

Memo TNO-2026-16787

www.tno.nl

peter.zwamborn@tno.nl

+31622923726

Aan Ministerie van Defensie, Directie Projecten,
COMMIT, projectleider, drs. P. Morren

Kopie aan Ir. A. Theil, ing. O. van Gent en ir. J.T.F. Daemen

Van Dr. ir. A.P.M. Zwamborn

Onderwerp Reactie TNO op open brief Dr. F. Marinelli
ingediend bij de Afdeling Bestuursrechtspraak RvS

Datum

2 juni 2026

Onze referentie

TNO-2026-16787

1. Introductie

In dit memo geeft TNO een wetenschappelijke reactie op een document dat de Stichting 'Niet nog een radar in Herwijnen' heeft aangeboden aan de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State. Het document met nummer 202502316/5/R4 is op 13 mei 2026 met de Landsadvocaat gedeeld. Het betreft een "*Open Letter on the Scientific and Regulatory Assessment of Radar Electromagnetic Fields*" door dr. F. Marinelli.

In dit memo wordt wetenschappelijke duiding gegeven aan de volgende beweringen van Dr. F. Marinelli:

1. De NTP studie en de studie van Falcioni *et.al.*;
2. DNA-schade en oxidatieve stress;
3. Specifieke mogelijke gezondheidsaspecten door gepulste radarstraling.

Dr. F. Marinelli claimt dat de radar niet in gebruik genomen mag worden omdat hij stelt dat er dermate grote wetenschappelijke onzekerheden zijn dat de veiligheid voor omwonenden niet overtuigend kan worden aangetoond.

2. Uitgangspunten

Binnen Nederland wordt de ICNIRP richtlijn als toetsingskader gehanteerd om vast te stellen dat de gezondheid van mensen bij blootstelling aan niet-ioniserende straling (bijvoorbeeld radio- of radarsignalen) in voldoende mate wordt beschermd.

Dit memorandum beoogt geen wetenschappelijke review van de open brief te formuleren, maar voorziet een wetenschappelijke context te creëren.

3. Discussie

3.1. Aangedragen referenties in de open brief

Het is onduidelijk waarom dr. F. Marinelli gekozen heeft om slechts een selectie van 20 referenties te noemen, waarvan slechts tien *peer-reviewed* wetenschappelijke publicaties. In de ICNIRP2020 richtlijn worden tenminste 80 *peer-reviewed* wetenschappelijke publicaties geciteerd. Verder zijn een aantal referenties in de open brief onduidelijk. Zo geeft de open brief een referentie "Marinelli F *et al.* (2004), Gene expression and apoptosis". Een zoektocht op www.scopus.com levert geen 'hits' met deze titel op maar wel in 2004 een publicatie

“Exposure to 900 MHz Electromagnetic Field Induces an Unbalance between Pro-Apoptotic and Pro-Survival Signals in T-Lymphoblastoid Leukemia CCRF-CEM Cells” in Journal of Cellular Physiology van Marinelli et al.. Omdat de titel van de referentie in de open brief substantieel afwijkt van de titel van het gevonden artikel is het onzeker of de auteur van de open brief daadwerkelijk dit artikel bedoeld heeft. Als dat zo is, dan is dat merkwaardig aangezien het bij wetenschappelijke publicaties te doen gebruikelijk is de volledige referentie op te schrijven.

3.2. NTP 2018 en Falcioni et.al. 2018

De argumentatie van dr. F. Marinelli is vooral gebaseerd op de publicaties NTP 2018 en Falcioni et al. 2018. De ICNIRP heeft eerder beide onderzoeken beoordeeld. De commissie stelt, kort samengevat, dat de onderzoeken juist zijn uitgevoerd, maar dat er nog geen wetenschappelijk bewijs is dat radiofrequente velden carcinogeen zijn. In onderstaande subparagrafen worden de reacties van de Commissie en van het Kennisplatform Elektromagnetische Velden weergegeven.

3.2.1. ICNIRP2020 oordeel

In ICNIRP2020 publiceert de Commissie het volgende:

“Two recent animal studies investigating the carcinogenic potential of long-term exposure to radiofrequency EMFs associated with mobile phones and mobile phone base stations have also been released: one by the U.S. National Toxicology Program(NTP 2018a and b) and the other from the Ramazzini Institute (Falcioni et al. 2018). Although both studies used large numbers of animals, best laboratory practice, and exposed animals for the whole of their lives, they also have inconsistencies and important limitations that affect the usefulness of their results for setting exposure guidelines. Of particular importance is that the statistical methods employed were not sufficient to differentiate between radiofrequency-related and chance differences between treatment conditions; interpretation of the data is difficult due to the high body core temperature changes that resulted from the very high exposure levels used; and no consistency was seen across these two studies. Thus, when considered either in isolation (e.g., ICNIRP 2019) or within the context of other animal and human carcinogenicity research (HCN 2014, 2016), their findings do not provide evidence that radiofrequency EMFs are carcinogenic.”

De ICNIRP bevestigt de wetenschappelijke kwaliteit van deze afzonderlijke onderzoeken maar stelt wel dat er problemen zijn. Zo wijst de ICNIRP op aanwezige inconsistenties tussen de onderzoeken en dat de statistische analysemethoden een te beperkte bruikbaarheid biedt om als basis te kunnen dienen voor het opstellen van een blootstellingsrichtlijn. De commissie concludeert tevens dat als overige onderzoeksresultaten in beschouwing worden genomen, er geen wetenschappelijk overtuigend bewijs is dat radiofrequente velden carcinogeen zijn.

3.2.2. Kennisplatform EMV oordeel

Over het NTP onderzoek heeft het Kennisplatform Elektromagnetische velden het volgende geformuleerd:

“Het onderzoek laat bij mannetjesratten een verband zien tussen de blootstelling aan de zendsignalen en de ontwikkeling van bepaalde typen tumoren. Opwarming van het lichaam kan een verklaring zijn voor de tumortoename, die vooral bij de hoogste blootstelling optrad. Waarom dit alleen bij mannetjesratten en niet bij vrouwtjesratten en muizen optrad is niet duidelijk, hoewel er aanwijzingen zijn dat het gewicht van het proefdier bij de mate van opwarming een rol kan spelen. Een vertaling van de conclusies in het NTP onderzoek naar wat dit betekent voor blootstelling van mensen is lastig. In 2011 classificeerde het

Internationaal Agentschap voor Onderzoek naar Kanker (IARC) radiofrequente straling als 'mogelijk kankerverwekkend voor de mens'. Omdat in het NTP onderzoek niet duidelijk is of de tumoren zijn ontstaan door hogere lichaamstemperatuur of door een direct effect van zendsignalen, is niet te zeggen of dit onderzoek deze classificatie ondersteunt."

Ook de specialisten verbonden aan het Kennisplatform zijn niet overtuigd van het oorzakelijke verband tussen de radiofrequente straling en het ontstaan van tumoren bij dit proefdierexperimenteel onderzoek.

3.2.3. Classificatie 2B, mogelijk kankerverwekkend

Het kennisplatform elektromagnetische velden heeft een kennisbericht uitgebracht over de stand van Wetenschap met betrekking tot het kunnen krijgen van kanker door het gebruik van mobiele telefoons. Dit kennisbericht is te raadplegen via:

<https://www.kennisplatform.nl/onderzoek-naar-kanker-en-mobiele-telefoons/>

en beschrijft op een leesbare manier de verschillende aspecten hoe de uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek in dit veld, die onderling controversieel zijn, het samenvoegen compliceren. Het kennisplatform noteert op:

<https://www.kennisplatform.nl/conclusies-wetenschappelijk-adviesorganen-mobiele-telefoons/>

als conclusie:

"Wetenschappelijke adviesorganen zoals de World Health Organisation (WHO) en de Gezondheidsraad concluderen dat in het wetenschappelijk onderzoek geen bewijzen zijn gevonden voor negatieve effecten op de gezondheid door blootstelling aan elektromagnetische velden onder de blootstellingslimieten."

En blijft daarbij ook de wetenschappelijke onzekerheid adresseren, wat TNO ook onderschrijft, door te noteren:

"Toch is er nog wetenschappelijke onzekerheid over kanker en andere effecten op lange termijn bij blootstelling aan zendsignalen onder de blootstellingslimieten."

De discussie is in het wetenschappelijke discours nog niet beslecht.

3.2.4. DNA schade en oxidatieve stress

De ICNIRP schrijft hierover in de 2020 richtlijn het volgende:

"There is a large body of literature concerning cellular and molecular processes that are of particular relevance to cancer. This includes studies of cell proliferation, differentiation and apoptosis-related processes, proto-oncogene expression, genotoxicity, increased oxidative stress, and DNA strand breaks. Although there are reports of effects of radiofrequency EMFs on a number of these endpoints, there is no substantiated evidence of health-relevant effects (Vijayalaxmi and Prihoda 2019)."

In een recent systematische review door Stefania Romeo en collega's, "Genotoxicity of radiofrequency electromagnetic fields on mammalian cells in vitro: A systematic review with narrative synthesis", Environment International 193 (2024), <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109104> geeft de auteur de volgende conclusie:

“Therefore, we conclude that the analysis of the papers included in this review, although only qualitative, suggests that RF exposure does not increase the occurrence of genotoxic effects in vitro.”

Dit maakt de stelling van dr. F. Marinelli dat elektromagnetische velden DNA-schade en oxidatieve stress veroorzaakt die de gezondheid negatief kan beïnvloeden onwaarschijnlijk.

3.3. ICNIRP als onbetrouwbaar

In de brief van dr. F. Marinelli wordt aangegeven dat de samenstelling en de werkwijze van de commissie van ICNIRP niet transparant is, onvoldoende heterogeen is samengesteld en onvoldoende verantwoordelijkheid draagt. Dientengevolge stelt de auteur de door de Commissie geformuleerde richtlijn ter discussie.

TNO is niet in positie om de kritiek op de ICNIRP te duiden en/of te verifiëren. Echter, verschillende andere organisaties zoals de WHO, IEEE maar ook de Nederlandse Gezondheidsraad hebben de “scientific body of evidence” geëvalueerd en die organisaties komen in hoge mate tot dezelfde uitkomsten.

Het toetsingskader is ICNIRP, vooralsnog de richtlijn uit 1998 maar met de aanstaande Herziening Frequentiebesluit de richtlijn uit 2020. TNO adviseert tot die tijd tegen beide richtlijnen te toetsen en de laagste blootstellingswaarde te hanteren.

3.4. Gepulste elektromagnetische velden gevaarlijker dan continue velden?

Dr. F. Marinelli stelt dat gepulste elektromagnetische velden door de aard van het signaal gevaarlijker zou zijn dan bij blootstelling aan elektromagnetische velden van continue sterkte. De auteur geeft in de referenties geen link naar de wetenschappelijke onderbouwing van zijn statement. Echter, in de tekst wordt verwezen naar de Potenza Picena Resolution uit 2013. Deze is opgezocht en op 25-5-2026 geraadpleegd op https://www.avaate.org/IMG/pdf/Resolution_on_the_radar_in_Potenza_Picena.pdf

Hieronder volgt een screendump van de Engelstalige versie van de resolutie:

RESOLUTION ON THE RADAR OF POTENZA PICENA, ITALY
20th April 2013

The international congress “Radar, radiofrequency and health risk”, which is held today Saturday, April 20th, 2013 in Potenza Picena, Macerata, Italy, found out several scientific findings regarding the radar placed in Potenza Picena:

- an alteration of the cell viability in cultured cells exposed to the radar signal under controlled conditions (in a Tem cell), with the activation of apoptosis in a short term exposure and with an activation of cell survival signals for 48-hours exposures;
- the cells cultured in the houses of Potenza Picena under the radar signal exposure showed the same alterations of in vitro studies;
- the methylation of DNA occurred to such exposed cultured cells, that may be responsible of a genetic damage on a long term even for low dose exposures;
- the epidemiology study for the period 1986-1991 shows a significant increase of tumor risk (1.6) and of stroke risk (1.4).

Given the previous evidences, the following signatories are morally engaged to declare that the radar in Potenza Picena cannot be defined as “safe” for the population and it should be switched off or removed.

Massimo Scalia
Eleonora Miranda
Mario Barteri
Ian Marc Bonapace
Henry Lai
Livio Giuliani
Fiorenzo Marinelli
Olle Johansson
Michela Padovani
Nesrin Seyhan
Maurizio Fontana
Örjan Hallberg
Giovannella Maggini Mazzarella, Tribunale della Salute
Edoardo Marabini, Città Prestata
Francesca Romana Orlando, AMICA
Maria Cristina Tabano
Stefano Palmisano
Francesca Pulcini

Direct vallen twee zaken op, namelijk:

- De resolutie is geen wetenschappelijk document. Het bevat niet de referenties op basis waarvan de stellers van de resolutie de inhoud ervan wetenschappelijk verdedigen;
- De resolutie gaat over de militaire radarinstallatie en is onder andere gebouwd rond de door TNO beoordeelde studie van Brizzi en Marinelli [1] waarbij TNO ernstige methodische tekortkomingen heeft geïdentificeerd en die door de auteurs in een herziene analyse niet zijn opgelost [2].

Over gepulste elektromagnetische velden rapporteert ICNIRP2020 het volgende:

“This review considers the potential for different types of radiofrequency EMF exposure to adversely affect health, including sinusoidal (e.g., continuous wave) and non-sinusoidal (e.g., pulsed) EMFs, and both acute and chronic exposures.”

TNO constateert dat in ICNIRP 2020 de limitering van de geadviseerde maximale piekveldsterkte van 32 maal de referentiewaarde of 1000 maal de tijdgemiddelde vermogensdichtheid van het elektromagnetische veld is komen te vervallen. Tussen 1998 en 2020 heeft de wetenschappelijke review van de Commissie geen aanleiding gezien dit advies in de 2020 richtlijn te handhaven. In ICNIRP2020 is wel een vernieuwde methodiek in relatie tot gepulste velden gegeven en die is door TNO geïnterpreteerd en gehanteerd om limietwaarden van piekveldsterkten te bepalen.. De claim van dr. F. Marinelli dat gepulste elektromagnetische velden door de aard van het signaal gevaarlijker zou zijn dan bij blootstelling aan elektromagnetische velden van continue sterkte wordt in de wetenschappelijke literatuur niet ondersteund en is door ICNIRP2020 weerlegd.

4. Het voorzorgsprincipe

Dr. F. Marinelli doet tevens een beroep op de toepassing van het voorzorgbeginsel in de strengst mogelijke vorm: immers het niet activeren van de SMART-L radarinstallatie. ALARA, as low as reasonably achievable, wordt door dr. Marinelli niet overwogen, zoals blijkt uit zijn conclusie:

“The conclusion is therefore straightforward. Where a plausible and non-excluded risk exists, the responsible course of action is not to proceed with exposure pending definitive proof of harm, but to prevent exposure. Accordingly, the radar should not be activated.”

Deze conclusie bevat een wetenschappelijk zwakke veronderstelling, immers dat een plausible en niet-uitgesloten risico zou bestaan maar nog niet is vastgesteld. Marinelli veronderstelt dat in de toekomst een definitief bewijs van schade wel zal worden gevonden. Tot dit tijd moet volgens Marinelli worden voorkomen dat schade wordt aangebracht dus dat de radarinstallatie niet in werking mag worden gesteld.

Het besluit om voorzorg of ALARA toe te passen is geen wetenschappelijke keuze, maar een politieke en beleidsmatige. Restrisico's die door de aanwezigheid van wetenschappelijk controversiële resultaten niet precies kunnen worden geduid moet immers worden gewogen tegen maatschappelijke voordelen. Het is aan de wetenschappers, ook de ICNIRP, om in dat keuzeproces beleidsmakers en politici correct te informeren over de stand van de wetenschappelijke kennis.

5. Conclusie

De indruk van de open brief is dat de opbouw en argumentatie op onvoldoende wetenschappelijk basis kan rekenen.

6. Referenties

[1] M. Brizzi and F. Marinelli, "Increased risk of cancer and heart diseases due to the exposure to the radar EMF among the population of Potenza Picena, Italy (1986-91)", Eur. J. Oncol.; Vol 23, No. 4, pp204-210, 2018

[2] TNO Memorandum TNO-2026-16749, A.P.M. Zwamborn en S. van Buuren, "Evaluatie bijgewerkte analyse van dr. Marinelli", juni 2026.