

Titel: Modellerings tools voor klimaatveranderingseffecten en de gevolgen daarvan voor de economie

Kernbegrippen:

Regionale klimaatscenario's; modellering van de waterbalans; hydraulische modellering; kwetsbaarheidsanalyse; kosten-batenanalyse; communicatie

Doelgroep:

Technische instrumenten: professionals op het gebied van waterbeheer
Communicatie-instrumenten: besluitvormers, belanghebbenden, algemeen publiek

Benodigde expertise om de tool te kunnen toepassen:

De tools zelf kunnen uitsluitend worden gebruikt door deskundigen, bijvoorbeeld consultants. Maar op projectmanagementniveau stellen de tools niet-deskundigen in staat de geïntegreerde aanpak te volgen die wordt beschreven in de richtsnoeren voor hun vakgebied.

Aanbevelingen in de ESPACE-strategie waarop de tool betrekking heeft:

1.	2.	3. X	4.	5.X	6.	7.X
8. X	9.	10.X	11. X	12.	13.	14. X

Zinnen die de tool koppelen aan relevante aanbevelingen uit de strategie:

- 3. De 3 A's en de 4e A – 'Action and Reflection' – zijn geïntegreerd in het communicatie-instrument dat door LfU grotendeels in overleg met belanghebbenden is ontwikkeld. Kennis van regionale klimaatveranderingsfactoren is een essentiële voorwaarde voor succesvol risicomanagement en voor het kiezen van doeltreffende maatregelen.
- 5. De door LfU ontwikkelde technische tool voorziet in instrumenten voor het integreren van klimaatveranderingsaspecten in nieuwe plannen, beleid etc.
- 7. Met de door LfU ontwikkelde technische instrumenten kunnen kwetsbaarheden worden beoordeeld, terwijl het communicatie-instrument de dialoog met politici en burgers vereenvoudigt.
- 8. De kennis die wordt verkregen door de toepassing van door LfU ontwikkelde instrumenten helpt een balans te bereiken tussen verschillende noodzakelijke maatregelen voor de implementatie van ruimtelijke ordening.
- 10. Het door LfU ontwikkelde communicatie-instrument helpt hoogwatergerelateerde klimaatrisico's te communiceren aan belanghebbenden en besluitvormers door mogelijke gevolgen van klimaatverandering te kwantificeren.
- 11. Met gebruikmaking van de door LfU ontwikkelde instrumenten kunnen door de berekening van klimaatveranderingsfactoren duurzame langetermijnoplossingen worden ontwikkeld.
- 14. De door LfU ontwikkelde instrumenten laten zien hoe geavanceerde kennis over klimaatverandering gemakkelijk in hoogwaterbeheer kan worden geïntegreerd door de berekening van aangepaste klimaatveranderingsfactoren, en maken herziening van

bestaande plannen voor hoogwaterbescherming mogelijk.

Foto/schema/kaart: [hier invoegen]

Overzicht:

De hieronder beschreven instrumenten zijn de stukken van de legpuzzel die samen de richtsnoeren van het Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) vormen voor de beoordeling van de hoogwatergerelateerde gevolgen van klimaatverandering in een stroomgebied en de bepaling van duurzame adaptatiemaatregelen. Door de juiste interactie van deze instrumenten, zoals beschreven in de richtsnoeren, kunnen de gevolgen van klimaatverandering in een stroomgebied worden beoordeeld en kunnen vervolgens de efficiëntste hoogwaterbeschermende maatregelen worden vastgesteld.

Met de hieronder genoemde instrumenten kan kwantitatieve informatie over klimaatverandering worden verkregen en kunnen de gevolgen voor regionale waterhuishoudingen worden beoordeeld. Op basis hiervan kunnen de toenemende overstromingsrisico's, de resulterende fysieke en economische gevolgen en de ecologische en sociaal-culturele gevolgen worden beoordeeld volgens de principes van duurzaamheid. Toepassing van deze instrumenten resulteert met name in de berekening van 'klimaatveranderingsfactoren', die de grondslag vormen voor een effectiviteitsanalyse van de verschillende planningsopties.

Een ander belangrijk, meer algemeen instrument is het communicatie-instrument, waarin de bovengenoemde specifieke instrumenten moeten zijn verankerd.

Beschrijving:

Bij de ontwikkeling van beheersplannen voor overstromingsrisico's wordt gebruik gemaakt van een breed scala van instrumenten. Om rekening te kunnen houden met klimaatverandering waren nieuwe, aanvullende instrumenten nodig, die in het kader van ESPACE zijn ontwikkeld en getest.

Het **eerste** instrument komt uit de wereld van de toegepaste natuur- en economische wetenschappen. Het betreft de kwantitatieve beoordeling van de gevolgen van klimaatverandering voor stroomgebieden, en omvat de volgende elementen:

1. regionale klimaatmodellen
2. waterbalansmodellen, met en zonder klimaatverandering
3. hydrologische statistieken (extreme waarden)
4. hydrodynamische modellering (waterstanden, afvoer)
5. kwetsbaarheidsanalyses: berekening van potentiële schade, met en zonder klimaatverandering

Meer in detail:

1. Regionale klimaatmodellen

Regionale klimaatmodellen leveren en kwantificeren informatie en zijn onontbeerlijk voor

alle studies naar de gevolgen van klimaatverandering.

Om voor de komende decennia uitspraken te kunnen doen over mogelijke klimaatveranderingen in het stroomgebied van de Main, moesten regionale klimaatscenario's worden ontwikkeld. Aangezien hiervoor nog geen optimale methode bestaat, kregen diverse instellingen de opdracht regionale klimaatscenario's op te stellen op basis van een 'global circulation model' (ECHAM4/OPYC3). Zij moesten drie verschillende methoden ontwikkelen, namelijk:

- een statistische downscaling-methode met gebruikmaking van clusteranalyse (Potsdam Institut für Klimafolgenforschung/PIK),
- een statistische dynamische downscaling met gebruikmaking van een classificatie van weersomstandigheden (Meteo-Research/MR) en
- een regionaal dynamisch klimaatmodel (REMO) (Max-Planck-Institut für Meteorologie/MPI).

Deze scenario's moeten worden gevalideerd in een controlerun (in onze casestudy hebben we gekozen voor de periode 1971-2000). Om de scenario's te kunnen toepassen, moeten ze worden aangepast aan de schaal die relevant is voor stroomgebiedbeheer.

Resultaten: Gedetailleerde gegevens over verwachte klimaatverandering op basis van IPCC B2- emissiescenario's voor een toekomstige periode van dertig jaar (2021-2050) op stroomgebiedniveau (ruimtelijk en temporeel gespreide resultaten inclusief veranderingen in temperatuur, neerslag, vochtigheid, aantal zonuren en windkracht) voor het stroomgebied van de Main. Deze datasets dienen als input voor de modellering van de waterbalans bij klimaatverandering.

2. **Modellering van de hydrologische gevolgen van klimaatverandering**

Modellering van de karakteristieke reactie in het casestudygebied (o.a. afvoer en waterberging in de bovenloop van het stroomgebied van de Main). Er moesten invoergegevens voor het waterhuishoudingsmodel (neerslag, temperatuur, sneeuw etc.) en op GIS (**Geographic Information System**) gebaseerde data (bodemgebruik, topografische gegevens etc.) worden opgesteld en GIS-lagen moesten worden gecombineerd en in een specifiek database-formaat worden omgezet. In de casestudy werd het waterhuishoudingsmodel ASGi gebruikt.

Na deze voorbereidende taken kunnen de actuele toestand en afgeleide waterrelevante parameters worden gemodelleerd voor de simulatie van klimaatveranderingsscenario's. Op basis daarvan kunnen de veranderingen van de watervoorraden bij klimaatverandering worden berekend aan de hand van de klimaatveranderingsscenario's en het gekalibreerde waterhuishoudingsmodel ASGi.

Resultaten: Het modelsysteem ASGi met zijn waterbalansmodel WASIM-ETH levert een toereikende procesbeschrijving en kan worden gebruikt om de gevolgen van klimaatveranderingsscenario's voor de waterbalans in het casestudygebied te modelleren. Als eerste stap zijn de waterbalansmodellen voor het stroomgebied van de Main opgezet, gekalibreerd en gevalideerd op een temporele schaal (dagelijks, periode 1961-2000) en een ruimtelijke schaal van 1000m.

3. **Hydrologische statistieken**

Karakteristieke overstromingen met en zonder klimaatverandering zijn berekend voor het stroomgebied van de Main en bijbehorende substroomgebieden. Daarnaast zijn klimaatveranderingsfactoren bepaald voor overstromingen met verschillende kansen van optreden (1 tot 100 jaar).

4. **Hydrodynamische modellering (waterstanden, afvoer etc.)**

De resultaten van de hydrologische statistieken vormen de input voor de hydrodynamische modellering van waterstanden, afvoer en stroomsnelheid. Deze resultaten worden vervolgens gecombineerd met digitale topografische modellen van het

stroomgebied om de fysieke gevolgen van de berekende overstromingen met verschillende kansen van optreden te simuleren (met en zonder klimaatverandering).

5. Kwetsbaarheidsanalyses: Berekening van potentiële schade met en zonder klimaatverandering

Een vergelijking tussen de met het hydrodynamische model berekende fysieke gevolgen en bodemgebruik, infrastructuur en onroerendgoedwaarden geeft inzicht in de mate van kwetsbaarheid van een bepaald gebied. Dit maakt de bepaling van de potentiële schade mogelijk, met en zonder klimaatverandering.

De **tweede** vernieuwing in het hoogwaterbeheer is het communicatie-instrument dat klimaatverandering in aanmerking neemt. De communicatie met alle betrokken partijen dient elke fase van het planningsproces te begeleiden om de besluitvorming en implementatie van een optimale combinatie van maatregelen voor de mitigatie van en aanpassing aan klimaatverandering te waarborgen.

In de communicatiestrategie ligt de nadruk op het communicatieproces met belanghebbenden. De belangrijkste elementen van het communicatie-instrument zijn websites met (gedetailleerde ruimtelijke) informatie over hoogwaterbescherming en mogelijke voorzorgsmaatregelen, bijeenkomsten met belanghebbenden en de verspreiding van informatiemateriaal (brochures etc.).

Auteur:

Belau, Morscheid, Schmidtke
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Meer informatie:

- „Modellierung des Wasserhaushalts des Mittleren und Unteren Mains mit Focus Fränkische Saale“
Consultant Willems en LfU, oktober 2005
- „Darstellung und Vergleich regionaler Klimaszenarien (ENKE) des Maingebiets in Bayern“
Consultant Bronstert en LfU, 2005
- “Einfluss des Klimawandels auf Wasserbilanzen und Abflüsse für Einzugsgebiete des bayerischen Mains mittels Klimaszenarien“
Consultant Willems en LfU, februari 2006
- “NA-Simulation der Fränkischen Saale unter Berücksichtigung von klimaänderungsbedingten Variationen des KOSTRA-Bemessungsniederschlags“
Consultant Hydrotec en LfU, december 2005
- “Ergänzung Schadenspotentialermittlung Fränkische Saale”
Consultant Hydrotec en LfU, maart 2007
- “ESPACE Decision Making Framework and Tools”
Halcrow-Report en EA, februari 2006