
Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden

Aanbevelingen voor onderzoek

Gezondheidsraad





Aan de Minister van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

Onderwerp : aanbieding advies
Uw kenmerk : GZB/C&O/2271041
Ons kenmerk : -648\EvR\RA\673-W
Bijlagen : 1
Datum : 4 februari 2003

Mijnheer de minister,

Op 6 mei 2002 ontving ik van uw ambtsvoorganger, mede namens de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu en de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, het verzoek te adviseren welk wetenschappelijk onderzoek naar gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden in Nederland gedaan zou kunnen worden. In het voorliggende advies geeft de Commissie Elektromagnetische velden van de Gezondheidsraad antwoord op die vraag. Ik bied u deze publicatie, die besproken is door de Beraadsgroep Stralingshygiëne, hierbij aan.

Overeenkomstig de adviesaanvraag heb ik dit advies vandaag ook aangeboden aan de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu en de Staatssecretaris van Economische Zaken. Tevens heb ik het advies aangeboden aan de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, de Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en de Minister van Defensie.

Hoogachtend,

Prof. dr JA Knottnerus

Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden

Aanbevelingen voor onderzoek

aan:

de minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport

de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

de staatssecretaris van Economische Zaken

de minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid

de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen

de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

de minister van Defensie

Nr 2003/03, Den Haag, 4 februari 2003

De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement “voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid” (art. 21 Gezondheidswet).

De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn & Sport, Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieubeheer, Sociale Zaken & Werkgelegenheid, en Landbouw, Natuurbeheer & Visserij. De Raad kan ook eigener beweging adviezen uitbrengen. Het gaat dan als regel om het signaleren van ontwikkelingen of trends die van belang kunnen zijn voor het overheidsbeleid.

De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden in bijna alle gevallen opgesteld door multidisciplinair samengestelde commissies van—op persoonlijke titel benoemde—Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt het advies downloaden van www.gr.nl.

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:
Gezondheidsraad. Gezondheidseffecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden: Aanbevelingen voor onderzoek. Den Haag: Gezondheidsraad, 2003; publicatie nr 2003/03.

Preferred citation:
Health Council of the Netherlands. Health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields: Recommendations for research. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2003; publication no. 2003/03.

auteursrecht voorbehouden

all rights reserved

ISBN: 90-5549-472-0

Inhoud

Samenvatting 7

Executive summary 12

1 Inleiding 17

1.1 De adviesaanvraag 18

1.2 Opzet van het advies 19

2 Kennis over gezondheidseffecten 20

2.1 Effecten op korte en lange termijn 20

2.2 Thermische en niet-thermische effecten 21

2.3 Directe en indirecte effecten 21

2.4 Gevoelige groepen 22

3 Uitgangspunten voor aanbevelingen over onderzoek 23

3.1 Waarom nader onderzoek? 23

3.2 Uitgangspunten voor de aanbevelingen 25

3.3 Kenniscentrum 26

4 In vitro onderzoek 28

4.1 Overzicht lopend onderzoek 28

4.2 Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen 29

4.3	Voorstellen voor onderzoek in Nederland	29
<hr/>		
5	In vivo onderzoek	30
5.1	Overzicht lopend onderzoek	30
5.2	Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen	31
5.3	Voorstellen voor onderzoek in Nederland	32
<hr/>		
6	Humaan experimenteel onderzoek	33
6.1	Overzicht lopend onderzoek	33
6.2	Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen	33
6.3	Voorstellen voor onderzoek in Nederland	34
<hr/>		
7	Epidemiologisch onderzoek	36
7.1	Overzicht lopend onderzoek	36
7.2	Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen	37
7.3	Voorstellen voor onderzoek in Nederland	37
<hr/>		
8	Dosimetrisch / modelmatig onderzoek	39
8.1	Overzicht lopend onderzoek	39
8.2	Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen	40
8.3	Voorstellen voor onderzoek in Nederland	40
<hr/>		
9	Conditie voor onderzoek	42
9.1	Samenwerking	42
9.2	Publicatie	42
9.3	Fasering	42
9.4	Organisatie	43
<hr/>		
	Literatuur	44
<hr/>		
	Bijlagen	46
A	De adviesaanvraag	47
B	De commissie	49
C	Lijst van afkortingen	51

Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

Blootstelling aan elektromagnetische velden die afkomstig zijn van apparatuur voor mobiele telecommunicatie is in toenemende mate een bron van zorg in de maatschappij. De verontrusting groeit dat die blootstelling kan leiden tot nadelige effecten op de gezondheid. Mede naar aanleiding van een motie van de Tweede Kamer heeft de regering aan de Gezondheidsraad de vraag voorgelegd welk onderzoek in Nederland verricht zou kunnen worden om beter inzicht te verkrijgen in eventuele gezondheidseffecten van blootstelling aan elektromagnetische velden. In dit advies doet de commissie Elektromagnetische velden van de Gezondheidsraad voorstellen daartoe.

In eerdere adviezen heeft de commissie een overzicht gegeven van de wetenschappelijke kennis over de invloed van elektromagnetische velden op de gezondheid. Op grond hiervan en op basis van een inventarisatie van lopend onderzoek, geeft zij aan waar de belangrijkste lacunes in de kennis liggen en welke vragen in eerste instantie beantwoord moeten worden om de maatschappelijke ongerustheid tegemoet te komen. De commissie doet aanbevelingen voor onderzoek van verschillende aard: *in vitro*, *in vivo*, humaan-experimenteel, epidemiologisch en dosimetrisch/modelmatig.

Kenniscentrum

Alvorens in te gaan op welk onderzoek in Nederland verricht zou kunnen worden, beveelt de commissie sterk aan om een in de universitaire structuur ingebed wetenschappelijk kenniscentrum op te zetten rond de effecten van elektromagnetische velden op de gezondheid. Het zou onder meer tot taak moeten hebben om de kennis die

in Nederland binnen enkele relatief geïsoleerd opererende onderzoeksgroepen aanwezig is, te bundelen en uit te breiden. Het kenniscentrum zou het onderzoek in Nederland moeten coördineren, de grote lijnen ervan bewaken en het onderzoek afstemmen op de wetenschappelijke ontwikkelingen elders in de wereld. Tevens moet het kenniscentrum een rol vervullen in het universitaire onderwijs over dit onderwerp. Realisatie van deze taken is alleen haalbaar door middel van het inzetten van een coördinator met uitgebreide kennis van de problematiek rond elektromagnetische velden.

***In vitro* onderzoek**

De commissie beveelt aan om in Nederland *in vitro* onderzoek te verrichten naar de interactie van elektromagnetische velden met chemische en fysische agentia. Met name in beroepsmatige situaties komt gecombineerde blootstelling veel voor. Betere kennis van de effecten daarvan is van groot belang.

***In vivo* onderzoek**

Op dit moment is het niet zinvol voorstellen te doen voor in Nederland uit te voeren proefdieronderzoek. De voornaamste vraagstukken waarvoor dit type onderzoek het meest geëigend is, worden reeds elders bestudeerd.

Humaan experimenteel onderzoek

Gezien de maatschappelijke onrust over gezondheidsklachten, het vrijwel ontbreken van goede onderzoeksgegevens op dit gebied en de mogelijkheid dat er voor elektromagnetische velden gevoelige subpopulaties bestaan, is dit type onderzoek zeer gewenst. De commissie stelt voor om de inspanningen vooral te richten op onderzoek naar gezondheidsklachten die men toeschrijft aan blootstelling aan elektromagnetische velden. Het is bij dit onderzoek een vereiste dat de effecten objectiveerbaar zijn.

Dit type onderzoek, dat experimenteel van opzet is en plaats vindt onder gecontroleerde omstandigheden in een proefopstelling, kan goed in Nederland worden uitgevoerd en vindt thans ook op beperkte schaal plaats. De mogelijkheden voor het verrichten van dit soort onderzoek in Nederland zouden uitgebreid moeten worden. Voor het verkrijgen van een goed inzicht in eventuele oorzaak-gevolg relaties is het essentieel dat ook de effecten van verschillende blootstellingskarakteristieken zoals veldsterkte, frequentie en pulsvorm worden bestudeerd.

Epidemiologisch onderzoek

De commissie vindt het van belang dat er in Nederland onderzoek wordt gedaan naar het optreden van negatieve gezondheidseffecten in relatie tot het gebruik van mobiele telefoons en het wonen in de nabijheid van GSM-basisstations of radio- en televisiezenders. Zij pleit voor een tweeledige aanpak:

- het uitvoeren van epidemiologisch onderzoek met een experimentele opzet naar het optreden van subjectieve gezondheidsklachten bij omwonenden van GSM-basisstations. Daarnaast moeten de effecten van voorlichting en van monitoring worden onderzocht.
- het verrichten van een grootschalig cohortonderzoek naar een verband tussen blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden en een verscheidenheid aan gezondheidseffecten, waaronder het voorkomen van kanker. Enkele belangrijke vereisten voor een dergelijk onderzoek zijn, dat de blootstelling kwantificeerbaar is, dat er voldoende blootstellingscontrast is en dat het onderzoek zich over voldoende lange tijd uitstrekt. Verschillende blootstellingsfactoren kunnen in een dergelijk onderzoek gelijktijdig worden onderzocht. De belangrijkste parameter moet het gebruik van een mobiele telefoon zijn, maar ook het wonen in de nabijheid van een radio- en televisiezender kan worden onderzocht. Voor dit onderzoek kan aansluiting gezocht worden bij in Nederland lopend cohortonderzoek. Een andere mogelijkheid is deelname aan onderzoek dat in het buitenland wordt opgezet.

De commissie heeft twijfels over de mogelijkheden om zinvol onderzoek te verrichten naar het voorkomen van kanker of andere ziekten bij omwonenden van GSM-basisstations. De belangrijkste reden daarvoor is dat zij aan slechts zeer lage veldsterktes worden blootgesteld, ook ten opzichte van de veldsterktes die afkomstig zijn van andere bronnen, zoals radio- en televisiezenders. Voordat er gevraagd wordt om voorstellen voor dit soort onderzoek, zou eerst de haalbaarheid ervan onderzocht moeten worden. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van de ervaringen die men op dit moment in Duitsland opdoet met het opzetten van dergelijk onderzoek. Voor radio- en televisiezenders gelden deze argumenten niet. Vandaar dat deze hierboven als in het cohortonderzoek mee te nemen bronnen zijn genoemd.

Dosimetrisch/modelmatig onderzoek

De huidige blootstellingslimieten zijn opgesteld voor blootstellingen in het zogenoemde verre veld. In de praktijk komen echter steeds vaker blootstellingen in het nabije veld voor. Dat geldt met name bij het gebruik van een mobiele telefoon, waarbij de antenne

zich immers dicht bij het lichaam bevindt. De commissie vindt daarom dat er in Nederland onderzoek gedaan moet worden naar de vertaling van de basisbeperkingen naar referentiewaarden voor blootstellingen in het nabije veld. Dat wil zeggen dat er voor wat betreft radiofrequente elektromagnetische velden een beter inzicht dient te komen in de relatie tussen de *Specific Absorption Rate* (SAR; de grootte waarin de basisbeperking wordt uitgedrukt) en meetbare grootheden zoals het elektrische en magnetische veld en de vermogensdichtheid van het elektromagnetische veld, en meer kennis over de interactie van het elektromagnetische veld met biologische structuren.

Daarnaast is er behoefte aan goede modellering van het veld dat door een antenne wordt opgewekt en aan onderzoek naar de modellering van reeds bekende effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden (in het radiofrequente gebied de warmte-ontwikkeling).

Teneinde de dosimetrie van met name het epidemiologisch onderzoek te ondersteunen adviseert de commissie de ontwikkeling van geschikte apparatuur om over een breed frequentiegebied veldsterktegegevens in de woon- of werkomgeving over een vooraf vast te stellen periode te kunnen registreren.

De commissie pleit ten slotte voor het opzetten van een gespecialiseerde groep deskundigen, die zorg kan dragen voor de dosimetrische aspecten van de verschillende in Nederland uit te voeren onderzoeken. Die zeer specifieke expertise hoeft dan niet door verschillende onderzoeksgroepen apart te worden ontwikkeld en de dosimetrie kan steeds door dezelfde specialisten worden uitgevoerd. Dit verhoogt de kwaliteit van de onderzoeken.

Verdere aanbevelingen

De commissie vindt het van het grootste belang dat er samenwerking tot stand komt tussen Nederlandse onderzoekers en buitenlandse groepen, mede om op termijn in aanmerking te kunnen komen voor medefinanciering van in Nederland uit te voeren onderzoek door internationale financieringsprogramma's, zoals het 6^e Kaderprogramma van de Europese Unie.

Fasering

In de adviesaanvraag wordt gevraagd naar de tijdsfasering van het voorgestelde onderzoek, mede in het licht van het *International EMF Project* bij WHO. De eindrapportage van dit project over de effecten van radiofrequente elektromagnetische velden is voorzien in 2004. Het is niet realistisch te verwachten dat er dan al resultaten beschikbaar zijn van onderzoek dat in Nederland uitgevoerd zal worden volgens de in dit advies geformuleerde aanbevelingen.

De commissie wijst er echter op dat ook het WHO-project geen definitief antwoord kan geven op de vraag of blootstelling aan elektromagnetische velden tot nadelige gezondheidseffecten kan leiden. Met name de vraag of langdurige blootstelling aan de velden die opgewekt worden door de antennes van mobiele telefoons en hun basisstations tot ziekte kan leiden, vereist een langere observatieperiode dan tot 2004. Daarom zal er ook na afronding van het WHO EMF Project verder onderzocht moeten worden of er gezondheidseffecten detecteerbaar zijn. De in dit advies voorgestelde onderzoeken zijn daar op gericht. De commissie vindt het echter wel noodzakelijk dat, indien de voorstellen uit dit advies worden overgenomen, zo snel mogelijk financiële middelen ter beschikking worden gesteld, zodat op korte termijn een start gemaakt kan worden met het indienen van onderzoeksvorstellen en het uitvoeren van onderzoek. Dit is van belang om zo snel mogelijk aansluiting te krijgen bij de internationale onderzoeksinspanningen. Daarnaast is onderzoek in Nederland op dit gebied ook van belang vanwege de grote maatschappelijke relevantie en de bezorgdheid over mogelijke gezondheidseffecten van onder meer mobiele telecommunicatie.

Organisatie

De commissie stelt voor om de in dit advies geformuleerde onderzoeken voor wat betreft de biologische onderwerpen organisatorisch onder te brengen bij de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk onderzoek, NWO, en ZonMw. De technische onderwerpen zijn het best op hun plaats bij de Stichting Technische Wetenschappen, STW.

Executive Summary

Health Council of the Netherlands. Health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields: Recommendations for research. The Hague: Health Council of the Netherlands, 2003; publication no. 2003/03

Exposure to electromagnetic fields generated by mobile telecommunication equipment is a growing source of concern in the population. Anxiety increases that such exposure may lead to adverse health effects. The Health Council of the Netherlands was asked by the Government, partly because of a motion of the Second Chamber of Parliament, what research might be performed in the Netherlands to obtain a better insight into possible health effects of exposure to electromagnetic fields. In this report the Electromagnetic Fields Committee of the Health Council makes proposals to this end.

In earlier reports the committee has given an overview of the scientific knowledge with respect to health effects of electromagnetic fields. On the basis of this understanding and an inventory of ongoing research, it indicates the most important gaps in knowledge and which questions should be answered first to meet public disquiet. The committee proposes various types of studies: *in vitro*, *in vivo*, human experimental, epidemiological and dosimetry and model studies.

Centre of expertise

Before discussing what research might be performed in the Netherlands, the committee strongly recommends to establish a Centre of expertise regarding health effects of electromagnetic fields. One of the tasks of this centre, that should have an academic setting, should be to combine and expand the knowledge that is presently available in the Netherlands within several relatively isolated operating research groups. Furthermore it should coordinate research in the Netherlands, guard its broad outlines

and gear it to the worldwide scientific developments. The Centre of expertise should also have a role in academic teaching activities on this subject. These tasks can only be realized if a coordinator is appointed with a broad knowledge of electromagnetic field issues.

***In vitro* studies**

The committee recommends to perform *in vitro* studies in the Netherlands into the interaction of electromagnetic fields and chemical and physical agents. Especially in the working environment combined exposure frequently occurs. A better knowledge of its possible effects is very important.

***In vivo* studies**

According to the committee it is not advisable at this time to make proposals for animal studies to be performed in the Netherlands. The most important questions for which this type of research is indicated, are being studied elsewhere.

Human experimental research

Health complaints are a major source of public anxiety and adequate data on the relation between such complaints and electromagnetic field exposure is virtually lacking. The existence of sensitive subpopulations cannot be excluded. Therefore experimental human studies are urgently needed. The committee proposes to focus on studies of subjective complaints, under the condition that the effects can be objectively established.

This type of research, that is of an experimental nature and takes place under controlled conditions, can very well be performed in the Netherlands. A small-scale study is currently being carried out. The committee recommends to expand the possibilities to perform this type of research in the Netherlands. In order to obtain a better understanding of possible causal relations it is essential that various exposure characteristics are being investigated, for instance field strength, frequency and pulse shape.

Epidemiological studies

The committee thinks it is important to investigate the incidence of adverse health effects in relation to the use of mobile telephones and living near GSM base stations or

radio and television transmitters in the Netherlands. A two tier approach is recommended:

- to perform an experimental epidemiological study into the occurrence of subjective health complaints in people living near GSM base stations. Also the effects of providing information and of monitoring should be assessed.
- to perform a large-scale cohort study into the relationship between electromagnetic field exposure and a variety of health effects, including cancer. Important requisites for such study are that the exposure can be quantified, that there is sufficient exposure contrast and that the study extends over a sufficiently long period of time. The most important variable should be the use of a mobile telephone, but also living near radio and television transmitters could be investigated. This study could be incorporated in cohort studies presently ongoing in the Netherlands. Alternatively, participation in studies being set up elsewhere could be considered.

The committee doubts the usefulness of studying the incidence of cancer and other diseases in people living near GSM base stations. The most important reason for this is that such people are exposed to only very low field strengths, also if these are considered relative to field strengths from other sources such as radio and television transmitters. Before proposals for this type of research should be requested, its feasibility should be investigated. In Germany such studies are currently being set up. The experiences gained with that could be used. These arguments do not apply to radio and television transmitters. Therefore these have been suggested as sources to be included in the cohort study mentioned above.

Dosimetry and model studies

Current exposure limits have been drawn up for so called far field exposures. In practice, however, exposures in the near field increasingly occur. This is especially the case with the use of a mobile telephone, because the antenna of such devices are close to the body. The committee therefore thinks that studies should be performed in the Netherlands how the basic restrictions can be translated into reference levels under near field exposure conditions. This means that a better insight is necessary into the relation between the SAR and easily measurable quantities such as the electric and magnetic field strength and the power density of the electromagnetic field. Also more knowledge is needed on the interaction of electromagnetic fields and biological structures.

There is also a need for adequate modelling of the fields generated by an antenna and for research into modelling of the known effects of electromagnetic field exposure (the heating in the radiofrequency range).

In order to support the dosimetry of especially the epidemiological studies the committee recommends to develop suitable measuring devices that can register field strength data over a wide frequency range in the living and working environment over a set period of time.

The committee finally makes a plea to establish a specialized group of experts that should be responsible for the dosimetrical aspects of the various studies to be performed in the Netherlands. This will prevent that such highly specific expertise has to be developed in each individual research group. Also the dosimetry can be performed by the same groups of experts, which increases the quality of the studies.

Further recommendations

The committee thinks it is of the utmost importance that collaboration be established between researchers from the Netherlands and other countries. One of the reasons being to create the possibility to qualify for additional financing of studies in the Netherlands from international sources, such as the 6th Framework Program of the European Union.

Time frame

In the request for advise the time scheduling of the studies is asked for, especially within the context of the WHO's International EMF Project. The final report of this Project with respect to radiofrequency electromagnetic fields is scheduled for the end of 2004. It is not realistic to expect that results from studies to be performed in the Netherlands according to the present proposals will be available by then.

The committee stresses, however, that also the WHO Project cannot give the definite answer to the question whether exposure to electromagnetic fields may lead to adverse health effects. Especially the question whether long-term exposure to the fields generated by the antennas of mobile telephones and their base stations may result in disease needs a longer period of observation than until 2004. Therefore also after completion of the WHO International EMF Project the possible occurrence of health effects should be constantly monitored. The studies proposed in this report are aimed at that. The committee does think that, should the proposals from this report be adopted, it is necessary that funds are made available at short notice, in order to allow the tendering of research proposals and to perform the studies. This is important in order to join in with the international research efforts. Additionally, research in the Netherlands is of importance because of its high social relevance and the concern about possible health effects of mobile telecommunication.

Organization

The committee proposes to accommodate the research formulated in this report with the Netherlands Organization for Scientific Research (NWO) and the Netherlands Organisation for Health Research and Development (ZonMw) with respect to the biological subjects, and with the Foundation for Technical Sciences (STW) with respect to the technical subjects.

Inleiding

Het gebruik van draadloze communicatie en overdracht van (digitale) informatie is in de afgelopen decennia enorm toegenomen. Naast de ontwikkelingen in de radio- en televisiediensten is die toename ook te vinden in de groei van infrastructuur en diensten in de mobiele communicatie. Met name mobiele telefonie heeft een stormachtige groei doorgemaakt. Het is de verwachting dat deze trend zich zal voortzetten, waardoor men steeds vaker met steeds meer draadloze toepassingen te maken zal krijgen.

Een gevolg van deze ontwikkelingen is, dat het aantal antenne-opstelpunten sterk is toegenomen. De zichtbare aanwezigheid van bronnen van elektromagnetische velden, veelal bestempeld als ‘straling’, heeft bij sommigen in de bevolking geleid tot zorgen over mogelijk negatieve gevolgen voor de gezondheid en het welbevinden als gevolg van blootstelling aan deze velden.

Zorgen worden ook geuit door mensen die beroepsmatig gebruik maken van draadloze communicatie, zoals medewerkers van de Nederlandse hulpdiensten (politie, brandweer, ambulance). Dit is met name relevant in verband met de introductie van TETRA (*Terrestrial Trunked Radio*), in de vorm van het door alle hulpdiensten te gebruiken C2000 communicatie-systeem.

Communicatie-toepassingen zijn echter niet de enige bron van toenemende maatschappelijke zorg. Ook het biomedische gebruik van elektromagnetische velden groeit sterk. Zo neemt bijvoorbeeld de beschikbaarheid van MRI-apparatuur toe, en daarmee ook de blootstelling van personeel.

De wetenschappelijke ontwikkelingen met betrekking tot onderzoek naar gezondheidseffecten van blootstelling aan elektromagnetische velden en naar de invloed van de nieuwe technologieën op het welzijn, lopen achter bij de technische ontwikkelingen. De wetenschap kan derhalve op dit moment niet op alle vragen die er onder de bevolking leven een afdoende antwoord geven. Daarom is meer en gericht onderzoek noodzakelijk. Op grond van de huidige inzichten is het niet de verwachting dat er inderdaad gezondheidseffecten gevonden worden, maar het vermoeden van afwezigheid daarvan behoeft versterking. In voorgaande adviezen heeft de Gezondheidsraad al aanbevelingen voor dergelijk onderzoek gedaan. In dit advies wordt, op verzoek van de regering, daarop voortgebouwd.

1.1 De adviesaanvraag

Het kabinet heeft medio 2001 de nota Nationaal Antennebeleid goedgekeurd. Daarin is rekening gehouden met de conclusies en aanbevelingen uit eerdere adviezen van de Gezondheidsraad met betrekking tot gezondheidsaspecten van blootstelling aan elektromagnetische velden.

Bij de behandeling van deze nota verzocht de Tweede Kamer in de met algemene stemmen aangenomen ‘motie van het lid Wagenaar *c.s.*’ de regering initiatieven te nemen om tot ‘onafhankelijk wetenschappelijk epidemiologisch onderzoek te komen naar de effecten van straling door antennes op langere termijn, en onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek te laten verrichten naar geuite klachten.’

De minister van VROM heeft op 25 april 2002, mede namens de minister van VWS, aan de Tweede Kamer het Actieprogramma Gezondheid en milieu aangeboden⁽¹⁾. In dit programma wordt aangegeven dat in het kader van het thema ‘Onderzoek, monitoring en signalering’ een onderzoeksprogramma ‘Milieu en gezondheid’ wordt ontwikkeld. Elektromagnetische velden zijn een van de milieufactoren die in dat programma opgenomen worden, waarbij met name de maatschappelijk onrust over blootstelling aan deze velden de belangrijkste drijfveer voor onderzoek is.

Op 6 mei 2002 ontving de voorzitter van de Gezondheidsraad van de minister van VWS, mede namens de minister van VROM en de staatssecretaris van V&W, het verzoek te adviseren welk onderzoek in Nederland zou kunnen worden uitgevoerd, mede om uitvoering te geven aan de motie-Wagenaar *c.s.*. De adviesaanvraag is opgenomen als bijlage A bij dit advies. De voorzitter van de Gezondheidsraad heeft deze adviesaanvraag ter beantwoording voorgelegd aan de semi-permanente Commissie Elektromagnetische velden. De samenstelling van deze commissie staat in bijlage B.

1.2 Opzet van het advies

Draadloze communicatie en overdracht van informatie vindt in veel gevallen plaats door middel van elektromagnetische velden met frequenties tussen ruwweg 3 kHz en 300 GHz. In dit advies beperkt de beschrijving van gezondheidseffecten zich tot dit frequentiegebied. Mogelijke effecten van blootstelling aan de 50-Hz elektromagnetische velden die afkomstig zijn van de elektriciteitsvoorzieningen, zoals hoogspanningslijnen, vallen buiten het kader van dit advies.

De vragen uit de adviesaanvraag zijn:

- Welk aanvullend onderzoek is nodig om een beter inzicht te krijgen in de mogelijke lange termijn effecten van radiofrequente straling gebruikt voor mobiele telecommunicatie en in de geuite klachten?
- Welke nuttige bijdrage zou daaraan vanuit Nederland, mede gezien de hier beschikbare expertise, kunnen worden geleverd?
- Welke tijdsfasering zou voor dergelijk onderzoek mede gezien het WHO-programma nodig en realistisch zijn?
- Hoe zou dergelijk onderzoek het beste aangestuurd kunnen worden?

In dit advies geeft de commissie antwoord op deze vragen. Zij heeft een inventarisatie uitgevoerd van lopend onderzoek in binnen- en buitenland en heeft kennis genomen van de aanbevelingen voor onderzoek van andere organisaties. Op grond van deze informatie, en voortbordurend op aanbevelingen in eerdere adviezen, doet zij voorstellen voor in Nederland uit te voeren onderzoek. Daaraan vooraf gaan een beschouwing over de huidige kennis over gezondheidseffecten van elektromagnetische velden (hoofdstuk 2) en een uiteenzetting over de uitgangspunten van waaruit de commissie haar aanbevelingen formuleert (hoofdstuk 3). In de hoofdstukken daarna komen diverse typen onderzoek aan de orde: *in vitro* onderzoek (hoofdstuk 4); *in vivo* onderzoek (hoofdstuk 5); humaan experimenteel onderzoek (hoofdstuk 6); epidemiologisch onderzoek (hoofdstuk 7) en dosimetrisch en modelmatig onderzoek (hoofdstuk 8). Hoofdstuk 9 ten slotte, gaat in op fasering en organisatie van het voorgestelde onderzoek.

Kennis over gezondheidseffecten

In eerdere adviezen van de Gezondheidsraad ⁽⁹⁻¹²⁾ zijn bekende en mogelijke effecten van elektromagnetische velden op de gezondheid uitgebreid behandeld. Dit advies geeft daarom slechts een globaal overzicht van deze effecten. Dit hoofdstuk volgt de verschillende indelingen van gezondheidseffecten die gangbaar zijn

2.1 Effecten op korte en lange termijn

Allereerst kan een onderscheid gemaakt worden tussen effecten die op korte termijn optreden, dat wil zeggen gedurende of direct volgend op de blootstelling, en langetermijneffecten. Deze laatste kunnen weken tot zelfs jaren na blootstelling pas aan het licht komen. Met name bij een mogelijke invloed op het ontstaan of de ontwikkeling van kanker gaat het om langetermijneffecten: van sommige vormen van kanker is bekend dat ze pas vele jaren na blootstelling aan de veroorzakende factor aan het licht komen. Uiteraard zijn dergelijke langetermijneffecten altijd het gevolg van processen die op het moment van blootstelling plaats vinden. In veel gevallen kan het lichaam de schadelijke gevolgen van dergelijke kortetermijneffecten neutraliseren, maar soms lukt dat niet en kan de initiële schade zich ontwikkelen tot een pas veel later merkbaar gezondheidseffect.

2.2 Thermische en niet-thermische effecten

Een tweede indeling die vaak wordt gemaakt, is een indeling in thermische en niet-thermische effecten. Wanneer een organisme wordt blootgesteld aan elektromagnetische velden met frequenties hoger dan circa 100 kHz, wordt een deel van de elektromagnetische energie in de weefsels opgenomen en omgezet in warmte. Dit kan leiden tot biologische effecten en tot gezondheidsschade. Deze warmte-effecten zijn kortetermijneffecten. Ze zijn wetenschappelijk goed onderzocht en dienen als basis voor de blootstellingslimieten in het betreffende frequentiegebied ^(11,12,14,21).

Alle andere mogelijke effecten vallen in de categorie ‘niet-thermische effecten’. Bij frequenties lager dan circa 100 kHz treden alleen niet-thermische effecten op. Het belangrijkste effect in het lage-frequentiegebied is de geïnduceerde stroom. Hiermee wordt een elektrische stroom in het lichaam bedoeld die kan ontstaan bij blootstelling aan een magnetisch wisselveld of door ladingverschuiving op het lichaam bij blootstelling aan een elektrisch wisselveld. Daarnaast kan een ontladingsstroom door het lichaam optreden als in een elektrisch veld door een mens in contact met de aarde een geïsoleerde geleider wordt aangeraakt, of als een geïsoleerd persoon een geaarde geleider aanraakt. Ook de fysiologische en gezondheidseffecten van dergelijke elektrische stromen in het lichaam zijn wetenschappelijk goed bekend en dienen als basis voor de blootstellingslimieten beneden 10 MHz. Deze effecten treden alleen tijdens blootstelling op en vallen daarmee in de categorie kortetermijneffecten.

Doorgaans worden onder niet-thermische effecten echter die effecten verstaan, die (mogelijk) optreden bij blootstelling aan elektromagnetische velden met hoge frequenties, waarbij geen noemenswaardige thermische belasting optreedt. In feite is dit een verzamelbegrip voor alle mogelijke, zeer uiteenlopende verschijnselen. Het kan hierbij gaan om kortetermijneffecten, maar ook om verschijnselen die pas korte of lange tijd na blootstelling optreden, zoals een invloed op de ontwikkeling van kanker. De wetenschappelijke gegevens over deze effecten zijn niet eenduidig en van de effecten die zich mogelijk voor kunnen doen is het niet duidelijk of en zo ja, hoe ze tot gezondheidsschade zouden kunnen leiden.

2.3 Directe en indirecte effecten

Een ander onderscheid is dat tussen directe en indirecte effecten. Bovengenoemde categorieën vallen onder de noemer “directe effecten”, want zij zijn het directe gevolg van inwerking van de elektromagnetische velden op het organisme. Indirect kan

blootstelling aan dergelijke velden echter ook gevolgen hebben, en wel op de volgende manieren.

Allereerst kunnen er gezondheidsproblemen ontstaan door verstoring van de goede werking van elektrische of elektronische apparatuur die voor het functioneren, voor de gezondheid of voor de veiligheid van de gebruiker van belang zijn. Voorbeelden zijn rolstoelen; infuuspompjes; pacemakers; elektronica in voertuigen. Externe elektromagnetische velden kunnen een negatieve invloed hebben op het adequaat functioneren van dergelijke apparatuur indien deze niet voldoende is afgeschermd tegen deze invloeden, of indien de sterkte van het externe veld te hoog is. In dit advies wordt aan deze problemen geen verdere aandacht besteed. Dit is een taak voor meer technische organisaties zoals CENELEC.

Andere indirecte effecten zijn die op het gebied van het welbevinden. Hinder, bijvoorbeeld, of een negatief effect op de beleving van de kwaliteit van de omgeving. Dit kan het gevolg zijn van het wonen in de buurt van een zendmast in de wetenschap dat door deze mast elektromagnetische velden (veelal beschouwd als ‘straling’) worden uitgezonden. Een dergelijke psychische belasting kan leiden tot lichamelijke klachten die niet direct door de blootstelling aan elektromagnetische velden worden veroorzaakt.

2.4 Gevoelige groepen

Het is niet uitgesloten dat er subgroepen in de populatie zijn die bestaan uit personen die gevoeliger zijn voor blootstelling aan bepaalde milieufactoren dan de rest van de bevolking (zie bijvoorbeeld het advies Lokale milieufactoren ⁽⁸⁾). Voor elektromagnetische velden zijn dergelijke gevoelige groepen tot op heden niet wetenschappelijk geïdentificeerd, maar hiernaar is niet veel onderzoek gedaan.

Uitgangspunten voor aanbevelingen over onderzoek

3.1 Waarom nader onderzoek?

In eerdere adviezen heeft de Gezondheidsraad al gesteld dat er in Nederland nader onderzoek naar gezondheidseffecten van blootstelling aan elektromagnetische velden uitgevoerd zou moeten worden. Daar zijn een aantal redenen voor aan te voeren. Allereerst heeft de opkomst van de mobiele telefonie als een van de belangrijkste middelen van communicatie er toe geleid dat de blootstelling van de bevolking is veranderd. Gedurende vele tientallen jaren bestond die blootstelling voornamelijk uit elektromagnetische velden afkomstig van radio- en televisiezenders. Daar zijn nu de hoger frequente velden van de mobiele telefonie bij gekomen. Door de snelle technische ontwikkelingen veranderen de aard en frequenties van de velden waaraan men wordt blootgesteld sneller dan in het verleden het geval was. Alhoewel er op grond van gegevens die verkregen zijn uit onderzoek naar omwonenden van radio- en televisiezenders geen aanwijzingen zijn dat langdurige blootstelling aan de elektromagnetische velden van die zenders tot gezondheidsproblemen kan leiden, is het toch gewenst om soortgelijk onderzoek ook te doen bij de nieuwe vormen van blootstelling. Daarnaast heeft de prominente aanwezigheid van de bronnen van blootstelling –de duizenden GSM-antennes die overal in het land zijn neergezet– er voor gezorgd dat de bevolking zich ook veel bewuster is geworden van de blootstelling. Dit heeft enkele jaren geleden geleid tot het ontstaan van maatschappelijke onrust. Voor een deel is die onrust door een actief informatie- en voorlichtingsbeleid van de diverse bij

mobiele telefonie betrokken partijen wel verminderd, maar zij is zeker niet geheel weggenomen. Plaatselijk kan er nog steeds grote ongerustheid bestaan.

De motie van de Tweede Kamer, die mede de aanleiding is van de in hoofdstuk 1 genoemde adviesaanvraag, is vooral ingegeven door de ongerustheid onder de bevolking.

Daarnaast pleitte ook de Raad van de Europese Unie al in 1999 voor nader onderzoek naar effecten van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden ⁽²¹⁾. Deze raad overweegt onder meer dat:

(18) Aandacht dient te worden besteed aan het verkrijgen van voldoende inzicht in en passende voorlichting over de risico's die met elektromagnetische velden verband houden, met inachtneming van de percepties van de bevolking ten aanzien van dergelijke risico's;

(19) De lidstaten moeten kennis nemen van de vooruitgang in de wetenschappelijke kennis en de technologie met betrekking tot de bescherming tegen niet-ioniserende straling, onder meer met het oog op voorzorgsmaatregelen en dienen te zorgen voor regelmatig toezicht en herziening met regelmatige beoordelingen in het licht van de adviezen van de bevoegde internationale organisaties, zoals de International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection,

en beveelt aan:

VI. dat de lidstaten, om de kennis over de gezondheidseffecten van elektromagnetische velden te vergroten, in de context van hun nationale onderzoekprogramma's onderzoek naar elektromagnetische velden en de menselijke gezondheid bevorderen en evalueren, met inachtneming van communautaire en internationale aanbevelingen en inspanningen op onderzoeksgebied uit zoveel mogelijk bronnen;

Verder spelen overwegingen van voorzorg een rol bij de roep om nader onderzoek. Het voorzorgsbeginsel is expliciet in het EG-verdrag vastgelegd als één van de uitgangspunten van het milieubeleid. Ook in Nederland is dit het geval. Het voorzorgsbeginsel wordt, mede op grond van jurisprudentie van het Hof van Justitie van de Europese Gemeenschap, ook op andere beleidsterreinen toegepast, waaronder volksgezondheid.

In februari 2000 presenteerde de Europese Commissie ter informatie voor de lidstaten een mededeling over de toepassing van het voorzorgsbeginsel ⁽⁷⁾. Voorzorgsmaatregelen zouden moeten worden genomen als er sprake is van een redelijk vermoeden van het bestaan van een milieu- of gezondheidsrisico.

De Gezondheidsraadcommissie die het voorliggende advies opstelde meent dat de aard van de te nemen maatregelen van een aantal factoren af moet hangen. Hoe sterk is

het vermoeden dat er daadwerkelijk een verhoogde kans op een bepaalde ziekte bestaat? Hoe ernstig is de betreffende aandoening? Hoe hoog is het risico? En hoe groot is het deel van de bevolking dat het risico loopt? Een kleine verhoging van de kans op een ernstige aandoening zou, in combinatie met een grote groep blootgestelden, mogelijk toch om maatregelen kunnen vragen.

De commissie heeft in eerdere adviezen al aangegeven dat zij de kans uiterst laag inschat dat er zich daadwerkelijk voor de gezondheid nadelige effecten voordoen bij blootstelling aan elektromagnetische velden zoals die voorkomt in de woon- en werkomgeving. De huidige inzichten geven geen aanleiding de eerder voorgestelde blootstellingslimieten aan te scherpen. Daarbij tekent de commissie wel aan dat de tijdsperiode waarin grote delen van de bevolking aan de elektromagnetische velden van mobiele telefoons en GSM-antennes zijn blootgesteld, mogelijk te kort is om conclusies te trekken over eventuele langetermijneffecten.

Het doen van onderzoek kan beschouwd worden als een zekere vorm van voorzorg. Immers, door middel van onderzoek wordt nagegaan of er toch aanwijzingen zijn dat ook minder waarschijnlijk geachte gezondheidseffecten optreden. Er zijn geen indicaties dat blootstelling aan niet-thermische niveaus van radiofrequente elektromagnetische velden een gezondheidsrisico vormt. Desondanks moet worden nagegaan of, en zo ja, welke fysiologische veranderingen optreden bij blootstelling onder de huidige blootstellingslimieten, welke wisselwerking daarvoor dan verantwoordelijk is en onder welke condities de gevoeligheid is verhoogd.

3.2 Uitgangspunten voor de aanbevelingen

De commissie is tot haar standpunten over in Nederland gewenst onderzoek gekomen op grond van informatie uit verschillende bronnen.

Ten eerste zijn in voorgaande adviezen al diverse concrete aanbevelingen voor in Nederland uit te voeren onderzoek gedaan. Deze zijn in dit advies verwerkt.

Verder heeft de commissie kennis genomen van de overwegingen van het *Research Coordination Committee* van het *International EMF Project* bij de Wereldgezondheidsorganisatie (*World Health Organization*, WHO). Deze WHO-commissie heeft een inventarisatie gemaakt van lopend onderzoek en heeft aangegeven welk extra onderzoek zou moeten worden verricht ⁽⁵⁾. In het kader van het EMF Project heeft de WHO een database aangelegd met informatie over afgesloten en lopende onderzoeken. Die database is bij het opstellen van dit advies geraadpleegd ⁽⁴⁾.

In het rapport *Mobile telephones and health* doet de *Independent Expert Group on Mobile Telephones* (IEGMP) uit het Verenigd Koninkrijk aanbevelingen voor nader onderzoek ⁽¹³⁾. De commissie heeft deze aanbevelingen in overweging genomen.

De Europese Gemeenschap biedt met het COST-programma (*Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research*) een raamwerk voor internationale samenwerking op het gebied van onderzoek en ontwikkeling, waarmee nationaal onderzoek kan worden afgestemd op het Europese niveau. Binnen dat programma is eind 2001 de actie COST 281 - *Potential Health Implications from Mobile Communication Systems* gestart, die fungeert als overlegplatform voor onderzoekers op het betreffende terrein ⁽²⁾. Nederland participeert daarin. Uit de contacten via deze COST-actie heeft de commissie ook informatie over in Europa lopende onderzoeksprojecten opgedaan.

Ten slotte heeft de commissie gebruik gemaakt van het rapport *Ongoing Telecommunications Research 2002-2005*, van dr SA Johnston ⁽¹⁵⁾.

Op grond van bovenstaande gegevens en overwegingen komt de commissie tot aanbevelingen voor verschillende typen onderzoek: *in vitro* onderzoek, *in vivo* onderzoek, experimenteel onderzoek met mensen, epidemiologisch onderzoek en dosimetrisch en modelleringsonderzoek. Voor elk van deze categorieën komt in de hoofdstukken hierna aan de orde welk onderzoek thans gaande is en aan welk onderzoek volgens bovengenoemde gezaghebbende organisaties en commissies behoefte is. Dit resulteert steeds in aanbevelingen voor in Nederland uit te voeren onderzoek.

De commissie heeft een aantal eisen geformuleerd waaraan dit onderzoek moet voldoen. Zij heeft haar keuze aan de volgende criteria getoetst:

- er moet expertise in Nederland aanwezig zijn om het onderzoek uit te voeren
- het moet internationaal onderzoek aanvullen of repliceren
- het moet technisch en wetenschappelijk uitvoerbaar zijn
- het moet maatschappelijk relevant zijn.

De commissie heeft een groot aantal mogelijk onderwerpen voor onderzoek de revue laten passeren. Indien een onderwerp aan een of meer van bovengenoemde eisen niet voldoet, is er geen onderzoeksvoorstel voor geformuleerd.

3.3 Kenniscentrum

De commissie beveelt aan om een wetenschappelijk kenniscentrum op te zetten rond de effecten van elektromagnetische velden op de gezondheid. Zonder een dergelijke voorziening, die ingebed moet zijn in de universitaire structuur en onder meer tot taak moet hebben de grote lijnen van het onderzoek te bewaken en af te stemmen met de wetenschappelijke ontwikkelingen elders in de wereld, zal de kennis in Nederland versnipperd blijven over een aantal geïsoleerde onderzoekers en vakgroepen.

Het huidige wetenschappelijke onderzoek binnen Nederland vindt voornamelijk plaats in het kader van de directe toepassing van elektromagnetische velden, bijvoorbeeld bij MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), hyperthermie, communicatie en voedselverwarming. De richting van het onderzoek wordt bepaald door problemen die zich voordoen tijdens het gebruik van de betreffende toepassing. Een specifieke taak van het kenniscentrum moet liggen in het bundelen van de kennis die aanwezig is binnen deze relatief geïsoleerd opererende nationale onderzoeksgroepen. De commissie verwacht dat hierdoor een belangrijke meerwaarde ontstaat van het totale onderzoekspotentieel en een aanzienlijke vergroting van de inzichten over biologische effecten van elektromagnetische velden te realiseren is. Door deze coördinerende taak van het kenniscentrum kan nationaal onderzoek beter aansluiting vinden bij het onderzoek dat internationaal wordt uitgevoerd. Dit zal naast wetenschappelijke ook economische voordelen hebben. Tevens moet het kenniscentrum een rol vervullen in het universitaire onderwijs over dit onderwerp.

Realisatie van deze taken van het universitaire kenniscentrum is alleen haalbaar wanneer er een coördinator wordt ingezet die een uitgebreide kennis heeft van de problematiek rond elektromagnetische velden.

***In vitro* onderzoek**

Er vindt wereldwijd een grote verscheidenheid aan *in vitro* onderzoek plaats. Vrijwel alle relevante aspecten van blootstelling aan elektromagnetische velden komen hierbij aan de orde.

4.1 Overzicht lopend onderzoek

In Europees verband worden in het kader van de volgende onderzoeksprogramma's *in vitro* onderzoeken uitgevoerd:

- CEMFEC (*Combined Effects of EMFs with Environmental Carcinogens*): blootstelling aan combinaties van radiofrequente elektromagnetische velden en chemische mutagenen
 - Perform B (*Possible Health Effects Related to Mobile Telephones and Base Stations*): replicatie van onderzoek naar genotoxiciteit ⁽¹⁹⁾ en naar effecten op ornithine decarboxylase ^(18,20)
 - REFLEX (*Risk Evaluation From Low Energy EMF Exposure*): onderzoek naar directe en indirecte toxicologische effecten, naar differentiatie en functioneren van embryonale stamcellen, naar gen expressie en eiwitproductie, naar effecten op het immuunsysteem en naar cel transformatie en apoptose.
 - RAMP 2001 (*Risk Assessment Mobile Phones*): experimenten ter onderbouwing van theoretische modelleringsstudies.
-

Daarnaast vinden in diverse landen in en buiten Europa onderzoeken plaats naar genotoxiciteit, waarbij in een groot aantal verschillende cellijnen naar een nagenoeg evenzo grote verscheidenheid aan eindpunten wordt gekeken.

In een aantal andere onderzoeken in diverse Europese landen onderzoekt men fysiologische effecten op cellen uit het centraal zenuwstelsel en het middenoor.

4.2 Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen

Het *Research Coordination Committee* van het *WHO EMF Project* heeft behoefte aan onderzoek naar:

- effecten van blootstelling aan radiofrequente elektromagnetische velden in combinatie met chemische of fysische factoren: bijvoorbeeld ultraviolette straling en milieuverontreinigende stoffen; in het CEMFEC-programma wordt slechts in beperkte mate hiernaar onderzoek gedaan
- expressie van *Heat Shock Proteins* (HSP; eiwitten die tot expressie komen in reactie op cellulaire stress). Hierbij spelen de volgende vragen: zijn er effecten bij blootstelling aan lage veldsterktes en zo ja, zijn die omkeerbaar; wat is de betekenis voor de gezondheid?

Daarnaast staan er in de *WHO database* enkele afgesloten, op zichzelf staande onderwerpen die wellicht replicatie behoeven: permeabiliteit van de bloed-hersenbarrière en permeabiliteit en transport van ionen door membranen.

4.3 Voorstellen voor onderzoek in Nederland

De commissie beveelt aan om in Nederland *in vitro* onderzoek uit te voeren naar de mogelijke interactie van elektromagnetische velden en chemische en fysische agentia. Met name in beroepsmatige situaties komt gecombineerde blootstelling vaak voor. Betere kennis van de effecten daarvan is van groot belang.

Als er uit *in vitro* onderzoek aanwijzingen komen voor meer dan additieve effecten van bepaalde combinaties van elektromagnetische velden en agentia, dient met *in vivo* onderzoek nader bestudeerd te worden of een dergelijke blootstelling leidt tot voor de gezondheid schadelijke effecten.

De commissie doet hier geen specifieke voorstellen voor het onderzoeken van bepaalde combinaties. Zij laat het over aan andere partijen om potentieel schadelijke blootstellingen te identificeren.

***In vivo* onderzoek**

In deze categorie vallen alle onderzoeken waarin proefdieren worden blootgesteld. De effecten daarvan worden in sommige gevallen bestudeerd aan cellen en weefsels die na blootstelling uit het dier zijn verwijderd en in andere gevallen aan het intacte dier zelf.

5.1 Overzicht lopend onderzoek

In Europees verband worden in het kader van de volgende onderzoeksprogramma's *in vivo* experimenten uitgevoerd:

- CEMFEC (*Combined Effects of EMFs with Environmental Carcinogens*): blootstelling aan combinaties van radiofrequente elektromagnetische velden en chemische mutagenen.
- Perform A (*Possible Health Effects Related to Mobile Telephones and Base Stations*): de invloed van blootstelling aan GSM-velden op de ontwikkeling van kanker. Onderdeel van dit programma is een replicatie van het onderzoek van Repacholi *et al.* ⁽²²⁾ waarin een verhoogde kans op lymfekliertumoren werd gevonden.*

* Dit onderzoek is uitgevoerd met genetisch gemodificeerde dieren en vertoonde gebreken in de opzet. De resultaten kunnen niet op de mens worden betrokken. De commissie heeft hieraan in het advies *Mobiele telefoons* ⁽¹⁰⁾ uitgebreid aandacht besteed. Een andere replicatie is onlangs gepubliceerd en laat geen effecten zien ⁽²³⁾, maar ook op de opzet van dit onderzoek is ernstige kritiek gekomen.

- Perform B (*Possible Health Effects Related to Mobile Telephones and Base Stations*): een van de onderdelen van dit programma is een replicatie van een onderzoek ⁽¹⁷⁾ waarin effecten gevonden zijn van blootstelling aan een GSM-achtig signaal op het ruimtelijk geheugen.*
- GUARD: effecten van GSM-velden op het binnenoor, met name het evenwichtsorgaan.
- RAMP 2001 (*Risk Assessment Mobile Phones*): in het kader van dit programma vinden onder meer *in vivo* experimenten plaats naar leerprocessen en geheugen.

In verscheidene Europese landen (Duitsland, Frankrijk, België, Finland) vindt buiten deze programma's ook dierexperimenteel onderzoek plaats waarin het effect van blootstelling op de vorming van kanker of op de ontwikkeling van door chemische stoffen geïnduceerde tumoren wordt onderzocht. Ook in de Verenigde Staten, Australië, Japan, Korea en China wordt dergelijk onderzoek uitgevoerd. Daarnaast vindt in een aantal van deze landen onderzoek plaats waarin effecten op het afweersysteem en op de foetale ontwikkeling worden bestudeerd.

Onderzoek naar effecten op de bloed-hersenbarrière wordt gedaan in Zweden, Frankrijk, de VS en Japan. Beïnvloeding van leerprocessen en het geheugen worden in Frankrijk, de VS en Japan onderzocht.

5.2 Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen

Het *Research Coordination Committee* van het WHO EMF Project vindt dat er geen behoefte is aan meer dierexperimenteel onderzoek naar kanker. Wel meent het RCC dat het nuttig is onderzoek te doen naar:

- effecten op *gap junctions*** die betrokken zijn bij de doorlaatbaarheid van de bloed-hersenbarrière
- veroudering (veel van het onderzoek naar kanker wordt gedaan door middel van twee jaar durende bioassays met ratten en muizen, dat wil zeggen, het levenslang volgen van de gezondheidstoestand van de dieren; in dergelijk onderzoek zouden ook karakteristieken voor veroudering onderzocht kunnen worden)
- verschillen in reactie tussen jonge en oude dieren. Dit is van belang in het kader van de discussie over een eventuele hogere gevoeligheid van kinderen voor blootstelling aan elektromagnetische velden dan volwassenen

* De commissie heeft ook dit onderzoek beschreven in het advies *Mobiele telefoons* ⁽¹⁰⁾.

** *Gap junctions* zijn structuren waar de celmembranen van naast elkaar gelegen cellen in nauw contact met elkaar staan en openingen vormen waardoor bepaalde laagmoleculaire stoffen van de ene cel naar de andere kunnen gaan.

- de effecten van gepulste *versus* continue velden (bijvoorbeeld het effect van de 217-Hz modulatie in GSM-signalen).

Daarnaast staan er in de WHO database enkele afgesloten, op zichzelf staande onderwerpen die wellicht replicatie behoeven: invloed op de calcium huishouding in neuronaal weefsel; invloed op het EEG; bepaling van de elektromagnetische eigenschappen van weefsels.

5.3 Voorstellen voor onderzoek in Nederland

De commissie meent dat het op dit moment niet zinvol is om voorstellen te doen voor in Nederland uit te voeren *in vivo* onderzoek.

Zij is het eens met het RCC dat nieuwe dierexperimentele onderzoeken naar de invloed van elektromagnetische velden op de ontwikkeling van kanker thans niet zinvol zijn. Omdat in Nederland geen levensduur-onderzoek onder blootstelling aan elektromagnetische velden wordt uitgevoerd, kan daarin ook geen onderzoek naar karakteristieken voor veroudering worden gedaan. Er vindt in Nederland wel verouderingsonderzoek plaats, maar het introduceren daarin van langdurige blootstelling aan elektromagnetische velden vereist in feite het opzetten van geheel nieuw onderzoek. De kosten daarvoor zijn, mede omdat er ook een blootstellingsfaciliteit moet worden opgezet, aanzienlijk. De commissie vindt dat het gebrek aan concrete aanwijzingen voor een daadwerkelijke invloed op veroudering die kosten niet rechtvaardigen.

Er zijn aanzienlijke verschillen in de vroege ontwikkelingsstadia tussen knaagdieren en de mens. Daarom vindt de commissie het niet zinnig dierexperimenteel onderzoek te doen naar verschillen in effecten bij jonge en oude dieren, als daarmee beoogd wordt een antwoord te vinden op de vraag of het gebruik van mobiele telefoons door kinderen een groter risico met zich mee brengt dan bij ouderen.

Humaan experimenteel onderzoek

Een groeiend aantal mensen schrijft hun gezondheidsklachten toe aan blootstelling aan elektromagnetische velden die afkomstig zijn van mobiele telefoons of GSM-basisstations, of van radio- en televisiezenders. Dit heeft ertoe geleid dat onderzoek naar fysiologische en andere effecten van deze velden op de mens de afgelopen jaren sterk is toegenomen.

6.1 Overzicht lopend onderzoek

In Europees verband worden in het kader van het GUARD onderzoeksprogramma effecten van GSM-velden op het binnenoor onderzocht.

In verschillende landen in Europa, Noord Amerika en Azië vindt, buiten dit programma, ook onderzoek plaats naar effecten op het binnenoor, en ook naar effecten op het cardiovasculaire systeem (functioneren van het hart, bloeddruk, thermoregulatie), neurologische effecten (geheugen en cognitieve effecten) bij kinderen en volwassenen, naar hoofdpijn en andere subjectieve klachten, zoals concentratieproblemen en slapeloosheid, en naar effecten op het EEG, al of niet tijdens de slaap.

6.2 Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen

Volgens de Engelse IEGMP is er vooral behoefte aan onderzoek naar

- effecten op (niet nader gedefinieerde) hersenfuncties
 - effecten van blootstelling aan (eveneens niet nader gedefinieerde) gepulste signalen
-

- een mogelijk ten opzichte van volwassenen hogere gevoeligheid van kinderen voor elektromagnetische velden
- mensen die naar eigen zeggen hypergevoelig zijn voor elektromagnetische velden.

Het *Research Coordination Committee* van het WHO EMF Project meent dat onderzoek nodig is naar

- effecten op het geheugen
- effecten op het leervermogen
- ontstaan van hoofdpijn en andere subjectieve symptomen
- veranderingen in fysiologische parameters.

Op een onlangs bij de WHO gehouden workshop over thermische effecten kwam de behoefte naar voren aan onderzoek naar cognitieve prestaties, met name in het werk.

6.3 Voorstellen voor onderzoek in Nederland

De commissie vindt humaan experimenteel onderzoek van groot belang, gezien de maatschappelijke onrust over gezondheidsklachten, het vrijwel ontbreken van goede onderzoeksgegevens op dit gebied en de mogelijkheid dat er voor elektromagnetische velden gevoelige subpopulaties bestaan. Ze stelt voor om vooral op onderzoek naar gezondheidsklachten in te zetten, onder de voorwaarde dat de effecten objectiveerbaar zijn. Daarom moet dit onderzoek een experimentele opzet hebben en plaatsvinden onder gecontroleerde omstandigheden in een proefopstelling. Positieve aspecten daarbij zijn dat dit een efficiënte wijze van gegevens verzamelen is, die snel resultaten oplevert tegen relatief lage kosten.

Dit soort onderzoek kan goed in Nederland worden uitgevoerd. Er is ruime ervaring met onderzoek naar cognitieve functies, onder meer in het kader van farmacologisch onderzoek. Recent is in Nederland door TNO, in samenwerking met het Meldpuntennetwerk Gezondheid en Milieu, een project gestart waarbij dergelijke functies en algemene klachten worden onderzocht bij mensen die gezondheidsklachten hebben en die toeschrijven aan blootstelling aan elektromagnetische velden afkomstig van mobiele telefoons of GSM-basisstations.

De commissie beveelt aan om de mogelijkheden voor het verrichten van dit soort onderzoek uit te breiden. Daarbij dienen, naast de eerder genoemde groep mensen met klachten, ook kinderen, mensen die menen overgevoelig te zijn voor elektromagnetische velden en mensen met slaap- of andere stoornissen (bijvoorbeeld concentratieproblemen) onderzocht te worden. Voor het verkrijgen van een goed inzicht in eventuele oorzaak-gevolg relaties is het daarbij essentieel dat de effecten van

verschillende blootstellingskarakteristieken zoals veldsterkte, frequentie en pulsvorm worden onderzocht.

Epidemiologisch onderzoek

Bezorgdheid onder de bevolking over de mogelijk negatieve gevolgen van blootstelling aan elektromagnetische velden van antennes en mobiele telefoons heeft vaak te maken met angst voor het krijgen van kanker. In een groot deel van het thans lopende epidemiologische onderzoek wordt daarom de relatie tussen blootstelling en het voorkomen van kanker bestudeerd. Daarnaast wordt de bezorgdheid ook gevoed door de onbekendheid met nieuwe technologieën en door het feit dat er langdurige blootstelling plaats vindt door toedoen van nieuw gecreëerde bronnen.

7.1 Overzicht lopend onderzoek

In Europees verband vindt het onderzoeksprogramma INTERPHONE plaats, een internationaal onderzoek naar de relatie tussen gebruik van een GSM-telefoon en het optreden van hersentumoren en andere tumoren in het hoofd-halsgebied. Onder auspiciën van het *International Agency for Research on Cancer (IARC)* worden in acht Europese landen, Australië, Canada, Israël en Nieuw Zeeland op zichzelf staande patiënt-controle onderzoeken* uitgevoerd⁽⁶⁾. Omdat deze volgens hetzelfde protocol plaatsvinden, kunnen na afronding van de onderzoeken de gegevens ook gezamenlijk worden geanalyseerd. Dat geeft een aanzienlijke vergroting van de zeggingskracht,

* In een patiënt-controle onderzoek wordt een groep personen die aan een bepaalde ziekte lijdt vergeleken met een groep controles die de ziekte niet hebben maar die in zoveel mogelijk andere opzichten gelijk zijn aan de patiënten. Vervolgens wordt onderzocht of de blootstelling aan een bepaalde blootstellingsfactor tussen beide groepen verschilt. Is dat het geval, dan is dat een aanwijzing dat die factor een mogelijke oorzaak van de ziekte is.

omdat in het gehele programma in totaal bijna 8000 patiënten en 10.000 controles zullen worden onderzocht. De eerste resultaten van het INTERPHONE-programma worden verwacht in 2004.

Buiten dit programma vinden in Engeland, Finland, Japan en Zweden op zichzelf staande onderzoeken plaats naar het optreden van hersentumoren in relatie tot gebruik van een mobiele telefoon. In Korea wordt in twee onderzoeken gekeken naar verschillende vormen van kanker en in een derde onderzoek naar subjectieve symptomen. In Australië worden de pathologie van het oog en het gehoor onderzocht en in Engeland vindt een *pilot-study* plaats ten behoeve van een grootschalig cohortonderzoek * waarin bij gebruikers van mobiele telefoons een groot aantal gezondheidsindicatoren –waaronder verschillende vormen van kanker– zal worden bestudeerd.

7.2 Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen

Volgens de Engelse IEGMP is er behoefte aan –niet nader gespecificeerd– epidemiologisch onderzoek, waaronder onderzoek bij kinderen en overgevoeligen. Verder pleit de IEGMP voor psychologisch en sociologisch onderzoek in relatie tot het gebruik van mobiele telefoons.

Het *RCC* van de WHO meent dat onderzoek bij omwonenden van basisstations gedaan zou moeten worden. Ook hier wordt niet aangegeven welke gezondheidsfactoren of ziekten bestudeerd zouden moeten worden.

Bij het *Joint Research Center* van de Europese Commissie is onlangs een samenwerkingsverband van start gegaan dat zich richt op de blootstelling aan elektromagnetische velden die afkomstig zijn van GSM-basisstations⁽³⁾. Er lijken thans enkele onderzoeken op stapel te staan naar omwonenden van basisstations. In Duitsland heeft de overheid gevraagd om onderzoeksvorstellen op dit gebied.

7.3 Voorstellen voor onderzoek in Nederland

De commissie vindt het van belang dat er in Nederland onderzoek wordt gedaan naar het optreden van negatieve gezondheidseffecten in relatie tot het gebruik van mobiele

* In een cohortonderzoek wordt een grote groep personen gedurende een bepaalde tijd gevolgd, waarbij de blootstelling aan een of meerdere factoren wordt bepaald. Vervolgens wordt onderzocht of er een relatie is tussen de mate van blootstelling en het voorkomen van bepaalde ziekten.

telefoons en het wonen in de nabijheid van GSM-basisstations of radio- en televisiezenders. Zij pleit voor een tweeledige aanpak:

- het uitvoeren van epidemiologisch onderzoek met een experimentele opzet naar het optreden van subjectieve gezondheidsklachten bij omwonenden van GSM-basisstations. Het optreden van klachten zou onderzocht moeten worden in relatie met het al of niet aanstaan van de zender, zonder dat dit laatste bij de omwonenden bekend is. Daarnaast moeten de effecten van voorlichting en van monitoring worden onderzocht.
- het verrichten van een grootschalig cohortonderzoek naar een verband tussen blootstelling en een verscheidenheid aan gezondheidseffecten, waaronder het voorkomen van kanker. Verschillende blootstellingsfactoren kunnen in een dergelijk onderzoek gelijktijdig worden onderzocht. De belangrijkste parameter moet het gebruik van een mobiele telefoon zijn, maar ook het wonen in de nabijheid van een radio- en televisiezender kan onderzocht worden. Enkele belangrijke vereisten voor een dergelijk onderzoek zijn, dat de blootstelling kwantificeerbaar is en dat er voldoende blootstellingscontrast is, dat het onderzoek zich over voldoende lange tijd uitstrekt (het gaat immers om langetermijneffecten) en dat gegevens over gebruik van mobiele telefoons van de verschillende operators verkregen kunnen worden. Voor dit onderzoek kan aansluiting worden gezocht bij in Nederland lopend cohortonderzoek, maar een andere mogelijkheid is om te participeren in onderzoek dat in het buitenland wordt opgezet.

Deelname aan het INTERPHONE programma is in de ogen van de commissie niet haalbaar. Dit programma is al geruime tijd gaande, en tegen de tijd dat een Nederlandse bijdrage daadwerkelijk van start kan gaan zullen de meeste thans lopende onderzoeken reeds in de eindfase zijn.

De commissie heeft twijfels over de mogelijkheden om zinvol onderzoek te doen naar het voorkomen van kanker of andere ziekten bij omwonenden van GSM-basisstations. De belangrijkste reden daarvoor is, dat de veldsterktes die door de antennes worden veroorzaakt zeer laag zijn, ook ten opzichte van de veldsterktes die afkomstig zijn van andere bronnen, zoals radio- en televisiezenders. Voordat de commissie voorstellen voor dit soort onderzoek kan doen, moet eerst de haalbaarheid onderzocht worden. Daarvoor kan onder meer gebruik gemaakt worden van de ervaringen die men thans in Duitsland opdoet met het opzetten van dergelijk onderzoek. Voor radio- en televisiezenders gelden deze argumenten niet. Vandaar dat deze hierboven als in het cohortonderzoek te bestuderen bronnen zijn genoemd.

Dosimetrisch / modelmatig onderzoek

Dosimetrisch onderzoek is gericht op methoden om blootstelling te specificeren en te kwantificeren, onder meer om deze op adequate wijze te toetsen aan de limieten. Computermodellen bieden de mogelijkheid om veldsterktes samenhangend met nieuwe technologieën te berekenen en zijn ondersteunend in biologisch onderzoek, bijvoorbeeld bij het ontwerpen van experimenten en het toetsen van de blootstelling.

8.1 Overzicht lopend onderzoek

Volgens de WHO *database* wordt onderzoek gedaan naar leeftijdsafhankelijke veranderingen van elektromagnetische eigenschappen van verschillende weefsels van rat en mens.

Bij vrijwilligers of in modellen voor de mens vindt in diverse landen onderzoek plaats naar de energie-opname in het hoofd bij 900 MHz (GSM) en bij 400 MHz⁽²⁴⁾ en naar de temperatuurstijging in het oor en het hoofd bij 835 MHz (digitale systemen in onder meer de Verenigde Staten).

In Nederland wordt modelmatig onderzoek gedaan naar de energie-opname en temperatuurveranderingen in het hoofd van volwassenen en kinderen bij blootstelling aan 900 en 1800 MHz, met variëring van diverse parameters en in vergelijking met blootstelling aan infrarood (warmte-)straling⁽¹⁶⁾.

8.2 Onderzoeksbehoefte volgens andere commissies van deskundigen

Op een onlangs bij de WHO gehouden workshop over thermische effecten kwam de behoefte naar voren aan onderzoek naar de energie-opname en warmteontwikkeling in specifieke blootstellingssituaties, zoals bij beroepsmatige blootstelling in de nabijheid van antennes (zowel van radio- en televisiezenders als van mobiele telefonie).

De Engelse IEGMP pleit voor verbeteringen van de dosimetrie in het algemeen.

8.3 Voorstellen voor onderzoek in Nederland

De referentiewaarden* van de huidige blootstellingslimieten zijn opgesteld voor blootstellingen in het zogenoemde verre veld**. In de praktijk komen echter blootstellingen in het nabije veld steeds vaker voor. Dat geldt met name bij het gebruik van een mobiele telefoon, waarbij de antenne zich immers dicht bij het lichaam bevindt. Maar met het toenemend aantal antennes op daken en andere plaatsen neemt de kans dat mensen zich om uiteenlopende redenen in het nabije veld van een antenne begeven, eveneens toe. De commissie vindt daarom dat er in Nederland onderzoek gedaan moet worden naar de vertaling van de basisbeperingen naar referentiewaarden voor blootstellingen in het nabije veld. Dat wil zeggen dat er een beter inzicht dient te komen in de relatie tussen de SAR en meetbare grootheden zoals het elektrische en magnetische veld en de vermogensdichtheid van het elektromagnetische veld, en meer kennis over de interactie van het elektromagnetische veld met biologische structuren.

* In de blootstellingslimieten die zijn voorgesteld door de Gezondheidsraad^(11,12) en de Raad van Europa⁽²¹⁾ worden twee typen limieten onderscheiden. De basisbeperingen zijn de eigenlijke blootstellingslimieten. Dit zijn waarden voor grootheden die direct betrekking hebben op processen die in een organisme tot gezondheidsschade kunnen leiden. Voor het gebied van de radiofrequenties, waarop dit advies betrekking heeft, zijn als basisbeperingen gedefinieerd de *Specific Absorption Rate* (SAR) voor frequenties tot 10 GHz en de vermogensdichtheid van het elektromagnetische veld voor frequenties van 10 tot 300 GHz. Het relevante biologische effect is opwarming van het organisme. De SAR is een maat voor de snelheid van opname van elektromagnetische energie in het lichaam, en is daarmee een maat voor de omzetting van deze energie in warmte en daarmee voor de opwarming. De SAR is in de praktijk lastig direct te bepalen. Daarom zijn van de basisbeperingen de zogenoemde referentiewaarden afgeleid. Dat zijn waarden voor het elektrische en magnetische veld dat aanwezig is op de plaats van de blootstelling in afwezigheid van het blootgestelde object. Deze veldsterkten zijn relatief eenvoudig te meten. De referentiewaarden zijn een hulpmiddel om te bepalen of aan de eigenlijke blootstellingslimieten, de basisbeperingen, wordt voldaan.

** Het elektromagnetische veld in de omgeving van een bron kan onderscheiden worden in twee zones: die van het nabije veld en die van het verre veld. In het verre veld staan de elektrische en magnetische componenten van het veld loodrecht op elkaar en op de voortplantingsrichting van het veld. Onder deze voorwaarden wordt de voortplanting van energie 'straling' genoemd. De veldsterkte neemt daarbij omgekeerd evenredig af met de afstand tot de bron. In het nabije veld is de relatie tussen het elektrisch en magnetisch veld complexer dan in het verre veld. De veldsterktes in het nabije veld zijn daarom moeilijker te berekenen. Zij nemen gemiddeld sterker dan omgekeerd evenredig af met de afstand tot de bron.

Bovengenoemde voorstellen betekenen dat modelberekeningen plaats dienen te vinden onder feitelijke gebruikscondities. Dit vereist een hoge nauwkeurigheid van rekenen die alleen mogelijk is na aanpassing van de huidige modellen, zodat bijvoorbeeld een meer realistisch model voor een mobiele telefoon in het computermodel gebruikt kan worden.

Daarnaast is er behoefte aan goede modellering van het veld dat door een antenne wordt opgewekt en aan onderzoek naar de modellering van reeds bekende effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden (in het radiofrequente gebied de warmte-ontwikkeling). Dit zal leiden tot beter inzicht in deze effecten. Daarnaast ondersteunt de ontwikkeling van modellen de introductie van nieuwe technologieën en zendinrichtingen doordat een beter inzicht verkregen wordt in de gevolgen voor de woon- en werkomgeving. Indien de modellen al in de ontwerpfase worden toegepast kunnen problemen en kosten achteraf worden voorkomen.

Teneinde de dosimetrie van met name het epidemiologisch onderzoek te ondersteunen adviseert de commissie de ontwikkeling van geschikte apparatuur om over een breed frequentiegebied veldsterktegegevens in de woon- of werkomgeving over een vooraf vast te stellen periode te kunnen registreren. Deze apparatuur dient gemakkelijk hanteerbaar te zijn.

De commissie pleit ten slotte voor de vorming van een gespecialiseerde groep deskundigen die zorg kan dragen voor de dosimetrie van de verschillende in Nederland uit te voeren onderzoeken. Die zeer specifieke expertise hoeft dan niet door verschillende onderzoeksgroepen apart te worden ontwikkeld en de dosimetrie kan steeds door dezelfde specialisten worden uitgevoerd. Dit verhoogt de kwaliteit van de onderzoeken.

Conditie voor onderzoek

9.1 Samenwerking

De commissie pleit sterk voor samenwerking met buitenlandse groepen, mede om (op termijn) in aanmerking te kunnen komen voor internationale medefinanciering van in Nederland uit te voeren onderzoek, bijvoorbeeld via programma's als het 6^e Kaderprogramma van de Europese Unie.

9.2 Publicatie

Het is voor de wetenschappelijke en maatschappelijke waarde van de in het kader van dit onderzoeksprogramma uit te voeren onderzoeksprojecten van groot belang dat de resultaten gepubliceerd worden in wetenschappelijke tijdschriften van een goede kwaliteit. Dat geldt ook voor die onderzoeken waarin geen effecten worden gevonden.

9.3 Fasering

Een van de vragen uit de adviesaanvraag luidt: 'Welke tijdsfasering zou voor dergelijk onderzoek mede gezien het WHO-programma nodig en realistisch zijn?'

De eindrapportage over radiofrequente elektromagnetische velden door het *International EMF Project* van de WHO is voorzien in 2004. Het is niet realistisch te verwachten dat er dan al resultaten beschikbaar zijn van in Nederland conform de in dit advies geformuleerde aanbevelingen uit te voeren onderzoek. Er zijn echter signalen dat

de looptijd van het WHO-project langer zal zijn, teneinde de resultaten van het INTERPHONE project in de eindrapportage mee te kunnen nemen.

De commissie wijst er op dat ook het WHO-project geen definitief antwoord kan geven op de vraag of blootstelling aan elektromagnetische velden al of niet tot nadelige gezondheidseffecten kan leiden. Met name de vraag of langdurige blootstelling aan de velden die opgewekt worden door de antennes van mobiele telefoons en hun basisstations tot ziekte kan leiden, vereist een veel langere observatieperiode dan tot 2004. De meeste vormen van kanker bijvoorbeeld, hebben een lange ontwikkelingstijd, soms van enige tientallen jaren. Daarom zal er ook na afronding van het WHO EMF Project voortdurend onderzocht moeten worden of er gezondheidseffecten detecteerbaar zijn. De in dit advies voorgestelde onderzoeken zijn daar op gericht.

De commissie vindt het noodzakelijk dat er, indien de voorstellen uit dit advies worden overgenomen, zo snel mogelijk financiële middelen komen, zodat op korte termijn een start gemaakt kan worden met het indienen van onderzoeksvoorstellen en het uitvoeren van onderzoek. Dit is van belang om zo snel mogelijk aansluiting te krijgen bij de internationale onderzoeksinspanningen. Daarnaast is onderzoek in Nederland op dit gebied ook van belang vanwege de grote maatschappelijke relevantie en de bezorgdheid over mogelijke gezondheidseffecten van mobiele telecommunicatie die bij tijd en wijle de kop op steekt.

9.4 Organisatie

De commissie stelt voor de in dit advies geformuleerde onderzoeken voor wat betreft de biologische onderwerpen organisatorisch onder te brengen bij de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk onderzoek, NWO, en ZonMw. De technische onderwerpen zijn het best op hun plaats bij de Stichting Technische Wetenschappen, STW. Wel dient er onderlinge uitwisseling van informatie en goede afstemming plaats te vinden.

Literatuur

- 1 Actieprogramma Gezondheid en milieu. Handelingen Tweede Kamer, vergaderjaar 2001-2002, nr 28089-2. Den Haag: SDU uitgeverij, 2002.
 - 2 COST281 - *Potential Health Implications from Mobile Communication Systems*. Internet: <http://www.cost281.org>. Geraadpleegd 2002.
 - 3 Joint Research Center, Institute for Environment and Sustainability. Internet: http://projects.jrc.cec.eu.int/show.gx?Object.object_id=PROJECTS0000000000000185. Geraadpleegd 2002.
 - 4 WHO International EMF Project. Database onderzoeksprojecten. Internet: <http://www-nt.who.int/peh-emf/emfstudies/database.cfm>. Geraadpleegd 2002.
 - 5 WHO International EMF Project. Verslagen van het Radiation Research Coordination Committee. Internet: <http://www.who.int/peh-emf/>. Geraadpleegd 2002.
 - 6 Cardis, E. and Kilkenny M. International case-control study of adult brain, head and neck tumours: results of the feasibility study. *Radiat Protect Dosimetry*, 1999; 83: 179-183.
 - 7 Commission of the European Communities. Communication from the Commission on the precautionary principle. Brussels: Commission of the European Communities, 2000; (rapport nr COM(2000) 1).
 - 8 Gezondheidsraad. Ongerustheid over lokale milieufactoren; risicocommunicatie, blootstellingsbeoordeling en clusteronderzoek. Den Haag: Gezondheidsraad, 2001; publicatie nr 2001/10.
 - 9 Gezondheidsraad: Commissie Elektromagnetische velden. *Elektromagnetische velden: Jaarbericht 2001*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2001; publicatie nr 2001/14.
 - 10 Gezondheidsraad: Commissie Elektromagnetische velden. *Mobiele telefoons. Een gezondheidskundige analyse*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2002; publicatie nr 2002/01.
 - 11 Gezondheidsraad: Commissie ELF elektromagnetische velden. *Elektromagnetische velden (0 Hz - 10 MHz)*. Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; publicatie nr 2000/06.
-

- 12 Gezondheidsraad: Commissie Radiofrequente elektromagnetische velden. Radiofrequente
elektromagnetische velden (300 Hz - 300 GHz). Rijswijk: Gezondheidsraad, 1997; publicatie nr 1997/01.
- 13 Independent Expert Group on Mobile Phones. Mobile phones and health. Chilton: Independent Expert
Group on Mobile Phones, 2000.
- 14 International Commission on Non-ionising Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines on limits of
exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (1 Hz - 300 GHz). Health Phys,
1998; 74: 494-522.
- 15 Johnston, S.A. Ongoing Telecommunications Research 2002-2005. Available at <http://rfsciencefaqs.com>:
2002;
- 16 Legendijk, J.J.W. Persoonlijke mededeling, 2002.
- 17 Lai, H. e.a. Microwave irradiation affects radial-arm maze performance in the rat. Bioelectromagnetics,
1994; 15: 95-104.
- 18 Litovitz, T.A. e.a. Effect of coherence time of the applied magnetic field on ornithine decarboxylase activity.
Biochem Biophys Res Commun, 1991; 178: 862-865.
- 19 Maes, A. e.a. Cytogenetic effects of 935.2-MHz (GSM) microwaves alone and in combination with
mitomycin C. Mutat Res, 1997; 393: 151-156.
- 20 Penafiel, L.M. e.a. Role of modulation on the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity in
L929 cells. Bioelectromagnetics, 1997; 18: 132-141.
- 21 Raad van de Europese Unie. Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van de
blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz - 300 GHz. Publicatiebl Eur
Gemeensch, 1999; L199: 59-70.
- 22 Repacholi, M.H. e.a. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz
electromagnetic fields. Radiat Res, 1997; 147: 631-640.
- 23 Utteridge, T.D. e.a. Long-term exposure of E-mu-Pim1 transgenic mice to 898.4 MHz microwaves does not
increase lymphoma incidence. Radiat Res, 2002; 158: 357-364.
- 24 Wu, R.Y. e.a. Effects of 2.45-GHz microwave-radiation and phorbol ester 12-o-tetradecanoylphorbol-13-
acetate on dimethylhydrazine-induced colon-cancer in mice. Bioelectromagnetics, 1994; 15: 531-538.
-

-
- A De adviesaanvraag
-
- B De commissie
-
- C Lijst van afkortingen

Bijlagen

De adviesaanvraag

Op 6 mei 2002 ontving de Voorzitter van de Gezondheidsraad in een brief met kenmerk GZB/C&O/ 2271041 het volgende verzoek:

Mede namens de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat vraag ik uw aandacht voor het volgende.

In januari 1997 respectievelijk in juni 2000 heeft de Gezondheidsraad adviezen uitgebracht over de gezondheidseffecten van radiofrequente elektromagnetische velden in het algemeen (advies nr. 1997/01) en van GSM-basisstations in het bijzonder (advies nr. 2000/16). In het advies over de GSM-basisstations staat ondermeer dat de kans dat zich in woon- en werkruimten onder basisstations gezondheidsproblemen voordoen als gevolg van blootstelling aan elektromagnetische velden die van de antennes afkomstig zijn verwaarloosbaar klein is. De veldsterktes liggen altijd ruimschoots beneden de blootstellingslimieten.

In de samenleving heersen echter toch nog vragen over mogelijke nadelige gezondheidseffecten van zendinrichtingen. Ook blijkt er met name behoefte te bestaan aan meer gegevens over de eventuele lange termijn effecten van de betreffende elektromagnetische velden.

Bij het overleg in de Tweede Kamer over de nota Nationaal Antennebeleid is in dit verband door het lid Wagenaar een motie ingediend (Tweede Kamer, 2000-2001, 27 561, nr. 10). In deze motie wordt de regering verzocht “initiatieven te nemen om tot onafhankelijk wetenschappelijk epidemiologisch onderzoek te komen naar de effecten van straling door antennes op de langere termijn en onderzoek te laten verrichten naar geuite klachten.”

In het jaarbericht 2001 van de Gezondheidsraadcommissie Elektromagnetische Velden (rapport nr. 2001/14) is aangegeven dat in november 2000 een bijeenkomst in het kader van het Internationale Elektromagnetische Velden Project van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft plaatsgevonden. Tijdens deze bijeenkomst is een gedetailleerd overzicht gegeven van het onderzoek dat er in de wereld reeds is gedaan, gaande is en nog gedaan zal moeten worden. Tevens wordt in het jaarbericht het belang aangegeven van het doen van wetenschappelijk onderzoek naar de gevoeligheid voor en waarneming van radiofrequente elektromagnetische velden door de mens. Tevens signaleert de commissie de behoefte aan meer inzicht in de wijze waarop elektromagnetische velden in het lichaam indringen.

Naar aanleiding van het voorgaande verzoek ik u advies uit te brengen over de volgende vragen:

- 1 Welk aanvullend onderzoek is nodig om een beter inzicht te krijgen in de mogelijke lange termijn effecten van radiofrequente straling gebruikt voor mobiele telecommunicatie en in de geuite klachten.
- 2 Welke nuttige bijdrage zou daar vanuit Nederland, mede gezien de hier beschikbare expertise, kunnen worden geleverd?
- 3 Welke tijdsfasering zou voor dergelijk onderzoek mede gezien het WHO-programma nodig en realistisch zijn.
- 4 Hoe zou dergelijk onderzoek het beste aangestuurd kunnen worden?

Graag verneem ik uw aanbevelingen.

Hoogachtend,

de Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport,
(w.g.) dr. E. Borst-Eilers

De commissie

-
- prof. dr EW Roubos, *voorzitter*
hoogleraar dierkunde, neurobioloog; Katholieke Universiteit Nijmegen
 - dr LM van Aernsbergen, *adviseur*
fysicus; Ministerie van VROM, Den Haag
 - prof. dr ir G Brussaard
hoogleraar radiocommunicatie; Technische Universiteit Eindhoven
 - dr J Havenaar
psychiater; Altrecht GGZ, Utrecht
 - drs FBJ Koops
bioloog; Arnhem
 - prof. dr ir FE van Leeuwen
hoogleraar epidemiologie van kanker; Vrije Universiteit Amsterdam,
epidemioloog; Nederlands Kanker Instituut, Amsterdam
 - dr HK Leonhard, *adviseur*
fysicus; Ministerie van Economische Zaken, Groningen
 - dr GC van Rhoon
fysicus; Erasmus universitair Medisch Centrum Rotterdam
 - dr GMH Swaen
epidemioloog; Universiteit Maastricht
 - DHJ van de Weerd, arts
medisch milieukundige; GGD Zwolle
-

- prof. dr ir APM Zwamborn
hoogleraar elektromagnetische effecten; Technische Universiteit Eindhoven,
fysicus; TNO, Den Haag
- dr E van Rongen, *secretaris*
radiobioloog; Gezondheidsraad, Den Haag

Lijst van afkortingen

<i>CEMFEC</i>	Combined Effects of EMFs with Environmental Carcinogens
<i>CENELEC</i>	European Committee for Electrotechnical Standardization
<i>COST</i>	Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research
<i>EEG</i>	electroencephalogram
<i>EMF</i>	Electromagnetic fields
<i>GHz</i>	gigahertz
<i>GSM</i>	Global System for Mobile communications
<i>HSP</i>	Heat Shock Proteins
<i>Hz</i>	hertz
<i>IARC</i>	International Agency for Research on Cancer
<i>IEGMP</i>	Independent Expert Group on Mobile Telephones
<i>kHz</i>	kilohertz
<i>MHz</i>	megahertz
<i>MRI</i>	Magnetic Resonance Imaging
<i>NWO</i>	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk onderzoek
<i>Perform</i>	Possible Health Effects Related to Mobile Telephones and Base Stations
<i>RAMP</i>	Risk Assessment Mobile Phones
<i>REFLEX</i>	Risk Evaluation From Low Energy EMF Exposure
<i>RRC</i>	Research Coordination Committee

<i>SAR</i>	Specific Absorption Rate
<i>STW</i>	Stichting Technische Wetenschappen
<i>TETRA</i>	Terrestrial Trunked Radio
<i>WHO</i>	World Health Organization