

# **Vakdidactiek Opdracht SSI**

## **Docentenhandleiding: Pesticides en Glyfosaat**

Docenten-in-opleiding-scheikunde

Datum 4 juni 2025 TU Eindhoven

## Inleiding

Het doel van deze lessenserie is om aan de hand van een wetenschappelijk onderwerp maatschappelijke leerdoelen aan de leerlingen mee te geven. Hier wordt het onderwerp “Glyfosaat als pesticide” gebruikt om de leerlingen te leren een met betrouwbare bronnen onderbouwde mening te vormen. Een stelling uit de StemWijzer wordt gebruikt als voorbeeld van een maatschappelijk relevante kwestie en hoe deze kwestie voor een groot deel stemmers snel over het hoofd kan worden gezien, gezien een StemWijzer vaak in enkele minuten in wordt gevuld. Zo geven we de leerlingen mee dat hun mening belangrijk is.

De leerlingen gaan zich in 2 lesuren van 50 minuten verdiepen in het SSI (Social Scientific Issues) onderwerp: “Glyfosaat als pesticide” waarbij de leerlingen aan de hand van literatuur en nieuwsbronnen leren een onderbouwde mening te vormen. Uiteindelijk zullen de leerlingen vanuit de interesse van verschillende belanghebbenden een poster maken en deze presenteren in een mini-postermarkt. Voor deze lessenserie is voorkennis nodig over de chemie van het leven. Afhankelijk van de school en methode die gebruikt wordt is deze lessenserie dus bedoeld voor leerlingen van vwo5 of vwo6.

### Theoretische achtergrond

Glyfosaat is de werkzame stof in de onkruidverdelger Roundup, die in de jaren 70 door het Amerikaanse bedrijf Monsanto op de markt werd gebracht. De stof werkt door de zogeheten shikimateroute te verstoren die voor planten vitaal is. Met deze syntheseroute maken planten de aromatische aminozuren fenylalanine, tyrosine en tryptofaan aan. Dit zijn essentiële aminozuren die door mensen en dieren uit de voeding worden gehaald. Omdat mensen en dieren de aminozuren niet zelf kunnen aanmaken, maken ze ook geen gebruik van de shikimateroute, waardoor glyfosaat een specifieke werking op planten heeft.

De structuur van glyfosaat lijkt op die van het molecuul PEP, dat bij de shikimateroute wordt ingebouwd. Hierdoor kan het zich binden aan het enzym EPSPS (EPSPS of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase), dat deze stap normaal gesproken katalyseert, en het enzym competitief inhiberen. Hierdoor wordt de syntheseroute geblokkeerd, waardoor de plant geen aromatische aminozuren meer kan aanmaken voor de eiwitsynthese en uiteindelijk sterft.

Glyfosaat doodt alle soorten planten, waardoor het op zichzelf niet geschikt is voor het beschermen van gewassen. Het aanbrengen van de stof zonder daarbij gewassen te besmetten is te arbeidsintensief om de moeite waard te zijn. Om dit probleem op te lossen heeft Monsanto ook “Roundup Ready” gewassen op de markt gebracht. Dit zijn genetisch gemodificeerde gewassen met genen van een glyfosaat-resistente bacterie. Doordat de combinatie van glyfosaat en “Roundup Ready” gewassen zo goed werkt,

wordt er maar weinig onderzoek gedaan naar alternatieve pesticiden, maar tegelijkertijd duiken er wel steeds meer soorten onkruid met een natuurlijke resistentie tegen glyfosaat op.

## Appendix 1: Lesvoorbereidingsformulier SSI les volgens 5E-model

### Algemeen

Klas: 5/6-vwo	Lesuur: -	Lokaal: -	Datum: -
Onderwerp: Glyfosaat (Social Scientific Issues)			

### DOELEN: Wat en Waarom

*Wat wil je dat je leerlingen leren over het onderwerp van deze les? Formuleer concrete leerdoelen: "Na de les kan de leerling ...".*

*Waarom is het belangrijk dat ze dit weten/kunnen? (relevantie van de leerstof m.b.t. kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen)*

### Leerdoelen

#### *a. Kennis leerdoelen*

- De leerling weet wat chemische bestrijdingsmiddelen zijn
- De leerling kan relevante (stof)eigenschappen koppelen aan de toepassing van een stof
- De leerling kan de werking van glyfosaat op microniveau verklaren

#### *b. Vaardigheid leerdoelen*

- De leerling kan kritisch omgaan met bronnen

### Relevantie van de leerstof (kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen)

#### • **Subdomein A9: Waarderen en oordelen**

De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

### LERENDEN: Mogelijkheden en beperkingen

*Bestudeer het onderwerp van de les met betrekking tot: 1) noodzakelijke voorkennis, cognitieve en motorische vaardigheden en houding van de leerlingen, 2) mogelijk aanwezige alternatieve leerling denkbeelden. Wat vinden je leerlingen makkelijk en moeilijk aan het onderwerp van deze les? (baseer je verwachting op de antwoorden van 1 en 2)*

*Welke andere mogelijkheden en beperkende factoren in de beginsituatie (vb. klaslokaal, sfeer in de klas, groepsgerichtheid, zelfstandigheid, verschillen tussen leerlingen, je eigen kennis van het onderwerp, je ontwikkeling als docent) beïnvloeden je onderwijs over dit onderwerp?*

### Aandachtspunten m.b.t. beginsituatie (leerling kenmerken en contextfactoren):

- Om de werking van glyfosaat te begrijpen is voorkennis van aminozuren en eiwitten nodig. Hiervoor moeten de leerlingen het hoofdstuk “Chemie van het leven” in ieder geval gedeeltelijk hebben behandeld. Afhankelijk van de school is dat dus in de vijfde of zesde klas.
- Om de context vanuit verschillende maatschappelijke perspectieven te bekijken maken de leerlingen gebruik van door de docent verstrekte bronnen. Hiervoor is dus geen extra voorkennis nodig, maar het is wel mogelijk dat leerlingen door bijvoorbeeld hun thuissituatie wel al voorkennis of een mening over de stelling hebben. Hier moet de docent op voorbereid zijn.
- In gebieden waar veel ouders in de landbouw werken zullen meer leerlingen bekend zijn met chemische bestrijdingsmiddelen en er ook van afhankelijk zijn. Hierdoor kunnen ze een sterkere mening hebben dan leerlingen die voor het eerst kennismaken met glyfosaat.
- Aan de andere kant kunnen leerlingen met een veganistische levensstijl in het algemeen tegen het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen zijn, omdat deze schadelijk kunnen zijn voor insecten en andere dieren.
- In de les kunnen ook de mogelijke schadelijke gevolgen naar voren komen van het gebruik van glyfosaat in de landbouw, waaronder kanker en de ziekte van Parkinson. Er kunnen leerlingen in de klas zitten bij wie deze ziektes in de directe omgeving voorkomen. Hiermee moet rekening gehouden worden.

### Onderwijsaanpak

*Welke van de 5E fasen komen in deze les aan bod? Wat zijn de verbanden en wisselwerkingen tussen deze fasen onderling en de fasen die in andere lessen aan bod komen?*

- *Betrokkenheid, Verkenning en Uitleg*

*Beschrijf per fase de aanpak (vb, didactische werkvormen, onderwijsleermiddelen, verbale/visuele stimuli, representaties, lesmaterialen, groepsindeling, lokaalopstelling)*

- *Betrokkenheid/Uitleg:* De docent trekt de aandacht van de leerlingen met een filmpje, en geeft daar ook extra context bij
- *Verkenning:* De leerlingen bedenken zelf welke (stof)eigenschappen van belang zijn bij pesticiden
- *Verkenning:* Als huiswerk krijgen leerlingen de opdracht twee artikelen te lezen en te analyseren. Deze artikelen vormen de basis voor de opdracht van de volgende les.

*Onderbouw je keuzes en leg uit hoe je aanpak het realiseren van de leerdoelen ondersteunt en hoe je tegemoet aan de mogelijkheden en beperkingen van de beginsituatie.*

- De video dient als uitleg voor wat chemische bestrijdingsmiddelen zijn, en de daaropvolgende instructie geeft meer scheikundige diepgang. Hiermee worden de kennis-leerdoelen vervuld.
- Het lezen van de artikelen en het bespreken daarvan is een oefening in het kritisch beoordelen van bronnen.

### Toetsen

*Hoe kom je (tijdens de les) achter het leerresultaat (begrip of verwarring van je leerlingen) m.b.t. de leerdoelen?*

*Denk aan beoordeling van de **kennis** en **vaardigheid** leerdoelen.*

De leerlingen maken de vragen over de werking van glyfosaat in groepjes, waardoor de docent aan de hand van het overleg de denkstappen van de leerlingen kan volgen. De docent kan beslissen om de antwoorden achteraf digitaal met de leerlingen te delen, of in het geval van een veel gemaakte fout de relevante vraag klassikaal bespreken.

## Lesvoorbereidingsformulier SSI les volgens 5E-model

### Algemeen

Klas: 5/6-vwo	Lesuur: -	Lokaal: -	Datum: -
Onderwerp: Glyfosaat (Social Scientific Issues)			

### DOELEN: Wat en Waarom

*Wat wil je dat je leerlingen leren over het onderwerp van deze les? Formuleer concrete leerdoelen: "Na de les kan de leerling ...".*

*Waarom is het belangrijk dat ze dit weten/kunnen? (relevantie van de leerstof m.b.t kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen)*

### Leerdoelen

- a. Kennis leerdoelen
  - N.v.t.
- b. Vaardigheid leerdoelen
  - De leerling kan kritisch omgaan met bronnen
  - De leerling kan een met argumenten onderbouwde mening vormen over een stelling met natuurwetenschappelijke aspecten
  - De leerling kan een chemische context vanuit meerdere maatschappelijke perspectieven benaderen

### Relevantie van de leerstof (kerndoelen/eindtermen en betekenis voor leerlingen)

- **Subdomein A9: Waarderen en oordelen**  
De kandidaat kan in contexten een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen wetenschappelijke argumenten, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.

### LERENDEN: Mogelijkheden en beperkingen

*Bestudeer het onderwerp van de les met betrekking tot: 1) noodzakelijke voorkennis, cognitieve en motorische vaardigheden en houding van de leerlingen, 2) mogelijk aanwezige alternatieve leerling denkbeelden. Wat vinden je leerlingen makkelijk en moeilijk aan het onderwerp van deze les? (baseer je verwachting op de antwoorden van 1 en 2)*

*Welke andere mogelijkheden en beperkende factoren in de beginsituatie (vb. klaslokaal, sfeer in de klas, groepsgerichtheid, zelfstandigheid, verschillen tussen leerlingen, je eigen kennis van het onderwerp, je ontwikkeling als docent) beïnvloeden je onderwijs over dit onderwerp?*

### Aandachtspunten m.b.t. beginsituatie (leerling kenmerken en contextfactoren):

- De beginsituatie is anders dan voor de eerste les in die zin dat de leerlingen nu een les gehad hebben over glyfosaat en kritisch naar bronnen kijken. De andere mogelijke voorkennis is onveranderd.
- Om de context vanuit verschillende maatschappelijke perspectieven te bekijken maken de leerlingen gebruik van door de docent verstrekte bronnen. Hiervoor is dus geen extra voorkennis nodig, maar het is wel mogelijk dat leerlingen door bijvoorbeeld hun thuissituatie wel al voorkennis of een mening over de stelling hebben. Hier moet de docent op voorbereid zijn.
- In gebieden waar veel ouders in de landbouw werken zullen meer leerlingen bekend zijn met chemische bestrijdingsmiddelen en er ook van afhankelijk zijn. Hierdoor kunnen ze een sterkere mening hebben dan leerlingen die voor het eerst kennismaken met glyfosaat.
- Aan de andere kant kunnen leerlingen met een veganistische levensstijl in het algemeen tegen het gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen zijn, omdat deze schadelijk kunnen zijn voor insecten en andere dieren.
- In de les kunnen ook de mogelijke schadelijke gevolgen naar voren komen van het gebruik van glyfosaat in de landbouw, waaronder kanker en de ziekte van Parkinson. Er kunnen leerlingen in de klas zitten bij wie deze ziektes in de directe omgeving voorkomen. Hiermee moet rekening gehouden worden.

### Onderwijsaanpak

*Welke van de 5E fasen komen in deze les aan bod? Wat zijn de verbanden en wisselwerkingen tussen deze fasen onderling en de fasen die in andere lessen aan bod komen?*

- *Uitwerking en Evaluatie*

*Beschrijf per fase de aanpak (vb, didactische werkvormen, onderwijsleermiddelen, verbale/visuele stimuli, representaties, lesmaterialen, groepsindeling, lokaalopstelling)*

- *Uitwerking:* De leerlingen hebben zich met het huiswerkartikel verder verdiept in de materie en leren belanghebbende partijen te identificeren en de voor- en nadelen van het gebruik van of verbod op glyfosaat te bestuderen.
- *Evaluatie:* Doordat de leerlingen in groepjes een poster presentatie hebben gegeven en de stemwijzer opnieuw hebben ingevuld leren ze te reflecteren op zichzelf. Hebben ze iets nieuws ontdekt? Zijn ze van mening veranderd?

*Onderbouw je keuzes en leg uit hoe je aanpak het realiseren van de leerdoelen ondersteunt en hoe je tegemoet aan de mogelijkheden en beperkingen van de beginsituatie.*

Het ontwikkelen van een poster voor een belanghebbende partij en de postermarkt zorgen ervoor dat de leerlingen zelf gaan verwoorden wat de voor- en nadelen voor een belanghebbende partij zijn. Ze gaan inzien dat een stelling kiezen wellicht makkelijk lijkt,



omdat je maar 3 opties hebt (eens, oneens of neutraal) maar dat de werkelijke onderbouwing waarom je kiest voor een stelling ingewikkelder ligt. Dat ze gaan inzien dat het complex in elkaar zitten waarbij een besluit veel voor- en nadelen met zich meebrengt die voor elke belanghebbende partij anders zijn.

### **Toetsen**

*Hoe kom je (tijdens de les) achter het leerresultaat (begrip of verwarring van je leerlingen) m.b.t. de leerdoelen?*

*Denk aan beoordeling van de **kennis** en **vaardigheid** leerdoelen.*

De leerlingen gaan tijdens de postermarkt kort uitleggen hoe hun analyse van het systeem gekoppeld is aan hun belanghebbende partij. De docent zou bij verschillende beweringen die de leerlingen maken vragen kunnen stellen over de betrouwbaarheid van de bronnen. Zo evalueert de docent de kritische onderzoekende vaardigheden van de leerlingen. De docent kan hierbij extra letten op het formuleren van de argumenten gegeven door leerlingen. Ook kan de docent aansturen op het meedoen van elke leerling aan deze activiteit.

# Lesaanpak

## Les 1:

De eerste les wordt de bijgevoegde PowerPointpresentatie voornamelijk gebruikt. De les beginnen we met een korte uitleg wat een pesticide is gevolgd door een vraag over pesticiden uit een StemWijzer. Daarbij laten we de leerlingen hun mening geven nog voordat ze precies weten waar het over gaat. U kunt hier ook al wat vragen stellen aan de leerlingen waarom ze de mening hebben die ze hebben. Hebben ze bijvoorbeeld al bepaalde voorkennis? We maken de leerlingen bewust dat ze vanaf 18 jaar mogen stemmen en dat het niet altijd zo makkelijk is om een mening te vormen als we alleen de stelling zien, zoals de stelling over het onderwerp pesticiden. Tel als docent het aantal leerlingen wat eens, oneens of neutraal zijn. Aan het einde van de tweede les wordt de stelling opnieuw behandeld en kunt u kijken of de leerlingen van mening zijn veranderd doordat ze meer kennis en inzicht hebben gekregen over het onderwerp.

Na de stemwijzer spelen we twee korte video's af in de klas over het onderwerp vanuit verschillende perspectieven. Een video van het voedingscentrum die stelt dat pesticiden waarschijnlijk niet schadelijk zijn en een video van kassa die iets sceptischer is. De video van kassa is lang, maar alleen de eerste twee minuten worden afgespeeld.

Na de video's worden de leerlingen aan het werk gezet. Ze gaan nu vanuit de scheikunde (en deels biologie) beredeneren welke (stof)eigenschappen een goed pesticide zou moeten hebben. De leerlingen maken voor zichzelf een lijstje. Na vijf minuten worden de leerlingen gevraagd items van hun lijstjes te delen. Schrijf deze dan op het bord. Voorbeelden van de eigenschappen kunnen zijn: oplosbaarheid, afbraaksnelheid, giftigheid, prijs en specificiteit.

Vervolgens wordt het verboden pesticide Chloorpyrifos besproken. Chloorpyrifos is een ester gemaakt uit fosforzuur. Je laat de leerlingen weten dat een veelgebruikt pesticide na vele jaren alsnog werd verboden omdat de wetenschap had bewezen dat het gebruik van dit pesticide grote gezondheidseffecten kan hebben op de mens. De leerlingen maak je al bewust van de vele belanghebbende partijen, met name de consument, de boeren en de overheid die terug zullen komen in de tweede les.

Na Chloorpyrifos besproken te hebben komt er een ander pesticide aan bod: Glyfosaat. Glyfosaat is een pesticide dat op dit moment veel gebruikt wordt en dat onder discussie staat of het gebruik ervan geen gevolgen heeft voor het milieu en de gezondheid van de mens. We leggen kort uit over glyfosaat en de werking van het enzym EPSPS en de shikimateroute. We laten de leerlingen vragen beantwoorden waarbij bestaande scheikunde kennis van de leerlingen gekoppeld wordt in deze context.

Antwoorden vragen uitwerken

Het enzym EPSPS is noodzakelijk in de shikimateroute. Waarom zijn enzymen nodig in biologische processen?

*Enzymen versnellen scheikundige reacties als katalysator. Ze zijn nodig, omdat biologische processen anders bij kamertemperatuur niet snel genoeg lopen.*

Fenylalanine, tyrosine en tryptofaan zijn essentiële aminozuren. Wat betekent dat?

*Essentiële aminozuren zijn de aminozuren die niet door het lichaam zelf kunnen worden aangemaakt en in plaats daarvan vanuit de voeding moeten worden opgenomen.*

Waarom werkt glyfosaat tegen onkruid, maar niet tegen insecten?

*Planten maken aromatische aminozuren aan via de shikimateroute. Glyfosaat blokkeert deze route, waardoor de plant sterft. Omdat dieren aromatische aminozuren via hun voedsel binnenkrijgen kan dit niet door glyfosaat worden tegengehouden.*

De combinatie van glyfosaat en resistente gewassen werkt zo goed, dat er de laatste decennia weinig onderzoek is gedaan naar alternatieve verdelgers. Wat is hiervan het risico?

*De combinatie glyfosaat en resistente gewassen werkt goed, zolang er geen onkruidsoorten bestaan die ook een resistentie tegen glyfosaat hebben. Als een onkruid deze resistentie ontwikkelt en er geen alternatieve pesticiden zijn, heeft het onkruid vrij spel.*

Les 1 wordt afgesloten met een huiswerkopdracht. Alle leerlingen gaan als huiswerk de artikelen van appendix II lezen en de video's van de les nog eens bekijken. Zorg er dus voor dat de leerlingen toegang hebben tot deze artikelen. De leerlingen moeten de belanghebbende groepen en de argumenten die spelen voor die belanghebbende groepen noteren en meenemen naar de volgende les. Deze belanghebbende groepen zijn bijvoorbeeld: de overheid voor wet en regelgeving, de consument voor een veilig te eten maaltijd, de boeren voor een zo goed mogelijke oogst, de pesticidenproducenten voor een zo hoog mogelijke omzet.

Les 2:

We beginnen met een terugblik en maken een lijst van belanghebbende groepen in deze context. We verdelen de klas in groepjes van elk 4 leerlingen (keuze aan u als docent om dit zelf te doen. Aangeraden is om de vakinhoudelijk sterkere leerlingen te verspreiden over de groepen. U kunt de leerlingen ook zelf groepen laten maken). Elke groep wordt gekoppeld aan een van de onderstaande belanghebbende groepen:

**Groep 1: Overheid**

**Groep 2: Boeren**

**Groep 3: Consument**

Elke groep maakt een poster met de belangen en de voor- en nadelen van het in stand houden en verbieden van glyfosaat als pesticide. Daarnaast bevat de poster ook

suggesties voor een betere situatie voor hun belanghebbende groep. Er wordt ze vertelt de poster visueel te maken en gebruik te maken van de artikelen en video's.

Als groep gaan ze de poster presenteren in maximaal 3 minuten tijd aan de rest van de leerlingen. Na elke presentatie is er tijd voor een paar vragen. Als er in de klas ruimte voor is kan er ook gekozen worden voor een echte postermarkt. De leerlingen kunnen dan vrij rondlopen en andere leerlingen bevragen over hun vondsten. Dit heeft echter wel het risico dat u als docent niet goed kunt beoordelen of de hele groep de leerdoelen van de lessenserie ook gehaald heeft.

Na de poster presentatie kan voor de afsluiting de PowerPoint er weer bij gehaald worden. U gaat u ze opnieuw vragen hun mening te geven over de stelling van de StemWijzer. Tel als docent het aantal leerlingen wat eens, oneens of neutraal zijn en vraag ook hoeveel leerlingen hun antwoord hebben aangepast sinds het begin van de eerste les.

Als afsluitende boodschap kunt u de leerlingen meegeven dat het erg moeilijk is om een goed onderbouwde mening te vormen en dat er, zoals we hebben gemerkt de afgelopen twee lessen, veel tijd in gaat zitten. Toch werken de meeste mensen de officiële StemWijzer vaak in een paar minuten af. Er hoeft echt niet voor elke stelling uren onderzoek gedaan te worden, maar weet wel goed wat je mening is voordat je ermee naar de stembus gaat.

## **Materialen**

- PowerPointpresentatie
- Artikelen (zie appendix II)
- Meerdere vellen A3 papier
- (Eventueel knutselgerei)

## Literatuurlijst:

Bos, R. (2023, 21 augustus). Is het bestrijdingsmiddel glyfosaat kankerverwekkend?

National Geographic. <https://www.nationalgeographic.nl/natuur-leefomgeving/a44807007/glyfosaat-roundup-kankerverwekkendhttps://www.nationalgeographic.nl/natuur-leefomgeving/a44807007/glyfosaat-roundup-kankerverwekkend>

College voor Toetsen en Examens. (2024). SCHEIKUNDE VWO | SYLLABUS CENTRAAL

Geisen (okt 2023) Wetenschappelijke reflectie Glyfosaat Prof. Dr. Violette - Hoogleraar bodemdegradatie en landbeheer, Wageningen Universiteit Rondetafel Tweede Kamer.

Mie, 2018, Safety of Safety Evaluation of Pesticides: developmental neurotoxicity of chlorpyrifos and chlorpyrifos-methyl

(<https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-018-0421-y>

Pesticiden op groenten en fruit: hoe erg is dat en waar kun jij op letten? - Kassa - BNNVARA. (z.d.). Kassa. <https://www.bnnvara.nl/kassa/videos/e5159947-29c4-4674-8cf3-bf149e991e5d>

EenVandaag. (2023, 26 juli). Waarom de omstreden onkruidbestrijder glyfosaat mogelijk nog jaren gebruikt mag worden. EenVandaag.

<https://eenvandaag.avrotros.nl/artikelen/waarom-de-omstreden-onkruidbestrijder-glyfosaat-mogelijk-nog-jaren-gebruikt-mag-worden-145685>

Vijf vragen over omstreden pesticide chloorpyrifos dat verboden dreigt te worden - Zembla - BNNVARA. (z.d.). Zembla.

<https://www.bnnvara.nl/zembla/artikelen/vijf-vragen-over-omstreden-pesticide-chloorpyrifos-dat-verboden-dreigt-te-worden>

Voedingscentrum. (2025, 17 maart). Bestrijdingsmiddelen op groente en fruit: hoe zit dat nou? [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ta7Hf7SIL0o>

Wikipedia-bijdragers. (2023, 12 juni). Chloorpyrifos. Wikipedia.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Chloorpyrifos#:~:text=In%20december%202019%20werd%20definitief,chloorpyrifos%20vanaf%202020%20te%20verbieden.>

## Appendix II: Artikelen

### **Artikel EenVandaag**

Waarom de omstreden onkruidbestrijder glyfosaat mogelijk nog jaren gebruikt mag worden

26-07-2023

Auteur: Sharon van Oost, Kimo Demoed

**Als het aan de Europese bestrijdingsmiddelenwaakhond EFSA ligt, wordt het middel glyfosaat opnieuw toegelaten voor 15 jaar. Opmerkelijk, want volgens de Wereldgezondheidsorganisatie is het mogelijk kankerverwekkend.**

Over glyfosaat is veel te doen. Het is een van de meest gebruikte onkruidbestrijders ter wereld. En een van de meest omstreden middelen, omdat uit verschillende onderzoeken blijkt dat het schadelijk is voor mens, dier en natuur.

### **Opnieuw goedgekeurd**

Ondanks alle bezwaren staan de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) en het Nederlandse College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb) op het punt om opnieuw positief te adviseren over de toelating van glyfosaat op de Europese en Nederlandse markt.

De stof glyfosaat is 5 jaar geleden herbeoordeeld in Europa, vertelt Ctgb-directeur Ingrid Becks. "Toen was de conclusie van de EFSA dat de stof goedgekeurd kon worden. De afgelopen 5 jaar is het dossier aangevuld met de meest recente informatie. Die informatie is opnieuw beoordeeld en de conclusie van de EFSA is hetzelfde als 5 jaar geleden."

### **Grotere opbrengst**

Boeren gebruiken glyfosaat vlak voordat ze gewassen inzaaien, zodat die niet direct hoeven te concurreren met onkruid. Daarnaast wordt het middel net voor de oogst ingezet, om zo een grotere opbrengst te creëren.

Vooraf dat laatste is volgens deskundigen een probleem: de kans is namelijk groot dat er dan resten achterblijven op de gewassen. En daarvan komt een aanzienlijk deel letterlijk op het bord van de consument terecht. Zo wordt de stof onder andere teruggevonden in brood, ontbijtgranen, peulvruchten en in bier.

### **Slecht voor biodiversiteit**

Glyfosaat is niet goed voor de biodiversiteit. Zo is aangetoond dat bijen er sneller dood door kunnen gaan. En verschillende studies, onder meer in opdracht van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO), tonen aan dat glyfosaat in bepaalde hoeveelheden kankerverwekkend is.

Ook wordt er een link gelegd tussen het bestrijdingsmiddel en verschillende ouderdomsziekten, zoals de ziekte van Parkinson.

### **Goedkeuring voor 15 jaar**

Toch ziet de Europese toezichthouder EFSA tot nu toe geen obstakels om glyfosaat in ieder geval voor de komende 15 jaar opnieuw toe te laten op de Europese markt.

Dat komt volgens toxicoloog aan de Radboud Universiteit Paul Scheepers omdat de EFSA zich baseert op andere data dan de WHO doet.

### **Verschillen in beoordeling**

Er is een groot verschil in de wijze waarop deze twee instanties beoordelingen van bestrijdingsmiddelen aanpakken, vertelt Scheepers. "De WHO bekijkt álle gegevens die op tafel komen en betreft bij de beoordeling alleen mensen die van tevoren goed zijn doorgelicht."

Zo moeten wetenschappers verklaren dat ze onafhankelijk zijn als het gaat om de beoordeling van het middel, legt hij uit. "We weten dat er bij de WHO tientallen deskundigen uit verschillende vakgebieden betrokken zijn bij dit soort beoordelingen."

### **'EFSA is niet transparant'**

"Bij de EFSA daarentegen is niet duidelijk wie de beoordeling uitvoert, daar zijn ze niet transparant over", vervolgt hij. En dat zou de toezichthouder volgens hem wél moeten zijn: "Het gaat hier om een wetenschappelijke beoordeling. Je wil dat die procedure geloofwaardig is."

Daar moet je als instantie hard voor werken, benadrukt de toxicoloog. "Je moet zorgen dat zo'n beoordeling niet achter gesloten deuren gebeurt. En dat mensen die toegelaten worden tot de beoordeling niet zelf een belang hebben bij de uitkomst."

### **'Bewijs is overduidelijk'**

Voorzitter Jobien Wind van de Parkinsonvereniging is 'verbijsterd' over het voornemen van de EFSA om glyfosaat ook de komende 15 jaar toe te laten op de Europese markt.

"Ik vind het belachelijk", zegt ze. "De gevolgen van het middel zijn zo ernstig voor onze gezondheid, voor de biodiversiteit, de waterkwaliteit. De Wereldgezondheidsorganisatie zegt dat glyfosaat wel degelijk mogelijk kankerverwekkend en neurotoxisch kan zijn. Het bewijs is overduidelijk."

### **Wij van wc-eend?**

De enige verklaring voor het mogelijk toch toelaten van glyfosaat door de EFSA is volgens haar dat er 'een enorme grote lobby onderhuids gaande is'.

De EFSA laat zich te veel leiden door gunstige rapporten vanuit de industrie, zegt ze. "De EFSA baseert zich op wetenschappelijk onderzoek van zichzelf, en op onderzoek dat wordt aangeleverd door de industrie. Onderzoek dat bovendien niet openbaar is. Dan krijg je toch een beetje een 'Wij van wc-eend-effect'."

### **'Alles wordt meegenomen'**

Volgens Ctgb-directeur Becks komen de onderzoeken waar de Europese toezichthouder zich op baseert niet alleen van de industrie.

"De industrie levert inderdaad een omvangrijk dossier aan, maar daarnaast kan alle beschikbare literatuur en informatie worden ingediend. Dat wordt allemaal meegenomen", zegt ze.

### **Veelgestelde vraag**

Maar is het niet vreemd dat een groot deel van de informatie waar de beoordelaars zich op baseren, van de industrie komt die het product verkoopt? "Die vraag krijgen we vaak", beaamt Becks. "En die begrijp ik ook."

"Maar het proces is heel zorgvuldig opgebouwd. Ook de studies van de industrie worden uitgevoerd in onafhankelijke laboratoria. Die studies worden uitgevoerd met protocollen die wereldwijd met elkaar zijn afgesproken", legt ze uit. "Wij beoordelen vervolgens heel kritisch of die studies inderdaad goed volgens die protocollen zijn uitgevoerd en ook in de laboratoria die inderdaad daarvoor gecertificeerd zijn."

### **Verouderde informatie**

Dat er iets anders uit de beoordeling van de EFSA komt dan uit die van de WHO wijt Becks aan het feit dat de informatie waar de WHO zich op baseert uit 2015 komt. "Toen is geconcludeerd dat de stof mogelijke kankerverwekkende eigenschappen heeft."

"Maar de rol van de Wereldgezondheidsorganisatie en de informatie die zij toen tot hun beschikking hadden, is anders dan de rol die wij als lidstaten hebben", zegt ze. "Wij hebben alle beschikbare informatie opnieuw tegen het licht houden. En op basis daarvan is de conclusie dat glyfosaat geen kankerverwekkende eigenschappen heeft. Die conclusie wordt heel breed gedeeld."

### **Stemming in oktober**

De Ctgb-directeur is ervan overtuigd dat de WHO dezelfde conclusies over glyfosaat zou trekken als ze een herbeoordeling zou doen op basis van de informatie die de EFSA heeft beoordeeld.

Of het omstreden middel daadwerkelijk wordt goedgekeurd voor de komende 15 jaar hangt af van de stemming van de 27 EU-landen in oktober. Als een meerderheid van de lidstaten voor goedkeuring stemt, wordt er vervolgens per lidstaat per product gekeken of deze nog gebruikt mag worden.



## Artikel National Geographic

Is het bestrijdingsmiddel glyfosaat kankerverwekkend?

Het is een twistpunt tussen de European Food Safety Authority en het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek: is het pesticide glyfosaat kankerverwekkend? Tekst: Roeliene Bos

Gepubliceerd op: 21/08/2023

Hoeveel zorgen moeten we ons maken over glyfosaat? Het bestrijdingsmiddel is een van de meestgebruikte pesticiden in Europa, maar al jaren negatief in het nieuws. Met name de vraag of de stof kankerverwekkend (carcinogeen) is, staat ter discussie. In 2017 werd daarom besloten om de toelating van RoundUp, een bestrijdingsmiddel met glyfosaat als werkzame stof, met vijf jaar te verlengen in plaats van tien (en later met nog één jaar). Eind 2023 moet er opnieuw een keuze worden gemaakt over de inzetbaarheid ervan.

Inmiddels is er meer bekend over het bestrijdingsmiddel. Dit om voor eens en voor altijd antwoord te geven op de vraag of glyfosaat kankerverwekkend is. Maar twee organisaties, de EFSA (European Food Safety Authority) en het IARC (International Agency for Research on Cancer), trekken beide een andere conclusie. Hoe zit dat?

**De conclusie van de IARC** De IARC publiceerde in 2015 een rapport waarin het concludeerde dat RoundUp 'waarschijnlijk kankerverwekkend is voor de mens'. Emeritus hoogleraar toxicologie aan de Universiteit Utrecht Martin van den Berg is persoonlijk betrokken bij de IARC, maar was dat niet ten tijde van deze besluitvorming. 'Ik weet wel hoe ze tot deze conclusie zijn gekomen,' begint hij. Hij legt uit dat de IARC de carcogeniteit van een stof op drie vraagstukken wordt getoetst:

- Ontstaan er tumoren bij proefdieren (vaak ratten of muizen) na het toedienen van de stof?
- Kunnen we op basis van epidemiologische gegevens zien dat de stof het risico op kanker verhoogt bij de mens?
- Is het op basis van de werking van de stof plausibel dat het bij mensen kanker veroorzaakt?

Vervolgens wordt er een keuze gemaakt voor een classificatie: bewezen carcinogeen, waarschijnlijk carcinogeen of mogelijk carcinogeen.

'Dat RoundUp kanker veroorzaakt bij proefdieren is overduidelijk aangetoond,' stelt Van den Berg. 'Maar dat wil niet zeggen dat dit bij de mens hetzelfde effect heeft.' We zijn immers andere diersoorten en onze lichamen breken stoffen op verschillende manieren af. 'Of het mengsel ook bij mensen kanker veroorzaakt, daar is minder bewijs voor. Op basis van de gegevens van het IARC, zou ik zelf kiezen om RoundUp 'mogelijk carcinogeen' te noemen in plaats van 'waarschijnlijk carcinogeen'.'

### Glyfosaat versus RoundUp

Ook de ECHA (European Chemicals Agency) boog zich over de kwestie. Volgens hen zijn er geen aanwijzingen dat RoundUp kankerverwekkend is voor de mens en de EFSA nam die conclusie over. Het verschil van inzicht tussen de organisaties heeft meerdere oorzaken. Allereerst keek het IARC naar het middel RoundUp en de ECHA alleen naar glyfosaat. Over de hulpstoffen in

RoundUp doet de ECHA dus geen uitspraken. 'Daar zijn ook geen gegevens van, die gevolgen blijven onduidelijk,' verduidelijkt Van den Berg.

Ten tweede doet het IARC een hazard-assessment en de ECHA een risk-assessment. De eerste kijkt of de stof überhaupt schadelijk is, de tweede vanaf welke dosis het gevaarlijk wordt. Maar omdat het IARC de noodklok luidde, deed ook de ECHA een hazard-assessment. Daar gebruikten ze meer dan tien carcinogeniteitsstudies naar glyfosaat voor.

'De ECHA houdt zich vast aan een strikt protocol en gebruikt alleen studies die volgens bepaalde regels zijn gedaan,' aldus Van den Berg. 'In de praktijk komt dat neer op gestandaardiseerde tweejaarsstudies met muizen. Dat is erg formeel, maar wel te rechtvaardigen. Als je alle soorten onderzoeken gebruikt, dan wordt het een puinhoop.'

En zo kon het gebeuren dat twee instituten tot tegenstrijdige conclusies kwamen. Het IARC gaat uit van een voorzorgsprincipe: zolang je kanker niet kunt uitsluiten, moeten we de stof niet gebruiken. De ECHA daarentegen kijkt naar grootschalige studies met een duidelijke conclusie: om kanker hoeven we ons geen zorgen te maken.

### **Wanneer is iets kankerverwekkend?**

Maar hoe heeft de ECHA dat risico dan precies uitgesloten? Daarvoor moet je weten wanneer we een stof kankerverwekkend noemen. Allereerst kan een stof genotoxisch zijn: één molecuul is in theorie genoeg om het DNA in je cellen te beschadigen en zo kanker te veroorzaken. Dit is volgens de ECHA op basis van bestaand onderzoek uitgesloten. 'Als ik naar de gegevens kijk, heeft de ECHA een punt. Om het plat te zeggen: ze bedonderen de boel niet vanwege economische belangen.'

Maar een stof kan ook boven een bepaalde drempelwaarde kankerverwekkend zijn. Een beetje van de stof binnenkrijgen is geen probleem, dat lost je lichaam zelf op. Alleen als het lichaam verzadigd is, kan de stof schade aanrichten. 'Bij glyfosaat is het voldoende redelijk om aan te nemen dat er een drempelwaarde is,' vertelt Van den Berg. Simpel gezegd: ja, het stofje is gevaarlijk, maar niet in de hoeveelheden die we binnenkrijgen.

### **Minderen met pesticiden**

De toxicoloog maakt zich in ieder geval niet zo'n zorgen om de gevolgen van glyfosaat op de menselijke gezondheid. Maar dat wil niet zeggen dat hij een voorstander is van bestrijdingsmiddelen. 'Ik vind dat de overheid te weinig van het bedrijfsleven vraagt om toxiciteit goed te laten testen. Dat geldt niet alleen voor glyfosaat, maar voor alle bestrijdingsmiddelen.'

Want kanker is een nare ziekte, maar dat is Parkinson ook. En de link tussen die hersenziekte en een hoge dosis van bepaalde bestrijdingsmiddelen is duidelijk gelegd. 'Over volwassenen die af en toe een bakje bespoten aardbeien eten maak ik me niet zo'n zorgen. Maar voor een ongeboren kind kunnen pesticiden wel schadelijk zijn. Er valt als zwangere iets voor te zeggen om alleen biologisch te eten.'

Maar de belangrijkste reden om te minderen met bestrijdingsmiddelen, is volgens de toxicoloog het milieu. 'Het risico op kanker is verwaarloosbaar, maar de schade aan het milieu vind ik niet te verantwoorden. Helemaal omdat we pesticiden voor luxeproducten gebruiken. Ik snap niet

waarom we lievelanden volspuiten, gezien de bijkomende schade die zo'n bosje bloemen met zich meebrengt.'

Kortom: bang voor kanker hoef je niet te zijn. Maar er zijn genoeg andere redenen om bestrijdingsmiddelen als glyfosaat te weren.

**Artikel Wetenschappelijke reflectie Glyfosaat Prof. Dr. Violette Geisen - Hoogleraar bodemdegradatie en landbeheer, Wageningen Universiteit Rondetafel Tweede Kamer 4-10-2023**

In EFSA fate-modellen is de verspreiding van glyfosaat in de atmosfeer en in huisstof niet inbegrepen, waarmee belangrijke blootstellingsroutes in de werkelijkheid buiten beschouwing worden gelaten. De gemeten hoge concentraties glyfosaat reststoffen in ecosystemen en mensen leiden tot blootstelling die niet is meegenomen in de risicobeoordeling. EFSA-risicobeoordeling sluit gevoelige indicatoren uit die van cruciaal belang zijn voor de gezondheid van ecosystemen en chronische effecten laten zien op de menselijke gezondheid. Het verlengen van de goedkeuring voor glyfosaat staat haaks op het voorzorgsbeginsel: belangrijke blootstellingsroutes en risico's zijn niet beoordeeld door de EFSA-regelgeving. Samenvatting

- De in 2021 door het SPRINT project in Europa breed uitgevoerde bemonstering campagne toont aan dat glyfosaat en het bijbehorende belangrijkste metaboliet overal in het ecosysteem en in het menselijk lichaam aanwezig is, en vooral in hoge concentraties voorkomt in huisstof, met hoge blootstelling van bewoners als gevolg
- De blootstelling aan Glyfosaat residuen van de mens door huisstof is hoger dan die door voedselinname. Een benchmark voor de dagelijkse inhalatie van glyfosaat ontbreekt.
- Glyfosaat en de belangrijkste metaboliet AMPA kunnen door atmosferisch transport grote afstanden afleggen. Deze vorm van verspreiding is niet meegenomen in de EFSA risicobeoordeling maar verklaart wel waarom de stof overal in de lucht en stof aanwezig is.
- Glyfosaat verandert het bodem-microbioom dusdanig dat dit leidt tot een toename van pathogene die welke een negatieve impact hebben op bodem- en plantgezondheid en een toename in de toepassing van schimmelwerende middelen noodzakelijk maakt.
- Blootstelling aan glyfosaat leidt tot veranderingen van het menselijk darm microbioom, leidt tot stress van darmcellen en veroorzaakt angstig gedrag bij muizen in dierproeven.
- Glyfosaat is giftig voor waterleven.
- De effecten van glyfosaat vermengd met andere residuen zijn niet bestudeerd.
- Er bestaan geen benchmarks voor maximale concentraties glyfosaat in de bodem, bezinksel, huisstof, uitwerpselen en urine. Het werkelijke gevaar voor de menselijke gezondheid en ecosystemen kan niet worden ingeschat, hier is het voorzorgsbeginsel van toepassing. Hoe werkt glyfosaat? Glyfosaat is gepatenteerd als antimicrobieel (Monsanto Technology LLC, 2010). Glyfosaat is niet selectief, wat betekent dat het alle onkruiden behalve GMO-onkruiden doodt. Glyfosaat belemmert de shikimate pathway 1, waardoor de productie van aromatische aminozuren in bacteriën, schimmels en planten wordt geblokkeerd. Het voorkomt dat organismen bepaalde eiwitten aanmaken die voor de groei noodzakelijk zijn. Glyfosaat reststoffen in ecosystemen en de mens Op basis van een Europa-brede bemonstering campagne uitgevoerd in 2021 (Sprint-h2020.eu) concluderen wij dat glyfosaat en haar belangrijkste metaboliet AMPA alomverteenwoordigd zijn in bodem, water en lucht, en zich vooral ophopen in huisstof. Resten glyfosaat worden het vaakst in hoge concentraties aangetroffen in huisstof (tot wel 160 mg/kg). Het gevolg hiervan is dat ook de mens chronisch wordt blootgesteld aan Glyfosaat. Resultaten van het SPRINT project laten zien dat 70% van de

stoelmonsters (verzameld van 700 personen uit heel Europa) glyfosaat residuen bevatten. Blootstelling van de mens (boeren, omwonenden en consumenten) aan glyfosaat gebeurt voornamelijk via de omgeving en niet door het innemen van voedsel. Toepassing van het voorzorgsprincipe staat haaks op de verlenging van de goedkeuring voor glyfosaat. Belangrijke blootstellings- en risicosituaties zijn niet meegewogen in de EFSA-regelgeving.

Wetenschappelijke reflectie Glyfosaat Prof. Dr. Violette Geisen - Hoogleraar bodemdegradatie en landbeheer, Wageningen Universiteit Rondetafel Tweede Kamer 4-10-2023 Verspreiding van glyfosaat na toepassing EFSA-regelgeving houdt geen rekening met de verspreiding van glyfosaatresten in de lucht en de daaruit voortvloeiende concentraties in de lucht en in huisstof. Hierdoor wordt de blootstelling van mens en ecosystemen grof onderschat. Glyfosaat is ook ruim aanwezig in het huisstof bij mensen die ver van boerderijen af wonen (Figueiredo et al, in prep.). Na toepassing kan glyfosaat over grote afstanden worden verspreid door winderosie, zoals is aangetoond in het SPRINT project (Goossens et al, in prep.). Gezondheidsrisico voor ecosystemen Waterleven: AGG (2021) stelt dat glyfosaat giftig is voor waterleven. Hierbij is het versterkende effect van interactie met reststoffen van andere bestrijdingsmiddelen niet meegenomen. Ecosystemen op land: EFSA-regelgeving heeft haar risicoanalyse gebaseerd op slechts vijf soorten bodemleven en één bacteriegroep. Op basis hiervan zou glyfosaat geen risico vormen voor de bodemgezondheid. Bodemgezondheid is echter sterk afhankelijk van de samenstelling van het bodem-microbioom, bacteriën en schimmels die van cruciaal belang zijn voor de gezondheid van de bodem. Veel nuttige bacteriën en schimmels die de shikimate pathway 1 gebruiken voor eiwit synthese worden door de toepassing van glyfosaat gedood. Schimmels die bodem-gedragen ziektes veroorzaken worden niet gedood door de toepassing van glyfosaat (Bruggen et al. 2018, 2021). Dit zorgt voor een verstoord bodem-microbioom na langdurige toepassing van glyfosaat, waarbij de verhouding tussen nuttige en ziekteverwekkende organismen verandert en er meer risico op ziekten bij planten ontstaat, met als gevolg weer meer toepassing van schimmelwerende middelen. Risicoanalyse van het effect van glyfosaat op bodemgezondheid als geheel is geen onderdeel van de EFSA-regelgeving. Honingbijen Een ander belangrijk aspect dat niet meegenomen is in de EFSA-regelgeving is de weerstand van honingbijen. Motta et al. (2018) stelde dat blootstelling aan glyfosaat het microbioom van honingbijen kan aantasten en daarmee een verlaagde weerstand veroorzaakt. Gevaren voor de gezondheid van de mens Na intensieve beraadslagingen stelt EFSA dat glyfosaat niet kankerverwekkend, genotoxisch, mutageen of neurotoxisch is en geen negatieve effecten op de voortplanting heeft. Belangrijke gezondheidseffecten zijn echter niet meegenomen in de EFSA-regelgeving: Aangezien de shikimate pathway uitsluitend voorkomt in bacteriën, schimmels en planten, maar niet in gewervelden, werd aangenomen dat glyfosaat een minimaal risico vormde voor zoogdieren, met inbegrip van de mens. Maar het is echter aangetoond dat glyfosaat het darm-microbioom in dieren verstoord, waarbij nuttige bacteriën worden gedood en ziekteverwekkers daardoor de overhand krijgen (Shehata et al., 2013). Deze data lijken te suggereren dat de door het glyfosaat veroorzaakte verstoring van het darm-microbioom de normale stofwisseling van neurotransmitters en aanverwante precursoren in de maag ook verstoord, wat zou kunnen leiden tot verdere verstoring van de normale darm-hersenen interactie. Daarnaast zorgt glyfosaat voor gedragsverandering zoals beschreven door Matsuzaki et al. (2023). Zij ontdekten dat muizen die gedurende vijf weken dagelijks werden blootgesteld aan de dagelijks toegestane hoeveelheid glyfosaat angstig gedrag gingen vertonen. De meest recente cel-onderzoeken in het SPRINT project laten ook zien dat glyfosaat stress veroorzaakt in

de darmcellen, de energieproductie beïnvloedt en impact heeft op de eiwitten die bij de darmfunctie betrokken zijn (Gerritse et al, in prep.).