

# Basisboek Built Environment



Daniel Baldé (red)

1<sup>e</sup> editie



---

# Basisboek Built Environment

Daniël Baldé  
Christan Buurstee  
Sebastian Fischer Baling  
Jeffrey de Graaf  
Mariska Heijs  
Rutger van Hogezaand  
Henk Jongbloed  
Simone van Leeuwen  
Bert van der Moolen  
Ernst Rob  
Barbara van Schijndel  
Pimm Terhorst  
Germaine Zielstra

Eerste editie  
Noordhoff

*Ontwerp omslag: iStock*

*Omslagillustratie: G2K*

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan:  
Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB  
Groningen of via het contactformulier op [www.mijnnoordhoff.nl](http://www.mijnnoordhoff.nl).

De uitgever heeft zijn uiterste best gedaan om bronnen en rechthebbenden van beeldmateriaal dat wordt gebruikt te achterhalen. Wanneer desondanks beeldmateriaal wordt getoond waarvan u (mede-)rechthebbende bent en voor het gebruik waarvan u geen toestemming hebt verleend, kunt u contact zoeken met de uitgever.

*De informatie in deze uitgave is uitsluitend bedoeld als algemene informatie. Aan deze informatie kunt u geen rechten of aansprakelijkheid van de auteur(s), redactie of uitgever ontlelen.*



0 / 24

© 2024 Noordhoff Uitgevers B.V. Alle rechten voorbehouden. Tekst- en datamining niet toegestaan.

ISBN(ebook) 978-90-01-07987-1

ISBN 978-90-01-07986-4

NUR 945/955/956

# Woord vooraf

Dit boek wil de student laten zien hoe veelzijdig werken in en aan de gebouwde omgeving is. Het boek laat de student kennismaken met de verschillende disciplines in het werkveld en laat zien welke samenwerking nodig is om een project tot een goed einde te kunnen brengen. Aan de hand van verschillende thema's en casussen worden de complexiteit en uitdaging van de meeste bouwopgaven zichtbaar.

Naast een gedegen introductie tot de verschillende relevante vakgebieden biedt dit boek de student de mogelijkheid zich verder te ontwikkelen in de richting waarin hij de grootste toegevoegde waarde voor zichzelf en voor de maatschappij kan leveren.

Het is ook mogelijk om het boek later in de opleiding te gebruiken als projecten meer integraal benaderd worden.

Binnen het domein Built Environment worden vaak verschillende opleidingsrichtingen onderscheiden. Deze hoofdrichtingen zijn: Ruimtelijke ontwikkeling, Landmeetkunde, Civiele techniek en Bouwkunde. Meer specifieke opleidingsrichtingen zijn bijvoorbeeld: Mobiliteit en Watermanagement, maar ook Milieukunde en Archeologie. Vrijwel al deze richtingen komen in dit boek aan bod.

Doordat de veranderingen steeds sneller lijken te gaan en de samenleving complexer wordt, is het voor een professional niet meer voldoende om alleen het eigen vakgebied te beheersen. Om opgaven tot een goed einde te brengen, heb je ook andere vaardigheden nodig en moet je weten wat de raakvlakken zijn met andere disciplines. De integrale aanpak die hiervoor nodig is, is alleen mogelijk als je ook (basis)kennis hebt van die andere disciplines. Natuurlijk wordt niet verwacht van een professional dat hij in elke discipline een expert is, maar wel dat hij weet welke experts hij moet inschakelen voor welke discipline, zodat iedereen een stukje waarde kan toevoegen aan het geheel. Hij moet op een constructieve manier kunnen samenwerken in multidisciplinaire en interdisciplinaire teams. Het is daarom belangrijk dat hij een open en onderzoekende houding heeft of ontwikkelt.

Die houding kan de student zich met behulp van dit boek eigen maken. We laten in de hoofdstukken 2 tot en met 6 aan de hand van actuele casussen en thema's zien hoe de verschillende richtingen binnen de gebouwde omgeving samenkomen om een opgave tot een goed einde te brengen.

Vervolgens schetsen we in de hoofdstukken 7 tot en met 12 een beeld van de afzonderlijke vakgebieden Ruimtelijke ontwikkeling, Landmeetkunde, Civiele techniek, Bouwkunde, Mobiliteit en Watermanagement. We besteden daarbij ook aandacht aan hedendaagse ontwikkelingen die alle opgaven in de gebouwde omgeving beïnvloeden. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het Klimaatakkoord, circulair bouwen, de energietransitie en duurzaam bouwen.

Elk hoofdstuk wordt afgesloten met een aantal opdrachten waarmee de student de opgedane kennis kan toetsen en in de praktijk leert toepassen. Een begrippenlijst en een register besluiten dit boek. In de online omgeving bij dit boek vindt de student aanvullend materiaal; docenten kunnen hier terecht voor uitwerkingen van de opdrachten bij elk hoofdstuk.

We hopen dat we met dit boek een complete en toegankelijke introductie tot het domein Built Environment hebben geschreven waarmee studenten zich een goed beeld kunnen vormen van het vakgebied. Zeker omdat dit de eerste editie van dit boek is, verwelkomen wij eventuele opmerkingen en suggesties van gebruikers die wellicht nuttig kunnen zijn bij de voorbereiding van de tweede editie. U kunt die doorgeven via [www.mijnnoordhoff.nl](http://www.mijnnoordhoff.nl).

*Daniël Baldé, Christan Buurste, Sebastian Fischer Baling, Jeffrey de Graaf, Mariska Heijs, Rutger van Hogezaand, Henk Jongbloed, Simone van Leeuwen, Bert van der Moolen, Ernst Rob, Barbara van Schijndel, Pimm Terhorst en Germaine Zielstra*

# Inhoud

## Woord vooraf 3

### **1 Built Environment: principes en ambities 9**

- 1.1 Inleiding 10
- 1.2 Lagenbenadering 10
- 1.3 Aandachtsgebieden 14
- 1.4 Duurzaamheid 18
- 1.5 Beheer en onderhoud: assetmanagement 21
- Opdrachten 22

### **2 Nieuwbouw van een woning 25**

- 2.1 Inleiding 26
- 2.2 Water en bodem 27
- 2.3 Netwerken en infrastructuur 29
- 2.4 Occupatie 29
- 2.5 Mens en samenleving 44
- 2.6 Klimaat en milieu 45
- Opdrachten 49

### **3 Herbestemmen van kantoren 51**

- 3.1 Inleiding 52
- 3.2 Ondergrond 53
- 3.3 Netwerken en infrastructuur 54
- 3.4 Occupatie 57
- 3.5 Mens en samenleving 61
- 3.6 Klimaat en milieu 69
- 3.7 Gebruiksperiode 76
- Opdrachten 78

### **4 Ontwikkelen van een nieuwe woonwijk 81**

- 4.1 Inleiding 82
- 4.2 Water en bodem 82
- 4.3 Netwerken en infrastructuur 85
- 4.4 Occupatie 88
- 4.5 Mens en samenleving 92
- 4.6 Klimaat en milieu 92
- Opdrachten 97

<b>5</b>	<b>Hoogstedelijke herontwikkeling – Merwedekanaalzone</b>	<b>99</b>
5.1	Inleiding	100
5.2	Ondergrond	101
5.3	Netwerken en infrastructuur	102
5.4	Occupatie	108
5.5	Mens en samenleving	114
5.6	Klimaat en milieu	118
	Opdrachten	122
<b>6</b>	<b>De Grensmaas</b>	<b>125</b>
6.1	Inleiding	126
6.2	Ondergrond	133
6.3	Netwerken	136
6.4	Occupatie	139
6.5	Mens en samenleving	144
6.6	Klimaat en milieu	151
6.7	De werkzaamheden in het cluster Borgharen-Itteren	153
6.8	De Grensmaas in het nieuws	161
	Opdrachten	163
<b>7</b>	<b>Vakgebied Ruimtelijke ontwikkeling</b>	<b>167</b>
7.1	Inleiding	168
7.2	Thema's binnen Ruimtelijke ontwikkeling	169
7.3	Integraliteit binnen het vakgebied Ruimtelijke ontwikkeling	181
7.4	Raakvlakken met andere vakgebieden	185
7.5	Relatie tot de lagenbenadering en aandachtsgebieden	192
	Opdrachten	194
<b>8</b>	<b>Vakgebied Landmeetkunde</b>	<b>197</b>
8.1	Inleiding	198
8.2	Onderdelen van Landmeetkunde	198
8.3	Raakvlakken met andere vakgebieden	214
8.4	Relatie tot de lagenbenadering en aandachtsgebieden	216
	Opdrachten	223
<b>9</b>	<b>Vakgebied Civiele techniek</b>	<b>227</b>
9.1	Inleiding	228
9.2	Disciplines binnen Civiele techniek	228
9.3	Integraliteit binnen het vakgebied Civiele techniek	248
9.4	Raakvlakken met andere vakgebieden	250
9.5	Relatie tot de lagenbenadering en aandachtsgebieden	251
	Opdrachten	255



<b>10</b>	<b>Vakgebied Bouwkunde</b>	257
10.1	Inleiding	258
10.2	Disciplines binnen Bouwkunde	258
10.3	Integraliteit binnen het vakgebied Bouwkunde	277
10.4	Raakvlakken met andere vakgebieden	280
10.5	Relatie tot de lagenbenadering en aandachtsgebieden	281
	Opdrachten	285
<b>11</b>	<b>Vakgebied Mobiliteit</b>	289
11.1	Inleiding: mobiliteit in Nederland	290
11.2	Het hoofddoel van mobiliteit	291
11.3	Werken aan mobiliteit: disciplines	296
11.4	Het mobiliteitssysteem als één geheel	316
11.5	Raakvlakken met andere vakgebieden	317
11.6	Link met de lagenbenadering en aandachtsgebieden	318
	Opdrachten	322
<b>12</b>	<b>Vakgebied Watermanagement</b>	325
12.1	Inleiding	326
12.2	Disciplines binnen Watermanagement	326
12.3	Integraliteit binnen het vakgebied Watermanagement	332
12.4	Raakvlakken met andere vakgebieden	340
12.5	Relatie tot de lagenbenadering en aandachtsgebieden	343
	Opdrachten	346
	Over de auteurs	347
	Bronnenlijst	348
	Register	356
	Illustratieverantwoording	362



---

# Built Environment: principes en ambities

*Door Daniël Baldé*

Het domein Built Environment is een breed vakgebied waaronder veel disciplines vallen die allemaal nauw met elkaar samenwerken. Allemaal gaan ze uit van de vijf lagen waarin je de gebouwde omgeving kunt opdelen. Allemaal hebben ze te maken met dezelfde centrale aandachtsgebieden. En allemaal staan ze voor de opgave om op een duurzame manier te werken en ook oog te hebben voor het beheer en onderhoud van een bouwwerk nadat het is gebouwd.

---

# 1

- 1.1 Inleiding 10
- 1.2 Lagenbenadering 10
- 1.3 Aandachtsgebieden 14
- 1.4 Duurzaamheid 18
- 1.5 Beheer en onderhoud:  
assetmanagement 21  
Opdrachten 22

## 1.1 Inleiding

Binnen het domein Built Environment staan we voor de uitdaging om op een verantwoorde manier vorm te geven aan de wereld waarin we leven. Daarbij hebben we onder meer te maken met zaken als de energietransitie waar we in zitten, de klimaatverandering en de schaarste van grondstoffen. We hebben binnen het domein Built Environment de kans om een bijdrage te leveren aan het creëren van een duurzame leefomgeving. Duurzaam in de zin van dat we rekening houden met mensen die nu en in de toekomst leven en met de aarde, inclusief flora en fauna, waar we op een verantwoorde manier mee moeten omgaan. Het gaat dus eigenlijk om goed rentmeesterschap.

We kunnen het creëren van een duurzame leefomgeving zien als het voldoen aan alle wetten en regels die er zijn. Hiermee volgen we dan braaf de ontwikkelingen die voortvloeien uit wetten en regelgeving. We kunnen het creëren van een duurzame leefomgeving ook zien als een kans om meerwaarde te creëren (*value engineering*) voor nu en later. Dat vereist een kritische en onderzoekende houding waarmee we op zoek gaan naar manieren om een positieve bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van de gebouwde omgeving. Thema's die de kaders vormen voor het ontwikkelen van deze duurzame leefomgeving zijn onder andere de circulaire economie, klimaatadaptatie, digitalisering en de energietransitie.

Duurzame  
leefomgeving

Om die meerwaarde te kunnen creëren, is het belangrijk om:

- kennis te hebben van de verschillende vakgebieden binnen Built Environment, ook al zul je je vaak specialiseren in een bepaald vakgebied;
- te weten waar de vakgebieden elkaar overlappen. Als je weet wat de invloed is van een bepaald vakgebied op dat van jou, kun je met de ander in gesprek gaan. Dat geldt ook andersom;
- kennis te hebben van de bestaande gebouwde omgeving. Als je weet wat je hebt, ben je beter in staat om meerwaarde te creëren met een ingreep in de gebouwde omgeving.

## 1.2 Lagenbenadering

Om meer inzicht te krijgen in de situatie van de gebouwde omgeving, wordt in de beschrijving van het landelijk profiel van het domein Built Environment gebruikgemaakt van de lagenbenadering. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in:

- ondergrond
- netwerken en infrastructuur
- occupatie

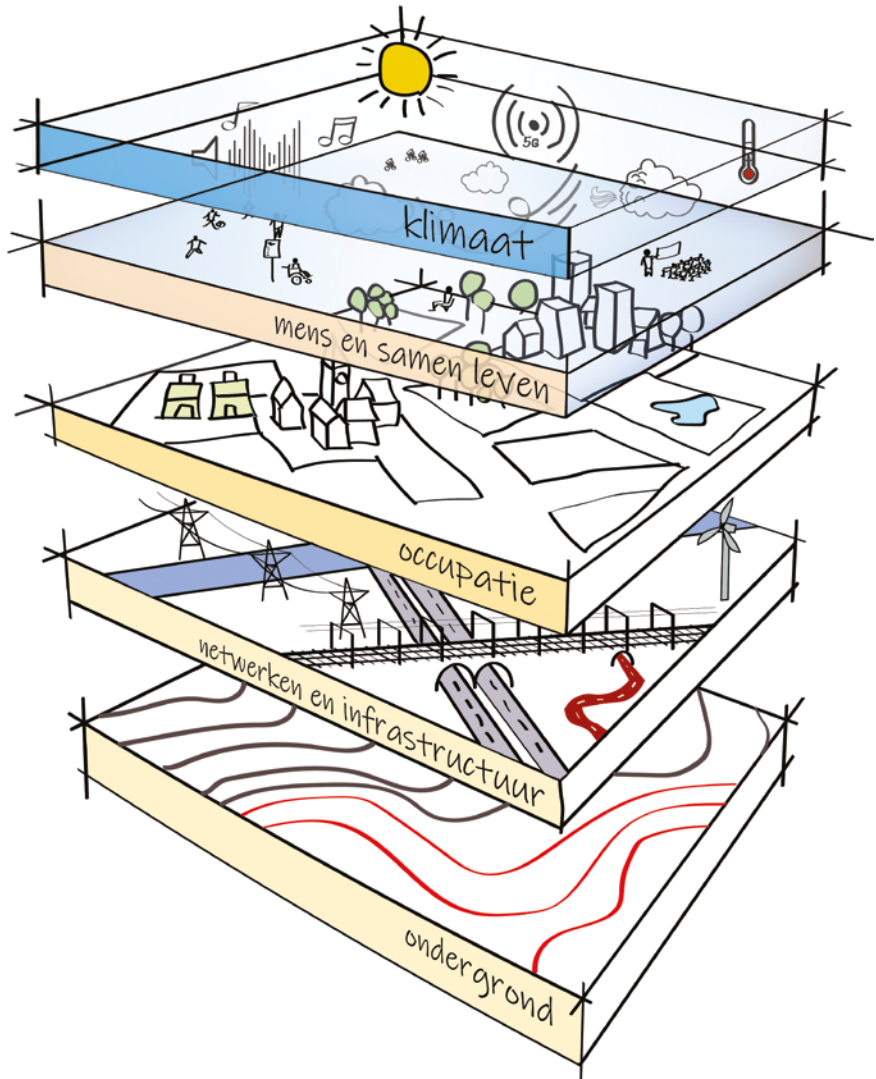
Gezien de huidige ontwikkelingen in de maatschappij en het klimaat voegen we daar twee lagen aan toe:

- 1 mens en samenleving (sociale laag);
- 2 klimaat en milieu.

Met de lagenbenadering (zie figuur 1.1) is het mogelijk om naar een ontwikkeling te kijken vanuit verschillende perspectieven en op verschillende schaalniveaus. Om een duurzame leefomgeving te creëren, is het van belang om de samenhang tussen de verschillende lagen te zien. Als een bepaalde laag als gevolg van een ontwikkeling wordt aangepast, zal dat immers ook impact hebben op andere lagen.

**Figuur 1.1**

Lagenbenadering.  
Illustratie:  
Christan  
Buurstee



## Ondergrond

De ondergrond bestaat uit de fysieke ondergrond. Deze is opgebouwd uit verschillende grondsamenstellingen, watersystemen en de levende organismen in de ondergrond (biotisch systeem). De vorming van deze ondergrond is vaak een proces van vele tientallen tot duizenden jaren. Het zomaar ingrijpen in dit systeem kan grote gevolgen hebben voor de toekomst. Daarom kan en wordt de laag ondergrond slechts beperkt aangepast. Aanpassingen vinden bovendien plaats over een lange periode en hebben ook consequenties voor een langere periode.

De ondergrond heeft grote invloed op de bovenliggende systemen en stelt zijn eigen eisen aan de ontwikkeling daarvan. Zo kent het ontwikkelen van een veengebied qua bebouwing en waterbeheer andere uitdagingen dan het ontwikkelen van hooggelegen zandgronden.

Netwerken en  
infrastructuur

De volgende laag is die van de netwerken en infrastructuur. Hieronder vallen ook de nutsvoorzieningen. Bij infrastructurele netwerken kunnen we denken aan wegen, spoorlijnen en waterwegen. Bij nutsvoorzieningen kunnen we denken aan de infrastructuur voor elektriciteit, warmte, gas en datacommunicatie.

Veranderingen in de laag netwerken kunnen veel tijd vergen, soms wel tientallen jaren. Het huidige wegennet, bijvoorbeeld, is tot stand gekomen in de afgelopen tientallen jaren en is nog steeds in ontwikkeling. Spoorwegen en kanalen liggen vaak al veel langer in de omgeving. De keuzes die gemaakt zijn bij het aanleggen van bijvoorbeeld de A12, in de jaren dertig van de vorige eeuw, hebben nog invloed tot op de dag van vandaag. Denk maar aan de industrieterreinen die later langs de snelweg gerealiseerd zijn. Ook de glasvezelnetwerken die nu aangelegd worden, zijn van invloed op de datacommunicatie voor de komende tientallen jaren. Het vervangen van bijvoorbeeld het glasvezelnetwerk binnen vijf jaar zou een grote kapitaalvernietiging zijn en zeker geen waarde creëren.

## Occupatie

De laag occupatie bestaat uit wonen, werken en recreëren. Bij wonen kun je denken aan het bouwen van dorpen en steden. Bij werken kun je onderscheid maken tussen allerlei soorten bedrijvigheid, zoals winkels, kantoorgebieden en lichte en zware industrie. Ook combinaties van wonen en werken zijn mogelijk. Je wilt echter geen zware industrie midden in een woonwijk hebben. Naast wonen en werken moet er voldoende ruimte zijn om te recreëren. Dat kan in aangelegde recreatiegebieden of in de 'oorspronkelijke' natuur. Door het uitbreiden van woongebieden kunnen verschillende functies met elkaar botsen en het kan ervoor zorgen dat woongebieden naar elkaar toe groeien. De uitdaging is dan wel om de functies werken en recreëren daar goed in te passen.

Ingrepen in de occupatielaag kunnen plaatsvinden binnen één generatie en hebben vaak invloed op meerdere generaties. Denk bijvoorbeeld aan de visie op bepaalde structuren in woonwijken die decennialang invloed hebben op de sociale structuren in een wijk.

Mens en samenleving

Boven de occupatielaag voegen we de laag mens en samenleving toe. Het is tegenwoordig ondenkbaar om een bouwopgave te realiseren zonder daarbij bewust en actief rekening te houden met de sociale vraagstukken die in de samenleving spelen. Denk bijvoorbeeld aan de huisvestingsproblematiek. Er is, mede dankzij omvangrijke arbeids- en andere migratie, al jarenlang een groot tekort aan woningen. Ook andere trends in de samenleving zorgen voor de nodige uitdagingen. Gezinssamenstellingen veranderen waardoor er steeds meer behoefte is aan woningen voor een- en tweepersoonshuishoudens. En er zal rekening moeten worden gehouden met verschillende culturen en achtergronden van huishoudens. Ook de impact die bouwopgaves hebben op bestaande sociale structuren moeten meegenomen worden in nieuwe ontwikkelingen. Hierbij kunnen meekoppelkansen een positieve bijdrage leveren aan de bestaande sociale structuren. Er is sprake van een meekoppelkans als je een maatregel aangrijpt om meteen ook andere acties uit te voeren. Als je bijvoorbeeld de straat openbreekt om het riool te vervangen, kun je meteen ook infiltratiekragen plaatsen voor waterberging en een deel van de openbare ruimte vergroenen.

Meekoppelkans

Klimaat en milieu

Als laatste laag voegen we de laag klimaat en milieu toe. Bij het inrichten van de gebouwde omgeving moeten we rekening houden met de invloeden van en op het klimaat, en met klimaatverandering. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de gebouworientatie ten opzichte van de zon. De zon kan goed gebruikt worden om een gebouw te verwarmen, maar anderzijds moet mogelijke oververhitting ten gevolge van zoninstraling worden voorkomen. Of denk aan de noodzaak om regenwater enerzijds langer vast te houden bij droogte, maar anderzijds wateroverlast tegen te gaan tijdens steeds extremere natte periodes.

Relevant in deze laag is ook de CO<sub>2</sub>-uitstoot tijdens de bouw en gedurende de levenscyclus van een bouwwerk, net als de uitstoot van fijnstof en andere schadelijke stoffen in het milieu. Verder kunnen we bij klimaat ook denken aan het voorkomen van hinder door licht en geluid. Daarom zijn bepaalde natuurgebieden alleen toegankelijk tussen zonsopgang en zonsopgang zodat flora en fauna tot rust kunnen komen. Het klimaat is iets wat in duizenden jaren gevormd is. Wij hebben door onze ingrepen in de gebouwde omgeving invloed op het klimaat. Ook al zal een enkele ingreep geen direct merkbare verandering teweegbrengen, we moeten wel beseffen dat elke verandering, hoe klein ook, bij kan dragen aan een grote verandering op lange termijn.

Deze omschrijving in grote lijnen van de vijf lagen geeft een globaal beeld van de gebouwde omgeving, maar dat is zeker niet allesomvattend. Omstandigheden verschillen enorm van geval tot geval en dat geldt ook voor de horizon waarbinnen ontwikkelingen plaatsvinden en -vonden. Zo is de binnenstad van Amsterdam een structuur die door de eeuwen heen



gevormd is en die we graag willen behouden voor de toekomst. De invulling van de occupatielaag gaat hier dus over vele generaties heen. Dat kan ook gelden voor recreatie en de aanleg van natuur. Het Amsterdamse Bos is hier een voorbeeld van. Dit is aangelegd tussen 1934 en 1964 en zal waarschijnlijk de komende decennia dezelfde recreatieve functie houden. Een recentere ontwikkeling is de aanleg van recreatieplas Cattenbroek in de gemeente Woerden tussen 1994 en 2010. Deze plas is ontstaan door zandwinning ten behoeve van nieuw te bouwen woonwijken in Woerden. De verwachting is dat ook deze recreatieplas zal blijven bestaan.

Ruimtelijke plannen en gebiedsontwikkeling hebben altijd in meer of mindere mate invloed op de verschillende lagen – dus niet alleen op die ene laag waar jij je op richt als specialist op een bepaald vakgebied. Je moet dus rekening houden met de andere lagen. Je kunt heel veel kennis hebben van een laag en hier een goede analyse van maken, maar om een duurzame ontwikkeling te realiseren, is het ook belangrijk om de invloed van een ingreep op de andere lagen te kennen. Daar moet je dus ook wel enige kennis van hebben.

## 1.3 Aandachtsgebieden

In de volgende hoofdstukken worden verschillende praktijksituaties beschreven vanuit de lagenbenadering. Die benadering is geen doel op zich, maar een hulpmiddel om de samenhang te zien tussen alle aspecten die van belang zijn om tot een duurzame ontwikkeling te komen.

Om de verschillende lagen te beschrijven, wordt gebruikgemaakt van verschillende aandachtsgebieden. Deze aandachtsgebieden komen voor een groot deel overeen met de aandachtgebieden zoals ze zijn omschreven in het landelijk profiel van het domein Built Environment. Sommige aandachtsgebieden kunnen terugkomen in meerdere lagen. Met de aandachtsgebieden kunnen we op een systematische wijze de casussen in dit boek omschrijven in relatie tot de verschillende lagen.

Juist voor de beginnende professional is het van belang om inzicht te hebben in de werkzaamheden van de andere disciplines binnen de gebouwde omgeving. Niet dat je altijd te maken zult krijgen met alle lagen en aandachtsgebieden, maar het niet onderkennen van mogelijke samenhang kan zorgen voor een oplossing die niet optimaal is of zelfs nadelig voor andere lagen en aandachtsgebieden.

We behandelen in dit boek de volgende aandachtsgebieden.

- Ruimtelijke planning en ontwerp: hierbij gaat het vooral om ruimtelijke structuren en de inrichting van het landschap. Startpunt is een analyse van de bestaande ruimtelijke indeling, waarna ontwerpen volgen voor

Aandachts-  
gebieden

Ruimtelijke  
planning en  
ontwerp



nieuwe invullingen van de leefomgeving. Hierbij wordt rekening gehouden met de verschillende lagen. Deze plannen worden gemaakt door planologen, maar worden beïnvloed door ondernemers en de burgers door middel van participatietrajecten en door de door de burgers gekozen politici.

De werkzaamheden in dit aandachtsgebied worden voornamelijk uitgevoerd door mensen die werkzaam zijn in het vakgebied Ruimtelijke ontwikkeling. Dit vakgebied lichten we verder toe in hoofdstuk 7.

#### Ondergrond

- **Ondergrond:** hierbij gaat het om de fysieke ondergrond. Denk hierbij aan de opbouw van de grondlagen, maar ook aan de watersystemen in de grond en de in de grond levende organismen. De ondergrond is van invloed op hoe bepaalde ontwikkelingen vorm kunnen krijgen. De draagkracht van de ondergrond is daarbij van belang, maar ook de mogelijke zettingen die in de grond zullen optreden in de loop van de tijd. Daarnaast gaat het om bodem- en waterkwaliteit en bodem- en waterbeheer. Eventuele verontreinigingen moeten gesignaleerd en indien nodig gesaneerd worden, en uiteraard voorkomen waar mogelijk. De werkzaamheden in dit aandachtsgebied worden voornamelijk uitgevoerd door mensen die werken in het vakgebied Civiele techniek (hoofdstuk 9), maar ook in het vakgebied Ruimtelijke ontwikkeling (hoofdstuk 7) en Watermanagement (hoofdstuk 12). Een voorbeeld zie je in figuur 1.2.

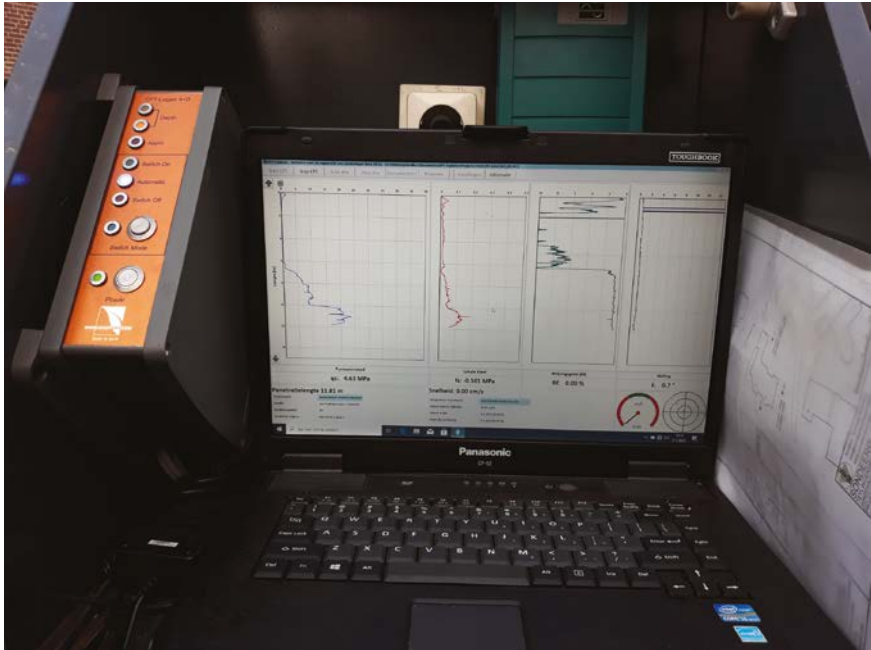
**Figuur 1.2a**

Sonderen om onder andere de draagkracht van de ondergrond te bepalen. Foto: Daniël Baldé



**Figuur 1.2b**

Meetresultaten  
van de sondering.  
Foto: Daniël  
Baldé



#### Netwerken

- **Netwerken:** bij netwerken kijken we naar allerlei soorten netwerken die relevant zijn voor de verschillende praktijksituaties. Hierbij kun je denken aan de netwerken in de grond, zoals kabels, leidingen en rioleringen. Maar ook aan netwerken over land en water voor diverse vormen van verkeer en vervoer, zoals wegen, spoorlijnen en waterwegen. Of aan netwerken in de lucht, zoals luchtverkeer en communicatienetwerken. De werkzaamheden in dit aandachtsgebied worden voornamelijk uitgevoerd door mensen die werken in het vakgebied Civiele techniek (hoofdstuk 9). De voorbereidingen en het ontwerp van netwerken liggen meer op het terrein van Ruimtelijke ontwikkeling en Mobiliteit (hoofdstuk 11). Ook het vakgebied Landmeetkunde (hoofdstuk 8) is hierbij betrokken, want het is belangrijk dat al deze netwerken nauwkeurig in kaart gebracht worden.

#### Techniek

- **Techniek:** bij techniek kijken we naar het ontwerpen, voorbereiden, realiseren, beheren, onderhouden, herbestemmen en, als het niet anders kan, slopen van bouwwerken. Dit kunnen bouwkundige en civieltechnische werken zijn. Het gaat dan onder andere om de draagconstructie van een bouwwerk, het materiaalgebruik, de detaillering, de (bouw) fysische aspecten en de afwerking. Deze aspecten hebben direct een grote invloed op de duurzaamheid van de gebouwde omgeving. Denk hierbij aan duurzaam en circulair bouwen. Het renoveren en transformeren van bestaande bouwwerken beslaat een steeds groter deel van de bouwopgave. De werkzaamheden in dit aandachtsgebied worden voornamelijk uitgevoerd door mensen die werken in het vakgebied Bouwkunde (hoofdstuk 10), maar ook in het vakgebied Civiele techniek (hoofdstuk 9).

**Wet- en regelgeving**

- **Wet- en regelgeving:** om een project in de gebouwde omgeving te realiseren, moet er voldaan worden aan allerlei wetten en regels. Wetten en regels zijn er om burgers, bedrijven en overheden kaders mee te geven waarbinnen gehandeld kan worden. Om een omgevingsvergunning voor een project te krijgen, moet bijvoorbeeld voldaan worden aan milieuwetgeving, maar ook aan regels om veilig en duurzaam te kunnen bouwen. Wetten en regels kunnen veranderen in de loop van de tijd. Om duurzamer te bouwen zijn bijvoorbeeld sinds 2021 de BENG-eisen (Bijna Energie Neutrale Gebouwen) van kracht. En omdat bemaling voor de laag ondergrond (en ook voor de lagen netwerken en occupatie) grote gevolgen kan hebben, zijn er enkele jaren geleden regels opgesteld over hoeveel water op welke manier onttrokken mag worden aan de ondergrond. Door wetten en regels is het speelveld voor iedereen gelijk. In alle vakgebieden moet er rekening gehouden worden met wetten en regels.

**Economie en maatschappij**

- **Economie en maatschappij:** om een project uit te voeren, wordt van tevoren gekeken wat de financiële consequenties zijn. Is het project haalbaar of niet? Maar er zijn meer factoren die bepalen of een project doorgang vindt. Denk bijvoorbeeld aan het creëren en in stand houden van een duurzame leefomgeving en aan de kwaliteit van leven. Er wordt bovendien niet alleen gekeken naar de effecten van de ingreep op korte termijn, maar ook naar de effecten op de lange termijn. Zo moet er voor aanvang van een groot project altijd een milieueffectrapportage gemaakt worden. Hierin wordt uiteengezet of er belangrijke nadelige gevolgen voor het milieu uitgesloten kunnen worden. Wat belangrijk gevonden wordt in de maatschappij, heeft invloed op de wet- en regelgeving. Daarom moeten we bij een ontwikkeling altijd rekening houden met de sociale en maatschappelijke thema's die spelen in de samenleving. Vanuit economisch perspectief wordt er gekeken naar de investering die gedaan moet worden en de waardeontwikkeling van de investering in de toekomst. Het investeren in het bouwen van een huis levert op korte termijn waarde op, bijvoorbeeld in de zin van woongenot. Het verhogen van een dijk levert niet direct economisch voordeel op, maar op de lange termijn gaat het bijvoorbeeld om de veiligheid van een woongebied achter de dijk. Alle vakgebieden moeten rekening houden met (economische) ontwikkelingen in de maatschappij.

**Management en organisatie**

- **Management en organisatie:** hierbij kan het gaan om projectspecifieke vaardigheden die nodig zijn om een project succesvol te managen of organiseren, maar ook om de meer algemene vaardigheden die vereist zijn bij projectmatig werken. Denk daarbij aan drie principes die cruciaal zijn bij projectmanagement: faseren, beheersen en beslissen. Om het project beheersbaar te houden, wordt het in verschillende fasen

## GROTIK

opgedeeld. Na elke fase wordt er dan een beslissing genomen of het project volgens de oorspronkelijke opzet door kan gaan of niet. Een ander belangrijk onderscheid bij projectmatig werken is dat tussen de zogenoemde beheersaspecten geld, risico, organisatie, tijd, informatie en kwaliteit (GROTIK).

Belangrijk bij het inrichten van de processen rondom een project is om breder te kijken dan alleen naar het project zelf, dus ook naar de raakvlakken met andere projecten, disciplines en omgevingsactoren. Onderzoekend vermogen is een nuttige eigenschap om multidisciplinair en interdisciplinair naar een project te kunnen kijken en proactief mogelijke uitdagingen in kaart te brengen. Daaronder verstaan we:

- een onderzoekende houding en het vermogen te reflecteren op eigen handelen;
- het kunnen toepassen van kennis en ervaring van anderen;
- het kunnen ontwikkelen van nieuwe toepassingen met het oog op een duurzame leefomgeving.

Alle vakgebieden moeten rekening houden met management en organisatie.

## Duurzaamheid

- Duurzaamheid: om een duurzame leefomgeving te creëren, moeten we rekening houden met de uitdagingen waar we nu voor staan. Hierbij denken we onder andere aan circulariteit, klimaatverandering, energietransitie en schaarste van grondstoffen. Bij ingrepen in de gebouwde omgeving moeten we waarde creëren voor nu en voor de toekomst. Alle vakgebieden moeten rekening houden met het aspect duurzaamheid.

## Digitalisering

- Digitalisering: een van de ontwikkelingen in de gebouwde omgeving die grote invloed heeft op de manier waarop projecten gerealiseerd worden, is de digitalisering. Je kunt hierbij denken aan het werken met digitale 3D-modellen, bijvoorbeeld van gebouwen, of aan het modelleren van rivierstromingen. In deze 3D-modellen wordt vaak gebruikgemaakt van big data. Je kunt ook denken aan het maken van digital twins, bijvoorbeeld voor onderhoud en beheer, of het werken met AI (kunstmatige intelligentie) en GIS (geografisch informatiesysteem). Aan de productiezijde wordt gebruikgemaakt van 3D-printen van gebouwen en bouwdeelen. De verdergaande digitalisering maakt het ook mogelijk om verder te industrialiseren en te prefabriceren. Alle vakgebieden moeten rekening houden met digitalisering.

## 1.4 Duurzaamheid

Het Brundtland-rapport van de Verenigde Naties uit 1987 definieert duurzame ontwikkeling als volgt: '[...] ontwikkeling die tegemoetkomt aan de noden van het heden zonder de behoeftevoorziening van de toekomstige

generaties in het gedrang te brengen'. De gebouwde omgeving is van grote invloed op de duurzaamheid van onze samenleving; zij is verantwoordelijk voor het gebruik en verbruik van grote hoeveelheden grondstoffen en voor de uitstoot van voor mensen en het milieu schadelijke stoffen. Om de behoeftevoorziening van toekomstige generaties niet in het gedrang te brengen, mogen we de schaarse grondstoffen die de aarde levert niet uitputten. Dat betekent dat we anders met die grondstoffen om moeten gaan. Ten eerste moeten we er zo min mogelijk van gebruiken. De tweede stap is om zoveel mogelijk hernieuwbare grondstoffen te gebruiken. De derde stap is om de overig materialen die we gebruiken zo slim mogelijk toe te passen, zodat ze een langere levensduur krijgen. In dit kader wordt er vaak gesproken over een circulaire economie. Volgens de beschrijving van het Europees Parlement is een circulaire economie een model van productie en consumptie waarbij bestaande materialen en producten zo lang mogelijk worden gedeeld, verhuurd, hergebruikt, hersteld, opgeknapt en gerecycled om meer waarde te creëren. Op deze manier wordt de levenscyclus van producten uitgebreid. Dit is weergegeven in figuur 1.3. In 2050 moet Nederland voor 100% circulair zijn en in 2030 al voor 50%. Circulariteit is overigens geen vervanging van duurzaamheid, maar een onderdeel van duurzaamheid. Zoals figuur 1.3 laat zien, gaat het om het sluiten van de kringloop. Daarbij wordt zoveel mogelijk uitgegaan van het zogenoemde cradle-to-cradle-principe. Dat houdt in dat het afval in de keten de grondstof vormt voor de volgende stap in de keten zonder dat er kwaliteitsverlies optreedt. Bij recyclen is er wel sprake van restafval en de kwaliteit wordt minder; dat noemen we ook wel 'downcycling'.

Het is van groot belang dat we deze gedachte integreren in de ontwikkeling van de gebouwde omgeving. Bij alles wat we ontwikkelen en bouwen, moeten we bedenken wat de effecten zijn van ons handelen. Vragen die we onszelf moeten stellen, zijn:

- Welke grondstoffen gebruiken we en kunnen we grondstoffen en producten opnieuw gebruiken?
- Wat is de levensduur van een gebouw en kunnen we het gebruik ervan eventueel verlengen door er een andere functie aan te geven?
- Maken we de bouwwerken nu zo dat ze later eventueel ook relatief eenvoudig en duurzaam aangepast kunnen worden?
- Wat zijn de gevolgen voor de natuur en lokale bewoners van bijvoorbeeld de aanleg van wegen of nieuwe wijken? Zijn de gevolgen onomkeerbaar?
- In hoeverre is de 'verstening' van stedelijke gebieden van invloed op de warmteontwikkeling in stedelijke gebieden?

**Figuur 1.3**  
 Circulaire  
 economie.



Bron: [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)

Klimaatmitigatie

Een ander duurzaamheidsaspect is dat we bij ontwikkelingen in de gebouwde omgeving rekening moeten houden met klimaat en klimaatverandering. Dat kunnen we doen door klimaatmitigatie en klimaatadaptatie. Onder klimaatmitigatie verstaan we de maatregelen die we kunnen nemen om de negatieve invloed die we op het klimaat hebben te beperken en de positieve invloed te vergroten. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van fossiele grondstoffen. Dit moet zoveel mogelijk beperkt worden en deze grondstoffen moeten zoveel mogelijk circulair ingezet worden. Een positieve bijdrage kunnen we leveren door bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> op te slaan in nieuw aan te leggen bossen. Het gebruik van innovatieve technologieën kan een belangrijke hulp zijn bij klimaatmitigatie.

Klimaat-  
adaptatie

Onder klimaatadaptatie verstaan we het aanpassen van ons gedrag aan de veranderende klimaatomstandigheden. We kunnen maatregelen nemen om onze kwetsbaarheid te verminderen en klimaatbestendig te worden. In het Engels wordt hiervoor de term *resilient* gebruikt.

Klimaat-  
bestendig

Bij veranderende omstandigheden kun je denken aan de zeespiegelstijging, de wereldwijde temperatuurstijging en de steeds vaker voorkomende hittegolven. Een concrete uitwerking van klimaatadaptatie zijn de eisen die in Nederland gesteld zijn aan nieuwbouw als het gaat om het tegengaan van oververhitting in gebouwen. Denk ook aan de hittestress in de steden. Het veranderende klimaat biedt overigens ook kansen die we kunnen benutten. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van wind- en zonne-energie.



## 1.5 Beheer en onderhoud: assetmanagement

### Beheer

Bij alle projecten in de gebouwde omgeving spelen beheer en onderhoud een belangrijke rol. De meeste kosten die tijdens de levenscyclus van een bouwwerk gemaakt worden, zijn de kosten die gemoeid zijn met het gebruik en beheer van het bouwwerk. Denk hierbij aan het onderhoud van wegen. Of aan de exploitatie en het beheer van gebouwen.

De kosten die je moet maken om een gebouw te gebruiken en te onderhouden – denk bijvoorbeeld aan verwarming, koeling of schilderwerk – worden grotendeels bepaald door de manier waarop het bouwwerk is gemaakt. Je kunt er bijvoorbeeld voor kiezen om een gebouw minimaal te isoleren, maar dat betekent dat je voor een lange periode meer energie verbruikt. Of je kunt tijdens de bouw kiezen voor goedkope materialen, maar die hebben op de lange termijn mogelijk meer onderhoud nodig waardoor de impact op het milieu groter wordt. Of je repareert een wegdek op een snelle en goedkope manier, maar dat zul je dan vaker moeten doen dan wanneer je voor een meer ingrijpende, duurdere manier kiest. De keuze kan onder andere bepaald worden door de totale kosten op de lange termijn, maar ook door de totale milieu-impact op de lange termijn. Op de lange termijn zal een grotere milieu-impact trouwens ook meer kosten met zich meebrengen.

Tegenwoordig wordt er veel gebruikgemaakt van contractvormen waarbij de aannemer niet alleen bouwt, maar ook verantwoordelijk is voor het onderhoud. De keuze van de bouwmethode en van de gebruikte materialen zal hierdoor beïnvloed worden. Deze contractvorm wordt ook veel gebruikt bij de aanleg van wegen en openbare ruimtes.

# Opdrachten

- 1 In welke laag van de lagenbenadering verwacht je over vijf jaar werkzaam te zijn? Licht je antwoord toe.
- 2 Benoem hoe de verschillende lagen beïnvloed worden door een bouwproject bij jou in de buurt.
- 3 Stel je krijgt de opdracht om een klein vakantiepark aan te leggen op de Veluwe. Hoe hebben de aandachtsgebieden die in dit hoofdstuk genoemd zijn, daar betrekking op?
- 4 Hoe hebben de aandachtsgebieden die in dit hoofdstuk genoemd zijn betrekking op het veranderen van een kantoorgebouw in de binnenstad naar appartementen?
- 5 Zijn cradle-to-cradle en circulaire economie hetzelfde? Licht je antwoord toe.
- 6 Geef een aantal voorbeelden van hoe we in Nederland omgaan met klimaatmitigatie.
- 7 Geef een aantal voorbeelden van hoe we in Nederland omgaan met klimaatadaptatie.
- 8 Geef een voorbeeld van hoe het meenemen van beheer en onderhoud in de ontwerpfase een bijdrage levert aan een duurzame ontwikkeling.