

# REPORT

## **Untersuchungen von Arbeitsplätzen in hochfrequenten Feldern**

Nummer 1

# Forschungsbericht

## Untersuchungen von Arbeitsplätzen in hochfrequenten Feldern Untersuchungsmethoden

Nummer 1

Georg NEUBAUER - Heinrich GARN - Helmut BRUSL - Robert VITZTHUM

Harald KREMSER



Forschungszentrum Seibersdorf



Allgemeine Unfallversicherungsanstalt

# Inhalt

1	Umfang dieses Arbeitsberichtes	3
2	Allgemeines über hochfrequente elektromagnetische Felder	4
3	Biologische Wirkungen	5
4	Messverfahren	6
4.1	Verwendete Geräte	6
4.2	Messanordnungen	8
4.3	Kalibrierung der Messgeräte	9
5	Grundlagen für die Beurteilung der Exposition	10
6	Auswerteverfahren für die Messdaten	11
7	Literatur	13

## Umfang dieses Arbeitsberichtes

In diesem Arbeitsbericht werden die bei den Untersuchungen angewandten Messverfahren, die Grundlagen für die Beurteilung der Exposition sowie die Auswerteverfahren für die Messdaten dokumentiert.

## Allgemeines über hochfrequente elektromagnetische Felder

Elektromagnetische Strahlung ist eine Art der Energieausbreitung im Raum in Form von zeitlich veränderlichen elektrischen und magnetischen Feldern. In hochfrequenten Feldern treten elektrische und magnetische Feldkomponenten immer gekoppelt auf. Gemeinsam bilden sie eine Welle. Im Nahbereich der Strahlungsquelle müssen jedoch beide Feldkomponenten separat untersucht und bewertet werden. Hier charakterisiert man das Feld nicht durch die Leistungsdichten, sondern durch die Feldstärken.

Elektromagnetische Wellen breiten sich über sehr große Entfernungen aus. Die Intensität des Feldes ist jedoch nur im Nahbereich von Strahlungsquellen so hoch, dass sie für den Personenschutz relevant ist.

Die Eindringtiefe der Strahlung in den menschlichen Körper wird mit steigender Frequenz immer geringer. Bei der industriell oft angewandten Frequenz 27 MHz dringt die Strahlung noch weitgehend ins Körperinnere vor, bei Mikrowellenfrequenzen (z.B. 2,45 GHz) hingegen wird der Großteil der Strahlungsenergie in der Haut und den äußeren Gewebeschichten absorbiert.

Hochfrequente elektromagnetische Felder charakterisiert man durch folgende physikalische Größen:

Messgrößen für die Intensität der Felder bzw. der Strahlung:

- Elektrische Feldstärke, gemessen in Volt pro Meter (V/m)
- Magnetische Feldstärke, gemessen in Ampere pro Meter (A/m)
- Strahlungsleistung (nur bei hochfrequenten Feldern), gemessen in Watt pro Quadratmeter ( $W/m^2$ ) oder Milliwatt pro Quadratcentimeter ( $mW/cm^2$ )

Bei Wechselfeldern misst man statt der Feldstärke die so genannte Ersatzfeldstärke. Dies ist die aus drei aufeinander normal stehenden Feldkomponenten zusammengesetzte Gesamtfeldstärke, wobei Phasendifferenzen zwischen den drei Komponenten unberücksichtigt bleiben.

Meßgrößen für die Schwingungsperioden:

- Frequenz, gemessen in Hertz (Hz), Kilohertz (kHz), Megahertz (MHz), Gigahertz (GHz)
- Wellenlänge, gemessen in Meter (m).

## Biologische Wirkungen

Die dominierende biologische Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf den menschlichen Körper ist die Erwärmung infolge Absorption von Strahlungsleistung. Die Strahlungsenergie wird durch so genannte dielektrische Verluste in Wärme umgewandelt. Das Ausmaß der Energieaufnahme pro Körpermasse und Zeit ist die so genannte "spezifische Absorptionsrate" SAR. Verschiedene Gewebearten (z.B. Knorpel, Fett, Eiweiß, Muskel, Blut) haben stark unterschiedliche spezifische Absorptionsraten. Aufgrund der inhomogenen Körperstruktur erfolgt die Erwärmung daher lokal unterschiedlich stark.

Weiters erfolgt in durchbluteten Geweben Wärmeabfuhr, in nicht durchbluteten und in thermisch isolierten Bereichen bildet sich ein Wärmestau. Dies kann zu einer lokalen, über z.B. nur wenige Gramm Körpergewebe ausgedehnten Überhitzung führen, wogegen global keine Erwärmung merkbar ist. Besonders gefährdet ist daher z.B. das menschliche Auge.

So genannte "nicht thermische" Effekte haben nach heutigem Kenntnisstand für den praktischen Personenschutz keine Bedeutung. Sie treten erst bei Feldstärken auf, die oberhalb der Grenzwerte für die Erwärmung liegen.

Große, elektrisch vom Boden isolierte Metallgegenstände können sich in elektromagnetischen Feldern aufladen. Berührt eine Person den Metallgegenstand, so fließt der Strom gegen Erde. Unter günstigen Umständen (z.B. Autobus, Traktor etc. vor einem Rundfunktender) können dabei unangenehme Wahrnehmungen, Verbrennungen an der Kontaktstelle sowie Schocks auftreten.