

## Gentechnologie: acceptatie en risico's

### Samenvatting

Er vinden kleine wijzigingen plaats in de maatschappij als het gaat om de 'toelaatbaarheid' van gentechnologie en synthetische biotechnologie, en het grote publiek maakt langzaam kennis met de mogelijkheden, maar ook met de voor- en nadelen hiervan. Dit zal vermoedelijk de aanloop vormen voor een breed politiek en maatschappelijk debat over de toelaatbaarheid en toepassing van gentech producten op de markt en de maakbaarheid van het leven. Deze trendalert beschrijft de waargenomen veranderingen en plaatst deze ontwikkelingen in het licht van de Nederlandse drinkwatersector.

### Consequenties voor u

	Laag	Middel	Hoog	Beknopte uitleg
Impact				Veel potentiële risico's én kansen.
Zekerheid				De discussie kan twee kanten op gaan.



*Een paarse genetische gemodificeerde trosanjer, ontwikkeld door het Nederlands-Australische Florigene.*



## Trendbeschrijving en achtergrond

### Achtergrond

Sinds 2006 volgende horizonscanners van KWR de megatrend NBIC convergentie. NBIC staat voor nanotechnologie, biotechnologie, informatietechnologie en cognitieve wetenschappen. De kern van deze trend is dat er een steeds verder gaande convergentie plaatsvindt tussen de genoemde vakgebieden. Eén van de vakgebieden, moderne biotechnologie, kan veelal rekenen op weerstand uit de maatschappij. Maar wat is biotechnologie precies, wat is er aan het veranderen en hoe relevant is dat voor de watersector?

**Biotechnologie** is een verzameling technieken om erfelijk materiaal van organismen (planten, dieren) aan te passen ([www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)). Technieken die onder biotechnologie vallen zijn onder anderen klonen, genetische modificatie en synthetische biotechnologie. In deze trendalert wordt ingegaan op de laatste twee:

- **Genetische modificatie** is het veranderen van het genetisch materiaal van een organisme, om het gewenste eigenschappen te geven. Wanneer dit proces niet langs natuurlijke weg verloopt (bijvoorbeeld door selectie of gericht fokken), heet dit genetische modificatie en het organisme een genetisch gemodificeerd organisme (GGO).

- **Synthetisch biotechnologie** is anders dan genetische modificatie. Cellen (of delen van cellen) worden kunstmatig opgebouwd. Deze kunstmatige cellen hebben gewenste eigenschappen die de natuurlijke variant niet bezit, of in mindere mate.

### Voordelen

- De productie van een organisme kan worden verhoogd.
- Productie van voedsel kan op gezondere wijze plaatsvinden, de kwaliteit van het product wordt verhoogd.
- Planten (landbouwgewassen) kunnen droogteresistent worden gemaakt, natuurlijke bronnen kunnen effectiever worden benut. Daarbij groeien GGO's op plaatsen waar dat nu niet mogelijk is door schaarste. Daarbij kan het bestrijden (weghouden) van ongedierte via GGO's gemakkelijker worden gedaan.
- Mogelijkheid tot de productie van medicijnen uit planten en dieren.

### Nadelen

- Biosafety, de veiligheid voor de mens en het milieu op lange termijn is onbekend.
- Biosecurity, de kans dat kennis in verkeerd handen valt en misbruikt wordt (bio terrorisme).
- De kosten zijn erg hoog, waarbij succes niet is gegarandeerd.

- Er kan geografische ongelijkheid ontstaan en GGO's kunnen kleine boeren en landbouwculturen verdringen..
- Doordat GGO's op plaatsen kunnen groeien waar nu geen landbouw plaats vindt zijn GGO's een bedreiging voor de natuur (verdringing).
- Het is ethisch niet juist om te sleutelen aan DNA, dat is aan de schepping/de natuur.
- Beperkte diversiteit onder GGO's, wat deze kwetsbaar maakt voor pandemieën.

Synthetische biotechnologie kan worden gezien als overtreffende trap van genetische modificatie en bezit daarbij vergelijkbare voor- en nadelen. Synthetische biotechnologie heeft (ten opzichte van genetische modificatie) het voordeel dat men 'vanaf scratch' kan werken aan het gewenste organisme. Dit maakt dat het resultaat van synthetische biotechnologie in potentie beter kan voldoen aan de eisen die men stelt aan het eindresultaat. Dit is echter zeer complex en kostbaar. Door de sprongen die gemaakt worden binnen de nanotechnologie raakt synthetische biotechnologie in een stroomversnelling, en is een sterk voorbeeld van convergentie tussen de twee vakgebieden nanotechnologie en biotechnologie.

### Veranderingen in de maatschappij

Momenteel zijn er aanwijzingen te vinden dat de opinie aangaande het sleutelen aan DNA aan het veranderen



is. Er zijn kleine veranderingen te vinden in de maatschappij als het gaat om de 'toelaatbaarheid' van gentechnologie en synthetische biotechnologie, en het grote publiek kan langzaam kennis nemen van de voor- en nadelen hiervan. Enkele interessante voorbeelden die dit illustreren zijn het WetLab van de Waag Society, biokunst tentoonstellingen, wasmiddelenproducent Ecover, Florigene en genterapie:

- De Waag Society's open WetLab ([www.waag.org](http://www.waag.org)) heeft sinds juli 2015 een vergunning voor het modificeren van DNA ontvangen van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. De vergunning maakt het mogelijk dat amateur-biotechnologen werken aan gen manipulatie. De Waag Society heeft als doel om de technologie 'open te breken voor een groter publiek'. Een tweede doel is om de maatschappelijke discussie over de controverse van DNA modificatie op gang te brengen. Wetenschappelijk gebruik van gentechnieken is niet nieuw, maar met deze stap van de Waag Society wordt genmanipulatie voor niet-wetenschapsdoeleinden toegankelijk.
- Biokunst is een kunstvorm waarbij kunstenaars gebruik maken van organismen of biotechnologische processen toepassen. In 2014 heeft het Ministerie van Infrastructuur en Milieu de Commissie Genetische Modificatie (COGEM)

gevraagd een signalering uit te brengen over de maatschappelijke aspecten die een rol spelen bij tentoonstellingen met GGO's (COGEM, 2014). Directe aanleiding was de aanvraag om zebraïsembrïo's te injecteren met genetisch gemodificeerde cyanobacteriën en deze vervolgens ten toon te stellen. Hierbij heeft het toepassen van biotechnologie geen functioneel nut, maar heeft het een esthetisch doel: het creëren van levende kunst. De vergunning om deze zebraïsembrïo's ten toon te stellen is geweigerd, omdat deze niet wetenschappelijke toepassing van GGO's kan leiden tot een maatschappelijk gevoel van onbehagen. Aan de andere kant biedt biokunst de mogelijkheid om op toegankelijke wijze te laten zien wat de mogelijkheden van biotechnologie zijn aan een breed publiek.

- Ecologische wasmiddelenproducent Ecover heeft aangekondigd over te stappen van palmolie naar olie, afkomstig van genetisch gemodificeerde algen. Een stap in de richting van een duurzame toepassing van biotechnologie, waarbij de algen zo zijn gemodificeerd dat deze een hoger olieproducerend vermogen hebben dan hun natuurlijke variant. Dit heeft nogal wat stof doen opwaaien. Er is een online petitie gestart tegen Ecover '*Synthetic is not Natural*', en groothandel in biologische en ecologische levensmiddelen 'De

Nieuwe Band' heeft besloten Ecover uit het assortiment te halen. De discussie over wat 'natuurlijk' is, is hier expliciet gemaakt. Tegenstanders beweren dat Ecover synthetische stoffen gebruikt, waar Ecover in haar verweer de voordelen van de overstap weergeeft: de algen voeden zich met CO<sub>2</sub> en nevenstromen uit de landbouw, en dragen hiermee bij aan het sluiten van de lokale kringloop. Daarbij komt dat de algen in een gecontroleerde en veilige omgeving olie produceren die niet te vergelijken is met het groeien van GGO's in een open veld ([www.ecover.com](http://www.ecover.com)).

- Het van origine Nederlandse bedrijf Florigene ontwikkelde 20 jaar geleden een genetisch gemodificeerde paarse trosanjer, waarbij de oorspronkelijk witte anjer een gen van de petunia en het viooltje ingebouwd heeft gekregen ([www.volkskrant.nl](http://www.volkskrant.nl)). De lichtpaarse variant, die sindsdien te verkrijgen is in onder andere Australië, de VS, Canada en Japan, werd tot deze zomer geweerd van de Europese markt.
- Genterapie is een vorm van therapie waarbij genetisch materiaal wordt ingebracht in cellen met een medisch doel. Bij genetische ziekten zit er een fout in het (menselijk) DNA. Wetenschappers hebben recentelijk dove muizen hun gehoor



gedeeltelijk terug weten te geven middels genterapie (www.designtrend.com). Via een vector (in dit geval was dit een virus) met gezond genetisch materiaal werd het zieke of kapotte gen geïnfecteerd met het gezonde gen, en werd na verloop van tijd bij de muizen hersenactiviteit zichtbaar als reactie op geluid.

De toepassing van gentechnologie is riskant voor bedrijven. Men kan een product ontwikkelen dat vervolgens niet door de overheid wordt toegelaten tot de markt (zoals de parse trosanjer van Florigene). Het kan ook gebeuren dat een toegelaten product door het publiek niet wordt geaccepteerd. Dat is te zien in het voorbeeld van Ecover. De keuze voor het ecologisch beste alternatief, welke inhoudt dat er genetisch gemodificeerde algen bij de productie van de wasmiddelen zijn betrokken, maakt dat tegenstanders van GGO's Ecover de rug toe keren. Dit voorbeeld laat zien dat de maatschappij aan het begin staat van een interessante discussie als het gaat om de toepassing van GGO's en de discussie rondom duurzaamheid. Wat is groen, biologisch, ecologisch en duurzaam? En wat weegt er zwaarder mee in de publieke opinie?

## Relevantie

Voor- en tegenstanders van de moderne biotechnologie zijn het over een aantal fundamentele zaken (nog) niet

eens. Kan en mag je als mens spelen voor God, sleutelen aan DNA en organismen naar je hand zetten? En wat zijn hiervan de risico's?

Ethiek en veiligheid lijken de twee grootste punten van discussie te zijn binnen de discussie over de toelaatbaarheid van GGO's in het dagelijks leven. Ondanks dat het debat hierover nog niet tot in detail is gevoerd, zetten voorstanders van moderne biotechnologie voorzichtig stapjes in de richting van de maatschappij. Onder het FP7 programma van de Europese Unie loopt een meerjarig project 'Synenergine' met het doel de discussie tussen publiek, wetenschap, industrie, het onderwijs en de overheid aan te wakkeren op het gebied van synthetische biotechnologie. In H2020 is biotechnologie één van de aangewezen Key Enabling Technologies (KET's), waarbij biotechnologie wordt gezien als innovatie en een van de motoren in de industrie. Expliciet genoemd in de onderzoeksdoelstellingen zijn de aspecten duurzaamheid en veiligheid (europa.eu).

### Wat als..?

Moderne biotechnologie wordt omarmt door de maatschappij? Wanneer amateurs op meerdere plaatsen in Nederland in laboratoria zoals dat van de Waag Society kunnen werken aan DNA vergroot dit de open-source kennis als het gaat om moderne biotechnologie. Dit kan leiden tot een versnelling van

ontwikkelingen binnen het domein door een snelle uitwisseling van kennis. Doorbraken volgen elkaar in hoog tempo op en 'the sky is the limit' als het gaat om het toepassen van GGO's.

Aan de andere kant kan grootschalig experimenteren binnen het vakgebied bij onvoldoende scherpte op de regelgeving en veiligheid leiden tot nieuwe vormen van vervuiling van het oppervlakte- en drinkwater. Hoewel de regelgeving in dergelijke laboratoria op dit gebied nu nog erg scherp is, is het de vraag hoe deze zich zal ontwikkelen bij een biotechnologie-tolerante-maatschappij, waarbij apparatuur kleiner, betaalbaarder en dus toegankelijker wordt voor niet-wetenschappelijk gebruik.

Wanneer moderne biotechnologie in de toekomst als 'gewoon' wordt gezien ontstaat er een scala mogelijkheden voor de drinkwatersector, maar wellicht een even zo groot aantal bedreigingen.

Regelgeving kan veranderen ten behoeve van toepassingen van biotechnologie. Wanneer biotechnologie wordt gezien als duurzame oplossing kunnen veranderingen in het productieproces, zoals doorgevoerd door schoonmaakmiddelenfabrikant Ecover, aangemoedigd, gesubsidieerd of zelfs verplicht worden aan bedrijven om de ecologische voetafdruk te verkleinen. Ook biedt deze ontwikkeling de



mogelijkheid om nog schoner en veiliger water te produceren, wat zal leiden tot nieuwe doelen als het gaat om de geleverde waterkwaliteit. De drinkwatersector kan vermoedelijk een grote efficiëntieslag maken in het zuiveringsproces. Bijvoorbeeld door het opsporen en real-time monitoren van verontreinigingen, en op termijn zelfs het 'thuis meten' van de waterkwaliteit. Waar liggen in dit geval de mogelijkheden voor de drinkwatersector?

En moet er serieus rekening gehouden worden met nieuwe besmettingen en/of andere bedreigingen die mensen thuis, onbedoeld of moedwillig, kunnen ontwikkelen? Bioterrorisme is hierin een zeer relevante bedreiging voor de Nederlandse drinkwaterzuivering. Liggen er scenario's klaar die ons helpen wanneer er op grote schaal onbekende verontreinigingen worden aangetroffen in het oppervlakte en/of drinkwater? En zo ja, de verontreiniging is onbekend, hoe komen we er achter wat het is, wat het doet en hoe we hier op kunnen acteren? Hierbij zijn communicatie (informerende, geen paniek veroorzaken), aanbieden van alternatieven (hoe lang redt Nederland het zonder centrale drinkwatervoorziening?) en detectie (wat is het/doet het) zeer belangrijk. Kortom, welke vervuiling kan onveilig gebruik of misbruik van genetische manipulatie met zich meebrengen voor de drinkwatersector? En is de sector voorbereid op dergelijke (on)gevallen?

Veel hangt af van de toelaatbaarheid van moderne biotechnologie. Wanneer deze beperkt blijft tot wat het nu is zal deze geen grote bedreiging vormen voor de waterkwaliteit. De regelgeving is streng en de apparatuur nog weinig toegankelijk. Drinkwaterbedrijven kunnen zelf of gezamenlijk onderzoek doen naar bijvoorbeeld biosensoren, netwerken en biologische systemen als controlled environment. Daarnaast biedt moderne biotechnologie op termijn vermoedelijk mogelijkheden om reststromen anders (efficiënter) te verwerken en eventueel zelfs kringlopen (op regionale schaal) te sluiten. Doorbraken hierin worden bijvoorbeeld verwacht in RWZI's, waar bijvoorbeeld de anammox bacterie veel wordt onderzocht om ammonium en nitriet effectiever te verwijderen. Binnen de drinkwatersector zal wellicht een doorbraak komen op het gebied van bio-detectie, bijvoorbeeld door middel van luminescente bacteriën.

## Meer informatie

- COGEM (2014). *GGO's te kijk gezet - Het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen in tentoonstellingen*. CGM/141219-01.
- Designtrend.com. Laatst bezocht op 25/08/2015. URL: <http://www.designntrend.com/articles/56740/20150709/scientists-cure-deafness-mice-using-gene-therapy.htm>.

[50709/scientists-cure-deafness-mice-using-gene-therapy.htm](http://www.designntrend.com/articles/56740/20150709/scientists-cure-deafness-mice-using-gene-therapy.htm).

- Ecover.com. Laatst bezocht op 25/08/2015. URL: <http://nl.ecover.com/nl/nieuws/2014-09-01-ecover-en-synthetische-biologie>.
- Europa.eu. Laatst bezocht op 08/09/2015. URL: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/biotechnology>.
- Rijksoverheid.nl. Laatst bezocht op 25/08/2015. URL: <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/biotechnologie/technieken-voor-biotechnologie>.
- Volkskrant.nl. Laatst bezocht op 25/08/2015. URL: <http://www.volkskrant.nl/economie/genetisch-gemanipuleerde-trosanjer-eindelijk-verkocht-in-eu~a4105419/>.
- Waag.org. Laatst bezocht op 25/08/2015. URL: <http://waag.org/nl/nieuws/look-amateurwetenschappers-mogen-nu-dna-modificeren>.

## Keywords

gen, genetische, modificatie, waag society, biotechnologie, synthetische, ggo, trendalert.