

# Health impacts of climate change and ozone depletion : an eco-epidemiological modelling approach

## Citation for published version (APA):

Martens, W. J. M. (1997). *Health impacts of climate change and ozone depletion : an eco-epidemiological modelling approach*. Maastricht University.

## Document status and date:

Published: 01/01/1997

## 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](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

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

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Samenvatting

## Gezondheidseffecten van een Klimaatverandering en Ozonafbraak: Een Eco-Epidemiologische Model Benadering

Een mondiale klimaatverandering, veroorzaakt door een toename in de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer, kan een aantal effecten op de volksgezondheid teweeg brengen. Een direct effect van een stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde is bijvoorbeeld een verandering in sterfte door temperatuurgevoelige ziekten, zoals hart- en vaatziekten of ziekten aan de luchtwegen. Een belangrijk indirect effect is de mogelijke verandering in de verspreiding van vector-gebonden infectieziekten. Ook een toename van de hoeveelheid ultraviolette (UV) straling die het aardoppervlak bereikt als gevolg van de afbraak van de stratosferische ozonlaag, kan de menselijke gezondheid beïnvloeden. Een van de effecten van een verhoogde blootstelling aan UV-B is een toename in huidkanker incidentie.

Zowel in de wetenschappelijke wereld als in beleidskringen is het erkennen van mogelijke gezondheidseffecten van een aantasting van de stratosferische ozonlaag, en met name van een klimaatverandering, langzaam op gang gekomen. Gegeven de vele onzekerheden in de analyse van deze effecten en de complexiteit van de onderliggende processen, is het merendeel van het huidige onderzoek kwalitatief of semi-kwalitatief van aard. Alhoewel de epidemiologie de basis vormt voor een kwantitatieve analyse van gezondheidsrisico's, kan voor slechts een klein deel van de te verwachten effecten van een klimaatverandering en stratosferische ozonafbraak volstaan worden met een minimale uitbreiding van de standaard epidemiologische methoden. Voor de analyse van andere gezondheidseffecten zijn geïntegreerde eco-epidemiologische modellen meer geschikt.

Dit proefschrift is als volgt opgebouwd. Een inleidend hoofdstuk geeft een beknopt overzicht van de mechanismen die ten grondslag liggen aan een mondiale klimaatverandering en de aantasting van de stratosferische ozonlaag en van de mogelijke gezondheidseffecten veroorzaakt door deze twee milieuproblemen. Ook wordt de internationale wetenschappelijke en politieke agenda met betrekking tot de analyse van deze effecten besproken.

In hoofdstuk 2 worden de verschillen tussen conventionele (milieu-) epidemiologische methoden en een eco-epidemiologische modelanalyse uiteengezet. Drie belangrijke

verschillen die dit nieuwe onderzoeksgebied karakteriseren zijn: (i) ruimtelijke schaal, d.w.z. regionale/mondiale tegenover lokale effecten; (ii) tijdsschaal, d.w.z. toekomstige tegenover huidige gezondheidsrisico's; en (iii) complexiteit, d.w.z. complexe eco-epidemiologische processen tegenover relatief eenvoudige oorzaak-gevolg relaties. Vervolgens wordt in dit hoofdstuk het modelraamwerk MIASMA (Modelling framework for the health Impact ASsessment of Man-induced Atmospheric changes) en een aantal belangrijke punten in het modelleer-proces besproken.

Hoofdstuk 3 beschrijft een modelstudie naar de effecten van een klimaatverandering op de verspreiding van malaria, schistosomiasis ('bilharzia') en dengue ('knokkelkoorts'). Modelresultaten tonen aan dat wereldwijd een significante toename te verwachten is van het aantal mensen dat risico loopt deze ziekten te krijgen. Met name streken grenzend aan de huidige verspreidingsgebieden, zoals de hooglanden in Afrika, het Andes-gebied in Zuid-Amerika en het westelijk berggebied in China, lopen een verhoogd risico op een introductie van deze vector-gebonden ziekten.

Naast een klimaatverandering is de ontwikkeling van resistentie van de malariamug en malariaparasiet tegen pesticiden, respectievelijk medicijnen, van invloed op de transmissie-dynamiek van malaria. Echter, het systeem-dynamisch malaria model dat in hoofdstuk 3 beschreven is houdt geen rekening met dit adaptieve gedrag. In hoofdstuk 4 wordt het malaria model van hoofdstuk 3 gekoppeld aan een genetisch algoritme dat de resistentie ontwikkeling van mug en parasiet modelleert. Met dit heuristisch model is, onder andere, de invloed van migratie, initiële resistentie en het 'coverage'-percentage op de resistentie-ontwikkeling geanalyseerd. Het modelleren van malaria als een complex adaptief systeem illustreert dat met name in de hoog endemische gebieden de ontwikkeling van resistentie een efficiënte malaria bestrijding in de weg staat. Een klimaatverandering kan de resistentie ontwikkeling verder doen toenemen.

In hoofdstuk 5 wordt de relatie tussen het directe effect van een temperatuursverhoging op sterfte beschreven. Gebaseerd op data van een aantal epidemiologische studies blijkt dat met name sterfte door cardiovasculaire en respiratoire aandoeningen gevoelig is voor veranderingen in de gemiddelde temperatuur. Zowel bij lage temperaturen als bij hoge temperaturen is de gemiddelde sterfte groter dan wanneer de gemiddelde temperatuur binnen de 'comfortabele' grenzen van ongeveer 16-23°C ligt. In simulaties in steden met een relatief koud klimaat is het netto effect van een temperatuurstijging van ongeveer 1°C een afname van cardiovasculaire sterfte, met name veroorzaakt door een afname van de sterfte onder oudere mensen bij koude temperaturen. In steden met een warm klimaat is het netto effect een toename van de sterfte.

De modelstudie naar het effect van een stratosferische ozonafname op de incidentie van huidkanker in Australië en Nederland, gepresenteerd in hoofdstuk 6, toont duidelijk de vertragsmechanismen in de oorzaak-effect keten aan. Zo is de gemiddelde tijdsduur tussen de piek in ozonafbraak en de piek in huidkanker incidentie ongeveer 50 jaar, veroorzaakt door het feit dat het ontstaan van huidkanker afhangt van een cumulatieve blootstelling aan ultraviolette straling. Ondanks de vele onzekerheden in deze

modelstudie, zullen de vertragingmechanismen en de vergrijzing van de Nederlandse en Australische bevolking een toename van het aantal huidkanker gevallen in de toekomst laten zien. Echter, een vermindering van de blootstelling van de huid aan UV-B straling door een verandering van levensstijl, kan deze stijging sterk reduceren.

In hoofdstuk 7 worden de bevindingen van dit proefschrift samengevat en geëvalueerd en worden aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek. De onderwerpen, die in dit proefschrift besproken zijn, tonen aan dat een mondiale klimaatverandering en een aantasting van de ozonlaag de menselijke gezondheid op een aantal manieren kunnen beïnvloeden. Alhoewel sommige effecten gunstig kunnen zijn (b.v. een afname van sterfte door 'temperatuurstress' in relatief koude klimaten), is het merendeel van de te verwachten effecten schadelijk voor de gezondheid (met name is een toename van vectorgebonden infectieziekten en huidkanker incidentie te verwachten). Echter, de ontwikkeling van geïntegreerde simulatie-modellen voor de analyse van deze effecten staat nog steeds in de kinderschoenen. De 'eerste-generatie' modellen die in dit proefschrift besproken worden, zijn dan ook met name bedoeld om ons inzicht in de onderliggende processen m.b.t. een klimaatverandering, aantasting van de ozonlaag en gezondheidseffecten te vergroten. Verder is dit proefschrift bedoeld als een bijdrage aan de discussie met betrekking tot de ontwikkeling van methoden voor de analyse van de interacties tussen mondiale milieuverstoreningen, ecosystemen en menselijke gezondheid.