

## **EMV Filter**

### **Dienstleistungen und EMV Labor**

Datum:                    Februar 2021

## 1 Beratung durch Ingenieure

Erfahrene Ingenieure mit ihrem umfangreichen Wissen über eine Vielzahl von elektrischen und elektronischen Anlagen und Geräten und deren spezifischem EMV-Verhalten stehen Ihnen auf Wunsch bereits vom Anfang eines Projektes an beratend zur Verfügung. Gerne sind unsere Spezialisten bereit, telefonisch oder bei komplexeren Problemen vor Ort eine individuelle, kostengünstige EMV-Lösung mit Ihnen zu erarbeiten.

## 2 Entwicklungsbegleitende Messungen

Für die Unterstützung unserer Kunden bei EMV-Problemen und für grundlegende Untersuchungen bei der Applikation von EMV-Bauelementen betreiben wir in Regensburg ein umfangreich ausgestattetes EMV-Labor (siehe Kapitel 7, "EMV-Messlabor"). Dort wird für Geräte, Anlagen und Maschinen eine anwendungs- und kostenoptimierte EMV-Lösung ermittelt, um die anzuwendenden Grenzwerte einzuhalten.

## 3 Kundenspezifische Anpassung von Produkten

TDK bietet ein breites Spektrum an Standardfiltern und -drosseln, mit denen die meisten Applikationen unserer Kunden abgedeckt werden. Trotzdem ist es in einigen Fällen technisch notwendig oder aus wirtschaftlichen Gründen sinnvoll, Produkte zu entwickeln, die auf die Anforderungen des Kunden maßgeschneidert werden. Bei der Auswahl der passenden Lösung steht dem Kunden ein erfahrenes Team von Ingenieuren zur Verfügung. Die Entscheidung, ob eine spezifische Anpassung vorgenommen werden muss oder ob auf bewährte Standardbaureihen zurückgegriffen werden kann, muss von Fall zu Fall getroffen werden.

Bild 1 verdeutlicht den Zusammenhang zwischen relativem Preis und Stückzahl. Bei geringen Stückzahlen empfiehlt sich in den meisten Fällen der Einsatz von Standardfiltern- und -drosseln. Diese sind schnell verfügbar, in vielen Applikationen bewährt und üblicherweise kostengünstiger als eine spezifische Lösung. Bei sehr großen Stückzahlen kann eine genau auf die Anwendung angepasste Lösung vorteilhafter sein und zudem kostengünstig in das Gerät integriert werden.

Gerade die frühzeitige Einbindung unserer EMV-Experten kann zur Reduzierung der Systemgesamtkosten führen, indem z. B. das System Frequenzumrichter/Filter optimal aufeinander abgestimmt wird. Daneben können Entwicklungszeiten reduziert werden, das Endprodukt erreicht schneller den Markt, und der Kunde erzielt dadurch entscheidende Wettbewerbsvorteile.

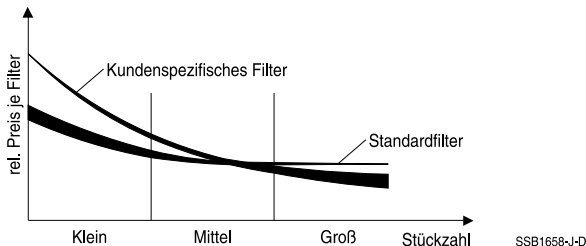


Bild 1 Zusammenhang zwischen relativem Preis und Stückzahl

#### 4 Problemlösungen durch Messungen vor Ort

Über die Leistungen des EMV-Labors hinaus bietet TDK auch die direkte Mitwirkung beim Hersteller des Gerätes bzw. der Anlage an. Unsere Ingenieure verfügen über ein breites Wissen auf dem gesamten Gebiet der EMV und über langjährige Erfahrungen in der Anwendung von EMV-Bauelementen. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Gerätehersteller und TDK werden schnell optimale und kostengünstige Ergebnisse erzielt.

- **Hilfe bei der Lokalisierung von Störquellen**
- **Muster für Entstörversuche werden gezielt bereitgestellt, Bauteile und mechanisches Material stehen zur Verfügung**
- **Schnelle Erarbeitung optimaler, kostengünstiger Lösungen durch erfahrene Mitarbeiter**
- **Kundenspezifische Bauelemente können schneller entwickelt werden**
- **Empfehlungen für EMV-Maßnahmen wie Schirmung, Massung, Erdung, EMV-Bauelemente, Drosseln und EMV-Filter**
- **Enge Zusammenarbeit zwischen Kunde und EMV-Ingenieur**
- **Verkürzung der Entwicklungszeit durch Simulation der Aufgabenstellung**

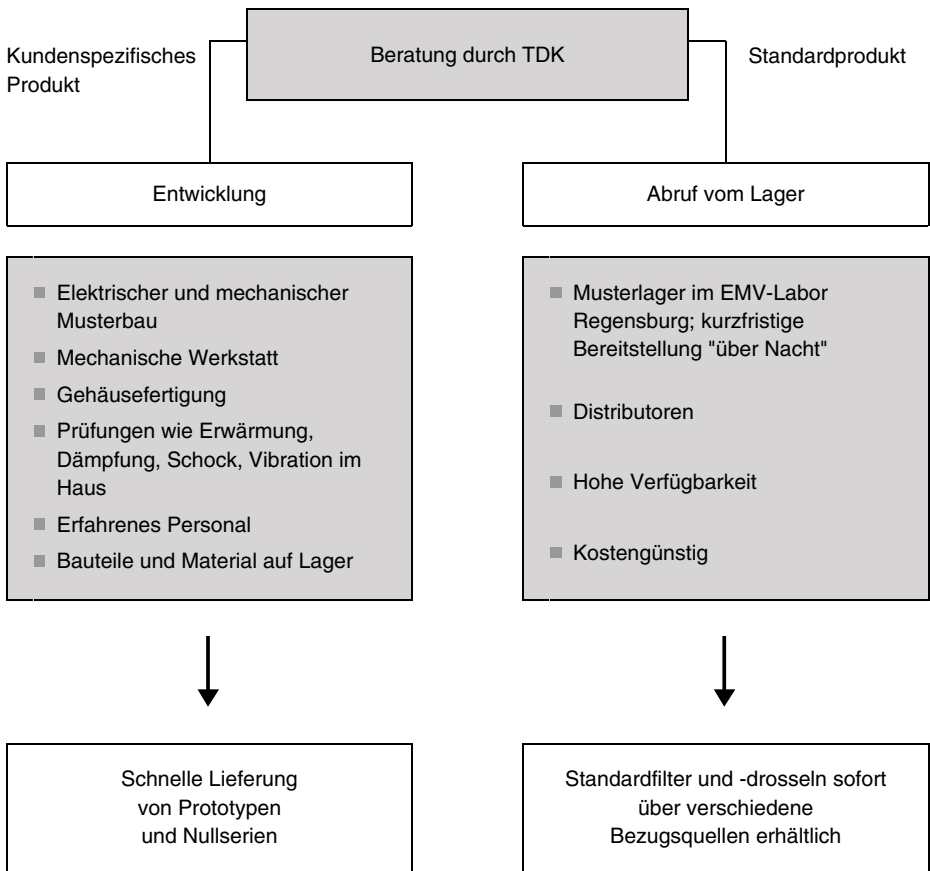
Es steht eine große Auswahl an transportablen Geräten zur Verfügung, um die oben aufgeführten Messungen und Dienstleistungen bei Bedarf

**direkt beim Kunden vor Ort**

durchführen zu können.

## 5 Kurzfristige Bereitstellung von Mustern

Egal, ob die Entscheidung auf Standard- oder kundenspezifische Filter oder Drosseln fällt: TDK stellt seinen Kunden das entsprechende Produkt zeitnah zur Verfügung.



## 6 Simulationen

Die Simulation ist die Nachbildung von realen Funktionen und Eigenschaften durch Modelle, die mittels einer entsprechenden Software auf einem Computer gerechnet werden. Diese Software kann ein Netzwerksimulator (SPICE<sup>1)</sup>), ein zwei- oder dreidimensionaler Finite-Elemente-Simulator oder eine mathematische Beschreibung in einem Computer-Algebra-System sein.

1) SPICE = Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

## 6.1 Anwendungsgebiete

Folgende Aufgaben werden bei TDK zunehmend mit Unterstützung der Simulation gelöst:

- **Virtual Prototyping<sup>2)</sup>:**
  - Ergebnisorientierte Entwicklung
  - Weniger Versuche notwendig
  - Entwicklungsbeschleunigung
  - Kostenreduzierung
  - Optimierung hinsichtlich Volumen und Gewicht
- **Modellierung:**
  - Erstellen geeigneter Modelle von Bauelementen und Filtern
  - Support für unsere Kunden
  - Analyse der physikalischen Verhaltensweisen
  - Ableiten von Verbesserungsansätzen
- **Simulation der Filter in ihrer Einsatzumgebung:**
  - Analyse von Filtertopologien
  - Auswahlhilfe für Kunden bei Neuentwicklungen
  - Reduzierung der Anzahl von Musterfiltern
  - Unterstützung der Systemoptimierung
  - Absicherung der Qualität und Lebensdauer
- **Untersuchung und Beseitigung unerwünschter Nebeneffekte:**
  - Analyse von Sekundäreffekten vor dem Mustersaufbau
  - Aufwändige Versuchsanordnungen werden reduziert
  - Analyse von schwer nachzustellenden Ausnahmefällen
- **Toleranz- und Ausbringungsuntersuchung:**
  - Berücksichtigung von Toleranzen bereits in der Entwicklungsphase
  - Kostenoptimierung für den Herstellungsprozess und die Kunden
  - Erfüllung von APQP<sup>3)</sup>-Ansprüchen und Überwachung der Qualität

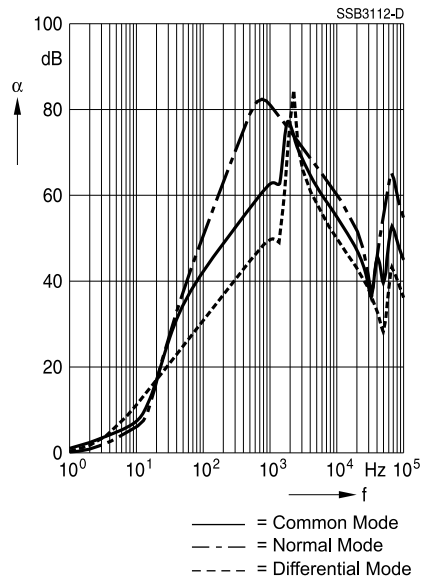
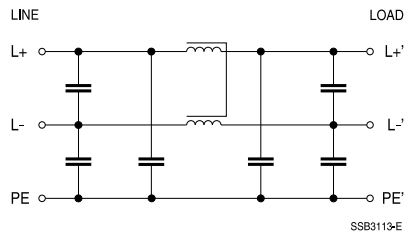


Bild 2:  
Filtermodell eines Automotive-HV-Filters,  
Schaltbild und Dämpfungskurve<sup>4)</sup>

## 6.2 Simulationswerkzeuge

Entwicklungsbegleitend wird bei TDK ein breites Spektrum an Simulationsmethoden verwendet, um unseren Kunden optimale Produkte mit kurzen Entwicklungszeiten anbieten zu können.

2) digitaler Entwicklungsprozess auf Basis von 3D- und Rechenmodellen

3) APQP = Advanced Product Quality Planning (deutsch: PQVP = Produkt-Qualitätsvorausplanung)

4) Quelle: "Systemsimulations with EMI-Filter in an Automotive HighVolt Environment", PCIM Europe, Nürnberg, 2017

Mit Hilfe von mathematischen Beschreibungen werden Grunddimensionierungen berechnet, parasitäre Eigenschaften von zu entwickelnden Bauteilen abgeschätzt und physikalische Grundprinzipien analysiert.

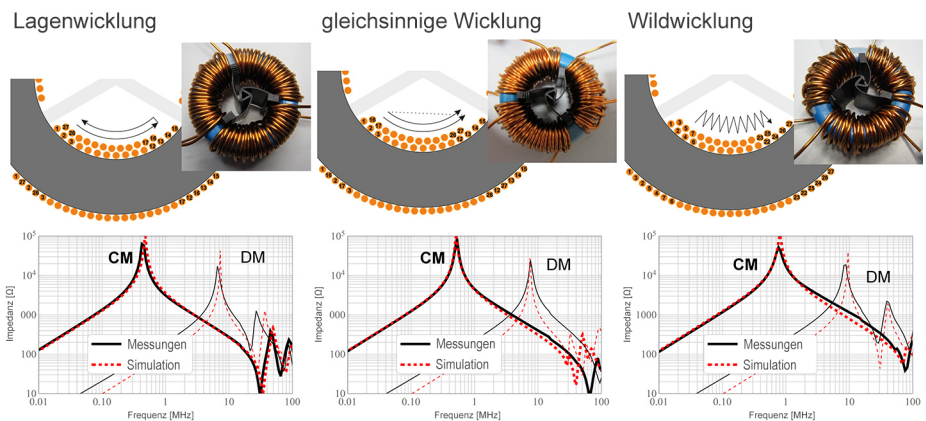
Mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) werden induktive Bauelemente dimensioniert und Geometrien hinsichtlich verschiedener Anforderungen optimiert. Es werden Simulationen elektrischer oder magnetischer Felder und mechanische bzw. thermische Simulationen eingesetzt.

Mit verschiedenen Netzwerksimulatoren werden die elektrischen Eigenschaften von kompletten Filtern und deren Verhalten in der Einsatzumgebung abgeschätzt oder nachgebildet, um das Verhalten des Bauelementes oder Filters in der Anwendung zu optimieren. Dies kann bei TDK durchgeführt werden oder mit Modellen unserer Filter beim Kunden.

Die Modellierung der Filter basiert auf den realen Nachbildungen der Filterkomponenten durch entsprechende Widerstands-, Drossel- oder Kondensatormodelle, welche wiederum auf physikalischen Modellen basieren. Diese Herangehensweise ermöglicht Rückschlüsse auf die physikalische Ursache verschiedener Effekte, im Verhalten und somit einen Ansatz zur Optimierung. Parasitäre Effekte werden bei nicht hinreichender Genauigkeit durch Erweitern der Simulationsmodelle an die gemessene Realität angepasst und integriert.

Um unseren Kunden die Modelle in der gewünschten hohen Qualität zur Verfügung stellen zu können, ist ein sehr hoher Aufwand notwendig. Wir sind derzeit in der Lage, im Bereich der Kleinsignalanalyse bei Drosseln und Filtern zuverlässige Modelle zu erstellen. Die Simulationen der Gesamtapplikation im Zeitbereich sind nur mit Kenntnis der relevanten Systemparameter und mit vereinfachten Modellen möglich.

Für den weiteren Ausbau unseres Wissens und unserer Erfahrung bei der Simulation sind wir an der Zusammenarbeit im Bereich Simulation und Modellierung nicht nur mit Kunden, sondern auch mit Partnern stark interessiert.



**Bild 3** Simulation der parasitären Eigenschaften bei verschiedenen Wicklungsarten  
 CM = Common Mode  
 DM = Differential Mode

## 7 EMV-Messlabor

Das EMV-Labor in Regensburg ist seit Oktober 1994 als Prüflabor akkreditiert, heute nach der aktuellen Qualitätsnorm für Labore DIN EN ISO/IEC 17025. Auf dieser Grundlage werden die Unabhängigkeit, Unparteilichkeit und Integrität der Mess- und Prüfergebnisse konsequent sichergestellt. Die langjährige Erfahrung auf dem gesamten Gebiet der EMV (erste Absorberhalle Europas 1963) und die aktive Mitarbeit in nationalen und internationalen EMV-Normungsgremien sind eine hervorragende Grundlage, um den Kundenanforderungen gerecht zu werden.

An dieser Stelle sei auf den Unterschied zwischen den Begriffen Prüflabor und Zertifizierungsstelle hingewiesen. Das EMV-Labor Regensburg ist ein akkreditiertes Prüflabor, welches Produkte prüft und hierzu Prüfberichte erstellt, auf deren Grundlage der Hersteller die Konformitätserklärung erstellen kann. Entwicklungsbegleitende Messungen mit Hinweisen zur Produktverbesserung, die mit den gleichen Verfahren und Geräten durchgeführt werden, können jedoch grundsätzlich nicht mit einem Prüfbericht eines akkreditierten Labors abgeschlossen werden. Entwicklungsunterstützung und Prüfungen im Rahmen der Laborakkreditierung werden daher bei uns voneinander getrennt bearbeitet.

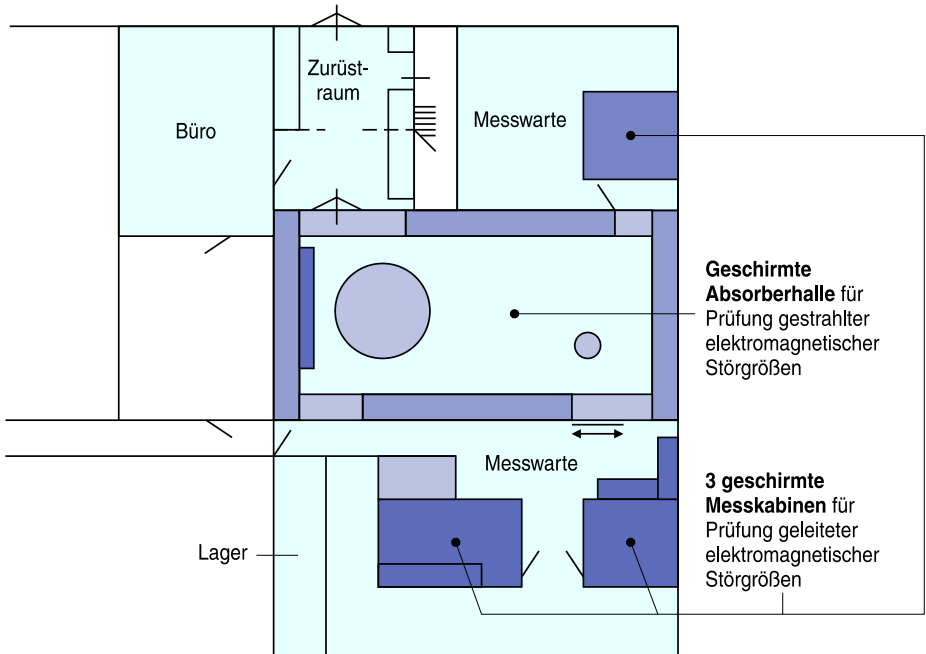
Eine Zertifizierung der Produkte ist nach dem EMV-Gesetz nicht vorgesehen.



Bild 4 Akkreditierungsurkunde für das EMV-Labor Regensburg

## 7.1 Einrichtungen

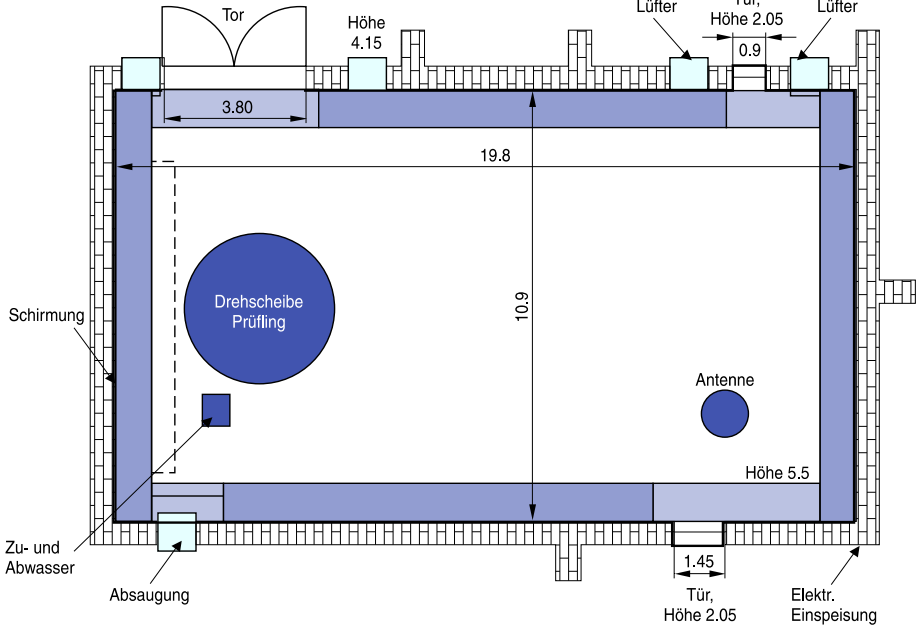
Absorberhalle für 10 m Messstrecke und mit Drehscheibe von 4.8 m Durchmesser (bis 4 t belastbar) sowie fünf Messplätze für leitungsgeführte Störungen in geschirmten Kabinen.



SSB2709-3-D

Bild 5 EMV-Labor Regensburg, Lageplan





Maße in m

SSB2710-6-D

Bild 6 EMV-Labor Regensburg, Absorberhalle (alle Maße in m)

## 7.2 Geräteausstattung

*Mess- und Prüfgeräte für geleitete elektromagnetische Störungen:*

Aussendung		Störfestigkeit	
Messempfänger	9 kHz bis je nach Norm	Signalgeneratoren	9 kHz bis 230 MHz
FFT-Messempfänger mit Echtzeitanalyse	bis je nach Norm	Leistungsverstärker	Bis 400 W
Netznachbildungen	bis 350 A, 690 V	Impulsgeneratoren	ESD EN 61000-4-2
Oszilloskope			Burst EN 61000-4-4
Tastköpfe			Surge EN 61000-4-5 Automotive ISO 7637-2, -3
Stromzangen		Koppelnetzwerke	
Oberschwingungs-Messplatz	3 × 16 A	Kapazitive Koppelzange	
Flicker-Messplatz	3 × 16 A	Induktive Koppelzange BCI-Zange	
Netzanalyse			
Ableitstromanalyse	bis 100 kHz		

*Mess- und Prüfgeräte für gestrahlte elektromagnetische Störungen:*

Aussendung		Störfestigkeit	
Messempfänger	9 kHz bis 26 GHz	Signalgeneratoren	9 kHz bis 6 GHz
FFT-Messempfänger mit Echtzeitanalyse	bis 7 GHz	Leistungsverstärker	bis 400 W
Antennen	10 kHz bis 18 GHz	Antennen	
Absorberzange	30 MHz bis 1 GHz	Richtkoppler	
		Zusatzabsorber	

### 7.3 Prüfspektrum EMV-Labor

Die umfassende apparative Ausstattung des Labors erlaubt es, gemäß vielen gültigen nationalen und internationalen EMV-Normen (siehe Kapitel "Technische Informationen", Abschnitt 19.3 "EMV-Normen") zu prüfen.

Die nachfolgende Auflistung zeigt eine Auswahl der von uns angebotenen Prüfungen. Selbstverständlich sind darüber hinaus auch Prüfungen nach anderen einschlägigen EMV-Vorschriften durchführbar. Für eine Besprechung Ihres individuellen Bedarfs an EMV-Prüfungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

#### **Auswahl von Prüfungen im EMV-Labor**

- **Geleitete Störungen, Industrie und Automotive**
- **Feldstärkemessungen mit 10 m Messstrecke**
- **Feldstärkemessungen nach CISPR 25 (Automotive)**
- **Feldbeeinflussungsprüfung bis 20 V/m**
- **Einkopplung auf Leitungen: HF-Einströmung und BCI**
- **Netzberschwingungen bis 16 A, Analysen auch bei größerer Stromaufnahme**
- **Flicker**
- **Test bei Spannungseinbrüchen, -schwankungen und Kurzzeitunterbrechungen**
- **Pulse Industrie-/Wohnbereich: Burst, Surge, ESD**
- **Automotive-Pulse**

## 8 Entstörung von Anlagen

Jedes Gerät, welches elektrische oder elektronische Bauteile beinhaltet, unterliegt EMV-Anforderungen auf Grund der "EMV-Richtlinie" und dem nationalen "Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG)". Die EMV-Richtlinie fordert die Einhaltung von Schutzanforderungen, welche aus harmonisierten Normen abgeleitet werden können.

Gibt es zu einem Betriebsmittel keine eigene EMV-Produktnorm, so gilt die jeweilige Produktfamilienorm, die die Grenzwerte und anzuwendenden Messanordnungen und -verfahren beschreibt. Betriebsmittel, denen man keine Produkt- und Produktfamilienorm zuordnen kann, unterliegen der Fachgrundnorm (siehe Abschnitt "Übersicht Normen").

Betriebsmittel im Sinne der EMV-Richtlinie 2014/30/EU sind Geräte und ortsfeste Anlagen. Unter Geräten versteht man entsprechend dieser Richtlinie Apparate, die für Endnutzer bestimmt sind und elektromagnetische Störungen verursachen oder durch solche beeinträchtigt werden können [Artikel 3, Absatz (1) 2.]. Darunter fallen auch Baugruppen, die als Funktionseinheiten dazu bestimmt sind, vom Endnutzer in ein Gerät eingebaut zu werden, sowie bewegliche Anlagen als Kombination von Geräten und gegebenenfalls weiteren Einrichtungen, die für den Betrieb an verschiedenen Orten bestimmt sind [Artikel 3, Absatz (2) 2.].

Bei einer ortsfesten Anlage handelt es sich um eine besondere Kombination von Geräten und weiteren Einrichtungen, die miteinander verbunden oder installiert werden und dazu bestimmt sind, auf Dauer an einem bestimmten Ort betrieben zu werden [Artikel 3, Absatz (1) 3.].

