

# The future of food: voor rijke consumenten

Levien van Zon ([levien@duurzaamheidsweb.nl](mailto:levien@duurzaamheidsweb.nl))

2015-10-31

Bron: <http://duurzaamheidsweb.nl/future-of-food.html>

Door Levien van Zon

*Dit artikel is gepubliceerd op [Foodlog](#), en is beschikbaar als [PDF](#) en als e-book ([EPUB](#) of [Kindle](#)). De voetnoten in dit artikel bevatten extra achtergrondinformatie en bronnen, en zijn straffeloos over te slaan of apart te lezen.*

Op 15 oktober werd de documentairefilm [The Future of Food](#) gelanceerd, gemaakt in opdracht van PostNL. Het lijkt het eerste deel te zijn van [Commerce of Tomorrow](#) een "multi chapter documentary" over de toekomst van e-commerce. De introductie spreekt van "A conversation with leading voices", en "A 360° journey". De makers zeggen:

*The world is continually changing and with a population approaching 8 billion, our behaviour needs to change with it. Commerce of Tomorrow is inviting thought leaders to share their vision, their understanding of how we can shape the future we envision. Please join the conversation. Together we can make a difference. PostNL and Present Plus present: [The Future of Food](#).*

## Dominante toekomstbeelden

Uiteraard is PostNL geïnteresseerd in de logistiek die volgt uit de verkoopmodellen van de toekomst, zoals webwinkels voor voedsel. De titel "The Future of Food" suggereert echter een bredere visie. Die wilde ik graag ontleden omdat die visie vermoedelijk laat zien wat de dominante toekomstbeelden over onze omgang met voedsel zijn. Om de spanning alvast op te bouwen: ik kan er nog geen geruststellend beeld voor de wereld als geheel in ontdekken.

## Vervreemding

Unilever's [Bart Kuppens](#) en schrijfster [Carolyn Steel](#) schetsen goed voor welke uitdagingen we staan. Beiden zien een complex probleem, dat wordt veroorzaakt door een groeiende wereldbevolking, toenemende verstedelijking en een kwetsbaar niet-duurzaam voedselsysteem met weinig rek in productiecapaciteit. De anderen in de film noemen ook zaken als de verontreiniging van bodem en water, afnemende biodiversiteit en het feit dat materiaalkringlopen niet gesloten zijn. Consumenten zijn vervreemd geraakt van hun voedsel. Ze kunnen zich niet betrokken voelen en hebben de intuïtie verloren om te beoordelen welke keuzen verstandig zijn en welke juist niet. Ze weten immers niet waar het voedsel dat als vanzelf iedere dag weer klaar staat in de supermarkt vandaan komt, hoe het

geproduceerd wordt en wat er allemaal gebeurt voor het in de schappen belandt. Ook de rol van vlees wordt genoemd, met name het feit dat de productie van vlees een onevenredig groot beslag legt op de schaarse middelen die nodig zijn om voedsel te kunnen produceren: water, nutriënten, bodems, fossiele brandstof.

#### Meer werk in voedselproductie en grotere diversiteit

De film laat zien dat de relatie tussen consument en producent verandert. Consumenten laten zich beter informeren over de herkomst van hun voedsel, en krijgen meer vrijheid om te kiezen hoe en door wie hun voedsel wordt geproduceerd. Door onder meer online-verkoop en -productinformatie verkleint de afstand tussen boer en consument. Dat en "urban farming", het verbouwen van voedsel in de stad, betreft mensen weer meer bij de productie van hun voedsel. Het aantal mensen dat werk vindt in voedselproductie stijgt daardoor weer. Daarnaast zal de diversiteit in productiesystemen toenemen, met een grotere rol voor kleinschalige gemengde bedrijven naast grootschalige industriële operaties.

#### Contrasten

Dat is wat mij betreft een goed getroffen, maar incompleet toekomstbeeld. Daarnaast zie ik belangrijke contrasten in visie. Dat geldt met name voor de duurzaamheid van productiesystemen. [Caleb Harper](#) van MIT Media Lab, [Steven Dring](#) van [Growing Underground](#) en [Mark Post](#) van de Universiteit Maastricht zien vooral toekomst in technische innovatie. Zij staan voor een min of meer industriële aanpak van voedselproductie, in een maximaal gecontroleerde en geoptimaliseerde omgeving. Ze stellen dat dit de beste manier is om kringlopen te sluiten, verontreiniging en verspilling tegen te gaan en ruimte te besparen. In het geval van Mark Post gaat het om "cultured meat", de productie van vlees uit celculturen, vrijwel zonder tussenkomst van dieren.

In het geval van Caleb Harper en Steven Dring gaat het om "Controlled Environment Agriculture", plantaardige teelt in een stedelijke omgeving. Zij denken dat we landbouwgrond en zonlicht kunnen vervangen door hydrocultuur en LED-licht. Een geheel ander soort productiesysteem wordt vertegenwoordigd door de biologisch-dynamische boer Nir Halfon en de Spaanse bioloog Miguel Medialdea. Zij zien toekomst in kleinschalige, relatief extensieve productie in gemengde bedrijven, in evenwicht met de natuurlijke omgeving eromheen. In het Spaanse natuurgebied [Veta la Palma](#) wordt vis gekweekt, rijst verbouwd, en grazen runderen en paarden. En de [Plaw Hatch Farm](#) waar Nir Halfon werkt, levert groenten, fruit en zuivelproducten via hun eigen boerenwinkel, direct aan de consument.

Docent [Stephen Ritz](#) uit New York neemt een middenpositie in. Hij ziet toekomst in stedelijke voedselproductie, maar meer in een sociaal-maatschappelijke context: Het kleinschalig verbouwen van groenten in achterstandsbuurten, door mensen die anders weinig vooruitzicht hebben op werk en gezond voedsel.

De film schetst een beeld van intensieve voedselproductie in de steden zonder bestrijdingsmiddelen, en extensieve voedselproductie op het platteland en in natuurlijke gebieden. Uiteraard in balans met de omgeving. Dat beeld spreekt de samenleving aan en bevestigt het dominant beeld in de media. Helaas is het niet echt een reëel antwoord op de

problemen rondom voedselproductie.

#### Voedselzekerheid gaat over akkerbouw

Allereerst lijkt het beeld van voedselproductie dat hier geschetst wordt, vooral te draaien om productie van groente, fruit, zuivel, vis en vlees. Dit is een heel ander beeld dan de discussie over voedselzekerheid, zoals die wordt gevoerd bij instanties als de FAO (de Food and Agriculture Organisation van de Verenigde Naties). Bij de FAO gaat de aandacht vooral uit naar calorieën en “staple foods”. De nadruk ligt voornamelijk op akkerbouwgewassen als rijst, tarwe en mais, omdat deze het overgrote deel van de energie leveren in ons voedsel (wereldwijd zo’n 35%, maar in veel ontwikkelingslanden meer dan 50%). Dit heeft uiteraard een nadeel. Teveel aandacht voor “staple foods” gaat ten koste van de variatie in ons voedsel. Mensen kunnen niet enkel leven van calorieën. We hebben ook “micronutriënten” nodig, vitamines en mineralen die vooral te vinden zijn in groenten, fruit en dierlijke producten (of goede vervangers daarvan). Deze micronutriënten zijn prima te halen uit kleinschalige productie van groenten en fruit en dierlijke eiwitten, in steden of daarbuiten. Maar daarmee voed je nog niet de wereldbevolking.

Het overgrote deel van onze voedselbehoefte blijft bestaan uit granen, wereldwijd zo’n 2534 miljoen ton in 2015 (gemiddeld ongeveer een kilo per wereldburger per dag).<sup>1</sup> Hoe deze enorme hoeveelheid granen geproduceerd dient te worden komt niet aan bod in *The Future of Food*. Het is onwaarschijnlijk, en vooralsnog zelfs ondenkbaar, dat we dit zullen redden met kleinschalige productie in gemengde bedrijven en steden.

#### Voedselproductie kost schaars blijvende energie

Het tweede probleem is het feit dat energiegebruik compleet genegeerd lijkt te worden. Bart Kuppens van Unilever Benelux stelt dat de wereld hoe dan ook een probleem gaat krijgen met water en met voedsel, dat regionale tekorten zullen leiden tot toenemende spanningsvelden. Dat is waarschijnlijk het geval, maar de wereld staat ook voor een enorme uitdaging op het gebied van energievoorziening. Mondiaal neemt ons energieverbruik nog altijd toe, zowel totaal (gemiddeld ca. 2% per jaar) als per persoon (gemiddeld rond 1% per jaar). Een land als China opent iedere 1 á 2 weken een nieuwe kolencentrale. De gemiddelde wereldburger gebruikt momenteel rond de 60 kWh primaire energie per dag, en in westerse landen als Nederland is dat makkelijk drie keer zo veel.<sup>2</sup> Tegelijkertijd is te verwachten dat de kosten voor onze energievoorziening de komende decennia flink toe zullen nemen.<sup>3</sup> Het probleem is niet eens zozeer dat fossiele brandstoffen snel op zullen zijn, maar het wordt steeds duurder om ze uit de grond te halen. Hernieuwbare energie wordt wel langzaam goedkoper, maar grootschalige toepassing van bronnen als zon en wind staat nog voor enorme technische en sociale uitdagingen.

Zelfs als we het voor elkaar zouden krijgen om vrijwel al ons energieverbruik te betrekken uit zon en wind, dan is het onwaarschijnlijk dat steden zelfvoorzienend kunnen zijn in hun energieverbruik. Het directe energiegebruik van een stedelijke bebouwde omgeving is rond de 10-20 W/m<sup>2</sup>. Afhankelijk van locatie en seizoen ontvangen de meeste steden gemiddeld ergens tussen de 20 en 300 W/m<sup>2</sup> aan zonlicht, maar hiervan kan slechts een klein deel gebruikt worden. Een installatie met zonnepanelen in Duitsland levert gemiddeld rond de 5 W/m<sup>2</sup> aan elektriciteit. Dit zou nét voldoende kunnen zijn voor een modern energiezuinig

kantoorgebouw met één verdieping. Maar het energieverbruik van een ouder hoogbouw-kantoorcomplex kan oplopen tot meer dan 6000 W/m<sup>2</sup>. Dat zou betekenen dat er meer dan 1000 m<sup>2</sup> PV-zonnepanelen nodig kunnen zijn om te voorzien in het verbruik van een vierkante meter kantoorgebouw. En dat is exclusief de energie die nodig is om het gebouw neer te zetten en om onze consumptieartikelen te produceren, waaronder het voedsel dat we eten.<sup>4</sup>

Het verbouwen van voedsel is na de Tweede Wereldoorlog flink efficiënter geworden, in ieder geval als je kijkt naar opbrengst versus menselijke arbeid en het gebruik van landbouwgrond. Maar dit is ten koste gegaan van het energieverbruik. De moderne akkerbouw is energie-intensief, met name door het gebruik van kunstmest, pesticiden en grote landbouwmachines. Ook het transport van landbouwproducten vergt energie, al maken “voedselkilometers” voor de meeste producten slechts 10-15% uit van het energieverbruik.<sup>5</sup>

Het verbouwen van hydrocultuur-gewassen in kassen of onder LED-verlichting is in zekere zin efficiënter dan akkerbouw. Gewassen groeien sneller, op minder oppervlak, met minder water en pesticiden. Ook is recycling van afvalstoffen makkelijker en gaat minder van de opbrengst verloren. De keerzijde van *Controlled Environment Agriculture* is echter dat het duurder is, en dat het energieverbruik doorgaans een stuk hoger is dan bij akkerbouw. Dit komt vooral door het gebruik van lampen, verwarming en ventilatie. Het indrukwekkende [Master-onderzoek van Luuk Graamans](#) laat zien dat zelfs bij inzet van de nieuwste energiezuinige technieken, het energieverbruik ongeveer 220 W bedraagt per m<sup>2</sup> productieoppervlak, of 40 kWh per kg product (in dit geval sla). Het totale primaire energiegebruik ligt zelfs nog een stuk hoger, want voor het produceren van 1 kWh elektriciteit is ongeveer 3 kWh fossiele brandstoffen nodig. Bovendien is het produceren van kunstmest en andere grondstoffen hier nog niet meegerekend. Zelfs als we dit indirecte energieverbruik niet meerekenen, en de hele installatie zou draaien op zonne-energie, dan zou er ongeveer 44 m<sup>2</sup> aan PV-zonnepanelen nodig zijn per m<sup>2</sup> productieoppervlak (in Noord-Europa). In werkelijkheid is dit nog meer, als we willen dat de productie ook op peil blijft in de winter. Dat is allerminst een efficiënt gebruik van zonlicht en ruimte.

Bij glastuinbouw is minder energie nodig voor verlichting, omdat de zon direct een bijdrage levert. Helaas ligt het energieverbruik voor verwarming hier doorgaans vrij hoog, met name in de winter, omdat [de meeste kassen slecht warmte vasthouden](#). Een [onderzoek van Cornell uit 2009](#) vergeleek hoeveel energie nodig is voor het verbouwen van sla, op het land en in een hydrocultuur-kas in New York State. Voor ijsbergsla en baby-spinazie van het land, geïmporteerd over een gemiddelde afstand van ruim 4500 km, was het primaire energieverbruik respectievelijk rond 4.5 en 6 kWh per kg geconsumeerd product (met transport en verliezen meegerekend). Bij lokale kasbouw kon dit oplopen tot 27 en 50 kWh/kg, een factor 6 tot 9 hoger.<sup>6</sup>

De teelt van gewassen met hydrocultuur en LED-licht is een nuttige oplossing voor bepaalde soorten gewassen. Kwetsbare, slecht houdbare producten uit een warm klimaat moeten anders over lange afstanden getransporteerd worden, met koeling en aanzienlijke verliezen.

Het is ook niet voor niets dat Growing Underground in London vooral [diverse soorten sla en kruiden](#) produceert. Een voordeel is hierbij dat een bunker 30 meter onder London waarschijnlijk weinig energie benodigt voor verwarming. Maar Waterkers, Mizuna en Thaise Basilicum blijven luxeproducten, en echt goedkoop zal het niet zijn. We hebben het hier over een stad waar een woninghuur van 60-90 euro per vierkante meter niet ongebruikelijk is, en waar huurprijzen voor kantoorruimte in het centrum al gauw oplopen tot 125 euro per m<sup>2</sup> per maand.<sup>7</sup> In het voorbeeld dat Luuk Graamans uitwerkt in zijn onderzoek, is de opbrengst ongeveer 6.6 kg sla per vierkante meter *per jaar*. In London zou dit leiden tot vrij dure sla.

Er moeten dan ook serieuze vraagtekens worden geplaatst bij de bijdrage van stedelijke tuinbouw aan het wereldvoedselprobleem. Op dit moment valt eenvoudigweg niet rond te rekenen dat stedelijke teelt een significante bijdrage kan leveren aan het wereldvoedselprobleem. Wél kan stedelijke teelt luxe voedsel produceren. Ultiem verse producten leveren door hun schaarste en verse kwaliteit hoge marges op en bedienen een kapitaalkrachtig publiek.

Het blijft verstandiger om te zoeken naar oplossingen die basisgewassen gewoon buiten, maar wel zo schoon mogelijk te verbouwen. Een [studie uit 2009](#) schatte het energieverbruik voor het verbouwen van rijst in China op ongeveer 1.5 kWh/kg. Dat is bijna 27 keer minder dan voor het verbouwen van sla in een leegstaand kantoorgebouw.

#### Stedelijke teelt is educatief

Op dit moment woont iets meer dan de helft van de wereldbevolking in stedelijke gebieden, en de voorspelling is dat dit tegen de 80% zal zijn rond 2050.<sup>8</sup> Maar als het grootste deel van de mensheid in steden woont, moeten we dan onze voedselproductie ook verplaatsen naar de stad? Ik denk niet dat dat mogelijk is, althans niet op significante schaal. Ik ben van mening dat stedelijke landbouw zinvol is. Echter niet als serieuze optie voor grootschalige voedselproductie, maar wel als een vorm van educatie over de herkomst van eten. Op zich is het wel waar dat er nu meer mensen geïnteresseerd zijn in voedsel dan 20 jaar geleden. Maar het overgrote deel van de consumenten is nog steeds vooral geïnteresseerd in de prijs van hun voedsel.<sup>9</sup> Bovendien, onderzoek in [Engeland](#) en [Frankrijk](#) laat zien dat het daar niet best gesteld is met de kennis van met name jongeren over voedsel. Nogal wat mensen blijken niet te weten waar producten als ham, kipnuggets, boter, yoghurt, chips en zelfs friet of brood van gemaakt zijn. Dat blokkeert hun bewustzijn van hun impact op de aarde. Daar ligt een educatieve taak voor stadsboeren en –tuinders.

#### Rijke consument

Het is goed dat meer mensen hun eigen eten gaan verbouwen, zodat ze weten waar het vandaan komt en hoeveel moeite het kost om het te maken. Het is goed dat bepaalde kwetsbare gewassen verbouwd worden in een gecontroleerde omgeving, in plaats van duizenden kilometers verderop met enorme hoeveelheden pesticiden en kostbaar grondwater. Het is een prima idee om duurzame, extensieve landbouw, veeteelt en aquacultuur te bedrijven in overwegend natuurlijke gebieden, in harmonie met het ecosysteem. Voor de stabiliteit en duurzaamheid van onze voedselproductie is het bovendien belangrijk dat het aantal industriële monoculturen op termijn afneemt, en dat er meer kleine, gemengde bedrijven komen. Zo krijgen ziektes minder kansen, zijn minder

pesticiden nodig en neemt de biodiversiteit toe.

Naast een verduurzaming van landbouwmethoden zou het ook erg helpen als we zouden stoppen met het eten van dieren die worden gevoed met 36% van de wereldproductie van graan. We voeren een aanzienlijk deel van ons voedsel momenteel aan dieren, enkel om de prijs van vlees omlaag te brengen.<sup>10</sup> Als vlees duurder zou kunnen worden, zijn we al een aardig eind richting een oplossing van het voedselprobleem. Natuurlijk kun je hetzelfde effect als consument ook bereiken door minder vlees te eten, of door nog slechts zelden, maar uitsluitend diervriendelijk vlees te eten. Het is tekenend voor onze wens om niets op te hoeven geven dat deze optie niet aan bod komt in de film. Er wordt simpelweg gesteld dat we “carnivoren” zijn, en dat we daarom onze landbouwgrond hard nodig zullen hebben voor vleesproductie.

The Future of Food lijkt vooral gemaakt door en voor de rijke consument in Westerse steden, die een maximale keuzevrijheid wil behouden in zijn voedsel. De meeste bevolkingsgroei zal de komende decennia echter plaatsvinden in Afrika, Zuidwest-Azië en Latijns-Amerika. Online eten bestellen speelt hier vooralsnog een marginale rol, en de mogelijkheden voor high-tech *Controlled Environment Agriculture* zijn waarschijnlijk tamelijk beperkt. Maar ook verdere intensivering van de reguliere landbouw is hier een slecht idee, aangezien watertekorten en bodemdegradatie in veel van deze gebieden nu al problematisch zijn. Ik denk dat er nog veel te winnen valt als we de opbrengst van kleinschalige landbouw kunnen verbeteren, maar niet noodzakelijkerwijs met nóg meer kunstmest, pesticiden en irrigatie. De grenzen van deze “groene revolutie” zijn al lang bereikt, en in veel gebieden overschreden.<sup>11</sup>

#### Slimmer gebruik van natuurlijke processen

De oplossing ligt mijns inziens niet zozeer in meer technologie, of in het energie-intensief verbouwen van voedsel in steden. De oplossing ligt volgens mij vooral in het beter en slimmer gebruiken van natuurlijke systemen en processen. Bijvoorbeeld het planten van gewassen die insecteneters aantrekken. Of het bestrijden van erosie, uitdroging en onkruid door bodembedekking. Of het slim afwisselen van gewassen, dusdanig dat ze elkaar beschermen tegen vraat en zon. Dergelijke, *agro-ecologische* landbouwtechnieken zijn wellicht niet erg high-tech of hip, maar ze werken wel, en ze worden al met succes gebruikt door een *toenemend aantal kleine boeren* om opbrengsten te verhogen en de bodemkwaliteit te verbeteren.<sup>12</sup> Hoewel de industriële landbouwtechnieken van de groene revolutie extreem succesvol zijn gebleken de laatste halve eeuw, blijken ze ook problematisch qua duurzaamheid en sociaal-economische effecten. Bovendien wordt het meeste voedsel wereldwijd nog steeds geproduceerd door kleine, relatief arme boeren in landelijke gebieden. Het is verstandig om dat niet te vergeten, zeker niet in een discussie over de toekomst van ons voedsel.

Interesse in meer artikelen? Volg ons [op Facebook](#), of via de [Atom-feed](#).

*Met dank aan Dick Veerman van Foodlog voor de uitnodiging tot het schrijven van dit artikel, en voor een groot aantal tekstuele verbeteringen.*

## Notes

<sup>1</sup>*Bij de FAO gaat de aandacht vooral uit naar calorieën en “staple foods”. De nadruk ligt voornamelijk op akkerbouwgewassen als rijst, tarwe en mais, omdat deze het overgrote deel van de energie leveren in ons voedsel (wereldwijd zo’n 35%, maar in veel ontwikkelingslanden meer dan 50%). [...] Het overgrote deel van ons voedsel blijft bestaan uit granen, wereldwijd zo’n 2534 miljoen ton in 2015 (gemiddeld ongeveer een kilo per wereldburger per dag).*

Een schatting van de graanproductie wordt gegeven in de [FAO Food Outlook](#). Allerlei aanvullende statistieken voeding en voedselproductie zijn te vinden in het FAO-zakboekje [Food and Nutrition in Numbers 2014](#) en in de database [FAOstat](#). Hierin vinden we onder meer dat de calorie-inname van de gemiddelde wereldburger ongeveer 2868 kcal per dag is, waarvan 35% wordt geleverd door granen, 1.5% door groenten, 3% door fruit, 17% door suiker, eveneens 17% door vlees en 10% door alcohol(!). Er zijn echter grote verschillen tussen regio’s. In Afrika wordt bijvoorbeeld gemiddeld 51% van de 2558 dagelijkse calorieën geleverd door granen, 14% door wortels en knollen, en slechts 4% door vlees. En in Nederland krijgen we gemiddeld 3169 kcal/dag binnen, waarvan 20% uit granen, 3% uit groenten, 5% uit fruit, 14% uit suiker, 12% uit vlees, 5% uit wortels en knollen, 15% uit olie en vet, 15% uit melk, en “slechts” 5% uit alcohol. Wereldwijd zijn zo’n 805 miljoen mensen chronisch ondervoed, ongeveer 11% van de wereldbevolking. Dit houdt in dat ze structureel onvoldoende energie binnenkrijgen om een actief en gezond leven te kunnen leiden. Het grootste absolute aantal hiervan (526 miljoen) woont in Azië, maar als percentage van de bevolking (21%) vinden we de meeste ondervoeding in Afrika (227 miljoen mensen), waar de voedselprijzen ook het hoogst zijn ten opzichte van de inkomens. Verder vinden we relatief veel ondervoeding in ramp- en conflictgebieden, en in Noord-Korea. Afgezien van ondervoeding hebben wereldwijd [meer dan 2 miljard mensen een tekort aan micronutriënten](#) als gevolg van slechte voeding, en heeft 30% van de mensheid last van overgewicht. Beide problemen komen voor in zowel ontwikkelingslanden als “ontwikkelde” landen.

In 2014 woonden zo’n 3.4 miljard van de 7.2 miljard mensen (46%) op het platteland. In ontwikkelingslanden is dat 3.1 miljard van de 6 miljard mensen, dus iets meer dan de helft. In “ontwikkelde” landen woont nog slechts 21% van de mensen buiten de stedelijke gebieden. Hier zitten we dus al bijna aan de 80% verstedelijking.

<sup>2</sup>*Mondiaal neemt ons energieverbruik nog altijd toe, zowel totaal (gemiddeld ca. 2% per jaar) als per persoon (gemiddeld rond 1% per jaar). Een land als China opent iedere 1 á 2 weken een nieuwe kolencentrale. De gemiddelde wereldburger gebruikt momenteel rond de 60 kWh primaire energie per dag, en in Westerse landen als Nederland is dat makkelijk drie keer zo veel.*

Primaire energie is de energie die we gebruiken “aan de bron”, dus vóór enige technische omzetting. Het gaat hier dus om het verbruik van bijvoorbeeld steenkool, bruinkool, aardolie, aardgas, uranium, water, biomassa en/of zonnestraling, vóór omzetting in de elektriciteit, warmte en brandstof die we als consument gebruiken.

Ieder jaar wordt het mondiale totaalverbruik van primaire energie geschat door de [U.S. Energy Information Administration \(EIA\)](#) en door oliebedrijf [BP](#). De groei in het mondiale energieverbruik varieert de laatste jaren tussen ongeveer -1% en +6%, en het tienjarig gemiddelde is volgens [BP](#) +2.1%. In 2004 gebruikten we volgens [BP](#) 122773 TWh (Terawatt-uur) aan energie, en in 2014 was dat 150357 TWh. Echter, in die tien jaar is de wereldbevolking ook toegenomen, van 6.40 miljard mensen in 2004 tot 7.18 miljard in 2014. Op basis van de getallen van het [EIA](#), was het primaire energieverbruik *per persoon* in 2004 rond de 55.3 kWh per dag, en is het nu meer dan 60 kWh per dag. Tussen 2000 en 2011 is het toegenomen met gemiddeld 1.3% per jaar. Volgens de getallen van [BP](#), die iets lager zijn, was het in 2004 rond de 52.6 kWh per dag, en in 2014 57.3 kWh per dag, met een gemiddelde toename in deze periode van 0.91% per jaar. Volgens auteur [David MacKay](#) gebruikt de gemiddelde Europeaan een stuk meer energie dan de gemiddelde wereldburger: ca. 125 kWh/dag aan primaire energie, plus nog eens minstens 40 kWh/dag voor de productie van geïmporteerde spullen.

Getallen over toename van het aantal kolencentrales in China worden genoemd door onder meer [Greenpeace](#), [factcheck.org](#) en het enigszins neoliberale [Institute for Energy Research](#).

<sup>3</sup>*Tegelijkertijd is te verwachten dat de kosten voor onze energievoorziening de komende decennia flink toe zullen nemen.*

Gegevens over de kosten voor olie, aardgas en elektriciteit uit onder meer [de VS \(van de EIA\)](#), [de EU \(van Eurostat\)](#), [de OECD](#) en [Duitsland](#), laten een daling in de olie- en gasprijzen zien in 2008-2009, en na 2012. De prijzen van olie en gas zijn wegens overproductie en de economische crisis momenteel lager dan vóór 2008.

Maar dit is vermoedelijk slechts een tijdelijk effect, en het heeft nauwelijks invloed gehad op de almaar stijgende prijzen van elektriciteit in de meeste landen. Voor Nederland is de verwachting dat [de prijzen voor elektriciteit de komende jaren flink zullen stijgen](#).

<sup>4</sup>*Het directe energiegebruik van een stedelijke bebouwde omgeving is rond de 10-20 W/m<sup>2</sup>. Afhankelijk van locatie en seizoen ontvangen de meeste steden gemiddeld ergens tussen de 20 en 300 W/m<sup>2</sup> aan zonlicht, maar hiervan kan slechts een klein deel gebruikt worden. Een installatie met zonnepanelen in Duitsland levert gemiddeld rond de 5 W/m<sup>2</sup> aan elektriciteit. Dit zou nét voldoende kunnen zijn voor een modern energiezuinig kantoorgebouw met één verdieping.*

Een goede uitleg van het begrip energiedichtheid wordt gegeven in het artikel [The Future of Energy: Why Power Density Matters](#). Robert Wilson schrijft dat een *solar farm* in de woestijn een opbrengst kan halen van zo'n 20 W/m<sup>2</sup>. Echter, een installatie in Duitsland haalt meestal niet veel meer dan 5 W/m<sup>2</sup>. Dit is inclusief het oppervlak dat nodig is voor de ruimte tussen de panelen.

In het boek [Energizing Sustainable Cities: Assessing Urban Energy](#) (Grubler & Fisk, 2013) wordt een [schatting gegeven van de energievraagdichtheid van een aantal grote steden](#). De gemiddelde dichtheid van energieverbruik is 28.5 W/m<sup>2</sup> voor centraal Tokyo, 27.4 W/m<sup>2</sup> voor centraal London en 13 W/m<sup>2</sup> voor Greater London. In sommige gebieden van de steden is de energievraag echter meer dan 200 W/m<sup>2</sup>. Het gaat hier om het directe verbruik, dus exclusief de energie die nodig is voor geïmporteerde producten. Tokyo ontvangt gemiddeld 157 W/m<sup>2</sup> aan zonnestraling, en London 109 W/m<sup>2</sup> (voor andere plaatsen, zie [deze kaart](#)). Aangenomen dat 20% hiervan te gebruiken is, dan kan zonnestroom voorzien in respectievelijk 31 W/m<sup>2</sup> and 22 W/m<sup>2</sup> aan energie-opwekking in Tokyo en London. Dit vereist echter wel dat vrijwel alle oppervlaktes worden voorzien van PV-zonnepanelen en dat een deel van de opgewekte energie wordt opgeslagen voor gebruik in de winter. Dit is niet een erg realistisch scenario.

Vaclav Smil schat in zijn boek [Power Density](#) (2015) een typisch energieverbruik van 10-21 W/m<sup>2</sup> voor stedelijke gebieden. Dit is de laatste decennia overigens afgenomen, met name door efficiënter gebruik van energie in woningen. Een modern energie-efficiënt huis verbruikt ±10 W/m<sup>2</sup>, en het verbruik van moderne kantoorgebouwen kan minder zijn dan 50 W/m<sup>2</sup> grondoppervlak, of 6 W per m<sup>2</sup> vloeroppervlak. Aan de andere kant, sommige hoge kantoorgebouwen verbruiken meer dan 6000 W/m<sup>2</sup> grondoppervlak.

<sup>5</sup>*Ook het transport van landbouwproducten vergt energie, al maken “voedselkilometers” voor de meeste producten slechts 10-15% uit van het energieverbruik.*

Diverse aspecten van “food miles” worden uitgebreid besproken in dit [achtergrondartikel van ATTRA](#) en in het artikel [Is Local Food Better?](#) van The Worldwatch Institute.

<sup>6</sup>*Voor ijsbergsla en baby-spinazie van het land, geïmporteerd over een gemiddelde afstand van ruim 4500 km, was het primaire energieverbruik respectievelijk rond 4.5 en 6 kWh per kg geconsumeerd product (met transport en verliezen meegerekend). Bij lokale kasbouw kon dit oplopen tot 27 en 50 kWh/kg, een factor 6 tot 9 hoger.*

Cornell University, in de staat New York, heeft een [Controlled Environment Agriculture \(CEA\)](#) kassencomplex, gebouwd in 1999. In de periode 1999-2003 bedroeg het gemiddelde [energieverbruik](#) voor 595 m<sup>2</sup> productieoppervlak zo'n 3703 kWh per dag (259 W/m<sup>2</sup>), waarvan 860 kWh voor licht en 2292 kWh aan aardgas voor verwarming. Inmiddels is het energieverbruik lager, door toepassing van [efficiëntere apparatuur](#). Het energieverbruik van de kassen van Cornell wordt [nauwlettend bijgehouden](#). Sommige moderne Nederlandse kassen gebruiken overigens minder fossiele energie dan de kassen van Cornell, door gebruik van LED-verlichting, WKK-installaties, restwarmte en/of warmtepompen.

De [studie uit 2009](#) die geïmporteerde producten en lokaal verbouwde producten vergeleek, keek naar ijsbergsla, spinazie, aardbeien, tomaten en appels. De studie concludeerde dat de benodigde energie voor transport hoger was dan de energie die nodig was om de producten te verbouwen in New York State (zie p. 192-193). Echter, sommige van de geïmporteerde producten kwamen uit Mexico, Israël, Spanje, Chili, Nieuw-Zeeland en Nederland (tomaten!), wat leidde tot een relatief hoog energieverbruik voor transport (zie p. 194-195 en 207). Het energieverbruik voor import van sla en spinazie versus productie in de CEA-kassen van Cornell wordt vergeleken op pagina 197-201.

<sup>7</sup>*We hebben het hier over een stad waar een woninghuur van 60-90 euro per vierkante meter niet ongebruikelijk is, en waar huurprijzen voor kantoorruimte in het centrum al gauw oplopen tot 125 euro per m<sup>2</sup> per maand.*

In sommige wijken van London is de koopprijs voor huizen momenteel [6000-12000 GBP/m<sup>2</sup>](#), ca. 8340-



16172 EUR/m<sup>2</sup>. In 2014 waren de huurprijzen in centraal London, afhankelijk van de wijk, tot 44-64 GBP/m<sup>2</sup>, zo'n 61-89 EUR/m<sup>2</sup>. Kantoorruimte was in diezelfde periode ongeveer 54-119 EUR/m<sup>2</sup>, afhankelijk van de locatie. In centraal London worden momenteel huurprijzen gevraagd van 68-150 GBP/ft<sup>2</sup> per jaar, omgerekend 85-177 EUR/m<sup>2</sup> per maand. Voor 93 m<sup>2</sup> (1000 ft<sup>2</sup>), een kantoorruimte voor zo'n 12 mensen, betaal je al snel bijna £100000 per jaar, wat neerkomt op een maandbedrag van zo'n 125 EUR/m<sup>2</sup>.

<sup>8</sup>*Op dit moment woont iets meer dan de helft van de wereldbevolking in stedelijke gebieden, en de voorspelling is dat dit tegen de 80% zal zijn rond 2050.*

Het succes van de intensieve landbouw vanaf de jaren '60 is deels verantwoordelijk voor de snelle verstedelijking. Voedsel is zo goedkoop geworden dat we ons een hoop transport en verspilling kunnen veroorloven. Bovendien brengt een boerenbestaan tegenwoordig weinig geld op, tenzij je het heel grootschalig aanpakt. In agrarische gebieden is weinig werk, dus trekken veel mensen naar de stad. De stedelingen zijn echter ook de eersten die het zullen merken als er problemen zijn met de voedselproductie. De prijs van voedsel is nu op haar laagste punt in ruim zes jaar (volgens de [FAO Food Outlook, oktober 2015](#)). Maar als de prijzen van voedsel weer sterk zouden stijgen, dan is het niet ondenkbaar dat de trend van verstedelijking stopt, en dat veel mensen wellicht weer terug trekken naar het platteland.

<sup>9</sup>*Ik ben van mening dat stedelijke landbouw zinvol is. Echter niet als serieuze optie voor grootschalige voedselproductie, maar wel als een vorm van educatie over de herkomst van eten. Op zich is het wel waar dat er nu meer mensen geïnteresseerd zijn in voedsel dan 20 jaar geleden. Maar het overgrote deel van de consumenten is nog steeds vooral geïnteresseerd in de prijs van hun voedsel.*

In de documentaire wijzen [Carolyn Steel](#), Stephen Ritz en Nir Halfon er allen op dat het belangrijk is om de verbinding te herstellen tussen consument en voedselproductie. Dit is ook de boodschap van auteurs als [Michael Pollan](#) en vele anderen. De vraag is echter of dit voldoende is. Het is prachtig dat een groeiend aandeel "bewuste consumenten" momenteel zorgt voor de meeste verandering bij voedselproducenten. Maar wat we nodig hebben is structurele verandering. Het risico is natuurlijk dat "bewust consumeren" een modeverschijnsel is, dat zomaar weer voorbij kan zijn als de voedselprijzen ineens zouden stijgen. Ik denk wel dat een werkelijk bewustzijn van voedselproductie hier enige bescherming biedt. Maar daarnaast is het belangrijk dat overheden en producenten ook *onafhankelijk* van consumenten maatregelen nemen om een duurzame voedselproductie op lange termijn zeker te stellen. Dat gebeurt al in zekere mate, getuige bijvoorbeeld het [beleid van Unilever](#). Maar het mag allemaal best wat breder en sneller.

<sup>10</sup>*Naast een verduurzaming van landbouwmethoden zou het ook erg helpen als we zouden stoppen met het eten van dieren die worden gevoed met 36% van de wereldproductie van graan. We voeren een aanzienlijk deel van ons voedsel momenteel aan dieren, enkel om de prijs van vlees omlaag te brengen.*

Het mondiale gebruik van granen wordt door de FAO geschat op 2498.9 Mt in 2014/2015, waarvan 1084.2 Mt voor menselijke consumptie en 888.7 Mt voor diervoer ([FAO Food Outlook, oktober 2015](#), p. 1).

De voornaamste oplossing die wordt voorgesteld in de film is het produceren van vlees zonder dieren. Op zich lijkt me dit een uitstekend idee. Kwalitatief en qua smaak is het vast niet slechter dan de "plofkip" en andere producten uit de huidige industriële veehouderij.

<sup>11</sup>*Ik denk dat er nog veel te winnen valt als we de opbrengst van kleinschalige landbouw kunnen verbeteren, maar niet noodzakelijkerwijs met nóg meer kunstmest, pesticiden en irrigatie. De grenzen van deze "groene revolutie" zijn al lang bereikt, en in veel gebieden overschreden.*

Ook een grootschalige inzet van genetisch gemodificeerde gewassen is onverstandig. De resulterende verdere afname in genetische diversiteit kan zeer nadelige gevolgen hebben voor onze voedselzekerheid. Een wereldwijde of regionale infectieziekte zou in dat geval de [aardappelcrisis van 1845](#) kunnen doen verbleken als een gezellige picknick. Bij deze "potato famine" stierven meer dan 1 miljoen Ieren en enkele honderdduizenden andere Europeanen van de honger, nadat een uit Amerika geïmporteerde schimmelinfectie de aardappelooft had gedecimeerd.

<sup>12</sup>*Dergelijke, agro-ecologische landbouwtechnieken zijn wellicht niet erg high-tech of hip, maar ze werken wel, en ze worden al met succes gebruikt door een toenemend aantal kleine boeren om opbrengsten te verhogen en de bodemkwaliteit te verbeteren.*

Een bijkomend voordeel is dat dergelijke technieken doorgaans weinig (financiële) investering vergen. Voor

de *high-input* landbouwmethoden van de groene revolutie zijn vaak relatief hoge investeringen nodig in dingen als apparatuur, zaden pesticiden en kunstmest. Dit is vooral een probleem voor kleine boeren in ontwikkelingslanden, die meestal niet in staat zijn om veel te investeren. Door het aangaan van leningen worden ze soms opgezaaid met hoge schulden, die ze niet altijd kunnen terugbetalen.

Ik zal in de nabije toekomst een artikel wijden aan agro-ecologie en gerelateerde landbouwmethodes en -filosofieën.