



Basisdoc: XS 2 duurzaam bouwen

Leidraad voor het samenstellen van lesmateriaal
in het onderwijs voor de bouw, stedenbouw en GWW

in opdracht van

auteurs: BOOM-SI, Milieukundig Onderzoek- & OntwerpBuro te Delft

ir. Frank Stofberg

prof. ir. Kees Duijvestein

Faculteit Bouwkunde, TU Delft

foto's en overige illustraties: BOOM-SI, tenzij anders vermeld

vormgeving: Echo Information Design

te downloaden vanaf: <http://duurzaambouwen.senternovem.nl>

Dit 'Basisdoc: XS 2 duurzaam bouwen' is samengesteld in opdracht van SenterNovem, met financiële steun van het Ministerie van VROM.

november 2008, derde herziene uitgave

Met dank aan de personen, bedrijven en instanties die ideeën en informatie verschaften.

In het bijzonder aan de volgende personen voor hun opbouwende kritiek:

Gerrit Jan Hoogland, SenterNovem

Klaas de Vries, SenterNovem

Foto buitenkant 'kaft': GWL-terrein in het Stadsdeel Westerpark in Amsterdam met bijna 600 woningen en diverse bedrijfsruimten, een café-restaurant en buurthuis. Realisatie 1996 – 1998.

Een autoluwe buurt met een aanzienlijk aantal duurzame maatregelen. Nog steeds een uitstekend voorbeeld van duurzame stedenbouw zoals bleek op een symposium op 8 februari 2008 ter ere van het 10-jarig bestaan van het project. Zie ook afbeelding 7.

Inhoud

Voorwoord	4	4 Drinkwater	77
Waarom dit basisdocument?	6	4.1 Introductie	77
1 Duurzaam bouwen, meer dan alleen milieu?	9	4.2 Ontwerp	80
1.1 Introductie	9	4.3 Uitvoering en beheer	81
1.2 Duurzame ontwikkeling	15	Literatuur en sites	82
1.3 Milieuproblematiek	19	5 Binnenmilieu en gezondheid	83
1.4 Van experiment tot standaard	23	5.1 Introductie	83
1.5 Beleid en regelgeving	28	5.2 Ontwerp	86
1.6 Methodieken en instrumenten	32	5.3 Uitvoering	87
Literatuur en sites	34	Literatuur en sites	87
2 Energie	37	6 Leefomgeving	89
2.1 Introductie	37	6.1 Landschap en bodem	89
2.2 Checklist Energie	46	• Introductie	89
• Ontwerp	46	• Ontwerp	92
• Uitvoering en beheer	51	• Uitvoering	92
2.3 Energie in de GWW-sector	54	• GWW-sector	93
2.4 Tot slot	55	Literatuur en sites	93
Literatuur en sites	56	6.2 Water in de gebouwde omgeving	94
3 Materialen	59	• Introductie	94
3.1 Grondstoffen en bouwmaterialen	59	• Ontwerp	97
• Introductie	59	• Uitvoering	98
• Checklist grondstoffen en bouwmaterialen	63	• GWW-sector	98
- Ontwerp	63	Literatuur en sites	99
- Uitvoering	65	6.3 Flora en fauna	100
• GWW-sector	66	• Introductie	100
• Tot slot	67	• Ontwerp	102
Literatuur en sites	68	• Uitvoering en beheer	103
3.2 Bouw- en sloopafval	69	Literatuur en sites	104
• Introductie	69	6.4 Verkeer en wegen	105
• Ontwerp	71	• Introductie	105
• Uitvoering	72	• Ontwerp	107
• GWW-sector	73	• GWW-sector	108
Literatuur en sites	73	Literatuur en sites	109
3.3 'Huishoudelijk' afval	74		
• Introductie	74		
• Ontwerp	74		
Literatuur en sites	76		

Duurzaam bouwen begint bij studenten

Voorwoord

Nederland is met haar ontwerpers en vormgevers altijd al een gidsland geweest. Internationaal staan wij bekend om onze vernieuwende en experimentele architectuur en design. Studenten en architecten uit de hele wereld komen hier dikwijls kijken. Het laatste decennium exporteren wij veel architectuur naar het buitenland, de Nederlandse architect als exportproduct. In deze traditie past ook het duurzaam bouwen, waarmee we al rond de zeventiger jaren begonnen te experimenteren.

Oprachtgevers en ontwerpers zijn altijd bereid geweest hun nek uit te steken om de ideeën in projecten om te zetten en het risico van mislukken op de koop toe te nemen. Deze wijze van werken is typerend voor Nederland (en Engeland). Andere landen kennen deze wijze van werken nauwelijks, deze hebben een veel meer risicomijdend gedrag. Het heeft ons een rijk scala aan projecten opgeleverd. De nog steeds bestaande bolwoningen in 's-Hertogenbosch zijn hier een typisch en historisch voorbeeld van. Inmiddels is het hele duurzaamheidsdenken bijna moeiteloos overgegaan in het Cradle to Cradle gedachtegoed. Voor ons Nederlanders is dit een bijna vanzelfsprekende stap, voortbouwend op het verleden.

Maatschappelijk ontwikkelt zich de vraag naar duurzaamheid gestaag. De politiek heeft zich lang geleden uitgesproken voor FSC gecertificeerde houtwinning, later over de waterproblematiek, de energieproblematiek en hoe er gebouwd en (gespaarlamp)verlicht moet worden. Inmiddels hebben witgoed, auto's en krijgen ook alle woningen een duurzaamheidlabel. We constateren dat de maatschappij hiermee uit de voeten kan. Het geeft een rangorde, en de mogelijkheid tot sturing. In de bouw is labeling op milieucriteria nog problema-

tisch, gebouwen zijn er nog te complex voor. Toch is er zeer veel animo van bedrijven om eensgezind milieucriteria te formuleren. Men wil of voelt zich blijkbaar gedwongen maatschappelijke verantwoordelijkheid op milieugebied te nemen en te tonen.

Duurzaamheid kent in de bouw vele gezichten. Terwijl Habraken zijn leven heeft gewijd aan het gedachtegoed van het 'open bouwen' met het oorspronkelijke doel om efficiënter te bouwen en de gebruiker meer vrijheid te geven, is deze gedachte inmiddels binnen het duurzaamheidsdenken omarmd. Zijn opus magnum, het gebouw NEXT21 in Kyoto is nu geëfficheerd als een duurzaam gebouw. Ook had de wereldtentoonstelling in 2002 in Hannover het thema duurzaamheid. Alle gebouwen zijn volgens milieucriteria gerealiseerd. Belangwekkende voorbeelden waren het Nederlands paviljoen met het dubbel grondgebruik, het Japanse paviljoen met de toepassing van karton en het Zwitserse paviljoen met de toepassing van hout.

Duurzaamheid is ook een belangrijk thema voor internationale congressen, waar de laatste ontwikkelingen worden gepresenteerd. Onderzoekers en bedrijven ontmoeten elkaar daar, wisselen kennis uit en bepalen de richting voor nieuwe innovaties.

Zelfs de vastgoedsector begint geïnteresseerd te raken in duurzaam vastgoed. Zij beweren dat het momentum er nu is, veroorzaakt door de maatschappelijke discussie over duurzaamheid, in combinatie met stijgende energieprijzen. De eerste onderzoeken zijn nu verschenen over het rendement van duurzame vastgoedinvesteringen. Voor de Amerikaanse kantorenmarkt blijkt dit al lonend te zijn; het huurniveau van een bestaand kantoorpand met een groen label blijkt 2% hoger te liggen

dan de markthuur, de leegstanden zijn beduidend lager en de transactiepreizen zijn zelfs 16% hoger. Men heeft deze conclusies kunnen trekken door veel data te vergelijken. Het is alleen niet zeker of dit allemaal toe te rekenen is aan de kwalitatief betere technische specificaties van de onderzochte duurzame panden of dat een gedeelte van de resultaten verklaard moet worden uit een imago-effect van de certificering.

Ook in Nederland begint het certificeren voor de vastgoedinvesteerdere interessant te worden. Met de oprichting van het Dutch Green Building Council is kort geleden in een grote behoefte voorzien. In korte tijd hebben veel bedrijven zich hier bij aangesloten, terwijl nog niet duidelijk was welke certificeringmethode gehanteerd zou worden, maar allen zijn ervan overtuigd dat er een gemeenschappelijk toetsingsinstrument nodig is. Op de Technische Universiteit Eindhoven hebben we een vergelijking gemaakt van alle bestaande groene vastgoedlabels op dit gebied. De verschillen blijken groot te zijn. Deze zijn te vinden binnen de waardering van de labels, maar ook blijken er grote verschillen in de uitwerking van een label per land te zijn. Waardering van de verschillende componenten is erg afhankelijk van de landelijk geldende eisen en wetten. Op dit moment zijn de bestaande labels zonder aanpassing nog ongeschikt voor toepassing buiten de regio waar ze voor ontworpen zijn.

Op de Universiteiten is duurzaamheid al langere tijd een belangrijk issue. Niet dat het met vlag en wimpel wordt uitgehangen, maar in vele faculteiten zijn onderzoekgroepen bezig met onderwerpen hieraan gerelateerd. Een interessant overzicht hiervan wordt gegeven in het boek 'The Thinking Pill' uit 2007 van Rutger van Santen. Het geeft een visie over de komende 20 jaar vanuit de verschillende vakgebieden. Eén van de drie hoofdstukken is 'sustainability', de andere twee zijn communicatie en de mens. Het milieuhofdstuk bevat 10 bijdragen van verschillende faculteiten. Visies worden onder meer geëtaleerd over de zin en onzin

van biodiesel, de starheid van onze energievoorziening, een ideale chemische fabriek, het einde van honger in de wereld, natuurlijk ook over de levensduur van gebouwen en een hoofdstuk over de wereldwijde balans. Het illustreert nogmaals dat duurzaamheid diep verankerd ligt in de universiteit. Toch krijgen wij regelmatig bij de faculteit Bouwkunde de vraag of wij ook iets aan duurzaamheid doen. Dan blijkt dus dat wij, ondanks dat zeker de helft van de staf er op één of andere wijze bij betrokken is, aan onze communicatie over dit thema nog veel is te verbeteren.

Inmiddels geven we al jaren colleges aan alle bouwkunde studenten en is er veel milieugerelateerd onderzoek op gang gebracht. We kunnen er zeker van uitgaan dat de komende generatie ontwerpers en opdrachtgevers als vanzelfsprekend milieubewust zullen bouwen.

Jouke Post

Hoogleraar Bouwtechnisch Ontwerpen

TU/e -XXarchitecten

Waarom dit basisdocument? Leeswijzer

Duurzaam bouwen en duurzame stedenbouw in het onderwijs

Om van duurzaamheid een algemeen geaccepteerd begrip te maken, moet het nadrukkelijk in het onderwijs worden opgenomen. Om duurzaam te kunnen bouwen, is het van groot belang dat leerlingen en studenten vertrouwd raken met duurzaam bouwen. Hebben leerlingen de deskundigheid én motivatie om duurzaam te bouwen, is de kans groot dat dit aspect in hun latere werk automatisch wordt meegenomen. Zeker wanneer nu duidelijk gemaakt kan worden, dat duurzaam bouwen naast milieuvoordelen, ook een hogere bouwkwaliteit oplevert. Duurzaam bouwen en duurzame stedenbouw is interessant, ook voor het onderwijs.

Het onderwijs kan bijvoorbeeld gericht zijn op onderzoek naar en het gebruik van hoogwaardige en vernieuwende technieken. Denk bijvoorbeeld aan systemen voor zonne-energie, sensor gestuurde ventilatie en extreem goed isolerende vacuüm beglazing. Duurzaam bouwen kan aanleiding zijn voor specifieke architectonische vormen of stedelijke structuren. Maar ook alternatieve bouwmaterialen zoals vlas en puingranulaat kunnen in het onderwijs aan bod komen.

Natuurlijk verdient ook de gebruiksfase van duurzame woningen, gebouwen en een duurzame leefomgeving alle aandacht. Alleen met tevreden bewoners en andere gebruikers heeft duurzaam bouwen en duurzame stedenbouw de toekomst.

Doel en inhoud Basisdocument

Het Basisdocument is bedoeld als hulpmiddel en inspiratiebron voor het afleiden van concrete leerdoelen en leerstof voor duurzaam bouwen en duurzame stedenbouw, inclusief GWW (grond-, weg- en waterbouw). De publicatie richt zich op de

volle breedte van het bouwonderwijs op het MBO-, HBO- en WO-niveau.

De publicatie geeft een beschrijving van de inhoud van duurzaam bouwen en duurzame stedenbouw en gaat niet in op de onderwijskundige invulling per opleidingsniveau.

De publicatie is ingedeeld naar thema met uitzondering van het eerste hoofdstuk. Hierin komen allerlei algemene zaken rond duurzaam bouwen en duurzame stedenbouw aan de orde zoals duurzame ontwikkeling, ontwerpstrategieën en instrumenten.

Er zijn door de hele publicatie heen veel verwijzingen naar sites, literatuur en andere informatiebronnen. Dit vereenvoudigt het vinden van de meest actuele informatie.

Afbakening en verantwoording

Dit Basisdocument is de actualisatie van de uitgave uit 2006. De tekst is op talrijke punten aangepast aan nieuwe ontwikkelingen en uitgebreid met recente literatuur en sites. Alle links naar sites zijn nagelopen en zonodig aangepast of verwijderd. De indeling van het document in thema's en subthema's is hetzelfde gebleven en is als volgt:

- energie
- materialen
 - grondstoffen en bouwmaterialen
 - bouw- en sloopafval
 - 'huishoudelijk' afval
- drinkwater
- gezondheid en binnenmilieu
- leefomgeving
 - landschap en bodem
 - water in de gebouwde omgeving (oppervlaktewater en riolering)
 - flora en fauna
 - verkeer

Per (sub)thema is een kort overzicht gegeven van de basisbegrippen, de problematiek rond het thema met het oog op duurzaamheid, een mogelijke aanpak daarvan met concrete duurzame maatregelen en het huidige (overheids)beleid.

Het is van belang in het vizier te houden dat de structuur van deze publicatie kan afwijken van andere gekozen indelingen in thema's en sub-thema's. Tot nu toe blijkt dat deze thema-indeling een goede beschrijving mogelijk maakt van het totale 'dubo-veld'.

In dit Basisdocument wordt het overdragen van kennis over het principe van duurzaam bouwen als leidraad genomen. Informatie over onder andere materiaalgebruik in dit document moet -mede gezien de actualiteit- vooral als illustrerend worden beschouwd.

GWW/Infrastructuur

Bij een aantal thema's krijgt de grond-, weg- en waterbouwsector apart de aandacht. Hiervoor is gekozen omdat deze sector qua inhoud en schaal vaak afwijkt van de overige sectoren. Hoewel er natuurlijk ook een duidelijke overlap is met de stedenbouwkundige sector.

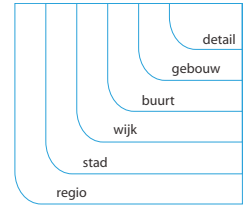
De term 'GWW' zal binnen enkele jaren in (een deel van) het onderwijs vervangen worden door 'infrastructure' of kortweg 'infra'. In deze publicatie wordt echter 'GWW' gebruikt omdat deze term in de huidige bouwpraktijk nog zeer gangbaar is.

Orderingschema duurzaam bouwen

Het orderingschema (afb. 1) geeft aan hoe duurzaam bouwen in dit Basisdocument is opgevat. Zoals in paragraaf 1.2 is beschreven, spelen bij duurzaam bouwen naast milieuaspecten, ook sociale, economische en ruimtelijke aspecten een belangrijke rol (zie afb. 12). In het Basisdocument ligt de nadruk op de milieuaspecten.

Duurzaam bouwen heeft betrekking op de woning- en utiliteitsbouw en op de stedenbouw en grond-, weg- en waterbouw (GWW). Daarbij is onderscheid te maken tussen de verschillende schaalniveaus. De scheiding tussen thema's, de scheiding tussen de sectoren en de scheiding tussen schaalniveaus is vooral bedoeld om vat te kunnen krijgen op de diversiteit van het totale 'dubo-veld'. Om een optimaal duurzaam project te krijgen is het van groot belang om het totale veld integraal te bekijken. Maar voor het onderwijs ligt dat anders: niet elke student hoeft van elk veld alles te weten.

Het schema kan een hulpmiddel zijn om per opleiding te bedenken welke 'dubo-velden' van belang zijn. Aan de hand van de themahoofdstukken verderop in deze publicatie kan vervolgens elk veld nader ingevuld worden.



Afb. 1: Ordeningsschema duurzaam bouwen

	ENERGIE	MATERIALEN			DRINKWATER	BINNEN- MILIEU EN GEZONDHEID	LEEFOMGEVING			
		grond- stoffen en bouw- materialen	bouw- en sloopafval	'huis- houdelijk' afval			landschap en bodem	water in de gebouwde omgeving	flora en fauna	verkeer en wegen

BASISKENNIS EN VAARDIGHEDEN										
PROCESSEN										
MILIEUGEVOLGEN										
OPLOSSINGEN										
- beleid										
- ontwerp										
- uitvoering										
- beheer en onderhoud										

WONINGBOUW

UTILITEITSBOUW

GROND-, WEG- EN WATERBOUW (INFRATECHNIEK)

STEDENBOUW

1 Duurzaam bouwen, meer dan alleen milieu?

1.1 Introductie

Duurzaam bouwen is binnen de huidige bouw, stedenbouw en GWW niet meer weg te denken. Bij veel projecten is duurzaamheid een thema of soms zelfs uitgangspunt. Zie voor gerealiseerde duurzame projecten www.duurzaambouwen.sinternovem.nl en www.energiebesparinggww.nl en lit. 1 en 2 (van hoofdstuk 1).

Ook komen er meer duurzame producten, concepten en technieken op de markt waarmee producenten zich proberen te onderscheiden. Op de Nationale Dubodag of op één van de grote landelijke bouwbeurzen manifesteren ze zich met deze duurzame producten. Denk hierbij aan zonneboilersystemen, innoverende ventilatiesystemen, mogelijkheden voor hergebruik van water, isolatiematerialen, milieuverantwoord hout en nieuwe infiltratiesystemen voor regenwater. Duurzaam bouwen is dus niet alleen iets van beleidsmakers: ook bij marktpartijen is duurzaam bouwen een begrip. Maar wel een begrip dat door diverse partijen op een verschillende wijze wordt geïnterpreteerd en ingevuld.

Zo richt de een zich vooral op de milieuaspecten terwijl de ander het begrip veel breder ziet en ook zaken zoals leefbaarheid erbij betreft. Al lang voordat het begrip 'duurzaam bouwen' gehanteerd werd, was een beperkte groep professionals en (particuliere) opdrachtgevers actief bezig met duurzaamheid in de bouw.

Een tot voor enige jaren geleden gebruikelijke definitie van duurzaam bouwen was: *'het op een zodanige manier bouwen dat door de bouw, het gebruik en de eventuele sloop van het bouwwerk zo min mogelijk milieuproblemen ontstaan'* (bron: lit. 3). Voor 'bouwwerk' kan ook

gelezen worden 'gebouwde omgeving' en 'infrastructuur'.

Het begrip duurzaam bouwen komt voort uit het begrip duurzame ontwikkeling, afgeleid van het Engelse 'sustainable development'. Dit begrip is door de Commissie Brundtland in 1987 gedefinieerd als: *'een ontwikkeling die voorziet in de behoefte van de huidige generatie zonder daarmee voor de toekomstige generaties de mogelijkheden in gevaar te brengen om ook in hun behoeften te voorzien'*.

In deze algemeen geaccepteerde opvatting heeft een duurzame ontwikkeling betrekking op 'daar en later' (langere termijn, de hele aarde en al haar bewoners) en heeft van daaruit gevolgen voor het 'hier en nu'.

Uitgaande van de Brundtland-definitie van duurzaamheid, is de definitie van duurzaam bouwen aangepast: *'Duurzaam bouwen is het op een dusdanige manier bouwen dat hier aan de huidige behoefte wordt voldaan zonder dat de mogelijkheden voor andere volkeren en toekomstige generaties worden verminderd.'* (bron: lit. 3).

Deze definitie is dus veel breder dan de oude die zich beperkte tot de milieuaspecten van bouwen (zie verder bij paragraaf 1.2).

Durable versus sustainable

Over het begrip 'duurzaam' kan verwarring bestaan. Het heeft in het Nederlands namelijk meer dan één betekenis. Duurzame ontwikkeling is de vertaling van 'sustainable development' en daar komt, zoals gezegd, duurzaam bouwen uit voort. Duurzaam in de Nederlandse bouwpraktijk werd daarentegen, zeker tot een paar jaar geleden, opgevat als de vertaling van 'durable', dus in de

zin van 'gaat lang mee'. Maar iets dat lang mee gaat, is zeker niet per definitie ook duurzaam in de eerstgenoemde betekenis van duurzaam. Zie verderop in dit hoofdstuk over de relatie duurzaam bouwen en levensduur.

Breedte, diepte en reikwijdte van duurzaam bouwen

Duurzaam bouwen omvat een breed werkveld zoals ook in afbeelding 1 is aangegeven. Om een optimaal duurzaam project te krijgen is het van groot belang om het totale veld integraal te bekijken.

Duurzaam bouwen speelt op alle schaalniveaus, maar dit Basisdocument beperkt zich tot de lagere schaalniveaus: van (ge)bouwdetail tot en met stedenbouwkundig plan.

Duurzaam bouwen heeft betrekking op woning- en utiliteitsbouw, installatietechniek, stedenbouw en de grond-, weg- en waterbouw.

In alle fasen van het bouwproces spelen aspecten van duurzaamheid: het gaat niet alleen om een milieuverantwoorde wijze van bouwen, het gaat ook om een duurzame wijze van beheren, onderhouden en zonodig slopen of reconstrueren van woningen, overige gebouwen en objecten in de GWW-sector.

Ook het duurzaam bewonen en gebruiken van woningen, gebouwen en gebouwde (stedelijke) omgeving hoort er vanzelfsprekend bij. Het informeren van bewoners en andere gebruikers over duurzaamheid maakt daarom ook onderdeel uit van duurzaam bouwen. En natuurlijk niet te vergeten het informeren van alle opdrachtgevers: zij bepalen voor een belangrijk deel wat en hoe er gebouwd gaat worden.

Zo is bijvoorbeeld het wel of niet slopen van de oudere woningen in de naoorlogse wijken een belangrijk vraagstuk. Niet slopen maar renoveren lijkt gelet op milieuaspecten de voorkeur te hebben. Ook vanuit sociaal oogpunt, denk aan de sociale samenhang, lage huren en het tekort aan

goedkope woningen, ligt slopen lang niet altijd voor de hand. Wordt naar de toekomst gekeken, dan kan slopen en vervangende nieuwbouw toch een goede keus zijn. Denk dan aan wooncomfort, lage energielasten, een gezond binnenklimaat en een vaak minder eenzijdige samenstelling van de bevolking in een bepaalde buurt. Zie verder bij '[herstructurering](#)'.

Ook beter gebruik van gebouwen, kan de duurzaamheid vergroten. Denk bijvoorbeeld aan:

- Het intensiever of meervoudige gebruik van gebouwen, voornamelijk kantoren en scholen; ook 's avonds en in het weekend kunnen delen van een gebouw (door derden) gebruikt worden; doordat elders ruimte wordt bespaard, neemt de totale milieubelasting af.
- Het gebruik van flexplekken in kantoren, dus geen vaste werkplekken in combinatie met bijvoorbeeld thuiswerken; er is minder ruimte nodig en er wordt intensiever gebruik gemaakt van deze ruimte.
- Het flexibeler indelen en inrichten van gebouwen. Wijzigingen in gebruik of wisseling van gebruiker kunnen met minder bouwkundige ingrepen plaatsvinden. Dus minder sloopafval en gebruik van nieuw materiaal.

In de publicatie '[Duurzaam huisvesten - een leidraad voor strategisch denken](#)' (lit. 4) wordt ingegaan op bovenstaande voorbeelden. Er wordt een directe koppeling gelegd met het begrip '[Factor 20](#)'.

Basisdocument gericht op milieuaspecten

Duurzaam bouwen heeft betrekking op een breed scala aan (milieu)thema's en subthema's zoals in de Leeswijzer is genoemd en in afb. 1 is weergegeven. Zoals hiervoor en in paragraaf 1.2 is beschreven, spelen bij duurzaam bouwen naast milieuaspecten, ook sociale, economische en ruimtelijke aspecten een belangrijke rol (afb. 12). In het Basisdocument ligt de nadruk echter op de milieuaspecten.

Afb. 2: Oikos, Enschede

Oikos is een woonwijk met circa 600 woningen en ligt tussen Enschede en de Duitse grens. Door in een breed samengestelde projectgroep te werken, kon duurzaam bouwen een integraal onderdeel van de planvorming worden. Het aanwezige landschap vormde een belangrijke aanleiding voor het ontwerp. Bestaande hoogteverschillen worden optimaal benut voor het afwateringssysteem. Met behulp van zogenaamde wadi's wordt het schone regenwater in de bodem geïnfiltreerd en zonodig afgevoerd naar buffervijvers of de Glanerbeek. Alle woningen, ook de vrije kavels, moesten voldoen aan een breed pakket dubo-eisen. Hierbij had de opdrachtgever een aanzienlijke keuzevrijheid in de dubo-maatregelen. Realisatie: 1996 - 2006.



Duurzame architectuur

Bijgaande illustraties 3 t/m 6 geven een beeld van de diversiteit van duurzaam bouwen in de architectuur. Het gaat hierbij niet alleen om de verschijningsvorm, het uiterlijk, maar ook om zaken als het ruimtelijke ontwerp, installaties, de infrastructuur en de relatie met de (natuurlijke) omgeving. Er zijn twee uitersten te benoemen, of het nu om nieuwbouw of om bestaande bouw gaat: enerzijds 'hightech' en anderzijds 'lowtech'.

Bij een hightech ontwerp staan de meest geavanceerde constructies, installaties en infrastructuur centraal. Bovendien worden zeer 'moderne' materialen gebruikt.

Bij een lowtech ontwerp staan eenvoud en voor de gebruiker te begrijpen constructies en installaties centraal. Extra aandacht wordt besteed aan de (natuurlijke) omgeving. De meeste projecten in ons land zullen ergens tussen deze beide uitersten geplaatst kunnen worden. Ook is onderscheid te maken tussen projecten waarbij duurzaamheid wel of niet duidelijk zichtbaar is gemaakt in de vormgeving, met in de praktijk natuurlijk allerlei tussenvormen.

Op de site www.duurzaambouwen.senternovem.nl is een groot aantal dubo-voorbeelden uit ons land te vinden. Ook in de publicatie 'Trends' (lit. 5) zijn tal van voorbeelden te vinden, zowel van gerealiseerde projecten als van ideeën voor de nabije toekomst.

De volgende sites geven buitenlandse voorbeelden:

- de site '[Advanced Case Studies in Canadian Sustainable Design](#)' van onder andere de 'University of Waterloo - school of architecture'
- site van de Hong Kong University over het BEER-project: [Building Energy Efficiency Research](#).



Afb. 3: Woningbouwproject met PV-panelen in de gevel in Roomburg te Leiden. Architect: Han van Zwieten Architecten bna; realisatie 2004.



Afb. 4: Ecolonia in Alphen a/d Rijn. Architect: Renz Pijnenborg, Archi Service; realisatie 1992.



Afb. 5: Kantoorgebouw Rijkswaterstaat in Terneuzen. Zowel bouwkundig als installatietechnisch zijn veel bijzondere maatregelen toegepast zoals de natuurlijke ventilatie en de shingels van afgedankte meerpalen voor de gevelbekleding. Architect: Bureau opMAAT. Realisatie: 2000.



Afb. 6: Hoofdkantoor ING in Amsterdam met veel daglicht door veel glas, klimaatgevel en diverse binnentuinen. Architecten: Meyer en Van Schooten; realisatie: 2002.

Duurzame stedenbouw

Ook in de stedenbouw is de diversiteit van de invulling van duurzaamheid groot. Dit heeft onder andere te maken met de verschillende schaalniveaus waarop stedenbouw betrekking kan hebben. Een andere belangrijke reden is de locatie: gaat het bijvoorbeeld om een binnenstedelijk gebied (afb. 7) of om een uitbreiding van stedelijk gebied (afb. 8). En natuurlijk speelt ook mee of het om nieuwbouw of om herstructurering (afb. 9) gaat. In de publicatie 'Duurzame stedenbouw, Perspectieven en voorbeelden' (lit. 6) wordt dan ook geconcludeerd dat 'de' duurzame stedenbouw niet bestaat.

Dit boek 'Duurzame stedenbouw' geeft voor het onderwijs veel nuttige aanknopingspunten, zowel theoretisch als praktisch. Het geeft naast een algemene beschouwing over duurzame stedenbouw een uitgebreide beschrijving van tal van stedenbouwkundige projecten, zowel in de nieuwbouw als in de bestaande bouw.

Er wordt per project niet alleen op het fysieke ontwerp ingegaan, maar ook op positieve en negatieve ervaringen met duurzame aspecten tijdens de bouw en het gebruik. Het gaat ook in op het proces van totstandkoming. Daarover zegt het boek in de algemene inleiding het volgende: 'Multidisciplinair werken is een gevestigde gewoonte in ruimtelijke ontwikkelingsprocessen, maar duurzame stedenbouw vereist een verdere verbreding. Landschapsarchitecten, stedenbouwkundigen en planologen hebben veel te winnen door op uiteenlopende schaalniveaus samen te werken met vakspecialisten op het gebied van energie, water, verkeer, ecologie, cultuur en leefomgevingkwaliteit.'



Afb. 7: GWL-terrein Amsterdam

Het GWL-terrein in Amsterdam is een nieuwbouwproject op een voormalig waterleidingbedrijf grenzend aan de 19e-eeuwse Staatsliedenbuurt. Het project heeft een hoge woningdichtheid, heeft veel groen en sluit goed aan op de structuur van de omliggende bebouwing. Enkele oude bedrijfsgebouwen zijn gehandhaafd. Bijzonder is de autoluwe inrichting van een groot deel van het plangebied. Voor meer info: Zie lit. 6 en www.10jaarecowijk.nl. Realisatie 1996 – 1998.



Afb. 8: EVA Lanxmeer

De wijk EVA Lanxmeer in Culemborg is een ruim opgezette groene en waterrijke wijk die deels in een waterwingebied ligt. Bewoners spelen een belangrijke rol bij het beheer van de wijk.

Meer info: www.eva-lanxmeer.nl.

Afb. 9a: Een impressie van het stadsdeel Schalkwijk in Haarlem. Een typische wijk uit de jaren zestig en zeventig met laag- en hoogbouw, brede wegen en veel groen. Er zijn enkele deelprojecten rond duurzaamheid gerealiseerd zoals het grote zonne-energie-project 2 MegaWatt (2MW) op bestaande flats. Dit project is voorzien van bijna 3000 m² zonnecollectoren, warmteopslag in de bodem en gasgestookte warmtepompen. Andere belangrijke deelprojecten zoals het afkoppelen van het regenwater en een verbeterd verkeersplan zijn deels in uitvoering



Stedelijke herstructurering

Het realiseren van duurzaamheid in de vele bestaande woonwijken uit de periode 1950-1975 is een bijzondere opgave. Niet alleen door de omvang, maar natuurlijk ook door de sociale, economische en ruimtelijke aspecten die daarbij een belangrijke rol spelen. Een telkens terugkerende vraag is in hoeverre sloop van woningen noodzakelijk is om tot een duurzame oplossing (in brede zin) te komen.

In het Infoblad 'Hoogbouwrenovatie in duurzame stedenbouw' van SenterNovem wordt uitgebreid ingegaan op stedelijke herstructurering.

De Rotterdamse deelgemeente Hoogvliet is in dit kader een interessant voorbeeld. In Hoogvliet is gekozen voor een integrale aanpak waarbij 5.000 van de in totaal aanwezige 17.000 woningen worden vervangen door nieuwbouw.

Hoogvliet stond eind jaren '90 met de rug tegen de muur: slecht imago, onverhuurbare woningen en een 'no go area'. In 1998 is woningcorporatie Woonbron Maasoevers in samenwerking met de deelgemeente gestart met een rigoureuze herstructurering. De integrale aanpak lijkt de sleutel te zijn tot de succesvolle herstructurering. Bewoners die eerder uit de wijk weggetrokken waren, keren nu graag weer terug.

Een belangrijk uitgangspunt bij de plannen was dat bewoners participeerden in de aanpak onder het mom 'duurzaam is maken wat mensen wensen'.

De duurzaamheid van Hoogvliet bestaat uit verschillende soorten maatregelen met vaak een verrassende invalshoek:

- Flexibiliteit en aanpasbaarheid: gebouwmodellen met een ruim casco, geschikt voor verschillende functies; onder andere beukmaat van 7,2 meter en vrije verdiepingshoogte van 2,9 meter.
- Verticale samenvoeging van jaren '50 portiekflats tot 'herenhuizen'.
- Toekomstig gebruik van industriële restwarmte van de raffinaderijen. De infrastructuur wordt voorbereid, realisering vanaf circa 2008.
- Meer oppervlaktewater in de verschillende wijken, dit met het oog op verhoging van de belevingswaarde en van het bergende vermogen voor het regenwater.
- Sport en recreatie gaan terug naar het hart van de stad.
- Terugkeer van de bedrijvigheid naar de wijken door nieuwe kantorenlocaties, woonwerk-woningen en de vestiging van kleine bedrijven in de verschillende winkelcentra.
- Leegstaande flats bewoond laten lijken, het organiseren van 'sloopfeesten' en ruime bewonersparticipatie.

Afb. 9b: Uitwerking van energiezuinige renovatie van een woonblok in Hoogvliet.

De zuidgevel wordt geïsoleerd met behulp van hergebruikte kunststof kozijnen met dubbelglas. Hiermee wordt een vliesgevel geconstrueerd. De ruimte tussen de vliesgevel en de oorspronkelijke zuidgevel vormt een ventilerende spouw. Ontwerp: 2012 Architecten in samenwerking met Bouwcarrousel. Bron: '(No) Flat Future' (lit. 42).



In de uitgave '(No) Flat Future - Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats' (lit. 42) wordt een studie beschreven naar de mogelijkheden van maximaal hergebruik van casco's, sloopproducten en stedelijke afvalstromen. De studie mondt uit in een ontwerp voor de reconstructie van een aantal bouwblokken in Hoogvliet (afb. 9b). Naast de voordelen voor het milieu is het hergebruik ook financieel aantrekkelijk. In de (pdf-) uitgave zijn veel illustraties opgenomen, zowel bouwkundig als stedenbouwkundig.

Een ander voorbeeld van een grootschalige herstructurering is Schalkwijk in Haarlem. Hier worden in vergelijking met Hoogvliet echter aanzienlijk minder woningen gesloopt. Op een aantal plekken vindt verdichting met nieuwbouw van woningen, winkels en kantoren plaats. Verder is er veel aandacht voor de thema's verkeer, oppervlaktewater en energie (afb. 9a).

Kosten duurzaam bouwen

Vaak wordt gedacht dat duurzaam bouwen per definitie 'duur' is. De klank van het woord brengt dat -helaas- met zich mee. Dat is echter zeker niet terecht, zo blijkt uit onderzoek (lit. 7). Vooral de daling van de exploitatielasten door duurzaam te bouwen kan aanzienlijk zijn. Zo zal een duurzaam gebouw in ieder geval een lager energie- en waterverbruik hebben en soms ook lagere waterzuiveringslasten.

Ook aspecten die een meer indirect financieel voordeel hebben, moeten in beschouwing worden genomen. Mogelijke voordelen van duurzaamheid naast milieuvordelen: meer comfort, hogere arbeidsprestatie, lager ziekteverzuim (zie ook Praktijkboek Gezonde gebouwen) (lit. 8), grotere flexibiliteit in onder andere ruimtelijke indeling, een langere levensduur van het gebouw en lagere sloopkosten.

In de utiliteitsbouw wordt duurzaamheid soms gebruikt voor een positief imago. Dat kan weer gebruikt worden om zich in de markt te onder-

scheiden. In de woningbouw is een voorzichtige ontwikkeling gaande om duurzaamheid als één van de verkoopargumenten te gebruiken.

In de bouwpraktijk levert de rolverdeling tussen de diverse partijen vaak nog een belemmering op voor duurzaam bouwen. Zo heeft een ontwikkelaar van een koopwoning geen direct voordeel van een lager energieverbruik van die woning. Door de snel stijgende energieprijzen zal energiezuinigheid echter een belangrijk verkoopargument gaan worden. Een interessant concreet voorbeeld is al te vinden bij een bouwbedrijf in het noorden van ons land. Dit bedrijf levert zeer energiezuinige 'catalogus' woningen waardoor de woonlasten relatief laag zijn. Het bedrijf heeft daardoor met een bank kunnen regelen dat kopers een hogere hypotheek kunnen krijgen dan anders het geval geweest zou zijn.

Er is ook een specifieke hypotheek met rentekorting verkrijgbaar wanneer een woning een EPC heeft die onder een bepaalde waarde komt. De betreffende bank maakt het dus aantrekkelijk om in energiebesparing te investeren.

Soms levert ook de berekening van de grondprijs een belemmering op voor duurzaamheid. Dit kan het geval zijn als de gemeente de grondprijs koppelt aan de bouwkosten en als die hoger zijn dan normaal.

Wanneer alleen naar de bouwkosten gekeken wordt, is duurzaam bouwen vaak wel iets duurder dan de gangbare bouw. Maar zelfs dat is niet per definitie zo en hangt af van de gekozen maatregelen. Een goed voorbeeld hiervan is het toepassen van natuurlijke nachtkoeling bij kantoren. Dit levert bij de bouw een aanzienlijke besparing op omdat een 'airco-installatie' dan vaak grotendeels achterwege kan blijven. Ook de exploitatie is aanzienlijk goedkoper.

Bij duurzame stedenbouw en GWW-projecten is volgens het hierboven aangehaalde onderzoek (lit. 8) het kostenverhaal helemaal complex. Dit wordt

bevestigd door de publicatie 'Duurzame stedenbouw' (lit. 6).

De complexiteit wordt onder andere veroorzaakt door de grote variatie in mogelijke maatregelen in duurzame projecten en door het grote aantal verschillende partijen, dat betrokken is bij deze plannen. Deze partijen hebben bovendien uiteenlopende rollen en belangen. Daarnaast laten bepaalde duurzaamheidsaspecten zich lastig vertalen in financieel rendement. Denk bijvoorbeeld aan sociale veiligheid, ecologische kwaliteit (afb. 10) en landschappelijke inpassing.

Zie voor meer informatie over kosten van duurzaam bouwen:

- Het Infoblad 'Financiële aspecten van duurzaam bouwen: kosten en baten' op www.duurzaambouwen.senternovem.nl
- www.aeneas.nl/toolkit



Afb. 10: Wadi in Enschede. Het aanleggen van een wadi-systeem (zie par. 6.2) in een nieuwbouwwijk lijkt op het eerste gezicht een dure oplossing voor het afkoppelen van het regenwater. Maar uit berekeningen en ervaringen in de wijk Ruwenbos in Enschede (lit. 9) blijkt dat deze oplossing vrijwel even duur is als een standaardoplossing met een regenwaterriool, zowel in aanleg als in onderhoud. Bij de wadi's zijn geen regenwaterriool, geen straatkolken en geen watergangen nodig. Er is bovendien veel minder tijdelijke opslag nodig in de vorm van vijvers. In Ruwenbos is ook veel minder verharding toegepast, hoewel dat niet direct met de wadi's te maken heeft. Er is wel meer 'groene' ruimte nodig voor de wadi's.

1.2 Duurzame ontwikkeling

Volgens de definitie van Brundtland spelen zowel sociale, milieukundige als economische dimensies een rol in een duurzame ontwikkeling. Het milieubeleid staat dus niet op zichzelf. De drie dimensies worden wel aangeduid als sociale kwaliteit, ecologische kwaliteit en economische kwaliteit, of kortweg als *People Planet Profit* (afb. 11) of 'Triple P'. Voor de wereldtop over duurzame ontwikkeling in augustus 2002 in Johannesburg is de P van Profit veranderd in de P van Prosperity, van Winst naar Welvaart.

Om het begrip duurzaam bouwen grafisch weer te geven, kan aan de driehoek van Duurzame Ontwikkeling de dimensie 'ruimtelijke kwaliteit' worden toegevoegd (afb. 12). Hierdoor ontstaat een viervlak, een tetraëder (bron: lit. 11). De ruimtelijke kwaliteit steunt daarbij op de andere drie kwaliteiten. Binnen deze kwaliteiten kunnen in de planvorming zwaartepunten worden gekozen om te voorkomen dat duurzaam bouwen een koepelbegrip wordt waar alles onder valt maar niets meer herkenbaar is.

Zwaartepunten zoals energiezuinigheid, gezondheid of particulier opdrachtgeverschap, kunnen uitstekend binnen deze tetraëder hun plek krijgen.

Aan deze vier kwaliteiten kan nog een vijfde worden toegevoegd: de proceskwaliteit. In het rapport 'Duurzaam Leefbaar' (lit. 12) wordt ingegaan op de wijze waarop deze vijf kwaliteiten een rol spelen in een duurzaam gebouwde omgeving.

Over de proceskwaliteit in de woonomgeving zegt het rapport het volgende:

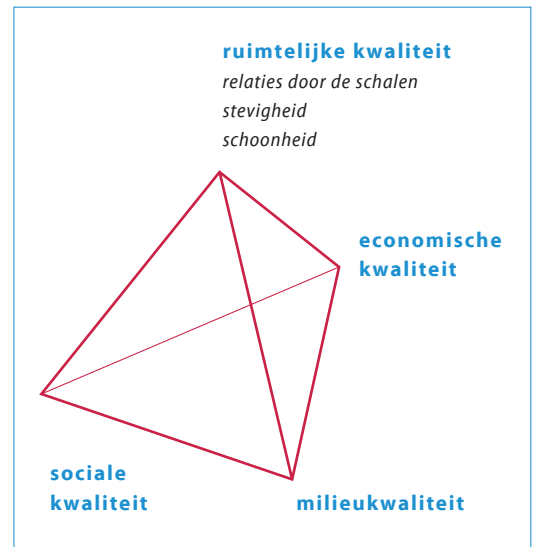
'Voor een goed gebruik van een woonomgeving is het van belang dat alle betrokkenen worden geïnformeerd, met elkaar communiceren en samenwerken. Niet alleen bij de eerste ontwikkeling, maar over het hele traject van bouwen en wonen. Het gaat dan ook om een permanente ontwikkeling waarbij de verschillende actoren

vaak een beperkt aandachtgebied hebben. Zo is de ontwikkelaar geïnteresseerd in de gebouwde omgeving als product en legt de woningbouwvereniging de nadruk op een rendabel beheer en vindt de bewonersorganisatie leefbaarheid van belang. In het planvormingsproces kan hier de nadruk liggen op consensus over het kader en een interactieve uitwerking met betrokkenen (noot auteur: ook de werknemers in de bouwsector horen hierbij). Dit kader kan een duurzame ontwikkeling zijn. De belangrijkste betrokkenen zijn uiteindelijk de burgers. Een duurzaam bouwproces heeft dus niet alleen een duidelijke milieucomponent, maar resulteert ook in een woonomgeving waar de uiteindelijke gebruikers en beheerders grote betrokkenheid bij voelen.¹

Het rapport plaatst nog wel een waarschuwing: het feit dat een duurzame ontwikkeling over meer gaat dan het milieu, mag niet betekenen dat milieuaspecten daarmee naar de achtergrond verdwijnen. In tegendeel, het terugdringen van de milieubelasting is een voorwaarde voor een duurzame leefomgeving.

Duurzaam bouwen en levensduur

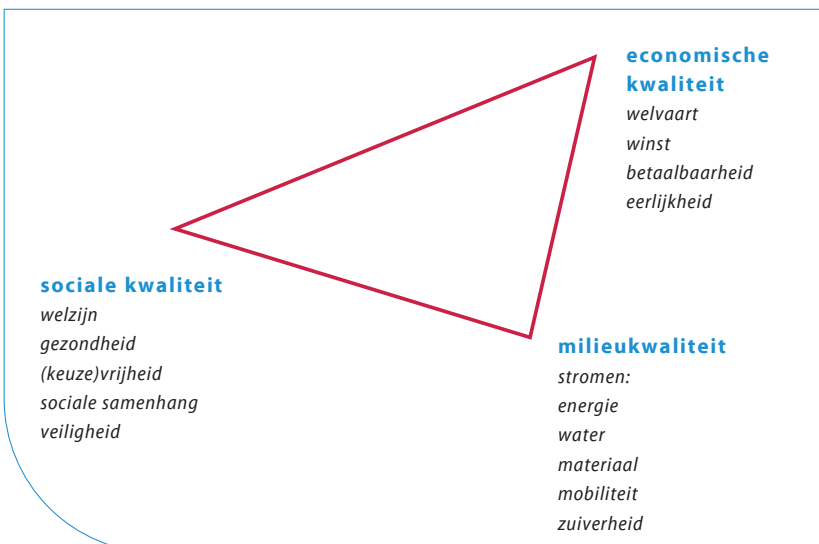
Iets dat lang mee gaat, heeft dat niet per definitie een lage milieubelasting? In eerste instantie wordt



Afb. 12: Duurzaam Bouwen als tetraëder weergegeven (bron: lit. 11).

deze vraag vaak bevestigend beantwoord. Wordt dieper op de vraag ingegaan, blijkt deze toch niet zo eenvoudig te beantwoorden.

Neem bijvoorbeeld hout als bouw materiaal voor een gebouw dat een lange levensduur als uitgangspunt heeft. Stel dat het keuzeproces begint bij zacht hout. Om zacht hout (naaldhout) een langere levensduur te geven, is het met een chemisch middel te verduurzamen. De kans is groot dat dit hout (afhankelijk van het middel) een milieuprobleem oplevert in de afvalfase. Men denkt vervolgens aan thermisch verduurzaamd zacht hout als milieubewust alternatief, maar dit is nog niet voor alle toepassingen bruikbaar. Dan toch maar hardhout (= loofhout)? Diverse soorten hardhout, en enkele soorten zacht hout (= naaldhout), kunnen immers van nature lang meegaan. Maar deze komen tot nu toe vaak uit gebieden waar het bosbeheer niet 'duurzaam' is. Dergelijke houtsoorten, maar dan met het FSC-keurmerk, lijken vanuit milieuoogpunt een goede optie te zijn. Wel is de transportafstand naar ons land meestal groot en ook dat gaat gepaard met negatieve milieugevolgen. Vervolgens komt men uit bij inlands FSC hardhout. Deze houtsoort maakt kans op de beste milieuscore, maar hiervan is de verkrijgbaarheid natuurlijk zeer beperkt.



Afb. 11: Duurzame Ontwikkeling volgens Brundtland als driehoek weergegeven.

Tenslotte komt men weer terug bij het begin. Misschien is het gebruik van niet-verduurzaamd zacht hout dat gedurende de levensduur van het gebouw misschien een enkele keer vervangen moet worden, toch wel de meest milieubewuste keuze. Daarbij komt dat zacht hout lang kan meegaan, als het maar goed bewerkt en goed toegepast wordt. Een goede detaillering en een zorgvuldige behandeling op de bouwplaats zijn hierbij van groot belang.

Bouwen met tijd

De publicatie 'Bouwen met tijd' (lit. 13) gaat ook in op de bovenstaande vraag en is gericht op het schaalniveau van een complete woning. De publicatie is gebaseerd op een analyse van de woningmarkt en op berekeningen naar de milieueffecten van de levensduur van een woning. Bij de analyse is onder andere gekeken naar de redenen van sloop en naar kenmerken van woningen met een lange levensduur. Geconcludeerd wordt dat een verandering in de levensduur van een woning een erg grote invloed heeft op de milieuprestatie van die woning. Daarbij speelt in een 'normale' standaard woning het gebruikte bouw materiaal een zeer belangrijke rol. Het slopen van woningen (en andere gebouwen) is dus vanuit milieuoogpunt meestal geen logische keuze. Daarbij komt dat sloop ook vaak negatieve effecten heeft op de duurzaamheid (in brede zin): de sociale gevolgen door de sloop zijn voor bewoners vaak erg groot.

Wil men een woning maken met een beperkte levensduur (bijvoorbeeld een noodwoning) en met een lage milieubelasting, dan zal dat vooral gezocht moeten worden in de keuze van constructies en materialen:

- materialen met een (zeer) lage milieubelasting zoals leem, stro, karton en cellulosevlokken;
- eenvoudig te demonteren constructies waarbij later hergebruik van de onderdelen zonder veel moeite (weinig of geen afval) mogelijk is;
- reeds gebruikte onderdelen of materialen.

Deze punten zullen ook voor utiliteitsbouw gelden, hoewel dat niet in de publicatie 'Bouwen met tijd' aan de orde is gesteld. Er is in ons land een recent voorbeeld te vinden van een utiliteitsgebouw met een geplande korte levensduur: het kantoor XX in Delft (afb. 13). Het kantoor is in 1999 in gebruik genomen en bestaat vooral uit hout, glas, zand en karton. Na de geplande 20 jaar zijn de gebruikte materialen vergaan of eenvoudig te ontmantelen en te hergebruiken (lit. 14).



Afb. 13: Kantoorgebouw XX te Delft met een geplande levensduur van 20 jaar.

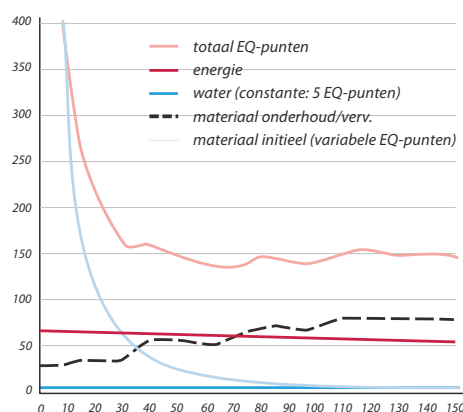
Architect: XX Architecten. Realisatie 1999.

In 'Bouwen met tijd' wordt geconcludeerd dat er geen algemene stelregel is voor een optimale levensduur. Een redelijke milieuprestatie is zowel met een ontwerp met een vrij korte tot gemiddelde (20-75 jaar) als met een gemiddelde tot lange (75-150 jaar) levensduur te behalen. Het is vanuit milieuoogpunt in ieder geval erg belangrijk om het ontwerp af te stemmen op de verwachte levensduur (afb. 14). Gesteld wordt: 'Levensduur en duurzaamheid worden vaak als synoniem gezien. Dat blijkt dus niet altijd juist. Een lange levensduur van een gebouw kan zelfs een milieuprobleem worden indien de woning (of een ander gebouw) niet continu up-to-date gehouden wordt, vooral wat betreft de energiehuishouding.'

In dezelfde publicatie wordt verwezen naar de directe relatie tussen de levensduur van woningen en de woningbouwproductie. Op landelijk niveau bedraagt deze productie bijna 1% van de bestaande woningvoorraad. Het zal dus bij de huidige productie zo'n 100 jaar vergen om alleen al de huidige voorraad te vervangen. De woningen zullen daarom gemiddeld 100 jaar moeten blijven staan om de woningvoorraad op peil te houden. Een lange levensduur is dus alleen al vanuit dit praktische gegeven een noodzaak.

Open bouwen en IFD

Al in de jaren '60 ontwikkelde architect John Habraken het idee van het 'Open Bouwen', waarbij hij een systeem van scheiding van drager (casco) en inbouw (interieur) voor de seriematige woningbouw mogelijk maakte. Zo kon het interieur op eenvoudige wijze onafhankelijk van de draagconstructie vervangen worden met behoud van het casco. Ook waren er goede mogelijkheden voor inspraak door bewoners waardoor een optimale afstemming van de woning op bewonerswensen mogelijk was.



Afb. 14 (Bron: lit. 13, SEV - Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting) Gemiddelde jaarlijkse berekende milieubelasting uitgedrukt in Eco-Quantum punten van een standaard rijtjeswoning (de zg. tuinkamer-tussenwoning van SenterNovem) voor een levensduur tussen 0 en 150 jaar bij een bepaalde aangenomen onderhoudsfrequentie. Volgens deze berekening blijft dus de totale gemiddelde jaarlijkse milieubelasting vanaf een levensduur van zo'n 30 jaar globaal constant.

In de huidige 'catalogusbouw' en in bepaalde projecten van projectontwikkelaars is keuzevrijheid voor kopers ook een belangrijk uitgangspunt. De kans op een langere levensduur van dergelijke woningen met een goede afstemming op bewonerswensen zal daardoor groter zijn. Dit zal helemaal gelden voor particuliere opdrachtgevers die hun eigen woning laten ontwerpen.

Zie het Infoblad '[Duurzaam bouwen voor de particuliere opdrachtgever](http://www.duurzaambouwen.senternovem.nl)' op www.duurzaambouwen.senternovem.nl.

Vrij recent is de term IFD-bouwen geïntroduceerd. Dit staat voor 'Industrieel, flexibel en demontabel bouwen'. De eisen die aan woningen en utiliteitsgebouwen worden gesteld verlangen een steeds snellere en grotere mate van aanpassing van die gebouwen. Onderzoek toont aan dat de milieubelasting van een gebouw in hoge mate beïnvloed wordt door de aanpassingen en verbouwingen die in de loop van de tijd (moeten) plaatsvinden. Bij een korte levensduur (minder dan 20 jaar) biedt het gebruik van vernieuwbare grondstoffen en demontabel bouwen een goede oplossing om de milieubelasting te verlagen. Bij lange levensduur zal het accent moeten liggen op een robuuste draagstructuur en een afbouwwijze die een flexibel gebruik mogelijk maakt. Ook daarbij zal demontabel bouwen een grote rol spelen. Tegelijkertijd kan het industrieel fabriceren van bouwcomponenten en de ontwikkeling van assemblagetechnieken op de bouwplaats dit proces versterken.

Zie het Infoblad '[Industrieel, flexibel en demontabel bouwen](http://www.duurzaambouwen.senternovem.nl)' op www.duurzaambouwen.senternovem.nl.

In de publicatie '[Time-based architecture](#)' (lit. 15) worden tal van voorbeelden van IFD-projecten beschreven.

1.3 Milieuproblematiek

Dat duurzaam bouwen noodzakelijk is èn blijft, blijkt wel uit rapporten zoals 'Kwaliteit en toekomst - Verkenning van duurzaamheid' (lit. 16), 'Milieubalans 2007' (lit. 17) en 'Natuurbalans 2007' (lit. 18). Niet voor niets deed het Wereld Natuur Fonds op de Klimaatconferentie in Montreal eind 2005 een dringende oproep om direct onderhandelingen te starten over de CO₂-reductie na 2012. In dat jaar lopen de afspraken uit het Kyoto-protocol namelijk af.

Eind 2007 zijn de VN-landen het op Bali eens geworden over het 'Bali Action Plan'. Dit plan geeft de onderwerpen aan waarover in 2009 afspraken moeten zijn gemaakt om in de periode na 2012 wereldwijd de nodige maatregelen te nemen om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen.

Al in 1971 ontwikkelde de Amerikaanse milieueconoom Commoner de formule $MB = B \times W \times M$ (lit. 4). Hierin staat MB voor milieubelasting, B voor bevolkingsomvang, W voor welvaart en M voor milieuefficiëntie. Begin jaren '90 is als beleidsdoel vastgesteld dat in 2030 de totale milieudruk met een factor 2 moet zijn afgenomen om van een duurzame ontwikkeling te kunnen spreken. Als de milieudruk moet halveren, terwijl de verwachting is dat de wereldbevolking zal verdubbelen en dat de gemiddelde welvaart gemiddeld zal verviervoudigen (voornamelijk buiten het Westen), dan moeten de milieueffecten van onze (bouw)activiteiten met een factor 20 (!) worden gereduceerd: $0,5 = 2 \times 5 \times 1/20$. Een niet geringe opgave, als bedacht wordt dat bijvoorbeeld het totale energieverbruik volgens de huidige inzichten de komende decennia nog zal toenemen.

Belangrijke milieuproblemen zijn onder andere:

- klimaatverandering; zie o.a. 'De Staat van het Klimaat 2007' (lit. 43), 'Klimaatverandering in stedelijke gebieden' (lit. 44), 'De toestand van het

klimaat in Nederland 2008' (lit. 50) en www.programmaark.nl

- overexploitatie van natuurlijke hulpbronnen
- aantasting van de leefomgeving
- verlies aan biodiversiteit (soortenrijkdom).

In het MilieuCompendium worden ook nog enkele andere bijdragen aan de milieudruk genoemd zoals emissies naar bodem en water door uitloging van bouwmaterialen.

In de volgende hoofdstukken wordt op de milieuaspecten per thema concreet ingegaan.

Aan de hand van een tiental voorbeelden geeft de publicatie 'Slimbouwen®' (lit. 19) een originele kijk op een aantal problemen in de bouw met betrekking tot duurzaamheid. Zo wordt onder andere aangehaald dat er in de gangbare woningbouwconstructies overdreven veel en zwaar materiaal gebruikt wordt. Dit vooral in verband met een goede geluidsisolatie. Lichter bouwen (met als consequentie een verhogend effect op de EPC) is zeker mogelijk maar vraagt om 'slimmere' constructies. Een ander voorbeeld is het ruimtegebruik voor constructies. Wanneer men erin slaagt om slanker te construeren, wat zeker mogelijk is, bespaart men ruimte waardoor ook de omhulling (gevel en dak) beperkt kan worden. Deze materiaalbesparing levert bovendien ook minder transport op met de daarbij behorende milieuvoordelen. De gedetailleerde studie 'Vermindering van het materiaalverbruik in de woningbouw' (lit. 20) komt tot gelijklopende conclusies met betrekking tot materialen. Zie ook paragraaf 3.2.

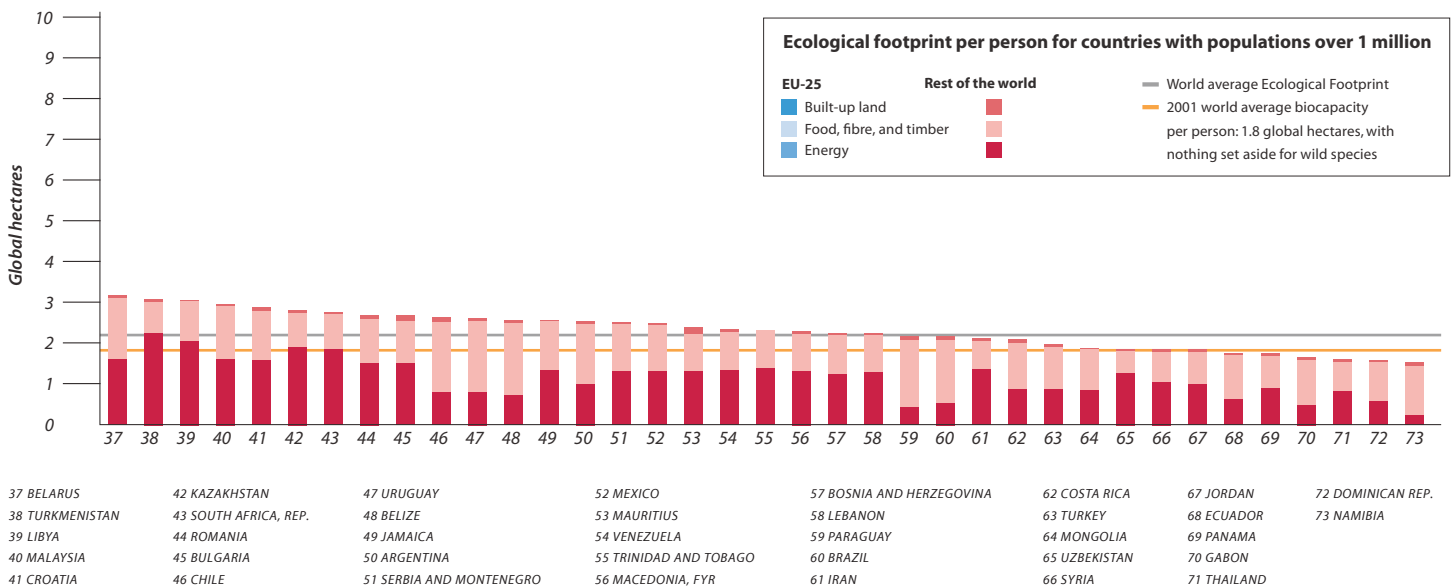
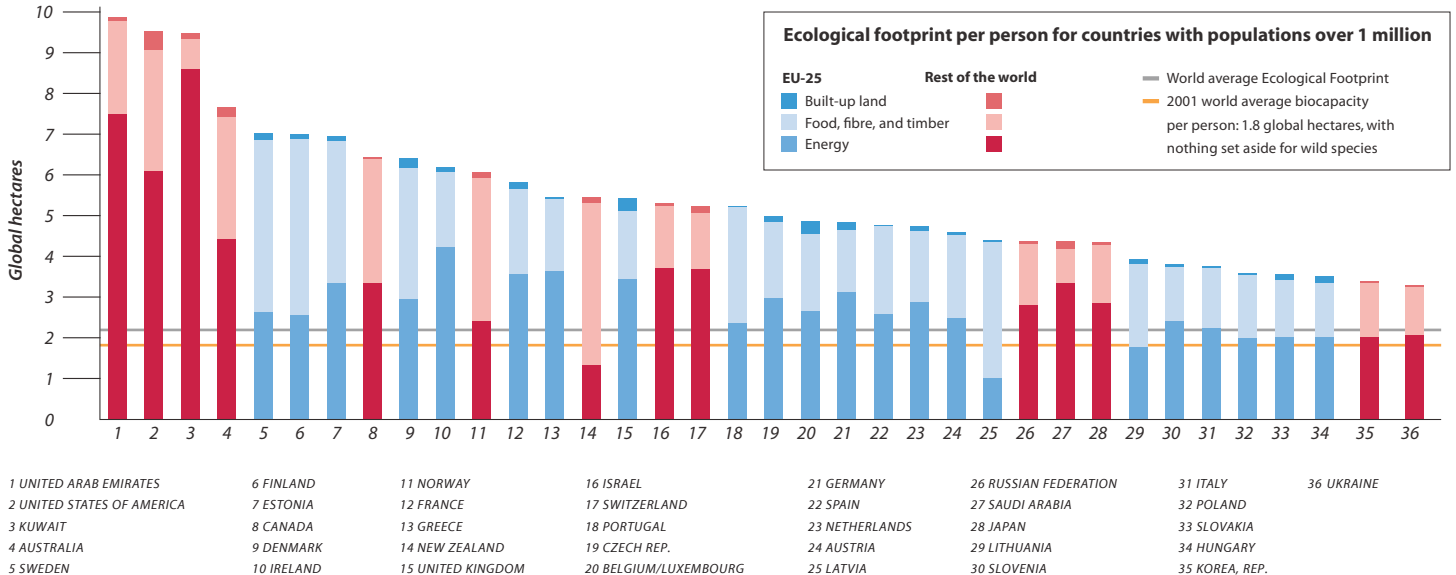
Ecologische voetafdruk

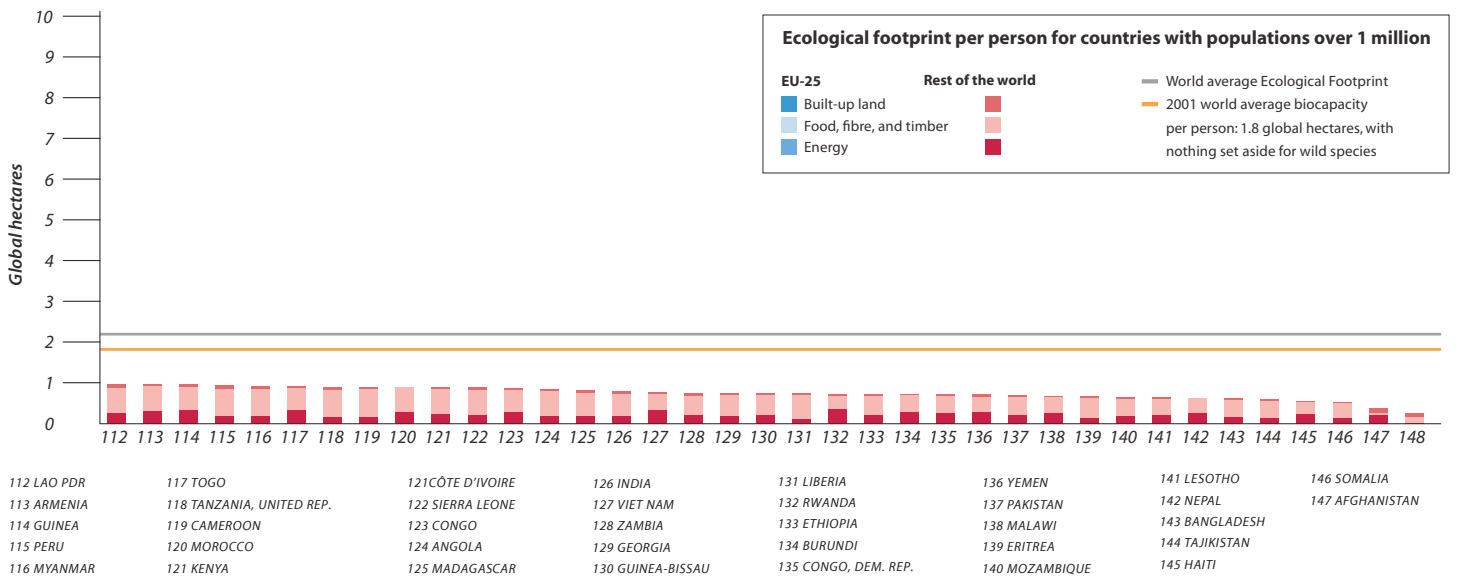
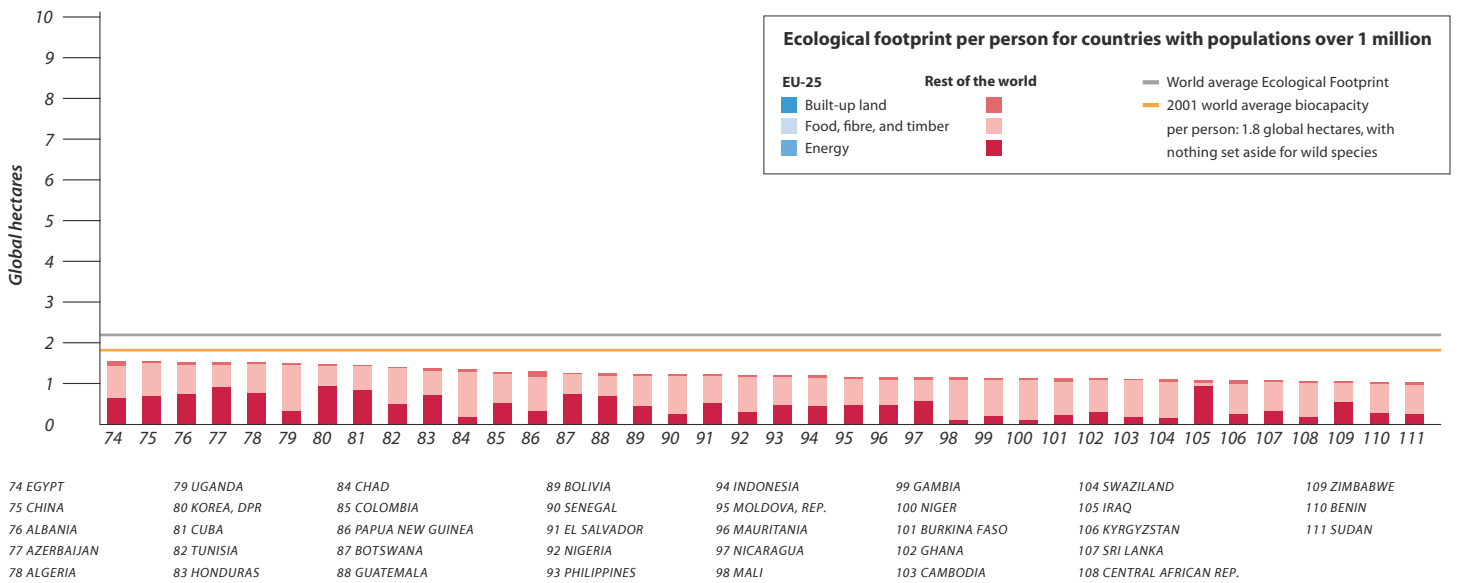
De zogenaamde 'ecologische voetafdruk' geeft een beeld van de omvang van de huidige milieudruk in ons land. Deze voetafdruk geeft het werkelijke plus denkbeeldig ruimtebeslag* weer dat nodig is voor de natuurlijke hulpbronnen. Vooral Europa en de VS gebruiken een onevenredig groot deel van de aardse hulpbronnen zoals hout, energie, vis en

overige natuurlijke voedingsmiddelen. Een gemiddelde Nederlander heeft 4,7 hectare nodig, zo blijkt uit het rapport 'Europe 2005 - The ecological footprint'. Hieruit is af te leiden dat het totale ruimtegebruik door alle Nederlanders samen 22 keer het oppervlak van ons land bedraagt (afb. 15). Voor de Europese Unie geldt een factor 2,2. Als alle aardse hulpbronnen evenredig verdeeld

zouden worden over de 6,2 miljard bewoners, zou per persoon 1,8 hectare beschikbaar zijn. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat een kwart van de aarde, inclusief visrijke zeeën, bruikbaar is. Niet iedereen vindt de ecologische voetafdruk een goed beeld geven omdat veel milieuproblemen niet in een bepaald ruimtebeslag zijn uitgedrukt (lit. 21).

Afb. 15: De ecologische voetafdruk per persoon per land in 2001. Bron: WNF.





* Let op: Er zijn ook andere definities of berekeningen van de ecologische voetafdruk in gebruik. Daardoor kunnen er aanzienlijke verschillen in benodigde oppervlaktes ontstaan. Maar de boodschap blijft hetzelfde: een aanzienlijke beperking van de milieudruk is binnen afzienbare tijd noodzakelijk.

Zo vermeldt het rapport 'Kwaliteit en toekomst' (lit. 16) een voetafdruk door ons land voor de consumptie van bos- en landbouwproducten van in totaal 2,5 maal het Nederlandse landoppervlak. Het gaat hierbij om alleen het werkelijke ruimtegebruik. Ook het rapport 'Nationale Milieuverkenning 5 / 2000 - 2030' (lit. 22) gaat uitgebreid in op het begrip ecologische voetafdruk en neemt ook andere behoeften mee.

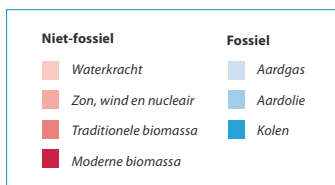
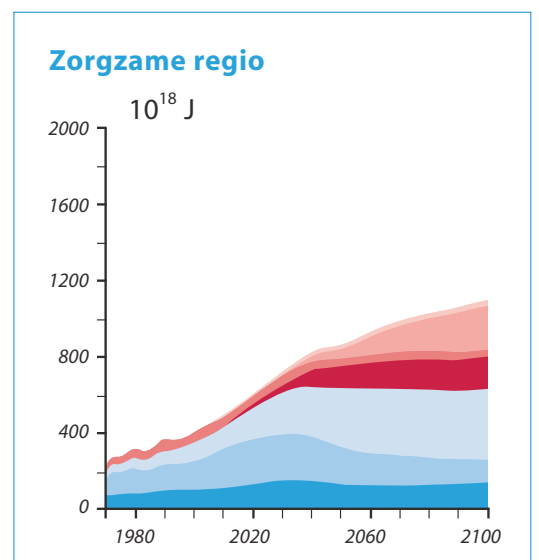
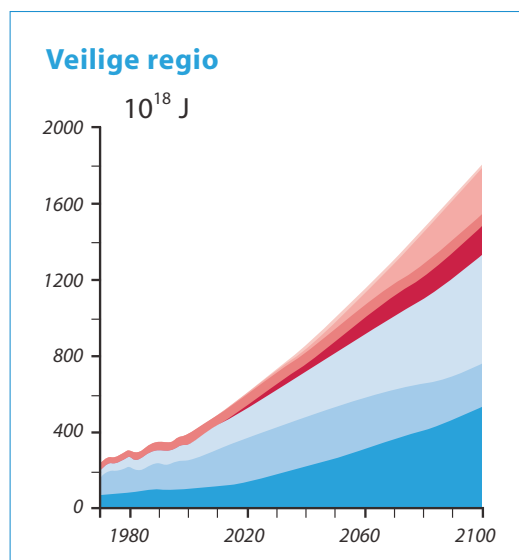
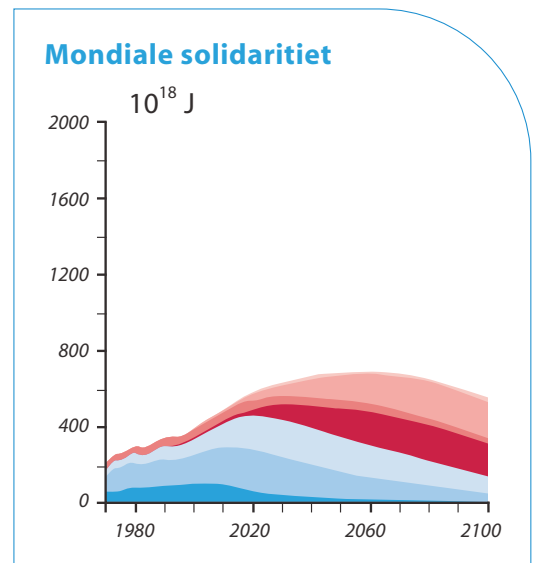
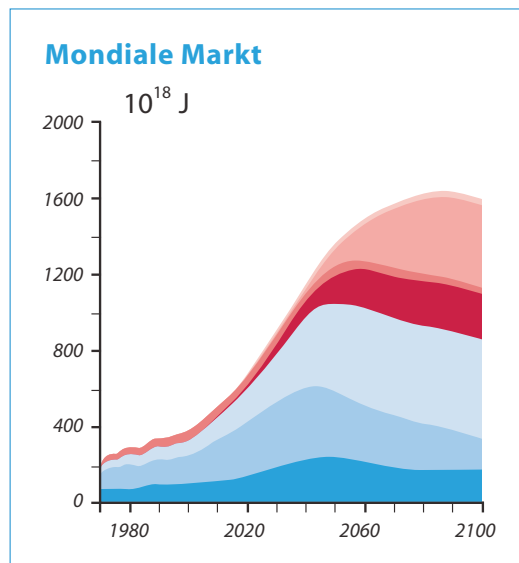
Scenario's

Met behulp van scenario's is het mogelijk om inzicht te krijgen in mogelijke ontwikkelingen zoals die van duurzaamheid. Het rapport 'Kwaliteit en toekomst - Verkenning van duurzaamheid' (lit. 16) heeft vier scenario's samengesteld. Deze vier geven elk een specifieke kijk op de invulling van duurzaamheid en de manier waarop die moet worden gerealiseerd. De scenario's, wereldbeelden genoemd, contrasteren in de mate van internationale verwevenheid (globalisering versus regionalisering) en in de keuze tussen efficiëntie en solidariteit. De scenario's zijn voor verschillende aspecten uit-

gewerkt, onder andere voor het thema energie. Het energieverbruik tot 2030 neemt in alle wereldbeelden verder toe (afb. 16). In de periode daarna worden de verschillen in de trends duidelijker zichtbaar. Slechts bij één scenario stabiliseert het verbruik zich rond 2050 en gaat vervolgens dalen. Rond 2100 komt het totale wereldverbruik bij dit scenario weer vrijwel overeen met het huidige verbruik, maar wel met een veel groter aandeel duurzame (hernieuwbare) energiebronnen dan nu het geval is. Maar zelfs bij dit scenario verloopt de gewenste stabilisering van het klimaat erg traag. Het verbruik in de overige scenario's blijft (voorlopig) nog aanzienlijk stijgen.

Afb. 16: Het totale mondiale energieverbruik van vier scenario's (lit. 16).

Het mondiale energiegebruik in de periode tot 2100 neemt in de wereldbeelden MONDIALE MARKT en VEILIGE REGIO sterker toe dan in de wereldbeelden MONDIALE SOLIDARITEIT en ZORGZAME REGIO.



1.4 Van experiment tot standaard

Deze paragraaf geeft in vogelvlucht een beeld van de ontwikkeling van duurzaam bouwen vanaf 1970. De keuze van projecten, beleidsmaatregelen en instrumenten is tamelijk willekeurig. De paragraaf is mede gebaseerd op de 'Historische lijn' van TU-Eindhoven (lit. 23) en de publicatie 'Kiezen voor verandering - Duurzaam Bouwen in Nederland' (lit. 24). Die publicatie beschrijft zowel de geschiedenis van duurzaam bouwen als een groot aantal gerealiseerde projecten.

1970 - 1980

De 'bolwoning' is één van de eerste experimenten in ons land waarbij een groot aantal milieumaatregelen zijn toegepast. De woning is gebouwd in 1974 door Stichting De Kleine Aarde in Boxtel en is daar anno 2008 nog steeds te bezichtigen. Een belangrijk uitgangspunt was het sluiten van kringlopen met behulp van onder andere een compost-toilet en een methaangasinstallatie.

De 'bolwoning' was een gepast eerste antwoord op de problematiek die de Club van Rome in 1972 in hun rapport 'Grenzen aan de Groei' aansneed: Zonder maatregelen zou binnen afzienbare tijd een tekort dreigen aan voedsel en grondstoffen. Kort daarna, in 1973, brak de zogenaamde eerste Energiecrisis (lit. 25) uit. De crisis duurde slechts kort maar was toch de aanleiding voor een landelijk beleid gericht op energiebesparing en energiediversificatie.

Slechts bij uitzondering kregen milieuaspecten anders dan energie, aandacht in de bouw. Als reactie hierop werd in 1976 de Vereniging van Integrale Biologische Architectuur, de VIBA opgericht met als doel gezond bouwen en wonen te stimuleren. De term duurzaam bouwen bestond nog niet, men sprak van milieuvriendelijk, ecologisch of biologisch bouwen. Deze termen werden vaak door elkaar gebruikt ondanks het (kleine) verschil in betekenis.

Eind jaren '70 kwam in het onderwijs milieubewust ontwerpen zowel op de faculteit Bouwkunde van de TU in Eindhoven als Delft op bescheiden schaal aan de orde.

1980 - 1990

Tot circa 1990 stond binnen milieubewust bouwen het thema energie centraal in onderzoek en demonstratieprojecten. Er was zowel aandacht voor energiebesparing door isolatie en efficiëntere installaties als voor het gebruik van zonne-energie. Het meest verregaande project in die tijd (1984) is wel het woningbouwproject in de Groningse wijk Beijum met een collectieve seizoensopslag voor zonnewarmte (lit. 26). Een jaar eerder werden de eerste 'minimum-energiewoningen' in Schiedam in gebruik genomen. Deze woningen hadden, zeker voor die tijd, een ongekend laag gemiddeld energieverbruik van ongeveer 425 m³ aardgas voor ruimteverwarming.

In de wijk Overbos 8 (1986) in Haarlemmermeer kreeg passieve zonne-energie ruime aandacht in zowel het stedenbouwkundige ontwerp als in de woningen. Naderhand werd dit energieaspect uitgebreid geëvalueerd: passieve zonne-energie bleek winstgevend en hoog gewaardeerd door de bewoners.

Vanaf midden jaren '80 werden mede dankzij de PREGO-regeling ook talloze andere proef- en demonstratieprojecten gerealiseerd en geëvalueerd. De regeling was gericht op energie, maar in sommige projecten paste men echter ook andere milieuaspecten toe zoals in het bankgebouw van de toenmalige NMB in Amsterdam Zuidoost (1987). Enkele bewonersgroepen realiseerden op eigen initiatief woningen met juist veel milieumaatregelen zoals het MW2-project in 's-Hertogenbosch.

In 1989 verscheen het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP). Kort daarop, na een kabinetwisseling, werd het NMP-plus (1990) uitgegeven met als bijlage de 'Rapportage Duurzaam bouwen'. Hiermee introduceerde het ministerie van VROM het begrip duurzaam bouwen als alternatief voor



Afb. 17: MW2, Mens en Milieuvriendelijk Woon Werkproject in 's-Hertogenbosch; ontwerp Renz Peijnenborg, Archi Service; realisatie 1986.

de toen gangbare begrippen zoals milieubewust bouwen, milieuvriendelijk bouwen en ecologisch bouwen. Deze begrippen werden toen door sommigen als onvoldoende inspirerend en te beperkend ervaren. In de nota stond een overzicht van de milieubelasting die een directe relatie had met het bouwen. Duidelijk bleek dat de bouw een belangrijke bijdrage kon leveren aan de noodzakelijke vermindering van de milieubelasting.

1990 - 2000

Begin jaren '90 realiseerde men de eerste duurzame woningbouwprojecten op buurtniveau: Ecolonia in Alphen a/d Rijn, Ecodus in Delft, Morra Park in Drachten en Het Groene Dak in Utrecht. Vooral in Ecolonia vond een uitgebreide evaluatie plaats van de milieuaspecten op woningniveau, zowel tijdens de bouw als na de ingebruikname. In het Morra Park werd het 'gesloten' watersysteem (zie par.6.2), iets nieuws in die tijd, uitgebreid gevolgd. Uit metingen bleek dat de waterkwaliteit zeer goed was en duidelijk beter dan het oppervlaktewater in de omgeving.

Ook werden de eerste dubo-instrumenten ontwikkeld zoals de DCBA-checklists, de Handleiding Duurzame Woningbouw en de Milieuclassificatie Bouwmaterialen.

Diverse gemeenten en regio's gingen met duurzaam bouwen aan de slag onder andere door het instellen van premies of door het hanteren van eisen aan (woning)projecten.

Zo voerde de gemeente Rotterdam een milieupremie (1991) in voor duurzame woningen en ging de gemeente Dordrecht checklists (1992) hanteren volgens de DCBA-methodiek. Stadsgewest 's-Hertogenbosch stelde in samenwerking met gemeenten, corporaties en de bouwsector het eerste regionale dubo-convenant (1994) in ons land op.

In 1994 zette het ministerie van VROM het programma Kwaliteit op Locatie op. Dit programma was gericht op de integratie van ruimtelijke kwaliteit, milieukwaliteit en volkshuisvesting in de grote (VINEX) nieuwbouwlocaties. Uitwisseling van kennis en ervaring stond daarbij centraal.

In 1995 verscheen het 'Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen: investeren in de toekomst' van VROM. Doel van dit plan was duurzaamheid 'een sterkere en op termijn vaste positie te geven in de besluitvorming over de inrichting en het gebruik van de gebouwde omgeving'. De nadruk lag op woningbouw. In 1996 werd het deelplan voor utiliteitsbouw uitgebracht.

Ook op stedenbouwkundig schaalniveau begon duurzaam bouwen meer aandacht te krijgen, zowel op papier als in concrete plannen. De VNG gaf, samen met Novem en SEV, een aantal publicaties over duurzame stedenbouw uit zoals 'Bouwstenen voor een duurzame stedebouw' (1996). In 1999 werd hierop verder gegaan met de uitgaven 'Het bestemmingsplan als instrument' (lit. 27) en het Nationaal Pakket Duurzame Stedebouw. Ook verscheen het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW (lit. 10). Rijkswaterstaat heeft dan al diverse publicaties uitgegeven voor de GWW-sector zoals 'Handreiking maatregelen voor de fauna langs weg en water' die in 2005 herzien werd (lit. 28).

Vanaf 1995 werden de zogenaamde VINEX-wijken fysiek zichtbaar zoals Nieuwland in Amersfoort met circa 4.700 woningen (1994-2001) en Leidsche Rijn (vanaf 1998) tussen Utrecht en Vleuten-De Meern met uiteindelijk in 2015 ongeveer 31.000 woningen (zie ook 'Evaluatie verstedelijking VINEX 1995 tot 2005' (lit. 45). Duurzaam bouwen kreeg bij deze plannen een duidelijke plaats bij de planvorming. In de genoemde evaluatie is hierover echter weinig terug te vinden. In het Masterplan (1995) voor Leidsche Rijn speelden drie begrippen een hoofdrol: compactheid, duurzaamheid en identiteit (lit. 29).

In 1996 werd het Nationale Dubo Centrum opgericht als centrale plek voor kennisoverdracht rondom duurzaam bouwen.

In dit jaar gaf de SBR het eerste Nationale Pakket Duurzaam Bouwen uit dat gericht was op nieuwbouwwoningen. Het pakket was bedoeld om duurzaam bouwen op grote schaal toegepast te krijgen in de bouwwereld. De jaren daarna verschenen dergelijke pakketten ook voor de bestaande woningen (1997) en voor utiliteitsbouw (1998).

In 1997 kregen 50 projecten de voorbeeldstatus via het programma 'Voorbeeldprojecten Duurzaam en Energiezuinig Bouwen'. Dit programma is vooral gericht op het stimuleren van duurzaam bouwen onder een brede doelgroep door kennisoverdracht via concrete projecten. Deze serie projecten is daarom uitgebreid geëvalueerd waarna een serie uitgaven over verschillende thema's en diverse soorten gebouwen (lit 1) is gepubliceerd. Ook zijn de ervaringen van bewoners in de woningbouwprojecten verzameld (2002) (lit. 2). Over het algemeen waren deze tevreden tot zeer tevreden, vooral over comfort, lagere energielasten, zonnige woningen en een prettige 'groene' woonomgeving. Enkele kanttekeningen werden wel geplaatst. Veel mensen zouden bij verhuizing zeker weer kiezen voor een dubowoning, als dat mogelijk is. En een behoorlijke groep mensen heeft er ook extra geld voor over.

In 1997 kwam het ministerie van VROM met het 'Tweede Plan van Aanpak Duurzaam Bouwen'. Het plan streefde naar een verbreding van duurzaam bouwen naar alle bouwsectoren. De bestaande woningvoorraad kreeg extra aandacht.

Tegelijkertijd met dit plan werd het 'Langetermijnperspectief Duurzaam Bouwen' gepubliceerd (lit. 30). Hierin werden, met het jaar 2030 als horizon, de ontwikkelingen en trends in de gebouwde omgeving geschetst, en de mogelijkheden om daar met duurzaam bouwen op in te spelen.

Eind jaren '90 verschenen enkele nieuwe instrumenten voor het kwantificeren van de milieubelasting: Greencalc voor de utiliteitsbouw (1998), Eco-Quantum voor de woningbouw (1999) en de Energie Prestatie op Locatie (EPL) voor de infrastructuur in een stedenbouwkundig plan. Om eenduidige informatie over de milieubelasting van bouwmaterialen en bouwproducten te geven werd het MRPI-certificaat geïntroduceerd (1999). MRPI staat voor Milieurelevante Productinformatie en is gebaseerd op levenscyclusanalyses (LCA's).

In 1999 werden via de regeling Duurzame Bedrijventerreinen ruim 60 projecten ondersteund. Ook de jaren daarna, tot 2003, werden nog meer projecten gerealiseerd (lit. 31, 32). Van 2004-2008 zal een Actieplan Bedrijventerreinen een algemeen vervolg hierop zijn.

Eind 1999 verscheen het 'Beleidsprogramma Duurzaam Bouwen 2000-2004: verankeren in beleid en praktijk'. Dit programma had als doel duurzaam bouwen definitief te verankeren in beleid en praktijk zodat er na 2004 geen aanvullend beleid meer noodzakelijk zou zijn. Extra aandacht werd besteed aan stedenbouw, consumenten en energie.

2000-2005

Rond 2000 kwam er ook meer aandacht voor het stimuleren van duurzaam bouwen bij particulier opdrachtgeverschap. Zo hanteerde de gemeente

Borne al enige jaren een statiegeldregeling voor dubo (vanaf 1996) en organiseerde de gemeente Hengelo een prijsvraag (1998) voor een aantal kavels. De gemeente Enschede koppelde in Oikos met succes dubo aan de gronduitgifte (2001) van een dertigtal vrije kavels. SenterNovem gaf enkele publicaties uit over energiebesparing en comfort gericht op particulier opdrachtgeverschap (lit. 33, 34).

In 2002 deed de BNA met 'Vitale Architectuur - een strategie tot duurzaam bouwen' een oproep aan de bouwwereld om dubo meer elan te geven: duurzaam bouwen is te zien als een integrale architectonische kwaliteit. Een reactie op het afnemende enthousiasme dat voor dubo leek te ontstaan.

Het ministerie van VROM kwam in 2002 met een Beleidsbrief over duurzaam bouwen. Hierin was speciale aandacht voor energie, materiaalgebruik en gezondheid en voor aansluiting bij de vraag uit de markt van bewoners en gebruikers van gebouwen en bij planontwikkelingen voor bestaande en nieuwe wijken. Langzamerhand werd duidelijk dat water in de gebouwde omgeving een integrale aanpak vereiste. Daarom werd in 2003 de 'watertoets' verplicht bij de ontwikkeling van ruimtelijke plannen.

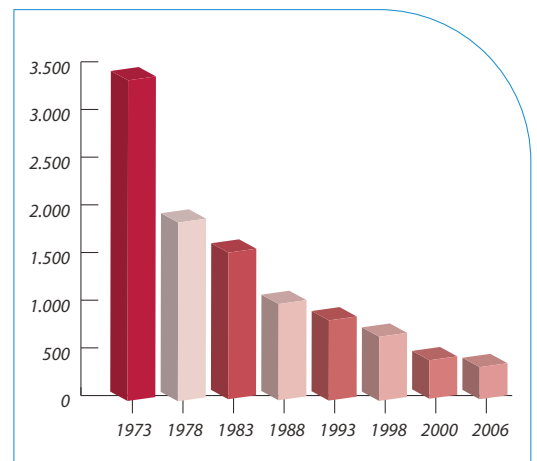
Door aantrekkelijke subsidieregelingen trad eind 2003 onder andere bijna een verdubbeling op van het aantal m² PV-panelen in ons land. De regelingen liepen kort daarna af of werden drastisch ingeperkt waardoor het toepassen van allerlei energiebesparende maatregelen weer sterk afnam. Januari 2006 is de EPC voor woningbouw verlaagd tot 0,8 (afb. 18a). Mede door deze verdergaande energiebesparing is (en wordt) er in onderzoek en demonstratieprojecten veel aandacht besteed aan gezondheid in relatie tot energiezuinige ventilatiesystemen.

Ook is (en wordt) er op diverse fronten gewerkt aan het beperken van de milieueffecten van bouwmaterialen. Tot een directe koppeling aan het

Bouwbesluit door een bepaalde prestatie-eis zoals voor energie is het nog niet gekomen.

Op de Nationale Dubo-dag eind 2005 constateerde Staatssecretaris Pieter van Geel dat er goede stappen gezet zijn richting verankering van duurzaamheid als kwaliteitsaspect in de bouw. Dit illustreerde hij met onder andere de toepassing in twintig gemeenten van één van de gangbare dubo-instrumenten en de uitreiking van de eerste 'Groenverklaring voor een utiliteitsgebouw, het kantoorgebouw Het Nieuwe Cambium in Wageningen.

Afb. 18a: Jaarlijks gasverbruik in m³ aardgas voor ruimteverwarming van een gemiddelde nieuwbouwwoning; het gaat om berekende waarden. (Bron: onder andere lit. 26)



Per december 1995 is de EPC ingevoerd als maat voor het energieverbruik; de maximale waarde voor nieuwbouwwoningen bedroeg per december 1995 1,4; per 1998 maximaal 1,2; per 2000 maximaal 1,0 en per 2006 0,8.

2005 – 2008

De discussie over duurzaamheid kreeg een stevige impuls door de documentaire 'An inconvenient truth' van Al Gore. Hierin schetst hij de noodzaak om de opwarming van de aarde direct aan te pakken. Het verhaal won aan kracht toen het VN-Klimaatpanel, het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), met de ondubbelzinnige boodschap kwam dat menselijke activiteiten in belangrijke mate de oorzaak zijn van de waargenomen klimaatverandering.

In 'Klimaatverandering in stedelijke gebieden' (lit.

44) (zie ook www.programmaark.nl) wordt ingegaan op de mogelijke gevolgen voor ons land. Zo komen het waterbeheer en het 'hitte-eiland-effect' van stedelijke gebieden aan de orde. Bij het waterbeheer gaat het onder andere om mogelijke maatregelen tegen de verwachte stijging van de zeespiegel, de toename van de afvoer van de grote rivieren in bepaalde periodes en de toename van hevige neerslag in een beperkte periode. Bij het hitte-eiland-effect gaat het om de relatief hoge luchttemperatuur in (dicht) verstedelijkte gebieden ten opzichte van het omliggende platteland. Door de klimaatverandering zal dit effect toenemen met mogelijke consequenties voor de volksgezondheid en de toename van het energieverbruik voor koeling.

Ook kreeg de aanpak 'Cradle to cradle' (afgekort tot C2C, van wieg tot wieg) (lit. 46) veel (media) aandacht. Het gaat hierbij om een ontwerpvisie voor producten (in ruime zin) waarbij bronnen en stromen (materialen, energie, water, etc.) gebruikt worden die met behoud van waarde steeds weer teruggegeven kunnen worden aan technische of biologische kringlopen. Voor de gebouwde omgeving betekent C2C dat gebouwen of wijken een meerwaarde hebben voor de omgeving of een (eco)systeem. Voorbeelden:

- een gebouw levert meer energie op dan het gebruikt;
- bouwdelen kunnen na gebruik weer terugkeren in een kringloop (zie bijv. afb. 9b, renovatieplan voor woonblokken in Hoogvliet en Kantoorgebouw XX, afb. 13);
- het afgevoerde water is schoner dan het toegevoerde water.

Bij de ontwikkeling van bijvoorbeeld de Floriade 2012 krijgt C2C volop de aandacht. Zo komt er een grote kas waarin o.a. kantoorfuncties zijn ondergebracht. In het gebouw zullen diverse kringlopen gesloten worden (afb. 18b).

Als vervolg op de VINEX maakte VROM regionale afspraken voor de woningproductie tussen 2005 en 2010. Voor de periode daarna (2010 – 2020) lan-



Afb. 18b: Ontwerp voor een kas/kantoorgebouw 'Villa Flora' op de Floriade 2012 in regio Venlo. Het gebouw zal energetisch zelfvoorzienend zijn. De bouwkundige constructie is zodanig gedetailleerd dat het betonskelet en de vloeren demontabel zijn. In het gebouw kan ook groente verbouwd worden.

Ontwerp: Architecten- en ingenieursbureau Kristinsson.

Initiatiefnemers: InnovatieNetwerk-agro en Stichting Innovatie Glastuinbouw Nederland (SIGN)

ceerde VROM het 'Actieplan woningproductie: bouwen wat nodig en gewenst is' (zie www.vrom.nl). Duurzaamheid zal volgens het plan ruime aandacht krijgen.

Bij het Actieplan wordt ook verwezen naar het onderzoek 'Verbeteren in plaats van slopen' (lit. 47). Hierin staan zes succesvolle voorbeelden beschreven van projecten waarbij (uiteindelijk) afgezien is van sloop. Het achterliggende idee van het behouden in plaats van slopen is vooral het behoud van de aanwezige stedenbouwkundige kwaliteit en de sociale structuur.

Als reactie op het vaak ontbreken van een goede gebruikshandleiding van installaties in woningen, verscheen een bundel beschrijvingen van de meest voorkomende installaties (www.mijninstallaties.nl). De ontwikkelaar of installateur kan hiermee een handleiding samenstellen, gericht op een specifiek project. In de handleiding wordt op de samenhang tussen de diverse installaties onderling en met het bouwkundige ontwerp ingegaan. Het doel van de handleiding is bewoners te informeren over het juiste gebruik van hun woninginstallaties met het oog op de verbetering van het

comfort in samenhang met gezondheid en energiebesparing. Vooral bij ventilatiesystemen blijkt goede informatie hard nodig ([www.vrom.nl/Dossier ventilatie](http://www.vrom.nl/Dossier_ventilatie))

1.5 *Beleid en regelgeving*

Door het integrale karakter van duurzaam bouwen heeft dubo met veel beleidssectoren te maken. En dus ook met veel verschillende beleidsnota's en daaruit voortvloeiende regelgeving over een groot aantal thema's. Hierbij zijn veel verschillende partijen betrokken zoals 'Europa' en landelijke, provinciale, regionale en gemeentelijke overheden. Daarnaast zijn nog tal van instanties en organisaties actief die een relatie hebben met dubo-beleid of regelgeving zoals waterschappen en energiebedrijven.

Het gaat dus niet alleen om beleid met betrekking tot bouwen en ruimtelijke ordening, maar ook tot bijvoorbeeld het milieu in het algemeen, energie, grondstoffen, natuur en landschap, water, cultureel erfgoed en afval.

In de bouwpraktijk spelen natuurlijk nog allerlei andere partijen een rol en ook die hebben vaak een bepaald beleid (of standpunt) ten aanzien van duurzaam bouwen. Zo wil de BNA dubo meer elan geven en wil de [NEPROM](#) steden slim verdichten. Het Wereld Natuur Fonds geeft al enige jaren samen met SenterNovem een stimulans aan dubo met het [certificaat Zonnewoning](#).

In 2008 heeft het kabinet het [nationale beleid](#) op het gebied van duurzaam bouwen aangescherpt. Er is vooral veel aandacht voor energiebesparing en gebruik van duurzame energie: In 2020 moet alle nieuwbouw energieneutraal zijn. Met marktpartijen is een convenant gesloten ('Meer met minder') met als doelstelling dat in 2020 30% energie bespaard wordt in 2,4 miljoen bestaande woningen en andere gebouwen. Ook wordt vóór 2011 de eis voor de energieprestatie van nieuwe

gebouwen met 25% aangescherpt.

Hier volgt een overzicht van enkele belangrijke beleidsstukken (mede) gericht op duurzaam bouwen:

NMP4 (2001) / Toekomstagenda Milieu: schoon, slim, sterk (2006)

Het '[NMP4](#)', het 'Vierde Nationaal Milieubeleidsplan' met als titel 'Een wereld en een wil - werken aan duurzaamheid', verscheen in 2001 (lit. 35). Deze nota vormt nog steeds de algemene basis van het nationale milieubeleid anno 2008, samen met het NMP3.

In 2006 bracht het kabinet de 'Toekomstagenda Milieu: schoon, slim, sterk' (lit. 48) uit. Deze nota is een nadere invulling van het beleid om de doelen uit het NMP4 daadwerkelijk te gaan halen. Voor de bestaande bouw komt het kabinet bijvoorbeeld met het plan voor de energielabeling. Deze is per 1 januari 2008 ingevoerd. Zo moet een woning bij de verkoop verplicht voorzien zijn van een label met daarop een aanduiding van de energetische kwaliteit. Verder zal een visie ontwikkeld worden met duidelijkheid over de verdere eisen t.a.v. de EPC gedurende de komende 10 jaar. Ook komt bijvoorbeeld 'water' aan bod. Geconstateerd wordt dat de voor 2015 gewenste kwaliteit van oppervlakte- en grondwater nog een krachtige inzet nodig heeft. Een efficiënte aanpak van de hele waterketen is noodzakelijk. Voor de gebouwde omgeving betekent dit o.a. efficiënter omgaan met regenwater ('loskoppelen' van afvoer van regenwater van het vuilwaterriool) en watersystemen inzetten ter verbetering van de ruimtelijke kwaliteit.

Beleidsbrief Duurzaam Bouwen (2002)

In deze [Beleidsbrief](#) (stuk 24 280 nr 22 jaar 2001-2002) van VROM staan de volgende drie aspecten genoemd waarop het rijksbeleid zich de komende jaren zal toespitsen:

- energiebesparing met het doel CO₂-reductie;
- verantwoord materiaalgebruik;
- verbetering van het binnenklimaat met het oog op de gezondheid van bewoners en gebruikers van gebouwen.

Met nadruk wordt vermeld dat dit niet betekent dat het integrale karakter van duurzaam bouwen uit het oog wordt verloren. In de bij de brief behorende bijlagen worden enkele concrete activiteiten aangekondigd zoals het stimuleren van de EPA (EnergiePrestatieAdvies), het stimuleren van energiebesparing in de GWW-sector en het stimuleren van het gebruik van (FSC) gecertificeerd hout.

Nota Wonen (ontwerp 2000, 2004)

In de Nota 'Mensen, Wensen, Wonen' heeft het toenmalige kabinet zijn visie op het wonen in de 21e eeuw neergelegd. Onder het motto 'Mensen, Wensen, Wonen' stelt de nota de burger centraal in het woonbeleid. Dat is nodig, want uit onderzoek is gebleken dat de woonwensen van de burger nog onvoldoende worden bediend.

De kernthema's van de nota zijn:

- meer zeggenschap voor burgers over woning en woonomgeving;
- kansen scheppen voor mensen in kwetsbare posities;
- maatwerk in wonen voor mensen die zorg nodig hebben;
- kwaliteit van wonen in steden vergroten;
- meer ruimte voor 'groene' woonwensen.

In de nota komt op tal van plekken duurzaamheid aan de orde. De nota benadrukt het belang van een integrale aanpak in de bouw (zie citaten). Verder wordt geconstateerd dat dubo in de bestaande bouw nog in de beginfase verkeert. Dat is anno 2006 mede dankzij veel IPSV-projecten niet meer het geval.

Citaten Nota Wonen:

'Omdat milieukwaliteit wordt bepaald door een veelheid aan aspecten en dwars door alle beleids-terreinen heen gaat, zijn conflicterende belangen of beleidsdoelen niet uit te sluiten. Een goede afweging kan dan ook alleen gemaakt worden wanneer een bepaald gebied (buurt of wijk) geheel wordt bekeken en de sociale en maatschappelijke aspecten in relatie worden gebracht tot de economische en fysieke aspecten. In het milieubeleid wordt deze integrale

gebiedsgerichte benadering al een aantal jaren toegepast, zoals in het project Stad & Milieu. Dit project heeft als doel te voorkomen dat milieunormen worden gezien als belemmerende factor in de ontwikkeling van gebieden. Deze integrale benadering vereist maatwerk. Belangrijk daarbij is dat in het planproces alle relevante belangen van overheid, bedrijfsleven en burgers worden meegewogen.'

Over fysieke transformatie van (probleem)wijken: ...'transformatie betekent niet onmiddellijk 'rijdt u de bulldozer maar voor'. Uit de discussieronden voorafgaand aan deze nota sprak menigeen de angst uit dat transformatie 'een paternalistische hobby van bestuurders' zou worden. Fysieke aanpassingen van de wijk en differentiatie van de voorraad zijn niet dé panacee om alle problemen op te lossen. In zogenoemde 'probleemwijken' wonen mensen. Veel van wat we stedelijke problematiek noemen (criminaliteit, sociale overlast, onderwijsproblematiek) kan en moet ook via de sociale infrastructuur aangepakt worden.

Nota Ruimte (2006)

De Nota Ruimte is in 2006 door de Eerste Kamer goedgekeurd. De nota bevat het overheidsbeleid over de ruimtelijke ontwikkeling van ons land.

Het gaat daarbij om inrichtingsvraagstukken die spelen tussen nu en 2020, met een doorkijk naar 2030. Het gaat in de nota om hoofdlijnen.

De Ruimtelijke Hoofdstructuur vormt de kern van de nota. Het gaat hierbij om de gebieden en netwerken die de overheid van nationaal ruimtelijk belang acht zoals zes stedelijke netwerken, de kust en de Waddenzee.

De rijksoverheid kiest voor 'decentraal wat kan en centraal wat moet'. Dit betekent dat taken en verantwoordelijkheden verschoven worden naar provincies, waterschappen en gemeenten. Zo stelt de nota provincies en waterschappen primair verantwoordelijk voor het voorkomen van wateroverlast en watertekorten.

De nota heeft diverse raakvlakken met duurzaam bouwen vooral op stedenbouwkundig niveau.

Zo krijgt het thema water veel aandacht. In ruimtelijke visies en plannen moeten waterhuishoudkundige argumenten nadrukkelijk worden meegenomen.

Ook het thema groen komt uitgebreid aan bod. Vanwege de leefbaarheid en gezondheid is meer ruimte nodig voor 'groen' in en om de stad. Verder is er aandacht voor onder andere stedelijke netwerken, infrastructuur, cultuurhistorische waarden, landschap, winning van bouwgrondstoffen zoals zand, windenergie en drink- en industriewaterwinning.

De nota gaat ook in op meer theoretische zaken zoals de 'lagenbenadering' en biedt daarom voor het onderwijs veel nuttige informatie.

Overige belangrijke beleidsnota's

Ook op deelgebieden zijn er belangrijke beleidsnota's zoals het Energierapport 2008, de nota Nieuwe energie voor het klimaat' (2007), de Nota Mobiliteit (2005), de Vierde Nota Waterhuishouding (1999), Het Landelijk Afvalbeheerplan 2002-2012 (2004), het Tweede Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen (2001) en de Nota Belvedere (1999). Deze nota's zullen in de themahoofdstukken aan de orde komen.

Andere nota's

Naast de beleidsnota's zijn er ook nota's waarop het nationale overheidsbeleid met betrekking tot duurzaamheid mede is gebaseerd. Drie recente nota's komen hierna aan de orde. Verder is natuurlijk het Europese milieubeleid met bijbehorende wetgeving en richtlijnen, en internationale verdragen van groot belang. Enkele voorbeelden zijn de Europese regelgeving voor luchtkwaliteit, de EU-richtlijn energieprestaties van (woon)gebouwen (EPBD), de EU-Kaderrichtlijn Water, het 'Verdrag van Valletta' (of 'Malta', behoud erfgoed) en het 'Kyoto-klimaatverdrag'. Zie ook de portaal-site van de [Europese Unie](#) met onder andere een subsite over [stadsmilieu](#).

Kwaliteit en toekomst - Verkenning van duurzaamheid (2004)

Dit rapport '[Kwaliteit en toekomst](#)' (lit. 16) is door het Milieu- en Natuurplanbureau van het RIVM op verzoek van VROM opgesteld.

Aan de hand van vier wereldbeelden worden in deze verkenning vier antwoorden gegeven op de duurzaamheidsvraag. De werelden geven elk een specifieke kijk op de kwaliteit van leven en de manier waarop die kwaliteit moet worden gerealiseerd. Ze contrasteren in de mate van internationale verwevenheid (globalisering versus regionalisering) en in de keuze tussen efficiëntie en solidariteit.

Het rapport gaat specifiek in op mobiliteit, energie- en voedselvoorziening. Bij deze thema's worden aan de hand van de wereldbeelden de milieugevolgen concreet toegelicht. Er is veel cijfermatige informatie.

Milieubalans 2007

De [Milieubalans](#) (lit. 17) wordt jaarlijks opgesteld door het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP). Dit rapport beschrijft de toestand van het milieu en de invloed die het beleid daarop heeft gehad met verwijzing naar het Europese en overige internationale beleid. Ook beleidsdilemma's komen aan de orde.

De 'Milieubalans 2007' gaat onder andere in op klimaatverandering, de luchtkwaliteit, de milieukwaliteit van de stedelijke omgeving, milieu en gezondheid en de toename van het elektriciteitsverbruik bij huishoudens. Ook zet men vraagtekens bij het gebruik van biobrandstoffen: de neveneffecten zijn niet altijd even duidelijk.

Ook komt de mogelijke winst voor de gezondheid door groen aan de orde. Het rapport komt tot de conclusie dat er wel aanwijzingen voor een positief effect zijn, maar dat er nog veel onduidelijk is. Dit wordt bevestigd door de kennisagenda 'Natuur en Gezondheid in maatschappelijk perspectief'

(2007)(lit. 49), waarin wordt geïnventariseerd welke soort natuur en groen van belang is voor welke bevolkingsgroep en welke onderzoeksvragen hierbij bestaan.

Verder wordt verwezen naar het 'Actieprogramma Gezondheid en Milieu' dat gericht is op o.a. een gezond binnenmilieu in woningen, scholen en kindercentra. Onderdeel van dat programma is het onderzoek met bijbehorend rapport 'Gezondheidsaspecten van woningen in Nederland' (2007) dat in hoofdstuk 5 van het Basisdocument aan de orde komt. Dit rapport vertelt over de resultaten van fysische, chemische en biologische metingen in 1.240 woningen in ons land. In de Milieubalans is een samenvatting opgenomen.

In de Milieubalans wordt verwezen naar www.milieuenatuurcompendium.nl. Deze site geeft veel cijfermatige informatie over natuur en milieu.

Natuurbalans (2007)

De Natuurbalans (lit. 18) wordt net als de Milieubalans jaarlijks opgesteld door het Milieu- en Natuurplanbureau. Het rapport behandelt de ontwikkeling van de kwaliteit van natuur en landschap in relatie tot het gevoerde beleid.

In de Natuurbalans komen diverse thema's aan bod met nadruk op landschap, natuur, groen in en om de stad, en fauna (soortenrijkdom). Geconstateerd wordt dat door de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) de omvang van het totaal aan natuurgebied wel toeneemt, maar dat de versnippering toch te groot blijft. Nederland kan daardoor internationale afspraken over duurzaam behoud van biodiversiteit niet nakomen. Dit kan wél als de EHS alternatief wordt ingevuld door meer grote eenheden te realiseren.

De Natuurbalans geeft ruime aandacht aan het gebruik en waardering van groen in de woonomgeving. Er is te weinig groen, vooral in de

Randstad en in de directe woonomgeving in tal van (grote) steden.

Ook wordt aan drie specifieke gebieden aandacht besteed als voorbeeld van de ontwikkelingen die aan de gang zijn.

Regelgeving

Voor woningen en gebouwen is in relatie tot duurzaam bouwen vooral van belang:

- het Bouwbesluit (www.minvrom.nl);

Verder spelen de Woningwet en het Bouwstoffenbesluit een bescheiden rol.

Voor de stedenbouw zijn in relatie tot duurzaam bouwen vooral van belang:

- de Wet op de Ruimtelijke Ordening; de publicatie 'Het bestemmingsplan als instrument voor duurzame stedenbouw' (www.duurzaambouwen.senternovem.nl) geeft veel handige informatie over de (juridische) mogelijkheden voor duurzaamheid in de stedenbouwkundige planvorming.
- de Natuurbeschermingswet (zie verder paragraaf 6.3);
- de Flora- en faunawet (zie verder paragraaf 6.3);
- de Waterwet (zie verder paragraaf 6.2);
- de milieueffectrapportage; in een m.e.r. (lit. 36) kan duurzaamheid een rol spelen bij de afweging tussen varianten. Het maken van een m.e.r. is verplicht bij onder andere grote woningbouwprojecten: 2.000 of meer woningen buiten de bebouwde kom, of 4.000 of meer woningen binnen de bebouwde kom.

Bouwbesluit

Het Bouwbesluit bevat, als gevolg van de Woningwet, voor woningen en gebouwen de minimum bouwtechnische voorschriften over veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu. Voor nieuwbouw gelden meestal verdergaande eisen dan voor de bestaande bouw. Naast de doelschriften gaat het Bouwbesluit steeds meer richting prestatie-eisen. Om de regelgeving niet (nog) verder uit te breiden, zijn geen eisen in het Bouwbesluit opgenomen

over de water- en de stralingsprestatie, wat eerder wel de bedoeling was. Het thema milieu zal in de toekomst misschien wel worden uitgebreid met dubo-prestatie-eisen ten aanzien van de toe te passen materialen.

In het Bouwbesluit staat welke NEN-normen van toepassing zijn, en welke kwaliteitsverklaringen kunnen worden toegepast. De NEN-normen geven bepalingmethoden aan waarmee aan de prestatie-eisen wordt voldaan.

De EU-Richtlijn Bouwproducten zal leiden tot nieuwe geharmoniseerde Europese bepalingmethoden, die bestaande methoden in het Bouwbesluit zullen gaan vervangen.

EU

De wet- en regelgeving op veel gebieden verschuift richting de Europese Unie. Beleid en afspraken die binnen de EU worden bepaald, zoals de Europese Emissierichtlijnen, zijn kaderschepend voor de deelnemende landen van de EU. Het individuele land kan nog wel aanvullend en verdergaand beleid vaststellen.

Zie voor Europees milieubeleid het [Handboek Implementatie milieubeleid EU in Nederland](#).

Milieuproblemen kunnen om een wereldwijde aanpak vragen. Via internationale verdragen zijn beleidsafspraken te maken. Het '[Kyoto-klimaatverdrag](#)' (in werking getreden in 2005) is daarvan een goed voorbeeld.

1.6 Methodieken en instrumenten

Er zijn diverse methoden en vele instrumenten voorhanden om duurzaamheid in de gebouwde omgeving te stimuleren, te integreren en te analyseren. In het [Instrumentenpalet](#) duurzaam bouwen van SenterNovem is een uitgebreid overzicht opgenomen van gangbare hulpmiddelen, zowel methodieken als instrumenten. Diverse hiervan komen ook in de themahoofdstukken ter sprake.

In het Instrumentenpalet worden vier groepen hulpmiddelen onderscheiden:

- 1 prestatie-instrumenten
- 2 checklisten en voorkeurslijsten
- 3 communicatie- en ambitie-instrumenten
- 4 kapstok-instrumenten

In de praktijk is de begrenzing tussen deze vier groepen niet altijd even duidelijk: sommige hulpmiddelen kunnen in meerdere groepen ingedeeld worden. Zo spelen prestatie-instrumenten en checklisten vaak een belangrijke rol bij de communicatie over duurzaamheid. Checklisten geven soms ook een prestatie aan. Weliswaar niet cijfermatig maar met letters of met een percentage genomen maatregelen van het totale aantal maatregelen. De vier groepen nader toegelicht:

- 1 Prestatie-instrumenten: dit zijn instrumenten die door middel van één totaalcijfer of een cijfer per thema de prestatie(s) weergeven van de duurzaamheid van een gebouw of van de gebouwde omgeving. Het kan gaan om een 'rapport'cijfer, een index of een ander getal. Enkele voorbeelden:
 - [GreenCalc+](#) ;
 - [Eco-quantum](#) (lit. 37) ;
 - [GPR](#) Gebouw;
 - [DuBoCalc](#) voor de GWW-sector;
 - de [EPL](#), de EnergiePrestatie op Locatie;
 - [DPL](#), het Duurzaamheidsprofiel van een Locatie; levert een duurzaamheidsprofiel.
 - BREEAM; een internationale kwalitatieve beoordelingsmethode; de Stichting Dutch Green Building Council (www.dgbc.nl) gaat op basis van deze methode labels uitgeven aan duurzame gebouwen; de methode wordt aan de Nederlandse situatie aangepast.

- 2 Checklisten en voorkeurslijsten: instrumenten die uitgaan van lijsten met duurzame maatregelen; de Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen voor woningbouw en utiliteitsbouw (voor beide zie www.sbr.nl/digitale producten) en het [Nationale Pakket Duurzaam Bouwen GWW](#) zijn bekende voorbeelden hiervan.

Op www.sbr-info.nl is de digitale Dubocatalogus te raadplegen als u een abonnement heeft. Deze catalogus vervangt op termijn de Nationale Pakketten voor de woning- en utiliteitsbouw.

3 Communicatie- en ambitie-instrumenten; dit zijn instrumenten die als doel hebben de communicatie over duurzaamheid tussen diverse betrokken partijen te vergemakkelijken en/of waarmee duurzame ambities zijn vast te stellen; de verscheidenheid is groot. Enkele voorbeelden:

- de [DCBA-checklist](#) voor nieuwe en bestaande woning- en utiliteitsbouw van de Gemeente Dordrecht en Regio Zuid-Holland zuid, vanaf 1992; in latere jaren omgebouwd tot een digitaal scoremodel.
- de [Toolkit duurzame woningbouw](#): een verzameling materiaal- en energieconcepten met uitgebreide informatie over de maatregelen en kosten (lit. 38).
- '[De wijk ontrafeld](#)': Waarderingsinstrument om fysiek ruimtelijke kwaliteiten van wijken in kaart te brengen' (lit. 39); dit is een te downloaden brochure met een waarderings-schema voor bestaande wijken, met aandacht voor onder andere duurzaamheid, woon- en leefstijlen. Het instrument is bedoeld

om bij de planvorming voor herstructurering knelpunten en kansen vroegtijdig te kunnen ontdekken.

- de [Analysematrix duurzame gebouwen](#) (afb. 19); een methode voor de analyse van duurzaamheid van gebouwen voor architecturstudenten, ontwikkeld door TU-Eindhoven. Het achterliggende idee is om naast meetbare prestaties ook andere kwaliteiten in een beoordeling mee te nemen zoals de inpassing van een gebouw in de omgeving en de afstemming op de gebruikers.
- '[EP-check](#)': alleen voor energie. Een programma speciaal bedoeld voor gemeenteambtenaren die zich bezighouden met het toetsen en handhaven van EPC-berekeningen. Het programma wordt ook veel gebruikt door architecten en installatie-/adviesbureaus voor de controle van EPC-berekeningen.

4 Kapstok-instrumenten: instrumenten die als een soort 'kapstok' fungeren en waar allerlei andere deelinstrumenten onder kunnen hangen.

Voorbeelden:

- [MIRUP](#).
- [Woonconcepten voor milieubelaste gebieden](#); dit werkboek beschrijft een methode voor het ontwikkelen van woonconcepten in milieubelaste gebieden (lit. 40).

1	2	3
opdrachtgever	VISIE architect	PVE
4	5	6
concept	ONTWERP integratie	detail
7	8	9
gebouw	RESULTAAT gebruikers	monitoring prestaties



Afb. 19: [Analysematrix](#) duurzame gebouwen, TU-Eindhoven, Faculteit Bouwkunde. De analyse vindt plaats in negen stappen die naar eigen inzicht ingevuld kunnen worden. Per stap is een aantal vragen gedefinieerd om de analyse op gang te brengen (docent G.J.v.d.Brand) (lit. 41). Links de matrix met trefwoorden, rechts de matrix ingevuld voor het [XX-kantoor](#) in Delft.

Literatuur en sites

- 1 Wat leren de voorbeeldprojecten ons? Een serie over de Voorbeeldplannen Duurzaam en energiezuinig bouwen, verschenen omstreeks 2000, met de volgende uitgaven:
 - Duurzame energie - Wat leren de voorbeeldprojecten ons?; W/E adviseurs en Adviesbureau Nieman, gezamenlijke uitgave van SEV, Novem en Nationaal Dubo Centrum.
 - Duurzaam Materiaalgebruik - Wat leren de voorbeeldprojecten ons?; W/E adviseurs en Adviesbureau Nieman, gezamenlijke uitgave van SEV, Novem en Nationaal Dubo Centrum.
 - Duurzaam Watergebruik - Wat leren de voorbeeldprojecten ons?; W/E adviseurs, gezamenlijke uitgave van SEV, Novem en Nationaal Dubo Centrum.
 - Duurzame Schoolgebouwen - Wat leren de voorbeeldprojecten ons?; dgmr Raadgevende Ingenieurs, gezamenlijke uitgave van SEV, Novem en Nationaal Dubo Centrum.
 - Duurzame Kantoorgebouwen - Wat leren de voorbeeldprojecten ons?; dgmr Raadgevende Ingenieurs, gezamenlijke uitgave van SEV, Novem en Nationaal Dubo Centrum.
- 2 duurzaam bouwen duurzaam wonen; Dubo-woningen en hun bewoners; SEV, uitgave Æneas, Boxtel, 2002.
- 3 Het Nieuwe Ecologisch Bouwen; prof. ir. K. Duijvestein, collegedictaat TU-Delft, Faculteit Bouwkunde, StadsOntwerp & Milieu (SOM), Delft, 2002.
- 4 Duurzaam huisvesten - een leidraad voor strategisch denken; J. van Kasteren e.a., VROM en NAI Uitgevers te Rotterdam, 2002.
- 5 Trends - over de relatie duurzaam bouwen en de bouw trends van de toekomst; Anke van Hal en Jacques Vink, Æneas te Boxtel, 2003.
- 6 Duurzame stedenbouw, perspectieven en voorbeelden; F. Adriaens e.a.; Uitgeverij Blauwdruk te Wageningen, 2005.
- 7 Eindrapportage Onderzoek Financieel rendement duurzaam bouwen; Nationaal DuBo Centrum, Rotterdam, 2004.
- 8 Praktijkboek Gezonde gebouwen; SBR, 2002 met aanvullingen.
- 9 Wadi - een natuurlijke regulering van hemelwater; Ingenieursbureau Tauw en Gemeente Enschede, Enschede, september 1999.
- 10 Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW; Nationaal DuBo centrum, CUR en CROW, uitgave CROW; wordt regelmatig aangepast.
- 11 De duurzaam bouwen tetraëder: een nieuw beleidsinstrument; K. Duijvestein, in: Dubo Jaarboek 2004, Æneas te Boxtel, 2003.
- 12 Duurzaam leefbaar; M. van Dorst, Stichting GIDO (www.gido.nl) te Naarden, 2002.
- 13 Bouwen met tijd - Een praktische verkenning naar de samenhang tussen levensduur, kenmerken en milieubelasting van woningen; SEV te Rotterdam, 2004.
- 14 XX, een gebouw als prototype van een nieuw milieuconcept; levensduur=gebruiksduur; H. Klomp en J. Post, SEV, 1999.
- 15 Time-based architecture; B. Leupen e.a.; 010 publishers te Rotterdam, 2005.
- 16 Kwaliteit en toekomst - Verkenning van duurzaamheid, MNP/RIVM te Bilthoven, SDU uitgevers, Den Haag, 2004.
- 17 Milieubalans 2007; Milieu- en Natuurplanbureau, (MNP), Bilthoven, september 2007.
- 18 Natuurbalans 2007; Milieu- en Natuurplanbureau, RIVM, uitgave SDU uitgevers, Den Haag, 2007.
- 19 Slimbouwen®; J. Lichtenberg, Æneas te Boxtel, 2005.
- 20 Vermindering van het materiaalverbruik in de woningbouw; J. Stroband, Bekker & Stroband te Amsterdam en E. Israëls, BOOM te Delft, VROM - DGV, 1994.
- 21 bron: J. v.d. Bergh, VU Amsterdam, in artikel: Mijn grootste zonde zijn al die verre vliegvakanties; M. Aarden, in: De Volkskrant, 24/12/2005.
- 22 Nationale Milieuverkenning 5 / 2000 - 2030; RIVM te Bilthoven, Samsom, 2000.
- 23 De Historische lijn; in: Reader Duurzame Bouwtechniek, ir G.v.d.Brand en prof. ir. J.Post, 2001.

- 24 Kiezen voor verandering - Duurzaam bouwen in Nederland; Anke van Hal en Ger de Vries; Æneas te Best, 2000.
- 25 De isolatiegolf - Overzicht van vijftien jaar energiebesparing in de woningbouw; BOOM te Delft, uitgave Novem te Sittard, 1989.
- 26 Vademecum Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen, uitgave 2000; BOOM te Delft, Novem te Sittard, 2000.
- 27 Het bestemmingsplan als instrument voor duurzame stedenbouw; BRO, uitgave ministerie van VROM, 1999.
- 28 Leidraad faunavoorzieningen bij wegen; Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, 2005.
- 29 Woningbouw in Leidsche Rijn, Projectdocumentatie 1997 - 1999; uitgave gemeente Utrecht en gemeente Vleuten-De Meern, 2000.
- 30 Langetermijnperspectief Duurzaam Bouwen; NovioConsult, VROM, 1997.
- 31 Werken aan duurzame bedrijventerreinen; Novem (thans SenterNovem), 1999.
- 32 Werken aan duurzame bedrijventerreinen 2; Novem (thans SenterNovem), 2000.
- 33 Goed bekeken, slim gebouwd dl 1 en 2, SenterNovem, 2003.
- 34 Energiebesparing en vrije-kavelbouw: de gemeente als stimulator; SenterNovem, 2004.
- 35 Nationaal Milieubeleidsplan 4 Een wereld en een wil - werken aan duurzaamheid; Ministerie VROM, Den Haag, juni 2001.
- 36 Dossier M.e.r.; VROM (www.vrom.nl).
- 37 Variantenboek milieuprestatie vormgegeven; H. Pötz e.a., SEV; Æneas te Best, 2003.
- 38 Toolkit duurzame woningbouw voor ontwikkelaars, gemeenten en ontwerpers; P. Hameetman e.a., BAM Vastgoed, SenterNovem, uitgave: Æneas, Boxtel, 2006.
- 39 De wijk ontrafeld: Waarderingsinstrument om fysiek ruimtelijke kwaliteiten van wijken in kaart te brengen; KuiperCompagnons, VROM, 2004.
- 40 Woonconcepten voor milieubelaste gebieden: werkboek met CD-Rom; BOOM Duijvestein, Delft, in opdracht van DCMR Milieudienst Rijnmond, 2004.
- 41 Hoe duurzaam is architectuur?; Geert-Jan van den Brand TU-Eindhoven, in: TVVL magazine nr 4/2005.
- 42 (No) Flat Future - Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats; Henk Bouwmeester, SenterNovem, december 2007.
- 43 De Staat van het Klimaat 2007; Rob van Dorland, Bert Jansen en Wieke Dubelaarversluis (red.), uitgave PCCC, de Bilt/Wageningen, 2008; te downloaden via www.klimaatportaal.nl
- 44 Klimaatverandering in stedelijke gebieden; Michiel van Drunen en Ralph Lasage (IVM) e.a. 2007; te downloaden via www.programaark.nl
- 45 Evaluatie verstedelijking VINEX 1995 tot 2005 – Eindrapport, RIGO Research en Advies te Amsterdam en OTB Delft (te downloaden via www.vrom.nl/vinex); 2007.
- 46 Cradle to cradle – afval = voedsel; M. Braungart & W. McDonough, Search Knowledge, 2007.
- 47 Verbeteren in plaats van slopen; RIGO Research en Advies (te downloaden via www.vrom.nl/woningproductie), september 2007.
- 48 Toekomstagenda Milieu: schoon, slim, sterk; VROM, april 2006, te downloaden via www.vrom.nl
- 49 Kennisagenda 'Natuur en Gezondheid in maatschappelijk perspectief; RMNO, 2007
- 50 De toestand van het klimaat in Nederland 2008; A. Kattenberg, uitgave KNMI, De Bilt, juli 2008.
- Overige literatuur (zonder verwijzing in de tekst)*
- Handreiking MILO, VNG Uitgeverij, 2004
In de handreiking staat uitgewerkt hoe gebiedsgericht ambities voor de (milieu)-kwaliteit kunnen worden vastgesteld.

- [Hoe milieuvriendelijk is duurzaam bouwen?](#) - de milieubelasting van woningen gekwantificeerd; G.Klunder, DIOC-DGO, Delft University Press, Delft, 2002.

Sites

www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/684_sust.html - Advanced Case Studies in Canadian Sustainable Design

www.arch.hku.hk/research/BEER - BEER-project, Hong Kong University

www.vrom.nl - Ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening

www.bouwbesluit-online.nl - het Bouwbesluit

www.greencalc.com - info over Greencalc

www.senternovem.nl - SenterNovem

www.energiebesparinggww.nl - Projectbureau Energiebesparing GWW

www.sbr.nl - SBR

www.toolkitonline.nl - info over de Toolkit duurzame woningbouw

www.fscnl.org - info over FSC hout

www.arch-lokaal.nl - info over Architectuur Lokaal, landelijke kennis- en informatiecentrum

www.mnp.nl - Milieu- en Natuurplanbureau; vormt samen met het Ruimtelijk Planbureau het Planbureau voor de leefomgeving: www.planbureauvoordeleefomgeving.nl

www.WNF.nl - Wereld Natuur Fonds

www.MRPI.nl - Stichting Milieurelevante Productinformatie

www.bna.nl - BNA

www.watertoets.net - info over de watertoets

www.neprom.nl - NEPROM, Vereniging van Nederlandse Projectontwikkeling maatschappijen

www.9.minlnv.nl - Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

www.bwk.tue.nl/ade - TU Eindhoven, Bouwkunde, unit Architectural Design & Engineering

www.infomil.nl - info over milieu

www.mnp.nl/mnc - Milieu- en Natuurcompendium

www.iceb.nl - Info-centrum Eigen Bouw

www.stimular.nl - Stimular (stimuleert duurzaam ondernemen in het MKB)

www.ipdubo.nl - Informatiepunt Duurzaam Bouwen te Groningen (voor Noord Nederland)

www.omslag.nl/wonen/ecobouw - geeft veel informatie over duurzaam bouwen

www.evalanxmeer.nl - geeft info over de duurzame wijk EVA-Lanxmeer in Culemborg

www.dgbc.nl - de Stichting Dutch Green Building Council

2 Energie

2.1 Introductie

De klimaatverandering is één van de belangrijkste redenen om naar een vergaande energiebesparing te streven. Het energieverbruik in de gebouwde omgeving moet de komende jaren sterk dalen om de landelijke doelstelling voor CO₂-reductie te kunnen halen. Het kabinet wil, zo is te lezen in het 'Energierapport 2008' (lit. 1) op de lange termijn een duurzame energiehuishouding realiseren. Dat betekent dat in 2020 de CO₂-uitstoot 30% lager moet zijn dan in 1990. Tot 2020 zal jaarlijks (vanaf 2011) gemiddeld zo'n 2% energiebesparing moeten worden gerealiseerd en zal het aandeel van duurzame energie in het totale verbruik moeten stijgen naar 20%. Het kabinet wil deze doelen bij voorkeur bereiken in Europees verband.

Het Energierapport zegt o.a. het volgende: 'De energievraagstukken zijn niet oplosbaar binnen de grenzen van het huidige energiesysteem. Er zijn technologische doorbraken nodig, het gedrag van energiegebruikers moet veranderen en de infrastructuur moet worden aangepast om de overgang naar een duurzame energiehuishouding daadwerkelijk te realiseren.'

Het rapport gaat er van uit dat een reductie van de uitstoot van CO₂ van 50% in Europa in 2050 ten opzichte van 1990 mogelijk is. Energiebesparing, duurzame energie, CO₂-afvang en -opslag en kernenergie zijn daarvoor, volgens het kabinet, de aangewezen middelen. Om de doelstellingen voor duurzame energie te halen zet het kabinet in op windenergie en biomassa. Daarnaast zullen de voorbereidingen getroffen worden voor een groot-schalige toepassing van PV-panelen (voor elektriciteitswinning) in de gebouwde omgeving.

Het Energierapport 2008 borduurt voort op de in 2007 uitgekomen nota 'Nieuwe Energie voor het klimaat' (lit. 2) waarin tal van concrete beleids-

maatregelen aangekondigd worden waaronder de aanscherping van de eisen voor de EPC voor woning- en utiliteitsbouw in de komende jaren.

Een aantal maatschappelijke organisaties reageerde op het Energierapport met het initiatief voor een Klimaatwet (www.milieudefensie.nl). Dit omdat de organisaties vrezen dat het overheidsbeleid niet ver genoeg gaat en te vrijblijvend is. De wet zou er voor moeten zorgen dat de uitstoot van broeikasgassen elk jaar met minimaal 3% afneemt. Zo niet, dan moeten er direct extra maatregelen genomen worden.

Nieuwbouw en bestaande bouw

Bij nieuwe projecten is een vergaande energiebesparing technisch gezien geen probleem. Ook financieel blijkt energiebesparing geen echt struikelblok te hoeven zijn. Diverse voorbeeldprojecten uit de afgelopen jaren in de woningbouw, de utiliteitsbouw en de GWW-sector laten dat zien.

Bij bestaande projecten ligt dat meestal anders. Zo is een goede warmte-isolatie vaak slechts met ingrijpende bouwkundige maatregelen te realiseren. Zuinige installaties vergen vaak ruimte en een ander leidingverloop. Allemaal zaken die hoge kosten met zich meebrengen. Het gebruik van actieve zonne-energiesystemen, zoals een zonneboiler, vraagt om een min of meer zuid-oriëntatie van de collectoren wat in de bestaande bouw lang niet altijd te realiseren valt. Gezien de grote omvang van de voorraad bestaande woningen, gebouwen en GWW-projecten, is energiebesparing hierbij wel van groot belang en is extra inspanning op zijn plaats, zowel bij renovatie als bij onderhoud. De bestaande woningbouw vraagt bovendien organisatorisch extra aandacht omdat het eigendom vaak erg versnipperd is en allerlei sociale aspecten een

extra belemmering kunnen vormen.

In de uitgave 'Voorbeelden uit de praktijk - Energiebesparing in corporatiewoningen' (lit. 3) zijn diverse interessante voorbeelden van renovatie in de woningbouw te vinden. Per project wordt een beknopte beschrijving gegeven van de genomen (energiebesparende) maatregelen, waar mogelijk met kosten. Ook de 'Toolkit Bestaande Bouw' (lit. 4) geeft veel informatie over energiebesparing en gebruik van duurzame energie bij woningverbetering.

Schaalniveaus

Het thema energie speelt op alle schaalniveaus een rol. In veel situaties is een wisselwerking tussen de niveaus van belang.

Vooraf de mogelijkheden voor zonne-energie zijn van de stedenbouwkundige structuur afhankelijk. Het gaat hierbij om een gunstige oriëntatie op de zon en het zo min mogelijk beschaduen van gevels en daken. Het gebouw- en woningontwerp moeten ook hierop afgestemd zijn.

Het gebruik van restwarmte of warmtekrachtkoppeling biedt soms interessante mogelijkheden en stelt eveneens eisen aan het stedenbouwkundige ontwerp. Vooral het beperken van de leidinglengtes is daarbij van belang.

Ook functiemenging kan van belang zijn wanneer de verschillende functies elkaar aanvullen qua warmte- en/of koudevraag en de vraag naar elektriciteit. Bij functiemenging kan men denken aan onder andere menging van wonen/werken en van verschillende typen utiliteitsbouw onderling.

Het beperken van de vraag naar energie (isoleren, compact bouwen) en het gebruik van efficiënte installaties spelen vooral op het schaalniveau van het gebouw, bouwblok en de woning.

Comfort en gezondheid

Energiebesparing wordt in toenemende mate in samenhang met een comfortabel en gezond binnenklimaat uitgewerkt. Vooral de zomersituatie en de wijze van ventileren verdienen veel aandacht (afb. 20, 21 en 22).

Zomersituatie

Naarmate woningen en gebouwen beter geïsoleerd zijn en voorzien zijn van een grotere luchtdichtheid, speelt de zomersituatie een steeds belangrijker rol in het ontwerp. Daarbij komt dat aan het comfort steeds hogere eisen worden gesteld. Bij kantoorgebouwen en gebouwen met vergelijkbare functies speelt dat al geruime tijd, maar voor woningen is dat betrekkelijk nieuw. Zonwering in combinatie met ventilatie (bijv. in een klimaatgevel), 'natuurlijke' koeling en koeling via een bodemwarmtewisselaar, al dan niet gecombineerd met een warmte-/koudeopslag (WKO) en warmtepomp, zijn voorzieningen die de laatste jaren steeds meer op de voorgrond treden om een comfortabel binnenklimaat te verkrijgen. Deze voorzieningen vormen een energiezuinig alternatief voor koeling met behulp van koelmachines in de utiliteitsbouw en airco-units in woningen.

Ventilatie

Een gezond binnenklimaat krijgt steeds meer aandacht in beleid en regelgeving. Vooral in kantoren krijgt het 'sick building syndroom' sinds enige jaren ruime aandacht bij het ontwerp en beheer. Daarbij is de wijze van ventileren van groot belang, zeker voor de comfortbeleving van de gebruiker. Het zelf (als gebruiker) kunnen openen van ramen wordt vaak beschouwd als een belangrijke mogelijkheid om het syndroom tegen te gaan. Of het binnenklimaat er werkelijk beter van wordt is de vraag. Zeker bij wat hogere gebouwen ontstaat al snel tochthinder, wat door het toepassen van een tweede-huid gevel verminderd kan worden. Ook geluidshinder door verkeerslawaaï is op veel kantoorlocaties een probleem wanneer ramen geopend worden. Daarnaast kan de wijze van luchtbevochtiging (voor zover aanwezig) invloed hebben op de gezondheid (astma)(lit. 5). Zie ook Praktijkboek Gezonde gebouwen (lit. 6).

In de woningbouw is sinds de aanscherping van de EPC tot 1,0 (1/1/2000) en vervolgens tot 0,8 (1/1/2006) de belangstelling voor gebalanceerde ventilatie met HR-warmteterugwinning (HR-wtw)

sterk gestegen. Dit ventilatiesysteem levert een aanzienlijke daling op van de EPC tegen relatief lage kosten. Uit onderzoek (lit. 7, 8, 36 en 37) blijkt dat dergelijke systemen lang niet altijd goed functioneren. Geluidhinder en te weinig ventilatiecapaciteit zijn veel voorkomende klachten. De geluidshinder treedt vooral 's nachts op. De problemen worden vooral veroorzaakt door technische mankementen, maar ook door een soms verkeerd gebruik en onvoldoende onderhoud van de systemen. Ook in woningen met alleen mechanische afzuiging (met natuurlijke toevoer) blijkt trouwens



Afb. 20: Urban Villa in Amstelveen

Zicht vanuit het zuiden op een deel van het demonstratieproject 'Urban Villa' in Amstelveen. Het project liep zijn tijd ver vooruit en is nog steeds een zeer interessant voorbeeld. Zestien van de in totaal 42 woningen zijn zeer energiezuinig uitgevoerd, ook naar de huidige maatstaven. Meetresultaten geven aan dat voor ruimteverwarming slechts zo'n 150 m³ aardgas per jaar nodig is. Dit verbruik is gecorrigeerd naar onder andere een 'standaard' jaar. De bewoners zijn over het algemeen goed te spreken over het energieconcept. Zo bleef het in de warme zomer van '95 relatief koel binnen: terwijl het buiten overdag soms boven de 30°C was, lag de binnentemperatuur rond de 25°C. De zonwering wordt automatisch bediend maar kan door de bewoner zelf worden geregeld.

Het project is uitgebreid omschreven in diverse nummers van Bouwwereld (lit. 10). Realisatie: 1995. Architect: Atelier Z - Zavrel Architecten te Rotterdam in samenwerking met onder andere BAM Vastgoed en Damen Consultants te Arnhem en TU-Delft.



Afb. 21: Vrijstaand 'passief huis' in Dalem. Belangrijke kenmerken: Zeer goed geïsoleerd (Rc-waarden van 8 m²K/W voor gevels, dak en begane grondvloer), passieve zonne-energie met buitenzonwering, zonneboilercombi, gebalanceerde ventilatie met wtw met bypass en voorverwarming en koeling via bodem-warmtewisselaars. Gemeten gasverbruik voor ruimte- en tapwaterverwarming: circa 650 m³ gas per jaar. Ontwerp: Franke Architecten te Sliedrecht. Realisatie: 2000 (lit. 11).



Afb. 22: Zonneschoorsteen
Dit kantoorgebouw op het Céramique-terrein in Maastricht bestaat uit een aantal bouwblokken rondom een atrium. Het gebouw is voorzien van vier glazen 'zonneshoorstenen' die zorgen voor extra natuurlijke trek voor het natuurlijke ventilatiesysteem. Ontwerp: Hubert-Jan Henket, Henket & Partners te Esch. Realisatie 2000.
Ook in het Sportcomplex De Vlinder in Wageningen is een zonneshoorsteen toegepast.

regelmatig te weinig afzuiging plaats te vinden (lit. 36 en 37).

Conclusie uit deze onderzoeken: Een goed ontwerp, een zorgvuldige uitvoering, een goede controle en tot slot een goede bewonersvoorlichting zijn erg belangrijk voor het goed functioneren van ventilatiesystemen.

Er verschijnen ook systemen op de markt waarbij gebalanceerde ventilatie met wtw decentraal plaatsvindt met behulp van een unit per vertrek.

In opkomst zijn 'vraaggestuurde' ventilatiesystemen die in allerlei vormen verkrijgbaar zijn. Hierbij wordt met behulp van sensoren op de luchtkwaliteit (luchtvochtigheid, CO₂-gehalte) gereageerd. Komt deze kwaliteit onder een bepaalde grens, dan wordt de hoeveelheid ventilatielucht aangepast.

Ook in opkomst zijn de zogenaamde **hybride** ventilatiesystemen. Dit zijn combinaties van een natuurlijk aan- en afvoersysteem met een mechanisch afzuigstelsel. Deze combinatie kan ook 'vraaggestuurd' worden uitgevoerd. Hybride systemen zijn aantrekkelijk onder andere vanwege de beperking van het energieverbruik (lit. 9).

Voorbeeldprojecten

Dat in de praktijk zeer energiezuinige woningen en gebouwen mogelijk zijn, laten diverse voorbeeldprojecten zien. Op www.senternovem.nl, in de Duurzame Energie planner (DE-planner) woningbouw en op www.duurzaambouwen.senternovem.nl zijn interessante voorbeelden te vinden.

In de uitgave '13 in een dozijn' (lit. 38) zijn 13 voorbeelden opgenomen van duurzame projecten. Naast aandacht voor energie, gaat het boekje ook in op andere duurzame thema's zoals hergebruik en sociale kwaliteit.

Energie-inhoud

Steeds meer aandacht gaat uit naar de totale 'milieu-prestatie' van een woning, gebouw of zelfs een buurt gedurende de gehele levensduur. Men overweegt om deze prestatie voor woningen en gebouwen op termijn in het Bouwbesluit te gaan voorschrijven. Energie is daarbij een belangrijk onderdeel.

De energie die nodig is voor de productie en de bouw van installaties en andere bouwproducten en bouwelementen, kortweg de energie-inhoud, vormt een steeds belangrijker deel van het totale energieverbruik door alle jaren heen. Dit aandeel bedraagt anno 2008 naar schatting zo'n 10 à 20%. Dit percentage is erg afhankelijk van de gekozen bouwmethode en natuurlijk van het jaarlijkse energieverbruik voor verwarming, ventilatie en dergelijke.

ENERGIE-INHOUD ZONNEPANELEN, ZONNEBOILERS EN WINDMOLENS

Nog vaak wordt gedacht dat zonne-energiesystemen en windmolens zichzelf qua energie nauwelijks of niet terugverdienen. Dat is gelukkig een fabeltje.

Bij een zonneboiler is na ongeveer één jaar de hoeveelheid energie voor de productie inclusief grondstoffen gecompenseerd door de energie die de zonneboiler bespaart, bij PV-panelen is dat na 2,5 tot 6 jaar ([bron](#)) en bij windmolens (inclusief onderhoud) na 4 tot 8 maanden ([bron](#)).

Basiskennis en vaardigheden

Bij het thema energie zijn in de bouwpraktijk talloze onderwerpen, begrippen en vaardigheden van belang, te veel om hier te beschrijven. De meest belangrijke worden hierna genoemd, voor een nadere toelichting wordt verwezen naar sites en literatuur. Ook verderop in dit hoofdstuk (zie de checklist) worden nog tal van onderwerpen en begrippen genoemd. De mate waarin de diverse zaken aan de orde moeten komen, kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.

Veel informatie is te vinden bij:

- www.senternovem.nl: het Vademecum Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen.
- www.senternovem.nl/Kompas
- [www.senternovem.nl/Duurzame energie in Nederland](http://www.senternovem.nl/Duurzame_energie_in_Nederland)
- [www.senternovem.nl/epn en nieuwbouw](http://www.senternovem.nl/epn_en_nieuwbouw)
- www.dubocentrum.nl: de infobladen
- www.dubocentrum.nl: infodesk met bijbehorende [begrippenlijst](#)
- via www.npds.nl een [begrippenlijst](#) van de provincie Gelderland over duurzame stedelijke ontwikkeling
- www.sbr.nl: enkele [infobladen](#) met betrekking tot energie
- www.sbr.nl: DE-technieken: 4 themasites:
 - [zonneboilers](#)
 - [PV panelen](#)
 - [warmtepompen](#)
 - [kleinschalige windturbines](#)
- www.vrom.nl: [Dossier](#) Energiebewust bouwen en wonen
- www.sev.nl: publicaties en projecten of experimenten
- www.energietransitie.nl – Platform voor een duurzame energievoorziening

Een belangrijke vaardigheid is het kunnen 'lezen' van bouwkundige en installatietechnische tekeningen. Daarnaast is het kunnen lezen van de geschreven bestekken of technische werkschrijvingen van groot belang. In de opleidingen moet met nadruk worden gewezen op het belang (de juridische status) van het bestek (tekst plus

tekeningen). In de praktijk van duurzaam bouwen blijkt dat bestekken regelmatig slecht bekeken worden. Juist met relatief nieuwe zaken levert dat het risico op dat het plan anders wordt uitgevoerd dan de bedoeling is.

Natuurkundige en bouwfysische begrippen

• *Energiebronnen*

Kennis van welke eindige (fossiele) en niet-eindige bronnen zoals zonne- en windenergie, biomassa, van belang zijn voor ons land. Mogelijkheden voor CO₂-opslag in de bodem. Onderscheid tussen actieve en passieve zonne-energie. Begrippen over zonne-energie zoals zonnebaan, zonne-instralingsdiagram, directe en diffuse straling (lit. 12).

• *Energie-kwaliteitsniveaus*

Inzicht in kwaliteitsniveaus van energie (van hoog- tot laagwaardig). In de bouw moet gestreefd worden naar de afstemming van de energievraag op het energie-aanbod zowel qua hoeveelheid als qua temperatuur. In 'Exergie-woning - optimaal woonprofiel' (lit. 13) staat een aantal woningontwerpen beschreven waarbij diverse kwaliteitsniveaus voor energie worden uitgewerkt. Zie ook: www.lowex.net

• *Begrippen rond warmte, vocht en ventilatie*

Het gaat dan om bijvoorbeeld behaaglijkheid: lucht- en stralingstemperatuur, absolute en relatieve vochtigheid en luchtsnelheid; straling en convectie, transmissie en warmteweerstand (Rc-waarde), koudebrug en f-factor, oppervlakte-condensatie, qv₁₀-waarde, ZTA-waarde.

• *Begrippen rond koeling*

Inzicht in de behoefte aan koeling met belangrijke parameters zoals bezonning, isolatie, interne bronnen, ventilatie; rekenmethoden temperatuuroverschreiding, koellastberekening.

• *Energie-eenheden*

Eenheden zoals m³ aardgas, m³ a.e. (aardgas-equivalenten), kWh, MJ; het begrip primaire energie, omrekenfactoren.

• *Rendementen*

Onderscheid tussen rendement op boven-

en onderwaarde. COP-waarde, SPF en PER bij warmtepompen.

Voor verdere informatie: het '[Vademecum Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen](#)'.

Technische begrippen

• *Energie-infrastructuur.*

In ons land bestaat de energie-infrastructuur meestal uit een gas- en een elektriciteitsnet. Soms in combinatie met een warmtenet waarbij dan vaak het gasnet achterwege gelaten wordt. Zie ook verderop in dit hoofdstuk. Bij warmtelevering is de kostenverrekening voor de afnemers van belang: het niet-meer-dan-anders-principe (NMDA-principe (lit. 14, 15).

• *Begrippen zoals:*

dampremmende laag, warm dak en omgekeerd warm dak, koud dak, HR⁺⁺-glas, zonwerend glas, vacuüm-isolatie, diverse typen afstandhouders in beglazing, houten kozijnen met koudebrugonderbreking.

• *Installatietechnische begrippen zoals:*

- open en gesloten toestellen, energie-labels, modulerende ketels, weersafhankelijke regeling, vloer- en wandverwarming, betonkernactivering, cascade-opstelling, de diverse typen warmtepompen, warmtewisselaar, aquifer voor warmte- en koude-opslag, zonneboilercombi, warmtepompboiler, mini- en micro-wkk, kleine hot-fill keukenboiler; diverse typen (gebouwgebonden) windmolens;
- gebalanceerde ventilatie, warmteterugwinning, recirculatielucht; gelijkstroom en wisselstroom ventilatoren;
- tapdrempel, warmtepompboiler, diverse typen zonneboilers, volumestroombegrenzer (op kranen), DH-factor, hot-fill apparatuur.

Voor verdere informatie: '[Vademecum - Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen](#)'.

Begrippen rond beleid, regelgeving en instrumenten

- *Voor de woningbouw:* EPN (NEN 5128:2004) met bijbehorende NPR 5129:2005 en EPC. De EPN is de norm en geeft de systematiek voor

de berekening van de EPC (energieprestatie-coëfficiënt). De EPC-eisen staan in het Bouwbesluit. Inzicht in effecten van energiebesparende maatregelen op de EPC.
Meer informatie: www.senternovem.nl/ejn

DE BELANGRIJKSTE WIJZIGINGEN IN NEN 5128:2004 TEN OPZICHTE VAN 2002:

- zomercomfort en koeling: 'Passieve' koeling in de vorm van overstek, zonwering, een bypass in de wtw-unit en buffering in de gebouwmassa worden gewaardeerd;
- de berekening is nu gebaseerd op een maandmethode (maandelijkse berekeningen) in plaats van één voor het hele stookseizoen;
- zelfregelende ventilatieroosters kunnen forfaitair worden ingevoerd;
- meer mogelijkheden voor de invoer warmtepompen in verschillende systemen;
- de warmtevraag voor warmtapwater wordt nauwkeuriger bepaald;
- de berekening geeft nu ook de CO₂-emissie.

- **Voor de utiliteitsbouw:** NEN 2916:2004 met bijbehorende NPR 2917:2005. Meer informatie: www.senternovem.nl/ejn
- **EPA en EI**
EPA (Energieprestatieadvies) met bijbehorende EI (Energie Index) als maat voor de energiezuinigheid van bestaande woningen (analoog aan de EPC). Een EI van 0,5 komt ongeveer overeen met een EPC van 1,0.
- **De EPBD: de Europese richtlijn energieprestatie van gebouwen**
Vanaf 1 januari 2008 moet een energielabel aanwezig zijn bij de verkoop of verhuur van een woning of utiliteitsgebouw. Zie www.energielabelgebouw.nl.

- **Enige kennis over mogelijkheden voor subsidie en fiscale regelingen** zoals de 'groene financiering' voor woning- en utiliteitsbouw; omdat de mogelijkheden jaarlijks wijzigen, is het vooral van belang bij de opleidingen de instanties aan te geven die mogelijk interessant zijn in dit kader: SenterNovem, ministerie van VROM, de energiebedrijven en de Belastingdienst.
- **Kennis over de verschillende Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen.**
De digitale Dubocatalogus vervangt op termijn de Nationale Pakketten voor de woning- en utiliteitsbouw; die worden nu niet meer geactualiseerd. Op www.sbr-info.nl is deze catalogus te raadplegen als u een abonnement heeft. Het Nationale Pakket GWW (Grond-, Weg- en Waterbouw) is in 2006 nog éénmaal geactualiseerd en is leverbaar als verzamelband en op cd-rom (www.crow.nl).
- **Enig inzicht in rekenmodellen voor milieubelasting** (Ecoquantum, Greencalc+, DuboCalc en GPR Gebouw) met achterliggende informatie, het begrip LCA (levenscyclusanalyse) en MRPI.
- **Enige kennis over voorschriften, is erg afhankelijk van de opleiding:** allerlei normen/voorschriften zoals KOMO-certificaten en de Vewin werkbladen (drinkwater), NEN-normen.

Voor verdere informatie: '[Vademecum - Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen](#)' en het [Dossier Energiebewust bouwen en wonen](#)'.

Het energievraagstuk: processen en gevolgen

Het huidige gebruik van fossiele energie heeft ernstige consequenties voor het milieu. De opwarming van de aarde is daarbij de belangrijkste. Het rapport '[Effecten van klimaatverandering in Nederland](#)' (lit. 16) gaat uitgebreid hierop in: De effecten van de klimaatverandering zijn anno 2008 nog beperkt en zullen pas aan het einde van deze eeuw problematisch worden voor Nederland.

Dan zal de veiligheid van laag-Nederland in het geding komen door een combinatie van voortgaande stijging van de zeespiegel, bodemdaling en hoge rivierafvoeren. De klimaatverandering wordt deels door menselijke activiteiten veroorzaakt, zo is eerder door deskundigen over de hele wereld vastgesteld. Zelfs bij een sterke vermindering van de emissies van broeikasgassen gaan veranderingen nog heel lang door vanwege de vertraagde reactie van het klimaatsysteem. Het rapport noemt ook enkele concrete veranderingen die nu al waar te nemen zijn zoals:

- de toename van de temperatuur wereldwijd met 0,7°C en in Nederland met circa 1 °C;
- de stijging van de zeespiegel aan de Nederlandse kust van circa 20 cm per eeuw.

Het recentere rapport 'De Staat van het Klimaat 2007' (lit. 39) onderschrijft de noodzaak voor ingrijpende maatregelen. Het rapport wijst niet alleen op de noodzaak maatregelen te nemen tegen overstromingen, maar ook tegen de gevolgen van extreem droge en hete zomers, zoals die van 2003 en 2006.

Zie ook het VROM Dossier 'Klimaatverandering'

De (milieu)problemen op een rijtje:

Uitputting en beschikbaarheid

Met name de olie- en gasvoorraden zijn beperkt. De thans bewezen mondiale reserves (bron: www.bp.com) van aardolie en aardgas zijn genoeg voor respectievelijk zo'n 40 en 60 jaar. Bij steenkool ligt dat nog boven de 130 jaar. Hierbij wordt uitgegaan van het huidige verbruik. Het is wel aanmerkelijk dat er nog meer voorraden zijn. De reserves zullen door nieuwe vondsten en verbeterde winningstechnieken toenemen. Het verbruik zal echter de komende decennia blijven stijgen (lit. 17). Genoemde periodes moeten dus met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd.

Naast de beperkte voorraden is men vooral ook beducht voor de zogenaamde geopolitieke verdeling van deze voorraden. De geografische spreiding van de energievoorraden is vrij beperkt.

De Europese Unie is voor olie en gas al voor 50% afhankelijk van de OPEC-landen en van Rusland (lit. 1).

Vervuiling

Bij de verbranding van kolen, olie en aardgas komen stikstofoxyde (NO_x) en kooldioxyde (CO₂) vrij. Bij kolen en olie komt bovendien ook zwaveldioxyde (SO₂) vrij. NO_x en SO₂ dragen bij aan de verzuring van het milieu en CO₂ draagt bij aan het broeikas-effect.

Dit in combinatie met de voortgaande grootschalige ontbossing levert, zo is nu wel algemeen aanvaard, ernstige problemen op ten aanzien van het klimaat op wereldschaal.

Aantasting

De winning en het transport van fossiele brandstoffen veroorzaken diverse vormen van aantasting zoals aantasting van het landschap. Zo veroorzaakt de winning van aardgas bodemdaling in het noorden van ons land. Door luchtverontreiniging wordt de ozonlaag aangetast.

Mondiale aanpak

De 'Derde Energiënota' uit 1996 sprak zich al duidelijk uit: 'Alleen een zeer vergaand mondiaal beleid (afb. 23), waarbij de totale vraag naar fossiele brandstoffen terugloopt en de samenstelling van het brandstofpakket sterk verandert, kan dit (bovenstaande) beeld dan wijzigen'.

Het 'Energierapport 2008' trekt een vergelijkbare conclusie: 'De energievraagstukken zijn niet oplosbaar binnen de grenzen van het huidige energiesysteem. Er zijn technologische doorbraken nodig, het gedrag van energiegebruikers moet veranderen en de infrastructuur moet worden aangepast om de overgang naar een duurzame energiehuishouding daadwerkelijk te realiseren.'

Energieverbruik en warmtestromen

Inzicht in het totale energieverbruik van een huishouden, bedrijfsgebouw of een stadsdeel is zeer nuttig om te kunnen begrijpen waar naar zinvolle besparingen gezocht moet worden. Zo

blijkt het aandeel in het jaarlijkse energieverbruik (in primaire energie) voor transport voor een gemiddeld huishouden bijna even groot te zijn als dat voor ruimteverwarming, tapwaterverwarming en elektrische apparatuur! (afb. 24).

Binnen een woning of gebouw is een overzicht van de warmtestromen interessant. Het aandeel voor tapwaterverwarming in het jaarlijkse energieverbruik is in een huidige nieuwbouwwoning al gelijk aan dat voor ruimteverwarming!

Beleid

Rijksbeleid

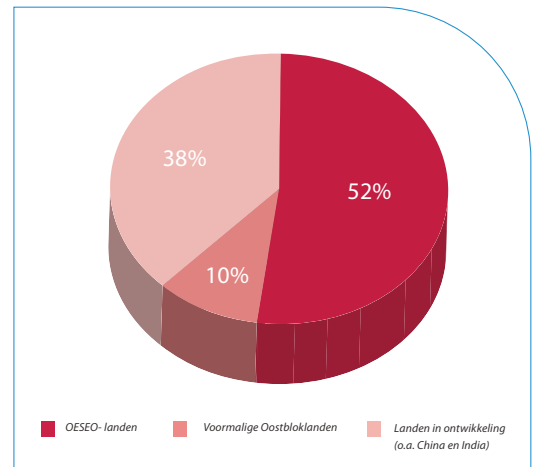
Het rijksbeleid is voor een deel afgeleid van het internationale en van het Europese energiebeleid. Hierbij zijn het Kyoto-verdrag en het 'Bali Action Plan' van groot belang (zie kader verderop). De belangrijkste zaken uit het huidige rijksbeleid zijn te vinden in de volgende twee nota's:

- [Energierapport 2008](#) (lit. 1)
- [Nieuwe Energie voor het klimaat](#) (lit. 2)

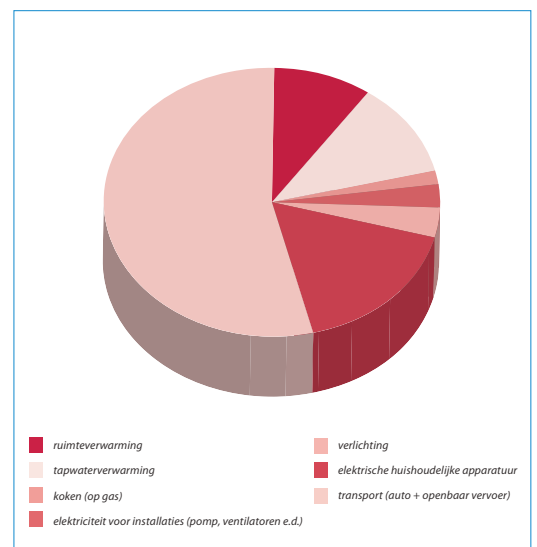
Diverse (bouw)partijen hebben naar aanleiding van het rijksbeleid in de nota 'Meer met minder' (lit. 18) een aanpak gepresenteerd om tot een hogere energiebesparing te komen (zie ook www.energietransitie.nl).

Globaal richt het (binnenlands)beleid tot 2020 zich op het stimuleren van een meer duurzame energiehuishouding. Het gaat volgens de Energienota om een flexibel energiesysteem dat zich makkelijk aan kan passen aan snel veranderende omstandigheden. Het gaat daarbij om drie dingen:

- **Schoner:** de belasting van het milieu kan drastisch omlaag, in het bijzonder de uitstoot van CO₂. Een reductie van 50% in Europa in 2050 ten opzichte van 1990 is mogelijk. Energiebesparing, duurzame energie, CO₂-afvang en -opslag en kernenergie zijn daarvoor de aangewezen middelen.
- **Slimmer:** vraag en aanbod van energie kunnen slimmer aan elkaar worden gekoppeld door het gebruik van ICT (slimme meters en netten). Nieuwe combinaties van technieken en systemen zijn nodig, zowel kleinschalig (bijv. energie-



Afb. 23: Verdeling wereldwijd energieverbruik in 2002 (bron: Energierapport 2005/World Energy Outlook 2004).



Afb. 24: Verdeling energieverbruik inclusief transport in een gemiddeld huishouden in een nieuwbouwwoning anno 2008 (bron: BOOM-SI).

neutrale woningen) als grootschalig (bijv. een betere koppeling van energienetten met die van buurlanden).

- **Gevarieerder:** er is veel meer variatie in de energiehuishouding mogelijk: naast duurzame bronnen ook meer verschillende fossiele bronnen, uit verschillende landen en via verschillende transportroutes. Maar ook verschillende technieken en systemen, zowel grensoverschrijdend als lokaal.

Een toename van het gebruik van kernenergie wordt in het beleid niet uitgesloten. Wat duurzame energie betreft, wordt vooral veel verwacht van windenergie en biomassa. Op termijn ziet de

overheid ook een duidelijke rol voor zonne-energie voor elektriciteitsproductie. Het streven is 20% duurzame energie in 2020. In 2007 bedroeg het aandeel duurzame energie in Nederland 2,8 %.

Bij het gebruik van biomassa als energiebron zijn wel kanttekeningen te plaatsen. Er kunnen alternatieve, 'nuttiger', mogelijkheden voor het gebruik van bepaalde gewassen zijn. Ook kan de ruimte die de teelt van de gewassen inneemt, soms voor andere, 'betere', doeleinden zoals voedselteelt worden gebruikt. En sommige soorten biomassa verminderen de uitstoot van CO₂ niet of kunnen die zelfs vergroten. Palm- en koolzaadolie zijn voorbeelden van biomassa die niet positief naar voren

komen in het rapport 'Heldergroene Biomassa' (lit. 40). In dit rapport is een beoordeling opgenomen van een groot aantal soorten biomassa. Meer informatie is te vinden in de uitgave 'Groenboek energietransitie' (lit. 41).

Gemeentelijk en provinciaal beleid

Provincies en gemeenten hebben diverse mogelijkheden om energiebesparing en duurzame energie te stimuleren.

Allereerst in de GWW-sector: Zie paragraaf 2.3. Daarnaast kunnen deze partijen ook provinciale of regionale dubo-convenanten afsluiten. Hierbij is het aan te raden om overleg- en evaluatiemomenten in te bouwen, waardoor de doelstellingen van het convenant bewaakt kunnen worden. Dit is des te belangrijker, naarmate er minder 'harde' afspraken zijn.

Gemeenten hebben bovendien diverse (andere) mogelijkheden om energiezuinig bouwen te stimuleren en te concretiseren. Enkele voorbeelden:

- Het opstellen van een algemeen gemeentelijk beleidsplan voor duurzaam bouwen. Hierin kan bijvoorbeeld worden aangegeven welke niveaus ten aanzien van energiezuinigheid (EPC's, EPL's - Energie Prestatie op Locatie) bij concrete plannen zullen worden nagestreefd. En welk planproces en welke hulpmiddelen zullen worden ingezet. En welke taken en bevoegdheden diverse partijen (bijv. gemeentelijk dubo-coördinator) kunnen krijgen.
- Duurzaam bouwen opnemen in een bestemmingsplan. Op stedenbouwkundig niveau biedt het bestemmingsplan volop mogelijkheden. In dit plan zijn de voorschriften en de plankaart juridisch bindend. Gangbaar is dat alleen de ruimtelijk relevante aspecten in het bestemmingsplan worden vastgelegd. Wat energiezuinig bouwen betreft, gaat het hierbij in ieder geval om zaken zoals de locatie voor diverse bestemmingen (wonen, werken, recreëren), de mate van compactheid, de oriëntatie van

KYOTO-PROTOCOL EN BALI-KLIMAAT-TOP

Het Kyoto-protocol werd in 1997 opgesteld als aanvulling op het Klimaatverdrag. Industrielanden verbinden zich hierin om de uitstoot van broeikasgassen in 2008-2012 met gemiddeld 5% te verminderen ten opzichte van het niveau in 1990. Per land gelden uiteenlopende reductiepercentages. Nederland moet zijn broeikasgasemissies in 2008-2012 met 6% hebben gereduceerd ten opzichte van 1990.

In Kyoto is ook besloten dat industrielanden een deel van hun reductieverplichting via maatregelen in het buitenland mogen realiseren. Sommige maatregelen zijn goedkoper te realiseren in ontwikkelingslanden dan in eigen land. Daarvoor bevat het Kyoto-protocol drie nieuwe instrumenten: het clean development mechanism (CDM), joint implementation (JI) en emissiehandel. Het protocol is op 16 februari 2005 in werking getreden.

Bron: www.vrom.nl

VN-klimaatop Bali

Als vervolg op Kyoto vond in december 2007 op Bali een nieuwe VN-topconferentie plaats. Hierbij is het 'Bali Action Plan' opgesteld. Dit plan geeft de onderwerpen aan waarover in 2009 afspraken moeten zijn gemaakt om na 2012 (afloop Kyoto-protocol) wereldwijd de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen.

woningen en gebouwen op de zon, belemmeringshoeken en de mogelijkheden voor plaatsing van windmolens.

In een milieuparagraaf in de toelichting op het bestemmingsplan kunnen de doelstellingen van het plan ten aanzien van energiezuinig bouwen verduidelijkt worden. Maar juridisch bindend is deze paragraaf niet. Zie voor meer informatie: 'Het bestemmingsplan als instrument voor duurzame stedenbouw' (lit. 20).

- Afspraken maken met bouwpartners. Bij woningen en andere gebouwen mag een gemeente geen aanvullende milieu-eisen stellen op gebieden die in het Bouwbesluit en de gemeentelijke bouwverordening al geregeld zijn, tenzij eisen voortvloeien uit het bestemmingsplan. Wel kan de gemeente afspraken maken met bouwpartners. Bijvoorbeeld in een convenant of, wanneer de gemeente de grond in handen heeft, via het gronduitgiftecontract (afb. 25).

Zo maken alle gemeenten uit de Regio Zuid-Holland zuid, waaronder de gemeente Dordrecht, per project een afspraak met de opdrachtgever. Voor alle nieuwbouw (en projectmatige renovatie) geldt hetzelfde 'milieuniveau' uit de 'Dordtse Checklist Duurzaam Bouwen'.



Afb. 25: Oikos te Enschede

Zicht op één van de woningprojecten in Oikos te Enschede. De gemeente heeft duurzaam bouwen via het grondcontract voor de circa zeshonderd woningen veilig gesteld. Ook aan de woningen op de vrije kavels zijn dubo-eisen gesteld. Het appartementengebouw op de foto heeft een uitgebreid pakket energiebesparende voorzieningen. Architect: George de Witte te Enschede. Realisatie 1999.

- Afspraken maken met particuliere opdrachtgevers bij de zogenaamde vrije kavels (lit. 21). Dit kan bijvoorbeeld met behulp van een of andere vorm van (financiële) beloning. Goede voorlichting over dubo is noodzakelijk.

2.2 Checklist Energie

Ontwerp

In het begin van de ontwerpfase, of zelfs al in de initiatieffase, wordt over het algemeen al bepaald in hoeverre een project duurzaam zal worden. De opdrachtgever zal in globale termen (moeten) aangegeven welke ambities worden nastreefd. De architect, dubo-adviseur en/of installatie-adviseur zullen deze ambities vervolgens vertalen in meer concrete (ruimtelijke) modellen of concepten. De Toolkit duurzame woningbouw (lit. 22), de 'Toolkit bestaande bouw (lit. 4) en het 'Vademecum Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen' geven voorbeelden van dergelijke concepten. De zonne-haard-woning en het passiefhuis zijn voorbeelden van zo'n concept.

In de ontwerpfase volgt de verdere uitwerking van het gekozen concept of concepten tot een ruimtelijk plan met bijbehorende constructies, installaties en materialen. Daarbij zal, als het goed is, aandacht besteed worden aan het toekomstige energieverbruik, in relatie tot de benodigde investeringen en de daaruit resulterende totale exploitatielasten.

Drie-stappen-strategie

De 'Drie-stappen-strategie' (ontwikkeld door SOM-TU Delft) is een (ontwerp)strategie die uitgaat van een getrapte aanpak voor duurzaam ontwerpen. Deze aanpak is gebaseerd op het principe dat eerst de vraag naar bijvoorbeeld energie zo veel mogelijk beperkt moet worden. Vervolgens probeert men de mogelijkheden van duurzame bronnen optimaal te benutten en tot slot, indien nodig, maakt men zo efficiënt mogelijk gebruik

van eindige bronnen. Met name de maatregelen die nauwelijks of niet gedurende de levensduur van de woning of het gebouw te wijzigen zijn, vragen veel aandacht. Zo vraagt een optimaal gebruik van passieve zonne-energie om een min of meer zuid-oriëntatie van de woning. Heeft een woning eenmaal een 'foute' oriëntatie, dan is die natuurlijk niet meer te wijzigen.

De drie stappen voor het thema energie (ook wel 'Trias Energetica' genoemd) zien er als volgt uit:

1. Beperk het energieverbruik:

- maak een compacte bouwvorm;
- compartimenteer en zoneer;
- breng goede warmte-isolatie en zonwering aan;
- maak optimaal gebruik van gebouwmassa en ventilatiesysteem om mechanische koeling met koelmachines tegen te gaan;

2. Gebruik duurzame energiebronnen zoals:

- passieve zonne-energie;
- actieve zonne-energie (zonneboiler, vergrote zonneboiler, PV-panelen);

3. Maak efficiënt gebruik van eindige energiebronnen:

- maak optimaal gebruik van restwarmte (zoals bij warmtekrachtkoppeling);
- maak gebruik van een warmtepomp;
- gebruik lage-temperatuurverwarming;
- kies voor efficiënte warmteleveranciers;
- beperk leidinglengtes in verwarming- en ventilatiesystemen;
- breng zonering aan in gebouwen en installaties zodat per zone optimaal aan de vraag kan worden voldaan.

EPC & Kosten woningbouw

Vanaf de site www.senternovem.nl/epn is de meest recente versie van de spreadsheet '[EPC & Kosten](#)' te downloaden. Hiermee kunt u voor nieuwbouwwoningen inzicht krijgen in het effect van een aantal maatregelen op de EPC. U kunt kiezen uit een aantal referentiewoningen en u kunt ook zelf een woning invoeren.

Checklist energie ontwerpfase

In de onderstaande checklist zijn belangrijke mogelijkheden voor energiebesparing opgenomen. De checklist is niet volgens de Drie Stappen Strategie geordend maar per schaalniveau; dit omdat deze indeling beter aansluit bij de diverse opleidingen. Voor achtergrondinformatie zie onder andere:

- de [Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen](#);
- de (digitale) Dubocatalogus (www.sbr-info.nl)
- '[Vademecum Energiebewust ontwerpen van nieuwbouwwoningen](#)';
- 'Unplugged - Met het oog op de toekomst' + CD-Rom met veel informatie over energie-zuinige utiliteitsbouw (lit. 23);
- Duurzame energie in nieuwbouw utiliteitsgebouwen (lit. 24);
- Handreiking voor innovatieve en duurzame gebouw- en installatiesystemen (lit. 25);
- Daglichtsystemen en visueel comfort (lit. 26);
- 'Duurzame stedenbouw, perspectieven en voorbeelden' (lit. 27) met een algemene inleiding en veel voorbeeldprojecten.

Stedenbouwkundige structuurschets

Energieconcepten

- Stel één of meer energieconcepten op voor het plangebied; leg dat vast in een Energievisie. Houd rekening met mogelijke toekomstige ontwikkelingen zoals gebiedsuitbreiding; calculeer ook onzekerheden in, bijvoorbeeld ten aanzien van woning- en gebouwdichtheid.

Let op mogelijkheden voor:

- energiebesparing;
- duurzame energie;
- warmtenet; gebruik restwarmte / warmtekrachtkoppeling (wkk);
- energie-infrastructuur (bijvoorbeeld wel/ geen gasnet).

Optimaal gebruik

Maak optimaal gebruik van de energie-infrastructuur door menging van functies zoals wonen en werken.

Stedenbouwkundig plan/dataïllering

Compact bouwen

- Bouw compact om transmissieverliezen te beperken;
in speciale gevallen kan het gebruik van een atrium interessant zijn.

Passieve zonne-energie

- Houd rekening met benutting passieve zonne-energie:
 - oriëntatie gevels;
 - beschaduwing (ook door vegetatie!);
 - zonering.

Actieve zonne-energie

- Houd rekening met actieve zonne-energie:
 - oriëntatie en helling (dak)vlakken;
 - beschaduwing (let ook op dakkapellen e.d.);
 - ga mogelijkheden na van warmte-opslag in de bodem.

Let op: Schrijf in bestemmingsplan dakvormen voor die plaatsing van zonnecollectoren en zonnepanelen mogelijk maakt.

Rooilijnen

- Maak serres/aanbouwen mogelijk bij vastleggen rooilijnen.

Warmte(koude)net

- Houd bij een warmte(koude)net rekening met:
 - benodigde ruimte voor leidingen en andere voorzieningen;
 - een zo droog mogelijke ligging van de leidingen (grondwaterpeil); voorkeur voor aanleg in de kruipruimte; maak afweging tussen het wel of niet toepassen van kruipruimten in de bebouwing;
 - houd bij leidingtracé's rekening met wortelzone voor bomen;
 - eventueel een warmte-/koude-opslag in de bodem of een andere 'bron' zoals oppervlaktewater; zie voor verticale bodemwarmte-wisselaars ISSO-publicatie 73;
 - situering afnemers: zo dicht mogelijk bij de 'warmtebron' en een zo kort mogelijk leidingnet;

- een gefaseerde aanleg van de bebouwing (leidingnet, rendabiliteit).

Let op: Het is te overwegen wèl een gasnet aan te leggen om onder andere koken op gas mogelijk te laten (zie par. 2.4).

Windenergie

- Houd rekening met mogelijkheden voor wind-energie (kust, windrijke randen plangebied).

Energieprestatie

- Neem eventuele extra eisen voor de energieprestatie (EPC/EPL) t.o.v. het Bouwbesluit op in grondcontract, convenant of projectovereenkomst.

Kruipruimte

- Overweeg het weglaten van kruipruimten in verband met energiebesparing; let op de relatie met het wel of niet (selectief) ophogen van het plangebied en met het toepassen van een warmte/koudeket.

Bouwplan

Compact bouwen

- Bouw compact om transmissieverliezen te beperken; in speciale gevallen kan het gebruik van een atrium interessant zijn (ook voor gebruik passieve zonne-energie voor voorverwarming ventilatielucht); houd rekening met voldoende daglichttoetreding;

Bouwschil

- Pas een zeer goede warmte-isolatie toe en detailleer zorgvuldig om 'koudebruggen' te voorkomen. Overweeg bijvoorbeeld:
 - extra isolerende houten kozijnen met koudebrugonderbreking (bijv. door middel van kurk of schuim);
 - 'beter' isolerende afstandhouders in isolerende beglazing.
- Pas op de juiste plaats dampremmende lagen toe.
- Pas een goede kier- en naaddichting toe en stem de luchtdichtheid af op het toe te passen ventilatiesysteem.

Passieve zonne-energie

- Stem het ontwerp af op het gebruik van passieve zonne-energie;

Let op:

- oriëntatie gevels: kies voor een juiste verdeling van de ramen over de gevels;
- voorkom beschaduwning (ook door vegetatie!);
- pas zonering toe;
- serre; zorg door een juiste vormgeving en detaillering voor een energiezuinig gebruik van de serre; voorkom verwarming in de serre!);
- pas voldoende zonwering (vast en/of variabel) en/of zonwerende beglazing toe; houd rekening met de gewenste daglichttoetreding en voorkom reflecties in beeldschermen.

Actieve zonne-energie

- Houd rekening met actieve zonne-energie (zonneboilersystemen, zonneboilercombi's en PV-panelen):
 - oriëntatie, helling en oppervlak (dak)vlakken;
 - beschaduwning (let ook op dakkapellen e.d.);
 - stem de materiaalkeuze van de dakbedekking af op het gebruik van zonnecollectoren en PV-panelen; houd rekening met de benodigde bevestigingsmiddelen;
 - overweeg warmte-opslag in bodem (voor seizoensopslag).

Daglicht

- Maak optimaal gebruik van daglicht (zie www.livingdaylights.nl over daglicht in de architectuur). Denk aan onder andere:
 - juiste vorm en plek ramen; daklichten;
 - daglichtreflectoren;
 - bij utiliteitsbouw: goede voorzieningen tegen hinder door reflecties bij gebruik beeldschermen.

Kunstlicht

- Kies voor efficiënte verlichting. Denk aan onder andere:
 - spaarlampen, HF/TL-verlichting;
 - werkplekverlichting;

- daglichtafhankelijke regeling, veegschakeling; (bij utiliteitsbouw);
- bewegingsdetectoren;
- (bio)dynamische verlichting (bij utiliteitsbouw); vooral te overwegen vanuit welzijn gebruikers en verhoging van de 'productie'.

Ruimteverwarming

- Kies voor een efficiënte installatie, overweeg onder andere:
 - een collectieve installatie;
 - een cascade-opstelling van de cv-ketels bij een collectieve installatie;
 - een zonneboilercombi;
 - systemen met elektrische of gasgestookte warmtepompen (ook voor koeling); diverse bronnen zijn mogelijk zoals oppervlaktewater, ventilatielucht, bodem/grondwater (aquifers en buizenstelsels). In de bodem is seizoenopslag mogelijk. Maak zonodig gebruik van korte termijnopslag in buffervaten. Denk aan de benodigde vergunningen voor het mogen aanleggen en gebruiken van de warmte- en koudebronnen (bodem, oppervlaktewater).
- Let op het wel of niet kunnen moduleren van cv-ketels; kies voor vergaande modulerende cv-ketels in zeer energiezuinige woningen.
- Maak optimaal gebruik van restwarmte (zoals bij warmtekracht-koppeling) en warmteterugwinning.
- Maak gebruik van lage-temperatuurverwarming (LTV) (zie ook subsite LTV): een voorwaarde bij gebruik van warmtepompsystemen en aan te bevelen bij zonneboilercombi's (lit. 28). Voor het onderwijs is het van belang om aandacht te schenken aan de voor- en nadelen van de verschillende typen, ook t.o.v. de niet-LTV-systemen.
- Gebruik bij vloer- en wandverwarming een aangepaste detaillering en maatvoering.

Let op:

 - Niet elke cv-ketel is zondermeer geschikt om toe te passen bij vloer- en wandverwarming. Informeer bij de ketelfabrikant.

- Let op consequenties voor de keuze van vloerbedekking;
- Een zorgvuldige uitvoering van de regeling bij de combinatie van radiatoren en vloer- of wandverwarming.
- Beperk leidinglengtes in verwarmingsystemen.
- Verdeel gebouwen en installaties in zones zodat per zone optimaal aan de vraag kan worden voldaan.
- Kies voor een goede regeling van de installaties, ook in de woningbouw! Denk aan comfort en gebruikersgemak (eenvoud, gebruikershandleiding e.d.); enkele voorbeelden:
 - gebruik TRA's (thermostatische radiator-kranen); aandacht voor de juiste plek;
 - let op de juiste plek van de buitenvoelers van weersafhankelijke regelingen;
 - pas optimaliserende klokthermostaten toe;
 - maak meer flexibele regelingen voor woningen (nu: woonkamer is vrijwel altijd bepalend voor warmtelevering) en gebouwen (onder andere per zone, per ruimte).
 - maak gebruik van individuele bemeterings- en regelingsystemen bij collectieve verwarmings-systemen: onder andere verbruiksmeting op afstand, aanwezigheidsdetectie.
- Zorg bij warmtelevering (warmtenet) in woningen voor een goede ventilatie van de meterkast. Isoleer bovendien in de meterkast alle leidingen en warmte-unit voor de ruimteverwarming en doe dat ook met de warmwater- en koudwaterleiding van het tapwater. Dit ter voorkoming van legionella.

Ruimtekoeling

- Pas zoveel mogelijk 'natuurlijke' koeling toe, dus zonder koelmachines: via massa gebouw + nachtventilatie, eventueel aanvoer ventilatielucht via bodemkanalen.
- Kies, indien nodig, voor een energiezuinig koelsysteem. Er zijn diverse mogelijkheden: onder andere adiabatische koeling, DEC (= koelen door drogen en verdampen) in combinatie met zonnecollectoren, koelen met behulp van een bodemwisselaar zodat 'koude' rechtstreeks uit de bodem komt.

- Overweeg warmtepompsystemen voor koelen.
- Overweeg een seizoensopslag in de bodem. Uit de praktijk blijkt dat zo'n energie-opslag prima voldoet: betrouwbaar en economisch rendabel.

Ventilatie

- Maak een bewuste (concept)keuze tussen de diverse ventilatiesystemen:
 - geheel natuurlijk systeem (+ bijvoorbeeld afzuigkap)
 - natuurlijke toevoer, mechanisch afzuigstelsel
 - gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (wtw)
 - hybride systeem: een combinatie van natuurlijke en mechanische ventilatie.
- Overweeg het toepassen van vraaggestuurde regelingen bij bovenstaande systemen.
- Er zijn diverse wtw-principes verkrijgbaar zoals een tegenstroomwarmtewisselaar, een alternerende warmtewisselaar, warmtewiel en twin-coil systeem. Sommige systemen worden alleen in de utiliteitsbouw toegepast.
- Leg bij de keuze van een systeem een relatie met:
 - de overige installaties voor verwarming en koeling;
 - de eisen voor luchtdichtheid van woningen en gebouwen;
 - de geluidbelasting door verkeer op gevels: misschien zijn er suskasten nodig. Het is dan te overwegen om gebalanceerde ventilatie toe te passen waarbij de mogelijkheid bestaat relatief schone lucht aan bijvoorbeeld de minder geluidbelaste zijde aan te zuigen.
 - het voorverwarmen van de ventilatielucht op 'passieve' wijze in bijvoorbeeld een serre, atrium of klimaatgevel of op 'actieve' wijze via een luchtcollector.
- Let op:
 - Warmteterugwinning uit ventilatielucht is alleen mogelijk bij gebalanceerde ventilatie; een zeer goede kier- en naaddichting is noodzakelijk.
 - Pas in een wtw-unit altijd een bypass toe om de aanvoer van lucht met een te hoge temperatuur in de zomer te voorkomen.

- Kies voor een geluidarm systeem; vooral bij gebalanceerde ventilatie zijn regelmatig klachten over een te hoge geluidproductie; dit is te voorkomen door een zorgvuldig ontwerp en uitvoering van het systeem.
- Situeer de aanvoerroosters voor buitenlucht bij gebalanceerde ventilatiesystemen op de juiste plek: bij platte daken niet vlak daarboven en ook niet aan zonzijde, dit in verband met onnodige opwarming van de ventilatielucht in de zomer.
- Comfort: beperk kans op tocht bij natuurlijke toevoer via gevelroosters door bijvoorbeeld zelfregulerende roosters te gebruiken.
- Beperk leidinglengtes in ventilatiesystemen: minder weerstand en minder materiaalgebruik.

Tapwaterverwarming

- Kies een zuinige warmtebron in combinatie met een zonneboiler.
- Voorzie de warmwaterleidingen van warmte-isolatie.
Dit geldt ook voor de koudwaterleiding ter voorkoming van legionella:
 - in de meterkast als daar een warmte-unit van een warmtenet is geplaatst;
 - op plekken zoals in een dekvloer, waar dichtbij warmwaterleidingen of verwarmingsleidingen zijn aangebracht.
- Plaats de naverwarmer zo dicht mogelijk bij de veel gebruikte tappunten (in een woning: de keuken). Gebruik leidingen met beperkte diameters.
- Realiseer in woningen een aparte leiding van de warmtebron naar het keukentappunt. Maak deze leiding zo kort mogelijk en maak de leiding van een beperkte diameter.
- Overweeg het toepassen van warmterugwinning uit het douchewater.
- Gebruik (warm)waterbesparende voorzieningen.

Hot-fill apparatuur

- Maak in het warmwaternet aansluitpunten voor hot-fill apparatuur.

Kruipruimte

- Overweeg geen kruipruimte toe te passen, mede in verband met energiebesparing (let op bij warmte/koudenet).

GBS/domotica

- Overweeg het toepassen van Gebouwbeheersystemen (GBS); één van de mogelijkheden hiervan is het 'beheer op afstand'. Overweeg het toepassen van aanwezigheidsdetectie.

Peakshaving

- Bij utiliteitsbouw kan 'peakshaving' interessant zijn om het piekvermogen te verminderen wat gunstig is voor de exploitatiekosten.

Uitvoering en beheer

Uitvoering

Een belangrijk uitgangspunt voor de uitvoering zijn het bestek, bestektekeningen en de werktekeningen. Het bestek met bestektekeningen geven de contractuele verplichtingen van de aannemer aan. Voor de aanvang van de uitvoering moeten deze werktekeningen (nogmaals) goed worden gecontroleerd. Het is een goed moment om eventuele gemaakte fouten (bijv. verkeerde typeaanduidingen, materiaalkeuze, maten) alsnog te kunnen corrigeren. Het spreekt voor zich dat ook tijdens de uitvoering het bestek en de werktekeningen de leidraad vormen voor de bouw.

De uitvoering vraagt om een goede voorbereiding. Denk aan een goede logistiek, hulpmiddelen voor veiligheid tijdens de uitvoering en een werkplanning. Dit zijn echter geen zaken die specifiek betrekking hebben op duurzaam bouwen. Dat is wel het geval bij:

- bouwafval: zorg voor zo min mogelijk bouwafval en zorg voor een zorgvuldige behandeling en scheiding van dit afval (zie paragraaf 3.2);
- de opslag van bouwmaterialen en bouwpro-

ducten tijdens de bouw; een zorgvuldige behandeling kan bijdragen aan een langere levensduur van bouwelementen en aan minder uitval tijdens de bouw door mechanische beschadigingen en weersinvloeden.

Tijdens de bouw is het van groot belang dat gecontroleerd wordt of daadwerkelijk de goede installaties, materialen en detailleringen worden toegepast. De controle is een belangrijke taak voor de architect, installatie-adviseur, dubo-adviseur of een gespecialiseerd bouwmanagementbureau. De controle kan door toezicht op de bouw namens de opdrachtgever plaatsvinden (traditioneel model) of via een kwaliteitszorgsysteem. Dit laatste wordt vooral in de GWW-sector al beproefd.

Ook de oplevering vraagt om een goede controle. Daarnaast moeten gebruikers en bewoners goed geïnformeerd worden over de werking van bijvoorbeeld installaties en over het benodigde onderhoud van deze installaties en van bepaalde bouw delen. Twee voorbeelden:

- Filters in ventilatiesystemen (onder andere wtw-unit!) moeten regelmatig schoongemaakt of vervangen worden. Zie onder andere www.wtw-filters.nl voor informatie (voor particulieren) over noodzaak onderhoud en verkrijgbaarheid van filters.
- De douche mag niet worden schoongemaakt met kalkrijke schoonmaakmiddelen wanneer een unit voor warmterterugwinning uit het douchewater aanwezig is. Deze middelen kunnen de werking van de unit sterk verminderen.

Checklist energie uitvoering (en oplevering)

Bouwschil

- Let op:
 - Zorgvuldige uitvoering en controle warmte-isolatie (zie afb. 26, 27), glastype (juiste zijde naar binnen- en buitenkant) en naaddichting.

- Zorgvuldige uitvoering en controle dampremmende lagen.

Overweeg ook controle achteraf d.m.v. infraroodfotografie en een opblaasproef.

Ruimteverwarming

- Controleer geluidniveau installaties.
- Controleer leidingisolatie inclusief aansluitingen en koppelingen.
- Controleer de installaties op de juiste werking.
- Zorg voor een goede waterzijdige inregeling en afstelling van de installatie: van pompen, kleppen en inregel(voet)ventielen (zie ook par. 2.4).

Ventilatie

- Zorg voor een zorgvuldige inregeling van het ventilatiesysteem.
 - Controleer de installaties (luchthoeveelheden, luchtsnelheid, instelling roosters).
- Controleer of de nodige spleten bij binnen-deuren of roosters aanwezig zijn.
- Controleer bij toevoerroosters, dakdoorvoeren e.d. of deze goed luchtdicht zijn afgewerkt met de aansluitende bouwkundige constructies.

Tapwaterverwarming

- Controleer of de leidingisolatie van de warm- en koudwaterleidingen aangebracht is, indien vereist volgens het bestek; zo ja, is de isolatie juist aangebracht?

GBS/domotica

- Controleer het juiste functioneren van het GBS.

Gebruiksaanwijzing

- Is de voorlichting naar bewoners en gebruikers duidelijk (mondeling en schriftelijk)? Is de gebruikshandleiding aanwezig?
 - Zie www.mijninstallaties.nl

Beheer

Om woningen en andere gebouwen (blijvend) te laten aansluiten op de wensen van bewoners en gebruikers, is het zaak om het beheer hierop af te

stemmen. De momenten waarop planmatig onderhoud en renovatie plaatsvindt, zijn zeer geschikt om gewenste kwaliteiten toe te voegen. Het 'Werkboek Strategisch Voorraadbeheer' (lit. 29) gaat hierop in en is gericht op de woningbouw. In het werkboek wordt speciale aandacht besteed aan energiebesparende maatregelen.

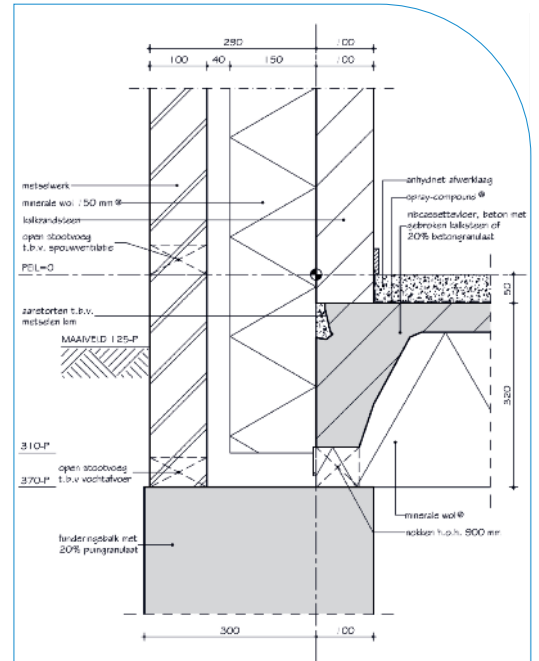
Installaties

Bij het beheer spreekt het voor zich dat het herkennen van storingen in vooral de installaties een belangrijk item is. Zeker bij de huidige energiezuinige installaties vraagt dat om de nodige en specifieke kennis. Van groot belang is dat ontwerpers en uitvoerenden gemotiveerd zijn om duurzaam te handelen. Binnen het onderwijs en binnen bedrijven (denk aan bijvoorbeeld een bedrijfsvisie) vraagt dit onder meer om een goede begeleiding.

Eén van de mogelijkheden waardoor in de praktijk storingen ontstaan, is de regeltechniek. Zo zullen onderhoudsmonteurs dus moeten weten of een storing in 'de installatie' óf in de regeling te vinden is. Voor zover nodig, kan dan gericht gezocht worden en eventueel een specialist ingeroepen worden.

Na de ingebruikname is 'monitoring' van installaties zeer nuttig om een optimaal draaiende installatie te krijgen. Bij grote systemen geeft een gebouwbeheerssysteem (GBS) daarvoor de mogelijkheden. Het beheer, of een deel daarvan, kan dan ook 'op afstand' door een specialist worden uitgevoerd. Bij kleine systemen, zoals in de woningbouw, kan men thermometers, leds ed. aanbrengen om informatie te geven over het functioneren van de installatie. Bewoners of beheerders kunnen dan toch zicht krijgen op de werking van hun installaties. Dergelijke voorzieningen moeten wel op een logische plek worden aangebracht.

Verder is natuurlijk het gebruikelijke onderhoud van groot belang. De ontwerper moet hier bij het



Afb. 26: Detail (bron SBR) (lit. 35)



Afb. 27: Een zeer zorgvuldige uitvoering is gewenst. Zo dient de isolatie in de spouw goed aan te sluiten op het binnenspouwblad. Bovendien moeten de isolatieplaten goed op elkaar aansluiten.

ontwerp al rekening mee houden. Daarbij zal direct de vraag naar voren komen in hoeverre het benodigde onderhoud geminimaliseerd kan worden. Ook zal bij het ontwerp aandacht nodig zijn voor het goed kunnen uitvoeren van het onderhoud. Denk bijvoorbeeld aan de bereikbaarheid en demonteerbaarheid van onderdelen en aan voldoende (werk)ruimte om het onderhoud te kunnen uitvoeren.

Checklist energie beheer en onderhoud

Ruimteverwarming/ tapwaterverwarming

- Zorg voor een goed onderhoud, controleer de werking van de totale installatie zoals de trek in de rookgasafvoer, de volledigheid van de verbranding en de inregeling van thermostaten en GBS.
- Schenk aandacht aan of zorg voor goed periodiek en preventief onderhoud. Zo vragen luchtverwarmingsystemen, onder andere vanwege gezondheidsaspecten, om het regelmatig schoonmaken en/of vervangen van filters, evenals het schoonmaken van roosters en luchtkanalen. Een onderhoudsschema is noodzakelijk.
- Werk zorgvuldig. Controleer de instellingen van onder andere de watertemperatuur, waterhoeveelheden en tijd klok. Plaats bijvoorbeeld isolatie(schalen) weer terug op de juiste plek.

Ventilatie

- Zorg voor een goed periodiek onderhoud van ventilatiesystemen, mede in verband met gezondheidsaspecten. Naast schoonmaken (filters, roosters, luchtkanalen e.d.) is ook controle op het functioneren van groot belang. Controleer bijv. de volumestromen aan de hand van de oorspronkelijke eisen. Uit onderzoek (lit. 5 en lit. 37) blijkt dat mechanische ventilatiesystemen in de woningbouw na enige jaren gebruik vaak ernstig vervuild zijn. De benodigde ventilatiecapaciteit wordt bij lange na niet meer gehaald!

2.3 Energie in de GWW-sector

Ook in de grond-, weg- en waterbouw zijn er veel mogelijkheden voor energiebesparing en gebruik van duurzame energie. Denk hierbij aan installaties (pompen, motoren, ventilatoren, regelingen) voor beweegbare bruggen, sluizen, stuwten, gemalen, tunnels en waterzuiveringen,

aan het verwarmen, ventileren en verlichten van (bedienings)gebouwen en aan verlichting van wegen, straten en andere (openbare) ruimten. Daarnaast zijn er besparingsmogelijkheden bij de uitvoering van werken zoals transport van materialen en verwerking van materialen op de bouwplaats.

Enkele voorbeelden:

- Gebruik van Led-verlichting als alternatief voor gloeilampen bij onder andere verkeerslichten voor het wegverkeer en seinen en vaarwegmarkeringen in de scheepvaart. De nieuwe generatie Led2-lampen zijn zeer energiezuinig (80 à 90% zuiniger dan gloeilampen in deze toepassing), gaan lang mee (10 jaar in plaats van 0,5 jaar bij gloeilampen), zijn te dimmen, goed zichtbaar en betrouwbaar (lit. 30 en 42).
- Energiezuinige openbare verlichting op (provinciale) wegen en binnen de bebouwde kom (lit. 31, 32). Naast (sociale) veiligheid, zijn de volgende twee aspecten van groot belang: energieverbruik en hinder naar de omgeving. Enkele besparingsmogelijkheden:
 - actieve wegmarkering: zorgt voor een 'verlichte' geleiding;
 - verbeterde verlichtingsarmaturen;
 - zuinige lampen;
 - lichtmanagementsystemen: verlichting is op afstand te regelen en te controleren en kan aan de behoefte (verkeersdruk, weersgesteldheid) worden aangepast.
- Diverse maatregelen bij bedieningsgebouwen (lit. 33):
 - efficiënte verwarmings- en ventilatiesystemen;
 - goede zonwering, onder andere door dakoverstekken (ook tegen verblinding);
 - zuinige en dimbare verlichting;
 - compartimentering met aparte temperatuurregeling.
- Gebruik van PV-panelen bij 'stand-alone' toepassingen: geen elektriciteitsnet in de buurt zoals praatpalen, parkeermeters en stuwten.
- Het minimaliseren van de hoeveelheid af te voeren water (oppervlakte- en regenwater).

Bij infiltratie van regenwater in de bodem als alternatief voor afvoeren behoeft vaak minder verpompt te worden en dit betekent dus energiebesparing.

Veel informatie is te vinden via [het Projectbureau Energiebesparing GWW](#). Dit bureau geeft de 'Toolbox energiebesparing in de GWW-sector' uit. Deze Toolbox staat op CD-rom en bevat onder andere een energiescan (zie hierna), energiekengetallen, een leidraad voor energiezuinig ontwerpen en veel praktijkvoorbeelden. Het projectbureau geeft ook de digitale 'Nieuwsbrief Energiebesparing in de Grond-, Weg- en Waterbouw' uit.

Ook in het [Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW](#) is veel info te vinden.

GWW-energiescan

Met de GWW-energiescan kan men systematisch in beeld brengen hoeveel energie objecten gebruiken. Met de uitkomsten kunnen beheerders bijvoorbeeld factuurgegevens controleren. Door de uitkomsten te vergelijken met de GWW-energiekengetallen, kan men een beeld krijgen van de besparingsmogelijkheden. Verder maakt de scan een simpele onderlinge vergelijking van objecten mogelijk. Op basis hiervan kan men bepalen welke objecten op korte en welke op langere termijn zullen worden aangepakt. De energiescan is bedoeld voor beheerders van GWW objecten bij gemeenten, provincies, Rijkswaterstaat, railsector en de waterschappen. De energiescan is te downloaden via www.energiebesparingGWW.nl.

2.4 Tot slot

De volgende onderwerpen verdienen extra aandacht.

Lage temperatuurverwarming

[Lage temperatuurverwarming](#) (LTV) verdient veel aandacht vooral in verband met de toepassing van

duurzame energie. Men kan denken aan zonne-energie, maar ook aan warmte die via een warmtepomp uit bodem, water of lucht wordt gewonnen. Als afgiftesystemen zijn er diverse mogelijkheden: vergrote radiatoren, vloer- en wandverwarming, luchtverwarming maar ook stralingspanelen tegen het plafond.

Zie ook 'Meer comfort met minder energie - LTV voor nieuwbouw en renovatie' (lit. 28).

Waterzijdig inregelen

Er is veel meer aandacht nodig voor het 'waterzijdig inregelen' van cv-installaties. Gebrek aan kennis en tijd zijn bij installateurs belangrijke redenen waarom dit inregelen in de praktijk niet voldoende gebeurt.

Een goede inregeling levert verbetering van het comfort en energiebesparing op.

Waterzijdig inregelen zorgt er namelijk voor dat het warme water op de juiste snelheid door elke radiator (of ander afgifte-element) stroomt.

Hiermee wordt voorkomen dat bepaalde radiatoren in het verwarmingssysteem te heet of te koud worden om de gewenste temperatuur in de betreffende ruimte te realiseren. In de utiliteitsbouw zijn soms aanzienlijke besparingen mogelijk van wel 10% tot 30% (bron: www.waterzijdiginregelen.nl).

Zie voor informatie ook:

- www.senternovem.nl/kompas/utiliteitsbouw
- www.senternovem.nl/kompas/woningbouw

Serres

Serres kunnen 'extra' zonne-energie opvangen, terwijl ze bovendien de transmissieverliezen beperken wanneer de bewoners de serre goed gebruiken. Dit houdt in dat ze de glazen afscheiding tussen de serre en de woonkamer bij koud weer (en geen zon) gesloten houden en de serre beslist niet gaan verwarmen. Bovendien moet voorkomen worden dat bewoners de tussenwand verwijderen of al tijdens de bouw niet laten aanbrengen wat in de praktijk regelmatig gebeurt! Goede voorlichting en het ontwerpen van ruime woonkamers kunnen naar verwachting een goed gebruik van de serre stimuleren.

Financieel rendabel is een serre niet, gezien de relatief hoge investering. Wel bieden ze aantrekkelijke gebruiksmogelijkheden voor bewoners. Deze blijken in de praktijk dan ook extra geld voor een serre over te hebben. Voor meer informatie wordt u verwezen naar de publicatie 'Serres - Praktijkvoorbeelden, toepassingen en gebruik' (lit. 34).

Gasleidingnet

In de praktijk wordt bij grootschalige collectieve warmtelevering meestal een gasleidingnet achterwege gelaten. Dit houdt in dat er dus elektrisch gekookt moet worden en dat men nieuw ontwikkelde apparatuur op gas (zoals een gaswasdroger) niet kan gebruiken. Het gebruik van elektriciteit voor dergelijke toepassingen is echter energetisch gezien minder efficiënt. Het is daarom zeker te overwegen om naast het warmtenet ook een gasnet aan te leggen. Bovendien is dit volgens schattingen (bron BOOM-SI) goedkoper, ervan uitgaande dat alle investeringen inclusief kooktoestellen in de vergelijking meegenomen worden. Toekomstige ontwikkelingen zoals het gebruik van biogas of waterstof zijn dan eenvoudiger in te passen.

Vegetatiedaken

Vegetatiedaken kunnen, afhankelijk van de uitvoering, nuttig zijn vanwege het tijdelijk opnemen van regenwater. Dit kan in sterk verstedelijkte gebieden problemen voorkomen met de afvoercapaciteit van de riolering. Bovendien leveren vegetatiedaken een goede geluidsisolatie op, vaak een mooi uitzicht en in de zomer een koelend effect wat vooral bij utiliteitsbouw interessant kan zijn. Een bijkomend voordeel: dakbedekking onder een vegetatiedak is veel minder onderhevig aan temperatuurschommelingen dan normaal. Dit is gunstig voor de levensduur.

De vegetatie levert echter een relatief gering warmte-isolerend effect op: Men moet deze daken dus gewoon voorzien van voldoende isolatiemateriaal.

HR⁺⁺-glas

De afstandhouders in dubbele of drievoudige beglazing is meestal gemaakt van aluminium of (roestvast) staal. Deze vormen een warmtelek. Het is daarom aan te bevelen om beglazing te kiezen met kunststof afstandhouders: deze isoleren aanzienlijk beter. Samen met een verbeterde kozijndetailering kan dat wel een verbetering van de isolatiewaarde van het kozijn (alleen omranding inclusief randen beglazing) opleveren van globaal 30%.

Literatuur en sites

- 1 [Energierapport 2008](#); Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, juni 2008.
- 2 [Nieuwe Energie voor het klimaat](#) – Werkprogramma Schoon en zuinig; Ministerie van VROM, september 2007.
- 3 Voorbeelden uit de praktijk - Energiebesparing in corporatiewoningen; Nibag, uitgave Novem (thans SenterNovem), 2001.
- 4 Toolkit Bestaande Bouw – duurzame woningverbetering; W. Otter e.a., Aeneas uitgeverij, Boxtel, september 2008.
- 5 [Hoe gezond is de Nederlandse woning?](#) E. Hasselaar, Onderzoeksinstituut OTB, Delft University Press, Delft, 2001.
- 6 [Praktijkboek Gezonde gebouwen](#); SBR, 2002 met aanvullingen.
- 7 Demonstratie en evaluatie van geavanceerde ventilatieconcepten in project Thiemsland te Hengelo; monitoring ventilatie, binnenluchtkwaliteit en energetische prestaties; Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs te Zwolle, in opdracht van Novem (thans SenterNovem), 2004.
- 8 duurzaam bouwen duurzaam wonen; Dubowoningen en hun bewoners; SEV, uitgave Aeneas, Boxtel, 2002.

- 9 Nieuwe energiezuinige hybride ventilatiesystemen; P. op 't Veld, in: Verwarming en Ventilatie, nr 6 juni 2005.
- 10 Urban Villa biedt toekomstperspectief; A. Poel e.a., Damen Consultants Arnhem, in: BouwWereld nr 21 (1995), vervolgartikelen in nr 22, 23 en 24 (1995).
- 11 Monitoring Passief Huis in Dalem 2003/2004; Brouwer Energie Consult te Apeldoorn, Novem, maart 2005.
- 12 Leidraad zonnestroomprojecten; Ecofys, uitgave Novem, thans SenterNovem Utrecht/Sittard, 2003.
- 13 Exergiewoning - optimaal woonprofiel; Projectgroep Exergiewoning, Quint & Partners te Apeldoorn, 1997.
- 14 NMDA, een redelijke prijs voor warmte; J. de Wit e.a., in: Verwarming en Ventilatie, nr 6 juni 2005.
- 15 Berekeningsgrondslagen voor warmtelevering; J. de Wit e.a., in: Verwarming en Ventilatie, nr 6 juni 2005.
- 16 Effecten van klimaatverandering in Nederland; MNP, Milieu- en Natuurplanbureau te Bilthoven, oktober 2005.
- 17 Kwaliteit en toekomst - Verkenning van duurzaamheid; MNP/RIVM te Bilthoven, Sdu Uitgevers, Den Haag, 2004.
- 18 Meer met minder; Aedes, EnergieNed e.a., juni 2007 (zie ook www.energietransitie.nl)
- 19 Handreiking Biomassa voor duurzame energie; L. Kuiper e.a., uitgave Novem (thans SenterNovem), 1998.
- 20 Het bestemmingsplan als instrument voor duurzame stedenbouw; BRO, uitgave ministerie van VROM, 1999; te bestellen via infodesk@senternovem.nl.
- 21 Energiebesparing en vrije-kavelbouw: de gemeente als stimulator; SenterNovem, 2004.
- 22 Toolkit duurzame woningbouw voor ontwikkelaars, gemeenten en ontwerpers; P. Hameetman e.a., BAM Vastgoed, SenterNovem, uitgave: Æneas, Boxtel, december 2006.
- 23 Unplugged - Met het oog op de toekomst + CD-Rom; SenterNovem, april 2005.
- 24 Duurzame energie in nieuwbouw utiliteitsgebouwen; SBR, Rotterdam, 2003.
- 25 Handreiking voor innovatieve en duurzame gebouw- en installatiesystemen; SBR, Rotterdam, 2002.
- 26 Daglichtsystemen en visueel comfort, SBR, Rotterdam, 2000.
- 27 Duurzame stedenbouw, perspectieven en voorbeelden; F.Adriaens e.a.; Uitgeverij Blauwdruk te Wageningen, 2005.
- 28 Meer comfort met minder energie - LTV voor nieuwbouw en renovatie; Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs, uitgave Novem (thans SenterNovem), 2001;
- 29 Werkboek Strategisch Voorraadbeleid - Kwaliteitsvraag en kwaliteitsaanbod op elkaar afstemmen met extra aandacht voor energiebesparende maatregelen; SenterNovem, 2005.
- 30 Voorbeeldenboek kosteneffectieve DuBo-maatregelen in de waterbouw; Infram, Rijkswaterstaat DWW, Delft, 2005 (www.rws.nl/rws/dww).
- 31 Waarom brandt het licht hier? - Openbare verlichting op provinciale wegen in Noord-Holland; Haarlem, augustus 2005 (www.noord-holland.nl).
- 32 Anders verlichten, goed voor veiligheid en milieu; provincie Noord-Holland; maart 2003 (www.noord-holland.nl).
- 33 energiebesparing boven de sluis; Projectbureau Energiebesparing GWW, 2002; te downloaden via www.energiebesparinggww.nl (publicaties).
- 34 G. de Vries e.a.; Serres - Praktijkvoorbeelden, toepassingen en gebruik; Novem (thans SenterNovem) en SEV, Rotterdam, 1996.
- 35 Duurzaam detailleren Woningbouw; uitgave SBR, Rotterdam, 2002.
- 36 Gezondheid en ventilatie in woningen in Vathorst - onderzoek naar de relatie tussen gezondheidsklachten, binnenmilieukwaliteit en woningkenmerken; GGD Eemland, september 2007; te downloaden via (www.ggdeemland.nl)

- 37 Eindrapportage Woonkwaliteit Binnenmilieu in Nieuwbouwwoningen; Adviesburo Nieman, Utrecht, i.o.v. VROM-Inspectie Regio Oost, november 2007.
- 38 13 in een dozijn – Voorbeelden van duurzame gebouwen in Nederland; Ger de Vries en Peter Teeuw, TUD Bouwkunde, uitgave: Aeneas te Boxtel, september 2007.
- 39 De Staat van het Klimaat 2007; Rob van Dorland, Bert Jansen en Wieke Dubelaarversluis (red.), uitgave PCCC, de Bilt/Wageningen, 2008; te downloaden via www.klimaatportaal.nl
- 40 Heldergroene Biomassa; Provinciale Milieufederaties en Stichting Natuur en Milieu, Utrecht, januari 2008;rapport te downloaden via www.natuurenmilieu.nl
- 41 Groenboek energietransitie; Platform Groene Grondstoffen, uitgave SenterNovem, Sittard, april 2007 (zie ook www.energietransitie.nl)
- 42 Korte notitie over ‘stand van zaken van de techniek van LED verlichting’; Marinus Jan Veltman, LEDexpert in opdracht van SenterNovem, Utrecht, 18 december 2007

Sites

www.duurzaambouwen.senternovem.nl/links - links naar ‘onze favorieten’

www.stichtinghrv.nl - Stichting

Hoogrendementsventilatie

www.senternovem.nl - SenterNovem;

diverse subsites onder andere:

- www.senternovem.nl/warmtelevering
- www.senternovem.nl/ept
- www.senternovem.nl/ltv
- www.senternovem.nl/duurzameenergie
- www.senternovem.nl - Cijfers en tabellen - info over kengetallen

www.vrom.nl - Ministerie van VROM

(Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu)

www.ez.nl - Ministerie van Economische Zaken

www.energieraad.nl - Algemene Energieraad

www.vromraad.nl - VROMraad

www.duurzaambouwen.senternovem.nl - onderdeel van SenterNovem

www.sbr.nl - SBR

www.sev.nl - SEV, Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting

www.energiebesparingGWW.nl - Projectbureau Energiebesparing GWW

www.crow.nl - CROW (Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur)

www.cur.nl - CUR (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving)

www.nen.nl - NEN (Nederlands Normalisatie-instituut)

www.isso.nl - ISSO (Instituut voor Studie en Stimulering van Onderzoek op het gebied van gebouw-installaties)

www.mnp.nl - MNP (Milieu- en Natuurplanbureau)

www.minvenw.nl - Ministerie van Verkeer en Waterstaat

www.noord-holland.nl - Provincie Noord-Holland, openbare verlichting

www.wtw-filters.nl - info (voor particulieren) over noodzaak onderhoud en verkrijgbaarheid van filters.

www.passiefhuis.nl - info over passief huizen in Nederland / Stichting PassiefHuis Holland

www.passiv.de - info over passief huizen in Duitsland

www.cepheus.de - info over passief huizen

www.biomassa.nu - info over biomassa

www.microwkk.nl - info over micro-warmtekracht installaties

www.mnp.nl – Milieu- en Natuurplanbureau; vormt samen met het Ruimtelijk Planbureau het Planbureau voor de leefomgeving: www.planbureau-voordeleefomgeving.nl

www.natuurenmilieu.nl (voor o.a. info klimaat en biomassa)

www.epk.nl – info over keurlabels bij o.a. cv-ketels

www.natuurenmilieu.nl/biomassa – info over biomassa

www.energielabelgebouw.nl – info over de energie-labeling

www.top50solar.nl – info over PV

www.passivhausprojekte.de – info over projecten met passieve zonne-energie in tal van landen

www.planbureauvoordeleefomgeving.nl - Planbureau voor de Leefomgeving; voorheen het Milieu- en Natuurplanbureau en het Ruimtelijk Planbureau

3 Materialen

3.1 Grondstoffen en bouwmaterialen

Introductie

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste items op het gebied van duurzaam materiaalgebruik kort toegelicht. Het gebruik en de winning van bouwmaterialen leidt in veel gevallen tot milieu-problemen zoals uitputting van grondstoffen, verontreiniging van het binnenmilieu en aantasting van het landschap.

Bij de keuzeafweging tussen materialen moet er rekening gehouden worden met de milieueffecten gedurende de gehele levenscyclus: Dus vanaf de winning van de benodigde grondstof tot en met de sloop van het gebouw. Ook de mogelijkheden voor hergebruik van materialen of componenten moeten bij de afweging meegenomen worden (afb. 28). Hierbij is het ook van belang om de materiaalkeuze af te stemmen op de functie en de gewenste en benodigde levensduur van die functie.

Het voert te ver om in dit basisdocument uitgebreid in te gaan op het grote aantal materialen en producten die in de gehele bouwsector gebruikt worden. Voor achtergrondinformatie over de milieu-aspecten van materialen en producten wordt u verwezen naar:

- De 'Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen' voor woningbouw en utiliteitsbouw (voor beide zie www.sbr.nl en kijk onder [SBR-winkel](#), digitale producten) (lit. 1) en GWW (lit. 2). In deze pakketten is voor de meest gangbare materialen een informatieblad aanwezig. Op www.sbr-info.nl is de digitale Dubocatalogus te raadplegen als u een abonnement heeft. Deze catalogus vervangt op termijn de Nationale

Pakketten voor de woning- en utiliteitsbouw; zie ook het Infoblad '[De Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen](#)' van SenterNovem.

- De [infobladen](#) met betrekking tot materialen op de site van het Nationale DuBo centrum.
- [Basiswerk Duurzaam en Gezond Bouwen](#) - dé leidraad bij het realiseren van duurzame en gezonde woning- en utiliteitsbouw; NIBE, Naarden, 2005 (lit. 3).
- [Duurzame bouwmaterialen](#); Ch.F.Hendriks e.a.; Æneas te Boxtel, 1999.
- Specifiek voor de waterbouw: Voorbeeldenboek kosteneffectieve Dubo-maatregelen in de waterbouw (lit. 4).

In diverse overheidsplannen, maar ook vanuit marktpartijen, wordt aandacht gevraagd voor de milieueffecten van producten, bouwelementen en gebouwen (zie ook paragraaf 1.6).

Dit vraagstuk is op een kwalitatieve en kwantitatieve wijze te benaderen.

Voor deze laatste benadering is de levenscyclusanalyse (LCA) als rekenmodel voor materialen en producten veel gebruikt. Voor de LCA-methode is nog geen bindende standaard opgesteld. Met de standaard beoordelingsmethode volgens de [MRPI](#)[®] kunnen LCA's op een vergelijkbare manier worden opgesteld. Wel is de informatie voor het opstellen van een LCA meestal afkomstig van een bepaalde producent of branchevereniging. Dit betekent dat conclusies uit een LCA met enige voorzichtigheid moeten worden gehanteerd. Het kan bijvoorbeeld zijn dat een bepaalde LCA opgesteld is voor een bepaald product van één bepaalde producent. Deze informatie zal dus niet algemeen geldend zijn. MRPI staat voor MilieuRelevantie Product-Informatie. De Stichting MRPI is een initiatief van het Nederlandse Verbond Toelevering Bouw (NVTB) en het ministerie van VROM.



Afb. 28: Hergebruik

Gestreefd wordt naar minder puin en naar een verantwoord hergebruik.

Basiskennis en vaardigheden

Bij het thema grondstoffen en bouwmaterialen zijn voor duurzaamheid in de bouwpraktijk de volgende onderwerpen, begrippen en vaardigheden van groot belang:

- Kennis over de milieuaspecten van bouwmaterialen en producten; het gaat hierbij enerzijds om het minimaliseren van het gebruik van (ernstige) mens- en milieubelastende materialen (bijv. radon en formaldehyde houdende materialen) en anderzijds om het stimuleren van materialen met een zo klein mogelijke milieubelasting zoals materialen uit 'vernieuwbare' grondstoffen (hout, vlas e.d.).
- Kennis over begrippen die hier betrekking op hebben zoals LCA, dubo-keurmerken voor materialen zoals het FSC-keurmerk (www.fscnl.org), duurzaamheidsklassen voor hout en keurmerken of labels voor installaties zoals Gaskeurlabels voor cv-ketels.
- Kennis over (en zo nodig het kunnen omgaan met) instrumenten voor het bepalen van de milieuscore van een woning, gebouw of GWW-object; het 'Variantenboek milieuprestatie vormgegeven' (lit. 5) geeft interessante informatie over één van de gangbare dubo-instrumenten.
- Kennis over de juiste toepassing van deze materialen en producten. Let op de juiste opbouw en detaillering van constructies met het oog op:
 - optimaal materiaalgebruik, dus bijvoorbeeld zo slank en zo licht mogelijk construeren;
 - mogelijkheden voor hergebruik, denk aan industrieel flexibel en demontabel bouwen (IFD);
 - energetische aspecten (zie ook hoofdstuk 2) zoals het bereiken van het gewenste thermische isolatieniveau en het voorkomen van koudebruggen; zo moet spouwisolatie naadloos aansluiten op het binnenspouwblad;
 - een lange levensduur; denk aan bijvoorbeeld het gebruik van dakoverstekken ter bescherming van de onderliggende gevel;
 - een goede vochtwering;
 - geluidsaspecten van bouwkundige constructies en installaties voor verwarming, ventilatie, tapwater en afvalwater (riolering); om de gewenste geluidsisolatie te bereiken is naast een goede detaillering een zeer zorgvuldige uitvoering noodzakelijk;
 - de gewenste luchtdichtheid van constructies; ook hier is een zorgvuldige uitvoering cruciaal om het gewenste niveau te bereiken;
 - de juiste behandeling en verwerking van materialen en producten op de bouwplaats zoals het droog opslaan van kozijnen en isolatiemateriaal;
 - zo min mogelijk productie van bouwafval; de mogelijkheden voor demontabel bouwen.
- Kennis over de juiste afvalscheiding en de praktische vertaling hiervan op de bouwplaats (zie par. 3.2).
- Het kunnen 'lezen' van bouwkundige en installatietechnische tekeningen en het kunnen lezen van de geschreven bestekken of technische werkschrijvingen. In de opleidingen moet met nadruk worden gewezen op het belang (de juridische status) van het bestek (tekst plus tekeningen). In de praktijk van duurzaam bouwen blijkt dat bestekken regelmatig slecht bekeken worden. Juist met relatief nieuwe zaken levert dat het risico op dat een project anders wordt uitgevoerd dan de bedoeling is.

- Globaal inzicht in het huidige beleid met betrekking tot duurzaamheid.
- Kennis over regelgeving met betrekking tot duurzaamheid.

Naast de bij de Introductie genoemde informatiebronnen over materialen, zijn de volgende twee bronnen interessant, met name vanwege het detailleren:

- SBR-infobladen; deze digitale infobladen gaan over onder andere:
 - luchtdicht bouwen
 - geluidsoverdracht
 - thermische isolatie
 - koudebruggen
 - afvalbeheersing
- Duurzaam detailleren Woningbouw (lit. 6).
In deze publicatie is een groot aantal bouwkundige details opgenomen. Verder is er een korte toelichting over de belangrijkste aspecten van duurzaam materiaalgebruik. Hierbij wordt uitgegaan van de maatregelen en materialen die in het Nationaal Pakket Woningbouw zijn opgenomen. Ook is een bijbehorende korte alfabetische begrippenlijst toegevoegd.

Voor meer informatie wordt u verwezen naar sites en literatuur. Ook verderop in dit hoofdstuk (zie de checklist) worden nog diverse onderwerpen en begrippen genoemd.

De mate waarin de diverse zaken in het onderwijs aan de orde moeten komen, kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.

SVE, Stichting VIBA Expo

Zeer de moeite waard is een bezoek aan de permanente VIBA-expo (www.sveweb.nl) in Den Bosch. In verschillende zalen is een groot aantal dubo-materialen en producten te zien. Ze staan opgesteld in stands van fabrikanten en leveranciers. Er zijn ook stands met onder andere energiezuinige en waterbesparende producten en stands van architecten en adviseurs die actief zijn op het gebied van duurzaam bouwen.

Ook in Groningen is een permanente expositie: het Informatiepunt Duurzaam Bouwen van de vereniging VIBA-noord (www.ipdubo.nl) die echter kleiner van omvang is in vergelijking met die in Den Bosch.

Zie voor andere bezoekerscentra: www.duurzaambouwen.senternovem.nl/links (1^e kolom).

Problematiek grondstoffen en bouwmaterialen

De belangrijkste milieuproblemen met betrekking tot grondstoffen en bouwmaterialen zijn:

- uitputting grondstoffen;
- aantasting landschap en verstoring ecosystemen bij winning en transport van grondstoffen;
- bij bouwmaterialen en bouwproducten: de vervuiling van het milieu door:
 - productie;
 - verwerking;
 - onderhoud;
 - sloop;
 - bouw- en sloopafval.
- verontreiniging van het binnenmilieu door emissies van stoffen uit materialen in de gebruiksfase;
- emissies uit materialen naar bodem, water en lucht in de gebruiksfase.

De Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen (lit. 1, 2), de Milieuclassificatie (lit. 3) en het Voorbeeldenboek kosteneffectieve Dubo-maatregelen in de waterbouw (lit. 7) gaan dieper in op de milieueffecten, zowel negatieve als positieve. In de Toolkit duurzame woningbouw (lit. 8) zijn enkele woningconcepten met duurzame materialen opgenomen. Per concept is de totale milieuscore berekend op drie verschillende wijzen: met de rekenmodellen Greencalc Plus, EcoQuantum en GPR Gebouw (zie par. 1.6).

In het MilieuCompendium is onder andere informatie te vinden over de voorraden oppervlaktedelfstoffen in ons land. Geologisch gezien zijn de voorraden van de meeste oppervlakte-

delfstoffen zeer groot met uitzondering van grind en zilverzand. De winbaarheid wordt echter sterk bepaald door ruimtelijke, maatschappelijke en economische aspecten.

Ongeveer 10 à 15% van de benodigde bouwgrondstoffen is afkomstig uit hergebruik. De overige bouwgrondstoffen worden voornamelijk als oppervlaktedelfstof in Nederland gewonnen.

Beleid

Nationaal beleid

Beleidsbrief Duurzaam Bouwen (2002)

In deze *Beleidsbrief* (24280 en volgnummer 22) van VROM staan drie aspecten genoemd waarop het rijksbeleid zich de komende jaren zal toespitsen. Twee daarvan hebben (deels) betrekking op het materiaalgebruik:

- Verantwoord materiaalgebruik. Het gaat daarbij onder andere om het stimuleren van het gebruik van hernieuwbare grondstoffen zoals (bijvoorbeeld FSC) gecertificeerd hout, het beperken van emissies uit materialen naar lucht, bodem en water, het zo goed mogelijk sluiten van kringlopen.
- Verbetering van het binnenklimaat met het oog op de gezondheid van bewoners en gebruikers van gebouwen. Dit aspect heeft betrekking op onder andere het beperken van vocht, allergenen en radon.

Op de Nationale Dubo-dag eind 2005 onderstreepte de staatssecretaris deze beleidspunten nogmaals. Hij noemde met name nog:

- het belang van het kwantificeren van de milieueffecten van de bouw;
- de instrumenten die hiervoor gereed zijn en de wens om tot harmonisatie te komen van deze instrumenten, en zo mogelijk te komen tot een nationale standaard;
- het belang van een gezond binnenklimaat.

Ook kwam duidelijk naar voren dat volgens VROM duurzaamheid een gedeelde verantwoordelijkheid is tussen de verschillende overheden, het bedrijfsleven en burgers. Zie ook het 'Dossier Verantwoord materiaalgebruik' van VROM via www.vrom.nl.

Nota Ruimte (2006)

In de *Nota Ruimte* wordt ingegaan op de relatie tussen de winning van oppervlaktedelfstoffen en de ruimtelijke consequenties daarvan. Doel van het beleid is de winning van deze stoffen in ons land te stimuleren op een maatschappelijk aanvaardbare wijze. Projecten voor winning van bouwgrondstoffen moeten waar mogelijk ook andere functies hebben dan grondstoffenvoorziening. Denk hierbij aan natuurontwikkeling, recreatie, wonen aan het water, waterbeheer en aanleg vaargeulen.

Voorheen werd de ruimtevraag gestuurd via het structuurschema oppervlaktedelfstoffen. Deze regierol bij het afstemmen van vraag en aanbod wordt afgebouwd. De winning van bouwgrondstoffen wordt aan de markt overgelaten.

Bouwbesluit

Er wordt voorlopig afgezien van het opnemen van prestatie-eisen voor de duurzaamheid van bouwmaterialen in een woning of gebouw.

Dit zou plaatsvinden met behulp van bijvoorbeeld een Materiaalgebonden Milieuprofiel van Gebouwen (mmg).

Ook is afgezien van het invoeren van een stralingsnorm voor met name radon in de woningbouw.

Dit om verdere uitbreiding van regelgeving te voorkomen. Met de bouwwereld zijn wel afspraken gemaakt om het radongehalte van materialen zo veel mogelijk te beperken evenals het stralingsniveau binnen woningen. Hierbij spelen naast de materialen ook de luchtdichtheid van de begane grondvloer en het functioneren van ventilatiesystemen een belangrijke rol. Voor meer informatie zie hoofdstuk 5 en het *Dossier Radon* op www.vrom.nl.

Gemeentelijk beleid

Gemeenten hebben beperkte mogelijkheden om het gebruik van duurzame grondstoffen en materialen te stimuleren.

Bij woningen en andere gebouwen mag een gemeente geen aanvullende milieueisen stellen op gebieden die in het Bouwbesluit en de gemeentelijke bouwverordening al geregeld zijn, tenzij eisen voortvloeien uit het bestemmingsplan. Wel kan een gemeente afspraken maken met bouwpartners. Dit kan bijvoorbeeld in een convenant of, wanneer de gemeente de grond in handen heeft, via het gronduitgiftecontract. In haar eigen gebouwen kan een gemeente natuurlijk wel het goede voorbeeld geven. Dit kan ook in de GWW-sector wanneer het om gemeentelijke objecten of projecten gaat (materiaalgebruik verhardingen, aanleg watergangen enz.). Zie bij GWW-sector.

Checklist grondstoffen en bouwmaterialen

Met behulp van de 'Drie-stappen-strategie' kan de milieubelasting door het gebruik van bouwmaterialen verminderd worden. De drie stappen zijn:

- 1 Beperk het gebruik van grondstoffen.
- 2 Gebruik 'duurzame' grondstoffen.
- 3 Verstandig gebruik 'niet-duurzame' grondstoffen.

Ontwerp

1 Beperk het gebruik van grondstoffen

Nieuwbouw/renovatie/hergebruik

- Overweeg of nieuwbouw echt nodig is. Mogelijk is renovatie of hergebruik van een ander gebouw of woningcomplex een goede optie. Zie ook de publicatie '[Duurzaam huisvesten - een leidraad voor strategisch denken](#)' (lit. 9).

Ruimtelijk ontwerp

- Zoek naar een optimaal ruimtegebruik. Ga na of

- functies te combineren zijn. Bij utiliteitsbouw: Overweeg werkplekken uitwisselbaar te maken, denk aan het 'flexibele' kantoorconcept' (lit. 10).
- Ga na in hoeverre de woning of het gebouw een flexibele indeling moet hebben, uitbreidbaar moet zijn en op de lange termijn mogelijk een andere functie kan krijgen. Houd hiermee rekening bij het ontwerp voor de draagconstructie en de installaties. Een voorbeeld: Schoolwoningen; bij de huidige bouw van scholen wordt regelmatig rekening gehouden met de ombouw tot woningen. Zie ook het Infoblad '[Industrieel, flexibel en demontabel bouwen](#)' (IFD) op www.duurzaambouwen.senter-novem.nl.
- Kies de optimale vorm van het bouwvolume: beperk het buitenoppervlak. Houd wel rekening met bijvoorbeeld een goede daglichttoetreding.
- Stimuleer 'dubbel' gebruik van vertrekken, maak flexibele plattegronden (schuifdeuren-schuifwanden).
- Zorg voor een zodanige vormgeving van de bouwmasse dat geen 'moeilijke' aansluitdetails nodig zijn (bijvoorbeeld loodslabben) en dat zo min mogelijk zaag- en snijverliezen optreden. Gebruik dus geen grillige vormen tenzij een hiervoor geschikt materiaal gebruikt wordt.
- Maak een zodanig ontwerp dat minimale leidinglengtes nodig zijn voor verwarming, ventilatie, koeling en tapwater.

Detaillering

- Minimaliseer onnodige afwerkklagen (bijvoorbeeld vloeren, verfwerk, binnenkozijnen, stuc).
- Verleng de levensduur van de woning of het gebouw:
 - Kies een flexibel inbouwpakket voor voorzieningen.
 - Maak eenvoudige (de)montage van onderdelen, bijvoorbeeld montagekozijnen en leidingen mogelijk.
 - Zorg voor juiste detaillering: onder andere dakoverstek bij houten gevels (alleen effectief voor de 2 à 3 onderliggende bouwlagen), terugliggende kozijnen, met name voor

- kozijnen van hout en kunststof, en een zorgvuldige plaatsing van dampremmende lagen.
- Beperk de 'massa' van constructies: Maak gebruik van optimale constructies of optimaal samengestelde constructies. Zo heeft een kanaalplaatvloer minder materiaal dan een massieve vloer. Gebruik bijvoorbeeld voorgespannen constructies en verjongde kolommen op de hoger gelegen verdiepingen. Overweeg houtskeletbouw, deze bouwmethode is ook vanuit dit oogpunt gunstig.

Uit onderzoek (lit. 11) blijkt dat voor de bouw van een normale eengezinswoning door onder andere bovenstaande maatregelen zeker zo'n 20% materiaal bespaard kan worden zonder wezenlijke aanpassing van de woning of verandering van materialen.

De publikatie 'Milieubewust materiaalgebruik - Aanpak, ontwerpinstrumenten en realisatie in de utiliteitsbouw' (lit. 12) geeft een voorbeeld van een concreet kantoorgebouw waarbij een aantal van de bovenstaande maatregelen is gerealiseerd. De gekozen maatregelen worden uitgebreid toegelicht. Beide rapporten zijn ruim 10 jaar oud, maar op hoofdlijnen nog steeds actueel.

2 Gebruik 'duurzame' grondstoffen

'Duurzame' grondstoffen zijn grondstoffen die vernieuwbaar of eenvoudig opnieuw te gebruiken zijn en bij bewerking relatief weinig milieudruk veroorzaken. Zie ook '[Vernieuwbare grondstoffen in de bouw](#)'.

Enkele voorbeelden:

- Hout uit productiebossen of duurzaam beheerde bossen (afb. 30), houtafval en andere plantaardige grondstoffen zoals natuurharsen voor verven en lijmen.
- Vlas en hennep voor isolatiemateriaal.
- Schelpen voor kruipruimte-isolatie in de bestaande bouw.
- [Stro voor strobalenbouw](#) (www.sveweb.nl).
- [Leem](#) (lit. 20).

Deze grondstof kent weinig milieudruk bij winning en sloop. Denk aan stroleem met rondhout als draagconstructie, prefab leemstenen

voor binnenwanden en leemstuc als afwerking. Leembouwtechnieken zijn nog geen reëel alternatief voor de huidige projectmatige bouw gezien de meestal arbeidsintensieve bewerking. Wel biedt leem voor kleine projecten (met bijvoorbeeld zelfbouwers) goede mogelijkheden evenals voor bepaalde onderdelen zoals binnenwanden.

Met name leemstuc biedt nu al interessante mogelijkheden voor woning- en utiliteitsbouw.

3 Verstandig gebruik 'niet-duurzame' grondstoffen

- Beperk het gebruik van 'niet-duurzame' producten zoals de traditionele alkydverf (voor zover nog toegestaan); gebruik zo min mogelijk organische oplosmiddelen: gebruik bijvoorbeeld natuurverf of watergedragen verfsystemen.
- Gebruik reststoffen zoals granulaat (in plaats van zand en grind), rogips (voor gipsproducten) en cellulose (voor warmte-isolatie) als (grondstof voor) bouw materiaal.

Let op bij granulaat (lit. 13, 14): Afhankelijk van de toepassing kan een onderscheid nodig zijn tussen:

- betongranulaat: afkomstig van gebroken beton (www.granulaatbeton.nl);
- metselwerkgranulaat: afkomstig van gebroken metselwerk;
- menggranulaat: afkomstig van een mengsel van beton- en metselwerkpuin; voor constructieve toepassingen worden eisen gesteld aan de verhouding beton- en metselwerkgranulaat.

Meestal is het gebruik van menggranulaat ter vervanging van 20% grind geen probleem, wel wanneer er extra hoge eisen aan het beton worden gesteld. Ook een hoger percentage (tot 100%) behoort tot de mogelijkheden. Overleg met de constructeur hierover is dus gewenst.

- Overweeg het gebruik van sloopmaterialen, bijvoorbeeld hout voor piketpaaltjes en balken en/of direct hergebruik van dakpannen, sanitair en installatiecomponenten. Hergebruik vindt soms op grote schaal plaats zoals in [Sporwijk](#) in Den Haag. In de uitgave '[\(No\) Flat Future](#)' -

Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats' (lit. 21) wordt een studie beschreven naar de mogelijkheden van maximaal hergebruik van casco's, sloopp producten en stedelijke afvalstromen.

- Gebruik demontabele constructies zodat bij onderhoud en sloop hergebruik mogelijk is. De 'Handleiding duurzaam slopen' (lit. 15) geeft zeer praktische informatie hierover en beschrijft ook een aantal voorbeeldprojecten.

Enkele aandachtspunten:

- Gebruik zo min mogelijk ingestorte leidingen of kanalen; een bijkomend voordeel is dat ze dan eenvoudig te voorzien zijn van warmte-isolatie (bijvoorbeeld zinvol bij warmtapwaterleidingen).
- Gebruik zo min mogelijk gelijmde verbindingen en gebruik geen ter plaatse gespoten PUR-schuim als isolatie, montagekit of kierdichting, tenzij goede alternatieven ontbreken.
- Gebruik voor platte daken losliggende (met ballast) of mechanisch bevestigde dakbedekking in plaats van gelijmde.
- Gebruik vooral prefab-onderdelen; deze geven minder afval door onder andere een gecontro-



Afb. 29: Alternatief voor zink

Houten goot bekleed met epdm in de wijk Ruwenbos in Enschede: één van de alternatieven voor zink en koper. Het hemelwater in deze wijk wordt via wadi's in de bodem geïnfilteerd of afgevoerd naar een opslagvijver aan de rand van de wijk. Het is daarom van groot belang dat zo min mogelijk 'zware' metalen afspoelen.

leerde verwerking van het afval bij de productie. Vaak is later onderhoud en sloop ook met minder milieunadelen te realiseren.

Uitvoering

Duurzaam bouwen vraagt om een zorgvuldige uitvoering en controle van onder andere installaties, materialen en detailleringen. Warmte-isolatie, luchtdichting, dampremmende lagen, certificaten en type-aanduiding van installaties zijn enkele belangrijke aandachtspunten.

Het is belangrijk dat aannemers, werkvoorbereiders, uitvoerders, bouwvakkers, installateurs en monteurs goed weten wat zij moeten doen en waarom. Soms vraagt duurzaam bouwen om andere materialen met een andere toepassing en werkwijze. Duurzaam handelen begint immers bij duurzaam denken!

De controle is een belangrijke taak voor de architect, installatie-adviseur, dubo-adviseur of een gespecialiseerd bouwmanagementbureau. Ook Bouw- en Woningtoezicht kan hierbij een taak hebben, vooral als het gaat om gemeentelijke dubo-eisen.

Dat het regelmatig aan een zorgvuldige uitvoering ontbreekt, zal niemand ontgaan die regelmatig een bouwplaats bezoekt. Enkele concrete voorbeelden van veelvoorkomende fouten zijn te vinden in twee artikelen in Bouwwereld (lit. 16, 17).

Bij de keuze van bouwmaterialen en de verwerking ervan moeten ook de arbeidsomstandigheden een belangrijke rol spelen. Aandacht is nodig voor onder andere:

- het minimaliseren of, nog beter, het voorkomen van organische oplosmiddelen (verf, lijm);
- het minimaliseren van het vrijkomen van stofdeeltjes;
- het beperken van hoge geluidsniveaus;
- het voorkomen van te zware belastingen van rug en knieën van de bouwvakker.

Een goed voorbeeld: Het gebruik van anhydriet als dekvloer in plaats van zandcement scoort op dit punt aanzienlijk beter.



Afb. 30: Lariks

Gebruik van inlands lariks in het gebouw van het Agrarisch Onderwijs in Leeuwarden. Het lariks is gebruikt voor onder andere gevelbeschieting, kozijnen en draagstructuur zoals spanten en kolommen. Architect: Atelier PRO architecten te Den Haag. Realisatie: 1996.

GWV-sector

In de GWV-sector wordt al jaren milieubewust omgesprongen met grondstoffen en materialen. Zo wordt volop gebruik gemaakt van secundaire grondstoffen, met name voor wegfunderingen. Straatklinkers, straattegels en stoepranden worden hergebruikt. Het gebruik van betongranulaat als grindvervanger in betonproducten zoals straattegels vindt op bescheiden schaal plaats; in deze sector zijn ongetwijfeld meer mogelijkheden voor granulaten te vinden. Technisch gezien is dat geen probleem, maar de markt is erg afhankelijk van de prijzen van enerzijds grind en anderzijds granulaat.

Let bij granulaat (lit. 13, 14) op de volgende verschillen:

- betongranulaat: afkomstig van gebroken beton, zoveel mogelijk zonder staalresten;
- metselwerkgranulaat: afkomstig van gebroken metselwerk;
- menggranulaat: afkomstig van een mengsel van beton- en metselwerkpuin; voor toepassingen in betonconstructies worden eisen gesteld aan de verhouding beton- en metselwerkgranulaat.

Het gebruik van granulaat in betonconstructies voor weg- en waterbouw vindt nauwelijks plaats, vooral door de hoge eisen die vaak gesteld worden aan deze constructies. Maar ook is over

granulaatbeton bij deze toepassingen nog niet alles bekend, onder andere ten aanzien van gedrag bij vorst en brand.

Ook bij materiaalkeuze in de waterbouw wordt steeds vaker rekening gehouden met milieueffecten. Zo worden indien mogelijk verduurzamingsmiddelen voor houten constructies achterwege gelaten en worden beschoeiingen niet aangebracht door het toepassen van alternatieven zoals 'natuurlijke' oevers. Zie voor meer informatie het Infoblad 'Hout: [houtverduurzaming](#)' op www.duurzaambouwen.senternovem.nl. Ook worden biologisch afbreekbare geotextielen gebruikt voor tijdelijke constructies en zijn de 'klassieke' zinkstukken (rijshout, riet) weer terug.

In het 'Voorbeeldenboek kosteneffectieve DuBo-maatregelen in de waterbouw' (lit. 7) zijn diverse interessante voorbeelden van een duurzaam materiaalgebruik te vinden, evenals in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWV (lit. 2).

Bij het ontwerp en de aanleg van riolering (afb. 31) kan milieuwinst geboekt worden. Niet alleen door de keuze van het materiaal, maar ook door het vasthouden en benutten van relatief schoon regenwater. Voor een toelichting op duurzame rioleringsystemen: zie par. 6.2. Keramische rioleringsbuizen zijn volop verkrijgbaar en vormen een interessant alternatief voor beton en kunststof.

Bouwramp maken wordt steeds vaker integraal benaderd, dus rekening houdend met aspecten zoals landschap, flora en fauna, kruipruimteeloos bouwen en waterhuishouding. In het algemeen wordt gestreefd naar minder grondverplaatsingen en naar een 'gesloten grondbalans'.

In het rapport 'Integraal Ketenbeheer, Afwegen of afschuiven' (lit. 18) wordt een model gepresenteerd voor een milieubewuste keuze van grondstoffen. Het is geen rekenmodel, wel een 'denkraam' als beslissingsondersteunend model. Voor het onderwijs kan het interessant zijn vanwege de

veelheid aan thema's en criteria die aan de orde komen. Na invulling van het model verschijnt een milieuprofiel. De volgende vijf thema's komen aan de orde:

- gezondheid en veiligheid in de diverse fasen en voor diverse groeperingen;
- omgevingskwaliteit en milieu;
- beheersbaarheid;
- economische betekenis met aandacht voor onder andere kosten, innovatie en werkgelegenheid;
- maatschappelijke acceptatie.



Afb. 31:
Houten vangrail bij het aquaduct in
Woudsend.

Tot slot

Enkele materialen vragen speciale aandacht:

Duurzaam hout

Gebruik bij voorkeur hout uit duurzaam beheerde bossen. Hierover is nog vaak discussie gaande welke bossen daaraan voldoen. Wil men alle zekerheid, kies dan voor hout met het FSC-keurmerk.

Ook Keurhout verleent een keurmerk voor duurzaam hout.

Voor meer informatie zie het Infoblad 'Hout: duurzaam geproduceerd uit verantwoord beheerde bossen' op www.duurzaambouwen.senter-novem.nl.

Houtverduurzaming

Houtverduurzaming (met impregneermiddelen) wordt nog regelmatig toegepast. Het is echter zeer de vraag wat er met dit hout in de afvalfase

gebeurt. Het gebruik van niet-verduurzaamd (met impregneermiddelen) hout heeft daarom duidelijk de voorkeur.

Voorwaarde is dat de juiste houtsoort en de juiste constructies en detailleringen gebruikt worden. Ook thermisch verduurzaamd hout voor bijv. gevelbeschieting is een goede optie.

Voor kozijnen zijn er allerlei mogelijkheden. Naast tropisch hardhout met FSC-keurmerk, kan men ook kiezen voor niet-verduurzaamde kozijnen van zacht hout van uitstekende kwaliteit.

Het Garantie Instituut Woningbouw (GIW) geeft anno 2008 alleen onder voorwaarden garantie voor inmetSELkozijnen van naaldhout (zacht hout) en gevingerlast hardhout. Kapla-kozijnen, andere montage-kozijnen en kozijnen van massief hardhout Klasse A zijn zondermeer toegestaan.

Zie voor meer informatie het Infoblad 'Hout: houtverduurzaming' op www.duurzaambouwen.senter-novem.nl.

Diffuse bronnen

Verspreiding in het milieu van zware metalen als gevolg van afspoeling door regenwater moet worden voorkomen. Afspoeling speelt vooral bij zink en verzinkte producten, en in mindere mate, bij lood en koper. Zodra deze producten afgeschermd zijn door middel van bijvoorbeeld een coating, speelt het probleem van afspoeling niet meer.

Wel blijven andere, vaak ernstige, milieuproblemen bestaan zoals die bij de winning van zink in de mijnbouw.

Over het toepassen van deze materialen is discussie gaande. Weliswaar is de afspoeling de afgelopen jaren gedaald doordat het regenwater minder zuur werd, maar er treedt nog steeds een niet te verwaarlozen emissie op (lit. 19). Doordat er voor veel bouwkundige toepassingen goede alternatieven voorhanden zijn, is het verstandig het gebruik van deze materialen te vermijden.

Zie voor meer informatie de Infobladen 'Zink: toepassingen in de bouw' en 'Materialen in de gebouwde omgeving: bronnen van waterveront-

reiniging' via www.duurzaambouwen.senternovem.nl. Handig is de beknopte uitgave 'Metalen in de bouw, niet in het water' (lit. 22) met concrete alternatieven voor metalen in de bouw; de uitgave is te downloaden via het eerstgenoemde Infoblad.

Waterleidingen

Momenteel wordt in plaats van koper steeds vaker kunststof voor waterleidingen gebruikt, zeker in de seriematige woningbouw. Veel gebruikte alternatieven zijn bijvoorbeeld PB (polybutyleen) en PE (polyetyleen) (de laatste alleen voor koud water). Er is nog een discussie gaande over de milieu- en gezondheidseffecten van respectievelijk koper en kunststof voor deze toepassing.

Literatuur en sites

- 1 Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen, diverse delen, SBR, Rotterdam.
- 2 [Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW](#); CUR en CROW te Ede, 2002.
- 3 [Basiswerk Duurzaam en Gezond Bouwen](#) - dé leidraad bij het realiseren van duurzame en gezonde woning- en utiliteitsbouw; NIBE, Naarden, 2005.
In dit Basiswerk is ook opgenomen: Milieuclassificatie Bouw.
- 4 [Duurzame bouwmaterialen](#); Ch.F.Hendriks e.a.; Æneas te Boxtel, 1999.
- 5 Variantenboek milieuprestatie vormgegeven; H. Pötz e.a., SEV; Æneas, Boxtel, 2003.
- 6 Duurzaam detailleren Woningbouw; uitgave SBR, Rotterdam, 2002.
- 7 [Voorbeeldenboek kosteneffectieve DuBo-maatregelen](#) in de waterbouw; Infram, Rijkswaterstaat DWW, Delft, 2005.
- 8 [Toolkit duurzame woningbouw](#) voor ontwikkelaars, gemeenten en ontwerpers; P. Hameetman e.a., BAM Vastgoed, SenterNovem, uitgave: Æneas, Boxtel, 2005;
- 9 Duurzaam huisvesten - een leidraad voor strategisch denken; J. van Kasteren e.a., VROM en NAI Uitgevers te Rotterdam, 2002.
- 10 Werkomgeving; themanummer 63 van: de Architect, oktober 1996.
- 11 Vermindering van het materiaalverbruik in de woningbouw; J. Stroband, Bekker & Stroband te Amsterdam en E. Israëls, BOOM te Delft, VROM - DGV, 1994.
- 12 Milieubewust materiaalgebruik - aanpak, ontwerpinstrumenten en realisatie in de utiliteitsbouw, hoofdrapport en bijlagen; J.H. Jutte, DHV AIB te Amersfoort, 1994.
- 13 Aanbeveling 80 - Beton met menggranulaten als grof toeslagmateriaal; CUR, Gouda, 2001.
- 14 Beton met menggranulaten als grof toeslagmateriaal - rapport 2002-1; CUR, Gouda, 2002.
- 15 [Handleiding duurzaam slopen](#); G. de Vries e.a., uitgave SEV Realisatie, Rotterdam, 2005;
- 16 Luchtdichte begane grondvloer voor een goed binnenklimaat; H. Nieman e.a., in: Bouwwereld nr. 6, 2004.
- 17 Isoleren: kleine gaatjes, grote gevolgen; H. Nieman e.a., in: Bouwwereld nr. 8, 2004.
- 18 Integraal Ketenbeheer, Afwegen of afschuiven; CROW, Ede, september 2004.
- 19 [Emissies van bouwmaterialen](#) - Vaststelling van afspoelsnelheden op basis van metingen aan proefopstellingen; RIZA rapport 2003.027, 2003;
- 20 Stroleem in de praktijk - Atelierwoning in de binnenstad van Delft; P. Teeuw, TU-Delft Fac. Bouwkunde, uitgave: Æneas, Boxtel, 2001.
- 21 (No) Flat Future - Een nieuwe toekomst voor naoorlogse flats; SenterNovem, december 2007.
- 22 [Metalen in de bouw, niet in het water](#); 2005; NMO - Natuur en Milieu Federatie Utrecht, 2005.

Sites

www.duurzaambouwen.senternovem.nl
www.mrpi.nl - Stichting Milieu Relevante Product Informatie
www.fscnl.org - Stichting FSC-hout
www.crow.nl - CROW (Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur)

www.sbr.nl - SBR

www.sveweb.nl - VIBA-expo in Den Bosch

www.Toolkitonline.nl - info over de Toolkit

Duurzame Woningbouw

www.mnp.nl - Milieu- en Natuurplanbureau; vormt samen met het Ruimtelijk Planbureau het Planbureau voor de leefomgeving: www.planbureauvoordeleefomgeving.nl

www.vrom.nl - Ministerie van VROM (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu)

www.bouwenmetaarde.be - info over leembouw

www.keurhout.nl - info over certificaat keurhout

www.minvenw.nl - Ministerie van Verkeer en Waterstaat

www.riza.nl - RIZA (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling)

www.cur.nl - CUR (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving)

www.sev-realisatie.nl - SEV Realisatie

www.granulaatbeton.nl - info over granulaat

www.hetkenniscentrum.nl - Kenniscentrum Grote steden

3.2 Bouw- en sloopafval

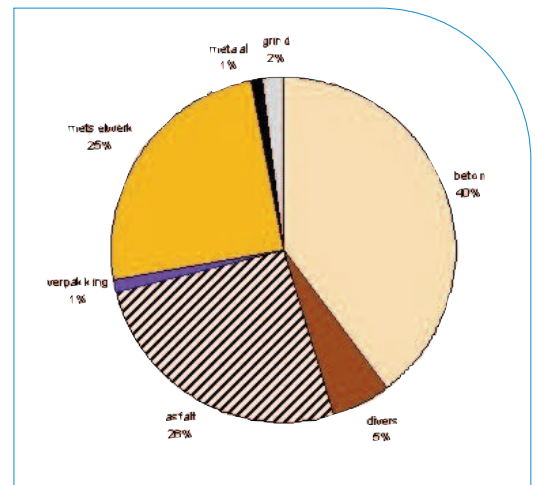
Introductie

De bouw produceert jaarlijks bijna 24 miljoen ton afval (lit. 11). Dit is ongeveer een derde van de totale afvalberg. Bouw- en sloopafval (afb. 32) komt vrij bij het bouwen, renoveren en slopen van gebouwen, kunstwerken en wegen.

Door een groot aantal maatregelen is het hergebruik van dit afval de afgelopen jaren gestegen tot circa 90% (lit. 1). Behalve dat hierdoor het volume van de te storten afvalstoffen aanzienlijk wordt gereduceerd, leidt dit hergebruik ook tot beperking van het gebruik van primaire grondstoffen zoals zand en grind.

De belangrijkste factoren die leiden tot de hoge mate van hergebruik, zijn:

- Scheiding aan de bron (dus op de 'bouwplaats').
- Voldoende en goede afzetmogelijkheden. Het belangrijkste product is granulaat dat vooral gebruikt wordt in wegfunderingen en in beperk-



Afb. 32: Samenstelling bouw- en sloopafval; bron: Infoblad 'Afval, hergebruik en recycling (bouw- en sloopafval)' (lit. 4)

te mate als grindvervanger in beton.

- Financiële prikkels (hoge stortkosten).
- Het stortverbod voor herbruikbaar afval.

De bouw vraagt voor de woning-, utiliteits- en GWW-sector een continue en zeker tot 2010 stijgende vraag naar bouwmaterialen en grondstoffen. Het hergebruik van bouw- en sloopafval kan in deze periode voorzien in 10% van de vraag (lit. 2). Daarbij komt dat reststoffen vaak alleen in laagwaardige toepassingen worden gebruikt. De meeste bouwmaterialen en producten zullen daarom de komende tijd vooral nog uit nieuwe, meestal eindige, grondstoffen worden gemaakt.

Basiskennis

De basiskennis voor bouw- en sloopafval bestaat uit inzicht hebben in:

- De diverse soorten afvalstromen en -fracties.
- De mogelijke preventieve maatregelen.
- De mogelijkheden voor hergebruik en milieubewuste afvalverwerking.
- De benodigde voorzieningen en partijen voor afvalscheiding.
- De verwerking van het afval.
- Het huidige afvalbeleid.

Een korte toelichting per aandachtspunt:

Om afval goed te kunnen scheiden is inzicht in de diverse afvalstromen (inclusief omvang) op de

bouwplaats van belang. De verschillende afvalsoorten moeten kunnen worden herkend. Zo zal onder andere bekend moeten zijn wat 'klein gevaarlijk afval' is.

Inzicht in preventieve maatregelen, waardoor minder afval ontstaat, is ook belangrijk: zo kan het ontstaan van afval voorkomen worden. De materiaalkeuze dient afgestemd te zijn op de gewenste functie en vorm.

Voorbeelden hiervan:

- Het maatplan afstemmen op standaardmaten van producten.
- De materiaalkeuze afstemmen op de gewenste vorm (of andersom).

Per soort afval zal men inzicht moeten hebben in wat de mogelijkheden zijn voor:

- direct hergebruik; hiervan is sprake als een materiaal of product (vrijwel) direct weer kan worden gebruikt. In de Handleiding duurzaam slopen (lit. 3) zijn diverse voorbeelden opgenomen.
- hergebruik; het afval moet eerst een behandeling ondergaan voordat de grondstof(fen) opnieuw gebruikt kunnen worden. Voorbeeld: betongranulaat.
- milieubewuste afvalverwerking, dit is in het geval dat het afval niet hergebruikt kan worden.

Om afval goed te kunnen scheiden, is inzicht nodig in de mogelijkheden van scheiding op de bouwplaats:

- welke voorzieningen zijn nodig;
- in hoeveel fracties is scheiding zinvol;
- welke partijen spelen hierbij een rol (bouwvakker, monteur, schilder, loodgieter, inzamelaar/transporteur, afvalverwerker).

Enige kennis over de verdere verwerking van het afval draagt bij aan een goede afvalscheiding.

Tot slot is inzicht gewenst in het huidige beleid voor afvalstoffen, bouw- en sloopafval en hergebruik van afval. Kennis over de wet- en regelgeving kan wenselijk zijn, denk aan het Bouw-

stoffenbesluit, het Bouwbesluit, Woningwet en de Gemeentelijke (Model) Bouwverordening.

Problematiek bouw- en sloopafval

De problematiek van het bouw- en sloopafval zal duidelijk zijn: zo'n 24 miljoen ton per jaar (gegevens uit 2002). Het milieubewust verwerken van deze enorme afvalstromen vergt veel inspanning. Al zo'n 90% wordt hergebruikt.

Van groot belang is dat de afvalscheiding op de juiste wijze plaatsvindt:

- op het juiste ogenblik: op de bouwplaats of achteraf bij de afvalscheider;
- in de juiste fracties.

Zie verder bij ontwerp en uitvoering.

Beleid

Nationaal beleid

Om de druk op het milieu terug te dringen, heeft preventie van afval de hoogste prioriteit. Dit geeft niet alleen minder afval, maar levert ook milieuwinst op door vermindering van het gebruik van grondstoffen en energie voor nieuwe bouwmaterialen en producten.

Daarnaast zet het Rijk met het afvalbeheer in op zo hoogwaardig mogelijk hergebruik van afval en het terugwinnen van energie uit afval. Hergebruik en energierugwinning dragen bij aan het behoud van natuurlijke hulpbronnen. Gescheiden inzameling en vervolgens nuttige toepassing van afvalstoffen is in de meeste gevallen goedkoper dan het verwijderen van ongesorteerd afgegeven afvalstoffen (lit. 4). De kostenvoordelen bij afvalscheiding aan de bron zijn te vinden in de verwerking van het afval, de inzameling is namelijk wel duurder.

Het storten van afval moet zoveel mogelijk worden beperkt en is alleen toegestaan voor niet-brandbaar materiaal. Hierdoor wordt verontreiniging van bodem- en oppervlaktewater door het storten van afval voorkomen.

Zie ook '[De Ladder van Lansink](#)' over de voorkeursvolgorde voor de behandeling van rest- en afvalstoffen.

Om een zo hoogwaardig mogelijk afvalbeheer te bereiken, zijn zogenaamde sectorplannen opgesteld (lit. 5). Deze geven een minimumstandaard aan voor de minimale hoogwaardigheid van de bewerking of verwerking van een bepaalde afvalstof of categorie van afvalstoffen. De bedoeling is om te voorkomen dat afvalstoffen laagwaardiger worden gebruikt dan wenselijk is. Voor bouw- en sloopafval is ook zo'n sectorplan opgesteld.

Veel informatie over beleid en de huidige stand van zaken rond afvalverwerking is te vinden in:

- Infoblad '[Afval, hergebruik en recycling \(bouw- en sloopafval\)](#)' (lit. 4);
- [Landelijk afvalbeheerplan 2002-2012](#) (lit. 5).

Gemeentelijk beleid

Op gemeentelijk niveau kan in de plaatselijke Bouwverordening het aantal fracties bepaald worden waarin het afval gescheiden moet worden. Verder kunnen gemeenten het goede voorbeeld geven door hergebruikte materialen toe te passen in gemeentelijke gebouwen en de GWW-sector. Dit laatste gebeurt in de praktijk al ruimschoots, van straatklinkers tot en met complete bruggen.

Ontwerp

De hoeveelheid afval kan op diverse wijzen worden beperkt, onder andere door:

- Woningen en gebouwen langer mee te laten gaan. Trefwoorden hierbij zijn: industrieel bouwen, flexibel bouwen, demontabel bouwen, scheiding tussen drager en inbouw. De laatste twee zijn van belang om onderhoud of vervanging van onderdelen relatief eenvoudig te laten plaatsvinden. Zie ook het Infoblad '[Industrieel, flexibel en demontabel bouwen](#) (IFD) op www.duurzaambouwen.senternovem.nl.
- Hergebruik materialen en producten. Ook hierbij is demontabel bouwen van belang: onderdelen kunnen hierdoor beter gescheiden ingezameld worden of zelfs als product hergebruikt worden.

- Een optimaal materiaalgebruik door onder andere een zorgvuldige werkvoorbereiding en uitvoering.

De SBR geeft diverse [infobladen](#) uit over afvalbeheersing in de bouw zoals die over afvalscheiding op de bouwplaats. Ze zijn te downloaden via www.sbr.nl/infobladen. Ook in de Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen (lit. 6) is praktische informatie te vinden.

Op www.milieuwinst.nl is onder andere informatie te vinden over het gebruik van granulaat (afb. 33) en hergebruik van spoelwater in de betonindustrie.

De Handleiding 'Milieuzorg, van bureau naar bouwplaats' (lit. 7) bevat 'tools' om afval op de bouwplaats te beheersen en om afvalkosten te besparen. Zo bevat de uitgave stappenplannen, checklists, grafieken en formulieren. De inhoud concentreert zich op een drietal werkerreinen: inkoop en werkvoorbereiding, uitvoering en management.

Uit een praktijkproef van enige jaren geleden bleek dat een reductie van bouwafval bij nieuw-



Afb. 33: 100% puingranulaat in het project 'Delftse Zoom in Delft'. In de circa 270 woningen werd voor een aantal prefab betonnen onderdelen het grind volledig vervangen door menggranulaat. Dit mengsel bestaat uit minstens 50% betongranulaat. Architecten: Inbo Architecten, Architectenbureau Galis en Baneke - Van der Hoeven Architecten. Realisatie: 1998.

bouwwoningen ter grootte van zo'n 40% mogelijk was. Dit percentage gold ten opzichte van de gemiddelde hoeveelheid bouwafval in die periode. In de brochure 'Preventie en hergebruik van bouwafval' (lit. 8) wordt verslag gedaan van dit experi-

ment. De hoofdlijnen uit dit verslag zijn nog steeds actueel:

- De ontwerpfase is van groot belang (zie hieronder). Overleg tussen de diverse partijen speelt hierbij een grote rol.
- Door de preventieve maatregelen nemen de totale bouwkosten af. Het gaat daarbij om minstens honderden euro's, maar besparingen ver boven de € 450 zijn ook mogelijk. Oorzaak: Niet alleen de afname van de hoeveelheid afval bespaart kosten, zeker zo belangrijk zijn de besparingen op inkoop en arbeid. Door de preventieve maatregelen is namelijk minder materiaal nodig.

Bij renovatieprojecten is het zinvol te overwegen zoveel mogelijk de bestaande structuur te handhaven en gebruik te maken van aanwezige onderdelen. Zo is een intussen gangbare praktijk het zoveel mogelijk handhaven van houten kozijnen door ze waar nodig te repareren. Dit als alternatief voor het geheel vervangen van alle kozijnen.

Belangrijke maatregelen in de ontwerpfase zijn:

- Voorkom afval door een goed ontwerp: gebruik geen grillige vormen en scheve hoeken, tenzij hiervoor een geschikt materiaal gebruikt wordt.
- Een zorgvuldige begroting van de hoeveelheden benodigd materiaal voorkomt dat overschotten in de afvalstroom terecht komen.
- Zorg er voor dat belangrijke leveranciers gebruik maken van statiegeldverpakking en containers.
- Ga de mogelijkheden na voor direct hergebruik van 'afval'. Vaak is resthout nog te gebruiken op dezelfde bouwplaats evenals minerale wol.

Uitvoering

Naast scheiding van het 'klein gevaarlijk afval' in vier fracties, is het scheiden van het overige afval in minstens zes à acht fracties steeds gangbaarder.

Belangrijke maatregelen zijn:

- Leg de verantwoordelijkheid voor de inkoop van materialen en de verwerking daarvan in één hand; dit is onder andere van belang bij

de inschakeling van onderaannemers.

- Het scheiden in afzonderlijke fracties van bouwafval is een voorwaarde om de producten voor hergebruik te gebruiken. Vroegtijdig overleg tussen onder andere architect, aannemer, onderaannemers en afvaltransporteur is gewenst. Zo kan besproken worden welke fracties waar gescheiden worden en welke typen containers (grote/kleine, afsluitbare) zinvol zijn. Neem belangrijke zaken op in het bestek. Bijkomend voordeel van scheiding is dat containers beter benut kunnen worden wat een financieel voordeel oplevert.
- Voorkom dat er gips, cellenbeton, drijfsteen of kalkzandsteen tussen het overige steenachtige puin komt omdat dit puin dan niet meer voor puingranulaat te gebruiken is.
- Zorg er voor dat bij de containers heldere bijschriften (afb. 34) komen te hangen waarin vermeld staat voor welk afval de container exact bedoeld is.
- Plaats afsluitbare containers voor de lichte fracties (PS-schuim, minerale wol en dergelijke) in verband met het beperken van zwerfvuil.
- Voorkom verontreiniging van de bodem door bijvoorbeeld bekistingsolie. Voorzie het vat van een kraantje en een lekdichte bodem.
- Zorg voor voldoende ruimte voor de diverse containers.
- Voorkom dat omwonenden de containers voor de gescheiden inzameling met ongescheiden afval 'vervuilen'.



Afb. 34: Zorg voor heldere bijschriften bij afvalcontainers.

GWW-sector

Zoals al gezegd, de GWW-sector werkt al jaren aan het beperken van bouw- en sloopafval. Zo is het gebruik van secundaire grondstoffen van groot belang. Dit zijn grondstoffen die ergens anders als overschot, afval- of restproduct vrijkomen, zoals licht verontreinigde grond, puin- meng- en asfalt-granulaat of industriële reststoffen als hoogoven-slakken. Het 'Bouwstoffenbesluit' geeft de regels voor dit gebruik. Ook vindt hergebruik van producten zoals straatklinkers en betonbanden veelvuldig plaats en bestaan er 'grondbanken' waar herbruikbare grond verhandeld wordt.

Zowel in het 'Voorbeeldenboek kosteneffectieve DuBo-maatregelen in de waterbouw' (lit. 9) als in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW (lit. 10) zijn diverse interessante voorbeelden te vinden van het gebruik van secundaire grondstoffen.

Literatuur en sites

- 1 Informatieblad Bouw- en Sloopafval; VROM, 2001.
- 2 Langetermijnperspectief Duurzaam Bouwen; VROM, Den Haag, 1997.
- 3 Handleiding duurzaam slopen; G. de Vries e.a., uitgave SEV Realisatie, Rotterdam, 2005.
- 4 Infoblad 'Afval, hergebruik en recycling (bouw- en sloopafval)' (lit. 4)
- 5 Landelijk afvalbeheerplan 2002-2012, delen 1 en 2; VROM, Den Haag, 2007.
- 6 Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen, SBR te Rotterdam, diverse jaren.
- 7 Milieuzorg, van bureau naar bouwplaats; M. Herberigs en M. Peschier, SBR, Rotterdam, 2007.
- 8 Preventie en hergebruik van bouwafval - Meerwaarde door samenwerking in de bouwketen; J. vd Linden, WDC Consulting, SBR te Rotterdam, 1998.

- 9 Voorbeeldenboek kosteneffectieve DuBo-maatregelen in de waterbouw; Infram, Rijkswaterstaat DWW, Delft, 2005.
- 10 Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW; CUR en CROW te Ede, 2006.
- 11 Monitoringrapportage Bouw- en sloopafval – Resultaten 2004 – 2005 Uitvoering Afvalbeheer; o.a. Rense Milieu Advies, SenterNovem, mei 2007.

Sites

- www.grondbanken.net - Brancheorganisatie Grondbanken BOG
- www.minvenw.nl - Ministerie van Verkeer en Waterstaat
- www.vrom.nl - Ministerie van VROM (Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu)
- www.sev-realisatie.nl - SEV Realisatie
- www.sbr.nl - SBR:
- [afvalpreventie](#)
 - [duurzaam bouwen en milieu](#)
 - [milieuzorg](#)
- <http://duurzaambouwen.senternovem.nl/> - site van SenterNovem
- www.verenigingafvalbedrijven.nl - Vereniging Afvalbedrijven
- www.crow.nl - CROW (Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur)
- www.cur.nl - CUR (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving)
- www.milieuwinst.nl - Milieu & Winst: een site met info over een groot aantal sectoren in het bedrijfsleven
- www.senternovem.nl/uitvoeringafvalbeheer - SenterNovem - Uitvoering Afvalbeheer

3.3 'Huishoudelijk' afval

Introductie

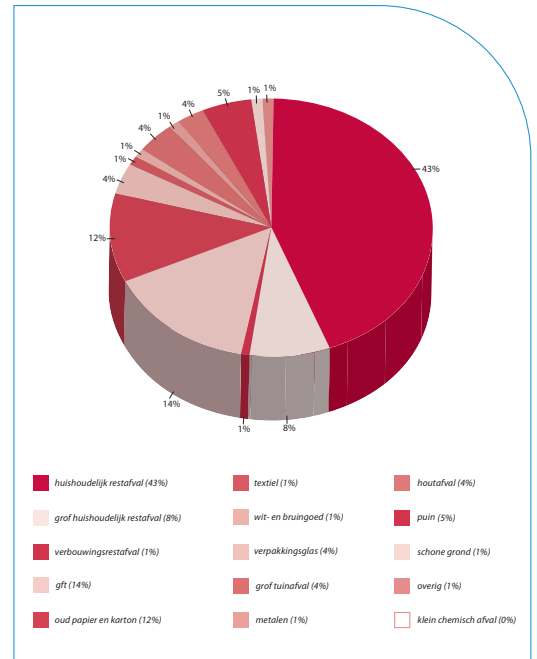
Per inwoner wordt in totaal gemiddeld zo'n 550 kg huishoudelijk afval (afb. 35) ingezameld. Hierin is ook het grof vuil opgenomen (lit. 1). Bijna de helft wordt gescheiden ingezameld. GFT (groente-, fruit- en tuinafval) vormt ruim één derde van deze totale hoeveelheid afval (lit. 2). Van het huishoudelijk afval werd in 2003 nog 6% gestort. Voor het eerst is de totale hoeveelheid huishoudelijk afval in ons land iets afgenomen (tussen 2000 en 2003 met 1%) (lit. 3).

Het scheiden van het 'huishoudelijk' afval van huishoudens en gebruikers van scholen, kantoren en dergelijke, lijkt een voorwaarde om te komen tot een schone verwerking of een optimaal hergebruik. Gescheiden inzameling en vervolgens nuttige toepassing van afvalstoffen is in de meeste gevallen goedkoper dan het verwijderen van integraal afgegeven afval. De kostenvoordelen zitten vooral in een goedkopere verwerking; gescheiden inzameling is in veel gevallen duurder dan gemengde inzameling (lit. 4). Toch is er nog discussie gaande of scheiding bij de bron wel zinvol is omdat scheiding ook machinaal kan plaatsvinden.

Uitgaande van een gescheiden afvalinzameling in een aantal fracties, is het aan te bevelen in het ruimtelijk ontwerp mogelijkheden te bieden aan bewoners en gebruikers het afval op een hygiënische en eenvoudige manier te scheiden (zie ontwerp).

Aan huis composteren, dus door de bewoners zelf, is vanuit milieu-overwegingen een voor de hand liggende keuze. Dit geldt natuurlijk alleen wanneer men over een tuin beschikt. Er is geen transport nodig en men kan over een goede kwaliteit compost beschikken. Ook bij utiliteitsgebouwen zoals scholen, is 'zelf' composteren te overwegen. Composteren zou bijvoorbeeld deel kunnen uitmaken van het onderwijsprogramma.

De zuivering van afvalwater in AWZI's (afvalwaterzuiveringsinstallaties) valt buiten het kader van duurzaam bouwen.



Afb. 35: Samenstelling huishoudelijk afval in 2006 (bron: CBS)
(meer info: [Vereniging Afvalbedrijven](#)).

Basiskennis

Globaal inzicht in:

- De omvang van de fracties.
- Inzicht in de mogelijkheden van afvalscheiding.
- Welke voorzieningen zijn nodig, in hoeveel fracties is scheiding zinvol.
- Inzicht in inzamelsystemen met als belangrijk onderscheid: haal- en brengsystemen.
- Kennis van begrippen zoals integraal afvalplan, centrale inzamelpunten en kringloopcentrum.
- Globaal inzicht in het huidige beleid. Kennis over regelgeving.

Kennis over de diverse zaken kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.

Problematiek

Circa 15% van het afval dat jaarlijks in Nederland ontstaat, is huishoudelijk afval (inclusief grof vuil). Zoals hierboven al vermeld, is er nog steeds een

discussie gaande hoe met deze 'afvalberg' om te gaan. Daarnaast speelt natuurlijk de vraag hoe de hoeveelheid afval beperkt kan worden.

Veel informatie over beleid en de huidige stand van zaken rond afvalverwerking is te vinden in:

- [Milieubalans 2005](#) (lit. 3);
- [Landelijk afvalbeheerplan 2002-2012](#) (lit. 4).

Beleid

Om de druk op het milieu terug te dringen, heeft preventie van afval de hoogste prioriteit. Dit geeft niet alleen minder afval, maar levert ook milieuwinst door vermindering van het gebruik van grondstoffen en energie voor nieuwe bouwmaterialen en producten.

Daarnaast zet het Rijk met het afvalbeheer in op:

- zo hoogwaardig mogelijk hergebruik van afval;
- het afval zo schoon mogelijk te verwerken;
- het terugwinnen van energie uit afval.

Hergebruik en energierugwinning dragen bij aan het behoud van natuurlijke hulpbronnen.

Gescheiden inzameling en vervolgens nuttige toepassing van afvalstoffen is in de meeste gevallen goedkoper dan het verwijderen van ongesorteerd afgegeven afvalstoffen (lit. 4). De kostenvoordelen bij afvalscheiding aan de bron zijn te vinden in de verwerking van het afval, de inzameling is namelijk wel duurder.

Het storten van afval moet zoveel mogelijk worden beperkt en is alleen toegestaan voor niet-brandbaar materiaal. Hierdoor wordt verontreiniging van bodem- en oppervlaktewater door het storten van afval voorkomen.

De gemeenten zijn verantwoordelijk voor de inzameling van huishoudelijk afval en moeten groente-, fruit- en tuin-afval (gft-afval), glas, papier/karton, textiel en klein chemisch afval (KCA) gescheiden inzamelen.

Het overheidsbeleid is er op gericht om producenten meer verantwoordelijkheid te geven voor hun producten in het afvalstadium: voor verpakkingen, batterijen en wit en bruingoed is dit (gedeeltelijk) gerealiseerd. Bedrijven en instellingen worden gestimuleerd om milieuzorgsystemen op te zetten en na te leven.

Om een zo hoogwaardig mogelijk afvalbeheer te bereiken, zijn zogenaamde sectorplannen opgesteld (lit. 4). Deze geven een minimumstandaard aan voor de minimale hoogwaardigheid van de bewerking of verwerking van een bepaalde afvalstof of categorie van afvalstoffen. De bedoeling is om te voorkomen dat afvalstoffen laagwaardiger worden gebruikt dan wenselijk is. Voor huishoudelijk afval is ook zo'n sectorplan opgesteld.

GFT-afvalinzameling

Eind 2004 is in de Tweede Kamer geconcludeerd dat een gescheiden inzameling van GFT-afval over het algemeen zeer nuttig is en daarom moet blijven bestaan. Wel zullen enkele extra mogelijkheden in de Wet Milieubeheer worden opgenomen om van de wettelijk verplichte inzameling af te kunnen wijken.

Beëindiging van GFT-afvalinzameling zal tot gemiddeld 10% extra kosten leiden, volgens het artikel 'Sector verdeeld over inzameling gft-afval' (lit. 5).

De wet biedt gemeenten nu al de mogelijkheid om delen van hun grondgebied uit te zonderen van de gescheiden inzameling van specifieke stromen, bijvoorbeeld groente-, fruit- en tuin-afval. Ook geeft dit gemeenten de mogelijkheid in te zetten op gescheiden inzameling van meer stromen dan waar in het landelijk beleid van wordt uitgegaan.

Ook voor bedrijfsafval is soms gescheiden inzameling van meer afvalstromen dan waar in het landelijk beleid van wordt uitgegaan, haalbaar (lit. 4).

Ontwerp

In het ontwerp is het aan te bevelen om voorzieningen op te nemen voor de inzameling van al of niet gescheiden huishoudelijk afval. Dit geldt voor de woningbouw, utiliteitsbouw en de openbare buitenruimte.

Het gaat om voorzieningen zoals:

- GFT-bakje onder aanrecht of GFT-containers bij pantry, kantines enz.;
- afvalscheidingskast in woningen (voor vaste fracties zoals papier, glas);
- logische en architectonisch ingepaste opstelplek voor mini-containers (afb. 36) bij de woningbouw; let op goede routing vanuit keuken en goede routing van opstelplek naar inzamelplek op straat;
- opstelruimte voor collectieve containers in gestapelde woningbouw;
- ondergrondse opslagsystemen (in woonomgeving), loopafstand tot woningen bij voorkeur rond de 50 meter, maximaal 75 meter.

In het stedenbouwkundig plan moet een logische route voor de inzameling per vuilnisauto mogelijk zijn. Speciale aandacht is nodig bij autoluwe woonstraten.

Betrekkelijk nieuw is het ondergronds afvaltransportsysteem zoals in Almere is aangelegd. Via dit systeem worden de meest voorkomende afvalsoorten (restafval, papier en GFT) afgevoerd.



Afb. 36: In de architectuur meegenomen opstelvoorziening voor minicontainers in woningbouwproject in de wijk Roomburg te Leiden.

Architect: VVKH architecten te Leiden.

Realisatie 2004.

Literatuur en sites

- 1 [Een schonere leefomgeving? Ook úw keuzes tellen mee](#); VROM, juni 2005 (www.vrom.nl).
- 2 [Afval in Nederland: huishoudelijk afval](#); VROM, 2001.
- 3 Milieubalans 2005; Milieu- en Natuurplanbureau, RIVM, uitgave SDU uitgevers, Den Haag, 2005.
- 4 [Landelijk afvalbeheerplan 2002-2012](#), delen 1 en 2; VROM, Den Haag, 2007.
- 5 Sector verdeeld over inzameling gft-afval; in: Nieuwsblad Stroom 13 augustus 2004, Sdu uitgevers, Den Haag.

Sites

www.verenigingafvalbedrijven.nl - Vereniging Afvalbedrijven

www.vrom.nl - Ministerie van VROM

(Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu)

www.gft-afval.nl - info over GFT afval van

Vereniging Afvalbedrijven

www.mnp.nl - Milieubalans 2005

www.senternovem.nl/uitvoeringafvalbeheer -

SenterNovem - Uitvoering Afvalbeheer

4 Drinkwater

4.1 Introductie

De drinkwatervoorziening kan in de (nabije) toekomst ook in ons land nog voor veel problemen komen te staan. De overheid streeft daarom naar een beperking van het gebruik van drinkwater. Zuiniger omgaan met drinkwater wordt gestimuleerd. Daarnaast kan drinkwater worden vervangen door water met een iets lagere kwaliteit voor de niet-drinkwater doeleinden. Dit kan regenwater zijn, maar ook (gezuiverd) oppervlaktewater uit de nabije omgeving.

In ons land wordt binnen huishoudens per persoon per dag gemiddeld bijna 124 liter drinkwater gebruikt. Dit is per jaar 45 m³ water (bron Vewin, jaarverbruik 2006, lit. 1). Een gemiddeld huishouden gebruikt per jaar 101 m³ drinkwater.

Voor het verwarmen van tapwater gebruikt dit zelfde huishouden 300 à 400 m³ a.e. (aardgasequivalenten) per jaar.

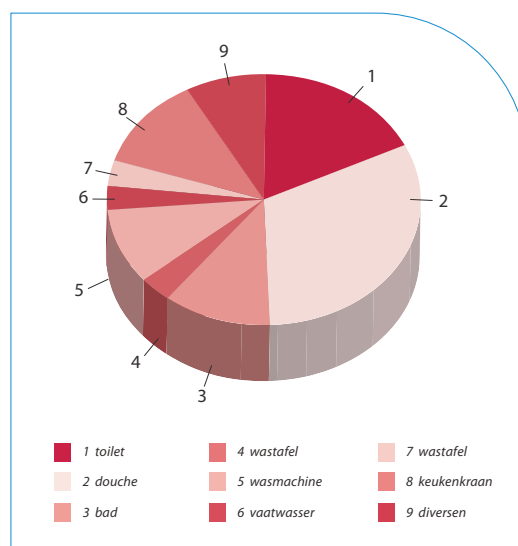
In de praktijk zal dit gebruik sterk afhangen van het bewonersgedrag. Ook het aantal en soort voorzieningen (denk bijv. aan een ligbad) (afb. 37) bepalen het werkelijke water- en energieverbruik voor (warm) tapwater.

Huishoudens en andere kleine afnemers gebruiken samen ongeveer tweederde deel van het drinkwater dat door de waterleidingbedrijven geleverd wordt, de zakelijke sector (inclusief industrie) één-derde (bron: [MNP Milieucompendium](#)).

De waterleidingbedrijven leveren naast drinkwater ook een beperkte hoeveelheid 'ander water'.

Hierbij gaat het meestal om water dat minder ver- gaand gezuiverd is dan drinkwater. Ook wordt door andere partijen water onttrokken aan het oppervlakte- en grondwater en eventueel gezuiverd. Denk aan de land- en tuinbouw en de industrie.

Voor informatie over riolering, integraal waterbe- heer en dergelijke wordt u verwezen naar par. 6.2.



Afb. 37: Schatting verdeling drinkwaterverbruik voor de verschillende doeleinden in een moderne nieuwbouwwoning met ligbad. Een gemiddeld huishouden in zo'n woning gebruikt jaarlijks zo'n 120 m³ drinkwater. (bron: BOOM-SI).

Basiskennis en vaardigheden

Bij het thema drinkwater zijn voor duurzaamheid in de bouwpraktijk de volgende onderwerpen, begrippen en vaardigheden van groot belang:

• Milieueffecten

- Inzicht in de milieueffecten van het gebruik van (warm)drinkwater.
- Inzicht in het gebruik van drinkwater en energie voor het verwarmen.
- Kennis over de milieueffecten van de verschillende materialen voor waterleidingen.

• Technische zaken

- Kennis over de vele mogelijkheden voor water- en energiebesparing (zie hierna).
- Kennis over installaties voor tapwaterver- warming; het begrip 'tapdrempel' en de comfortklassen.

- Inzicht in voor- en nadelen van de diverse materialen voor leidingen (kunststof, koper).
- Noodzaak van vervangen van de nog aanwezige loden waterleidingen bij onderhoud en renovatie in verband met gezondheidsaspecten.
- Globaal inzicht in benodigde waterkwaliteiten voor de diverse doeleinden.
- Globaal inzicht in zuiveringsprincipes.
- Inzicht (natuurlijk afhankelijk van opleiding) in effecten van energiebesparende maatregelen op de EPC en de EPBD.

• *Beleid en wet- en regelgeving*

- Kennis over de van belang zijnde wet- en regelgeving, ook die van Europa; allerlei normen/voorschriften zoals de Vewin werkbladen (drinkwater), NEN-normen (onder andere NEN 1006).
- Trends in de waterlevering door verschillende leveranciers.
- Globaal inzicht in het huidige beleid, waaronder de term 'waterspoor': een (toekomstig) tariefsysteem voor drinkwater waarbij het drinkwatergebruik gekoppeld wordt aan riool- en waterzuiveringsheffing.

Kennis over de diverse zaken kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.

Een belangrijke vaardigheid is het kunnen 'lezen' van bouwkundige en installatietechnische tekeningen. Daarnaast is het kunnen lezen van de geschreven bestekken of technische werkschrijvingen van groot belang. In de opleidingen moet met nadruk worden gewezen op het belang (de juridische status) van het bestek (tekst plus tekeningen). In de praktijk van duurzaam bouwen blijkt dat bestekken regelmatig slecht bekeken worden. Juist met relatief nieuwe zaken levert dat het risico op dat het plan anders wordt uitgevoerd dan de bedoeling is.

Problematiek (processen en gevolgen)

In Nederland wordt tweederde van het drinkwater uit grondwater gewonnen en één derde uit het oppervlaktewater. In het westen van ons land is het grondwater niet geschikt voor het maken van drinkwater door verzilting. Daarom wordt in dit deel van het land vooral oppervlaktewater gebruikt. Wel is de bereiding van leidingwater uit oppervlaktewater aanmerkelijk complexer dan uit grondwater.

De productie van schoon drinkwater veroorzaakt milieubelasting. Zo is oppervlaktewater verontreinigd als gevolg van onder andere lozingen van vervuild water door diffuse bronnen (zie par. 3.1) en het gebruik van mest en bestrijdingsmiddelen in de landbouw en onkruidbestrijdingsmiddelen bij het beheer van de openbare ruimte. Om dit water schoon te krijgen zijn energie, desinfectiemiddelen en chemicaliën nodig. Een afvalproduct dat bij dit reinigingsproces ontstaat, is vervuild slib. Dit slib moet worden verwerkt of opgeslagen (lit. 2). Ook grondwater moet gezuiverd worden en de winning draagt bij aan de daling van het grondwaterpeil en daardoor aan verdroging van bijvoorbeeld natuurgebieden (lit. 3).

Andere milieueffecten:

- ruimtebeslag voor spaarbekkens en waterwingebieden;
- energieverbruik voor warm tapwater.

Beleid

Het rijksoverheidsbeleid is gericht op een verschuiving van winning uit grondwater naar winning uit oppervlaktewater. Onder andere om verdroging van de bodem te voorkomen. Ook wordt gestreefd naar besparing van (warm)-drinkwater in onder andere woningen en utiliteitsgebouwen.

Het nationale beleid rond drinkwaterbesparing is beschreven in onder andere de 'Vierde Nota Waterhuishouding' (lit. 4) en het Nationaal Milieubeleidsplan 4 (lit. 5). Naar verwachting treedt midden 2009 de nieuwe 'Waterwet' in wer-

king. Deze wet zal diverse wetten op het gebied van de waterhuishouding vervangen waaronder de zojuist genoemde Vierde Nota. Gestreefd wordt naar samenhang in de totale waterketen van winning, via productie en gebruik, tot afvalwaterzuivering en -lozing (zie ook par. 6.2).

In 2008 is specifiek voor drinkwater de 'Drinkwaterwet' door de Tweede Kamer aangenomen. Deze wet regelt de drinkwatervoorziening.

REGENWATER EN HUISHOUDWATER

Naast het bevorderen van drinkwaterbesparing, wilde men tot voor kort ook het gebruik van regenwater en 'tweede kwaliteit' water geleverd door een waterleidingbedrijf ('huishoudwater') in huishoudens stimuleren. Beide typen water waren bedoeld voor toiletspoeling, het doen van de was en voor het sproeien van de tuin. Enkele woningbouwprojecten zijn de afgelopen jaren voorzien van een net voor huishoudwater. Na enkele incidenten is besloten de grootschalige levering van huishoudwater (dus door waterleidingbedrijven) niet langer toe te staan (lit. 6).

Alleen in kleinschalige 'collectieve' of individuele projecten (bijvoorbeeld kantoorgebouw, camping of individuele huishoudens) kan wel gebruik gemaakt worden van regenwater of grondwater. Als dit gebruik zich beperkt tot toiletspoeling mag zelfs oppervlaktewater en in korte kringloop gezuiverd (huishoudelijk) afvalwater toegepast worden. Maar voorzichtigheid is wel geboden om gezondheidsproblemen te voorkomen. Zie ook ISSO P 70.1 (lit. 7). Voor individuele toepassingen zijn kant-en-klare systemen voor hergebruik van regenwater en afvalwater uit de badkamer verkrijgbaar (afb. 39).

Gemeenten kunnen, evenals bij thema's zoals energie en bouwmaterialen, in het algemeen betrekkelijk weinig sturend optreden. Wel kunnen ze per project, bijvoorbeeld op basis van een convenant, afspraken maken over duurzaam bouwen en zo waterbesparing stimuleren.

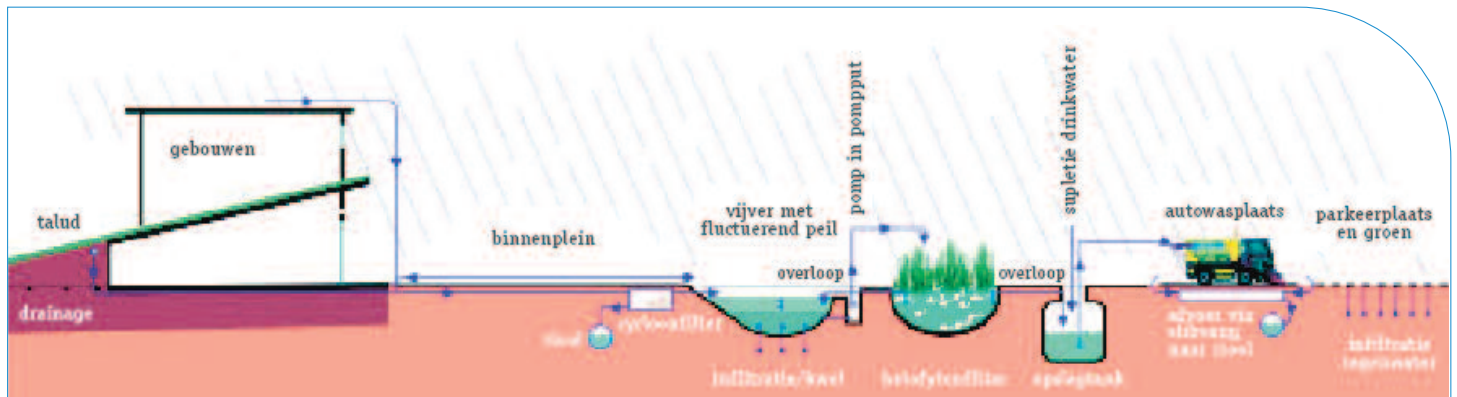


Afb. 38: Spoelonderbreker

In nieuwbouwwoningen is een aantal waterbesparende voorzieningen zoals de spoelonderbreker, al vrijwel standaard. In de vervangingsmarkt (bestaande bouw) is daar nog een aanzienlijke waterbesparing te halen.



Afb. 39: Hergebruik douche/badwater. In deze verdiepinghoge prefab unit wordt water afkomstig van douche en bad gereinigd en vervolgens opgeslagen in een tank van 100 liter. Dit water kan voor toiletspoeling worden gebruikt. Er kan een tweede toilet worden aangesloten. De unit is ook aangesloten op het drinkwaternet zodat er altijd voldoende water van voldoende kwaliteit aanwezig is. In de unit vindt bovendien warmteterugwinning uit het douchewater plaats. Afbeelding: Ecoplay.



(© BOOM-Maastricht)

Afb. 40: Schema watersysteem in kantoor-gebouw Beheer Openbare ruimte Gemeente Venlo. Eén van de vele dubo-maatregelen in dit kantoorgebouw betreft het hergebruik van regenwater. Het regenwater komt via een grofvuilfilter in de vijver terecht en kan dan gebruikt worden voor het wassen van de auto's. Een helofytenfilter zorgt er voor dat de kwaliteit van het vijverwater op peil blijft. Realisatie 2004. Afbeelding: BOOM-Maastricht.

4.2 Ontwerp

In de fase van het ruimtelijk ontwerp verdienen enkele maatregelen extra aandacht:

- Reserveer bij gebruik van regenwater of afvalwater uit de badkamer voor toiletspoeling ruimte voor het systeem en voor de benodigde leidingen.
- Maak met het oog op het (mogelijke) gebruik van zonnecollectoren (onder andere voor warm tapwater) dakvlakken of gevels zodanig dat ze een gunstige bezonning hebben.
- Reserveer bij toepassing van warmteterugwinning uit douchewater ruimte voor de wtw-unit.
- Zorg voor een zo kort mogelijk waterleidingstelsel voor het warme tapwater.

Voor een meer uitgebreide lijst met maatregelen zie het overzicht hieronder.

De Nationaal Pakketten Duurzaam Bouwen (lit. 11) en de uitgave 'Water duurzaam in het ontwerp' (lit. 8) geven veel praktische informatie over waterbesparing. Zie ook het Infoblad '[Water in en rond het gebouw](#)'.

Overzicht maatregelen (warm)waterbesparing

Stap 1: voorkom onnodig gebruik:

- Pas waterbesparende voorzieningen toe zoals:
 - waterbesparende kranen;
 - zuinige douchekoppen;
 - 6-liter toiletten met spaarknop (afb. 38);

- urinoirs; ze zijn relatief zuinig en daarom ook voor de woningbouw interessant;
- waterloze urinoirs.
- Overweeg het toepassen van een WST-systeem (4 / 2,5 liter met stroomvergroter).
- Bijzonder zijn het composttoilet en het urine-scheidend toilet. Er zijn verschillende typen composttoiletten verkrijgbaar. Een composttoilet gebruikt helemaal geen water en levert compost. Op plaatsen waar geen riolering is, kan een composttoilet een goede optie zijn.
- Realiseer in woningen een aparte leiding van de warmtebron naar het keukentappunt. Maak deze leiding zo kort mogelijk en maak de leiding van een beperkte diameter.
- Realiseer een zo kort mogelijk leidingstelsel voor warm tapwater.
- Pas leidingisolatie toe bij alle (ook ingestorte en ingefreesde) warmwaterleidingen, ook ter plaatse van muurdoorvoeren.
- Voorkom lange wachttijden voor warmwater (vaak veroorzaakt door combiketels met een lange toestelwachtijd).
- Voorkom het (later) aanbrengen van kleine elektrische keukenboilers als gevolg van lange wachttijden (zie vorig punt); geef goede voorlichting aan consumenten. De hot-fill versie van deze keukenboiler is vaak nauwelijks zuiniger, maar meestal wel milieuvriendelijker.
- Overweeg een thermostatische mengkraan in de badkamer, vooral in verband met comfort en veiligheid (geen te hoge watertemperaturen).

Stap 2: gebruik duurzame bronnen:

- Overweeg het gebruik van regenwater of afvalwater uit de badkamer voor toiletspoeling of bepaalde bedrijfsactiviteiten (afb. 40).
- Overweeg het toepassen van een regenton.
- Overweeg het toepassen van een zonneboiler of warmtepompboiler.

Ook in de GWW-sector is waterbesparing mogelijk. Zo wordt in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW (lit. 9) het gebruik van 'laagwaardig' water in plaats van drinkwater als maatregel genoemd. Het kan dan gaan om regenwater of oppervlaktewater voor bijv. het schoonspuiten van bekisting, afspoelen van vrachtauto's en rioolreiniging.

Stap 3: gebruik eindige bronnen verstandig:

- Verwarm water met een hoog rendement.
- Overweeg de toepassing van warmteterugwinning uit douchewater.

Korte toelichting bij enkele onderwerpen:

Wtw-unit voor douchewater

Een vrij recente ontwikkeling is warmteterugwinning uit douchewater. Er zijn enkele systemen verkrijgbaar. De warmte uit het douchewater wordt gebruikt voor het voorverwarmen van het koude leidingwater tijdens het douchen. Gezien de relatief geringe kosten van deze voorziening en de te behalen energiebesparing van zo'n 30% is een wtw-unit een interessante optie; ook gunstig voor de EPC!

Gezondheid

Om te voorkomen dat drinkwater met bacteriën verontreinigd wordt, moet het water beneden 20°C of ruim boven 50°C blijven. Problemen kunnen zich voordoen wanneer het water langdurig stil staat (zoals in boilers en in ongebruikte stukken leiding) en de watertemperatuur tussen genoemde grenzen valt. Zolang het water regelmatig (om de paar dagen) ververscht wordt, kan geen grote bacteriegroei optreden.

Bij een voorraadtoestel moet de watertemperatuur onderin het vat regelmatig tot minimaal 60°C verwarmd worden.

Volgens NEN 1006 mag de temperatuur van koud drinkwater niet boven 25°C uitkomen en moet in woningen de temperatuur van warmwater aan de kraan tenminste 55°C kunnen bedragen.

Met name de 'Legionella Pneumophila' vormt een serieus gevaar. Deze bacterie groeit het sterkst bij temperaturen tussen 30 en 40°C. Besmetting vindt plaats door het inademen van minuscule waterdruppeltjes na verneveling van het besmette water. Bijvoorbeeld tijdens het douchen.

Bij veel collectieve leidingwaternetten, zoals in ziekenhuizen, verzorgingshuizen en hotels, moeten allerlei (beheers)maatregelen genomen worden om legionella te voorkomen. Zo moet men een beheersplan opstellen, een logboek bijhouden en regelmatig watermonsters nemen.

Overweeg de mogelijkheid voor UV-behandeling in de utiliteitsbouw of in woningcomplexen met een collectief net.

Let bij een warmtenet (in de woningbouw) op voldoende ventilatie van de meterkast. Samen met leidingisolatie verkleint dat de kans op een te hoge temperatuur van de koudwaterleiding. Zie ook www.legionellavraagbaak.nl en het [Dossier Legionella](#) (lit. 10).

4.3 Uitvoering en beheer

Een goede controle op de bouw tijdens de uitvoering en oplevering is noodzakelijk. Het gaat om controle van onder andere de leidingisolatie, de leidingdiameters en het beloop (het kortste tracé?), de afmetingen (collector, opslagvaten), de merken en type-aanduidingen van het sanitair, de regeltechniek en controleer instellingen, voordruk, wachttijden en watertemperaturen.

Zorg voor een goede handleiding voor bewoners en gebruikers of beheerder.

Na de ingebruikname is 'monitoring' van installaties zeer nuttig om een optimaal draaiende installatie te krijgen. Bij grote systemen geeft een GBS (gebouwbeheerssysteem) daarvoor de mogelijkheden. Het beheer, of een deel daarvan, kan dan ook 'op afstand' door een specialist worden uitgevoerd. Bij kleine systemen, zoals in de woningbouw, kunnen thermometers, leds e.d. worden aangebracht om informatie te geven over het functioneren van de installatie voor warm tapwater en gebruik van regenwater. Bewoners of beheerders kunnen daarmee zicht krijgen op de werking van hun installaties. Dergelijke voorzieningen moeten dan wel op een logische plek worden aangebracht. In een woning kan bijvoorbeeld bij de badkamer aangegeven worden welke temperatuur het water in de zonneboiler heeft. Verder is het regelmatig onderhoud van groot belang.

Sites

<http://duurzaambouwen.senternovem.nl>

www.senternovem.nl - SenterNovem

www.vewin.nl - Vereniging van Waterleidingbedrijven

www.milieucentraal.nl - Milieu Centraal

www.waterwet.nl - informatie over de nieuwe Waterwet op de site van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

www.mnp.nl/mnc - Milieu- en Natuurcompendium

www.legendellavraagbaak.nl - info over legionella

Literatuur en sites

- 1 [Waterleidingstatistiek 2006](#); Vewin, juni 2007.
- 2 [Dossier Drinkwater](#); VROM.
- 3 Nationale Milieuverkenning 5 2000 - 2030; RIVM, uitgave Samsom, Alphen a/d Rijn, 2000.
- 4 [Vierde Nota Waterhuishouding](#); VROM, Den Haag, 1998.
- 5 [Nationaal Milieubeleidsplan 4](#) / Een wereld en een wil - werken aan duurzaamheid; Ministerie VROM, Den Haag, juni 2001.
- 6 Beleidsstandpunt inzet huishoudwater; VROM, brief van de Staatssecretaris aan de Tweede Kamer, 2003.
- 7 ISSO P 70.1; Hemelwater binnen de perceelgrens; uitgave: ISSO en SBR te Rotterdam.
- 8 [Water duurzaam in het ontwerp](#); P. Teeuw e.a., SOM-TU-Delft, Aeneas te Bostel, 2005.
- 9 Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW; CUR en CROW te Ede, 2002.
- 10 [Dossier Legionella](#); VROM.
- 11 Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen; SBR, Rotterdam, diverse jaren.

5 Binnenmilieu en gezondheid

5.1 Introductie

In de grond van de zaak zijn 'gezondheid' en 'duurzaamheid' met elkaar verwant. Schade aan milieu en ecologie heeft op kortere of langere termijn schade aan de gezondheid van de mens tot gevolg. Kiezen voor duurzaamheid is dus ook vanuit gezondheidsoogpunt essentieel. Gezond bouwen wordt algemeen gezien als één van de thema's van duurzaam bouwen, en is dus geen afzonderlijk beleidsterrein.

'Ongeveer 2 tot 5% van het gezondheidsverlies in Nederland is toe te schrijven aan milieufactoren', zo is te lezen in het 'Actieprogramma gezondheid en milieu' (lit. 1a) (www.vrom.nl). De belangrijkste oorzaken voor het verlies van gezondheid zijn:

- de verontreiniging van de buitenlucht met fijn stof en ozon;
- ernstige geluidshinder door verkeer;
- verontreiniging van het binnenmilieu met radon, fijn stof (tabaksrook) en allergie veroorzakende 'vochtminnende' huisstofmijt en schimmels.

Gemiddeld brengen wij zo'n 85% van onze tijd door in gebouwen en daarvan ongeveer 70% in de woning (dus 60% van de totale tijd) (lit. 2). Gezien deze hoge percentages is de kwaliteit van het binnenmilieu van grote invloed op onze gezondheid.

En niet alleen op onze gezondheid. Uit onderzoek blijkt dat het binnenmilieu ook een duidelijk effect heeft op de prestaties van mensen, zowel privé als op het werk. Een goed binnenmilieu verbetert de prestaties en vermindert het ziekteverzuim. Zo is de luchtkwaliteit van groot belang en daarmee dus

ook het ventilatiesysteem. In het artikel 'Invloed ventilatiesysteem op comfort en productiviteit' (lit. 3) wordt daarop uitgebreid ingegaan.

Diverse rapporten, nota's en sites gaan in op de relatie tussen gezondheid en binnenmilieu. De belangrijkste zijn wel:

- Infoblad '[Binnenmilieu en gezondheid](#)' (lit. 2) via www.duurzaambouwen.senternovem.nl. Dit infoblad gaat vrij uitgebreid in op gezondheidseffecten en geeft veel verwijzingen naar sites, literatuur, instrumenten voor onder andere de beoordeling van het binnenmilieu, wet- en regelgeving en enkele voorbeeldprojecten.
- [Dossier 'Milieu en gezondheid'](#) op www.vrom.nl; in dit dossier zijn tal van recente nota's en onderzoeksrapporten te vinden. Eén van die nota's is de Eindrapportage van het zojuist genoemde Actieprogramma Gezondheid en Milieu (lit. 1b). Hierin wordt aangekondigd dat elke vier jaar er een Nota Nationale Aanpak Milieu en Gezondheid zal verschijnen.

Basiskennis

Bij dit thema staat de gezondheid van de mens centraal, in relatie tot gebouwen en de gebouwde omgeving. Gezondheid is meer dan alleen 'niet ziek zijn'. Het wordt gedefinieerd als 'lichamelijk, geestelijk en sociaal welbevinden' (lit. 4). Gezond bouwen is zodanig bouwen dat dit welbevinden wordt bereikt. Veiligheid hoort hier nadrukkelijk bij. In de bouw spelen aspecten van gezondheid op ieder schaalniveau: van regio, stad en wijk tot het schaalniveau van een gebouw. In alle fasen van het bouwproces kan aandacht gegeven worden aan het thema gezondheid.

De bouw heeft op verschillende momenten in de tijd invloed op de menselijke gezondheid. Denk

aan schadelijke emissies uit verf of lijm tijdens de uitvoering. Of tijdens het verblijf in woning of gebouw aan de negatieve effecten op de gezondheid door een permanent ongezond binnenklimaat of slechte luchtkwaliteit in stedelijke gebieden (waarmee binnenshuis geventileerd wordt). Het is van belang dat leerlingen en studenten in bouwgerichte opleidingen weten dat gezondheid een onderdeel is van duurzaam bouwen en dat zij inzicht hebben in de relatie tussen hun eigen vakgebied en werkpraktijk enerzijds, en de mogelijke negatieve en positieve effecten op gezondheid anderzijds.

Enkele onderwerpen die zeker aandacht in het onderwijs vragen zijn:

- Belangrijke aspecten (zie ook bij problematiek) en mogelijke gezondheidseffecten:
 - allergische reacties (lit. 5, 20);
 - aandoeningen longen en luchtwegen;
 - sufheid en concentratievermindering;
 - hoofdpijn;
 - irritatie van ogen, huid of slijmvlies.
- Hoe zijn deze problemen te voorkomen of te verminderen (zie bij ontwerp en uitvoering).
- Instrumenten ter beoordeling van het binnenmilieu (en de gebouwde omgeving) zoals bijv. de Toetslijst Gezond en Veilig Wonen. Er is een versie voor consumenten en een voor professionals en behandelt luchtkwaliteit, comfort, geluid, veiligheid en zorg (zorg alleen bij de versie voor professionals). De toetslijst beoordeelt niet alleen de woning, maar ook het gebruik ervan.
- Begrippen zoals allergeenarm bouwen, DALY (Disability Adjusted Life Year); de DALY brengt het verlies van levensverwachting, verlies van kwaliteit van leven, duur van het gezondheidseffect en het aantal mensen met gezondheidsschade ruwweg samen in één getal. Verschillende studies gebruiken de DALY als signalering voor de milieugerelateerde ziektelast (lit. 6).
- Enkele principes uit het milieubeleid zoals 'de vervuiler betaalt', 'voorzorgprincipe' en 'een gelijk speelveld' voor bedrijven ('level playing

field'); in de Milieubalans 2005 (lit. 6) is uitgebreide informatie hierover te vinden, evenals over het milieubeleid in de afgelopen 15 jaar.

- Wet- en regelgeving inclusief Europese regels of normen.
- De noodzaak van een goede voorlichting naar bewoners en gebruikers van gebouwen.

Interessante informatie is ook te vinden in:

- de Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen (lit. 7); uitgave SBR, Rotterdam.
- Praktijkboek Gezonde Gebouwen (lit. 8); SBR en ISSO, uitgave SBR, Rotterdam, 2002; regelmatig verschijnen nieuwe cahiers.
- Cahier R2 binnenmilieu Prestatie-eisen kantoorgebouwen (lit. 9); C. Cox e.a., SBR, Rotterdam, 2003.
- Hoe gezond is de Nederlandse woning? (lit. 5); E. Hasselaar, Onderzoeksinstituut OTB, Delft University Press, Delft, 2002.
- De realisatie van allergeenarme woningen in Utrecht (lit. 10).

Problematiek

Bij het thema gezondheid (dus: lichamelijk, geestelijk en sociaal welbevinden) kan onderscheid gemaakt worden tussen gezondheid in een gebouw en gezondheid in de gebouwde omgeving: ofwel gezond binnenmilieu en gezond buitenmilieu.

Gezond binnenmilieu

Mensen brengen gemiddeld 85% van hun tijd binnen gebouwen door. Een gezond binnenmilieu is daarom van groot belang. De volgende aspecten spelen hierbij een belangrijke rol (lit. 8):

- luchtkwaliteit (voldoende ventilatie en beperking van emissies uit bouwmaterialen en apparatuur)
- thermisch comfort (warmte en koude); naarmate woningen (en kantoren) beter geïsoleerd worden en meer gebruik maken van passieve zonne-energie, is extra aandacht voor de zomersituatie noodzakelijk. Denk daarom aan voldoende zonwering, natuurlijke nachtventilatie en nachtventilatie via bypasses in wtw-units.

- geluid
- gebruiksveiligheid
- locatie
- licht en uitzicht
- privacy
- inrichting en afwerking.

De belangrijkste gezondheidsbedreigende problemen in woningen zijn volgens het RIVM geluidshinder, vocht, tabaksrook, stikstofoxiden en radon.

Geluidshinder in woningen, vanuit naastgelegen woningen of vanuit de omgeving, wordt door consumenten als één van de grootste bronnen van hinder ervaren.

Per dag wordt binnenshuis tien tot vijftien liter vocht geproduceerd door activiteiten als koken, douchen en wassen, door mensen, huisdieren en planten. Een overmaat aan vochtige lucht bevordert de aanwezigheid van schimmels, bacteriën en ander ongedierte. Te droge lucht is echter ook niet gezond. Vooral 's winters kan de lucht binnenshuis snel te droog worden.

Uit onderzoek (lit. 5) blijkt dat ventilatiesystemen in de woningbouw vaak slecht functioneren of niet op de juiste wijze worden gebruikt. Deels komt dat door slecht onderhoud, maar ook door dat installaties soms hinderlijk lawaai maken. Bewoners zetten de installatie daarom uit of in een te lage stand.

De resultaten worden bevestigd door het veel recentere onderzoek 'Eindrapportage Woonkwaliteit Binnenmilieu in Nieuwbouwwoningen' (lit. 21).

Uit metingen blijkt dat bij circa 20% van de woningen de vereiste toevoercapaciteit niet wordt gerealiseerd. Bij circa 50% van de woningen wordt niet voldaan aan de vereiste afvoercapaciteit.

Gezond buitenmilieu

Ook in de gebouwde omgeving en de openbare ruimte spelen gezondheidsaspecten een rol. Problemen zijn bijvoorbeeld: een slechte lucht-

kwaliteit, geluidshinder, onvoldoende verkeersveiligheid en sociale veiligheid.

Gezondheidsbevorderende aspecten zijn onder andere: voldoende open buitenruimte, voldoende groen in de stad, ruimte voor jongeren, recreatievoorzieningen en functiemenging op wijkniveau (lit. 11, 12, 13, 14).

Voorkom bij functiemenging van bijvoorbeeld woningen en winkels geluidsoverlast.

Zie www.piek.org en Infoblad 'Geluidsbelaste locaties, toch bouwen?' (lit. 18).

Beleid en regelgeving

Nationaal beleid

In het eerder genoemde 'Actieprogramma gezondheid en milieu' (lit. 1a) en de Evaluatie daarvan (lit. 1b) staan diverse acties om de gezondheidsaspecten te verbeteren. De nota's stellen dat al veel verbeterd is en in wet- en regelgeving is vastgelegd. Maar ondanks dat treden nog steeds ongewenste gezondheidseffecten op door gedrag van bewoners, gebruiksonvriendelijke installaties en nieuwe technologische ontwikkelingen.

Ook ontbreken gegevens over blootstelling binnenshuis aan schimmels en bacteriën, geluid en elektromagnetische velden. De binnenluchtkwaliteit in energiezuinige woningen vraagt ook extra aandacht. Dit heeft onder andere geleid tot onderzoek in diverse projecten (lit. 15) en tot de verdere ontwikkeling van hybride ventilatiesystemen (lit. 16). Ook zijn er recent instrumenten ontwikkeld zoals de genoemde Toetslijst.

Het Bouwbesluit regelt al een aantal zaken voor (onder andere) geluidwering, drinkwater, riolering en luchtverversing. Maar in de praktijk blijkt dat er meer mogelijk is dan het Bouwbesluit regelt. Ook in het Nationaal Pakket Duurzaam bouwen voor woningbouw en de utiliteitsbouw staan maatregelen op het gebied van gezondheid zoals het beperken van geluidshinder.

Zowel de 'Nota Wonen' (lit. 14) als de 'Milieubalans 2005' (lit. 6) gaan in op gezondheidsaspecten van bouwen en wonen.

RADON

Er is een stralingsprestatienorm ontwikkeld voor de radonproblematiek. Om verder uitbreiding van de regelgeving te voorkomen is er echter van afgezien om deze op te nemen in het Bouwbesluit. Met de bouwwereld zijn wel afspraken gemaakt om het radongehalte van materialen zo veel mogelijk te beperken evenals het stralingsniveau binnen woningen. Hierbij spelen naast de materialen ook de luchtdichtheid van de begane grondvloer en het functioneren van ventilatiesystemen een belangrijke rol. Radon is een radioactief edelgas en is de belangrijkste stralingsbron binnenshuis. Radon komt vrij uit bouwmaterialen en uit de bodem. De meeste radon komt via het beton (hoogovencement!). Goed ventileren helpt om het radongehalte te verminderen. Zie voor meer informatie het 'Dossier Radon' op www.vrom.nl.

Gemeentelijk beleid

Gemeenten kunnen gezondheid in de openbare ruimte en de gebouwde omgeving in de gaten houden. De GGD kan daarin een belangrijke rol spelen. Zo is de GGD in Rotterdam e.o. actief betrokken bij (her)inrichtingsplannen en doet onderzoek naar gezond bouwen en wonen. Zie ook de GGD-Richtlijn '[Gezonde woningbouw](#)' (lit. 19) van het LCM, het Landelijk Centrum Medische Milieukunde. Deze richtlijn bevat onder andere vier woningconcepten en een checklist met maatregelen voor een gezonder binnenmilieu.

5.2 Ontwerp

Bij het ontwerpen van woningen, gebouwen en de openbare buitenruimte kan veel winst behaald worden op het gebied van gezondheid en veiligheid. Bij gebouwontwerpen gaat het vooral om materiaaltoepassing, daglicht, uitzicht, ruimte, ventilatie (afb. 42), warmwatervoorziening, inrichting, geluidwering (afb. 41) en (handmatige) klimaatbeheersing.

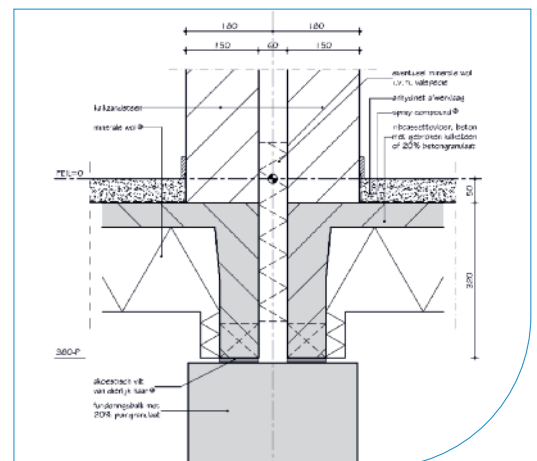
De gebruiksfase verdient extra aandacht. Niet alleen door het maken van een goede gebruiksaanwijzing voor bijvoorbeeld installaties maar ook door een eenvoudige bediening hiervan.

Een aardig voorbeeld is de filterindicatie op een driestandenschakelaar voor een gebalanceerd ventilatiesysteem. Dit indicatielampje gaat rood knipperen wanneer de filters schoongemaakt moeten worden. Het is een eenvoudige voorziening die er voor zorgt dat bewoners goed geïnformeerd worden.

Bij het ontwerp van de openbare ruimte gaat het onder andere om veiligheid, luchtkwaliteit, groen, ruimte, identiteit en herkenning.

Het voert te ver om hier verder in te gaan op ontwerpuitgangspunten voor gezondheidsaspecten. Maar wel een voorbeeld met het oog op het beperken van geluidshinder:

- Een goede aansluiting van de woningscheidende wanden op de begane grondvloer en de fundering. Zie bijvoorbeeld de uitgave 'Duurzaam detailleren Woningbouw (lit. 17).
- Door plattegronden te spiegelen, grenzen stille ruimtes in de ene woning aan stille ruimten in de buurwoning.
- Een zodanige stedenbouwkundige verkaveling dat enkele slaapkamers aan een stille gevel liggen.



Afb. 41: Een goede geluidsisolatie bij een ankerloze spouwmuur (bron: SBR, lit. 17).



Afb. 42: Belastingkantoor Enschede
Zuidgevel van de nieuwe uitbreiding van het belastingkantoor in Enschede. Het gebouw is een goed voorbeeld van optimaal gebruik van natuurlijke ventilatie en daglicht. Een koelinstallatie kon achterwege blijven. Architect: Ruurd Roorda - Rijksgebouwendienst/DO&T te Den Haag. Realisatie: 1996.

5.3 Uitvoering

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden verdient de gezondheid van de uitvoerenden alle aandacht. Zij dienen op de hoogte te zijn van de wet- en regelgeving, maar ook van de effecten die de werkzaamheden op hun gezondheid kunnen hebben. Te denken valt aan het werken met verven, lijmen en kitten, klein gevaarlijk afval en werkzaamheden die stof of lawaai veroorzaken.

Literatuur en sites

- 1a Actieprogramma gezondheid en milieu: VROM en Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, Den Haag, 2003; te downloaden via www.vrom.nl.
- 1b Actieprogramma Gezondheid en Milieu, Eindrapportage; VROM, december 2006; te downloaden via www.vrom.nl.
- 2 Infoblad 'Binnenmilieu en gezondheid' op www.duurzaambouwen.senternovem.nl.
- 3 Invloed ventilatiesysteem op comfort en productiviteit; C. Roelofsen, in: Verwarming en Ventilatie + juni 2005.
- 4 Aanbevelingen Gezond Bouwen en Wonen; GGD Rotterdam e.o., 1997.
- 5 Hoe gezond is de Nederlandse woning? E. Hasselaar, Onderzoeksinstituut OTB, Delft University Press, Delft, 2001.
- 6 Milieubalans 2005; Milieu- en Natuurplanbureau, RIVM, uitgave SDU uitgevers, Den Haag, 2005; te downloaden via www.mnp.nl.
- 7 Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen; uitgave SBR, Rotterdam diverse jaren.
- 8 Praktijkboek Gezonde Gebouwen; SBR en ISSO, uitgave SBR, 2002 (www.gezondegebouwen.nl).
- 9 Cahier R2 binnenmilieu Prestatie-eisen kantoorgebouwen; C. Cox e.a., SBR, Rotterdam, 2003.
- 10 De realisatie van allergeenarme woningen in Utrecht; SEV, Rotterdam, 2004.
- 11 Duurzaam Leefbaar; M. van Dorst, TU-Delft, GIDO Stichting te Naarden, 2002.
- 12 Gezond wonen in gezonde wijken, Tussen souterrain en dakterras: Wonen als motor voor maatschappelijke kansen; R. Vos, VROM-DGM, 2002.
- 13 Hart voor de Wijk, zorg voor de straat, Een Essay over veiligheid en sociale cohesie; Tussen souterrain en dakterras: Wonen als motor voor maatschappelijke kansen; HJ Korthals Altes, VROM, 2002.
- 14 Nota Wonen - Mensen, wensen, wonen - Wonen in de 21e eeuw; VROM, 2004, (www.vrom.nl).
- 15 Demonstratie en evaluatie van geavanceerde ventilatieconcepten in project Thiemsland te Hengelo; monitoring ventilatie, binnenlucht-kwaliteit en energetische prestaties; Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs te Zwolle, in opdracht van Novem (thans SenterNovem), 2004.
- 16 Nieuwe energiezuinige hybride ventilatiesystemen; P. op 't Veld, in: Verwarming en Ventilatie, nr 6 juni 2005.
- 17 Duurzaam detailleren Woningbouw; uitgave SBR, Rotterdam, 2002.
- 18 Infoblad 'Geluidsbelaste locaties, toch bouwen?' op www.duurzaambouwen.senternovem.nl.

- 19 GGD-Richtlijn 'Gezonde woningbouw', M. Weterings e.a., Landelijk Centrum Medische Milieukunde, december 2005.
- 20 Allergeenarm bouwen; M. Haas, NIBE te Naarden, 2002.
- 21 Eindrapportage Woonkwaliteit Binnenmilieu in Nieuwbouwwoningen eindresultaten van 78 projecten / 154 woningen; Adviesburo Nieman B.V., i.o.v. VROM-Inspectie Regio Oost; november 2007.

Sites

www.vrom.nl - Ministerie van VROM
(Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu)

www.milieubalans.nl - Milieubalans 2005

www.gezondegebouwen.nl - Praktijkboek Gezonde Gebouwen

<http://duurzaambouwen.senternovem.nl>

www.ggd.rotterdam.nl - GGD Rotterdam en omgeving

www.toetslijstgezondenveiligwonen.nl - Toetslijst Gezond en Veilig Wonen

www.sbr.nl - SBR, Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen

www.piek.org - info over stillere technieken bij bevoorrading winkels

www.milieugezondheid.nl - wegwijzer verschillende organisaties

6 Leefomgeving

6.1 Landschap, bodem en historisch erfgoed

Introductie

Nederland behoort tot de meest verstedelijkte regio's van Europa. Bijna 15% van het land is bebouwd of in gebruik voor infrastructuur. De belevingswaarde van ruim een kwart van het Nederlandse landoppervlak wordt beïnvloed door de aanwezigheid van stedelijke bebouwing of infrastructuur (lit. 1).

Beeld en structuur van karakteristieke landschappen moeten mede daarom volgens het overheidsbeleid beschermd worden. Aan provincies en gemeenten wordt gevraagd de in ecologisch en landschappelijk opzicht belangrijke elementen in stand te houden. Daarnaast moet ook rekening gehouden worden met het behoud van historisch erfgoed (*Nota Belvedere*). Het beleid is enerzijds gericht op het versterken van de diversiteit van de natuur, anderzijds op het verhogen van de kwaliteit van de woonomgeving.

Duurzame stedenbouw is echter meer: Het gaat daarbij ook om de ecologische kwaliteiten van het landschap zo goed mogelijk te benutten in samenhang met bodemopbouw en waterhuishouding. Een gebiedsgerichte aanpak, waarbij de diverse overheden gezamenlijk een beleid en aanpak bepalen. Doel is het milieu in zijn totaliteit zo min mogelijk te belasten, waarbij ook rekening gehouden wordt met andere maatschappelijke waarden (lit. 2).

Concreet betekent dit bijvoorbeeld dat in een stedenbouwkundig ontwerp groenzones gesitueerd worden daar waar interessante gradiënten^{*} aanwezig zijn. Bebouwing en wegen komen daar

waar de bodem de meeste draagkracht heeft. En de keuze van het afwateringssysteem sluit aan op de boven- en ondergrondse waterhuishouding (zie ook de '*lagenbenadering*').

Bij een duurzame inrichting van de woonomgeving hoort ook een optimaal gebruik van de aanwezige bodem: Enerzijds om de ecologische kwaliteiten te gebruiken, anderzijds om grondstoffen zoals ophoogzand, uit te sparen.

Ophogen moet zoveel mogelijk worden vermeden. Belangrijke redenen hiervoor:

- het beperken van de hoeveelheid benodigd ophoogmateriaal (vooral zand) in verband met relatieve schaarste en het beperken van het benodigde transport hiervoor;
- aantasting van bestaand landschap, flora en fauna.

Verder moet het grondwaterpeil bij het bouwrijp maken zo min mogelijk veranderd worden om onder andere schade aan te handhaven vegetatie en bebouwing te voorkomen. Wanneer men (extra) variatie wil bevorderen in flora en fauna kan men plaatselijk het aanwezige maaiveld afgraven of juist ophogen.

Zaken rond sanering van vervuilde (water)bodems worden over het algemeen niet tot duurzaam bouwen gerekend. Duurzaam bouwen is namelijk gericht op het voorkomen van vervuiling.

Basiskennis en vaardigheden

Enkele onderwerpen die aandacht in het onderwijs vragen zijn:

- Kennis over landschapstypen, (historische) landschappelijke elementen en bodemsoorten.
- Kennis over de aanpak via de '*lagenbenadering*' (zie onder andere in *Nota Ruimte*) (lit. 4).

* gradiënt = geleidelijke ruimtelijke overgang (lit. 3)

- Kennis over hulpmiddelen zoals de diverse soorten (digitale) kaarten bijvoorbeeld bodemkaarten, geomorfologische kaarten, waterstaatskaarten en luchtfoto's.
- Enige kennis en vaardigheid in het doen van onderzoek zoals het maken van sonderingen, het nemen van bodemmonsters en het 'lezen' van infraroodfotografie.
- Kennis over bouwrijp maken zoals de verschillende mogelijkheden voor ophogen: integraal, selectief e.d., begrippen zoals cunet, gesloten grondbalans, kennis over uitvoeringstechnieken (opspuiten, aanvoeren per vrachtauto) en ophoogmaterialen; hieronder vallen ook de nieuwste ontwikkelingen rond het hergebruik van een deel van (vervuild) baggerslib, na zuivering, als ophoogzand.
- Inzicht in samenhang tussen ophogen, ondergrond, waterhuishouding (grondwaterpeil, inklinking bodem) en ecologische consequenties.
- Kennis over het begrip (ecologische) gradiënt en kennis over in hoeverre gradiënten te gebruiken zijn voor het vergroten van de diversiteit in flora en fauna.
- Inzicht in het (benodigde) onderzoek naar archeologische en historische objecten en vindplaatsen en de consequenties van het Europese Verdrag van Valletta, ook wel Verdrag van Malta genoemd. Dit verdrag, door Nederland in 1992 ondertekend, verplicht ons land om wetgeving te maken tot behoud van en onderzoek naar archeologisch erfgoed. Eind 2006 werd de Wet op de archeologische monumentenzorg een feit. De inhoud ervan is per september 2007 van kracht geworden.
Bij de planvorming is tijdig onderzoek naar mogelijke archeologische waarden van groot belang. In dit kader is de site www.limes.nl interessant. Op de site is veel informatie te vinden over de 'Limes', de grens van het voormalige Romeinse Rijk
- Kennis over de Nota Belvedere (zie bij Beleid).
- Globaal inzicht in het huidige beleid. Kennis over regelgeving.

Kennis over de diverse zaken kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.

Problematiek

Zoals hiervoor omschreven is de problematiek rond landschap, bodem en historisch erfgoed zeer divers. Met name de samenhang tussen de verschillende thema's is van groot belang. Bij een stedenbouwkundig ontwerp moet in een zeer vroeg stadium een duidelijk omschreven programma van eisen worden opgesteld. Ook de gevolgen voor andere schaalniveaus moeten alle aandacht krijgen. Een voorbeeld: Om zo min mogelijk ophoogzand nodig te hebben in combinatie met het handhaven van de grondwaterstand (vaak noodzakelijk voor handhaving aanwezige vegetatie en houten funderingen) is in relatief natte gebieden (met hoge grondwaterstanden) het bouwen zonder kruipruimte een goed uitgangspunt. Dit vergt echter ook op het schaalniveau van de woning of het gebouw de nodige aandacht in het ontwerp en de uitvoering. Ook kan de mate van drooglegging consequenties hebben voor het wel of niet toepassen van collectieve warmtenetten en de wijze van afwatering, typen riolering en beplanting.

De Nota Ruimte (lit. 4) gaat onder andere in op de 'lagenbenadering'. Het gaat hierbij om drie denkbeeldige 'lagen' waaruit een gebied bestaat: ondergrond, netwerken en occupatie. De Nota zegt onder andere dat 'Van deze lagen is er niet één het belangrijkste voor de ruimtelijke ontwikkeling: elke laag heeft haar specifieke bijdrage aan die ontwikkeling.' en 'Belangrijk is de onderlinge wisselwerking tussen de lagen. Veel meer dan tot nu toe, is het van belang om bij ruimtelijke afwegingen op alle schaalniveaus niet alleen met occupatie-eisen rekening te houden, maar ook structureel rekening te houden met de eigenschappen en de functies die zowel de ondergrond (bodem, landschap) als de netwerkenlaag bezitten en de eisen die deze lagen stellen.'

In de Nota Ruimte wordt verder ingegaan op onder andere het probleem dat de kwantiteit en de kwaliteit van het groen in en om de stad de afgelopen decennia aanzienlijk zijn verminderd. Allerlei 'groene' voorzieningen zoals sportvelden en volkstuincomplexen zijn vaak naar de randen van de stad verplaatst. Aanbod van onder andere voldoende groene ontspanningsmogelijkheden is echter belangrijk voor de leefbaarheid, het welzijn en de gezondheid van bewoners. In de planvorming zal daar beter rekening mee moeten worden gehouden, zo stelt de Nota.

Het Ruimtelijk Planbureau schetst in 'Waar de landbouw verdwijnt' (lit. 5) de toekomstig te verwachten veranderingen op het platteland. De afname van het agrarisch gebruik rechtvaardigt een aanpassing in het beleid en regelgeving. Hierdoor kunnen nieuwe vormen van gebruik zoals nieuwe landgoederen en waterberging betere kansen krijgen en kwaliteit aan het landschap toevoegen.

Beleid

Diverse beleidsvelden spelen een rol bij landschap, bodem en historisch erfgoed. Hiervoor is al gesproken over het bevorderen van diversiteit in flora en fauna, het zo veel mogelijk handhaven van landschappelijke elementen en historisch erfgoed en het streven naar een samenhang tussen de diverse thema's. Een gebiedsgerichte aanpak, waarbij de diverse overheden gezamenlijk een beleid en aanpak bepalen. Doel is het milieu in zijn totaliteit zo min mogelijk te belasten, waarbij ook rekening gehouden wordt met andere maatschappelijke waarden (lit. 4).

Gemeenten spelen een belangrijke rol bij het optimale gebruik van landschap, bodem en historisch erfgoed in de concrete planvorming. Dit natuurlijk in samenhang met de overige (bestaande) omgeving om bijvoorbeeld versnippering van groen te voorkomen (zie ook par. 6.3). Naast het opnemen van doelstellingen voor behoud en gebruik in structuur- en bestemmingsplannen, is het maken van een beheersplan van groot belang.

Nota Ruimte

De Nota Ruimte (lit. 4) is een belangrijke beleidsnota voor het landschap, bodem en historisch erfgoed.

Het kabinet kiest voor 'decentraal wat kan en centraal wat moet'. Dit betekent dat taken en verantwoordelijkheden verschoven worden naar provincies, waterschappen en gemeenten. Zo stelt het Rijk provincies en waterschappen primair verantwoordelijk voor het voorkomen van wateroverlast en watertekorten.

De nota heeft diverse raakvlakken met duurzaam bouwen vooral op stedenbouwkundig niveau. Zo is er aandacht voor onder andere stedelijke netwerken, infrastructuur, cultuurhistorische waarden, landschap, winning van bouwgrondstoffen zoals zand, windenergie en drink- en industriewaterwinning.

De nota stelt dat het belangrijk is dat 'landschappelijke kwaliteit ook buiten de werelderfgoedgebieden en de nationale landschappen expliciet wordt meegenomen in ruimtelijke afwegingen. Het betreft hier zowel behoud, versterking en vernieuwing van de landschappelijke kwaliteit, als een adequate borging van de gewenste kwaliteiten. Meer aandacht voor het ontwerp is hier onlosmakelijk mee verbonden.'

Als belangrijkste kwaliteiten van het landschap noemt de nota:

- Natuurlijke kwaliteit: bodem, water, reliëf, aardkunde, flora en fauna.
- Culturele kwaliteit: cultuurhistorie, culturele vernieuwing en architectonische vormgeving.
- Gebruikskwaliteit: (recreatieve) toegankelijkheid, bereikbaarheid en meervoudig ruimtegebruik, aanwezigheid toeristisch-recreatieve voorzieningen.
- Belevingskwaliteit: ruimtelijke afwisseling, informatiewaarde, contrast met de stedelijke omgeving, groen karakter, rust, ruimte, stilte en donkerte.

De Nota Belvedere (cultuurhistorie), de Nota Bewogen Aarde (lit. 7) (over geomorfologie), de Flora- en faunawet en de nieuwe Archeologiewet (2006, invulling van Verdrag van Valletta) zijn in dit kader van belang.

De Nota Belvedere is gericht op het meer dan tot nu toe betrekken van cultuurhistorie bij de ruimtelijke ontwikkelingen. Op de site is veel informatie te vinden met onder andere voorbeeldprojecten. Ook is er een Belvedere-onderwijsnetwerk. Op 18 november 2005 zijn drie Belvedere-hoogleraren benoemd.

Ontwerp

De volgende activiteiten en maatregelen vragen aandacht:

- Verschaf inzicht in het aanwezige landschap en de aanwezige bodem.

Inzicht in onder andere het ontstaan van het aanwezige landschap maakt het mogelijk om in een vroegtijdig stadium van het ontwerp de mogelijkheden in te schatten van de aanwezige ecologische kwaliteiten. Het kan hierbij gaan om onder andere de draagkracht van de bodem en zaken rond de waterhuishouding van het plangebied.

- Inventariseer de aanwezigheid van archeologische en cultuurhistorische objecten en vindplaatsen.
- Behoud structuren, patronen en elementen in het landschap.

Naast het behoud van karakteristieken van het landschap als doel op zich, kunnen deze bij het stedenbouwkundig ontwerp gunstige voorwaarden scheppen voor onder andere een 'natuurlijker' inrichting. Er is onder andere een 'Stappenplan voor gemeenten verkrijgbaar voor de landschappelijke inpassing van nieuwe bebouwing'.

- Handhaaf het grondwaterpeil zo veel mogelijk en houd bij het bestemmen van de grond rekening met het aanwezige waterpeil.
- Benut de bodempotentie.
- Hoog selectief op indien opgehoogd moet worden.

- Zorg voor een gesloten grondbalans (afb 43).
- Overweeg kruipruimten achterwege te laten. Het is aan te raden bij kruipruimteloos bouwen de ruimte onder de vloer (die vrijwel altijd aanwezig is) licht te ventileren.



Afb. 43:

Bouwrijpmaken met zo weinig mogelijk gebruik van ophoogmateriaal. Streef naar een gesloten grondbalans.

Uitvoering

- Voorkom het verdichten van de bodem. Op plaatsen waar vegetatie komt, moet grondverdichting voorkomen worden. Door verdichting van de bodem kunnen wortels namelijk onvoldoende voedingsstoffen opnemen. Verdichting tijdens de bouw kan optreden als gevolg van bijvoorbeeld bouwverkeer, opslag van bouwmaterialen of opslag van grond.
- Gebruik geschikt ophoogmateriaal. Voor de bovenste laag bij het ophogen ter plaatse van groenelementen heeft het gebruik van streekeigen grondsoorten de voorkeur. Deze geven betere kansen voor planten uit de directe omgeving en vergelijkbare milieus. Zodra met zand opgehoogd wordt, kan worden overwogen om leem toe te voegen op de plaats waar groenelementen zoals tuinen komen. Het (regen)water wordt dan beter vastgehouden, waardoor tuinen minder besproeid hoeven te worden.
- Voorkom dat ter plaatse van tuinen, bermen en dergelijke klakkeloos 'zwarte grond' (voedselrijk) wordt gebruikt als afwerklaag.
- Tijdens de uitvoering vraagt kruipruimteloos bouwen extra aandacht: Ga zorgvuldig om met de leidingen die onder de begane grond vloer

komen te liggen; extra controle op goede aansluitingen en bevestiging is gewenst. Ook moet voorkomen worden dat (net) boven de begane grond vloer uitstekende leidingen tijdens de bouw beschadigd worden; je kunt ze niet eenvoudig vervangen.

GWW-sector

Veel van de in dit hoofdstuk genoemde maatregelen en uitgangspunten gelden zowel voor de B&U- als de GWW-sector. Het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW (lit. 6) gaat uitgebreid in op duurzaamheid bij de aanleg van wegen, vaarwegen, spoorverbindingen en natuurontwikkeling.

(Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu)
www.minocw.nl - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
www.ruimtelijkplanbureau.nl - Ruimtelijk Planbureau
www.racm.nl - Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten (RACM)
www.mnp.nl - Milieu- en Natuurplanbureau; vormt samen met het Ruimtelijk Planbureau het Planbureau voor de leefomgeving: www.planbureauvoordeleefomgeving.nl
www.limes.nl - over de 'Limes'

Literatuur en sites

- 1 Natuurbalans 2005; Milieu- en Natuurplanbureau, RIVM, uitgave SDU uitgevers, Den Haag, 2005.
- 2 Nationaal Milieubeleidsplan 4/ Een wereld en een wil - werken aan duurzaamheid; Ministerie VROM, Den Haag, juni 2001.
- 3 Handboek Natuurdoeltypen; Expertisecentrum LNV, Wageningen, 2001.
- 4 Nota Ruimte; VROM, 2005
- 5 Waar de landbouw verdwijnt; Ruimtelijk Planbureau, uitgave NAI Uitgevers, Rotterdam, 2005, te downloaden via www.ruimtelijkplanbureau.nl.
- 6 Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW; Nationaal DuBo centrum, CUR en CROW, uitgave CROW; wordt regelmatig aangepast.
- 7 Nota bewogen aarde. Aardkundig erfgoed in Nederland; E. van Beusekom; uitgeverij Matrijs te Utrecht, i.s.m. Ministerie LNV.

Sites

www.landschapsbeheer.nl - Landschapsbeheer Nederland
www.belvedere.nu - Nota Belvedere
www.vrom.nl - Ministerie van VROM

6.2 Water in de gebouwde omgeving

Introductie

Oppervlaktewater in de gebouwde omgeving heeft in het algemeen naast een regulerende functie binnen de waterhuishouding, een recreatieve en ecologische taak. Door de keuze van het juiste watersysteem, zijn deze functies uitstekend te combineren. Een veelgebruikte term in dit kader is 'integraal waterbeheer' dat in concrete plannen leidt tot 'integrale watersystemen'.

Steeds vaker gebruikt men het watersysteem als één van de dragers van het ruimtelijke plan. Het maken van onderscheid tussen de hogere (meestal drogere) en de lagere (meestal nattere) locaties is van belang bij het bepalen van het juiste watersysteem. Zaken als waterkwaliteit, het voorkomen van verdroging en peilbeheersing van het oppervlaktewater staan hierbij centraal.

Bij de technische uitwerking van een ruimtelijk ontwerp komen zaken aan bod zoals de keuze tussen wel of niet afkoppelen van regenwater, de keuze tussen de diverse rioleringsystemen en de ecologische inrichting van het oppervlaktewater met bijbehorende oeverafwerkingen.

Steeds vaker wordt de relatie gelegd tussen de wijzigingen in het klimaat en het waterbeheer in ons land. De [Evaluatienota Klimaatbeleid 2005](#) (lit. 1) gaat hier uitgebreid op in en stelt onder andere: 'Nederland is het meest kwetsbaar voor effecten van klimaatverandering op het watersysteem en adaptatie (= aanpassing, red.) op dat terrein is logischerwijs het verst ontwikkeld. Het beleid in de nota's [Waterbeleid voor de 21^e eeuw](#), [Ruimte voor de Rivier](#) (lit. 22) en de [3^e Kustnota 'Traditie, trends en toekomst'](#) (lit. 3) anticipeert expliciet op klimaatverandering.

In de [Nota Ruimte](#) (lit. 4) is opgenomen dat er meer ruimte moet worden geboden aan water en

dat waterkwantiteit en -kwaliteit meer dan voorheen sturend zullen zijn voor de ontwikkeling en locatiekeuzen van grondgebruik.

Basiskennis en vaardigheden

De volgende onderwerpen vragen in het onderwijs aandacht:

- Enig inzicht in de relatie tussen de klimaatwijziging met de waterhuishouding in ons land.
- Inzicht in de waterhuishouding in een plangebied (oppervlakte-, regen-, kwel- en grondwater), globaal inzicht in de omvang van de diverse stromen.
- De driestapsstrategie (zie bij problematiek) als mogelijke aanpak voor de waterproblematiek.
- Inzicht in de problematiek rond waterpeilbeheersing en verdroging, waterkwaliteiten, inklinking, relatie tussen grondwaterpeil en houten funderingen en grondwaterpeil en vegetatie.
- Inzicht in de mogelijkheden voor het versterken van de ecologische potenties van het watersysteem voor fauna en flora. Het gaat hierbij om onder andere waterkwaliteit, diversiteit in diepgang van waterwegen en inrichting van oevers.
- Kennis over de principes van:
 - de diverse rioleringsystemen (lit. 5) in samenhang met afvoer en/of infiltratie van regenwater; bergbezinkbassin;
 - infiltratiesystemen zoals wadi's, infiltratiegreppels, grindkoffers, infiltratiekratten en retentiegebieden;
 - soorten verharding in verband met waterdoorlatendheid: van zeer dichte verharding, via [halfverharding](#) tot het achterwege laten van verharding.
- Kennis over begrippen zoals grondwatertrap, gesloten watersysteem, ecologische oever.
- Inzicht in het wel of niet verontreinigd zijn van bestratingen (door hoeveelheid verkeer).
- Kennis over de relatie tussen keuze materialen en het voorkomen van vervuiling van afspoelend regenwater en oppervlaktewater; denk hierbij aan goten, hemelwaterafvoer (hwa), allerlei metalen objecten of onderdelen, houten beschoeiingen en houten 'kunstwerken' in het

water zoals steigers en bruggen. Het gaat hierbij om met name uitspoeling van zware metalen (zink, koper en lood) en verduurzamingsmiddelen. Zie ook het Infoblad '[Materialen in de gebouwde omgeving: bronnen van waterverontreiniging \(diffuse bronnen\)](#)' en www.wateremissies.nl.

- Inzicht in de invloed van het gebruik van bestrijdingsmiddelen (onkruid, gladheid) op de waterkwaliteit. Zie voor informatie het Infoblad '[Onkruidbestrijding en gladheidsbestrijding op verhardingen](#)' via www.duurzaambouwen.senternovem.nl en www.dob-verhardingen.nl.
- Inzicht in materiaalkeuze gelet op dubo-aspecten: dus bijvoorbeeld het gebruik van (hard)hout voor beschoeiingen uit duurzaam beheerde bossen.
- Kennis over veiligheid voor kinderen en ouderen of invaliden bij oppervlaktewater in woon- en recreatiegebieden; denk aan het toepassen van een plasberm.
- Enige kennis over de mogelijkheden van natuurlijke zuivering van afvalwater (lit. 6).
- Enige kennis over [natuurvriendelijke oevers](#) (zie diverse uitgaven van CUR).
- Globaal inzicht in huidig beleid en kennis over regelgeving zoals de watertoets. De [watertoets](#) zorgt voor een vroegtijdige en systematische aandacht voor wateraspecten in ruimtelijke plannen en besluiten. Voor een aantal soorten plannen zoals een bestemmingsplan, is het uitvoeren van een toets wettelijk verplicht. In de toelichting bij deze plannen moet altijd een waterparagraaf zijn opgenomen.

Kennis over de diverse zaken kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.

Het Infoblad '[Water en ruimtelijke ordening](#)' (lit. 7) geeft veel achtergrondinformatie, literatuur en sites en is te printen via www.duurzaambouwen.senternovem.nl.

Problematiek

De waterhuishouding in een plangebied is meestal een complex geheel van onder andere:

- opvang en afvoer of infiltratie van regenwater;
- aan- en afvoer van oppervlaktewater;
- verdamping en inzigging van oppervlaktewater;
- aanvoer van kwelwater.

Op hoger gelegen locaties (vooral zandgronden) speelt vooral de problematiek van verdroging. De '[Natuurbalans 2005](#)' (lit. 8) meldt dat bij de aanpak van verdroging sinds het jaar 2000 nauwelijks voortgang is geboekt. Beheerders geven aan dat de waterhuishouding een groot knelpunt is voor veel typen natuur.

Zowel in landelijke als in stedelijke gebieden wordt de verdroging, naast de winning van grondwater voor allerlei doeleinden, veroorzaakt door onder andere de snelle afvoer van regenwater. Het grondwater wordt hierdoor nauwelijks meer aangevuld. De oplossing voor dit probleem schuilt in het meer vasthouden of bergen van regenwater in bodem of oppervlaktewater.

Verder levert de aanvoer van relatief vervuild water een probleem. De aanvoer vindt plaats via kanalen, beken of via kwel, bijvoorbeeld uit hoger gelegen landbouwgronden. Ook hiervoor geldt: meer vasthouden van relatief schoon regenwater voorkomt dat gebiedsvreemd water moet worden ingelaten.

In de nota '[Waterbeleid voor de 21^e eeuw](#)' (lit. 2) wordt de '[driestapsstrategie](#)' 'vasthouden - bergen - afvoeren' beschreven als mogelijke aanpak voor de opvang en afvoer van (regen)water:

- 1 Overtollig water zoveel mogelijk bovenstrooms vasthouden in de bodem en in oppervlaktewater.
- 2 Zo nodig water tijdelijk bergen in retentiegebieden langs waterlopen waarvoor ruimte moet worden gecreëerd.
- 3 Pas als stappen 1 en 2 te weinig opleveren, water afvoeren naar elders of, als dat niet kan,

het water bij zeer extreme omstandigheden gecontroleerd opvangen in daardoor aangewezen gebieden.

Op lager gelegen locaties (vooral veen- en kleigebieden) vormt onder andere de aanvoer van relatief verontreinigd water een probleem. Een 'gesloten' watersysteem vormt een oplossing en kan meestal vrij eenvoudig in een plan opgenomen worden, mits voldoende ruimte gereserveerd wordt.

Er zijn vier principes te onderscheiden om tot een duurzaam watersysteem in een stedelijke omgeving te komen (lit. 2):

- Zorg voor een integrale bestuurlijke afstemming.
- Analyseer en benut gebiedseigen geo-hydrologische, eco-hydrologische en waterhuishoudkundige kenmerken van het plangebied en de omgeving.
- Pak kwantiteits- en kwaliteitsproblemen brongericht, binnen de waterketen, aan.
- Laat het watersysteem van schoon naar vuil stromen.

Riolering, seizoensberging, natuurlijke zuivering

Riooloverstorten zijn nog steeds een groot probleem (lit. 20). Deze ontstaan bij hevige regenval in korte tijd en veroorzaken ernstige verontreiniging van het oppervlaktewater. Dit probleem is te voorkomen door onder andere in rioolstelsels meer bergingscapaciteit in te bouwen of de capaciteit beter te benutten en door regenwater geheel gescheiden van het vuilwaterriool af te voeren.

Bij plannen waarbij een 'gesloten' watersysteem (zie bij ontwerp) (afb. 44) is toegepast, is ruimte nodig voor een seizoensberging met een lichte zuivering, bijvoorbeeld in de vorm van een helofytenfilter: een natuurlijke zuivering met moerasplanten. Denk aan riet- of biezenvelden. Let bij

zo'n systeem op de dimensionering van de riolering: mogelijk hoeft alleen nog vervuild regenwater afgevoerd te worden.

Bij uitzondering wordt ook wel zg. 'grijs-' of zelfs 'zwartwater' met behulp van een natuurlijke zuivering behandeld (lit. 9, 10). Dergelijke systemen zijn vooral in landelijke gebieden interessant, daar waar geen riolering is. Onder grijswater verstaat men: afvalwater afkomstig van douche, wastafel, keuken, wasmachine e.d.; onder zwartwater: afvalwater in ieder geval afkomstig van het toilet.

Beleid

Hoofddoelstelling van de Vierde Nota Waterhuishouding (lit. 11): Het hebben en houden van een veilig en bewoonbaar land en het in stand houden en versterken van gezonde en veerkrachtige watersystemen, waarmee een duurzaam gebruik blijft gegarandeerd.

In de Nota Ruimte; (lit. 4) is opgenomen dat er meer ruimte moet worden geboden aan water en dat waterkwantiteit en -kwaliteit meer dan voorheen sturend zullen zijn voor de ontwikkeling en locatiekeuzen van grondgebruik. Hiermee wordt beoogd dat het totale watersysteem in ons land op orde wordt gebracht, een goede ecologische (grond)waterkwaliteit wordt bereikt en de ruimtelijke kwaliteit wordt versterkt.

Naar verwachting treedt midden 2009 de nieuwe Waterwet in werking. Deze wet moet zorgen voor een integrale aanpak van de waterhuishouding in ons land en vervangt tal van andere wetten op het gebied van water.



Afb 44: Gesloten watersysteem groot succes

Afvoer van regenwater rechtstreeks op het oppervlaktewater. In de nieuwbouwwijk Morra Park in Drachten (start realisatie 1991) is een 'gesloten' watersysteem toegepast. Het ruimtebeslag van het watersysteem bedraagt zo'n 10% van het totale plangebied. Het systeem is zodanig gedimensioneerd dat, behalve bij extreme droogte, jaarlijks een klein overschot aan neerslag ontstaat dat op het boezemwater geloosd wordt. Er is een noodinlaat aanwezig. De schommelingen in het waterpeil zijn maximaal zo'n 0,3 meter.

Het regenwater wordt in het deel van de wijk met alleen woningen (dus relatief schoon) zo veel mogelijk rechtstreeks (via molgoten) op het oppervlaktewater geloosd. Regenwater vanaf collectieve parkeerplaatsen wordt eerst opgevangen in een straatkolk met olie-opvang en pas daarna geloosd. De meetresultaten naar de waterkwaliteit in het systeem laten zien dat dit systeem inderdaad duidelijk kwaliteitsverhogend werkt.

Ontwerp

In het stedenbouwkundig ontwerp is water een belangrijk item. Zoals hiervoor al toegelicht, hangen de mogelijkheden sterk af van de lokale omstandigheden.

Interessante literatuur:

- Ontwerpen met regenwater (lit. 12); hierin staan 20 projecten in de gebouwde omgeving beschreven waarbij regenwater een rol speelt.
- Water als ecologische drager - Nieuw leven in naoorlogse wijken (lit. 13).
- Water als economische impuls - Kansen, kosten en complicaties (lit. 14).
- Water in de stedelijke vernieuwing - Een participatieve strategie (lit. 15).
- Een Rijke Bron – een nieuwe rol van water in ontwerpen voor de stad (lit. 21).

Nog enige zaken kort toegelicht:

Een 'gesloten' watersysteem

In het algemeen heeft het oppervlaktewater in de lagere delen (polders) van ons land een min of

meer vaste peilstand en wordt deze kunstmatig op dit niveau gehouden. Dit betekent dat in nattere periodes ('winter') het overtollige water uit een gebied afgevoerd wordt en in drogere tijden ('zomer') water van elders, dat vaak relatief vuil is, ingelaten. Hierdoor wordt al het oppervlaktewater met elkaar vermengd en ontstaat een nivellering van de waterkwaliteit.

Door de aanleg van een 'gesloten' watersysteem (afb. 44) (in een woonwijk) kan de waterkwaliteit verbeterd worden ten opzichte van de kwaliteit van buiten het plangebied.

In een dergelijk systeem wordt het watertekort in de zomer aangevuld met het wateroverschot uit de winter. Hierdoor hoeft in principe het hele jaar geen water van buitenaf ingelaten te worden en kan meestal volstaan worden met het opvangen van regenwater. Tussen zomer en winter treden dus wisselende waterstanden op.

Het systeem zal meestal zodanig gedimensioneerd worden dat jaarlijks slechts een beperkte hoeveelheid water afgevoerd hoeft te worden. Voor een zeer droog jaar is wel een noodinlaat nodig. Bij het ontwerp moet rekening worden gehouden met de eventuele aan- en afvoer van water via de bodem (door kwel of inzijging). In de praktijk blijkt dat deze hoeveelheid vaak meer is dan in eerste instantie wordt verwacht.

Een lichte vorm van waterzuivering is noodzakelijk. Deze kan bijvoorbeeld via een plantenzuivering plaatsvinden. Het water wordt daarom langzaam rondgepompt zodat het om de paar weken door de plantenzuivering loopt.

De site www.zuiveringsfilter.nl geeft interessante informatie over praktijkresultaten van het plantenfilter dat is toegepast in de Vindex-locatie Leidsche Rijn bij Utrecht.

Bij de detaillering van de oevers inclusief plasberm moet men rekening houden met een wisselende waterstand. Een plasberm is een ondiepe strook langs de oever met het oog op de veiligheid voor onder andere kinderen.

Minder snel afvoeren van regenwater/ infiltratie

In de hogere gebieden van ons land, kan infiltratie van regenwater in de bodem zorgen voor een aanvulling van het grondwater om verdroging tegen te gaan. Het regenwater moet dan wel voldoende kwaliteit hebben. Inzicht in de opbouw van de bodem is noodzakelijk om te voorkomen dat plaatselijk te natte situaties ontstaan als gevolg van bijvoorbeeld waterdoorlaatbare lagen. Daar zullen aanvullende maatregelen nodig zijn in de vorm van drainage.

Een bijkomend voordeel van infiltratie van regenwater is dat er minder afgevoerd hoeft te worden en dat er minder piekbelasting (van oppervlaktewater en/of riolering) optreedt. Het langer vasthouden van regenwater kan overstromingen van rivieren in lager gelegen delen voorkomen. Het is een zeer actueel onderwerp sinds de hoge waterstanden in februari '95, najaar '98 en de verwachtingen voor de klimaatveranderingen.

De gemeente Enschede heeft op wijkniveau een infiltratiesysteem met zogenaamde 'wadi's' gerealiseerd (lit. 16, 17). Hierbij wordt het regenwater van daken, voor zover niet in een regenton opgeslagen, bovengronds via molgoten naar de wadi's afgevoerd. Een wadi is een ondiepe greppel met daaronder een drainagesleuf en drainagebuis. De wadi's liggen onder een flauw afschot en zijn meestal zo'n 3 meter breed en 0,40 meter diep en kunnen begroeid zijn met bijvoorbeeld gras en riet. De bodem bestaat uit een doorlatend materiaal zodat bij geringe regenval het water in de bodem kan infiltreren. Bij hevige regenval gaan de drainagesleuf en buis dienst doen en voert het water af naar het oppervlaktewater. Ook zijn er speciale buffervijvers waaruit 's zomers water in het systeem teruggepompt kan worden. Krusingen met woonstraten worden als 'doorwaadbare plaatsen' uitgevoerd en kunnen als 'omgekeerde' verkeersdrempels dienst doen. Van belang is een goede voorlichting van de bewoners. Zo mogen er geen verontreinigingen zoals hondpoep in de wadi komen en mag de wadi niet

beplant worden. In wijken waar het regenwater in de bodem wordt geïnfilteerd of op oppervlaktewater wordt geloosd, mag geen verontreinigd water op straat lopen. Bewoners zullen hun auto op een speciale wasplaats of in een autowasstraat moeten wassen.

Ook in de lagere delen kan infiltratie (op kleine schaal) zijn nut bewijzen. Dit voorkomt dat vegetatie in tuinen en groenstroken waar ophoging plaatsvond, al heel snel van (drink)water moet worden voorzien.

Natuurvriendelijke oevers

In veel voorbeeldprojecten zijn oevers van watergangen uitgevoerd met een flauw hellend talud (minimaal 1: 3, optimaal is 1: 8) en beplant met stikstofminnende waterplanten als riet en biezen. Deze natuurvriendelijke oevers hebben een zuiverende werking op het oppervlaktewater.

Uitgebreide en zeer praktische informatie over natuurvriendelijke oevers is te vinden in diverse rapporten van het CUR (rapportnummers 200 – 205). In het ruimtelijk ontwerp moet voldoende ruimte worden gereserveerd als zachte oevers worden toegepast. Natuurvriendelijke oevers zijn in de regel ook veiliger voor kinderen: de overgang naar dieper water verloopt geleidelijk.

Uitvoering

Zowel tijdens het ontwerp als de uitvoering is het van groot belang dat betrokken partijen goed op de hoogte zijn van de bedoelingen van het ontwerp. Dit helpt om te voorkomen dat onderdelen verkeerd worden gedimensioneerd, verkeerd worden aangesloten (rioleringen!) of dat er verkeerde materialen of afwerkingen worden gebruikt.

GWW-sector

Een groot deel van dit hoofdstuk heeft zowel betrekking op de B&U- als de GWW-sector. Voor duurzaam waterbeheer in de GWW-sector zijn vooral de volgende onderwerpen van belang:

- verdrogingsproblematiek;
- peilbeheer, geënt op voldoende berging van gebiedseigen (regen)water;

- natuurvriendelijke oevers;
- helofytenfilter;
- materiaalgebruik waterwerken, oeverbeschoeiingen, etc.
- rioleringsystemen;
- infiltratie en berging
- afkoppelen verhardingen
- beekherstel;
- tegengaan van permanente verandering van grondwaterstroming (geohydrologie)

Zowel in het 'Voorbeeldenboek kosteneffectieve DuBo-maatregelen in de waterbouw' (lit. 18) als in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW (lit. 19) zijn diverse interessante voorbeelden te vinden rondom water.

Literatuur en sites

- 1 Evaluatienota Klimaatbeleid 2005 - Onderweg naar Kyoto; Den Haag, oktober 2005.
- 2 Waterbeleid voor de 21e eeuw; Adviescommissie Waterbeheer 21e eeuw; 2000.
- 3 3^e Kustnota 'Traditie, trends en toekomst'; Directoraat-Generaal, Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000.
- 4 Nota Ruimte; VROM, 2005.
- 5 Bouwstenen voor een duurzame stedenbouw; F. Stofberg e.a., BOOM te Delft, in opdracht van SEV en Novem, uitgave: VNG Uitgeverij te Den Haag, 1996.
- 6 Handboek zuiveringsmoerassen voor licht verontreinigd water; Stowa, Utrecht, 2001.
- 7 Infoblad 'Water en ruimtelijke ordening' via www.duurzaambouwen.senternovem.nl.
- 8 'Natuurbalans 2005'; Milieu- en Natuurplanbureau, RIVM, uitgave SDU uitgevers, Den Haag, 2005.
- 9 Individuele Behandeling van Afvalwater - handboek 1998; uitgave: Van Hall Instituut Business Center te Leeuwarden.
- 10 ISSO P 70.2; Individuele behandeling van afvalwater (IBA); uitgave: ISSO te Rotterdam, 2000.
- 11 Vierde Nota Waterhuishouding; Sdu Uitgevers te Den Haag, 1998.
- 12 Ontwerpen met regenwater; Stichting RIONED, Ede, 2003.
- 13 Water als ecologische drager - Nieuw leven in naoorlogse wijken; VROM, 2003.
- 14 Water als economische impuls - Kansen, kosten en complicaties; VROM, 2003.
- 15 Water in de stedelijke vernieuwing - Een participatieve strategie; P. van Eijk, TU-Delft, Aeneas, Boxtel, 2002.
- 16 Wadi - een natuurlijke regulering van hemelwater; Tauw, Gemeente Enschede, 1999.
- 17 Wadi's doorgelicht, St. Rioned, Ede, 2003.
- 18 Voorbeeldenboek kosteneffectieve DuBo-maatregelen in de waterbouw; Infram, Rijkswaterstaat DWW, Delft, 2005 (www.minvenw.nl/rws/dww).
- 19 Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW; CUR en CROW te Ede, 2002.
- 20 Duurzame stedenbouw - Perspectieven en voorbeelden; M. Ettema e.a., Uitgeverij Blauwdruk, Wageningen, 2005.
- 21 Een Rijke Bron – een nieuwe rol van water in ontwerpen voor de stad; red. S.Tjallingii, R. Berendsen, Techne Press, Amsterdam, 2007.
- 22 Ruimte voor de rivier; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, september 2006.

Overige info

- Infoblad 'Water in de stad: duurzaam stedelijk waterbeheer' via www.duurzaambouwen.senter-novem.nl.
- Infoblad 'Water: een inleiding' via www.duurzaambouwen.senternovem.nl.
- Leven met water – 49 waterprojecten in Nederland binnen LIFE-Milieu; SenterNovem, BECO groep, 2006.

Sites

[www.minvenw.nl/IWW/introductie/wat isdewaterwet/index.aspx](http://www.minvenw.nl/IWW/introductie/wat%20isdewaterwet/index.aspx) - waterwet
www.waterwet.nl - de nieuwe waterwet
<http://duurzaambouwen.senternovem.nl>
www.vrom.nl - Ministerie van VROM

www.waterland.net - info over allerlei betreffende waterbeheer

www.riool.net - info over riolering en afwatering, bijv. wadi's

www.rws.nl - Rijkswaterstaat

www.waterweg.info - adviezen en suggesties om wateroverlast op de bouwplaats te voorkomen

www.milieuregels.nl - info over milieuregels voor de bouw (alleen toegang met abonnement; van SBR en CROW)

www.uvw.nl - Unie van waterschappen

6.3 Flora en fauna

Introductie

Flora en fauna vormen een wezenlijk onderdeel van een duurzame woonomgeving. Voor de bewoners vergroten zij de belevingswaarde van de omgeving. Daarnaast kunnen flora en fauna nadelige effecten van menselijke activiteiten beperken. Tussen flora en fauna (de natuur) en de woonomgeving treedt een wisselwerking op: Door de natuur wint de woonomgeving aan kwaliteit, terwijl diezelfde woonomgeving de natuur specifieke kansen aanreikt. Voor een aantal dieren en plantensoorten bijvoorbeeld vormt de (stedelijke) woonomgeving een belangrijk, zo niet het belangrijkste, leefgebied.

Het compacter worden van steden lijkt de druk op flora en fauna te vergroten. Door echter bij de planvorming met flora en fauna rekening te houden, zijn er toch goede kansen voor natuurontwikkeling in de stad (lit. 1).

Eén van de kernpunten van het landelijke natuurbeleid is het handhaven en zo mogelijk vergroten van de soortenrijkdom (biodiversiteit) in de natuur. Nog steeds is er in ons land namelijk sprake van een achteruitgang van het aantal planten en dieren. Het gaat echter niet met alle soorten slecht, zo blijkt uit de '[Natuurbalans 2005](#)' (lit. 1). Om deze achteruitgang stop te zetten en mogelijk om te zetten in een vergroting van het aantal soorten zijn er tal van mogelijkheden. Belangrijk daarbij

is het handhaven en verbeteren van de zogenaamde ecologische verbindingzones waarvan de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) de basis vormt. Deze structuur verbindt onder andere de kerngebieden (gebieden met belangrijke natuurwaarde).

Ook binnen stedelijke gebieden is het van belang om water- en groenelementen te verbinden zodat een goede verspreiding van flora en fauna mogelijk is.

Een goede samenwerking tussen diverse partijen zoals de gemeente met verschillende diensten, waterschap en provincie is vereist om een integrale benadering mogelijk te maken.

Basiskennis en vaardigheden

De volgende onderwerpen vragen in het onderwijs aandacht:

- Globaal inzicht in de wisselwerking tussen enerzijds flora en fauna en anderzijds de inrichting van stedelijke gebieden; hieronder vallen ook stadsparken, groenzones, natuur bij de stad.
- Enig inzicht in de samenhang tussen flora en fauna met de thema's water en landschap plus bodem. Enig inzicht in de rol die flora en fauna in de (stedelijke) woonomgeving speelt.
- Enige kennis over begrippen zoals natuurontwikkeling, natuurdoeltype (lit. 2), natuurlijk of ecologisch beheer en cultureel beheer, biotoop, ecologische verbindingzones en de EHS (ecologische hoofdstructuur), 'stapstenen', versnippering en ontsnippering van de natuur, faunapassages, ecoduct of natuurbrug, eco-duiker, [permacultuur](#).
- Enige kennis over het begrip (ecologische) gradiënt (= geleidelijke ruimtelijke overgang) en kennis over in hoeverre gradiënten te gebruiken zijn voor het vergroten van de diversiteit in flora en fauna.
- Het (her)kennen van de belangrijkste flora en fauna en enige kennis over groeiplaatsen of leefgebieden.
- Globaal inzicht in het huidige [beleid](#). Kennis over wet- en regelgeving. Belangrijk hierbij zijn de [Flora- en faunawet](#) en

de [Natuurbeschermingswet](#). In beide wetten zijn naast het nationaal natuurbeschermingsbeleid ook tal van internationale verdragen en richtlijnen verankerd, zoals de Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en de Wetlands-Conventionie.

Kennis over de diverse zaken kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.

Problematiek

Niet alleen het Nederlandse landschap, maar ook de biodiversiteit staat onder druk. Dit als gevolg van onder andere de versnippering van de natuur, verdroging, verstedelijking, verzuring, verzilting, verstoring (bijv. te veel kunstlicht) en verontreiniging. Eén van de belangrijkste maatregelen die als oplossing gezien wordt, is de realisatie van de EHS, de ecologische hoofdstuctuur. Het beleid voor de EHS op het land kent drie lijnen (lit. 1):

- vergroten: het areaal natuur uitbreiden en grote eenheden creëren;
- verbinden: een samenhangend netwerk tot stand brengen, inclusief het opheffen van barrières;
- verbeteren: (milieu)condities realiseren die het mogelijk maken om de in natuurgebieden beoogde kwaliteit te bereiken.

De EHS is een omvangrijk project dat nu halverwege de einddatum van 2018 is. Hoewel de realisatie van de EHS voor wat betreft het aankopen van grond op schema ligt, zijn de ruimtelijke samenhang en milieucondities onvoldoende om de internationaal gemaakte afspraken over het behoud van biodiversiteit waar te maken.

Voor duurzaam bouwen is het vooral van belang om de voorwaarden te kennen die belangrijk zijn voor natuurontwikkeling in een stedelijke omgeving:

- variatie, bijvoorbeeld in bodem, druk - rustig, droog - nat; meer variatie biedt meer kansen op diversiteit aan flora en fauna;
- continuïteit in het beheer; planten en dieren moeten voldoende tijd hebben om zich te kunnen aanpassen aan een nieuwe omgeving;
- oppervlakte-effect; hoe groter een bepaald

gebied(je) met een bepaald milieu is, hoe groter de biodiversiteit;

- ecologisch netwerk; een ecologisch netwerk vormt een belangrijke voorwaarde voor het ontstaan (en behoud) van een rijke flora en fauna. Een netwerk is van groot belang voor de verspreiding van soorten en de uitwisseling binnen soorten. Zo'n netwerk bestaat uit allerlei soorten groen- en waterelementen.

Beleid en regelgeving

De rijksoverheid streeft onder andere naar een vergroting van de biodiversiteit. Dit mede op basis van het beleid van de EU dat al enkele decennia gericht is op behoud en herstel van de biodiversiteit. Dat gebeurt in het bijzonder via de Vogelrichtlijn (1979) en Habitatrichtlijn (1992). Zoals eerder vermeld speelt de EHS daarbij een belangrijke rol.

In de [Nota Ruimte](#) (lit. 3) wordt gesteld dat de kwantiteit en de kwaliteit van het groen in en om de steden de afgelopen decennia aanzienlijk zijn verminderd. Dit heeft negatieve gevolgen voor leefbaarheid en gezondheid. De nota stelt daarom dat betrokken partijen voldoende ruimte moeten reserveren voor allerlei 'groene' voorzieningen zoals parken, volkstuinen en sportvoorzieningen op loop- en fietsafstand.

De natuurwetgeving in ons land kent twee sporen:

• Soortenbescherming

De soortenbescherming kent naast de passieve wettelijke bescherming (het tegenhouden van verslechtering) met de Flora- en faunawet een actieve soortenbescherming via onder andere de soortenbeschermingsplannen.

• Gebiedsbescherming

Kern van de gebiedsbescherming wordt gevormd door het netwerk van Natura 2000-gebieden die strikt beschermd zijn. Daarnaast zijn er ook nog tal van beschermde natuurgebieden aangewezen.

Bij deze beide sporen zijn twee wetten van belang, respectievelijk de [Flora- en faunawet](#) en de [Natuurbeschermingswet](#).

Op gemeentelijk niveau kan, mede gelet op het bovenstaande, beleid worden geformuleerd in onder andere een Natuur Beleidsplan. Verder kan een gemeente concrete maatregelen nemen bij de uitwerking van een stedenbouwkundig plan en in (ecologische) beheersplannen, eventueel voorafgegaan door een paragraaf in een bestemmingsplan.

Ontwerp

Denk bij een ontwerp aan de volgende maatregelen of acties:

- Inventariseer in een zo vroeg mogelijk planstadium de aanwezige flora en fauna. De inventarisatie zal logischer wijze gecombineerd worden met de inventarisatie van 'natuurlijke' aspecten zoals landschappelijke elementen, bodem en waterhuishouding.
- Handhaaf de aanwezige waardevolle elementen.
- Maak gebruik van de aanwezige 'natuurlijke' situatie. Een duurzame 'natuurlijke' ontwikkeling van flora en fauna vraagt om gebruik van de lokaal aanwezige bodemtypen, waterhuishouding en het aanwezige reliëf.
- Breng een ecologisch netwerk aan en sluit dit zo mogelijk aan op de nationale ecologische hoofdstructuur (EHS).
- Houd bij het ontwerp rekening met het beheer van het oppervlaktewater.
- Breng variatie aan in groen- en waterelementen en maak gebruik van gradiënten.
- Houd rekening met een ecologisch beheer. Een dergelijk beheer richt zich op het zoveel mogelijk gebruiken van natuurlijke processen. Voorbeelden hiervan zijn het gefaseerd maai-beheer en begrazing door bijvoorbeeld hooglanders, koeien of schapen.
- Voorkom chemische onkruidbestrijdingsmiddelen. Verwijder het onkruid mechanisch, bijvoorbeeld met borstelapparatuur. Neem daarom preventieve maatregelen (lit. 4) in het ontwerp zoals:
 - Voorkom onnodige verharding.
 - Gebruik grasstenen voor weinig gebruikte parkeervlakken, wegbermen e.d.
- Geef bomen voldoende ruimte, zowel onder als bovengronds.
- Pas 'aantrekkelijke' en 'inheemse' vegetatie toe. Kies vegetatie die geschikt is voor ons klimaat en bodem; vaak wordt hiervoor het begrip 'inheems' gebruikt, hoewel dat letterlijk niet juist is. Kies 'vogelvriendelijk' vegetatie.
- Pas gevelbegroeiing toe (afb. 45).
- Bevorder muurplanten. De moderne speciesoorten zijn te hard en te weinig poreus. Voor met name nieuwe tuinmuren is het te overwegen om met kalkrijkere specie te gaan metselen.
- Overweeg het toepassen van vegetatiedaken (lit. 5, 6). Belangrijke voordelen in een compact stedelijke omgeving:
 - Gunstige beïnvloeding stadsklimaat (stofbinding, minder opwarming).
 - Vermindering van de piekbelasting van de riolering (afhankelijk van systeem).
- Vermijd barrières in het ecologische netwerk. Barrières in het ecologische netwerk zijn echter niet altijd te vermijden. Er zijn enkele 'technische' hulpmiddelen voorhanden die de barrièrewerking kunnen verminderen zoals:
 - Fauna-uitstapplaatsen bij steile oevers.
 - Doorgaande loopplanken of richels bij bruggenhoofden, duikers e.d.
 - Fauna-tunnels en ecodeucten om onderbrekingen in 'groene' verbindingen als gevolg van wegen op te heffen. Veel praktische informatie is te vinden in de '[Leidraad fauna-voorzieningen bij wegen](#)' (lit. 7).
- Bevorder gelegenheid voor broeden en verblijven in zomer en winter (lit. 8). Stimuleer het aanbrengen van onder andere [gierzwaluwblokken](#) of pannen voor gierzwaluwen (lit. 9) en voorzieningen voor bijvoorbeeld [mussen](#), vleermuizen (www.vleermuis.net) en padden. Zie ook: '[Veelgestelde vraag over nestelmogelijkheden](#)'.

De uitgave 'Ecologisch groenbeheer' (lit. 10) geeft veel praktische informatie met onder andere richtlijnen over flora en fauna en is geschreven voor betrokkenen bij het ontwerp en beheer van ecologisch groen. Het boek is ook voorzien van enige theoretische informatie, veel illustraties en handige tabellen.



Afb. 45: Gevelbegroeiing (en daktuin) bij het ING-gebouw in Amsterdam Zuidoost. Architect: Architectenbureau Alberts en van Huut te Amsterdam. Realisatie: 1987.

Uitvoering en beheer

Neem de volgende maatregelen tijdens de uitvoering en het beheer van bouw-, GWW- en groenprojecten:

- Bescherm aanwezig groen door het plaatsen van bijvoorbeeld hekken.
- Tref passende maatregelen bij bronbemaling.
- Voorkom verdichting van de bodem in de nabijheid van bomen: projecteer daar dus bijvoorbeeld geen zware opslag. Neem in het bestek een regeling op voor een schadevergoeding in geval van beschadiging.

- Het is aan te bevelen het schonen van waterwegen (zoals sloten, grachten) gefaseerd (niet alles tegelijk) plaats te laten vinden. Hierdoor blijft er leefruimte over voor de fauna.
- Laat een communicatieplan opstellen om betrokkenen te informeren over de consequenties van een ecologisch groenbeheer (afb. 46). Dit beheer heeft niet alleen gevolgen voor het uiterlijk van groenvoorzieningen, maar ook voor de benodigde arbeid ('minder vaak, maar met meer arbeidsinzet') en de benodigde apparatuur.

Zie ook:

- [certificaat Duurzaam terreinbeheer](http://www.milieukeur.nl) via www.milieukeur.nl.
- Infoblad '[Onkruidbestrijding en gladheidsbestrijding op bestrating en verhardingen](http://www.duurzaambouwen.senternovem.nl)' op www.duurzaambouwen.senternovem.nl.



Afb. 46: Ecologisch groenbeheer vraagt een goede communicatie naar omwonenden.

Literatuur en sites

- 1 [Natuurbalans 2005](#); Milieu- en Natuurplanbureau, RIVM, uitgave SDU uitgevers, Den Haag, 2005.
- 2 Handboek Natuurdoeltypen; Expertisecentrum LNV, Wageningen, 2001.
- 3 [Nota Ruimte](#); VROM, 2005.
- 4 Ontwerpvoorbeelden onkruidwerende verhardingen - Ideeënboek; CROW-publicatie 119, 1997.
- 5 Begroeide daken in Nederland - ontwerp, uitvoering, beheer; P. Teeuw en C. Ravesloot, in opdracht van SOM TU-Delft, uitgave Delft University Press te Delft, 1998.
- 6 Daken in het groen; SBR, Rotterdam, 1997.
- 7 [Leidraad faunavoorzieningen bij wegen](#); Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), Delft, mei 2005 (www.rwsnatuurenlanschap.nl - zie onder 'ontsnippering - publicaties 2005').
- 8 Vogels onder dak - Handleiding voor het bevorderen van nestgelegenheid; T. den Boer e.a., St. Uitgeverij KNNV / Vogelbescherming Nederland, Zeist, 1994.
- 9 [Bouwen voor gierzwaluwen](#); M. Mourmans-Leinders, 2002; te bestellen via: www.gierzwaluw.com.
- 10 Ecologisch groenbeheer; A. Koster, Fontaine Uitgevers te 's-Graveland (zie ook www.bruna.nl), 2001.

Overige literatuur

- Zeldzame planten in wegbermen; CROW-publicatie 45, 1991.

Sites

www.vrom.nl - Ministerie van VROM
www.gierzwaluw.com - info over gierzwaluwen
www9.minInv.nl - Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
www.permacultuur.tk - info over permacultuur
www.milieuregels.nl - info over milieuregels voor de bouw (alleen toegang met abonnement; van SBR en CROW)
www.vogelbescherming.nl - Vogelbescherming Nederland
www.natuurloket.nl - info over beschermde dieren en planten
www9.minInv.nl - [Begrippenlijst EHS](#) (ecologische hoofdstructuur)
www.bomenstichting.nl - info over bomen, veel publicaties
www.vleermuis.net - veel info over vleermuizen in Nederland

6.4 Verkeer en wegen

Introductie

Gelet op de milieuproblematiek, leefbaarheid en de verkeersveiligheid is het duidelijk dat vooral het vervoer per personen-, bestel- en vrachtauto moet worden beperkt. Fiets, (trein)taxi, trein, tram en bus moeten een goed alternatief bieden voor het personenvervoer. Zeker in het vervoer tussen de meer de stedelijke gebieden onderling en in deze gebieden zelf. Bij het vrachtverkeer moet gezocht worden naar oplossingen waarbij auto's effectiever gebruikt worden en vervoer over water onderdeel wordt van de vervoersketen.

Eerst is echter gewenst maatregelen te nemen waardoor minder 'zinloos' personenvervoer en goedertransport plaatsvinden. Hierbij zal de vrijheid van verplaatsen en transport overeind moeten blijven, omdat beperking hiervan op ernstige weerstand zal stuiten. Oplossingen moeten worden gezocht in het beperken van de spreiding van activiteiten in ruimte ten tijd. Ruimtelijke ordening kan, zo blijkt uit onderzoek, hierbij een duidelijke rol spelen (lit. 1).

In dit kader is de 'Wet van Brever' (Behoud van Reistijden en aantallen Verplaatsingen) interessant. Die zegt dat niet de afstand telt, maar de reistijd. Een mens verplaatst zich jaarlijks een vast aantal uren. Als hij zich sneller kan verplaatsen, zal hij een grotere afstand gaan afleggen.

Om gemeenten behulpzaam te zijn bij het ontwikkelen van duurzame ruimtelijke plannen zijn twee instrumenten ontwikkeld: 'VervoersPrestatie op Locatie' (VPL) en Langzaam Rijden Gaat Sneller (LARGAS) (lit. 2). Naast energiebesparing (CO₂-reductie) blijkt de toepassing van deze instrumenten ook positieve gevolgen te hebben op de verkeersveiligheid, doorstroming en geluidsoverlast. In de uitgave 'Slimme inrichting voor woonwijken' (lit. 3) is een groot aantal voorbeeldprojecten opgenomen.

Deze paragraaf beperkt zich tot enkele items die direct een relatie hebben met het ontwerp en de inrichting van de gebouwde omgeving. Meer informatie over duurzaamheid en verkeer is te vinden op:

- [Dossier Verkeer](http://www.vrom.nl) via www.vrom.nl;
- [Infoblad 'Mobiliteit: parkeren en duurzame verkeersinfrastructuren op buurt- en wijkniveau'](http://www.duurzaambouwen.senternovem.nl) via www.duurzaambouwen.senternovem.nl (lit. 4);
- [Mobiliteitsmanagement](http://www.senternovem.nl) via www.senternovem.nl;
- Transitie naar een duurzame energiehuishouding / [Duurzame mobiliteit](http://www.senternovem.nl) via www.senternovem.nl.

Basiskennis en vaardigheden

De volgende onderwerpen vragen in het onderwijs aandacht:

- Inzicht in de milieuproblematiek van verkeer en transport. Denk aan energieverbruik en CO₂-reductie, geluid, fijn stof (lit. 5), ruimtebeslag.
- Kennis over begrippen zoals modal split en modal shift, auto-delen, carpoolen, autoluw en autoarm, woonstraat, woonerf, 30 km/u-zone, scheiding tussen ontsluitend en verbindend openbaar vervoer, geluidshinder; zonodig ook (steden)bouwfysische kennis over geluid en geluidisolatie, [stil asfalt](#).
- Enig inzicht in het vervoersaandeel per transportmiddel.
- Inzicht in de relatie tussen vervoerskeuzen en stedenbouwkundig ontwerp (afb. 47) (onder andere afstand naar haltes, snelheid en inrichting gebouwde omgeving, voorwaarden voor goede fietsroutes, parkeervoorzieningen).
- Kennis over vormgeving en detaillering verkeersvoorzieningen zoals fietsroutes en stallingen. Veel informatie in de vorm van publicaties is te verkrijgen bij CROW (www.crow.nl) en via www.fietsberaad.nl.
- Kennis van het zonodig kunnen omgaan met instrumenten zoals VPL (VerkeersPrestatie op Locatie) en LARGAS.

- Globaal inzicht in het huidige beleid. Kennis over wet- en regelgeving (geluid, luchtkwaliteit).

Kennis over de diverse zaken kan vanzelfsprekend per opleiding sterk verschillen.



Afb. 47: In Houten wordt duidelijk meer gefietsd dan in een qua grootte vergelijkbare plaats. De stedenbouwkundige opzet is gebaseerd op een uitgebreid fietspadennet met snelle en veilige verbindingen naar het centrum met onder andere het NS-station.

Problematiek

Het verkeer levert aanzienlijke milieu- en veiligheidsproblemen op. Bij het milieu gaat het om onder andere het gebruik van fossiele brandstoffen, de uitstoot van diverse stoffen zoals fijn stof en CO₂ (met gevolgen voor onder andere klimaat en gezondheid), ruimtebeslag en geluid.

De sector verkeer en vervoer (exclusief luchtvaart) is verantwoordelijk voor circa 20% van de totale landelijke CO₂-uitstoot. Bijna tweederde van het energieverbruik in deze sector wordt gebruikt voor het personenvervoer, het overige voor het goederenvervoer. Bij het personenvervoer neemt de personenauto het merendeel (circa 90%) van het energieverbruik voor zijn rekening.

Meer dan de helft van alle autoritten is, zo blijkt uit onderzoek, korter dan 7,5 km. Dit is een afstand die ook goed met de fiets te overbruggen is. Er moeten dus kansen zijn om het personenvervoer duurzamer te maken. De Nota Mobiliteit (lit. 6) zegt letterlijk:

'Voor de kortere afstanden is de fiets een aantrekkelijk en gezond vervoermiddel. Een relatief hoog aandeel fietsverplaatsingen draagt bij aan de bereikbaarheid van stedelijke voorzieningen en aan de kwaliteit van de leefomgeving. Goed fietsbeleid versterkt dit.'

Een stedenbouwkundige opzet zoals in Houten laat zien dat dit ook in werkelijkheid kan. Voor langere afstanden liggen alternatieven moeilijker. Toch zijn er zeker mogelijkheden voor een verschuiving van de auto naar openbaar vervoer op de langere afstanden. Voorwaarde is dat het voor- en natransport veel beter verzorgd wordt. De treintaxi en regionale (snel)trams zijn hiervan een aardig voorbeeld.

In het goederenvervoer is een verschuiving van wegtransport naar transport over water (en combinaties hiervan) vooral interessant. Er is een duidelijke opleving te zien in de binnenvaart (lit. 6).

Naast de keuze van het vervoermiddel, speelt de problematiek van het aantal verplaatsingen. Ingrijpen daarin is erg moeilijk zoals hiervoor al gezegd. Wel is de verwachting dat telewerken en televergaderen een daling in het aantal verplaatsingen kan bewerkstelligen. Deze daling wordt echter gecompenseerd door de stijging van het aantal vrijetijdsverplaatsingen.

In principe is een daling van het aantal verplaatsingen of van de gemiddelde afstand per verplaatsing bij goederenvervoer mogelijk door fabricage en assemblage dichterbij toeleveranciers en afnemers te laten plaatsvinden. Hiervan wordt in de praktijk echter weinig verwacht.

Beleid

Het rijksbeleid staat beschreven in de Nota Mobiliteit 3 (lit. 6) met als subtitel 'Naar een betrouwbare en voorspelbare bereikbaarheid'. Een belangrijk uitgangspunt van de nota is dat het terugdringen van mobiliteit geen optie is. De nota zegt hierover: 'Mobiliteit is niet alleen een drager

van de economische groei, maar ook een maatschappelijke behoefte. Mobiliteit is een verworvenheid, die mensen de kans biedt zich te ontplooiën en te ontspannen. Bestrijden van mobiliteit zou dan ook betekenen: bestrijden van maatschappelijke behoeften. Dat is gewenst noch effectief. Daarom kiest het kabinet ervoor om de mobiliteitsgroei in goede banen te leiden. Natuurlijk kan wel onnodige mobiliteit worden voorkomen. Bijvoorbeeld met slim ruimtelijk beleid, transportbesparing, vervoersmanagement of ICT-toepassingen. Met ICT zijn logistieke processen optimaal in te richten, is reis- en routeinformatie dichterbij en wordt thuiswerken mogelijk.¹

In de nota wordt aangegeven dat het beleid niet gericht is op de verandering van vervoerwijze (modal shift). Wel probeert men de negatieve effecten op milieu en leefomgeving te verminderen door maatregelen te nemen binnen elke vervoerswijze, denk hierbij bijvoorbeeld aan het invoeren van roetfilters bij dieselauto's. De nota zegt hierover 'De leefomgeving is meer gebaat bij een aanpak van de milieuprestaties van alle modaliteiten. Hierbij speelt innovatie en normstelling een grote rol.'¹

De nota gaat ook in op de ruimtelijke ordening. De nu aanwezige infrastructuur moet uitgangspunt zijn voor de locatiekeuze voor nieuwe woning- en utiliteitsbouw. Zo is woningbouw in stedelijke centra gunstig om extra mobiliteit te voorkomen. Ook het draagvlak voor het openbaar vervoer kan dan vergroot worden.

In dit kader is de publicatie 'Nieuwbouw in beweging - Een analyse van het ruimtelijk mobiliteitsbeleid van VINEX' interessant (lit. 7). Zo blijkt de mobiliteit van bewoners uit uitbreidingswijken in het algemeen erg hoog, uit VINEX-uitbreidings-

wijken iets minder hoog wat dus een succesje betekent voor de VINEX-gedachte. Opvallend is de lage mobiliteit bij VINEX locaties in binnenstedelijke gebieden.

Gemeenten werken hun beleid uit in een verkeersbeleidsplan of verkeersstructuurplan. Voor specifieke delen van een gemeente vormt het bestemmingsplan het instrument om beleid te vertalen in concrete ruimtelijke maatregelen.

Ontwerp

De consequenties van het ruimtelijke ontwerp ten aanzien van mobiliteit en de bijbehorende milieubelasting moeten in beschouwing worden genomen. De plannen kunnen dan zonodig bijgesteld worden. Het is van groot belang dat verkeerskundigen gedurende het gehele ontwerpproces betrokken zijn bij de planontwikkeling; van locatiekeuze tot en met concrete inrichtingsplannen. Met name voorzieningen voor openbaar vervoer en langzaam verkeer (fietser, voetganger) moeten in elke fase van het ontwerp getoetst worden aan de uitgangspunten.

De volgende ontwerpstrategie (lit. 8) is te hanteren:

- **Procesgericht:** Geef de verkeerskundige en de stedenbouwkundige een gelijkwaardige positie.
- **Ontwerptechnisch:** Ga bij het ontwerp uit van het langzaamverkeersnetwerk en stem het OV- en autonetwerk daarop af. Werk de netwerken uit vanaf de woning en overige gebouwen. Details zoals loopafstand naar fiets, parkeerplek en comfort (korte wachttijden bij verkeerslichten) zijn hierbij van belang.
- **Bestemmingen:** Organiseer in ruimtelijke zin de voorzieningen zodanig dat ze het netwerk van het langzaam verkeer ondersteunen: winkelstraten eerder dan geconcentreerde winkelcentra.



Afb. 48: Fietstraat

Voorbeeld van een 'fietsstraat' in een recreatiegebied in Delft. De auto is als gast toegestaan. Er zijn diverse profielen mogelijk. De fietsstraat is bedoeld als onderdeel van een fietsroute in combinatie met een woon- en/of winkelstraat zonder doorgaand autoverkeer.

De volgende ontwerpmaatregelen zijn van belang:

- Minimaliseer afstanden.
- Meng functies (wonen, werken, voorzieningen).
- Stimuleer fietsverkeer. Belangrijke eisen voor een fietsnetwerk zijn:
 - samenhang;
 - directheid en snelheid;
 - comfort en aantrekkelijkheid (lit. 12) (afb. 48);
 - veiligheid.
- Stimuleer het openbaar vervoer. Enkele belangrijke aandachtspunten zijn:
 - directheid;
 - snelheid;
 - verdichting van wonen, werken en voorzieningen rond haltes;
 - korte afstand naar halte; hierbij een afweging maken tussen snelheid en loopafstand;
 - sociaal veilige haltes en route naar haltes;
 - aansluiting op belangrijke fietsroutes met geschikte stallingmogelijkheden;
 - afstemming op de te vestigen bedrijven en instellingen.
- Maak een wijk autoluw;
- Beperk geluidshinder door verkeer. Zie Infoblad 'Geluidbelaste Locaties' (lit. 9).

- Stimuleer goede fietsenstallingen (lit. 10).
- Stimuleer de plaatsing van zorgvuldig vormgegevenabri's.
- Bevorder het selectief gebruik van de auto.
- Houd rekening met call a car/huur op maat/gedeeld autobezit.
- Overweeg een carpoolvoorziening.
- Introduceer collectief parkeren en overweeg 'dubbel' gebruik van parkeerplaatsen.
- Let op bij snelheidsremmende voorzieningen (alleen voor auto's, niet voor fietsen).
- Houd rekening met voorzieningen voor fauna (lit. 13).

GWW-sector

Het merendeel van de dubo-onderwerpen in de GWW-sector die te maken hebben met het thema 'verkeer' zijn al onder één van de andere thema's aan bod gekomen. Gedacht kan worden aan de aanleg van voorzieningen tegen geluidshinder, de verschuiving in goederenvervoer van weg- naar watertransport en de aanleg van comfortabele wegen voor langzaam verkeer en openbaar vervoer. Onderzoek toont aan dat stil asfalt een interessante besparing op de kosten van geluidsschermen kan opleveren (lit. 9). Ook is aandacht gewenst voor fiets- en voetgangersvriendelijke maatregelen tijdens de uitvoering van werkzaamheden. Nog veel te vaak is het bord 'Fietsers afstappen!' te zien (lit. 11). In het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW (lit. 14) wordt een aantal voorbeelden uitgewerkt.

Houten

De gemeente Houten heeft haar Rondweg voorzien van de nieuwste technische veelal energiebesparende snuffjes. De weg is voorzien van een nieuwe asfaltdeklaag, reflecterende belijning, op elkaar ingestelde verkeerslichten, ledverlichting, dynamische verlichting en dimbare openbare verlichting (bron: [Projectbureau Energiebesparing GWW](#)).

Literatuur en sites

- 1 Energiebesparing in verkeer en vervoer door ruimtelijke ordening; P. Janse e.a., Novem (thans SenterNovem) te Sittard, 1997.
- 2 Largas - een integrale aanpak van verkeersassen (+ voorbeeldenboek), Novem (thans SenterNovem), 2003.
- 3 Slimme inrichting voor woonwijken, Novem (thans SenterNovem), 2003.
- 4 Infoblad 'Mobiliteit: parkeren en duurzame verkeersinfrastructuren op buurt- en wijkniveau' via www.duurzaambouwen.senter-novem.nl;
- 5 Fijn stof nader bekeken; Milieu- en Natuurplanbureau (MNP); augustus 2005 (te downloaden via www.mnp.nl/publicaties/2005).
- 6 Nota Mobiliteit 3; Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2005; te downloaden via www.notamobiliteit.nl.
- 7 Nieuwbouw in beweging - Een analyse van het ruimtelijk mobiliteitsbeleid van VINEX; Ruimtelijk Planbureau, Den Haag, 2005.
- 8 Zijn de grenzen an verkeer bereikt?; A. Welraad en A. Jansen, in: Handboek Ruimtelijke Ordening en Milieu; Samsom te Alphen a/d Rijn, editie 1998.
- 9 Infoblad 'Geluidbelaste Locaties'.
- 10 Leidraad fietsparkeren; CROW, 2001.
- 11 Handboek wegafzettingen op niet-autosnelwegen binnen de bebouwde kom; CROW, 1999.
- 12 Verhardingskeuze voor fietsverbindingen: asfalt, beton of tegels; Fietsberaad, 2002 (te downloaden via www.fietsberaad.nl).
- 13 Leidraad faunavoorzieningen bij wegen; Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, 2005.
- 14 Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen GWW; Nationaal DuBo centrum, CUR en CROW, uitgave CROW; wordt regelmatig aangepast.

Sites

- www.crow.nl - CROW (Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur)(veel praktische literatuur)
- www.fietsberaad.nl (kennisbank over fietsen - onder andere info voor beroepsopleidingen)
- www.duurzaambouwen.senternovem.nl - Nationaal DuBo centrum (Infoblad Mobiliteit - VPL)
- www.senternovem.nl/mobiliteitsmanagement/index.asp
- www.senternovem.nl/energietransitie/duurzame_mobiliteit/index.asp
- www.vrom.nl/pagina.html?id=17854&term=dossier+verkeer - Dossier Verkeer

Kompas, energiebewust wonen en werken

SenterNovem voert in opdracht van VROM / Wonen, Wijken en Integratie 'Kompas, energiebewust wonen en werken' uit. Kompas heeft tot doel bij te dragen aan de kabinetsdoelstellingen voor vermindering van de CO₂-uitsluit van de gebouwde omgeving, zoals vastgelegd in Schoon en Zuinig. Het accent ligt hierbij op de groot-schalige inzet van bewezen praktijkvoorbeelden in woningbouw, utiliteitsbouw en lokaal klimaatbeleid. Kompas richt zich met kennis, advies en andere instrumenten op professionele partijen in de bouw.

De doelgroepen zijn:

- Gemeenten
- Woningbouw:
 - Woningcorporaties
 - Intermediairen voor eigenaar-bewoners en huurders
 - Projectontwikkelaars
- Utiliteitsbouw:
 - Eigenaar-gebruikers
 - Institutionele beleggers en projectontwikkelaars
 - Huurders kantoorgebouwen

SenterNovem, voor innovatie en duurzaamheid

Een sterk innovatief bedrijfsleven in een leefbare, duurzame samenleving. SenterNovem stimuleert duurzame economische groei door een brug te slaan tussen markt en overheid, nationaal en internationaal. Bedrijven, (kennis)instellingen en overheden kunnen bij SenterNovem terecht voor advies, kennis en financiële ondersteuning. Wij verbinden partijen die met passie en gedrevenheid willen werken aan een duurzame en innovatieve samenleving. SenterNovem is een agentschap van Economische Zaken en realiseert beleid in opdracht van de Rijksoverheid op een professionele, effectieve en inspirerende wijze. Meer informatie: www.senternovem.nl, info@senternovem.nl of telefoon (030) 239 35 33.

Juliana van Stolberglaan 3

Postbus 93144

2509 AC Den Haag

Telefoon 070 373 50 00

Telefax 070 373 51 00

Catharijnesingel 59

Postbus 8242

3503 RE Utrecht

Telefoon 030 239 34 93

Telefax 030 231 64 91

Swentiboldstraat 21

Postbus 17

6130 AA Sittard

Telefoon 046 420 22 02

Telefax 046 452 82 60

Dokter van Deenweg 108

Postbus 10073

8000 GB Zwolle

Telefoon 038 455 35 53

Telefax 038 454 02 25

www.senternovem.nl

info@senternovem.nl

<http://duurzaambouwen.senternovem.nl>

november 2008

2KPDB0803