

Landbouwgronden in Europa

Analyse van en visie op gewasopbrengsten,
bevolking en milieu

Piet Rijk

Projectcode 20878

April 2008

Rapport 2008-004

LEI, Den Haag

Het LEI kent de werkvelden:

-  Internationaal beleid
-  Ontwikkelingsvraagstukken
-  Consumenten en ketens
-  Sectoren en bedrijven
-  Milieu, natuur en landschap
-  Rurale economie en ruimtegebruik

Dit rapport maakt deel uit van het werkveld Internationaal beleid.

Landbouwgronden in Europa; Analyse van en visie op gewasopbrengsten, bevolking en milieu

Rijk, P.J.

Rapport 2008-004

ISBN/EAN 978-90-8615-218-6 Prijs € 18

72 p., fig., tab., bijl.

Dit rapport geeft inzicht in een aantal belangrijke trends in Nederland, Europa en de wereld rondom gewasopbrengsten (tarwe, aardappelen), kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, bevolking, ruimtelijke claims, energie en klimaat. Hierbij wordt gebruik gemaakt van statistieken van de FAO, Eurostat en het CBS. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de Eururalis-studie (toekomstig ruimtegebruik in Europa), en prognoses van het CBS, Ruimtelijk Planbureau, RIVM, FAO en de OECD. Zicht op de toekomst zal gegeven worden tot 2030-2050.

This report provides insight into a number of important trends in the Netherlands, Europe and the rest of the world regarding crop yields (wheat, potatoes), artificial fertiliser, crop protection agents, population, spatial claims, energy and climate. To this end, use is made of statistics from the FAO, Eurostat and Statistics Netherlands (CBS). Use is also made of the Eururalis study (future spatial use in Europe), as well as prognoses by Statistics Netherlands, the Netherlands Institute for Spatial Research, the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), the FAO and the OECD. A view will be given until 2030-2050.

Bestellingen

070-3358330

publicatie.lei@wur.nl

© LEI, 2008

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.



Het LEI is ISO 9000 gecertificeerd.

Inhoud

	Woord vooraf	6
	Samenvatting	7
	Summary	11
1	Inleiding	16
	1.1 Aanleiding voor de studie	16
	1.2 Doel	17
2	Gewasopbrengsten, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen in de verschillende Europese regio's (huidige situatie)	18
	2.1 Gewasopbrengsten	18
	2.2 Analyse en conclusies bij de data gewasopbrengsten	18
	2.3 Oorzaken verschillen in gewasopbrengsten	25
	2.4 Kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen	25
3	Recente ontwikkelingen en toekomstige situatie (gewasopbrengsten per hectare) in Europa	27
4	Recente en toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van claims op het landelijk gebied in Nederland	31
5	Eururalis- Zicht op toekomstig ruimtegebruik in Europa	34
6	Toekomstige ontwikkelingen in Europa en de Wereld; bevolking en energie	40
	6.1 Bevolkingsontwikkeling en zelfvoorzieningsgraad granen	40
	6.2 Energie	43
7	Klimaat	45
8	Slotbeschouwing	47

Literatuur	49
Bijlagen	51
1 Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (in tonnen per hectare) in de verschillende Europese regio's	51
2 Kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (euro's per hectare) en kunstmestgebruik (in kilo's per hectare) in De verschillende Europese regio's	57
3 Een beschouwing en analysemethode rondom de bepaling van vruchtbare landbouwgronden in Europa (Stijn Reinhard)	63

Woord vooraf

De Europese Commissie heeft in september 2006 een voorstel gedaan voor een richtlijn tot vaststelling van een kader voor de bescherming van de bodem. Door dit voornemen van de Europese Commissie is bij het Nederlandse ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit behoefte aan een nader inzicht in de noodzaak om de productiefunctie van de bodem in relatie met voedselzekerheid meer te gaan beschermen.

Meer concreet is aan het LEI gevraagd nader inzicht te geven in de opbrengsten en ontwikkeling daarvan van enkele gewassen (tarwe en aardappelen) en gebruikte inputs (kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen) voor alle Europese regio's.

Verder is gevraagd inzicht te geven in de ontwikkeling van de bevolking, ruimtelijke claims, klimaat en energieveranderingen.

In dit rapport komen alle bovenstaande zaken aan de orde. Een en ander moet wel gezien in het kader van een beperkte opdracht en beperkt budget.

Het onderzoek werd vanuit het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit begeleid door een begeleidingscommissie onder leiding van Ir. Marian Hopman (Directie Platteland).

Het onderzoek is verricht door ir. Piet Rijk, onderzoeker bij de sectie Regionaal en Ruimtelijk Beleid van de afdeling Maatschappijvraagstukken van het LEI. Verder zijn er bijdragen geleverd door dr. Tom Kuhlman (GIS-kaarten), drs. David Verhoog (Eurostat-data) en dr. Stijn Reinhard (bijlage 3). Graag wil ik hen bedanken voor hun bijdragen.

Verder spreek ik de hoop uit dat deze publicatie ertoe bij mag dragen dat we zorgvuldig omgaan met de waarden in het landelijk gebied, waartoe ook zeker vruchtbare landbouwgronden gerekend moeten worden, mede met het oog op toekomstige zekerstelling van de voedselproductie.



Prof.dr.ir. R.B.M. Huirne
Algemeen Directeur LEI

Samenvatting

Aanleiding en inhoud studie

Het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit heeft het LEI gevraagd om inzicht te geven in een aantal belangrijke trends in Nederland, Europa en de wereld, die invloed hebben op het totale grondgebruik en de intensiteit ervan. Dit inzicht is nodig om het voorstel van de Europese Commissie tot een vaststelling van een kader voor de bescherming van de bodem beter te kunnen beoordelen. In de studie komen de volgende zaken aan de orde:

- huidige situatie, recente ontwikkelingen en opbrengstpotenties van tarwe en aardappelen, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen voor alle regio's in Europa;
- een beeld van de recente en toekomstige ontwikkelingen van claims op het landelijke gebied in Nederland, Europa en de wereld, zoals bevolkingsontwikkelingen, toekomstig ruimtegebruik, energie en klimaat.

Gewasopbrengsten

De gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen zijn in Nederland en de ons direct omringende regio's relatief hoog in vergelijking met de andere delen van Europa en de wereld (tabel 1). In Noord- en West-Europa zijn de afgelopen jaren nog aanzienlijke productiviteitsstijgingen geweest. In Zuid- en Oost-Europa echter waren de productiviteitsstijgingen gering. De afgelopen jaren is er bij de hoogst producerende landen een stabilisatie opgetreden. Voor tarwe lijkt een gemiddeld maximaal plafond haalbaar van 8,5 ton per ha en voor aardappelen 45 ton per hectare.

	Gewasopbrengsten (in ton/ha/jaar) van tarwe en aardappelen in Nederland, delen van Europa en de Wereld in 1992 t/m 1994 en 2002 t/m 2004, evenals de procentuele toename tussen beide perioden					
	Opbrengsten in tonnen per hectare gemiddeld per jaar					
	tarwe		stijging	aardappelen		stijging
	'92/'94	'02/'04	%	'92/'94	'02/'04	%
Nederland	8,3	8,4	1	36,4	43,7	20
Noord-Europa	6,1	6,6	8	25,7	28,9	13
West-Europa	6,5	7,1	10	36,9	41,5	12
Oost-Europa	2,3	2,4	4	12,5	12,9	4
Zuid-Europa	2,9	3,0	3	15,2	15,1	0
Europa	3,2	3,5	10	15,3	16,6	8
Wereld	2,5	2,8	10	15,6	16,8	8

Bron: FAO-statistiek, bewerking LEI.

Kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen

Er is een grote correlatie tussen het gebruik van inputs, zoals kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen en de gewasopbrengsten. Er zijn van land tot land erg grote verschillen in gebruikte inputs. Zo wordt in België, Nederland, Duitsland en Noorwegen 20 keer zo veel kunstmest per hectare gebruikt als in de minst gebruikende landen (Russische Federatie, Moldavië, Armenië, IJsland). Ook het gebruik aan gewasbeschermingsmiddelen vertoont grote verschillen tussen landen.

Claims op het Nederlandse landelijke gebied

De komende 30 jaren zullen de claims op het landelijk gebied in Nederland bepaald worden door de volgende factoren: geringere bevolkingsgroei dan in de afgelopen 30 jaar, een verdere daling van het aantal bewoners per woning, een verdere stijging van het areaal bossen, natuurterreinen en recreatieterreinen, een stijging van het areaal bedrijfsterreinen en bebouwd gebied met de bijbehorende infrastructuur.

Het areaal landbouwgrond zal ten gevolge van deze ontwikkelingen verder afnemen. Deze afname zal de komende 30 jaar echter een stuk minder zijn dan die in de afgelopen 30 jaar (4% tegenover 8%).

Ruimtegebruik in Europa

Met het Eururalis-rekenmodel is bepaald welke veranderingen in het ruimtegebruik er op kunnen treden in de diverse landen binnen Europa. Dit model werkt met verschillende scenario's: veel of weinig regelgeving, oriëntatie op de wereld of juist meer op de regio. Doorgaans leidt een grotere oriëntatie op de wereldmarkt tot veel veranderingen in het landgebruik, zo'n 8% afname van het landbouwareaal. Weinig regels en aandacht voor de lokale economie leiden tot minder veranderingen in het landbouwareaal (circa 5%).

Bevolkingsontwikkelingen en voedsel

Ondanks een toegenomen wereldbevolking is de afgelopen tien jaar de gemiddelde hoeveelheid voedsel per wereldburger toegenomen met 4%. Dit was mogelijk door een productiviteitsstijging per hectare met gemiddeld 7% en een uitbreiding van het landbouwareaal met 2% (vooral ten koste van het areaal tropisch regenwoud).

De komende 30 jaar verwacht de FAO een groei van het aantal mensen in de wereld van 6,4 miljard nu tot 8,3 miljard in 2030 (+ 30%) en 9,3 miljard in 2050 (+ 45%). De bevolkingsgroei zwakt wat af: tot 2015 wordt een gemiddelde bevolkingsgroei van 1,2% per jaar verwacht, tussen 2015 en 2030 van 0,9% per jaar en tussen 2030 en 2050 van 0,6%.

De grootste stijging van de bevolking wordt voorzien in Sub Sahara-Afrika (een verdrievoudiging) en het Nabije Oosten/Noord-Afrika (een verdubbeling). In Zuid-Azië (onder meer India) en Midden- en Zuid-Amerika worden groeipercentages verwacht van 60-80. In Europa, Japan en de voormalige Oostbloklanden wordt een daling van de bevolking verwacht.

Verwacht wordt dat Europa in toenemende mate voedselproducerend zal worden voor andere delen van de wereld.

Energie

Fossiele brandstoffen zullen in toenemende mate schaarser en duurder worden. Daardoor worden alternatieve vormen van energie steeds belangrijker. Rest- en nevenproducten uit de agrarische sector (mest, loof, stro, niet voor voedsel bestemde delen van het hoofdproduct) zullen in toenemende mate worden benut voor bio-energie. Lokaal zal het telen van energiegewassen een optie zijn.

In Nederland zal dit waarschijnlijk geen grote vlucht nemen: het produceren van voedsel zal eerder voor de hand liggen vanwege een grote nabije ste-

delijke bevolking in binnen- en buitenland en een hoge productiviteit voor voedselgewassen.

Klimaat

Voor de komende 30 jaar wordt een verdere opwarming van de aarde verwacht met meer CO₂ in de lucht. Hoe deze klimaatsveranderingen zullen uitwerken op de land- en tuinbouwproductiemogelijkheden is vooralsnog niet precies te zeggen.

Door een gemiddeld hogere temperatuur en meer CO₂ in de lucht zou een hogere productie van land- en tuinbouwproducten mogelijk kunnen zijn bij een constant veronderstellen van de andere weerelementen.

Voor Nederland wordt gemiddeld iets meer zomerneerslag verwacht, maar ook een grotere verdamping. De winterneerslag zal in Nederland naar verwachting veel meer toenemen. De regen zal doorgaans in heviger buien gaan vallen. Eén en ander betekent grotere eisen aan het waterbeheersingsstelsel in ons land.

Ten slotte

De hiervoor geschetste ontwikkelingen wijzen op de noodzaak dat er in toenemende mate op de landbouwgronden in Nederland, Europa en de wereld meer geproduceerd zou moeten worden. Dit kan worden bereikt door hogere kilo-opbrengsten per hectare. Door de stijgende wereldbevolking is het in toenemende mate wenselijk dat het kennisniveau om meer te produceren omhoog gaat. Dit is niet overal mogelijk. Europa en ook Nederland zullen een belangrijke rol in de toekomst kunnen en moeten spelen. Dit zal niet alleen de productiekant betreffen maar ook hun rol als overbrenger van veel kennis over de productie van voedsel en energie.

Summary

Fertile agricultural land and production in Europe; Important trends in the Netherlands, Europe and the rest of the world regarding crop yields and the use of crop protection agents

Background and content of study

At the request of the Ministry of Agriculture, Nature Management and Food Quality, LEI has been asked to provide insight into a number of important trends in the Netherlands, Europe and the rest of the world. These concern a number of aspects that are of such importance that they influence the total land use and the intensity of that land use. Improved insight into these trends could contribute to the importance of them to the fertile agricultural land. Better insight into this was required in connection with a proposal by the European Commission for a framework to be determined for the protection of the soil. The following matters were covered within the study:

- current situation, recent developments and the potential yields of a few crops (e.g. wheat and potatoes) and of two important inputs (artificial fertilisers and crop protection agents), for all regions in Europe;
- a picture of the recent and future developments regarding claims on rural areas in the Netherlands, Europe and the rest of the world. Amongst other things, matters such as population developments, future spatial use, energy and the climate were examined.

Crop yields

The crop yields of wheat and potatoes are relatively high in the Netherlands and in the regions immediately surrounding the Netherlands, if we compare this with other parts of Europe and with the rest of the world. Table 1 presents an overview of this.

In northern and western Europe, there have been considerable increases in recent years. In southern and eastern Europe, however, there were only very limited increases in productivity.

	Yields in tonnes per hectare on average per year					
	wheat		increase	potatoes		increase
	'92/'94	'02/'04	%	'92/'94	'02/'04	%
The Netherlands	8.3	8.4	1	36.4	43.7	20
Northern-Europe	6.1	6.6	8	25.7	28.9	13
Western-Europe	6.5	7.1	10	36.9	41.5	12
Eastern-Europe	2.3	2.4	4	12.5	12.9	4
Southern-Europe	2.9	3.0	3	15.2	15.1	0
Europe	3.2	3.5	10	15.3	16.6	8
World	2.5	2.8	10	15.6	16.8	8

Source: FAO statistics, processed by LEI.

The situation has become more stable in recent years in the countries with the highest production. An average maximum ceiling of 8.5 tonnes per hectare for wheat and 45 tonnes per hectare for potatoes appears to be feasible.

Artificial fertiliser and crop protection agents

There is a strong correlation between the inputs used (artificial fertiliser and crop protection agents) and the crop yields. There are very large differences between countries in terms of the inputs used. For example, 20 times as much artificial fertiliser is used in Belgium, the Netherlands, Germany and Norway as in the countries using the smallest quantities (the Russian Federation, Moldavia, Armenia, and Iceland). The use of crop protection agents also varies greatly between countries.

Claims on Dutch rural areas

In the coming 30 years, the claims made on rural areas in the Netherlands will be determined by the following factors: lower population growth rate than in the past 30 years, a further decline in the number of residents per home, a further increase in the areas of woodland, areas of nature and recreation areas, and increase in the area covered by industrial estates, built-up areas and the associated infrastructure.

The area used as agricultural land will decline further as a result of this development. However, this decline will be much less marked in the next 30 years than it has been for the last 30 years (4% as opposed to 8%).

Spatial use in Europe

With regard to the Eururalis calculation model, the changes that could occur in the various countries within Europe have been determined. The influence of this on the changes in spatial use can be determined depending on the scenario (a lot of regulations or limited regulations, a world-focus or more of a regional focus, etc.).

Generally speaking, a greater focus on the global market gives rise to a lot of changes in land use, and a decline of about 8% in the total agricultural land. Few rules and little attention devoted to the local economy bring about relatively few changes in the amount of agricultural land (rounded off to 5%).

Population developments and food

Despite the growth in the world's population, the average quantity of food per world citizen has increased by 4% in the past ten years. This was made possible through an increase in productivity per hectare by an average of 7% and an expansion of the total agricultural area by 2% (mainly at the expense of the area of tropical rainforest).

In the next 30 years, the FAO predicts a growth in the number of people in the world from 6.4 billion today to 8.3 billion in 2030 (+ 30%) and 9.3 billion in 2050 (+ 45%). An average annual population growth rate of 1.2% is expected up until 2015, 0.9% between 2015 and 2030 and 0.6% between 2039 and 2050.

The greatest population increase is expected to take place in Sub-Saharan Africa (where the population is expected to triple) and the Near East/northern Africa (where it is expected to double). In southern Asia (including India) and Central and South America, growth percentages of 60-80 are expected.

A decline in the population is expected in Europe, Japan and the former Eastern Bloc countries.

Europe is predicted to increasingly become a food production region for other parts of the world.

Energy

Fossil fuels will become scarcer and more expensive. Alternative forms of energy will become increasingly important. Residual products and by-products from the agricultural sector (manure, foliage, straw, parts of the main product not intended for consumption as food) will increasingly be used for the production of bio-energy. Locally, the cultivation of energy crops will become an option.

In the Netherlands, the cultivation of energy crops will probably not really take off; the production of food will be a more logical choice (large urban population close by, both within the Netherlands and in other countries, and a high level of productivity for food crops).

Climate

A further warming of the Earth is predicted over the coming 30 years, as well as increasing levels of CO₂ in the air. It is not yet possible to say exactly how these climate changes will impact upon the agricultural and horticultural possibilities. Potentially, a higher average temperature and increased levels of CO₂ in the air could make increased agricultural and horticultural production possible, assuming that the changed weather conditions remain constant.

For the Netherlands, more summer precipitation is expected on average, accompanied by increased evaporation. Winter precipitation in the Netherlands is expected to increase considerably. The rain will generally fall in heavier showers.

All this means that it will be possible to make greater demands of the water management system in the Netherlands.

Lastly

The development sketched above illustrates the necessity for increased production on the available agricultural land in the Netherlands, Europe and the rest of the world; greater yields in kilograms are required per hectare. The growing global population means that it is increasingly desirable to raise the level of expertise in order to produce more. However, as sketched above, this

is not possible everywhere. Europe - and the Netherlands - will play an important role in the future, and will need to be capable of fulfilling that role adequately, not only in relation to the production side but also as the bearer of substantial expertise concerning food production (and energy).

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor de studie

In september 2006 heeft de Europese Commissie een voorstel gedaan voor een richtlijn tot vaststelling van een kader voor de bescherming van de bodem. Daarin staat onder meer:

'De bodem is in wezen een niet hernieuwbare hulpbron: hij kan namelijk snel worden aangetast, terwijl de vormings- en herstelprocessen uiterst traag verlopen. Het is een zeer dynamisch systeem dat vele functies vervult en diensten verleent die van vitaal belang zijn voor menselijke activiteiten en voor het voortbestaan van ecosystemen. Die functies zijn de productie van biomassa, de opslag, filtering en transformatie van voedingsstoffen en water, het verschaffen van habitats voor biotopen die een reservoir van biodiversiteit vormen, het bieden van een draagvlak voor de meeste menselijke activiteiten, het leveren van grondstoffen, het fungeren als koolstofreservoir en de bewaring van het geologisch en archeologisch erfgoed.' (CEC, 2006 en Hack-ten Broeke et al., 2007)

Het voorstel voor de richtlijn heeft vooral betrekking op een aantal bodembedreigingen, te weten afdekking, erosie, verlies van organische stof, verdichting, verzilting, aardverschuivingen en verontreinigingen.

Door het bovengenoemde voornemen van de Europese Commissie is bij het Nederlandse ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit ook de vraag gerezen of er ruimte of noodzaak is voor en behoefte is aan het beschermen van vruchtbare landbouwgronden, gezien de productiefunctie van de bodem en de relatie met voedselzekerheid. Daarom is in het kader van een Beleidsondersteunend (BO-)project aan Alterra en het LEI gevraagd om bij te dragen aan de begripsvorming over 'vruchtbare landbouwgronden'.

1.2 Doel

Aan het LEI is meer specifiek gevraagd om inzicht te geven in een aantal belangrijke trends in Nederland, Europa en de wereld met betrekking tot een aantal aspecten die van een zodanig belang zijn dat ze invloed hebben op het totale grondgebruik en de intensiteit ervan. Een beter inzicht in deze trends kan er toe bijdragen wat het belang ervan is voor de vruchtbare landbouwgronden.

Aan het LEI is concreet gevraagd om inzicht te geven in de volgende zaken:

- huidige situatie van enkele gewasopbrengsten (tarwe en aardappelen) en van twee belangrijke inputs (kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen) voor de verschillende regio's in Europa; inzicht in deze gegevens geeft een indicatie over de bodemvruchtbaarheid en het voortbrengend vermogen van gronden in heel Europa;
- een indruk van de recente ontwikkelingen en toekomstige situatie (gewasopbrengsten per hectare);
- een beeld van de recente en toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van claims op het landelijk gebied in Nederland, Europa en de wereld. Hierbij zal onder meer gekeken worden naar bevolkingsontwikkelingen, toekomstig ruimtegebruik, energie en klimaat.

In de volgende hoofdstukken wordt op deze zaken nader ingegaan. Het onderzoek is verricht binnen een beperkt budget en beperkte tijd.

2 Gewasopbrengsten, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen in de verschillende Europese regio's (huidige situatie)

2.1 Gewasopbrengsten

Als indicator is gekozen voor de gewasopbrengsten per hectare van twee gewassen die praktisch overal in Europa groeien, namelijk tarwe (wintertarwe, zomertarwe) en aardappelen (consumptie-, poot- en fabrieksaardappelen). Hierbij is gebruik gemaakt van de aanwezige data bij Eurostat in Luxemburg voor de EU-25-landen en de statistieken van de FAO voor de andere Europese landen.

In bijlage 1 (Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen, in tonnen per hectare, in de verschillende Europese regio's, geheel Europa en de wereld) zijn de achterliggende data evenals de totstandkoming van deze data weergegeven. Bijlage 1 heeft als grondslag gediend voor de twee kaartjes 'Some agricultural indicators for Europe: wheat yields (zie kaart op pagina 19) en potato yields (zie kaart op pagina 20)'.

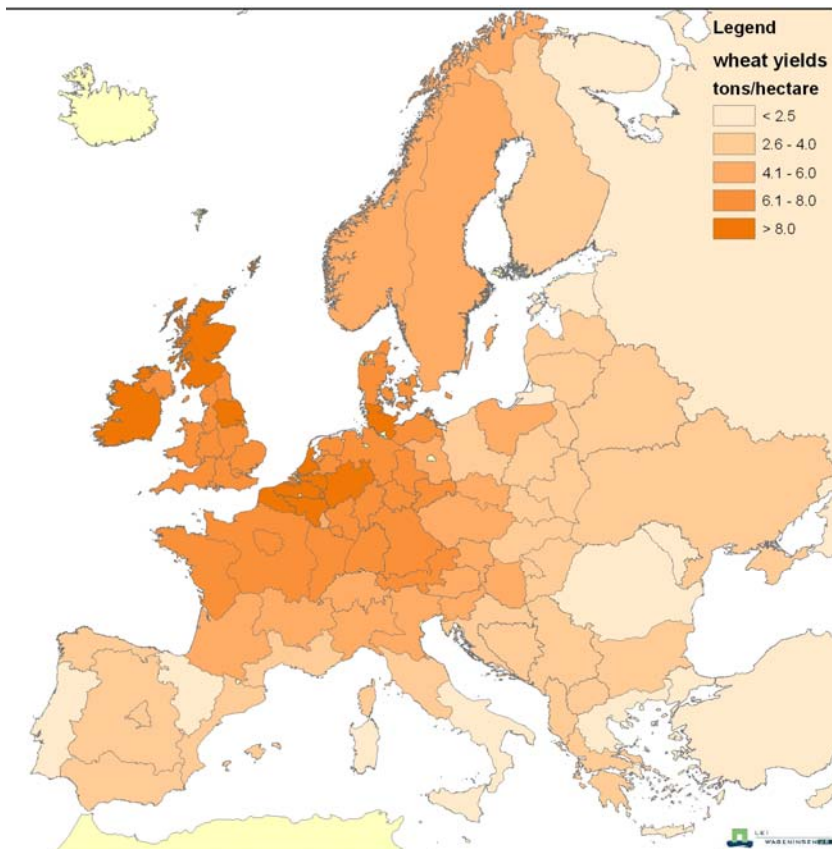
In tabel 3.1 is een samenvattend overzicht gemaakt van de gemiddelde gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (huidige situatie en recente ontwikkelingen) van groepen Europese landen.

2.2 Analyse en conclusies bij de data gewasopbrengsten

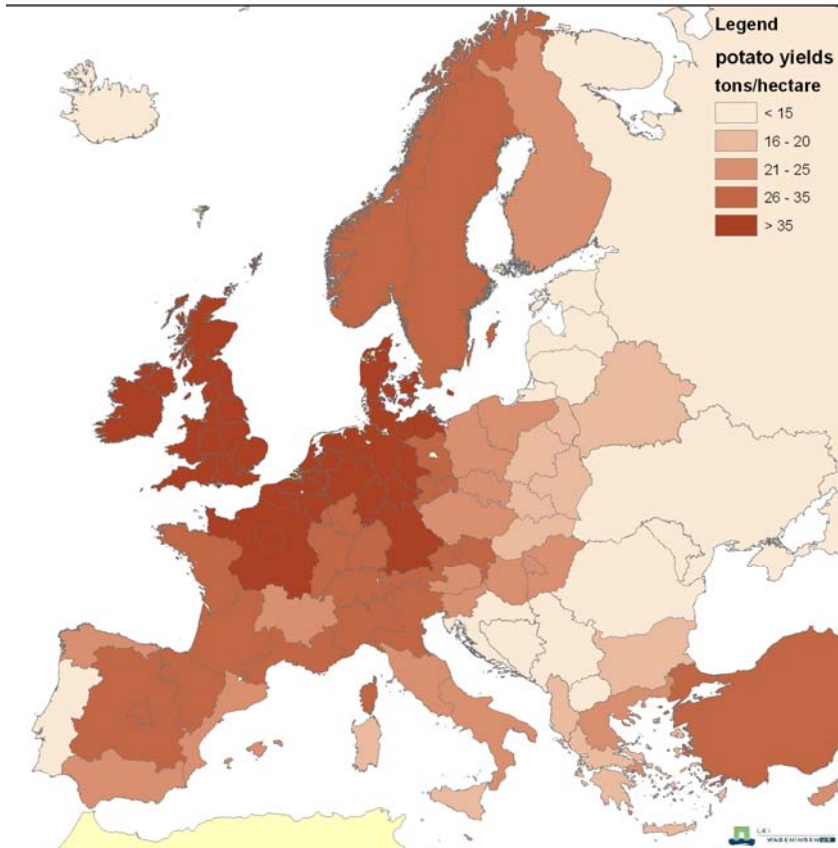
Als we de data van bijlage 1 en de kaartjes van de gewasopbrengsten (zie de kaarten op pagina 19 en 20) analyseren dan zijn de volgende conclusies te trekken:

- doorgaans is er een sterke relatie tussen de kilo-opbrengsten per hectare van wintertarwe en die van aardappelen: doorgaans is het zo dat als er een hoge of lage opbrengst voor het ene gewas is, dan is het ook zo voor het andere gewas;

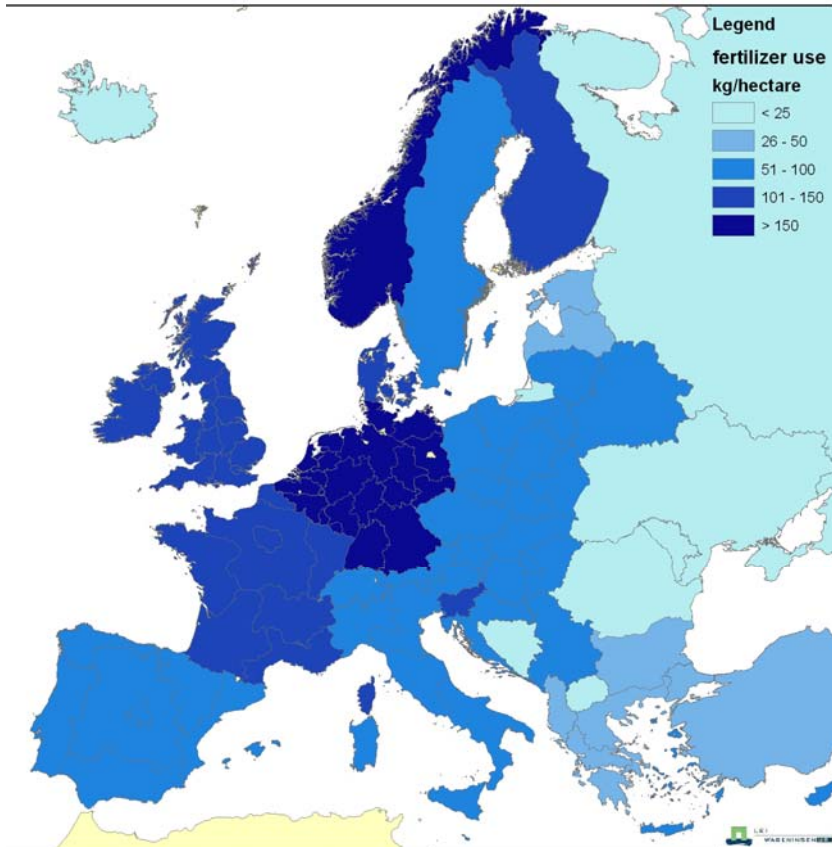
- binnen Europa zijn er grote verschillen: doorgaans kennen Nederland, België, Luxemburg, Duitsland, Engeland, Ierland, Denemarken en Noord-Frankrijk hoge kilo-opbrengsten per hectare. De Oost Europese landen en Portugal kennen lage kilo-opbrengsten per hectare;
- het verschil in gemiddelde kilo-opbrengsten per hectare voor tarwe per Nuts1-gebied en land loopt uiteen van 1 tot 2 ton per hectare in Portugal, de Canarische en Griekse eilanden, Sicilië en de Russische Federatie tot meer dan 8 ton per hectare in België, Noordrijn-Westfalen, Sleeswijk-Holstein, Nord Pas de Calais, Ierland en delen van Nederland en het Verenigd Koninkrijk;
- het verschil in de gemiddelde kilo-opbrengsten per hectare voor aardappelen loopt uiteen van 8 tot 12 ton per hectare in Bosnië-Herzegovina, IJsland, Moldavië, Kroatië, Oekraïne en de Russische Federatie tot meer dan 40 ton per hectare in België, Nederland, Verenigd Koninkrijk, Noord-Frankrijk en Noord-Duitsland;
- zowel voor tarwe als aardappelen geldt dat in de hoog producerende regio's ongeveer vier keer zo hoge kilo-opbrengsten per hectare behaald worden dan in de minder producerende regio's. Voor tarwe zijn de meest extreme regio's: Canarische Eilanden (1,0 ton/ha), Portugal (1,4 ton/ha) versus West-Nederland (9,5 ton/ha). Dit is dus een factor 9 verschil in productie op gebiedsniveau. Op bedrijfsniveau zullen de verschillen nog groter zijn. Voor aardappelen zijn de meest extreme regio's: Moldavië (8,0 ton/ha) en Zuid-Nederland (50,1 ton/ha). Deze verschillen dus een factor van ruim 6 in productiviteit.



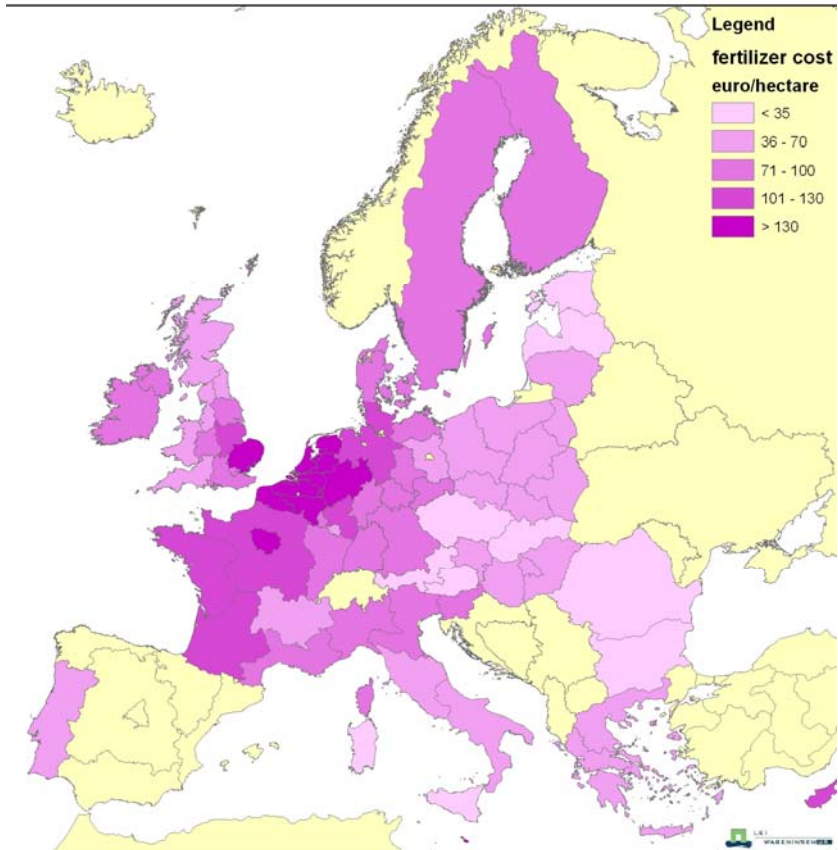
Enkele agrarische indicatoren voor Europa: tarweopbrengsten
Bron: Appendix 1 (bijlage 1), Eurostat, FAO-stat, bewerking LEI.



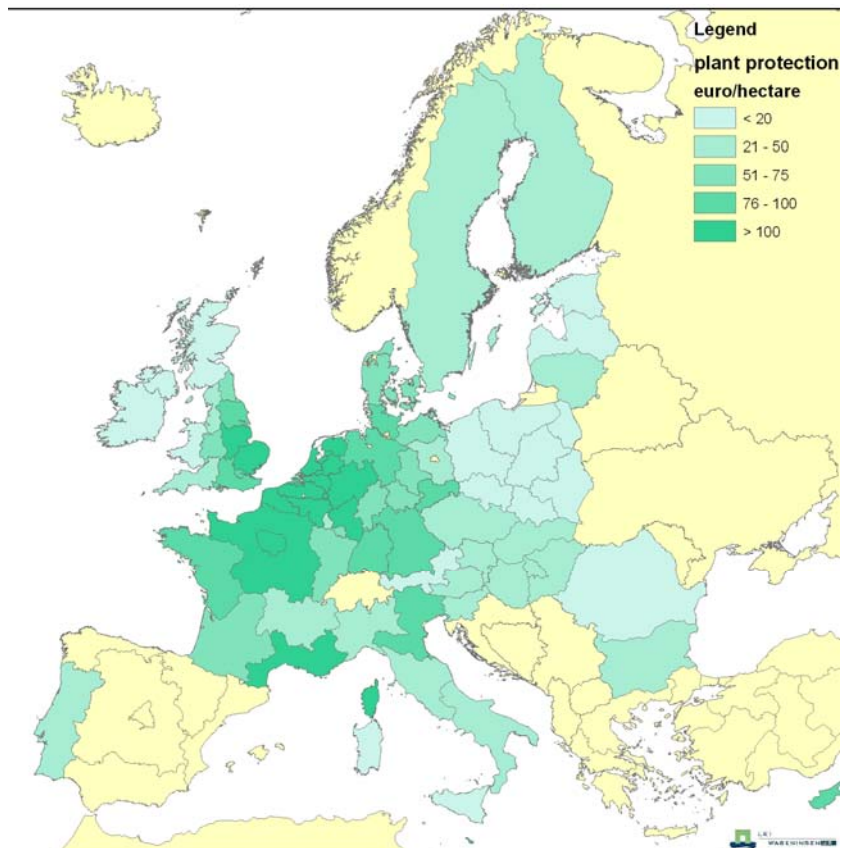
Enkele agrarische indicatoren voor Europa: aardappelopbrengsten
Bron: Appendix 1 (bijlage 1), Eurostat, FAO-stat, bewerking LEI.



Enkele agrarische indicatoren voor Europa: mestgebruik
Bron: Appendix 1 (bijlage 1), Eurostat, FAO-stat, bewerking LEI.



Enkele agrarische indicatoren voor Europa: mestkosten
Bron: Appendix 2 (bijlage 2), Eurostat, FAO-stat, bewerking LEI.



Enkele agrarische indicatoren voor Europa: gewasbescherming
 Bron: Appendix 2 (bijlage 2), Eurostat, FAO-stat, bewerking LEI.

2.3 Oorzaken verschillen in gewasopbrengsten

Een al of niet hoge kilo-opbrengst van een gewas zegt niet alleen wat over de natuurlijke vruchtbaarheid van de bodem. Er spelen nog een flink aantal andere zaken een rol. Belangrijk zijn onder meer in dit verband:

- de hoeveelheid regen die er valt;
- het feit of men al of niet kan beregenen in tijden van droogte;
- een goed gebruik van gekwalificeerd zaai- en pootgoed;
- het gebruik van kunstmest of andere mest als de grond onvoldoende productief is;
- of er op tijd wordt ingegrepen door middel van gewasbeschermingsmiddelen als er ziekten in het gewas komen;
- of het algemene management van voldoende niveau is om op precies de goede tijdstippen alle noodzakelijke werkzaamheden aan de gewassen te doen.

2.4 Kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen

Het gebruik van inputs (kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen) heeft een directe relatie met de hoogte van de kilo-opbrengsten van de gewassen. Aan de hand van de statistieken van Eurostat uit Luxemburg en de FAO uit Rome is bijlage 2 (Kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, in euro's per hectare, en kunstmestgebruik, in kilo's per hectare, in de verschillende Europese regio's) tot stand gekomen. Bijlage 2 heeft als grondslag gediend voor drie kaartjes: Some agricultural indicators for Europe: fertiliser use (zie kaart op pagina 21), fertiliser cost (zie kaart op pagina 22), plant protection (zie kaart op pagina 23).

Uit bijlage 2 en de kaartjes van de inputs kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen kunnen we onder meer de volgende conclusies trekken en zijn de volgende opmerkingen te plaatsen:

- het gebruik en de kosten van kunstmest verschillen van land tot land nog meer dan de kilo-opbrengsten van de gewassen. Er is een groep van landen (Armenië, IJsland, Moldavië en de Russische Federatie die gemiddeld 4-8 kilo kunstmest per hectare gebruiken. Dat is ongeveer 20 keer minder per hectare dan in België, Nederland, Duitsland en Noorwegen;

- ook de kosten van gewasbeschermingsmiddelen verschillen veel van land tot land. De hoogste en laagste regio's verschillen minimaal een factor 5. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de kosten op zich niet alles zeggen over de werking van de actieve stoffen. Bepaalde gewasbeschermingsmiddelen zijn in sommige landen verboden en in andere landen juist erg goedkoop. Ook de btw op deze middelen verschilt van land tot land.
- Opgemerkt dient te worden dat er tussen de verschillende landen veel verschillen zijn in oppervlakte tuinbouwgewassen. Veelal worden in de tuinbouw veel meer gewasbeschermingsmiddelen gebruikt dan in bijvoorbeeld de akkerbouw of de veehouderij. Zo kan de Nederlandse bloembollenteelt absoluut niet vergeleken worden met de Franse graanteelt of de veeteelt op hellingen in berggebieden.

3 Recente ontwikkelingen en toekomstige situatie (gewasopbrengsten per hectare) in Europa

Gevraagd is om een indruk te geven hoe de gewasopbrengsten per hectare zich zullen ontwikkelen in de diverse landen. Uit hoofdstuk 2 is naar voren gekomen dat er zeer grote verschillen tussen de diverse landen zijn. Het mag duidelijk zijn de productie in die landen die nu een lage gewasopbrengst per hectare kennen potentieel in de toekomst nog enorm kan groeien.

Om deze mogelijkheden voor de toekomst nader in beeld te brengen is voor een aantal landen gekeken hoe de ontwikkeling van de gewasopbrengsten voor de gewassen tarwe en aardappelen in de afgelopen tien jaar is geweest. Er is gekozen voor twee hoogproductieve landen (Nederland, Duitsland), twee middenproductieve landen (Hongarije, Polen) en twee zeer laagproductieve landen (Letland en de Russische Federatie). Tabel 3.1 geeft hiervan een overzicht. In deze tabel zijn ter informatie tevens ook de gemiddelde gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen en de ontwikkelingen hiervan over de verschillende delen van Europa, geheel Europa en de gehele wereld weer gegeven.

Uit tabel 3.1 blijkt dat er de afgelopen tien jaar in sommige landen enorme productiviteitsstijgingen hebben plaatsgevonden. Voor tarwe en aardappelen lijkt voornamelijk een gemiddeld maximaal plafond haalbaar van respectievelijk 8,5 ton en ongeveer 45 ton. De middel producerende landen kenden een hogere productiviteitsstijging dan de al hoog producerende landen. Dit was vooral bij aardappelen het geval. Bij de laag producerende landen was er sprake van een flinke productiviteitsstijging bij tarwe maar slechts een heel geringe bij aardappelen.

In de hoogproducerende landen zijn de kilo-opbrengsten van zowel tarwe als aardappelen ongeveer 2,5 keer zo hoog als het gemiddelde van Europa en de wereld.

Uit bijlage 1 en tabel 3.1 komt naar voren dat er zeer veel verschillen zitten tussen de landen in Europa onderling wat de kilo-opbrengsten per hectare betreft als ook de ontwikkeling hiervan in de afgelopen jaren.

Tabel 3.1 Gewasopbrengsten (in ton/ha/jaar) van tarwe en aardappelen in een aantal landen in 1992 t/m 1994 en 2002 t/m 2004						
	Opbrengsten in tonnen per hectare gemiddeld per jaar					
	tarwe		stijging	aardappelen		stijging
	'92/'94	'02/'04	%	'92/'94	'02/'04	%
Nederland	8,3	8,4	1	36,4	43,7	20
Duitsland	6,5	7,2	11	34,2	39,3	15
Hongarije a)	4,2	4,1	-2	14,3	22,0	54
Polen	3,2	3,8	19	15,8	19,0	20
Letland	2,2	3,1	41	13,2	13,6	3
Russische Federatie	1,6	1,9	19	10,7	11,1	4
Noord-Europa b)	6,1	6,6	8	25,7	28,9	13
West-Europa c)	6,5	7,1	10	36,9	41,5	12
Oost-Europa d)	2,3	2,4	4	12,5	12,9	4
Zuid-Europa e)	2,9	3,0	3	15,2	15,1	0
Europa	3,2	3,5	10	15,3	16,6	8
Wereld	2,5	2,8	10	15,6	16,8	8

a) Voor Hongarije zijn voor de kilopbrengsten van tarwe de data gebruikt van de jaren 1992/1994/1995 en van 2001/2002/2003; b) Noord-Europa: Estland, Letland, Litouwen, Noorwegen, Zweden, Finland, IJsland, Denemarken, Ierland, Verenigd Koninkrijk; c) West-Europa: Nederland, België, Luxemburg, Frankrijk, Duitsland, Oostenrijk, Zwitserland; d) Oost-Europa: Russische Federatie, Wit Rusland, Oekraïne, Tsjechië, Slowakije, Hongarije, Moldavië, Polen, Roemenië, Bulgarije; e) Zuid-Europa: Portugal, Spanje, Italië, Kroatië, Slovenië, Bosnië-Herzegovina, Macedonië, Griekenland, Malta.

Bron: FAO-statistiek, bewerking LEI.

Over geheel Europa gezien hebben de gezamenlijke landen in Noord- en West-Europa de afgelopen jaren gemiddeld een veel groter productiviteitsstijging (8-13%) gehad dan de landen in Zuid- en Oost-Europa (0-4%). Ondanks hun al relatief hoge opbrengsten per hectare. De productiviteitsstijging in Zuid- en Oost-Europa was gemiddeld marginaal.

De gemiddelde productiviteitsstijging voor geheel Europa bedroeg voor tarwe 10%. Dit kwam overeen met het gemiddelde voor de gehele wereld. Al-

leen ligt de gemiddelde tarweopbrengst in Europa wel zo'n 25% boven het gemiddelde van de wereld.

De gemiddelde productiviteitsstijging voor aardappelen bedroeg zowel voor Europa als de wereld 8%. De gemiddelde opbrengsten zijn in Europa een fractie lager dan die van de wereld.

Voor de komende jaren zijn in veel landen nog grote productiviteitsstijgingen mogelijk. Voor de laag producerende landen zijn er in potentie gemakkelijk dubbele opbrengsten per hectare mogelijk (FAO, 2003). Voor de middel producerende landen geldt dat ook daar opbrengststijgingen mogelijk zijn van 30 tot 60%. Voor de hoog producerende landen geldt dat er nog maar mogelijkheden zijn voor relatieve kleine stijgingen. Hier moet meer in de orde van grootte gedacht worden van 10 tot 20%.

Om deze in potentie mogelijke opbrengststijgingen te kunnen realiseren, moet wel bedacht worden dat de bijbehorende infrastructuur dan ook goed moet zijn. De oorzaken van de verschillen in kilo-opbrengsten van de gewassen, zoals die in hoofdstuk 2.3 beschreven zijn, moeten dan ook verbeterd zijn.

Zo zal de beschikbaarheid van water in de toekomst een toenemend probleem zijn. Dit geldt vooral voor het Midden-Oosten, grote delen van Afrika en Zuid-Azië (Grote Ulrike, 1999).

Zoals ook al uit hoofdstuk 2 bleek, is er ook een grote correlatie tussen de gebruikte inputs kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen en de kilo-opbrengsten per hectare.

Wat de gebruikte inputs betreft: dit zijn niet rechtstreeks de inputs die specifiek voor deze gewassen (aardappelen, tarwe) gebruikt worden, maar het zijn data die per regio voor alle gewassen gelden. Maar daar zal hoogst waarschijnlijk een grote correlatie tussen zitten.

Vruchtbare landbouwgronden kunnen nader worden gedefinieerd als die gronden die met een minimale input van (milieubelastende) middelen een maximale gewasproductie laten zien. De meest vruchtbare landbouwgronden laten de optimale verhouding tussen gewasopbrengsten en middelen zien. In dit verband kan de vraag gesteld worden of deze gebruikte inputs altijd zo efficiënt mogelijk ingezet zijn. Met andere woorden, kan er met minder inputs een zelfde kilo-opbrengst per hectare gerealiseerd worden? Een beschouwing hierover is in bijlage 3 opgenomen (Een beschouwing en analysemethode rondom de bepaling van de vruchtbare landbouwgronden in Europa, Stijn Reinhard, LEI). Uit bijlage 3 komt naar voren dat de meest efficiënte landen in

Europa Roemenië, Ierland en België zouden zijn. De laagste efficiëntie-scores zijn vooral te vinden in Oost-Europa. Van de West-Europese landen zijn de scores van Portugal, Italië en Finland laag. De hoge score voor Roemenië is te verklaren aangezien het land de hoogste tarwe- en aardappelenopbrengst per kg kunstmest kent. Nederland als geheel zou niet efficiënt produceren. Wel kennen de subregio's West- en Zuid-Nederland een hogere score. Bij een meer diepgaande analyse van de data (gewasspecifieke inputs) kunnen beter onderbouwde uitspraken worden gedaan.

4 Recente en toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van claims op het landelijk gebied in Nederland

De afgelopen 30 jaar (periode 1975-2005) is het areaal grond in gebruik bij land- en tuinbouwbedrijven in Nederland met ruim 160.000 ha verminderd tot 1,9 miljoen ha nu. Dit komt neer op een totale vermindering van 8% van het areaal. Gemiddeld verminderde het areaal land- en tuinbouwgrond in deze periode met ruim 5.000 ha per jaar (CBS Landbouwtelling, Landbouwcijfers 2006). Dit komt neer op een gemiddelde vermindering van het areaal met 0,25% per jaar. Deze voormalige land- en tuinbouwgronden werden vooral in gebruik genomen voor uitbreidingsplannen van steden en dorpen en industrie-terreinen.

Het areaal bebouwd gebied nam tussen 1975 en 2005 toe met 100.000 ha (bron: Landbouwcijfers, diverse jaargangen). In mindere mate namen ook infrastructurele zaken (wegen en spoorlijnen) en recreatieve voorzieningen nieuwe ruimte in.

Ook was er een uitbreiding van het areaal bossen en natuurterreinen. Zo was er tot 1 januari 2005 ruim 89.000 ha nieuwe natuur aangekocht; tweederde van de doelstelling tot 2018 (Berkhout, 2006).

De belangrijkste factor voor het toenemende ruimtebeslag voor niet-agrarische doeleinden is de toegenomen bevolking. De bevolking in Nederland groeide de afgelopen 30 jaar van 13,6 miljoen mensen in 1975 tot 16,4 miljoen in 2005. Dit komt neer op een groei van 21%. Ook was er sprake van een gemiddeld lager aantal bewoners per woning. Ook de afgelopen jaren is nog steeds sprake van een teruglopend aantal bewoners per woning.¹ In 2003: 2,39 en in 2006 2,36; Bron: CBS- statline). Het totale aantal huishoudens groeide tussen 1995 en 2005 met 10%.

Voor de komende dertig jaar zijn voor Nederland voor het ruimtebeslag en voor de claims op de land- en tuinbouwgrond de volgende zaken van belang:

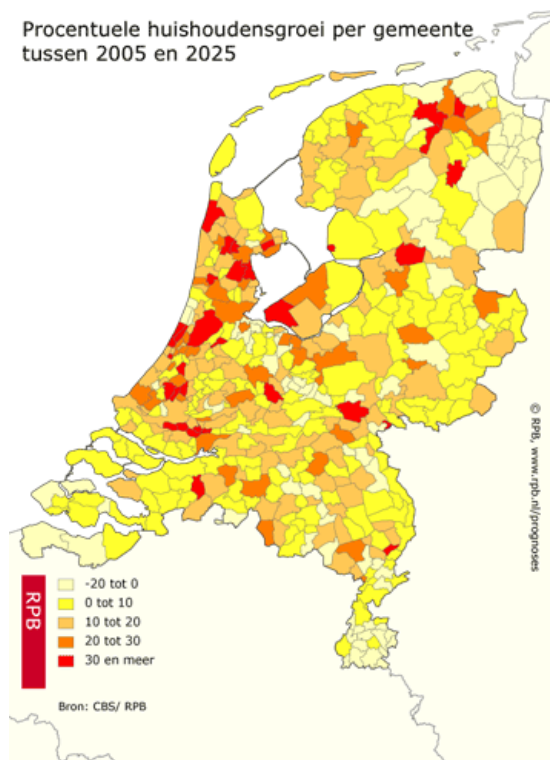
1. de bevolking zal de komende decennia verder groeien met ongeveer 4%, van 16,4 miljoen mensen nu tot ongeveer 17 miljoen in 2035 (CBS, Gans-

¹ 1995: 2,49; 2003: 2,39; 2006: 2,36. Bron: CBS-Statline.

sen en van Duin, 2006). Dit is dus veel geringer dan in de afgelopen dertig jaar. De verwachte groei ligt maar op een vijfde van die van eenzelfde periode uit het recente verleden. Na 2035 wordt zelfs een krimp van de bevolking verwacht;

2. ondanks de voorspelde geringe bevolkingsgroei voor de komende 30 jaar zal volgens het Ruimtelijk Planbureau het gemiddelde aantal bewoners per woning blijven dalen. Zo wordt door dit bureau voor de periode tot 2025 een groei van het totale aantal huishoudens voorzien van 12%. Dit zal zich vertalen in een bijna overeenkomstig groeiend aantal nieuwe woningen.

Onderstaande kaart geeft een beeld van de door het CBS/Ruimtelijk Planbureau voorziene groei van het aantal huishoudens in de periode 2005-2025.



Procentuele groei van het aantal huishoudens per gemeente tussen 2005 en 2025 (datum van indicatorvervaardiging door CBS/RPB PEARL; prognoses: 29 november 2006)

3. prognoses van het Ruimtelijk Planbureau voor nieuwe arealen bedrijventerreinen tot 2020 variëren van minimaal 12.000 ha tot 28.500 ha;
4. uitbreiding van het bebouwde gebied en de bijbehorende infrastructuur zal ongeveer gelijke tred houden met de ontwikkeling van het aantal inwoners en de ontwikkeling van het aantal huishoudens en zal dus de komende dertig jaar een veel geringer ruimtebeslagtoename kennen dan de afgelopen dertig jaar;
5. het areaal natuurterrein en bossen zal verder toenemen. Dit overeenkomstig het huidige beleid op dit punt: tot 2018 zal er nog ongeveer 45.000 ha natuurterrein worden verworven (LEI, Landbouw Economisch Bericht 2006, pag. 73);
6. er zijn plannen voor groen- en recreatieprojecten nabij grote bevolkingsconcentraties. Ook in het recente verleden zijn er veel van dergelijke projecten geweest. Ze houden ongeveer gelijke tred met de bevolkingsontwikkeling en met de toename aan vrije tijd (meer welvaart);
7. er liggen plannen om rivieren meer ruimte te geven in het kader van mogelijk toenemende hogere maatgevende afvoeren. Het ruimtebeslag door mogelijk nieuw te graven extra rivieren zal uiteindelijk klein zijn. Het overstromingsgebied kan echter soms fors zijn. Dat neemt niet weg dat waarschijnlijk het overgrote deel van deze potentiële overstromingsgebieden in normale omstandigheden waarschijnlijk landbouwkundig gebruikt zal blijven worden.

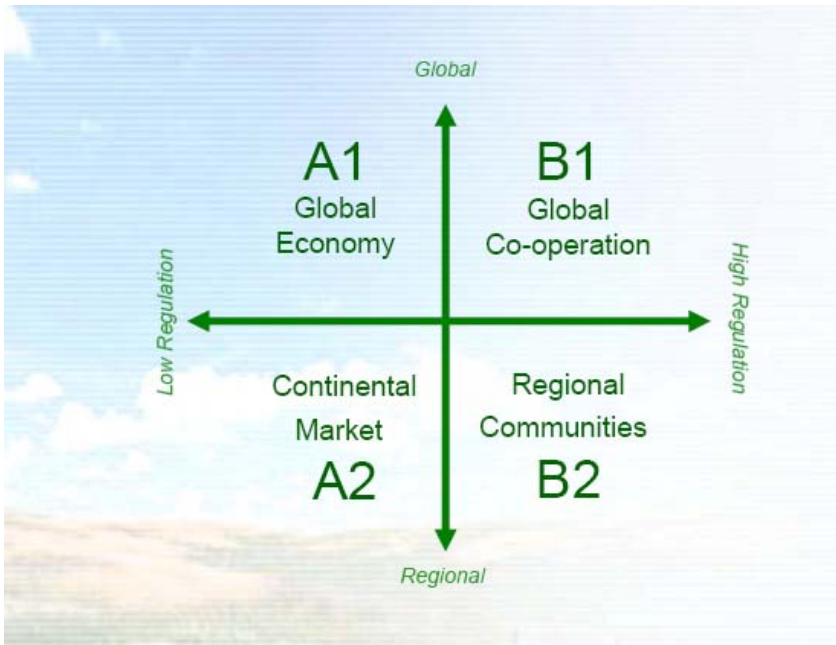
Bovenstaande zaken in beschouwing nemend zal er ook in de nabije toekomst een deel van de nu in gebruik zijn de land- en tuinbouwgrond gebruikt gaan worden voor nieuwe functies. Dit zal echter in een gemiddeld lager tempo gaan dan in het recente verleden. Dit komt vooral door de voorziene geringere bevolkingsgroei. Een voorzichtige prognose is dat er over 30 jaar ongeveer 80.000 ha (met een marge aan beide kanten van 20.000 ha) minder landbouwgrond zal zijn dan nu. Dit komt neer op ongeveer 4% minder landbouwgrond als nu. Dit is een halvering van de afname van het areaal landbouwgrond in de afgelopen 30 jaar. Toen nam het areaal landbouwgrond af met 8%.

Als we naar de ontwikkeling van de fysieke opbrengsten van de gewassen van de afgelopen jaren kijken dan zal dit lagere areaal landbouwgrond waarschijnlijk niet tot een lagere totale fysieke opbrengst leiden.

5 Eururalis - Zicht op toekomstig ruimtegebruik in Europa

Eururalis is door Alterra en het LEI ontwikkeld voor beleidsmakers in Nederland en de EU om een beter inzicht te krijgen in de toekomst van het agrarisch en ander grondgebruik in de EU-landen (Alterra/LEI, Eururalis, 2004 e.v.).

Er worden vier scenario's uitgewerkt. In onderstaande foto zijn deze scenario's schematisch weergegeven.



Gebruikte scenario's in Eururalis

In de scenario's wordt voor de komende 30 jaar inzicht gegeven in de ontwikkelingen in Europa. Het zijn mixscenario's waarin enerzijds veel regels zullen zijn en anderzijds heel weinig. Verder wordt aan de ene kant van het spectrum gezegd dat vooral de wereldeconomie leidend zal zijn en aan de

andere kant dat de regionale economie leidend zal zijn. Een en ander is in Eururalis nader uitgewerkt voor de EU-25 en de EU-15.

Uitwerking van de deze scenario's levert uiteindelijk veranderingen in het landgebruik in de Europese Unie op zoals die in tabel 5.1 zijn weergegeven.

Tabel 5.1 Totale verandering in landgebruik in de EU onder de verschillende scenario's			
Scenario	Percentage verandering in landgebruik tussen 2000 en 2030		
	EU-25	EU-15	nieuwe landen
A1	7,7	7,2	9,8
A2	4,7	4,5	5,6
B1	8,1	8,5	6,2
B2	6,0	6,3	4,8

Bron: Eururalis.

Uit tabel 5.1 komt naar voren dat in het algemeen hoe meer er aan de wereldmarkt overgelaten wordt (scenario A1 en B1) hoe meer land er van bestemming zal veranderen. In beide gevallen rond de 8% (EU-25). Meestal zal dit voormalig agrarische grondgebruik zijn.

Weinig regels en aandacht voor de lokale economie (A2) zorgen ervoor dat er relatief de minste veranderingen optreden (afgerond 5%). Tot welke bestemmingen deze veranderingen in het grondgebruik, meestal door een onttrekking aan het landbouw areaal, leiden is in tabel 5.2 weergegeven.

Tabel 5.2 Percentage van het totale landgebruik van de EU dat verandert in verstedelijking, verlaten land (braakland) of nieuwe natuurontwikkeling onder de verschillende scenario's				
	A1	A2	B1	B2
Verstedelijking	2,4	1,4	1,3	0,4
Verlaten land a)	6,4	2,5	6,3	5,2
Nieuwe natuur b)	2,1	0,6	4,6	3,2

a) Alleen verlaten land; dit percentage is niet gecorrigeerd voor nieuwe agrarische gebieden op andere locaties; b) Alleen nieuwe natuur; het percentage is niet gecorrigeerd voor het verlies aan natuur op andere locaties.

Het meest liberale scenario (A1; wereldmarkt georiënteerd en weinig regels) zorgt voor het grootste percentage nieuwe verstedelijking en verlaten land. Land verlaten komt ook veel voor bij het andere wereldmarkt-georiënteerde scenario (B1).

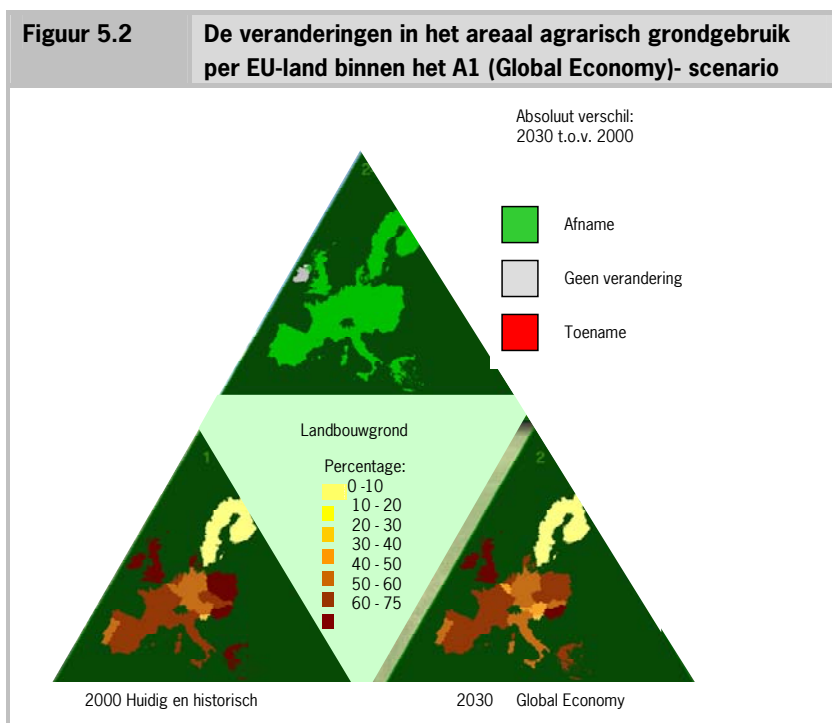
Nieuwe natuurontwikkelingen vinden vooral plaats als men veel reguleert (B1 en B2).

Verstedelijkingsdoelen komen onder het B2-scenario heel weinig meer voor (lokale economie, afscherming voor de wereldmarkt, geen nieuwe instroom van mensen van buiten de EU).

Uitwerking van de scenario's voor het areaal agrarisch grondgebruik per EU-land

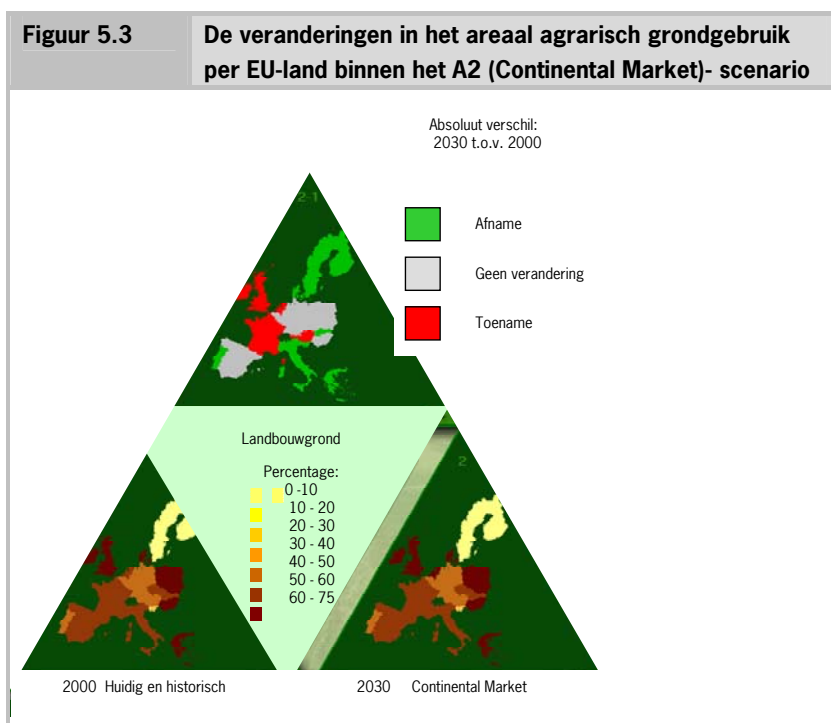
In figuur 5.2 t/m 5.5 zijn binnen de 4 scenario's de ontwikkelingen in de areaal agrarische grondgebruik per EU-land weergegeven (bron: Eururalis).

Scenario A1 (Global Economy: mondiale economie met weinig regels)



Uit figuur 5.2 komt naar voren dat binnen dit scenario het agrarische grondgebruik in alle EU landen tot 2030 af zal nemen. Dit met uitzondering van Ierland: daar zal het ongeveer gelijk blijven.

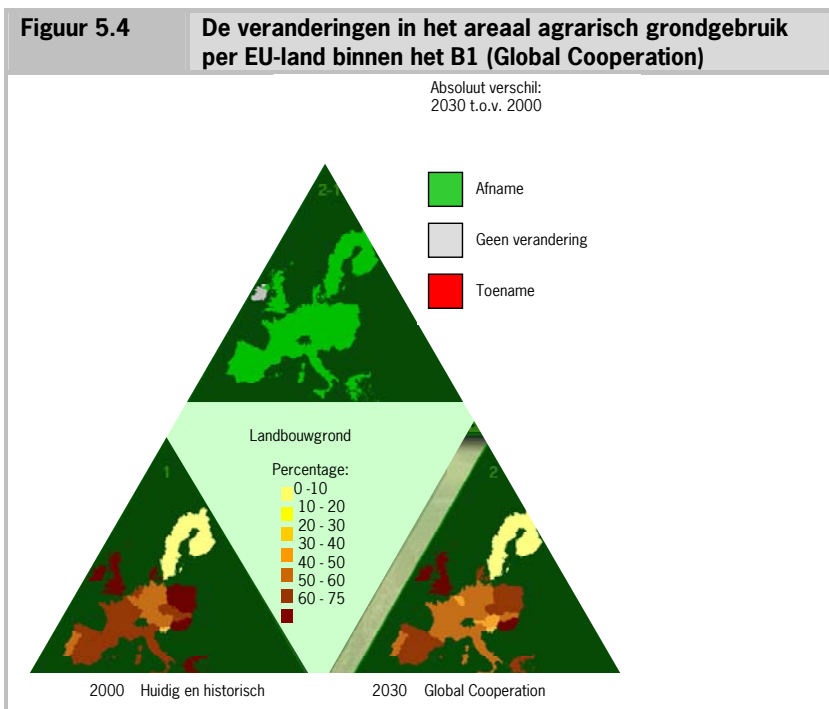
Scenario A2 (Continental Market: machtsblok Europa met weinig regels)



Uit figuur 5.3 komt naar voren dat binnen het A2-scenario de volgende veranderingen in het agrarische grondgebruik per land zullen plaats vinden:

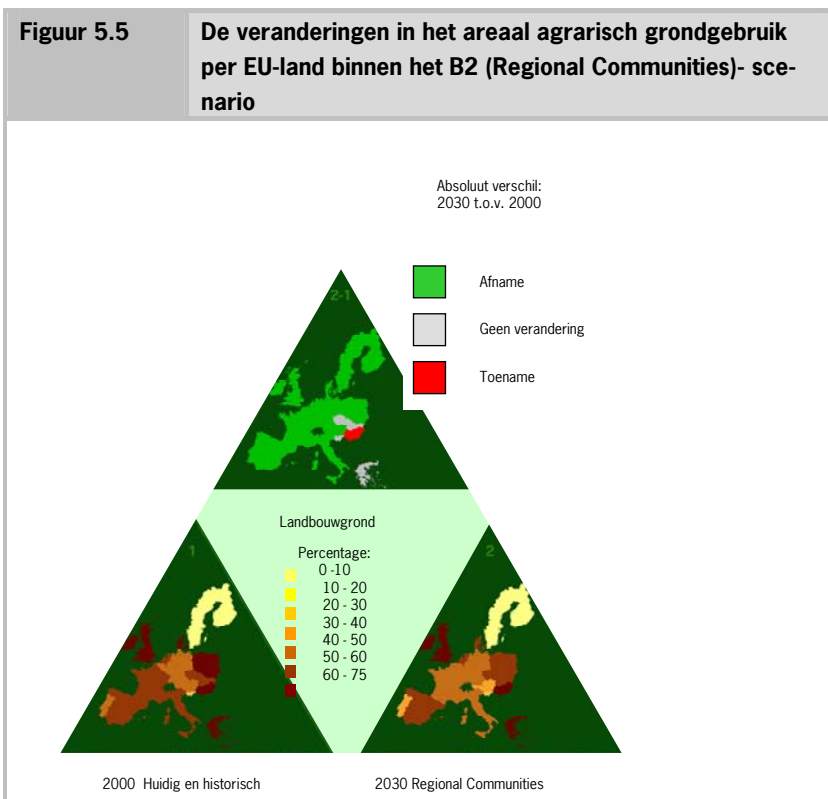
- een toename van het areaal in Ierland, Verenigd Koninkrijk, Nederland, Frankrijk en Oostenrijk
- een ongeveer gelijk blijven van het areaal in Spanje, België, Duitsland, Polen, Tsjechië en Hongarije
- een afname in Denemarken, Zweden, Finland, Portugal, Italië, Griekenland en Slowakije

Scenario B1 (Global Co-operation: mondiale economie gericht op samenwerking met veel regels)



Onder dit scenario loopt het areaal agrarisch grondgebruik overal terug, behalve in Ierland. Daar blijft het nagenoeg hetzelfde.

Scenario B2 (Regional Communities: regionale economie met veel regels)



In het B2- scenario vindt in de meeste landen een afname plaats van het totale agrarisch grondgebruik. Alleen in Tsjechië, Slowakije, Slovenië en Griekenland blijft het areaal nagenoeg hetzelfde. Een toename van het areaal vindt alleen plaats in Hongarije.

6 Toekomstige ontwikkelingen in Europa en de wereld; bevolking en energie

6.1 Bevolkingsontwikkeling en zelfvoorzieningsgraad granen

De ontwikkelingen in Europa kunnen niet los gezien worden van de ontwikkelingen op wereldschaal. Daarom zal op deze plek ook naar de mondiale ontwikkelingen worden gekeken.

De belangrijkste sturende ontwikkeling, drijvende kracht en noodzaak om voldoende voedsel te produceren en de grond zo optimaal mogelijk te gebruiken is de voorziene bevolkingsontwikkeling.

De FAO in Rome (Bruinsma, 2003) voorziet een groei van het huidige aantal mensen in de wereld van 6,7 miljard in 2007 tot 8,3 miljard in 2030 (+ 24%) en 9,3 miljard in 2050 (+ 40%). Vanaf nu tot 2015 wordt een gemiddelde bevolkingsgroei van 1,2% per jaar verwacht, tussen 2015 en 2030 van 0,9% per jaar en tussen 2030 en 2050 van 0,6%. Voor de ontwikkelingslanden ligt deze groei gemiddeld 0,2% per jaar hoger.

In tabel 6.1 is weergegeven hoe deze ontwikkeling eruit zal zien over de diverse continenten. Tevens is in deze tabel de huidige en verwachte toekomstige zelfvoorzieningsgraad voor granen weergegeven.

De grootste groei van de bevolking zal plaats vinden in Afrika. In het zuiden van Afrika wordt in 2050 bijna een verdrievoudiging van de bevolking voorzien ten opzichte van het einde van de jaren negentig. Maar ook in het noorden van Afrika en het nabije Oosten is de bevolkingsgroei fors: een verdubbeling.

Verder zal de bevolking sterk toenemen in Midden- en Zuid-Amerika en in Azië. In de Europese Unie, Japan, de Russische Federatie en de voormalige communistische landen zal de bevolking in aantal dalen.

Op dit moment zijn veel regio's niet zelfvoorzienend voor granen voor voedsel. Dit geldt voor Sub-Sahara Afrika, Nabije Oosten/Noord-Afrika, Midden- en Zuid-Amerika en Oost-Azië. Zuid-Azië, Europa, de Verenigde Staten en andere industriële landen zijn wel zelfvoorzienend voor granen.

De FAO verwacht tot 2030 dat de zelfvoorzieningsgraad voor granen in veel regio's zal dalen. Ook Zuid-Azië zal graanimporterend worden.

In 2030 zullen Europese en andere geïndustrialiseerde landen een belangrijke rol hebben in de wereldvoedselproductie. Waarschijnlijk zal die rol in de jaren tussen 2030 en 2050 alleen maar groter worden door de dan verder toegenomen wereldbevolking.

In dit verband dient ook opgemerkt te worden dat momenteel ook voor veel andere voedingsmiddelen (onder meer vlees en melk) de handelsbalans van de ontwikkelingslanden met de meer industriële landen al negatief is. Dit zal in de toekomst alleen maar meer worden (Bruinsma, 2003).

Alleen al voor granen wordt een stijging voorzien van de negatieve handelsbalans van de ontwikkelde landen met de ontwikkelingslanden van USD 17 miljard in 1997/99 tot USD 45 miljard in 2030. Voor alle voedselgewassen bij elkaar, dus inclusief de positieve bijdrage aan de handelsbalans van ontwikkelingslanden van de export van allerlei tropische producten (koffie, thee, bananen, citrusvruchten, cacao, enzovoort) wordt een stijging van het handelstekort voorzien van USD 11 miljard in 1997/99 tot USD 50 miljard in 2030 (in USD van 1997/99; Bruinsma, 2003).

Kijkend naar tabel 6.1 naar deze voorziene sterke bevolkingstoename en een nadere analyse van de opbrengststijgingen van de afgelopen jaren van enkele gewassen is het maar de vraag of er op termijn voor veel delen van de wereld voldoende voedsel zal zijn. In potentie zou dit moeten kunnen. Zo was de gemiddelde tarweopbrengst in de gehele wereld over de jaren 1999 t/m 2001 gemiddeld 2,7 ton per ha en die voor aardappelen 15,9 ton per ha. Dit is slechts een derde tot 40% van de opbrengsten in Noordwest-Europa. De opbrengststijging van tarwe per hectare bedroeg in de periode 1989/91 tot 1999/2001 (over tien jaar dus) 11%. Voor aardappelen bedroeg deze 5%. Dit was minder dan de groei van de wereldbevolking in deze periode.

Productiviteitsstijgingen van gewassen zijn niet altijd mogelijk vanwege het ontbreken van goed zaaigoed, een niet goede kennisinfrastructuur en ongunstige productieomstandigheden (vooral gebrek aan water en beregeningsmogelijkheden, te hoge of te lage temperaturen en tekorten aan meststoffen).

Tabel 6.1 FAO-prognose bevolkingsontwikkeling tot 2030 en 2050 in de diverse continenten en huidige en toekomstige (2030) zelfvoorzieningsgraden voor granen (inclusief rijst)						
(Deel) continent	Bevolking in miljoenen mensen				Zelfvoorzieningsgraad (Deel) continent	
	'97/'99	2030	2050	groei (%) a)	'97/'99	2030
Sub-Sahara Afrika	574	1.229	1.704	297	82	81
Nabije Oosten/N-Afrika	378	651	809	214	63	54
Midden- en Z-Amerika, w.v.	498	716	799	60	88	95
- Brazilië	166	227	247	49	81	
Zuid-Azië, w.v.	1.283	1.970	2.258	76	102	95
- India	976	1.408	1.572	61	106	
Oost-Azië, w.v.	1.840	2.303	2.365	29	95	91
China	1.260	1.494	1.472	17	98	
Industriële landen, w.v.	892	979	986	11	124	138
- Europese Unie	376	368	340	-10	115	
- Verenigde Staten	278	359	397	43	137	
- Japan	127	121	109	-14	24	
Transitielanden, w.v.	413	381	349	-16	100	110
- Russische Federatie	147	121	104	-29	94	
Wereld	5.900	8.270	9.322	58	101	100

a) Prognose groei 2050 t.o.v. 1997/1999.

Niettemin is door uitbreiding van het landbouwareaal (+ 2%) en door productiviteitsstijgingen per hectare (+ 7%) de afgelopen tien jaar de gemiddelde hoeveelheid beschikbaar voedsel per gemiddelde wereldburger met ongeveer 4% toegenomen: van 2.700 naar 2.800 kcal/persoon/dag (Bruinsma, 2003 en LEI-berekeningen met behulp van FAO-data).

Daarnaast neemt in grote delen van de wereld waarschijnlijk de welvaart toe, wat er toe leidt dat er doorgaans meer vlees geconsumeerd gaat worden. Dit veroorzaakt een toenemende vraag naar ruimte voor voedergewassen (onder meer granen). Ook is er een toenemende vraag naar biobrandstoffen, waarvan ook een groot deel speciaal geteeld zal gaan worden.

De bevolking van Europa zal de komende 40 jaar met zo'n 10% teruglopen. Europa zal gezien het bovenstaande in toenemende mate voedsel gaan produceren voor niet-Europese landen.

6.2 Energie

Fossiele brandstoffen zullen in toenemende mate schaarser en duurder worden. Alternatieve vormen van energie zullen steeds belangrijker worden. Rest- en nevenproducten uit de agrarische sector (mest, loof, stro, niet voor voedsel bestemde delen van het hoofdproduct) zullen in toenemende mate benut worden voor bio-energie. Lokaal zal het telen van het telen van energiegewassen een optie zijn. Hoe deze balans tussen energieproductie en voedsel zal zijn, zal in hoge mate bepaald worden door de prijzen van elk gebruiksdoel.

Voor Nederland zal het telen van energiegewassen waarschijnlijk nooit een grote vlucht nemen. Voedselproductie zal rendabeler zijn: er zijn grote bevolkingsagglomeraties dichtbij en de land- en tuinbouw is hoog productief.

Opgemerkt in dit verband dient te worden dat gewassen die dienen voor transportbrandstoffen een ongunstige energie-conversie hebben: het kost relatief veel energie om er de goede transportbrandstof van te maken (1 eenheid energie-input levert slechts circa 1,8 à 2,0 output op). Gebruik van energiegewassen als wilgenteelt in korte omlopen voor warmtekrachtinstallaties levert aan energie bijvoorbeeld ongeveer 18 keer de energie-input op (ETSU, 1996 en ETSU, 1999). Biomassa als brandstof voor elektriciteitsproductie levert tevens een hogere milieuwinst op (CE, 2003; Novem, 1992; Ecofys, 2005; IFEU, 2000; Annevelink et al., 2006). Ook voor gewassen die als co-vergister kunnen dienen voor mestvergisting ligt de energie-efficiëntie veel hoger. Op de langere termijn zullen bij stijgende energieprijzen vanzelf die gewassen voor energiedoeleinden worden geteeld en gebruikt die de hoogste energie-efficiëntie toepassingen zullen hebben.

Subsidies op energietoepassingen en teelten kunnen bovengenoemde effecten versluieren. Als er bijvoorbeeld geen accijnzen geheven worden op bio-transportbrandstoffen en wel op benzine of diesel van fossiele oorsprong dan wordt het al snel al veel aantrekkelijker om gewassen voor deze toepassingen te telen. Dit versluiert alleen bijvoorbeeld de energetisch en op langere termijn veel gunstiger economische toepassingen van het gebruiken van geteelde of bioreststoffen voor kleinschalige vergisting of warmtekrachtoepassingen.

Niettemin wordt in de recent verschenen *Agricultural Outlook 2007-2016* (OECD) voor de periode 2007 tot 2016 in de EU een toename voorzien van 3 miljard liter ethanol in 2007 tot 11 miljard liter in 2016. Voor biodiesel wordt een toename voorzien van 5 miljard liter in 2007 tot 10 miljard liter in 2016 (OECD, 2007).

Voor de productie van ethanol zal vooral tarwe (toename voor dit doel van 4 naar 17 miljoen ton) en maïs (toename van 4 naar 7 miljoen ton) gebruikt worden.

Uitgedrukt in een percentage van de totale tarweproductie in geheel Europa (inclusief Rusland) van nu komt dit neer op 9% van de totale productie. Dit tegenover 2% nu. Voor maïs zou dit percentage stijgen van 5 nu tot 10 in 2016.

Voor biodiesel zullen vooral oliezaden gebruikt worden (voornamelijk koolzaad) en geïmporteerde palmolie (toename van 15 naar 21 miljoen ton).

7 Klimaat

Voor de komende 30 jaar wordt verwacht dat de aarde verder opwarmt en dat er meer CO₂ in de lucht zal zijn.

Hoe deze klimaatsveranderingen precies zullen uitwerken op de land- en tuinbouwproductiemogelijkheden is vooralsnog per saldo niet precies te zeggen. Indicatief is hier wel wat van te zeggen. Er zijn hierbij een aantal zaken van belang:

- Door meer CO₂ in de lucht kan de landbouwproductie in potentie hoger zijn dan nu als alle andere omstandigheden hetzelfde zijn.
- In Europa zal het zuiden waarschijnlijk meer last van droogte krijgen, zodat daar de groeiomstandigheden minder zullen zijn dan nu. Het noorden van Europa zal gemiddeld minder koud worden, zodat de groeiomstandigheden waarschijnlijk beter zullen zijn dan nu (langer groeiseizoen met hogere temperaturen).
- Voor Nederland (Bron: Natuurbalans 2003, RIVM) wordt voor de komende 100 jaar een temperatuurverhoging verwacht van 2 graden (centrale schatting; de lage schatting is 1 graad hoger en de hoge schatting 4-6 graden). Verder wordt gemiddeld meer zomerneerslag verwacht (centrale schatting + 2%, lage schatting 1%, hoge schatting 4%). De zomerverdamping wordt 8% hoger geschat (lage schatting 4%, hoge schatting 16%). Doordat voor de zomer een gemiddeld hogere verdamping wordt voorspeld dan dat er aan zomerneerslag meer zal gaan vallen kunnen er meer dan nu het geval is voor het gewas watertekorten optreden. De behoeften om te beregenen zullen dus gaan toenemen. Als dit niet mogelijk is, zullen de gewassen minder goed gaan groeien.
- De gemiddelde winterneerslag wordt 12% hoger geschat (lage schatting +6%; hoge schatting +25%). Het jaarlijkse maximum van de tiendaagse winterneerslagsom wordt gemiddeld 20% hoger geschat (lage schatting: +10% en hoge schatting + 40%). Het RIVM schat de zeespiegelrijzing voor Nederland in op gemiddeld 60 cm (lage schatting + 20 cm en hoge schatting + 110 cm).
- Als er neerslag valt zal dit doorgaans in heviger buien vallen (waarschijnlijk vooral in de zomerperiode). Maar ook in andere perioden kan de neerslag in heviger buien gaan vallen. Dit betekent dat de kans op structuurbederf

van sommige gronden zal toenemen. Dit geldt vooral voor kleigrond. Ook bij veengrond speelt dit enigszins. Voor zandgronden geldt dit bijna niet. Ook de bewerkbaarheid van de gronden kan bij hevige buien ernstig bemoeilijkt worden. De land- en tuinbouwer kan niet op het meest gewenste moment zijn gewassen gaan zaaien/poten, verzorgen of oogsten.

Door bovengenoemde effecten zullen de eisen aan de waterbeheersing toenemen: de hoofd- en detailafwatering zullen goed moeten zijn.

Hevige buien kunnen op gronden die op een helling liggen meer erosie tot gevolg hebben. In Nederland is er alleen in Zuid-Limburg soms sprake van erosie. In andere Europese landen speelt dit in veel grotere mate.

8 Slotbeschouwing

Vruchtbare bodems spelen een belangrijke rol in de voedselvoorziening. Dit geldt zowel voor Nederland, Europa als in de gehele wereld.

Het belang hiervan zal in de toekomst alleen maar groter worden. Volgens prognoses van de FAO in Rome zal de wereldbevolking tot 2050 met nog bijna de helft toenemen. De grootste bevolkingstoename wordt verwacht in Afrika en in het Midden-Oosten (een verdubbeling tot verdrievoudiging) en in Zuid-Azië (bijna een verdubbeling). Voor Europa en Japan wordt een lichte afname van het bevolkingsaantal verwacht.

Wereldwijd zal het steeds meer nodig zijn om op de vruchtbare landbouwgronden ook zo veel mogelijk te gaan produceren. Naast in potentie geschikte landbouwgronden en gunstige klimaatsomstandigheden (goede temperatuur en voldoende water) is hiervoor een goede infrastructuur en kennisinfrastructuur noodzakelijk (zaadgoed, ziektebeheersing, bemesting, waterbeheersing-infrastructuur, tijdig oogsten, goed bewaren, enzovoort). Omdat de bodem of het klimaat niet overal geschikt is of deze kennisinfrastructuur onvoldoende is, en doordat buiten Europa de bevolking relatief veel zal toenemen zal Europa in de toekomst een steeds grotere rol gaan spelen als voedselproducent voor andere delen in de wereld.

Uit dit onderzoek kwam naar voren dat er enorme verschillen in gemiddelde opbrengsten per ha per land en regio zijn. In de hoogproducerende landen en regio's wordt vier tot zes keer zoveel meer per hectare geproduceerd dan in de laagproducerende regio's. Hierbij is er een sterke positieve relatie met het gebruik van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen.

De afgelopen tien jaren zijn de gewasopbrengsten per hectare in veel landen en regio's flink hoger geworden. In die landen met al hoge gewasopbrengsten, zoals in Noordwest-Europa waren deze productiviteitsstijgingen maar beperkt.

Over de gehele wereld gezien bedroeg de opbrengstijging van tarwe 10% en voor aardappelen 8%.

Over de gehele wereld gezien is de afgelopen tien jaar de hoeveelheid beschikbaar voedsel per wereldburger met ongeveer 4% toe genomen. Dit ondanks een stijging van de wereldbevolking met 7%. Dit komt door een stijging van de productiviteit van de landbouwproductie per hectare met ongeveer 7%

en door een groei van het totale landbouwareaal in de wereld van 2%. Vrijwel overal gaat deze uitbreiding van het landbouwareaal ten koste van het areaal bossen. Voor het merendeel betreft dit voormalig tropisch regenwoud.

Het steeds kleinere areaal tropisch regenwoud en andere bossen heeft in toenemende mate invloed op de biodiversiteit en het wereldwijde klimaat. De druk om deze ontwikkeling te stoppen zal zeker toenemen, omdat deze op termijn funest is voor de wereld.

Niet alleen de vraag naar voedsel zal in de toekomst toenemen, maar ook vindt er een verandering plaats in het type voedsel. Door de toegenomen welvaart is er meer vraag naar vlees (FAO, 2003). Hiervoor is meer grond nodig (voer voor dieren).

Door hogere prijzen voor energie zal bio-energie in toenemende mate aantrekkelijk en rendabel worden. Meer grond zal gebruikt gaan worden voor het telen van energiegewassen. De huidige tendens om vooral de grond te gebruiken voor transportbrandstoffen (bio-ethanol, bio-diesel) is energetisch gezien een slechte optie.

Ook nationaal economisch gezien is dit zo. Op dit moment worden deze nadelen niet zichtbaar gemaakt door subsidies en vrijstellingen van belastingen.

Telen en gebruiken (verbranden of vergisten, eventueel samen met mest) van biomassa in de buurt van decentrale kleinschalige warmte-krachtinstallaties (elektriciteit samen met warmte) is energetisch en economisch gezien een veel betere optie (literatuur bij hoofdstuk 6.2). Op termijn zal dit in toenemende mate plaatsvinden. Of er dan op die plek voedsel geproduceerd zal gaan worden of energieteelt plaats zal vinden zal in sterke mate afhangen van de rentabiliteit van die teelt op dat moment. Nabij stedelijke bevolkingsconcentraties zal voedselproductie waarschijnlijk rendabeler zijn dan het telen van gewassen die bestemd zijn energiedoeleinden.

De hiervoor geschetste ontwikkelingen wijzen op de noodzaak dat er in toenemende mate op de aanwezige landbouwgronden in Nederland, Europa en de wereld meer geproduceerd zal moeten worden; hogere kilopbrengsten per hectare zijn nodig. Door de stijgende wereldbevolking is het toenemende mate wenselijk dat het kennisniveau om meer te produceren omhoog gaat. Dit is zoals hiervoor al geschetst is echter niet overal mogelijk. Europa en ook Nederland zullen een belangrijke rol in de toekomst kunnen en moeten spelen. Dit zal niet alleen de productiekant betreffen maar ook als overbrenger van veel kennis rondom voedselproductie en energie.

Literatuur

Alterra/LEI Eururalis, *A scenario study for Europe's Rural Areas to support policy discussion. 2004 - heden.*

Annevelink, E. et al., *Quick scan kansen op het gebied van biobrandstoffen.* Rapport 619. Agrotechnology en Food Innovations, Wageningen, 2006.

Berkhout, P. et al., *Landbouw Economisch Bericht, 2006/2007.* LEI, Den Haag, 2006, 2007.

Bruinsma, J., *World Agriculture: Towards 2015/2030; An FAO Perspective.* FAO, London, 2003.

CBS/LEI, *Land- en tuinbouwcijfers.* Den Haag/Voorburg/Heerlen, 1980-2007.

CBS (Ganssen en van Duin), *CBS- Bevolkingsprognose 2006-2050: belangrijke uitkomsten; CBS-Bevolkingstrends.* 4e kwartaal 2006.

CEC, *Voorstel voor een richtlijn van het Europees parlement en de raad tot vaststelling van een kader voor de bescherming van de bodem en tot wijziging van Richtlijn 2004/35/EG.* 22-9-06, COD 2006/0086. Brussel, 2006.

Ecofys, *Participative LCA on biofuels.* 2 GAVE-05.08. 2005.

Kampman B., et al., *Biomassa: tanken of stoken?* CE, Delft, 2003.

Rijk, P.J., et al., *Development of a standard methodology for integrating non food crop Production in rural areas with niche energy markets.* EU-concerted Action AIR3-CT93-1671. ETSU and LEI, Oxfordshire and The Hague, 1996.

Rijk, P.J., et al., *Development of the BIOSEM-multiplier project (BIOSEM: Biomass-Social-Economic Multiplier).* EU-concerted Action. ETSU and LEI, Oxfordshire and The Hague, 1999.

Grote, U. en T. Feldbrügge, 'Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf die Welternährung und Agrarentwicklung'. In: *Agrarwirtschaft* 48, heft 7. 1999.

Hack-ten Broeke, M.J.D., R.P.J.J. Rietra, P.F.A.M. Römken en F. de Vries, *Geschied of vruchtbare landbouwgronden in Nederland en Europa; een overzicht en synthese van bestaande informatie*. Alterra rapport. Wageningen, 2007.

IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg), Bio-energy for Europe; Which ones fit best? A comparative Analysis for the community. EU-contract CT 983832. 2000.

Novem, The feasibility of Biomass Production for the Netherlands Energy Economy. 1992.

OECD, *Agricultural Outlook, 2004-2013*. Paris, 2004.

OECD, *Agricultural Outlook, 2007-2016*. Paris, 2007.

RIVM, *Natuurbalans*. 2003.

Bakkers, J. en J. van Woerden, *The future of the global environment; A model-based analysis supporting UNEP's first global environment outlook*. RIVM and United Nations Environment Programme, 1997.

Bijlage 1

Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (in tonnen per hectare) in de verschillende Europese regio's, geheel Europa en de Wereld

Deze bijlage en de bijbehorende kaartjes zijn als volgt tot stand gekomen: Voor alle landen en de Nuts-1-gebieden binnen de EU-25 is gebruik gemaakt van de data van Eurostat uit Luxemburg. Voor de andere niet-EU landen binnen Europa is gebruik gemaakt van de data bij de FAO in Rome. De gewasopbrengsten zijn gemiddelden over de jaren 2002, 2003 en 2004 (meest recente complete data). Deze jaren zijn gekozen vanwege het feit dat voor 2005 en 2006 voor een groot aantal landen en Nuts-1-gebieden de data nog niet beschikbaar waren. Een middeling over drie jaren is gedaan om de weersinvloeden in een bepaald jaar zo veel mogelijk uit te sluiten. Voor enkele landen waren de data van 2004 ook nog niet beschikbaar. Dan is het gemiddelde van 2002 en 2003 genomen.

Tabel B1.1		Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (in tonnen per hectare)	
		Gewasopbrengst (ton/ha)	
Nutscode	Land of Nuts-1-gebied	tarwe	aardappelen
At	Oostenrijk	5,1	29,5
At1	Oost-Oostenrijk	4,8	30,2
At2	Zuid-Oostenrijk	5,3	24,2
At3	West-Oostenrijk	6,3	27,2
Be	België	8,6	46,0
Be1	Brussel e.o.	-	-
Be2	Vlaanderen	8,7	46,4
Be3	Wallonië	8,5	45,4
Bg	Bulgarije	3,1	15,3
Cy	Cyprus	2,2 a)	23,9
Cz	Tsjechië	4,8	22,1
De	Duitsland	7,2	39,3
De1	Baden Württemberg	6,8	32,3
De2	Beieren	6,9	36,8
De3	Berlijn	-	-
De4	Brandenburg	5,6	31,7
De5	Bremen	-	-
De6	Hamburg	-	-
De7	Hessen	7,5	35,6
De8	Mecklenburg-Vorpommern	7,1	37,8
De9	Nedersaksen	7,6	41,5
Dea	Noordrijn-Westfalen	8,3	44,8
Deb	Rijnland-Pfalz	6,8	31,7
Dec	Saarland	6,3	26,7
Ded	Saksen	6,4	33,9
Dee	Saksen-Anhalt	7,0	38,9
Def	Sleeswijk-Holstein	8,6	35,5
Deg	Thüringen	6,7	35,7
Dk	Denemarken	7,0 a)	39,7

Tabel B1.1		Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (in tonnen per hectare) (vervolg)	
		Gewasopbrengst (ton/ha)	
Nutscode	Land of Nuts-1-gebied	tarwe	aardappelen
Ee	Estland	2,2 a)	13,4
Es	Spanje	2,8 a)	27,2 a)
Es1	NW-Spanje	3,0 a)	22,6 a)
Es2	NO-Spanje	2,3 a)	34,2 a)
Es3	Madrid e.o.	2,9 a)	30,0 a)
Es4	Centraal Spanje	2,9 a)	34,5 a)
Es5	Oost-Spanje	3,4 a)	22,6 a)
Es6	Zuid-Spanje	2,8 a)	24,3 a)
Es7	Canarische Eilanden, etc.	1,0 a)	17,2 a)
Fi	Finland	3,4	23,5
Fi1	Finland vaste land	3,4	23,4
Fi2	Finland eilanden	3,9	26,9
Fr	Frankrijk	7,1	42,7
Fr1	Ile de France	7,9	38,1
Fr2	Franse bekken	7,6	45,4
Fr3	Nord-Pas de Calais	8,9	45,7
Fr4	Oost-Frankrijk	6,8	31,5
Fr5	West-Frankrijk	6,9	30,3
Fr6	Zuidwest-Frankrijk	5,3	31,5
Fr7	Centraal-Oost-Frankrijk	5,7	24,4
Fr8	Middellandse Zeeregio	3,6	25,2
Fr9	Franse eilanden	-	17,3
Gr	Griekenland	2,2 a)	18,0 a)
Gr1	Noord-Griekenland	2,1 a)	21,3 a)
Gr2	Midden- + Zuid-Griekenland	2,6 a)	17,9 a)
Gr3	Griekse eilanden	1,9 a)	22,0 a)
Gr4	Griekse eilanden	1,3 a)	15,1 a)

Tabel B1.1 Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (in tonnen per hectare) (vervolg)		Gewasopbrengst (ton/ha)	
Nutscode	Land of Nuts-1-gebied	tarwe	aardappelen
Hu	Hongarije	3,8	22,0
Hu1	Boedapest e.o.	3,0	20,5
Hu2	West-Hongarije	4,1	23,7
Hu3	Oost-Hongarije	3,6	21,7
le	Ierland	8,4 a)	36,5
It	Italië	3,2	23,8
Itc	Noordwest-Italië	5,0	26,4
Itd	Noordoost-Italië	5,7	29,5
Itc	Centraal Italië	3,5	21,5
Itf	Zuid-Italië	2,5	24,1
Itg	Sicilië	2,0	18,5
Lt	Litouwen	3,6 a)	14,6
Lu	Luxemburg	6,0 a)	32,0
Lv	Letland	3,1 a)	13,6
Mt	Malta	-	21,3
Nl	Nederland	8,4	43,7
Nl1	Noord-Nederland	8,0	39,7
Nl2	Oost-Nederland	7,1	44,8
Nl3	West-Nederland	9,5	45,0
Nl4	Zuid-Nederland	8,4	50,1
Pl	Polen	3,8	19,0
Pl1	Centraal Polen	3,3	17,9
Pl2	Zuid-Polen	3,4	18,4
Pl3	Oost-Polen	3,3	18,3
Pl4	West-Polen	4,0	20,1
Pl5	Zuidwest-Polen	4,5	20,7
Pl6	Noord-Polen	4,2	21,2
Pt	Portugal	1,4	15,4
Ro	Roemenië	2,3	14,8

Tabel B1.1		Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (in tonnen per hectare) (vervolg)	
		Gewasopbrengst (ton/ha)	
Nutscode	Land of Nuts-1-gebied	tarwe	aardappelen
Se	Zweden	5,9	29,3
Si	Slovenië	4,1	21,5
Sk	Slowakije	3,9	16,6
Tr	Turkije	2,2 b)	27,0 b)
Uk	Verenigd Koninkrijk	7,9	42,4
Ukc	Noordoost-Engeland	8,0	c)
Ukd	Noordwest-Engeland	6,9	c)
Uke	Yorkshire	8,1	c)
Ukf	Oost-Midlands	7,8	c)
Ukg	West-Midlands	7,6	c)
Ukh	Oost-Engeland	8,0	c)
Uki	Londen e.o.	-	-
Ukj	Zuidoost-Engeland	7,9	c)
Ukk	Zuidwest-Engeland	7,5	c)
Ukl	Wales	7,4	c)
Ukm	Schotland	8,2	c)
Ukn	Noord-Ierland	7,1	c)

a) Gebaseerd op gemiddelde van 2002 en 2003; b) Gebaseerd op gemiddelde van 2003 en 2004; c) Voor de Nuts1-gebieden in het Verenigd Koninkrijk zijn in de Eurostat statistieken geen data beschikbaar voor de gemiddelde kilo-opbrengsten van aardappelen.

Tabel B1.2		Gewasopbrengsten van tarwe en aardappelen (in tonnen per hectare)	
		Gewasopbrengst (ton/ha)	
Nutscode	Land of Nuts-1-gebied	tarwe	aardappelen
Niet-EU- 25 landen	Noorwegen	4,5	26,4
	Wit-Rusland	2,8	16,5
	Bosnië en Herzegovina	3,0	8,9
	Armenië	2,2	14,7
	IJsland	-	11,8
	Moldavië	2,1	8,0
	Russische Federatie	1,9	11,1
	Macedonië	2,8	13,2
	Zwitserland	5,7	31,4
	Oekraïne	2,6	11,8
	Servië-Montenegro	3,2	9,8
	Kroatië	3,7	9,8
	Albanië	3,1	15,1
Europa		3,5	16,6
Wereld		2,8	16,8

Bijlage 2

Kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (euro's per hectare) en kunstmestgebruik (in kilo's per hectare) in de verschillende Europese regio's

Deze bijlage en de bijbehorende kaartjes zijn als volgt tot stand gekomen: de kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen zijn alleen bekend voor alle landen en de Nuts-1-gebieden binnen de EU-25. Voor de andere landen zijn hier geen data over beschikbaar. De data zijn afkomstig van Eurostat uit Luxemburg. Ook zijn niet voor alle Nuts-1-gebieden data beschikbaar. In het overzicht zijn de data voor 2004 gebruikt. Dit was het meest recente jaar waarin alle data compleet waren. Er is geen middeling over andere jaren toegepast omdat deze kosten van jaar op jaar nauwelijks verschillen.

De data over het kunstmestgebruik zijn afkomstig van de FAO uit Rome. Ze zijn alleen op landsniveau beschikbaar. De data zijn weergegeven over het meest recente volledig beschikbare jaar (2003). Er is hier eveneens geen middeling toegepast omdat het kunstmestgebruik in een specifiek jaar nauwelijks verschilt van een voorgaand jaar.

Tabel B2.1 Kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (euro's per ha in 2004) en kunstmestgebruik (in kilo's per hectare in 2003)				
Nutscode	Land of Nuts-1 gebied	Kosten in euro's per hectare		kunstmest-gebruik (kg/ha)
		kunstmest	gewasbesch.	
At	Oostenrijk	36	26	62
At1	Oost-Oostenrijk	55	45	
At2	Zuid-Oostenrijk	31	22	
At3	West-Oostenrijk	24	13	
Be	België	153	124	190
Be1	Brussel e.o.			
Be2	Vlaanderen			
Be3	Wallonië			
Bg	Bulgarije	29 a)	23	31
Cy	Cyprus	113	100	94
Cz	Tsjechië	32	39	86
De	Duitsland	96	80	153
De1	Baden Württemberg	91	87	
De2	Beieren	96	77	
De3	Berlijn	-	-	
De4	Brandenburg	63	50	
De5	Bremen	51	54	
De6	Hamburg	-	-	
De7	Hessen	80	67	
De8	Mecklenburg-Vorpommern	71	57	
De9	Nedersaksen	110	90	
Dea	Noordrijn-Westfalen	145	120	
Deb	Rijnland-Pfalz	108	112	
Dec	Saarland	64	52	
Ded	Saksen	96	79	
Dee	Saksen-Anhalt	75	60	
Def	Sleeswijk-Holstein	106	85	
Deg	Thüringen	79	64	

a) Data uit 2003.

Tabel B2.1 Kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (euro's per hectare in 2004) en kunstmestgebruik (in kilo's per hectare in 2003) (vervolg)				
Nutscode	Land of Nuts-1 gebied	Kosten in euro's per hectare		kunstmest-gebruik (kg/ha)
		kunstmest	gewasbesch.	
Dk	Denemarken	74	69	112
Ee	Estland	17	8	33
Es	Spanje	-	-	74
Es1	Noordwest-Spanje			
Es2	Noordoost-Spanje			
Es3	Madrid e.o.			
Es4	Centraal Spanje			
Es5	Oost-Spanje			
Es6	Zuid-Spanje			
Es7	Canarische Eilanden, etc.			
Fi	Finland	97	29	130
Fi1	Finland vasteland			
Fi2	Finland eilanden			
Fr	Frankrijk	106	93	134
Fr1	Ile de France	153	152	
Fr2	Franse bekken	119	114	
Fr3	Nord-Pas de Calais	138	145	
Fr4	Oost-Frankrijk	88	64	
Fr5	West-Frankrijk	102	77	
Fr6	Zuidwest-Frankrijk	101	73	
Fr7	Centraal Oost-Frankrijk	68	40	
Fr8	Middellandse Zeeregio	97	155	
Fr9	Franse eilanden	194	277	
Gr	Griekenland	66	-	48
Gr1	Noord-Griekenland			

Tabel B2.1 Kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (euro's per hectare in 2004) en kunstmestgebruik (in kilo's per hectare in 2003) (vervolg)				
Nutscode	Land of Nuts-1 gebied	Kosten in euro's per hectare		Kunstmest-gebruik (kg/ha)
		kunstmest	gewasbesch.	
Gr2	Midden- + Zuid-Griekenland			
Gr3	Griekse eilanden			
Gr4	Griekse eilanden			
Hu	Hongarije	46	45	85
Hu1	Boedapest e.o.	41	37	
Hu2	West-Hongarije	50	41	
Hu3	Oost-Hongarije	45	48	
Ie	Ierland	83	15	134
It	Italië	58	42	95
Itc	Noordwest-Italië	75	48	
Itd	Noordoost-Italië	88	77	
Ite	Centraal Italië	57	34	
Ite	Zuid-Italië	51	37	
Itg	Sicilië	28	18	
Lt	Litouwen	45	21	76
Lu	Luxemburg	90	48	190
Lv	Letland	20	10	32
Mt	Malta	397	108	91
Nl	Nederland	147	181	175
Nl1	Noord-Nederland			
Nl2	Oost-Nederland			
Nl3	West-Nederland			
Nl4	Zuid-Nederland			
Pl	Polen	46	18	94
Pl1	Centraal Polen			
Pl2	Zuid-Polen			
Pl3	Oost-Polen			

Nutscode	Land of Nuts-1 gebied	Kosten in euro's per hectare		kunstmest-gebruik (kg/ha)
		kunstmest	gewasbesch.	
Pl4	West-Polen			
Pl5	Zuidwest-Polen			
Pl6	Noord-Polen			
Pt	Portugal	38	23	54
Ro	Roemenië	7 b)	2 b)	22
Se	Zweden	78	24	85
Si	Slovenië	71	39	137
Sk	Slowakije	28	49	55
Tr	Turkije	-	-	43
Uk	Verenigd Koninkrijk	70	52	106
Ukc	Noordoost-Engeland	50	51	
Ukd	Noordwest-Engeland	48	27	
Uke	Yorkshire	98	99	
Ukf	Oost-Midlands	120	125	
Ukg	West-Midlands	82	75	
Ukh	Oost-Engeland	136	152	
Uki	Londen e.o.	99	79	
Ukj	Zuidoost-Engeland	96	93	
Ukk	Zuidwest-Engeland	60	45	
Ukl	Wales	66	4	
Ukm	Schotland	36	14	
Ukn	Noord-Ierland	80	13	
Niet EU-25-landen:				
	Noorwegen			177
	Wit-Rusland			84
	Bosnië en Herzegovina			15
	Armenië			8

b) Er bestaat onduidelijkheid over de betrouwbaarheid van deze data.

Tabel B2.1		Kosten van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (euro's per hectare in 2004) en kunstmestgebruik (in kilo's per hectare in 2003) (vervolg)		
Nutscode	Land of Nuts-1 gebied	Kosten in euro's per hectare		kunstmest-gebruik (kg/ha)
		kunstmest	gewasbesch.	
	IJsland			8
	Moldavië			4
	Russische Federatie			7
	Macedonië			18
	Zwitserland			61
	Oekraïne			14
	Servië-Montenegro			55
	Kroatië			55
	Albanië			31

Bijlage 3

Een beschouwing en analysemethode rondom de bepaling van vruchtbare landbouwgronden in Europa

Stijn Reinhard; LEI, november 2007

B3.1 Probleemstelling

Vruchtbare landbouwgronden zijn in deze analyse gedefinieerd als die gronden die met een minimale input van (milieubelastende) middelen een maximale gewasproductie laten zien. De meest vruchtbare landbouwgronden laten de optimale verhouding tussen gewasopbrengsten en middelen zien. Nederland heeft de hoogste productie van graan en aardappels per hectare, maar kent ook de grootste inzet van kunstmest en bestrijdingsmiddelen per hectare. De Oekraïne zit weer aan de andere kant van het spectrum met lage gewasopbrengsten en geringe input van middelen. De vraag is waar het optimum van middelengebruik en gewasopbrengsten ligt in Europa. Om dit optimum te kunnen bepalen, gebruiken we de efficiëntiemethodiek. In deze notitie wordt hier nader op ingegaan.

B3.2 Definitie van efficiëntie

Efficiëntie geeft de verhouding tussen de prestaties van een bedrijf¹ en de daarvoor benodigde middelen weer. Volledige efficiëntie is bereikt, indien het niet mogelijk is met minder middelen dezelfde opbrengst, dan wel met dezelfde middelen een grotere opbrengst te bereiken. De verhouding tussen opbrengst en middelen kan geëvalueerd worden door regio's empirisch met elkaar te vergelijken. De efficiëntie van het grondgebruik in een regio wordt dan bepaald door de afwijking van zijn prestatie ten opzichte van de beste praktijk, de beste regio's. Deze beste praktijk fungeert als een referentiekader voor de bedrijven die landbouwgronden in regio's die minder efficiënt zijn; zij kunnen zich aan de efficiënte bedrijven spiegelen. De essentie van efficiëntie-onderzoek is dus het vinden van de landbouwgronden die als het meest effici-

¹ Onder bedrijf kan in dit geval ook de gemiddelde gewasopbrengst in een regio worden verstaan.

ent kunnen worden aangemerkt. De mate van efficiëntie wordt weergegeven in een efficiëntiescore die de afstand tot de beste praktijk weergeeft.

Efficiëntie scores worden uitgedrukt op een schaal van 0 tot 1, waarbij het efficiëntste bedrijf een score van 1 heeft. Het efficiënte bedrijf is dus maatgevend voor de andere bedrijven. Een voordeel van dit efficiëntieraamwerk is onder meer dat er voor de berekening van maatstaven voor technische efficiëntie geen prijsinformatie nodig is. Verder geven genoemde maatstaven de omvang van de mogelijke verbeteringen weer. Als de efficiëntie van een bedrijf gelijk is aan 0,80, dan zit de productie van dat bedrijf op 80% van wat maximaal haalbaar is, gegeven de ingezette middelen.

De methodologie om (technische) efficiëntie van bedrijven te berekenen, is een aantrekkelijk raamwerk om de vruchtbare landbouwgronden in Europa te identificeren. Technische efficiëntie maakt duidelijk of de ingezette middelen optimaal worden benut voor de gewasopbrengsten, de efficiënte regio's hebben vruchtbare landbouwgronden (Coelli, Rao en Battese, 1998).

Idealiter worden alle productiemiddelen in de analyse betrokken. Ook de mechanisatie en de kwaliteit van de ondernemer bepalen de fysieke gewasopbrengsten. Het deel dat niet aan de inzet van inputs kan worden toegerekend, wordt impliciet aan de vruchtbare landbouwgrond toegerekend. Verder kan efficiëntie worden onderscheiden naar de oriëntatie. Indien de inputs als vast (gegeven) worden verondersteld en de output wordt gemaximaliseerd spreekt men van outputoriëntatie (bijvoorbeeld bij een bedrijf dat gegeven zijn inzet van machines en werknemers zoveel mogelijk wil produceren. Het bedrijf wordt dan vergeleken met bedrijven die dezelfde inzet van kapitaal en arbeid kennen). Als de prestatie vast wordt verondersteld, kan er worden nagegaan wat de minimale hoeveelheid input is die nodig is om de gegeven output te realiseren.

B3.3 Methode om efficiëntie te bepalen

Er zijn twee belangrijke methoden om de efficiëntie te bepalen: de econometrische methode, waarvan de stochastische frontieer methode de meest gebruikte is, en de mathematische programmering methode, waarvan DEA (Data Envelopment Analysis) de belangrijkste is. Beide worden in de volgende paragrafen kort besproken.

B3.3.1 Stochastic Frontier Analyses (SFA)

Met de econometrische methode wordt de efficiëntie bepaald aan de hand van een productiefunctie (ook wel productiefrontier genoemd). Deze productiefunctie geeft de relatie weer tussen inputs en outputs. Met deze methode kan worden vastgesteld wat de maximale productie is op basis van een bepaalde hoeveelheid inputs. Om deze methode toe te kunnen passen zijn er relatief veel waarnemingen nodig (vuistregel minimaal 30-40) en moet er een functie worden gespecificeerd. Hiertoe wordt een model gespecificeerd dat de relatie tussen inputs en productie weergeeft. We gebruiken de volgende algemene productiefunctie:

$$Y_{it} = f(B_i, Z_{it}, A_{it}, K_{it}) \exp(v_{it} - u_i) \quad (1)$$

De i geeft de regio weer en t het jaar

Y = gewasopbrengst (graan) in ton per hectare

B = bijdrage van vruchtbare bodem aan opbrengst

Z = inzet van variabele inputs (kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen)

A = inzet van arbeid in uren

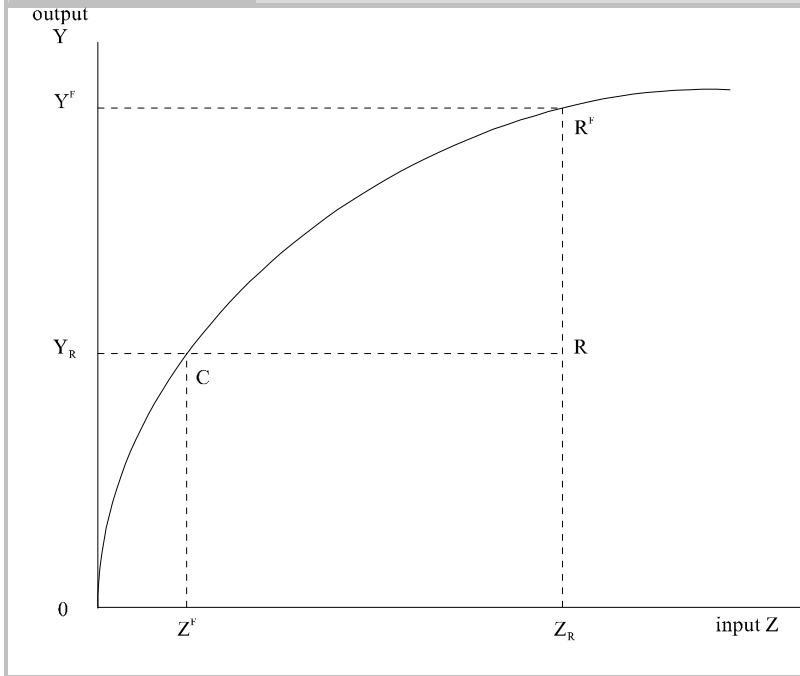
K = inzet van kapitaalgoederen

V = random storingsterm

U = niet negatieve term die de inefficiëntie weergeeft.

De opzet van de methode is dat een frontier wordt bepaald op basis van de gewasopbrengst Y , en de inputs Z, A, K . Uit deze specificatie rolt een inefficiëntiescore. Deze score bevat ook de bijdrage van de bodem aan de productie. De gevonden inefficiëntiescores kunnen worden gerelateerd aan de bodemkarakteristieken om de vruchtbaarheid van verschillende bodemtypen te kunnen vergelijken. De te schatten vergelijking is dan vergelijking (2), waarin een eenvoudige Cobb-Douglas-productiefunctie is weergegeven.

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Z_{it} + \alpha_2 \ln A_{it} + \alpha_3 \ln K_{it} + u_i + v \quad (2)$$

Figuur B3.1**Productiefrontier van eindproduct, Y, productie-
middel Z**

Een frontier met 1 productiemiddel Z en 1 eindproduct Y is weergegeven in figuur B3.1. De zwarte lijn geeft aan wat de maximale productie is als je een bepaalde hoeveelheid stikstof, weergegeven door de letter Z, gebruikt. Het berekenen van deze lijn vindt plaats met het schatten van de productiefrontier. De waargenomen productie op een bedrijf is gelijk aan Y_R , waarvoor Z_R productiemiddel nodig is. Met dezelfde hoeveelheid productiemiddel, Z, had hij ook Y^f kunnen produceren. De standaardefficiëntie maatstaf is gelijk aan de werkelijke productie gedeeld door de maximaal mogelijke productie (Y_R/Y^f).

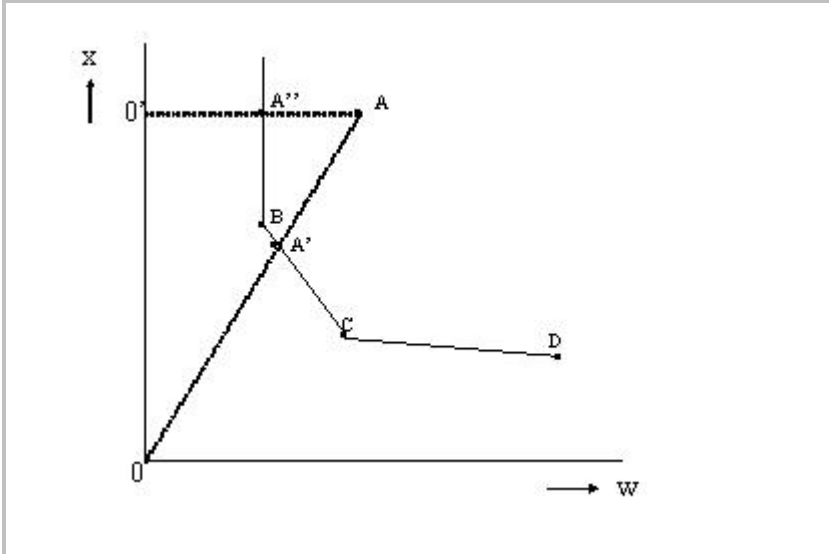
B3.3.2 Data Envelopment Analyses (DEA)

In de mathematische programmeringmethode wordt op basis van een Lineair Programmering (LP) model berekend of, gegeven de inputs van een bedrijf, andere bedrijven niet tot een hogere productie zou leiden. Deze methode kan met minder waarnemingen dan de econometrische methode worden toegepast, alleen wordt er dan een groter percentage van de bedrijven als efficiënt aangemerkt. Er wordt vastgesteld of er (combinaties van) bedrijven zijn die beter presteren, dat wil zeggen (combinaties van) bedrijven die met minder inzet van middelen evenveel produceren. De mate waarin het betrokken bedrijf haar inzet van middelen kan verlagen, om zo op het niveau van het beter presterende bedrijf te komen, wordt de inefficiëntie van het bedrijf genoemd. Bedrijven die door geen enkele ander (fictief) bedrijf worden overtroffen, worden doelmatig genoemd.

In de lineaire programmering wordt het te onderzoeken bedrijf als uitgangspunt gekozen en vervolgens wordt er getracht alle ingezette middelen maximaal te reduceren zonder dat de productie wordt aangetast. De volgende figuur maakt het een en ander duidelijk.

Figure B3.2

Input oriented Technical and Subvector Efficiency with DEA



Op de beide assen van figuur B3.2 staan de hoeveelheden ingezette middelen (X en W) weergegeven, bijvoorbeeld arbeid en kapitaal. De punten A, B, C en D stellen bedrijven voor die allemaal dezelfde productie realiseren. Zij gebruiken ieder daarvoor verschillende hoeveelheden van de middelen X en W. De verzameling van alle combinaties van de middelen X en W die dezelfde productie realiseren wordt ook wel aangeduid als de *input set*. Laten we nu bedrijf A als uitgangspunt nemen. Bedrijf A kan de inzet van beide middelen verminderen. Er bestaat immers een denkbeeldig bedrijf op het lijnstuk BC (A') dat dezelfde productie levert als A maar met minder inzet van middelen. De verhouding tussen deze virtuele inzet van middelen van A' en de feitelijke inzet van middelen van A ($=OA'/OA$) staat bekend als de (technische) efficiëntie van bedrijf A. Een reductie van de inzet van middelen is voor de bedrijven B, C en D niet mogelijk. Er zijn immers geen bedrijven of combinaties van bedrijven te vinden die met minder inzet van middelen een bepaalde productie te realiseren. We zeggen in dat geval dat B, C en D de *beste praktijk* of de *frontier* vormen. De beste praktijk wordt bepaald door wat we empirisch waarnemen. We hopen daarmee zo dicht mogelijk de technisch meest optimale situatie te benaderen.

4. Bepaling van de efficiëntie/vruchtbaarheid van landbouwgronden

De vruchtbaarheid van de bodem wordt vastgesteld op basis van de opbrengst van verschillende gewassen per regio. Voor een goede schatting van dit model is er per regio en per jaar in de EU informatie nodig over:

- opbrengst van een specifiek gewas per hectare (om vergelijking zo zuiver mogelijk te houden wordt per gewas geschat);
- inzet van productiemiddelen; variabele inputs, arbeid;
- typologie van de bodem (om bodemsoorten te kunnen vergelijken).

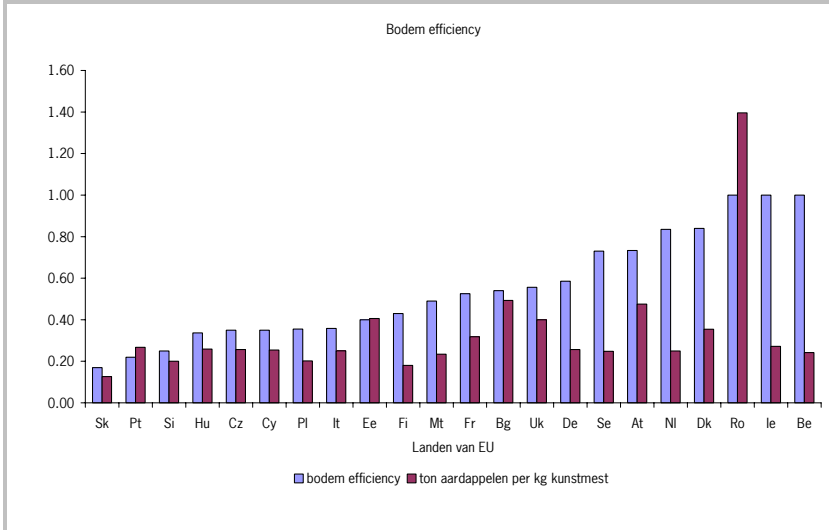
Aangezien we de opbrengsten van verschillende gewassen willen gebruiken en de inzet van meer dan een input, ligt het gebruik van DEA voor de hand. (de stochastische frontiermethode staat maar een output toe).

Op basis van dit rapport, is op dit moment informatie over de opbrengst per hectare en de inzet van kunstmest (en bestrijdingsmiddelen) beschikbaar. Bij de huidige analyse zit naast de invloed van de bodem, ook het verschil in inzet van arbeid en kapitaal besloten in de efficiëntiescore. In een vervolgstudie kunnen de benodigde data worden verzameld om meer exact de vruchtbare bodems te bepalen.

Zoals in het voorgaande hoofdstuk is aangegeven kan de efficiëntie vanuit twee gezichtspunten worden uitgevoerd. Je kan de inzet van productiemiddelen als gegeven beschouwen en dan nagaan wat de maximale productie is met deze productiemiddelen (outputgeïntendeerd). Ook kan worden bepaald met hoeveel de input kan worden teruggebracht bij een gelijke hoeveelheid product. Voor deze eerste analyse zijn we geïnteresseerd in het minimaliseren van het gebruik van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen. Inputgeïntendeerde efficiëntiescores worden bepaald. Gegeven de hoeveelheid geproduceerd graan en aardappels wordt in dat geval de inzet van productiemiddelen geminimaliseerd. De analyse kan met verschillende veronderstellingen ten aanzien van de technologie worden uitgevoerd. Bij constante schaalopbrengsten wordt geanalyseerd waar de inzet van middelen per ton product het laagst is. Bij variabele schaalopbrengsten worden afnemende meeropbrengsten verondersteld.

Figuur B3.3

Bodemefficiëntie van EU-landen



De analyse is uitgevoerd op basis van de regio's en EU-landen waarvan opbrengsten van tarwe en aardappels bekend zijn en de inzet van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen in euro's. Aan de hand van de inzet van kunstmest in kg's per hectare op het niveau van de lidstaten is een prijs van kunstmest bepaald per land. Deze prijs is gebruikt om de uitgaven aan kunstmest om te rekenen naar kg kunstmest per hectare. Dezelfde prijsverhouding is gebruikt om uitgaven aan gewasbeschermingsmiddelen om te rekenen naar hoeveelheden. De efficiëntiescores per regio zijn per land gemiddeld om tot een score per land te komen. Deze is weergegeven in figuur 4.1. Uit de analyse blijkt dat er drie efficiënte landen zijn (Roemenië, Ierland en België) als variabele schaalopbrengsten worden verondersteld. De laagste efficiëntiescores zijn vooral te vinden in Oost-Europa. Van de West-Europese landen zijn de scores van Portugal, Italië en Finland laag. De hoge score voor Roemenië is te verklaren aangezien het land kent de hoogste tarwe en aardappelopbrengst per kg kunstmest kent. Het land produceert als enige efficiënt als constante schaalopbrengsten worden verondersteld. Bij de cijfers voor Roemenië past wel de opmerking of de aangeleverde data bij Eurostat wel voldoende betrouwbaar zijn. Nederland als geheel is niet efficiënt, hoewel de regio's West- en Zuid-Nederland wel een score van 1 kennen (maar

omdat de andere twee regio's een lagere score hebben is Nederland als land niet efficiënt).

Conclusie

De efficiëntiemethode maakt het mogelijk om uitspraken te doen over de bodemvruchtbaarheid. Het blijkt dat zowel gronden waar weinig kunstmest wordt toegepast, als gronden waar veel kunstmest wordt gebruikt een hoge vruchtbaarheid kennen. Als meer productiemiddelen in beschouwing worden genomen zal de efficiëntie van gronden die relatief veel arbeid en kapitaal inzetten afnemen.

Vervolg

Meer betrouwbare resultaten kunnen worden verkregen door meer productiemiddelen in beschouwing te nemen. Met name de inzet van arbeid en kapitaal zal van invloed zijn op de opbrengsten en zal als het in het model wordt opgenomen leiden tot een betere indicator voor de vruchtbaarheid van landbouwgronden. Op basis van het FADN (het Europese boekhoudnet van landbouwbedrijven) kan de benodigde informatie worden verkregen. Daarnaast is informatie over de classificatie van landbouwgronden wenselijk om de gevonden efficiëntiescores te correleren aan de kenmerken van de bodem.

Literatuur bij deze bijlage

Coelli, T., D.S.P. Rao en G.E. Battese, *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Kluwer, Dordrecht, 1998.

Reinhard, S., C.A.K. Lovell and G. Thijssen, 'Econometric Estimation of Technical and Environmental Efficiency; An Application to Dutch Dairy Farms'. In: *American Journal of Agricultural Economics* 81:1 (February), pp. 44-60. 1999.

Reinhard, S., *Econometric analysis of economic and environmental efficiency of Dutch dairy farms*. PhD thesis, Wageningen University, 1999.