

# Voedselvoorziening in Nederland onder buitengewone crisisomstandigheden



LEI

WAGENINGEN UR

# Voedselvoorziening in Nederland onder buitengewone crisisomstandigheden

Ida J. Terluin

Ben M. Kamphuis

Diti A. Oudendag

Myrna G.A. van Leeuwen

LEI-rapport 2013-012

Februari 2013

Projectcode 2271000208

LEI, onderdeel van Wageningen UR, Den Haag

Het LEI kent de volgende onderzoeksvelden:



**Sector & Ondernemerschap**



**Regionale Economie & Ruimtegebruik**



**Markt & Ketens**



**Internationaal Beleid**



**Natuurlijke Hulpbronnen**



**Consument & Gedrag**

**Voedselvoorziening in Nederland onder buitengewone crisisomstandigheden**

Terluin, I.J., B.M. Kamphuis, D.A. Oudendag en M.G.A. van Leeuwen

LEI-rapport 2013-012

ISBN/EAN: 978-90-8615-621-4

98 p., fig., tab., bijl.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van  
Economische Zaken.

Foto omslag: Shutterstock

**Bestellingen**

070-3358330

publicatie.lei@wur.nl

Deze publicatie is beschikbaar op [www.wageningenUR.nl/lei](http://www.wageningenUR.nl/lei)

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2013  
Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	<b>7</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>9</b>
	S.1 Conclusies	9
	S.2 Resultaten	9
	S.3 Onderzoeksvragen en methodologie	13
	<b>Summary</b>	<b>16</b>
	S.1 Conclusions	16
	S.2 Results	16
	S.3 Research questions and methodology	20
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>23</b>
	1.1 Verkenning van de voedselvoorziening onder buitengewone omstandigheden	23
	1.2 Aanpak voedselcrisisituaties in verschillende landen	24
	1.3 Onderzoeksvragen van deze studie	29
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten en rekenmodel</b>	<b>31</b>
	2.1 Inleiding	31
	2.2 Voedselbehoefte: drie voedingspatronen	32
	2.3 Aanbod van landbouwproducten: landbouwareaal en productieniveau	37
	2.4 Het rekenmodel	44
	2.5 Overige uitgangspunten	49
<b>3</b>	<b>Resultaten van de modelberekeningen</b>	<b>51</b>
	3.1 Inleiding	51
	3.2 Dagelijks menu in een autarkiesituatie	51
	3.3 Landbouwproductie, benodigd landbouwareaal en aantal dieren	56
	3.4 Discussie	60

<b>4</b>	<b>Aanpassingsproces en interventies</b>	<b>65</b>
4.1	Inleiding	65
4.2	Inventarisatie van knelpunten in de voedsel- en voervoorziening	68
4.3	Overgangperiode	70
4.4	Aanloopjaar	76
4.5	Stationaire autarkiesituatie	80
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>82</b>
	<b>Literatuur en websites</b>	<b>88</b>
	<b>Bijlage</b>	
1	Beschrijving van het rekenmodel	91

# Woord vooraf

Sinds de sterke stijging van de voedselprijzen in 2007/08 staat de zorg over de wereldvoedselvoorziening weer hoog op de internationale politieke agenda. Voor een land als Nederland, dat de tweede exporteur van landbouwproducten in de wereld is, lijkt het onder normale omstandigheden ondenkbaar dat de voedselvoorziening in gevaar komt. Maar geldt dat ook als zich ernstige calamiteiten voordoen, zoals langdurige droogte, omvangrijke overstromingen, zware vulkaanuitbarstingen, grootschalige epidemieën in de veestapel, nucleaire rampen of politieke conflicten die de handel belemmeren? Met deze vraag klopte het ministerie van EZ - de verantwoordelijke beleidsinstantie in Nederland voor de voedselvoorziening in crisissituaties - aan bij het LEI. Het antwoord zou moeten bijdragen aan de actualisatie van het 'Beleidsdraaiboek Crisisbeheersing Nationale Voedselvoorziening', waar het ministerie van EZ op dit moment aan werkt.

De kwetsbaarheid van de Nederlandse voedselvoorziening in crisistijden is ook in de jaren tachtig op verzoek van het toenmalige ministerie van Landbouw en Visserij door het LEI onderzocht. Dat leidde toen tot de studie 'Eten van eigen bodem' van Theo Bakker. In die studie werd de crisissituatie voorgesteld als een autarkische situatie, waarbij Nederland niet meer kan importeren of exporteren. In de voetsporen van Bakker is ook in deze studie een autarkische situatie als uitgangspunt voor de voedselcrisissituatie genomen. Uit een voorstudie bleek namelijk dat de omstandigheden in de afgelopen 35 jaar zodanig zijn veranderd dat het zinvol is om de studie van Bakker te actualiseren.

Tijdens de uitvoering van de studie werden de onderzoekers bijgestaan door een inspirerende begeleidingscommissie onder leiding van Wim Ruitkamp (ministerie van Economische Zaken). De begeleidingscommissie bestond verder uit Boudewijn Breedveld (Voedingscentrum), Marije Breedveld (ministerie van Veiligheid en Justitie), Alex Bruijnis (ministerie van Economische Zaken), Freija van Duijne (ministerie van Economische Zaken), Erwin Maathuis (ministerie van Economische Zaken) en Andrea Werkman (Voedingscentrum). Samen met de begeleidingscommissie is er gedurende vele bijeenkomsten volop gestoeid over wat er allemaal kan gebeuren in een autarkiesituatie, wat en hoeveel Nederlanders dan zouden kunnen eten, hoe de Nederlandse landbouw dat voedsel zou kunnen



produceren, hoe dat kan worden vertaald in scenario's, en in hoeverre de overheid dan zou kunnen of moeten interveniëren in de voedselvoorziening. Zonder de kennis van de commissieleden, hun prikkelende vragen en hun opbouwende commentaar had deze studie niet kunnen worden wat ze uiteindelijk geworden is. De begeleidingscommissie past dan ook een woord van grote dank.

Ir. L.C. van Staalduinen  
Algemeen Directeur LEI Wageningen UR

# Samenvatting

---

## S.1 Conclusies

In deze studie hebben we een denkoefening gedaan of de Nederlandse landbouw in buitengewone crisismoments voldoende voedsel kan produceren voor 17 mln. Nederlanders. De crisis hebben we voorgesteld als een autarkiesituatie, waarbij geen import en export meer mogelijk is. De conclusies van het onderzoek zijn (zie hoofdstuk 5):

1. In een autarkiesituatie kan de Nederlandse landbouw 17 mln. monden voeden.
2. De overgang van de huidige situatie naar een autarkiesituatie vergt ingrijpende aanpassingen in zowel de landbouwproductie als in de voedselconsumptie van de bevolking.
3. Het menu in een autarkiesituatie, dat uit de modelberekeningen komt, wijkt nogal af van het huidige voedselpakket. Omdat het model niet alle landbouwareaal in Nederland benut, zal er ruimte zijn om een gevarieerder voedselpakket aan te kunnen bieden. Verder zullen burgers geneigd zijn om het menu aan te vullen met voedselproductie uit de informele sfeer.
4. Het beleidsdraaiboek dient rekening te houden met de drie verschillende fasen in het aanpassingsproces van productie en consumptie vanaf het moment dat de import en export wegvallen tot aan het stationair draaien van de autarkielandbouw.
5. Veel aanpassingen aan de producentenkant kunnen aan de marktwerking worden overgelaten. Aan de consumentenkant is dat veel minder het geval. Vooral om een onevenwichtige verdeling van het beschikbare voedsel over de bevolking te voorkomen, zijn er aan de consumentenkant stringenter overheidsinterventies in het aanpassingsproces nodig dan aan de producentenkant.

## S.2 Resultaten

*Nederlandse landbouw kan 17 mln. mensen voeden in een autarkiesituatie*

De Nederlandse landbouw is in een autarkiesituatie in staat om 17 mln. Nederlanders in alle zes scenario's een gevarieerd menu van zowel plantaardige als dierlijke producten aan te bieden van ruim 2.000 calorieën per dag of meer. Wel wijken de samenstelling van de landbouwproductie en het voedselpakket

dan sterk af van de huidige situatie. Het meest in het oog springen de geringe consumptie van graanproducten (onder andere brood), het ontbreken van varkensvlees, en de vrij hoge consumptie van aardappelen, kippenvlees en eieren. Deze afwijkende samenstelling komt doordat in het autarkiemodel wordt uitgegaan van een sterk vereenvoudigde inrichting van de Nederlandse landbouw en minimalisatie van het grondgebruik. Als twee producten dezelfde voedingsstoffen leveren, dan kiest het model dat product dat de minste inzet van landbouwareaal vergt. Dit verklaart waarom er geen varkensvlees in het menu zit: het kost minder areaal om eenzelfde hoeveelheid kippenvlees - met een vergelijkbare voedingswaarde - te produceren. In alle zes scenario's is de hoeveelheid landbouwareaal in Nederland ruimschoots voldoende om in de voedselbehoefte van de bevolking te voorzien. Afhankelijk van veronderstellingen over de opbrengst per ha en per dier bedraagt het benodigde landbouwareaal ongeveer 45-90% van het beschikbare landbouwareaal in Nederland (tabel S.1) ([zie hoofdstuk 3](#)).

#### *Aanpassingsproces kent drie fasen*

In het aanpassingsproces vanaf het moment van het wegvallen van alle importen en exporten tot aan het functioneren van een stationaire autarkiesituatie onderscheiden we drie fasen: een overgangperiode, een aanloopjaar naar een stationaire autarkie en een situatie van stationaire autarkie (figuur S.1). Het wegvallen van de handel kan op elk willekeurig moment van het jaar gebeuren. Vanaf dat moment is Nederland geheel aangewezen op de lopende binnenlandse productie en de voorraden voedsel, veevoer en overige geïmporteerde productiemiddelen. Dierlijke producten worden jaarrond geproduceerd en kunnen dan direct worden geconsumeerd, maar de oogst van graan, aardappelen, suikerbieten en fruit komt maar eens in het jaar beschikbaar. Lopende productiecycli kunnen worden afgebroken of afgerond, afhankelijk van de beschikbaarheid van productiemiddelen en de kosten daarvan. Als alle lopende productiecycli zijn afgerond - we veronderstellen rond 1 oktober wanneer de akkerbouwproducten zijn geoogst - begint productiejaar 1. Dat is het aanloopjaar naar een stationaire autarkie. In dat jaar zal het productie- en consumptiesysteem naar alle waarschijnlijkheid nog niet volledig op de manier zoals het autarkiemodel schetst kunnen worden ingericht, omdat niet alle benodigde zaai- en pootgoed, veevoer en dieren voor de landbouwproductie en alle benodigde levensmiddelen aanwezig zijn. Deze worden in de loop van productiejaar 1 geproduceerd, zodat ze in productiejaar 2 kunnen worden ingezet. Pas dan zal de landbouwproductie en voedselconsumptie volgens de wijze die het autarkiemodel aangeeft kunnen gaan verlopen ([zie paragraaf 4.1](#)).

<b>Tabel S.1</b>		<b>Benodigd landbouwareaal in een autarkiesituatie in Nederland volgens de zes onderscheiden scenario's (* 1.000 ha)</b>					
	<b>Scenario's</b>						<b>Huidig areaal in Nederland, 2010</b>
	<b>minimum- laag</b>	<b>minimum- hoog</b>	<b>maximum- laag</b>	<b>maximum- hoog</b>	<b>gezond- laag</b>	<b>gezond- hoog</b>	
Graan a)	217	152	217	152	260	177	219
Consumptieaardappelen	83	58	42	27	83	58	158
Suikerbieten	59	39	46	32	101	70	71
Koolzaad	106	74	300	210	133	95	3
Peulvruchten	98	69	98	69	98	69	4
Groenten b) (opengronds)	66	44	52	36	60	42	42
Groenten (uit kas)	5	5	5	5	5	5	5
Fruit	19	19	19	19	19	19	19
Grasland	923	334	923	334	923	334	995
Totaal benodigd areaal voor bovenstaande producten	1.577	795	1.703	885	1.683	870	1.516
Als % totaal landbouwareaal in Nederland c)	84	42	91	47	90	46	81
Ongebruikt areaal in de scenario's d)	274	1.056	148	966	168	981	

a) Tarwe, rogge, zomergerst en wintergerst; b) Wortelen, kool, prei en uien; c) Het totale landbouwareaal in Nederland bedraagt 1,9 mln. ha (zie tabel 2.5); d) Totaal landbouwareaal - benodigd areaal voor voedselvoorziening - areaal permanente gewassen - areaal glasteelt.

Bron: LEI-autarkiemodel; huidig areaal 2010 uit LEI/CBS, Land- en tuinbouwcijfers 2011.

<b>Figuur S.1</b>		<b>Fasen in het aanpassingsproces van het wegvallen van import en export tot aan een stationaire autarkiesituatie</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
<b>jaar 0</b>	<b>productiejaar 1</b>	<b>productiejaar 2 ...n</b>	
overgangperiode	aanloopjaar naar een stationaire autarkie	stationaire autarkie	

### *Vier knelpuntgebieden in aanpassingsproces*

In het aanpassingsproces van het wegvallen van de buitenlandse handel tot aan een systeem van een stationaire autarkie doen zich knelpunten voor bij de volgende vier sectoren ([zie paragraaf 4.2](#)):

1. *De graansector*  
De binnenlandse graanproductie is voldoende voor de broodproductie, maar onvoldoende om aan de vraag naar veevoer te kunnen voldoen;
2. *De koolzaad- en peulvruchtensector*  
Er is een absoluut tekort om in de behoefte aan plantaardige olie uit koolzaad en plantaardige eiwitten uit peulvruchten te kunnen voorzien;
3. *De fruitsector*  
De binnenlandse productie is te laag om aan de behoefte van twee stuks fruit per dag per persoon te voldoen. Dit knelpunt kan gemakkelijk worden opgelost door een hogere consumptie van groenten, die vrijwel dezelfde voedingsstoffen leveren als fruit;
4. *De dierlijke sector*  
Door het wegvallen van de export ontstaat een grote voorraad dierlijke producten en door het wegvallen van de import een tekort aan veevoer.

Op zich mag worden verwacht dat de markt ook in een autarkiesituatie in staat is om een nieuw evenwicht tussen vraag en aanbod tot stand te brengen. Als de overheid de richting waarin de markt zich beweegt ongewenst vindt, kan zij dat proberen bij te sturen. Zulke interventies kunnen bestaan uit ingrijpen in de marktwerking door wet- en regelgeving of pogingen om het marktgedrag te beïnvloeden door voorlichting, stimulering en facilitering. Overheidsinterventies zijn vooral nodig in de vier bovengenoemde sectoren.

### *Overheidsinterventies*

Vrij snel na het ingaan van de autarkiesituatie zullen er in Nederland tekorten en overschotten aan bepaalde producten ontstaan. Afhankelijk van het tijdstip van de handelsstop en de in Nederland aanwezige voorraden bij bedrijven en consumenten gaat het daarbij bijvoorbeeld om tekorten aan granen, plantaardige spijsoïen en fruit en overschotten aan aardappelen, suiker, melk, vlees en eieren. Dit vergt aanpassingen in het consumptiepatroon van 17 mln. Nederlanders en bij de productiebeslissingen op zo'n 70.000 landbouwbedrijven. Prikkel voor die aanpassingen kunnen via de markt of via overheidsinterventies worden gegeven. Aan de consumentenkant kan de overheid overwegen om een voedseldistributiesysteem op te zetten om een onevenwichtige voedselverdeling over de bevolking te voorkomen. Verder kan de overheid voorlichting geven hoe bur-

gers met de beschikbare voedingsmiddelen smakelijke maaltijden kunnen bereiden. Aan de producentenkant kunnen overheidsinterventies bestaan uit het geven van voorlichting over de verwachte binnenlandse vraag naar landbouwproducten, zodat boeren hun productiekeuze op basis van gedegen informatie kunnen maken, een verplichting om een bepaald deel van het akkerbouwareaal te bestemmen voor de productie van graan, oliezaden en peulvruchten, steunmaatregelen voor de houders van melkvee, fokzeugen en moederdieren van leghennen, en aan dierrechten in de intensieve veehouderij. Als voorbereiding op een mogelijke crisissituatie zou Nederland net als een aantal andere landen kunnen overwegen om uit voorzorg een strategische voorraad voedingsmiddelen aan te leggen. Dit geldt in het bijzonder voor plantaardige olie, die nodig is voor de voorziening van essentiële vetzuren ([zie paragrafen 4.3, 4.4 en 4.5](#)).

### **S.3 Onderzoeksvragen en methodologie**

Het ministerie van EZ is bezig met het actualiseren van het 'Beleidsdraaiboek Crisisbeheersing Nationale Voedselvoorziening'. Daarvoor is inzicht nodig in de vraag of en hoe Nederland zijn eigen bevolking kan voeden in crisissituaties. In deze studie wordt de crisis voorgesteld als een autarkiesituatie, waarbij de handel met het buitenland stil ligt. Deze keuze is gemaakt in navolging van de werkwijze bij de aanpassing van het crisisdraaiboek eind jaren zeventig. Een autarkiesituatie is een extreme crisissituatie en het is nauwelijks denkbaar dat Nederland in het huidige tijdperk van globalisering en bovennationale samenwerking ooit in zo'n situatie terecht zal komen. De schets van de Nederlandse landbouw en de voedselvoorziening onder autarkische omstandigheden in deze studie is dan ook uitdrukkelijk niet bedoeld als één van de toekomstscenario's van de Nederlandse landbouw. Deze studie wil de grenzen van de voedselvoorziening en landbouwproductie onder buitengewone crisissituaties verkennen, en daarvoor is een autarkiesituatie als uitgangspunt een handig hulpmiddel. Op die manier beoogt deze studie handvatten te geven voor de actualisering van het crisisdraaiboek ([zie paragraaf 1.3](#)).

Deze studie richt zich op de volgende drie onderzoeksvragen:

1. Kan de Nederlandse landbouw 17 mln. Nederlanders voeden in geval van buitengewone voedselcrisissituaties zoals een autarkie?
2. Op welke wijze moet de Nederlandse landbouw dan worden ingericht?

3. Welke veranderingen doen zich voor tijdens de overgang van de huidige situatie naar een autarkiesituatie en welke interventies kan de overheid daarbij doen?

*Aanpak: zes scenario's voor de landbouwproductie en voedselvoorziening*

Om na te gaan of de Nederlandse landbouw in een autarkiesituatie 17 mln. mensen kan voeden moeten we weten hoeveel en welk voedsel die 17 mln. mensen eten per jaar. In overleg met het Voedingscentrum hebben we drie alternatieve voedselpakketten onderscheiden: één met een karig menu (voedingspatroon-minimum), één op basis van het huidige menu (voedingspatroon-maximum) en één met een gezond menu (voedingspatroon-gezond). Om inzicht in de omvang van de landbouwproductie te krijgen, is het nodig om te weten hoeveel landbouwareaal er kan worden gebruikt en wat de opbrengst per ha en per dier is. We zijn ervan uitgegaan dat in een autarkiesituatie het gehele Nederlandse landbouwareaal kan worden ingezet voor de landbouwproductie, en dat de opbrengst per ha en per dier gelijk aan het huidige niveau (hoog productieniveau) is of op een lager niveau (laag productieniveau) ligt. Door de drie voedselpakketten te koppelen aan de twee opbrengstniveaus ontstaan zes scenario's. Op die manier hebben we geprobeerd om de uitersten van de landbouwproductie en voedselvoorziening in een crisissituatie te verkennen ([zie paragrafen 2.2 en 2.3](#))

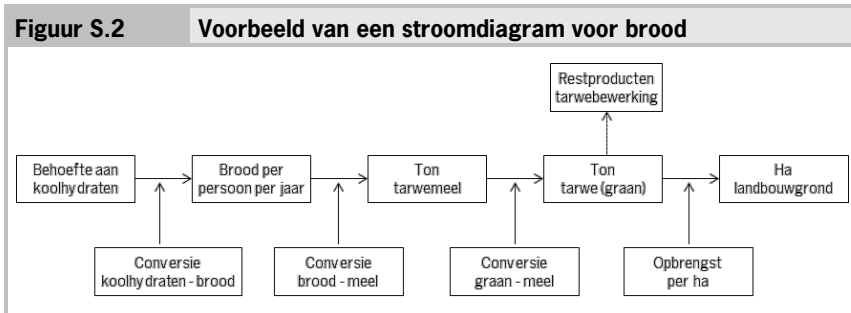
*Scenario's doorgerekend met autarkiemodel*

Om te bepalen welke en hoeveel producten de Nederlandse landbouw moet voortbrengen om in de behoefte aan voedingsstoffen in elk voedingspatroon te voorzien, hebben we een optimaliseringsmodel - het autarkiemodel - ontwikkeld. Daarmee hebben we uitgerekend hoe de hoeveelheid voedsel die in elk scenario nodig is met de inzet van zo weinig mogelijk landbouwareaal kan worden geproduceerd. De beschikbare hoeveelheid daarvan is begrensd tot zo'n 2 mln. ha. De landbouwproductie kan in het model uit 14 verschillende producten bestaan. Het model maakt geen onderscheid naar productie op individuele landbouwbedrijven, maar stelt alle agrarische bedrijven gezamenlijk voor als één nationale boerderij. Verder geeft het model niet aan op welke locatie een specifiek product wordt geproduceerd: het enige dat het model aangeeft is hoeveel ha in Nederland met een bepaald gewas moet worden verbouwd en hoeveel dieren er nodig zijn ([zie paragraaf 2.4](#)).

*Kern van de berekening: van voedingsstof naar landbouwareaal*

In het autarkiemodel hebben we de relatie tussen voedingsstoffen en landbouwareaal omgezet in rekenregels. Zo'n regel ziet eruit als een stroomschema,

waarin de voedingsstof eerst wordt vertaald in een voedingsmiddel, om dan vervolgens in basisingrediënten, landbouwproducten en uiteindelijk in landbouw-areaal te worden doorvertaald. Voor die vertaalslag gebruiken we conversie-factoren. Als voorbeeld geven we hieronder het stroomschema voor brood (figuur S.2) ([zie paragraaf 2.4](#) en [bijlage 1](#)).





# Summary

---

## Food supply in the Netherlands under exceptional crisis conditions

### S.1 Conclusions

For this study we conducted a mental exercise to see whether the Dutch agricultural sector would be able to produce enough food for the country's population of 17 million inhabitants under exceptional crisis conditions. The crisis we postulated was an autarky situation, in which import and export are no longer possible. The conclusions of the study are as follows.

1. In an autarky situation, the Dutch agricultural sector is capable of feeding 17 million mouths.
2. The transition from the current situation to one of autarky would require very substantial changes to both agricultural production and the national diet.
3. The 'menu' in an autarky situation, as derived from the model calculations, rather differs from the current pattern of food consumption. But because the model does not utilise all the agricultural land in the Netherlands, there would be some scope to offer a more varied diet. Moreover, citizens would be inclined to supplement their menu with food produced by themselves.
4. The policy scenario reveals that there are three distinct phases in the process of adjusting production and consumption from the point at which international trade ceases to the establishment of a stable, autarchic agricultural sector.
5. Many of the adaptations on the production side could be left to market forces. That is not so much the case on the consumption side, where more rigorous government intervention to guide the process of adjustment would be needed in order to prevent unequal distribution of the available food to the Dutch population

### S.2 Results

#### *Dutch agriculture could feed 17 million people*

As derived from the model calculations in all six autarky scenarios considered (see below), the Dutch agricultural sector was found capable of supplying the country's population of 17 million inhabitants with a varied diet of both animal

and crop products, providing each person with over a 2000 calories a day. To achieve this, however, patterns of both agricultural production and food consumption would have to change substantially. The most striking differences compared with the current situation are the limited consumption of grain products (including bread), the complete absence of pork and the relative prominence of potatoes, chicken, and eggs in the diet. These changes come about because the Autarky Model (see below) assumes that the organisation of Dutch agriculture would be greatly simplified, with minimisation of land use. When two products deliver the same nutrients, the model always chooses the one which requires the least amount of farmland. This explains why pork disappears from the menu: much less land is needed to produce the same volume of chicken meat, with a comparable nutritional value. In all six scenarios, the agricultural area in the Netherlands can easily meet the food needs of the population. Depending upon the assumptions made concerning yield per hectare and per animal, between about 45 and 90 per cent of the total amount of Dutch agricultural area would be needed to feed the nation adequately (see Table S.1).

### *Three phases of adjustment*

The process of adjustment from the point at which import and export cease to the establishment of a stable, autarchic agricultural sector can be divided into three distinct phases: a period of initial transition, a pre-stabilisation year, and the final, stabilised situation (see Figure S.1). The end of international trade could happen at any time of year. From that moment on, the Netherlands would be reliant solely upon ongoing domestic production and its existing stocks of food, animal feeds, and other imported resources. Animal products are supplied all year round, but cereals, potatoes, sugar beet, and fruit are harvested on an annual basis. Current production cycles might be either interrupted or completed, depending upon the availability of resources and their cost. Once all ongoing production cycles have ended - we assume that this would be at the beginning of October, once the harvest is in - Production Year 1 would begin. This is the second phase of the process, the year prior to stable autarky. During this period it is unlikely that the national system of production and consumption can be organised entirely as outlined in the Autarky Model, since not all the seed stock, feed and animals needed for agricultural production and foodstuffs needed for consumption will be available. These have to be produced in the first production year, so that they can be utilised from Production Year 2 onwards. Only then do agricultural production and food consumption fall into line with the patterns described in the model.

	Amount of agricultural land (x 1,000 ha) required in the Netherlands under each of the six autarky scenarios						
	Scenario						Current (2010) use
	minimum-low	minimum-high	maximum-low	maximum-high	healthy-low	healthy-high	
Cereals (a)	217	152	217	152	260	177	219
Ware potatoes	83	58	42	27	83	58	158
Sugar beet	59	39	46	32	101	70	71
Oilseed rape	106	74	300	210	133	95	3
Legumes	98	69	98	69	98	69	4
Field vegetables (b)	66	44	52	36	60	42	42
Greenhouse vegetables	5	5	5	5	5	5	5
Fruit	19	19	19	19	19	19	19
Pasture	923	334	923	334	923	334	995
Total area required for produce above	1,577	795	1,703	885	1,683	870	1,516
Total area as percentage of agricultural land in the Netherlands (c)	84	42	91	47	90	46	81
Unused area in the scenarios (d)	274	1,056	148	966	168	981	

(a) Wheat, rye, summer barley and winter barley; (b) Carrots, cabbages, leeks and onions; (c) The total area of agricultural land in the Netherlands is 1.9 million ha (see Table 2.5); (d) Total agricultural land area minus area required for food supply minus area under permanent cultivation minus area used for greenhouse ornamental horticulture.

Sources: LEI Autarky Model; current (2010) land use from LEI/CBS, Land- en tuinbouwcijfers 2011 (annual overview of national agricultural and horticultural statistics).

Figure S.1 Phases in the process of adjustment from the point at which import and export cease to the establishment of stable autarky		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>year 0</b>	<b>production year 1</b>	<b>production years 2...n</b>
Transitional period	Pre-stabilisation	Stable autarky

### *Four obstacles to adjustment*

Potential obstacles in the process of adjustment to a system of stable autarky following the end of international trade arise in four areas of Dutch agriculture.

1. *Cereals*

Domestic grain production is sufficient to meet the demand for bread, but not that for animal feed as well.

2. *Oilseed rape and legumes*

Domestic production is insufficient to meet the demand for both edible rape-seed oil and vegetable proteins from legumes.

3. *Fruit*

Domestic production is insufficient to meet the recommended daily intake of two portions of fruit per person. This obstacle, however, can easily be overcome by increasing consumption of vegetables, which deliver almost exactly the same nutrients as fruit.

4. *Animal products*

Cessation of exports would create a huge surplus of animal products, whilst the inability to import would cause a shortage of animal feeds.

All things being equal, the free market can be expected to achieve a new equilibrium of supply and demand in an autarky situation. If the government were dissatisfied with the direction the market was taking, it could attempt to realign it. Such intervention would be most likely to be needed in the four areas listed above and might take the form of legislative and regulatory measures or efforts to influence market behaviour through information, incentives and facilitation.

### *Government intervention*

Not long after the cessation of international trade, the Netherlands would be struck by shortages and surpluses of various products. Depending upon the timing of the interruption and the stocks held by Dutch companies and consumers, items soon in short supply would probably include cereals, edible vegetable oils, and fruit, while there could be surpluses of potatoes, sugar, milk, meat and eggs. This combination would require the 17 million people living in the Netherlands to modify their eating patterns and the country's 70,000 agricultural enterprises to change their production choices. Incentives for such adaptation could come through either government intervention or the effect of market forces. On the consumer side, for example, the government might consider setting up a national system of food distribution in order to prevent inequalities of supply to the population. In addition, the authorities could issue public information on how to prepare tasty meals using the foodstuffs still available. Inter-

ventions on the production side might include providing information concerning expected domestic demand for agricultural products, so that farmers could make well-informed decisions about what to produce. Other possibilities are making it compulsory to use a certain proportion of arable land to grow cereals, oilseeds, and legumes, introducing special measures to support dairy, sow and layer breeder farmers, and a system of animal production rights in intensive livestock farming. In preparation for a potential crisis situation, the Netherlands could perhaps consider following the example set by a number of other countries by creating a strategic reserve of certain foodstuffs. This applies especially to vegetable oil, which is a vital source of essential fatty acids.

### **S.3 Research questions and methodology**

The Netherlands Ministry of Economic Affairs is currently updating its crisis management policy manual for national food supply (*Beleidsdraaiboek Crisis-beheersing Nationale Voedselvoorziening*). As part of this exercise, the Ministry needs to know whether, and how, the Netherlands can feed its own population in times of crisis. The scenario envisaged in this study is an autarky situation, in which imports and exports are no longer possible. That choice is a legacy of the approach taken when revising the policy manual in the late 1970s. Such a situation reflects a particularly extreme form of crisis, one barely conceivable for the Netherlands in the modern era of globalisation and supranational co-operation. For this reason, the picture provided here of a Dutch agricultural sector and food supply system operating under conditions of autarky should in no way be seen as representing a realistic future scenario. Rather, this study is intended as an exploration of the frontiers of food supply and agricultural production under exceptional crisis circumstances. From that point of view, an autarky situation provides a useful starting point from which this study can offer helpful guidance in updating the crisis management policy manual.

This study sought to answer three research questions:

1. Could the Dutch agricultural sector feed the country's population of 17 million inhabitants in the event of an exceptional food crisis, such as an autarky situation?
2. If so, how would the agricultural sector have to be organised in order to achieve that?

3. What changes would take place during the transition from the current situation to one of autarky, and in what ways could the government intervene in that process?

*Approach: six scenarios for agricultural production and food supply*

To find out whether a self-sufficient Dutch agricultural sector would be able to feed 17 million mouths, we first needed to know how much - and what - food all those people eat over the course of a year. In consultation with the Netherlands Nutrition Centre, we then devised three alternative dietary patterns: one with a limited menu (the 'minimum diet'), one based upon current eating habits (the 'maximum diet'), and a healthier version (the 'healthy diet'). On the production side, we needed to know how much agricultural land is available in the Netherlands and its yields per hectare and per animal. We assumed that, in an autarky situation, all available land would be used for food production and that overall yields would either be maintained at current levels ('high productivity') or fall somewhat ('low productivity'). This combination of three dietary patterns and two productivity levels produced a total of six scenarios, through which we have attempted to explore the extremes of agricultural production and food supply in a crisis situation.

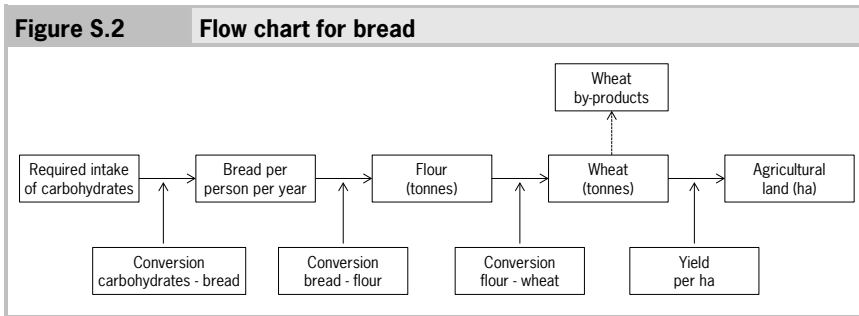
*Autarky Model applied to scenarios*

To determine what and how much a self-sufficient Dutch agricultural sector would have to produce in order to provide the required intake of nutrients in each dietary pattern, we developed an optimisation model called the Autarky Model. This was then used to calculate how the quantity of food needed in each scenario could be produced utilising the least possible amount of land. The maximum area available was capped at just under 2 million hectares. Under the model, the agricultural sector can produce fourteen different products. It draws no distinction between individual agricultural enterprises - the entire sector is treated as one 'national farm', as it were. Nor does it indicate where in the country any specific item is produced: all it says is that a certain number of hectares of a crop need to be grown domestically, or a certain number of animals raised.

*Core calculation: from nutrient to land area*

In the Autarky Model, we use arithmetical conversion factors to establish a relationship between human nutritional requirements and agricultural land area. These can be presented in the form of flow charts, with the nutrient converted first into a foodstuff and then successively into basic ingredients, agricultural

produce and, finally, a number of hectares of land. As an example, below (Figure S.2) is the flow chart for bread.



# 1 Inleiding

---

## 1.1 Verkenning van de voedselvoorziening onder buitengewone omstandigheden

Het ministerie van EZ is bezig met het actualiseren van het *Beleidsdraaiboek Crisisbeheersing Nationale Voedselvoorziening*. Daarvoor is inzicht nodig in de vraag of en hoe Nederland zijn eigen bevolking kan voeden in crisistijd. Eind jaren zeventig worstelde de toenmalige coördinator Civiele Verdediging van het ministerie van Landbouw en Visserij ook met het probleem van de voedselvoorziening in crisistijden. Op zijn verzoek heeft het LEI toen onderzoek gedaan naar de voedselvoorziening in Nederland onder autarkische omstandigheden (Bakker, 1985). Destijds werd geconcludeerd dat de Nederlandse landbouw in staat was om haar 14,7 mln. inwoners in een autarkische situatie te voeden. Sindsdien is de Nederlandse bevolking gegroeid en het landbouwareaal gekrompen, maar is de berekening nooit opnieuw uitgevoerd. Daarom wordt in deze studie een verkenning gemaakt of de Nederlandse landbouw anno 2013 in staat is om in geval van buitengewone voedselcrisisomstandigheden - zoals een autarkie - een bevolking van 17 mln. mensen te voeden.

### *Buitengewone voedselcrisisomstandigheden en autarkie*

Er is sprake van buitengewone voedselcrisisomstandigheden als calamiteiten zoals langdurige droogte, omvangrijke overstromingen, zware vulkaanuitbarstingen of grootschalige epidemieën in de veestapel leiden tot voedselschaarste (Van der Weijden et al., 2011). Zo'n situatie kan er toe leiden dat één of meerdere landen besluiten om geen voedsel meer te exporteren. Zo stopte Rusland in de zomer van 2010 de graanexport, toen extreme droogte daar in misoogsten resulteerde. Daarnaast kunnen ook politieke conflicten uitmonden in handelsbeperkingen. De keerzijde van het stopzetten van de export is dat andere landen minder of geen voedsel meer kunnen importeren. In het meest extreme geval kan een land in een autarkische situatie terechtkomen, waarbij het niet kan importeren en exporteren. In het huidige tijdperk van globalisering en internationale handelsafspraken is het echter nauwelijks denkbaar dat Nederland in een autarkische situatie terechtkomt, tenzij er een ernstige en langdurige (mondiale) crisis uitbreekt waarbij de bovennationale samenwerking, zoals die binnen EU-, NAVO- en VN-verband, en bilaterale afspraken met derde landen niet meer functioneren ten aanzien van de voedselvoorziening.



Wat de gevolgen van een autarkie zijn voor de voedselvoorziening, verschilt van land tot land, afhankelijk van de verhouding van de productiecapaciteit van de landbouwsector en de voedselconsumptie van de bevolking. Deze verhouding kan worden gemeten met zelfvoorzieningsgraden per product: (binnenlandse productie/binnenlands verbruik) \* 100%. In landen die voor veel producten niet zelfvoorzienend zijn, zal een autarkie met voedselschaarste gepaard gaan. Omdat de zelfvoorzieningsgraden niet aangeven of een bepaald product, zoals bijvoorbeeld varkensvlees, geheel wordt geproduceerd op basis van binnenlands graan of afhankelijk is van geïmporteerd veevoer, kan niet zonder meer worden geconcludeerd dat de voedselvoorziening in landen met hoge zelfvoorzieningsgraden niet in gevaar komt in een autarkiesituatie. Zo kent Nederland voor de meeste landbouwproducten hoge zelfvoorzieningsgraden met uitzondering van granen en fruit (tabel 1.1). In de intensieve veehouderij kunnen die alleen worden gerealiseerd dankzij de import van veevoer. Als die import in een autarkiesituatie wegvalt, zullen de zelfvoorzieningsgraden voor intensieve veehouderijproducten kelderen. In combinatie met de lage zelfvoorzieningsgraden voor granen is het dan niet op voorhand duidelijk of de voedselvoorziening in Nederland in een autarkiesituatie voldoende is om tegemoet te komen aan de behoefte van de Nederlandse bevolking.

## 1.2 Aanpak voedselcrisisituaties in verschillende landen

In een voorstudie van dit project is een overzicht gemaakt van hoe Nederland en enkele andere landen (Duitsland, Zwitserland, Noorwegen en Cuba) zich voorbereiden op een mogelijke voedselcrisis en welke acties ze daarbij denken te nemen. Hieruit blijkt dat de Nederlandse aanpak op een aantal punten afwijkt van die in andere landen. In deze paragraaf bespreken we hoe Nederland en de andere landen een voedselcrisisituatie aanpakken of aan willen pakken, om zo inzicht te krijgen in verschillende alternatieven om met een voedselcrisis om te gaan.

### *Nederland: ingrijpen in het aanbod van landbouwproducten*

In de twintigste eeuw heeft zich in Nederland een aantal malen een situatie voorgedaan waarin de voedselvoorziening in gevaar kwam: tijdens de Eerste Wereldoorlog toen importen grotendeels werden stopgezet, in de jaren dertig toen de export door toenemend protectionisme uiterst stroef verliep, en tijdens de Tweede Wereldoorlog. Alle keren reageerde de Nederlandse overheid door

<b>Tabel 1.1</b>		<b>Zelfvoorzieningsgraden a) voor enkele landbouwproducten in Nederland (%)</b>	
<b>Product</b>	<b>Jaren b)</b>	<b>%</b>	
Granen	2006/7-2008/9	17	
Suiker (wit)	2006/7-2008/9	167	
Aardappelen	2006/7-2008/9	181	
Totaal fruit	2005-2007	28	
w.v. appels	2005-2007	71	
Totaal groenten	2005-2007	241	
w.v. tomaten	2005-2007	290	
Magere melkpoeder	2001-2003	41	
Boter	2000	153	
Kaas	2001-2003	222	
Condens	2001-2003	235	
Rundvlees	2008-2010	59	
Schape- en geitenvlees	2008-2010	79	
Pluimveevlees	2008-2010	191	
Varkensvlees	2008-2010	259	
Eieren	2008-2010	314	
Kalfsvlees	2008-2010	734	

a) Gedefinieerd als (binnenlandse productie/binnenlands verbruik) \* 100%; b) Driejaarlijks gemiddelde, tenzij anders aangegeven; voor zuivel zijn geen recente jaren beschikbaar, maar de zelfvoorzieningsgraden zullen in meer recente jaren in dezelfde orde van grootte liggen.

Bron: Akkerbouwproducten en zuivel uit CBS Land- en tuinbouwcijfers (diverse jaren), vlees en eieren van het Productschap Vee en Vlees, groenten en fruit van FAOSTAT; bewerking LEI.

streng ingrijpen in de structuur en productiecapaciteit van de landbouwsector. Daarbij golden onder andere voorschriften voor welke producten boeren wel of niet mochten telen, maxima voor de omvang van de veestapel, menggeboden, garantieprijzen voor landbouwproducten en een scheurverplichting voor grasland (Bieleman, 2008). Ook de autarkiestudie van Bakker (1985) gaat van een dergelijk regulerend ingrijpen van de overheid in het aanbod van landbouwproducten uit. In de Tweede Wereldoorlog ging de Nederlandse overheid bovendien vanaf juni 1940 over op een voedseldistributiesysteem, dat geleidelijk aan tot steeds meer producten werd uitgebreid (Trienekens, 1985).

Volgens het huidige Draaiboek Crisisbeheersing Voedselvoorziening (LNV, 2008) moet tijdens een voedselschaarstecrisis worden gezorgd voor een doelmatige productie, distributie en rantsoenering van voedingsmiddelen. Via noodwetgeving kan één en ander worden geregeld. Daarnaast wordt veel belang

gehecht aan het voeren van een adequate communicatiestrategie om daarmee het vertrouwen van de burgers te behouden en te (her)winnen. Dat kan de sociale cohesie in de maatschappij ondersteunen. Verder worden de Nederlandse burgers aangemoedigd om zelf een basisnoodpakket met onder andere een radio op batterijen, een zaklamp, een eerstehulpkit, waxinelichtjes, warmhouddekens, een gereedschapset en een waarschuwingsfluitje achter de hand te houden, eventueel aangevuld met zaken als enige flessen water en wat houdbaar eten (Nederlandveilig, 2013).

#### *Duitsland houdt strategische voorraad aan voor voedseldistributie*

Duitsland werkte in de Tweede Wereldoorlog en de eerste jaren daarna met een voedseldistributiesysteem om de beperkte hoeveelheid voedingsmiddelen te verdelen onder de bevolking (Brandt et al., 1953; Holz et al., 1999). Om de voedseldistributie in crisissituaties weer snel in werking te laten treden, houden de Duitse deelregeringen reservevoorraden aan, bestaat er een plan voor de distributie van die voorraden en zijn de bonnenboekjes al gedrukt. De reservevoorraden bestaan uit gebruiksklare producten als rijst, peulvruchten, melkpoeder en gecondenseerde melk, en nog te bewerken producten als tarwe en haver. Deze producten kunnen gedurende langere tijd zonder veel kwaliteitsverlies worden opgeslagen. Omdat dit niet voor gecondenseerde melk geldt, wordt de strategische voorraad daarvan semipermanent opgeslagen bij de producenten. Om de omvang van de voorraden aan de actuele voedselsituatie aan te passen, is de voedselindustrie verplicht om jaarlijks de informatie aan te leveren die nodig is voor het opstellen van voedselvoorzieningsbalansen op federaal, nationaal en regionaal niveau. Bij het bepalen van de omvang van de strategische voorraden wordt ook rekening gehouden met de voorraden die landbouwbedrijven aanhouden, de voorraden in de verwerkende en distributie-industrie, de EU-interventievoorraden, de strategische tarwevoorraden van de staat en de voorraden van privéhuishoudens. Op dit moment is er een discussie gaande om het bedrijfsleven, en dan met name de grote supermarktketens die beschikken over een goede logistieke infrastructuur met centrale opslag en distributiecentra, meer te betrekken bij de opslag en distributie van voedsel in noodsituaties. Verder worden er voorstellen besproken over de voorraden die huishoudens zelf zouden moeten/kunnen aanhouden om de eerste dagen na het uitbreken van de crisis te overbruggen.

#### *Zwitserland heeft basisvoedselvoorraad voor vier maanden*

Zwitserland heeft een Nationaal Economisch Voorzieningsprogramma voor de organisatie van de voorziening van voedsel en basisbehoeften als medicijnen en

energie voor transport en verwarming in perioden van voedselschaarste (BWL, 2011). De uitvoering daarvan is in handen van de overheid en het bedrijfsleven. Het programma regelt de voorziening van een aantal basisproducten, zoals graan, suiker, oliën en vetten voor menselijke consumptie, rijst, koffie, medicijnen, gas en brandstof voor een periode van zes maanden. Daarvoor kan gedurende vier maanden een beroep worden gedaan op de noodvoorraden, in maand vijf en zes moeten die worden aangevuld met ingevoerde producten. Voor verse producten als zuivel, groenten en vlees, wordt gedurende de gehele periode van zes maanden teruggevallen op invoer. Als de schaarste langer dan zes maanden duurt, worden aanvullende maatregelen genomen, zoals vraagsturing via quota en rantsoenering. De maatregelen treden in werking op het moment dat gedurende langere tijd een voedseltekort wordt verwacht. Het Nationaal Economisch Voorzieningsprogramma voorziet ook in een distributiesysteem. Omdat dit systeem mogelijk in de eerste week van de crisis nog hiaten kan vertonen, wordt de bevolking geadviseerd om zelf een noodvoorraad voedsel voor minimaal één week aan te leggen.

#### *Noorwegen zet in op strategische voorraden en het behoud van landbouwareaal en boeren*

Noorwegen kampte in de Tweede Wereldoorlog met een ernstig voedseltekort. Daardoor vormt voedselvoorziening een belangrijk onderdeel van de Noorse landbouwpolitiek (Klepp en Forster, 1985). Omdat de Noorse landbouw niet voldoende produceert om de bevolking tijdens een autarkische situatie te voeden, voert Noorwegen het volgende beleid (Brunstad et al., 2005):

- het aanhouden van een strategische voorraad voedsel, zoals granen, en productiemiddelen zoals voergranen en zaaizaad;
- het behouden en onderhouden van een gedecentraliseerde voedselproductiestructuur;
- het voorkomen van het beëindigen van het gebruik van de landbouwgrond in marginale gebieden;
- het handhaven van een voldoende aantal goed opgeleide en ervaren boeren.

Om deze laatste doelen te realiseren, voorziet het Noorse landbouwbeleid in financiële ondersteuning van de landbouwsector, met name in de marginale landbouwgebieden.

#### *Cuba ging voedselcrisis op vijf manieren te lijf*

Door het wegvallen van de handelsrelaties met het Sovjetblok in 1990 kwam Cuba in een diepe financiële en economische crisis terecht. Decennialang was

bijna alle suiker en een groot deel van de andere land- en tuinbouwproducten geëxporteerd naar de landen in het Sovjetblok in ruil voor directe financiële steun en productiemiddelen, zoals olie, machines, veevoer, kunstmest en pesticiden (USDA, 2008). Door het gebrek aan productiemiddelen werd er in de landbouw overgegaan op een meer natuurlijke productiewijze, waarbij geen of weinig kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen werden gebruikt, en tractoren en machines meer en meer werden vervangen door trekdieren (Warwick, 1999). Dit leidde tot een halvering van de landbouwproductie tussen 1990 en 1995.

De Cubaanse overheid probeerde de voedselcrisis op een vijftal manieren het hoofd te bieden: de instelling van een voedseldistributiesysteem, aanpassingen in de landbouwstructuur, steun aan stadslandbouw en boerenmarkten, het aantrekken van buitenlandse investeerders en het zoeken naar nieuwe handelspartners. Met het voedseldistributiesysteem werd de kleinere hoeveelheid voedsel - het aantal beschikbare calorieën per persoon per dag daalde van 3.300 in 1989 naar 2.100 in 1993 - over de bevolking verdeeld. Zo kon een hongersnood worden voorkomen. Binnen het landbouwbeleid bepaalde de overheid voor een belangrijk deel wat er moest worden geproduceerd en tegen vaste prijzen moest worden geleverd aan het voedseldistributiesysteem van de overheid. Om tot meer marktwerking in de landbouwsector te komen, werden grote staatsbedrijven omgezet in productiecoöperaties en kregen de boeren de beschikking over eigen grond. Vanaf 1995 mochten boeren de producten die ze boven op de verplichte leveranties aan de voedseldistributie produceerden, verkopen tegen hogere prijzen op de boerenmarkt. Stadslandbouw ontstond begin jaren negentig toen de stadsbewoners zelf groenten, aardappelen en fruit gingen verbouwen om het karige voedselrantsoen aan te vullen. Deze stadslandbouw werd door de overheid gestimuleerd. De overheid probeerde ook buitenlandse investeerders aan te trekken in de landbouwsector. Deze bleken echter niet in voedselproductie voor Cubanen geïnteresseerd, wel in de export-georiënteerde sectoren als tabak en citrusvruchten. Ten slotte deed de Cubaanse overheid pogingen om nieuwe handelsrelaties te ontwikkelen. Dat lukte goed: vooral de VS, Brazilië, de EU, Canada en Vietnam zijn nu belangrijke leveranciers van landbouwproducten. Daardoor kwam het aantal calorieën per persoon per dag in 2005 weer op het niveau van eind jaren tachtig. Wel is het dieet van de Cubanen veranderd: het aandeel van dierlijke producten, dat in 1989 ongeveer 25% bedroeg, is gehalveerd.

*Landen verschillen in de wijze waarop ze met voedselcrises om gaan*

Nederland heeft de voedselcrisissituaties in de eerste helft van de twintigste eeuw vooral aangepakt door in te grijpen in het aanbod van landbouwproducten. Uit de bespreking hierboven hoe andere landen een voedselcrisis aan willen pakken, komen ook andere strategieën naar voren, zoals het aanleggen van strategische voedselvoorraden door de overheid, noodvoorraden bij burgers, het stimuleren van stadslandbouw en het zorgen voor de instandhouding van voldoende landbouwareaal en ervaren boeren.

### **1.3 Onderzoeksvragen van deze studie**

Deze studie richt zich op de volgende drie onderzoeksvragen:

- (1) Kan de Nederlandse landbouw 17 mln. Nederlanders voeden in geval van buitengewone voedselcrisissituaties zoals een autarkie?
- (2) Op welke wijze moet de Nederlandse landbouw dan worden ingericht?
- (3) Welke veranderingen doen zich voor tijdens de overgang van de huidige situatie naar een autarkiesituatie en welke interventies kan de overheid daarbij doen?

De onderzoeksvragen hebben betrekking op een mogelijke crisissituatie in de voedselvoorziening. Die situatie beschrijft niet een toekomstscenario van de Nederlandse landbouw, maar een mogelijke tegenspoed die niet met 100% zekerheid valt uit te sluiten. Omdat de aard van zo'n situatie niet bekend is, gaan we er in dit onderzoek van uit dat de voedselcrisis een vrij extreme vorm aanneemt, namelijk die van een autarkie. We hebben niet voor deze crisisvorm gekozen omdat we denken dat die het meest waarschijnlijk is, maar omdat een autarkische situatie een handige invalshoek is om de grenzen van de voedselvoorziening en landbouwproductie onder crisissituaties te verkennen. Als verantwoordelijke beleidsinstantie voor de voedselvoorziening in Nederland dient het ministerie van EZ een rampenplan achter de hand te hebben hoe met voedselcrisissituaties om te gaan. Deze studie is dan ook bedoeld om handvaten voor de invulling van zo'n rampenplan te geven.

#### *Aanpak*

De studie bouwt voort op de Nederlandse traditie om in voedselcrisissituaties in te grijpen in het aanbod van landbouwproducten. Voor het beantwoorden van onderzoeksvraag (1) bepalen we eerst wat de omvang en samenstelling van het aanbod van landbouwproducten in een crisissituatie moet zijn. Dat doen we door

te berekenen wat de voedselbehoefte van 17 mln. Nederlanders per jaar is. Vervolgens berekenen we met een rekenmodel of het Nederlandse landbouwareaal in deze voedselbehoefte kan voorzien. Onderzoeksvragen (2) en (3) beantwoorden we in kwalitatieve zin, waarbij we - waar zinvol - gebruik zullen maken van onderdelen van de aanpak van voedselcrises door andere landen.

### *Opbouw van dit rapport*

In hoofdstuk 2 behandelen we de uitgangspunten voor de voedselbehoefte van de Nederlandse bevolking en de productiecapaciteit van het landbouwareaal in Nederland in een autarkiesituatie. Aan de hand van die uitgangspunten formuleren we zes scenario's. Ook komt daar het rekenmodel aan de orde dat we gebruiken om na te gaan hoe het landbouwareaal kan worden aangewend om de bevolking in een autarkiesituatie op een bepaalde manier te voeden. In hoofdstuk 3 bespreken we de resultaten van de modelberekeningen. Voor elk scenario geven we daarbij aan hoe de voedselvoorziening van de bevolking eruitziet, hoe de landbouwproductie is opgebouwd en hoeveel landbouwareaal en dieren daarvoor nodig zijn. In hoofdstuk 4 besteden we aandacht aan het aanpassingsproces van productie en consumptie vanaf het moment dat alle buitenlandse handel wegvalt tot aan een situatie waarin een stationaire autarkische voedselvoorziening functioneert. We schetsen daarbij ook welke aanpassingen via de markt kunnen verlopen en waar overheidsinterventies gewenst zijn. In hoofdstuk 5 maken we een aantal afsluitende opmerkingen.

## 2 Uitgangspunten en rekenmodel

---

### 2.1 Inleiding

Om na te gaan of de Nederlandse landbouw in een autarkiesituatie 17 mln. mensen kan voeden moeten we weten hoeveel en welk voedsel die 17 mln. mensen eten per jaar. De totale voedselbehoefte aan brood, aardappelen, groenten, fruit, melk, vlees en eieren kunnen we vervolgens koppelen aan het beschikbare landbouwareaal in Nederland. Is dat voldoende groot om zoveel voedsel te produceren als nodig is om in de behoefte van 17 mln. mensen te voorzien? In dit hoofdstuk bespreken we onze uitgangspunten voor de voedselbehoefte en de productiecapaciteit van het beschikbare landbouwareaal in een autarkiesituatie in Nederland en het rekenmodel dat we gebruiken om te berekenen hoe het landbouwareaal kan worden aangewend om de bevolking op een bepaalde manier te voeden.

Mensen eten heel verschillend: de één eet veel aardappels, de ander veel vlees of rijst, en een derde veel koekjes. Omdat het niet mogelijk is om alle 17 mln. Nederlanders te vragen om een overzicht te maken van wat ze per jaar consumeren, gaan we uit van aannames voor het gemiddelde voedselpatroon voor de gemiddelde Nederlander, waarbij we rekening houden met een verantwoorde samenstelling. Om de grenzen van de voedselvoorziening tijdens een autarkiesituatie te verkennen, werken we met drie voedingspatronen: minimum, maximum en gezond. Die komen in paragraaf 2.2 aan de orde.

In een autarkiesituatie is het landbouwareaal dat we kunnen gebruiken om in onze voedselbehoefte te voorzien, beperkt tot het Nederlandse areaal. De grond moet graan, aardappelen, suikerbieten, groenten en fruit leveren en - als we ook melk en vlees willen consumeren - veevoer. De opbrengst per hectare (ha) van deze gewassen verschilt en is afhankelijk van bemesting en gebruikte technieken. Ook hier proberen we uitersten te verkennen en veronderstellen een laag en een hoog opbrengstniveau per ha. Onze aannames over het landbouwareaal en opbrengst per ha zetten we in paragraaf 2.3 uiteen.

De drie voedingspatronen worden beschreven in de vorm van een pakket van calorieën, eiwitten, vetten en koolhydraten. Deze kunnen met verschillende combinaties van voedingsmiddelen als brood, aardappelen, melk en vlees worden ingevuld. Om de tarwe te produceren voor het brood en het veevoer voor het vee is landbouwareaal nodig. Naargelang er een lage dan wel hoge opbrengst per ha wordt verondersteld, valt de productie lager of hoger uit.



De combinatie van drie voedingspatronen en twee opbrengstniveaus levert zes scenario's op. Om te berekenen hoe het landbouwareaal het meest efficiënt kan worden aangewend om de voedingsmiddelen voor elk van de zes scenario's voort te brengen, gebruiken we een optimaliseringsmodel. Dit model lichten we toe in paragraaf 2.4.

Ten slotte is er nog een aantal overige randvoorwaarden waar we rekening mee moeten houden, zoals de duur van de autarkiesituatie en het tijdstip waarop die situatie begint. Deze beschrijven we in paragraaf 2.5.

## 2.2 Voedselbehoefte: drie voedingspatronen






### *De Schijf van Vijf*

Voedsel geeft het lichaam energie om te kunnen functioneren en te bewegen. Daarnaast is voedsel ook nodig om onmisbare voedingsstoffen binnen te krijgen, zoals aminozuren, essentiële vetzuren en mineralen zoals ijzer, calcium en vitamines. Die worden onder andere gebruikt als bouwstof in de cellen, voor de aanmaak van (spier)weefsel, voor versterking van de botten en voor het optimaal laten verlopen van de stofwisseling.

Het Voedingscentrum hanteert de 'Schijf van Vijf' als hulpmiddel om consumenten voor te lichten welke voedingsmiddelen nodig zijn voor een gezonde voeding (tabel 2.1). Ook doet het aanbevelingen over de hoeveelheid voedingsmiddelen die mannen en vrouwen uit verschillende leeftijdscategorieën per dag uit deze Schijf zouden moeten eten (tabel 2.2). Voor voedingsmiddelen als groenten en fruit zijn de aanbevolen hoeveelheden gebaseerd op de Richtlijnen Goede Voeding van de Gezondheidsraad (2001). Die zijn voor alle volwassenen gelijk. De aanbevelingen voor andere voedingsmiddelen zoals brood, aardappelen, melk en vlees zijn afgeleid van de Nederlandse Voedingsnormen van de Gezondheidsraad (2001). Die variëren per leeftijdscategorie, geslacht en bijzondere omstandigheden (zwangerschap en lactatie). De aanbevolen hoeveelheden voedingsmiddelen corresponderen met bepaalde hoeveelheden voedingsstoffen, die minimaal nodig zijn om het lichaam gezond te houden (tabel 2.3). Bedacht moet worden dat het hier om gemiddelde behoeften gaat en dat de individuele behoeften hiervan kunnen afwijken.

Wanneer de aanbevolen hoeveelheden basisvoedingsmiddelen van het Voedingscentrum uit de Schijf van Vijf in calorieën worden uitgedrukt, tellen ze samen niet op tot de circa 2.000 tot 2.500 calorieën die de gemiddelde Nederlander nodig heeft om normaal te kunnen functioneren. Het verschil kan worden

**Tabel 2.1 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen van de Schijf van Vijf**

Schijf	Voedingsmiddelen	Voedingsstoffen
1 	Groenten en fruit	Vitamine C, vitamine A, foliumzuur, vezels en mineralen (onder andere kalium)
2 	Brood, granen, aardappelen, rijst, pasta, couscous en peulvruchten	Koolhydraten, eiwitten, vezels, B-vitamines, mineralen (onder andere jodium)
3 	Zuivel, vlees(waren), vis, ei en vleesvervangers	Eiwitten, visvetzuren, mineralen (onder andere ijzer en calcium) en B-vitamines
4 	Smeer- en bereidingsvetten	Essentiële vetzuren, vitamines A, D en E
5 	Dranken	Water (vocht)

Bron: Voedingscentrum (2011).

<b>Tabel 2.2</b>		<b>Aanbevolen hoeveelheid voedingsmiddelen per dag voor verschillende leeftijds- en geslachtscategorieën door het Voedingscentrum</b>			
	<b>Kind, 6 jaar</b>	<b>Man, 18 jaar</b>	<b>Vrouw, 30 jaar</b>	<b>Man, 50 jaar</b>	<b>Vrouw, 70 jaar</b>
Fruit (gram)	150	200	idem	idem	idem
Groente (gram)	100-150	200	idem	idem	idem
Aardappelen, rijst, pasta, peulvruchten (gram)	100-150	250	idem	idem	idem
Brood (gram) a)	105-140	245	210	245	175
Kaas (gram) a)	10	20	30	30	30
Melk(producten) (ml)	400	600	450	450	550
Vlees(waren), vis, kip, eieren, vleesvervangers (gram)	60-80	100-125	idem	idem	idem
Bak-, braad- en frituur-producten, olie (gram) a)	15	15	idem	idem	idem
Halvarine (gram)	15-20	35	30	35	25
Dranken (inclusief melk) (ml)	1.000	1.000-1.500	1.500-2.000	1.500-2.000	1.500-2.000

a) Eén snee brood weegt 35 gram; één plak kaas 20 gram; één eetlepel olie 15 gram.  
Bron: Voedingscentrum (2011).

<b>Tabel 2.3</b>		<b>Aanbevolen hoeveelheid energie en voedingsstoffen per persoon per dag door de Gezondheidsraad</b>	
Energie	Kcal vrouwen	2.000-2.900	
	Kcal mannen	2.400-3.400	
Eiwit	Als % van de energie-inname	10	
Vet	Als % van de energie-inname	20-35/40	
Koolhydraten	Als % van de energie-inname	40	

Bron: Gezondheidsraad, (2001).

aangeduid als de vrije ruimte, die kan worden besteed aan 'sociale consumptie' als koekjes, snoep en alcohol.

### *Drie voedingspatronen om grenzen voedselvoorziening af te tasten*

Om te bepalen hoeveel voedsel 17 mln. Nederlanders in een autarkiesituatie per jaar consumeren, is het nodig om aannames over het voedselpakket te maken. Dat voedselpakket kan op veel verschillende manieren worden samengesteld: het kan bijvoorbeeld de aanbevelingen van het Voedingscentrum volgen, maar het kan ook uitsluitend uit brood of aardappelen bestaan, waarbij ontbrekende voedingsstoffen worden aangevuld met voedingssupplementen. Om de breedte van de variatie in voedselpakketten te verkennen, hebben we ervoor gekozen om in deze studie met drie alternatieve voedselpakketten te werken: één met een karig menu, één op basis van het huidige menu en één met een gezond menu. Die drie voedselpakketten duiden we in deze studie aan als het 'voedingspatroon-minimum', het 'voedingspatroon-maximum' en het 'voedingspatroon-gezond'. Het voedingspatroon-minimum biedt net genoeg voedsel om te kunnen overleven en te kunnen werken, uitgaande van de voedingsnormen van de Gezondheidsraad. Het voedingspatroon-maximum komt overeen met het huidige consumptiepatroon in Nederland, met in het algemeen een relatief lage consumptie van plantaardige producten (groente, fruit) en een relatief ruime consumptie van dierlijke producten (vlees) in vergelijking met de dagelijkse aanbevolen hoeveelheden van het Voedingscentrum. We noemen dit voedingspatroon 'maximum' omdat de huidige consumptie in feite een bovengrens vormt voor de vraag naar voedingsmiddelen in een autarkiesituatie: in dat geval kunnen Nederlanders net zoveel eten als in een vrijhandelssituatie. Het voedingspatroon-gezond is afgeleid van de richtlijnen voor voedselkeuze volgens de Schijf van Vijf van het Voedingscentrum en van de adviezen ter preventie van welvaartsziekten uit de Richtlijnen Goede Voeding van de Gezondheidsraad (2001). In dat patroon wordt ervan uitgegaan dat iedereen per dag een halfuur actief beweegt. De drie voedingspatronen beogen dat consumenten door middel van voedingsmiddelen voldoende voedingstoffen binnen krijgen; mocht het landbouwareaal echter ontoereikend blijken om die voedingsmiddelen voort te brengen, dan kan worden uitgeweken naar voedingssupplementen.

### *Voedingspatronen uitgedrukt in energiebehoefte en voedingsstoffen*

De drie voedingspatronen bestaan uit voorschriften voor de energiebehoefte en bepaalde hoeveelheden voedingsstoffen voor een gemiddelde Nederlander (tabel 2.4). Ze zijn vastgesteld in overleg met het Voedingscentrum. Voor het voedingspatroon-minimum is uitgegaan van een energiebehoefte per persoon per dag die voldoende is om enigszins actief te zijn en arbeid voor de samenleving te kunnen leveren. Die energiebehoefte komt overeen met 1,4 physical activity level (PAL), die de Gezondheidsraad (2001) onder 'gezond' vermeldt. De ener-

giebehoefte en de begrenzingen voor de voedingsstoffen in het voedingspatroon-maximum zijn gebaseerd op de Voedselconsumptiepeiling 2007-2010 (RIVM, 2011). Het gaat hier om mediane waarden: de helft van de bevolking zit onder dit niveau en de andere helft zit erboven. Bij het voedingspatroon-gezond wordt gewerkt met een energiebehoefte van 1,7 PAL, die volgens de Gezondheidsraad (2001) gemiddeld voldoende is voor de helft van de Nederlandse bevolking, maar die wel onder de norm voor gezond bewegen (PAL van 1,9) ligt. De normen voor de voedingsstoffen in dit patroon zijn afgeleid van de aanbevolen hoeveelheden volgens de Schijf van Vijf van het Voedingscentrum. In alle drie voedingspatronen wordt uitgegaan van een verhouding tussen plantaardig en dierlijk vet van minimaal 1:4. Op die manier kan volgens het Voedingscentrum in de behoefte aan essentiële vetzuren worden voorzien.

De energie-inname bij het voedingspatroon-maximum blijkt lager te zijn dan de geadviseerde energie-inname bij het voedingspatroon-gezond. Dit strookt niet met de intuïtieve verwachting, dat het voedingspatroon-gezond gepaard gaat met een lagere calorie-inname dan het voedingspatroon-maximum. Deze tegenstrijdigheid kan worden verklaard doordat de Voedselconsumptiepeiling 2007-2010 waarschijnlijk een onderrapportage geeft van de werkelijke

**Tabel 2.4** Grenswaarden voor de energiebehoefte en voedingsstoffen in de drie voedingspatronen per persoon per dag a)

		Voedingspatronen					
		minimum		maximum		gezond	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.
Eiwit	als % energie-inname	9	25	12	16	10	25
Vet	als % energie-inname	20	35	33	35	20	35
Koolhydraten	als % energie-inname	40	geen	41	geen	40	geen
Energie	kcal.	2.040	2.040	2.232	2.232	2.416	2.416
Eiwit	gram	44	126	82	138	59	149
Vet	gram	45	79	81	87	53	93
Koolhydraten	gram	204	geen	223	geen	242	geen
Calcium	microgram	991	2.461	991	2.461	991	2.461
Vitamine A	microgram	844	2.660	844	2.660	844	2.660
Vitamine B1	mg	1	geen	1	geen	1	geen

a) De energiebehoefte en voedingsstoffen worden hier gegeven voor een gemiddelde Nederlander, die berekend zijn als gewogen gemiddelden van de behoeften van de verschillende leeftijdscategorieën van de Nederlandse bevolking, waarbij ook rekening is gehouden met de verdeling tussen mannen en vrouwen.

Bron: Gezondheidsraad (2001) en RIVM (2011); bewerking Voedingscentrum en LEI.

consumptie. Die peiling is namelijk gebaseerd op data die respondenten zelf hebben gerapporteerd. Volgens het Voedingscentrum is van deze methode bekend dat mensen vaak minder zeggen te eten dan ze in werkelijkheid doen. Daarnaast gaat het voedingspatroon gezond uit van een halfuur actief bewegen per dag, waardoor de aanbevolen energiebehoefte hoger uitvalt.

#### *Model kiest welke voedingsmiddelen er in de voedingspatronen komen*

De drie voedingspatronen zijn uitgedrukt in de behoefte aan calorieën en macrovoedingsstoffen en niet in voedingsmiddelen als brood, melk en vlees. Op die manier blijft er - binnen de restricties van het model - een maximale vrijheid bestaan om te kiezen met welke producten het boodschappenmandje van elk voedingspatroon wordt gevuld. Zit er veel brood in, of juist veel aardappelen en vlees? En tref je ook nog een paar koekjes of een flesje bier aan? Het is aan het rekenmodel om de inhoud van het boodschappenmandje te bepalen.

### **2.3 Aanbod van landbouwproducten: landbouwareaal en productieniveau**

Het landbouwareaal in Nederland bedraagt bijna 2 mln. ha (tabel 2.5). Daarvan wordt ruim de helft gebruikt voor grasland en meer dan 40% voor akkerbouw en snijmais. Voor de tuinbouw wordt slechts zo'n 5% van het areaal benut, waarvan het overgrote deel wordt gebruikt voor opengrondsteelten. In principe ligt de verdeling van het areaal over de verschillende productietakken niet vast, maar kan het variëren als dat om gewastechnische of economische redenen is gewenst. Wel is het zo dat bepaalde grond zich beter leent voor de productie van het ene dan het andere gewas en dat de opbrengst kan variëren per grondsoort. Ook zullen percelen met fruitbomen, permanente gewassen of glasopstanden minder gemakkelijk voor een andere bestemming worden aangewend, omdat dit niet zonder kapitaalvernietiging kan gebeuren.

#### *Deel van het gebruik van de landbouwgrond blijft ongewijzigd*

In een autarkiesituatie is het niet ondenkbaar dat er verschuivingen in het huidige grondgebruik gaan optreden. Varkens worden nu bijvoorbeeld grotendeels met geïmporteerd veevoer (onder andere soja) gevoerd. Als we ook in een autarkie-situatie varkensvlees willen eten, zal op Nederlandse bodem voergraan moeten worden geproduceerd. Dan zal het akkerbouwareaal waarschijnlijk stijgen. In deze studie ligt de aanwending van het landbouwareaal in Nederland dan ook niet vast, maar kan het voor elk gewas worden gebruikt. Op deze algemene regel maken we een paar uitzonderingen. De graslanden in veenweidegebieden

zijn niet geschikt voor akkerbouw en blijven daarom in gebruik als grasland. Het is niet efficiënt om fruitbomen te kappen en elders aan te planten: enerzijds leidt dit tot kapitaalvernietiging en productieverlies en anderzijds duurt het geruime tijd voordat de nieuwe aanplant vrucht draagt. Daarom blijft het huidige fruitareaal gehandhaafd. Hetzelfde geldt in deze studie voor de grond met permanente gewassen zoals boomteelt en voor het areaal glasteelt.

De specifieke behandeling van het grasland in de veenweidegebieden en de arealen met fruitbomen, permanente gewassen en glasopstanden heeft twee gevolgen voor onze berekeningen of de Nederlandse landbouw in een autarkiesituatie in de voedselbehoefte van 17 mln. Nederlanders kan voorzien. Het eerste gevolg is dat het grasland in de veenweidegebieden alleen kan worden aangewend voor melkveeproductie of overige graasdieren. Op die manier zal er altijd enige hoeveelheid melk en vlees worden geproduceerd. Het tweede gevolg is dat we het areaal met fruitbomen, permanente gewassen en glasopstanden buiten het landbouwareaal laten, waar het model mee gaat rekenen. Het gaat hier overigens om een beperkt (circa 2,5%) deel van het totale Nederlandse landbouwareaal (tabel 2.5). De opbrengst van deze gronden (met uitzondering van die voor permanente gewassen) wordt echter wel meegenomen in de drie voedingspatronen.

#### *Veronderstellingen over productiemiddelen en landbouwwerktuigen*

Naast een afbakening van het landbouwareaal is het ook nodig om aannames over de productie per ha te maken in een autarkiesituatie. Die kan lager uitvallen dan het huidige niveau als bepaalde productiemiddelen zoals kunstmest of machines niet meer beschikbaar zijn. In deze studie gaan we uit van de volgende productiemiddelen: zaai- en pootgoed, veevoer, kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen, medicijnen, energie, tractors en overige landbouwmachines. Het merendeel van deze productiemiddelen wordt buiten de landbouwsector geproduceerd. Een gedetailleerde verkenning van de mate waarin de overige economische sectoren worden belemmerd door de autarkische omstandigheden blijft in deze studie buiten beschouwing. Omdat het waarschijnlijk is dat de industrie- en dienstensectoren in een autarkiesituatie niet hetzelfde pakket productiemiddelen aan de landbouwsector kunnen leveren als in een vrijhandelssituatie, houden we in onze veronderstellingen over de hoeveelheid beschikbare productiemiddelen in een autarkiesituatie rekening met het optreden van tekorten.

<b>Tabel 2.5</b>		<b>Landbouwareaal in Nederland naar grondgebruik, 2010 (1.000 ha)</b>			
			<b>Ha (* 1.000)</b>	<b>Als % totaal cultuurgrond</b>	
Totaal akkerbouw w.v.			542	29,0	
	Granen		219	11,7	
	Aardappelen		158	8,5	
	Suikerbieten		71	3,8	
	Braak		7	0,4	
	Overige akkerbouw		87	4,7	
Totaal tuinbouw w.v.			97	5,2	
	Glasteelten		10	0,6	
	w.v.	Groenten		5	0,3
		Fruit		0,1	0,0
		Sierteelt		5	0,3
	Opengrondsteelten		87	4,7	
	w.v.	Groenten		24	1,3
		Fruit		19	1,0
		Bloembollen		23	1,2
		Bloemkwekerijen		3	0,2
Permanente gewassen a)			17	0,9	
Totaal grasland w.v.			995	53,2	
	Blijvend grasland		813	43,4	
	w.v.	Veenweide	180	9,6	
	Tijdelijk grasland		182	9,7	
Totaal groen- voedergewassen w.v.			238	12,7	
	Snijmais		231	12,3	
	Overige voeder- gewassen		7	0,4	
Totaal cultuurgrond w.v.			1.872	100	
	Areaal dat buiten model blijft b)		47	2,5	
Totaal areaal in model			1.826	97,5	

a) Boomkwekerijen en vaste planten; b) Glasteelten, fruit en permanente gewassen.  
Bron: CBS Landbouwtelling; bewerking LEI.



### *Zaai- en pootgoed en veevoer*

Niet de gehele oogst is bestemd voor menselijke consumptie: een deel wordt als zaai- en pootgoed opzij gelegd en een deel wordt aangewend voor de productie van veevoer. In deze studie veronderstellen we dat in een autarkiesituatie een voldoende groot deel van de oogst wordt bestemd voor zaai- en pootgoed voor het volgende seizoen en dat er zoveel veevoer wordt geproduceerd als nodig is om de dan aanwezige veestapel te voeren.

### *Kunstmestgebruik*

Het kunstmestgebruik bestaat hoofdzakelijk uit stikstof (N), kali ( $K_2O$ ) en fosfaat ( $P_2O_5$ ). Aardgas is de belangrijkste grondstof voor stikstofkunstmest: stikstofelementen uit de buitenlucht worden gebonden met waterstofelementen van aardgas. Nederland is zelf een grote producent van stikstofkunstmest. Kali en fosfaat worden daarentegen geïmporteerd. Kunstmest kan worden vervangen door dierlijke mest en eventueel menselijke mest. Als er toch kunstmest nodig blijkt te zijn in een autarkiesituatie, levert het gebrek aan kali het grootste probleem op. Stikstof kan in Nederland zelf worden geproduceerd, tenzij er tijdens een autarkiesituatie restricties liggen op het gebruik van aardgas. Vooral op de zandgronden in Nederland is de bodem verzadigd met fosfaat, dat voor vele jaren voldoende is. Kali spoelt echter vrij snel uit en hier is buiten organische mest geen alternatief voorhanden in Nederland. We gaan in deze studie uit van twee uiterste situaties: (1) er blijft voldoende kunstmest beschikbaar en (2) er is geen kunstmest beschikbaar.

### *Gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen*

Gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen worden gebruikt om problemen met de plant- en diergezondheid te bestrijden. Het gaat hier om een veelheid van middelen, die deels in het binnenland en deels in het buitenland worden geproduceerd. Ook hier hanteren we twee veronderstellingen, die elkaars uitersten vormen: (1) er is voldoende aanbod van gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen, hetzij uit voorraden, hetzij uit productie; en (2) er zijn geen gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen.

### *Energie*

In tegenstelling tot productiemiddelen als veevoer, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, die alleen in de landbouwsector worden gebruikt, is energie nodig in alle economische sectoren. Het energieverbruik in de landbouw is overigens bescheiden: het bedraagt zo'n 3% van het totale energieverbruik in Nederland per jaar (tabel 2.6). Particuliere huishoudens gebruiken bijna vijf keer zoveel voor verwarming en transport. De energiemarkt valt uiteen in drie deel-

markten: die voor olie, gas en elektriciteit. Deze kennen alledrie een sterk internationaal/Europees karakter. Zo wordt er op de Noordwest-Europese markt op uurbasis gehandeld in elektriciteit en gas, en is Nederland een belangrijke doorvoerhaven om andere EU-lidstaten te voorzien van aardolie(producten). In geval van crises met een internationale impact vindt internationale coördinatie plaats door het International Energy Agency (IEA) en de EU. Vanwege het sterk internationale karakter van de energiemarkt is het bijna ondenkbaar om te denken in termen van een autarkie.

Mocht er een energiecrisis uitbreken, dan heeft Nederland een strategische olie(product)voorraad voor 90 dagen. Verder zullen er in de havens veel olietankers liggen, waarvan de lading kan worden gebruikt. Ook kan Nederland aanspraak doen op de eigen gasvelden en is er in principe voldoende elektriciteitsproductievermogen beschikbaar om Nederland te voorzien van elektriciteit. Of deze ook daadwerkelijk kan worden benut hangt af van de beschikbare hoeveelheid steenkool, omdat een aanzienlijk deel van de elektriciteitsproductie wordt gerealiseerd door het stoken op steenkool. Hiervan bestaan geen strategische voorraden. Volgens het Nederlandse energiecrisishandboek heeft de regering in extreme situaties de mogelijkheid om noodwetgeving te activeren, zoals een distributiewet. Die geeft de regering de bevoegdheid om te bepalen wie welke grondstoffen krijgt. Verder moet worden bedacht dat tijdens een autarkische situatie de vraag naar energie zal afnemen doordat energieschaarste de prijs van energie opdrijft. Daarnaast zal in een autarkiesituatie in veel sectoren de vraag naar energie afnemen doordat de productie omlaag gaat vanwege het wegvallen van de handel met het buitenland (EZ, 2012).

We veronderstellen dat de landbouwsector in een autarkiesituatie wel energie kan blijven gebruiken, maar niet in dezelfde hoeveelheid als in de huidige situatie. Daarbij nemen we aan dat er voor de glastuinbouw - de grootste verbruiker binnen de landbouwsector - geen energie beschikbaar wordt gesteld. De kassen blijven echter wel in gebruik: niet als verwarmde kassen, maar als koude kas. De consequentie daarvan is dat de productie per ha daalt. Verder gaan we ervan uit dat er voor de overige landbouwtakken wel voldoende energie beschikbaar blijft, zodat het gebruik van landbouwwerktuigen als tractoren en melkmachines, die door energie worden aangedreven, niet in gevaar komt. Deze veronderstelling van minder energie voor de landbouwsector valt te rijmen met de aanpak die het Nederlandse energiecrisishandboek voorstaat in tijden van energiecrises.

De veronderstelling dat er geen energie meer beschikbaar is voor de glastuinbouw leidt niet alleen tot een lagere tuinbouwproductie uit onverwarmde kassen, maar de elektriciteitsproductie door de glastuinbouw vervalt ook.

<b>Tabel 2.6</b>		<b>Energieverbruik a) in Nederland, 2009 (in Petajoules)</b>		
		<b>Energie- verbruik (Petajoules)</b>	<b>Als % totaal verbruik</b>	<b>Als % verbruik in landbouw, industrie en diensten</b>
Primaire agrarische sector b)		149	1,7	5,3
w.v.	Veehouderij	16	0,2	0,6
	Akkerbouw	4	0,0	0,1
	Opengronds- tuinbouw	4	0,0	0,1
	Glastuinbouw	118	1,3	4,2
	Visserij	7	0,1	0,3
Verwerkende industrie b)		25	0,3	0,9
Toeleverende industrie b)		70	0,8	2,5
Distributie a)		27	0,3	1,0
Agrocomplex b)		271	3,0	9,7
Landbouw, industrie en diensten, totaal		2.794	31,4	100
Export		5.415	60,8	
Gezinshuishoudens		696	7,8	
Totaal energieverbruik		8.905	100	

a) Aardgas, elektriciteit en overige energie (inclusief diesel); b) Op basis van binnenlandse grondstoffen.  
Bron: Van Leeuwen et al. (2012) en LEI, Agrarische input-outputtabel.

Naar schatting is op zo'n twee derde van het glasareaal een warmtekrachtkoppeling(wkk-)installatie aanwezig om de kassen te verwarmen (Berkhout en Van Bruchem, 2010). Deze installaties gebruiken aardgas en wekken als bijproduct van de groente- en sierteelt ruim 12 mld. kWh elektriciteit per jaar op. Dat komt overeen met zo'n 10% van de jaarlijkse Nederlandse elektriciteitsconsumptie (Berkhout en Roza, 2012). Dit positieve neveneffect van het aardgasverbruik door de glastuinbouw zou in een autarkiesituatie tot de beslissing kunnen leiden om de wkk-installaties (deels) in gebruik te houden, en dus toch tuinbouwproducten in verwarmde kassen te produceren. Op die manier zou met name de groentevoorziening in de winter kunnen worden ondersteund.

Tot slot kost ook de productie van stikstof energie. Per jaar gebruikt de kunstmestindustrie ruim 1% van het totale energieverbruik in Nederland (LEI Agrarische input-outputtabel). We gaan voor het kunstmestgebruik in een autarkiesituatie weer uit van twee uitersten: (1) er blijft voldoende energie beschikbaar voor de stikstofproductie en (2) er is geen energie beschikbaar voor de stikstofproductie.

### *Tractors en overige landbouwmachines*

Landbouwwerktuigen als tractors en maaimachines zijn duurzame productiemiddelen, die gedurende meerdere productieseizoenen kunnen worden gebruikt. Daarmee verschillen ze van vlottende productiemiddelen als veevoer en kunstmest, die slechts eenmalig kunnen worden gebruikt. In zekere zin kan er in de huidige situatie van een 'overcapaciteit' aan landbouwwerktuigen worden gesproken: veel boeren hebben dezelfde machines die gedurende een beperkt aantal dagen per jaar worden ingezet. We veronderstellen dat de aanwezige landbouwwerktuigen bij het uitbreken van de autarkiesituatie in gebruik blijven. In eerste instantie vergen ze alleen energie, en die is - zo nemen we aan - beschikbaar. Voor het onderhoud van de werktuigen en vervanging zijn alleen binnenlandse materialen voorhanden. Waar mogelijk zullen reparatieplaatsen en machinefabrieken nog enige tijd op hun voorraad kunnen teren en kunnen machines wat later dan normaal gesproken worden afgeschreven. Wel kunnen er na verloop van drie à vier jaar 'gaten' in het landbouwmachinepark gaan vallen. Die moeten creatief worden opgevuld met de nog aanwezige machines, en in latere instantie zo nodig met menskracht en trekdieren. De opbrengst per ha zal dan waarschijnlijk dalen. Ten aanzien van de beschikbaarheid van landbouwwerktuigen hanteren we ook twee uiterste uitgangspunten: (1) er blijven voldoende landbouwwerktuigen beschikbaar en (2) er zijn onvoldoende landbouwwerktuigen.

### *Twee varianten voor de opbrengsten per ha en per dier: laag en hoog*

De aannames die we voor de productiemiddelen en landbouwwerktuigen hebben gemaakt schetsen twee mogelijke situaties: er is wel of geen sprake van een tekort. Als er geen tekort zou zijn, kan de huidige opbrengst per ha worden gehaald. Mocht er wel een tekort optreden, dan zal de opbrengst per ha navenant dalen. In deze studie werken we twee varianten voor de opbrengst per ha uit: één variant met een laag niveau en één variant met een hoog niveau. Het hoge niveau stellen we gelijk aan het huidige productieniveau, waarbij voldoende productiemiddelen en landbouwwerktuigen aanwezig zijn om dat niveau te halen (tabel 2.7). Het lage opbrengstniveau, dat ontstaat door een tekort aan productiemiddelen, en dan met name het ontbreken van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, veronderstellen we gelijk aan dat in de biologische landbouw. Ook daar worden geen kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. Uit een studie naar de verschillen tussen de opbrengsten per ha in de gangbare en biologische landbouw in Noordwest-Europa blijkt dat het niveau in de biologische landbouw zo'n 30% lager ligt dan in de gangbare landbouw (Ponti et al., 2012).

<b>Tabel 2.7 Aannames voor de productiemiddelen en landbouwwerktuigen bij verschillende opbrengsten per ha</b>		
	<b>Lage opbrengst per ha (≈ niveau biologische landbouw)</b>	<b>Hoge opbrengst per ha (≈ huidig niveau)</b>
Zaai- en pootgoed	Zoveel beschikbaar als nodig is voor volgend seizoen	Idem
Veevoer	Zoveel beschikbaar als nodig is om het aanwezige vee te voeren	Idem
Kunstmest	Geen, alleen organische mest	Naast kunstmest ook organische mest
Gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen	Geen	In voldoende mate aanwezig om in behoefte te voorzien
Energie	Huidige consumptie in de primaire landbouwsector, verminderd met de consumptie door de glastuinbouw	Idem
Tractors en overige landbouwmachines	Er zijn onvoldoende landbouwwerktuigen	In voldoende mate aanwezig om in behoefte te voorzien

Op basis daarvan hebben we de opbrengst per ha in de variant met een lage opbrengst op 70% van die met een hoge opbrengst gezet.

Behalve aannames voor de opbrengst per ha zijn er ook aannames voor de opbrengst per dier nodig om het rekenmodel te laten draaien. Bij de opbrengst per dier gaat het bijvoorbeeld om de melkgift per koe of de vleesopbrengst per mestvarken. In navolging van de opbrengst per ha, werken we ook bij de productie per dier met een laag en een hoog opbrengstniveau, waarbij het hoge opbrengstniveau gelijk aan het huidige niveau wordt gesteld en het lage opbrengstniveau aan het niveau in de biologische landbouwproductie (zie bijlage 1).

## **2.4 Het rekenmodel**

In de vorige paragrafen hebben we drie voedingspatronen en twee opbrengstniveaus per ha en per dier gedefinieerd. Als we deze met elkaar verbinden, ontstaan er zes mogelijke scenario's voor de Nederlandse landbouw in een

<b>Tabel 2.8 De zes scenario's in deze studie</b>		
<b>Voedingspatroon</b>	<b>Opbrengstniveau per ha en per dier</b>	
	<b>Laag</b>	<b>Hoog</b>
Minimum	Minimum-laag	Minimum-hoog
Maximum	Maximum-laag	Maximum-hoog
Gezond	Gezond-laag	Gezond-hoog

autarkiesituatie (tabel 2.8). In deze paragraaf bespreken we het rekenmodel dat we gebruiken om te bepalen welke en hoeveel producten de Nederlandse landbouw moet voortbrengen om in de behoefte van voedingsstoffen in elk voedingspatroon te voorzien.

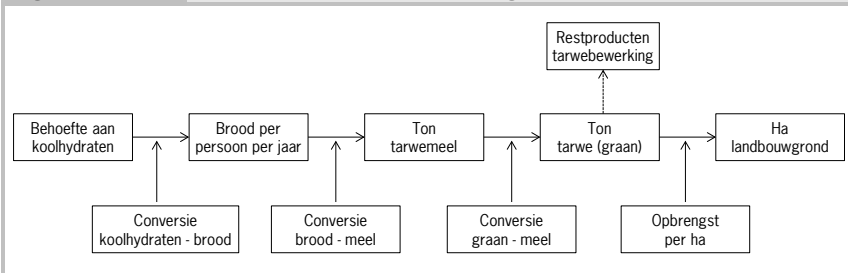
#### *Eigenschappen van het model*

Het doel van het rekenmodel is om uit te rekenen hoe de hoeveelheid voedsel die in elk scenario nodig is met de inzet van zo weinig mogelijk landbouwareaal kan worden geproduceerd. Het model beoogt daarmee het gebruik van het landbouwareaal te minimaliseren. Het model maakt geen onderscheid naar productie op individuele landbouwbedrijven, maar stelt alle agrarische bedrijven gezamenlijk voor als één nationale boerderij. Verder geeft het model niet aan op welke locatie een specifiek product wordt geproduceerd: het enige dat het model aangeeft is hoeveel ha in Nederland met een bepaald gewas moet worden verbouwd en dat er een x aantal dieren nodig zijn. Het model kan worden aangeduid als een optimaliseringsmodel. Als zodanig kiest het model altijd voor het product dat tegen de geringste inzet van landbouwareaal aan een bepaalde behoefte kan voldoen. Als het benodigd areaal voor de productie van 1 kg kippenvlees bijvoorbeeld 0,001 ha minder zou zijn dan de productie van 1 kg varkensvlees, terwijl beide vleessoorten exact dezelfde hoeveelheid voedingsstoffen opleveren, 'kiest' het model ervoor om alleen kippenvlees te produceren. In gevallen waarin een dergelijke keuze om welke reden dan ook onwenselijk zou zijn, kunnen er restricties in het model worden aangebracht, zoals 'er moet minimaal 1 ton varkensvlees worden geproduceerd' of 'de hoeveelheid geproduceerd kippenvlees en varkensvlees moeten aan elkaar gelijk zijn'. Prijzen spelen geen rol in het model.

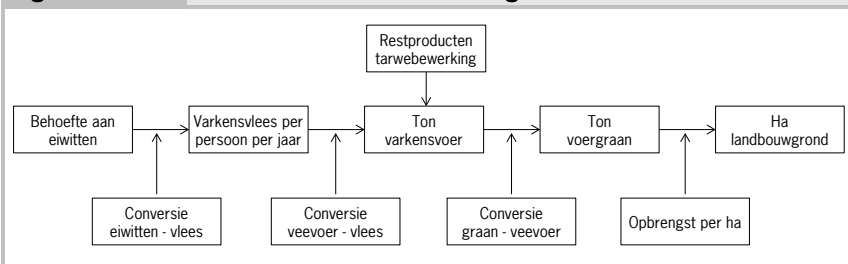
#### *Kern van de berekening: van voedingsstof naar landbouwareaal*

In elk voedingspatroon hebben we een bepaalde behoefte aan voedingsstoffen en energie voor de Nederlandse bevolking gedefinieerd. Deze moeten worden geleverd door een beperkte hoeveelheid landbouwareaal, waarvan de opbrengst

**Figuur 2.1** Voorbeeld van een stroomdiagram voor brood



**Figuur 2.2** Voorbeeld van een stroomdiagram voor varkensvlees



per ha hoger dan wel lager kan zijn. In het model hebben we de relatie tussen voedingsstoffen en landbouwareaal omgezet in rekenregels. Daarbij hebben we er rekening mee gehouden dat een bepaalde voedingsstof door verschillende producten kan worden geleverd. Eiwit zit bijvoorbeeld zowel in vlees, melk, peulvruchten als in graan. Een rekenregel ziet eruit als een stroomschema, waarin de voedingsstof eerst wordt vertaald in een voedingsmiddel, om dan vervolgens in basisingrediënten, landbouwproducten en uiteindelijk in landbouwareaal te worden doorvertaald. Voor die vertaalslag gebruiken we conversiefactoren. Als voorbeeld geven we hieronder de stroomschema's voor brood en varkensvlees (figuren 2.1 en 2.2). Soms ontstaan ook nog bijproducten, zoals het malen van graan tot meel dat restafval oplevert. Dat wordt in het model aan het vee gevoerd. De waarden van de conversiefactoren zijn gebaseerd op literatuur of door ons gemaakte veronderstellingen. Ze worden toegelicht in de gedetailleerde beschrijving van het rekenmodel in bijlage 1.

*Voort te brengen landbouwproducten in het model*

Om de landbouwproductie overzichtelijk te houden, werken we met een beperkt aantal producten in het model (tabel 2.9). De producten vertegenwoordigen ook soortgelijke producten met dezelfde samenstelling aan voedingsstoffen, en kun-

Tabel 2.9		Overzicht van landbouwproducten in het model		
No. Schijf van Vijf	Voedingsmiddelen	Landbouwproducten	Samen-gesteld uit	Opmerkingen
1	Groenten	Groenten	Kool, wortel, ui en prei	Naast de productie in het model wordt er in koude kassen sla, komkommer, andijvie en tomaten geteeld
	Fruit	-		Fruit wordt op het fruitareaal geproduceerd en blijft buiten het model
2	Brood	Graan	Tarwe, rogge, zomergerst en wintergerst	
	Aardappelen	Aardappelen		
3	Melk	Melk		Een deel van de melk kan worden gebruikt voor kaas- en boterproductie. Als vuistregels gelden hierbij: 1 kg melk levert 100 gram kaas; 20 kg melk levert 1 kg boter en 20 liter karnemelk of magere melk
	Vlees	Rundvlees Schapevlees Varkensvlees Kippenvlees		Een deel van het vlees kan worden versmolten tot bakvet
	Eieren	Eieren		
4	Plantaridige vetten	Koolzaad		
	Dierlijke vetten	Vlees, melk, eieren		
-	Suiker	Suikerbiet		

nen waar nodig daardoor worden vervangen. Bij het landbouwproduct 'groenten' zou in plaats van kool bijvoorbeeld ook rode biet kunnen worden verbouwd. Een deel van het landbouwareaal - dat voor fruitteelt, permanente gewassen en glastuinbouw wordt gebruikt - blijft volgens onze aannames buiten het model. De



omvang van de fruitproductie stellen we gelijk aan de huidige productie in de scenario's met een hoge opbrengst per ha en aan 70% van de huidige productie in de scenario's met een lage opbrengst per ha, net als de aanpak bij de overige gewassen. De hoeveelheid groente die in de onverwarmde kassen kan worden geproduceerd in de scenario's met een hoge opbrengst per ha hebben we op advies van LEI-experts gesteld op de helft van de huidige productie in verwarmde kassen; in de scenario's met een lage opbrengst per ha op 70% van die helft. Met de hoeveelheid fruit die in Nederland wordt geproduceerd kan elke Nederlander ruim één stuk fruit per dag eten (en wat minder in de scenario's met een lage opbrengst per ha), wat minder is dan het Voedingscentrum voorschrijft. Dit tekort aan fruit in grammen vervangen we door eenzelfde hoeveelheid groenten, zodat per saldo het geheel aan fruit en groenten de gewenste hoeveelheid voedingsstoffen oplevert. De hoeveelheid fruit en groenten uit onverwarmde kassen wordt als eerste in het boodschappenmandje van elk scenario gelegd; daarna gaat het model berekenen hoeveel andere producten er nog op het landbouwareaal moeten worden geproduceerd om aan de totale behoeften in elk scenario te voldoen.

#### *Restricties in het model*

In de voedingspatronen zitten al restricties ingebouwd ten aanzien van de samenstelling van energiebehoefte en de grenswaarden voor voedingsstoffen. Om extreme uitkomsten van het model te voorkomen, zoals bijvoorbeeld 'elke Nederlander eet 6 eieren en 2 kg kool per dag', hebben we in overleg met het Voedingscentrum en LEI-experts het model een aantal restricties opgelegd:

- a. Er wordt minimaal 10% en maximaal 20% van het aantal calorieën per persoon per dag uit suiker gehaald. De bovengrens voorkomt dat de voorziening van essentiële voedingsstoffen uit andere voedingsmiddelen onder druk komt te staan;
- b. Per persoon wordt maximaal 450 gram aardappelen geconsumeerd per dag. Dit komt overeen met het 95e percentiel van de Voedselconsumptiepeiling voor de groep mannen van 19-39 jaar;
- c. Per persoon wordt minimaal 120 gram direct eetbare peulvruchten geconsumeerd per dag. Dat is de mediane waarde voor volwassenen op consumptiedagen in de Voedselconsumptiepeiling. Eiwitten uit peulvruchten vormen een substituuut voor de eiwitten uit vlees. Deze restrictie wordt gebruikt om de eiwitten uit dierlijke producten aan te vullen;
- d. Elke Nederlander eet maximaal één ei per dag. Dat is ruim tweemaal zoveel als de aanbeveling van het Voedingscentrum om vanwege het hoge cholesterolgehalte maximaal drie eieren per week te eten;

- e. Het areaal gras is groter of gelijk aan het areaal gras in veenweidegebieden;
- f. De rotatie van aardappelen is 1:4;
- g. Dieren worden op de norm gevoerd;
- h. Er wordt geen dierlijk afval voor veevoer gebruikt;
- i. Per koe is er minimaal 0,5 ha gras beschikbaar;
- j. Er wordt minimaal 1 schaap/geit per koe gehouden. Schapen en geiten worden als 'restbegrazers' beschouwd en vergen geen extra inzet van areaal.

## 2.5 Overige uitgangspunten

Deze laatste paragraaf behandelt de uitgangspunten in deze studie ten aanzien van de duur van de autarkiesituatie, het moment in het jaar waarop die situatie ingaat, de arbeid in de landbouw tijdens de autarkiesituatie, en de verwerking en distributie van landbouwproducten.

### *Duur van de autarkie*

We gaan ervan uit dat de autarkiesituatie voor onbepaalde duur geldt. Onbepaalde duur wil zeggen dat we geen aannames maken over de exacte duur van de autarkiesituatie, maar dat de situatie meerdere jaren duurt. Dat maakt structurele aanpassingen in de voedselvoorziening en landbouw nodig. In de Eerste en Tweede Wereldoorlog bijvoorbeeld, waarin zich omstandigheden in de voedselvoorziening voordeden die doen denken aan een autarkiesituatie, lag de duur van die situatie in de orde van grootte van vijf jaar.

### *Begintijdstip van de autarkiesituatie*

Het wegvallen van de import en export kan op elk moment in het jaar beginnen. Voor de modelberekeningen maakt het aanvangsmoment niet uit, omdat het model uitgaat van een stationaire autarkie, waarbij de inrichting van de landbouwproductie al helemaal is afgesteld op de autarkische omstandigheden (zie verder paragraaf 4.1). Het begintijdstip van de autarkiesituatie is echter wel een belangrijk gegeven voor welke maatregelen nodig zijn voor de voedselvoorziening tot aan de eerstvolgende oogst. Het uitgangspunt in deze studie is dat de autarkiesituatie 'ergens' in het lopende productieseizoen begint. Naarmate het begintijdstip eerder of later in het lopende productieseizoen valt kunnen de aanpassingen variëren. Die variatie wordt in de bespreking in paragraaf 4.3 aangegeven.

### *Arbeid*

We gaan ervan uit dat er voldoende menskracht aanwezig is voor de benodigde arbeid voor de landbouwproductie in een autarkiesituatie, omdat we a priori veronderstellen dat de landbouwproductie in een autarkiesituatie de huidige landbouwproductie niet zal overtreffen. Voor zover het aantal huidige arbeidskrachten in de landbouw daarvoor wel tekort zou schieten, bijvoorbeeld als machines wegvallen, dan nemen we aan dat gebruik kan worden gemaakt van werklozen en potentiële arbeidskrachten als studenten en huisvrouwen.

### *Geen aandacht voor verwerking en distributie*

Voordat het primaire landbouwproduct als voedingsmiddel op het bord van de consument terechtkomt, zijn er al heel wat handelingen verricht. Het primaire product is van het landbouwbedrijf vervoerd naar een plek waar het wordt bewerkt, om vervolgens via de groothandel in de winkel terecht te komen. Daar heeft de consument het in zijn boodschappenkar geladen, mee naar huis genomen, en thuis verder bereid. Ter wille van de eenvoud nemen we de activiteiten in de tussenfase tussen landbouwbedrijf en consumentenbord niet mee in onze berekeningen. Het nadeel daarvan is dat op die manier de energiebehoefte voor verwerking en distributie van ons voedsel - die ongeveer een derde van het verbruik in de primaire landbouwsector bedraagt (tabel 2.6) - buiten beschouwing blijft. Als er in een autarkiesituatie minder of geen energie beschikbaar zou zijn voor verwerking en distributie zal de voedselvoorziening belemmerd kunnen worden. Omdat er in een autarkische situatie minder producten hoeven te worden verwerkt voor export, zal de energiebehoefte sowieso al lager liggen dan in een vrijhandelssituatie.

# 3 Resultaten van de modelberekeningen

---

## 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we de resultaten van onze modelberekeningen en beantwoorden we de vraag of het Nederlandse landbouwareaal in alle zes scenario's voldoende groot is om een bevolking van 17 mln. mensen in een autarkiesituatie te voeden. In paragraaf 3.2 gaan we in op het dagelijks menu in de verschillende scenario's. In paragraaf 3.3 geven we aan hoe de landbouwproductie is opgebouwd, hoe groot de veestapel is en hoe het landbouwareaal wordt verdeeld over de verschillende gewassen in alle scenario's. Omdat het autarkiemodel uitgaat van een sterk vereenvoudigde inrichting van de Nederlandse landbouw, wijkt de optimale samenstelling van de landbouwproductie en de voedselconsumptie die het model berekent, nogal af van die in de huidige situatie. Dat roept een aantal vragen op, die in paragraaf 3.4 worden behandeld.

## 3.2 Dagelijks menu in een autarkiesituatie

Volgens de modelberekeningen is de Nederlandse landbouw in een autarkiesituatie in staat om 17 mln. Nederlanders in alle zes scenario's een gevarieerd menu van zowel plantaardige als dierlijke producten aan te bieden van ruim 2.000 calorieën per dag of meer (tabel 3.1 en tabel 3.2). De door het model berekende voedingsmiddelenpakketen in het voedingspatroon-minimum en -gezond zitten qua samenstelling erg dicht tegen elkaar: in het voedingspatroon-gezond wordt gemiddeld alleen een snee brood, zo'n 50 gram suiker, een paar druppels koolzaadolie en ongeveer 40 gram kippenvlees meer per dag gegeten dan in het voedingspatroon-minimum. Het voedingsmiddelenpakket in het voedingspatroon-maximum wijkt vooral van de andere twee af doordat er veel meer vlees beschikbaar is per dag: bijna vijf keer zoveel als in de scenario's minimum-laag en minimum-hoog en bijna drie keer zoveel als in de scenario's gezond-laag en gezond-hoog.

### *Samenstelling voedingsmiddelenpakket in de zes scenario's*

In de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, maximum-laag en maximum-hoog kunnen Nederlanders zes sneden brood per dag eten, en in de scenario's gezond-laag en gezond-hoog nog een snee extra (tabel 3.1). Het model schotelt

Tabel 3.1		Voedingsmiddelen per persoon per dag in de zes scenario's					
		Scenario					
		minimum- laag	minimum- hoog	maximum- laag	maximum- hoog	gezond- laag	gezond- hoog
Brood	kg	0,193	0,193	0,193	0,193	0,231	0,225
Aardappel	kg	0,450	0,450	0,225	0,207	0,450	0,450
Suiker	kg	0,069	0,065	0,054	0,054	0,118	0,117
Koolzaadolie	kg	0,004	0,004	0,013	0,013	0,006	0,006
Peulvruchten	kg	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
Groenten (opengronds)	kg	0,282	0,265	0,221	0,219	0,256	0,254
Groenten (uit kas)	kg	0,080	0,113	0,080	0,113	0,080	0,113
Fruit	kg	0,070	0,100	0,070	0,100	0,070	0,100
Melk	lt	0,759	0,759	0,759	0,759	0,759	0,759
Rundvlees	kg	0,040	0,028	0,040	0,028	0,040	0,028
Schapenvlees	kg	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002
Kippenvlees	kg	0,002	0,004	0,176	0,187	0,035	0,046
Eieren a)	kg	0,039	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054

a) Nettoproduct, dus zonder schaal; een gemiddeld ei zonder schaal weegt 55 gram.  
Bron: LEI-autarkiemodel.

Nederlanders flink wat aardappels voor, waarbij in de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, gezond-laag en gezond-hoog bijna een halve kg per dag - de maximale hoeveelheid die het model mag toewijzen - moet worden weggeprikt. Een deel daarvan kan ook in een andere vorm - als chips of aardappelkroket - worden geconsumeerd. Aardappels worden in deze scenario's door het model als efficiënte leveranciers van koolhydraten gezien, want er is minder areaal voor nodig dan voor koolhydraten uit graan. Daarnaast is suiker ook een belangrijke bron van koolhydraten. In alle scenario's wordt minstens een half ons suiker per dag gegeten; in de scenario's gezond-laag en gezond-hoog zelfs meer dan een ons. De hoeveelheid opengrondsgroenten, melk en eieren per persoon per dag zijn in alle scenario's vrijwel gelijk. In het model kunnen deze producten op een geringer areaal worden geproduceerd dan andere producten, waarbij de restricties ervoor zorgen dat dat ze de maximaal toegestane hoeveelheid per dag niet overschrijden. Ook de hoeveelheid peulvruchten per persoon per dag is in alle scenario's gelijk: het model wijst ze toe op basis van de door ons opgelegde restricties. Per persoon is driekwart liter melk per dag beschikbaar in alle

scenario's. Dat lijkt veel, maar van die hoeveelheid kan een deel worden gebruikt voor kaas- of boterproductie: het zou bijvoorbeeld kunnen worden gesplitst in 0,45 liter drinkmelk en 0,3 liter melk voor 30 gram kaas. Die drinkmelk<sup>1</sup> zou dan nog kunnen worden verwerkt tot 23 gram boter en 0,45 liter karnemelk. Het rundvlees wordt door het model gezien als restproduct van melk. Omdat er in de scenario's met een lage opbrengst per dier wat meer koeien nodig zijn voor de melkproductie dan in de scenario's met hoge opbrengsten, is de rundvleesconsumptie in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag wat hoger dan in de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog. In het model zijn schapen één op één gekoppeld aan koeien. Daarom kan er in alle scenario's een paar gram schapenvlees per dag worden gegeten. Volgens het model kunnen voedingsstoffen uit andere producten met de inzet van minder areaal worden gegenereerd dan die uit schapenvlees, vandaar dat het aantal schapen op het minimum voorgeschreven aantal blijft. Er is ongeveer een kwart eetlepel koolzaadolie per dag beschikbaar in de scenario's minimum-laag en minimum-hoog, een halve in de scenario's gezond-laag en gezond-hoog en zo'n hele eetlepel in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog. In de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag worden wat minder kasgroenten en fruit gegeten dan in de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog, enkel vanwege het feit dat de opbrengsten per ha in de laatstgenoemde scenario's wat hoger zijn dan in de eerstgenoemde. Volgens het model kost het minder areaal om kippenvlees te produceren dan ander vlees; vandaar dat het model Nederlanders in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog hier een kleine twee ons per dag van laat eten om in de eiwit- en vetbehoefte te voorzien.

#### *Voedingsstoffen: verschil vet en koolhydraten tussen scenario's*

De voedingsstoffen in het dagelijks menu mogen volgens onze aannames variëren tussen een minimum- en een maximumwaarde (tabel 2.4). Het blijkt dat het model de voedingsstoffen zo kiest, dat de hoeveelheid eiwit in alle scenario's ongeveer in het midden tussen het minimum en maximum ligt en dat de hoeveelheid vet op of dichtbij het minimum ligt (tabel 3.2). Datzelfde geldt ook voor de hoeveelheid koolhydraten in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog, terwijl koolhydraten in de andere vier scenario's als opvuller worden gebruikt.

---

<sup>1</sup> De drinkmelk in het model bestaat uit volle melk. Een liter volle melk kan worden verwerkt tot 50 gram boter en een liter karnemelk.

**Tabel 3.2** Energie en voedingsstoffen per persoon per dag in de zes scenario's

		Scenario					
		mini- mum- laag	mini- mum- hoog	maxi- mum- laag	maxi- mum- hoog	ge- zond- laag	ge- zond- hoog
Energie	kcal.	2.040	2.040	2.232	2.232	2.416	2.416
Eiwit	gram	79	80	108	108	90	90
Vet	gram	45	46	81	82	54	54
Koolhydraten	gram	308	306	248	247	371	370
Calcium	gram	1.211	1.224	1.208	1.218	1.227	1.235
Vitamine A	microgram	846	846	846	846	847	846
Vitamine B1	mg	2	2	1	1	2	2

Bron: LEI-autarkiemodel.

*Huidig verbruik omvat varkensvlees en meer vet voor smeren en bakken*

Om na te gaan in hoeverre de menu's in de scenario's verschillen van dat wat Nederlanders nu gemiddeld eten, vergelijken we de menu's met het gemiddelde verbruik van voedingsmiddelen per hoofd van de bevolking in Nederland (tabel 3.3). Daarbij moet worden aangetekend dat data voor het verbruik van sommige voedingsmiddelen in recente jaren niet meer zijn gerapporteerd. In de door het model berekende menu's zijn per dag ongeveer 1 à 2 sneden brood meer beschikbaar dan het huidige verbruik, maar het model voorziet niet in een aanbod van meel voor koekjes, pasta en pizzabodems. Daarvan is het huidige verbruik ongeveer net zo groot als het verbruik van brood. De menu's in de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, maximum-laag en maximum-hoog bevatten ongeveer de helft minder suiker dan het huidige verbruik, terwijl er in de scenario's gezond-laag en gezond-hoog iets meer suiker wordt gegeten. Er zijn ongeveer twee keer zoveel aardappels beschikbaar in de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, gezond-laag en gezond-hoog als het huidige verbruik; in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog ligt de hoeveelheid aardappelen dicht in de buurt van het huidige verbruik. Per saldo zijn er weinig verschillen tussen de groente- en fruitconsumptie in de scenario's en het huidige verbruik. Hetzelfde geldt voor de melkconsumptie: de drie kwart liter melk in de scenario's komt ongeveer overeen met 0,35 liter consumptiemelk en 44 gram kaas in het huidige verbruik. De huidige netto-vleesconsumptie per Nederlander per dag bedraagt ruim 115 gram, waarvan de helft uit varkensvlees bestaat. Varkensvlees komt in het menu van de scenario's niet voor, omdat het volgens het mo-

**Tabel 3.3 Verbruik van voedingsmiddelen per hoofd van de bevolking in Nederland**

	<b>Eenheid</b>	<b>Gemiddelde over</b>	<b>Verbruik per jaar</b>	<b>Verbruik per dag</b>
Brood	kg	2000-2009	59,6	0,163
Tarwebloem en -meel	kg	1990-2000	64,7	0,177
Aardappelen (basis vers)	kg	1990-2000	82,3	0,226
Suiker (op basis wit)	kg	1995-2000	33,0	0,090
Groenten	kg	1990-1995	78,5	0,215
Vers fruit (inclusief zuidvruchten)	kg	1990-1995	68,5	0,188
Consumptiemelk en consumptiemelkproducten	kg	1995-2005	128,3	0,352
Kaas	kg	1995-2007	16,0	0,044
Boter	kg	2000-2009	3,3	0,009
Spijsvetten en -oliën	kg	2000-2009	23,7	0,065
Margarine	kg	2000-2009	5,4	0,015
Halvarine	kg	2000-2009	3,2	0,009
Rund- en kalfsvlees a)	kg	2000-2009	19,2	0,053
Varkensvlees a)	kg	2000-2009	41,8	0,115
Ander vlees a)	kg	2000-2009	2,4	0,007
Geslacht pluimvee a)	kg	2000-2009	22,4	0,061
Kippeneieren	stuks	2000-2009	182,2	0,5
a) Op basis karkasgewicht. De werkelijke consumptie bedraagt ongeveer de helft. Bron: CBS, Land- en tuinbouwcijfers 2011; bewerking LEI.				

del efficiënter is om pluimveevlees te produceren. In de scenario's minimum-laag en minimum-hoog bedraagt de vleesconsumptie ongeveer een derde van het huidige verbruik en in de scenario's gezond-laag en gezond-hoog zo'n twee derde, terwijl er in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog bijna twee keer zoveel vlees per persoon beschikbaar is als bij het huidige verbruik. Verder worden er in de menu's in de scenario's meer eieren gegeten: één per dag tegen een half ei bij het huidige verbruik. Gemiddeld gebruiken Nederlanders nu bijna 100 gram boter, margarine, vetten en oliën per dag om op hun brood te smeren, te bakken en om sauzen mee te maken. Dit staat in schril contrast met de halve of hele eetlepel koolzaadolie die in de menu's in de scenario's beschikbaar is. Daarbij moet worden bedacht dat een deel van de melk kan worden gebruikt voor boterproductie en dat een deel van het vlees gesmolten kan worden tot bakvet. Op die manier kan het brood worden gesmeerd en het vlees gebraden.



### 3.3 Landbouwproductie, benodigd landbouwareaal en aantal dieren

De omvang van de landbouwproductie die nodig is om de bevolking in elk van de zes scenario's te voeden, ligt over het algemeen onder de huidige landbouwproductie in Nederland, behalve voor koolzaad, peulvruchten en rundvlees (tabel 3.4). Voor koolzaad en peulvruchten hangt dat enerzijds samen met restricties die we het model hebben opgelegd. Zo moet de verhouding tussen plantaardig en dierlijk vet in het voedingspatroon 1:4 zijn. Omdat koolzaad in het model het enige gewas is dat plantaardige olie levert, moet het model dit wel kiezen. In de huidige situatie gebruiken we ook plantaardige olie zoals zonnebloemolie en olijfolie, maar het gaat dan om geïmporteerde olie. Verder hebben we het model zo geprogrammeerd dat iedereen minstens 120 gram peulvruchten per dag eet: dat is enerzijds veel meer dan de huidige consumptie, die bovendien ook in de vorm van bijvoorbeeld sojabonen afkomstig is uit het buit-

	Scenario's						Huidige productie in Nederland, 2009
	mini-mum-laag	mini-mum-hoog	maxi-mum-laag	maxi-mum-hoog	ge-zond-laag	ge-zond-hoog	
Graan a)	1.292	1.292	1.292	1.292	1.546	1.501	1.908
Consumptie aardappelen	3.036	3.036	1.519	1.396	3.036	3.036	5.081
Suikerbieten	2.875	2.709	2.275	2.251	4.933	4.886	5.735
Koolzaad	297	297	841	839	373	379	11
Peulvruchten	802	802	802	802	802	802	0,02
Groenten b) (opegronds)	1.882	1.770	1.478	1.465	1.712	1.698	2.210
Groenten (uit kas)	474	678	474	678	474	678	1.355
Fruit	426	608	426	608	426	608	608
Koeienmelk	4.560	4.560	4.560	4.560	4.560	4.560	11.469
Rundvlees	268	187	268	187	268	187	181
Varkensvlees	0	0	0	0	0	0	1.280
Schapenvlees	18	12	18	12	18	12	16 c)
Kippenvlees	14	29	1176	1249	235	308	935
Eieren	268	373	373	373	373	373	597

a) Tarwe, rogge, zomergerst en wintergerst; b) Wortelen, kool, prei en uien; c) Inclusief geitenvlees.  
Bron: LEI-autarkiemodel; productie 2009 uit LEI/CBS, Land- en tuinbouwcijfers 2011.

enland. Anderzijds moet bij de kleinere berekende omvang van de landbouwproductie in een autarkiesituatie worden bedacht dat Nederland na de VS de tweede exporteur van agrarische producten in de wereld is, en dat dus een groot deel van de huidige Nederlandse landbouwproductie - weliswaar gedeeltelijk geproduceerd met behulp van geïmporteerde grondstoffen zoals soja - niet bestemd is voor binnenlandse consumptie.

*Samenstelling landbouwproductie in autarkiesituatie wijkt af van huidige*

De huidige productie van graan, suikerbieten, groenten, melk en eieren is ongeveer anderhalf tot twee en een half keer zo groot als in de zes scenario's. Omdat de consumptie van aardappelen en kippenvlees in de zes scenario's sterk uiteenloopt, varieert het verschil tussen de productie hiervan in de zes scenario's en de huidige productie nogal. Zo is de productie van aardappelen in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog minder dan een derde van de huidige productie. Hoewel ook de aardappelproductie in de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, gezond-laag en gezond-hoog een stuk lager is dan de huidige productie, is de productie in die scenario's wel tweemaal zo groot als in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog. Voor kippenvlees ligt de productie in de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, gezond-laag en gezond-hoog ver onder de huidige productie, maar komt de productie ervan in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog boven de huidige kippenvleesproductie uit. Voor rundvlees hangt de verhouding tussen de productie in de scenario's en de huidige productie samen met de aannames in het model. Vanwege de lagere melkgift per koe in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag zijn in die scenario's meer koeien nodig om te zorgen voor voldoende melk dan in de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog. Omdat de levensduur van koeien in alle scenario's hetzelfde is, komt er in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag meer rundvlees van geslachte melkkoeien beschikbaar dan in de overige drie scenario's. In de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog ligt de rundvleesproductie op het niveau van de huidige rundvleesproductie, terwijl de productie in de scenario's minimum-laag, gezond-laag de huidige productie met ruim 40% overtreft. De productie van schapenvlees hangt in de modelberekeningen samen met het aantal koeien per ha: in de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog komt de schapenvleesproductie uit op drie kwart van het huidige niveau, terwijl de productie in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag iets hoger ligt. Varkensvlees komt in de menu's van de scenario's niet voor; dat wordt dus volgens de modelberekeningen ook niet geproduceerd.

*Voldoende landbouwareaal om bevolking in autarkiesituatie te kunnen voeden*

In alle zes scenario's is de hoeveelheid landbouwareaal in Nederland ruimschoots voldoende om in de voedselbehoefte van de bevolking te voorzien (tabel 3.5). Bij de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog is zelfs minder dan de helft van het landbouwareaal in Nederland nodig voor de voedselproductie. Wel is het zo dat de ingezette hoeveelheid landbouwareaal groter wordt naarmate het voedselpakket per dag uitgebreider wordt: voor een karig menu in de scenario's minimum-laag en minimum-hoog is wat minder areaal nodig dan voor het vet- en calorierijkere menu in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog.

<b>Tabel 3.5</b>		<b>Benodigd landbouwareaal in de zes scenario's</b>						
	Hectare	Scenario's						Huidig areaal in Nederland, 2010
		minimum-laag	minimum-hoog	maximum-laag	maximum-hoog	gezond-laag	gezond-hoog	
Graan a)	1.000	217	152	217	152	260	177	219
Consumptieaardappelen	1.000	83	58	42	27	83	58	158
Suikerbieten	1.000	59	39	46	32	101	70	71
Koolzaad	1.000	106	74	300	210	133	95	3
Peulvruchten	1.000	98	69	98	69	98	69	4
Groenten b) (opengronds)	1.000	66	44	52	36	60	42	42
Groenten (uit kas)	1.000	5	5	5	5	5	5	5
Fruit	1.000	19	19	19	19	19	19	19
Gras	1.000	923	334	923	334	923	334	995
Totaal benodigd areaal voor bovenstaande producten	1.000	1.577	795	1.703	885	1.683	870	1.516
Als % totaal landbouwareaal in Nederland c)		84	42	91	47	90	46	81
Ongebruikt areaal in de scenario's d)	1.000	274	1.056	148	966	168	981	
Als % totaal landbouwareaal		15	56	8	52	9	52	

a) Tarwe, rogge, zomergerst en wintergerst; b) Wortelen, kool, prei en uien; c) Het totale landbouwareaal in Nederland bedraagt 1,9 mln. ha (zie tabel 2.5); d) Totaal landbouwareaal - benodigd areaal voor voedselvoorziening - areaal permanente gewassen - areaal glasteelt.

Bron: LEI-autarkiemodel; huidig areaal 2010 uit LEI/CBS, Land- en tuinbouwcijfers 2011.

### *Bij lagere opbrengsten aanzienlijk meer areaal nodig*

De veronderstellingen die zijn gemaakt over de opbrengst per ha en per dier hebben gevolgen voor hoeveel areaal er nodig is om tijdens een autarkiesituatie in de voedselbehoefte van de Nederlandse bevolking te kunnen voorzien. In de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag, waar wordt uitgegaan van opbrengsten per ha die overeenkomen met die in de biologische landbouw, is steeds ongeveer twee keer zoveel areaal nodig als in dezelfde variant met een hogere opbrengst per ha. Dat verschil is niet evenredig over de producten verdeeld: voor akkerbouwproductie is in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag een derde tot de helft meer akkerbouwareaal nodig dan in de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog terwijl er bijna drie keer zoveel grasland voor de melkproductie nodig is. Tegenover het kunnen consumeren van melk staat dus een fors beslag op het landbouwareaal naar mate de opbrengsten per ha dalen. Dit effect wordt veroorzaakt doordat er tegelijkertijd in de scenario's met een lagere grasopbrengst per ha ook van een lagere veebezetting per ha en een lagere melkgift per koe wordt uitgegaan.

### *Verschuivingen in het grondgebruik*

De verdeling van het landbouwareaal over de verschillende gewassen ligt in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag in de buurt van het huidige gebruik van het landbouwareaal. Er is wat minder areaal met aardappelen, terwijl er wat meer areaal is met opengrondsgroenten en vooral fors meer koolzaad- en peulvruchtenareaal. De scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog verschillen qua grondgebruik wel sterk met het huidige gebruik. Bijna twee derde van het huidige grasland wordt in de scenario's niet meer gebruikt. Het akkerbouwareaal blijft wel ongeveer gelijk, maar in die scenario's wordt dat voor een veel kleiner deel dan in de huidige situatie bebouwd met graan, aardappelen en suikerbieten en wordt het voor een fors deel aangewend voor koolzaad en peulvruchten.

### *Minder koeien en leghennen en geen varkens in de scenario's*

De veestapel bestaat in alle zes scenario's alleen uit melkkoeien, schapen, leghennen en vleeskuikens (tabel 3.6). Omdat er in alle zes scenario's dezelfde hoeveelheid melk per persoon per dag beschikbaar is, bestaat er alleen een verschil in het aantal koeien in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag enerzijds en de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog anderzijds dat samenhangt met de verschillen in de melkgift per koe.

Tabel 3.6		Aantallen dieren in de zes scenario's							Huidig aantal dieren in Nederland, 2010
	Dieren	Scenario's							
		minimum-laag	minimum-hoog	maximum-laag	maximum-hoog	gezond-laag	gezond-hoog		
Melkkoeien	1.000	892	625	892	625	892	892	1.479	
Vleesvarkens	1.000	0	0	0	0	0	0	5.904 a)	
Schape (oien)	1.000	892	625	892	625	892	892	558	
Leghennen	mln.	14	20	20	20	20	20	35	
Vleeskuikens	mln.	0	5	578	614	108	144	297 b)	

a) Per ronde; b) Het aantal dieren per ronde is 45 mln.; om de cijfers vergelijkbaar te maken met de jaarproductie in het autarkiemodel is het aantal dieren per ronde vermenigvuldigd met het aantal rondes per jaar (6,6).  
Bron: LEI-autarkiemodel; huidige aantal dieren 2010 uit LEI/CBS, Land- en tuinbouwcijfers 2011.

In de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum-laag zijn ruim 40% meer koeien nodig voor de melkproductie dan in de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog. Echter, in alle scenario's zijn er minder koeien - 40% of bijna 60% - dan het huidige aantal. Het aantal schape, dat door het model één op één is gekoppeld aan het aantal koeien, is in de scenario's minimum-hoog, gezond-hoog en maximum-hoog zo'n 10% groter dan de huidige schapenstapel en in de scenario's minimum-laag, gezond-laag en maximum meer dan de helft. Om de bevolking in een autarkiesituatie elke dag van een ei te kunnen voorzien, zijn er volgens het model in alle scenario's zo'n 20 mln. leghennen nodig. Dat is ruim 55% van het huidige aantal. Het model geeft de voorkeur aan het inzetten van vleeskuikens voor de vleesvoorziening boven varkens, omdat de voederconversie (voerbruik per kilogram vlees) voor vleeskuikens voordeliger is dan die voor varkens. Het aantal aanwezige vleeskuikens is bescheiden in de scenario's minimum-laag en minimum-hoog, maar overtreft het huidige aantal in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog.

### 3.4 Discussie

De resultaten van de modelberekening laten zien dat geen enkele Nederlander honger hoeft te lijden in geval van autarkie. Deze uitkomst viel - gelet op de hoge zelfvoorzieningsgraden voor de meeste landbouwproducten in Nederland - te verwachten. De discussie in deze paragraaf richt zich dan ook niet op die uitkomst, maar op de samenstelling van de landbouwproductie in een autarkiesitu-

atie, zoals het model die heeft berekend. Die wijkt nogal af van die in de huidige situatie. Het model schetst een sterk vereenvoudigde inrichting van de Nederlandse landbouw, waarbij het als het ware uitgaat van één groot landbouwbedrijf in Nederland. Dat ene bedrijf moet precies genoeg voedsel voor alle Nederlanders produceren. De boer kan daarbij kiezen uit 14 verschillende landbouwproducten. Bij de productie moet hij zo weinig mogelijk landbouwareaal gebruiken en verder geldt nog een aantal andere randvoorwaarden (zie hoofdstuk 2). Binnen dit kader berekent het model een optimale samenstelling van de landbouwproductie in Nederland in een autarkiesituatie. Die samenstelling roept een aantal vragen op, waarop wij hieronder ingaan.

#### *Samenstelling autarkiemenu verschilt van huidig menu*

Het menu dat Nederlanders door het model krijgen voorgeschoteld, bevat alle benodigde voedingsstoffen, maar verschilt qua samenstelling aan levensmiddelen nogal met wat we gewend zijn te eten. Zo bevatten de menu's in de scenario's bijvoorbeeld geen pasta, rijst, koekjes, frisdrank, alcoholische dranken en varkensvlees. Dat komt deels omdat de grondstoffen voor deze producten niet in Nederland kunnen worden verbouwd en deels omdat het minder areaal kost om een ander product te telen dat dezelfde voedingsstoffen oplevert. De ervaring leert dat mensen - als bepaalde producten schaars of niet-voorradij zijn - erg inventief zijn en die producten zelf gaan maken of op zoek gaan naar alternatieven. Verwacht mag worden dat er in een autarkie-situatie allerlei huisindustrie'tjes en thuisbrouwerijen ontstaan, dat veel particulieren een moestuin gaan aanleggen, en huisdieren zoals konijnen voor de slacht worden gehouden. Als stadsbewoners hun krachten bundelen, kan stadslandbouw - zoals tijdens de voedselcrisis in Cuba in de jaren negentig - ook een alternatief zijn om bepaalde gewenste landbouwproducten voort te brengen.

#### *Vis en wild op het menu*

Vissen bieden een aanvulling aan essentiële vetzuren in het autarkiemenu. Of de visserij in een autarkiesituatie blijft bestaan is voor een deel afhankelijk van de energievoorziening en van de vraag in hoeverre de zee bevisbaar blijft. Omdat kweekvisserij geen belangrijke landbouwsector is, hebben we die niet meegenomen in de modelberekeningen. Kweekvissen worden deels met plantaardig voedsel gevoerd, waarvoor landbouwareaal nodig is. Wel zullen burgers in een autarkiesituatie vermoedelijk zelf naar vis gaan hengelen. Verder zijn ook de in het wild levende dieren buiten het model gehouden. Waarschijnlijk zal de jacht in een autarkiesituatie grotere vormen aannemen, maar zal wildconsumptie net als

nu toch luxe voedsel blijven en geen groot deel van de vleesvoorziening voor haar rekening nemen.

### *Benutting braakliggende grond in een autarkiesituatie*

In het autarkiemodel wordt niet alle landbouwareaal in Nederland benut voor de voedselproductie: afhankelijk van het scenario, blijft ongeveer 10% tot ruim de helft van het areaal braak liggen. Voor het model is deze braakliggende grond geen probleem: het model minimaliseert het grondgebruik en beschouwt de braakliggende grond als niet-bestaand. Mocht een autarkiesituatie zich ooit voordoen, dan is het de vraag er daadwerkelijk landbouwareaal braak blijft liggen als er tegelijkertijd vraag is naar producten die niet of in geringe mate in het autarkiemenu zitten. Het niet-benutte areaal in het model kan ook worden gebruikt om de menu's in de scenario's aan te vullen. Te denken valt dan onder meer aan oliezaadproductie om over meer plantaardige olie voor bakken en braden te kunnen beschikken, granen en suiker om koekjes te bakken en bier te brouwen, de teelt van chicorei voor koffie, moestuinen voor particulieren, meer vlees en andere vleessoorten.

### *Toch varkensvlees?*

Eén van de opmerkelijke aspecten bij de samenstelling van de landbouwproductie volgens het autarkiemodel is dat er geen varkensvlees wordt geproduceerd. In de huidige situatie worden varkens voor een belangrijk deel gevoerd met geïmporteerde soja. Dat is in een autarkiesituatie niet meer voorhanden. Het autarkiemodel kiest producten die met de inzet van zo weinig mogelijk landbouwareaal kunnen worden voortgebracht. Daarbij is varkensvlees ten opzichte van kippenvlees in het nadeel: om een kg varkensvlees te produceren is meer grond nodig dan voor een kg kippenvlees. Globaal gesproken is er zo'n 380.000 ha graan nodig om 17 mln. Nederlanders in een autarkiesituatie van 100 gram varkensvlees per dag te voorzien tegen 134.000 ha graan voor 100 gram kippenvlees.<sup>1</sup> Op basis van deze cijfers is het mogelijk om in de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, gezond-laag, gezond-hoog en maximum-hoog de hoeveelheid beschikbare kippenvlees per persoon per dag te vervan-

---

<sup>1</sup> Bij deze berekening is uitgegaan van de voederconversie voor tarwe en niet die van mengvoer. Daarbij moet worden aangetekend dat varkens en kippen op basis van deze getallen wel voldoende energie uit graan kunnen halen, maar dat ze op deze manier onvoldoende eiwitten en mineralen binnen krijgen voor een gezonde groei. Dit tekort kan door bijmenging van eiwitten en mineralen - voor zover aanwezig - worden aangevuld. Eventueel kan het tekort ook voor een deel worden opgelost door suikerbietenpulp en erwten, maar dat gaat gepaard met een groter beslag op het landbouwareaal.

gen door eenzelfde hoeveelheid varkensvlees. Dat kost weliswaar meer landbouwareaal, maar dat is ook beschikbaar. In het scenario maximum-laag is het niet mogelijk om de beschikbare hoeveelheid kippenvlees van 176 gram per persoon per dag te vervangen door eenzelfde hoeveelheid varkensvlees; daarvoor is er te weinig landbouwareaal in Nederland. Hooguit kan in dat scenario 100 gram varkensvlees per dag worden gegeten in plaats van 176 gram kippenvlees. In dat geval wordt het landbouwareaal in Nederland volledig benut. Bedacht moet worden dat er voor een consumptie van 100 gram varkensvlees per dag per Nederlander per jaar circa 742.000 vleesvarkens nodig zijn. Als de kippenvleesconsumptie in de scenario's zou worden vervangen door varkensvlees, dan zijn er veel minder varkens nodig dan de huidige omvang van de varkensstapel (tabel 3.6).

#### *Wat eten gezelschapsdieren in een autarkiesituatie?*

Nederlanders houden een groot aantal gezelschapsdieren. Volgens een schatting van Leenstra en Vellinga (2011) zou het gaan om ruim 3 mln. katten, bijna 2 mln. honden, ruim 1 mln. kippen, bijna 1 mln. konijnen en duiven, en 400.000 paarden. In het autarkiemodel wordt geen rekening met gezelschapsdieren gehouden: deze bestaan eenvoudigweg niet in het model. Leenstra en Vellinga (2011) schatten dat er zo'n 820.000 ha landbouwareaal per jaar nodig is om alle katten, honden en paarden in Nederland te kunnen voeren. Deze schatting houdt geen rekening met het feit dat het diervoer voor een deel uit afval uit de voedselindustrie bestaat. Gelet op het forse beslag van de voervoorziening van gezelschapsdieren op het landbouwareaal kunnen in een autarkiesituatie grote problemen met de voeding van deze dieren ontstaan.

#### *Veranderingen in het productieproces*

Doordat er in de scenario's minder koeien en leghennen dan in de huidige situatie zijn en er geen varkens meer worden gehouden, raken de stallen leger of leeg. Dat geldt ook voor de vleeskuikenstallen in de scenario's minimum-laag, minimum-hoog, gezond-laag en gezond-hoog, terwijl er juist een tekort aan stalcapaciteit voor vleeskuikens in de scenario's maximum-laag en maximum-hoog ontstaat. Mogelijk kan dit tekort worden opgelost door een deel van de vleeskuikens in de lege varkensstallen te huisvesten. Verder is er in alle scenario's een grotere schapenstapel dan in de huidige situatie.

Het model doet alsof de dieren die niet nodig zijn voor de voedselvoorziening in de scenario's niet meer bestaan. In de praktijk zal er een oplossing voor moeten worden gevonden: onmiddellijk slachten of nog gedurende de productiecyclus aanhouden, maar dan is er wel voer nodig. Niettemin leiden beide opties



tot een aanzienlijke vleesvoorraad, die naast de vleesproductie, zoals berekend in de scenario's, ter beschikking van de Nederlandse bevolking komt.

In het autarkiemodel ligt een deel van het landbouwareaal braak en vinden er verschuivingen in het grondgebruik tussen gewassen plaats. In de praktijk zal het braakliggend areaal waarschijnlijk wel worden benut voor producten en gewassen waar vraag naar is, maar de verschuivingen in het grondgebruik zullen gevolgen hebben voor de biodiversiteit en het aanzien van het landschap in Nederland. Zo zal er door de grotere schapenstapel een zekere mate van 'verschaping' optreden.

# 4 Aanpassingsproces en interventies

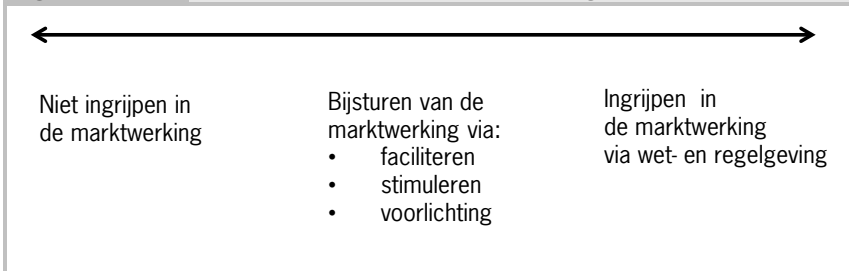
---

## 4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk hebben we de modelresultaten besproken hoe de Nederlandse landbouw onder autarkische omstandigheden 17 mln. mensen kan voeden. Het autarkiemodel schetst de samenstelling van de landbouwproductie in een willekeurig productiejaar in Nederland in een stationair systeem: in het jaar of de jaren daarvoor was ook al sprake van een autarkie en in volgende jaren zal er nog steeds autarkie zijn. Dat betekent dat er aan het begin van het productiejaar steeds precies genoeg zaaigoed, veevoer, dieren en voedsel aanwezig zijn om de landbouwproductie en de voedselconsumptie precies zo te laten verlopen als het model schetst. De aanlooperperiode vanaf het moment dat de situatie van autarkie ingaat tot aan het moment dat het autarkiesysteem stationair draait, blijft in het model buiten beschouwing. In dit hoofdstuk gaan we in op het aanpassingsproces van producenten en consumenten vanaf het moment dat de buitenlandse handel wegvalt tot aan een stationair systeem van autarkie en op de rol die de overheid daarbij kan spelen. Die rol varieert van product tot product en biedt handvatten voor de actualisering van het 'Beleidsdraaiboek Crisisbeheersing Nationale Voedselvoorziening'.

### *De 'autarkiewereld' volgens het model*

Behalve dat het autarkiemodel een systeem van een stationaire autarkie schetst, wordt in het model uitgegaan van een aantal vereenvoudigingen van de werkelijkheid, waarmee rekening moet worden gehouden in de bespreking van het aanpassingsproces in dit hoofdstuk. Zo is er in het model maar één landbouwbedrijf dat over de samenstelling van de landbouwproductie beslist, terwijl er in de praktijk zo'n 70.000 landbouwbedrijven in Nederland zijn, die met regionale verschillen in productieomstandigheden te maken hebben. Voorts spelen prijzen geen enkele rol in het autarkiemodel, terwijl deze in werkelijkheid in belangrijke mate bepalend zijn voor zowel beslissingen van boeren over welke en hoeveel producten zij produceren als die van consumenten over welke en hoeveel levensmiddelen zij aankopen. Verder hebben consumenten geen preferenties in het model: ze eten het complete menu dat het model hen voorschotelt. In de praktijk zullen er ook mensen zijn die iets anders willen eten vanwege dieetwensen, religieuze voorschriften of het niet lusten van bepaalde levensmiddelen. Ten slotte laat het autarkiemodel een deel van het landbouwareaal braak liggen.

**Figuur 4.1****Overheidsruimte om de marktwerking te beïnvloeden**

In werkelijkheid zal dit areaal wel worden benut, zodat het aanbod groter is dan uit de modelberekeningen blijkt.

*Prikkels nodig voor aanpassing productiebeslissingen en consumptiepatroon*

Stel dat Nederland met een situatie te maken krijgt, waarin de export en import geheel wegvallen, dan duurt het geruime tijd voordat het systeem van landbouwproductie en voedselconsumptie zo is ingericht als het autarkiemodel schetst. Daarvoor hebben zowel de boeren en tuinders op 70.000 landbouwbedrijven als 17 mln. Nederlanders prikkels nodig om hun productiebeslissingen en consumptiepatroon aan te passen. Die prikkels kunnen via de markt worden gegeven of door overheidsinterventies (figuur 4.1). In principe zou de overheid alle prikkels kunnen geven als ze alle productiebeslissingen van de boeren en tuinders overneemt en alle levensmiddelen via een voedseldistributiesysteem over consumenten verdeelt. Een overheidsinterventie van dergelijke omvang is echter erg bureaucratisch en kostbaar, en zal zowel door boeren als consumenten als erg ingrijpend worden ervaren. Een mildere vorm van overheidsinterventie bestaat uit het beïnvloeden van het marktgedrag door voorlichting, stimulering en facilitering. Tot slot kan de overheid kiezen om het marktgedrag van producenten en consumenten ongemoeid te laten.

*Aanpassingsproces kent drie fasen*

In het aanpassingsproces vanaf het moment van het wegvallen van alle importen en exporten tot aan het functioneren van een stationaire autarkiesituatie onderscheiden we drie fasen: een overgangperiode, een aanloopjaar naar een stationaire autarkie en een situatie van stationaire autarkie (figuur 4.2). Het wegvallen van de handel kan op elk willekeurig moment van het jaar gebeuren. Vanaf dat moment is Nederland geheel aangewezen op de lopende binnenlandse productie en de aanwezige voorraden voedsel, voedselgrondstoffen, veevoer en overige productiemiddelen uit eigen land of geïmporteerd uit het buitenland.

**Figuur 4.2****Fasen in het aanpassingsproces van het wegvallen van import en export tot aan een stationaire autarkiesituatie**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>jaar 0</b>	<b>productiejaar 1</b>	<b>productiejaar 2 ...n</b>
overgangperiode	aanloopjaar naar een stationaire autarkie	stationaire autarkie

Dierlijke producten worden jaarrond geproduceerd, maar de oogst van graan, aardappelen, suikerbieten en fruit komt maar eens in het jaar beschikbaar. Lopende productiecycli kunnen worden afgebroken of afgerond, afhankelijk van de beschikbaarheid van productiemiddelen en de kosten daarvan. Als alle lopende productiecycli zijn afgerond - we veronderstellen rond 1 oktober wanneer de akkerbouwproducten zijn geoogst - begint productiejaar 1. Dat is het aanloopjaar naar een stationaire autarkie. In dat jaar zal het productie- en consumptiesysteem naar alle waarschijnlijkheid nog niet volledig op de manier, zoals het autarkiemodel schetst, kunnen worden ingericht, omdat niet alle benodigde zaai- en pootgoed, veevoer, dieren en levensmiddelen aanwezig zijn. Deze worden in de loop van productiejaar 1 geproduceerd, zodat ze in productiejaar 2 kunnen worden ingezet. Pas dan zal de landbouwproductie en voedselconsumptie volgens de wijze die het autarkiemodel aangeeft kunnen gaan verlopen. Of het aanloopjaar kan worden beperkt tot één jaar, is de vraag. Allerlei fricties in het aanpassingsproces kunnen die korte duur in de weg staan, zoals gebrek aan kennis, belemmeringen in de wetgeving, onduidelijkheden in verantwoordelijkheden, belangentegenstellingen, vastgeroeste gewoontes en afspraken in de productieketens.

*Denkoefening om te illustreren hoe het aanpassingsproces verloopt*

De analyse in dit hoofdstuk is opgezet als een denkoefening, waarin we de verschillende stappen van producenten en consumenten in de drie fasen van het aanpassingsproces vanaf het moment dat de import en export stopt tot aan een situatie van stationaire autarkie bespreken. Daarbij geven we ook aan of de markt voldoende prikkels biedt om producenten en consumenten een bepaalde richting op te sturen of dat er overheidsinterventies nodig of gewenst zijn. Bedacht moet worden dat vooral de analyse van de laatste twee fasen mede wordt bepaald door de inrichting van de landbouwproductie en de voedselconsumptie zoals die uit het autarkiemodel volgt. Deze modelsituatie is optimaal vanuit het beslag op het landbouwareaal, maar vormt niet de enige mogelijke samenstelling van de landbouwproductie en voedselconsumptie in een autarkiesituatie. Ook andere eindsituaties zijn mogelijk zoals we in paragraaf 3.4 hebben be-

sproken. Omwille van de eenvoud gaan we in de denkoefening in dit hoofdstuk uit van de modelsituatie en laten we mogelijke andere eindsituaties buiten beschouwing.

#### *Opbouw van dit hoofdstuk*

De opbouw van dit hoofdstuk is als volgt. In paragraaf 4.2 beginnen we met een inventarisatie van knelpunten in het aanbod van landbouwproducten direct na het wegvallen van de buitenlandse handel. Dat zijn de producten die in het aanpassingsproces de meeste aandacht vergen. In paragraaf 4.3 gaan we in op de eerste fase van het aanpassingsproces: de overgangperiode. In paragraaf 4.4 beschrijven we vervolgens het aanloopjaar naar een stationaire autarkiesituatie. In paragraaf 4.5 bespreken we ten slotte de inrichting van de landbouw en de voedselvoorziening als de stationaire autarkie volop in bedrijf is.

## **4.2 Inventarisatie van knelpunten in de voedsel- en voervoorziening**

De voedsel- en voerbehoefte in Nederland wordt deels gedekt door binnenlandse productie en deels door import. Die import betreft vooral granen, oliezaden zoals sojabonen en schroot, peulvruchten, fruit en daarvan afgeleide voedingsmiddelen. Als de handel onder autarkische omstandigheden stilvalt, zullen voor deze producten tekortsituaties ontstaan. De Nederlandse landbouwproductie wordt voor een deel afgezet in het binnenland en voor een deel in het buitenland. Bij dat laatste deel gaat het vooral om aardappelen, suikerbieten, groenten en dierlijke producten. Onder autarkische omstandigheden komt het voor de export bestemde deel op de binnenlandse markt terecht, wat tot een aanbodoverschot leidt. Of deze tekorten en overschotten ook echt tot knelpuntsituaties leiden, hangt af van de omvang van de tekorten/overschotten en de mate waarin de tekorten kunnen worden gedekt door de overschotten of door andere beschikbare producten die als substituut kunnen dienen.

#### *Vier knelpuntgebieden in aanpassingsproces*

Als we de landbouwproductie, die volgens de modelberekeningen nodig is om de Nederlandse bevolking in een autarkiesituatie te voeden, vergelijken met de huidige landbouwproductie, dan zijn koolzaad en peulvruchten de enige producten waaraan een groot tekort ontstaat (tabel 4.1). In deze vergelijking hebben we het scenario maximum-laag gebruikt voor de autarkiesituatie; in dat scenario

**Tabel 4.1 Inventarisatie van knelpunten in de voedselvoorziening bij het uitbreken van een autarkie in het scenario maximum-laag**

	Landbouwproductie (1.000 ton)		Areaal (1.000 ha)		Ontstaan van tekortsituatie bij uitbreken autarkie	Aandachtspunten in aanbod bij uitbreken autarkie
	productie in scenario maximum-laag	huidige productie in Nederland, 2009	in scenario maximum-laag	huidig gebruikt areaal in Nederland, 2010		
Graan	1.292	1.908	217	219		Verschuiving van verbruik van veevoer naar broodproductie
Consumptie-aardappelen	1.519	5.081	42	158		
Suikerbieten	2.275	5.735	46	71		
Koolzaad	841	11	300	3	x	
Peulvruchten	802	0.02	98	4	x	
Groenten (opengronds)	1.478	2.210	52	42		
Groenten (uit kas a)	474	1.355	5	5		
Fruit b)	426	608	19	19		Tekort aan fruit compenseren door hogere groentecconsumptie
Gras			923	995		
Koeienmelk	4.560	11.469				Ontstaan van voorraden en tekort aan veevoer
Rundvlees	268	181				
Varkensvlees	0	1280				
Schapenvlees	18	16 c)				
Kippenvlees	1.176	935				
Eieren	373	597				

a) Volgens de aannames in het autarkiemodel blijft het areaal glastuinbouw ongewijzigd, maar worden kassen niet meer verwarmd; b) Het fruitareaal blijft in het autarkiemodel ongewijzigd omdat inkrimping tot kapitaalsvernietiging leidt en het bij uitbreiding geruime tijd duurt voordat de nieuwe aanplant vrucht draagt (paragraaf 2.3); c) Inclusief geitenvlees.

Bron: LEI-autarkiemodel; productie 2009 en areaal 2010 uit LEI/CBS, Land- en tuinbouwcijfers 2011.

komt de consumptie vrijwel overeen met het huidige verbruik en wordt uitgegaan van een laag productieniveau per ha en per dier. De huidige graanproductie is weliswaar ruim voldoende om in dat scenario in de graanbehoefte voor menselijke consumptie te kunnen voorzien, maar is ontoereikend om de bij het uitbreken van de autarkie aanwezige veestapel te voeden. In de dierlijke sector overtreft met name de huidige productie van melk, varkensvlees, pluimveevlees en eieren de behoefte van de Nederlandse bevolking in een autarkiesituatie, wat tot overschotten leidt. Fruit neemt een bijzondere positie in: Nederland heeft een lage zelfvoorzieningsgraad voor fruit (tabel 1.1). We gaan er echter van uit dat consumenten in plaats van fruit meer groenten gaan eten. In het aanpassingsproces van het wegvallen van de buitenlandse handel tot aan een systeem van een stationaire autarkie verdienen vooral de volgende vier sectoren bijzondere aandacht:

1. *De graansector*: de binnenlandse graanproductie is voldoende voor de broodproductie, maar onvoldoende om aan de vraag naar veevoer te kunnen voldoen;
2. *De koolzaad- en peulvruchtensector*: er is een absoluut tekort om in de behoefte aan plantaardige olie uit koolzaad en plantaardige eiwitten uit peulvruchten te kunnen voorzien;
3. *De fruitsector*: de binnenlandse productie is te laag om aan de behoefte van twee stuks fruit per dag per persoon te voldoen. Dit knelpunt kan gemakkelijk worden opgelost door een hogere consumptie van groenten, die vrijwel dezelfde voedingsstoffen leveren als fruit;
4. *De dierlijke sector*: door het wegvallen van de export ontstaat een grote voorraad dierlijke producten en door het wegvallen van de import een tekort aan veevoer.

### 4.3 Overgangperiode

In deze paragraaf bespreken we het aanbod van landbouwproducten en de vraag naar voedsel in de overgangperiode nadat alle handel met het buitenland is gestopt. We gaan daarbij uit van een plotselinge crisis, waardoor export en import volkomen onverwacht wegvallen. Niemand heeft dus kunnen anticiperen op de autarkie. We beperken ons hier niet tot één specifiek scenario: de bespreking heeft betrekking op de aanpassing van vraag en aanbod in alle scenario's.

### *Aanbod van landbouwproducten afhankelijk van beschikbare productiemiddelen*

Voor de boeren en tuinders valt dag 1 van de overgangperiode samen met een gewone dag in hun productiecycclus. Het is aannemelijk dat die cycclus gewoon wordt afgemaakt, tenzij er een tekort is aan geïmporteerde productiemiddelen. Het gaat daarbij vooral om veevoer, kunstmest en energie. Vanwege hun schaarste zal de prijs van deze productiemiddelen gaan stijgen. Omdat de lengte van de productiecycclus varieert per product, komen de verschillende producten op verschillende momenten op de markt. Voor akkerbouwproducten en fruit, zoals appels en peren, zullen de producten in de nazomer worden geoogst. Mochten de prijzen van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen vanwege tekorten gaan stijgen, waardoor deze minder worden gebruikt, dan kan de oogst kleiner uitvallen dan normaal. Glasgroenten kennen een korte cycclus, en komen snel op de markt. Als er geen energie meer beschikbaar is om de kassen te verwarmen, zal de oogst wel veel kleiner worden. Koeien worden gewoon gemolken. De melkgift per koe kan wel lager worden als krachtvoer erg duur wordt en niet meer wordt aangekocht. Hetzelfde geldt voor melkgeiten. Schapen redden zich zelf wel als begrazers van de weilanden. Varkens en pluimvee hebben een vrij korte productiecycclus en het vlees dat onder normale omstandigheden wordt geëxporteerd, komt nu vrij snel na het ingaan van de autarkiesituatie op de binnenlandse markt, tenzij het veevoer erg duur wordt, waardoor het voordeliger is alle beesten direct af te slachten. Of de eierproductie, waarin wordt gewerkt met een betrekkelijk lange productieronde van zo'n 13 maanden, doorgaat op het oude niveau totdat de leghennen moeten worden vervangen is twijfelachtig. Waarschijnlijk zullen de hoge veevoerprijzen en lage eierprijzen er toe leiden dat veel legkippenhouders hun ronde voortijdig afbreken en hun kippen slachten.

### *Exportdeel in opslag*

Het aanbod dat boeren door het afmaken van de productiecycclus op de markt brengen was deels bestemd voor export. Dat geldt vooral voor aardappelen, suikerbieten, glasgroenten, zuivel, varkensvlees, pluimveevlees en eieren, waarvoor Nederland hoge zelfvoorzieningsgraden heeft (tabel 1.1). Door de autarkiesituatie kan dit deel van de productie niet worden geëxporteerd en blijft het dus op de binnenlandse markt. Dit grote aanbod heeft een drukkend effect op de prijzen van die producten. De vraag is wat te doen met dit 'overschot'. Vernietigen lijkt in een autarkiesituatie niet gewenst. Niet-houdbare glasgroenten, aardappelen en suikerbieten kunnen aan het vee worden gevoerd. Houdbare producten kunnen worden ingevroren of ingeblikt en op een later tijdstip op de markt worden gebracht. De opslag hiervan brengt wel kosten met zich mee en



vergt opslagcapaciteit. De markt zal dit waarschijnlijk zelf wel regelen: voor handelaren is het lucratief om dit overschot tegen lage prijzen op te kopen en later - als de goederen schaarser worden - tegen hogere prijzen te verkopen.

### *Doorgaan met productie in intensieve veehouderij?*

In de varkensvlees- en vleeskuikensector komen boeren al snel voor de beslissing te staan of ze aan een nieuwe productiecycclus zullen beginnen. Die beslissing hangt af van de beschikbaarheid en kosten van veevoer en de prijzen van varkens- en pluimveevlees. Gelet op de hoge afhankelijkheid van geïmporteerd veevoer en de lage zelfvoorzieningsgraad van granen van nog geen 25% in 2010, is het waarschijnlijk dat er een groot tekort aan veevoer ontstaat en dat de prijzen daarvan omhoog schieten. Wellicht dat de opwaartse druk op de veevoerprijzen iets kan worden verlicht als varkenshouders een deel van het graanvoer vervangen door aardappels en suikerbieten. Omdat Nederland een fors deel van de varkensvlees- en vleeskuikenvleesproductie exporteert, zal de prijs van dit vlees flink onderuitgaan als dit allemaal op de Nederlandse markt terecht komt. Globaal gesproken komt er na afloop van een ronde vleeskuikens een hoeveelheid kippenvlees op de markt die goed is voor ongeveer 12 weken binnenlandse consumptie in een autarkiesituatie tegen circa 6 weken in een vrijhandelssituatie; na afloop van een ronde vleesvarkens is er een hoeveelheid varkensvlees geproduceerd voor de markt die gelijk is aan zo'n 10 maanden binnenlandse consumptie tegen circa 4 maanden in een vrijhandelssituatie.<sup>1</sup> Legkippenhouders werken met een vrij lange ronde van zo'n 13 maanden. Gedurende die tijd komen er naar schatting in een autarkiesituatie drie keer zoveel eieren per dag beschikbaar op de binnenlandse markt als nodig is voor de consumptie. Dat zal de eierprijzen drukken. De animo van varkensvlees-, vleeskuikens- en legkippenhouders om door te gaan met de productie wordt zo ontmoedigd door hoge kostprijzen en lage opbrengstprijzen, waardoor het aannemelijk is dat zij niets anders kunnen doen dan hun stallen leeg te laten staan.

Voor de houders van fokzeugen en moederdieren van leghennen is de situatie niet veel anders: ze worden ook geconfronteerd met hoge voerprijzen en

---

<sup>1</sup> Een ronde vleeskuikens duurt ongeveer 6 weken; aan het eind van de productiecycclus komt er dan uitgaande van een zelfvoorzieningsgraad van 191% (Tabel 1.1) een hoeveelheid pluimveevlees op de binnenlandse markt die overeenkomt met zo'n 12 weken binnenlandse consumptie; een ronde vleesvarkens duurt ongeveer vier maanden en levert uitgaande van een zelfvoorzieningsgraad van 259% een hoeveelheid varkensvlees die ongeveer genoeg is voor 10 maanden binnenlandse consumptie; een ronde legkippen duurt zo'n 13 maanden en gedurende deze ronde komen er per dag uitgaande van een zelfvoorzieningsgraad van 314% ruim drie keer zoveel eieren beschikbaar als nodig is voor de binnenlandse consumptie.

lage opbrengstprijzen door vraaguitval bij de vleesvarkens- en vleeskuikenhouders. Omdat deze groep veehouders belangrijk is voor de continuering van de varkens- en pluimveesector op de langere termijn, kan de overheid overwegen om maatregelen te nemen om een deel van de productie voort te zetten, zodat het uitgangsmateriaal veilig wordt gesteld.

#### *Melkveehouders schrappen krachtvoer*

In tegenstelling tot de varkens- en pluimveesector werkt de melkveehouderij niet met rondes. Daardoor ontbreekt voor melkveehouders een exact moment waarop ze moeten beslissen of ze met een nieuwe productieronde willen starten. Direct na het wegvallen van de export zal er sprake zijn van een overaanbod van melk op de binnenlandse markt, waardoor de melkprijzen zullen dalen. Door het algehele tekort aan veevoer vanwege het wegvallen van de import zullen de krachtvoerprijzen stijgen. Door de combinatie van lage melkprijzen en hoge krachtvoerprijzen zullen melkveehouders er in toenemende mate voor kiezen om het vee alleen met ruwvoer te voeren. Dat leidt tot een lagere melkgift, waardoor het aanbod van melk kleiner wordt en de melkprijzen weer iets aantrekken. In afwachting van betere tijden is het aannemelijk dat melkveehouders gewoon doorgaan met hun productie op basis van ruwvoer en geen extra dieren boven het natuurlijk verloop afstoten, in ieder geval als zij voldoende grond bezitten om in de ruwvoerbehoefte van de melkveestapel te voorzien. Ze kunnen dan na afloop van de autarkiesituatie weer snel op hun oude productiewijze overgaan.

#### *Voorlichting voor glasgroentetelers over gewaskeuze*

Als de productcyclus voor glasgroente is voltooid, dan is het voor glasslatelers niet zo'n grote stap om sla in een in onverwarmde kas te gaan telen. De overige glasgroentetelers kunnen baat hebben bij enige voorlichting van de overheid aan welke groenten consumenten in de autarkiesituatie behoefte hebben. Op die manier wordt de gewaskeuze voor glasgroentetelers vergemakkelijkt. We nemen hierbij aan dat het voor glasgroentetelers aantrekkelijker is om in hun onverwarmde kassen groenten te verbouwen dan om ze leeg te laten staan.

#### *Markt geeft akkerbouwers prikkel om graan in te zaaien*

Als het wegvallen van de export en import na 1 mei begint, krijgen akkerbouwers pas in het najaar te maken met de beslissing wat te doen in het volgend oogstseizoen. Gelet op de tekortsituatie op de graanmarkt en de beperkte binnenlandse afzetmogelijkheden voor aardappelen en suikerbieten in de overgangperiode, zullen de boeren hoge graanprijzen en lage prijzen voor aardappelen en suikerbieten verwachten. Mocht het moment dat de buitenlandse

handel stopt voor 1 mei liggen, dan zullen boeren er waarschijnlijk voor kiezen om meer (zomer)graan dan gebruikelijk in te zaaien. De overheid zou voorlichting kunnen geven over de verwachte binnenlandse vraag naar graan, suikerbieten en aardappelen, zodat boeren hun productiekeuze op basis van gedegen informatie kunnen maken.

#### *Beschikbaarheid van voedsel: overvloed en schaarste*

Zodra de autarkiesituatie ingaat, zullen burgers waarschijnlijk op grote schaal gaan hamsteren. De schappen in de winkels raken daardoor snel leeg. Ze worden echter ook weer gevuld met vlees, eieren, melk en groenten uit de lopende productiecycli. Ook zullen er voldoende aardappelen en suiker zijn, omdat die uit de aanwezige voorraad tot aan het beschikbaar komen van de volgende oogst, kunnen worden gehaald, zoals normaal gesproken ook gebeurt.

Fruit zal beperkt beschikbaar zijn: dat bestaat vooral uit appels van het vorig oogstseizoen en uit fruit zoals bessen dat uit de lopende productiecycli beschikbaar komt. Of er weer brood in de schappen komt, hangt af van de vraag of de aanwezige voorraad graan geheel of gedeeltelijk wordt bestemd voor broodgraan. Binnenlandse plantaardige olie en peulvruchten zullen nauwelijks nog te koop zijn, maar waarschijnlijk zal er wel buitenlandse plantaardige olie beschikbaar zijn uit de voorraden van de verwerkende industrie in Nederland (Port of Rotterdam Authority, 2010).

#### *Aanpak schaarse voedingsmiddelen: fruit, brood, plantaardige olie en peulvruchten*

Het tekort aan fruit kan vrij gemakkelijk worden opgevangen: consumenten kunnen een deel van de fruitconsumptie vervangen door groenten. De overheid kan hier door het geven van voorlichting een stimulerende rol spelen.

De broodvoorziening vergt aandacht vanwege de lage zelfvoorzieningsgraden voor graan en de concurrentie met veevoer. Zodra de autarkiesituatie ingaat, is het belangrijk om de binnenlandse graanvoorraad in kaart te brengen: hoeveel graan is er nog en is dit voldoende om de bevolking tot aan het beschikbaar komen van de volgende oogst van zo'n zes boterhammen per dag - zoals het Voedingscentrum adviseert - te kunnen voorzien? Als de voorraden voldoende blijken te zijn voor de broodvoorziening, dan is het nodig om afspraken met de graanverwerkende industrie te maken om er voor te zorgen dat het voor het brood benodigde graan ook daadwerkelijk wordt gebruikt voor het bakken van brood en niet voor veevoer. Het brood dat uit de graanvoorraad wordt gebakken heeft een andere kwaliteit dan burgers gewend zijn, omdat er waarschijnlijk onvoldoende tarwe van goede bakkwaliteit op voorraad ligt. Mocht de graan-

voorraad te klein zijn om de bevolking van voldoende brood te voorzien, dan zijn consumenten gebaat bij voorlichting over alternatieven voor brood die wel beschikbaar zijn. Verder kan overwogen worden om met de industrie een maximumprijs voor brood af te spreken: vanwege het tekort op de graanmarkt hebben prijzen de neiging omhoog te schieten.

Net als bij granen zouden de voorraden oliezaden en peulvruchten bij de handel en verwerkende industrie in kaart kunnen worden gebracht en bekeken hoe deze voor menselijk consumptie kunnen worden aangewend. Waarschijnlijk kunnen de winkels op deze manier hun schappen nog enige tijd vullen met plantaardige olie en peulvruchten, maar er komt een moment waarop de schappen leeg blijven. De eiwitten uit peulvruchten kunnen worden vervangen door dierlijke eiwitten. Er is echter geen Nederlands product voorradig dat kan dienen als substituut voor plantaardige olie. Omdat plantaardige olie een onmisbaar voedingsmiddel is in verband met de voorziening van essentiële vetzuren, zou kunnen worden overwogen om het tekort hieraan te ondervangen door het aanhouden van een strategische voorraad spijsolie of een voorraad voedingssupplementen met vetzuren.

*Buitenlandse voedingsmiddelen verdwijnen uit menu, tenzij er een voorraad is aangelegd*

Nederlanders consumeren een groot aantal buitenlandse voedingsmiddelen of voedingsmiddelen met buitenlandse ingrediënten, die vanwege klimatologische redenen niet of niet concurrerend in Nederland kunnen worden verbouwd. Het gaat daarbij onder meer om fruit zoals citrusvruchten en bananen, genotmiddelen zoals koffie en thee, spijsoliën als olijfolie, pinda's, cacao en specerijen zoals peper, nootmuskaat en komijn. Als de winkels direct na het ingaan van de autarkiesituatie leeg gehamsterd zijn, zullen de schappen alleen nog worden gevuld met Nederlandse waar en met die buitenlandse levensmiddelen, die in havens of bij de industrie aanwezig zijn. Nederland kan - in tegenstelling tot landen als Duitsland, Zwitserland en Noorwegen - in dit geval niet putten uit een strategische voorraad geïmporteerde levensmiddelen. Of de Nederlandse overheid overgaat tot het aanleggen van een strategische voorraad geïmporteerde levensmiddelen - voor zover die lang houdbaar zijn - als voorzorgsmaatregel voor een crisissituatie, is een politieke keuze. De geïmporteerde levensmiddelen betreffen deels luxe producten, zoals koffie en thee. Deze veraangenamen het leven van burgers en houdt hen vermoedelijk tevreden, maar ze zijn niet echt noodzakelijk om te kunnen overleven. Spijsolie is daarentegen wel een onmisbaar voedingsmiddel in verband met de voorziening van essentiële vetzuren. Voor die mensen, die afzien van de consumptie van dierlijke producten, zou een voorraad

plantaardige olie, noten en peulvruchten kunnen worden aangelegd. Voor deze producten zijn er op korte termijn niet voldoende Nederlandse vervangers voorradig. Verder is het zaak dat de overheid burgers voorlicht over binnenlandse alternatieven voor de wegvallende geïmporteerde levensmiddelen. Zo vormt boter een alternatief voor geïmporteerde margarine. Bijkomend voordeel is dat hierdoor meer afzetmogelijkheden voor melkveehouders ontstaan.

#### *Voedseldistributiesysteem nodig voor evenredige verdeling voedsel over bevolking*

Het is de vraag of de voorraad voedingsmiddelen zonder voedseldistributiesysteem evenredig verdeeld bij de bevolking terecht komt. Het is aannemelijk dat mensen in een dergelijke crisissituatie gaan hamsteren en proberen om zoveel mogelijk van de schaarse voedingsmiddelen zoals brood en fruit te bemachtigen. Om te voorkomen dat sommige consumenten de winkels leeg kopen zodat er voor anderen niets overblijft, is het zaak om - net als vlak na het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog - een voedseldistributiesysteem op te zetten. Of zo'n systeem alle producten of een beperkt aantal moet omvatten, valt te bezien. In de Tweede Wereldoorlog werd met brood, bloem, koffie en thee begonnen, maar binnen een tijdsbestek van een half jaar werd dit geleidelijk uitgebreid naar vetten, vlees, eieren, koek en gebak (Trienekens, 1985).

## **4.4 Aanloopjaar**

In deze studie gaan we ervan uit dat de autarkiesituatie voor onbepaalde tijd geldt (paragraaf 2.5). Nadat de export en import is gestopt, kunnen Nederlanders een tijdlang eten van de producten die uit de lopende productiecycli en de aanwezige voorraden beschikbaar komen. Er komt echter een moment waarop de voorraden uitgeput raken en alle producenten zich moeten beraden over de invulling van hun volgende productiecycclus. We veronderstellen dat dat moment zo rond 1 oktober valt, en dat dan de tweede fase van de autarkiesituatie begint: het aanloopjaar naar een stationaire autarkie (figuur 4.1). In deze paragraaf schetsen we de landbouwproductie en de voedselconsumptie in het aanloopjaar en de overheidsinterventies die daarbij nodig zijn.

#### *Areaalverplichting voor akkerbouwproductie*

We nemen aan dat de voorraad akkerbouwproducten die op 1 oktober aan het begin van het aanloopjaar aanwezig is, alleen bestaat uit de oogst uit de overgangperiode en dat alle andere voorraden ondertussen uitgeput zijn. Deze

voorraad is voldoende voor de brood-, aardappel- en suikervoorziening - zoals het autarkiemodel die schetst - voor alle Nederlanders gedurende het aanloopjaar, maar voorziet niet in de behoefte aan plantaardige olie en peulvruchten. Ook bevat de akkerbouwvoorraad aan het begin van het aanloopjaar voldoende zaai- en pootgoed voor de graan-, aardappelen- en bietenproductie in het aanloopjaar. De rest van de voorraad kan dan worden aangewend voor veevoer. De marktsituatie geeft al aan het begin van het aanloopjaar een aantal prikkels om graan te gaan verbouwen. De akkerbouwogst uit de overgangperiode zal gepaard gaan met lage prijzen voor aardappelen en suikerbieten, omdat het exportdeel nu ook op de binnenlandse markt terechtkomt, en hoge graanprijzen door het wegvallen van het buitenlands graan. Boeren zijn daardoor geneigd om in het aanloopjaar meer graan en minder aardappelen en suikerbieten te telen. Koolzaad en peulvruchten komen in het huidige bouwplan in Nederland nauwelijks meer voor (tabel 3.5). Omdat deze producten nodig zijn voor de voedselvoorziening in een autarkiesituatie, is het zaak boeren hierover voor te lichten. De beschikbaarheid van zaaigoed voor koolzaad en vooral peulvruchten kan door de kleine productieomvang overigens een probleem vormen: het is daarom belangrijk om direct na de oogst in de overgangperiode de benodigde hoeveelheid zaaigoed voor het aanloopjaar te reserveren. Of boeren er ook voor kiezen om oliezaden en peulvruchten te gaan verbouwen, hangt af van de verwachte prijsverhouding van deze producten ten opzichte van graan. Overwogen kan worden om akkerbouwers te verplichten een bepaald deel van hun areaal te bestemmen voor de productie van graan, oliezaden en peulvruchten. Dit deel zou kunnen worden vastgesteld dat er minimaal zoveel graan, peulvruchten en oliezaden worden geoogst om alle Nederlanders het jaar daarop te kunnen voorzien van de hoeveelheden die het autarkiemodel schetst. Omdat de lage prijzen voor aardappelen en suikerbieten de teelt van graan, peulvruchten en oliezaden aantrekkelijk maakt, werkt deze verplichting in dezelfde richting als de markt en wordt het door boeren waarschijnlijk niet als een onwerkbare dwangmaatregel ervaren. De verbouw van peulvruchten heeft als bijkomend voordeel dat het goed is voor de stikstofvoorziening in de bodem. In de huidige situatie kent Nederland weinig capaciteit om koolzaad tot olie te persen; het is daarom zaak om tijdig een koolzaadverwerkende industrie op te zetten, die de oogst van het aanloopjaar kan verwerken. De overheid kan hierbij een faciliterende rol spelen.

#### *Fruit- en groenteproductie voortgestuwd door gunstige prijzen*

Fruit- en opengrondgroentetelers hervatten hun productie zoals gebruikelijk, omdat de marktprijzen vanwege het beperkte aanbod gunstig zijn. We nemen ook aan dat de glasgroentetelers met hun productie in de onverwarmde kassen

doorgaan. Vanwege het tekort aan fruit blijft er voldoende vraag naar deze producten en blijven de prijzen op peil.

*Melkveehouders gaan door op ruwvoerbasis*

De meeste melkveehouders zullen hun koeien blijven melken op basis van alleen ruwvoer. De inkomens op melkveebedrijven kunnen door de lage melkprijzen en de lage melkgift sterk onder druk komen te staan. Eventueel kan dit noodzaken tot enige inkomensondersteuning door de overheid om zo te voorkomen dat de productie wordt gestaakt.

*Marktsituatie noopt in intensieve veehouderij naar lege stallen*

De intensieve veehouderij kampt met het vrijwel ontbreken van voergraan en lage vleesprijzen omdat er nog steeds een forse voorraad varkensvlees uit de overgangperiode boven de markt hangt. Nadat deze is opgegeten, zal de prijs van varkensvlees in de tweede helft van het aanloopjaar weer wat aantrekken. De prijzen van eieren en kippenvlees herstellen al weer vanaf het begin van het aanloopjaar, omdat het aanbod hiervan sterk terugloopt. Sommige varkenshouders kunnen deels in de voerbehoefte voorzien doordat ze grond bezitten om snijmais te telen. Verder zijn er beperkt aardappelen en suikerbieten en enig industrieaafval als varkensvoer beschikbaar. Slechts een enkele varkensvlees-, vleeskuiken- en legkippenhouder zal er in deze omstandigheden brood in zien om (gedeeltelijk) door te gaan met de productie, maar de meesten zullen besluiten hun stallen leeg te laten staan in afwachting van betere tijden. De houders van fokzeugen en moederdieren van leghennen zullen door de lage opbrengstprijzen en hoge voerprijzen dezelfde neiging hebben. Net als in de overgangperiode zou de overheid maatregelen kunnen treffen zodat een deel van de productie wordt voortgezet om het uitgangsmateriaal veilig te stellen.

*Consumptie: geen koolzaad en peulvruchten en veel aardappelen, suiker en vlees*

In dit aanloopjaar zijn Nederlanders geheel afhankelijk van in Nederland voortgebracht voedsel omdat alle voorraden buitenlandse levensmiddelen ondertussen op zullen zijn. Als de afspraken met de graanverwerkende industrie over de hoeveelheid graan die wordt gereserveerd voor menselijke consumptie blijven gehandhaafd, kan iedere Nederlander zes boterhammen per dag eten. Verder kunnen er volop aardappelen en suikergoed worden gegeten. Er zijn geen peulvruchten en plantaardige olie meer te koop omdat alle voorraden zijn uitgeput. Voor zover consumenten die willen hebben, moeten ze een beroep doen op hun privé-voorraad of dat zelf in tuinen produceren. In verband met de voorziening

van essentiële vetzuren uit plantaardige producten dient de overheid na te gaan of verstrekking van voedingssupplementen gewenst is. Fruit is mondjesmaat beschikbaar; groente is er voldoende. Door het ruime melkaanbod is er genoeg melk. Varkensvlees is zeker in de eerste helft van het aanloopjaar nog volop verkrijgbaar tegen lage prijzen omdat kan worden geput uit de aanwezige vleesvoorraad. Kippenvlees en eieren zijn er nauwelijks, want er wordt weinig pluimvee gehouden. Veel Nederlanders vullen in de informele sfeer het productiepakket aan via het verbouwen van groenten in moestuinen, het houden van kippen en konijnen, het zelf brouwen van alcoholische dranken, onderlinge ruilhandel, jagen en stropen, en het zoeken van voedsel in de natuur, zoals paardenbloemblad en zevenblad voor salades en vlierbessen voor limonade. Verder kan er aan de consumptiekant winst worden behaald doordat er waarschijnlijk minder voedsel door consumenten wordt verspild. Daardoor zou de voedselvoorziening minder kunnen verslechteren dan op het eerste gezicht op basis van de terugval in het aanbod lijkt. Schattingen wijzen uit dat Nederlanders in de huidige situatie ongeveer 10% van het aangekochte voedsel in de afvalbak laten verdwijnen (Van Westerhoven en Steenhuisen, 2010).

#### *Voedseldistributie en voorlichting over aanwending beschikbare voedsel*

Om er voor te zorgen dat het beschikbare voedsel evenredig over alle Nederlanders wordt verdeeld, blijft het voedseldistributiesysteem - dat in de overgangperiode is gestart - van kracht. Verder kan de overheid een belangrijke voorlichtende rol vervullen hoe burgers met het aanwezige voedsel smakelijke maaltijden kunnen bereiden. Ook kan de overheid voorlichting geven over de voedselproductie door burgers in de informele sfeer. Door de voortdurende druk op de graanprijs vanwege een grote vraag, is het waarschijnlijk nodig om - net als in de overgangperiode - een maximumprijs voor brood te handhaven.

#### *Oogst aan het einde van het aanloopjaar*

Vanwege de verplichting voor akkerbouwers om op een bepaald deel van hun areaal graan, peulvruchten en oliezaden te telen, is de oogst hiervan voldoende om alle Nederlanders in het volgende productiejaar de hoeveelheid brood, peulvruchten en koolzaadolie, vlees en eieren voor te schotelen die het autarkiemodel schetst. Ook kan van de akkerbouwoogst zoveel voergraan worden gereserveerd als het autarkiemodel aangeeft nodig te hebben in de intensieve veehouderij. Tot slot voorziet de oogst van het aanloopjaar ook in voldoende zaai- en pootgoed voor het volgend productiejaar volgens de behoefte van het autarkiemodel. Waarschijnlijk zal de productie wat groter zijn dan de minimale



omvang waar het autarkiemodel van uitgaat, omdat boeren ook het areaal, dat volgens het autarkiemodel braak blijft liggen, zullen gebruiken.

#### **4.5 Stationaire autarkiesituatie**

In het aanloopjaar is de basis gelegd om de voedselvoorziening in Nederland tijdens een autarkiesituatie zo te laten verlopen als het autarkiemodel schetst: er kan zoveel voedsel worden geproduceerd dat iedereen een gevarieerd menu met voldoende voedingsstoffen kan eten. In deze paragraaf bespreken we de productie en consumptie in een stationair draaiende autarkie: een autarkische situatie die in principe oneindig op dezelfde manier door kan gaan. We geven ook aan waar overheidsingrijpen nodig is.

##### *Verplichte percentages akkerbouwareaal voor granen, oliezaden en peulvruchten*

In het aanloopjaar heeft de overheid de akkerbouwers de verplichting opgelegd om een bepaald deel van het areaal te gebruiken voor de teelt van graan, peulvruchten en oliezaden. Het is de vraag of deze verplichting in een stationaire autarkiesituatie nog nodig is, omdat de marktprikkels door de grote vraag naar graan, peulvruchten en oliezaden ook zullen leiden tot het inzaaien van het akkerbouwareaal met deze gewassen. Veiligheidshalve kan er voor worden gekozen om de verplichting toch nog enige tijd te continueren in de stationaire autarkiesituatie om er zeker van te zijn dat er voldoende wordt geoogst om de voedselvoorziening, op de wijze die het autarkiemodel schetst, te handhaven.

##### *Fruit- en groentetelers en melkveehouders gaan door*

In de stationaire autarkie blijven de fruit- en groentetelers net als in het aanloopjaar door produceren vanwege de gunstige prijzen op de krappe markt. Melkveehouders gaan ook verder op dezelfde voet: melkproductie op basis van ruwvoer. Er is nu overigens wel wat krachtvoer beschikbaar voor melkvee, maar het is niet rendabel voor melkveehouders dat te gebruiken: de extra melk die dat oplevert heeft een drukkend effect op de toch al lage melkprijs.

##### *Dierrechten in de intensieve veehouderij*

In tegenstelling tot de vorige twee fasen, waarin de beschikbare hoeveelheid voergraan een restpost vormde nadat er voldoende graan voor brood was gereserveerd, is er in een stationaire autarkiesituatie een vaste hoeveelheid voergraan beschikbaar. De omvang daarvan is echter niet zo groot dat alle in-

tensieve veehouders zoveel kunnen gaan produceren als in een situatie waarbij export mogelijk is. In een stationaire autarkiesituatie hoeft er alleen voor de binnenlandse consumptie te worden geproduceerd. De vraag is nu: welke intensieve veehouder kan gaan produceren en welke niet, of gaat elke veehouder minder dieren houden? Om deze kwestie op te lossen, kan de overheid een systeem van verhandelbare dierrechten instellen, waarbij er zoveel rechten uit worden gegeven als dieren nodig zijn in de aantallen die het autarkiemodel schetst. Met behulp van dit systeem komen er weer meer stallen in gebruik dan in het aanloopjaar.

*Consumptie: weer genoeg koolzaad, peulvruchten en eieren*

In een stationaire autarkiesituatie is er volgens het autarkiemodel voor iedere Nederlander een gevarieerd levensmiddelenpakket met brood, aardappelen, suiker, peulvruchten, groenten, fruit, melk, vlees en eieren beschikbaar. Ook is er nu voor het eerst wat koolzaadolie van eigen bodem voorradig. De afspraken van de overheid met de graanverwerkende industrie over de broodproductie blijven van kracht, evenals het voedseldistributiesysteem. Net als in het aanloopjaar blijven burgers voor de voedselvoorziening ook in het informele circuit met moestuinen, eigen brouwerijtjes, eigen veefokkerij, jacht, visserij en ruilhandel actief. De voedselvoorziening in dit informele circuit zal verder worden aangevuld met producten van het areaal dat het autarkiemodel braak laat liggen.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

---

*Kan de Nederlandse landbouw in een autarkiesituatie 17 mln. Nederlanders voeden?*

Stel dat Nederland te maken krijgt met extreme voedselcrisisomstandigheden veroorzaakt door politieke conflicten, langdurige droogte, omvangrijke overstromingen, zware vulkaanuitbarstingen of grootschalige epidemieën in de vee-stapel, is Nederland dan in staat om haar bevolking te voeden? In deze studie hebben we een denkoefening gedaan of de Nederlandse landbouw in een autarkiesituatie - waarbij geen import en export meer mogelijk is - voldoende voedsel kan produceren voor 17 mln. Nederlanders. Daarbij hebben we ook de vragen behandeld hoe de Nederlandse landbouw dan moet worden ingericht en hoe de overgang van de huidige situatie naar een autarkiesituatie verloopt en welke interventies de overheid daarbij kan doen.

Als afronding van deze studie trekken we een aantal conclusies en doen we aanbevelingen voor overheidsinterventies in het overgangsproces van producenten en consumenten naar een autarkiesituatie.

*1. Studie geeft geen toekomstscenario, maar handvatten voor actualisering crisisdraaiboek.*

Een autarkiesituatie is een extreme crisisomstandigheid en het is nauwelijks denkbaar dat Nederland in het huidige tijdperk van globalisering en bovennationale samenwerking in EU-, WTO-, VN- en NAVO-verband ooit in zo'n situatie terecht zal komen. De schets van de Nederlandse landbouw en de voedselvoorziening onder autarkische omstandigheden in deze studie is dan ook uitdrukkelijk niet bedoeld als één van de toekomstscenario's van de Nederlandse landbouw. Het ministerie van EZ, dat de verantwoordelijke beleidsinstantie voor de voedselvoorziening in Nederland is, heeft de opdracht voor deze studie gegeven omdat het bezig is om het *Beleidsdraaiboek Crisisbeheersing Nationale Voedselvoorziening* te actualiseren. Het draaiboek bevat aanwijzingen hoe met voedselcrisisituaties om te gaan. De inzichten uit deze studie zijn bedoeld als handvatten voor de actualisering van het draaiboek.

*2. De Nederlandse landbouw kan 17 mln. monden voeden.*

Om na te gaan of de Nederlandse landbouw in een autarkiesituatie 17 mln. monden kan voeden moeten we weten hoeveel en welk voedsel die 17 mln.

mensen eten per jaar. In overleg met het Voedingscentrum hebben we drie alternatieve voedselpakketten onderscheiden: één met een karig menu (voedingspatroon-minimum), één op basis van het huidige menu (voedingspatroon-maximum) en één met een gezond menu (voedingspatroon-gezond). Verder hebben we gewerkt met twee opbrengstniveaus per ha en per dier: het huidige niveau en een lager niveau als er onvoldoende productiemiddelen als kunstmest en veevoer aanwezig zijn. Door de drie voedselpakketten te koppelen aan de twee opbrengstniveaus ontstaan zes scenario's. Op die manier hebben we geprobeerd om de uitersten van de landbouwproductie en de voedselvoorziening te verkennen. Vervolgens hebben we een optimaliseringsmodel - het autarkiemodel - ontwikkeld om na te gaan hoe de voedingsmiddelen in de zes scenario's met een minimale inzet van landbouwareaal kunnen worden geproduceerd. Uit de modelberekeningen blijkt dat de Nederlandse landbouw in alle zes scenario's in staat is om de Nederlandse bevolking te voeden, en dat er zelfs areaal over blijft. Dit varieert van ongeveer de helft van het landbouwareaal in de scenario's met een hoge opbrengst per ha en per dier tot zo'n 10% in de scenario's met een laag opbrengstniveau.

3. *De overgang van de huidige situatie naar een autarkiesituatie vergt ingrijpende aanpassingen in zowel de landbouwproductie als in de voedselconsumptie van de bevolking.*

De samenstelling van de landbouwproductie en de voedselconsumptie in een autarkiesituatie wijkt nogal af van de huidige situatie. Volgens de modelberekeningen is vooral de productie van aardappelen, suikerbieten, melk, varkensvlees, pluimveevlees en eieren in een autarkiesituatie lager dan de huidige productie, en die van koolzaad en peulvruchten juist flink hoger. Waar de akkerbouwers de veranderingen in de productie vrij gemakkelijk kunnen opvangen door verschuivingen in het teeltplan, zijn de wijzigingen voor de veehouders daarentegen veel ingrijpender. Al direct na het wegvallen van de buitenlandse handel worden zij geconfronteerd met het gebrek aan buitenlandse afzetmogelijkheden en een tekort aan veevoer. Vooral in de intensieve veehouderij zullen veel veehouders hun productie beëindigen, terwijl de melkveehouders er waarschijnlijk voor zullen kiezen het vee alleen ruwvoer te geven. Ook de consument krijgt in een autarkiesituatie te maken met grote veranderingen in het voedselpakket. Het meest in het oog springen de geringe graanconsumptie, de overvloed aan aardappelen, het ontbreken van varkensvlees, de soms hoge consumptie van kippenvlees en de vele eieren. Deze afwijkende samenstelling van productie en consumptie komt doordat

in het autarkiemodel van een sterk vereenvoudigde inrichting van de Nederlandse landbouw en minimalisatie van het grondgebruik wordt uitgegaan. Als twee producten dezelfde voedingsstoffen leveren, dan kiest het model dat product dat de minste inzet van landbouwareaal vergt. Dit verklaart waarom het model Nederlanders geen varkensvlees laat eten: het kost minder areaal om eenzelfde hoeveelheid kippenvlees te produceren. Als we andere randvoorwaarden zouden gebruiken, dan rolt er een ander voedselpakket uit het model. Verder bevatten de menu's in de scenario's ook geen levensmiddelen zoals pasta, rijst, koekjes, noten, frisdrank en alcoholische dranken.

*4. Afwijkend autarkiemenu leidt tot aanvullende voedselvoorziening in de informele sfeer.*

De ervaring leert dat mensen - als bepaalde producten schaars of niet-voorradig zijn - erg inventief zijn en die producten zelf gaan maken of op zoek gaan naar alternatieven. Verwacht mag worden dat er in een autarkiesituatie allerlei huisindustrietjes en thuisbrouwerijen ontstaan, dat veel particulieren een moestuin gaan aanleggen, huisdieren zoals konijnen voor de slacht worden gehouden en zelf gaan vissen, en dat er meer op wild zal worden gejaagd. Als stadsbewoners hun krachten bundelen, kan stadslandbouw - zoals tijdens de voedselcrisis in Cuba in de jaren negentig - ook een alternatief zijn om bepaalde gewenste landbouwproducten voort te brengen.

*5. Productie in autarkiesituatie zal groter zijn dan het model aangeeft omdat het model niet alle landbouwareaal in Nederland benut.*

Om 17 mln. Nederlanders in een autarkiesituatie te voeden is volgens de berekeningen met het autarkiemodel 50-90% van het Nederlandse landbouwareaal nodig. De resterende grond blijft in het model braak liggen. In werkelijkheid zal dit areaal waarschijnlijk wel worden benut voor de voortbrenging van producten als aanvulling op het autarkiemenu uit het model. In de denk-oefening in deze studie hoe vraag en aanbod van landbouwproducten zich aanpassen aan een autarkiesituatie is met deze productie geen rekening gehouden. Net als de alternatieve productie door consumenten is deze productie beschouwd als onderdeel van de informele economie.

*6. In het beleidsdraaiboek moet rekening worden gehouden met de drie verschillende fasen in het aanpassingsproces.*

De inrichting van de landbouwproductie en de samenstelling van het voedselpakket in een vrijhandelssituatie verschillen van die in een autarkiesituatie. Het duurt enige tijd voordat de landbouwproductie zodanig is ingericht dat

het een gevarieerd autarkisch menu aan de bevolking kan bieden. Ruwweg kan de aanpassingsperiode vanaf het moment dat de import en export wegvallen tot aan het stationair draaien van de autarkielandbouw in drieën worden geknipt: (1) een overgangperiode; (2) een aanloopjaar naar een stationaire autarkie en (3) een situatie van stationaire autarkie. De aanwezige voorraden producten en de veestapel uit de vorige periode zijn daarbij leidend voor vraag en aanbod in de volgende periode. Marktprikkels en overheidsinterventies kunnen verschillen tussen de fasen. Het is dan ook belangrijk om hier bij het actualiseren van het beleidsdraaiboek rekening mee te houden.

*7. Aan de consumentenkant zijn er stringenter overheidsinterventies nodig dan aan de producentenkant.*

Vrij snel na het ingaan van de autarkiesituatie zullen op de markt tekorten aan graan, plantaardige spijsoolie, peulvruchten en fruit ontstaan en overschotten voor aardappelen, suiker, melk, vlees en eieren. Dit vergt aanpassingen in het consumptiepatroon en bij de productiebeslissingen. In principe kunnen die aanpassingen tot stand komen door de vrije marktwerking. Als de overheid die uitkomsten echter ongewenst vindt, kan ze ingrijpen in de marktwerking door wet- en regelgeving of proberen het marktgedrag te beïnvloeden door voorlichting, stimulering en facilitering. Aan de consumentenkant blijkt stringenter overheidsingrijpen nodig te zijn dan aan de producentenkant. Om een onevenwichtige voedselverdeling over te bevolking te voorkomen, kan een voedseldistributiesysteem uitkomst bieden. Verder kan de overheid voorlichting geven hoe burgers met de beschikbare voedingsmiddelen smakelijke maaltijden kunnen bereiden. Aan de producentenkant stemmen producenten hun productiebeslissingen zelf af op de nieuwe marktsituatie. Overheidsinterventies kunnen hier beperkt blijven tot het bijsturen van de marktwerking. Te denken valt daarbij aan het geven van voorlichting over de verwachte binnenlandse vraag naar landbouwproducten, zodat boeren hun productiekeuze op basis van gedegen informatie kunnen maken, een verplichting om een bepaald deel van akkerbouwareaal te bestemmen voor de productie van graan, oliezaden en peulvruchten, steunmaatregelen voor de houders van melkvee, fokzeugen en moederdieren van leghennen, en aan dierrechten in de intensieve veehouderij.

*Overzicht van de overheidsinterventies*

Een overzicht van de mogelijke overheidsinterventies per fase van het aanpassingsproces wordt in tabel 5.1 gegeven. Net als in een aantal andere landen zou verder overwogen kunnen worden om uit voorzorg een strategische voor-

**Tabel 5.1**      **Overzicht van de overheidsinterventies in de drie fasen van het aanpassingsproces van het wegvallen van import en export tot aan een stationaire autarkiesituatie**

Interventie	1	2	3
	over- gangs- periode	aanloopjaar naar een stationaire autarkie	statio- naire autarkie
<i>Consumentenkant</i>			
Voedseldistributiesysteem	x	x	x
Inventarisatie van de graanvoorraden om na te gaan of er tot aan het eind van het productie-seizoen voldoende graan is om de bevolking van brood te voorzien	x		
Inventarisatie van voorraden oliezaden en peulvruchten bij de handel en verwerkende industrie	x		
Maken van afspraken met de graanverwerkende industrie over verdeling aanwezige voorraad graan over broodgraan en veevoer	x	x	x
Instellen van een maximum broodprijs als de broodprijs teveel oploopt	x	x	x
Verstrekking van voedingssupplementen om het tekort aan essentiële vetzuren uit plantaardige olie op te vangen	x	x	
Voorlichting over welke groenten het tekort aan fruit kunnen opvangen	x		
Voorlichting over welke binnenlandse alternatieven er bestaan voor de weggevalle geïmporteerde voedingsmiddelen	x		
Voorlichting hoe burgers met de beschikbare voedingsmiddelen smakelijke maaltijden kunnen bereiden	x	x	x
Voorlichting over de voedselvoorzienings-activiteiten in de informele sfeer		x	x

**Tabel 5.1**

**Overzicht van de overheidsinterventies in de drie fasen van het aanpassingsproces van het wegvallen van import en export tot aan een stationaire autarkiesituatie (vervolg)**

Interventie	1	2	3
	over-gangs-periode	aanloopjaar naar een stationaire autarkie	stationaire autarkie
<i>Producentenkant</i>			
Voorlichting over de veranderde binnenlandse vraag naar graan, oliezaden, peulvruchten, suikerbieten en aardappelen aan akkerbouwers, zodat ze hun gewaskeuze op basis van gedegen informatie kunnen maken	x		
Voorlichting aan glasgroentetelers welke producten uit onverwarmde kassen aansluiten bij de behoefte van consumenten	x		
Maatregelen waardoor een deel van de houders van fokzeugen en moederdieren van leghennen hun productie kunnen voortzetten	x	x	
Een verplichting voor akkerbouwers om een bepaald deel van hun areaal te bestemmen voor de productie van graan, oliezaden en peulvruchten		x	x
Faciliteren bij het opzetten van een koolzaadverwerkende industrie		x	
Inkomensondersteuning aan de melkveehouderij		x	
Invoeren van een systeem van verhandelbare dierrechten in de varkens- en pluimveehouderij			x

raad van voedingsmiddelen, die in een vrijhandelssituatie worden geïmporteerd, aan te leggen. Dit geldt in het bijzonder voor plantaardige olie, die nodig is voor de voorziening van essentiële vetzuren. Zo'n strategische voorraad voedingsmiddelen zou kunnen worden uitgebreid met een voorraad geïmporteerde productiemiddelen als kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen en diergeneesmiddelen.



# Literatuur en websites

---

Animal Science Group, 2003. *Kwantitatieve Informatie-Veehouderij 2003-2004*. Wageningen UR: ASG.

Bakker, Th.M., 1985. *Eten van eigen bodem; Een modelstudie*. Den Haag: LEI.

Berkhout, P. en C. van Bruchem (red.), 2010. *Landbouw-Economisch Bericht 2010*. Rapport 2010-013. Den Haag: LEI.

Berkhout, P. en P. Roza (red.) 2012. *Landbouw-Economisch Bericht 2012*. Rapport 2012-038. Den Haag: LEI.

Bieleman, J. 2008. *Boeren in Nederland; Geschiedenis van de landbouw 1500 - 2000*. Amsterdam.

Brandt, K., O. Schiller en F. Ahlgrimm, 1953. *Management of agriculture and food in the German occupied and other areas of the fortress Europe*. Stanford University Press.

Brunstad, R.J., I. Gaasland en E. Vardal, 2005. 'Multifunctionality of agriculture: an inquiry into the complementarity between landscape preservation and food security.' In: *European Review of Agricultural Economics* 32-4, pp. 469-488.

Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL), 2011. Website van Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL.  
<http://www.bwl.admin.ch/themen/00504/index.html?lang=de>.

CBS-LEI, 2011. *Land- en tuinbouwcijfers 2011*. Den Haag: LEI.

EZ (Ministerie van Economische Zaken), 2012. *Mondelinge informatie van M. van Kesteren*. Directie Energiemarkt, Den Haag.

Gezondheidsraad, 2001. *Voedingsnormen energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten*. Den Haag.

- Hendriks, Th.H.B. en P. van Beek, 1991. *Optimaliseringstechnieken: principes en toepassingen*. Bohn Stafleu Van Loghum (3e geheel herziene druk), Houten.
- Holz, K., T.M. Hentschel en V. Gizewski, 1999. *Auf den Notfall vorbereitet; Gefährdungspotentiale für die Nahrungsmittelversorgung und deren Absicherungskonzepte im Frieden und in Krisensituationen*. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.
- Klepp, K. and J.L. Forster, 1985. 'The Norwegian Nutrition and Food Policy: An Integrated Policy Approach to a Public Health Problem.' In: *Journal of Public Health Policy* 6-4, pp. 447-463.
- Leenstra, F. en T. Vellinga, 2011. *Eco footprint van gezelschapsdieren; Eerste verkenning met focus op katten, honden en paarden*. Wageningen. Powerpoint-presentatie.
- Leeuwen, M. van, T. de Kleijn en B. Pronk, 2012. *Het Nederlandse agrocomplex 2011*. Rapport 2011-081. Den Haag: LEI.
- Ministerie van Landbouw, Visserij en Natuurkwaliteit (LNV), 2008. *Draaiboek Crisisbeheersing Voedselvoorziening*. Den Haag, versie 2.0.
- Nederlandveilig, 2013. *Noodpakket*. Via website: <http://www.nederlandveilig.nl/noodsituaties/noodpakket/>.
- Ponti, T. de, B. Rijk en M. K. van Ittersum, 2012. 'The crop yield gap between organic and conventional agriculture.' In: *Agricultural Systems* 108, pp. 1-9.
- Port of Rotterdam Authority 2010. *Facts & figures Rotterdam Energy Port and Petrochemical Cluster*. Schiedam.
- Productschap Diervoeder 2007. *Tabellenboek Veevoeding 2007: voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoerders*. Den Haag, CVB.
- RIVM 2011. *Voedselconsumptiepeiling 2007-2010*. Bilthoven.

Schreuder, R., M. van Leeuwen, J. Spruijt, M. van der Voort, P. van Asperen en V. Hendriks-Goossens, 2009. *Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2009*. Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Trienekens, G.M.T., 1985. *Tussen ons volk en de honger: de voedselvoorziening, 1940-1945*. Utrecht.

USDA 2008. *Cuba's Food & Agriculture Situation Report*. Washington, FAS.

Voedingscentrum, 2011. *Richtlijnen Voedselkeuze (De Schijf van Vijf)*. Via website: [www.voedingscentrum.nl/professionals/pers/persberichten/richtlijnen-voedselkeuze1.aspx](http://www.voedingscentrum.nl/professionals/pers/persberichten/richtlijnen-voedselkeuze1.aspx).

Warwick, H., 1999. 'Cuba's organic revolution.' In: *The Ecologist*, pp. 29-8.

Weijden, W. van der, K. Burger, D. Jansen, C. Rougoor en E. Hees, 2011. *De kwetsbaarheid van het Europese landbouw- en voedselsysteem voor calamiteiten en geopolitiek (2010-2020)*. Rapport en advies aan de Staatssecretaris van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie; Culemborg, Platform Landbouw, Innovatie en Samenleving.

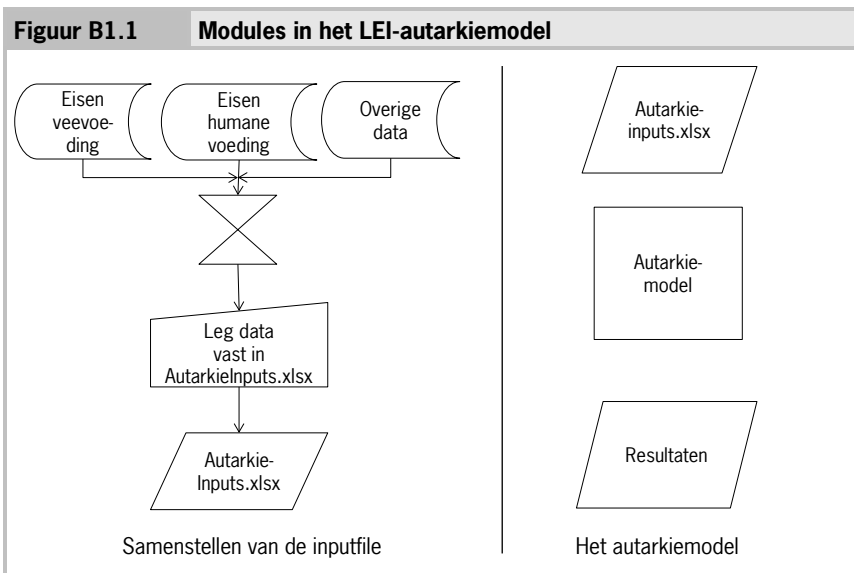
Westerhoven, M. van en F. Steenhuisen, 2010. *Bepaling voedselverliezen bij huishoudens en bedrijfs catering in Nederland*. Amsterdam.

# Bijlage 1

## Beschrijving van het rekenmodel

Om te berekenen of de Nederlandse landbouw in geval van extreme voedsel-crisisomstandigheden 17 mln. Nederlanders kan voeden, heeft het LEI het LEI-autarkiemodel gemaakt. Het LEI-autarkiemodel bestaat gezien uit drie modules:

1. *een inputmodule*: data over conversies tussen primair product en voedingsmiddel, eisen humane voeding en veevoeding, opbrengsten per landbouwproduct, enzovoort;
2. *een modelmodule*: een niet-lineair programmeringsmodel (NLP);
3. *een outputmodule*: de resultaten van het model voor onder andere cultuurgrondgebruik, samenstelling van het uiteindelijke voedingsmiddelenpakket en andere (figuur B1.1).



*Input: eisen aan humane voeding*

Er worden twee soorten eisen onderscheiden bij de humane voeding:

1. eisen aan de (relevante) voedingsstoffen zoals eiwit, vitamines en andere en de hoeveelheid calorieën onder verschillende scenario's;
2. eisen aan de hoeveelheden voedingsmiddelen zoals gram brood, gram fruit en andere.

In tabel B1.1 geven we aan welke bronnen zijn gebruikt voor het vaststellen van de eisen voor de voedingsstoffen in de verschillende scenario's. De eisen aan de hoeveelheden voedingsmiddelen zijn afkomstig van het Voedingscentrum (Memo Breedveld en Werkman). In de bronnen zijn de eisen uitgedrukt per persoon en onderscheiden naar leeftijd en geslacht. Die zijn voor het model omgerekend naar 'een gemiddelde Nederlander' op basis van CBS-bevolkingsdata voor 2011 per leeftijdscohort en per geslacht.

<b>Tabel B1.1</b>		<b>Gebruikte bronnen voor de eisen aan voedingsstoffen in de scenario's</b>		
<b>Scenario</b>	<b>Energie</b>	<b>Voedingsstoffen</b>		
		<b>Eiwit</b>	<b>Vet</b>	<b>Koolhydraat</b>
Minimum	Ondergrens van normen van de Gezondheidsraad 2001	Gemiddeld van normen van de Gezondheidsraad 2001	Ondergrens van normen van de Gezondheidsraad 2001	Afkappunten: Institute of Medicine (IOM)
Maximum	Op basis van Voedsel Consumptie Peiling (VCP) 2007-2010 en 2001	Idem	Idem	Idem
Gezond	Gemiddelde van normen van de Gezondheidsraad 2001	Aanbevolen door Gezondheidsraad 2001	Bovengrens onwenselijk gewicht volgens normen van de Gezondheidsraad 2001	Aanbevolen hoeveelheid door Gezondheidsraad 2001

*Input: eisen aan veevoeding*

De voerbehoefte van dieren en de voedingswaarde van de veevoerders (gewassen en de gewasresten) zijn afkomstig uit Productschap Diervoeder (2007). De behoefte van dieren aan de verschillende voedingsstoffen wordt gecorrigeerd voor opfokdieren. Zo wordt de voerbehoefte voor een vleesvarken berekend als zijn behoefte gedurende zijn gehele levensduur vanaf het moment dat hij 20 kg weegt plus zijn voerbehoefte als gespeende big plus een deel van de voerbehoefte van de moederzeug.

*Input: overige data*

Het gehalte aan voedingsstoffen per voedingsmiddel is afkomstig van het Nederlandse Voedingsstoffen Bestand (<http://nevo-online.rivm.nl/>). Voor de huidige productie van akkerbouwgewassen hebben we gebruik gemaakt van KWIN Akkerbouw 2009 (Schreuder et al., 2009) en Landbouwcijfers 2011 (CBS-LEI, 2010). Voor de huidige dierlijke productie is gebruik gemaakt van KWIN Veehouderij (ASG, 2003) en Landbouwcijfers 2011 (CBS-LEI, 2010). Voor de productie van fruit en glasgroente is gebruik gemaakt van Landbouwcijfers 2011 (CBS-LEI, 2010). Bij een hoog productieniveau wordt uitgegaan van de huidige productiegegevens. Bij een laag productieniveau wordt voor gewassen 70% van het hoge productieniveau gehanteerd (zie Ponti et al., 2011). Voor dieren is voor het bepalen van een laag productieniveau als volgt te werk gegaan:

- voor varkens en pluimvee is gebruik gemaakt van persoonlijke mededelingen van de LEI-experts Robert Hoste en Peter van der Horne. Zij gaven aan de productie per dier in de biologische veehouderij op hetzelfde niveau ligt als dat in de huidige landbouw, maar dat het voerverbruik per dier zo'n 15-20% hoger ligt. Verder is de levensduur van legkippen in de biologische veehouderij iets korter, zodat we van een eiproductie van 300 (in plaats van 320) per leggen zijn uitgegaan;
- de melkproductie per koe wordt in het model wordt bepaald op basis van de beschikbaarheid van adequate voeding voor melkvee. Omdat melkvee grondgebonden is en het autarkiemodel gestuurd wordt door minimalisatie van het in gebruik zijnde areaal, heeft het model de neiging de melkproductie per koe te maximaliseren. Om dit te begrenzen is een variatiebreedte ingesteld. De melkproductie wordt daarbij beperkt 3.650-7.300 liter per koe per jaar. Het maximum is lager dan de huidige melkproductie (gemiddeld 8.710 liter per koe per jaar; CBS-LEI, 2012) omdat de minimalisering van het grondgebruik leidt tot een lagere krachtvoergift per koe. Wel ligt het boven de melkproductie per koe in de biologische landbouw (zo'n 6.800 liter per koe per jaar; Binternet). Bij het lage productieniveau is ervan uitgegaan dat de melk-

gift per koe op 70% van de door ons gehanteerde productie op het hoge niveau ligt, dus 3650-5100 liter per koe per jaar. We hebben hier niet het niveau van de biologische melkveehouderij genomen, omdat die doorgaans werkt met een ander type koeien, die deels ook voor de vleesproductie zijn bestemd.

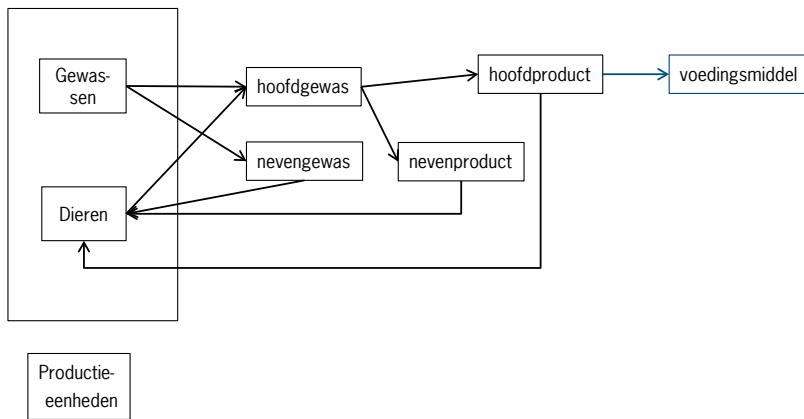
Naast de akkerbouwgewassen, opengrondsgroenten en de dierlijke productie wordt ook nog rekening gehouden met de fruit- en glasgroenteproduktie. We gaan er daarbij van uit dat het huidige areaal (2010) fruit (appels en peren) gehandhaafd blijft. De huidige productie van appels en peren afkomstig van dit areaal is echter te klein om in de behoefte aan fruit van 17 mln. Nederlanders op basis van de voedingsadviezen te voorzien.

Glasgroente wordt in het autarkiemodel verbouwd in niet-verwarmde kassen. Dat betekent dat de huidige productie niet wordt gehaald: de productie per ronde is lager net als het aantal rondes. We gaan in de scenario's met een hoog productieniveau uit van 50% van de huidige productie (2010) (pers. med. LEI-expert Mark Ruijs: het productieniveau in de koude kas is maximaal 50% van de huidige productie). In de scenario's met een laag productieniveau gaan we uit van 70% van dat in de scenario's met een hoog productieniveau. Dit is conform de aanpak bij de akkerbouwgewassen.

#### *Het autarkiemodel: conceptueel*

Het proces van landbouwactiviteit naar concreet voedingsmiddel is in fasen opgebouwd (figuur B1.2). De productie-eenheden vormen de basis (tabel B1.2). Productie-eenheden produceren hoofdgewassen of dierlijke producten. Hiervan worden hoofdproducten gemaakt en deze worden weer voedingsmiddel. Daarnaast worden er nevgewassen zoals gras, snijmais en stro, geproduceerd. Nevgewassen worden gebruikt voor de voeding van vee. Ten slotte ontstaan er bij de conversie van het hoofdgewas naar hoofdproduct zogenaamde nevenproducten. Een voorbeeld hiervan is bietenperspulp, dat ontstaat bij de productie van suiker uit suikerbieten. Dieren worden gevoerd met zowel nevgewassen, nevenproducten en hoofdproducten. Daarbij zijn hoofdproducten van dierlijke oorsprong uitgesloten. Op die manier wordt vermeden dat dieren worden gevoerd met vlees, melk en/of eieren.

**Figuur B1.2 Conceptueel proces in het LEI-autarkiemodel van productie-eenheden naar voedingsmiddelen**



Voorbeeld: Productie-eenheid 'tarwe' => hoofdgewas 'tarwe', hoofdproduct 'meel', voedingsmiddel 'brood'.  
Maar ook nevengewas 'stro'.

**Tabel B1.2 Productie-eenheden en voedingsmiddelen in het LEI-autarkiemodel**

productie-eenheid	hoofdgewas	nevengewas	hoofdproduct	voedingsmiddel	hoofdvoedingsmiddel
Tarwe	Tarwe	stro	Tarwe	brood	brood
Rogge	Rogge	stro	Rogge	brood	brood
Zomergerst	zomergerst	stro	zomergerst	brood	brood
WinterGerst	WinterGerst	stro	WinterGerst	brood	brood
consumptie aardappel	consumptie aardappel	ADP_ rauw	aardappel	aardappel	aardappel
Suikerbiet	Suikerbiet	Bietenblad vers	Suiker	suiker	suiker
Koolzaad	Koolzaad		Koolzaadolie	koolzaadolie	plantaardig vet
Bonen	Bonen	stro	Bonen	bonen	vlees
Erwten	Erwten	stro loof	Erwten	erwten	vlees
Groenten	groenten		Groenten	groenten	groenten
Melkkoe	Rundermelk		rundermelk	melk	melkproducten
	Rundvlees		rundvlees	rundvlees	vlees
Schaap	Schapenvlees		schapenvlees	schapenvlees	vlees
Vleesvarken	Varkensvlees		varkensvlees	varkensvlees	vlees
Leghen	Kippenvlees		kippenvlees	kippenvlees	vlees
	Eieren		eieren	eieren	vlees
Vleeskuiken	Kippenvlees		kippenvlees	kippenvlees	vlees
Gras		gras			
Snijmais		snijmais			



*Het autarkiemodel: wiskundig*

Hendriks en Van Beek (1991) definiëren een lineair programmeringsprobleem als een optimalisatie waarbinnen een lineaire functie (al dan niet de doelfunctie) zodanig moet worden geoptimaliseerd dat het ook aan de restricties voldoet.

De algemene formulering van een lineair programmeringsprobleem ziet er als volgt uit:

$$\text{maximaliseer } w = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (1.1)$$

onder de voorwaarden

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_j \quad (i = 1, \dots, m) \quad (1.2)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n) \quad (1.3)$$

Vergelijking (1.1) wordt ook wel de doelfunctie genoemd en (1.2) en (1.3) zijn de restricties.

Door c-coëfficiënten in een doelfunctie te vervangen door negatieve c-coëfficiënten (minimaliseer  $w = \sum_{j=1}^n -c_j x_j$ ) verandert de maximaliseringsdoelfunctie in een minimaliseringsdoelfunctie.

Het LEI-autarkiemodel is een niet-lineair optimaliseringsmodel met als doelfunctie minimalisatie van de hoeveelheid benodigd areaal onder een set van restricties.<sup>1</sup> Bij een niet-lineair optimaliseringsproblemen heeft minstens één restrictie en/of de doelfunctie een niet-lineaire vorm. Dat betekent dat in minimaal één van de vergelijkingen een product van één of meer variabelen voorkomt.

Een voorbeeld van een lineaire vergelijking is  $a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \leq b$ .

Voorbeelden van niet-lineaire vergelijkingen zijn  $a_1 x_1^2 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \leq b$  en  $a_1 x_1 x_2 + a_2 x_3 \leq b$ .

---

<sup>1</sup> Omdat de hoeveelheid benodigd areaal in de scenario's kleiner is dan wat in Nederland beschikbaar is, is het mogelijk om deze werkwijze te hanteren. Als er meer areaal nodig zou zijn dan wat er in Nederland beschikbaar is, dan zou het huidig beschikbaar areaal in Nederland bij voorkeur aan de restricties moeten worden toegevoegd.

### *Het autarkiemodel: restricties*

1. Restricties voedingsbehoeften van melkvee
  - De kVEM-behoefte van melkvee is het product van het aantal melkkoeien en de kVEM-behoefte per melkkoe. De kVEM-behoefte per melkkoe is een lineaire vergelijking en is onder andere afhankelijk van de melkproductie per koe. De exacte rekenregel staat vermeld in CVB (2007). De kVEM-behoefte is voor een deel voor onderhoud en voor een deel voor de melkproductie per koe bestemd.
  - De DVE-behoefte van melkvee is het product van het aantal melkkoeien en de DVE-behoefte per melkkoe. De DVE-behoefte per melkkoe is een lineaire vergelijking en is onder andere afhankelijk van de melkproductie per koe. De exacte rekenregel staat vermeld in CVB (2007). De DVE-behoefte is voor een deel voor onderhoud en voor een deel voor de melkproductie per koe bestemd.
2. Restricties voedingsbehoefte van overige dieren (i.e. niet-melkvee)
  - De voedingswaardebehoefte van dieren naar diertype is het product van het aantal dieren en de behoefte aan voedingswaarden per diertype per dier.
  - De voedingsbehoeften van dieren uitgedrukt in voedingswaarden moet gelijk zijn aan de som van de voedingswaarden van nevengewassen, nevenproducten en hoofdproducten bestemd voor veevoer.
  - Het veevoeraanbod voor dieren is groter of gelijk aan de voerbehoefte van dieren naar diertype en voedingswaarde.
3. Restricties met betrekking tot de melkproductie
  - De melkproductie op jaarbasis is gelijk aan de hoeveelheid rundermelk die nodig is volgens de voedingsrichtlijnen. De melkproductie op jaarbasis is het product van het aantal melkkoeien, de melkproductie per koe per dag en het aantal dagen per jaar dat er per koe melk wordt gegeven.
4. Restricties met betrekking tot de voeding bij de mens
  - De uiteindelijke hoeveelheid voedingsmiddel is gelijk aan de hoeveelheid hoofdproduct die overblijft na correctie voor verliezen en de hoeveelheid hoofdproduct die voor veevoer wordt gebruikt.
  - De hoeveelheid verschillende voedingsstoffen (eiwit, enzovoort) en energie (kcal) is gelijk aan de behoefte van 16,47 mln. mensen gedurende 1 jaar.
  - De hoeveelheid voedingsmiddelen per persoon per dag moet gelijk zijn aan de aanbevolen hoeveelheden in de Schijf van Vijf (tabel 2.2).

5. Restricties verhouding dierlijk en plantaardig vet in het pakket.
  - De totale vetconsumptie bestaat minimaal voor 75% en maximaal voor 80% uit dierlijke vetten. Op die manier wordt het model gedwongen om ruimte te maken voor plantaardige eiwitten, die nodig zijn voor de voorziening van essentiële plantaardige vetzuren.
6. Restricties aantal stuks melkvee, schapen en gras
  - Het aantal productie-eenheden gras is groter of gelijk aan dat wat voor melkkoeien en schapen nodig.
  - Het aantal melkkoeien per ha gras is in de scenario's met hoge productie maximaal 2 per ha (exclusief het areaal voor schapen).
  - Het aantal melkkoeien per ha gras is in de scenario's met lage productie maximaal 1 per ha (exclusief het areaal voor schapen).
  - Per koe is er minimaal 1 schaap aanwezig.
  - Veenweidegrond kan in het model alleen voor grasland worden gebruikt. Dat betekent dat er in alle scenario's 180.000 ha grasland beschikbaar is.
7. Restricties aan specifieke voedingsmiddelen

Om te voorkomen dat het model het hele voedingsmiddelenpakket volstopt met het voedingsmiddel dat het minste areaal kost, zijn begrenzers gebruikt:

  - De energiebehoefte (in kcal.) per persoon per dag wordt voor minimaal 10% en maximaal 20% geleverd door suiker van suikerbieten. Deze begrenzing is geschat op basis van eisen van de WHO en de geschatte suikerhoeveelheid in melk, fruit e.d. (in overleg met het Voedingscentrum);
  - Per persoon wordt er niet meer dan 1 ei per dag gegeten;
  - Per persoon wordt minimaal 120 gram 'verse' peulvruchten per dag gegeten (100 gram gedroogde peulvruchten = 250 gram 'verse' peulvruchten). 120 gram 'verse' peulvruchten komt overeen met de mediane waarde voor volwassenen op consumptiedagen in de Voedselconsumptiepeiling (VCP) (in overleg met het Voedingscentrum);
  - Per persoon wordt maximaal 450 gram aardappel per dag gegeten. 450 gram aardappel komt overeen met het 95<sup>e</sup> percentiel in de Voedselconsumptiepeiling (VCP) (in overleg met het Voedingscentrum).
8. Overige restricties
  - Het geproduceerde vlees van koeien en kippen moet worden opgegeten (koeien worden om de vijf jaar vervangen; leghennen na 400 dagen).
  - In verband met gewasrotatie-eisen is het oppervlak van een gewas maximaal (1/rotatiejaren)\* totale landbouwareaal.

LEI Wageningen UR ontwikkelt voor overheden en bedrijfsleven economische kennis op het gebied van voedsel, landbouw en groene ruimte. Met onafhankelijk onderzoek biedt het zijn afnemers houvast voor maatschappelijk en strategisch verantwoorde beleidskeuzes.

LEI Wageningen UR vormt samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR, Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

Meer informatie: [www.wageningenUR.nl/lei](http://www.wageningenUR.nl/lei)

