



MONITORING VOORTGANG VERDUURZAMING VOEDSELSTEEEM

Wat is relevant, gewenst en mogelijk?

Achtergrondstudie

Henk Westhoek en Marijke Vonk

18 december 2019

PBL

Colofon

Monitoring voortgang verduurzaming voedselsysteem. Wat is relevant, gewenst en mogelijk?

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2019

PBL-publicatienummer: 2146

Contact

Henk Westhoek [henk.westhoek@pbl.nl]

Auteurs

Henk Westhoek en Marijke Vonk

Redactie figuren

Beeldredactie PBL

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Westhoek, H. & M. Vonk (2019), *Monitoring voortgang verduurzaming voedselsysteem. Wat is relevant, gewenst en mogelijk?*, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

Bevindingen	5
Aard van het Nederlandse voedselsysteem	6
Het betrekken van actoren	8
Beleidsrelevante, analytisch degelijke, meetbare en begrijpelijke indicatoren	8
Gewenste en beschikbare indicatoren effecten van voedsel op de leefomgeving	8
Lopende rapportages geven onvoldoende beeld	9
Monitoring van verduurzamingsacties van actoren is wenselijk	10
Verdieping	14
1 Inleiding	15
1.1 Aanleiding	15
1.2 Context	16
1.3 Vraagstelling	17
1.4 Opbouw van dit rapport	18
2 Nederlands voedselsysteem: van actoren tot effecten	19
2.1 Systeemaafbakening	19
2.2 Het Nederlandse voedselsysteem	21
2.3 Effecten op de leefomgeving	22
3 Aandachtspunten monitoringssysteem en indicatoren	25
3.1 Belang van monitoring voor feedback en leren	25
3.2 Indicatoren voor alle aspecten van het systeem	26
3.3 Doelen, waarden, perspectieven, prioritering	27
4 Effecten van voedselproductie op de leefomgeving	34
4.1 Type effecten van voedselproductie	34
4.2 Verdeling van effecten over de keten	35
4.3 Natuurlijk hulpbronnen voor voedselproductie	36
4.3.1 Land: graslanden en akkers	36
4.3.2 Water	37
4.3.3 Biodiversiteit	38
4.3.4 Mineralen	38
4.3.5 Fossiele brandstoffen	38
4.3.6 Materialen	39
4.4 Emissies gerelateerd aan voedselproductie	39
4.4.1 Emissies van broeikasgassen	39
4.4.2 Emissies van mineralen (nutriënten)	40
4.4.3 Emissies van gewasbeschermingsmiddelen	40
4.5 Effect op eindpunten	40
5 Indicatoren voor voedselconsumptie	42

5.1	Voedselconsumptie	42
5.1.1	Welke informatie is nodig?	42
5.1.2	Wat wordt er al gemeten?	43
5.1.3	Wat ontbreekt er?	44
5.2	Keuze voor duurzaam voedsel	45
5.2.1	Welke informatie is nodig?	45
5.2.2	Wat wordt er al gemeten?	46
5.2.3	Wat ontbreekt er?	46
5.3	Voedselverspilling	46
5.3.1	Welke informatie is nodig?	46
5.3.2	Wat wordt er al gemeten?	47
5.3.3	Wat ontbreekt er?	47
5.4	Veranderingen in routines voedselconsumptie	48
6	Indicatoren voor effecten van de voedselproductieketen	50
6.1	Overzicht druk op leefomgeving en methoden	50
6.1.1	Aard en omvang van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen	50
6.1.2	Omvang van de emissies en effect op milieukwaliteit	51
6.1.3	Impact op eindpunten	52
6.1.4	Prioritering	52
6.1.5	Voetafdrukken: algemeen principe	52
6.2	Indicatoren omvang gebruik van natuurlijke hulpbronnen	54
6.2.1	Welke informatie is gewenst?	54
6.2.2	Bestaande indicatoren en methoden	54
6.2.3	Wat ontbreekt er?	57
6.3	Indicatoren voor omvang emissies	57
6.3.1	Welke informatie is gewenst?	57
6.3.2	Welke informatie is er al?	57
6.3.3	Wat ontbreekt er?	59
6.4	Indicatoren voor de aard van het gebruik van hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen	59
6.4.1	Welke informatie is gewenst?	59
6.4.2	Wat is er al?	60
6.4.3	Wat ontbreekt er?	61
6.5	Indicatoren voor eindpunten	61
6.5.1	Welke informatie is gewenst?	61
6.5.2	Wat is er al?	62
6.5.3	Wat ontbreekt er?	63
6.6	Overzicht databehoeftes en kwaliteit van indicatoren	63
7	Indicatoren voor veranderingen bij actoren	66
7.1	Monitoring activiteiten actoren	66
7.1.1	Monitoring activiteiten van overheden	66
7.1.2	Monitoring acties bij ketenpartijen	67
7.1.3	Partijen buiten de directe voedselketen	67
7.2	Wat is er al?	68
7.3	Wat ontbreekt er?	70
	Literatuur	71

BEVINDINGEN

Inleiding

De Nederlandse voedselconsumptie (en de daarbij behorende voedselproductie) heeft invloed op de leefomgeving – binnen en buiten Nederland. In dit rapport verkennen we hoe die invloed – en mogelijke veranderingen hierin – in beeld kan worden gebracht. Naast de invloed op de leefomgeving zijn uiteraard andere aspecten rondom voedsel van groot maatschappelijk belang, zoals de culturele en economische betekenis van voedsel, maar daar gaan we in dit rapport niet op in. In het PBL-rapport *Dagelijkse kost* komen deze aspecten wel aan de orde.

Voedselproductie is noodzakelijk. Zij voorziet de wereldbevolking van noodzakelijke voedingsstoffen. Ook vergaren boeren en vissers wereldwijd met de productie of vangst van voedsel een inkomen. Het is dan ook van groot belang dat de mondiale voedselproductie volhoudbaar is. Voedselproductie heeft op veel manieren echter impact op de leefomgeving: wereldwijd gebruikt de landbouw ruim 35 procent van het landareaal en is uitbreiding van het landbouwareaal een van de voornaamste oorzaken van ontbossing. Voedselproductie hangt daarnaast wereldwijd samen met circa 25 procent van de totale broeikasgasemissies, en voor meer dan 50 procent van de emissies van stikstof. Door de combinatie van bovengenoemde factoren heeft landbouw mondiaal gezien een grote negatieve impact op de terrestrische biodiversiteit. Visserij heeft een grote invloed op de mariene biodiversiteit. Andersom is de voedselproductie sterk afhankelijk van de leefomgeving: vruchtbare bodems, voldoende zoet water en vitale visvoorraden zijn onmisbaar.

De Nederlandse overheid streeft ernaar om de invloed van de Nederlandse voedselconsumptie op de leefomgeving te verminderen. Het overkoepelende overheidsdoel voor voedselbeleid is 'voldoende, gezond en duurzaam voedsel voor iedereen'. In de Transitie-agenda Biomassa en Voedsel (in het kader van het Rijksbrede programma Circulaire economie en het Grondstoffenakkoord) speelt verduurzaming van de voedselproductie en –consumptie een belangrijke rol, en ook in het Nederlandse Klimaatakkoord staat voedsel als onderwerp genoemd. In de 'Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden' speelt verduurzaming van landbouw (en voedsel) een hoofdrol. Ook komen doelen voor voedsel, landbouw, visserij, positie van boeren, gezondheid en leefomgeving prominent terug in de duurzame ontwikkelingsdoelen (SDG's) van de Verenigde Naties en in de City Deal 'Voedsel op de Stedelijke Agenda'.

Behalve bij overheden leven deze ambities ook in andere delen van de maatschappij. Brancheorganisaties in de voedingsmiddelensector, een aantal maatschappelijke organisaties en vakbonden hebben met de rijksoverheid het IMVO-convenant Voedingsmiddelensector afgesloten. Veel individuele bedrijven (zowel bestaande als nieuwe met alternatieve verdienmodellen) hebben ambities om de Nederlandse voedselconsumptie en –productie duurzamer te maken, onder andere door vermindering van voedselverspilling en het veranderen van het aanbod in de winkels. Maatschappelijke groeperingen, zoals de Stichting Natuur en Milieu, streven naar een 'ecologisch efficiënte, gezonde en duurzame consumptie en productie van voedsel'.

In de praktijk blijken deze doelen vaak weinig te zijn geconcretiseerd. Het is daarom onduidelijk hoe de voortgang richting een 'duurzamer' Nederlands voedselsysteem op zinvolle en effectieve wijze in beeld kan worden gebracht. Monitoring kan inzicht verschaffen of geformuleerde doelen bereikt worden. Op basis daarvan kan worden bijgestuurd in het beleid of door andere actoren. Monitoring is dus niet alleen voor overheden en beleidsmakers nuttig, ook voor bedrijven en maatschappelijke organisaties verschaft monitoring belangrijke informatie. Het is daarom van belang om te komen tot een set van indicatoren waarin de verschillende partijen zich herkennen. De set aan indicatoren dient ook bepaalde afruilen in beeld te brengen, zoals die bijvoorbeeld kunnen ontstaan tussen verschillende aspecten van de leefomgeving.

In dit rapport geven we een aanzet voor een monitoringsystematiek om de voortgang van de verduurzaming van het Nederlandse voedselsysteem in beeld te brengen. Hierbij ligt de focus op de 'ecologische houdbaarheid' van het voedselsysteem, dat wil zeggende effecten van voedselconsumptie op de fysieke leefomgeving.

We beschouwen drie deelvragen:

- Wat zijn zinvolle indicatoren, die recht doen aan de veelheid van effecten van voedselproductie op de leefomgeving, en tevens aan de verschillende perspectieven die er in de samenleving zijn op het gebied van duurzaam voedsel?
- Wat zijn zinvolle indicatoren om de activiteiten in beeld te brengen die verschillende actoren ondernemen om te komen tot een duurzamer voedselsysteem?
- Zijn de bouwstenen voor een monitoringsysteem al aanwezig, of moeten die nog worden ontwikkeld?

Het rapport bevat niet de feitelijke monitoringsgegevens en evenmin de huidige stand van zaken of de ontwikkeling in de laatste jaren. Het is een van de rapporten rond het thema 'verduurzaming van het voedselsysteem' waarvan de hoofdboodschappen zijn gebundeld in het PBL-rapport *Dagelijkse kost. Hoe overheden, bedrijven en consumenten kunnen bijdragen aan een duurzaam voedselsysteem*. In dat rapport gaan we dieper in op de eigenschappen en governance van het Nederlandse voedselsysteem.

In het vervolg van deze Bevindingen laten we eerst enkele overwegingen de revue passeren die van belang zijn voor een breed monitoringsysteem voor het volgen en bijsturen van veranderingen in het voedselsysteem. Vervolgens bespreken we de gewenste en beschikbare indicatoren van voedselconsumptie, -productie, effecten en actoren. Tot slot schetsen we de ontwikkeling van een monitoringsysteem als groei-model en de rol van actoren hierin. In de 'Verdieping' van het rapport is een verantwoording van deze Bevindingen te vinden.

Overwegingen bij monitoring van het voedselsysteem

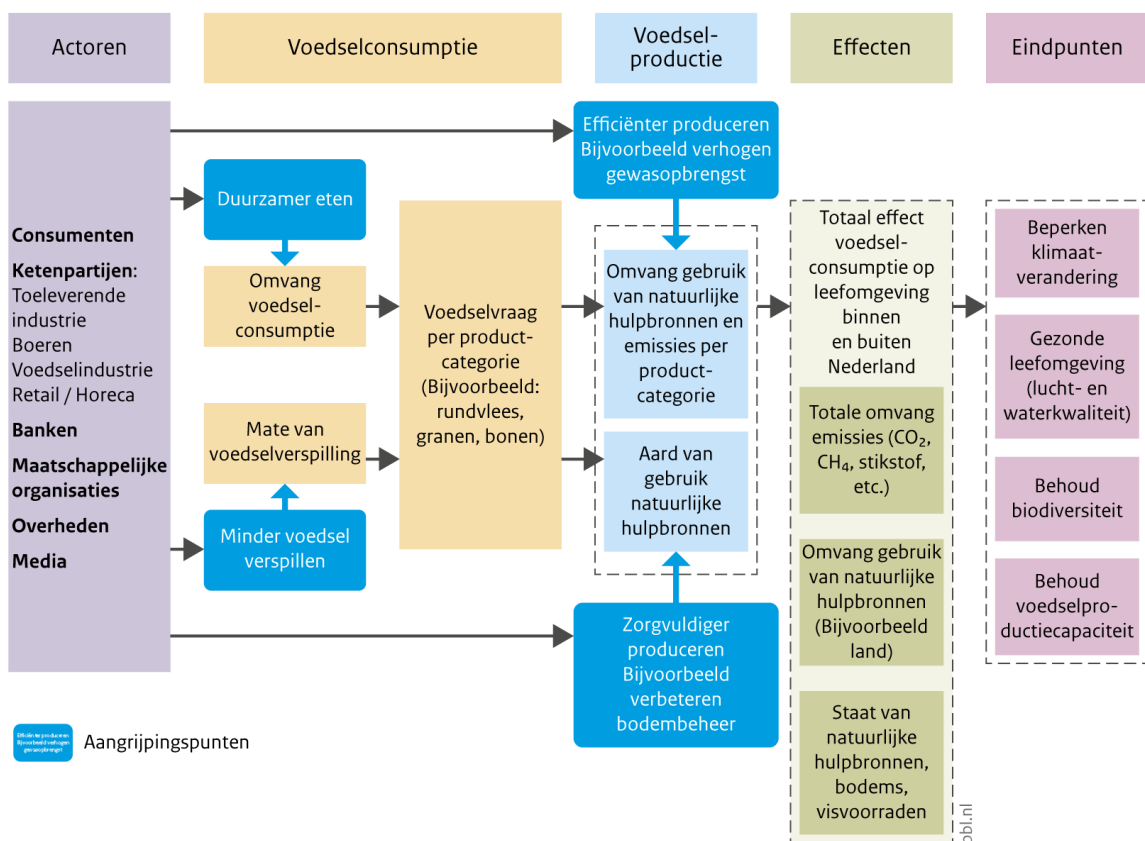
Aard van het Nederlandse voedselsysteem

Het Nederlandse voedselsysteem is onderdeel van een complex internationaal netwerk, waarin producten, geld en kennis over de hele wereld stromen. De complexiteit van dit netwerk blijkt uit de interacties en terugkoppelingen tussen de biofysische, sociale en economische onderdelen van het landbouw en voedselsysteem. De terugkoppelingen maken dat van tevoren niet goed kan worden overzien wat de exacte uitwerking van een bepaalde handeling of maatregel op het systeem is. Daarbij komt dat de invloed van de rijksoverheid op het voedselsysteem beperkt is. Zo wordt veel van het voedsel wat in Nederland wordt gegeten buiten Nederland geproduceerd en kan de Nederlandse overheid geen voedsel tegenhouden dat op de Europese interne markt is toegelaten. En slechts een klein deel van het voedsel dat de primaire sector in Nederland produceert, is voor Nederlandse consumptie bestemd. Ook belangrijke aspecten als de omvang van de vleesconsumptie of de mate van voedselverspilling zijn moeilijk te sturen. Voedselbeleid moet daarom systeembewust beleid zijn dat afgestemd is op deze complexiteit (PBL 2019). Systeembewust voedselbeleid is hierin gedefinieerd als stapsgewijs beleid met visie: door het zetten van opeenvolgende kleine stappen gericht op het verbinden van de korte en lange termijn, wordt langzaam maar zeker bewogen richting een gezonder en duurzamer voedselsysteem. Het blijft evenwel echter lastig om directe, causale relaties vast te stellen tussen activiteiten van actoren in het voedselsysteem en effecten hiervan in het biofysische domein. Dit maakt het ook lastiger om een traditionele beleids-evaluatie uit te voeren voor het voedseldomein.

Veelheid van effecten van voedsel op de leefomgeving

Voedselproductie heeft op veel manieren effect op de leefomgeving. Deze effecten zijn te onderscheiden in: de aard en omvang van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen, zoals land, bodem en water, en de omvang van de emissies en gevolgen voor de leefomgeving, zoals broeikasgasemissies en de waterkwaliteit (groene blokken in figuur 1). Deze factoren bepalen op hun beurt weer de impact op eindpunten, zoals biodiversiteit, en voedselproductiecapaciteit (roze blokken in figuur 1). Dit maakt dat er veel verschillende indicatoren nodig zijn om de verschillende vormen van impact in beeld te brengen. Om de negatieve effecten van voedselconsumptie op de leefomgeving in binnen- en buitenland te verminderen, zijn vier zogenoemde 'aangrijpingspunten' te onderscheiden. Dit zijn duurzamer eten, minder voedsel verspillen, efficiënter produceren en zorgvuldiger produceren. Daarbij zijn er in een aantal gevallen afruilrelaties. Zo kunnen efficiëntere productiemethoden (bijvoorbeeld hogere gewasopbrengsten) leiden tot minder biodiversiteit. Het is van belang dat deze afruilrelaties zo goed mogelijk in beeld worden gebracht.

Kader monitoring voortgang verduurzaming voedselsysteem



Bron: PBL

Figuur 1 Conceptueel kader voor monitoring van voortgang verduurzaming voedselsysteem en effecten op de leefomgeving: Actoren kunnen door veranderingen (via aangrijpingspunten) in de voedselconsumptie en -productie de effecten op de leefomgeving verminderen en zo de eindpunten beïnvloeden.

Verskillende perspectieven en waarden

Wat onder een 'duurzaam voedselsysteem' wordt verstaan, valt niet objectief te definiëren. Achter het begrip 'duurzaam voedselsysteem' gaan namelijk verschillende waarden schuil; in de maatschappij bestaan verschillende perspectieven op verduurzaming. Is dat een hightech systeem met bijvoorbeeld kweekvlees? Dan moeten vooral investeringen van overheden en bedrijfsleven in die richting worden gemonitord. Of is het een systeem gebaseerd op grote veranderingen in eetpatroon en een hoog aandeel biologische producten? Dat vergt weer heel andere indicatoren. In de

PBL-publicatie *Perspectieven op duurzaam voedsel* (zie De Krom & Muilwijk 2018) worden vijf perspectieven onderscheiden, die de breedte van de verschillende visies op een duurzaam voedselsysteem laten zien: Dit zijn: 1) voldoende en voordelig voedsel op de wereldmarkt 2) technologisch optimisme 3) alternatieve voedselnetwerken 4) de consument aan het stuur en 5) integrale voedselbeleid. De verschillende perspectieven zijn ook terug te vinden in het beleid.

Het betrekken van actoren

De overheid kan bij monitoring van het voedselsysteem het beste zoveel mogelijk gezamenlijk optrekken met andere partijen in de samenleving. Private partijen en maatschappelijke organisaties hebben immers ook ambities op het gebied van verduurzaming, en een goede monitoring is daarvoor ook in hun belang. Gezamenlijk kan zo een levende en zelflerende vorm van monitoring ontstaan. Een tweede reden is dat bedrijven en onderzoeksinstituten over veel relevante actuele data beschikken. Met de huidige digitalisering is het technisch mogelijk om het productieproces en -locaties gedetailleerd te volgen. Het Rijk kan een rol spelen in het beschikbaar maken van continue en frequente monitoringsinformatie. Bij voorkeur worden de indicatoren jaarlijks geactualiseerd; passend bij de dynamiek van verandering, om snel te kunnen reageren. Een derde reden is het vergroten van het gezag van het monitoringssysteem. In de loop van de jaren kan de monitoringsrapportage worden uitgebreid, waarbij aandacht moet zijn voor de monitoringskosten van zowel de overheid als die van private partijen. Monitoring kan ook worden gezien als een gezamenlijke verantwoordelijkheid van overheid, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties. Een regelmatige monitoring is idealiter geen last, maar is iets waar overheid, bedrijven en maatschappij profijt van hebben.

Conceptueel kader voor monitoring

Hoe kan een monitoringssysteem voor een duurzaam voedselsysteem eruitzien? We bespreken aan welke eisen individuele indicatoren en de set van indicatoren moeten voldoen, aan welke indicatoren gedacht kan worden en welke indicatoren reeds beschikbaar zijn.

Beleidsrelevante, analytisch degelijke, meetbare en begrijpelijke indicatoren

Een indicator is een manier om de geaggregeerde resultaten van een grotere dataset helder te communiceren. Zo kan aan de hand van kassabonnen ('een grotere dataset') worden berekend wat het aandeel van voedsel met een duurzaamheidskeurmerk is in de totale voedselaankopen. Het 'aandeel duurzaam voedsel' is dan de indicator voor voedselconsumptiegedrag. Het monitoringssysteem geeft alleen een goed inzicht als de indicatoren aan een aantal criteria voldoen. Een goede indicator dient beleidsrelevant te zijn, gevoelig te zijn voor veranderingen in de tijd, en is ook responsief voor veranderingen in de leefomgeving en gerelateerde menselijke activiteiten. Ook dient een indicator gebruikersgeschikt en eenvoudig te interpreteren te zijn. Idealiter wordt de indicator breed gedragen en geniet die derhalve legitimiteit. Verder is uiteraard belangrijk dat een indicator wetenschappelijk degelijk en meetbaar is en gebaseerd is op internationale standaarden en internationale consensus met betrekking tot zijn validiteit. Bovendien dienen de data die nodig zijn voor het kwantificeren van de indicator goed beschikbaar te zijn (of dit te maken zijn), regelmatig geactualiseerd te worden tegen aanvaardbare kosten, goed gedocumenteerd te zijn en van goede kwaliteit te zijn. Tot slot dient een indicator niet alleen 'informatief' te zijn, maar ook 'performatief', dat wil zeggen niet alleen beschrijvend, maar ook aanzettend tot verandering van gedrag van actoren.

Gewenste en beschikbare indicatoren effecten van voedsel op de leefomgeving

Zoals eerder aangegeven kunnen de effecten op de leefomgeving in een viertal aspecten worden samengevat. Van belang is de *aard van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen*, zoals land, bodem en water. Hierbij is de vraag of er sprake is van een duurzaam ('volhoudbaar') gebruik. Om

een aantal redenen ontbreken hiervoor nu indicatoren. Ten eerste is de duurzaamheid van het gebruik geen helder gedefinieerd begrip. Ten tweede gaan bepaalde veranderingen (bijvoorbeeld landdegradatie of biodiversiteit) erg geleidelijk. En ten derde moet voor de bepaling van de aard van het gebruik ook de productielocatie bekend zijn, en dat is nu niet altijd zo. Wel wordt in steeds meer ketens en duurzaamheidsprogramma's van bedrijven aandacht besteed aan de impact op de lokale omgeving. Dit biedt mogelijkheden om geschikte indicatoren te ontwikkelen en relevante data beschikbaar te hebben.

Voor de *omvang van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen (zoals land of water)*, wordt vaak de methode van voetafdrukken gebruikt, zoals de landvoetafdruk en de voetafdruk van watergebruik. De methoden voor deze indicatoren zijn op zich goed ontwikkeld. Bovendien zijn ook data beschikbaar voor de landvoetafdruk van de Nederlandse consumptie, hetzij via een multiregionaal input-outputmodel of via de combinatie van consumptiedata en levenscyclusanalyse (LCA). Een beperking is wel dat er nu geen afspraken (en middelen) zijn voor een regelmatige actualisering van de benodigde consumptiedata en LCA-data. Het RIVM berekent de voetafdruk van het zogenaamde blauw waterverbruik irrigatiewater). Voor andere natuurlijke hulpbronnen, zoals mineralen (nutriënten), metalen (verpakking) en fossiele brandstoffen (transport, koeling, productie kunstmeststoffen) bestaan nog geen geschikte indicatoren.

Ook voor de *omvang van emissies* gerelateerd aan de voedselconsumptie zijn geschikte indicatoren ontwikkeld. De methoden zijn redelijk vergelijkbaar met die voor de natuurlijke hulpbronnen. Vooral voor de omvang van broeikasgasemissies (de broeikasgasvoetafdruk) zijn reeds veel data beschikbaar. Ook hier ontbreekt het echter aan een regelmatige actualisering. Het RIVM berekent op basis van de emissies van stikstof en fosfaat naar bodem en water de indicatoren 'verzuring van de bodem', 'vermesting zoetwater' en 'vermesting marien water'.

De *impact op de eindpunten*, zoals klimaatstabilisatie, behoud van biodiversiteit, de kwaliteit van de leefomgeving en van de voedselproductiecapaciteit, is gerelateerd aan de mondiale doelen zoals de SDG's. De bijdrage van de Nederlandse voedselconsumptie aan mondiale issues (zoals landdegradatie) is beperkt, en het is niet altijd mogelijk om de Nederlandse bijdrage aan een bepaalde impact te koppelen. Alleen voor biodiversiteit is een methode ontwikkeld (de biodiversiteitsvoetafdruk), maar deze indicator wordt niet jaarlijks geactualiseerd.

Set van indicatoren moet recht doen aan verschillende beelden duurzaam voedselsysteem

Het gegeven dat er verschillende perspectieven bestaan, heeft gevolgen voor de keuze van indicatoren. Indicatoren worden gemaakt op basis van de ambitie of streefbeeld, het doel ('wat je wilt weten') en de beschikbare data en informatie. De constructie van indicatoren impliceert een proces van selectie, integratie en aggregatie. Enkele parameters die relevant worden geacht worden geselecteerd uit de groep van beschikbare en potentieel relevante data van het te bestuderen systeem. Ook betekenen de verschillende perspectieven dat indicatoren die vanuit de wetenschap of het beleid als cruciaal worden gezien, mogelijk nog niet breed worden gedeeld in de maatschappij. Oorzaken kunnen zijn dat de indicator abstract is (zoals de broeikasgasvoetafdruk), of omdat het onderliggende duurzaamheidsthema als niet of minder prioritair wordt ervaren. Bij het vaststellen van indicatoren ten behoeve van monitoring dient hiermee rekening te worden gehouden, bijvoorbeeld door een brede set van indicatoren te hanteren, die een breed palet van waarden vertegenwoordigt.

Gewenste en beschikbare indicatoren

Lopende rapportages geven onvoldoende beeld

Er zijn in Nederland enkele monitoringsrapportages (betaald door de overheid) gericht op voedselconsumptie en de invloed hiervan op de leefomgeving, zoals de 'Monitor duurzaam voedsel'. maar

deze geven nog een onvoldoende compleet zicht op de mogelijke voortgang richting verduurzaming. Dit komt mede doordat voedselbeleid nog een vrij nieuw beleidsveld is. Voor een goede monitoring van de voortgang van de verduurzaming van het voedselsysteem is het wenselijk dat het monitoringssysteem indicatoren van alle schakels in deze keten van acties van actoren, voedselconsumptie en -productie, effecten en eindpunten bevat. Tevens is het wenselijk dat in de set aan indicatoren, naast de hiervoor genoemde aspecten, rekening wordt gehouden met de complexiteit van het systeem, de veelheid aan effecten en de verschillende perspectieven.

Wat betreft de aard en omvang van de voedselconsumptie zijn er grote verschillen zijn in het effect op de leefomgeving tussen plantaardige en dierlijke producten. Ook binnen de voedselcategorieën zijn er verschillen, zoals tussen rund- en kippenvlees. Het is dan ook van belang om te monitoren hoe de voedselconsumptie zich ontwikkelt, dus wat en hoeveel Nederlanders eten en drinken. Op dit moment ontbreekt het echter aan een jaarlijkse actualisering van data over voedselconsumptie. De Voedselconsumptiepeiling (VCP) van het RIVM geeft relevante data, maar deze worden niet jaarlijks geactualiseerd, hetgeen wenselijk is voor tijdige bijsturing. De VCP-data zijn, vanwege de bijbehorende vraagstelling van humane gezondheid, wel relatief gedetailleerd. Als het gaat om de bepaling van het effect op de leefomgeving dan hoeven deze data minder gedetailleerd te zijn: het is voldoende om inzicht te krijgen van de gemiddelde consumptie in Nederland op het niveau van basisproducten, zoals verschillende vleessoorten, zuivel, en een aantal categorieën plantaardige producten.

Naast de omvang van de consumptie, is het ook van belang om de aard van de consumptie te volgen: bijvoorbeeld de ontwikkeling van het aandeel voeding met een duurzaamheidskenmerk, zoals biologisch, UTZ/Rainforest Alliance en MSC (vis). Hiervoor bevat de jaarlijks geactualiseerde Monitor Duurzaam Voedsel goede indicatoren. Daarnaast is monitoring van de voedselverspilling belangrijk. De bestaande monitor voedselverspilling kent grote onzekerheden bij de bepaling van de voedselverspilling en biedt vooralsnog weinig aanknopingspunten voor handelingsperspectief, doordat niet duidelijk is wie hoeveel verspilt. De Stichting 'Samen tegen voedselverspilling' is bezig een raamwerk voor monitoring te ontwikkelen. Hierbij wordt ook getracht per sector de mate en manier van hergebruik in beeld te brengen en de locatie in de keten.

In tabel 1 is een inschatting gegeven van de prioriteit, kwaliteit, zeggingskracht en databehoeft van de diverse indicatoren. Het betreft hier een momentopname, indicatoren kunnen in de toekomst verder worden ontwikkeld. De effectindicatoren 'omvang van het landgebruik' en 'omvang van broeikasgasemissies' lijken op dit moment op alle criteria goed te scoren. De indicatoren gerelateerd aan de aard van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen zijn relevant voor beleid en andere stakeholders, maar dienen nog beter te worden ontwikkeld. Voor een groot aantal indicatoren dient nog een goede methodologie te worden bedacht, zoals voor het in beeld brengen van de duurzaamheid van het landgebruik en voor de impact op biodiversiteit.

Monitoring van verduurzamingsacties van actoren is wenselijk

Naast effectgerichte indicatoren is het van belang om in beeld te brengen welke activiteiten (en middelen) de verschillende actoren (overheden, maar ook private partijen en maatschappelijke organisaties) ontplooiën om tot een duurzamer voedselsysteem te komen. Voor deze activiteiten bestaat nog geen goede monitoringsrapportage. Het is echter wel nuttig om die in beeld te brengen, omdat de complexe relaties leiden tot een fundamentele onvoorspelbaarheid in het systeem. Zo kan van tevoren niet worden overzien wat de exacte uitwerking op het systeem is van een bepaalde actie of maatregel. Monitoring van acties biedt een mogelijkheid om 'vroeg signalen' waar te nemen, omdat het waarschijnlijk enige jaren duurt voordat de effecten op de leefomgeving zichtbaar worden. Daarnaast biedt monitoring zicht in de ambities en acties van de verschillende actoren en op welke aspecten al dan niet voortgang is geboekt.

Tabel 1 Inschatting huidige stand van zaken voor een aantal indicatoren

	Prioriteit ¹	Relevantie	Analytische degelijkheid	Onzekerheden	Begrijpelijkheid communicatiepotentieel	Data behoefte
Voedselconsumptie						
Omvang voedselconsumptie	Hoog; deze data zijn noodzakelijk voor berekening milieudruk	Groot	Goed	Redelijk	Groot	Jaarlijkse update hoofdcategorieën
Aard voedselconsumptie	Hoog	Groot	Redelijk	Redelijk	Groot	Omvang aankoop producten met keurmerk
Voedselverspilling	Hoog	Groot	Redelijk	Vrij groot	Goed	Omvang verspilling, zowel bij consument als bij ketenpartijen
Effecten en eindpunten						
Landgebruik voetafdruk ²	Hoog	Groot	Goed	Beperkt	Goed	LCA-data landgebruik per voedselcategorie
Landgebruik aard	Middel	Groot?	Matig	Groot	Redelijk	Informatie over aard landgebruik
Stikstofemissies Voetafdruk	Middel	Matig	Goed	Vrij groot	Matig	LCA-data per voedselcategorie
Biodiversiteit (land) ²	Middel	Redelijk	Redelijk	Groot	Matig	per voedselcategorie
Broeikasemissies ²	Hoog	Groot	Goed	Beperkt	Goed	LCA-data per voedselcategorie
Behoud voedselproductiecapaciteit	Hoog	Groot	Redelijk	Vrij groot	Redelijk	Onder andere staat van landbouwbodems
Activiteiten bij actoren	Hoog	Groot	Redelijk	Vrij groot	Goed	

Groeimodel voor monitoring van het voedselsysteem

Gezien de veelheid aan effecten op de leefomgeving en aan aspecten (voedselconsumptie, voedselverspilling, productiemethoden), aan schaalniveaus (van lokaal tot mondiaal), veelheid aan (private) actoren en aan waarden zou een monitoringssysteem ook een veelheid aan maatschappelijke- en beleidsrelevante indicatoren moeten omvatten. Hiervan is nog maar een klein deel operationeel, veel wordt er nog niet gemonitord. Het is daarom aan te raden om bij het opzetten van het monitoringssysteem te kiezen voor een groeimodel. Daarmee kan ook gaandeweg worden geleerd en tijdig bijgestuurd. We bespreken hierna vier uitgangspunten voor zo'n groeimodel.

1. Publiek en privaat samen monitoren, aansluiting bij bestaande initiatieven

De overheid kan bij de ontwikkeling van een monitoringssysteem kiezen voor een regierol door keuzes te maken en te zorgen voor continuïteit en samenhang. Het is verstandig om zoveel mogelijk synergie te zoeken met bestaande monitoring en verwante beleidsprocessen. Voor de overheid is er wat betreft monitoring van voedselconsumptie synergie te bereiken met beleid gericht op de circulaire economie (vermindering van voedselverspilling), beleid gericht op voedsel in het kader

¹ Prioriteit is ingeschat op basis van verschillende criteria, zoals: betreft het basisdata (zoals voedselconsumptie), is bij effecten en eindpunten het aandeel van voedsel (mondiaal gezien) hoog én/of waar zijn (of dreigen) mondiaal gezien de planetary boundaries (te worden) overschreden? Daarbij dient steeds bedacht te worden dat prioriteit ook afhangt van het perspectief op het voedselsysteem, en het daarmee een normatieve keuze betreft.

² Deze indicatoren kunnen ook met een 'top-down'methode worden berekend. Hiervoor zijn data nodig van een multi-regionaal input-output model.

van gezondheid (preventieakkoord) en met klimaatbeleid. Voor het deel van de Nederlandse voedselconsumptie dat in Nederland wordt geproduceerd kan voor monitoring worden aangesloten de monitoring die op de Nederlandse landbouwsector is gericht (zoals de gekoppeld aan de Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden en de Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen).

Voor de bepaling van de aard en omvang van de voedselconsumptie kan deels bij de Voedselconsumptiepeiling en bestaande monitors worden aangesloten. Wat betreft voedselverspilling wordt in de Transitie-agenda 'Biomassa en voedsel' aandacht besteed aan de koppeling van acties aan te behalen beleidsprestaties en effecten. In dit kader is onder andere het aantal bedrijven en type acties gemonitord rondom voedselverspilling. Aan de kant van het bedrijfsleven kan worden aangesloten bij het IMVO Convenant Voedingsmiddelen en inspanningen die bedrijven doen in het kader van 'due diligence' (gepaste zorgvuldigheid in het kader van maatschappelijk verantwoord ondernemen).

2. Prioritering in ontwikkeling indicatoren noodzakelijk

Zoals hiervoor is aangegeven hebben voedselconsumptie en -productie op veel wijzen effecten op de leefomgeving. Het is derhalve niet doenlijk om alle effecten van de voedselconsumptie op de leefomgeving in beeld te brengen. Dit roept de vraag op: is prioritering mogelijk? Bij prioritering met focus op de ecologische houdbaarheid zouden de (mogelijke) overschrijding van 'planetary boundaries' in combinatie met de bijdrage van voedselproductie aan het betreffende thema criteria kunnen zijn. Dan komen onder andere landgebruik, broeikasemissies en gebruik en emissies van nutriënten, naar voren als prioritaire thema's.

Uiteindelijk vergt prioritering politieke en beleidsmatige keuzes. Deze keuzes zijn des te meer noodzakelijk omdat er, waar het gaat om uiteindelijke effecten op de leefomgeving, geen concrete doelen geformuleerd zijn. Op het niveau van activiteiten zijn wel enkele doelen geformuleerd. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de vermindering van de voedselverspilling.

3. Landvoetafdruk en broeikasgasvoetafdruk van de voedselconsumptie eerste stap

Een eerste stap zou kunnen zijn om de bestaande berekeningswijze voor de bepaling van de landvoetafdruk en de broeikasgasvoetafdruk van de Nederlandse voedselconsumptie verder te ontwikkelen. Het ontbreekt nu echter aan een jaarlijkse actualisering. De landvoetafdruk en broeikasgasvoetafdruk zijn belangrijke maatlatten die iets zeggen over de omvang van het beslag op landbouwgrond en de omvang van de broeikasgasemissies. Dit laat onverlet dat een te nauwe focus op deze twee indicatoren er voor kan zorgen dat aspecten (zoals effecten op lokale biodiversiteit, bodemdegradatie, emissies van vermestende stoffen en dierenwelzijn) buiten beeld raken.

4. Facilitering ontwikkeling nieuwe indicatoren

Het is verstandig om een bredere set aan indicatoren te ontwikkelen om de richting en voortgang van de verduurzaming van het voedselsysteem in beeld te brengen. Het gaat daarbij om indicatoren voor alle stappen in het conceptueel kader (zie Figuur 1).

Als het gaat om acties van actoren inzichtelijk te krijgen, gaat het nog vooral over kwalitatieve indicatoren zoals samenwerking tussen ketenpartners en het ontwikkelen van nieuwe producten. Er zullen daarom nieuwe indicatoren ontwikkeld moeten worden voor bijvoorbeeld de monitoring van voedselroutines van consumenten: de voedselomgeving, de voedselvaardigheden en de culturele betekenissen van voedsel. En wat doen supermarkten, horeca en voedingsmiddelenfabrikanten op dit gebied: Waar liggen in de supermarkt bijvoorbeeld de duurzame producten en tegen welke prijs? Hoeveel duurzame recepten kunnen consumenten zelf koken? En wordt vlees bijvoorbeeld beschouwd als een noodzakelijk onderdeel van een volwaardige maaltijd? Maar ook indicatoren gericht op het financiële en institutionele systeem, kunnen een belangrijk inzicht geven in de voortgang richt een duurzamer voedselsysteem. Uiteindelijk kunnen ook kwantitatieve indicatoren

toegevoegd worden zoals bijvoorbeeld de omvang (of het aandeel) van duurzame voedselinvesteringen en of het aandeel van bedrijven die bovenwettelijke maatregelen nemen voor verduurzaming.

VERDIEPING

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Nederlandse overheid, het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties hebben ambities om de invloed van de Nederlandse voedselconsumptie en de Nederlandse landbouw op de leefomgeving te verminderen (EZ & VWS 2015, 2016; IenM & EZ 2016; LNV 2018a). Het overkoepelende overheidsdoel is 'voldoende, gezond en duurzaam voedsel voor iedereen' (LNV 2018a). Ook in de Transitieagenda Biomassa en Voedsel (in het kader van het Rijksbrede Programma Circulaire Economie en het Grondstoffenakkoord) speelt verduurzaming van voedselproductie en -consumptie een belangrijke rol (Grondstoffenakkoord 2018). Hierbij gaat het onder andere om vermindering van voedselverspilling en een afname van het percentage dierlijke eiwitten in het eetpatroon. Vermindering van de voedselverspilling is ook een apart beleidsspoor (LNV 2018c). Het voedselbeleid, gericht op consumenten en keten (LNV 2009) vormt een aanvulling op landbouwbeleid, dat vooral is bedoeld voor de primaire sector. Ook op andere schaalniveaus komen doelen rond voedsel terug, zoals in de duurzame ontwikkelingsdoelen (SDG's) van de Verenigde Naties (UN 2015). Nederland heeft zich daaraan gecommitteerd met de City Deal Voedsel (Staatscourant 2017), dat is ondertekend door verschillende gemeenten, provincies en het Rijk.

Ook private actoren, zoals de koepelorganisatie Alliantie Verduurzaming Voedsel, streven naar het verduurzamen van de 'voedselketen'. Veel individuele bedrijven hebben ambities om de Nederlandse voedselconsumptie en -productie duurzamer te maken, onder andere door vermindering van voedselverspilling en het vergroten van het aanbod duurzame voedselproducten in de winkels. Maatschappelijke groeperingen, bijvoorbeeld de Stichting Natuur en Milieu, streven naar een 'ecologisch efficiënte, gezonde en duurzame consumptie en productie van voedsel'.

De overkoepelende doelen klinken mooi. Het blijkt echter dat deze doelen vaak nog onvoldoende concreet zijn. Het is bijvoorbeeld nog onduidelijk hoe de voortgang van de verduurzaming van het Nederlandse voedselsysteem op zinvolle en effectieve wijze kan worden gemonitord, en welke indicatoren daarvoor geschikt zijn. Er zijn in Nederland enkele lopende monitoringsrapportages, maar deze bieden ons inziens nog onvoldoende zicht op het goed meten van de voortgang. Zo is in de *Voedselagenda voor veilig, gezond en duurzaam voedsel* in 2015 weliswaar aangekondigd dat de indicator 'milieudruk van Nederlandse voedselconsumptie' in ontwikkeling is (EZ & VWS 2015), maar deze indicator is nog niet operationeel.

Met dit rapport beogen we een overzicht te geven van de effecten van de Nederlandse voedselconsumptie op de leefomgeving en hoe zowel deze effecten als het veranderproces richting verduurzaming zouden kunnen worden gemeten. Daarbij gelden drie kanttekeningen. Ten eerste is de focus op de Nederlandse voedselconsumptie een andere focus dan die op de Nederlandse landbouw, of die op Nederlandse agrofoodbedrijven; in hoofdstuk 2 gaan we nader in op deze afbakening.

Ten tweede is duurzaamheid een zeer breed begrip. De productie en consumptie van voedsel hebben immers niet alleen effect op de leefomgeving, maar ook op een groot aantal andere aspecten die maatschappelijk van belang zijn. Hierbij gaat het onder andere om menselijke gezondheid (uiteraard via voedselconsumptie, maar ook via van zoönosen (zoals Q-koorts, en het gebruik van antibiotica), economische en sociale aspecten, zoals boereninkomens (in Nederland, maar ook daarbuiten), de betaalbaarheid van voedsel, en dierenwelzijn. Hoewel het belangrijk is om al deze aspecten te onderkennen en monitoren, komen ze in dit rapport alleen zijdelings aan de orde en focussen we vooral op de 'ecologische houdbaarheid' van het voedselsysteem. Deze term is afkomstig van de WRR (WRR 2014), en is overgenomen door de Rijksoverheid als een van de drie hoofdlijnen van voedselbeleid, naast gezondheid en robuustheid (EZ & VWS 2015). Met 'ecologische

houdbaarheid' bedoelen we in dit rapport de effecten van voedselconsumptie op de fysieke leefomgeving.

Een derde kanttekening is dat we in dit rapport vooral aangeven wát er gemeten zou moeten worden. We geven dus geen volledige beschrijving van de huidige stand van zaken van de verduurzaming of van de ontwikkeling in de laatste jaren.

Dit rapport is een van de beleidsrapporten over verduurzaming van het voedselsysteem, waarvan de hoofdboodschappen gebundeld zijn in het PBL-rapport *Dagelijkse kost. Hoe overheden, bedrijven en consumenten kunnen bijdragen aan een duurzaam voedselsysteem* (PBL 2019a).

1.2 Context

Waarom is monitoring van de invloed van de Nederlandse voedselconsumptie van belang? Wat is de relatie met voedselbeleid en andere beleidsdoelen? En hoe ziet het Nederlandse voedselbeleid er uit?

Voedsel heeft op vele manieren gevolgen voor de leefomgeving

Voedselconsumptie en de daarmee samenhangende voedselproductie hebben wereldwijd een grote impact op de leefomgeving. Naar schatting veroorzaakt het wereldwijde voedselsysteem circa 25 procent van de broeikasgasemissies (UNEP 2016). Ongeveer 60 procent van het mondiale verlies aan biodiversiteit op land is gerelateerd aan voedselproductie, vooral door het grote landbeslag van landbouw (PBL 2014). Ruim 35 procent van al het land op aarde (13,4 miljard hectare) is in gebruik voor landbouw. Het grootste deel daarvan zijn graslanden (circa 3.500 miljoen hectare), terwijl akkerbouw circa 1.500 miljoen hectare beslaat (Van der Esch et al. 2017). Ter vergelijking: het Nederlandse landbouwareaal is circa 1,9 miljoen hectare. Visserij en aquacultuur hebben een grote invloed op mariene systemen (FAO 2014).

De invloed van voedselproductie op de leefomgeving is zeer divers. Zo kan het gaan om broeikasgasemissies in verschillende vormen, de aard en omvang van het land- en watergebruik, het gebruik en de uitstoot van stikstof en fosfaat, het gebruik van grondstoffen (van fosfaat voor kunstmest tot aluminium voor verpakking), de invloed op biodiversiteit (op land en in zoet en zout water), de genetische diversiteit en het beheer van visvoorraden. Deze lijst is echter nog niet volledig, en maakt monitoring dus complex.

De druk op de leefomgeving neemt mondiaal toe

De invloed van de voedselconsumptie en -productie op de leefomgeving neemt – via de daarvoor benodigde landbouw en mariene productie – in de komende decennia waarschijnlijk toe. Daarbij spelen vier factoren een rol:

1. De wereldbevolking groeit naar verwachting van ruim 7 miljard mensen nu naar circa 9,8 miljard mensen in 2050 (UNDESA 2017).
2. Gemiddeld gesproken neemt de welvaart toe en daardoor stijgt de consumptie van producten als vlees, vis, groenten, fruit en sterk bewerkte producten; producten die in het algemeen een groter beslag leggen op de leefomgeving. In veel gevallen neemt ook het gebruik van grondstoffen toe, en stijgen de emissies in de rest van de voedselketen (bij verwerking, verpakking, transport, koeling).
3. Landbouwproducten (en wellicht ook mariene productie) worden mogelijk vaker ingezet voor de productie van brandstof en als grondstof voor de 'biobased' economy.
4. Door klimaatverandering zullen de opbrengsten in een aantal gebieden waarschijnlijk afnemen, waardoor er bijvoorbeeld meer landbouwgrond nodig is voor de voedselproductie.

Nederlands voedselbeleid gericht op duurzaamheid is relatief recent

Het Nederlandse voedselbeleid dat als apart beleidsveld is gericht op duurzaamheid, is relatief nieuw. Het startte in feite in 2009 met de *Nota Duurzaam Voedsel* (LNV 2009). Daarna heeft het een aantal jaren wat stilgelegen, waarna het in 2015 (onder andere als gevolg van het WRR-rapport *Naar een voedselbeleid*) weer nieuw leven werd ingeblazen. Het voedselbeleid is gericht op gezonder eten, duurzaamheid ('ecologische houdbaarheid') en voedselvoorzieningszekerheid ('robuustheid' (EZ & VWS 2015, 2016).

Voedsel en landbouw zijn ook onderdeel van het klimaatbeleid (onderhandelingstafel Landbouw en Landgebruik in het Klimaatakkoord – Klimaatberaad 2019) en het beleid voor circulaire economie (in de Transitieagenda Biomassa en Voedsel – Grondstoffenakkoord 2018).

Op dit moment zijn er, waar het gaat om uiteindelijke effecten op de leefomgeving, geen concrete doelen geformuleerd. Voor activiteiten zijn wel enkele doelen geformuleerd, zoals voor de vermindering van de voedselverspilling (LNV 2018c).

Doordat het voedselbeleid van redelijk recente datum is, is er nog geen volwaardig monitoringssysteem gerealiseerd. In 2011 is er wel een Voedselbalans verschenen (Backus et al. 2011), maar deze heeft geen vervolg gekregen.

Beleidsvaluatie bemoeilijkt door zachte beleidsinstrumenten en complexiteit systeem

De mogelijke invloed van het Nederlandse voedselbeleid op de uiteindelijke effecten op de leefomgeving is lastig vast te stellen. Voorsnog beperkt dit beleid zich tot 'zachte beleidsinstrumenten', zoals voorlichting gericht op gedragsverandering, convenanten, en beleid ter stimulering van ontwikkeling van kennis en innovatie. Dit gegeven, in combinatie met de complexiteit van het voedselsysteem (met veel actoren en veel invloeden) en het feit dat veel van de effecten op de leefomgeving buiten Nederland zijn, betekent dat de invloed van het beleid moeilijk zichtbaar is te maken. Hierdoor is een gangbare beleidsvaluatie lastig uit te voeren, zoals volgens de handleiding van de Algemene Rekenkamer (Algemene Rekenkamer 2005).

1.3 Vraagstelling

De centrale vragen in dit rapport zijn: Hoe is de voortgang richting een duurzamer voedselsysteem in beeld te brengen? Zijn de bouwstenen voor een adequaat monitoringssysteem al aanwezig, of moeten die nog worden ontwikkeld? Wat zijn relevante indicatoren, die ook recht doen aan de veelheid aan effecten van voedselproductie op de leefomgeving, en tevens aan de verschillende beelden die er in de samenleving zijn op het gebied van duurzaam voedsel?

Het rapport gaat over het Nederlandse voedselsysteem en dus niet direct over de impact van de Nederlandse landbouw op de leefomgeving, of over de Nederlandse agrofoodsector, hoewel er wel overlap is en data over en weer kunnen worden gebruikt.

De volgende subvragen zijn onderscheiden:

1. Welke aspecten of thema's zijn van belang bij de effecten op de leefomgeving van de Nederlandse voedselconsumptie?
2. Welke aspecten kunnen nu al concreet worden gemeten? Met andere woorden: voor welke aspecten zijn bruikbare indicatoren beschikbaar om het effect van mogelijke veranderingen in de Nederlandse voedselconsumptie (aard en omvang consumptie) inzichtelijk te maken? Wat is de kwaliteit van deze indicatoren (betrouwbaarheid en relevantie)?
3. Welke indicatoren zouden nog ontwikkeld moeten worden, welke dataverzameling moet daarvoor worden georganiseerd?

4. Is er binnen de mogelijke aspecten en indicatoren een prioriteitsstelling te geven? Bij welke aspecten hebben voedsel (en landbouw en visserij) een grote bijdrage aan de druk op de leefomgeving?
5. Welke indicatoren zijn er om het proces in de richting van een duurzaam voedselsysteem te meten? Bijvoorbeeld activiteiten van beleid of van private partijen?

1.4 Opbouw van dit rapport

In hoofdstuk 2 gaan we in op de systeemafbakening (hoe verhoudt de Nederlandse voedselconsumptie zich tot de Nederlandse agrofoodsector, en tot de landbouwsector), en beschrijven we tevens op hoofdlijnen het Nederlandse voedselsysteem. In hoofdstuk 3 bespreken we de aandachtspunten bij monitoring van een complex systeem als het Nederlandse voedselsysteem. Hoofdstuk 4 gaat over de aspecten die van belang zijn bij de invloed op de leefomgeving van de Nederlandse voedselconsumptie. In hoofdstuk 5 en 6 behandelen we de indicatoren van de voedselconsumptie en -productie. Hoofdstuk 7 ten slotte, gaat over de indicatoren van verandering bij actoren.

2 Nederlands voedselsysteem: van actoren tot effecten

2.1 Systeemaafbakening

Dit rapport gaat over de invloed van de Nederlandse voedselconsumptie op de leefomgeving binnen én buiten Nederland. Tegenwoordig wordt er vaak gesproken van het 'Nederlandse voedselsysteem'¹, het maatschappelijke systeem dat achter de voedselconsumptie schuilgaat. Dit systeem omvat alle voedselconsumptie in Nederland, plus alles wat daarvoor nodig is in termen van productie, transport, verwerking en verkoop, inclusief alle actoren die hierbij zijn betrokken. Hiermee kunnen we beter begrijpen waarom de voedselconsumptie is zoals deze nu is, en ook waarom de voedselproductie en handelsstromen zijn zoals deze nu zijn. Een deel van het voedsel (en de actoren) komt uit Nederland, en een aanzienlijk deel van het voedsel dat Nederlanders eten wordt geïmporteerd, het grootste deel uit Europa (PBL 2019a). Een groot deel van het voedsel dat in Nederland wordt geproduceerd, wordt geëxporteerd, het grootste deel naar andere Europese landen.

Het is daarom zinvol onderscheid te maken tussen drie onderdelen van het landbouw- en voedselsysteem: 1) de Nederlandse landbouw (alle landbouwactiviteiten in Nederland), 2) de Nederlandse agrifoodsector (de levensmiddelenindustrie, zoals zuivelbedrijven, slachterijen, brouwerijen, cacao-verwerkers en koffiebranders en voedingsmiddelenfabrikanten, zoals koekjesfabrieken/bakkerijen) en 3) de Nederlandse voedselconsumptie (zie figuur 2.1).

Deze drie systemen overlappen elkaar maar ten dele want het voedsel dat Nederlanders eten, komt voor een belangrijk deel uit het buitenland (zie figuur 2.1). Een deel van de producten die in Nederland worden geconsumeerd, zoals appels en groenten, komt van de Nederlandse landbouw. Voor een product als kaas is er nog een tussenstap in de agrifoodsector, waar melk wordt verwerkt tot kaas. Andere producten, zoals rijst, bananen en frisdrank, worden in het buitenland geproduceerd (verwerkt) en in Nederland gegeten. Een derde belangrijke categorie zijn producten die in het buitenland worden geproduceerd, zoals cacao en koffiebonen, vervolgens in Nederland worden verwerkt (tot chocolade en koffie) en daarna in Nederland worden geconsumeerd.

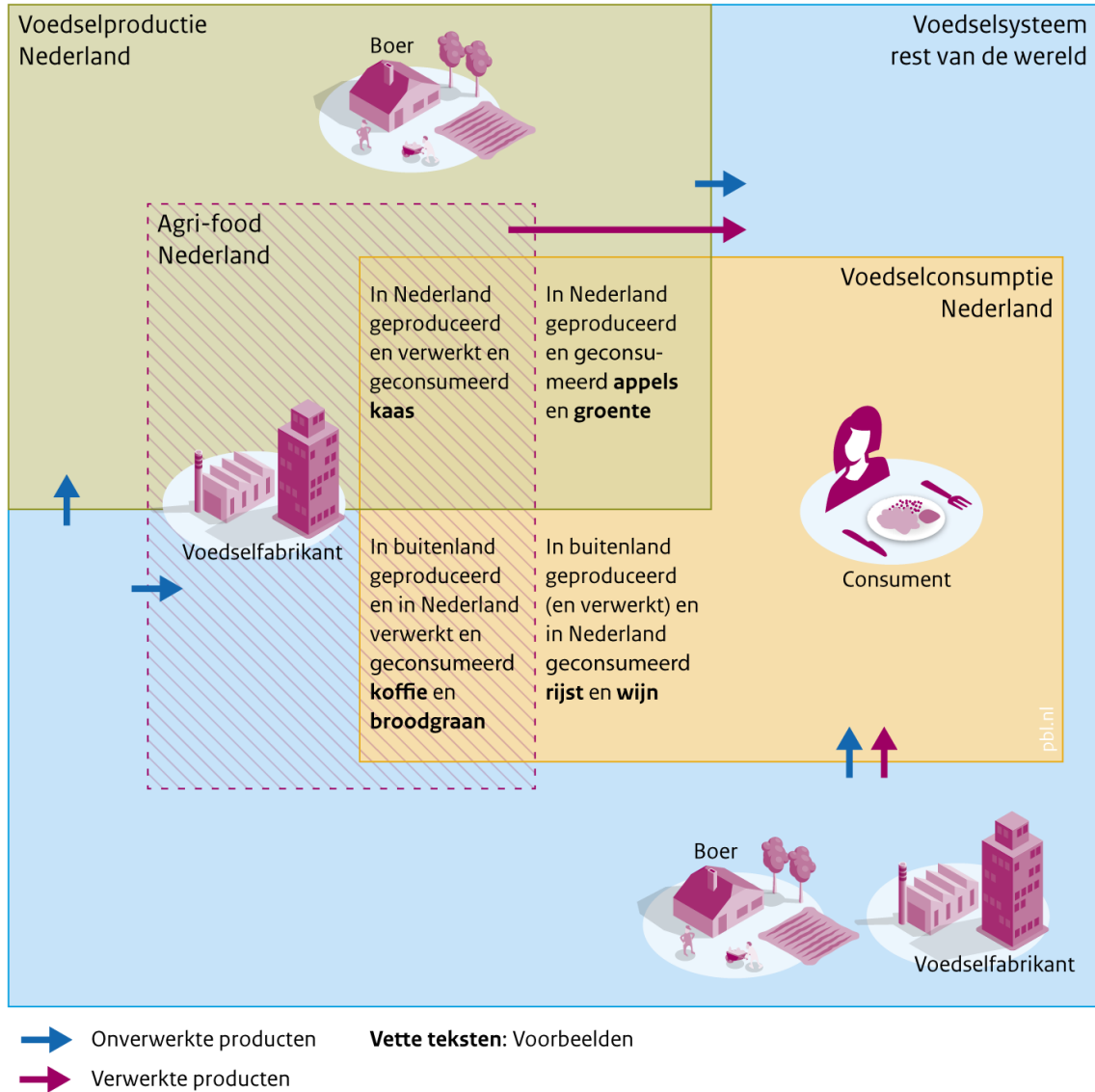
De Nederlandse landbouw is voor een deel afhankelijk van landbouw elders, vooral voor de productie van veevoer. Bijna driekwart van het voedsel dat de Nederlandse landbouw produceert, wordt geëxporteerd (Verhoog 2016). Dit betekent dat lang niet alle druk op de leefomgeving die door de Nederlandse landbouw wordt veroorzaakt aan de Nederlandse voedselconsumptie kan worden toegerekend. Wel is het zo dat initiatieven vanuit de landbouw- of visserijsector een positieve invloed kunnen hebben op de effecten van de Nederlandse voedselconsumptie, bijvoorbeeld als de landbouw efficiënter gaat produceren. Daarnaast is het soms mogelijk om het succes van bepaalde initiatieven te koppelen aan een verschuiving in de consumptie in Nederland. Een voorbeeld hiervan is het Beter Leven Keurmerk voor varkens- en kippenvlees.

De bedrijven uit de Nederlandse agrifoodsector verwerken voor een deel de producten van de Nederlandse landbouw (zuivel, aardappelen, vee), maar ook veel producten van buiten Nederland (zoals koffie, cacao en soja). Ook hiervoor geldt dat slechts een deel van de producten in Nederland wordt geconsumeerd, en dat een aanzienlijk deel wordt geëxporteerd. Daarom kunnen niet

¹ Onder het Nederlandse voedselsysteem verstaan we 'alle elementen (leefomgeving, mensen, inputs, processen, infrastructuur, instituties) en activiteiten die zijn verbonden met de productie, verwerking, vervoer, bereiding en consumptie van voedsel, inclusief de uitkomsten of effecten hiervan, inclusief de sociaaleconomische effecten en effecten op de leefomgeving hiervan' (UNEP 2016).

alle effecten op de leefomgeving door de Nederlandse agrifoodsector aan de Nederlandse voedselconsumptie worden toegerekend.

Overlap Nederlandse voedselproductie en Nederlandse voedselconsumptie



Bron: PBL

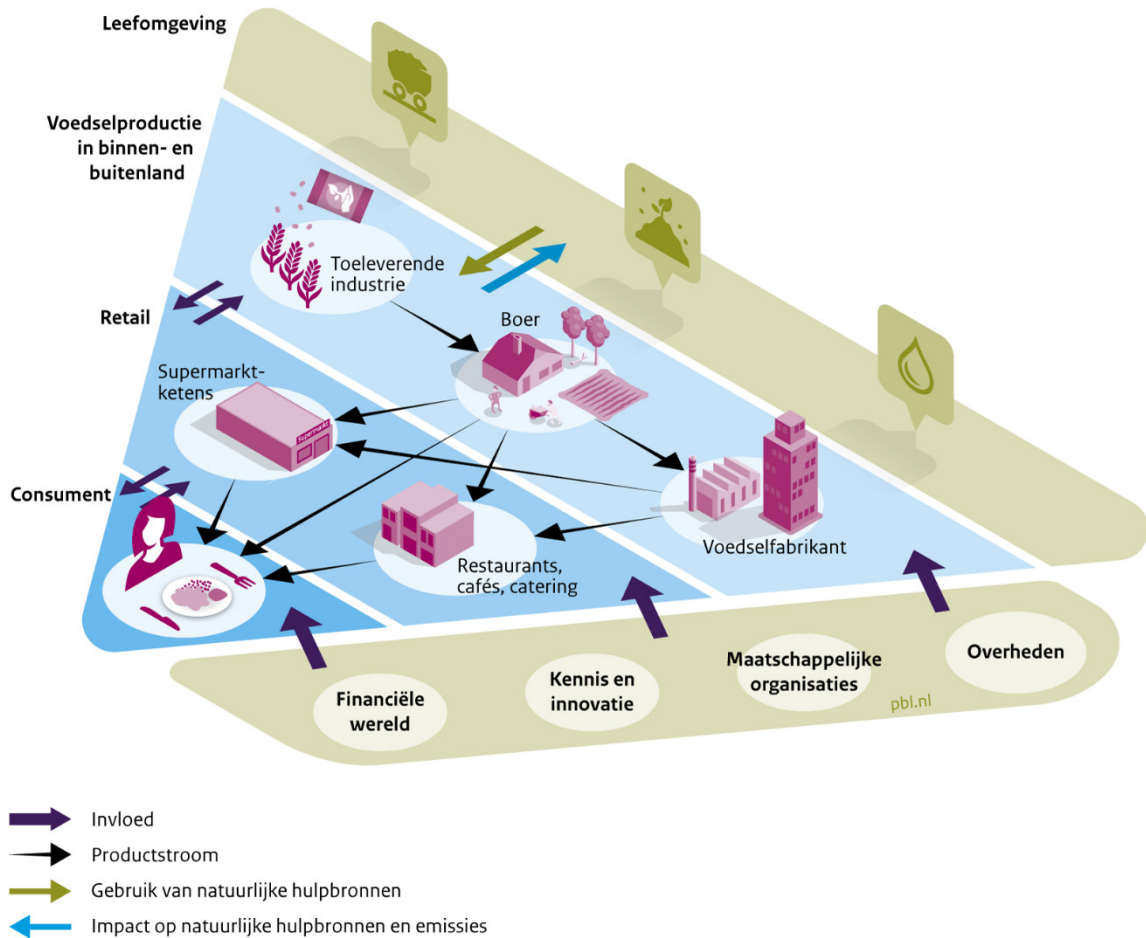
Figuur 2.1 De Nederlandse voedselconsumptie, de Nederlandse agrifoodsector en de Nederlandse landbouwproductie overlappen elkaar beperkt.

De indeling in figuur 2.1 gaat uit van Nederland, maar dezelfde benadering is uiteraard voor de Europese Unie of een provincie, stad of zelfs op individueel niveau toepasbaar. Naarmate het schaalniveau kleiner is, zal er steeds minder overlap zijn tussen productie en consumptie. Een groot deel van het voedsel dat Nederlanders eten wordt geïmporteerd, het grootste deel uit Europa. Een groot deel van het voedsel dat in Nederland wordt geproduceerd, wordt geëxporteerd, het grootste deel naar andere Europese landen. Op mondiale schaal zijn de effecten van consumptie en productie aan elkaar gelijk.

2.2 Het Nederlandse voedselsysteem

Het voedselsysteem is het maatschappelijk systeem rondom voedsel: het geheel van actoren dat ervoor zorgt dat voedsel wordt geproduceerd, verwerkt, gedistribueerd en geconsumeerd, de zogenoemde 'ketenpartijen', maar ook overheden, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen horen bij dit systeem (figuur 2.2). Het voedselsysteem is beter te begrijpen als een netwerk of ingewikkeld web van interacties dan als een keten die in een rechte lijn van boer naar het bord voert (Oosterveer 2015; WRR 2014).

Nederlands voedselsysteem van bord tot boer



Bron: PBL

Figuur 2.2 Achter de Nederlandse voedselconsumptie gaat een internationaal landbouw- en voedselsysteem van import en export schuil. Consumenten en bedrijven in de voedselproductieketen oefenen invloed uit op de primaire voedselproductie op de boerderij. Partijen buiten de directe voedselketen, zoals overheden, financiers, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties, oefenen samen met consumenten en ketenpartijen invloed uit op de omvang en de wijze van voedselproductie.

De actoren die betrokken zijn bij de voedselproductieketen, de 'ketenpartijen' zijn grofweg onder te verdelen in vijf groepen:

1. **De toeleverende industrie:** deze produceert allerlei grondstoffen voor de rest van de keten, zoals kunstmest, bestrijdingsmiddelen, machines en verpakkingsmaterialen. De milieu-

impact van deze schakel is soms aanzienlijk. Zo is mondiaal ruim 1 procent van de energie-behoefte nodig voor de productie van (stikstof)kunstmest (UNEP 2016). De productie van veevoer, zaden en dierlijk uitgangsmateriaal zou hier ook onder gerekend kunnen worden, maar de voornaamste impact op de leefomgeving valt samen met die van de primaire productie.

2. **Primaire producenten (boeren, vissers):** dit zijn landbouw (akkerbouw, tuinbouw, graas-dierbedrijven en intensieve veehouderij, inclusief benodigd veevoer), aquacultuur en visserij. Voor veel aspecten (zoals land- en watergebruik, broeikasgasemissies) heeft deze schakel de grootste impact op de leefomgeving.
3. **Voedselabrikanten:** dit betreft bedrijven die zich bezighouden met de eerste verwerking van landbouwproducten (zoals zuivelverwerkers, slachterijen en maalderijen) en bedrijven waar de verdere verwerking plaatsvindt (brouwerijen, conservenfabrieken, producenten van kant-en-klaarmaaltijden);
4. **Groothandel, retail, food service:** de retail omvat niet alleen supermarkten, maar ook speciaalzaken en markten. 'Food service' omvat horeca en cateraars, inclusief ziekenhuizen en ouderenzorg.
5. **De consumenten:** de mensen die het voedsel kopen, bewaren, bereiden en consumeren.

Het voedselsysteem is geen lineair systeem, waarin bijvoorbeeld consumenten via de vraag naar voedsel de productie bepalen; de actoren zijn op verschillende manieren met elkaar verbonden. Zo proberen actoren in het midden van de keten, zoals voedingsmiddelenconcerns, retailers en fast-foodrestaurants, actief de consumptie te beïnvloeden (De Krom & Prins 2019). Ook bepalen zij ten dele de locatie en soms ook de aard van de voedselproductie. En ontwikkelingen aan de productiezijde (bijvoorbeeld efficiëntere productie, en daarmee een lagere prijs) kunnen ook invloed hebben op de vraag. Verder wordt de vraag naar voedsel medebepaald door cultuur, opleiding en media. Voor alle actoren in het voedselsysteem geldt dat ze opereren binnen bepaalde wettelijke en economische kaders. Die kaders zijn soms specifiek voor voedsel (bijvoorbeeld regelgeving rondom voedselveiligheid), maar vaak gaat het om algemene kaders, zoals economisch beleid en minimumloon, en zijn de actoren afhankelijk van partijen buiten het directe voedselsysteem, zoals banken. Tot slot heeft de ontwikkeling van kennis en innovatie op veel manieren invloed op het voedselsysteem.

Het beeld van het voedselsysteem als ingewikkeld netwerk van actoren is relevant als het gaat om het volgen van veranderingen in het voedselsysteem, bijvoorbeeld als gevolg van beleid.

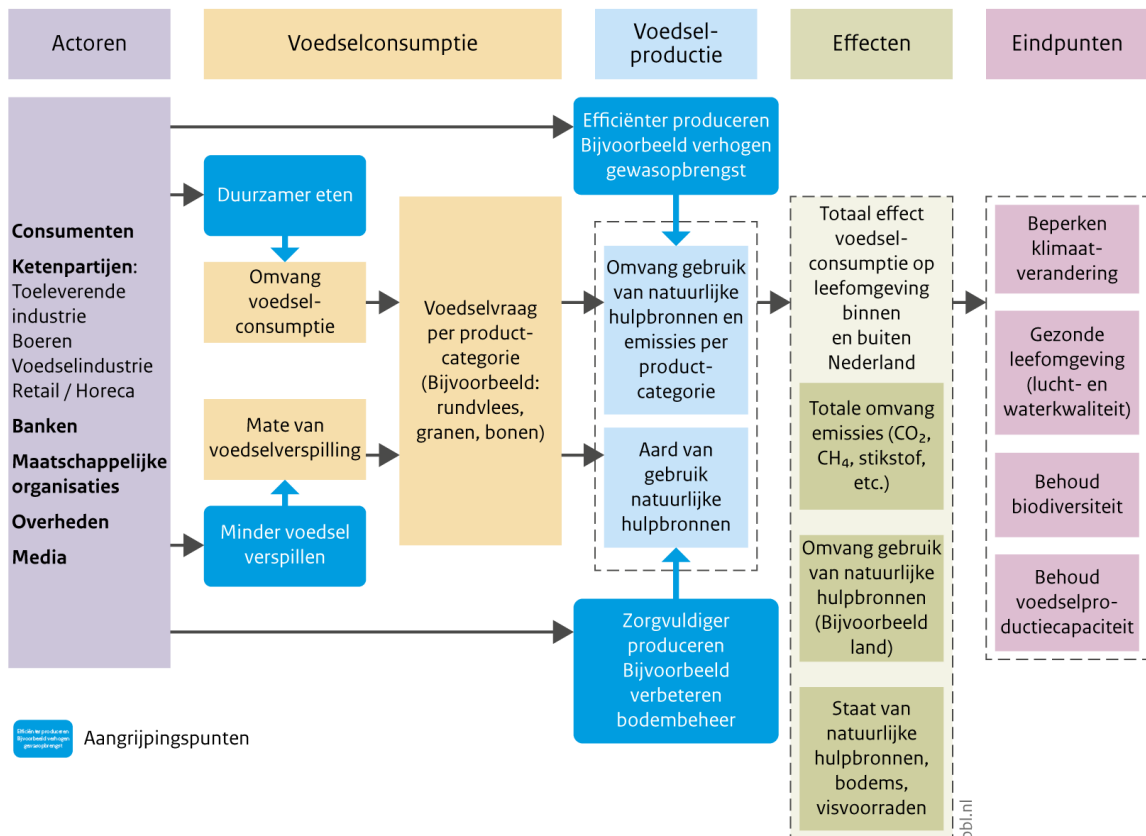
2.3 Effecten op de leefomgeving

Bij de verduurzaming van de Nederlandse voedselconsumptie en het Nederlandse voedselsysteem is het nuttig om een aantal stappen te onderscheiden (figuur 2.3). De uiteindelijke effecten op de leefomgeving, zoals de omvang van de broeikasgasemissies (zie hoofdstuk 4), worden bepaald door de omvang en de aard van de primaire productie (landbouw en visserij, zie hoofdstuk 6) die nodig is voor de productie van het voedsel dat in Nederland wordt gegeten.

Bij de omvang van de productie gaat het bijvoorbeeld om zaken als het aantal kilogram graan dat moet worden geproduceerd. Bij de aard van de productie spelen onder andere technologie en bedrijfsspecifieke keuzes een rol (bijvoorbeeld al dan niet beweiden), maar ook de wijze waarop met natuurlijke hulpbronnen wordt omgegaan. De primaire productie wordt bepaald door de omvang van de 'echte' voedselconsumptie, de mate van verspilling en de sturing op de aard van de consumptie (hoofdstuk 5). Deze factoren worden op hun beurt bepaald door een complex van factoren in het voedselsysteem: het aanbod in winkels of restaurants, prijzen van producten, trends ('superfoods' en glutenvrij), invloed van maatschappelijke organisaties en actiegroepen en overheidsbeleid

(hoofdstuk 7). Uiteindelijk staat het voedselsysteem weer onder invloed van meer algemene ontwikkelingen, zoals inkomens, opleiding, vaardigheden en wet- en regelgeving. Het is uiteraard geen lineair systeem; er is allerlei interactie mogelijk in het systeem. Een voorbeeld is onduurzaam bodembeheer. Bij onduurzaam bodembeheer worden de mogelijkheden voor de primaire productie beperkt. Dit kan weer leiden tot hogere prijzen en uiteindelijk lagere consumptie. Ook is het mogelijk dat de hogere prijzen en gerichte interventies leiden tot investeringen in de bodemkwaliteit, waardoor de productie weer op peil komt.

Kader monitoring voortgang verduurzaming voedselsysteem



Bron: PBL
 Figuur 2.3 Actoren kunnen door veranderingen (via aangrijpingspunten) in de voedselconsumptie en -productie de effecten op de leefomgeving verminderen en zo de eindpunten beïnvloeden.

Figuur 2.3 laat zien dat er verschillende stappen in de causale keten zijn waar verandering in het voedselsysteem gemeten of in beeld gebracht kan worden. Het meest directe niveau zijn de effecten op de leefomgeving zelf, gekoppeld aan het primaire productieproces op de boerderij. Hierbij kan worden gedacht aan emissies van broeikasgassen en bestrijdingsmiddelen of het gebruik van land.

Het tweede niveau waarop verduurzaming kan worden gemeten zijn aangrijpingspunten die de vraag naar voedselproductie bepalen. Voor de Nederlandse voedselconsumptie onderscheiden we vier belangrijke aangrijpingspunten waarlangs de vraag naar voedsel kan worden beïnvloed: duurzamer eten, minder voedsel verspillen, efficiënter produceren en zorgvuldiger produceren. Ten slotte onderscheiden we het niveau van actoren in het voedselsysteem. Die actoren kunnen allerlei activiteiten ontplooiën die uiteindelijk effect hebben op de grote drijvende krachten en de uiteindelijke effecten op de leefomgeving. Een voorbeeld hiervan is het promoten van plantaardige vleesvervangers door winkeliers of het ondersteunen van streekproducten. Deze activiteiten kunnen een

mogelijke verandering in gang zetten richting een ander, duurzamer voedselsysteem. In hoofdstuk 7 gaan we dieper in op de mogelijkheden om zo'n 'transitie' te kunnen meten.

3 Aandachtspunten monitoringssysteem en indicatoren

In dit hoofdstuk bespreken we enkele aandachtspunten die van belang zijn bij de opbouw van een monitoringssysteem en de ontwikkeling en selectie van indicatoren. Monitoring biedt de gelegenheid om te leren wat de gevolgen zijn van bepaalde handelingen, zoals beleidsmaatregelen. In paragraaf 3.1 beschrijven we het belang van monitoring voor leren. In paragraaf 3.2 gaan we in op de aspecten die moeten worden gemonitord en waar indicatoren aan moeten voldoen. Belangrijk is dat het monitoringssysteem indicatoren omvat voor alle verschillende aspecten van het voedselsysteem, zowel voedselconsumptie, voedselproductie, eindpunten (hoofddoelen) en activiteiten van actoren. Verschillende actoren hebben verschillende vragen en derhalve zijn voor hen verschillende type indicatoren van belang. Betrokken partijen hanteren daarbij uiteenlopende waarden voor en perspectieven op verduurzaming van het voedselsysteem (De Krom & Muilwijk 2018). De verschillende perspectieven leiden ook tot een ander belang dat wordt gehecht aan de diverse aspecten van het voedselsysteem (paragraaf 3.3). 'Goede' indicatoren moeten voldoen aan bepaalde criteria; de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OECD 1993) noemt als belangrijke criteria beleidsrelevantie en geschiktheid voor gebruikers, analytische degelijkheid en meetbaarheid (paragraaf 3.4).

3.1 Belang van monitoring voor feedback en leren

Dynamiek complex systeem

De invloed van de Nederlandse voedselconsumptie op de leefomgeving is lastig te meten, omdat deze invloed verspreid is over vele locaties over de hele wereld. Door de dynamiek in het voedselsysteem wisselen deze locaties jaarlijks ook nog eens sterk. Omgekeerd is het zo dat de Nederlandse voedselconsumptie vaak maar een van de vele drukfactoren is. Zo zijn er diverse factoren die de ontbossing op Kalimantan bepalen, waarvan de teelt van palmolie er één is. En er zijn vele gebruikers van die palmolie, die zowel voor voedsel als voor andere toepassingen wordt gebruikt.

Leren door meten over en door actoren

Het voedselsysteem heeft een complexe internationale netwerkstructuur en vraagt derhalve om adaptief management. Monitoring biedt de mogelijkheid om de richting van ontwikkelingen te volgen – gaat het de gewenste kant op? – en om bij te sturen mocht dat nodig zijn. Monitoring biedt de gelegenheid om te leren wat de gevolgen zijn van handelingen zoals beleidsmaatregelen. Monitoring geeft feedback. De feedback en daarmee het leren reageren echter op de waarden en selecties die zijn meegegeven aan de indicatoren. Zo kan het reduceren van de emissies van broeikasgassen op gespannen voet staan met andere duurzaamheidsdoelen zoals dierenwelzijn.

In het licht van monitoring en feedback is het van belang om bij de monitoring en evaluatie zowel de uitvoeringspraktijk (ketenpartijen) als de maatschappelijke omgeving (ngo's, wetenschap, financiers enzovoort) te volgen. Enerzijds draagt monitoring bij aan beleidsverbetering, anderzijds zorgt monitoring ervoor dat de energie en innovatiekracht van de betrokken partijen gedurende het uitvoeringsproces worden benut. Dankzij deze manier van monitoren kunnen de strategieën of maatregelen tijdig worden aangepast. Dit vraagt dus om een vorm van reflexief evalueren – continue monitoring en continue evaluatie van de monitoring. Steeds weer moet de vraag worden gesteld: monitoren we de juiste dingen nog wel? Dit is gekoppeld aan een incrementele beleidsbenadering waarin steeds wordt gekeken wat de meest effectieve vervolgstap is.

De monitoring moet daarom – net zoals het monitoringssysteem voor het Deltaprogramma (Ligtvoet et al. 2016) uitgaan van (a) een gezamenlijke monitorings- en evaluatie-inspanning van de

betrokken partijen gedurende het uitvoeringsproces, en (b) een focus op gezamenlijk leren gecombineerd met gezamenlijk verantwoord.

Beleid: monitoring vanwege verantwoording en tijdig bijsturen

Overheden kunnen veel invloed uitoefenen via de organisatie van monitoring en feedback. Monitoring verbindt het meten van ontwikkelingen met het bewaken ervan. Het inzicht in ontwikkelingen draagt bij aan de bewustwording in de samenleving. Monitoring en leren zijn daarmee nauw verweven (Sabel 1994). Tevens is monitoring in het bijzonder een instrument waarmee de overheid een transparante samenwerking kan stimuleren tussen bedrijven en burgers of hun belangenbehartigers zoals ngo's.

De overheid is uiteraard niet de enige die kan monitoren en zeker niet de enige partij die kan leren van de feedback. Toch zijn er drie belangrijke redenen waarom de overheid een rol heeft in het transparant beschikbaar stellen van informatie om mee te monitoren. Zo stelt Hajer (in navolging van Fung et al. 2007): 'Allereerst kan alleen zij private en publieke partijen verplichten tot het ontsluiten van informatie. Ten tweede kan alleen zij het voortduren van de transparantie in wetgeving vastleggen en ten derde kan alleen de overheid transparantie creëren die gelegitimeerd wordt door democratische processen' (Hajer 2011:62).

Bij een complex en 'multilevel-multiactor-vraagstuk' als verduurzaming van voedselsystemen hebben verschillende actoren en verschillende deeldoelen verschillende monitoringsvragen. Het in kaart brengen van de mondiale of nationale uitdagingen vraagt iets anders dan het biologisch produceren van appels of het implementeren van vegetarisch als standaardkeuze in een bedrijf of overheidsorganisatie. Voedselbeleid is per definitie multilevel en multiactor en dat vraagt een meevoudige monitoringsstrategie met verschillende indicatoren voor verschillende (deel)doelen, actoren én bestuurslagen.

De Algemene Rekenkamer (2005) heeft een kader ontwikkeld voor onderzoek naar doelmatigheid en doeltreffendheid. In dit kader wordt een onderscheid gemaakt tussen de inspanningen van de overheid (middelen en activiteiten), prestaties en effecten daarvan. De inspanningen van de overheid moeten tot een bepaald veranderingsproces leiden, dat vervolgens de gewenste effecten heeft, zoals een vermindering van de druk op de leefomgeving. Op dit punt past wel enige bescheidenheid en terughoudendheid. Waar het gaat om voedselconsumptie spelen veel meer partijen en factoren een rol dan alleen het overheidsbeleid. Zo zijn private partijen, gewoontes en cultuur waarschijnlijk bepalender voor de voedselconsumptie, wat overigens zeker niet wil zeggen dat de overheid geen invloed kan uitoefenen.

3.2 Indicatoren voor alle aspecten van het systeem

Het begrijpen en bijsturen van complexe systemen, zoals de samenleving of het voedselsysteem, vereist simplificatie. Daarbij hoort het construeren van een eenvoudig beeld met een beperkte set van relevante factoren (Turnhout et al. 2007) in jargon 'indicatoren' genoemd. Een indicator is een manier om de uitkomsten van een grotere dataset helder te communiceren. Zo kan aan de hand van kassabonnen (grotere dataset) worden berekend wat het aandeel van biologisch voedsel is in de totale voedselaankopen. Het 'aandeel biologisch voedsel' is dan de indicator. Indicatoren zijn essentieel voor het begrijpen van complexe systemen, maar ook voor het begrijpen en bijsturen van verandering.

In het monitoringssysteem zijn er meerdere indicatoren nodig die iets zeggen over verschillende aspecten van het voedselsysteem, zowel over de consumptiekant, als over de invloed op de leefomgeving. Het EEA heeft hiervoor het DPSIR-raamwerk ontwikkeld (driving force, pressure, state, impact, and response). Tot de drijvende krachten hoort bijvoorbeeld de concrete voedselvraag per

productcategorie), terwijl de vertaling hiervan in landgebruik een voor van druk (pressure) is. Voor het monitoren van de voortgang van het huidige voedselsysteem naar een gezond en duurzaam voedselsysteem, is het relevant om naast de effecten op de leefomgeving die de overheid en andere actoren nastreven, ook de voortgang van het veranderingsproces te monitoren (figuur 2.3). Het monitoringssysteem dient derhalve indicatoren voor alle verschillende aspecten van het voedselsysteem, zowel voedselconsumptie, voedselproductie effecten, eindpunten en activiteiten van actoren te omvatten. In veel gevallen zijn deze eindpunten moeilijk of pas met grote vertraging meetbaar. Daardoor is het ook belangrijk is om 'tusseneffecten' te meten, zoals de omvang van de consumptie van groenten, fruit en vezelrijke producten waar het gaat om menselijke gezondheid, en om verschuivingen in het eetpatroon en vermindering van voedselverspilling voor de leefomgeving (zie hoofdstuk 5).

Beleidsrelevante, analytisch degelijke, meetbare, begrijpelijke indicatoren

De set van indicatoren dient recht te doen aan de aspecten en waarden die zijn verbonden met het voedselsysteem. De indicatoren zelf moeten ook aan criteria voldoen. De Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling bracht al in 1993 een rapport uit waarin criteria worden benoemd waaraan goede indicatoren moeten voldoen. Zo moet een goede indicator:

1. beleidsrelevant zijn, dat wil zeggen een goed beeld geeft van druk op de leefomgeving, of van de staat van de leefomgeving of van de maatschappelijke acties;
2. responsief zijn voor veranderingen in de leefomgeving en gerelateerde menselijke activiteiten;
3. geschikt zijn voor gebruikers, bijvoorbeeld geschikt voor beleidsevaluaties;
4. eenvoudig te interpreteren zijn (duidelijk, niet dubbelzinnig), en bij voorkeur veranderingen in de tijd laten zien;
5. wetenschappelijk degelijk en meetbaar zijn en gebaseerd zijn op internationale standaarden en internationale consensus met betrekking tot validiteit;
6. geschikt zijn om gekoppeld te worden aan (economische) modellen, scenario's en informatiesystemen;
7. data vragen die tegen aanvaardbare kosten beschikbaar zijn, goed gedocumenteerd zijn en van goede kwaliteit zijn; deze data dienen regelmatig geactualiseerd te worden met betrouwbare procedures (OECD 1993).

3.3 Doelen, waarden, perspectieven, prioritering

Verskillende perspectieven op verduurzaming, waardegeladen indicatoren

Allereerst is er natuurlijk de vraag wat een duurzaam voedselsysteem is. Is dat een hightech-systeem met bijvoorbeeld kweekvlees? Dan moeten vooral investeringen van overheden en bedrijfsleven in die richting worden gemonitord. Of is het een systeem gebaseerd op grote veranderingen in eetpatronen en een hoog aandeel biologische producten? Dat vergt weer heel andere indicatoren.

Het begrip 'duurzaam voedsel' is niet objectief te definiëren. Het begrip duurzaamheid is waardegeladen, er bestaan verschillende ideeën hoe duurzaam voedsel eruitziet. In de maatschappij bestaan verschillende perspectieven op verduurzaming (De Krom & Muilwijk 2018). Deze perspectieven, die ook terugkomen in beleid, hebben implicaties voor de indicatoren. Indicatoren worden gemaakt op basis van het genoemde uitgangspunt, het doel ('wat je wilt weten') en de beschikbare data en informatie. De constructie van indicatoren impliceert een proces van selectie, integratie en aggregatie. Enkele parameters die relevant worden geacht, worden geselecteerd uit een grotere groep van beschikbare en potentieel relevante data van het te bestuderen systeem (Turnhout et al. 2007).

Het 'probleem' met indicatoren, zo betogen Turnhout et al. (2007) is tweeledig. Ten eerste zijn het per definitie simplificaties, en ten tweede wordt met indicatoren een beeld geschapen van een systeem of van systemen. Dat beeld bevat alleen die factoren die relevant worden geacht vanuit het uitgangspunt van de indicatormaker. Met andere woorden: indicatoren zijn waardegeladen. Waarmee de vraag wordt opgeworpen om wiens waarden het gaat en hoe om te gaan met die waardegeladenheid.

Wat (nog) niet wordt gemeten, is hoe dan ook niet beschikbaar om op te monitoren en te sturen. Wat wel wordt gemeten, zijn dus waardegeladen en versimpelde selecties van de werkelijkheid – indicatoren. Het is belangrijk om dat te onderkennen, maar tegelijkertijd zijn indicatoren nodig om te kunnen monitoren en te sturen.

Voor indicatoren van het voedselsysteem betekent deze waardegeladenheid dat deze voldoende breed gekozen moeten worden, zodat betrokkenen met verschillende perspectieven zichzelf kunnen herkennen (zie tekstkader 3.1 en De Krom & Muilwijk 2018). In tabel 3.1 geven we een aantal voorbeelden van verschillende indicatoren vanuit verschillende perspectieven. De waarden achter indicatoren zijn belangrijk. Buiten de originele context kunnen doelen en indicatoren een eigen leven gaan leiden, zeker als andere partijen alleen proberen te scoren op een indicator of afgeleide daarvan. Door een eenzijdige focus op reductie van broeikasgassen kan bijvoorbeeld de waarde van biodiversiteit of dierenwelzijn uit het oog worden verloren: door te kiezen voor optimale broeikasgasreductie en efficiënte productie is er bijvoorbeeld geen ruimte voor bloeiende akkerranden of worden dieren in afgesloten, luchtdichte stallen gehouden.

Ook betekenen de verschillende perspectieven dat indicatoren die vanuit de wetenschap of het beleid als cruciaal worden gezien, mogelijk niet breed worden gedeeld in de maatschappij. Dit is deels omdat deze indicatoren vrij abstract zijn (zoals de broeikasgasvoetafdruk), en deels omdat het onderliggende duurzaamheidsthema als niet of minder prioritair wordt ervaren.

3.1 Vijf perspectieven op duurzaam voedsel

1. Voldoende en voordelig voedsel op de wereldmarkt

In dit perspectief voorziet het huidige mondiale voedselsysteem in voldoende en betaalbaar voedsel, maar brengt het ook milieu- en gezondheidsproblemen met zich. Deze problemen zijn niet structureel van aard, maar kunnen grotendeels via de werking van de internationale markt worden opgelost. Waar de markt er niet in slaagt om tot een oplossing te komen en de maatschappij wel om een oplossing vraagt, is ingrijpen door de overheid legitiem. De overheid dient hierbij de marktwerking zo min mogelijk te verstoren. Dit kan bijvoorbeeld door 'externe kosten' te beprijzen en minimumeisen aan productieprocessen te stellen. De consument kiest voor lekker, gemakkelijk en goedkoop voedsel en is niet of nauwelijks bereid om meer te betalen voor duurzaam voedsel.

2. Technologisch optimisme

De opgave van het huidige voedselsysteem is volgens dit perspectief om voldoende voedsel te blijven produceren voor een groeiende – en steeds welvarender – wereldbevolking. In het verleden heeft landbouwkundig onderzoek sterk bijgedragen aan het vergroten van de voedselzekerheid. Ook nu vormen wetenschap en technologie de sleutel tot een toekomstbestendige voedselproductie. Een radicale verandering van de organisatie van het voedselsysteem is niet nodig. Wetenschappers en ingenieurs blijven innovatieve producten en productiemethoden ontwikkelen. Overheden en bedrijven scheppen een goed innovatieklimaat waardoor innovatieve producten en methoden de markt bereiken. Consumenten zijn tevreden met het voedzame en veilige voedsel dat ze in de winkels vinden.

3. Alternatieve voedselnetwerken

Boeren en consumenten constateren in dit perspectief samen verschillende fundamentele problemen met het huidige voedselsysteem, zoals milieuvervuiling, verminderd dierenwelzijn en een marginale rol van boeren in de voedselketen. Deze problemen zijn terug te voeren op het grootschalige, mondiale voedselsysteem dat anoniem, 'plaatsloos' voedsel produceert. De verbinding tussen boer en consument is verbroken en moet worden hersteld. Door lokale of regionale voedselnetwerken te vormen, krijgen boer en consument de mogelijkheid om te produceren en consumeren op een manier die bij hun persoonlijke en maatschappelijke waarden past. Overheden voeren beleid dat de voedselsoevereiniteit en de lokale of regionale zelfvoorziening vergroot.

4. De consument aan het stuur

In dit perspectief zijn consumenten zich, onder andere door voedselschandalen, bewust geworden van schaduwzijden van het conventionele voedselsysteem. Consumenten zijn niet langer tevreden met het voedsel dat wordt aangeboden, maar gaan aanvullende eisen aan producten stellen. Hierdoor beïnvloeden consumenten (en hun door ngo's vertegenwoordigde zorgen) de voedselproductie. Transparantie over de herkomst en productiewijze van producten speelt een centrale rol. Labels geven de consument de mogelijkheid om producten te kopen die tegemoetkomen aan hun specifieke zorgen en wensen. Nieuwe ICT-toepassingen vergemakkelijken het verschaffen van transparantie en dragen bij aan een versnippering van issues en labels, waardoor nicheproducten steeds belangrijker worden. De overheid kan een rol spelen in het garanderen van de correctheid van consumenteninformatie.

5. Integrale voedselpolitiek

Het huidige voedselsysteem kent in dit perspectief een breed scala aan problemen, van lokale en mondiale milieuproblemen tot 'oneerlijke' handel en een ongezond dieet. Deze problemen kunnen enkel in samenhang worden begrepen en opgelost. Een dergelijke integrale benadering vraagt om betrokkenheid van alle partijen in het voedselsysteem, zodat zij gezamenlijk op zoek kunnen gaan naar ketenbrede en sectoroverschrijdende oplossingen. Akkoorden en ronde tafels zijn hiervoor geijkte beleidsinstrumenten. Overheden hebben een sleutelpositie. Zij kunnen de randvoorwaarden van het voedselsysteem aanpassen en zo onduurzame praktijken ombuigen en een verduurzaming van het gehele systeem op gang brengen. Om effectief te sturen, dienen overheden op verschillende schaalniveaus actief te zijn in het opstellen en implementeren van voedselbeleid

Tabel 3.1 Voorbeelden van indicatoren vanuit verschillende perspectieven

Perspectief	Effectindicatoren	Procesindicatoren
Voldoende en voordelig voedsel op de wereldmarkt	Prijs van voedsel	Afwezigheid handelsbarrières Transparantie van markten
Technologisch optimisme	Emissie of landgebruik per eenheid product Opbrengst per hectare	Publieke en private investeringen in onderzoek Aantal patenten
Alternatieve voedselnetwerken	Duurzaamheid van landgebruik 'Food miles' (voedselkilometers) Inkomen boeren	Aandeel streekproducten in consumptie Kennis van voedsel bij consumenten Aandeel directe verkoop boer-consument in consumptie
Consument aan het stuur	Dierenwelzijn	Aandeel producten met duurzaamheidskeurmerk in consumptie
	Aanwezigheid pesticiden in milieu Inkomen boeren	Transparantie over herkomst en productiewijze
Integrale voedselpolitiek	Voetafdruk voedselconsumptie van bijvoorbeeld landgebruik, broeikasgassen, water, stikstof Ziekte last bevolking door voeding	Aantal convenanten Transitie-indicatoren

Bron perspectieven: De Krom & Muilwijk (2018)

Indicatoren kunnen 'uitruil' inzichtelijk maken of juist verhullen

De verschillende waarden komen naar voren in de perspectieven op duurzaam voedsel en in de verschillende oplossingsrichtingen en 'uitruilen' op thema's. Zo kan efficiënter produceren, wat leidt tot minder landgebruik en minder emissies, lokaal grote gevolgen hebben. Hier botsen lokaal wenselijke doelen als een aantrekkelijk landschap, de lokale agrarische biodiversiteit, de lokale leefbaarheid met meer algemene doelen als lagere emissie van broeikasgassen per eenheid product en minder landgebruik per eenheid product.

Keuze voor indicator vereist politieke keuzes

In tabel 3.2 is een overzicht gegeven van verschillende oplossingsrichtingen (afgeleid uit de vier aangrijpingspunten om de effecten van voedsel op de leefomgeving te verminderen, zie figuur 2.3) en de effecten op de leefomgeving. Zo kan zorgvuldiger produceren met meer aandacht voor dierenwelzijn leiden tot meer land- en watergebruik en wellicht hogere emissies, maar de lokale biodiversiteit kan er op vooruitgaan en er zijn kansen voor alternatieve ketens, naast het dierenwelzijn zelf.

Tabel 3.2 Afruilverhoudingen tussen verschillende doelen en effecten op de leefomgeving

	Effect van voedsel op de leefomgeving →	Omgang gebruik natuurlijke hulpbronnen (land, water)	Omvang emissies (broeikasgassen, stikstof)	Lokale effecten: behoud / verbetering bodemkwaliteit, biodiversiteit	Kosten, verdeling, welvaart en sociaal
Aangrijpingspunt ↓	Voorbeeld uitwerking aangrijpingspunt				
Duurzamer eten	Minder vlees, zuivel, snacks en dranken en meer groenten en fruit	Minder land en overige hulpbronnen nodig	Lagere emissies	Geen effect?	Meer afzet voor groenten en fruittekena
					Verliezen bij Nederlandse veehouderij als export niet toeneemt of marge niet stijgt
Minder voedsel verspillen	Voorkomen verspilling bij consumenten	Minder land en overige hulpbronnen nodig	Lagere emissies	Geen effect?	Minder omzet bij producenten
Efficiënter produceren	Hogere opbrengst per hectare en hogere voederconversie	Minder land en overige hulpbronnen nodig	Lagere broeikasgasemissies; risico hogere stikstofemissies	Risico aantasting lokale biodiversiteit, bodemkwaliteit, dierenwelzijn	Overaanbod waardoor prijzen voor producenten dalen
	Precisielandbouw	Minder kunstmest en overige hulpbronnen nodig	Minder uitspoeling en emissies		Hogere investeringen voor boeren
Zorgvuldiger produceren	Ander veehouderijstelsel met meer dierenwelzijn	Meer land en overige hulpbronnen nodig	Mogelijk hogere emissies	Hogere lokale biodiversiteit?	Marktkansen voor alternatieve ketens
					Hogere kosten voor boeren
	Agrarisch natuurbeheer	Meer land en overige hulpbronnen nodig	Mogelijk hogere emissies	Hogere lokale biodiversiteit, betere bodemkwaliteit	Diversificatie van boereninkomens
					Afhankelijkheid van subsidies

Bron: PBL (2013), aangepast

Tussen verschillende doelen is soms sprake van afruil, waarbij verbetering op één effect ten koste gaat van een ander effect. Groene vlakken: positief effect op de leefomgeving; oranje vlakken: negatief effect op de leefomgeving; witte vlakken: effect onzeker.

Naast uitruil tussen verschillende aspecten van duurzaamheid kan er ook uitruil zijn tussen de schaalniveaus waarop de effecten zich voordoen. De keuze voor efficiënter produceren leidt op mondiaal niveau tot minder landgebruik en minder emissies en daarmee mogelijk tot meer biodiversiteit. Efficiënter produceren kan lokaal echter negatieve gevolgen hebben voor biodiversiteit. Hier botsen lokaal wenselijke doelen als een aantrekkelijk landschap, de lokale agrarische biodiversiteit, de lokale leefbaarheid met meer algemene doelen als minder landgebruik per eenheid product. Dit betekent dat de geografische schaal waarop een partij in het voedselsysteem of de overheid opereert, relevant is in de keuze voor indicatoren. Verschillen in schaalniveau kunnen daarbij leiden tot een tweede type uitruil. Het gaat er dus niet alleen om welke waarde en welk doel dominant wordt gemaakt in een indicator, maar ook vanuit welk schaalniveau en welke doelen het resultaat wordt bekeken. Lokaal leefbaar landschap, lokale biodiversiteit door 'natuurinclusieve landbouw' kan mondiale doelen als het verminderen van broeikasgasemissies of het terugdringen van honger moeilijker bereikbaar maken, maar de lokale leefomgeving veel aantrekkelijker maken.

Achter de oplossingsrichtingen en het belang dat aan de verschillende effecten op de leefomgeving wordt toegekend, gaan waarden schuil. Deze waarden kunnen met elkaar conflicteren en leiden onvermijdelijk tot uitruilen.

De waardegeladenheid van indicatoren, de uitruilen tussen verschillende waarden en schaalniveaus maken de keuze voor een indicator een politieke keuze. Het 'tellen' door middel van een indicator is een combinatie van politiek en psychologie (De Jong et al. 2018).

Prioritering: waar heeft voedsel veel effect?

Bij de invloed van de productie van voedsel op de leefomgeving gaat het om veel verschillende typen van invloed, zoals broeikasgasemissies in verschillende vormen, de aard en omvang van het land- en watergebruik, het gebruik en de uitstoot van stikstof en fosfaat, het gebruik van grondstoffen (van fosfaat voor kunstmest tot aluminium voor verpakking), de invloed op biodiversiteit (op land en in zoet en zout water), de genetische diversiteit en het beheer van visvoorraden (zie hoofdstuk 4). Deze lijst is echter nog niet volledig.

Het is (in theorie) mogelijk voor alle effecten van de voedselconsumptie op de leefomgeving indicatoren te ontwikkelen, maar dat is een zaak van lange termijn en hoge kosten, en vanuit relevantie en tijdigheid niet gewenst. Dit betekent dat een bepaalde prioritering en selectie nodig is.

Met dit rapport beogen we ordening in de effecten op de leefomgeving aan te brengen. Vanwege beleidsrelevantie kan geprioriteerd worden op die impacts/processen waar voedselproductie een groot aandeel in het effect heeft en/of waar mondiaal gezien de zogenoemde hotspots overschreden zijn of dreigen te worden (Steffen et al. 2015; zie ook Van Dooren et al. 2018). Deze hotspots zijn: de omvang van de stikstof- en fosfaatemissies en het verlies van biodiversiteit op land (zie tabel 3.3). 'Mondiaal' heeft hier twee betekenissen: of het gaat echt om mondiale impacts (dit betreft vooral klimaatverandering), of het gaat om lokale en regionale impacts, die opgeteld wel een mondiaal effect hebben. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om verlies van biodiversiteit of bepaalde stikstofemissies.

Belangrijke effecten waarvoor indicatoren ontwikkeld zouden kunnen worden zijn derhalve: landgebruik (voedselproductie heeft een groot aandeel in effect), stikstof- en fosfaatemissies en biodiversiteit (groot aandeel effect en hotspots) en broeikasgasemissies (aanzienlijk aandeel).

Tabel 3.3 Aandeel voedsel in aantal impacts op leefomgeving

Aspect	Indicatie aandeel landbouw in totale druk wereldwijd ¹	Overschrijding hotspot (wereldwijd) ²	Versijningsvorm Nederland	Impact op voedselproductie
Landgebruik	Ruim 35%	geel	Landbouw dominante gebruiker land in Nederland	Sterk, o.a. via landdegradatie
Stikstofemissies	> 50%	rood	Emissies van ammoniak (lucht), nitraat (grondwater, oppervlaktewater)	Land: beperkt Wel via vervuiling kustzeeën
Fosfaatemissies	> 50%	Rood	Emissie naar oppervlaktewater	
Verstorende stoffen (o.a. pesticiden)	?	?	Emissie naar omgeving	
Biodiversiteit (land)	Circa 60%	Rood / ?	Veel oorspronkelijke biodiversiteit verloren gegaan	
Broeikasgasemissies	circa 25%	Geel		
Zoetwatergebruik	Groot	Groen	Verdroging	?

1 Van der Esch et al. (2017); PBL (2014); Sutton et al. (2013); UNEP (2016)

2 Steffen et al. (2015)

4 Effecten van voedselproductie op de leefomgeving

Om tot zinvolle monitoring te komen is het nodig om eerst een goed beeld te hebben hoe de voedselproductie en consumptie van 'grond tot mond' de leefomgeving beïnvloedt, en ook omgekeerd: hoe beïnvloedt de leefomgeving de keten? In de huidige maatschappij komt het voedsel op een complexe manier op ons bord: veel voedsel komt van ver, en is in verschillende stappen geproduceerd (zie ook hoofdstuk 2). Omdat het om veel aspecten gaat en ook om veel (internationale) schakels in de voedselketen, is ook de invloed op de leefomgeving behoorlijk complex.

In dit hoofdstuk geven we eerst op hoofdlijnen aan om welk type effecten het gaat (paragraaf 4.1) en waar die zich in de keten van voedselproductie en -consumptie voordoen (paragraaf 4.2). In de daaropvolgende paragrafen gaan we dieper in op het gebruik van natuurlijke hulpbronnen (4.3) en de emissies die zijn gerelateerd aan de voedselproductie (4.4). In paragraaf 4.5 bespreken we kort de relatie van deze effecten met de eindpunten (zie figuur 1): het beperken van klimaatverandering, een gezonde leefomgeving, behoud van biodiversiteit en ecosysteemdiensten, en behoud van voedselproductiecapaciteit.

4.1 Type effecten van voedselproductie

Voor het bepalen van de belasting van de leefomgeving van voedselproductie kijken we naar drie, elkaar deels overlappende aspecten (zie figuur 2.3, groene blokken):

1. de staat van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen;
2. de omvang van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen;
3. de uitstoot van broeikasgassen, mineralen, pesticiden en fijnstof.

Bij het gebruik van hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen is het, uit het oogpunt van ecologische houdbaarheid, cruciaal of deze hulpbronnen 'duurzaam' worden gebruikt. Met andere woorden, is de aard of *staat* van het gebruik dusdanig dat dit 'volhoudbaar' is? Kunnen volgende generaties deze hulpbron ook nog gebruiken? Dit is essentieel bij onder andere het gebruik van vruchtbare landbouwgronden, zoetwatervoorraden en visvoorraden. Momenteel is het gebruik in veel gevallen niet duurzaam, zoals bij landbouwbodems, waar op grote schaal landdegradatie optreedt.

Ook is de *omvang* van het beslag dat voedselproductie doet op natuurlijke hulpbronnen van belang. Hierbij dient onderscheid te worden gemaakt naar hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen (zoals visvoorraden en bodems) en niet-hernieuwbare hulpbronnen, zoals fossiele brandstoffen en mineralen. Bij een goed beheer van hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen kunnen deze jaarlijks opnieuw worden benut. Deze hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen (bodem, water, biodiversiteit, plantenzaden, visvoorraden) vormen de basis van de voedselproductie (UNEP 2016). Deze hulpbronnen worden ook wel 'natuurlijk kapitaal' genoemd (PBL 2016). De voorraden van de niet-hernieuwbare hulpbronnen kunnen daarentegen uitgeput raken.

Bij niet-hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen, zoals aardolie of fosfaat, gaat het erom om het tempo van uitputting zoveel mogelijk te beperken, zodat deze voorraden voor volgende generaties nog zo lang mogelijk bruikbaar zijn. In sommige gevallen kan water ook worden beschouwd als een niet-hernieuwbare natuurlijke hulpbron, namelijk wanneer het gaat om oudere watervoorraden in de diepe ondergrond. Ook deze kunnen uitgeput raken.

Het gebruik van natuurlijke hulpbronnen leidt vaak tot *emissies* en daarmee tot vervuiling, vermesing of klimaatverandering. Het verbranden van fossiele brandstoffen leidt tot emissie van broeikasgassen. Het gebruik van fosfaat of stikstof kan leiden tot uitspoeling van deze stoffen naar

grond- en oppervlaktewater. Gebruik van bestrijdingsmiddelen kan ter plekke of elders biodiversiteit aantasten. Gebruik van zware metalen (als koper en zink) in veevoer of elders in het voedselstelsel kan tot vervuiling leiden.

4.2 Verdeling van effecten over de keten

Elke stap in de keten leidt tot een zekere druk op de leefomgeving, al varieert de schakel die de meeste druk veroorzaakt per product en per aspect van de leefomgeving (tabel 4.1). Zo veroorzaakt landbouw de grootste druk op landgebruik, en voor veel emissies ligt dit verderop in de productie- en consumptieketen, bijvoorbeeld door energiegebruik en verpakkingsmaterialen (tabel 4.2).

Tabel 4.1 Gebruik van natuurlijke hulpbronnen in verschillende stappen in de voedselketen

Natuurlijke hulpbron	Inputindustrie	Landbouw en visserij	Voedselverwerkende industrie	Groothandel, retail	Consumenten
Hernieuwbaar					
Land en bodem		Land voor akkerbouw (incl. veevoer), kassen, grasland •••••	Land voor bedrijventerreinen •	Land voor distributiecentra, winkels etc. •	
Water	Onder andere proceswater • ¹	Bodemvocht (regenwater), beregening, irrigatie •••••	Schoonmaken, bewerken en koken van voedsel •		Schoonmaken en koken van voedsel •
Biodiversiteit en ecosysteemdiensten		Bestuiving, plaagbestrijding, klimaat- en waterregulatie, mineralenkringloop ••••	Biomassa voor papier en karton •		Variëteit in eten ••
Genetische bronnen (agrobiodiversiteit)					
Marijn		Visvoorraden, productie schaaldieren, garnalen etc. ••••		Vaarroutes en havens •	
Niet hernieuwbaar					
Mineralen	Aluminium, staal, koper etc. voor verpakkingsmaterialen en machines ••	P, K etc. voor de productie van kunstmest en veevoer, kalk (bekalking) •••••	O.a. aluminium voor verpakking ••	IJzer, beton en andere materialen voor gebouwen en infrastructuur ••	IJzer en andere materialen voor kookbenodigdheden •
Fossiele brandstoffen	Productie stikstof, bestrijdingsmiddelen, plastics ••	Landbouwwerktuigen, verwarming kassen, koeling, transport •••	Verwerking, koken (steriliseren) en koeling voedsel, transport ••	Transport, koeling, verlichting, bereiding, schoonmaken ••	Koken, schoonmaken •

Bron: Bewerkt van UNEP (2016) naar de Nederlandse situatie

¹ Het aantal bolletjes geeft een indicatie van het relatieve belang per stap.

Tabel 4.2 Emissies en milieu-impacts in verschillende stappen in de voedselproductieketen

Milieu-impact	Inputindustrie	Landbouw en visserij	Voedselverwerkende industrie	Groothandel, retail, food service	Consumenten
Broeikasgasemissies	Zie gebruik fossiele brandstoffen; plus lachgas bij productie kunstmest ●● ¹	Zie gebruik fossiele brandstoffen, methaan (veehouderij, rijstteelt), lachgas (gebruik van mest en kunstmest), CO ₂ (ontwatering veengronden, ontbossing) ●●●●	Zie gebruik fossiele brandstoffen ●●	Zie gebruik fossiele brandstoffen ●●	Zie gebruik fossiele brandstoffen ●●
Lucht-kwaliteit	Emissies bij productie kunstmest en pesticiden ●●	Emissie ammoniak en fijnstof uit veehouderij, stankoverlast ●●●●	Emissie NO _x en fijnstof ●●	Emissie NO _x en fijnstof ●●	Emissie NO _x en fijnstof (koken, barbecue) ●●
Biodiversiteitsverlies		Aantasting door landgebruik, emissies van stikstof en pesticiden, aantasting kustzones (visserij en viskweek) ●●●●	Aantasting o.a. door houtkap (papier) ●		
Bodem-kwaliteit		Erosie, compactie, verrijking/verarming van nutriënten, daling bodemkoolstof, achteruitgang bodembiodiversiteit, verontreiniging met zware metalen en pesticiden	Bodemafdichting	Bodemafdichting	
Water-kwaliteit	Verontreiniging bij productie kunstmest en pesticiden ●●	Eutrofiëring (nutriënten), drift en uitspoeling pesticiden ●●●●	Verontreiniging (proceswater, schoonmaakmiddelen) ●	Verontreiniging (o.a. door scheepvaart) ●	Verontreiniging door o.a. schoonmaakmiddelen ●

Bron: Bewerkt van UNEP (2016) naar de Nederlandse situatie

¹ Het aantal bolletjes geeft een indicatie van het relatieve belang per stap.

4.3 Natuurlijk hulpbronnen voor voedselproductie

In deze paragraaf beschrijven we kort de verschillende hulpbronnen die nodig zijn voor voedselproductie, en tevens de belangrijkste milieu-impacts. Deze paragraaf is grotendeels gebaseerd op het UNEP-rapport *Food systems and natural resources* (2016).

4.3.1 Land: graslanden en akkers

Voor de primaire voedselproductie wordt veel land gebruikt; mondiaal is ruim 35 procent van het landoppervlak in gebruik voor landbouw (Van der Esch et al. 2017). Dit landgebruik is daarmee ook een van de belangrijkste impacts van het voedselsysteem op de leefomgeving. Van belang zijn daarbij de aard en de omvang van dit gebruik.

Bij de aard van het gebruik gaat het enerzijds om de intensiteit ervan. Die intensiteit is meestal het grootst bij stedelijk of industrieel gebruik, waarbij de oorspronkelijke vegetatie is verdwenen en vaak door bebouwing of bedekking is vervangen. Ook bij akkerbouw is het grootste deel van de oorspronkelijke vegetatie verdwenen, hoewel op landschapsniveau er soms nog delen overblijven.

Omzetting van bos of grasland naar bouwland heeft vaak ook gevolgen voor de bodemkwaliteit. Zo neemt het gehalte aan organische stof af, wat tevens leidt tot extra CO₂-uitstoot. Bij graslanden is, afhankelijk van de intensiteit van het gebruik, soms nog een aanzienlijk deel van de oorspronkelijke biodiversiteit intact.

Anderzijds is bij de aard van het landgebruik de volhoudbaarheid van het betreffende landgebruik van belang. Is hetzelfde gebruik nog mogelijk over 10, 100 of zelfs 1.000 jaar? Met andere woorden, degradeert het land, of wordt de bodem duurzaam gebruikt? Ondanks het grote belang voor de mensheid van bodems en land, is op dit moment geen goed inzicht in de duurzaamheid van het bodemgebruik (UNEP 2016; Van der Esch et al. 2017).

De omvang van het landgebruik betreft het oppervlak dat wereldwijd wordt gebruikt. Hoe meer land er wordt gebruikt, des te minder blijft er over voor andere functies en des te meer biodiversiteit er wordt gebruikt. Landgebruik kan ook worden uitgedrukt per persoon, of per specifiek product. Daarbij is het van belang om onderscheid te maken tussen bouwland, intensief gebruikt grasland en extensief gebruikt grasland, omdat deze vormen van landgebruik fors verschillen in impact op de leefomgeving.

Bij landgebruik spelen nog twee andere aspecten een belangrijke rol:

1. Als er sprake is van landconversie (bijvoorbeeld ontbossing) die duidelijk is gekoppeld aan een voedselproduct dat in Nederland wordt geconsumeerd, dan moet die conversie ook helder in beeld worden gebracht, omdat dit gevolgen heeft voor biodiversiteit en CO₂-uitstoot.
2. De omvang van het landgebruik heeft ook een duidelijke koppeling met CO₂-emissies. Uitbreiding van het agrarisch landgebruik (zoals nu onder andere nog gebeurt in Afrika en Zuid-Amerika) leidt tot CO₂-emissies en verlies van biodiversiteit. Ook als het voedsel voor de Nederlandse consumptie niet wordt geproduceerd op recent ontgonnen landbouwgronden, dan nog draagt de druk vanuit de Nederlandse consumptie mogelijk op indirecte wijze bij aan landgebruiksverandering. Ook kan gesteld worden dat de grond die voor voedselproductie wordt gebruikt alternatief gebruikt zou kunnen worden voor de productie van biomassa voor de energievoorziening, en op die wijze zou bijdragen aan vermindering van de CO₂-uitstoot. Daarom wordt soms een generieke CO₂-factor voor landgebruik meegenomen in de berekeningen. Dit is conform de discussie over biobrandstoffen, waar met een 'indirect land use change'-factor (ILUC-factor) wordt gerekend.

4.3.2 Water

Water is onmisbaar voor plantengroei, vooral om het gewas te koelen en tegelijkertijd als compensatie voor het water dat verloren gaat uit huidmondjes. In grote gebieden van de wereld is landbouw afhankelijk van het regenwater (groen water), in andere delen van de wereld wordt daarnaast ook irrigatie toegepast (blauw water). Vooral dit blauwe water concurreert met andere toepassingen, zoals drinkwater. Naar schatting komt wereldwijd circa 40 procent van de gewasopbrengst van geïrrigeerd land, al is niet al dit water dat hier wordt gebruikt van irrigatie afkomstig (Gleick et al. 2002). Irrigatiewater kan van oppervlaktewater afkomstig zijn, waarvoor vaak kleine of grote dammen worden aangelegd, of van grondwater. Een deel van dit grondwater komt uit diepe watervoerende lagen waar zich in de loop van eeuwen veel water heeft verzameld, dat niet of beperkt wordt aangevuld. Dit zijn dus eindige voorraden water, die op kunnen raken, zoals nu in delen van India en Californië gebeurt (Gleeson et al. 2012). De aanleg van dammen kan allerlei negatieve bijeffecten hebben. Water gaat bij gebruik overigens niet verloren, maar komt in de atmosfeer terecht. Van daaruit zal het water weer elders neerslaan, en maakt dus deel uit van de hydrologische cyclus. Water wordt in het voedselsysteem niet alleen gebruikt voor landbouw, maar ook in andere schakels in de keten, voor het schoonmaken, verwerken en bereiden van voedsel, en ook voor het schoonmaken van apparatuur en gebouwen. Dit kan ook tot waterverontreiniging leiden.

4.3.3 Biodiversiteit

Voedselproductie is enerzijds in hoge mate afhankelijk van biodiversiteit, anderzijds heeft voedselproductie vaak een negatieve invloed op biodiversiteit (zie paragraaf 4.5). Voedselproductie is op veel manieren van biodiversiteit afhankelijk:

- het genetische materiaal van landbouwgewassen en landbouwhuisdieren zelf is een vorm van biodiversiteit;
- veel landbouwgewassen zijn voor bestuiving afhankelijk van insecten;
- in de bodem komen veel dieren en micro-organismen voor, die helpen bij de vertering van gewasresten, en die ook (zoals regenwormen) de bodemstructuur verbeteren;
- hoewel de meeste plagen en ziekten van biotische aard zijn, worden deze meestal weer gereguleerd door andere dieren en micro-organismen; natuurlijke vijanden kunnen helpen om ziekten en plagen in de land- en tuinbouw te voorkomen;
- visserij is afhankelijk van voldoende grote en levensvatbare visbestanden.

Biodiversiteit, waarvan voedselproductie afhankelijk is, staat op verschillende manieren onder druk. Zo is bij een aantal soorten door veredeling de genetische variatie sterk versmald. In agrarische landschappen komen minder insecten voor, hetgeen gevolgen heeft voor bestuiving, evenals voor de aanwezigheid van natuurlijke vijanden (IPBES 2016). Tot slot zijn veel commerciële visbestanden geheel bevestigd of zelfs overbevestigd (FAO 2014): de verwachting is dat de mondiale visvangst nauwelijks verder kan stijgen (OECD & FAO 2017). Nu al komt mondiaal gezien meer vis van aquacultuur dan van wilde vangst. Ook in Nederland is de consumptie van vis uit aquacultuur in de afgelopen 15 jaar sterk toegenomen¹ (vooral zalm, in mindere mate pangasius en tilapia).

4.3.4 Mineralen

Gewassen, dieren en mensen hebben mineralen nodig, zoals fosfor, kalium en magnesium. Soms komen deze mineralen in voldoende mate in de bodem voor, maar in andere gevallen moeten deze worden aangevoerd, anders daalt de gewasopbrengst of komt de diergezondheid in gevaar. Ook kunnen te lage (selenium) of te hoge (koper, zink, cadmium) gehalten aan mineralen in voedsel tot gezondheidsproblemen voor mensen leiden. De mineralen komen meestal uit mijnen. Voor een groot deel liggen deze mijnen buiten Europa, wat tot geopolitieke kwetsbaarheid leidt. Daarom staan mineralen zoals borium, kobalt en fosfaat (en fosfor) op de EU-lijst van kritieke grondstoffen.² In het agrofoodsysteem gaan veel mineralen verloren: naar schatting komt slechts 20-30 procent van de input aan stikstof en fosfaat in de Europese Unie uiteindelijk op ons bord terecht (EEA & PBL 2017). Het grootste deel van de mineralen die via producten (gewassen en dieren) vanuit de landbouw naar de voedselverwerkende industrie en consumenten worden afgevoerd, komt niet meer terug in de landbouw. Dat deel komt terecht in zuiveringsslib en afvalstromen van slachterijen. Dit betekent dat er vooralsnog jaarlijks verse mineralen uit mijnen moeten worden aangevoerd.

4.3.5 Fossiele brandstoffen

In het huidige voedselsysteem wordt op veel plaatsen fossiele brandstof ingezet. Naar schatting vond rond 2010 wereldwijd in het voedselsysteem 30 procent van het energiegebruik in de primaire sector plaats, en 70 procent in de toeleverende en verwerkende industrie, inclusief transport (FAO 2011). Bij de toeleverende industrie is een grote post de productie van kunstmeststoffen, vooral stikstofmeststoffen. Naar schatting is ruim 1 procent van het wereldwijde primaire energiegebruik hiervoor nodig (UNEP 2016). Op het landbouwbedrijf worden vooral voor landbouwmecanisatie veel fossiele brandstoffen gebruikt. Hiermee wordt de inzet van menselijke arbeid voor taken als grondbewerking, oogsten en dorsen beperkt. In sommige landen (zoals Nederland) worden ook veel fossiele brandstoffen gebruikt voor het verwarmen van kassen. In de verwerkende industrie en retail wordt energie gebruikt voor bewerking, transport en koeling. Een deel van het energiegebruik is in de vorm van elektriciteit, die in principe makkelijker te vervangen is door

¹ Nederlands visbureau, Jaarpresentatie Nederlands Visbureau – GfK april 2014.

² COM(2017) 490 final; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2017:0490:FIN>.

duurzame bronnen (zoals zon en wind) dan in het geval de energiebronnen van landbouwwerktuigen en transport. In veel gevallen wordt op verschillende manieren geprobeerd om het gebruik van fossiele brandstoffen te verminderen, zowel in de primaire sector (zoals de glastuinbouw) als in de rest van de keten.

4.3.6 Materialen

Voor de productie van voedsel worden verschillende soorten materialen gebruikt, vooral bestaande uit kunststoffen en metalen. Een deel van deze materialen wordt voor langere tijd gebruikt (gebouwen, machines, apparatuur, transportmiddelen). Een aanzienlijk deel is echter voor éénmalig gebruik, zoals verpakkingsmaterialen, bijvoorbeeld blikjes en folie. Een deel hiervan wordt gerecycled, een deel wordt verbrand en een deel komt in het milieu terecht. Bepaalde eisen die aan de materialen worden gesteld, leiden er soms toe dat gelaagde, samengestelde materialen worden gebruikt die lastig te recyclen zijn. De Europese Commissie heeft een 'European Strategy for Plastics in a Circular Economy' opgesteld, om het éénmalig gebruik van plastic (drinkflesjes, koffiebekers) te verminderen (EC 2018; PBL 2019b).

4.4 Emissies gerelateerd aan voedselproductie

4.4.1 Emissies van broeikasgassen

Bij de productie, verwerking, bereiding en het transport van voedsel komen broeikasgassen vrij. Een aanzienlijk deel van de broeikasgasemissie is gekoppeld aan het gebruik van fossiele brandstoffen: bij de verbranding of gebruik hiervan komt uiteraard kooldioxide (CO₂) vrij. In de landbouw- en voedselsector zijn echter ook belangrijke andere bronnen van broeikasgasemissies. Voor kooldioxide zijn dit vooral ontbossing en afbraak van organische stof in de bodem. In Nederland leidt afbraak van veengronden, als gevolg van ontwatering, tot een CO₂-uitstoot die overeenkomt met 2 procent van de totale Nederlandse uitstoot van broeikasgassen (Van den Born et al. 2016). Ook is er in permanent grasland veel koolstof opgeslagen. Bij omzetting hiervan naar bouwland zal een aanzienlijk deel hiervan verloren gaan en dus tot (tijdelijk) hogere CO₂-emissie leiden. Daar staat tegenover dat bij goed bodembeheer koolstof in de bodem kan worden vastgelegd.

Verder zijn methaan en lachgas belangrijke bronnen van broeikasgasemissies uit het voedselsysteem. Dit komt deels doordat methaan en lachgas (per kilogram of deeltje) sterkere broeikasgasen zijn dan CO₂. Lachgas (N₂O) is 298 keer sterker, methaan is circa 25 keer sterker (IPCC 2007). In het IPCC-rapport van 2013 is het laatste cijfer bijgesteld tot 28-34 (zie Myhre et al. 2013). Methaan is wat lastig te vergelijken met CO₂, omdat het wel afbreekt in de atmosfeer: na circa 11 jaar is de helft van methaan in de atmosfeer vervallen tot het minder krachtige CO₂. De opwarmende werking van methaan speelt dus vooral de eerste decennia na uitstoot. Een ander effect van methaan is dat het de vorming van ozon in de atmosfeer (ook een broeikasgas) versnelt.

Herkauwers (rundvee, schapen en geiten) en opgeslagen mest zijn de belangrijkste bronnen van methaan. Bij herkauwers komt dit vooral doordat pensbacteriën methaan produceren. Het grootste deel van het methaan komt via de bek van de dieren vrij (bij oprispingen), en niet via de mest. Ook bij rijstteelt komen (door de natte groeiomstandigheden) aanzienlijke hoeveelheden methaan vrij.

Bij mest uit stallen en opslag is er niet alleen uitstoot naar de lucht van methaan, maar ook van lachgas (N₂O). Beweiding en toepassing van (kunst)mest veroorzaken de lachgasemissie. Dit zijn zowel directe emissies vanuit de bodem naar de lucht, als indirecte emissies als het gevolg van depositie van ammoniak en na uit- en afspoeling van stikstof naar grond- en oppervlaktewater. Deze stikstof wordt in bodem en water via denitrificatie grotendeels omgezet in onschuldig stikstofgas (N₂), maar ten dele ook in lachgas.

Ten opzichte van de totale hoeveelheid stikstof betreft het verlies in de vorm van lachgas maar een beperkt deel. Voor de Europese Unie is dit circa 2 procent van het totale stikstofverlies uit de landbouw (Leip et al. 2014). Vanwege de sterke broeikaswerking heeft de emissie van lachgas toch een aanzienlijk effect.

4.4.2 Emissies van mineralen (nutriënten)

Bij de verschillende vormen van landbouw en visteelt komen nutriënten – zoals stikstof, fosfaat en sulfaat – in de leefomgeving terecht. Op zich zijn deze stoffen niet direct giftig of schadelijk, maar leidt juist hun groeibevorderende werking tot verstoring van ecosystemen (vermesting), zowel op land als in water (algenbloei). In de meeste gevallen gaat het vooral om transport via water (afspoeling en uitspoeling). Alleen is stikstof (zoals vaker) een uitzondering: vanuit mest en kunstmest komen aanzienlijke hoeveelheden gasvormig ammoniak vrij, dat over grote afstanden verplaatst kan worden en dat bij depositie op natuurterreinen tot vermesting leidt. Belangrijke bronnen van ammoniakemissie zijn stallen en opslag en toediening van dierlijke mest, en in mindere mate kunstmest.

Voor alle overige stoffen gaat het dus vooral om afspoeling en uitspoeling. Dit kan direct uit mest of kunstmest zijn (door bijvoorbeeld te dicht bij sloten bemesten), of via de bodem. Dit laatste gebeurt vooral als de gehalten aan stikstof of andere elementen (te) hoog zijn, vooral na het groeiseizoen als de waterbeweging in de bodem van opwaarts (richting de plant) naar neerwaarts gaat. Dit is ook de reden van het uitrijverbod gedurende de herfst en een deel van de winter. Buiten Nederland vormen water- en winderosie soms ook belangrijke vormen van nutriëntentransport.

4.4.3 Emissies van gewasbeschermingsmiddelen

In de landbouw worden gewasbeschermingsmiddelen (danwel bestrijdingsmiddelen of pesticiden) gebruikt. Deze middelen kunnen zowel op landbouwgronden als daarbuiten negatieve effecten hebben, vooral op de biodiversiteit. In de landbouw worden verschillende soorten pesticiden gebruikt: de belangrijkste groepen zijn herbiciden (onkruidbestrijding), insecticiden (plaaqbestrijding insecten en mijten), fungiciden (bestrijding van schimmels en bacteriën) en nematociden (bestrijding van schadelijke aaltjes). Door het (toelatings)beleid en verbeteringen in de landbouwpraktijk is de emissie van bestrijdingsmiddelen in Nederland sterk afgenomen (gemeten ten opzichte van 1997-1998) (Van Eerdt et al. 2012). Tegelijkertijd zijn de meest gebruikte neonicotinoïden die schadelijk lijken te zijn voor insecten en vogels sinds het najaar van 2018 in de Europese Unie verboden in open teelten.

4.5 Effect op eindpunten

De in de vorige paragrafen beschreven effecten geven nog niet de uiteindelijke impacts op bijvoorbeeld ecosystemendiensten of menselijke gezondheid. De voor het voedselsysteem relevante 'eindpunten' zijn het beperken van klimaatverandering, een gezonde leefomgeving (onder andere luchtkwaliteit), behoud van biodiversiteit en ecosystemendiensten en behoud van de voedselproductiecapaciteit (zie ook figuur 2.3).

Voedselproductie heeft in veel gevallen een negatief effect op biodiversiteit. De voornaamste drukfactoren zijn landgebruik, versnippering van biotoop, emissies van nutriënten en bestrijdingsmiddelen, watergebruik en verdroging en klimaatverandering. In een aantal gevallen draagt landbouw echter ook bij aan biodiversiteit, zoals bij het in stand houden van traditionele cultuurlandschappen met een karakteristieke biodiversiteit. Een voorbeeld hiervan in Nederland zijn graslanden met een hoge dichtheid aan weidevogels.

Tegelijkertijd hebben de eindpunten invloed op de voedselproductie, zogenoemde terugkoppelingen (zie figuur 2.3). Zo is biodiversiteit onmisbaar voor de voedselproductie en heeft ook klimaatverandering invloed op de productie van voedsel. Deze eindpunten ondervinden niet alleen druk vanuit het voedselsysteem, er zijn veel factoren die de kwaliteit van deze eindpunten bepalen. Uit het oogpunt van monitoring van de effecten van voedselproductie is het meten van deze eindpunten op zichzelf ook meestal niet zo zinvol, maar het is wel nuttig bij het bepalen van de relevantie en prioritering van de indicatoren van de drukfactoren (zie paragraaf 3.5, tabel 3.3).

5 Indicatoren voor voedselconsumptie

De effecten van voedselconsumptie op de leefomgeving (in binnen- en buitenland) zijn een gevolg van de omvang van de voedselconsumptie, in combinatie met de wijze van productie van dat voedsel. In dit hoofdstuk gaan we in op de aard en omvang van de voedselconsumptie en relevante indicatoren daarvoor.

Bij de voedselconsumptie zijn verschillende aspecten relevant. Dit zijn in eerste plaats eetpatronen: wat en hoeveel Nederlanders drinken en eten, bijvoorbeeld aan melk en groenten en vlees. In paragraaf 5.1 bespreken we de mogelijke indicatoren en beschikbare data voor de omvang van de voedselconsumptie. Daarnaast hebben consumenten (of inkopers in het geval van buitenshuis eten) via hun inkopen ook invloed op de productiewijze van voedsel (bijvoorbeeld via de aankoop van biologisch voedsel), of op de productielocatie en aard van de keten (voorbeeld: streekproducten). We werken dit verder uit in paragraaf 5.2. Ook van belang is de vraag hoeveel voedsel er in Nederland wordt verspild. Daarbij gaat het zowel om verspilling door de consument als in de keten (paragraaf 5.3).

Deze aspecten sluiten ook aan bij twee van de vier biofysische aangrijpingspunten voor vermindering van druk op de leefomgeving: gezondere en duurzamere voedselpatronen en vermindering van voedselverspilling (zie figuur 2.3). In paragraaf 5.4 bespreken we kort de monitoring van acties die mogelijk veranderingen in de eetpatronen en voedselverspilling van consumenten mogelijk maken.

5.1 Voedselconsumptie

5.1.1 Welke informatie is nodig?

Om de omvang van de effecten op de leefomgeving te bepalen, is het belangrijk om te weten hoeveel en welke voedselproducten Nederlanders consumeren. De milieu-impact verschilt nogal per product: zo hebben dierlijke producten een veel grotere impact dan plantaardige producten. Maar ook binnen de voedselcategorieën zijn er grote verschillen; zo legt de productie van rundvlees gemiddeld een groter beslag op de leefomgeving dan die van kippenvlees (PBL 2019a; Westhoek 2019).

Vanwege deze verschillen in effecten beogen sommige partijen een verandering in de verhouding tussen plantaardige en dierlijke eiwitten in het eetpatroon. Zo is in het Klimaatakkoord een paragraaf over voedselconsumptie opgenomen, waarin minder voedselverspilling, meer consumptie van groenten en fruit, en een groter aandeel consumptie van eiwitten op plantaardige basis worden gezien als belangrijke bijdrage aan het klimaatbeleid voor de lange termijn (Klimaatberaad 2019). Diverse partijen in het voedselsysteem ondersteunen dit streven: van boerenorganisaties, via de levensmiddelenindustrie tot aan de supermarkten. Hiermee wordt aangesloten bij de Transitieagenda Biomassa en Voedsel in het kader van beleid voor de circulaire economie (Grondstoffenakkoord 2018). Daarnaast is er het initiatief The Green Protein Alliance (2017) dat onder andere als doel heeft dat in 2025 de helft van de eiwitconsumptie plantaardig is.

Voor de bepaling van de milieudruk van de Nederlandse voedselconsumptie zijn jaarlijks geactualiseerde gegevens over die voedselconsumptie per persoon per jaar essentieel, uitgedrukt in basisproducten. Deze basisproducten zijn: verschillende soorten vlees, zuivel, eieren, granen, oliën en vetten, suiker, peulvruchten, groenten en fruit. Daarnaast is ook de consumptie uitgedrukt in 'echte' voedingsmiddelen (bijvoorbeeld brood, gebak, pizza) van belang, vooral ook omdat die iets zegt over mogelijke verandering in routines (zie ook paragraaf 5.4). Ook voor gezondheid zijn deze data relevant.

Tot slot is het relevant om de voedselprijzen te monitoren, onder andere om te weten of voedsel dat op een duurzamere wijze is geproduceerd tot hogere prijzen leidt, en zo ja, hoeveel hoger.

5.1.2 Wat wordt er al gemeten?

Op het gebied van voedselconsumptie zijn er enkele databronnen en rapportages.

De Voedselconsumptiepeiling (VCP)

Het RIVM voert deze peiling uit.¹ Met de VCP worden periodiek (over meerdere jaren) gegevens verzameld over de voedselconsumptie en de voedingstoestand van de Nederlandse bevolking in het algemeen en ook van afzonderlijke bevolkingsgroepen, bijvoorbeeld jongeren. Momenteel is deze peiling echter niet jaarlijks; ingevulde vragenlijsten² en interviews over meerdere jaren worden vergeleken met die in een periode van vier voorgaande jaren (RIVM 2018).

De VCP verzamelt informatie voor de ontwikkeling van beleid voor gezonde voeding en veilig voedsel, productinformatie, voorlichting en voedingsonderzoek. Deze peiling geeft een gedetailleerd inzicht in de voedselconsumptie, echter niet direct in de effecten op de leefomgeving. Daarvoor zijn aanvullende analyses nodig, zoals gedaan is door het RIVM (zie bijvoorbeeld Ocke et al. 2014; RIVM 2016; De Valk et al. 2016). In het RIVM-onderzoek zijn de voedselconsumptiedata gekoppeld aan de milieubelasting per eenheid, zoals berekend uit een levenscyclusanalyse (zie ook hoofdstuk 6). In de PBL-publicatie *Dagelijkse kost* is een vergelijkbare methode toegepast (PBL 2019a; zie ook Westhoek 2019).

Ook de Herformuleringsmonitor (RIVM 2019) die in het kader van volksgezondheid wordt bijgehouden kan relevante data leveren over de samenstelling van producten (gehalte zout, suiker verzadigd vet).

FAO Food Balance Sheets

De Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO) berekent op basis van internationale statistieken (nationale productie van gewassen en dierlijke producten, in combinatie met handelsstromen) de beschikbare hoeveelheid voedsel in een land. Dit betreft de aankopen van voedsel en niet de feitelijke consumptie. In principe geeft deze bron de informatie die nodig is, namelijk de gekochte hoeveelheid voedsel, uitgesplitst naar basisproducten. De data lopen echter sterk achter (in 2019 was 2013 het meest recente jaar), en zijn bovendien niet altijd even betrouwbaar. Dit komt omdat de voedselconsumptie (feitelijk de beschikbaarheid) wordt berekend als restpost van productie, import, export en veranderingen in voorraad. Dit leidt, zeker voor landen met een hoge eigen voedselproductie, tot forse onzekerheden (en daarmee soms schommelingen) in de berekende voedselconsumptie.

Nationale statistieken: voorzieningsbalansen

De voorzieningsbalansen geven inzicht in de productie, import en export en het binnenlandse verbruik van landbouwproducten. De balansen zijn qua opzet vergelijkbaar met de FAO Food Balance Sheets, hoewel de FAO-data gedetailleerder zijn. Uit de voorzieningsbalansen is af te leiden hoeveel voedsel (uitgesplitst naar verschillende productcategorieën) gemiddeld per inwoner wordt geconsumeerd. Daarbij gaat het om de hoeveelheid basisproducten (verschillende soorten vlees, zuivel, eieren, granen, oliën en vetten, suiker, peulvruchten, groenten en fruit), niet om de uiteindelijke vorm (bijvoorbeeld graan in brood of koek) waarin dit wordt geconsumeerd.

Op basis van leveringen tussen sectoren en landen in monetaire eenheden wordt de consumptie bepaald. Deze methode heeft echter een aantal beperkingen. Een complicerende factor is dat er

¹ Zie <http://www.rivm.nl/Onderwerpen/V/Voedselconsumptiepeiling>.

² Deelnemers in de VCP-2012-2016 zijn afkomstig uit een representatief consumentenpanel van het marktonderzoeksbureau TNS Nipo.

aanzienlijke handelsstromen zijn tussen Nederland en andere landen, zowel in de vorm van levende dieren, vlees en andere basisproducten, maar ook in de vorm van samengestelde producten (pizza's, vruchtenyoghurts, gebak enzovoort) (Oosterkamp et al. 2017). Een belangrijke beperking is dat prijsverschillen tussen goederen ervoor zorgen dat deze monetaire stromen niet goed de werkelijke fysieke stromen weergeven. Er kunnen onzekerheden ontstaan in het gebruiken en koppelen van data, omdat tussen de landen de definities van en indelingen naar producten en sectoren verschillen tussen de gebruikte databronnen (bijvoorbeeld verschillen in aggregatieniveau) en/of onvoldoende specifiek zijn beschreven om de verschillen te bepalen en duiden. Verder is deze dataset weinig gedetailleerd. Tot slot zijn de data niet altijd geschikt om te bepalen waar het eten vandaan komt dat in Nederland wordt geconsumeerd, vooral niet als van een product (zoals kippenvlees) zowel veel wordt geproduceerd, als wordt geïmporteerd en wordt geëxporteerd.

Recente rapportages over de vleesconsumptie in Nederland zijn gemaakt op verzoek van (en gefinancierd door) Wakker Dier. Wageningen Economic Research heeft daarbij de vleesconsumptie per hoofd van de bevolking uitgerekend op basis van de systematiek van de voorzieningsbalansen. Dat betekent dat het verbruik in een bepaald jaar wordt afgeleid van het aantal slachtingen van dieren, de invoer en uitvoer van vlees zoals die in de CBS-statistieken te vinden zijn en de voorraadmutaties (Terluin et al. 2017).

Met het verdwijnen van de Productschappen en bezuinigingen bij het CBS worden de voorzieningsbalansen niet meer standaard opgesteld. Het jaar 2012 is het laatste jaar waarvoor in de Land- en Tuinbouwcijfers voor een aantal producten voorzieningsbalansen zijn opgenomen (LEI & CBS 2012). Het CBS rapporteert al sinds circa 2010 niet meer de consumptie per hoofd van de bevolking. Deze balansen worden dus (niet meer) frequent geactualiseerd. De WUR (WEcR) publiceert voor een aantal productcategorieën voorzieningsbalansen¹ maar in de huidige vorm geeft deze dataset slechts voor een aantal producten inzicht in de (trends in de) omvang van de Nederlandse consumptie van voedselproducten.

CBS Consumentenbestedingen

Het CBS publiceerde tot in 2015 bestedingen van consumenten aan voedingsmiddelen van verschillende productcategorieën, bijvoorbeeld vlees of granen. Van recentere jaren is alleen marktonderzoek beschikbaar. Het CBS beschikt voor het bepalen van de prijsontwikkeling sinds kort wel over de 'kassabonnen' (scannerdata) van een aantal supermarkten. Deze data kunnen mogelijk ook een beeld geven van de ontwikkeling van de verkoop van producten. Een complicerende factor hierbij is dat hiervoor de feitelijke producten (van koekjes tot kant-en-klaarmaaltijden) moeten worden omgerekend naar basisproducten. Verschillende private partijen (zoals GfK of Nielsen) doen marktonderzoek van aankopen van voedselproducten. Deze data zijn echter niet altijd openbaar, en methode en frequentie zijn vaak niet transparant.

5.1.3 Wat ontbreekt er?

Een belangrijke belemmering voor het vaststellen van de milieudruk van de Nederlandse consumptie is dat de jaarlijkse consumptie, uitgedrukt in voedingsbasisproducten, niet op structurele wijze wordt gerapporteerd door het CBS of Wageningen-UR. Gezien het belang van voedselconsumptie in de milieudruk van het totale consumptiepakket is het nodig om over betere data over voedsel te beschikken, die minimaal jaarlijks worden geactualiseerd. Dit belang wordt versterkt door de maatschappelijk ambitie om te komen tot een vermindering van het aandeel dierlijk eiwit in het dieet (ontwerp-Klimaatakkoord en Transitieagenda Biomassa en Voedsel).

De hiervoor genoemde Voedselconsumptiepeiling (VCP) van het RIVM is niet jaarlijks. Er zijn plannen om deze peiling jaarlijks uit te voeren, maar dit is nog niet vastgesteld. Een andere weg is om met nationale statistieken te werken (voorzieningsbalansen). Die zouden dan aangevuld kunnen

¹ Zie <https://www.agrimatie.nl/VoorzieningsBalansen.aspx>.

worden met data van ketenpartijen, zoals de vleesverwerkers, retailsector en leveranciers aan horecabedrijven. Geen van deze databronnen schetst het volledige beeld, maar gezamenlijk wordt een goed beeld gecreëerd.

Voor een berekening van de effecten op de leefomgeving hoeven de data minder gedetailleerd te zijn dan in de VCP, het gaat om de consumptie in termen van basisproducten. Bruikbare inname- en aankoopdatasets waarbij aangesloten kan worden zijn:

- consumptiemonitor: aankopen (in geld uitgedrukt) van levensmiddelen (CBS), detailniveau;
- enquêtes bij consumenten over voedselinname in de voorgaande twee uur (WEcR);
- datasets van private partijen, zoals marktonderzoekers en retail- en horecaorganisaties.

Dergelijke data zijn ook nuttig in het kader van de monitoring van de voortgang van de ambities in de Transitie Agenda Biomassa en Voedsel en de Green Protein Alliance. Deze data zouden ook gebruikt kunnen worden in relevante indicatoren, zoals de omvang van de aankoop/consumptie van vlees, of de (na bewerking) verhouding tussen dierlijke en plantaardige eiwitten, om een mogelijke verschuiving naar een plantaardiger eetpatroon zichtbaar te maken.

Na de eerste stap van een beter en frequenter inzicht in de feitelijke omvang en aard van de voedselconsumptie in Nederland, zou een uitbreiding wenselijk zijn. Hierbij gaat het om andere eigenschappen van het aangekochte voedsel, maar bijvoorbeeld ook de vorm (verpakkingswijze, mate van bewerking) en het tijdstip en de locatie van de consumptie. Op deze wijze kan recht worden gedaan aan meerdere perspectieven op duurzaam voedsel. Want niet voor alle perspectieven (Krom & Muilwijk 2018, hoofdstuk 3) zijn op dit moment indicatoren voor voedselconsumptie beschikbaar. De huidige indicatoren leveren vooral informatie voor de perspectieven 'Technologisch optimisme', 'Integrale voedselpolitiek' en 'Voldoende en voordelig voedsel op de wereldmarkt'. De Monitor Duurzaam Voedsel geeft enig inzicht voor het perspectief 'De consument aan het stuur', bijvoorbeeld voor dierenwelzijn. Voor het perspectief 'Alternatieve voedselnetwerken' wordt nog weinig gemonitord; een (nog te ontwikkelen) indicator voor 'het aandeel streekproducten' of 'voedselkilometers' kan hier inzicht geven in de veranderingen.

Locatie van de productie is niet alleen relevant voor de berekening van het aandeel streekproducten maar ook in verband met regio-specifieke zorgvuldigheid of efficiëntie van de productie.

5.2 Keuze voor duurzaam voedsel

5.2.1 Welke informatie is nodig?

Naast de omvang van de consumptie is ook de aard van de productie van de geconsumeerde producten van belang voor de bepaling van het beslag op de leefomgeving. Hierbij kan het gaan om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, duurzamer bodembeheer of dierenwelzijn. Voor een deel wordt die aard door de 'keten' bepaald en heeft de consument daar geen invloed op. Voor een ander deel echter wel, consumenten kunnen namelijk kiezen voor biologische producten, of voor producten met een ander duurzaamheidskenmerk. Ook de locatie van de productie is van belang vanwege de verschillende productiemethoden, de aan- of afwezigheid van natuurlijke voorraden ter plaatse en de impact van transport. Dit betreft bijvoorbeeld het aandeel van streekproducten in de totale consumptie.

Er is dus informatie nodig over de omvang van de aankopen van producten met een 'duurzaamheidskeurmerk' door consumenten en andere inkopers (restaurants, catering en vergelijkbare partijen), evenals over producten die anderszins een bijzondere productiewijze of ketenorganisatie hebben (streekproducten, korte ketens en dergelijke).

5.2.2 Wat wordt er al gemeten?

Monitor Duurzaam Voedsel

Deze monitor geeft een jaarlijks overzicht van de consumentenbestedingen aan 'duurzaam' voedsel. Het betreft hier duurzaam in brede zin, dus ook sociaal duurzaam, zoals de arbeidsomstandigheden tijdens het productieproces en dierenwelzijn. Het gaat daarbij om de verkoop van producten die zijn voorzien van een keurmerk met onafhankelijke controle, zoals biologische producten, Fairtrade-producten en vlees met een dierenwelzijnskeurmerk¹ (Logatcheva 2015, 2017; Logatcheva & Van den Puttelaar 2016; Logatcheva et al. 2018; Logatcheva 2019). De monitor meet de in Nederland geconsumeerde producten in de belangrijkste afzetkanalen voor 'duurzaam' voedsel: supermarkten, buitenhuishoudelijke markt en speciaalzaken voor duurzaam voedsel. De monitor geeft geen inzicht in de feitelijke milieudruk van het geconsumeerde voedsel. Het CBS levert data over de aankoop van biologische voedingsproducten en monitort deze.²

5.2.3 Wat ontbreekt er?

Het aankoopgedrag van consumenten en andere inkopers wordt nog maar beperkt gemeten. Er is alleen een monitor voor aankopen van consumenten in supermarkten. Wat nog ontbreekt, is monitoring van aankopen door andere 'inkopers', zoals die van restaurants en catering (voor bedrijfsrestaurants, ziekenhuizen en andere instellingen). Ook ontbreken gegevens over andere eigenschappen van het aangekochte voedsel, bijvoorbeeld ook de vorm (verpakkingswijze, mate van bewerking) en het tijdstip en de locatie van de consumptie.

5.3 Voedselverspilling

5.3.1 Welke informatie is nodig?

Een deel van het voedsel wordt bij productie en consumptie verspild. Consumenten verspillen voedsel, maar ook eerder in de keten, zoals bij naogstverliezen, het bewaren, het transport, de voedselverwerking en bij de verpakking, en in de horeca en dergelijke. Hoe minder verspilling, des te minder voedsel er geproduceerd hoeft te worden. Dit betekent ook dat er minder beslag op natuurlijke hulpbronnen wordt gelegd en er minder uitstoot is.

Per hoofd van de bevolking is er in Nederland in 2017 106-147 kilogram voedsel verspild. De totale hoeveelheid verspild voedsel bedraagt jaarlijks tussen de 1,8 en 2,5 miljoen kilogram (Soethoudt & Vollebregt 2019). Hierbij gaat het om eetbaar voedsel, dus niet om schillen of botten. In alle schakels van de voedselketen wordt voedsel verspild: bij boeren, bij verwerkers, bij de voedingsmiddelenindustrie, bij supermarkten en horeca en bij de consument. Uit een Europese studie blijkt dat de consument relatief de grootste verspiller is (Stenmarck et al. 2016). Andere partijen uit de keten nemen 5 tot 20 procent van de verspilling voor hun rekening. In 2019 verspilden consumenten thuis 34,3 kilo eten per persoon (voedingscentrum 2019).

Om deze verspilling terug te dringen, zijn doelstellingen geformuleerd. In de duurzame ontwikkelingsdoelen (SDG's) is in SDG12.3 het doel in 2030 een halvering van de voedselverspilling ten opzichte van 2015. Nederland heeft de SDG's in 2016 in brede zin ondertekend. En in 2018 is het SDG-doel voor voedselverspilling expliciet opgenomen in beleid (LNV 2018c). In de Transitieagenda Biomassa en Voedsel (Nederland Circulair) wordt gestreefd naar een halvering van de voedselverspilling en vermindering van het percentage dierlijk eiwit in het eetpatroon. De Taskforce Circular Economy in Food en de Stichting Samen tegen voedselverspilling streven naar een halvering van de voedselverspilling en het nuttig inzetten van onvermijdbare reststromen.

¹ Zie: <http://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2810&indicatorID=2659>.

² Zie <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0365-biologische-voedingsmiddelen>.

Bij het beperken van de effecten op de leefomgeving en de bepaling van het doelbereik is het belangrijk om te weten:

- hoeveel voedsel er wordt verspild;
- welke producten er worden verspild;
- waar (in de keten) voedsel wordt verspild en door wie en waarom; en
- wat er gebeurt met het verspilde voedsel (afval of hergebruik).

5.3.2 Wat wordt er al gemeten?

Monitor Voedselverspilling

Deze monitor geeft sinds 2009 inzicht in de stand van zaken met betrekking tot de voedselverspilling in Nederland (Soethoudt & Vollebregt 2019) van de hele keten. In de monitor wordt basis van openbare gegevens over afvalverwerking, veevoerproductie, consumentenafval, primaire productie en hernieuwbare energie een inschatting van de totale omvang van de voedselverspilling in Nederland gemaakt. Het gaat hier dus niet alleen over de verspilling van de voedselconsumptie in Nederland, maar ook over de verspilling van voedselproducenten (boeren en voedselindustrie) in Nederland.

Ook wordt in de monitor de voedselverspilling gesplitst naar verschillende bestemmingen en naar vermijdbaar en potentieel vermijdbaar. In 2017 werd ruim 50 procent van de vermijdbare reststromen verbrand en 15-20 procent kreeg de bestemming veevoer. Van de potentieel vermijdbare reststromen werd 60-70 procent gecomposteerd en de rest vond zijn bestemming in veevoer of vergisting (Soethoudt & Vollebregt 2019).

Voedselverspilling bij huishoudens

Deze meting van verspilling bij consumenten is in 2010, 2013, 2016 en 2019 gemeten op basis van diverse onderzoeken: zelfrapportage, afvalonderzoek en schattingen (Stichting Voedingscentrum 2019) Dit onderzoek naar voedselverspilling in huishoudens wordt driejaarlijks uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) onder begeleiding van Voedingscentrum, Milieu Centraal, Wageningen University & Research en Rijkswaterstaat. Om te bepalen welk deel van het ingekochte voedsel niet wordt geconsumeerd, zijn volledige en betrouwbare inkoopcijfers nodig. Door combinatie met aankoopcijfers van het CBS (2010) en vanuit marktonderzoek GfK (2013, 2016) wordt duidelijk welk deel per productcategorie er weggegooid, 'verspild' wordt.

Monitoring raamwerk Taskforce Circular Economy in Food

De EU-lidstaten worden met ingang van 2020 verplicht 'hun' voedselverspilling te meten en daarover periodiek te rapporteren aan de Europese Commissie (in het kader van het Circular Economy Package). Deze gegevens zullen (volgens Kamerbrief 4 juli 2018 Betreft Voedselverspilling in Nederland 2016) worden aangevuld met bedrijfsgegevens van bedrijven die zijn aangesloten bij de Taskforce Circular Economy in Food en bedrijven die de zelfmonitor voedselverspilling toepassen (Kamerstuk 31 532, nr. 190). De Stichting Samen tegen voedselverspilling is bezig een raamwerk voor monitoring te ontwikkelen. Hierbij wordt ook getracht per sector de mate en manier van hergebruik in beeld te brengen en de locatie in de keten. Deze gegevens worden naar indicatoren voor ecologische en sociale impact vertaald.¹

5.3.3 Wat ontbreekt er?

Hoewel er al monitoringsrapportages zijn en deze ook verder worden ontwikkeld vanwege de gestelde doelen en ambities, zijn er wel enkele aandachtspunten:

¹ Zie http://samentegenvoedselverspilling.nl/transurl.nl/wp-content/uploads/2018/03/A113_Taskforce_FoodWaste_Agenda_v6_LR.pdf.

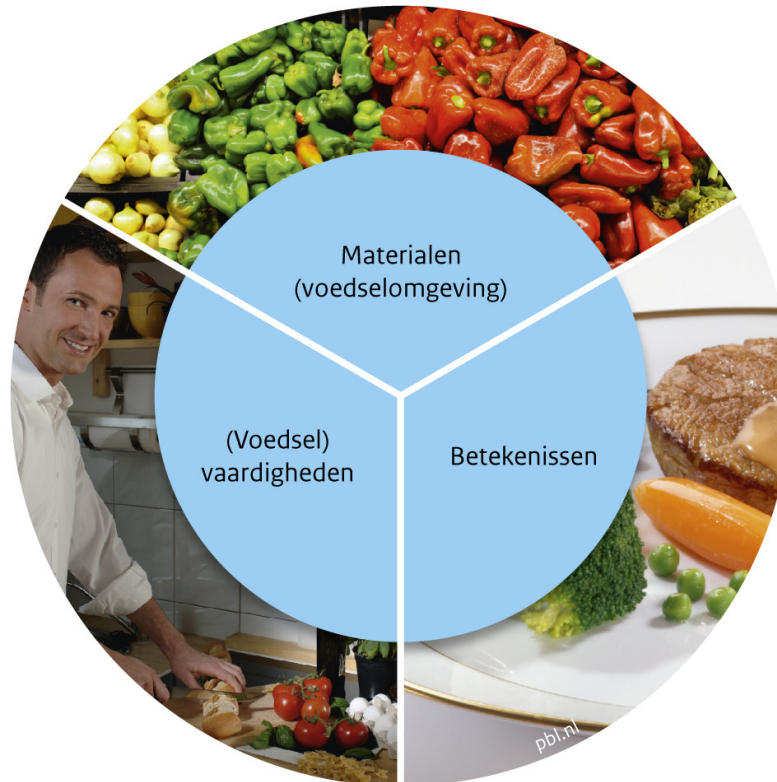
- Door de grote onzekerheid in de cijfers, kunnen er nog geen uitspraken worden gedaan over een stijgende of dalende trend in de voedselverspilling.
- De voedselverspilling van huishoudens wordt nu eens in de drie jaar gemeten. Dat is (te) weinig om een vinger aan de pols te houden. Bovendien zijn de data op grond van zelfrapportage vaak een onderschatting.
- Aanvulling van actuele gegevens van bedrijven die zijn aangesloten bij de Taskforce Circular Economy in Food en bedrijven die de bijbehorende zelfmonitor voedselverspilling toepassen is zeker relevant. Dit levert echter mogelijk een onderschatting van de gemeten voedselverspilling op vanwege de bias van 'welwillende bedrijven'.
- Over de verspilling bij consumenten wordt er driejaarlijks gemonitord, maar er ontbreekt nog veel inzicht op detailniveau, welke producten worden er door wie verspild? Zijn dit bijvoorbeeld vooral producten met een grote voetafdruk, of producten met een lage voetafdruk. Hoe worden eventuele reststromen hergebruikt? Of verwerkt als afval? Omdat de huidige monitoring weinig zegt over waar en waarom er voedsel wordt verspild, geeft deze beperkte aanknopingspunten voor beleidsopties voor verandering (zie hoofdstuk 7).
- Hoewel er bij voedsel vaak internationale ketens zijn betrokken, is verspilling in buitenlandse delen van de productieketen van in Nederland geconsumeerd voedsel niet in de Monitor Voedselverspilling opgenomen.

5.4 Veranderingen in routines voedselconsumptie

Om veranderingen in de voedselconsumptie te begrijpen of bevorderen, is niet alleen aandacht nodig voor wat mensen eten, maar ook voor de sociale routines (praktijken) die het eetpatroon en de voedselverspilling van Nederlandse consumenten voor een belangrijk deel bepalen. Voedselkeuzes zijn immers niet enkel een uitkomst van de voorkeuren en wensen van individuele consumenten: ze worden in belangrijke mate gestuurd door de voedselomgeving (ofwel materialen, het fysieke aanbod van voedsel), de voedselvaardigheden (bijvoorbeeld kunnen koken met een recept, verspilling van voedsel vermijden) en de culturele betekenissen van voedsel (zoals ideeën over wat lekker en gezond voedsel is) (PBL 2019a). Door sociale routines te monitoren en dus de (veranderingen in) deze drie elementen in kaart te brengen en te volgen, kan inzicht worden verkregen voor interventies om een duurzamer en gezonder eetpatroon te stimuleren en voedselverspilling terug te dringen (figuur 5.2).

Het veranderen van routines is geen voorspelbaar proces, in de zin dat het sturingsproces van tevoren exact kan worden uitgedacht. Routines evolueren, en beleid dat routines probeert te beïnvloeden, moet bedacht zijn op onverwachte effecten en terugkoppelingen. Bij het veranderen van routines past daarom stapsgewijs beleid, met ruimte voor experimenten, leren via *'trial and error'* en aandacht voor continue monitoring om ongewenste uitkomsten van beleid bij te kunnen sturen (Shove et al. 2012). En ook indicatoren moeten derhalve mee-evolueren.

Voedselconsumptie als routines



Bron: PBL

Figuur 5.2 Monitoring moet aansluiten bij alledrie de elementen van routines rondom voedselconsumptie: materialen, culturele betekenissen en sociaal geleerde vaardigheden.

Data voedselomgeving en voedselvaardigheden van belang

Het gaat bij de voedselomgeving dan bijvoorbeeld om het aantal laagdrempelige voedselverkoop-punten zoals afhaal- en bezorgrestaurants, of het aantal maaltijdpakketten bij supermarkten die het gemakkelijker maken – en verleiden – om niet langer zelf te koken (Datling 2016). De belangrijkste redenen waarom Nederlanders niet langer zelf koken zijn gemak en tijdgebrek – vooral (de groeiende groep) alleenstaanden zijn geneigd om regelmatig kant-en-klaar- of afhaalmaaltijden te eten (Temminghoff & Van Helden 2016). Tegelijkertijd is het bijvoorbeeld van belang te monitoren hoeveel Nederlanders hun voedselvaardigheden willen veranderen en waarom.

Beperkte monitoring voedselconsumptieroutines

Enkele aspecten van deze routines worden gemonitord, zoals online consumptie gemonitord door het CBS (consumptieve bestedingen). Dit betreft bijvoorbeeld het aandeel voedsel in consumptiebestedingen en de locatie van de aankoop (CBS 2018b; cijfers over 2015), en data over de voedselomgeving, bijvoorbeeld het aantal voedselverkooppunten, lunchrooms, koffietentjes en afhaal- en bezorgrestaurants (Datling 2016).

Het CBS en marktonderzoekspartijen meten ook de omzet van online voedselverkoop en van het bezorgen van voedingsmiddelen (CBS 2018b; FoodService Instituut 2015 2018; WUR 2017). Er is echter nog geen samenhang (in frequentie en onderwerpen) in deze dataverzameling.

6 Indicatoren voor effecten van de voedselproductieketen

De druk op de leefomgeving van de Nederlandse voedselconsumptie wordt bepaald door activiteiten in de hele productieketen. Voor veel thema's geldt dat de druk vooral wordt bepaald door de primaire productie (zie tabel 4.1). Deze druk kan zowel afkomstig zijn uit het buitenland (bijvoorbeeld bij de koffieproductie) als uit Nederland (bijvoorbeeld bij de melkproductie).

In dit hoofdstuk bespreken we welke indicatoren relevant zijn om deze druk van de voedselconsumptie te meten. Het gaat om de volgende aspecten:

- de aard en omvang van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen, zoals land, bodem en water;
- de omvang van emissies en de impact daarvan op de leefomgeving, zoals broeikasgasemissies en waterkwaliteit;
- de impact op zogenoemde eindpunten, zoals biodiversiteit en voedselproductiecapaciteit.

In paragraaf 6.1 geven we een overzicht van mogelijke indicatoren en methoden voor de verschillende natuurlijke hulpbronnen en emissies. In de paragrafen 6.2 tot en met 6.4 werken we dit verder uit. In paragraaf 6.5 gaan we in op indicatoren voor de impact op eindpunten. In paragraaf 6.6 ten slotte, vatten we het hoofdstuk samen en gaan we ook kort in op de databehoeftes en de onzekerheden.

6.1 Overzicht druk op leefomgeving en methoden

6.1.1 Aard en omvang van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen

In de verschillende schakels in de keten worden natuurlijke hulpbronnen gebruikt (tabel 6.1). Met behulp van indicatoren kan de druk van dit gebruik in beeld worden gebracht.

Bij de primaire productie (landbouw en visserij) gaat het zowel om de omvang van het gebruik als om de aard van het gebruik. In de andere schakels in de keten van voedselproductie gaat het vooral om de omvang van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen, omdat die niet onder het directe beheer staan van de betreffende actoren. Deze hulpbronnen worden veelal wel direct gebruikt door boeren en vissers, dus daar speelt de aard van het gebruik een belangrijke rol. De combinatie van zorgvuldigheid van beheer, omvang van de voedselvraag en de efficiëntie van productie bepaalt het uiteindelijke effect op de leefomgeving. Zorgvuldigheid zegt vooral iets over het beheer van de natuurlijke hulpbronnen, en daarmee iets over de lokale impact op de leefomgeving, zoals lokale biodiversiteit of bodemvruchtbaarheid. De productiviteit (of efficiëntie) geeft aan hoeveel land, stikstof of veevoer nodig is voor een bepaalde output. De productiviteit bepaalt daarmee, in combinatie met de benodigde productie (gerelateerd aan de consumptie), de omvang van het beslag op de natuurlijke hulpbron. Een hoge productiviteit (hoge gewasopbrengst per hectare, hoge voederconversie) betekent dat er minder natuurlijke hulpbronnen (land, water) nodig zijn, en dat het beslag op natuurlijke hulpbronnen per eenheid product lager is. Dit kan echter negatieve lokale (bij)effecten hebben, zoals minder biodiversiteit of verminderd dierenwelzijn.

Tabel 6.1 bevat een overzicht van relevante indicatoren voor de omvang en zorgvuldigheid van gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Zo is bijvoorbeeld dat 'het totale landgebruik dat nodig is voor voedselproductie' een relevante indicator is voor de omvang van het landgebruik, en voor de zorgvuldigheid van beheer is de mate van bodemdegradatie een belangrijke indicator. Dit sluit ook aan bij SDG 15.3 ('zero land degradation'). In paragraaf 6.4 bespreken we verder of en hoe dit gequantificeerd kan worden.

Tabel 6.1 Indicatoren voor bepaling van de omvang en de zorgvuldigheid* van gebruik van natuurlijke hulpbronnen per schakel

Natuurlijke hulpbron	Inputindustrie	Landbouw	Landbouw / visserij	Voedselverwerkende industrie	Groothandel, retail, food service **
	Omvang gebruik	Omvang gebruik	Zorgvuldigheid / continueerbaarheid	Omvang gebruik	Omvang gebruik
Hernieuwbaar					
Land en bodem		Totaal landgebruik (grasland en bouwland apart) ; landgebruik per eenheid product	Zorgvuldigheid landbeheer ; geen bodemdegradatie; geen ontbossing		
Water	Totaal watergebruik; watergebruik per eenheid product	Totaal watergebruik (te scheiden in groen en blauw); watergebruik per eenheid product	Mate van verstoring hydrologische systemen; uitputting van grondwater	Totaal watergebruik; en per eenheid product	Totaal watergebruik
Biodiversiteit en ecosystemendiensten			Goed beheer van biodiversiteit en ecosystemendiensten nodig voor landbouwproductie, zoals bestuiving; voorkomen van introductie invasieve soorten,		
Genetische bronnen (agrobiodiversiteit)		Beschikbaarheid productieve variëteiten	Behoud van diversiteit ; ontwikkelen nieuwe variëteiten		
Visvoorraden/aquacultuur		Totaal gebruik gevangen vis; effectief beheer visvoorraden ; efficiëntie aquacultuur	Duurzaam beheer visvoorraden; duurzaam beheer locaties aquacultuur		
Niet hernieuwbaar					
Mineralen	Totaal materiaalgebruik; en per eenheid product	Nutriënten: totaal nutriëntengebruik; nutriëntenefficiëntie op product;boerderij-niveau; op systeem-niveau		Totaal materiaalgebruik; en per eenheid product	Totaal materiaalgebruik
Fossiele brandstoffen	Totaal gebruik fossiele brandstoffen; en per eenheid product	Totaal gebruik fossiele brandstoffen; en per eenheid product		Totaal gebruik fossiele brandstoffen; en per eenheid product	Totaal gebruik fossiele brandstoffen ; per eenheid product

* Zorgvuldigheid speelt vooral een rol bij landbouw en visserij; daarom niet ingevuld voor andere schakels.

** Deze is waarschijnlijk lastig te scheiden per product; daarom totaal gebruik per bedrijf.

Bron: Bewerkt van UNEP (2016) naar de Nederlandse situatie

6.1.2 Omvang van de emissies en effect op milieukwaliteit

Tabel 6.2 geeft een overzicht van mogelijke indicatoren voor de omvang van de emissies en hun effect op de milieukwaliteit. Voor broeikasgassen is de totale broeikasgasemissie die samenhangt met de Nederlandse voedselconsumptie een voor de hand liggende indicator. De totale emissie is in principe te berekenen door de emissie per eenheid/product te vermenigvuldigen met de omvang van de productie (nodig voor de Nederlandse voedselconsumptie). Bij emissies wordt in plaats van efficiëntie of productiviteit vaak gewerkt met het begrip intensiteit. De intensiteit is de omvang van de emissies per eenheid product (in kilogram of in euro). Een lage emissie-intensiteit is dus positief.

Tabel 6.2 Emissies en milieu-impacts in verschillende stappen in de voedselproductieketen

Milieu-impact	Inputindustrie	Landbouw en visserij	Voedselverwerkende industrie	Groothandel, retail, food service
Broeikasgasemissies	Totale emissie / per eenheid product, bijvoorbeeld per kg kunstmest	Totale emissie; emissie per eenheid product (emissie-intensiteit)	Totale emissie; emissie per eenheid product	Totale emissie;
Luchtkwaliteit	Totale emissie / per eenheid product	Totale emissie / per eenheid product (bijvoorbeeld kg ammoniak per kg vlees)	Emissie per eenheid product	Totale emissie;
Bodemkwaliteit		Emissie / belasting per eenheid product of per hectare		
Waterkwaliteit	Verontreiniging per eenheid product	Emissie / belasting per eenheid product of per hectare	Verontreiniging per eenheid product	Verontreiniging per eenheid product

Bron: Bewerkt van UNEP (2016) naar de Nederlandse situatie

6.1.3 Impact op eindpunten

De hiervoor besproken indicatoren voor het voedselsysteem hebben hun eigen relevantie. Tegelijkertijd zijn het componenten van 'eindpunten' (Huijbregts et al. 2016). Deze eindpunten zijn onder andere het beperken van klimaatverandering, een gezonde leefomgeving (onder andere beïnvloed door luchtkwaliteit), behoud van biodiversiteit en ecosysteemdiensten, met als belangrijke ecosystemendienst in dit kader behoud van voedselproductiecapaciteit.

6.1.4 Prioritering

Zoals ook eerder is aangegeven, heeft voedselproductie op veel verschillende manieren impact op de leefomgeving. Bij de prioritering van de ontwikkeling van indicatoren kan worden gekeken naar die effecten waar de voedselproductie een groot aandeel heeft in het effect en waarvan de 'planetary boundaries' dicht zijn genaderd (zie paragraaf 3.5; Van Dooren et al. 2017). Dit zou betekenen dat de focus komt te liggen op landgebruik, nutriënten (stikstof en fosfaat) en broeikasgassen.

6.1.5 Voetafdrukken: algemeen principe

Voor de omvang van het beslag op natuurlijke hulpbronnen wordt vaak de term 'voetafdruk' gebruikt. Deze term wordt ook gebruikt voor de omvang van emissies (zoals de broeikasgasvoetafdruk), en ook voor de uiteindelijke impact (de biodiversiteitvoetafdruk). De voetafdruk van de Nederlandse voedselconsumptie geeft de milieudruk over de gehele keten van door Nederlandse gebruikers geconsumeerd voedsel, inclusief de milieudruk van de consumptie zelf (zoals bewaring en bereiding van voedsel thuis). Het gaat hierbij om milieudruk in Nederland, maar ook (via importen) in het buitenland.

Methoden berekening voetafdruk: bottom-up en top-down

Er zijn op dit moment twee gangbare methoden om de voetafdruk van de Nederlandse consumptie te berekenen. De eerste methode is te beschouwen als een bottom-up methode, de tweede als een top-downmethode.

De *bottom-up methode* is gebaseerd op de Nederlandse voedselconsumptie, uitgesplitst naar een aantal relevante categorieën, zoals koffie, suiker en varkensvlees. Van elke categorie wordt met een levenscyclusanalyse (LCA) bijvoorbeeld het landbeslag of de broeikasgasemissie berekend.¹

¹ Er wordt in Europees verband gestreefd naar standaardisatie van de LCA-methode, omdat hier binnen nog veel keuzes over kwantificering moeten worden gemaakt. De Product Environmental Footprint-methode (PEF) die wordt voorgesteld, is een raamwerk van eisen en principes op algemeen om de milieu-impact van producten te bepalen. De

Hiervoor is informatie nodig over de plaats van de productie voor Nederlandse consumptie. In het geval van land gaat het om regio-specifieke opbrengsten van gewassen, soms in combinatie met voederconversie voor dierlijke producten. Bij broeikasgasemissies gaat het om het totaal aan emissies over de hele keten. Door vervolgens de omvang van de consumptie te vermenigvuldigen met het landbeslag (of broeikasgasemissies) per eenheid is de omvang van het totale landbeslag van de verschillende producten uit te rekenen. De uitkomsten voor individuele producten worden vervolgens op basis van de totale consumptie in een land gesommeerd om de nationale voetafdruk te berekenen.

Bij de *top-down- of input-outputmethode* daarentegen wordt gerekend vanuit geaggregeerde economische gegevens en milieudrukken op mondiaal niveau (Wilting et al. 2015). Op basis van leveringen tussen sectoren en landen in monetaire eenheden (voedselvoorzieningsdata) wordt de milieudruk of het grondstoffengebruik toegerekend aan nationale consumptie. Meestal worden hier economische multiregionale input-outputgegevens (MRIO) voor gebruikt. Veelgebruikte MRIO-databases zijn Eora (Lenzen et al. 2013b), Exiobase (Tukker et al. 2013), GTAP (Narayanan et al. 2012) en WIOD (Timmer 2012).

Voordelen en beperkingen van de twee methoden

Een voordeel van de top-downbenadering is dat in principe al het landbeslag of alle emissies worden gealloceerd naar een bepaald gebruik. Een ander voordeel van deze benadering is dat meestal alle consumptie-categorieën (dus niet alleen voedsel) in beeld worden gebracht. Het aandeel van voedsel in de totale voetafdruk van de Nederlandse consumptie wordt daarmee zichtbaar.

De top-downbenadering heeft echter ook een aantal nadelen of beperkingen. Zo kunnen prijsverschillen tussen goederen of diensten, bijvoorbeeld tussen binnenlandse consumptie en exporten, ervoor zorgen dat deze monetaire stromen niet goed de werkelijke fysieke stromen weergeven. Verder heeft deze methode meestal ook een hoger aggregatieniveau (minder gedetailleerd) dan bottom-upbenaderingen. Daarmee samenhangend omvat 'voedsel' in een top-downbenadering mogelijk ook de milieu-impact van bijproducten, zoals honden- en kattenvoer. Tot slot is een beperking van de methode dat grote input-outputdatabases nodig zijn met voldoende detail in subsectoren van de landbouw en voedingsmiddelenindustrie. Deze input-outputdatabases komen gewoonlijk pas na enkele jaren beschikbaar.

Een voordeel van de bottom-upmethode is dat deze vaak meer gedetailleerd is. Ook is deze wat transparanter, onder andere omdat meestal wordt uitgegaan van fysieke relaties. Wilting et al. (2015) geven aan dat als belangrijkste nadeel van de *bottom-up* benadering wordt gezien dat ketens niet volledig worden doorgerekend, maar op een bepaald punt worden afgekapt. Bijvoorbeeld het energiegebruik tijdens de productie van kunstmest wordt nog wel meegeteld, maar het energiegebruik voor het bouwen van de kunstmestfabriek niet meer. Dit kan leiden tot een onderschatting van de milieudruk bij gebruik van een bottom-up techniek.

De uitkomsten van top-down- en bottom-upmodellen zullen als gevolg van de verschillende methoden niet altijd geheel overeenkomen. Overigens zijn er uiteraard ook verschillen in uitkomst binnen de verschillende bottom-upbenaderingen en ook binnen de verschillende top-downmodellen. In het algemeen zijn bottom-upmodellen meer geschikt om de effecten van kleine veranderingen te volgen, zoals verbeteringen binnen een productieketen en veranderingen van consumptie.

Europese Commissie streeft er vervolgens naar om voor productgroepen nadere specificaties te ontwikkelen, zodat de belangrijkste methodiek keuzes in LCA onderzoek worden gestandaardiseerd.

6.2 Indicatoren omvang gebruik van natuurlijke hulpbronnen

6.2.1 Welke informatie is gewenst?

Voor de meest relevante natuurlijke hulpbronnen zou in beeld moeten worden gebracht wat over de hele keten, wereldwijd, de omvang van het beslag is op natuurlijke hulpbronnen voor de productie van voedsel voor de Nederlandse consumptie. Door ontwikkelingen aan de consumptie- of productiekant kan de omvang van dit beslag veranderen. Het is daarbij van belang te weten waardoor de voetafdruk verandert: komt dit door verandering aan de consumptiekant (en in welke voedselcategorieën) of door ontwikkelingen aan de productiekant?

6.2.2 Bestaande indicatoren en methoden

Landvoetafdruk

Bij landgebruik gaat het om het areaal land dat nodig is voor de productie van het voedsel voor de Nederlandse consumptie. Hierbij is het wenselijk om het totale areaal te onderscheiden in bouwland en grasland vanwege het verschil in invloed op de leefomgeving. Bij grasland zou een nader onderscheid tussen intensief en extensief gebruikt grasland nuttig zijn, om dezelfde reden.

Bottom-upanalyse

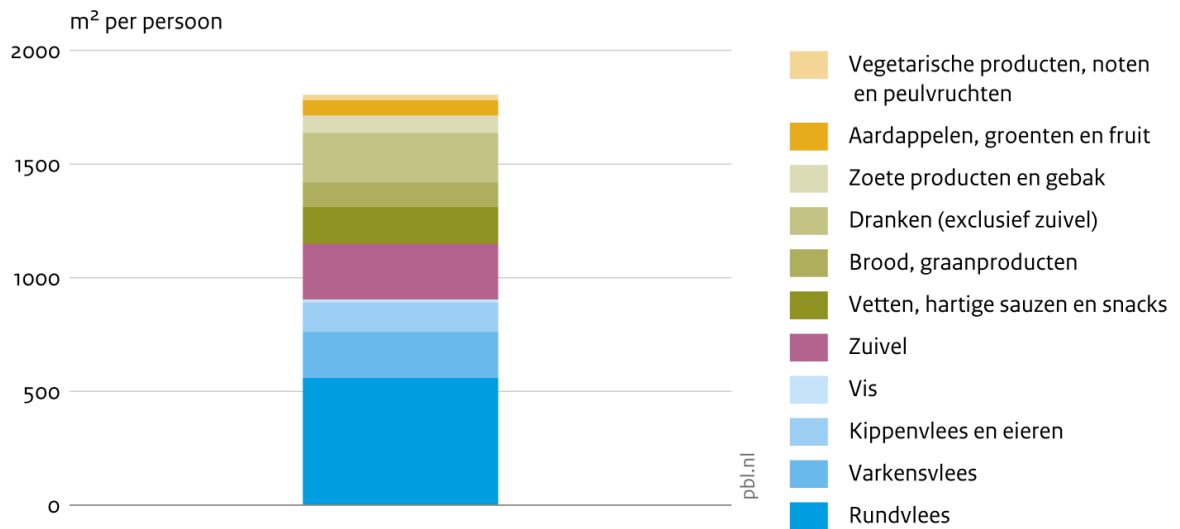
Met zogenoemde bottom-upmethoden worden schattingen voor Nederland gemaakt van de landvoetafdruk. Hiervoor zijn data te gebruiken over de consumptie van de verschillende voedselcategorieën in combinatie met levenscycli-data over het landgebruik per eenheid product. Hieronder worden de resultaten van twee benaderingen gepresenteerd. De eerste benadering is die van het PBL, waar de consumptiedata zijn gebaseerd op CBS-data en data van LEI WUR (zie Verhoog et al. 2015) en het landgebruik per eenheid product op een eigen eenvoudig model (MFA, material flow analyse) ter bepaling van de omvang van het landgebruik per eenheid product, voornamelijk gebaseerd op landbouwopbrengstgegevens van FAOSTAT (Nijdam et al. 2019).

De landvoetafdruk van de totale Nederlandse consumptie, zoals berekend met een bottom-upmethode (Nijdam et al. 2019), bedroeg in 2013 circa 8,6 miljoen hectare. Het aandeel voedsel hierin bedraagt circa 38 procent, dat is circa 3,2 miljoen hectare. Ter vergelijking: het Nederlandse landbouwareaal bedraagt circa 1,9 miljoen hectare. Per hoofd van de Nederlandse bevolking betekent dit een landbeslag van circa 1.900 vierkante meter. Binnen voedsel zijn vlees en zuivel verantwoordelijk voor ruim 60 procent van het landgebruik.

Het RIVM volgde een vergelijkbare benadering, maar dan op basis van data uit de Voedselconsumptiepeiling (VCP), in combinatie met LCA-data van Blonk Consultancy (zie Kramer & Blonk 2015; Ocke et al. 2014; RIVM 2016, De Valk et al. 2016). Naast consumptiedata zijn ook data nodig over het landgebruik per eenheid product. Omdat dit landgebruik regionaal erg kan verschillen, is ook informatie nodig over de herkomst van producten. De methode van Nijdam et al. (2019) komt voor 2013 uit op iets minder dan 2.000 vierkante meter per persoon, de methode van het RIVM komt net boven de 2.000 vierkante meter per persoon. Deze beide bottom-upschattingen komen dus iets lager uit dan de schattingen via de input-outputmethode. In beide benaderingen is het mogelijk om onderscheid te maken naar bouwland en grasland.

In *Dagelijkse kost* (PBL 2019a) is voor de bepaling van de landvoetafdruk gebruikgemaakt van een rekentool die door Blonk Consultants is ontwikkeld (Blonk et al. 2018). De basis van deze rekentool vormt een uitgebreide set data over de levenscyclus (LCA) van een groot aantal voedingsmiddelen. Van deze levensmiddelen zijn de koolstof- en landgebruiksvoetafdruk bepaald. Per productgroep is op basis van een aantal representatieve producten een gemiddelde waarde vastgesteld. In combinatie met de consumptie per voedingsmiddel kan de totale voetafdruk worden vastgesteld. Per Nederlander is dit zo'n 1.800 vierkante meter (figuur 6.1). Dit landgebruik is binnen en buiten Nederland. In Westhoek (2019) zijn de uitgangspunten voor deze LCA-analyse en basisdata verder beschreven.

Landvoetafdruk van Nederlandse voedselconsumptie per productgroep, 2010



Bron: Blonk en Kuling 2018

Figuur 6.1 Landvoetafdruk van de Nederlandse voedselconsumptie berekend met LCA-gegevens en de Voedselconsumptiepeiling 2010.

Input-outputanalyse

Wilting et al. (2015) berekenden de landvoetafdruk met de top-downbenadering, dus vanuit geaggregeerde economische gegevens en milieudrukken op mondiaal niveau. Met economische multiregionale input-outputgegevens, het zogeheten MRIO-model, is een tijdreeks berekend voor de landvoetafdruk als gevolg van Nederlandse consumptie voor de periode 1995-2009. Het landgebruik is berekend voor akkerland, grasland (exclusief extensief grasland) en bossen. De bron van de data is de World Input-Output Database (WIOD), onder andere beheerd door de Rijksuniversiteit Groningen. Deze database wordt incidenteel geactualiseerd, en loopt meestal enkele jaren achter (Wilting et al. 2015).

Er zijn diverse verklaringen voor de verschillen in uitkomsten voor de landvoetafdruk op basis van fysieke bottom-upmodellen en monetaire top-downmodellen zoals MRIO-modellen (Bruckner et al. 2015). In top-downmodellen wordt het landgebruik in monetaire eenheden toegerekend aan consumptie categorieën op basis van leveringen tussen sectoren en landen. Prijsverschillen van goederen of diensten, bijvoorbeeld tussen binnenlandse consumptie en exporten, kunnen ertoe leiden dat deze monetaire stromen niet goed de werkelijke fysieke stromen weergeven. Verder is een deel van de economische activiteiten die landgebruik betreffen niet in de economie opgenomen, zoals landgebruik voor eigen gebruik in ontwikkelingslanden. Hierdoor wordt een te hoog landgebruik aan exporten toegekend. Bottom-upmodellen kunnen beter gebruikmaken van specifiekere data, zoals hogere opbrengsten voor export. Ook kan het hogere aggregatieniveau in top-downmodellen een verklaring zijn voor de verschillen in uitkomsten.

Watervoetafdruk

Door het optellen van de benodigde hoeveelheid 'groen' (regenwater dat in de bodem is opgeslagen) en 'blauw' water (irrigatie), kan het watergebruik van een bepaald gewas of product worden berekend. Als bekend is hoeveel gewas er nodig is voor de productie van 1 kilogram vlees, dan kan

ook de watervoetafdruk van 1 kilogram vlees worden berekend. Ter bepaling van het totale watergebruik gerelateerd aan de Nederlandse voedselconsumptie kan voor water kan dus een vergelijkbare bottom-upmethode worden gevolgd als voor land, dus het combineren van consumptiedata met data over het watergebruik per eenheidproduct.

Watergebruik is belangrijk, zeker als het producten betreft uit gebieden met een groot watertekort, zoals delen van Spanje, India en Turkije, waaruit Nederland voedsel betreft. Een algemene watervoetafdruk brengt deze nuances echter onvoldoende in beeld. Zo kan het verbouwen van een gewas met een grote watervoetafdruk in een gebied waar veel water beschikbaar is duurzaam zijn, terwijl een gewas verbouwen met een kleine watervoetafdruk in een droog gebied met watertekort niet duurzaam is (Witmer & Cleij 2012). En het maakt veel uit of het 'groen' of 'blauw' water is. Verder is het bij blauw water weer van belang of het watergebruik volhoudbaar is (bijvoorbeeld uit een rivier met een hoge afvoer), of dat het om water gaat uit een fossiele bron die snel leeg is. Het RIVM berekent sinds kort de 'blauw watervoetafdruk' van voedselconsumptie (Vellinga et al. 2019) aan de hand van een database met de milieubelasting van verschillende producten¹.

Mariene voetafdruk

Het is ook van belang om de mariene voetafdruk in beeld te brengen. Enerzijds omdat het belangrijk is om te weten of de zeeën en oceanen op een duurzame wijze worden gebruikt, anderzijds om in beeld te brengen in hoeverre er een verschuiving plaatsvindt van voedsel gebaseerd op landbouw naar voedsel op basis van mariene bronnen, inclusief diverse vormen van aquacultuur (kweek van algen, wieren, schaaldieren, vissen). Er is nog geen indicator voor de totale mariene voetafdruk, er is sinds kort wel een 'visvoetafdruk' (Guillen et al. 2018). Deze voetafdruk geeft weer hoeveel vis er nodig is voor de visconsumptie van een land. Dit is niet alleen vis die direct wordt geconsumeerd, maar ook de hoeveelheid vis die wordt gebruikt voor viskweek.

De visvoetafdruk is ook berekend met een multiregionaal input-outputmodel, dus via de top-downmethode. Geschat wordt dat wereldwijd de totale visconsumptie (direct en indirect) gemiddeld 22,3 kilogram vis per persoon per jaar is. Voor Nederland bedraagt dit 27,7 kilogram vis per jaar: 14,6 kilogram rechtstreeks, 5 kilogram via aquacultuur en 8,1 kilogram via vismeel (Guillen et al. 2018).

Fossiele brandstoffen

In theorie zou het mogelijk moeten zijn om het totale gebruik van fossiele brandstoffen over de gehele voedselketen te berekenen. Een complexiteit hierbij is dat het gaat om verschillende vormen van fossiele brandstoffen: aardgas, olie en kolen (voornamelijk voor elektriciteitsproductie). Tegenwoordig is vermindering van broeikasgasemissies de voornaamste reden om minder fossiele brandstoffen te gebruiken, en dat aspect wordt al via de broeikasgasvoetafdruk in beeld gebracht. Een aparte monitoring van het gebruik van fossiele brandstoffen lijkt daarom minder relevant.

Mineralen

Ook voor mineralen, zoals fosfaat en kalium, zou in beeld gebracht kunnen worden hoeveel 'verse' mineralen jaarlijks worden gebruikt. Dit in tegenstelling tot mineralen die worden gerecycled, bijvoorbeeld via de kringloop 'voer-dieren-mest-voer' op melkveebedrijven. In de kringlopen op bedrijfsniveau gaan echter ook mineralen verloren. Verder komen veel van de mineralen die van landbouwbedrijven worden afgevoerd voor humane consumptie niet meer terug in de landbouwsector. Om beide verliesposten te compenseren, is regelmatige aanvoer nodig van 'verse' mineralen (uit mijnen, of bij stikstof uit fabrieken). Een goed overzicht van de behoefte aan deze verse mineralen ontbreekt echter. Het is tegelijkertijd de vraag of een benadering via het voedselsysteem voor deze hulpbron de meest logische benadering is, omdat de kringlopen sterk verbonden zijn met

¹ <https://www.rivm.nl/voedsel-en-voeding/duurzaam-voedsel/database-milieubelasting-voedings-middelen>
<https://statline.rivm.nl/#/RIVM/nl/dataset/50060NED/table?ts=1582723807634>

een regio of een land, en alle activiteiten daar op het gebied van agrofood. Mogelijk is hiervoor een benadering via de landbouw of het agrofoodstelsel een betere benadering.

Overige materialen

In het voedselsysteem worden in alle schakels van de keten materialen gebruikt. Dit zijn deels metalen, zoals ijzer voor machines en aluminium voor verpakkingen, en deels plastics (op basis van fossiele brandstoffen). Deze laatste worden onder andere veel eenmalig gebruikt als verpakkingsmateriaal. Vooral van deze laatste toepassing zou het nuttig zijn om inzicht te krijgen in het gebruik, niet alleen in het kader van het verbruik van natuurlijke hulpbronnen, maar vooral ook vanwege de vervuiling van deze materialen (zie paragraaf 6.3).

6.2.3 Wat ontbreekt er?

Voor een aantal natuurlijke hulpbronnen zijn er reeds data beschikbaar voor het bepalen van de omvang van het beslag dat hierop wordt gelegd. Dit betreft vooral de landvoetafdruk. Voor sommige andere hulpbronnen worden er voetafdrukken ontwikkeld zoals recentelijk een watervoetafdruk die rekening houdt met de schaarste van het water dat wordt gebruikt door het RIVM (Vellinga et al. 2019). Voor een aantal andere hulpbronnen (zoals mariene hulpbronnen en materialen) ontbreken een goede methodiek en ook data.

Er ontbreekt een systeem van regelmatige actualisering van de data. Gezien de snellere beschikbaarheid van data, de grotere transparantie en de grotere mate van detail lijkt de bottom-upmethode de beste manier om de voetafdruk jaarlijks (of tweejaarlijks) in beeld te brengen. Hiervoor zijn data nodig over de omvang van de voedselconsumptie van de verschillende categorieën voedsel, en tevens data over de milieudruk per eenheid product. Daarnaast is het nuttig om de uitkomsten hiervan eens per 3-4 jaar te vergelijken met data uit een top-downanalyse oftewel input-outputanalyse.

6.3 Indicatoren voor omvang emissies

6.3.1 Welke informatie is gewenst?

Voor een goede monitoringsrapportage zou in beeld moeten worden gebracht hoe hoog – over de hele keten, wereldwijd – de emissies zijn die vrijkomen bij de productie van voedsel voor de Nederlandse consumptie. De omvang van de uitstoot kan veranderen door ontwikkelingen aan de consumptiekant of aan de productiekant. Deze informatie dient voor de belangrijkste emissies in beeld te worden gebracht. Dit zijn in ieder geval emissies van broeikasgassen, stikstof (naar lucht en naar water) en pesticiden.

6.3.2 Welke informatie is er al?

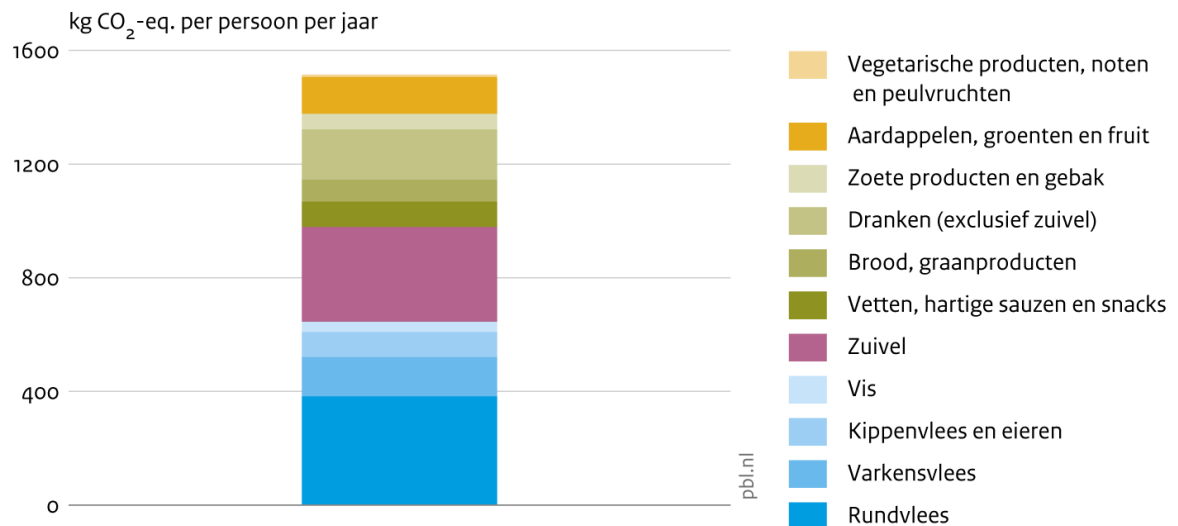
Broeikasgasvoetafdruk

De broeikasgasvoetafdruk (ook wel koolstofvoetafdruk, *carbon footprint* of klimaatvoetafdruk genoemd) is uiteraard een belangrijke indicator. Deze geeft de omvang aan van de broeikasgasemissies in binnen- en buitenland die zijn gerelateerd aan de Nederlandse voedselconsumptie. Daar het niet alleen om CO₂-emissies gaat maar ook om emissies van methaan en lachgas, is de term broeikasgasvoetafdruk een betere term dan koolstofvoetafdruk. De berekeningswijze van de broeikasgasvoetafdruk vertoont veel overeenkomsten met die van de landvoetafdruk: zowel een top-downbenadering (met input-outputtabellen) als een bottom-upbenadering (op basis van LCA-data) is mogelijk. Een belangrijk verschil met de landvoetafdruk is dat broeikasgassen voor een aanzienlijk deel in andere schakels dan de primaire productie worden uitgestoten. Hierbij gaat het om transport, warmte enzovoort. Volgens data afkomstig van een input-outputbenadering bedraagt de broeikasgasuitstoot gerelateerd aan voedingsmiddelen ongeveer 35 megaton CO₂-equivalenten per jaar. Het aandeel van voedsel in de totale Nederlandse consumptie bedraagt daarmee ongeveer 13

procent (PBL 2019a). Dit komt neer op ruim 2.000 kilogram CO₂ per persoon per jaar (figuur 6.2). De resultaten van een bottom-upmethode komen neer op bijna 1.500 kilogram CO₂ per jaar (Westhoek 2019). Gezien de complexiteit en de onzekerheden in de berekeningen zijn deze verschillen overigens als aanvaardbaar te beschouwen.

Net als bij landgebruik kan de broeikasgasvoetafdruk op twee manieren omlaag: door aanpassingen in de productie van voedsel, en door verschuivingen in het consumptiepatroon (minder voedselverspilling en verschuiving naar minder milieubelastende producten).

Broeikasgasvoetafdruk van Nederlandse voedselconsumptie per productgroep, 2010



Bron: Blonk en Kuling 2018

Figuur 6.2 Dierlijke producten hebben een aanzienlijk aandeel in de broeikasgasvoetafdruk van de Nederlandse voedselconsumptie (bepaald met behulp van een bottom-upbenadering).

Stikstofvoetafdruk

De stikstofvoetafdruk is een maat voor de totale werkelijke stikstofvervuiling (vooral in de vorm van ammoniakvervluchtiging en stikstofuitspoeling) door de voedselconsumptie, inclusief vervuiling elders door import van producten en grondstoffen en met correctie voor het effect van milieumaatregelen (Leach et al. 2012; Leip et al. 2013). Net als veel andere voetafdrukken kan de stikstofvoetafdruk via een top-downmethode (met behulp van MRIO-modellen) en een bottom-upmethode worden berekend. Deze laatste methode wordt meer gebruikt.

Centraal bij de bottom-upmethode van de stikstofvoetafdruk staan de zogenoemde virtuele N-factoren per voedingsproduct.¹ Deze factoren geven aan hoeveel kilogram stikstof er nodig is om één kilogram stikstof (in feite eiwit) in voeding te produceren. De virtuele N-factor voor graan is bijvoorbeeld 1,4 terwijl die voor rundvlees 8,5 is. Voor groenten is deze zelfs 10,6, maar uiteraard worden groenten niet voornamelijk vanwege hun eiwitten geconsumeerd. Eiwit (dus N) in het Nederlandse dieet is voor circa 60 procent afkomstig uit dierlijke producten. In combinatie met de hoge N-factor van dierlijke producten betekent dit dat de dierlijke producten de grootste bijdrage leveren aan de stikstofvoetafdruk. De stikstofvoetafdruk gerelateerd aan voedselconsumptie bedroeg in 2008 22,4 kilogram stikstof per persoon per jaar, waarvan het grootste deel (21 kilogram), het gevolg is van landbouwkundige productie voor eigen consumptie (PBL 2012). Het overige betreft emissies (vooral NO_x) die ontstaan bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Bij

¹ Zie <https://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/jaargang-2012/integraal-stikstof/stikstofvoetafdruk-nederland-en-verenigde-staten>.

deze emissies ontbreken nog de stikstofverliezen in de aquacultuur. In veel viskwekerijen worden de uitwerpselen van de vissen en het niet-benutte voer niet opgevangen en vormen dus een directe emissie naar het oppervlaktewater.

Op dit moment wordt de stikstofvoetafdruk niet op regelmatige basis geactualiseerd, de berekening voor het jaar 2008 was een eenmalige actie van het PBL. Om de stikstofvoetafdruk wel te kunnen berekenen zijn data nodig over de Nederlandse consumptie van de verschillende voedingsmiddelen, en over de N-factor (in feite een LCA-analyse) van deze voedingsmiddelen. De consumptiedata kunnen hetzelfde zijn als die voor andere voetafdrukken. Dit betekent dat additioneel alleen een regelmatige actualisering van de N-factoren nodig is. Het RIVM publiceert data over 'verzuring van de bodem', 'vermesting zoetwater' en 'vermesting marien water' per eenheid product, op grond hiervan kan de N-factor (ongeveer) worden berekend.

De stikstofvoetafdruk kan globaal op twee manieren omlaag. De eerste mogelijkheid is het nemen van maatregelen op boerderijniveau om de stikstofvervuiling te verminderen. Dit zijn bijvoorbeeld maatregelen om ammoniakemissie te verminderen (zoals emissiearme mesttoediening), of maatregelen om stikstofuitspoeling te verminderen (zoals een effectievere stikstofbemesting). De tweede mogelijkheid is een verschuiving in het eetpatroon naar voedingsmiddelen met een lagere N-factor.

Gewasbeschermingsmiddelen

Bij het gebruik van verschillende soorten pesticiden (ook wel gewasbeschermings- of bestrijdingsmiddelen genoemd) treden vaak emissies naar bodem, water en lucht op. Deze emissies kunnen nadelige gevolgen hebben voor de biodiversiteit (ecotoxiciteit) en voor de menselijke gezondheid (humane toxiciteit). De emissies van pesticiden zouden daarom ook in beeld moeten worden gebracht. Daarvoor zou informatie nodig zijn over het pesticidegebruik in binnen- en buitenland, over de emissies die daarbij ontstaan en over de schadelijkheid van deze emissie. Op dit moment is deze informatie beperkt beschikbaar (wel wat gebruikscijfers, concentraties in water, maar bijvoorbeeld niet van alle productielocaties). Er worden wel metingen gedaan vanwege volksgezondheid op het moment van verkoop in retail, maar niet tijdens het hele productieproces.

Materialen

Ook op andere plaatsen in de keten dan de primaire productie kan er vervuiling zijn door de productie van voedsel voor de Nederlandse consumptie, zoals bij de verpakking of bereiding ervan. Er zijn nog weinig data en methoden ontwikkeld om dit in beeld te brengen. Zo is onbekend wat het aandeel van voedsel is van de totale hoeveelheid in Nederland gebruikt plastic.

6.3.3 Wat ontbreekt er?

Voor de emissie van broeikasgassen (en andere emissies zoals die van stikstof en fosfaat) zijn reeds data beschikbaar voor het bepalen van de omvang hiervan. Net als bij de landvoetafdruk ontbreekt het echter aan een regelmatige actualisering van deze data volgens een algemeen erkende methodiek. De nationale broeikasgasvoetafdruk zou het beste bepaald kunnen worden via een bottom-upmethode, omdat de data hiervoor sneller geactualiseerd kunnen worden, en een grotere mate van detail hebben dan de top-downmethode.

6.4 Indicatoren voor de aard van het gebruik van hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen

6.4.1 Welke informatie is gewenst?

Bij de aard van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen (zoals land, water en biodiversiteit) gaat het om de vraag in hoeverre dit gebruik continueerbaar of 'volhoudbaar' is. De mogelijke indicatoren moeten dus aangeven of de hulpbronnen op de locaties waar het voedsel voor de Nederlandse

consumptie wordt geproduceerd duurzaam worden beheerd, en wat overige lokale effecten zijn (bijvoorbeeld op lokale biodiversiteit). In deze paragraaf maken we bij de uitwerking slechts beperkt onderscheid naar de verschillende hulpbronnen, omdat de wijze van informatie verzamelen voor alle hulpbronnen waarschijnlijk op hoofdlijnen hetzelfde zal zijn.

6.4.2 Wat is er al?

Een deel van de bedrijven verzamelt direct of indirect reeds informatie over de aard van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Dit betreft deels informatie die via certificering wordt verkregen, en deels informatie via productieketens, bijvoorbeeld als er vaste leveranciers zijn. In veel gevallen gaat het waarschijnlijk meer om indicatoren die iets zeggen over het beheer (outputindicatoren) dan over de feitelijke stand van zaken van natuurlijke hulpbronnen. Voorbeelden van beheer zijn de aanvoer van organische stof, gewasrotatie en vaardigheden om verkeerd beheer te (h)erkennen. De informatie die bedrijven verzamelen wordt momenteel in veel gevallen echter niet breed gedeeld, deels omdat de vraag er niet is en mogelijk ook omdat het om bedrijfsgevoelige informatie gaat.

Bij het bepalen van de mate van duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen zijn er verschillende belemmeringen:

- Het is in het veld lang niet eenvoudig om vast te stellen of een bepaald type gebruik volhoudbaar is. Vaak gaat het bij aantasting (zoals bodemdegradatie) om sluipende processen, waarvan pas na vele jaren het effect te zien is.
- Door het sluipende (en soms onbekende) karakter van bepaalde aantastingen is er in de meeste landen geen afdoende wettelijk kader om deze aantasting te voorkomen. Dit geldt ook voor de Europese Unie ook voor Nederland. Zo is er in Nederland geen of beperkte wetgeving gericht op het voorkomen van vertering (en bodemdaling) van veengronden, of van ophoping van zware metalen. Het al dan niet voldoen aan wettelijke bepalingen is dus vaak geen afdoende criterium.
- De herkomst van het voedsel voor de Nederlandse consumptie kan per week verschillend zijn. Dit betekent dat er van elke productieketen informatie verzameld moet worden. Mogelijk valt dit voor een aantal producten wellicht mee en is de traceerbaarheid eenvoudiger.
- In de veehouderij is ook de herkomst van het veevoer van belang. Vaak bestaat dit uit vele ingrediënten.
- De Nederlandse markt is maar een van de vele afzetmarkten voor Frans graan, Ghanese cacao of Braziliaanse soja. De producten voor de Nederlandse markt maken onderdeel uit van een grotere stroom. In dit geval zou moeten worden nagegaan onder welke condities deze gehele stroom is geproduceerd. Een andere mogelijkheid is om met certificaten te werken via het 'book & claim'- of *mass balance*-systeem', zoals in het groene-stroomsysteem voor elektriciteit. Dit systeem betekent dat gegarandeerd kan worden dat er niet meer 'duurzame' product wordt verkocht wordt dan er wordt geproduceerd. Maar het biedt geen garantie dat het gekochte product zelf ook op duurzame wijze is geproduceerd. Op deze wijze hoeven duurzame en onduurzame stromen niet gescheiden te worden, hetgeen tot extra kosten zou leiden.

Dit wil echter zeker niet zeggen dat het meten van deze volhoudbaarheid van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen niet mogelijk is. Er zijn ook enkele kansen:

- Het in kaart brengen van de herkomst van producten is ook nodig uit het oogpunt van voedselveiligheid. De traceerbaarheid van voedsel is steeds belangrijker geworden. Supermarkten eisen transparantie van voedselproducenten, en die weer van hun toeleveranciers. Dit geeft meer inzicht in de herkomst van producten. Dit kan ook bijdragen aan 'het versterken van de relatie tussen burger en boer' (LNV 2018b).
- Een fors aantal producten wordt inmiddels met een certificaat verkocht, waarbij in de certificering ook aandacht is voor een duurzaam beheer van natuurlijke hulpbronnen. Dit zijn

zowel certificaten tussen bedrijven onderling, zoals voor soja (RTRS) en palmolie (RSPO), als tussen bedrijven en consumenten, zoals biologisch, MSC (vis), UTZ of Rainforest Alliance gecertificeerd.

- Ook in het kader van financieel-economisch onderzoek naar overnamekandidaten bij bedrijfsovernames (*due diligence*) wordt het voor bedrijven steeds belangrijker om te kunnen garanderen dat de producten die zij inkopen op verantwoorde wijze zijn geproduceerd. Tekenen hiervan zijn onder andere het IMVO-convenant Voedingsmiddelen en *OECD Guidelines* (OECD 2018; OECD & FAO 2016).
- Via diverse private initiatieven, zoals Global-GAP (retail), Sustainable Agriculture Initiative (SAI), The Sustainability Consortium (TSC), initiatieven als Duurzame Zuivelketen en certificering wordt in de praktijk al veel informatie verzameld.

Veel bedrijven in de verschillende ketens zijn bezig om in de keten aandacht te besteden aan duurzaamheid en stellen daarbij ook steeds hogere eisen aan boeren, tuinders en vissers. In deze duurzaamheidsprogramma's gaat het veelal meer om stapsgewijze verbetering dan om certificering. Via deze duurzaamheidsprogramma's wordt dus informatie verzameld. Hierbij gaat het overigens niet alleen om het duurzaam beheer van natuurlijke hulpbronnen, ook aspecten als efficiënte productie (gewasopbrengsten, dierlijke productie, voorkomen van voedselverspilling), voorkomen van emissies, dierenwelzijn en sociale aspecten maken hiervan deel uit.

6.4.3 Wat ontbreekt er?

Er ontbreekt momenteel een goed overzicht van de aard van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen op de locaties waar het voedsel voor de consumptie in Nederland wordt geproduceerd. Er is wel een overzicht van hoeveel voedsel er met een keurmerk met onafhankelijke controle wordt verkocht (zie hoofdstuk 5). Dit overzicht heeft echter een aantal beperkingen: niet alle verkoopkanalen worden hierin meegenomen (bijvoorbeeld horeca niet) en slechts een deel van het voedsel is gecertificeerd. Het is niet helder of een certificering ook garantie biedt voor een duurzaam beheer. Het ontbreekt ook aan een goede operationalisering van de impact, waardoor er (bijvoorbeeld voor zorgvuldig bodembeheer) nog geen goede indicator is. Dat neemt niet weg dat er mogelijk veel ook wel is: vooral bedrijven maken voortgang bij het in beeld brengen van de ketens waarin zij actief zijn. Het ontbreekt echter aan een transparant overzicht van deze informatie.

6.5 Indicatoren voor eindpunten

6.5.1 Welke informatie is gewenst?

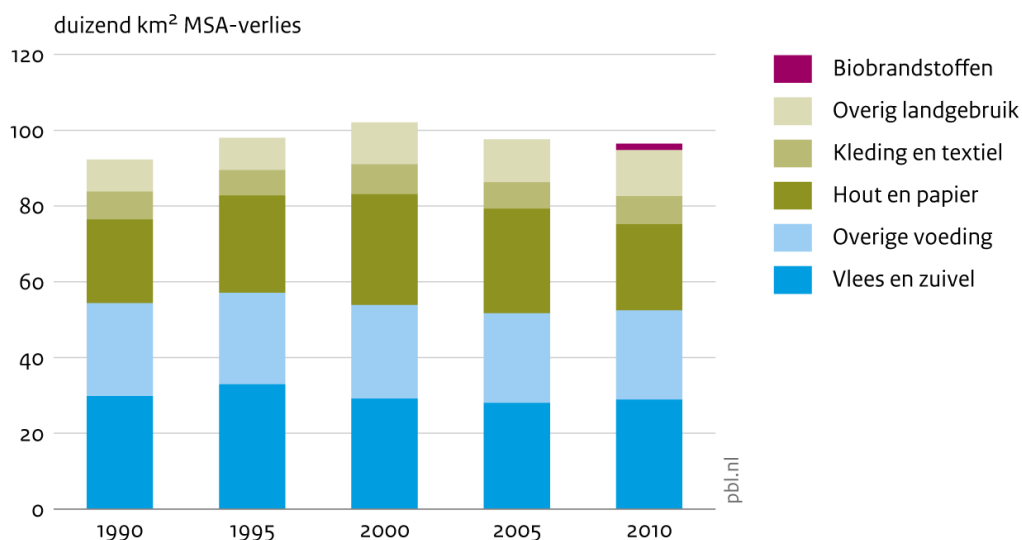
De voor het voedselsysteem relevante 'eindpunten' zijn het beperken van klimaatverandering, menselijke gezondheid (onder andere beïnvloed door luchtkwaliteit), behoud van biodiversiteit en ecosysteemdiensten, met als belangrijke ecosysteemdienst in dit kader behoud van voedselproductiecapaciteit (Huijbregts et al. 2016). Van deze eindpunten is het beperken van klimaatverandering al voldoende in beeld gebracht via de broeikasgasvoetafdruk. Het totale effect op een gezonde leefomgeving lijkt lastig te kwantificeren, en beter passend bij een benadering die alle lokale effecten in beeld brengt. Dit geldt feitelijk ook voor behoud van voedselproductiecapaciteit als indicator, daarvoor is een integrale kwantificering lastig te maken. Wel zijn hiervoor een aantal bouwstenen in beeld gebracht, aan de hand van indicatoren die iets zeggen over het zorgvuldig beheer van natuurlijke hulpbronnen. Vooral nog lijkt biodiversiteit daarom het enige eindpunt dat in beeld kan worden gebracht.

6.5.2 Wat is er al?

Biodiversiteit

Voor het bepalen van het effect op terrestrische biodiversiteit gebruikt het PBL de Mean Species Indicator (MSA). In deze indicator wordt het totale effect van een aantal drukfactoren op biodiversiteit gekwantificeerd. Het gaat hier om de effecten van landgebruik, stikstofemissies, fragmentatie en infrastructuur. De effecten van broeikasgasemissies op het biodiversiteitsverlies zijn in deze trend niet opgenomen. De indicator brengt effecten in binnen- en buitenland in beeld. Het aandeel van voedsel in de totale Nederlandse biodiversiteitsvoetafdruk bedraagt ruim 50 procent (figuur 6.3). Voedsel is dus van de verschillende consumptie categorieën de voornaamste veroorzaker van biodiversiteitsverlies. Ook deze voetafdruk is berekend met behulp van een top-downanalyse aan de hand van een multiregionaal input-outputmodel (Wilting & Van Oorschot 2017).

Mondiaal biodiversiteitsverlies door Nederlandse consumptie



Bron: PBL

Figuur 6.3 Mondiaal biodiversiteitsverlies door Nederlandse consumptie

Het deel van het voedsel dat Nederlanders eten en dat in Nederland wordt geproduceerd heeft impact op het Nederlandse landschap en de Nederlandse biodiversiteit. In de Europese Unie wordt het aantal 'boerenlandvogels' als indicator gebruikt voor de kwaliteit van de natuur in landbouwgebieden. In Nederland is in 2016 het aantal boerenlandvogels sinds 1990 met 30 procent afgenomen (CBS et al. 2017b). Ook het aantal wilde bestuivers (wilde bijen en andere insecten) is sterk afgenomen (CBS et al. 2017a). De achteruitgang van zowel weidevogels als bijen en andere insecten is vooral te wijten aan het intensieve gebruik en beheer van gras- en akkerland. Er is minder voedsel te vinden voor weidevogels, er zijn minder plekken om nesten te maken en jongen veilig groot te brengen, er zijn minder bloeiende planten en het gebruik van pesticiden leidt tot sterfte onder insecten.

De Biodiversiteitsmonitor is een gezamenlijk initiatief van Royal Friesland Campina, Rabobank en het Wereld Natuur Fonds. Deze monitor bevat een gebalanceerde set van indicatoren die de inspanning van melkveehouders in beeld brengt om de druk op biodiversiteit te verlagen en/of biodiversiteit te stimuleren. Bij Royal Friesland Campina is deze tool onderdeel geworden van hun Focus Planet-programma, waarin melkveehouders door punten te scoren een hogere prijs voor de melk kunnen krijgen. De Rabobank werkt aan een systeem waarin boeren rentekorting krijgen als ze hoger of goed scoren in de Biodiversiteitsmonitor. Ondertussen wordt er ook gewerkt aan uitbreiding van de monitor zodat deze ook geschikt is voor de akkerbouwsector.

Er is nog geen doel op sectorniveau voor biodiversiteit. Wel is, in samenwerking met andere partijen, een eerste versie van de Biodiversiteitsmonitor ontwikkeld en geïntroduceerd op melkveebedrijven in de vorm van het dashboard Milieu en Klimaat. Deze Biodiversiteitsmonitor zal verder worden ontwikkeld en op basis hiervan zullen doelen op sectorniveau worden geformuleerd.

6.5.3 Wat ontbreekt er?

Net als bij de andere indicatoren ontbreekt het aan een systematiek om de biodiversiteitsvoetafdruk regelmatig (jaarlijks of tweejaarlijks) te actualiseren. Bij actualisering van de input-outputtabellen is het wenselijk om naast de land- en broeikasgasvoetafdruk ook de biodiversiteitsvoetafdruk te berekenen.

6.6 Overzicht databehoeftes en kwaliteit van indicatoren

In deze paragraaf bespreken we kort de databehoeftes voor de verschillende indicatoren en tevens de kwaliteit van deze indicatoren. Ten eerste is voor het monitoren van veranderingen in de voetafdruk voor de top-downbenadering een regelmatige actualisering noodzakelijk van de economische multiregionale input-outputtabel (MRIO). Deze tabel bevat informatie over leveringen tussen sectoren en landen in monetaire eenheden. Hieraan moet dan informatie worden gekoppeld over het gebruik van natuurlijke hulpbronnen en emissies (tabel 6.3). Tot op heden is er nog geen regelmatige update van deze tabellen. Het CBS is bezig een methode te ontwikkelen waarbij voor Nederland specifieke Input-Output-tabellen worden gekoppeld aan MRIO-tabellen (SNAC-methode). De Nederlandse tabellen zijn dan redelijk actueel en de buitenlandse tabellen mogelijk iets ouder. Tukker et al. (2018) beschrijven een methode voor de standaardisatie van de berekening van voetafdrukken, waarbij zij ook aanbevelen om meer detailinformatie van in de leefomgeving relevante sectoren te gebruiken vanwege de grote onzekerheden in deze sectoren.

Ten tweede zijn voor de bottom-upmethode actuele consumptiedata nodig (zie hoofdstuk 5), en tevens actuele data over de herkomst van de producten en het landgebruik per eenheid product. Voor het laatste zijn gewasopbrengstdata noodzakelijk. Soms kan worden volstaan met nationale data (zoals die van Eurostat, of van de FAO), maar bij voorkeur worden specifieke data voor de relevante ketens gebruikt. Deze informatie kan van bedrijven komen. Verder is voor de veehouderij informatie nodig over de voederconversie, en over de samenstelling van het rantsoen.

Tabel 6.3 Overzicht databehoeftes voor de bepaling van de omvang van het beslag op natuurlijke hulpbronnen, emissies en impact op eindpunten veroorzaakt door Nederlandse voedselconsumptie

	Top-downmethode	Bottom-upmethode
Algemeen noodzakelijk	Update MRIO-tabel	Consumptiedata (per hoofd-categorie)
Extra nodig voor		
Omvang landgebruik	Landimpactdata	Toevoegen LCA-data land (bij voorkeur uitgesplitst naar grasland/bouwland)
Omvang watergebruik	Waterimpactdata	Toevoegen LCA-data watergebruik; bij voorkeur uitgesplitst naar regio en type water (groen/blauw)
Visvoetafdruk	Data vis (vooral gebruik voor aquacultuur)	-
Broeikasgasemissies	Data over broeikasgasemissies	LCA-data broeikasgasemissies

Stikstofemissies	Data stikstofemissies	Stikstofemissies
Pesticidengebruik	Data emissies pesticiden (omvang, locatie, toxiciteit)	Data emissies pesticiden (omvang, locatie, toxiciteit)
Biodiversiteitsvoetafdruk	Data drukfactoren biodiversiteit om MSA-indicator te kunnen berekenen	-

Tabel 6.4 geeft een overzicht van de data die nodig zijn voor de bepaling van de staat van natuurlijke hulpbronnen. Een belangrijk aspect hierbij is dat de productielocatie van groot belang is. Dit is anders dan bij bijvoorbeeld de bepaling van de omvang van het landgebruik, waarbij het vaak voldoende is te weten uit welke regio of land een product afkomstig is. Ook de ontwikkeling van de staat van de natuurlijke hulpbron zelf is niet altijd eenvoudig te bepalen (zie paragraaf 6.4)

Tabel 6.4 Overzicht databehoeftes voor de bepaling van de staat van natuurlijke hulpbronnen gebruikt voor Nederlandse voedselconsumptie

Natuurlijke hulpbron	Databehoeftes
Land en bodem	Inzicht in aard landgebruik ten behoeve van voedselproductie in Nederland
Water	Inzicht in waterbeheer gebieden/regio's waar voedselproductie in Nederland plaatsvindt
Biodiversiteit en ecosysteemdiensten	Idem, voor biodiversiteit
Genetische bronnen (agrobiodiversiteit)	Staat van beheer van genetische bronnen
Visvoorraden/aquacultuur	Staat van beheer/vitaliteit visvoorraden

Tot slot geeft tabel 6.5 een inschatting van de kwaliteit en zeggingskracht van de diverse indicatoren. Het betreft hier dus een inschatting en een momentopname, hier zijn verder onderzoek en een bespreking met betrokkenen nodig voor een beter oordeel. Ook kunnen een aantal indicatoren verder worden ontwikkeld. De indicatoren 'omvang van het landgebruik' en 'omvang van broeikasgasemissies' lijken op alle criteria goed te scoren. De indicator 'omvang van watergebruik' (watervoetafdruk) scoort goed op begrijpelijkheid, maar niet goed op analytische degelijkheid. Dit omdat deze indicator niet in beeld brengt in hoeverre water een probleem is in de regio's waar het voedsel wordt geproduceerd. Dit wil niet zeggen dat water geen belangrijk issue is, en dat in gebieden met watertekorten niet gestreefd moet worden naar vermindering van het watergebruik. De indicatoren die zijn gerelateerd aan de aard van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen zijn relevant voor beleid en andere betrokkenen, maar dienen nog beter ontwikkeld te worden.

Tabel 6.5 Inschatting van de kwaliteit, meetbaarheid en relevantie van de diverse indicatoren

	Relevantie voor beleid/andere betrokkenen	Analytische degelijkheid	Onzekerheden	Begrijpelijkheid en communicatiepotentieel
Omvang landgebruik	Groot	Goed	Beperkt	Goed
Omvang watergebruik	Redelijk/onzeker	Redelijk	Vrij groot	Redelijk
Visvoetafdruk	Matig	Onbekend	Vrij groot	Matig
Broeikasgasemissies	Groot	Goed	Beperkt	Goed
Stikstofemissies	Matig	Goed	Vrij groot	Matig
Biodiversiteitsvoetafdruk	Redelijk	Redelijk	Groot	Matig
Aard gebruik				
Land en bodem	Groot	Matig	Groot	Redelijk
Water	Redelijk	Matig	Groot	Redelijk
Biodiversiteit en ecosysteemdiensten	Redelijk	Redelijk	Groot	Redelijk
Genetische bronnen (agro-biodiversiteit)	Groot	Matig	Groot	Redelijk
Visvoorraden/aquacultuur	Groot	Redelijk	Redelijk	Groot

7 Indicatoren voor veranderingen bij actoren

De verduurzaming van het voedselsysteem is een zaak van lange termijn. Monitoring van veranderingen bij actoren kan vroegtijdig inzicht geven in welke richting het voedselsysteem, en de invloed hiervan op de leefomgeving, zich beweegt. Op basis daarvan kunnen actoren (inclusief de overheid) indien gewenst maatregelen nemen (adaptief management). Het is daarom belangrijk om niet alleen de effecten op de leefomgeving te monitoren, maar ook om het veranderingsproces in beeld te brengen: dus welke activiteiten de verschillende actoren ontplooiën om tot een duurzamer voedselsysteem te komen (zie ook Potting et al. 2018). Zo kunnen de kennis, energie en innovatiekracht van de betrokken partijen gedurende het veranderingsproces beter worden benut. Ook is monitoring van activiteiten van actoren nuttig in het kader van continue beleidsverbetering.

Het gaat daarbij om zeer diverse acties, variërend van het vergroten van het aandeel 'duurzame' producten door retailers, via investeringen in duurzamere productiemethoden door bijvoorbeeld de toeleverende industrie, tot het stimuleren en monitoren van duurzaamheidsinitiatieven door overheden. Ook het uitspreken van intenties door actoren (inclusief de overheid) en het sluiten van convenanten tussen meerdere partijen in het voedselsysteem zijn activiteiten die gemonitord kunnen worden.

Hierna volgen enkele voorbeelden van monitoring van activiteiten bij de verschillende betrokken partijen. Het betreft zowel ketenpartijen (de keten 'van grond tot mond') als partijen die daarbij betrokken zijn, zoals maatschappelijke organisaties, overheden, kennisinstellingen en investeerders (paragraaf 7.1). In paragraaf 7.2 geven we een beknopt overzicht van bestaande rapportages. We besluiten dit hoofdstuk met enkele suggesties hoe deze monitoring verder ontwikkeld kan worden (paragraaf 7.3).

7.1 Monitoring activiteiten actoren

Voor de monitoring van de effecten van de voedselconsumptie op de leefomgeving zijn niet alleen acties van consumenten van belang, maar ook die van de andere partijen in de keten en het bredere voedselsysteem, zoals maatschappelijke organisaties, wetenschap en financiers (zie ook figuur 2.2). We focussen in dit hoofdstuk op overheden en ketenpartijen zoals retail/horeca, voedingsmiddelenindustrie en verwerkers, omdat deze partijen grote invloed hebben (PBL 2019a).

7.1.1 Monitoring activiteiten van overheden

Bij acties van overheden voor verduurzaming van het voedselsysteem gaat het om een groot aantal mogelijke interventies, zoals het uitspreken van ambities en omzetting hiervan in doelstellingen en maatregelen (inclusief financiering hiervan), interventies op het gebied van kennis en innovatie, stimulerende wet- en regelgeving, marktprikkels, (internationale) samenwerking, samenwerking tussen overheid en private partijen (onder andere via convenanten) en inzet op monitoring (zie ook Potting et al. 2018).

Volgens het algemene beleidsevaluatiekader gaat het bij inspanningen van de overheid in principe om monitoring van middelen, activiteiten en prestaties (Algemene Rekenkamer 2005). Eerder in dit rapport is al aangegeven dat het door de complexiteit van het voedselsysteem vaak niet mogelijk is om een goed causaal verband te leggen tussen de ingezette middelen, activiteiten en prestaties. Desondanks is het nuttig om goed te monitoren welke middelen en activiteiten worden ingezet. Daarbij gaat het niet alleen om de Rijksoverheid, maar ook om provinciale overheden en gemeenten.

Concrete voorbeelden hiervan zijn:

- de wijze waarop overheden zich uitspreken over voedsel;
- de omvang van de inzet van middelen voor verduurzaming van het voedselsysteem, zoals de inzet van middelen gericht op publieksvoorlichting (via het Voedingscentrum);
- beleidsmaatregelen (zoals wet- en regelgeving, financiële instrumenten);
- het aantal lopende convenanten;
- het aantal feitelijke initiatieven (doel, schaal), zoals het aantal deelnemers aan Citydeals Voedsel.

7.1.2 Monitoring acties bij ketenpartijen

Voor *ketenpartijen* zoals retail en voedselverwerkende bedrijven geldt dat de meetbaarheid van verduurzaming van groot belang is. Dit betreft onder andere de voortgang van hun eigen bovenwettelijke ambities op het gebied van duurzaamheid. Veel bedrijven willen kunnen aantonen dat er ook daadwerkelijk iets verandert, om reputatieschade te voorkomen en daadwerkelijk bij te dragen aan de volhoudbaarheid van de landbouwproductie (grondstofzekerheid). Uit het oogpunt van leveringszekerheid kunnen metingen bijdragen aan het inzicht van landbouwers in hun eigen management en waar verbeterlagen zijn te maken. Daarnaast stimuleren sommige bedrijven dat agrariërs het eigen management op het gebied van (onder andere) duurzaamheid vergelijken met dat van collega's, om zo tot verbetering te komen. Wanneer er een financiële vergoeding tegenover de bovenwettelijke eisen staat, is het extra belangrijk dat de duurzaamheidseisen zijn vertaald in betrouwbare (niet-betwiste) indicatoren om het vertrouwen van landbouwers te behouden. Met indicatoren kunnen zij eisen stellen aan toeleveranciers en verantwoording afleggen aan de maatschappij (De Krom & Prins 2019).

Allianties van bedrijven en andere actoren zoals de Green Protein Alliance en Samen tegen Voedselverspilling hebben monitoringactiviteiten in hun agenda opgenomen,

Verder is het relevant dat er naast initiatieven van bestaande bedrijven ook veel nieuwkomers zijn die veranderingen teweegbrengen. Soms zijn deze nieuwkomers specifiek gericht op een duurzamer voedselsysteem, zoals bedrijven gericht op vermindering van de voedselverspilling of het produceren van vleesvervangers. Bij andere nieuwkomers (bijvoorbeeld microbrouwerijen) is de relatie met verduurzaming minder helder.

Mogelijk te monitoren acties zijn:

- investeringen in duurzaamheidsinitiatieven zoals de ontwikkeling van vlees- en zuivelvervangers en vermindering van voedselverspilling;
- het aantal ketenpartijen (aandeel in de markt) dat zich achter een duurzaamheidsinitiatief schaaft: bijvoorbeeld deelnemers 'Samen tegen voedselverspilling', Green Protein Alliance of gebruikers van de Biodiversiteitsmonitor;
- meldingen over verduurzaming in jaarverslagen van bedrijven;
- de omzet van alternatieve ketens, bijvoorbeeld gericht op streekproducten;
- resultaten op ketenniveau: het aandeel omzet van duurzame producten (Monitor Duurzaam Voedsel) of het aantal duurzame retailers/horeca, duurzaam aanbod op het menu van retailers/horeca;

7.1.3 Partijen buiten de directe voedselketen

Maatschappelijke organisaties

Maatschappelijke organisaties werken ook regelmatig actief mee aan – of initiëren zelfs – de ontwikkeling van keteninitiatieven. Zo brengen verschillende maatschappelijke organisaties kennis in bij ketenpartijen over technische maatregelen die genomen kunnen worden om bepaalde duurzaamheidsproblemen op te lossen. Zo heeft het WNF actief meegewerkt aan de ontwikkeling van

de Biodiversiteitsmonitor melkveehouderij in samenwerking met Rabobank en Royal Friesland Campina. De Dierenbescherming heeft een actieve rol gespeeld bij de ontwikkeling van het Beter Leven Keurmerk. Maatschappelijke organisaties genieten in het algemeen veel vertrouwen bij het brede publiek, waardoor hun betrokkenheid bij een initiatief de legitimiteit van dit initiatief kan vergroten. Door mee te denken/werken aan monitoring kunnen zij hun eigen duurzame ambities dan wel belangen operationaliseren en/of inzicht krijgen in de voortgang van verduurzaming ter ondersteuning van de eigen prioritering (zo is de stichting Wakker Dier opdrachtgever van het onderzoek naar de omvang van de vleesconsumptie). Ook kunnen zij het resultaat van eigen inspanningen monitoren. Niet alle duurzaamheidsthema's zullen hiermee gedekt worden, complexe thema's zijn lastig te monitoren voor maatschappelijke organisaties zij krijgen deze kwesties ook moeilijk aan hun achterban uitgelegd.

Mogelijk te monitoren acties zijn:

- Welke duurzaamheidsaspecten agenderen maatschappelijke organisaties?
- Welke inspanningen verrichten maatschappelijke organisaties op het gebied van een duurzamer voedselsysteem?

Financiële instellingen

Partijen in de financiële wereld (banken, verzekeraars) zijn zich steeds meer bewust van hun rol bij de verduurzaming van de maatschappij. Dat geldt bijvoorbeeld voor de energietransitie, maar ook bij de verduurzaming van het voedselsysteem. Ook kunnen accountants een belangrijke rol spelen bij het structureel meten van duurzaamheidsprestaties.

Mogelijk te monitoren acties zijn:

- Ontplooien van initiatieven (aantal, omvang en aard) van partijen uit de financiële wereld en/of aansluiting bij allianties van actoren
- Investeren/divesteren in bedrijven op grond van motieven m.b.t. een duurzamer voedselsysteem
- 'alternatieve' financiering van duurzame consumptie-productie (bijvoorbeeld crowdfunding, lokale financiering).

Wetenschappelijke experts en kennisinstellingen

Ook *wetenschappelijke experts en kennisinstellingen* spelen een rol in veranderingen in de verduurzaming van het voedselsysteem. Wetenschappelijke experts leveren belangrijke kennis aan in verduurzamingsprogramma's van beleid en bedrijven en binnen ketens, die helpen om deze programma's effectief en robuust te maken – en om de legitimiteit van deze programma's te vergroten. Samen met andere partijen investeren zij in het proces van 'doen-leren-beter doen' via een effectieve monitoring van resultaten en gezamenlijke kennisontwikkeling, bijvoorbeeld in een nieuwe geïntegreerde monitoringssystematiek (Deltaplan Biodiversiteit). Maar ook bijvoorbeeld in de agendering van bepaalde nieuwe duurzaamheidskwesties.

Mogelijk te monitoren acties zijn:

- Aantal samenwerkingsverbanden van kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties, bedrijven op het gebied van verduurzaming van het voedselsysteem.

7.2 Wat is er al?

Er zijn verschillende monitoringsinitiatieven van acties van actoren op verschillende schaalniveaus. De invulling hiervan staat meestal nog in de kinderschoenen en bevat veelal kwalitatieve indicatoren en maar beperkt kwantitatieve indicatoren, vaak omdat ook kwantitatieve doelen ontbreken.

Er zijn diverse initiatieven van overheid, bedrijven, maatschappelijke organisaties en kennisinstellingen die vanwege hun doelstellingen hun activiteiten monitoren. Voor individuele bedrijven kan informatie worden verkregen uit de (MVO-)jaarverslagen.

Die zouden ook deels gestandaardiseerd kunnen worden om beter aan te sluiten bij een nationale monitoringssystematiek. Een deel van het bedrijfsleven heeft zich aangesloten bij het MVO Convenant Voedingsmiddelen, een monitor naar welke inspanningen bedrijven doen in het kader van 'due diligence' (IMVO convenanten 2019).

De inspanningen van overheden worden wel verantwoord via de begrotingen en toelichtingen daarbij, maar er is geen uitsnede voor voedselbeleid. Lokaal wordt er ook gemonitord op de Citydeals Voedsel, waarin onder andere wordt gestreefd naar gezond en duurzaam voedsel in steden.

Er is verder synergie te bereiken met het monitoringssysteem Circulaire Economie (onder andere de Transitieagenda Biomassa en Voedsel). Dit systeem omvat monitoring van zeer diverse activiteiten in het voedselsysteem met betrekking tot de circulaire economie (Potting et al. 2018; PBL 2019b). Deze 'gemeten' activiteiten lopen sterk uiteen. Het systeem is nog in ontwikkeling en wordt nog ingevuld. Voorbeelden van indicatoren zijn: het optimaal gebruiken van natuurlijke hulpbronnen (zoals bodem, water en biodiversiteit), voedingsproducten die producten met een hoge milieudruk kunnen vervangen (vleesvervangers). Voor het onderdeel voedselverspilling is er synergie met de Taskforce Circular Economy in Food en Stichting Samen tegen voedselverspilling. Het verminderen van voedselverspilling, bijvoorbeeld door restaurants die werken met voedsel dat anders wordt weggegooid (zoals Instock) of initiatieven die 'geredde groenten en fruit' (groenten en fruit die vanwege uiterlijke kwaliteitseisen niet kunnen worden verkocht in het standaardverkoopkanaal) omzetten in soepen en sauzen (zoals Kromkommer en de Verspillingsfabriek).

Ook binnen bestaande initiatieven als Green Protein Alliance (die streeft naar vermindering van het percentage dierlijke eiwitten in het eetpatroon) en de Transitiecoalitie Voedsel (die een alternatief voedselsysteem ambieert waarin 'duurzaamheid' centraal staat) wordt geëxperimenteerd en gemonitord.

Verder is synergie mogelijk met bijvoorbeeld de Uitvoeringsagenda Duurzame Veehouderij en vergelijkbare initiatieven. Hoewel deze initiatieven zijn gericht op de primaire sector en productie van voedsel, is er toch veel overlap.

Voor monitoring gericht op verduurzaming van (internationale) productketens zijn er bijvoorbeeld vragenlijsten van The Sustainability Consortium (TSC). Dit is een wereldwijde non-profit organisatie waarin bijna 100 bedrijven, ngo's en onderzoeksinstituten samenwerken. Het TSC heeft vragenlijsten met indicatoren opgesteld voor meer dan 50 verschillende voedselcategorieën om de duurzaamheidsprestaties van de leveranciers en hun ketenpartners te monitoren. Voorbeelden van indicatoren zijn de hoeveelheid broeikasgasemissie en het inputgebruik per kilogram product, het percentage recycling en voedselverliezen, maar ook activiteiten van de ketenpartijen zoals de implementatie van verschillende niveaus van verduurzamingsmaatregelen (Boone et al. verwacht). De vragenlijst heeft als voordelen het internationale ketenspecifieke karakter en dat het de activiteiten gericht op verduurzaming van de voedselproductieketen monitort. Deze monitoring en inzichten daaruit kunnen zeker bijdragen aan verduurzaming van de Nederlandse voedselconsumptie, maar het systeem van TSC is erg gedetailleerd en niet ontworpen/ontwikkeld om de verduurzaming van de Nederlandse voedselconsumptie in beeld te brengen.

7.3 Wat ontbreekt er?

Samenhangende, frequent gemeten indicatoren van activiteiten ontbreken

Op dit moment is er geen systematische monitoring van activiteiten van actoren met betrekking tot verduurzaming van het voedselsysteem. De voorbeelden die er zijn dekken vaak maar een klein deel van de mogelijke actoren en een klein deel van de mogelijke activiteiten. Bovendien gaat het nog vooral over kwalitatieve indicatoren zoals samenwerking tussen ketenpartners, het wegnemen van belemmerende regels en het ontwikkelen van nieuwe producten. Ook zijn indicatoren nog niet concreet/gedetailleerd/gevoelig genoeg en wordt de data niet frequent genoeg verzameld om inzicht te geven in de voortgang van de verduurzaming van het Nederlandse voedselsysteem. Er zullen daarom naast deze kwalitatieve indicatoren, nieuwe, bij voorkeur kwantitatieve indicatoren ontwikkeld moeten worden, zoals de omvang (of het aandeel) van duurzame voedselinvesteringen en of het aandeel deelnemende bedrijven. Deze activiteiten leiden pas op termijn tot de beoogde effecten.

Indicatoren geven pas inzicht in de voortgang van verduurzaming als zij over een langere periode regelmatig worden gemeten. Het is daarom belangrijk niet alleen op projectbasis te meten, maar te zorgen voor continuïteit.

Om snel in te kunnen spelen op veranderingen en indicatoren ook echt responsief te laten werken zijn vele actuele data nodig. Bedrijven beschikken over veel data die hiervoor relevant zijn. Bij het opzetten van de monitoringssystematiek is het daarom verstandig om dit zo veel mogelijk gezamenlijk te doen met private partijen en maatschappelijke organisaties. Er is wellicht synergie mogelijk, omdat goede monitoring ook in hun belang is, bijvoorbeeld in de communicatie naar hun afnemers. Op deze wijze kan een proces gestart worden van gezamenlijk leren.

Tegelijkertijd kan de Rijksoverheid ervoor zorgen dat er geen blinde vlekken zijn en dat er samenhang in de rapportage is. De keuze voor een indicator bepaalt waar inspanningen van zowel overheden als bedrijven zich op richten; meten is niet alleen weten – wat gemeten wordt, stuurt ook waar actoren aandacht voor hebben en waar zij hun inspanningen op willen richten.

Omdat het landbouw- en voedselsysteem uit veel verschillende partijen, bestuurslagen en geografische schalen bestaat, is een meervoudige monitoringsstrategie nodig met verschillende indicatoren voor verschillende (deel)doelen en voor zowel verschillende actoren als verschillende bestuurslagen. Gezien het internationale karakter van de ketens, moet ook internationaal gemonitord worden. Ook kunnen verschillende productieketens sterk van elkaar verschillen waardoor er op het gebied van acties van actoren 'maatwerkindicatoren' nodig zijn per keten.

Literatuur

- Algemene Rekenkamer (2005), Handleiding onderzoek naar doelmatigheid en doeltreffendheid, Den Haag: Algemene Rekenkamer.
- Backus, G., Meeusen, M., Dagevos, H., van 't Riet, J., Bartels, J., Onwezen, M., Reinders, M., de Winter, M. & Grievink, J.W. (2011), Voedselbalans 2011: Dynamiek in duurzaam, Den Haag: LEI-Wageningen UR.
- Blonk, H., Kuling, L. & Kool, A. (2018), Onderbouwing CO₂ en landgebruiksmodellering van voedingsproductgroepen geconsumeerd in Nederland, Gouda: Blonk Consultants.
- Born, G.J. van den et al. (2016), Dalende bodems, stijgende kosten, Den Haag: PBL.
- Bruckner M., Fischer G., Tramberend S., & Giljuma, S. (2015), Measuring telecouplings in the global land system: a review and comparative evaluation of land footprint accounting methods Ecol. Econ. 114 11–21
- CBS (2018a), Monitor Brede Welvaart 2018, Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS (2018b), Statline, Bestedingen; consumptie huishoudens , Den Haag/Heerlen.
- CBS, PBL, RIVM & WUR (2017a), Bijensterfte in Nederland, 2006-2017 (indicator 0572, versie 04), www.clo.nl.
- CBS, PBL, RIVM & WUR (2017b), Trend van boerenlandvogels 1990-2016 (indicator 1479 versie 09), 02-08-2018.
- Datling (2016), Sterke groei aantal vestigingen in horeca.
- Dooren, C. van, Aiking, H. & Vellinga, P. (2018), 'In search of indicators to assess the environmental impact of diets', The International Journal of Life Cycle Assessment 23 (6): 1297-1314.
- EC (2018), A European Strategy for Plastics in a Circular Economy.
- EEA & PBL (2017), Food in a green light: A systems approach to sustainable food Copenhagen: European Environment Agency.
- Eerd, M. van, van Dam, J., Tiktak, A., Vonk, M., Wortelboer, R., van Zeijts, H., Cleij, P., Janssens, B., Schepers, H. & Schoorlemmer, H. (2012), Evaluatie van de nota Duurzame gewasbescherming, Den Haag: PBL.
- Esch, S. van der, ten Brink, B., Stehfest, E., Bakkenes, M., Sewell, A., Bouwman, A., Meijer, J., Westhoek, H. & van den Berg, M. (2017), Exploring future changes in land use and land condition and the impacts on food, water, climate change and biodiversity : scenarios for the UNCCD Global Land Outlook, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- EZ & VWS (2015), Voedselagenda voor veilig, gezond en duurzaam voedsel, KST31532156, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- EZ & VWS (2016), Voortgang Voedselagenda voor veilig, gezond en duurzaam voedsel, KST31532174, Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- FAO (2011), Energy-smart food for people and climate : issue paper, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO (2014), The State of World Fisheries and Aquaculture 2014, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FoodService Instituut (2015), Foodbezorging aan de voordeur is booming, Ede, FoodService Instituut.
- FoodService Instituut (2018), FSIN Dossier Delivery 2019, 21-12-2018
- Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M.F. & van Beek, L.P. (2012), 'Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint', Nature 488 (7410): 197-200.
- Gleick, P.H., Burns, W., Chalecki, E., Cohen, M., Cushing, K., Mann, A., Reyer, R., Wolff, G. & Wong, A. (2002), The World's Water 2002-2003, The biennial report on freshwater resources, Washington DC: Island Press.
- Green Protein Alliance (2017), Green Protein growth plan <http://greenproteinalliance.nl/>.
- Grondstoffenakkoord, O. (2018), Transitieagenda Biomassa en Voedsel, Den Haag: Rijksbreed Programma Circulaire Economie.
- Guillen, J., Natale, F., Carvalho, N., Casey, J., Hofherr, J., Druon, J.-N., Fiore, G., Gibin, M., Zanzi, A. & Martinsohn, J.T. (2018), 'Global seafood consumption footprint', Ambio.

- Hajer, M. (2011), *De energieke samenleving: op zoek naar een sturingsfilosofie voor een schone economie*, Den Haag: PBL.
- Huijbregts, M.A.J., Steinmann, Z.J.N., Elshout, P.M.F., Stam, G., Verones, F., Vieira, M.D.M., Hol-lander, A., Zijp, M. & Zelm.R., v. (2016), *ReCiPe 2016 v1.1 A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level Report I: Characterization*, Bilthoven, RIVM.
- I&M & EZ (2016), *Nederland circulair in 2050 : Rijksbreed Programma Circulaire Economie*, Den Haag: Rijksoverheid.
- IMVO convenanten (2019), *Jaarrapportage IMVO convenant voedingsmiddelen 2018-2019*. Sep-tember 2019
- IPBES (2016), *Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science -Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. Bonn, Germany: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Eco-system Services.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jong, I. de, Van Twist, M., Bressers, D. & Schram, J. (2018), *Gevoel voor getallen*, Den Haag: Ne-derlandse School voor Openbaar Bestuur.
- Klimaatberaad (2019), *Klimaatakkoord*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad 28 juni 2019.
- Kramer, G. & Blonk, H. (2015), *Menu van morgen : gezond en duurzaam eten in Nederland: nu en later*, Gouda: Blonk Consultants.
- Krom, M. de & Muilwijk, H. (2018), *Perspectieven op duurzaam voedsel, pluriformiteit in debat en beleid*, Den Haag: PBL.
- Krom, M. de & Prins, A. (2019), *Verduurzaming via de keten*, Den Haag: PBL.
- Leach, A.M., Galloway, J.N., Bleeker, A., Erisman, J.W., Kohn, R. & Kitzes, J. (2012), 'A nitrogen footprint model to help consumers understand their role in nitrogen losses to the environment', *Environmental Development* 1 (1): 40-66.
- LEI & CBS (2012), *Land- en tuinbouwcijfers 2012*, 's Gravenhage: LEI en CBS.
- Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J.P. & Westhoek, H. (2013), 'The nitrogen footprint of food products in the European Union', *The Journal of Agricultural Science FirstView* 1-14.
- Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J.P. & Westhoek, H. (2014), 'The nitrogen footprint of food products in the European Union', *The Journal of Agricultural Science* 152 (SupplementS1): 20-33.
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Geschke, A., (2013), 'Building Eora: a Global Multi-Region Input-Output Database at High Country and Sector Resolution', *Economic Systems Research* 25, 20-49.
- LNV (2009), *Nota Duurzaam Voedsel. Naar duurzame consumptie en productie van ons voedsel* (ed N.e.V. Landbouw), Den Haag.
- LNV (2018a), *Accenten in het voedselbeleid voor de komende jaren* (ed LNV), Den Haag.
- LNV (2018b), *Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden*, Den Haag: Ministerie van LNV.
- LNV (2018c), *Voedselverspilling in Nederland 2016* (ed N.e.V. Landbouw), Den Haag.
- Logatcheva, K. (2015), *Monitor Duurzaam Voedsel 2014 : consumentenbestedingen*, Den Haag: LEI Wageningen UR.
- Logatcheva, K. (2017), *Monitor Duurzaam Voedsel 2016*, Wageningen: Wageningen Economic Re-search.
- Logatcheva, K. & van den Puttelaar, J. (2016), *Monitor Duurzaam Voedsel 2015 : consumentenbe-stedingen*, Den Haag: Wageningen Economic Research.
- Logatcheva, K., Hovens R. en W. Balthussen (2018), *Monitor Duurzaam Voedsel 2017*, Wagenin-gen: Wageningen Economic Research.
- Logatcheva, K. (2019) *Monitor Duurzaam Voedsel 2018*, Wageningen: Wageningen Economic Re-search.
- Myhre, G. et al (2013), *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of*

- the Intergovernmental Panel on Climate Change (eds T.F. Stocker et al.), pp. 659–740, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Narayanan, G., Badri, A.A., McDougall, R. (2012), *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 8 Data Base*. Center for Global Trade Analysis, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.
- Nijdam, D.S., Rood, T.G.A. & van Oorschot, M.M.P. (2019), 'Land use related to Dutch consumption, 1990–2013', *Land Use Policy* 82: 401-413.
- OECD (1993), *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews A synthesis report by the Group on the State of the Environment*, Paris.
- OECD (2018), *OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct*, Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD & FAO (2016), *OECD-FAO Guidance for Responsible Agricultural Supply Chains*.
- OECD & FAO (2017), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026*, Paris: OECD Publishing.
- Oosterkamp, E.B., Logatcheva, K. & Jukema, G. (2017), *Methodiek Nederlandse voedselsysteem*, Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Oosterveer, P. (2015), 'Promoting sustainable palm oil: viewed from a global networks and flows perspective', *Journal of Cleaner Production* 107146-153.
- PBL (2012), *Themasite Balans van de leefomgeving 2012*, Den Haag: PBL.
<https://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/jaargang-2012/integraal-stikstof/stikstofvoet-afdruk-nederland-en-verenigde-staten>
- PBL (2014), *How sectors can contribute to sustainable use and conservation of biodiversity*. The Hague: CBD & PBL.
- PBL (2016), *Natuurlijk kapitaal: naar waarde geschat*, Den Haag: PBL.
- PBL (2019a), *Dagelijkse kost. Hoe overheden bedrijven en consumenten kunnen bijdragen aan een duurzaam voedselsysteem*, Den Haag: PBL.
- PBL (2019b), *Circulaire economie in kaart*, Den Haag: PBL.
- Potting, J., Hanemaaijer, A., Delahaye, R., Hoekstra, R., Ganzevles, J. & Lijzen, J. (2018), *Circulaire economie: wat we willen weten en kunnen meten : systeem en nulmeting voor monitoring van de voortgang van de circulaire economie in Nederland*, Den Haag: PBL.
- RIVM (2016), *The environmental sustainability of the Dutch diet. Background report to 'What is on our plate? Safe, healthy and sustainable diets in the Netherlands'*. RIVM Report 2016-0198.
- RIVM (2017), *What is on our plate? Safe, healthy and sustainable diets in the Netherlands*. RIVM Report 2017-0024
- RIVM (2019), *Zout-, suiker- en verzadigd vetgehaltes in voedingsmiddelen: RIVM Herformuleringsmonitor 2018*. ter Borg S, Brants H, Klein RJ, Toxopeus I, Westenbrink S, Milder I, RIVM Briefrapport 2019-0032
- Shove, E., M. Pantzar & M. Watson (2012), *The dynamics of social practice. Everyday life and how it changes*: Sage.
- Soethoudt, H., Vollebregt, M. & van der Burgh, M. (2017), *Monitor Voedselverspilling: update 2009-2015*, Wageningen: Wageningen Food & Biobased Research.
- Soethoudt, H. & Vollebregt, M. (2019) *Monitor Voedselverspilling: update 2009-2017*, Wageningen University & Research.
- Staatscourant (2017), *City Deal Voedsel op de Stedelijke Agenda*. Den Haag, Koninkrijk der Nederlanden.
- Steffen, W. et al. (2015), 'Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet', *Science* 347 (6223).
- Stenmarck, A., Jensen, C., Quedsted, T. & Moates, G. (2016), *Estimates of European food waste levels*, Stockholm: IVL Swedish Environmental Research Institute.
- Sutton, M.A. et al. (2013), *Our nutrient world. The challenge to produce more food and energy with less pollution*, Edinburgh: NERC/Centre for Ecology & Hydrology.
- Temme, E.H.M., I.B. Toxopeus, G.F.H. Kramer, M.C.C. Brosens, J.M.M. Drijvers, M. Tyszler & M.C. Ooké (2014), *Greenhouse gas emission of diets in the Netherlands and associations with food, energy and macronutrient intakes*, *Public Health Nutrition*: 18(13), 2433–2445.

- Temminghoff, M. & G. van Helden (2016), Hoe kookvaardig is Nederland?: GfK, in opdracht van het Voedingscentrum.
- Terluin, I., Verhoog, D., Dagevos, H., van Horne, P. & Hoste, R. (2017), Vleesconsumptie per hoofd van de bevolking in Nederland, 2005-2016, Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Timmer, M. (2012), The World Input-Output Database (WIOD): Contents, Sources and Methods. University of Groningen, Groningen.
- Tukker, A., de Koning, A., Wood, R., Hawkins, T., Lutter, S., Acosta, J., Rueda Cantuche, J.M., Bouwmeester, M., Oosterhaven, J., Drosdowski, T. & Kuenen, J. (2013), 'EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables', *Economic Systems Research* 25 (1): 50-70.
- Tukker, A., de Koning, A., Owen, A., Lutter, S., Bruckner, M., Giljum, S., Stadler, K., Wood, R. & Hoekstra, R. (2018), 'Towards Robust, Authoritative Assessments of Environmental Impacts Embodied in Trade: Current State and Recommendations', *Journal of Industrial Ecology* 22 (3): 585-598.
- Turnhout, E., Hisschemöller, M. & Eijsackers, H.J.E.i. (2007), 'Ecological indicators: between the two fires of science and policy', *Animal Ecology* 7 (2): 215-228.
- UNDESA (2017), World population prospects: The 2017 Revision, New York: UN Department of Economic and Social Affairs.
- UNEP (2016), Food Systems and Natural Resources. A Report of the Working Group on Food Systems of the International Resource Panel. Westhoek, H, Ingram J., Van Berkum, S., Özay, L., and Hajer M., Nairobi and Paris: United Nations Environment Programme (UNEP).
- Valk, E. de, Hollander, A. & Zijp, M. (2016), Milieubelasting van de voedselconsumptie in Nederland, Bilthoven: RIVM.
- Vellinga, R.E., Kamp van de M., Toxipeus, I.B., Rossem van T.M., Valk de, E., Biesbroek, S., Hollander, A. & E.H.M. Temme (2019), Greenhouse Gas Emissions and Blue Water Use of Dutch Diets and Its Association with Health, *Sustainability* 2019, 11, 6027
- Verhoog, D. (2016), Het Nederlandse agrocomplex 2015. LEI 2016-006, Den Haag: Wageningen Economic Research.
- Verhoog, D., Wijsman, H. & Terluin, I. (2015), Vleesconsumptie per hoofd van de bevolking in Nederland, 2005-2014, Den Haag: LEI Wageningen UR.
- Voedingscentrum (2019), Syntheserapport Voedselverspilling bij huishoudens in Nederland in 2019, Stichting Voedingscentrum Nederland, Den Haag
- Westerhoven van, M. (2013), Bepaling voedselverliezen in huishoudelijk afval in Nederland : vervolgmeting 2013, Amsterdam: CREM.
- Westhoek, H. (2019), Kwantificering van de effecten van verschillende maatregelen op de voetafdruk van de Nederlandse voedselconsumptie, Den Haag: PBL.
- Wilting, H., Hanemaaijer, A., van Oorscot, M. & Rood, T. (2015), Trends in Nederlandse voetafdrukken 1995-2010, Den Haag: PBL.
- Wilting, H.C. & van Oorscot, M.M.P. (2017) 'Quantifying biodiversity footprints of Dutch economic sectors: A global supply-chain analysis', *Journal of Cleaner Production* 156194-202.
- Witmer, M.C.H. & Cleij, P. (2012), Watervoetafdruk: bruikbaar voor duurzaamheidsbeleid? Belangrijkste bevindingen van de notitie 'Water footprint: useful for sustainability policies?' Den Haag: PBL.
- WRR (2014), Naar een voedselbeleid, Den Haag/Amsterdam: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.
- WUR (2017), Voedsel Economisch Bericht, 24-7-2018.