



WERKVELDKAART DROOGTEADAPTATIE

Wat vraagt klimaatadaptatie van de toekomstige professional?

Aanbevelingen en werkveldtips
voor curricula hoger onderwijs



Kenniscentrum
**Bodemdaling
en Funderingen**

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding voor deze werkveldkaart	4
1.2	Leeswijzer	5
1.3	Totstandkoming en herziening	5
2	Nieuwe uitdagingen voor studenten	6
2.1	De urgentie van klimaatadaptatie	6
2.2	Gevolgen van toenemende droogte	7
2.3	Opgaven in het omgaan met droogte	9
2.4	Een nieuw soort professionals	10
2.5	Kennis en vaardigheden in het omgaan met droogteproblematiek	10
2.6	Websites en Tools	17
2.7	Belang van multidisciplinaire leersituaties	19
2.8	Kennisdragers	20
3	Beschrijving praktijksituatie: toenemende wateroverlast door bodemdaling en klimaat	22
3.1	Kennisontwikkeling	23
3.2	Governance	24
3.3	Technisch ingrijpen	27
	Bijlage I. Overzicht van kennisvelden gerelateerd aan droogte	28
	Bijlage II. Overige relevante kennisvelden	30
	Bijlage III. Houding, vaardigheden en praktijksituaties/praktijkvoorbeelden	31
	Bijlage IV. Lijst geraadpleegde professionals	33
	Bijlage V. Geraadpleegde bronnen	34

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor deze werkveldkaart

De huidige generatie professionals voorziet dat er in de toekomst andere eisen worden gesteld aan afgestudeerde HBO-ers en WO-ers. Zij adviseren hogescholen en universiteiten om hun opleidingen tegen het licht te houden en zo nodig aan te passen aan deze nieuwe uitdagingen om zo de nieuwe generatie studenten voldoende bagage mee te geven. Deze werkveldkaart geeft een overzicht van de (combinatie van) kennisvelden, houdingen en vaardigheden waarvan de huidige deskundigen verwachten dat hun opvolgers die nodig zullen hebben in het omgaan met de gevolgen van droogte als één van de gevolgen van de klimaatverandering.

Hoe

Met deze werkveldkaart geeft Rijkswaterstaat, met diverse partners, de kennisbehoefte vanuit het werkveld weer op het gebied van ruimtelijke adaptatie en in het bijzonder het thema droogte. Dit zoals deskundigen op het gebied van bodem, ruimte en water deze agenderen ten behoeve van toekomstige professionals. Het document brengt een breed, maar niet uitputtend, overzicht aan kennisvelden, houdingen en vaardigheden samen. Dit is een combinatie van wat er vanuit de verschillende werkgevers aan deskundigheid nodig wordt geacht. Het overzicht kan de opleidingen helpen bij het bepalen over welke kennis en vaardigheden studenten moeten beschikken om in de toekomst met klimaatvraagstukken om te kunnen gaan. Daarnaast worden enkele handreikingen gedaan voor het praktisch integreren van deze kennis en vaardigheden in de opleidingen met behulp van beschikbare online tools en websites.

Doelgroep

Het document is bedoeld als inspiratie voor docenten van verschillende typen opleidingen op zowel HBO als universitair niveau die zich bezighouden met het evalueren en actualiseren van curricula. Uiteraard blijven HBO-instellingen en universiteiten zelfsturend en bepalen zij zelf welke adviezen zij overnemen en welke combinaties van kennis, houdingen en vaardigheden voor hen relevant en inpasbaar zijn.

Waarom droogte?

Ruimtelijke adaptatie is zó breed dat gekozen is voor één thema als concrete ingang om van daaruit kennis, houdingen en vaardigheden in beeld te brengen. De keuze voor het thema droogte is in 2017 gemaakt om naast waterveiligheid en wateroverlast de aandacht te vestigen op de droogtevraagstukken. De aandacht voor de droogte neemt de laatste jaren weliswaar toe, onder invloed van de droge zomers, maar we zien dat droogte in de klimaatstresstesten en risicodialogen nog onvoldoende wordt meegenomen. Schade door droogte is minder zichtbaar dan schade door wateroverlast. Wateroverlast en de schade die hierdoor veroorzaakt wordt krijgen over het algemeen nog steeds de meeste aandacht. Waar schade door wateroverlast bovendien vaak vergoed wordt, is dat bij droogte zelden het geval. Droogte is geen eenvoudig probleem om aan te pakken. Er zijn verschillende oorzaken en de droogteproblematiek verschilt zelfs per regio. Bovendien staan tegenstrijdige belangen oplossingen vaak in de weg. Droogte kwalificeert hiermee als ‘wicked problem’.¹ Er is dus nog steeds behoefte aan meer aandacht voor droogte; in de opleidingen, en daarbuiten.

1.2 Leeswijzer

In dit document leest u onder andere:

- waarom klimaatadaptatie toekomstige professionals voor nieuwe uitdagingen stelt;
- wat het onderwerp droogte als concrete toekomstige uitdagingen met zich meebrengt en wat dit van toekomstige professionals vraagt op het gebied van kennis, houdingen en vaardigheden;
- relevante websites en tools om de relevante kennisgebieden te integreren in de HBO- en universitaire opleidingen;
- de adaptatieopgave in het praktijkvoorbeeld Gouda als voorbeeld van hoe professionals in de toekomst vakoverstijgend moeten kunnen samenwerken;
- een breed overzicht van kennisvelden, houdingen en vaardigheden die relevant zijn voor toekomstige professionals ter inspiratie voor HBO- en universitaire opleidingen.

1.3 Totstandkoming en herziening

De eerste versie van deze werkveldkaart (2018) is tot stand gekomen op basis van interviews met de professionals zoals genoemd in bijlage IV, aangevuld met literatuuronderzoek uit de in bijlage V genoemde bronnen. De conceptversie van dit document is destijds voorgelegd aan het netwerk van het Kennis- en onderwijscentrum Bodem en Ondergrond, HBO-netwerk Ruimtelijke Adaptatie en verschillende keren inhoudelijk besproken binnen Rijkswaterstaat. In 2022 is het document herzien en aangepast aan vigerend beleid en nieuwe inzichten en ontwikkelingen.

¹ What are Wicked Problems? | Interaction Design Foundation (IxDF) ([interaction-design.org](https://www.interaction-design.org/))

2 Nieuwe uitdagingen voor studenten

2.1 De urgentie van klimaatadaptatie

Verskillende onderzoeken bevestigen dat de klimaatverandering in een hoger tempo doorzet dan tot nu toe werd gedacht.² De vier grote gevolgen zijn in meer of mindere mate ook nu al merkbaar: het wordt warmer, het wordt natter (wateroverlast), in periodes van het jaar is het droger en de zeespiegel stijgt (gevolgen van een eventuele overstroming worden groter). Het gaat om geleidelijke veranderingen zoals de toename van de gemiddelde temperatuur, maar ook om het optreden van weersextremen: hoosbuien, hagelbuien en onweer met windstoten, langere periodes van droogte, etc.

Het veranderende klimaat brengt nieuwe uitdagingen met zich mee op het gebied van ruimtelijke adaptatie. Dit speelt zich af op het gebied van gebiedsinrichting, landbouw, waterbeheer, bouw en infrastructuur maar heeft vooral ook veel te maken met het bodem-, water- en ecosysteem. Het gaat om een transitie, een structurele verandering die de hele samenleving raakt.

De vraag is dan welke kennis en vaardigheden toekomstige professionals op alle niveaus (beleidsadvies, beleid en uitvoering, toezicht, handhaving, ontwerpen en bouwen, onderzoek en advies, innovatie en techniek, etc) nodig hebben om op de juiste wijze met deze opgaven om te gaan en deze transitie te gaan vormgeven. Klimaatadaptatie in de volle breedte is een breed vakgebied en daarmee is de keuze gemaakt om in te zoomen op het thema droogte als een urgent en complex probleem.

2.2 Gevolgen van toenemende droogte

Eén van de gevolgen van de klimaatverandering is droogte. De zomers van 2018, 2019, 2020 en 2022 waren uitzonderlijk droog. De droogtes in die jaren hebben grote gevolgen en zijn een belangrijk signaal voor waterbeheerders en watergebruikers in Nederland.³ Toch krijgt de aanpak van droogte vaak nog weinig aandacht in beleid voor klimaatadaptatie.⁴ Het thema droogte krijgt de minste aandacht in de klimaatstresstesten en risicodialogen. Het is zeer waarschijnlijk dat we steeds vaker te maken gaan krijgen met onder andere:

1. Verdroging van de bodem met als gevolg achteruitgang van de biodiversiteit, bosbranden, degradatie van landbouwgronden, en misoogsten. Door verdroging groeien planten, bloemen, struiken, heide, grasland en bomen minder goed. Er kan door droogte schade ontstaan aan de biodiversiteit (ecologisch verlies aan biodiversiteit).
2. Bodemdaling in laag Nederland door verdroging van veengebieden met lastige gevolgen voor (onder- en bovengrondse) infrastructuur zoals (spoor)wegen, rioleringen, gebouwen en verzwakte veendijken. Daarnaast zorgt bodemdaling in veen- en kleigebieden er voor dat er veel CO₂ vrijkomt.
3. Watertekorten, o.a. door lagere rivierafvoeren, met gevolgen voor de scheepvaart, beperkte beschikbaarheid van zoet oppervlaktewater (o.a. met gevolgen voor de drinkwaterwinning en de landbouw) en daarmee afname van de waterkwaliteit. Dit laatste kan bijvoorbeeld komen door relatieve toename van concentraties schadelijke stoffen in het water (zoals medicijnresten).⁵
4. Verziltiging van het grond- en oppervlaktewater in de kuststreek door zoutindringing waardoor de landbouw en drinkwaterwinning onder druk komen te staan.⁶

De fysieke gevolgen 1 t/m 4 hebben vervolgens sociaal-economische en maatschappelijke effecten, zoals gezondheidsschade als gevolg van een afname van de luchtkwaliteit.⁷

Deze gevolgen van droogte kunnen ook voorkomen in combinatie met de andere aspecten van klimaatverandering: wateroverlast, hitte en veranderende rivierwaterstanden en zeespiegelstijging.⁸ Dat maakt de uitdaging des te groter.

In het 'bollenschema' uit de adaptatietool⁹ bij de Nationale Adaptatie Strategie zijn deze belangrijkste klimaattrends in beeld gebracht.

³ Zie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/thema-sector/droogte> en het eindrapport van de beleidstafel droogte

⁴ Zie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/nieuws/2021/aanpak-klimaatadaptatie-gemeenten/>

⁵ Zie voor een voorbeeld van zeer lage wateraanvoer van Rijn en Maas de Droogtemonitor van augustus 2022.

⁶ <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/water-ruimte/waterkwantiteit/watertekort/>

⁷ René Didde onderscheidt in zijn boek 'Nederland Droogteland' drie soorten droogte die ook causaal verband houden met elkaar:

(1) klimatologische droogte door meer verdamping dan neerslag waardoor een neerslagtekort ontstaat.

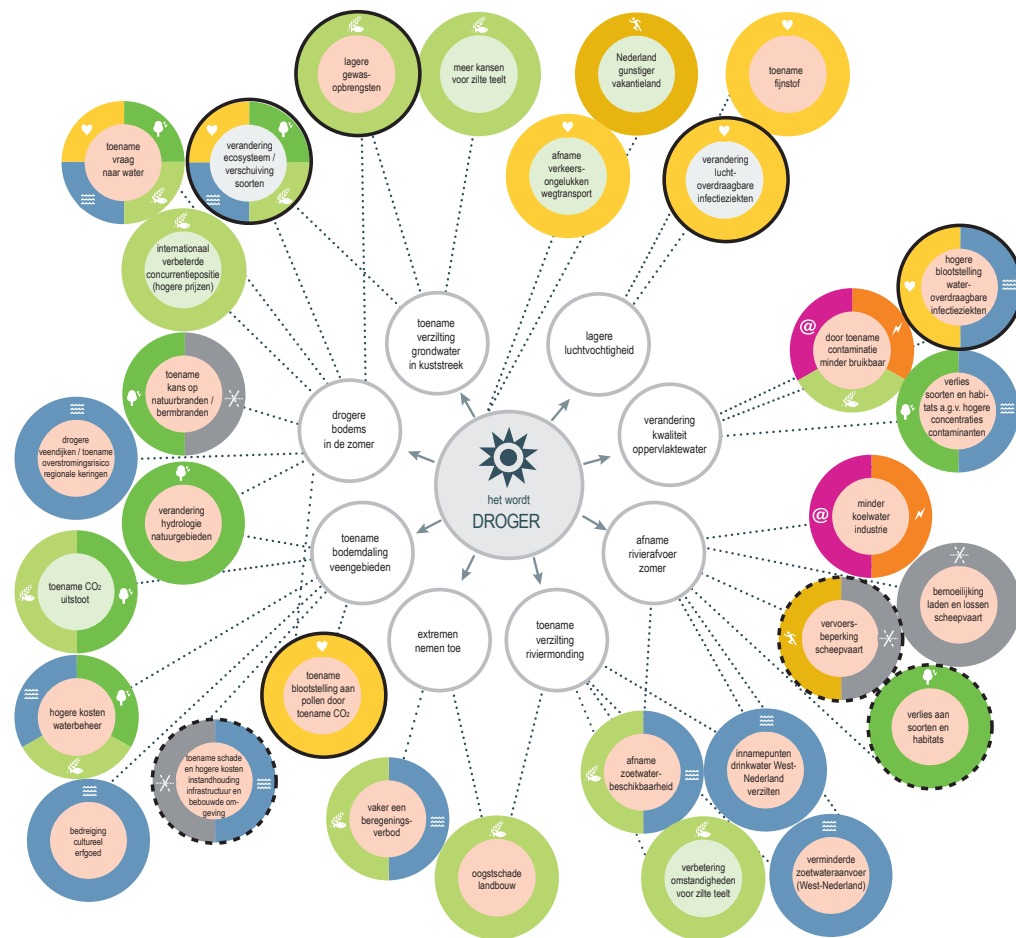
(2) agrarische droogte die erin bestaat dat vooral de toplaag van de bodem steeds meer uitdroogt.

(3) hydrologische droogte of grondwaterdroogte als door een langduriger neerslagtekort de grondwaterspiegel daalt.

⁸ Er worden 4 dreigingen onderscheiden: 1. Afname waterveiligheid, 2. Wateroverlast, 3. Droogte en 4. Hitte.

⁹ <https://nas-adaptatietool.nl/>

² Zie bijvoorbeeld de rapporten van het IPCC; <https://www.ipcc.ch/about/>

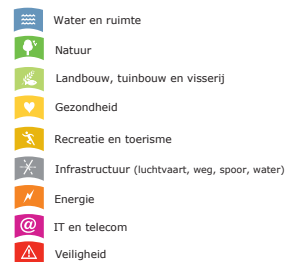


Bollenschema_droger_V18C_UP, februari 2018

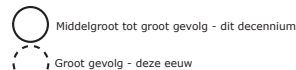
Nationale klimaatadaptatiestrategie (NAS) Klimaatrends, klimaateffecten en gevolgen voor sectoren



Sectoren



Impact



Aard gevolg



bron: - PBL, Aanpassen met beleid, 2013
- PBL, Aanpassen aan klimaatverandering, 2015
- NAS werkateliers 07-06-2016, 01-09-2016, 12-10-2016

Disclaimer: Dit schema is een vereenvoudigde, onvolledige weergave van de werkelijkheid waarin omwille van de leesbaarheid en overzichtelijkheid niet alle stappen in causale verbanden in beeld zijn gebracht.
P.M. wetenschappelijke check op deze versie.

Nationale Adaptatie Strategie – Klimaatrends, effecten in beeld

BRON: Nationale Adaptatie Strategie

2.3 Opgaven in het omgaan met droogte

Paragraaf 2.2. somt een drietal fysieke effecten op van droogte, en daaruit volgende maatschappelijke gevolgen. De uitdagingen in het omgaan met droogte liggen in het vinden van een acceptabele balans tussen het herstellen van robuuste natuurlijke evenwichten enerzijds en menselijk gebruik anderzijds. Wonen, landbouw, zoetwatergebruik of het winnen van grondstoffen kan conflicteren met klimaatadaptatiemaatregelen die de natuur haar veerkracht teruggeven. Hierin moeten verstandige keuzes worden gemaakt. Als we water- en bodemsystemen als uitgangspunt nemen in ruimtelijke ordening¹⁰, dan betekent dit dat we de grenzen van het bodem en watersysteem opnieuw moeten leren respecteren. Hiermee zeggen we feitelijk dat klimaatadaptief beleid kan leiden tot drastisch andere keuzes in het toewijzen van functies en in het gebruik van bepaalde gebieden. Het kan betekenen dat je in sommige gebieden (bijvoorbeeld bodemdalingsgevoelige gebieden) niet meer moet gaan bouwen, of bepaald landgebruik (zoals melkveehouderijen) gaat vermijden.¹¹ Het kan echter ook uitdagen in het vinden van kleinschalige praktische oplossingen zoals het opslaan van regenwater in periodes met hevige neerslag. Voorbeelden van opgaven als gevolg van droogte zijn:

1. Het herstellen van reeds ontstane schade door droogte, bijvoorbeeld als gevolg van bodemdaling. Denk aan schade aan woningen en infrastructuur zoals dijken en wegen. Schade aan de bodem kun je vaak maar deels herstellen.
2. Anticiperen door risico's op toekomstige schade door droogte te minimaliseren, bijvoorbeeld bij stedelijke gebiedsontwikkelingen of ontwikkelingen in het landelijk gebied. Actief grondwaterpeilbeheer kan bijvoorbeeld droogteschade deels voorkomen.¹²
3. Herstructurering, wijzigen van functies of herzien van ruimtelijke plannen rekening houdend met (te verwachten) veranderde situaties i.v.m. droogte. Hierbij gaat het om proactief plannen.
4. Het voorkomen en herstellen van sociaal, economische en maatschappelijke gezondheidseffecten (bijvoorbeeld het beperken van risico's door meer fijnstof in de lucht als gevolg van droogte).
5. Het voorkomen van en anticiperen op drinkwatertekorten bijvoorbeeld door aandacht te vragen voor de noodzaak om water te besparen.
6. Het zorgen voor logistieke continuïteit als waterwegen onbruikbaar worden.
7. Het herstellen van biodiversiteit.

Over de opgaven rondom droogte verscheen een interview met Bas Boterman (RWS): "Droogte: we checken de feiten bij informatiecoördinator Bas Boterman"¹³

¹⁰ Water en bodem als basis: een transitie - Klimaatadaptatie (klimaatadaptatienederland.nl)

¹¹ Zie de deelepeditie natte teelten in veenweidegebieden: <https://www.veenweiden.nl/natte-teelten/> en de publicatie 'Op Waterbasis' van Deltares: <https://www.deltares.nl/nl/nieuws/grenzen-bereikt-aan-de-maakbaarheid-van-ons-water-en-bodemsysteem/>

¹² <https://klimaatadaptatienederland.nl/@167167/grootschalig-actief/>

¹³ <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2022/07/droogte-we-checken-de-feiten-bij-informatiecoördinator-bas-boterman>

2.4 Een nieuw soort professionals

Klimaatadaptatie vraagt bepaalde houdingen en vaardigheden die in de basis voor alle klimaatonderwerpen hetzelfde zijn. Klimaatadaptatie realiseer je samen met bewoners, bedrijven, overheden, kennisinstituten, hogescholen en universiteiten en andere stakeholders. Het gaat daarbij niet alleen om ingrepen in de fysieke leefomgeving. De klimaatverandering vraagt van mensen en bovengenoemde actoren om hun attitude, leefstijl en handelen te heroverwegen. Deze opgaven voor de toekomst, die zich feitelijk nu al aandienen, vragen daarom om een nieuw soort mensen: creatieve professionals die complexiteit kunnen overzien. Zij moeten veel verschillende disciplines bij elkaar kunnen brengen, mensen kunnen activeren, in kunnen spelen op initiatieven vanuit de samenleving, flexibel zijn ingesteld en opgewassen zijn tegen onvoorziene omstandigheden. Zij moeten goed met mensen kunnen samenwerken en weten welke soorten kennis nodig zijn om een probleem aan te pakken. Naast de integrale benadering blijft ook specialistische kennis belangrijk. Hoe deze vaardigheden in de praktijk waardevol blijken wordt duidelijk in de casus Gouda (Hoofdstuk 3). Bijlage III geeft een overzicht van deze vaardigheden.

Deze houdingen en vaardigheden staan verder uitgewerkt in de tabel zoals opgenomen in bijlage III. Welke houdingen en vaardigheden relevant zijn, hangt (uiteraard) af van de opleiding, functie en fase in het proces.

2.5 Kennis en vaardigheden in het omgaan met droogteproblematiek

In de aanpak van klimaatvraagstukken kunnen acht belangrijke fasen worden onderscheiden. In iedere fase worden specifieke kennis en vaardigheden van studenten gevraagd. Deze acht fasen in het proces om te komen tot een waterrobuuste en klimaatbestendige inrichting zijn geïnspireerd op de zeven ambities uit het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie (paragraaf 7.4.2) en aangevuld.

Deze fasen zijn als volgt geformuleerd:

- A. Inzicht in urgentie en ambitie
- B. Risicodialog voeren en formuleren van strategieën
- C. Samenwerken en meekoppelkansen benutten
- D. Uitvoeringsplannen opstellen
- E. Stimuleren en uitvoeren innovatie, ontwerp en inrichting
- F. Borging in processen, beleid en richtlijnen
- G. Handelen bij calamiteiten
- H. Beheren en monitoren; lessen leren uit ervaringen

Let op: Deze fasen hoeven niet altijd chronologisch plaats te vinden. Hieronder staat per fase in het proces beschreven welke kennis en/of vaardigheden voor droogteadaptatie vereist zijn.

Grotendeels komen deze kennis en vaardigheden ook terug in de bijlagen I, II en III. Een professional zal altijd over een combinatie van kennis en vaardigheden moeten beschikken om in specifieke fasen van het proces adequaat om te kunnen gaan met droogteadaptatie en andere klimaatvraagstukken. In de praktijk zijn daar diverse mensen bij betrokken. Niet iedereen zal in alle fasen van het proces betrokken zijn en ook de rollen verschillen uiteraard per fase. Hoe dit concreet kan worden vertaald kan uiteraard per opleiding zelf worden bepaald.

Zie voor meer informatie over de nationale ambities en aanpak om te komen tot een waterrobuuste en klimaatbestendige inrichting paragraaf 7.4.2 uit het Deltaplan ruimtelijke adaptatie 2018 (zie <https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/deltaplan-ra/>).

A. Inzicht in urgentie en ambitie

Inzicht hebben in urgentie en ambitie betekent dat de toekomstige professional een kritische en nieuwsgierige houding moet hebben en op de hoogte moet willen blijven van de nieuwste ontwikkelingen en inzichten rondom klimaat en beleid. Dit vraagt tevens een degelijke achtergrondkennis van het bodem-, water- en ecosysteem. Deltacommissaris Peter Glas pleit in zijn adviesbrief 'Woningbouw en klimaatadaptatie'¹⁴ voor het nemen van bodem- en watersystemen als uitgangspunt voor het inrichten van onze ruimte. "Hoe meer we nu bijvoorbeeld klimaatbestendig bouwen, hoe minder tijd, energie en geld het ons in de toekomst kost aan schades en andere gevolgen." Naast het minimaliseren van de schade bij extreme omstandigheden moet het doel óók zijn om de alledaagse baten voor de samenleving te maximaliseren.

¹⁴ <https://www.deltaprogramma.nl/documenten/publicaties/2021/09/01/adviesbrief-woningbouw-en-klimaatadaptatie>

Achtergrondkennis klimaatverandering

Om welke achtergrondkennis gaat het dan?

- Inzicht in de stand van zaken met betrekking tot klimaat en klimaatverandering en daarmee urgentie.
- Inzicht in specifieke effecten van klimaatverandering in steden en landelijk gebied: droogtestress en de combinatie met andere klimaateffecten zoals wateroverlast, hittestress en de gevolgen van overstromingen.
- Inzicht in systemen en processen; kennis van de huidige en verwachte effecten en de ecologische en sociaaleconomische gevolgen daarvan.
- Kennis van het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie, adaptatiestrategieën en de verdringingsreeks bij droogte.
- Inzicht in het palet van ingrepen om schade door droogte te voorkomen of te beperken, de effecten en effectiviteit van deze ingrepen, de betrokken partijen, de regelgeving hieromtrent en de benodigde kennis m.b.t. aanleg en beheer van deze voorzieningen.
- Inzicht in de structuur van planvormingsprocessen, in multi- en intradisciplinair samenwerken (co-creatie), in de uitvoering van de aanleg en het beheer van infrastructurele en groenvoorzieningen.

Systeemkennis bodem, water en groen

- Inzicht in de samenhang tussen de kwaliteit van bodem, water en groen/biodiversiteit als ordenend principe voor een klimaatrobuuste, droogtebestendige en duurzame inrichting.
- Kennis van bodemeigenschappen, ecologie van bodem, water en land.
- Inzicht in samenhang tussen biotische en abiotische processen en factoren en de gevolgen van droogte voor de bodem- en (grond)waterkwaliteit.

Vaardigheden voor het in kaart brengen van urgenties in specifieke gebieden

- Gebruik weten te maken van de klimaateffectatlas; het Kennisportaal Ruimtelijke adaptatie; en het kunnen uitvoeren van een klimaatstresstest.
- Het uitvoeren van veldonderzoek naar omvang, oorzaken en effecten van droogte.
- Inzicht in meettechnieken en -methoden en de verwerking van data tot bruikbare informatie.

B. Risicodialoog voeren en formuleren van strategieën

Deze fase in het proces vraagt van professionals een open, praktische en onderzoekende houding. De professional zal met praktijkkennis, theorie en monitoringsdata de benodigde technisch-inhoudelijke, sociale en bestuurlijke gebiedsanalyses moeten kunnen combineren. Hij of zij zal in gesprek moeten kunnen gaan met deskundigen en stakeholders om vervolgens scenario's en alternatieven te formuleren, de evaluatie-factoren te benoemen en zo goed mogelijk te kwantificeren, de risico's en kansen te benoemen en kwantificeren en dit alles in begrijpelijke taal en vorm ter besluitvorming voor te leggen aan burgers en bestuurders.

Onderzoek situatie in een concreet gebied

- Kennis van en praktijkervaring met methoden om de concrete situatie met betrekking tot droogtestress, ook in combinatie met wateroverlast en/of hittestress in een gebied inzichtelijk te maken.
- Op het gebied van data en monitoring: hotspotanalyses, emissieanalyses, bronanalyses en waterbalansen kunnen inzetten om de ontwikkelingen rond droogte te kunnen volgen en gevolgen te kunnen voorspellen.
- De quickscan droogtestress kunnen toepassen.
- Ontwerpend onderzoek uitvoeren en maatschappelijke kosten-baten analyses.

Participatie en communicatie burgers en andere stakeholders

- Betrekken van burgers en stakeholders. Doel- en doelgroepgericht kunnen communiceren met burgers en andere stakeholders.
- Omgaan met belangenconflicten en 'lastige' meningen.
- Creativiteit van stakeholders benutten.
- Citizen-science; burgers en bedrijven betrekken bij het verzamelen van data.
- Bestuurlijke en sociale context benoemen.
- Participatieprocessen kunnen vormgeven en uitvoeren.
- Eigen rol af kunnen stemmen op de kenmerken van de situatie.
- Belangenafwegingen maken en komen tot gedeelde besluiten.

C. Samenwerken en meekoppelkansen benutten

Deze fase vraagt om mensen die in staat zijn om naar de toekomst te kijken, buiten de kaders te denken, intern en extern te netwerken en verschillende afdelingen, projecten en thema's te verbinden en op een hoger plan te brengen.

Verbinden opgaven en oplossingen intern en extern

- Zicht op de meerwaarde en meekoppelkansen van adaptatie oplossingen voor andere beleidsterreinen in de eigen organisatie.
- Zicht op de meerwaarde en meekoppelkansen van adaptatie oplossingen voor verschillende actoren / belangen / thema's.
- In staat om oplossingen met meerwaarde te genereren.
- In staat om burgers en bestuurders te overtuigen van de mogelijke meerwaarde, en om eigen projecten te optimaliseren op basis van gecreëerde meerwaarde voor andere belangen en vermindering van de schade door extreme droogte (en wateroverlast en hitte).
- In staat om partners bij gebiedsontwikkelingsprocessen te overtuigen van de mogelijke meerwaarde en om eigen projecten aan te passen op basis van meerwaarde voor andere belangen.
- In staat en bereid om te werken aan win-win situaties en deze vorm te geven in scenario's en oplossingsalternatieven.

D. Uitvoeringsplannen ontwikkelen en projecten managen

Deze fase vraagt om mensen die in staat zijn om beleid, doelstellingen en oplossingsrichtingen te vertalen in plannen en uitvoeringsprogramma's. Dit vraagt om mensen met een praktische instelling en een resultaatgerichte houding die op een interactieve manier informatie kunnen samenbrengen en verbinden in een plan dat breed wordt gedragen.

Plannen maken en beheren

- In staat om uit een interactief proces informatie te bundelen.
- In staat om structuur aan te brengen en beleid, onderzoeksresultaten en input van stakeholders te vertalen naar concrete doelen en deze SMART uit te werken.
- In staat om complexe meerjarenplanningen op te stellen en te kunnen overzien.
- In staat om samenwerkingsverbanden op te zetten en taken te verdelen.
- Inzicht in kosten en baten en bredere opbrengst van programma's en projecten.
- Flexibele instelling ten aanzien van onvoorziene ontwikkelingen en kansen.
- Projectmanagement en de juiste mensen op de juiste plekken de juiste werkzaamheden laten uitvoeren.

E. Stimuleren en uitvoeren innovatie, ontwerp en inrichting

Deze fase vraagt om mensen met een creatieve en praktische houding die in staat zijn concrete innovaties te ontwikkelen, uit te proberen en oplossingen te realiseren. Dit vraagt om samenwerken in de praktijk en hierbij rekening te houden met tal van aspecten en praktische dilemma's in een concrete situatie. Vanuit overheden vraagt dit een stimulerende en open houding.

Innovatie

- Creatieve houding in het bedenken/laten ontwikkelen van nieuwe oplossingen.
- Innovaties op waarde kunnen schatten. Denk aan het slimmer omgaan met droogte, denk aan irrigatiesystemen, zilte landbouw, droogteminnende gewassen, adaptief bouwen en verbouwen, regenwater oogsten, water vasthouden, inzet van kunstwerken (stuwen, gemalen, etc.).

Ontwerpen en realiseren van ruimtelijke oplossingen

- Kennis van en praktijkervaring met methoden voor het ontwerpen / selecteren van effectieve ruimtelijke en technische (blauwe, groene en grijze) oplossingen voor aanwezige of verwachte knelpunten met betrekking tot droogte.
- Kennis hebben van technologische subsidiariteit: problemen zoveel mogelijk oplossen met nature-based oplossingen en pas voor het resterende vraagstuk technologische – grijze- maatregelen inzetten.
- In kunnen schatten van verwachte kosten (aanleg en beheer) en positieve effecten en faalrisico's en -mechanismen.
- Kunnen dimensioneren van oplossingen en strategieën.

- Kennis hebben van robuuste beheer- en ontwerp oplossingen zoals groenblauwe netwerken, meer groen in de stad en dynamisch peilbeheer, natuur- en civieltechnische oplossingen ter voorkoming van schade door droogte. Beperken inlaat van gebiedsvreemd water en meer water vasthouden. Voorkomen van stagnant water.
- Ontwikkelen van irrigatie-oplossingen voor extreem droge perioden.

Faciliteren en stimuleren (vanuit overheids perspectief)

- Kaders stellen en initiatieven verbinden.
- Faciliteren en mogelijk maken van oplossingen binnen bestaande structuren en regelgeving, eventueel creëren van nieuwe mogelijkheden.
- Stimuleren van betrokken publieke en private partijen in de uitvoering van adaptatiemaatregelen.
- Kennis hebben van publiek en private financieringsconstructies.
- Opleiden van de uitvoerende en beherende partijen.

F. Borging in processen, beleid en richtlijnen

Klimaatadaptatie is niet meer vrijblijvend. Ontwikkelingen op dit gebied zullen een plek moeten vinden in het beleid. Dit vraagt van de professionals om te kunnen beoordelen hoe beleid geformuleerd moet worden op dit gebied opdat het in de toekomst behulpzaam kan zijn en geen nieuwe problemen in de hand werkt. Aandachtspunt bij regels voor milieu in het omgevingsplan is dat het maken van het nieuwe omgevingsplannen vaak gebiedsgericht plaatsvindt, terwijl milieu met name themagericht is.

Beleidsmatig en / of juridisch borgen van ruimtelijke en technische oplossingen

- Kennis van en ervaring met methoden voor het beleidsmatig borgen van ruimtelijke en technische oplossingen.
- Inpassen in planvormingsprocedures.
Integreren van lokale adaptatiestrategie in omgevingsvisies, -plannen en programma's.

G. Handelen bij calamiteiten

Als calamiteiten niet hebben kunnen worden voorkomen en toch optreden, dan is het belangrijk om snel, helder en juist te kunnen communiceren en bewust en daadkrachtig te kunnen handelen onder stressvolle omstandigheden.

Inzicht in risico's en herstelmaatregelen

- Inzicht in schade, impact, risico's en keteneffecten.
- Kennis van te nemen (curatieve) maatregelen bij calamiteiten; deze kunnen ontwikkelen en uitvoeren.
- Verzekeraarbaarheid en afhandeling van claims.

Communiceren bij calamiteiten

- Kennis van communicatieprotocollen.
- Netwerk en partners in beeld hebben.
- Omgaan met de media.

H. Beheren en monitoren; lessen leren uit ervaringen

Net als onder B vraagt deze fase om een kritische en onderzoekende houding die het mogelijk maakt om ontwikkelingen en maatregelen tegen het licht te houden en te beoordelen op effectiviteit en ook gewenste en eventuele ongewenste fysieke, ecologische, sociale en economische (neven)effecten.

Monitoring en evaluatie

- Evalueren en beoordelen van processen en effectiviteit van maatregelen.
- kennis van het meetinstrumentarium rondom droogte, van het uitwerken van een monitoringsstrategie, van het inrichten van een meetnet en van het analyseren van meetgegevens over bijvoorbeeld grondwaterstanden en bodemvochtgehalte.
- Meervoudige opbrengst kunnen beoordelen, hierin de diversiteit van de belangen laten meewegen.
- Resultaten terugbrengen in het proces zodat het proces kan worden bijgestuurd.



2.6 Websites en Tools

De laatste jaren zijn tal van online tools ontwikkeld in het kader van integraal werken en het anticiperen op de effecten van de klimaatverandering die bruikbaar zijn als leermiddelen. Deze tools zijn zeer geschikt om studenten kennis te laten maken met nieuwe concepten, de multidisciplinaire en integrale benadering, de praktische toepassing van kennis en inzichten en het ontwerpen van nieuwe praktijkoplossingen. Hieronder een overzicht van de belangrijkste websites en tools op dit moment die bij de in de vorige paragraaf beschreven stappen kunnen worden benut.

1. Klimaatverandering en ruimtelijke adaptatie algemeen:

- Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/>
- Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/deltaplan-ra/>
- KNMI Klimaatscenario's:
<https://www.knmi.nl/producten-en-diensten/klimaatverandering>
<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/knmi-klimaatscenario-s>
Medio 2023 verschijnen de KNMI'23-klimaatscenario's, deze vervangen de KNMI'14-klimaatscenario's.
<https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/op-weg-naar-nieuwe-knmi-klimaatscenario-s>
- EEA Klimaatinformatie: <https://www.eea.europa.eu/themes/climate>
- Klimaat-effectatlas: <http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>

2. Specifiek over droogte:

- Experts in Omgevingswet over 'Droogte en verdroging':
<https://iplo.nl/thema/water/beheer-watersysteem/droogte-verdroging/>
- Droogtemonitor: <https://waterberichtgeving.rws.nl/owb/droogtemonitor>
<https://waterberichtgeving.rws.nl/owb/droogtemonitor>
Verdringingsreeks: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema%27s/watertekort/verdringingsreeks/>
- Droogteadaptatie, quickscan droogtestress: <https://waterberichtgeving.rws.nl/owb/droogtemonitor>
- Actuele risico's natuurbranden: <http://www.natuurbrandrisico.nl/>
- Website kennisprogramma KWB: www.kennisprogrammawb.nl
- Kaarten: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/droogtemonitor>
- Waterinfo:
<https://waterinfo.rws.nl/#/kaart/Waterkwantiteit/>

3. Bodem en ondergrond:

- KOBO netwerk: www.kobo-ho.nl
- Geologische dienst: DINO loket: <https://www.dinoloket.nl/>
- Mijnbouw in Nederland: <http://www.nlog.nl/>
- Kartering van de Nederlandse ondergrond: <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/energie-transitie/roadmaps/duurzame-ondergrond/naar-een-duurzaam-gebruik-van-de-ondergrond/geologische-dienst-nederland/de-nederlandse-ondergrond-in-kaart-gebracht-kartering/>
<https://samendedieptein.nl/wp-content/uploads/2022/07/20220712-V2-Bouwsteen-bodembe-heer-van-de-toekomst-klimaatadaptatie.pdf>
- <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/11/25/kabinet-maakt-water-en-bodem-stu-rend-bij-ruimtelijke-keuzes>

4. Water en ecologie:

- Gidsmodellen: <https://gidsmodellen.nl/>
- Natuurlijke alliantie: <https://www.natuurlijkealliantie.nl/>, zie ook de kennisclips op deze site.
- Ecologische sleutelfactoren: <https://www.stowa.nl/publicaties/ecologische-sleutelfactoren-be-grip-van-het-watersysteem-als-basis-voor-beslissingen>
- <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/11/25/kabinet-maakt-water-en-bodem-stu-rend-bij-ruimtelijke-keuzes>

5. Duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen, circulaire economie, etc.

- Ecosysteemdiensten: <http://www.biodiversiteit.nl/biodiversiteit-is-levensbelang/ecosysteem-diensten>
- Natuurlijk kapitaal: <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/home>
- Water footprint: <http://waterfootprint.org/en/>

6. Hulpmiddelen bij planprocessen en ontwerp tools:

- Toolbox Klimaatbestendige Stad: <https://kbstoolbox.nl/nl/>
- Teebstad: <http://www.teebstad.nl/>
- Groenblauwe netwerken: <http://www.groenblauwenetwerken.com/>
- Waterwijzer Landbouw: <http://waterwijzer.nl/>
- Building with nature: <https://www.ecoshape.org/nl/>

7. Modelleren grondwaterstromen en waterkwaliteit:

- Hotspotanalyse: <https://www.stowa.nl/publicaties/hotspotanalyse-geneesmiddelen>
- Diverse software en modellen: <https://deltares.nl/nl/software/>
- <https://www.stowa.nl/kennisimpuls>
- <https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/realiseren-van-ecologische-waterkwaliteits-doelen-krw/goed-grondwater-nu>

8. Praktijkvoorbeelden

- Amsterdam Rainproof: www.rainproof.nl
- www.groenblauwenetwerken.com
- <https://www.slappebodem.nl/projecten/110/gouda-stevige-stad>
<https://www.slappebodem.nl/>
- Website kennisprogramma KWB: <https://www.kbf.nl>

9. Juridische borging

Hulpmiddelen vind je op deze site:

<https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/omgevingswet/> en Bouwsteen bodembeheer van de toekomst (samendedieptein.nl)

10. Onderzoek

Klimap

- <https://www.klimap.nl/>
- Klimaatbestendig landelijk gebied voorkomen van wateroverlast en watertekort – WUR

2.7 Belang van multidisciplinaire leersituaties

Veel aanbevelingen uit de tabellen uit bijlagen I t/m III gaan over het ‘over de grenzen van het eigen vakgebied heen kijken’ en de bijbehorende vaardigheden en houdingen. Veelal zijn dit geen zaken die je even in een hoorcollege kunt aanleren. Het gaat vooral om het leren kennen wat er allemaal komt kijken bij een reële situatie in het veld en het aanleren van de vaardigheden die je nodig hebt om met zo’n casus uit de voeten te kunnen en daarin je eigen kwaliteiten en mogelijke rol te leren kennen.

Daarnaast is het belangrijk dat leerlingen ervaring opdoen met optimaliserend ontwerpen (‘engineering’) én met ontwerpend onderzoek (‘design’) en zowel het verschil als de waarde van beide benaderingen leren inzien.

Leersituaties die bijdragen aan deze leerdoelen zijn situaties waarin leerlingen samenwerken in multidisciplinaire teams, liefst opleiding overstijgend en daarnaast ook meedraaien in stagesituaties op de werkvloer, in het veld en onderzoeksteams. Let wel: in deze leersituaties bepaalt de begeleiding van die stage of (afstudeer)opdracht of de studenten daadwerkelijk leren reflecteren op hun eigen handelen en leren inzien welke kennis en vaardigheden er nodig zijn.

Enkele goede voorbeelden van zulke leersituaties zijn bijvoorbeeld de praktijkprojecten in minoren zoals:

- Bachelor ‘Klimaat en Management’ (Saxion) of
- de Klimaatbestendige Stad (Hogeschool van Amsterdam).

In deze minoren werken studenten als junior professionals aan actuele vragen uit de praktijk, rondom duurzame en klimaatbestendige gebiedsontwikkeling. Studenten hebben een diverse achtergrond, variërend van technisch (civiele techniek) tot bedrijfseconomisch (bedrijfskunde, bedrijfs-economie), beleidsmatig-juridisch (bestuurskunde) of creatief (tuin- en landschapsarchitectuur, stedenbouwkundig ontwerpen). Ze leren tijdens een project niet alleen om het project inhoudelijk en methodisch goed op te zetten, maar werken ook aan procesvaardigheden zoals goed samenwerken, het creëren van draagvlak bij stakeholders en dergelijke.

Zie www.kiesopmaat.nl voor informatie over deze en andere minoren.

Naast stages zijn voor studenten ook “living labs” (proeftuinen) zeer goede leersituaties; hier leer je direct hoe het is om te werken binnen de triple-helix. Hogeschool Saxion biedt deze Living Labs aan onder de titel ‘Stadslab’, zie <https://www.saxion.nl/onderzoek/labs/stadslab>.

Het KBF ontwikkelt in samenwerking met Campus Gouda op HBO niveau voor studenten en professional een module Bodemdaling breed. Dit betreft een deelmodule om studiepunten te behalen. Zie ook deze video¹⁵.

2.8 Kennisdragers

Voor het genereren en het uitdragen van actuele kennis over droogte zijn een aantal samenwerkingsverbanden, platforms en kenniscentra van belang. In de eerste plaats het Kenniscentrum Bodemdaling en Funderingen; zij fungeren onder andere als kennishub en netwerk. Het Delta Platform verbindt opleidingen en zorgt dat kennis doorgegeven kan worden aan de opleidingen. Het Kennis- en onderwijscentrum bodem en ondergrond voor het hoger onderwijs (KOBH-HO) verbindt onderwijs en praktijk.

Het Kenniscentrum Bodemdaling en Funderingen is in 2022 opgericht, met een online loket en een fysieke vestiging in Gouda. Het centrum fungeert als plek waar kennis en expertise over bodemdaling en funderingsproblematiek bij elkaar komt en toegankelijk gemaakt wordt voor (decentrale) overheden, bedrijven eigenaren en studenten en scholieren.

Het Kenniscentrum is gevestigd in het Arti Legi gebouw aan de Markt in Gouda en beschikt over werkplekken, vergaderruimtes, onderwijsruimte en een tentoonstelling. Momenteel ontwikkelt het KBF in samenwerking met Campus Gouda op HBO niveau voor studenten en professionals een module Bodemdaling breed.

Het Delta Platform is een samenwerkingsverband en vertegenwoordigt elf hogescholen en universiteiten. Het fungeert als schakel tussen overheid en experts van hogescholen, universiteiten, kennisinstituten en bedrijven.

Het Platform stimuleert en faciliteert praktijkgericht onderzoek in Nederland met focus op maatschappelijke uitdagingen rondom waterkwaliteit, waterbeschikbaarheid en waterveiligheid. Op de website wordt de werkwijze van het Deltaplatform als volgt beschreven: “We halen watergerelateerde vraagstukken op en vormen consortia. Deze consortia bestaan uit diverse partners met de juiste expertise om in actie te komen en antwoorden te vinden voor complexe opgaves. Zo ontstaan nieuwe inzichten en kennis, die direct terugvloeien in het (hbo) onderwijs en internationale delta-innovaties.

¹⁵ https://www.youtube.com/watch?v=QyI9G_r31WE

Bij complexe deltavraagstukken vormt Delta Platform een schakel tussen overheid en experts van hogescholen, universiteiten, kennisinstituten en bedrijven. Ook betrekken we bewoners van de delta bij die vraagstukken en de voorgestelde oplossingen. Door deze integrale benadering ontstaan nieuwe inzichten en kennis, die direct terugvloeien in het hbo onderwijs en internationale delta-innovaties.”

KOBH-HO staat voor Kennis- en onderwijscentrum bodem en ondergrond voor het hoger onderwijs. Het KOBH netwerk werkt met een klein team van ambassadeurs. Zij zijn ‘makelaars en schakelaars’ tussen bedrijven, overheden en onderwijsinstellingen in een regio. De ambassadeurs inventariseren bij hen vragen en aanbod. Ze pakken maatschappelijke vraagstukken op en vormen deze om tot gezamenlijke projecten vanuit het onderwijs, gericht op (semi-)overheid en bedrijfsleven. Deze ambassadeurs kennen de inhoud van dit werkvelddocument en kunnen helpen met het vertalen ervan naar de specifieke situatie per opleiding en de praktische invulling van het curriculum. Zij gaan graag het gesprek aan met hogescholen en universiteiten om de kennis uit dit document te benutten en te onderzoeken welke kennisvelden, houdingen en vaardigheden relevant zijn voor specifieke opleidingen.

3 Beschrijving praktijksituatie: toenemende wateroverlast door bodemdaling en klimaat

Aan de hand van de situatie in de gemeente Gouda laten wij zien hoe in een uitdagende praktijk-situatie bovenstaande kennis en vaardigheden worden benut. Gouda is één van de steden in laag Nederland waar de bodem daalt.

De oude binnenstad van Gouda is gebouwd op een heterogene bodem met klei en veen. De bodem zakt gemiddeld met 3 mm paar jaar, maar niet overal even snel. Het gewicht van de stad veroorzaakt de bodemdaling. Door de combinatie van voortgaande bodemdaling en steeds frequentere hevige neerslag neemt de wateroverlast in de openbare ruimte en voor de grote hoeveelheden gebouwen zonder diepe paalfundering steeds verder toe. In de dagelijkse praktijk leidt dit tot schade aan infrastructuur en (monumentale) gebouwen, maar ook tot gezondheidsschade vanwege een vochtig woonklimaat en frequente riool-overstorten.

Een-vijfde van de 2600 gebouwen in de binnenstad heeft inmiddels te maken met een zeer hoge grondwaterstand. De urgentie is dan ook hoog om hier een oplossing voor te vinden. Op initiatief van de gemeente Gouda en het Hoogheemraadschap van Rijnland vormden acht partijen in 2014 de 'Coalitie Stevige stad op slappe bodem'. Zij werken sindsdien samen om de problemen in Gouda aan te pakken. Een belangrijke stap daarbij was de totstandkoming van het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad (KBB) in 2020.

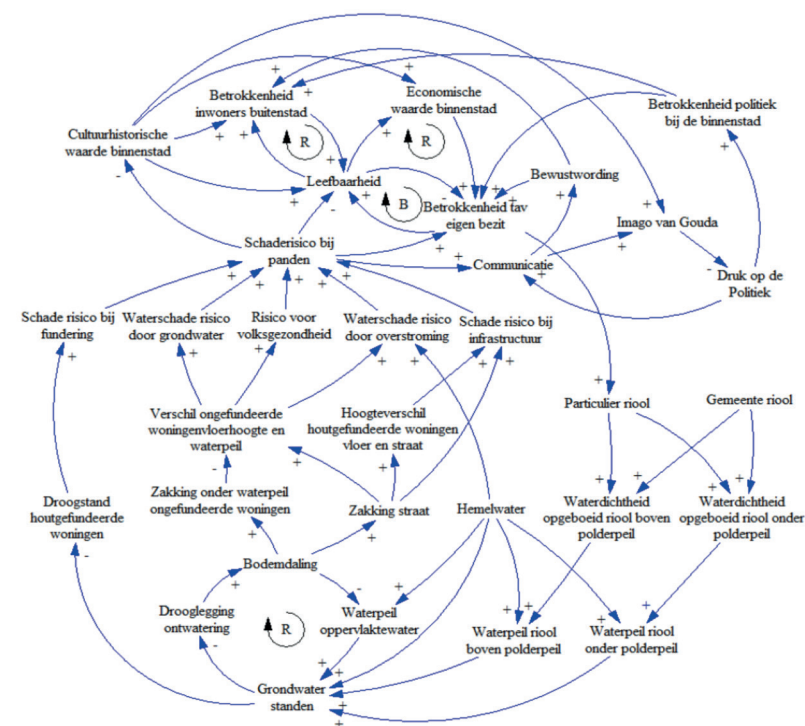
Binnen de coalitie is voor de Goudse binnenstad een aanpak ontwikkeld die bestaat uit een combinatie van:

- kennisontwikkeling: hoe zit het precies?
- governance: hoe krijgen we dat voor elkaar?
- technisch ingrijpen: hoe kun je de huidige wateroverlast technisch oplossen en welke maatregelen zijn nodig om nieuwe overlast te voorkomen?

3.1 Kennisontwikkeling

Om oplossingen te kunnen bedenken was het eerst nodig om de situatie goed in beeld te brengen. De vorming van de Coalitie Stevige Stad markeerde de start van enkele jaren van onderzoek waarin relevante kennis is ontwikkeld. Waar gebeurt wat, hoe snel zakt de bodem, op welk soort funderingen staan de huizen, wie wonen er in die huizen en wie is er waar verantwoordelijk? Hiervoor is kennis nodig van de bodemprocessen en hydrologie, van de opbouw van de ondergrond, ondergrondse infrastructuur zoals leidingen, en riolering maar ook bouwkundige kennis, historische kennis en kennis van wetgeving op het gebied van erfgoed.

Naast kennis vraagt de aanpak in Gouda vooral ook van de professionals om een heel complex probleem te begrijpen waarin veel factoren met elkaar samenhangen. Dit vraagt van mensen om over hun vakgebied heen te kunnen kijken en om te kunnen gaan met een grote mate van onzekerheid omdat veel dingen nog onbekend zijn. Onderstaande figuur illustreert de complexiteit van het probleem in Gouda en de samenhang van allerlei factoren in die elkaar onderling beïnvloeden.



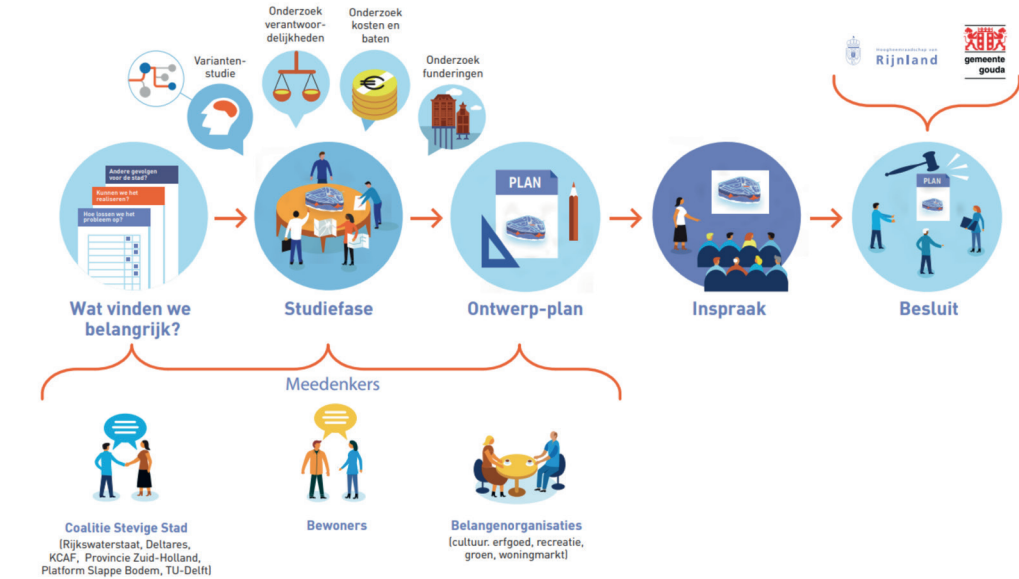
Causaal diagram van gedeeld referentiekader op basis van systeemdynamica, ontwikkeld door de Radboud Universiteit in samenwerking met de 'Coalitie Stevige stad op slappe bodem'.

3.2 Governance

De strategie die de stad Gouda heeft gekozen is samenwerken en het landelijk en zelfs internationaal agenderen van het probleem. De vorming van de ‘Coalitie Stevige stad op slappe bodem’ in 2014 zorgde er daarbij voor dat de problemen in Gouda door de deelnemende partijen gezamenlijk onder de loep werden genomen en aangepakt kunnen worden. Met de coalitie hebben gemeente en hoogheemraadschap een sterk netwerk om zich heen verzameld dat de urgentie van het probleem inszag en zich er in wilde verdiepen.

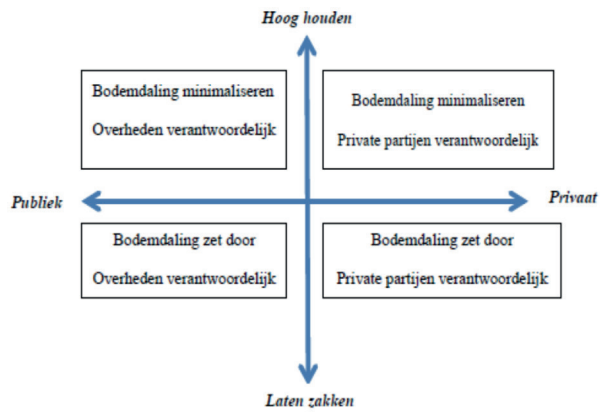
In de eerste helft van 2018 kwam de coalitie tot de conclusie dat er genoeg kennis beschikbaar was om een concrete aanpak te gaan bepalen. Omdat de gemeente en het hoogheemraadschap aan zet zijn bij de realisatie van dergelijke maatregelen, hebben zij het voortouw genomen bij het opstellen van het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad. De Coalitie Stevige stad heeft de beide overheden als adviesorgaan actief ondersteund. Binnen de coalitie en bij het opstellen van het Kaderplan was het, voor bijvoorbeeld een beleidsmedewerker van de gemeente, van groot belang om goed te kunnen samenwerken en contacten te onderhouden met een breed netwerk.

Richting eigenaar-bewoners en belangenorganisaties in de binnenstad kiezen de gemeente en het hoogheemraadschap voor openheid en het bevorderen van bewustwording. Eigenaren zijn verantwoordelijk voor hun woning; de gemeente is verantwoordelijk voor de straat, de gracht, etc.; belangenorganisatie vertegenwoordigen de belangen van ondernemers, liefhebbers van erfgoed en recreanten. De gemeente en het hoogheemraadschap willen en moeten dus samen met bewoners en belangenorganisaties in de stad zoeken naar handelingsperspectief voor alle partijen, want iedereen heeft een eigen (deel)verantwoordelijkheid en/of belang. Bij het opstellen van het Kaderplan zijn belanghebbenden in de binnenstad door middel van mailingen, een animatie, brieven, informatiebijeenkomsten en social media-campagnes geïnformeerd over relevante ontwikkelingen. De communicatie had als doel om het bewustzijn bij belanghebbenden te bevorderen zodat ze hun eigen belang in beeld kregen en dit kenbaar konden maken. Daarnaast werd een participatietraject gestart met een denktank van belangenorganisaties en geïnteresseerde inwoners en met bijeenkomsten voor eigenaar-bewoners van panden in de binnenstad.



Totstandkoming van het Kaderplan
(Bron: Kaderplan Bodemdaling Binnenstad Gouda, pagina 22)

Onderstaande figuur laat schematisch zien voor welke keuzes de gemeente en het hoogheemraadschap stonden bij het opstellen van het Kaderplan.



Perspectieven omgaan met bodemdaling (Deltares; Seijgers e.a.;
Kansrijke oplossingen voor de bodemdaling in Gouda (2016)

De gemeente en het hoogheemraadschap laten in het Kaderplan openlijk de omvang zien van het probleem en haar eigen inspanningen, maar waakt ervoor om bewoners onnodig ongerust te maken. Daarbij wordt ook duidelijk vermeld wie verantwoordelijk is voor welke kosten. Dit vraagt van de professionals, en ook van de studenten die in Gouda stage lopen of een afstudeerproject doen, dat zij zeer communicatief en omgevings-sensitief zijn en in gesprek durven gaan met bewoners en bedrijven en dus om kunnen gaan met verschillende doelgroepen, belangengroepen en politiek-bestuurlijke kwesties. Bijlage III geeft een overzicht van vaardigheden die nodig zijn om in een dergelijke situatie te kunnen opereren.

Arianne Fijan: "Wat we geleerd hebben van de casus Gouda binnenstad (stevige stad) is dat je de samenwerking moet opzoeken als je grondwater problemen ervaart. Geen van de betrokken partijen (hoogheemraadschap, particulier of gemeente) kan dit probleem alleen oppakken."

Dit betekent dat je om het probleem te erkennen en oplossingsrichtingen te verkennen je over je eigen taak en rol heen moet durven kijken. De formele taakverdeling helpt vervolgens bij afspraken over de uitvoering (gekoppeld aan financiële middelen)."

3.3 Technisch ingrijpen

In het Kaderplan zijn uiteindelijk per locatie of deelgebied in de binnenstad keuzes gemaakt voor maatregelen om problemen op te lossen of te voorkomen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen maatregelen die de huidige wateroverlast binnen 10 jaar moeten terugbrengen en maatregelen die nieuwe wateroverlast tot minimaal 2050 moeten voorkomen. Een belangrijke beslissing die in het Kaderplan is gemaakt is om het waterpeil in een deel (compartiment) van de binnenstad stapsgewijs met 25 centimeter te verlagen. Het realiseren van de peilverlaging is niet eenvoudig; het duurt 5 tot 10 jaar voordat die volledig gerealiseerd is. Daarvoor moeten onder andere 2 peilscheidingen en 1 of 2 gemalen gebouwd worden en 3 overstortlocaties verplaatst worden.



De oplossing gaat uit van het accepteren van de bodemdaling; het stoppen van de bodemdaling is geen realistische optie. Dat betekent dat de openbare ruimte, de riolering en het (grond)waterpeil in het compartiment blijvend mee zakken met de bodem. Bij nieuwbouw of renovatie zullen professionals hiermee dus ook voortdurend rekening mee moeten houden. Denk bijvoorbeeld aan flexibele huisaansluitingen voor de riolering en andere nutsvoorzieningen of speciale voorzieningen voor de toegankelijkheid van het gebouw. Hiervoor is technische kennis nodig over bodem, water, infrastructuur, gebouwen. In het Kaderplan is dan ook voorzien in aanvullend onderzoek naar de gevolgen voor kabels en leidingen, gebouwen, openbare ruimte etc. door bodemdaling en toenemende hoogteverschillen in de historische binnenstad.

De verlaging van het waterpeil moet vooral problemen tegengaan die veroorzaakt worden door wateroverlast. Uit onderzoek is gebleken dat de gevolgen van een drogere ondergrond door de peildaling beperkt zijn. Ook zijn er bijvoorbeeld aanzienlijk minder gebouwen in de binnenstad met een houten paalfundering dan vooraf gedacht: maximaal 50 in plaats van 400 op een totaal van 2600 gebouwen in de binnenstad.

Kijk voor meer informatie over de aanpak in Gouda en de samenwerking binnen de Coalitie Stevige stad op: gouda.nl/stevigestad



Bijlage I. Overzicht van kennisvelden gerelateerd aan droogte

Onderstaande tabel geeft een overzicht van kennisvelden gerelateerd aan droogte. De tabel is niet uitputtend maar bedoeld als vertrekpunt voor een nader gesprek over de invulling van het thema droogte in HBO- en universitaire opleidingen. De inhoud van de tabel is tot stand gekomen op basis van interviews met deskundigen uit het werkveld. Voor iedere afzonderlijke opleiding zullen bepaalde combinaties van kennisvelden relevant zijn en dus specifieke accenten moeten worden gelegd. Het is aan de opleidingen zelf om hier nader invulling aan te geven.

Onderwerp	Beleidsmatige en juridische kennisvelden	Theoretisch inhoudelijke kennisvelden	Toegepaste-, technische, praktijkgerichte- en gebiedsgerichte kennisvelden
Overkoepelend (alle thema's)	- Nationale Omgevingsvisie (NOVI)		
Bodem	- Aanvullingswet bodem Omgevingswet en Aanvullingsbesluit bodem Omgevingswet ¹⁶ Wet Bodembescherming - Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit ¹⁷ - Omgevingswet (OW) - Structuurvisie ondergrond	- Bodemkunde - Recente geologische geschiedenis (Holoceen, 12.000 geleden tot heden). - Fysische en chemische bodemprocessen - Nederlandse bodemclassificatie en eigenschappen - Bodemvruchtbaarheid en -degradatie - Hydrologie van de onverzadigde zone - Plant-water interactie (met name in perioden van droogte) - Geohydrologie - Landschapskennis	- Geologische opbouw ondergrond - Eigenschappen van bodemsoorten kennen - Bouwrijp maken - Grondmechanica

¹⁶ <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/omgevingswet/bodem-omgevingswet/>

¹⁷ <https://www.bodemrichtlijn.nl/>

Onderwerp	Beleidsmatige en juridische kennisvelden	Theoretisch inhoudelijke kennisvelden	Toegepaste-, technische, praktijkgerichte- en gebiedsgerichte kennisvelden
Water	- Europese Kaderrichtlijn water - Waterwet - Omgevingswet (OW) ¹⁸ - Deltaprogramma Zoet Water ¹⁹ - Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie ²⁰ - Programma Aanpak Grote Wateren (PAGW) ²¹ - Nationaal Waterprogramma (NWP) ²²	- Watersysteem - Water- en stoffenbalans - Waterkwaliteit - Waterketen - Watertypen - Vervuilingbronnen - Kwel en wegzijging - Hydrologische begrippen - Hydraulica - Emissieanalyses - Stofstroomanalyses - Grondwatersysteem - Geohydrologie - Plant-water interactie (met name in perioden van droogte)	- Eigenschappen van het watersysteem - Waterberging en waterretentie - Water- en irrigatiebehoefte (bij droogte) - Natuurlijke zuivering - Zuiveringstechnologie (drinkwater en rioolwater) - Riolerings - Nieuwe vormen van sanitatie - Kwel en wegzijging - Verzilting - Eutrofiëeringsproblemen (bij droogte) - Zwemwaterkwaliteitsproblemen (bij droogte)
Ecosysteem	- Natura 2000 - Wet natuurbescherming - Omgevingswet - (Europees) Visserijbeleid ²³ - Ecosysteemdiensten	- Het principe van successie - Ecologische evenwichten en verstoring - Exoten en plagen - Relaties tussen de vegetatie en het bodem en watersysteem - Historische ecologie - Landschapskennis - Vegetatiekunde	- Lokale ecologische waarden - Bufferzones - Agrarisch natuurbeheer - Stadslandbouw, ecologische groenstructuren, etc. - Bos- en natuurbeheer
Grondstoffen en circulaire economie	- Afvalbeleid - Structuurvisie ondergrond ²⁴ - Nationale Omgevingsvisie - Programma Bodem en Ondergrond - Natuurlijk kapitaal	- Stofkringlopen, - Principe van Cradle to Cradle. - Risico's van (nieuwe) stoffen in het milieu	- Aardgaswinning - Drinkwaterwinning - Koelwatergebruik
Bebouwde omgeving en infrastructuur	- Omgevingswet met daarin milieuwetgeving - Europese Milieuwetgeving en Europees milieuactieprogramma	- Planologie - Landschap - Bouwkunde - Cultuurhistorie	- Omgevingsplannen - Lokale historische kennis - Bedrijfsmatige relevante activiteiten - Bouwtechniek - Onder- en bovengrondse infrastructuur - Duurzaamheid en hergebruik materialen - Schade expertise - Omgevingsvergunning - Digitaal Stelsel Omgevingswet

¹⁸ De Omgevingswet is bij het verschijnen van deze publicatie nog niet van kracht. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet>

¹⁹ <https://www.deltaprogramma.nl/themas/zoetwater>

²⁰ <https://www.deltaprogramma.nl/>

²¹ <https://www.pagw.nl/>

²² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/03/18/bijlage-nationaal-water-programma-2022-2027>

²³ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/visserij/nederlands-visserijbeleid>

²⁴ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/06/11/structuurvisie-ondergrond>

Onderwerp	Beleidsmatige en juridische kennisvelden	Theoretisch inhoudelijke kennisvelden	Toegepaste-, technische, praktijkgerichte- en gebiedsgerichte kennisvelden
Landbouw	- Europees Landbouwbeleid in Nederland - Plattelandsontwikkelingsprogramma	- Gewaskennis - Bodemvruchtbaarheid - Bodembewerking - Duurzame landbouw - Biologische/ecologische gewasbescherming	- Zilte landbouw - Droogteminnende gewassen
Techniek	- Bouwtechnologie	- funderingskennis - kennis van bodem, water, infra, gebouw	- kennis van innovatie op techniek van flexibele nuts, riool, leidingwerk i.r.t. peilbeheer

Bijlage II. Overige relevante kennisvelden

Onderstaande tabel geeft een overzicht van technische en andere relevante kennisvelden gerelateerd aan droogte. Dit overzicht komt eveneens voort uit interviews met deskundigen uit het werkveld. Ook hiervoor geldt dat per opleiding verschillende onderwerpen relevant zullen zijn.

Onderwerp	Beleidsmatige en juridische kennisvelden	Theoretische inhoudelijke kennisvelden, kennis van methodieken en technische kennis
Governance	- Politiek en bestuurlijke basiskennis - Verdeling taken en verantwoordelijkheden tussen overheidslagen - Wet open overheid - Planprocessen	- Wet- en regelgeving - Planvormingsprocessen /procesmanagement - Decentralisatie - Burgerparticipatie - Educatie - Communicatie - Co-creatie - Marketing en mainstreaming
Kennis van ICT	- Informatiemanagement - Big data - Privacywetgeving	- Geografische tools - 3D printing - Modelling - Digitale tools - Data analyses
Nieuwe (meet)-technieken	-	- Sensortechniek - Remote sensing - Citizen science
Moderne technologie	- Ethiek - Wetgeving voor genetisch gemodificeerde organismen (GGO)	- Veredeling - Kunstmatige intelligentie - DNA technologie

Bijlage III. Overzicht van relevante houdingen en vaardigheden

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van houdingen en vaardigheden die relevant zijn voor toekomstige professionals die betrokken zijn bij vraagstukken rondom klimaatadaptatie. Deze houdingen en vaardigheden zijn in beeld gebracht vanuit het perspectief van professionals die werken aan droogteadaptatie, maar zijn relevant voor de bredere klimaatadaptatieproblematiek. Ook deze tabel kan dienen als vertrekpunt voor het gesprek over het formuleren van competenties ten behoeve van curricula in het Hoger Onderwijs en universiteiten.

Onderwerp	Houdingen	Vaardigheden	Praktijksituaties/ praktijkvoorbeelden
Creativiteit	Open staan voor nieuwe en andere meningen en ideeën.	Dwarsdenken: Buiten de gebaande paden durven treden. Een probleem vanuit verschillende invalshoeken kunnen bekijken.	Mensen aan het denken zetten, gangbare oplossingen ter discussie durven stellen. Nieuwe ideeën ontwikkelen ten opzichte van het probleem.
Integraal denken	Ervaringskennis waarderen	Ervaringskennis herkennen, op waarde schatten en weten in te zetten.	Mensen met ervaringskennis en gebiedskennis weten te vinden en inschakelen.
	Onderkennen van inhoudelijke en sociale complexiteit en nuances. Omgaan met complexiteit	Cross-sectoraal denken, koppelen van verschillende kennislagen, denken in kansen. Verschillende oplossingsrichtingen/niveaus onderscheiden binnen een probleemstelling. Ruimte geven aan verschillen in opvattingen.	Combineren van mogelijkheden (meekoppelen). Inschatten welke maatregelen kansrijk zijn en verschillende problemen gelijktijdig oplossen. Kunnen vereenvoudigen van complexe vraagstukken naar behapbare informatie.
	Kritisch denken	Uit zichzelf vragen stellen die er toe doen. Analyses kunnen maken van complexe vraagstukken, deduceren.	Vraagstukken of praktijkproblemen vanuit verschillende invalshoeken kunnen onderzoeken. Hieruit deduceren wat er aan de hand is en welke kennis er nodig is om het probleem aan te pakken.
	Denken vanuit duurzaamheid. Duurzaamheid zien als basisvoorwaarde bij het ingrijpen in de omgeving.	Zoeken van duurzame alternatieven voor gangbare oplossingen.	Duurzame alternatieven voorstellen en toepassen.
Sociale vaardigheden	Open staan voor mensen en groepen met verschillende vakgebieden, achtergronden en belangen.	Vanuit een open houding samenwerken met mensen en groepen van verschillende vakgebieden, achtergronden en belangen.	Op een open manier verschillende belangengroepen en burgers/bedrijven betrekken bij planprocessen. Samenwerken met mensen van andere vakgebieden.

Onderwerp	Houdingen	Vaardigheden	Praktijksituaties/ praktijkvoorbeelden
	Sensitieve houding naar bewoners, belangengroepen, bedrijven en bestuurslagen.	Sensitief omgaan met bewoners, belangengroepen, bedrijven en bestuurslagen.	Aansluiten bij- en sociaal vaardig zijn in het omgaan met bewoners, belangengroepen, bedrijven en bestuurslagen.
	Leiderschap, mensen verbinden	Mensen weten te verbinden rond een gemeenschappelijk doel of onderwerp.	De gemene deler weten te vinden en mensen weten te leiden en samen te brengen.
Communicatie	Taal- en uitdrukkingsvaardigheid	Helder communiceren. Correct, helder en overtuigend schrijven en dingen onder woorden brengen. Schriftelijke en mondelinge uitdrukkingsvaardigheid	Informatie correct, helder en doelgericht over brengen tijdens een project.
	Bereidheid tot kennisdelen	Kennisdelen met verschillende partijen.	Zorgen dat de juiste kennis op de juiste plaats beschikbaar is tijdens projecten.
Technische vaardigheden	Open staan voor digitale mogelijkheden	Digitale mogelijkheden op waarde schatten en vaardig zijn in het omgaan ermee.	Digitale tools doelgericht inzetten tijdens projecten.
	Ruimtelijke vaardigheden	Vaardigheid met kaarten en andere ruimtelijke en geografische instrumenten	Kaarten en geografische instrumenten doelgericht inzetten tijdens projecten.
	Rekenvaardigheid	Vaardig met getallen in wiskundige en financiële zin. Vaardig met modellen.	Wiskundige modellen kunnen begrijpen en toepassen, begrotingen kunnen begrijpen en opstellen. Rekenen met modellen als sobek, NHI
Werkhouding	(Pro)actieve, ondernemende houding.	Ondernemend handelen. Actief inspelen op ontwikkelingen en eventueel anticiperen op situaties.	Ondernemend handelen, actief op dingen afstappen en problemen oplossen.
	Flexibele en open houding naar de toekomst en naar de uitkomsten van planprocessen, geduld hebben.	Goed om kunnen gaan met een vrij grote mate van onzekerheid ten aanzien van de toekomst in het algemeen en ten aanzien van de uitkomst van planprocessen in het bijzonder.	Plotselinge veranderingen, koerswijzigingen of uitkomsten van een proces die anders zijn dan verwacht, kunnen aanvaarden en hier flexibel op kunnen inspelen (technisch, procesmatig, etc).
	Open staan voor levenslang leren en ontwikkelen.	Zelf actief blijven in het zoeken naar nieuwe kennis en inzichten en het opzoeken van leersituaties.	Leren van praktijksituaties en actief op zoek gaan naar nieuwe kennis en inzichten die de praktijk ten goede komen.
	Resultaat-, en doelgericht	Geloven in je eigen boodschap en die kunnen overbrengen en 'verkopen'.	Einddoel goed voor ogen houden. Toewerken naar een (gemeenschappelijk) doel.
	Integriteit	Eerlijk en transparant werken.	Eerlijk handelen met respect voor jezelf en anderen.

Bijlage IV. Lijst geraadpleegde professionals

- Marten Smid, Rijkswaterstaat
- Ariane Tuinenburg-Jansen, Rijkswaterstaat
- Remco de Boer, Rijkswaterstaat
- Tommy Bolleboom, Rijkswaterstaat
- Geert Roovers, Antea Groep en Saxion Hogeschool
- Peter Groenhuijzen, Hogeschool Van Hall Larenstein
- Bauke de Vries, Saxion Hogeschool
- Jeroen Ponten, Waternet
- Arianne Fijan, Gemeente Gouda
- Luuk Jacobs, KBF
- Joke van Wensem, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
- Willem Hendriks, Witteveen en Bos
- Frans van de Ven, Deltares

Bijlage V. Geraadpleegde bronnen

- Nationale Klimaat Adaptatiestrategie 2016
- Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie 2018 en het jaarlijkse Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie
- Synthesedocument Ruimtelijke Adaptatie, Achtergronddocument B3 – Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie
- Aanpak nationale Vitale en Kwetsbare functies, derde voortgangsrapportage - Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie
- Structuurvisie Ondergrond <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/06/11/structuurvisie-ondergrond>
- Diverse interne documenten van de gemeente Gouda
- Kaderplan Bodemdaling Binnenstad (KBB), Gemeente Gouda (2020)
- Notulen HBO netwerk Ruimtelijke Adaptatie 17 november 2016
- Eindrapport Beleidstafel droogte (2019) <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/12/18/eindrapportage-beleidstafel-droogte>
- Rapport Resultaten verantwoordingsonderzoek 2020 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Algemene Rekenkamer (2021) <https://www.rekenkamer.nl/publicaties/rapporten/2021/05/19/resultaten-verantwoordingsonderzoek-2020-ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat>
- 'Nederland Droogteland', René Didde (2021) <https://www.nederlanddroogteland.nl/>
- 'Landschap in Delen De fysisch-geografische regio's', H. Berendsen, E. Stouthamer, K.M. Cohen, W.Z. Hoek (2021)
- Op Waterbasis, essay, Deltares (2021) <https://www.deltares.nl/nl/nieuws/grenzen-bereikt-aan-de-maakbaarheid-van-ons-water-en-bodemsysteem/>

Zie verder de onder paragraaf 2.6 genoemde websites

Colofon

Dit is een uitgave van:

KBF, RWS (afdelingen Bodem en Ondergrond; Kennis- en Innovatiemanagement) en SME.

Email: info@kbf.nl

Tekst

Dhr. Dr. ir. G. J. Roovers, Saxion Hogeschool/Antea Group
Dhr. Drs. B. J. de Vries, Saxion Hogeschool
Dhr. Ir. P. F. Groenhuijzen, Hogeschool Van Hall Larenstein
Dhr. Dr. Ir. F. H.M. van de Ven, Deltares, TU Delft
Mevr. Ir. R. Kuiper, SME
Dhr. M. E. Smid, Rijkswaterstaat
Mevr. mr. A. K. Tuinenburg-Jansen, Rijkswaterstaat
Dhr. Drs. J. Broeders, SME
Dhr. Ing. L.R. Jacobs, KBF
Mevr. Dr. C.T. Hoogland, SME

Realisatie, vormgeving en productie

Waaninnig, Rotterdam
Januari 2023

Fotografie

Platform Slappe Bodem / Vincent Basler (omslag, pagina 16, 27)
Mediatheek Rijksoverheid, Tineke Dijkstra (pagina 12, 17)
Ariane Tuinenburg-Jansen, Rijkswaterstaat (pagina 23)



Kenniscentrum
**Bodemdaling
en Funderingen**