



---

# Abschlußbericht

Juni 1997

**Messungen der Elektrischen- und Magnetischen- Feldstärken  
an einem Kurzwellen- Funkkraftwagen (FuKwM) der Polizei  
des Saarlandes**



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Gegenstand der Untersuchungen</b> .....	3
<b>2 Normung und gesetzliche Vorschriften</b> .....	3
<b>2.1 Normengebende Organisationen</b> .....	3
<b>2.2 Rechtliche Einordnung</b> .....	3
<b>2.3 Unterscheidung von Expositionsbereichen und Frequenzen</b> .....	4
<b>2.4 Basisgrenzwerte und abgeleitete Grenzwerte</b> .....	4
2.4.1 Basisgrenzwert.....	4
2.4.2 Abgeleitete Grenzwerte.....	5
<b>2.5 Relevante Grenzwerte</b> .....	5
<b>3. Meßsystem</b> .....	5
<b>4. Meßergebnisse</b> .....	6
<b>4.1 Meßaufbau (Fahrzeuginnenraum)</b> .....	6
<b>4.2 Meßaufbau (Außenbereich)</b> .....	8
<b>4.3 Feldverteilung</b> .....	7
4.3.1 Punktuelle Messungen im Innenraum.....	7
4.3.2 Punktuelle Messungen im Außenbereich.....	8
<b>5. Bewertung</b> .....	9
<b>6. Literaturverzeichnis</b> .....	10
<b>7. Meßprotokoll</b> .....	10
<b>7.1 Zeitplan</b> .....	10
<b>7.2 Betriebsbedingungen</b> .....	11

# 1 Gegenstand der Untersuchungen

Im Auftrag des Innenministeriums des Saarlandes wurden bei den Zentralen Polizeitechnischen Diensten (ZPD) des Landes Nordrhein-Westfalen die magnetischen und elektrischen Felder vermessen, die beim Betrieb der Kurzwellen-Sendeeinrichtung in einem Kraftfahrzeug (MB 911) der Bereitschaftspolizeihundertschaft des Saarlandes im Aufenthaltsbereich des Bedienpersonals auftreten.

Ziel der Untersuchungen war die meßtechnische Bestimmung der elektrischen und der magnetischen Feldstärkeverteilung und ein Vergleich der Ergebnisse mit den Grenzwerten aus nationalen und europäischen Normen zum Schutz von Personen vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch elektromagnetische Felder.

Das Fahrzeug, die Sendeanlage und die Antenne wurden vom Bedienpersonal des Saarlandes auf einem Freigelände bei der ZPD in Düsseldorf, Tannenstraße 26, aufgebaut und in Betrieb genommen.

Gemessen wurde in einer waagerechten Ebene im gesamten Fahrzeugaufbau in einer Höhe von 120 cm (entspricht einer mittleren Kopfhöhe des Bedienpersonals) in einem Raster von 20x20 cm.

## 2 Normung und gesetzliche Vorschriften

### 2.1 Normengebende Organisationen

In Deutschland ist das Deutsche Institut für Normung (DIN) die von der Bundesregierung anerkannte Institution zur Erarbeitung von Normen. Dessen Aussagen und Normen haben auch die sich derzeit im Fluß befindliche Harmonisierung der Normen für Europa gefördert. Die Grenzwerte im Normen-Vorentwurf des Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC) [ENV 50166 1995] sind denen im neuesten Entwurf der DIN/VDE-Norm 0848 [DIN 0848/91] sehr ähnlich.

### 2.2 Rechtliche Einordnung

In jüngster Zeit hat es Bestrebungen gegeben, die Norm DIN 0848 Teil 2 zur "Gefährdung durch elektromagnetische Felder, Schutz von Personen im Frequenzbereich von 10 kHz bis 300 GHz" [DIN 0848 91] in geltendes Recht umzusetzen.

Das Ergebnis ist die "Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes" (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26.BImSchV) vom 16.Dezember 1996.

Die DIN Normen haben bereits seit längerer Zeit eine große Bedeutung, weil von der Justiz bei entsprechenden Gerichtsverfahren diese Normen in der Regel als Meinungs- und Stellungnahme von ausgewiesenen Fachleuten herangezogen werden.

Fast alle Normen basieren auf einer Auswertung der Wirkung von ausschließlich thermischen Effekten auf den menschlichen Körper. Zusätzlich sind auch andere (athermische) Effekte in der Diskussion, die aber in der vorliegenden Untersuchung keine Berücksichtigung finden.

## 2.3 Unterscheidung von Expositionsbereichen und Frequenzen

In nahezu allen Normen wird eine Unterscheidung von Expositionsbereichen vorgenommen, die in der DIN-Norm Expositionsbereich 1 und 2 heißen.

Im Expositionsbereich 1 sind die Grenzwerte unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit und nicht vorrangig unter Vorsorgegesichtspunkten konzipiert worden. Der Bereich umfaßt:

Kontrollierte Bereiche, z. B. Betriebsstätten, vom Betreiber überprüfbare Bereiche.

Allgemein zugängliche Bereiche, in denen aber aufgrund der Betriebsweise der Anlagen oder aufgrund der Aufenthaltszeit sichergestellt ist, daß eine Exposition nur kurzzeitig erfolgt. Kurzzeitig bedeutet dabei nach [DIN 0848 1991] bis zu 6 Stunden je Tag.

Die Grenzwerte im Expositionsbereich 2 sind unter Berücksichtigung von zusätzlichen Vorsorgegesichtspunkten festgelegt worden. In diesen Bereich fallen Gebiete, in denen nicht nur mit Kurzzeiteexposition gerechnet werden kann:

- Gebiete mit Wohn- und Gesellschaftsbauten
- Einzelne Wohngrundstücke
- Anlagen und Einrichtungen für Sport, Freizeit und Erholung
- Arbeitsstätten, in denen eine Felderzeugung bestimmungsgemäß nicht erwartet wird.

Die Grenzwerte für den Expositionsbereich 2 sind etwa um den Faktor 5 [DIN 0848 1991] schärfer gefaßt, als diejenigen aus dem Bereich 1.

Zusätzlich zu der Einführung von verschiedenen Expositionsbereichen wird in der Mehrzahl der Normen noch zusätzlich eine Unterscheidung hinsichtlich der Dauer der Einwirkung der elektromagnetischen Strahlung getroffen. Eine Grenze wird international bei 6 Minuten gezogen. Für kurzzeitige Einwirkungen unterhalb von 6 Minuten Dauer sind höhere Feldstärken zulässig, weil davon ausgegangen werden kann, daß es eine gewisse Zeit dauert, bis es zu einer Erwärmung des menschlichen Körpers kommt.

Aufgrund der Frequenzabhängigkeit von wichtigen Parametern, wie der Eindringtiefe der elektromagnetischen Felder in den menschlichen Körper und der Absorptionsfähigkeit verschiedener Gewebearten, hängen die Grenzwerte in der Regel von der Frequenz ab.

## 2.4 Basisgrenzwerte und abgeleitete Grenzwerte

In allen normativen Bestimmungen werden Basisgrenzwerte und sogenannte abgeleitete Grenzwerte unterschieden.

### 2.4.1 Basisgrenzwerte

sind die aufgrund der biologischen Wirkungen festgelegter zulässiger Wert für

- die spezifische Absorption (SA)
- die spezifische Absorptionsrate (SAR)
- die elektrische Stromdichte im Körper
- den Körperstrom

### 2.4.2 Abgeleitete Grenzwerte

sind aus Basisgrenzwerten abgeleitete zulässige Wert für Feldstärke, Leistungsflußdichte und Berührungsspannung.

#### Anmerkung:

Die abgeleiteten Grenzwerte werden angegeben, um ein für die Praxis anwendbares Verfahren zur Beurteilung der Feldeinwirkung anzubieten. Diese Grenzwerte wurden so festgelegt, daß selbst unter Zugrundelegung der ungünstigsten Einwirkungsbedingungen der Felder die Basisgrenzwerte nicht überschritten werden.

## 2.5 Relevante Grenzwerte nach DIN/VDE 0848 Teil 2 Entwurf Oktober 1991

### 2.5.1 Basisgrenzwert

Expositionsbereich 1

**1MHz bis 300GHz Ganzkörper 0,4 W/Kg**

### 2.5.2 Abgeleitete Grenzwerte

Expositionsbereich 1 Einwirkdauer > 6 Minuten

Effektivwert der elektrischen Ersatzfeldstärke in V/m

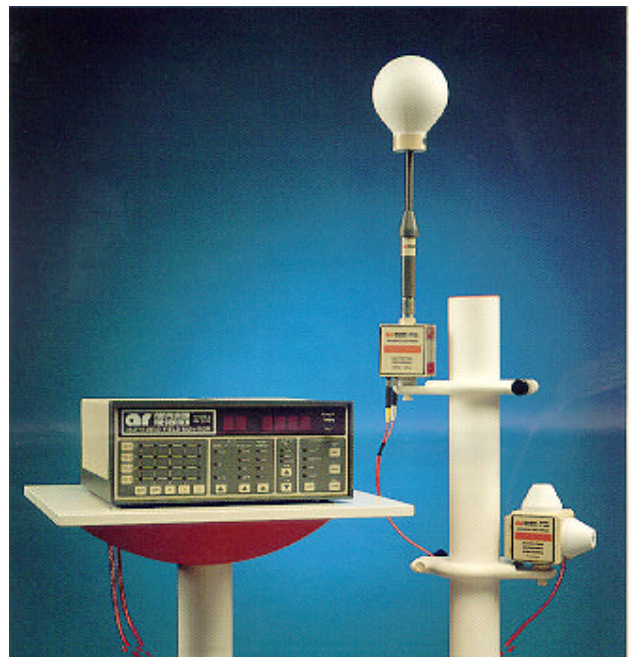
410 KHz bis 10 MHz	614/f
<b>5,2526 MHz</b>	<b>116,84 V/m</b>

Effektivwert der magnetischen Ersatzfeldstärke in A/m

410 KHz bis 10 MHz	4,89/f
<b>5,2526 MHz</b>	<b>0,93 A/m</b>

## 3. Meßsystem

Das AMPLIFIER RESEARCH Feldstärkemessequipment gliedert sich in mehrere Komponenten. Als zentrale Bedien- und Auswerteeinheit wird der Field Monitor FM 2000 verwendet. An dieser Einheit werden über Glass Fiber Optic Cable (Glasfaserkabel) die unterschiedlichen Sonden adaptiert. Als Feldsonde für das elektrische Feld kommt die E-Field Probe FP 2000 zum Einsatz, welche im Frequenzbereich von 10KHz - 1GHz, mit einer Sensitivität von 1-300V/m, eingesetzt werden kann. Für den magnetischen Feldstärke findet die H-Field Probe FP2103 mit einem Frequenzbereich von 5- 300MHz und einem Messbereich von 15 mA/m bis 3A/m Anwendung. Die Sonden werden über ein, in unterschiedlichen Ebenen verstellbaren, nicht leitenden Trägersystem, in das Messfeld geführt. Die Daten werden über einen Rechner ausgewertet.



**Bild 1** AMPLIFIER RESEARCH Feldstärkemessequipment FM 2000 mit E- und H- Feld Sonde

Kalibrierung:

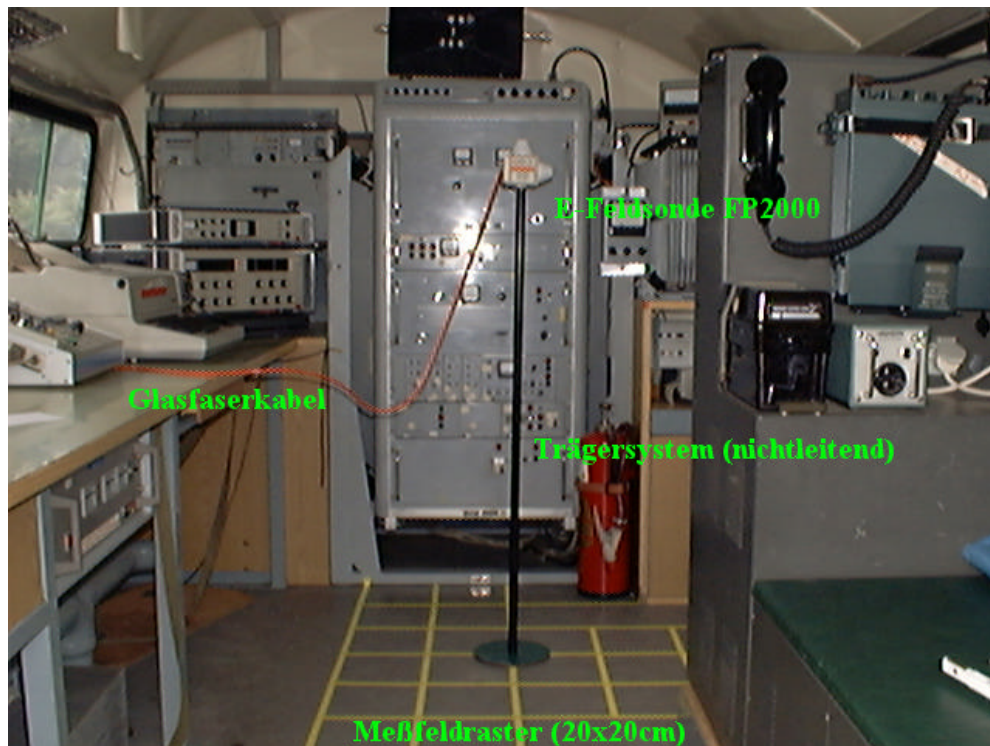
Field Monitor	FM 2000	31.10.96 (Forschungszentrum Seibersdorf) No.:15909
E-Field Probe	FP 2000	31.10.96 (Forschungszentrum Seibersdorf) No.:15815
H-Field Probe	FP 2103	10.09.96 (AR Souderton,USA) No.:18308/90583

## 4. Meßergebnisse

### 4.1 Meßaufbau (Fahrzeuginnenraum)

Bei der Festlegung des Meßaufbaus wurde der Hauptaufenthaltsbereich des Bedienpersonals zu Grunde gelegt. Demzufolge entstand in Längsachse des Fahrzeugs gesehen ein Messfeld von 45 Messpunkten in einem Raster von 20x20 cm. Um weitere Erkenntnisse über die Feldverteilung zu erhalten, wurden punktuelle Messungen über das Messfeld hinaus durchgeführt. Insbesondere in Bereichen der Leistungsübertragung wurden eng strukturierte punktuelle Messungen vorgenommen.

Die Sondenhöhe von 120 cm wurde aus der mittleren Kopfposition mehrerer Probanden bestimmt.



**Bild 2** Meßaufbau zur Erfassung des Elektrischen Feldes



**Bild 3** Meßaufbau zur Erfassung des Magnetischen Feldes

#### 4.2 Meßaufbau (Außenbereich)

Die Messungen im Außenbereich wurden parallel zur Längs- und Querachse des Fahrzeugs bis zu einer Länge von 50 Metern durchgeführt, welche durch punktuelle Messungen an exponierten Positionen ergänzt wurden.

#### 4.3 Feldverteilung

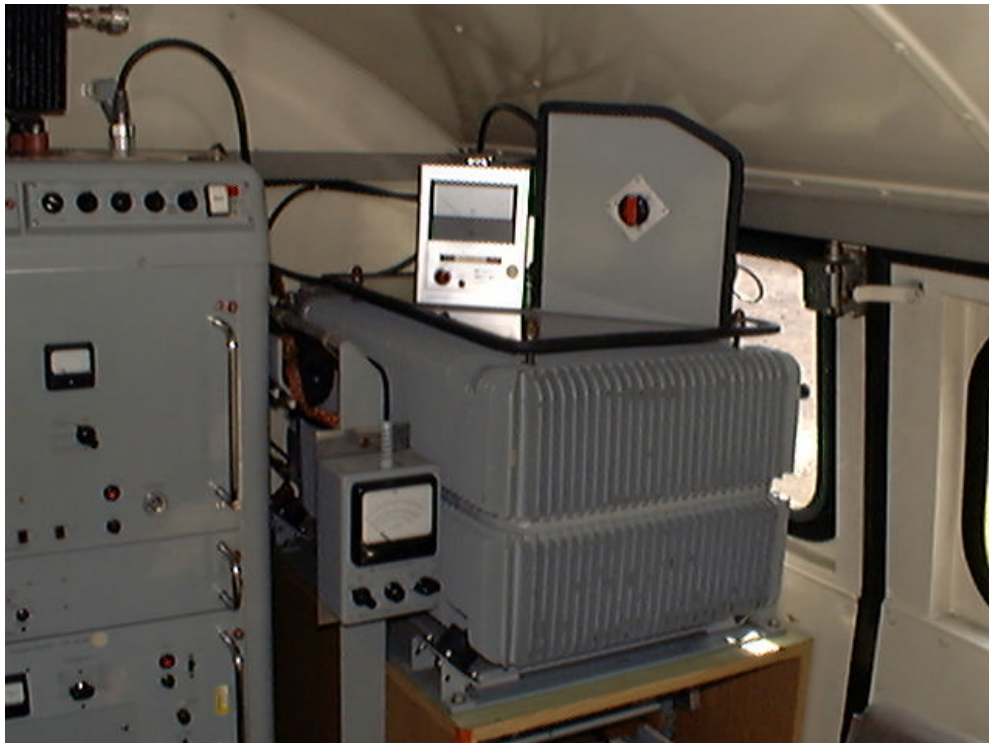
Im Fahrzeuginnenraum wurden in einem Leistungsspektrum bis 1000W an den angegebenen Meßpositionen keine *H*-Felder und *E*-Felder bis zu einer Feldstärke von 1,4 V/m ermittelt.

##### 4.3.1 Punktuelle Messungen im Innenraum

MP1 Antennenleistungsumschalter Stellung **M** (Absorber) gemessen direkt am linken Steckverbinder HF. ***E*-Feldstärke >300V/m**

MP1 Antennenleistungsumschalter Stellung **D** (Dipol) gemessen direkt am linken Steckverbinder HF. ***E*-Feldstärke = 1,5 V/m**

- MP2 HF-Kabel (Verbindung Leistungsumschalter > Wattmeter) in der Mitte des Kabels gemessen: ***H-Feld 4A/m***
- MP3 Unmittelbar vor dem Wattmeter und dem Leistungsumschalter gemessen: ***H-Feld 0,5A/m***



**Bild 4** Meßpunkte der Innenraummessung

Bei allen gemessenen Punkten waren die Feldstärken in kurzer Distanz zu diesen Punkten nicht mehr nachweisbar.

#### 4.3.2 Punktuelle Messungen Außenbereich

Position der *E*-Feldsonde:

1m vom elektrischen Ende der Antenne in 0,5m Entfernung zur Antenne, in gleicher Ebene.

Leistung	E-Feldstärke
300 W	30 V/m
600 W	50 V/m
900 W	65 V/m





**Bild 5** Antennenverlängerungsspule

Messungen unmittelbar an den Verlängerungsspulen und am Ende der Antenne ergaben  $E$ -Feldstärken **> 300V/m**.

Messungen der  $H$ -Feldstärken unterhalb der Antenne mit gestecktem Arm (Sondenhöhe ca. 2,3m) ergaben Werte um **1,5 A/m**.

Bei beiden Messungen betrug die Sendeleistung 280 Watt.

Bei Messungen der beiden Feldkomponenten ab Frontzugmaul 50m in Fahrtrichtung betrug die maximale  $E$ -Feldstärke 1,4V/m. Eine  $H$ -Feldstärke konnte nicht nachgewiesen werden.

## 5. Bewertung

Die durchgeführten Messungen der Elektrischen und Magnetischen Feldstärken haben gezeigt, daß die Meßwerte die Grenzwerte der DIN/VDE 0848 Teil 2 Entwurf Oktober 1991 (Expositionsbereich 1 bei einer Einwirkdauer > 6 Minuten) im gesamten Fahrzeugaufbau und in der unmittelbaren Umgebung um das Fahrzeug nicht überschreiten.

Die zulässigen Grenzwerte liegen zwei Zehnerpotenzen über den im Fahrzeugaufbau gemessenen Feldstärken. Auch eine Erhöhung der Sendeleistung auf die Maximale Leistung von 1000 Watt ergab keine Erhöhung der Feldstärke im Fahrzeuginneren.

Unter bestimmten Betriebszuständen kann es am hinteren Teil des Leistungsumschalters oberhalb des fest installierten Absorbers zu Überschreitungen der Grenzwerte kommen, allerdings ist dieser Bereich für das Bedienpersonal nicht zugänglich. (Sollte bei Reparatur und Wartungsarbeiten berücksichtigt werden)

Messungen in unmittelbarer Nähe der Verlängerungsspulen und Isolatoren der Antennenanlage ergaben starke Grenzwertüberschreitungen, so daß beim Betrieb der Anlage ein Aufenthalt von Personen im Nahbereich der Antenne unterbleiben sollte.

## 6. Literaturverzeichnis

- [DIN 0848 82] Deutsche Norm (in Kraft): Gefährdung durch elektromagnetische Felder, Meß- und Berechnungsverfahren, DIN 57 848 Teil 1 = DIN VDE 0848 Teil 1, 1982.
- [DIN 0848 84] Deutsche Norm (in Kraft): Gefährdung durch elektromagnetische Felder, Schutz von Personen im Frequenzbereich von 10 kHz bis 300 GHz, DIN 57 848 Teil 2 = DIN VDE 0848 Teil 2, 1984.
- [DIN 0848 95] Deutsche Norm (Entwurf): Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern. Meß- und Berechnungsverfahren DIN VDE 0848 Teil 1, Mai 1995.
- [DIN 0848 91] Deutsche Norm (Entwurf): Sicherheit in elektromagnetischen Feldern, Schutz von Personen im Frequenzbereich von 30 kHz bis 300 GHz, DIN VDE 0848 Teil 2, Oktober 1991.
- [EN 55014] Deutsche Norm (in Kraft), Deutsche Fassung der EN 55014:1993: Funk-Entstörung von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen: Grenzwerte und Meßverfahren für Funkstörungen von Geräten mit elektromotorischem Antrieb und Elektrowärmegegeräten für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke, Elektrowerkzeugen und ähnlichen Elektrogeräten. DIN-EN 55014 = DIN VDE 0875, Teil 14, Dezember 1993.
- [EN 55022] Deutsche Norm (in Kraft), Deutsche Fassung der EN 55022:1994: Grenzwerte und Meßverfahren für Funkstörungen von Einrichtungen der Informationstechnik. DIN-EN 55022 = IEC CISPR 22 = DIN VDE 0878, Teil 22, Mai 1995.

## 7. Meßprotokoll

Berichtersteller: RAng. F.-J. Franzen  
Messungen durchgeführt von: RAng. F.-J. Bongartz  
PK W. Grau

### 7.1 Zeitplan

- 09.06.97 - Überführung Funkkraftwagen Saarland (SB-3360)
- 10.06.97- Aufbau der Kurzwellen-Sendeanlage mit Antenne und Zubehör.  
- Einweisung in die Sendeeinrichtungen  
- Erste Vormessungen
- 11.06.97- Entwicklung des Messmodells zur Ermittlung der *E*- und *H*-Feldstärken  
(Messfeldfestlegung)
- 12.06.97- Aufnahme der *E*- und *H*-Feldstärken im Fahrzeuginneren
- 13.06.97- Aufnahme der *E*- und *H*-Feldstärken ausserhalb des Fahrzeugs
- 16.06.97- Messwertkontrolle
- 17.06.97- Messwertkontrolle
- 18.06.97- Analyse und Dokumentation

## 7.2 Betriebsbedingungen

Meßobjekt:	Kurzwellen Funkkraftwagen M (FuKwM) Saarland SB-3360
HF-Quelle:	ROHDE & SCHWARZ 1kW Kurzwellensender SK 1 / 3901 F.Nr.329033/47 ROHDE & SCHWARZ HF - Wattmeter HS 6034 ROHDE & SCHWARZ Leistungs-Dämpfungsglied RBS1000 F.Nr. D32160
Antenne:	Breitband-Dipol (50m) HX-002
Signalparameter:	5,2526 MHz
Leistung:	280W (1000W Kurzzeit)
Messgeräte:	AMPLIFIER RESEARCH Feldstärkemessequipment Field Monitor FM 2000 E-Field Probe FP 2000 (10KHz - 1GHz) H-Field Probe FP 2103 (5 - 300MHz)



**Zentrale  
Polizeitechnische Dienste  
Nordrhein-Westfalen**

**Roßstraße 135  
40476 Düsseldorf**

**Telefon: 0211 / 939 - 0  
Fax: 0211 / 939 - 2070**