Gebruik van glyfosaat in de Nederlandse land- en tuinbouw en inventarisatie van alternatieven voor glyfosaattoepassingen

Auteurs | T. Sprangers, J.H. Jager, H.A. van Schooten, J. de Hoog

WPR-OT 1118

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Gebruik van glyfosaat in de Nederlandse land- en tuinbouw en inventarisatie van alternatieven voor glyfosaattoepassingen

T. Sprangers[1], J.H. Jager[2], H.A. van Schooten[3], J. de Hoog[1]

1 Wageningen Plant Research
2 Wageningen Economic Research
3 Wageningen Livestock Research

Dit onderzoek is in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), in het kader van beleidsondersteunend onderzoeksthema Weerbare plantaardige productie op een vitale bodem (projectnummer BO-43.102.04-035).

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

Wageningen, oktober 2024

Rapport WPR-OT-1118

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Sprangers, T., J. H. Jager, H. A. van Schooten, J. de Hoog, 2024. *Gebruik van glyfosaat in de Nederlandse land- en tuinbouw en inventarisatie van alternatieven voor glyfosaattoepassingen; .* Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1118.

Dit rapport is gratis te downloaden op https://doi.org/10.18174/676505

Samenvatting
Glyfosaat is een herbicide dat in de Nederlandse landbouw breed wordt toegepast. In opdracht van het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur is een inventarisatie gemaakt van het gebruik van glyfosaathoudende middelen en de beschikbare alternatieven. Het gebruik van glyfosaat kan worden ingedeeld in incidentele en systematische toepassingen, waarvoor in veel gevallen alternatieven beschikbaar zijn. Voor onder andere graslandvernietiging en het doodspuiten van groenbemesters en vanggewassen zijn geschikte en praktijkrijpe alternatieven beschikbaar. Niet voor alle teelten is brede inzet van alternatieven mogelijk en het gebruik van glyfosaat is een belangrijke maatregel in fijnzadige gewassen, de teelt van bloembollen, fruitteelt en voor de bestrijding van wortelonkruiden en aardappelopslag. In systemen met niet-kerende grondbewerking is de inzet van alternatieven vaak lastig met oog op de noodzaak voor extra grondbewerkingen. De verdere reductie van glyfosaatgebruik en tegelijkertijd de doorontwikkeling en praktijkimplementatie van alternatieven voor glyfosaat, zijn belangrijke stappen op weg naar duurzame en toekomstbestendige teelten.

Trefwoorden: glyfosaat, toepassingen, alternatieven, onkruidbeheersing, Bedrijveninformatienet

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; 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-1118

Foto omslag: WUR-OT

Inhoud

Samenvatting **5**

1 Introductie en achtergrond **7**

2 Doel en vraagstelling **8**

3 Werkwijze **9**

3.1 Inventarisatie gebruik 9
3.2 Bepaling relevante toepassingen 9
3.3 Alternatieven voor glyfosaat 9

4 Inventarisatie van het gebruik van glyfosaathoudende middelen **10**

4.1 Glyfosaatgebruik naar sector 10
4.2 Gebruik glyfosaat naar gewas(groep) 11
4.3 Regionale/grondsoort verschillen 13

5 Toepassingen van glyfosaathoudende middelen **14**

5.1 Drie typen toepassingen van glyfosaat 14
5.2 Algemene toepassingen 14
5.2.1 Doodspuiten groenbemesters en vanggewassen 14
5.2.2 Graslandvernietiging 15
5.3 Akkerbouw 15
5.3.1 Granen 15
5.3.2 Aardappelen 15
5.3.3 Fijnzadige gewassen 16
5.3.4 Overige gewassen 16
5.4 Veehouderij 16
5.4.1 Grasland 16
5.4.2 Snijmais 16
5.5 Bloembollen 17
5.6 Fruitteelt 17
5.7 Boomkwekerijgewassen 17

6 Alternatieven voor glyfosaat **18**

6.1 Geïntegreerde onkruidbeheersing 18
6.2 Brede toepassingen 19
6.2.1 Graslandvernietiging 19
6.2.2 Vernietigen groenbemesters/vanggewassen 19
6.3 Akkerbouw 20
6.3.1 Volveldstoepassing voor zaai / voor opkomst 20
6.3.2 In de gewasstoppel 21
6.3.3 Bestrijding van opslagplanten 21
6.4 Veehouderij 22
6.4.1 Graslandvernieuwing 22
6.5 Bloembollen 22
6.5.1 Voor opkomst 22
6.5.2 Selectie viruszieke planten 23
6.6 Fruit 23
6.6.1 Strokenbehandeling 23

7 Discussie **24**

7.1 Glyfosaatgebruik 24
7.2 Inzet van alternatieven voor glyfosaat 24
7.3 Glyfosaatgebruik vermindering met presicietechnieken 25
7.4 Noodzaak voor verdere vermindering glyfosaatgebruik 26

Literatuur **27**

Bijlage 1 Glyfosaatgebruik en teeltoppervlak per gewas **29**

Bijlage 2 Glyfosaatgebruik per gewas inclusief steekproefgrootte en nul waarnemingen **30**

Bijlage 3 Alternatieven bij het vernietigen van grasland/groenbemesters/vanggewassen **32**

Bijlage 4 Alternatieven in de akkerbouw **34**

Bijlage 5 Alternatieven bij graslandvernieuwing **50**

Bijlage 6 Bloembollen **53**

Bijlage 7 Alternatieven in fruit en boomteelt **54**

Bijlage 8 Alternatieve herbiciden in granen **58**

Samenvatting

Glyfosaat is een herbicide dat in de Nederlandse landbouw breed wordt toegepast. Ongeveer 50% van de totale hoeveelheid werkzame stof wordt toegepast binnen de akkerbouw, op afstand gevolgd door de melkveehouderij en de bloembollenteelt. Het gebruik van glyfosaat kan in een aantal belangrijke toepassingsdoeleinden worden onderverdeeld. In eenjarige gewassen wordt glyfosaat toegepast voorafgaand aan zaai en opkomst van het gewas, om zo een onkruidvrije situatie te verkrijgen bij de gewasopkomst en het vroege gewasstadium. Hiertoe kunnen ook toepassingen voor het vernietigen van vanggewassen en groenbemesters voorafgaand aan de teelt worden gerekend. Na de teelt wordt glyfosaat toegepast om onkruiden te bestrijden in de gewasstoppel. In meerjarige gewassen, zoals fruitteelt en boomkwekerijgewassen wordt glyfosaat toegepast voor onkruidbeheersing tussen en in de rijen. In grasland wordt glyfosaat toegepast voor de vernietiging van tijdelijk grasland en graslandvernieuwing bij permanent grasland. In de diverse sectoren wordt glyfosaat ook ingezet voor de beheersing van meerjarige onkruiden. In bloembollen wordt glyfosaat gebruikt voor de afdoding van virusbesmette planten.

Glyfosaattoepassingen kunnen worden ingedeeld als incidentele en systematische toepassingen. Incidentele toepassingen zijn niet gepland, maar komen voor in uitzonderlijke situaties die bijvoorbeeld door weersextremen zijn ontstaan. Hierdoor kunnen alternatieven die onder normale omstandigheden worden toegepast, niet worden ingezet. Bij systematische toepassingen kan sprake zijn van situaties waarin geen alternatieven beschikbaar zijn of van situaties waarin wel alternatieven mogelijk zijn, maar deze in de huidige context van onze landbouwsystemen niet worden toegepast. Onderliggende redenen zijn onder andere de beschikbaarheid van zeer efficiënte, laaggeprijsde herbiciden zoals glyfosaat, bedrijfsgrootte en de keuze voor bijvoorbeeld gereduceerde grondbewerking.

Voor veel systematische toepassingen zijn alternatieven mogelijk, zoals bij het vernietigen en vernieuwen van grasland en het vernietigen van vanggewassen en groenbemesters. Voor deze toepassingen is de inzet van glyfosaat in veel gevallen niet noodzakelijk. Dit geldt ook voor toepassingen voorafgaand aan eenjarige teelten. Echter geldt dat de alternatieven niet in alle situaties even effectief zijn en dat de kosten, impact op de omgeving en andere implicaties voor de teelten sterk kunnen variëren. Een belangrijke overweging is de opbouw van onkruidpopulaties over langere termijn als gevolg van de inzet van minder effectieve maatregelen. Desalniettemin zijn vaak culturele en bijvoorbeeld mechanische beheersingsmethoden mogelijk, waarbij vaak een combinatie van maatregelen noodzakelijk is. In het geval van mechanische alternatieven geldt dat sprake is van een toenemende afhankelijkheid van de weersomstandigheden. Ook de inzet van technieken voor plaatsspecifieke toepassing kan het gebruik van glyfosaat verminderen.

Een aantal specifieke toepassingen van glyfosaat waarbij alternatieven ontbreken, zijn de inzet voor het verwijderen van opslagplanten zoals aardappelopslag, selectie van planten tijdens de teelt van uitgangsmateriaal zoals bloembollen. Voor graslandvernieuwing in aanwezigheid van wortelonkruiden zoals kweekgras, kan de toepassing van glyfosaat ook worden aangemerkt als noodzakelijk. Verder zijn er situaties waarin mechanische alternatieven nadelige effecten hebben, zoals op erosiegevoelige percelen en bij stuifgevoeligheid op zandgronden.

Het doodspuiten van onkruiden voorafgaand aan de teelt van m.n. fijnzadige gewassen (zoals ui, peen, cichorei), vollegrondsgroenten en bloembollen is een veelvoorkomende toepassing, waarbij het vervangen van glyfosaat zal leiden tot een verhoging van toepassing van selectieve herbiciden ofwel het vergroten van de arbeidsbehoefte en teeltkosten. In fruitteelt wordt glyfosaat toegepast voor het zwarthouden van de teeltstrook in het najaar en voorjaar. Voor deze toepassingen geldt dat vervanging van glyfosaat met bijvoorbeeld mechanische methoden mogelijk is, echter brengt dit een aanzienlijke verhoging van de teeltkosten met zich mee.

Er is een noodzaak tot een verdere reductie van het glyfosaatgebruik in de land- en tuinbouw, mede onderstreept door Europese Farm to Fork strategie en het Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie

Gewasbescherming 2030. Tegelijkertijd is een verminderde afhankelijkheid van glyfosaat en pesticiden in het algemeen een belangrijke stap op weg naar duurzame en toekomstbestendige teelten. De noodzakelijk ontwikkeling naar daadwerkelijk geïntegreerde beheersingsstrategieën voor onkruiden kan hierdoor worden versterkt. Belangrijk is ook de onderkenning van de rol van techniek en robotisering die mede noodzakelijk is om deze transitie te maken.

1 Introductie en achtergrond

Onkruidbestrijdingsmiddelen zoals glyfosaat worden gebruikt voor het beheersen van onkruiden, wat essentieel is voor het behoud van gewasopbrengsten door het verminderen van concurrentie om voedingsstoffen, water en licht. Daarnaast kunnen onkruiden een waardplant zijn voor ziektes, plagen en nematoden. Onkruiden vermeerderen zich via zaad of wortelstokken, waardoor onkruidpopulaties zich bij onvoldoende beheersing over tijd kunnen opbouwen. Daardoor neemt het risico op schade aan gewassen toe en is het tegelijkertijd lastiger om de onkruiden weer de baas te worden. Het is daarom belangrijk om opbouw van onkruidpopulaties te voorkomen, want hoe groter de onkruiddruk hoe meer inzet van arbeid, energie, bewerkingen en/of chemische middelen nodig is.

Glyfosaat is een herbicide dat wordt toegepast in veel teelten in de Nederlandse land- en tuinbouw. Glyfosaat blokkeert de vorming van een (plant)specifiek eiwit wat essentieel is voor de groei van planten. Na toepassing van glyfosaat sterft een plant af, inclusief ondergrondse plantendelen. Omdat glyfosaat een niet-specifieke herbicide is, heeft het een brede werking op alle onkruidsoorten. Dit in tegenstelling tot selectieve herbiciden, waarmee slechts een deel van de onkruidsoorten kan worden bestreden. Dit geldt bijvoorbeeld voor herbiciden die enkel op grasachtige of breedbladige onkruiden werken. Omdat glyfosaat niet-selectief werkt, kan het alleen voor of na een teelt van een gewas worden toegepast, of door pleksgewijs alleen onkruidplanten te raken die in een gewas staan, bijvoorbeeld handmatig of met precisietechnieken.

Er is veel aandacht voor het gebruik van glyfosaat, waaronder in de landbouw. Zowel in Nederland als andere landen wordt een discussie gevoerd over chemische gewasbeschermingsmiddelen, met glyfosaat in het bijzonder. Het ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur heeft WUR gevraagd het gebruik van glyfosaathoudende middelen te inventariseren voor de diverse teelten in de Nederlandse land- en tuinbouw en daarnaast de alternatieven voor de diverse toepassingen van glyfosaat in kaart te brengen (Kamerstuk 27858, nr. 636).

2 Doel en vraagstelling

Het doel van deze studie is om inzicht te verkrijgen in het gebruik van glyfosaat in de Nederlandse land- en tuinbouw. Daarnaast is ook gevraagd een overzicht van alternatieven voor glyfosaat te maken, waarbij zowel chemisch als niet-chemische maatregelen behoren. Hiertoe zijn de volgende vragen geformuleerd:

- Is het mogelijk om een inschatting te maken van het "gebruik" van glyfosaathoudende middelen voor de verschillende toepassingen?
- Welke chemische en niet-chemische alternatieven zijn er beschikbaar voor de toepassingen van glyfosaathoudende middelen in Nederland;
- Zijn de beschikbare alternatieven praktijkrijp?
- Zijn de praktijkrijpe alternatieven toepasbaar in alle omstandigheden?
- Wat zijn de kosten van de alternatieven?
- Zijn onder de chemische alternatieven kandidaten voor vervanging?
- Wat zijn de mogelijke neveneffecten van de alternatieven?

3 Werkwijze

3.1 Inventarisatie gebruik

Om een inschatting te maken van het gebruik van glyfosaathoudende middelen, is gebruikgemaakt van het Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research. Het BIN omvat uitgebreide data afkomstig van een steekproef (panel) van 1.500 land- en tuinbouwbedrijven. Op ca. 1.200 hiervan wordt gedetailleerd het gewasbeschermingsmiddelengebruik geregistreerd. Het BIN representeert de bedrijven (zowel gangbare als biologische bedrijven) uit de CBS-Landbouwtelling die groter zijn dan 25.000 euro Standaardopbrengst (SO). De hele kleine bedrijven (tussen 3.000 en 25.000 euro SO) worden dus niet gerepresenteerd. De deelnemende land- en tuinbouwbedrijven vertegenwoordigen bijna 80% van alle bedrijven uit de Landbouwtelling, ruim 99% van de totale agrarische productie (gemeten in Standaardopbrengst) en ruim 95% van het areaal.

Bij de inventarisatie van glyfosaatgebruik op gewasniveau is gekozen om enkel de gewassen op te nemen waarvoor een minimaal aantal van tien steekproefbedrijven in BIN zijn opgenomen. Het aantal van tien bedrijven is gekozen opdat de gegevens voldoende representatief zijn om een inschatting van het glyfosaatgebruik te kunnen maken. Hierdoor is tevens een afbakening van de gewassen tot stand gekomen, waarbij alle gewassen waarvoor minimaal tien steekproefbedrijven beschikbaar waren ook voor het inventariseren van de toepassingen van glyfosaat nader zijn bestudeerd. Voor enkele grote gewassen binnen de akkerbouw- en veehouderij is gekozen voor een verdere analyse, waarbij ook het gebruik van glyfosaat naar grondsoort is geanalyseerd. Ook hier geldt dat enkel de gewassen waarvoor minimaal tien steekproefbedrijven per grondsoort beschikbaar waren, zijn meegenomen in de analyse.

3.2 Bepaling relevante toepassingen

Op basis van expertkennis zijn voor de selectie van gewassen de aan het gebruik gerelateerde toepassingen van glyfosaat bepaald. Het gaat daarbij om toepassingen die specifiek aan het gewas gekoppeld zijn, zoals dat ook voor de gegevens uit het BIN geldt. Omdat de gegevens uit het BIN niet aan de individuele toepassingen gekoppeld zijn, is de bepaling van de belangrijkste toepassingen gedaan op basis van expertkennis, gecombineerd met recente wetenschappelijke studies waarin de belangrijkste toepassingen voor Europa zijn beschreven. Daarbij zijn de toegelaten toepassingen die geregistreerd staan voor glyfosaathoudende producten die aan de BIN-gegevens zijn gekoppeld als uitgangspunt genomen.

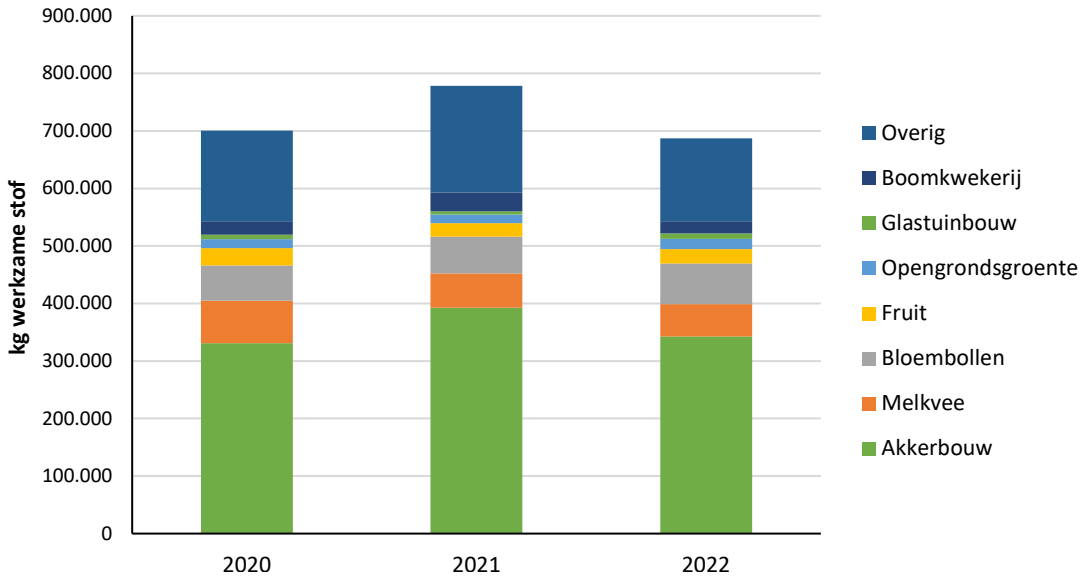
3.3 Alternatieven voor glyfosaat

Na de koppeling van het gebruik van glyfosaat aan de toepassingen, is voor groot deel van de gewassen de alternatieven voor glyfosaat voor de diverse toepassingen geïnventariseerd. Ook voor enkele gewassen die niet binnen de afbakening vallen, zijn de alternatieven geïnventariseerd. Dit betreft de bloembolgewassen tulp en lelie, en de laanbomenteelt. De inventarisatie van alternatieven is gebeurd op basis van (wetenschappelijke) literatuur in zowel binnen- als buitenland, en op basis van expertkennis. Hierbij is voor de diverse alternatieven indien mogelijk ook een inschatting gemaakt van effectiviteit, kosten, arbeid en extra bewerkingen. Hierbij is een combinatie van inschattingen door experts en beschikbare gegevens vanuit onderzoek en praktijkprojecten gebruikt. Deze inschattingen zijn sterk context afhankelijk (weer, grondsoort, regio) en zijn dan ook indicaties van de mogelijke gevolgen. Ook is nadrukkelijk gekeken naar de chemische alternatieven, met daarbij een inventarisatie of sprake is van kandidaten voor vervanging die mogelijk op termijn worden uitgefaseerd. De uitwerkingen zijn te vinden in de tabellen met alternatieven in de bijlagen 3 tot en met 9.

4 Inventarisatie van het gebruik van glyfosaathoudende middelen

4.1 Glyfosaatgebruik naar sector

Op basis van gegevens uit het Bedrijveninformatienet (BIN) van Wageningen Economic Research (WEcR) is een inschatting gemaakt van het totale gebruik van glyfosaathoudende middelen in de Nederlandse land- en tuinbouw. In de periode 2020-2022 lag het totale geschatte glyfosaatgebruik tussen de 687.000 en 779.000 kg werkzame stof (w.s.) (Figuur 1). Het grootste deel van het gebruik, ongeveer 50%, was gerelateerd aan de akkerbouw, in totaalgebruik gevolgd door de melkveehouderij en bloembollensector. De onderlinge verhouding tussen de sectoren zijn voor de drie verschillende jaren ongeveer gelijk, waarbij in 2021 relatief meer glyfosaat is gebruikt dan in 2020 en 2022.



Figuur 1 *Totale geschatte gebruik van glyfosaat (kg werkzame stof) per bedrijfstype in 2020-2022.*

Naast het totaalgebruik is een overzicht gemaakt van het aantal bedrijven per sector dat glyfosaathoudende middelen gebruikt, met daarbij een inschatting van het aandeel glyfosaat ten opzichte van het totale gebruik van herbiciden uitgedrukt in werkzame stof (w.s.) per hectare. Met uitzondering van glastuinbouw, melkveehouderij en enkele overige groepen, werd glyfosaat in alle sectoren op het merendeel van de bedrijven jaarlijks ingezet (Tabel 1). Voor bloembollen was het aandeel bedrijven met glyfosaatgebruik gemiddeld het hoogste (97%), gevolgd door de akkerbouw, fruit en de boomkwekerij.

In de akkerbouw, melkveehouderij en bloembollenteelt maakt glyfosaat ongeveer 20-25% van het totaalgebruik aan herbiciden uit. In de vollegrondsgroenten, boomkwekerij en glastuinbouw is dat ongeveer 40% en voor fruit ruim 60% over de periode 2020-2022.

Tabel 1 *Aandeel bedrijven met jaarlijks glyfosaatgebruik en het aandeel glyfosaatgebruik t.o.v. het totaalgebruik van herbiciden naar bedrijfstype. (Bron: WEcR BedrijvenInformatieNet)*

	Aandeel (%) bedrijven met glyfosaat			**Aandeel (%) glyfosaat binnen de herbiciden[1]**		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Akkerbouw	86	86	76	26	29	24
Bloembollen	98	95	100	28	23	27
Boomkwekerij	66	86	79	45	46	38
Fruit	85	65	86	66	61	63
Glastuinbouw	51	47	49	46	35	39
Melkvee	49	42	38	23	19	21
Vollegrondsgroente	63	59	49	37	38	36
Overige	33	34	32	36	44	35
Overige graasdieren (schapen, geiten, etc.)	20	20	14	24	21	12
Combinaties[2]	53	63	60	23	30	27

[1] Totaal gebruik werkzame stof glyfosaat t.o.v. het totaal gebruik aan herbiciden (w.s.)
[2] Gemengde bedrijven waarbij binnen het bedrijf combinaties van de bovenstaande sectoren zijn

4.2 Gebruik glyfosaat naar gewas(groep)

Bij een uitsplitsing van het gebruik van glyfosaat over de verschillende gewassen die voorkomen op de bovengenoemde bedrijfstypen wordt een grote variatie zichtbaar, zowel tussen de jaren binnen een teelt, als tussen de teelten onderling. Slechts voor een aantal teelten is het aandeel bedrijven en het geschatte areaal waar jaarlijks glyfosaat wordt toegepast vrij stabiel. Dit geldt voor gerst, peer, pootaardappelen, snijmais, suikerbiet, ui en in mindere mate voor appel en zetmeelaardappelen (Tabel 2). Voor andere teelten geldt een hoge variatie in een of beide van deze statistieken. De hoeveelheid glyfosaat uitgedrukt in werkzame stof per hectare is voor een aantal teelten vrij stabiel, waaronder de aardappelteelten, granen, ui, suikerbiet, snijmais en gras t.b.v. melkkoeien. Deze teelten komen ook deels overeen met de teelten waarvoor het aandeel hectares waarop glyfosaat werd toegepast relatief stabiel was. Voor andere teelten is sprake meer variatie.

Als op basis van de gegevens op gewasniveau een inschatting gemaakt wordt van het totale areaal waarop glyfosaat wordt gebruikt, is een inschatting van het areaal waarop glyfosaat wordt toegepast op basis van de bovenstaande gegevens ca. 500.000 tot 620.000 hectares (Bijlage 1). Daarbij zijn de gewassen hier slechts een selectie en zal waarschijnlijk ook in de andere gewassen glyfosaat worden toegepast. Uitgaand van 1.967.000 ha landbouwgrond (CBS, 2020), gaat dit in totaal om ongeveer 270.000 hectares landbouwgrond waarop andere gewassen worden geteeld en waarvoor geen gegevens uit het BIN beschikbaar zijn. Als op tweederde van dit areaal glyfosaat zou worden gebruikt, zou het maximale areaal waarop glyfosaat wordt gebruikt maximaal op ongeveer 800.000 ha komen.

Tabel 2 *Aandeel bedrijven waarop glyfosaat wordt gebruikt, beteelde oppervlakte en hoeveelheid werkzame stof (w.s.) uitgesplist naar gewas(groep) in Nederland over de periode 2020 t/m 2022. Bij ontbrekende waarden waren onvoldoende gegevens beschikbaar voor een betrouwbare weergave.*

	% bedrijven met glyfosaat[1]			% ha met glyfosaat[2]			w.s. glyfosaat/ha[3]		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Aardbei	19	43	35	33	69	41	2.6	2.3	1.9
Appel	75	73	42	82	84	78	1.6	1.4	1.2
Asperge	46	61	42	21	65	20	0.7	0.3	1.4
Boomkwekerij producten	57	76	74	76	65	87	2.1	3.3	2.1
Chrysant	25	41	40	70	75	64	0.8	0.8	1.3
Cichorei	86	46	39	83	37	33	1.6	1.0	1.3
Consumptieaardappel	19	41	24	40	57	41	1.0	0.9	0.9
Corn Cob Mix	11	6	3	35	27	2	0.2	0.6	0.7
Gerst	23	23	20	38	40	35	1.0	0.9	1.0
Gehele plant silage (GPS)	0	0		0	0				
Gras t.b.v. melkkoeien	38	32	29	36	31	28	0.2	0.2	0.2
Gras t.b.v. overige graasdieren	10	9	2	18	20	2	0.4	0.3	0.7
Graszaad	6	25	8	11	26	18	1.0	1.1	0.4
Groene erwt	18	21	18	22	34	19	2.6	1.2	1.4
Haver	47			50			1.1		
Knolselderie	47	62	24	68	72	13	1.0	0.9	1.6
Korrelmais		0	9		0	44			0.2
Luzerne	10	5	5	11	4	4	1.6	1.4	1.4
Peer	65	72	66	75	75	69	1.2	2.2	1.6
Pompoen	0	0	0	0	0	0			
Pootaardappel	50	54	41	54	53	55	0.9	1.1	0.8
Slaboon	0	59	0	0	33	0		1.7	
Snijmais	11	12	10	11	13	12	0.8	0.8	0.9
Spinazie	13	28	12	20	38	11	1.3	1.2	1.9
Suikerbiet	48	54	51	60	61	61	1.1	1.1	1.1
Tarwe	17	19	10	23	26	15	0.8	0.8	1.1
Triticale	0			0					
Ui	59	62	58	69	66	60	1.4	1.4	1.2
Vlas			39			36			1.3
Voederbiet	14	3	9	21	6	15	1.0	1.4	1.2
Winterwortel	45	11	20	53	27	38	1.0	1.3	1.4
Witlofpen	52	92	87	61	93	87	1.4	1.5	1.6
Zaden	43	2	8	37	4	12	3.4	1.4	1.5
Zetmeelaardappel	67	79	62	78	78	69	0.9	0.9	0.9

[1] Inschatting van het aantal bedrijven dat glyfosaat gebruikt voor de betreffende teelt. Steekproefgrootte is vermeld in Bijlage 2.

[2] Geschatte percentage van het beteelde oppervlak per gewas waarop in Nederland glyfosaat wordt toegepast.

[3] Gemiddelde hoeveelheid (kg) werkzame stof (w.s.) die wordt toegepast op alle hectares waarop glyfosaat wordt gebruikt.

4.3 Regionale/grondsoort verschillen

Voor veelvoorkomende teelten op zowel klei als zandgronden, is de inschatting van het glyfosaatgebruik uitgesplist per grondsoort (Tabel 3). Voor de aardappelteelten, granen en grasland t.b.v. melkkoeien geldt dat over de periode 2020-2022 het aandeel van de hectares waarop glyfosaat wordt toegepast op zandgronden hoger lag dan op kleigrond. Voor suikerbiet en ui was dit slechts het geval in respectievelijk 2022 en 2020. Bij snijmais was het verschil in areaal waarop glyfosaat werd gebruikt tussen klei en zandgronden wisselend per jaar.

Tabel 3 *Aandeel bedrijven waarop glyfosaat wordt gebruikt, beteelde oppervlakte en hoeveelheid werkzame stof (w.s.) uitgesplist naar gewas(groep) en grondsoort in Nederland over de periode 2020 t/m 2022. Bron: Wageningen Economic Research, Bedrijveninformatienet.*

		% bedrijven met glyfosaat[1]			**% ha met glyfosaat[2]**			**w.s. glyfosaat/ha[3]**		
		2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Consumptieaardappel	klei	20	45	18	29	51	24	1.1	1.0	0.9
	zand	27	41	38	62	75	64	0.9	0.8	1.0
Gerst	klei	24	22	18	32	21	31	1.1	1.2	0.9
	zand	27	22	29	52	53	49	1.0	1.0	1.2
Gras tbv melkkoeien	klei	33	22	26	38	23	26	0.2	0.1	0.3
	zand	43	38	29	40	36	29	0.2	0.2	0.1
Pootaardappel	klei	42	51	34	50	49	52	0.8	1.0	0.6
	zand	59	57	45	74	77	69	1.2	1.5	1.4
Snijmais	klei	9	15	4	14	25	6	0.6	0.9	0.9
	zand	13	11	11	11	9	13	0.9	0.9	0.9
Suikerbiet	klei	56	61	50	64	68	55	1.1	1.1	1.2
	zand	48	49	64	65	62	75	0.9	1.0	1.1
Tarwe	klei	19	18	8	24	25	14	0.7	0.8	1.1
	zand	22	31	20	33	42	35	0.9	1.3	1.0
Ui	klei	59	66	59	66	67	60	1.5	1.5	1.2
	zand	60	44	46	80	65	59	1.1	0.8	1.1

[1] Inschatting van het aantal bedrijven dat glyfosaat gebruikt voor de betreffende teelt. Steekproefgrootte is vermeld in Bijlage 2.

[2] Geschatte percentage van het beteelde oppervlak per gewas waarop in Nederland glyfosaat wordt toegepast.

[3] Gemiddelde hoeveelheid (kg) werkzame stof (w.s.) die wordt toegepast op alle hectares waarop glyfosaat wordt gebruikt.

Voor alle teelten geldt dat de hoeveelheid w.s. per hectare nauwelijks verschilde tussen klei en zandgronden, met uitzondering van glyfosaatgebruik bij pootaardappelen en uien. Bij pootaardappelen was het glyfosaatgebruik in w.s./ha hoger op zandgronden, terwijl voor uien op kleigronden meer w.s./ha werd toegepast.

5 Toepassingen van glyfosaathoudende middelen

5.1 Drie typen toepassingen van glyfosaat

Het gebruik van glyfosaat kan worden onderverdeeld in drie typen toepassingen: incidentele toepassingen, systematische toepassingen zonder alternatieven en systematische toepassingen waarbij alternatieven beschikbaar zijn (Antier *et al.* 2020).

Incidentele toepassingen zijn niet gepland, maar komen voor in uitzonderlijke situaties die bijvoorbeeld door weersextremen zijn ontstaan of wanneer arbeid niet beschikbaar blijkt wanneer een onkruidbestrijdingsmaatregel moet worden toegepast. Hierdoor kunnen alternatieven die onder normale omstandigheden worden toegepast, niet worden ingezet. De situaties waarin incidentele toepassingen worden gedaan, kunnen erg divers zijn. Een aantal voorbeelden van situaties kunnen zijn:

- Doodspuiten van onkruiden die vroeg in het voorjaar zaad gaan vormen als gevolg van een warme winter; wanneer het perceel nog te nat is om de voorjaarsgrondbewerking uit te voeren.
- Droogte bij de start van de teelt, waardoor grondbewerking om onkruiden te bestrijden kan leiden tot verlies van extra vocht uit de bodem. Te weinig vocht bij de start van de teelt, kan leiden tot een slechtere gewasopkomst. Door glyfosaat te gebruiken, kunnen onkruiden worden bestreden voor opkomst worden bestreden zonder extra grondbewerking.

In het geval van de meeste systematische toepassingen is het gebruik van glyfosaat vaak een afweging op basis van agronomische en economische gronden. Enkele belangrijke redenen voor systematische toepassingen van glyfosaat zijn onder andere de beschikbaarheid van zeer efficiënte, laaggeprijsde herbiciden zoals glyfosaat, bedrijfsgrootte, arbeidsbeschikbaarheid en de keuze voor teeltsystemen met gereduceerde grondbewerking. Ook in het geval van erosiegevoelige grondsoorten wordt vaak glyfosaat toegepast. Tot de systematische toepassingen hoort ook de beheersing van wortel- en probleemonkruiden, waaronder kweekgras en aardappelopslag. Anderzijds zijn deze toepassingen vaak het gevolg van een vaste teeltinrichting voor gewassen, bijvoorbeeld bij het gebruik van druppelirrigatie in de fruit- of boomteelt.

In het vervolg van dit hoofdstuk worden voor diverse teelten de meest waarschijnlijke toepassingen van glyfosaat beschreven. Hierbij is uitgegaan van de systematische toepassingen, die op basis van expertinschatting het grootste deel van de toepassingen uitmaken. Uit de beschikbare gegevens van het BIN zijn er geen algemene gegevens beschikbaar over de situatie-specifieke redenen waarom glyfosaat wordt toegepast.

5.2 Algemene toepassingen

Een tweetal brede toepassingen van glyfosaat zijn het doodspuiten van groenbemesters of vanggewassen en graslandvernietiging, waarvoor aparte toelatingen gelden. Vanuit de gegevens uit het BIN is het niet mogelijk om het glyfosaatgebruik voor deze specifieke toepassingen te bepalen. Dit is het gevolg van het feit dat het gebruik van glyfosaat voor het doodspuiten van groenbemesters, vanggewassen of grasland in de rotatie in het BIN wordt toegerekend aan het volggewas. Voor alle teelten die voorafgegaan worden door een groenbemester, vanggewas of tijdelijk grasland geldt dat de vernietiging met glyfosaat in het totale glyfosaatgebruik voor die teelt is inbegrepen. Hoeveel glyfosaat dus wordt gebruikt voor het doodspuiten van tijdelijk grasland en groenbemesters is dus niet te bepalen op basis van de gegevens uit het BIN.

5.2.1 Doodspuiten groenbemesters en vanggewassen

Voor het vernietigen van groenbemesters en vanggewassen wordt vaak glyfosaat toegepast. Ook op bedrijven waar niet-kerende of minimale grondbewerking wordt toegepast, is de verwachting dat glyfosaat

vaker wordt ingezet bij het vernietigen van groenbemesters en vanggewassen. Dit geldt zeker voor de teelt van fijnzadige gewassen, waarbij onkruiden en hergroei van (grasachtige) groenbemesters in de teelt lastig te bestrijden zijn. Daarbij is in teeltsystemen met minimale grondbewerking de inzet van glyfosaat belangrijk, omdat zonder glyfosaat intensievere grondbewerking nodig is. Dit onderscheidt in type grondbewerking is op basis van de gebruiksgegevens niet te maken.

Met name op zandgronden, waar een vanggewas na veel teelten verplicht is, zal een deel van het glyfosaatgebruik toe te rekenen zijn aan het doodspuiten van vanggewassen.

5.2.2 Graslandvernietiging

Voor teelten die in de gewasrotatie volgen op tijdelijk grasland, is in het glyfosaatgebruik voor graslandvernietiging in het gebruik voor dit gewas opgenomen. Deze toepassing is dan ook relevant voor teelten die in de praktijk worden geteeld op gescheurd grasland, waarbij (poot)aardappelen en snijmais van de gewassen in Tabel 3 het meest voor de hand liggen. Ook de teelt van bolgewassen als tulp en lelie volgt vaak in de rotatie na tijdelijk grasland. Voor deze gewassen is de inschatting dat een deel van het glyfosaatgebruik dus gerelateerd is aan graslandvernietiging.

5.3 Akkerbouw

In de akkerbouw wordt glyfosaat hoofdzakelijk volvelds toegepast voorafgaand aan zaai of planten van gewassen en voor opkomst van het gewas. De toepassingen voor zaai omvatten ook het doodspuiten van groenbemesters en vanggewassen, dat gebeurd voorafgaand aan eventuele grondbewerkingen. Doel van deze bespuitingen is om het perceel vrij te maken van onkruiden en eventuele groenbemesters, zodat tijdens de teelt van het cultuurgewas geen competitie optreedt. Door grotere onkruiden al op te ruimen, is de onkruidbeheersing in de teelt gemakkelijker en kan inzet van (chemische) bestrijdingsmaatregelen worden verminderd. Bij niet-kerende grondbewerking (NKG) wordt veelvuldig gebruik gemaakt van glyfosaat, omdat de beheersing van de onkruidpopulatie met meer en/of intensievere grondbewerkingen niet wenselijk is.

Daarnaast wordt glyfosaat ingezet in de gewasstoppel en tijdens de gewasteelt voor de bestrijding van probleemonkruiden en opslagplanten zoals aardappelopslag en bietenopslag. Tijdens de teelt is de inzet van glyfosaat pleksgewijs, omdat glyfosaat anders ook de gewasplanten doodt.

In de meeste akkerbouwgewassen kan worden aangenomen dat er sprake is van volveldstoepassingen. Bij volveldstoepassingen wordt vaak 1.5 tot 4 liter van een glyfosaathoudend middel toegepast, waarbij de hoeveelheid werkzame stof mede wordt bepaald door de formulering van het glyfosaatproduct, wat varieert tussen de 360 en 500 gram per liter. Dit resulteert bij volveldstoepassingen in een hoeveelheid werkzame stof van 0.5 tot 2.0 kg/ha. Deze orde van grootte komt grotendeels overeen met de doseringen (w.s. per hectare) zoals die in Tabel 2 zijn gerapporteerd.

5.3.1 Granen

In granen mag glyfosaat volvelds worden toegepast voor zaai, voor opkomst en in de graanstoppel en is pleksgewijze toepassing mogelijk, bijvoorbeeld voor de bestrijding van probleemonkruiden. Naast het doodspuiten van groenbemesters/vanggewassen is toepassing in de graanstoppel het belangrijkste gebruik van glyfosaat. In de stoppel kunnen kiemende onkruiden na de oogst worden bestreden. Onkruidbestrijding in de graanstoppel biedt een goede kans om in het bouwplan de onkruiddruk te beheersen en met name ook om wortelonkruiden te bestrijden.

5.3.2 Aardappelen

Glyfosaatgebruik in de aardappelteelt is grotendeels toe te rekenen aan toepassingen voor het planten en voor opkomst van het gewas. Binnen de aardappelteelt kan onderscheid worden gemaakt in consumptie-, poot- en zetmeelaardappelen. In het geval van pootaardappelen is het beheersen van onkruiden niet alleen

belangrijk om competitie met het gewas te voorkomen, maar zijn onkruiden als waardplant voor ziekten en plagen een extra aandachtspunt vanwege het kwaliteitsaspect van pootgoed.

In de teelt van zetmeelaardappelen wordt glyfosaat ook toegepast om een eventuele dekvrucht dood te spuiten. De teelt van zetmeelaardappelen beperkt zich hoofdzakelijk tot het noordoostelijk zandgebied. Naast het feit dat de onkruiddruk in deze regio erg groot is, worden deze zandgronden vaak gekenmerkt door hun stuifgevoeligheid. Om winderosie op deze percelen te voorkomen kan een dekvrucht worden ingezaaid, vaak een graan zoals gerst, die vlak voor opkomst van het aardappelgewas wordt doodgespoten met glyfosaat. De dekvrucht sterft dan af, waardoor competitie met het aardappelgewas wordt voorkomen.

5.3.3 Fijnzadige gewassen

Onder de fijnzadige gewassen worden onder meer cichorei, suikerbiet, ui, witlof en wortel gerekend. In fijnzadige gewassen wordt glyfosaat hoofdzakelijk toegepast voor zaai en voor opkomst van het gewas. In fijnzadige gewassen is de onkruidbestrijding vaak lastig, met name in de eerste periode na opkomst. Dit geldt zowel voor chemische als niet-chemische bestrijdingsmethoden. De toepassingen van glyfosaat voor opkomst van het gewas zijn dus hoofdzakelijk bedoeld om de teelt met zo min mogelijk onkruiden te beginnen. Op het grootste deel van het areaal van deze gewassen wordt glyfosaat dan ook toegepast en duidt ook de hectaredosering op volveldstoepassingen (Tabel 2).

Verder wordt glyfosaat toegepast voor de pleksgewijze bestrijding van wortelonkruiden. In met name suikerbieten en uien is de bestrijding van aardappelopslag een belangrijke toepassing van glyfosaat. In deze gewassen is het vanwege het open gewas goed mogelijk om de opslagplanten te behandelen met glyfosaat, omdat dit kan zonder de gewasplanten te raken. Opslagbestrijding gebeurt vaak ook door de planten handmatig te stippen of te strijken met een glyfosaatoplossing.

5.3.4 Overige gewassen

In andere akkerbouwmatige teelten waarvan het gebruik kan worden ingeschat, is het gebruik van glyfosaat sterk wisselend. Het meest waarschijnlijk is ook voor deze gewassen een (beperkte) inzet van glyfosaat voor volveldsbespuitingen en pleksgewijze bestrijding van wortelonkruiden. Van de gewassen in tabel 2 gaat het dan om corn cob mais (CCM), korrelmais, graszaad, voederbieten en zaden, waarbij in CCM en korrelmais een vrij beperkte hoeveelheid w.s. werd gebruikt.

5.4 Veehouderij

5.4.1 Grasland

In grasland voor melkkoeien wordt glyfosaat toegepast bij graslandvernieuwing en bij de pleksgewijze bestrijding van probleemonkruiden. De gemiddelde hoeveelheid van 0,2 kg w.s. per hectare die vanuit BIN is gerapporteerd, is een gemiddelde op het totale beteelde oppervlak aan grasland. Graslandvernieuwing vindt echter gemiddeld eens in de vijf tot tien jaar plaats, waardoor slechts op een deel van het totale areaal glyfosaat wordt toegepast. Inschatting is dat voor graslandvernieuwing tussen de 1,4 en 2,0 kg w.s. per hectare wordt toegepast, waarbij ongeveer 60% van het areaal dat wordt vernieuwd wordt behandeld met glyfosaat.

5.4.2 Snijmais

Ook in snijmais wordt glyfosaat toegepast, waarbij mais meestal in continu teelt of in rotatie met tijdelijk grasland wordt geteeld. De belangrijkste toepassingen zijn graslandvernietiging of het doodspuiten van vanggewassen voorafgaand aan de maisteelt.
Hoewel het gebruik van vanggewassen op zandgronden verplicht is, werd in verhouding niet meer glyfosaatgebruik geregistreerd op zand dan op kleigronden. Slechts op gemiddeld 12% van het areaal snijmais wordt glyfosaat toegepast. Hieruit kan worden afgeleid dat het gebruik van glyfosaat voor het vernietigen van vanggewassen mogelijk beperkt is.

5.5 Bloembollen

In de teelt van bloembollen wordt bijna op alle bedrijven glyfosaat toegepast. Omdat er slechts een beperkt aantal steekproefbedrijven zijn, is het glyfosaatgebruik niet betrouwbaar in te schatten per teelt. Naast glyfosaatgebruik bij graslandvernietiging, zijn er een aantal andere toepassingen te onderscheiden in de teelt van bloembollen zoals tulp en lelie. Het gaat dan om de volveldstoepassing met glyfosaat voor opkomst, het doodspuiten van een dekvrucht en pleksgewijze toepassingen zoals bij de selectie van viruszieke planten. Het doodspuiten van een dekvrucht is een toepassing die op stuifgevoelige zandgronden wordt gebruikt, waarbij na het planten een dekvrucht, vaak een graan, wordt ingezaaid om bodemerosie te voorkomen. Voor opkomst van het cultuurgewas wordt de dekvrucht dan doodgespoten om competitie met het gewas te voorkomen.

5.6 Fruitteelt

In de teelt van grootfruit (appel en peer) wordt glyfosaat hoofdzakelijk ingezet als strokentoepassing, waarbij onkruiden op het grondoppervlak onder de bomenrij worden bestreden. Daarnaast is tijdens de bloeiperiode een schone zwartstrook belangrijk vanwege de warmte-uitstraling van de bodem. Glyfosaat wordt vaak tweemaal per jaar toegepast, om zo voor de winter en voor de bloeiperiode in het voorjaar om zo een onkruidvrije zwartstrook te verkrijgen. Onkruiden in de teeltstrook hebben een negatieve impact op de gewasgroei en -productie, zowel kwantitatief als kwalitatief, zijn mogelijke waardplant voor diverse ziekten en plagen. Ook biedt een vegetatie van onkruiden beschutting voor knaagdieren zoals muizen. Naast de strokentoepassing is er ook sprake van pleksgewijze glyfosaattoepassingen voor de beheersing van wortelonkruiden.

5.7 Boomkwekerijgewassen

Binnen de teelt van boomkwekerijgewassen is een breed scala aan teelten, waaronder laanbomen, bosplantsoen, vruchtbomen en vaste planten. In deze teelten is sprake van glyfosaattoepassingen voor het doodspuiten van groenbemesters of onkruiden tussen de vaak meerjarige teelten in. Daarnaast worden ook in de teelt van bijvoorbeeld laanbomen strokentoepassingen gedaan en worden in diverse teelten pleksgewijs wortelonkruiden en grotere onkruiden bestreden met glyfosaathoudende middelen. De gegevens uit het BIN zijn echter niet specifiek per teelttype, omdat er een te beperkte dataset is.

6 Alternatieven voor glyfosaat

6.1 Geïntegreerde onkruidbeheersing

Met oog op de inzet van mogelijke alternatieven, moet de inzet van glyfosaat vanuit een integrale benadering worden bekeken. Een goede onkruidbeheersingsstrategie bestaat uit een combinatie van maatregelen die samen tot een goede beheersing van onkruiden leiden. We spreken dan van geïntegreerde onkruidbeheersing, waarbij niet alleen direct bestrijdingsmaatregelen maar ook culturele maatregelen worden ingezet. De toepassing van glyfosaat is dus een van de vele maatregelen die worden gebruikt om onkruiden te beheersen. Wanneer alternatieven worden ingezet voor toepassingen van glyfosaat, geldt dat één-op-één vervanging door een enkel alternatief vaak niet mogelijk is. Glyfosaat wordt vaak toegepast in situaties waarvoor andere chemische bestrijdingsmiddelen niet toegelaten zijn en waarbij alternatieven, zowel chemisch als niet-chemisch, een beperktere effectiviteit hebben. Dit betekent dat een enkele toepassing van glyfosaat in dit geval wordt vervangen door een combinatie van alternatieve maatregelen, waarbij meerdere maatregelen nodig zijn om een gelijkwaardige beheersing van onkruiden te realiseren.

Alternatieven kunnen zowel worden ingezet op het moment dat glyfosaat zou worden toegepast, maar worden vaak ook op een ander moment toegepast. Dit is bijvoorbeeld het geval bij voor zaai-toepassingen van glyfosaat, waarbij zowel voorafgaand aan de teelt alternatieven kunnen worden ingezet, en wanneer sprake is van verminderde effectiviteit ook tijdens de teeltperiode aanvullende maatregelen nodig zijn.

Binnen een geïntegreerde onkruidbeheersing wordt gebruik gemaakt van een combinatie van maatregelen die zowel fysisch, chemisch of als cultuurmaatregelen zijn aan te duiden (Neve *et al.* 2024; Riemens *et al.* 2022). Onder fysische maatregelen vallen onder andere grondbewerking, mechanische en thermische onkruidbeheersing, en tevens enkele andere maatregelen zoals maaien en handwieden. Chemische maatregelen zijn herbiciden of natuurlijke herbiciden, waarbij zowel volvelds als plaatsspecifieke toepassingen mogelijk zijn. Cultuurmaatregelen duiden op bewuste aanpassingen aan het teeltsysteem of gewas, zoals gewasdiversiteit, inzet van groenbemesters en maatregelen om de competitiekracht van het gewas te vergroten.

De neveneffecten van alternatieven zijn met name afhankelijk van de gekozen techniek, waarbij de impact wel varieert tussen de gewassen en sterk afhankelijk is van de betreffende situatie. Bij de afweging tussen de inzet van glyfosaat of keuze voor alternatieven, zal daarom een inschatting moeten worden gemaakt van de geschiktheid van een enkel alternatief of de noodzaak voor een combinatie van alternatieven. Wanneer een combinatie van alternatieven over een langere periode van de teelt worden ingezet, betekent dit afhankelijk van de omstandigheden (groei van het gewas, weersinvloeden, arbeidsbeschikbaarheid, etc.) dat meer of minder maatregelen nodig zijn om een gelijkwaardige beheersing van onkruiden te realiseren. De inschattingen die voor de diverse toepassingen in de gewassen zijn gemaakt, moeten dan ook in die context worden geïnterpreteerd.

In een studie door Neve *et al.* (2024) zijn de belangrijkste neveneffecten van de alternatieven voor toepassingen van glyfosaat samengebracht. Voor alternatieven waarbij grondbewerking plaatsvind, geldt in het algemeen dat rekening moet worden gehouden met negatieve effecten op bodemstructuur, bodemleven, verhoogde afbraak van organische stof en nutriëntenverliezen. Dit geldt ten dele ook voor de inzet van mechanische onkruidbestrijding tijdens de teelt, al is die vaak oppervlakkig. Daarnaast hebben grondbewerkingen en mechanische technieken ook vaak een hogere brandstofbehoefte. Dit geldt zeker ook voor thermische alternatieven, waarbij vaak veel fossiele energie wordt gebruikt (Coleman et al., 2019). Wanneer andere herbiciden worden ingezet, is de milieu impact van sommige alternatieven groter dan van glyfosaattoepassingen.

6.2 Brede toepassingen

Een aantal glyfosaattoepassingen worden in meerdere sectoren gebruikt, omdat deze betrekking hebben op grasland en groenbemesters of vanggewassen in de vruchtwisseling. Voor deze toepassingen geldt dat de alternatieven ook in meerdere sectoren en teelten kunnen worden ingezet. Wanneer in een teelt meer specifieke maatregelen mogelijk of nodig zijn, wordt dat voor die betreffende teelt verderop in dit hoofdstuk uitgewerkt.

6.2.1 Graslandvernietiging

De vernietiging van grasland kan worden gerealiseerd door mechanische alternatieven (LTO Noord, 2024). Bij deze mechanische alternatieven geldt dat de weersomstandigheden bepalend zijn voor de mogelijkheden en dat er sprake is van meer arbeid en brandstofgebruik, dus kosten (bijlage 3). Wanneer sprake is van een natte periode waarin het grasland moet worden ondergewerkt, is de effectiviteit van mechanische technieken lager, omdat de grassen makkelijker opnieuw kunnen wortelen en groeien. Daarnaast is sprake van vrij intensieve grondbewerking, waarbij onder natte omstandigheden structuurproblemen kunnen worden veroorzaakt. Wanneer de bodemvochttoestand geschikt is, is de effectiviteit van mechanische methoden vaak goed. Wel kan in de volgteelt hergroei van gras plaatsvinden als niet alle graspollen afsterven. Dit is met name een risico bij de keuze voor niet-kerende grondbewerking, waardoor mogelijk vaker gekozen wordt voor ploegen na mechanisch onderwerken. Bij hergroei van gras in de volgteelt, neemt de inzet van chemische gewasbeschermingsmiddelen die grassen bestrijden waarschijnlijk toe. Juist ook omdat grasachtigen in veel teelten minder goed te bestrijden zijn met mechanische onkruidbestrijding.

In het specifieke geval van veronkruiding van grasland door kweekgras, zijn mechanische alternatieven niet geschikt en is de inzet van glyfosaat essentieel. Voorafgaand aan de inzet van glyfosaat moet bij een kweekbesmetting wel worden afgewogen of ook slechts een deel van het perceel kan worden behandeld met glyfosaat. Hoewel er ook voor de bestrijding van kweek mechanische methoden zijn om herhaald de wortelstokken uit te putten, neemt het aantal bewerkingen wat nodig is en het risico op nitraatuitspoeling toe (Van Middelkoop en Van Schooten, 2024). Hierdoor zijn er zowel negatieve effecten ten aanzien van arbeid en kosten alsmede op milieu. Aanvullend is bij mechanische kweekbestrijding een grote kans dat kweek een probleem blijft in de volgteelt, waardoor in de volgteelt of later in de gewasrotatie extra bestrijding moet plaatsvinden.

De mechanische alternatieven voor graslandvernietiging zijn goed toepasbaar en praktijkrijp. Vanuit de sector is reeds in de afgelopen jaren expliciet aandacht gevraagd voor de mogelijkheden van mechanische graslandvernietiging. De keuze voor glyfosaat voor graslandvernietiging kan echter wel noodzakelijk zijn in het geval van keuze voor niet-kerende grondbewerking. Hierbij moet ook gedacht worden aan regio’s waar minimale grondbewerking wordt ingezet op erosiegevoelige percelen. Dit geldt met name voor de lössgronden in Limburg, waar intensievere grondbewerking kan leiden tot bodemerosie en afspoeling op percelen met een helling. Daarnaast kan bij een mechanische strategie als uitgangspunt, glyfosaat als incidentele (nood)maatregel nodig zijn wanneer de bodem op het moment van scheuren te nat is. De inzet van glyfosaat is dan geschikter dan mechanisch onderwerken met een lagere effectiviteit en nadelige effecten op bodemstructuur.

6.2.2 Vernietigen groenbemesters/vanggewassen

Ook voor de vernietiging van groenbemesters en vanggewassen zijn mechanische alternatieven mogelijk en het meest geschikt (bijlage 3). De keuze voor het type groenbemesters/vanggewas bepaald hier grotendeels de mogelijkheden, waarbij grasachtige groenbemesters/vanggewassen lastiger te vernietigen zijn dan breedbladige of graansoorten (LTO Noord, 2024). Bij het mechanisch onderwerken zijn de weersomstandigheden deels bepalend of alternatieven kunnen worden ingezet, al geldt dit met name voor de grasachtige groenbemesters/vanggewassen. Wanneer de omstandigheden te nat zijn om mechanisch te werken, kan de inzet van glyfosaat toch nodig zijn. Hierbij dienen ook de negatieve effecten onder natte omstandigheden op bijvoorbeeld bodemstructuur te worden afgewogen.

Voor de vernietiging van groenbemesters/vanggewassen geldt dat voor bladachtige soorten en granen mechanische alternatieven geschikt en praktijkrijp zijn. Eventueel moet in het geval van een sterk ontwikkeld groenbemestergewas, waar veel biomassa is gegroeid, een extra bewerking worden uitgevoerd. Hierdoor wordt de groenbemester of het vanggewas verkleint alvorens deze wordt ondergewerkt. Dit gebeurd bijvoorbeeld door klepelen of maaien van de gewas.

Voor grasachtige groenbemesters/vanggewassen geldt dat er mechanische alternatieven zijn, maar afhankelijk van de effectiviteit en omstandigheden bij onderwerken kan extra inzet van maatregelen gedurende de volgteelt nodig zijn om grassen te bestrijden. De inzet van alternatieve herbiciden in de volgteelt kan hier toenemen.

6.3 Akkerbouw

6.3.1 Volveldstoepassing voor zaai / voor opkomst

6.3.1.1 Aardappelen

Bij vervanging van glyfosaat in de aardappelteelt, zal de onkruiddruk in de teelt toenemen. Dit resulteert in een verhoogde inzet van herbiciden. Dit geldt zeker voor de teelt op zandgronden, waarbij de volveldstoepassing vlak voor opkomst belangrijk is voor het verlagen van de onkruiddruk in het eerste deel van de teelt. Een toename van inzet van andere herbiciden leidt tot extra kosten en zal mogelijk negatief uitpakken qua milieu impact als gevolg van een ongunstiger milieuprofiel. Wat betreft de chemische alternatieven vallen een aantal van de alternatieven onder de kandidaten voor vervanging. Dit gaat om de actieve stoffen aclonifen, flufenacet, metribuzin en pendimethalin. Deze stoffen zullen hun toelating in de toekomst mogelijk verliezen, wanneer geschikte alternatieven voor de toepassingen van deze stoffen beschikbaar zijn.

In aardappelen kan onkruid goed met mechanische technieken worden beheerst, zeker wanneer dit wordt gecombineerd met gefaseerde rugopbouw. Omdat in aardappel relatief veel grondbewerking mogelijk is, is de effectiviteit van een mechanische aanpak doorgaans hoog. De inzet van mechanische technieken, zoals eggen en frezen van ruggen, resulteert met name op zandgronden in veel nieuwe kieming. Hierdoor zijn altijd meerdere bewerkingen nodig om tot een goede onkruidbeheersing te komen. Dit resulteert in een toename van arbeid en brandstofkosten.

In aardappel zijn zowel chemische als mechanische alternatieven beschikbaar. Voor deze teelten is de afweging tussen inzet van glyfosaat voorafgaand aan de teelt of de toenemende inzet van herbiciden tijdens de teelt een belangrijke afweging. Met oog op het milieuprofiel kunnen andere herbiciden ongunstiger zijn dan glyfosaat. Mechanische alternatieven zijn in de praktijk toepasbaar, mits de omstandigheden tijdens de bewerkingen droog genoeg zijn. Wanneer dit niet het geval is, zal in de praktijk tijdens de teelt worden overgegaan op chemische alternatieven.

6.3.1.2 Fijnzadige gewassen

De belangrijkste alternatieven voor glyfosaattoepassingen zijn het voorafgaand aan de teelt toepassen van kerende grondbewerking (ploegen), en door aanvullende grondbewerking waaronder het vals zaaibed. Hierdoor wordt vestiging van onkruiden voorkomen en de voorraad onkruidzaden in de bovenste laag van de bodem gereduceerd. Rond opkomst en tijdens de teelt zijn alternatieven de inzet van andere herbiciden en de inzet van mechanische en thermische onkruidbestrijding. De inzet van mechanische en thermische technieken leidt in fijnzadige gewassen tot meer kosten en arbeid, waarbij ook de effectiviteit van onkruidbestrijding niet volledig is. Hierbij is speelt ook de weersafhankelijk een grote rol, omdat onder natte omstandigheden de mogelijkheden voor inzet van mechanische onkruidbestrijding beperkter zijn. Als de onkruiden daardoor groter groeien, neemt de effectiviteit van zowel chemische als niet-chemische beheersing verder af. Daarnaast is zeker bij thermische onkruidbestrijding sprake van een forse toename van energieverbruik en dus CO2 uitstoot. Wel is onderscheidt te maken tussen gewassen als zaaiui of wortelen én bijvoorbeeld suikerbieten en of cichorei. Met name in zaaiui en wortelen is de toepassing van niet-chemische alternatieven in de beginfase van de teelt moeilijk, omdat daarbij een grote kans op gewasschade is.

Binnen de fijnzadige gewassen is het middelenpakket vaak dusdanig, dat een goede beheersing van alle onkruidsoorten lastig is. De selectieve contactmiddelen die tijdens de teelt worden toegepast, beheersen slechts een deel van de onkruidpopulatie, waarbij bestrijding zelfs bij combinaties van herbiciden vaak niet volledig is. De toepassing van bodemherbiciden is daarom ook een belangrijke basis voor de onkruidbestrijding, omdat daarmee vestiging van de meeste onkruiden wordt voorkomen. Bij een verhoogde onkruiddruk in het begin van de teelt bij geen gebruik van glyfosaat, zal het gebruik van bodemherbiciden en contactmiddelen in deze teelten toenemen. Tevens is een aantal van de beschikbare middelen geclassificeerd als kandidaat voor vervanging, waaronder aclonifen, lenacil, metribuzin en pendimethalin. Bij een eventueel vervallen van de toelating van deze middelen komt de onkruidbeheersing in deze teelten zeer waarschijnlijk onderdruk te staan. Dit geldt tenminste voor zaaiui en wortelen (Hengstdijk *et al.*, 2023; Wesselink *et al.*, 2024) waar de kandidaten voor vervangen een belangrijke basis vormen van de chemisch onkruidbeheersing. Wanneer glyfosaat vervalt, komt de dan zeer belangrijke schone start van de teelt sterk onder druk te staan.

Handwieden is in deze gewassen een belangrijke maatregel, die ook in de huidige praktijk al noodzakelijk is. Een toename in onkruiddruk en een lagere effectiviteit van alternatieven zal tot gevolg hebben dat het aantal benodigde handwieduren zal toenemen. Dit resulteert niet alleen in meerkosten, maar is ook niet gewenst met oog op de beperkte arbeidsbeschikbaarheid.

Samenvattend zijn er in de fijnzadige gewassen alternatieven mogelijk, maar zal dit resulteren in een toename van grondbewerking, zowel in intensiteit als frequentie. Daarnaast zal de inzet van andere herbiciden toenemen, omdat de inzet daarvan al een belangrijke component is van de onkruidbeheersing. Dit is ook het gevolg van de beperktere effectiviteit van niet-chemische alternatieven. Het gebruik van glyfosaat is voor deze teelten dus een belangrijke maatregelen om de onkruiddruk voorafgaand aan de teelt te verminderen. Bij niet-kerende grondbewerking is dit nog meer het geval, omdat juist daar de keuze voor meer en intensievere grondbewerking niet wenselijk is.

6.3.2 In de gewasstoppel

De inzet van glyfosaat in graanstoppels kan worden opgevangen door mechanische alternatieven en grondbewerking. Bij gunstige weersomstandigheden is de effectiviteit van deze maatregelen zeer goed. Belangrijk knelpunt is bij aanwezigheid van probleemonkruiden, die vaak in graangewassen worden bestreden. Het vervangen van glyfosaat kan dan door inzet van andere herbiciden, vaak juist ook tijdens de teelt (bijlage 4 en bijlage 8). Denk hierbij aan groeimiddelen zoals MCPA. Nadeel is dat alternatieve herbiciden vaak een ongunstiger milieuprofiel hebben als wordt gekeken naar milieubelastingspunten.

Onkruidbestrijding in de gewasstoppel kan ook met mechanische alternatieven, waarbij wel geldt dat het weersomstandigheden dit moeten toelaten. Dit geldt met name voor gewassen die ook nog laat in het seizoen worden geoogst, zoals wortelen, suikerbieten en aardappelen. Door oppervlakkige grondbewerkingen kunnen kiemende eenjarige onkruiden effectief worden bestreden. De bestrijding van meerjarige (wortel)onkruiden vraagt echter meer en intensievere bewerkingen. Wel geldt voor grondbewerkingen dat meer verlies van organische stof en nutriënten een belangrijke afweging zijn. Bij toepassing van niet-kerende grondbewerking op het bedrijf zijn intensieve grondbewerkingen in de stoppel over het algemeen ook niet wenselijk.

6.3.3 Bestrijding van opslagplanten

Voor de bestrijding van aardappelopslag zijn geen goede alternatieven voor glyfosaat beschikbaar. In granen zijn andere herbiciden beschikbaar die kunnen worden gebruikt voor de bestrijding van opslagplanten, zoals bijvoorbeeld Starane. Deze middelen hebben echter niet dezelfde systemische werking als glyfosaat die met name voor aardappelopslag zo belangrijk is. Voor de bestrijding in het graangewas zelf zijn deze vaak wel voldoende effectief. Wel moet rekening worden gehouden met de inzet van combinaties van middelen, die vaak in een tankmix worden ingezet. De totale milieubelasting kan hierdoor hoger uitvallen.

Mechanische alternatieven voor de bestrijding van aardappelopslag zijn niet voldoende effectief. Aardappelopslag kan ook worden bestreden door de inzet van akkervarkens na de aardappeloogst (Visscher,

2021). Er is beperkt onderzoek gedaan, maar de effectiviteit van deze methode lijkt veelbelovend. Wel is een braakperiode voor nodig zodat de varkens de grond kunnen omwroeten. Daarnaast is de beschikbaarheid van deze akkervarkens te klein om deze methode op grote schaal in te zetten.

6.4 Veehouderij

6.4.1 Graslandvernieuwing

Voor graslandvernieuwing bestaan mechanische alternatieven die in de meeste gevallen glyfosaat kunnen vervangen, mits de weersomstandigheden dit toelaten (LTO Noord, 2024). Bij mechanisch onderwerken van de grasmat moet het perceel voldoende droog zijn om te kunnen werken (bijlage 6). Daarnaast resulteert mechanische vernietiging afhankelijk van de gekozen methode in meer arbeid en brandstofgebruik, dus kosten. De effectiviteit van mechanische methoden is vaak goed, maar er bestaat het risico dat de onkruiddruk toeneemt. Dit is met name een risico bij de keuze voor niet-kerende grondbewerking, waardoor mogelijk vaker gekozen wordt voor ploegen na mechanisch onderwerken.

Net als voor graslandvernietiging zijn de mechanische alternatieven voor glyfosaat praktijkrijp en toepasbaar. Wel kan bij een mechanische strategie als uitgangspunt, glyfosaat als incidentele (nood)maatregel nodig zijn wanneer de bodem op het moment van scheuren te nat is. De inzet van glyfosaat is dan geschikter dan mechanisch onderwerken met een lagere effectiviteit en nadelige effecten op bodemstructuur.

In het geval van veronkruiding van grasland door kweekgras, zijn mechanische alternatieven echter niet geschikt en is de inzet van glyfosaat een effectieve maatregel. Hoewel er ook voor de bestrijding van kweek mechanische methoden zijn om herhaald de wortelstokken uit te putten, zijn er dan meerdere grondbewerkingen nodig en neemt daarbij ook het risico op nitraatuitspoeling toe (van Middelkoop & van Schooten, 2024). Hierdoor is naast een toename van arbeidsbehoefte en kosten ook een negatieve afwenteling op het milieu te verwachten. Daarnaast kan bij (deels) wegvallen van glyfosaat de frequentie waarmee grasland wordt vernieuwd toenemen, omdat bij hogere dichtheden van kweek de kans op hergroei in het vernieuwde grasland groter is. Door eerder te scheuren kan het kweekgras zich minder manifesteren.

6.5 Bloembollen

6.5.1 Voor opkomst

In bloembollen zijn vooropkomst geen geschikte alternatieven voor glyfosaat. De onkruidbeheersing moet daarom tijdens de teelt worden opgevangen, waarbij de onkruidbestrijding hoofdzakelijk is gebaseerd op inzet van herbiciden (bijlage 6). Met name bodemherbiciden vormen een belangrijke basis van de onkruidbeheersing. Wanneer glyfosaat niet meer wordt gebruikt, zal dat zeer waarschijnlijk leiden tot een hoger gebruik van overige herbiciden. Daarbij moet worden opgemerkt dat de belangrijke bodemherbiciden Stomp en Wing P de actieve stof pendimethalin bevatten, welke een kandidaat voor vervanging is.

De mogelijkheden voor inzet van niet-chemische alternatieven tijdens de teelt is beperkt, alhoewel in de teelt van lelies mechanische onkruidbestrijding door middel van wiedeggen een mogelijk alternatief kan zijn. De effectiviteit van mechanische technieken is echter onvoldoende en tegelijkertijd vraagt dit een fors aantal extra bewerkingen met bijbehorende kosten en arbeid. Ook de inzet van mulch, zoals in de vorm van een strodek, zou een bijdrage kunnen leveren aan de onkruidbeheersing. Mulchen laat zich echter niet goed combineren met mechanische methoden, waardoor daarbij de inzet van herbiciden noodzakelijk blijft. Verder zou plaatsspecifieke inzet van thermische onkruidbestrijding een mogelijk rol kunnen hebben, maar deze technieken zijn nog niet voldoende ontwikkeld en beschikbaar.

6.5.2 Selectie viruszieke planten

De selectie van viruszieke planten gebeurt met glyfosaat, waarbij de systematische werking van glyfosaat ervoor zorgt dat niet alleen het bovengrondse deel afsterft maar ook de bol. Er is geen goed alternatief voor deze toepassing, die daarom als noodzakelijk kan worden aangemerkt. Wel is de verdere doorontwikkeling van precisietechnieken gewenst, zodat het gebruik voor deze toepassing verder kan worden verminderd.

6.6 Fruit

6.6.1 Strokenbehandeling

Voor de strokentoepassing in appel en peer zijn zowel chemische als mechanische alternatieven (bijlage 7). Niet-chemische alternatieven die op dit moment praktijkrijp zijn, bestaan voornamelijk uit mechanische technieken. De inzet van de Ladurner en draadjesmaaiers zijn qua effectiviteit het meest geschikt, maar hebben als voornaamste nadeel dat de kostprijs veel hoger ligt dan bij gebruik van glyfosaat. Dit wordt veroorzaakt door een combinatie van aanschafwaarde, het aantal benodigde bewerkingen en de bijbehorende arbeidsbehoefte. Andere niet-chemische technieken die mogelijk alternatieven kunnen bieden, zijn gebaseerd op thermische onkruidbestrijding. Door gebruik te maken van elektriciteit, stoom of heet-waterbehandelingen, zouden kleine onkruiden ook kunnen worden beheerst. Deze technieken zijn echter niet praktijkrijp en hebben vaak een grote energiebehoefte, die met oog op duurzaamheid mogelijk geen waardig alternatief biedt.

De inzet van mulchen om de groei van onkruiden te onderdrukken is een alternatieve maatregel waarbij de bodem wordt afgedekt. Mulch kan worden aangebracht na de bloeiperiode, waarin een schone zwartstrook belangrijk is, om zo tot later in het jaar of zelfs na de winter de groei van onkruiden te onderdrukken (Van Dalfsen *et* al, 2022). Ook kan gekozen worden voor het vergrassen van de zwartstrook, gecombineerd met maaien, om zo de competitie met het gewas te beperken en te voorkomen dat zich ziekten en plagen in de teeltstrook vestigen. Ook kan er gedurende de jaren een verschuiving plaatsvinden binnen de onkruidpopulatie waarbij meerjarige wortelonkruiden dominanter worden.

De mechanische technieken in de fruitteelt zijn technisch praktijkrijp, maar de toepasbaarheid is beperkt vanwege de verhoging van de teeltkosten. De inzet van thermische bestrijdingsmaatregelen en van bodembedekkers is niet praktijkrijp. Hier is zowel een verdere doorontwikkeling van techniek als meer onderzoek nodig om de langjarige effecten beter te monitoren.

7 Discussie

7.1 Glyfosaatgebruik

De uitgevoerde inventarisatie van glyfosaatgebruik in de Nederlandse land- en tuinbouw laat zien dat glyfosaat in alle sectoren wordt gebruikt, waarbij in de akkerbouw het grootste deel van het totale gebruik plaatsvindt. In de bloembollen- en fruitteelt is het aandeel van bedrijven en teeltoppervlak waarop glyfosaat wordt gebruikt het grootst. De onderlinge verhouding tussen de sectoren en het aandeel glyfosaat ten opzichte van het totale herbicidengebruik was in de periode 2020-2022 in lijn met het eerder door Wageningen Economic Research gerapporteerde gebruik over de periode 2012-2017 (Smit et al., 2019).

Het is niet mogelijk om het gebruik van glyfosaat voor de diverse individuele toepassingen per gewas te onderbouwen met gebruikscijfers per toepassing. De verschillen op regionaal en bedrijfsniveau zijn daarvoor te groot. Het zou daarvoor noodzakelijk zijn om betere monitoring van glyfosaat gebruik in te voeren. Hiervoor is ook in eerder internationaal onderzoek gepleit, waarbij is geconcludeerd dat hiervoor onderscheid moet worden gemaakt op basis van bedrijfstype, agronomische doeleinden van de toepassing, dosering en ook de afwegingen die zijn gemaakt bij de beslissing om glyfosaat te gebruiken (Antier et al. 2020).

De belangrijkste toepassingen van glyfosaat in relatie tot het totale gebruik in Nederland zijn de voorjaarstoepassingen in de akkerbouw, het vernietigen van grasland en groenbemesters/vanggewassen en strokentoepassingen in fruit- en boomteelt. Het gaat daarbij hoofdzakelijk om systematische toepassingen, waarbij in veel gevallen ook alternatieven mogelijk zijn. Dat deze toepassingen in veel teelten voorkomen, in de meeste sectoren en niet gebonden zijn aan specifieke grondsoorten of omstandigheden, kan worden gezocht in het feit dat deze toepassingen voortkomen uit overwegingen op grond effectiviteit van glyfosaat, afwegingen rondom bodembeheer en kostenoverwegingen. Inventarisatie onder telers vanuit het project IPM-Glyfosaat onderstrepen deze aanname (LTO Noord, 2024). In die enquête gaven telers aan dat voor deze voorjaarstoepassingen alternatieven zijn, maar dat naast de effectiviteit ook de bedrijfszekerheid van glyfosaat een belangrijk aspect is. Daarnaast zijn overwegingen vanuit bodembeheer vaak ook gerelateerd aan het gebruik van NKG-systemen of erosiegevoelige gronden.

Voor enkele grote teelten in de akkerbouw en voor grasland en in de melkveehouderij geldt dat het glyfosaatgebruik op zandgronden hoger ligt dan op kleigronden. Dit verschil is het resultaat van een groter aandeel van het teeltoppervlak voor de betreffende gewassen waarop glyfosaat wordt gebruikt. De hogere onkruiddruk op zandgronden kan grotendeels dit verschil verklaren. Het gebruik van glyfosaat in met name de voorjaarstoepassingen is een belangrijke maatregel om de onkruiddruk in de teelt en op bouwplanniveau te beheersen. Tegelijkertijd is de gemiddelde dosering per hectare ongeveer gelijk voor klei en zand. Het feit dat de gemiddelde dosering niet verschillend is, geeft aan dat het type toepassing niet verschilt tussen de grondsoorten.

7.2 Inzet van alternatieven voor glyfosaat

Met oog op de inzet van mogelijke alternatieven, moet de inzet van glyfosaat vanuit een integrale benadering worden bekeken, waarbij glyfosaat bijdraagt aan de langjarige beheersing van onkruidpopulaties. Echter geldt dat de alternatieven niet in alle situaties even effectief zijn en daarbij is niet alleen de onkruidbestrijding van belang, maar zijn ook andere doelstellingen ten aanzien van milieu, kosten en klimaat op bedrijfsniveau relevant. Goed om hierbij te realiseren dat inschattingen binnen de context van de gangbare landbouw zijn, waarbij natuurlijk de biologische teelten ook zonder glyfosaat werken. Daarbij geldt dat in de biologische sector de beschikbaarheid van arbeid en de structurele inzet van handwieden belangrijke knelpunten als het gaat om onkruidbeheersing. Wanneer als gevolg van de inzet van minder effectieve alternatieven de onkruidpopulatie opbouwt, moet tijdens de teelt en in opvolgende jaren meer

inspanning worden gedaan voor een adequate onkruidbeheersing. Eventuele gevolgen voor de onkruiddruk zijn echter lastig te kwantificeren en zijn sterk variabel. Daarnaast zal op korte termijn in veel teelten een toename van het gebruik van andere herbiciden plaatsvinden.

Desalniettemin geldt dat er in het algemeen voor veel systematische toepassingen van glyfosaat alternatieven beschikbaar zijn. Belangrijke toepassingen zoals voor het vernietigen van groenbemesters en vanggewassen en bij graslandvernietiging kunnen in veel gevallen door mechanische alternatieven worden vervangen. De inzet van glyfosaat is dan niet noodzakelijk. De vanuit de sector ontwikkelde stroomschema's uit het project IPM Glyfosaat als onderdeel van het Uitvoeringsprogramma Gewasbescherming onderstrepen dit. Ook voor de glyfosaattoepassingen voorafgaand aan eenjarige teelten geldt, dat alternatieve maatregelen beschikbaar zijn. Deze kunnen zowel chemisch als niet-chemisch zijn. Vaak zijn culturele en mechanische beheersingsmethoden mogelijk, waarbij vaak een combinatie van maatregelen noodzakelijk is. In het geval van mechanische alternatieven geldt dat sprake is van een toenemende afhankelijkheid van de weersomstandigheden. Ook de inzet van technieken voor plaatsspecifieke toepassing kan het gebruik van glyfosaat verminderen.

Een aantal specifieke toepassingen van glyfosaat waarbij alternatieven ontbreken, zijn de inzet voor het bestrijden van wortelonkruiden, verwijderen van opslagplanten zoals aardappelopslag, selectie van planten tijdens de teelt van uitgangsmateriaal zoals bloembollen. Voor graslandvernieuwing in aanwezigheid van wortelonkruiden zoals kweekgras, kan de toepassing van glyfosaat ook worden aangemerkt als noodzakelijk. Verder zijn er situaties waarin mechanische alternatieven nadelige effecten hebben, zoals op erosiegevoelige percelen en bij stuifgevoeligheid op zandgronden.

Het vervangen van glyfosaat door alternatieven zal in veel gevallen leiden tot een toename van de onkruiddruk. Dit geldt voor de eenjarige onkruiden, maar zeker ook voor meerjarige (wortel)onkruiden. Het gevolg van de toename in onkruiddruk zal een verhoging van toepassing van andere herbiciden zijn of de gecombineerde inzet van alternatieven. Dit resulteert onder meer in hogere arbeidsbehoefte en teeltkosten. Dit is in het bijzonder van toepassing op het gebruik van glyfosaat in de teelt van met name fijnzadige gewassen (zoals ui, peen, cichorei), vollegrondsgroenten en bloembollen. In fruitteelt wordt glyfosaat toegepast voor het zwarthouden van de teeltstrook in het najaar en voorjaar. Voor deze toepassingen geldt dat vervanging van glyfosaat met bijvoorbeeld mechanische methoden mogelijk is, echter brengt dit een aanzienlijke verhoging van de teeltkosten met zich mee.

Algemeen geldt dat een smaller middelenpakket leidt tot een hogere selectiedruk en verhoogd risico op herbicideresistentie. In teelten waar het aantal beschikbare herbiciden moment al beperkt is, zal dit een extra risico met zich meebrengen. Dit geldt in zekere mate voor fijnzadige gewassen in de akkerbouw, een groot deel van de vollegrondsgroenten.

7.3 Glyfosaatgebruik vermindering met presicietechnieken

De inzet van precisietechnieken kan een belangrijke bijdrage leveren aan de vermindering van glyfosaatgebruik. Dit kan door het gebruik van technieken die de plaatsspecifieke toepassing van glyfosaat mogelijk maken, zoals spotsprayen of robotisering. Hierbij is het gebruik van glyfosaat nog steeds aan de orde. In de verschillende sectoren worden deze technieken al in meer of mindere mate ingezet, maar verdere doorontwikkeling is nodig (Gerhards *et al*, 2022). In de akkerbouw en veehouderij zijn technieken voor plaatsspecifieke toepassing zoals spotsprayen in opkomst. Zeker voor de bestrijding van opslagplanten en probleemonkruiden, waarbij glyfosaat een belangrijk herbicide is, kan dit het totale gebruik sterk verminderen.

Daarnaast kan ook een verbeterde kennis van maatregelen die de effectiviteit van de toediening kunnen vergroten, helpen om het totale glyfosaatgebruik te verminderen. Aandacht voor het juiste moment en goede manier van toepassen kan een belangrijke bijdrage leveren om de effectiviteit van bespuitingen te verhogen (Zeeland, 2002). Meer bewustzijn en sturing op de waterkwaliteit waarmee wordt gespoten, kan in veel gevallen resulteren in eenzelfde bestrijdingseffectiviteit bij een lagere dosering van glyfosaat (Bus *et al.*, 2005).

7.4 Noodzaak voor verdere vermindering glyfosaatgebruik

Het verminderen van het gebruik van pesticiden is reeds in Europees en Nederlands beleid vastgelegd, zoals in de Farm-to-Fork en het Uitvoeringsprogramma Toekomstvisie Gewasbescherming 2030. Glyfosaat is een van de meest gebruikte herbiciden en het is daarom noodzakelijk om het gebruik ervan verder te reduceren. Daarnaast is er zowel maatschappelijk als wetenschappelijk discussie over de risico's op het milieu en humane gezondheid die gepaard gaan met het gebruik van glyfosaat. Een reductie van het gebruik van glyfosaat is dus wenselijk en hiermee kan ook de verdere ontwikkeling naar daadwerkelijk geïntegreerde beheersingsstrategieën voor onkruiden worden versterkt. Hiermee wordt de grote afhankelijkheid van ons landbouwsysteem van chemische middelen teruggedrongen, wat op langere termijn een belangrijke stap is naar duurzame en toekomstbestendige teelten.

Op korte termijn zijn er echter toepassingen waarvoor de inzet van glyfosaat noodzakelijk blijft en heeft een brede wettelijke inperking van het gebruik van glyfosaat negatieve gevolgen voor de onkruidbeheersing. De inzet van glyfosaat als incidentele noodmaatregel kan waardevol zijn in de transitie naar minder gebruik van glyfosaat, juist ook met oog op de onzekere factoren zoals weersomstandigheden en arbeidsbeschikbaarheid die bij alternatieven een belangrijk aandachtspunt zijn. De verdere ontwikkeling en praktijkimplementatie van wiedrobots kan ook een belangrijke rol vervullen, omdat hiermee de druk op arbeidsuren kan worden verminderd. Meerjarig onderzoek naar alternatieven voor glyfosaat in systemen waar grondbewerking zoveel mogelijk wordt beperkt, zoals niet-kerende grondbewerking, is nodig. De introductie van systemische herbiciden zoals glyfosaat hebben de brede adaptatie van minimale grondbewerkingssystemen mogelijk gemaakt. Een sterke reductie van glyfosaatgebruik zal in die systemen tot een toename van grondbewerkingen leiden, waardoor de positieve impact op bodemstructuur, bodemleven en vermindering van brandstofverbruik als gevolg van minder intensieve grondbewerking dan niet of minder bereikt wordt (Wynn & Webb, 2022).

Literatuur

Antier, C., Andersson, R., Auskalnienė, O., Barić, K., Baret, P., Besenhofer, G., Calha, I., Carrola Dos Santos, S., De Cauwer, B., Chachalis, D., Dorner, Z., Follak, S., Forristal, D., Gaskov, S., Gonzalez Andujar, J. L., Hull, R., Jalli, H., Kierzek, R., & al. (2020). A survey on the uses of glyphosate in European countries. INRAE. https://doi.org/10.15454/A30K-D531

Antier, C.; Kudsk, P.; Reboud, X.; Ulber, L.; Baret, P.V.; Messéan, A. Glyphosate Use in the European Agricultural Sector and a Framework for Its Further Monitoring. *Sustainability* 2020, *12*, 5682. https://doi.org/10.3390/su12145682

Bus, K., H. Schepers, & M. van Zeeland. 2005. Inventarisatie hulpstoffen gewasbeschermingsmiddelen. Lelystad: PPO-AGV.

Coleman, G., A. Stead, M. Rigter, Z. Xu, D. Johnson, G. Brooker, S. Sukkarieh, and M. Walsh. 2019. Using energy requirements to compare the suitability of alternative methods for broadcast and site-specific weed control. Weed Technology 33: 1-18. http://dx.doi.org/10.1017/wet.2019.32.

Van Dalfsen, P., Kalle, W., de Bruine, A., & van Elk, P. (2022). Alternatieve onkruidbestrijding in de boomgaard. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open teelten; No. WPR-OT-930). Wageningen Plant Research. https://doi.org/10.18174/567561

Gerhards, R., Andújar Sanchez, D., Hamouz, P., Peteinatos, G.G., Christensen, S. & Fernandez-Quintanilla, C. (2022) Advances in site-specific weed management in agriculture—A review. Weed Research, 62, 123–133. Available from: https://doi.org/10.1111/wre.12526

Hengsdijk, H., Riemens, M., Ruigrok, P., van der Maas, R., Leiss, K., & Lotz, B. (2023). Tussenrapportage Kennisimpuls Groene Gewasbescherming 2017-2022. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research; No. WPR-1249). Wageningen Plant Research. https://doi.org/10.18174/632265

LTO Noord. Eindrapportage IPM Glyfosaat fase 2 (2024) https://www.bo-akkerbouw.nl/files/Pdfs-Kennis-en-Innovatie/Project-IPM-Glyfosaat-Eindrapportage.pdf

Van Middelkoop, J. C., & van Schooten, H. (2024). Risk of nitrate leaching at grassland renovation in spring versus autumn in the Netherlands. In C. W. Klootwijk, M. Bruinenberg, M. Cougnon, N. J. Hoekstra, R. Ripoll-Bosch, S. Schelfhout, R. L. M. Schils, T. Vanden Nest, N. van Eekeren, W. Voskamp-Harkema, & A. van den Pol-van Dasselaar (Eds.), Why grasslands?: Proceedings of the 30th General Meeting of the European Grassland Federation Leeuwarden, the Netherlands 9-13 June 2024 (pp. 762-764). (Grassland Science in Europe; Vol. 29). Brill. https://www.europeangrassland.org/fileadmin/documents/Infos/Printed_Matter/Proceedings/EGF2024.pdf

Neve, Paul & Matzrafi, Maor & Ulber, Lena & Baraibar, Barbara & Beffa, Roland & Belvaux, Xavier & Torra, Joel & Mennan, Hüsrev & Ringselle, Björn & Salonen, Jukka & Soukup, Josef & Andert, Sabine & Dücker, Rebecka & Gonzalez, Emilio & Hamouzova, Katerina & Karpinski, Isabella & Travlos, Ilias & Vidotto, Francesco & Kudsk, Per & Mommaertslaan, Jan. (2024). Current and future glyphosate use in European agriculture. Weed Research. 64. 10.1111/wre.12624.

Riemens, M., Sønderskov, M., Moonen, A. C., Storkey, J., & Kudsk, P. (2022). An Integrated Weed Management framework: A pan-European perspective. European Journal of Agronomy, 133, Article 126443. https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126443

Smit, A. B., Jager, J. H., van Everdingen, W. H., & van der Meulen, H. A. B. (2019). Gebruik onkruidbestrijdingsmiddelen en glyfosaat in de land- en tuinbouw. Wageningen Economic Research. https://edepot.wur.nl/472136

Van der Schans, D. A., Bleeker, P. O., Molendijk, L. P. G., Plentinger, M. C., van der Weide, R. Y., Lotz, L. A. P., Bauermeister, R., Total, R., & Baumann, D. T. (2006). Praktisch onkruidbeheer in akkerbouw en vollegrondsgroente zonder chemie. (PPO; No. 350). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. https://edepot.wur.nl/290311

Visscher, I. (2021). Akkervarken als bestrijder van aardappelopslag: Proefverslag akkervarken als bestrijder van aardappelopslag in de Veenkolonien. Wageningen Plant Research. https://edepot.wur.nl/583722

Wesselink, M., Molendijk, L., Evenhuis, B., Kessel, G., Bijker, W., Sprangers, T., Huiting, H., Peters, R., Verstegen, H., Teuns, D., Velt, V., & Riemens, M. (2024). Integrale aanpak voor de akkerbouw op zand, 2020-2023. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten; No. WPR-OT 1100). Wageningen Plant Research. https://doi.org/10.18174/662333

Wynn, S., Webb, E. Impact assessment of the loss of glyphosate within the EU: a literature review. Environ Sci Eur 34, 91 (2022). https://doi.org/10.1186/s12302-022-00667-3

Zeeland, M. G. v., W. v. d. Berg, en R. Y. v. d. Weide. 2002. Kritisch doseren glyfosaat (KP512, 2002). Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Bijlage 1 Glyfosaatgebruik en teeltoppervlak per gewas

	% ha met glyfosaat [1]			totaal beteelde ha's [2]			ha met glyfosaat		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Aardbei	*33*	*69*	*41*	*1010*	*920*	*840*	331	635	343
Appel	*82*	*84*	*78*	6150	5970	5910	5039	4990	4631
Asperge	*21*	*65*	*20*	*3410*	*3310*	*3260*	722	2167	647
Boomkwekerij producten	*76*	*65*	*87*	*3920*	*4060*	*4210*	2991	2648	3677
Chrysant	*70*	*75*	*64*	90	100	100	63	75	64
Cichorei	*83*	*37*	*33*	3850	3840	3510	3193	1428	1147
Consumptieaardappel	*40*	*57*	*41*	76710	71360	76590	30576	40989	31160
Corn Cob Mix	*35*	*27*	*2*	6710	6050	6580	2369	1643	118
Gerst	*38*	*40*	*35*	38690	30080	36860	14758	11986	13082
Gras tbv melkkoeien	*36*	*31*	*28*	977540	983580	969570	354926	308976	270108
Graszaad	*11*	*26*	*18*	10510	10230	9060	1146	2704	1596
Groene erwt	*22*	*34*	*19*	.	.	.			
Haver	*50*	*34*	*19*	1570	1390	1490	784	475	289
Hortensiabloem	*10*	*34*	*43*	120	140	150	13	48	64
Knolselderie	*68*	*72*	*13*	1940	1730	1850	1310	1240	235
Korrelmais	*57*	*0*	*44*	12820	11600	13740	7370	0	6035
Luzerne	*11*	*4*	*4*	7510	7320	6730	817	273	251
Peer	*75*	*75*	*69*	10000	10070	10110	7489	7545	6968
Pompoen	*0*	*0*	*0*	.	.	.			
Pootaardappel	*54*	*53*	*55*	43810	43790	43160	23501	23124	23764
Slaboon	*0*	*33*	*0*	2890	3320	2970	0	1103	0
Snijmais	*11*	*13*	*12*	195760	186120	183270	21208	24649	22312
Spinazie	*20*	*38*	*11*	2210	2440	2100	451	916	236
Suikerbiet	*60*	*61*	*61*	81460	80690	81740	48661	49544	49569
Tarwe	*23*	*26*	*15*	109630	119380	124350	25408	31310	18839
Triticale	*0*	*26*	*15*	1180	1250	1280	0	328	194
Ui	*69*	*66*	*60*	37050	39630	36570	25430	26256	21959
Vlas	*69*	*66*	*36*	2420	1950	240	1661	1292	87
Voederbiet	*21*	*6*	*15*	.	.	.			
Winterwortel	*53*	*27*	*38*	6560	6740	5440	3490	1813	2082
Witlofpen	*61*	*93*	*87*	3140	3470	2960	1902	3239	2585
Zaden	*37*	*4*	*12*	.	.	.			
Zetmeelaardappel	*78*	*78*	*34*	45100	45150	43310	35331	35119	14700
Totale oppervlak				**1693760**	**1685680**	**1677950**	**620940.1**	**586515.2**	**496742.8**

1 Bron: WecR BedrijvenInformatieNet (BIN). Percentage hectares waarop glyfosaat wordt gebruikt, gebaseerd op de bedrijven die in het BIN zijn opgenomen.

2 Bron: CBS Statline – Landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik en arbeid op nationaal niveau (1 okt 2024)
3 Voor grasland is uitgegaan van de gegevens voor melkkoeien.

Bijlage 2 Glyfosaatgebruik per gewas inclusief steekproefgrootte en nul waarnemingen

	aantal steekproef	% bedr. Met glyfosaat	% ha met glyfosaat	w.s. glyfosaat/ha	w.s. glyfosaat/ha (incl 0)	w.s. herb/ha	w.s. herb/ha (incl 0)	aantal steekproef	% bedr met glyfosaat	% ha met glyfosaat	w.s. glyfosaat/ha	w.s. glyfo-saat/ha (incl 0)	w.s. herb/ha	w.s. herb/ha (incl 0)	aantal steekproef	% bedr met glyfosaat	% ha met glyfosaat	w.s. glyfosaat/ha	w.s. glyfo-saat/ha (incl 0)	w.s. herb/ha (incl 0)	w.s. herb/ha (incl 0)
		2020	2020	2020	2020	2020	2020		2021	2021	2021	2021	2021	2021		2022	2022	2022	2022	2022	2022
Aardbei	15	19	33	2.6	0.9	8.6	5.2	16	43	69	2.3	1.6	15.4	11.1	17	35	41	1.9	0.8	4.1	1.8
Appel	23	75	82	1.6	1.3	2.7	2.3	22	73	84	1.4	1.1	2.1	1.8	24	42	78	1.2	1.0	2.1	1.7
Asperge	13	46	21	0.7	0.1	1.6	1.3	11	61	65	0.3	0.2	1.7	1.4	10	42	20	1.4	0.3	1.3	0.8
Boomkwekerij producten	28	57	76	2.1	1.6	3.9	3.2	29	76	65	3.3	2.1	5.3	4.7	44	74	87	2.1	1.9	5.8	5.5
Chrysant	15	25	70	0.8	0.6	1.2	1.0	15	41	75	0.8	0.6	1.2	1.1	12	40	64	1.3	0.8	1.4	1.0
Cichorei	11	86	83	1.6	1.3	3.6	3.5	15	46	37	1.0	0.4	2.5	2.1	15	39	33	1.3	0.4	3.3	2.8
Consumptieaardappel	126	19	40	1.0	0.4	3.3	3.0	117	41	57	0.9	0.5	3.3	3.0	135	24	41	0.9	0.3	3.2	2.9
Corn Cob Mix	11	11	35	0.2	0.1	1.1	1.1	20	6	27	0.6	0.2	1.0	1.0	25	3	2	0.7	0.0	0.6	0.6
Gerst	121	23	38	1.0	0.4	1.5	1.4	107	23	40	0.9	0.4	1.5	1.3	138	20	35	1.0	0.4	1.5	1.2
GPS	13	0	0		0.0	1.2	0.1	10	0	0		0.0	2.4	0.2							
Gras t.b.v. overige graasdieren	173	10	18	0.4	0.1	0.7	0.2	170	9	20	0.3	0.1	0.7	0.2	170	2	2	0.7	0.0	0.7	0.1
Graszaad	64	6	11	1.0	0.1	1.0	0.8	57	25	26	1.1	0.3	1.3	1.2	53	8	18	0.4	0.1	1.0	0.7
Groene erwt	22	18	22	2.6	0.6	1.9	1.6	22	21	34	1.2	0.4	2.0	1.4	21	18	19	1.4	0.3	2.6	1.0
Haver	11	47	50	1.1	0.5	2.2	1.1														

Hortensiabloem	12	13	10	4.7	0.5	2.0	1.3	13	24	34	1.4	0.5	1.8	1.0	15	32	43	2.6	1.1	5.2	2.9
Knolselderie	16	47	68	1.0	0.7	3.4	3.1	15	62	72	0.9	0.6	4.0	3.6	16	24	13	1.6	0.2	2.1	1.4
Korrelmais								10	0	0		0.0	0.9	0.9	11	9	44	0.2	0.1	1.2	1.1
Luzerne	31	10	11	1.6	0.2	1.4	0.2	27	5	4	1.4	0.1	1.6	0.1	29	5	4	1.4	0.1	1.2	0.1
Gras t.b.v. melkkoeien	364	38	36	0.2	0.1	0.3	0.2	347	32	31	0.2	0.1	0.3	0.2	346	29	28	0.2	0.1	0.2	0.1
Peer	22	65	75	1.2	0.9	2.0	1.9	21	72	75	2.2	1.6	2.8	2.3	23	66	69	1.6	1.1	2.3	1.6
Pompoen	15	0	0		0.0		0.0	13	0	0		0.0	0.5	0.0	12	0	0		0.0		0.0
Pootaardappel	116	50	54	0.9	0.5	2.6	2.6	108	54	53	1.1	0.6	2.6	2.5	111	41	55	0.8	0.4	2.4	2.4
Slaboon	13	0	0		0.0	2.2	1.4	18	59	33	1.7	0.6	2.3	1.2	15	0	0		0.0	1.5	0.9
Snijmais	390	11	11	0.8	0.1	1.0	0.9	362	12	13	0.8	0.1	1.0	0.9	367	10	12	0.9	0.1	0.9	0.8
Spinazie	19	13	20	1.3	0.3	3.6	2.2	16	28	38	1.2	0.5	3.6	2.3	13	12	11	1.9	0.2	1.5	1.0
Suikerbiet	219	48	60	1.1	0.6	4.5	4.5	213	54	61	1.1	0.6	4.4	4.3	220	51	61	1.1	0.7	5.1	5.0
Tarwe	187	17	23	0.8	0.2	1.3	1.3	181	19	26	0.8	0.2	1.3	1.3	200	10	15	1.1	0.2	1.2	1.1
Triticale	10	0	0		0.0	0.3	0.1														
Ui	130	59	69	1.4	1.0	4.5	4.2	136	62	66	1.4	0.9	4.6	4.3	124	58	60	1.2	0.7	4.5	4.1
Vlas															11	39	36	1.3	0.5	1.1	1.1
Voederbiet	28	14	21	1.0	0.2	3.6	3.0	24	3	6	1.4	0.1	3.4	3.0	27	9	15	1.2	0.2	3.9	2.9
Winterwortel	37	45	53	1.0	0.5	3.4	2.5	38	11	27	1.3	0.4	2.7	2.0	35	20	38	1.4	0.5	3.5	2.3
Witlofpen	17	52	61	1.4	0.9	3.6	2.9	14	92	93	1.5	1.4	4.0	3.7	14	87	87	1.6	1.4	3.6	3.4
Zaden	13	43	37	3.4	1.3	5.1	2.0	13	2	4	1.4	0.1	1.2	0.3	12	8	12	1.5	0.2	0.9	0.6
Zetmeelaardappel	47	67	78	0.9	0.7	2.9	2.9	46	79	78	0.9	0.7	2.9	2.9	44	62	69	0.9	0.6	3.2	3.2

Bijlage 3 Alternatieven bij het vernietigen van grasland/groenbemesters/vanggewassen

Toepassing glyfosaat	Alternatief	Inschatting effectiviteit alternatief	Effectiviteit[1]	Arbeid[1]	Kosten[1]	Klimaat[1]	# extra bewerking
Graslandvernietiging (zonder kweek)	Mechanisch, frezen	75-100%	0-	-	200 à 400 extra per ha	-	1 – 3
		Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meerdere bewerkingen nodig; hogere kosten				
			Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot				
			Meer afbraak organische stof als gevolg van meerdere bewerkingen van de bouwvoor → meer CO2 uitstoot				
			Mechanische vernietiging bij natte omstandigheden slechter toepasbaar				
			Bij toepassing van niet kerende grondbewerking als hoofdgrond-bewerking grote kans op hergroei van de oude graszode				
Graslandvernietiging (met kweek)	Mechanisch, gras frezen aangevuld met bewerkingen met cultivator of Kvik up om de stolonen zoveel mogelijk boven de grond te leggen en uit te laten drogen	50-75%	-	--	--	--	5 – 8
		Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meerdere bewerkingen nodig; hogere kosten				

			Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot			
			Meer afbraak organische stof als gevolg van meerdere bewerkingen van de bouwvoor → meer CO2 uitstoot			
			Vereist langere periode drogend weer			
Vernietiging groenbemesters/vanggewassen	Mechanisch met cultivator, schijveneg of frees evt. in combinatie met klepelmaaier. Methode/werktuig en aantal werkgangen afhankelijk van ontwikkeling vanggewas en grondsoort.	75-100%	0-	-	150 – 350 euro per ha extra	-
		Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Bij toepassing van niet kerende grondbewerking als hoofdgrondbewerking grote kans op hergroei van het vanggewas; met name voor grasachtige soorten kan dit problemen opleveren			
			Meerdere bewerkingen (aantal afhankelijk van soort en ontwikkeling vanggewas en grondsoort, maar meestal 2 tot 3) nodig t.o.v. doodspuiten met glyfosaat, waarvoor maar één werkgang nodig is.			
			Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot.			
			Meer afbraak organische stof als gevolg van meerdere bewerkingen van de bouwvoor → meer CO2 uitstoot			
			Meer mineralisatie t.g.v. extra grondbewerkingen, waardoor kans op extra nitraatuitspoeling. Speelt voor bij bewerkingen in het najaar en op zandgrond. Deze combinatie komt in de praktijk niet voor i.v.m. vanggewasverplichting			

[1] Inschatting van impact op effectiviteit/arbeid/kosten/klimaat: geen verandering (0), negatief (- / --) of positief (+ / ++)

Bijlage 4 Alternatieven in de akkerbouw

Gewas	Toepassing glyfosaat	Alternatief chemisch of niet-chemisch	Alternatief	Inschatting effectiviteit alternatief m.b.t. vernietiging/bestrijding	Effectiviteit	Arbeid	Kosten	Klimaat	# extra bewerkingen	Alternatieve herbiciden (kandidaten voor vervanging weergegeven in rood)
consumptieaardappel	onkruidbestrijding voor opkomst	chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	70-100%	0-	0-	-	0-		aclonifen, bentazon, clethodim, clomazone, cycloxydim, diflufenican, fluazifop-P-butyl, flufenacet, metobromuron, metribuzin (vanaf 2025 niet meer toegelaten), pendimethalin, propaquizafop, prosulfocarb, pyraflufen-ethyl, quizalofop-P-ethyl, rimsulfuron
pootaardappel	onkruidbestrijding voor opkomst	chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	70-100%	0-	0-	-	0-		aclonifen, clethodim, clomazone, cycloxydim, fluazifop-P-butyl, flufenacet, metobromuron, metribuzin (vanaf 2025 niet meer toegelaten), prosulfocarb, pyraflufen-ethyl, quizalofop-P-ethyl
zetmeelaardappel	onkruidbestrijding voor opkomst	chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	60-100%	-	0-	-	0-		aclonifen, bentazon, clethodim, clomazone, cycloxydim, diflufenican, fluazifop-P-butyl, flufenacet, metobromuron, metribuzin (vanaf 2025 niet meer toegelaten), pendimethalin, prosulfocarb, pyraflufen-

										ethyl, quizalofop-P-ethyl, rimsulfuron
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Omdat glyfosaat niet-selectief is, zal de input aan herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing					
					Kandidaten voor vervanging maken een belangrijk deel van de herbiciden uit					
					alternatieve herbiciden hebben mogelijk ongunstiger milieu profiel					
aardappel (consumptie-, zetmeel- en pootaardappel)	onkruidbestrijding voor opkomst	niet-chemisch	telen van een competitieve groenbemester zodat minder onkruiden zich kunnen vestigen of vermenigvuldigen in de nateelt	50-100%	-	-	0-	+		
					Kosten van een groenbemester zijn in principe hoger, maar wanneer deze toch al geteeld zou worden, zijn de meerkosten t.o.v. glyfosaat beperkt tot neutraal					
		niet-chemisch	kerende grondbewerking, op lichte gronden een kerende grondbewerking in het voorjaar	60-100%	-	0	0	-		
					Niet passend voor NKG					
		niet-chemisch	Mechanische onkruidbestrijding met aangedreven eg en verlate rugopbouw	50-100%	-	-	-	-	1	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Gewas kan na mechanische bestrijding gevoeliger zijn voor vorst of winderosie; vertraagde gewasgroei als gevolg van beschadiging wortels. Afhankelijk van bodemsoort i.v.m. slempgevoeligheid					
					Meerdere bewerkingen nodig					
					Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot					

	onkruidbestrijding na opkomst	niet-chemisch	mechanisch: aanaardend schoffelen, klein onkruid op de rug met eggen	75-100%	0-	-	-	-	2 – 3	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meerdere bewerkingen nodig					
					Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot					
					Op zandgronden zijn vele behandelingen nodig (4-5) om een zelfde effect te krijgen door de hoge onkruiddichtheden: meer gebruik fossiele brandstof, meer CO2 uitstoot, meer kans op beschadiging					
Cichorei	voor zaaibedbereiding / voor opkomst	chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	70-100%	0-	0-	-	0-		clethodim, dimethenamide-P, ethofumesaat, fluazifop-P-butyl, isoxaben, pendimethalin, propaquizafop, propyzamide, rimsulfuron
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Omdat glyfosaat niet-selectief is, zal de input aan herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing					
					beschikbaarheid van pendimethalin als bodemherbicide is belangrijk knelpunt gezien de status als kandidaat voor vervanging					
		niet-chemisch	telen van een competitieve groenbemester zodat minder onkruiden zich kunnen vestigen of vermenigvuldigen in de nateelt	50-100%	-	-	0-	+		
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Kosten van een groenbemester zijn in principe hoger, maar wanneer deze toch al geteeld zou worden, zijn de meerkosten t.o.v. glyfosaat beperkt tot neutraal					
		niet-chemisch	kerende grondbewerking, op lichte gronden een	60-100%	-	0	0	-		

		kerende grondbewerking in het voorjaar						
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Niet passend voor NKG				
	niet-chemisch	vals zaaibed om onkruiddruk te verlagen	60-100%	-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Mogelijk vochtverlies in droge omstandigheden				
				Met name geschikt voor verlagen onkruiddruk van voorjaarskiemers; onkruiden die in later in het seizoen kiemen worden minder effectief bestreden				
				Bij vroeg zaaimoment is een vals zaaibed minder effectief i.v.m. ontbreken van de benodigde kiemtemperatuur voor onkruidkieming				
	niet-chemisch	Voor opkomst thermisch afbranden	70-100%	0-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Hogere inputs van fossiele brandstof (aardgas)				
				Branden is minder of niet effectief op onkruiden met een laag groeipunt zoals bv. grasachtigen, herderstasje, kamille en wortelonkruiden				
		Na opkomst branden met gasbrander vanaf 2-bladstadium	70-100%	0-	-	-	-	1
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Hogere inputs van fossiele brandstof (aardgas)				
				Branden is minder of niet effectief op onkruiden met een laag groeipunt zoals bv. grasachtigen, herderstasje, kamille en wortelonkruiden				
				Risico op plantuitval				

	niet-chemisch	schoffelen vanaf 1e blad	70-100%	0-	-	-	-	1 – 5
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Vorstgevoeligheid en risico op water en winderosie				
				Schoffelen kan een aantasting van Rhizoctonia verergeren als er bij deze bewerkingen grond in de kop van de biet terechtkomt				
				Gewasschade bij te intensieve afstelling				
				Meerdere bewerkingen nodig, afhankelijk van aanvullende maatregelen en eventuele gedeeltelijke inzet herbiciden				
	niet-chemisch	vingerwieden, torsiewieder bij kleinere onkruiden in de rij	70-100%	0-	0-	0-	-	0
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Gewasschade bij te intensieve afstelling				
				Wordt vaak gecombineerd met schoffelen, dus meerdere bewerkingen niet nodig				
				Extra bodembewerking				
	niet-chemisch	volvelds eggen vanaf een ontwikkeld 2-blad stadium	70-100%	0-	-	-	-	1 – 3
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Onkruiden in het kiembladstadium, niet groter				
				Meerdere bewerkingen nodig				
				Weersafhankelijk, niet te nat, niet te droog.				
	Niet-chemisch	Robotwieders bijv. FarmDroid wiedrobot	50-90%	-	0	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Afhankelijkheid van weersomstandigheden neemt toe. Bij nat voorjaar is de effectiviteit en inzet beperkter				
				Robotisering is in opkomst, maar nog niet volledig praktijkrijp.				

		Niet-chemisch	aanaarden (eventueel i.c.m. eggen)	60-90%		-	-	-	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Kan pas nadat de plant zich opricht				
		niet-chemisch	pneumatisch wieden	70-100%		-	-	-	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Droge omstandigheden nodig				
					Werkt enkel op kiemende en kleine onkruiden				
Suikerbiet	voor zaaibedbereiding / voor opkomst	chemisch	telen van een herbicideresistent ras waardoor onkruiden tijdens de teelt met een alternatief herbicide bespoten kunnen worden; voorbeeld: Conviso One systeem	80-100%	0-	0	-	0	clethodim, clomazone, clopyralid, cycloxydim, dimethenamide-P, ethofumesaat, fenmedifam, fluazifop-P-butyl, foramsulfuron, lenacil, metamitron, propaquizafop, quinmerac, quizalofop-P-ethyl, thiencarbazon-methyl
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	glyfosaat wordt vervangen door een ander herbicide; mogelijke opbouw van resistentie tegen alternatieve herbiciden bij veelvuldig gebruik				
					probleemonkruiden kunnen vaak ook grotendeels worden bestreden, maar soms minder effectief				
					Keuze voor een herbicide resistent ras gaat vaak ten koste van andere raseigenschappen; bv. ziekteresistenties waardoor meer fungicidebespuitingen nodig kunnen zijn				
		chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	70-100%	0-	0-	-	-	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Omdat glyfosaat niet-selectief is, zal de input aan herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing				
		niet-chemisch	telen van een competitieve groenbemester zodat	50-100%	-	-	0-	+	

		minder onkruiden zich kunnen vestigen of vermenigvuldigen in de nateelt						
				kosten van een groenbemester zijn in principe hoger, maar wanneer deze toch al geteeld zou worden, zijn de meerkosten t.o.v. glyfosaat beperkt tot neutraal				
	niet-chemisch	kerende grondbewerking, op lichte gronden een kerende grondbewerking in het voorjaar	60-100%	-	0	0	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot				
	niet-chemisch	vals zaaibed om onkruiddruk te verlagen	60-100%	-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Mogelijk vochtverlies in droge omstandigheden				
				Met name geschikt voor verlagen onkruiddruk van voorjaarskiemers				
				Bij vroeg zaaimoment is een vals zaaibed minder effectief i.v.m. ontbreken van de benodigde kiemtemperatuur voor onkruidkieming				
	niet-chemisch	Voor opkomst thermisch afbranden	70-100%	0-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Hogere inputs van fossiele brandstof (aardgas)				
				Branden is minder of niet effectief op onkruiden met een laag groeipunt zoals bv. grasachtigen, herderstasje, kamille en wortelonkruiden				

	niet-chemisch	schoffelen vanaf 4-blad	70-100%	0-	-	-	-	1 – 4
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Vorstgevoeligheid en risico op water en winderosie				
				Schoffelen kan een aantasting van Rhizoctonia verergeren als er bij deze bewerkingen grond in de kop van de biet terechtkomt				
				Gewasschade bij te intensieve afstelling				
				Meerdere bewerkingen nodig, afhankelijk van aanvullende maatregelen en eventuele gedeeltelijke inzet herbiciden				
	niet-chemisch	vingerwieden, torsiewieder bij kleinere onkruiden in de rij	70-100%	0-	0-	0-	-	0
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Gewasschade bij te intensieve afstelling				
				Wordt vaak gecombineerd met schoffelen, dus meerdere bewerkingen niet nodig				
				Extra bodembewerking				
	niet-chemisch	Robotwieders (inter & intra rij) bijv. FarmDroid wiedrobot	50-90%	-	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Kosten tot twee keer hoger bij inzet in de rij t.o.v. van chemische strategie bron: Gerhards et al. (2024)				
				Afhankelijkheid van weersomstandigheden neemt toe. Bij nat voorjaar is de effectiviteit en inzet beperkter				
	niet-chemisch	aanaarden	60-90%	0-	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Aanaarden kan een aantasting van Rhizoctonia verergeren als er bij deze bewerkingen grond in de kop van de biet terechtkomt				

		niet-chemisch	volvelds eggen vanaf het 4 tot 6 blad stadium	70-100%	0-	-	-	-	1 -3	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Onkruiden in het kiembladstadium, niet groter					
					Meerdere bewerkingen nodig					
					Weersafhankelijk, niet te nat, niet te droog.					
		Niet-chemisch	aanbrengen van een mulchlaag van bijvoorbeeld drijfmest	50-80%	-	0-	-	+		
	aardappelopslag bestrijding	chemisch	Pleksgewijs (spotsprayen) glyfosaat	90-100%	0-	0-	0-	0	-	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Nog steeds glyfosaat maar >70% reductie aan inputs; afhankelijk van dichtheid aan opslagplanten					
					Machine moet beschikbaar zijn (bijv. Ecorobotics ARA)					
		niet-chemisch	niet kerende grondbewerking om kans op bevriezing te verhogen	50-60%	-	+	+	+		
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meer kans op nakiemende onkruiden en hogere onkruiddruk in het voorjaar Benodigde effectiviteit is 95-100% i.v.m. bodempathogenen					
		niet-chemisch	aardappelkneuzer	50-70%	-	-	-	-		
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Benodigde effectiviteit is 95-100% i.v.m. bodempathogenen					
zaaiui	voor opkomst	chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	60-100%	0-	0-	-	-		aclonifen, bentazon, isoxaben, fluroxypyr-meptyl, pendimethalin, dimethenamide-P, prosulfocarb, pyridaat, S-metachloor (vanaf 2025 niet meer toegelaten)

			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Omdat glyfosaat niet-selectief is, zal de input aan herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing				
				alternatieve herbiciden hebben mogelijk ongunstiger milieu profiel				
				Bij het wegvallen van kandidaten voor vervanging is onkruidbestrijding een knelpunt Bron: Hengstdijk et al. (2023), Wesselink et al. (2024)				
	niet-chemisch	kerende grondbewerking, op lichte gronden een kerende grondbewerking in het voorjaar	60-100%	-	0	0	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot				
	niet-chemisch	vals zaaibed om onkruiddruk te verlagen	60-100%	-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Mogelijk vochtverlies in droge omstandigheden				
				Met name geschikt voor verlagen onkruiddruk van voorjaarskiemers				
				Bij vroeg zaaimoment is een vals zaaibed minder effectief i.v.m. ontbreken van de benodigde kiemtemperatuur voor onkruidkieming				
	niet-chemisch	Mulchen op de rij (bv. met compost)	40-80%	-	-	-	+	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Compostkwaliteit moet stabiel zijn				
				Slecht te combineren met mechanische onkruidbestrijding kort langs of in de rij				

	niet-chemisch	Gezaaide uien op perspotten uitplanten						
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Verhoogde kosten door opkweek en uitplanten				
				Mogelijk andere markt nodig bij vroege levering				
		eggen, vlak na zaai, bij voldoende diep gezaaid (3cm)	70-100%	0-	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	gewasschade en opbrengstverlies				
				beperkte rijsnelheid				
		eggen, na opkomst, bij eerste echte blad en voldoende verankering gewas	70-100%	0-	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	gewasschade en opbrengstverlies				
				beperkte rijsnelheid				
		schoffelen (vanaf zichtbaarheid rijen) i.c.m. bredere rij afstand	70-95%	-	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	gewasschade en opbrengstverlies				
				Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot				
	niet-chemisch	voor opkomst thermisch	70-100%	0-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Hogere inputs van fossiele brandstof (aardgas)				
				Branden is minder of niet effectief op onkruiden met een laag groeipunt zoals bv. grasachtigen, herderstasje, kamille en wortelonkruiden				

	niet-chemisch	na opkomst thermisch (tot 2 blad stadium)	70-100%	0-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Hogere inputs van fossiele brandstof (aardgas)				
				Branden is minder of niet effectief op onkruiden met een laag groeipunt zoals bv. grasachtigen, herderstasje, kamille en wortelonkruiden				
				Risico op gewasschade en verminderde kwaliteit van de bol				
		Intrarijwieders schoffel, vingerwieder of torsiewieder	70-100%	0-	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	gewasschade en opbrengstverlies				
				Meerdere bewerkingen nodig				
				Weersafhankelijk, niet te nat, niet te droog.				
				Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot				
				i.c.m. korstvorming kan gewasschade/uitval van plantjes optreden				
		geautomatiseerde intra rijwieders	70-100%	0	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Kosten				
				Meerdere bewerkingen nodig				
				Weersafhankelijk, niet te nat, niet te droog.				
				Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot				
	niet-chemisch	Robotwieders (inter & intra rij) bijv. Ekobot wiedrobot	30-60%	--	-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Lage effectiviteit in uien; techniek nog niet voldoende ontwikkeld				

					Afhankelijkheid van weersomstandigheden neemt toe. Bij nat voorjaar is de effectiviteit en inzet beperkter				
					Beschikbaarheid van machines				
	aardappelopslag bestrijding	chemisch	Pleksgewijs (spotsprayen) glyfosaat	90-100%	0	0-	0-	0	-
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Nog steeds glyfosaat maar >70% reductie aan inputs; afhankelijk van dichtheid aan opslagplanten				
					Machine moet beschikbaar zijn (bijv. Ecorobotics ARA)				
		niet-chemisch	niet kerende grondbewerking om kans op bevriezing te verhogen	50-60%	-	+	+	+	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meer kans op nakiemende onkruiden en hogere onkruiddruk in het voorjaar Benodigde effectiviteit is 95-100% i.v.m. bodempathogenen				
		niet-chemisch	aardappelkneuzer	50-70%	-	-	-	-	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Benodigde effectiviteit is 95-100% i.v.m. bodempathogenen				
wortelen	voor zaai / voor opkomst	chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	60-100%	0-	0-	-	-	aclonifen, clethodim, clomazone, cycloxydim, fluazifop-P-butyl, metribuzin (vanaf 2025 niet meer toegelaten), pendimethalin, prosulfocarb
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Omdat glyfosaat niet-selectief is, zal de input aan herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing				
					alternatieve herbiciden hebben mogelijk ongunstiger milieu profiel				
					Bij het wegvallen van kandidaten voor vervanging is onkruidbestrijding een knelpunt Bron: Hengstdijk et al. (2023), Wesselink et al. (2024)				

	niet-chemisch	Later zaaien waardoor kiemperiode onkruiden verkort wordt en wortelen een snellere initiële groei hebben.	50-80%	-	0	0	0	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Enkel effectief voor voorjaarskiemende onkruiden				
	niet-chemisch	kerende grondbewerking, op lichte gronden een kerende grondbewerking in het voorjaar	60-100%	-	0	0	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot				
	niet-chemisch	vals zaaibed om onkruiddruk te verlagen	60-100%	-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief				
				Mogelijk vochtverlies in droge omstandigheden				
				Met name geschikt voor verlagen onkruiddruk van voorjaarskiemers				
				Bij vroeg zaaimoment is een vals zaaibed minder effectief i.v.m. ontbreken van de benodigde kiemtemperatuur voor onkruidkieming				
	niet-chemisch	voor opkomst thermisch	70-100%	0-	-	-	-	1 – 2
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Hogere inputs van fossiele brandstof (aardgas)				

					Branden is minder of niet effectief op onkruiden met een laag groeipunt zoals bv. grasachtigen, herderstasje, kamille en wortelonkruiden					
		niet-chemisch	schoffelen met kantschoffel in ruggenteelt (klei)	70-100%	-	-	-	-		
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief					
					Vorstgevoeligheid en risico op water- en winderosie					
					Schoffelen kan een aantasting van Rhizoctonia verergeren als er bij deze bewerkingen grond in de kop van de biet terechtkomt					
					Gewasschade bij te intensieve afstelling					
					Meerdere bewerkingen nodig, afhankelijk van aanvullende maatregelen en eventuele gedeeltelijke inzet herbiciden					
Granen (tarwe, gerst, haver)	voor zaai / voor opkomst	chemisch	inzet van herbiciden tijdens de teelt	80-100%	0-	0-	0-	0-		zie tabel 9 voor chemische alternatieven
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Omdat glyfosaat niet-selectief is, zal de input aan herbiciden waarschijnlijk toenemen. Dit kan als gevolg van meerdere toepassingen of een verhoging van de doseringen per toepassing					
					alternatieve herbiciden hebben mogelijk ongunstiger milieu profiel					
		niet-chemisch	wiedeggen / rotorwieden	75-100%	0-	-	-	-	2 – 4	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Onkruiden in het kiembladstadium, niet groter					
					Meerdere bewerkingen nodig, afhankelijk van aanvullende maatregelen en eventuele gedeeltelijke inzet herbiciden					
					Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief					
		niet-chemisch	schoffelen, i.c.m. grotere rijafstand	70-100%	0-	0	-	-	1 – 3	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meerdere bewerkingen nodig, afhankelijk van aanvullende maatregelen en eventuele gedeeltelijke inzet herbiciden					

				Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief			
				Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot			
stoppel	nNiet-chemisch	schijveneg, cultivator	60-100%		1	1 à 2	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meerdere bewerkingen nodig → verlies organische stof			
				Weersafhankelijk: onder natte of droge omstandigheden minder effectief			
				Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot			
				Minder effectief voor de bestrijding van wortelonkruiden in het bouwplan. Bij bewerking kunnen wortelonkruiden worden verspreid en vermeerderd			
	niet-chemisch	Onkruidzaadvorming voorkomen (bv. CombCut) of zaden afvoeren (bv. topcut collect)		0-	0-	0-	1
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Werkt goed tegen breedbladige onkruiden tijdens de teelt, grasachtige soorten worden niet bestreden			
				Bij het afmaaien van de schieters aan het einde van de teelt, moeten de zaden nog niet levensvatbaar zijn of worden afgevoerd			

[1] Inschatting van impact op effectiviteit/arbeid/kosten/klimaat: geen verandering (0), negatief (- / --) of positief (+ / ++)

Bijlage 5 Alternatieven bij graslandvernieuwing

Toepassing glyfosaat	Alternatief chemisch of niet-chemisch	Alternatief	Inschatting effectiviteit alternatief	Effectiviteit[1]	Arbeid[1]	Kosten[1]	Klimaat[1]	# extra bewerking
Graslandvernieuwing	niet-chemisch	Mechanisch (combinatie van schijveneg, frees, rotorkopeg, cultivator) gevolgd door ploegen	70-100%	0-	-	400 – 550 euro extra (ha)	-	2 à 3
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Meerdere bewerkingen nodig, met verschillende machines				
				Vereist relatief droge omstandigheden in periode voorafgaand aan bewerkingen (4-6 weken)				
				In NKG-systemen is effectiviteit mogelijk lager, waarbij als gevolg van niet ploegen in de volgteelt waarschijnlijk meer herbiciden worden toegepast voor bestrijding grassen.				
				Verhoogd risico op nitraatuitspoeling				
				Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot.				
				Meer afbraak organische stof als gevolg van meerdere bewerkingen van de bouwvoor → meer CO2 uitstoot				
				Hogere kosten t.g.v. meerdere bewerkingen				
	niet-chemisch	Meer nadruk op preventieve maatregelen: - Geen zware snedes maaien, trage hergroei van de goede grassen voorkomen - Bij droogte beregenen, concurrentiekracht van goede grassen op peil houden - Regelmatig beweiden, beweiden stimuleert uitstoeling van goede grassen	25-50%	-	0-	0-	+	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Geen/nauwelijks				

	chemisch	Plaatsspecifiek bestrijden van wortelonkruiden (bijv. kweek of ridderzuring)	90-100%	0	0-	0-	+	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Nog steeds glyfosaat nodig, wel aanzienlijke beperking van inputs (70-95%)				
				Spotsprayer zijn de afgelopen jaren ontwikkeld, maar zijn nog niet breed beschikbaar				
Graslandvernieuwing bij kweek	niet-chemisch	Mechanisch, oude grasmat frezen aangevuld met bewerkingen met cultivator of Kvik up om de stolonen zoveel mogelijk boven de grond te leggen en uit te laten drogen	50-75%	-	--	--	--	5 – 8
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Onvoldoende bekend met goed werkende mechanische methoden				
				Meerdere bewerkingen nodig, bovenop extra bewerking voor mechanisch onderwerken ook aanvullende bewerkingen nodig voor uitputting kweek				
				Vereist langere periode drogend weer, met name ook voor een effectieve bestrijding van de kweekstolonen.				
				Verhoogd risico op nitraatuitspoeling bron: van Middelkoop, J. C., & van Schooten, H. (2024)				
				Meer fossiele brandstof nodig → meer CO2 uitstoot.				
				Meer afbraak organische stof als gevolg van meerdere bewerkingen van de bouwvoor → meer CO2 uitstoot				
				Hogere kosten t.g.v. meerdere bewerkingen. Daarnaast ook hogere kosten als gevolg van een langere periode zonder gewas				
		Meer nadruk op preventieve maatregelen: - Geen zware snedes maaien, trage hergroei van de goede grassen voorkomen	25-50%	--	0-	0-	+	

	- Bij droogte beregenen, concurrentiekracht van goede grassen op peil houden - Regelmatig beweiden, beweiden stimuleert uitstoeling van goede grassen		
		Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Geen/nauwelijks

[1] Inschatting van impact op effectiviteit/arbeid/kosten/klimaat: geen verandering (0), negatief (- / --) of positief (+ / ++)

Bijlage 6 Bloembollen

Gewas	Toepassing glyfosaat	Alternatief chemisch of niet-chemisch	Alternatief	Effectiviteit[1]	Arbeid[1]	Kosten[1]	Klimaat[1]	Alternatieve herbiciden (kandidaten voor vervanging in rood)
tulp	onkruidbestrijding voor opkomst	chemisch	herbiciden	-	0-	-	-	isoxaben, metamitron, fenmedifam, metobromuron, quinmerac, tembotrione, dimethenamide-P, pendimethalin
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Onkruidbestrijding berust met name op bodemherbiciden, waarvan Stomp en Wing P beide de w.s. pendimethalin (CfS) bevatten.				
			strodek of alternatieve bodembedekking	-	0-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	grond in voorjaar blijft koud, waardoor stikstoflevering later is				
lelie		chemisch	herbiciden	-	-	-	-	isoxaben, clethodim, fenmedifam, metobromuron, tembotrione, metamitron, quinmerac ,rimsulfuron, pendimethalin, dimethenamide-P
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Onkruidbestrijding berust met name op bodemherbiciden, waarvan Stomp en Wing P beide de w.s. pendimethalin (CfS) bevatten.				
		niet-chemisch	wiedeggen	-	--	--	-	
				Wiedeggen in lelies lijkt een mogelijk alternatief, maar ervaringen nog beperkt in onderzoek. Met name weersafhankelijkheid en het aantal benodigde extra bewerkingen (kosten en arbeid) verhinderen adoptie.				
				Forse toename aantal grondbewerkingen, met meer verlies van organische stof				
		niet-chemisch	strodek of alternatieve bodembedekking	-	0-	-	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Maatregelen lastig te combineren met o.a. mechanische technieken				

[1] Inschatting van impact op effectiviteit/arbeid/kosten/klimaat: geen verandering (0), negatief (- / --) of positief (+ / ++)

Bijlage 7 Alternatieven in fruit en boomteelt

Gewas	Toepassing glyfosaat	Alternatief chemisch of niet-chemisch	Alternatief	Inschatting effectiviteit alternatief mbt vernietiging/bestrijding	Effectiviteit	Arbeid	Kosten	Klimaat	benodigde bewerkingen
Appel / peer	Strokentoepassing	chemisch	herbiciden		-	0-	-	0-	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	inzet van andere beschikbare herbiciden				
					lagere effectiviteit t.o.v. glyfosaat omdat middelen selectief zijn				
		niet-chemisch	mulchen in de rij		-	-	-	+	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	na verloop van tijd wordt effectieve minder afhankelijk van het type mulch. Schone zwartstrook moet als uitgangspunt dienen. bron: Dalfsen et al (2022)				
					een mulchlaag kan een schuilplaats bieden voor ongedierte en mogelijk een overlevingsplek zijn voor pathogenen				
		niet-chemisch	vergrassen of levende bodembedekker in de gewasstrook		-	-	-	+	
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Maaien is nodig om competitie met het gewas te voorkomen. Langjarige effecten van maaien op verschuiving van onkruidpopulatie naar meerjarige soorten nog onvoldoende bekend.				
					Verhoogd risico op vestiging van ziekten en plagen.				
		niet-chemisch	Ladurner	70-100%	0-	--	--	-	2 à 4 (in combinatie met andere technieken)

			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	meerdere mechanische behandelingen nodig bron: Dalfsen et al (2022)				
				weersafhankelijkheid neemt toe				
				meer grondbewerking en verstoring --> effect op natuurlijke vijanden zoals oorwormen				
				vraagt een forse investering door telers, beschikbaarheid is nog beperkt				
		Draadjesmachnie	70-100%	0-	--	--	-	2 à 4 (in combinatie met andere technieken)
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	meerdere mechanische behandelingen nodig bron: Dalfsen et al (2022)				
				weersafhankelijkheid neemt toe				
				meer grondbewerking en verstoring --> effect op natuurlijke vijanden zoals oorwormen				
				achterblijven van plastic deeltjes door slijtage van de draadjes in de maaier				
				mogelijke verandering van onkruidpopulatie naar meer meerjarige soorten, die lastiger zijn te beheersen				
				vraagt een forse investering door telers, beschikbaarheid is nog beperkt				
	niet-chemisch	Vingerwieden, torsiewieder of schoffelen	60-100%	-	-	--	-	
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	meerdere mechanische behandelingen nodig				
				weersafhankelijkheid neemt toe				
				meer grondbewerking en verstoring --> effect op natuurlijke vijanden zoals oorwormen				

		niet-chemisch	Thermische onkruidbeheersing	60-100%	-	-	-	--
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Vooral effectief op kleinere onkruiden; wortelonkruiden worden minder goed bestreden			
					Hoge energiebehoefte (fossiele brandstof --> CO2 uitstoot)			
					technieken niet voldoende doorontwikkeld en voor de praktijk nog niet beschikbaar			
Laanbomen	Strokentoepassing	chemisch	herbiciden		-	0-	-	0-
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	inzet van andere besschikbare herbiciden, afhankelijk van teelt			
					lagere effectiveit t.o.v. glyfosaat omdat middelen selectief zijn			
		niet-chemisch	mulchen in de rij		-	-	-	+
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	na verloop van tijd wordt bedekking minder, dus beperkte effectiviteitsduur			
					een mulchlaag kan een schuilplaats bieden voor ongedierte en mogelijk een overlevingsplek zijn voor pathogenen			
		niet-chemisch	mechanisch, schoffelen / vingerwieden / borstelen	70-100%	0-	-	-	-
				Mogelijke obstakels alternatief praktijk	meerdere mechanische behandelingen nodig			
					weersafhankelijkheid neemt toe			
					meer grondbewerking			
					kans op schade aan bomen; dit is een belangrijk kwaliteitsaspect waardoor het product niet meer verkoopbaar of verminderde waarde heeft			
		niet-chemisch	Thermische onkruidbeheersing		-	-	-	--

			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Vooral effectief op kleinere onkruiden; wortelonkruiden worden minder goed bestreden			
				Hoge energiebehoefte (fossiele brandstof --> CO2 uitstoot)			
				technieken niet voldoende doorontwikkeld en voor de praktijk nog niet beschikbaar			
	chemisch	Pleksgewijs glyfosaat met precisiietechniek	80-100%	0-	0-	-	+
			Mogelijke obstakels alternatief praktijk	Ontwikkeling van bestaande technieken vanuit andere sectoren is in opkomst (bv. Weed-it) om enkel de groene delen te bespuiten i.p.v. de hele strook. Echter nog niet praktijkrijp en breed beschikbaar			
				nog steeds gebruik van glyfosaat			

[1] Inschatting van impact op effectiviteit/arbeid/kosten/klimaat: geen verandering (0), negatief (- / --) of positief (+ / ++)

Bijlage 8 Alternatieve herbiciden in granen

gewas	toegelaten middelen (kandidaten voor vervanging in rood)
wintertarwe	aclonifen, amidosulfuron, Bensulfuron-methyl, bentazon, bifenox, carfentrazon-ethyl, clodinafop-propargyl, clopyralid, diflufenican, ethofumesaat, fenoxaprop-P-ethyl, florasulam, flufenacet, fluroxypyr-meptyl, Halauxifen-methyl, isoxaben, joodsulfuronmethylnatrium, MCPA, mecoprop-P, mesosulfuron-methyl, metsulfuron-methyl, pendimethalin, Picolinafen, pinoxaden, propaquizafop, prosulfocarb, pyroxsulam, thiencarbazon-methyl, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, tritosulfuron
wintergerst	Bensulfuron-methyl, bentazon, bifenox, carfentrazon-ethyl, clopyralid, diflufenican, fenoxaprop-P-ethyl, florasulam, flufenacet, fluroxypyr-meptyl, Halauxifen-methyl, isoxaben, MCPA, mecoprop-P, metsulfuron-methyl, pendimethalin, Picolinafen, pinoxaden, propaquizafop, prosulfocarb, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, tritosulfuron
zomertarwe	amidosulfuron, Bensulfuron-methyl, bentazon, bifenox, carfentrazon-ethyl, clopyralid, diflufenican, fenoxaprop-P-ethyl, florasulam, flufenacet, fluroxypyr-meptyl, Halauxifen-methyl, joodsulfuronmethylnatrium, MCPA, mecoprop-P, mesosulfuron-methyl, metsulfuron-methyl, pendimethalin, pinoxaden, propaquizafop, pyroxsulam, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, tritosulfuron
zomergerst	Bensulfuron-methyl, bentazon, bifenox, carfentrazon-ethyl, clopyralid, diflufenican, fenoxaprop-P-ethyl, florasulam, flufenacet, fluroxypyr-meptyl, Halauxifen-methyl, MCPA, mecoprop-P, metsulfuron-methyl, pendimethalin, pinoxaden, propaquizafop, thifensulfuron-methyl, tribenuron-methyl, tritosulfuron
haver	Bensulfuron-methyl, bentazon, clopyralid, diflufenican, florasulam, fluroxypyr-meptyl, isoxaben, MCPA, mecoprop-P, metsulfuron-methyl, pendimethalin, propaquizafop, tribenuron-methyl, tritosulfuron

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 10??

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.