

IMAGE : an integrated model to assess the greenhouse effect

Citation for published version (APA):

Rotmans, J. (1990). *IMAGE : an integrated model to assess the greenhouse effect*. Rijksuniversiteit Limburg.

Document status and date:

Published: 01/01/1990

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Samenvatting

Dit proefschrift handelt over een computersimulatiemodel voor de broeikasproblematiek. Het broeikaseffect is een van nature voorkomend verschijnsel, dat ervoor zorgt, dat de gemiddelde temperatuur aan het aardoppervlak zo'n 33 °C warmer is, dan als dit effect er niet zou zijn. De belangrijkste broeikasgassen zijn waterdamp (H₂O), kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄), distikstofoxide (N₂O) en chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's). Door een toename van de concentratie van deze gassen wordt verwacht dat een versterkt broeikaseffect zal optreden. In hoofdstuk 1 wordt een beschrijving gegeven van dit mondiale milieuprobleem.

Tevens wordt het simulatiemodel beschouwd in het licht van de school der globale, integrale milieumodellen. Zodoende wordt voor het betreffende model, genaamd IMAGE: an Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect, een kader gesteld. Hoofdstuk 2 geeft een algemene beschrijving van IMAGE. Hierin wordt de modulaire opbouw van het model besproken, als ook een ruwe schets gepresenteerd van de afzonderlijke modules en hun onderlinge samenhang.

Vier scenario's zijn ontwikkeld, welke als basis dienen voor alle verdere modelberekeningen. Deze scenario's, nl. ongeremde groei (A), gereduceerde trend (B), veranderende trend (C), en geforceerde trend (D), worden uitgebreid beschreven. Tenslotte wordt IMAGE vergeleken met andere geïntegreerde simulatiemodellen voor het broeikasprobleem.

In hoofdstuk 3 wordt het koolstofcyclus model behandeld. Dit koolstofcyclus model bestaat uit een emissie module, een atmosferische concentratie module, een oceaan module, een terrestrische biosfeer module, en een ontbossingsmodule. Uit tal van experimenten met dit model blijkt onder meer, dat:

- zelfs drastische maatregelen niet kunnen verhinderen, dat de CO₂ concentratie de eerste tientallen jaren blijft stijgen;
- wereldwijde ontbossing een rampzalig verschijnsel is; vanwege het verloren gaan van specifieke soorten, toenemende erosie, bedreiging van de autochtone bevolking, en invloeden op lokaal en regionaal klimaat. Echter, het effect van ontbossing op de koolstofcyclus is relatief beperkt. Modelsimulaties tonen aan, dat de invloed op de gemiddelde atmosferische CO₂ concentratie hoogstens 10% is;
- de belangrijkste oorzaak van de ontbossing de almaar toenemende vraag naar landbouwgrond is;

- volgens modelsimulaties met IMAGE, bij een continuering van de huidige snelheid van ontbossing, het tropisch regenwoud binnen 60 jaar verdwenen kan zijn.

In de hoofdstukken 4, 5, 6 worden de modules van de andere broeikasgassen besproken. Alle onderliggende aannames, vereenvoudigingen, de structuur en methodiek van het modelleringsproces worden toegelicht. In hoofdstuk 4 wordt de CH_4 -CO-OH cyclus besproken en wordt aangetoond dat het weinig zin heeft alleen de methaan emissies te reduceren. Tevens wordt berekend, dat in potentie positieve terugkoppelingseffecten kunnen leiden tot een versterking van het temperatuur-effect ten gevolge van methaan.

Hoofdstuk 5 behandelt de module van distikstofdioxide, met behulp waarmee wordt aangetoond dat op de lange termijn, N_2O een belangrijk broeikasgas kan worden.

CFK's worden behandeld in hoofdstuk 6. Simulaties met de CFK module tonen aan dat een aanscherping van het Montreal Protocol onontbeerlijk is, teneinde de rol van CFK's in het broeikasprobleem te elimineren.

Hoofdstuk 7 is gewijd aan de klimaat module. Deze module, welke geen reële afspiegeling biedt van de complexe dynamiek van het klimaatsysteem, leent zich uitstekend voor het uitvoeren van gevoeligheidsexperimenten. Een serie van experimenten met deze modules is uitgevoerd. Simulaties met de klimaat module geven aan dat, in weerwil van eventuele ingrijpende maatregelen, niet te ontkomen valt aan een stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde.

In hoofdstuk 8 worden de karakteristieken van de zeespiegelstijging module geschetst. Met deze module worden schattingen gepresenteerd van een toekomstige zeespiegelstijging, aan de hand van de reeds eerder gemiddelde scenario's. De schattingen lopen ruwweg uiteen van minimaal een halve tot maximaal één meter zeespiegelstijging aan het eind van de volgende eeuw.

Hoofdstuk 9 vormt de weerslag van een verkennende studie naar de socio-economische gevolgen van het broeikas-effect voor Nederland. Voor verschillende sectoren van de Nederlandse samenleving (kustverdediging, waterhuishouding en watervoorziening) is getracht via model benaderingen de gevolgen te kwantificeren. De belangrijkste conclusie, welke aan de hand van deze simulaties kan worden getrokken, is dat de gevolgen voor Nederland weliswaar verstrekkend zijn, maar, mits tijdig wordt ingegrepen, de situatie beheersbaar blijft.

In hoofdstuk 10 wordt nader omschreven hoe een beleidswetenschap-

pelijk milieumodel als IMAGE kan worden gebruikt in het internationale besluitvormingsproces betreffende klimaatveranderingen. Aan de hand van vooraf geformuleerde globale doelstellingen, worden de verschillende wegen geschetst waarlangs deze doelstellingen zouden kunnen worden bereikt, inclusief de daarbij horende maatschappijbeelden.

In hoofdstuk 11 wordt getracht een index te ontwikkelen, waarmee lange termijn doelstellingen op het gebied van klimaatveranderingen kunnen worden geformuleerd. Het concept van de 'Temperature Increasing Potential' (TIP) wordt geïntroduceerd, als tegenhanger van de 'Ozone Depletion Factor' (ODP). Verschillende methoden worden gepresenteerd om deze TIPs te berekenen. Met deze TIPs kan voor elk broeikasgas het potentiële globale temperatuurseffect worden berekend, en omgekeerd, kan via een te bereiken globale temperatuurstoename, voor elk sporegas de bijbehorende emissiehoeveelheid worden berekend.

Hoofdstuk 12 geeft een uitgebreide beschrijving van de gevoeligheidsanalyse welke is verricht op verschillende onderdelen van het simulatiemodel. Hiervoor zijn de technieken van metamodellering en experimentele proefopzetten gebruikt. Voor verschillende modules van IMAGE zijn adequate metamodellen en experimentele proefopzetten opgesteld. Aangetoond wordt, dat deze technieken bruikbare hulpmiddelen zijn bij het uitvoeren van gevoeligheidsanalyses op complexe simulatiemodellen.

In hoofdstuk 13 tenslotte, worden de bevindingen uit dit proefschrift samengevat en geëvalueerd.