

Elektromagnetische Verträglichkeit biologischer Systeme

Herausgeben von

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Karl Brinkmann
und

Prof. Dr. med. Dr. med. h. c. Hans Schaefer

Band 3

Untersuchungen zur Magnetfeldexposition der Bevölkerung im Niederfrequenzbereich

von

Dr. Ing. Andreas Stamm

INHALT

Einleitung	9
1 Einführung in das Problem	11
1.1 Physikalische Grundlagen	11
1.2 Bekannte biologische Wirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Vorgänge	15
1.3 Vermutete Langzeitwirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder	18
1.3.1 Epidemiologische Studien	18
1.3.2 Laborversuche an biologischen Systemen	25
1.3.3 Hypothesen für Wirkungsmechanismen	28
1.4 Ziel der Arbeit	30
2 Meßeinrichtungen und Versuchsdurchführung	33
2.1 Meßeinrichtungen und -verfahren	33
2.1.1 Meßtechnische Grundlagen	33
2.1.2 Auswahl und Beschreibung der Meßgeräte	35
2.1.3 Auswahl der Meßparameter	38
2.1.4 Statistische Verfahren	40
2.1.4.a Beschreibende Statistik	40
2.1.4.b Weiterführende Verfahren	41
2.2 Versuchsdurchführung	43
3 Ursachen niederfrequenter magnetischer Felder im Lebensbereich des Menschen	45
3.1 Hochspannungs-Drehstrom-Übertragungssysteme	45
3.1.1 Freileitungen	45
3.1.2 Kabel	48
3.2 Mittelspannungs-Drehstrom-Übertragungssysteme	50
3.3 Stromsummen im Niederspannungs-Verteilungsnetz	51
3.3.1 Entstehung	52
3.3.1.a Vermaschung des Neutralleiters durch den Potentialausgleich	53
3.3.1.b Vermaschte Netze	56
3.3.2 Abschätzung an einem vereinfachten Netzmodell	58
3.3.3 Meßtechnische Erfassung	60
3.3.3.a Berechnung aus dem örtlichen Verlauf des magnetischen Feldes	60
3.3.3.b Erfassung der zeitlichen Schwankungen	70
3.4 Transformatorstationen	71

3.5 Hausinterne Ursachen	73
3.5.1 Installation	73
3.5.2 Haushaltsgeräte	74
4 Expositionsmessungen in Wohnungen am Beispiel Braunschweig	77
4.1 Auswahl der Wohnungen und Meßverfahren	77
4.2 Meßergebnisse	81
4.2.1 Gesamtverteilung der Magnetfeld-Exposition	81
4.2.1.a Ergebnisse für Braunschweig	81
4.2.1.b Vergleich mit Ergebnissen aus anderen Ländern	84
4.2.2 Kurzzeitige Messungen und 24h-Messungen	86
4.2.2.a Quantitativer Vergleich	86
4.2.2.b Korrelation	89
4.3 Abschätzung des magnetischen Feldes aus der Position nahegelegener Anlagen zur Energieversorgung	91
4.4 Überlegungen zur Optimierung des Meßprotokolls	95
4.4.1 Meßdauer und zeitliches Triggerintervall	96
4.4.2 Anzahl der Meßpunkte	98
5 Expositionsmessungen in Wohnungen am Beispiel Westteil Berlin	101
5.1 Auswahl der Wohnungen und Meßverfahren	101
5.2 Meßergebnisse	103
5.2.1 Vergleich mit den Ergebnissen aus Braunschweig	103
5.2.2 Bestimmung der magnetischen Feldquelle im Einzelfall	110
5.3 Abschätzung unter ausschließlicher Berücksichtigung von Messungen außerhalb der Wohnung	114
6 Maßnahmen zur Reduzierung niederfrequenter magnetischer Felder im Lebensbereich des Menschen	121
6.1 Festlegung von Grenzwerten	121
6.2 Technische Möglichkeiten	122
6.2.1 Anlagen der Energieversorgungsunternehmen	123
6.2.2 Kundeneigene Anlagen	123
Zusammenfassung	125
Literaturverzeichnis	129