systemen flexibel inzetbaar, snel te installeren en te gebruiken.

3.9.7 Effectiviteit

3.9.8 Toepasbaarheid



3.9.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://edepot.wur.nl/564720
- https://www.glastuinbouwnederland.nl/content/glastuinbouwnederland/docs/themas/Water/2015_WaterEvent/Presentatie_Jos_Balendonck__workshop_3_.pdf

3.10 Druppelirrigatie

Figuur 11 *Druppelirrigatie in uien. Bron: Oane de Hoop.*

3.10.1 Klimaatrisico – droogte, hitte & verzilting

Druppelirrigatie is een nauwkeurige irrigatiemethode die ingezet kan worden om meerdere klimaatrisico's te voorkomen; droogte, hitte en verzilting.

3.10.2 Definities

Druppelirrigatie is een irrigatiemethode, waarbij water bij de planten wordt gedruppeld door een stelsel van leidingen, slangetjes en druppelaars. Deze slangen kunnen zowel ondergronds als bovengronds worden aangebracht. Aan het water kunnen meststoffen worden toegediend.

3.10.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Waterbesparing door precieze dosering • Verhoogde opbrengst • Verbeterde gewaskwaliteit in droge periodes • Verminderd energieverbruik • Verbeterde gezondere en weerbaarheid van gewassen door ongestoorde gewasgroei • Mogelijkheid om de bodem te koelen • Verminderde kans op bladschimmelziekten omdat het gewas niet nat wordt. • Combinatie met fertigatie mogelijk. • Verminderde onkruiddruk, omdat bodemherbiciden veel beter werken op vochtige grond.	• Kostbaardere maatregel dan haspelberegening • Druppelslangen moeten na een teeltseizoen worden vervangen. • Kwetsbaardere irrigatiemethode, doordat druppelslangen sneller beschadigen door bijvoorbeeld wild. Dit geldt vooral bij bovengrondse toepassing. • Kan niet met water met een hoog ijzergehalte • Arbeidsintensief bij zowel aanleg, controle als het functioneren. Bij het oogsten moet rekening worden gehouden met de druppelslangen in de grond.

3.10.4 Kosten

Aanschaf: € 6.000 tot 7.000 per ha.
Jaarlijks: ca. € 900 per ha.

3.10.5 Ervaring uit het veld

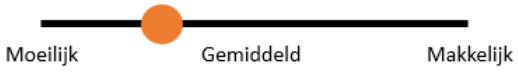
Loonwerker uit, Deurne: *"Met fertigatie maak je de bodem nat, niet het gewas. Met fertigatie kun je water besparen en tegelijk meer product van het land halen."*

3.10.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Werk voorzichtig om beschadiging te voorkomen.
- Let op de dikte van de slangen.
- Hoe langer het perceel hoe breder de tape.

3.10.7 Effectiviteit

3.10.8 Toepasbaarheid



3.10.9 Links naar achtergrondinformatie

- Druppelirrigatie: wat kun je verwachten in de praktijk? - Deltaplan Agrarisch Waterbeheer
- Kansen, kosten en draagvlak van klimaatmaatregelen in de open teelten (rvo.nl)

3.11 Bouwplanverruiming en strokenteelt

Figuur 12 *Strokenteelt. Bron: Fogelina Cuperus.*

3.11.1 Klimaatrisico – ziekten & plagen, wateroverlast en droogte

Door het veranderende klimaat, bijvoorbeeld een natte periode in combinatie met hoge temperaturen kunnen ziekten als fytoftora en valse meeldauw enorm snel om zich heen grijpen.

3.11.2 Definities

Bij bouwplanverruiming worden gewassen gespreid in de tijd; bij strokenteelt worden gewassen ruimtelijk gespreid in de ruimte. Door middel van strokenteelt worden verschillende gewassen op stroken naast elkaar geteeld. Deze stroken kunnen 3 meter (breedte zaaimachine) tot 27 meter breed zijn. Hoe smaller hoe effectiever.

Bij bouwplanverruiming worden er meer gewassen in het bouwplan opgenomen of worden gewassen die problemen geven in een lagere frequentie geteeld. Bouwplanverruiming kan vooral nuttig zijn tegen bodemgebonden ziekten. Strokenteelt daarnaast tegen gewasziekten en plagen.

3.11.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
Strokenteelt • Verhoogde opbrengst door tragere uitbreiding ziekten en plagen • Verhoogde gewasopbrengst door "remmend effect op de uitbreiding van ziekten en plagen • Meer natuurlijke vijanden • Aantrekkelijkheid landschap Bouwplanverruiming • Verbeterde bodemstructuur als er meer rustgewassen in de vruchtwisseling komen Beiden • Verhoogde biodiversiteit • Verlaagde druk van ziekten en plagen	Strokenteelt • Smalle stroken zijn bewerkelijk • Vlakligging kan problematisch worden • Problemen met beregenen en kunstmest strooien • Complex in combinatie met aaltjesbeheersing • Vaak aangepaste mechanisatie nodig • Verhoogde kans op muizenschade • Lastig op niet rechthoekige percelen • Lastig bij slechte verkaveling Bouwplanverruiming • Lagere benutting van mechanisatie en bewaarfaciliteiten van het gewas dat "verruimd" wordt. Beiden • Nog geen hogere productprijs mogelijk

3.11.4 Kosten

Strokenteelt: Hierover is vanwege de enorme variatie in mogelijkheden weinig te zeggen. Er zijn meerkosten en besparingen. De arbeidsvraag is hoger, maar de mate waarin de arbeid stijgt wordt bepaald door de breedte van de stroken.

Bouwplanverruiming: Bouwplanverruiming gaat ten koste van het bedrijfssaldo als er meer rustgewassen worden geteeld.

3.11.5 Ervaring uit het veld

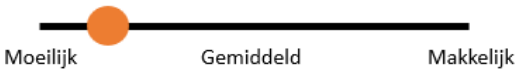
Akkerbouwer uit Ooltgensplaat: *"Landbouwkundig is de basis op orde, het wordt nu tijd voor finetuning op het gebied van organische stof, gewasgezondheid en weerbaarheid."*

3.11.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Zowel strokenteelt als bouwplanverruiming zijn middelen, geen doelen op zich. Begin altijd met het benoemen van het probleem en de randvoorwaarden waaraan een eventuele oplossing moet voldoen.
- Beide maatregelen zijn complexe ingrepen die een groot effect hebben op de bedrijfsvoering en bedrijfsinrichting. Neem voldoende tijd voor een goede oriëntatie en gedegen voorbereiding.

3.11.7 Effectiviteit

3.11.8 Toepasbaarheid



3.11.9 Links naar achtergrondinformatie

- 05685acc-1090-496f-9589-900b6e9d5304_InspiratievooreenBiodiverseakkerbouwSmallestFileSize1.pdf (wur.nl)
- https://groenkennisnet.nl/dossier/strokenteelt-dossier

3.12 Wateropslag

3.12.1 Klimaatrisico – droogte, wateroverlast & verzilting

Door het steeds onstabieler worden van ons klimaat in combinatie met toenemende verzilting door zeespiegelstijging en bodemdaling, staat een stabiele zoetwatervoorziening steeds meer onder druk. Dit heeft met name impact op onze eilanden en in de kuststreken. Het opslaan van kwalitatief goed water in tijden van wateroverschot is een maatregel die goed werkt om de effecten van verdroging en/of verzilting tegen te gaan.

3.12.2 Definities

Met wateropslag bedoelen we het bovengronds of ondergronds opslaan van zoet water in natuurlijke of kunstmatige opslagsystemen om dit te gebruiken in periodes van waterschaarste.

3.12.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Onafhankelijkheid van reguliere watervoorziening • Verbeterde benutting van neerslagoverschot in de winter voor watervoorziening in de zomer • Waterbesparing door precieze dosering en minder verdamping • De mogelijkheid om zoutgevoelige gewassen te telen in gebieden die ernstig te kampen hebben met verzilting. • Besparing van ruimte door ondergrondse water op te slaan • Verhoogde tegendruk tegen kwel en het binnendringen van zout water • Mogelijkheid om water van verhardingen (daken en erf) te oogsten	• Complexe wet- en regelgeving • Vergt intensieve samenwerking met lokale overheden • Kennisintensief • Verhoogde energiekosten als gebruik wordt gemaakt van pompen en filteren • Soms conflicterend met de winning van water voor drinkwater of industrie

3.12.4 Kosten

Kosten voor deze maatregel zijn zeer bedrijfsspecifiek. Hierover is nog onvoldoende bekend. Om de uitrol van ondergrondse opslagen mogelijk te maken, is het hard maken van de economische voordelen heel belangrijk. Bij aardappelen is in een vergelijking op praktijkschaal een 17% hogere opbrengst gerealiseerd.

3.12.5 Ervaring uit het veld

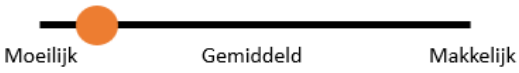
Boer van Texel: "*Wij hebben hier te maken met zoutgehaltes waar vele boeren van denken dat het onmogelijk is om hier iets te telen. En toch doen we het.*"

3.12.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Het gaat hier om een complexe en bedrijfsomvattende aanpak. Gedurende de winter moet regenwater of drainwater worden opgevangen. Drainwater moet ook nog worden gezuiverd. Daarna wordt het in een bassin of natuurlijke ondergrondse zoetwaterbel gepompt. Deze vormt zich van nature, omdat zoet water lichter is dan zout water.
- In de zomerperiode wordt dit water via het drainagesysteem of druppelirrigatie teruggepompt naar het gewenste perceel.
- Kennis over de ondergrond is voor de mogelijkheid van ondergrondse wateropslag van cruciaal belang.

3.12.7 Effectiviteit

3.12.8 Toepasbaarheid



3.12.9 Links naar achtergrondinformatie

- Youtube: Zo werkt Ondergronds Opslag van Regenwater op Texel
- Youtube: Zoetwaterboer Klaas Schenk test het watermanagement van de toekomst
- https://www.zoetwaterboeren.nl/
- https://www.zoetetoekomsttexel.nl/
- https://edepot.wur.nl/258933

3.13 Natuurlijke vijanden en antagonisten

Figuur 13 *Landbouwperceel met kruidenrijke rand. Bron: Shutterstock.*

3.13.1 Klimaatrisico – ziekten & plagen

Het verhogen van de weerbaarheid door inzet van natuurlijke vijanden en antagonisten is een methode die ingezet kan worden om ziekten en plagen te beheersen.

3.13.2 Definities

Weerbaarheid: dit wordt volgens de Van Dale gedefinieerd als "in staat weerstand te bieden". Weerbaarheid verhogen betekent dus het ondersteunen van planten om weerstand te bieden tegen ziekten en plagen. Natuurlijke vijanden: in de ecologie zijn dit predatoren of parasieten van een bepaalde prooisoort die in staat zijn de populatiegrootte of -dichtheid van die prooi negatief te beïnvloeden. Dit kan zowel door deze kunstmatig te introduceren; bijvoorbeeld door omstandigheden te creëren die natuurlijke vijanden stimuleren, bijvoorbeeld het aanleggen van bloemenstroken.

Antagonisten: Van Dale definieert antagonist als tegenstander. Antagonisten zijn stoffen die een biologische reactie blokkeren of dempen door zich aan een receptor te binden. Ook antagonisten kunnen kunstmatig worden toegediend; bijvoorbeeld de schimmel *Verticillium Biguttatum* die ingezet kan worden bij de beheersing van *Rhizoctonia Solani* in aardappelen of via natuurlijke wijze, bijvoorbeeld door het gebruik van compost.

3.13.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
2. Verhoogde biodiversiteit wat leidt tot meer kans op de aanwezigheid van antagonistische schimmels en bacteriën **3.** Verlaagde milieubelasting door minder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen • Verhoogde netto opbrengst door minder sorteerverliezen	• Sommige maatregelen zijn ingrijpend, omdat het een aanpassing van de bedrijfsinrichting vergt • Kennisintensief

3.13.4 Kosten

Aangezien het hier om een heel veel verschillende maatregelen gaat die allemaal verschillende uitvoeringen, kosten en baten hebben is het niet mogelijk om hier iets over te zeggen.

3.13.5 Ervaring uit het veld

Een akkerbouwer uit de Hoekse Waard: *"De natuurlijke vijanden die in mijn bloemenrand zitten vreten de luizen op die in de suikerbieten schade veroorzaken. Dat scheelt weer een keer spuiten."*

3.13.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Vooral het op natuurlijke wijze stimuleren van omstandigheden waarop natuurlijke vijanden en antagonisten hun werk kunnen doen vraagt om een meerjarige en bedrijfs-omvattende aanpak.
- De inzet van chemische middelen - bijvoorbeeld niet selectieve insecticiden of fungiciden - kan de natuurlijke werking teniet doen. Wees hierop bedacht bij de middelenkeuze in geval van chemische bestrijding.

3.13.7 Effectiviteit

3.13.8 Toepasbaarheid

3.13.9 Links naar achtergrondinformatie

- https://maatregelen.gezondgewastool.nl/
- Beheersing van bodempathogenen via bodemgezondheidsmaatregelen 513197 (wur.nl)
- Herkenningskaart natuurlijke vijanden
- YouTube: Antagonisten en natuurlijke bestrijdingsmiddelen
- YouTube: Akkerranden Hoekse Waard

3.14 Egaliseren en bolleggen

3.14.1 Klimaatrisico – extreme regenval

Door extreme neerslag kan water gedurende langere tijd op het land blijven staan. Veel gewassen kunnen hier niet tegen.

3.14.2 Definities

Door het egaliseren van percelen verminderen de problemen met water dat op specifieke plekken op het perceel blijft staan. Als er niet geëgaliseerd wordt, zal de bodemkwaliteit in de laagtes door de jaren heen verslechteren. Dit veroorzaakt een verschil in gewaskwaliteit binnen het perceel.

Door het bolleggen van percelen, wordt een snelle oppervlakkige afstroom van neerslag bevordert. Water dat op het perceel terecht komt en niet in de bodem kan doordringen, wordt naar de zijkanten van het perceel afgevoerd. Dit bevordert een goede bewerkbaarheid en zorgt voor meer zuurstof in de bodem. In sommige gebieden maken bolle percelen deel uit van het culturele erfgoed.

3.14.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Verbeterde waterafvoer • Verhoogde oogstzekerheid • Verbeterde homogeniteit van de gewassen	• Risico op verlies van organische stof in de toplaag • Bij bolleggen is er een verhoogd risico op het afspoelen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten • Door het snel en oppervlakkig afvoeren van regenwater krijgt dit geen kans om bij te dragen aan de grondwaterstand.

3.14.4 Kosten

Investeren in egaliseren of bolleggen kost tussen de €1.000 en €5.000 per ha.

3.14.5 Ervaring uit het veld

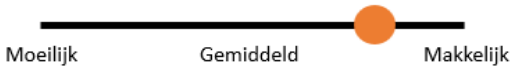
Melkveehouder uit Overijssel: *"Als je goed wil draineren dan moet je het perceel helemaal vlak leggen."*

3.14.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Beide maatregelen moeten onder droge omstandigheden worden uitgevoerd.
- Pas bij het egaliseren op de bodemvruchtbaarheid van de toplaag. Deze kan door het mengen verloren gaan.
- Ook bodem gebonden ziekten zijn een aandachtspunt. Door het egaliseren kunnen "zieke" plekken letterlijk uitgesmeerd worden.
- Bolleggen werkt vooral goed als er ondoordringbare storende lagen in de ondergrond zitten. Als deze opgeheven kunnen worden heeft dat de voorkeur. Het graven van een profielkuil geeft veel inzicht in de situatie in de ondergrond van een perceel.

3.14.7 Effectiviteit

3.14.8 Toepasbaarheid



3.14.9 Links naar achtergrondinformatie

- maatregelenboekje_digitaal_spreads.pdf
- Youtube: Egaliseren van Landbouwgrond

3.15 Bodemvriendelijke voertuigtechnieken

Figuur 14 *Breedspoortrekker op de WUR-proeflocatie. Bron: Niels van der Boom, Nieuwe Oogst.*

3.15.1 Klimaatrisico – droogte & extreme regenval

Een verdichte ondergrond leidt tot opbrengstderving, nat- en droogteschade, planten die niet diep genoeg wortelen en een grotere gevoeligheid voor schimmelziekten.

3.15.2 Definities

De bodem van een perceel bestaat uit twee lagen: de bouwvoor en de ondergrond. Als er jaarlijks geploegd wordt ontstaat er een tussenlaag; de ploegzool. Bij bodemvriendelijke voertuigtechnieken hebben we het vooral over de ploegzool en de ondergrond. Bodemvriendelijke voertuigtechnieken onderscheiden zich in een aantal maatregelen:

- Bovenover ploegen
- Lichtere machines, eventueel in combinatie met robotisering
- Lage druk banden, in combinatie met een drukwisselsysteem
- Brede machines, al dan niet in combinatie met vaste rijpaden
- Vermindering van het veltransport: bunker-rooien in combinatie met kippers op de kopakker
- Gereduceerd grondbewerking

3.15.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Gezondere gewassen door betere groeiomstandigheden • Efficiëntere water- en nutriëntenopname	• Sommige maatregelen zijn ingrijpend, omdat het een aanpassing van de bedrijfsinrichting vergt • Kapitaalintensief • Nog niet voor alle werkzaamheden is een praktijkrijpe oplossing beschikbaar • Transport over de weg kan lastig zijn

3.15.4 Kosten

Aangezien het hier om een heel veel verschillende maatregelen gaat die allemaal verschillende uitvoeringen, kosten en baten hebben is het moeilijk om hier iets over te zeggen.
Een verdichte ondergrond kost gemiddeld €100 euro per ha/jaar aan opbrengstderving. Bij een hoog salderend gewas als aardappel loopt dit op naar €200 euro per ha/jaar. De effecten op het bouwplansaldo kunnen oplopen tot ruim 60%!

3.15.5 Ervaring uit het veld

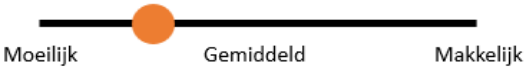
Een akkerbouwer uit Groningen: *"Bietenrooiers zijn bijna verdubbeld in gewicht de afgelopen 30 jaar. Je hebt nu machines die 60 ton wegen en niet de weg op mogen omdat ze het asfalt kapot rijden, maar rijden wel op het veld."*

3.15.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Bij het voorkomen van bodemverdichting gaat het om een heel pakket van maatregelen. Denk hierbij aan bouwplan (veel granen en waar mogelijk jaarrond groenbemesters dan wel bedekte grond), rassenkeuze (vroege rassen), keuze in hoofdgrondbewerking, ontwatering en het bemestingsplan. Bodemvriendelijke voertuigtechnieken maken hier onderdeel vanuit.
- Vooral het onder droge omstandigheden uitvoeren van werkzaamheden is heel belangrijk.
- Kennis van de bouwvoor, ploegzool en ondergrond is belangrijk. Graaf eens een profielkuil om hier inzicht in te krijgen.

3.15.7 Effectiviteit

3.15.8 Toepasbaarheid



3.15.9 Links naar achtergrondinformatie

- Bodemverdichting - Groen Kennisnet
- Youtube: Bodemverdichting; uitleg en herstel
- Artikel: bodemverdichting-kost-gemiddeld-100-euro-per-hectare
- Presentatie: Financiële gevolgen van bouwplanverdichting

3.16 Bedrijfsspecifiek waterbeheer

Figuur 15 *Stuw in een watergang. Bron: Eddy Teenstra.*

3.16.1 Klimaatrisico – droogte, extreme regenval, verzilting en temperatuurstijging

Bedrijfsspecifiek waterbeheer kan helpen om de effecten van wateroverlast, droogte, verzilting en temperatuurstijging te beperken.

3.16.2 Definities

Met bedrijfsspecifiek waterbeheer neem je als boer zelf op jouw bedrijf maatregelen om het waterbeheer te optimaliseren. Het gaat hier om een breed scala aan maatregelen:

1. Boerenberging
2. Peilgestuurde drainage
3. Ondiepe (nauwe) drainage
4. Infiltratie en inundatie
5. Grondwatergestuurd peilbeheer
6. Peilbeheer middels een eigen stuw (eventueel automatisch aan te sturen)

Daarnaast zijn er hulpmiddelen om het waterbeheer te objectiveren:

1. Beslissings Onderstuenende Systemen en computermodellen, zoals Farmmaps met hierin apps
2. Vochtsensoren in het veld om vochtspanning te meten
3. grondwaterpeilbuizen om het peil van je perceel te kennen en hiermee rekening te kunnen houden met de vochtvoorziening

Voor een optimaal waterbeheer is vaak een combinatie van maatregelen nodig; bijvoorbeeld peilbeheer middels een stuw in combinatie met peil-gestuurde drainage.

3.16.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Optimaal waterbeheer door soms zelfs perceel-specifieke maatregelen toe te passen • Aanpasbaar waterbeheer aan werkzaamheden. Bijvoorbeeld een lager peil tijdens de oogst • Verminderde afhankelijkheid in het waterbeheer van het waterschap	• Vraagt constante aandacht en monitoring • Onderhoudskosten

3.16.4 Kosten

Aangezien het hier om een heel veel verschillende maatregelen gaat die allemaal verschillende uitvoeringen, kosten en baten hebben is het niet mogelijk om hier iets over te zeggen.

- Een boerenberging kost €0.20 tot €0.45 per m^3
- Peilgestuurde drainage kost €1.300 tot €2.500 per ha.
- Ondiepe drainage kost €1.00 tot €2.000 per ha.
- Infiltratie en inundatie kost €500 tot €3.000 per ha.
- Grondwatergestuurd peilbeheer kost €500 tot €5.000 per ha.
- Een stuw kost €1.000 tot €5.000

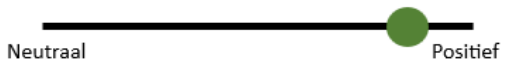
3.16.5 Ervaring uit het veld

Deelnemer aan project Landbouw op peil: *"Als we de stuwen niet gehad hadden, waren we weken eerder in de droogte stress gekomen".*

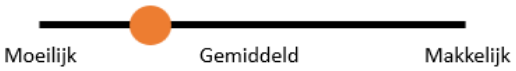
3.16.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- De grondwaterstand in het perceel is flexibel te sturen door middel van een groot aantal maatregelen. Hiermee kan de agrariër het oppervlaktewaterpeil zelf beïnvloeden en daarmee ook de grondwaterstand.
- Met een zo hoog mogelijk oppervlaktewater peil wordt de grondwaterstand zo lang mogelijk constant gehouden en wordt water langer in het gebied vastgehouden. De sturing is afhankelijk van de weersituatie of -verwachtingen, grondwerkzaamheden of moment in het groeiseizoen. Tijdig anticiperen op deze factoren is essentieel voor een optimaal gebruik.

3.16.7 Effectiviteit



3.16.8 Toepasbaarheid



3.16.9 Links naar achtergrondinformatie

- Maatregelenboekje waterbeheer
- https://edepot.wur.nl/515383

3.17 Aanpassing teeltwijze

3.17.1 Klimaatrisico – wateroverlast & droogte

Door klimaatverandering wordt de kans op een geslaagde teelt steeds kleiner. Het ene gewas is hier gevoeliger voor dan het andere. Door aanpassing van de teeltwijze kunnen de effecten van bijvoorbeeld verdroging of vernatting tegengegaan worden.

3.17.2 Definities

Door het steeds wispelturiger worden van ons klimaat, voldoen de bestaande teeltwijzen van sommige gewassen niet meer. Door het aanpassen van de teeltwijze, bijvoorbeeld op ruggen telen in plaats van vlakvelds of beddenteelt, kunnen teeltrisico's worden beperkt en de slagingskans worden vergroot. Denk hierbij aan:

- Het verkorten van de teelt, bijvoorbeeld door het voorkiemen van aardappelen, of het gebruik van geprimed zaaizaad.
- Het verkorten van de teelt door rassenkeuze; bijvoorbeeld een vroeg aardappelras in plaats van een laat ras
- Het verkorten van de teelt door vroege levering; bijvoorbeeld bij suikerbieten
- Het verkorten van de teelt door het aanpassen van het teeltdoel; bijvoorbeeld snijmais in plaats van korrelmais
- Het telen op ruggen in plaats van volvelds; bijvoorbeeld bij zaaiuien
- Het telen in teeltbedden in plaats van op ruggen; bijvoorbeeld bij aardappelen

3.17.3 Potentiële voor- en nadelen

Voordelen (+)	Nadelen (-)
• Verhoogde oogstzekerheid • Door teeltverkorting korter last van ziektes als meeldauw en fytoftora • Effectievere mechanische onkruidbestrijding mogelijk in ruggenteelt • Kan goed gecombineerd worden met druppelirrigatie	• Droge of natte jaren laten zich niet voorspellen • Maatregelen werken kostenverhogend als datgene waarop je wil anticiperen zich niet voordoet • Soms aangepaste mechanisatie nodig

3.17.4 Kosten

Zaaiuien planten in plaats van zaaien biedt geen kwantitatieve of kwalitatieve voordelen.
Zaaiuien op ruggen geven doorgaans een lagere opbrengst in vergelijking met vlakveldsteelt.
De premies voor het vroeg leveren van suikerbieten compenseren de gemiste groei.

3.17.5 Ervaring uit het veld

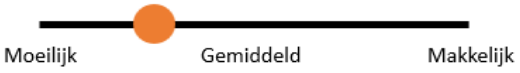
Akkerbouwer uit Brabant: *"Bij de bedden bespaarde ik een derde van de beregeningskosten en hield ik meer tijd over om mijn andere gewassen te beregenen".*

3.17.6 Aandachtspunten bij uitvoering

- Aanpassing van het teeltsysteem vraagt soms om aanpassing van de mechanisatie. Door de toenemende wispelturigheid en onvoorspelbaarheid van ons klimaat doen de omstandigheden waarop je je voorbereid soms niet voor. Soms gebeurd precies het tegenover gestelde. Bedenk goed wat de gevolgen zijn in zo'n situatie.
- In sommige gevallen heeft aanpassing van het teeltdoel ook gevolgen voor de afzet, bewaring of het rantsoen van het vee. Denk hier van tevoren goed over na.

3.17.7 Effectiviteit

3.17.8 Toepasbaarheid



3.17.9 Links naar achtergrondinformatie

- Zaaiuien op ruggen
- Beddenteelt aardappelen.pdf
- Rapport: Potentie_van_oogstvervroeging.pdf

Literatuur

Burger, S., Oord, A., de la Loma Gonzalez, B., Waterloo, M., van der Heijden, A., Velstra, J., Landheer, J. (2019). Versterken zoetwaterlens: anti verziltingsdrainage. Technische rapportage 2016-2018. Achtergrondinformatie behorende bij hoofdrapport. Project Spaarwater.

Delsman, J., van Boekel, E., Reinhard, S., te Winkel, T., van Loon, A., Bartholomeus, R., ... & Schasfoort, F. (2018). Regioscan zoetwatermaatregelen: verkennen van het perspectief van kleinschalige zoetwatermaatregelen voor de regionale zoetwateropgave (No. 2018-13). Stowa.

Landbouw op peil (2014). Optimalisatie bodem en water. Praktische tips voor omgang met bodem en water in de agrarische bedrijfsvoering. https://www.aequator.nl/wp-content/uploads/2017/11/maatregelenboekje_digitaal_spreads.pdf

Mulders, P. J., van den Heuvel, E. R., van de Molengraft, M. J. G., Heemels, W. P. M. H., & Reidsma, P. (2024). Extreme drought and rainfall had a large impact on potato production in the Netherlands between 2015 and 2020. *Communications Earth & Environment*, *5*(1), 496.

Oord, A., Burger, S., de la Loma Gomez, B., Waterloo, M., Velstra, J., Landheer, J. (2019). Eigen watervoorziening: ondergrondse opslag perseelseigen water. Technische rapportage 2016-2018. Achtergrondinformatie behorende bij hoofdrapport. Project Spaarwater.

Schaap, B.F., Reidsma, P., Agricola, H. & Verhagen, A. (2014). Klimaatrisico's en -kansen voor de landbouw (No. 601). Plant Research International.

Spaarwater (2024). Webpagina: https://www.spaarwater.com/pg-27227-7-101986/pagina/projecten.html

van Klaveren, S., Knol, E., Dankers, R., & Arumugam, P. (2024). *Huidige klimaatrisico's voor de land- en tuinbouw: Twee factsheets over de gevolgen van droogte en extreme neerslag voor de land- en tuinbouwsector in ons huidige klimaat (1990-nu)*. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3327). Wageningen Environmental Research. https://doi.org/10.18174/640935

Verstand, D., Bijker, W., & Simonse, D. (2021). Klimaatrisico's en kansen in de open teelten (No. WPR-902). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten.

Verstand, D., Bijker, W., van der Burgt, E., van den Brink, L., Timmer, R., & Groten, J. (2022). De klimaatbestendigheid van rassen en gewassen in de open teelten: Een verkenning naar de mogelijkheden om via teeltmaatregelen, rassenkeuze en de inzet van alternatieve gewassen een klimaatadaptieve landbouw vorm te geven (No. WPR-909). Wageningen Plant Research.

Verstand, D., Schaap, B., Schoorlemmer, H., de Wolf, P., van Balen, D. & Verhagen, J. (2020). Klimaatadaptatie in de open teelten – een inventarisatie van klimaattrends, risico's en adaptatiemaatregelen voor bedrijven in de open teelten. Wageningen Plant Research (WPR), Businessunits Open Teelten en Agrosysteemkunde.

Zoete stuw (2024). Webpagina: https://www.zoetestuw.nl/

To explore the potential of nature to improve the quality of life

Wageningen University & Research
Open Teelten
Edelhertweg 1
Postbus 430
8200 AK Lelystad
T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten
info.openteelten@wur.nl
Rapport WPR-OT 1139

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.