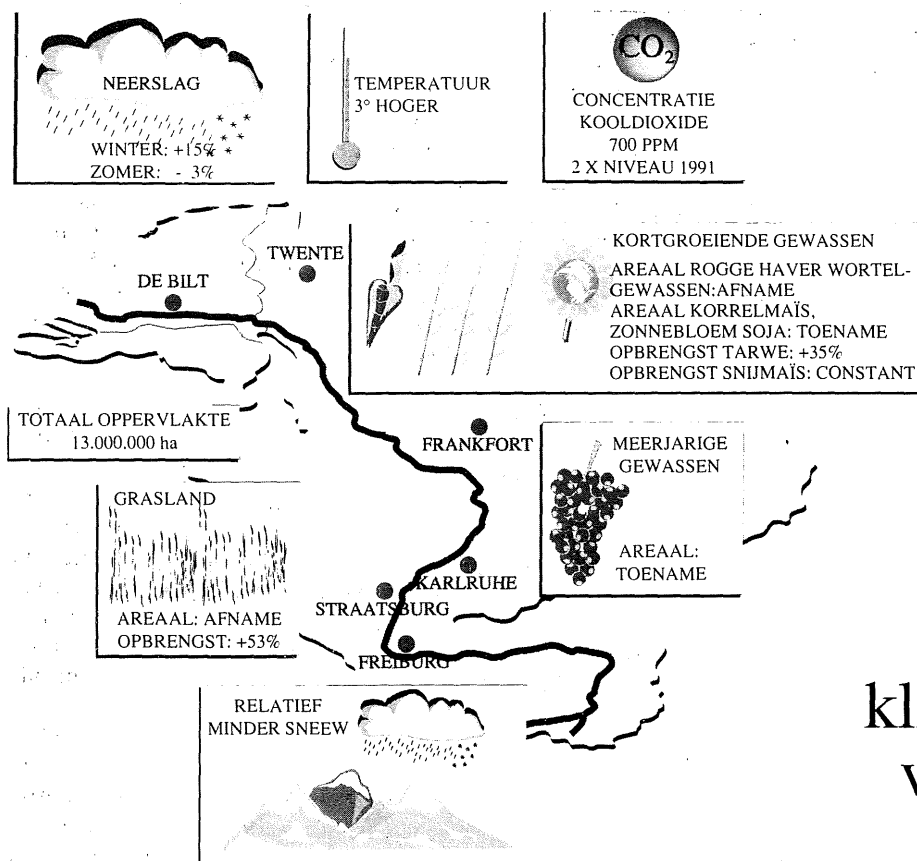




Figuur 1:
Klimaatveranderingen in het stroomgebied van de Rijn kunnen gevolgen hebben voor gewasopbrengsten en arealen. De gewasproductie is berekend voor huidige en toekomstige klimaatcondities. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de lokaties van zes meteorologische stations.

Gevolgen van klimaatverandering voor de landbouw in het Rijngebied

In het stroomgebied van de Rijn zal de verdubbeling van de concentratie atmosferische kooldioxide resulteren in een klimaat dat volgens een scenario vrijwel identiek is aan het huidige klimaat van Zuid-Frankrijk en Noord-Italië. In hoeverre is dit veranderde klimaat van invloed op het agrarisch landgebruik? Voor welke gewassen kunnen hogere en voor welke lagere opbrengsten worden verwacht? Zullen er grote veranderingen optreden in het waterverbruik? Om deze vragen te beantwoorden heeft Rijkswaterstaat RIZA een studie laten doen naar de gevolgen van klimaatverandering voor landgebruik, gewasproductie en waterverbruik in het Rijngebied.

Op afzienbare termijn zouden zich aanzienlijke veranderingen in het klimaat op aarde kunnen voordoen vanwege de voortdurend toenemende concentraties broeikasgassen in de atmosfeer. Door toename van vooral het CO₂-niveau wordt de uitstraling van warmte door de dampkring extra geremd, waardoor de gemiddelde temperatuur aan het aardoppervlak kan stijgen. Bij ongewijzigd beleid kan rond het jaar 2080 een verdubbeling van de huidige CO₂-concentratie verwacht worden en daardoor waarschijnlijk een gemiddelde temperatuurstijging op aarde van 3 °C [10].

Klimaatveranderingen hebben gevolgen voor het landgebruik en het produktieniveau van de diverse gewassen. Op deze manier en ook rechtstreeks via veranderingen in hoeveelheid en samenstelling van de neerslag en in potentiële verdamping, kan klimaatverandering invloed hebben op de hydrologische kringloop in het stroomgebied van de Rijn.

Om hierin beter inzicht te krijgen laat de Internationale Commissie voor de Hydrologie van het Rijngebied een hydrologisch

model voor het stroomgebied van de Rijn ontwikkelen. Dit model zal worden gebruikt om op basis van scenario's voor klimaatverandering en toekomstig landgebruik de mogelijke veranderingen in het jaarlijks afvoerloop van de Rijn te berekenen. Rijkswaterstaat RIZA heeft in het kader van dit project een studie laten doen naar de effecten van klimaatverandering op landgebruik, gewasproductie en waterverbruik.

Methoden

De beste informatie over klimaatveranderingen door verdubbeling van de atmosferische CO₂-concentratie, is afkomstig van modellen die voor de gehele aarde de atmosferische circulatie en de warmte-uitwisseling beschrijven. De resultaten daarvan zijn gebruikt om voor een aantal stroomgebieden in België een scenario voor klimaatverandering bij verdubbelde CO₂-concentratie op te stellen [2]. De belangrijkste klimaatveranderingen volgens dit scenario die worden verondersteld ook voor het nabije Rijngebied te gelden, zijn (fig.1): temperatuur: +3 °C; hoeveelheid neerslag in winter: +15 procent; hoeveelheid neerslag in zomer: -3 procent; relatieve luchtvochtigheid: constant bij de hogere temperaturen.

De effecten van klimaatverandering op gewasproductie en waterverbruik zijn berekend met het gewasgroei-simulatiemodel WOFOST. Dit model berekent de maximaal bereikbare gewasproductie bij optimale bemesting en bij minimale verliezen ten gevolge van ziekten, onkruiden en dergelijke en tevens de componenten van de waterbalans.

Totale en oogstbare producties en componenten van de waterbalans zijn berekend voor de teelt van drie gewassen, wintertarwe, snijmaïs en permanent grasland, voor zes meteorologische stations in het Rijngebied, en voor vier bodems met variërende hoeveelheden maximaal beschikbaar vocht. De berekeningen zijn uitgevoerd voor huidige en toekomstige klimaatcondities

	Stroomgebied Rijn	Zuid-Frankrijk en Noord-Italië
Agrarisch landgebruik		
Akkerland	58	57
Permanent grasland	38	34
Meerjarige gewassen	4	9
Akkerbouwgewassen		
Granen	69	55
Wortel- en knolgewassen	6	2
Oliezaden	4	5
Overige gewassen	21	38

Tabel 1. Percentueel gebruik van agrarisch land en van akkerland in 1985 in het stroomgebied van de Rijn en in Zuid-Frankrijk en Noord-Italië [5].

zoals afgeleid met het klimaatscenario.

Waarschijnlijk veel grotere veranderingen in klimaat dan volgens het scenario zullen zich voordoen indien stijgende temperaturen veranderingen in de Golfstroom teweegbrengen. Om een indicatie te krijgen van de gevolgen van dergelijke drastische klimaatveranderingen voor gewasproductie en verdamping zijn gevoeligheidsanalyses voor de verschillende weervariabelen uitgevoerd.

Resultaten

Uit een vergelijking van het huidige agrarisch landgebruik in de diverse regio's van de EG (Tabel 1) is afgeleid dat de klimaatverandering volgens het scenario de volgende veranderingen in landgebruik in het Rijngebied teweeg zal brengen:

- toename areaal permanente gewassen, vooral in gebruik als wijngaarden;
- afname areaal permanent grasland;
- afname areaal wortel- en knolgewassen, haver, rogge, kool- en raapzaad;
- toename areaal korrelmaïs, zonnebloem en sojaboon;
- begin van groeiseizoen ongeveer drie weken eerder.

Ook andere factoren kunnen een sterke invloed op het toekomstig landgebruik hebben. Hierbij kan men denken aan prijsontwikkelingen per produkt en aan de introductie van nieuwe gewassen. Gewasproducties zijn berekend voor huidige weergegevens en voor toekomstige klimaatcondities. Hieruit resulteren de veranderingen in produktie als gevolg van klimaatveranderingen (figuur 1). De assimilatenproduktie in de bladeren van wintertarwe en gras neemt door de verdubbelde CO₂-concentratie toe, maar die van snijmaïs blijft hetzelfde. De temperatuurstijging resulteert in kortere groeiperioden voor wintertarwe en snijmaïs en in langere groeiperioden voor gras. De opbrengst-toename bij wintertarwe wordt minder groot, terwijl de opbrengst van snijmaïs afneemt. In werkelijkheid zullen de opbrengsten van snijmaïs niet afnemen, omdat voor de teelt van maïs variëteiten met een langere groeiperiode gekozen kunnen worden. De grootste toename in produktie wordt gevonden voor grasland. De hogere produkties kunnen echter alleen gerealiseerd worden, wanneer extra meststoffen worden toegediend. Voor weervariabelen die bepalend zijn voor gewasproductie, zijn de waarden ook onafhankelijk van elkaar gevarieerd. Op deze manier is de gevoeligheid van de gewasproductie voor iedere weervariabele bepaald (zie Tabel 2).

De graanproductie van wintertarwe blijkt sterk toe te nemen met toenemende CO₂-concentratie en matig sterk af te nemen

Gewas	C	T	R	Z	W	L
Wintertarwe	+++	--	+	+	--	+
Snijmaïs	++	--	+	++	--	+
Permanent grasl.	+++	++	++	o	---	++

Tabel 2. Gevoeligheid van gewasproductie in De Bilt voor toenemende waarden van atmosferische CO₂-concentratie (C), temperatuur (T), regenval (R), zonnestraling (Z), windsnelheid (W) en luchtvochtigheid (L). Produktie heeft bij wintertarwe betrekking op graanproductie, bij snijmaïs op totale gewasproductie en bij grasland op grasproductie.

bij een stijgende temperatuur (kortere groeiperiode) en toenemende windsnelheid (meer verdamping). De totale produktie van snijmaïs blijkt matig sterk toe te nemen met toenemende CO₂-concentratie en met toenemende zonnestraling (hogere produktie van assimilaten) en matig sterk af te nemen met toenemende windsnelheid en temperatuur, en de produktie van permanent grasland blijkt sterk toe te nemen met toenemende CO₂-concentratie, matig sterk toe te nemen met toenemende regenval, temperatuur (langere groeiperiode) en luchtvochtigheid (minder verdamping) en sterk af te nemen met toenemende windsnelheid.

Klimaatverandering volgens het scenario heeft ook invloed op de componenten van de waterbalans. De cumulatieve bodem- en gewasverdamping tijdens de groeiperioden van wintertarwe en snijmaïs in het Rijngebied blijkt gemiddeld met 6 cm respectievelijk 7 cm af te nemen, voornamelijk vanwege de afname van gewasverdamping bij verdubbelde CO₂-concentratie en vanwege de verkorte groeiperiode. De verdamping van grasland over een geheel jaar neemt met 1 cm toe. De afname van gewasverdamping bij verdubbelde CO₂-concentratie blijkt door de langere periode van grasgroei bij hogere temperaturen meer dan gecompenseerd te worden.

Positief effect

Er bestaan nog grote onzekerheden over de klimaateffecten van een verdubbelde CO₂-niveau. Wanneer het gebruikte klimaatscenario werkelijkheid zal worden, zal de resulterende klimaatverandering tot veranderingen in agrarisch landgebruik, gewasproductie en bodem- en gewasverdamping kunnen leiden. Dergelijke veranderingen kunnen echter geheel overschaduwd worden door economische en technologische veranderingen.

De klimaatverandering maakt de teelt van een aantal gewassen mogelijk, waarvoor het tot nu toe in het Rijngebied te koud was. Een hogere CO₂-concentratie zal bij voldoende mestgift, hogere gewasproducties mogelijk maken. De hogere produktie kan zowel het gevolg zijn van een grotere assimilatenproduktie in de bladeren als van een efficiënter waterverbruik en daarmee minder opbrengstreductie tijdens droogteperioden, vooral bij de teelt van maïs.

Samenvattend blijken de gevolgen van de verdubbelde CO₂-concentratie in de atmosfeer en van de resulterende klimaatverandering voor landgebruik en gewasproductie in het Rijngebied voornamelijk positief te zijn. Dat wil echter niet zeggen dat dat ook geldt voor andere gebieden en voor een verder voortgaande verandering van het klimaat. □

*) Ir. J. Wolf, Vakgroep Theoretische Produktie-ecologie, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Wageningen. Ir. C.A. van Diepen, Afd. Landevaluatiemethoden, DLO-Staring Centrum, Postbus 125, 6700 AC Wageningen. De literatuurlijst en het oorspronkelijke rapport zijn op aanvraag bij de auteurs verkrijgbaar bij RIZA, Postbus 17, 8200 AA Lelystad.