

Elektromagnetische Beeinflussung von Steuerungssystemen im industriellen Umfeld

o. Prof. Dr.-Ing. D. Spath

Dipl.-Ing. Chr. Gönzheimer

Dipl.-Ing. R. Landwehr

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik (wbk)

Universität Karlsruhe (TH)

Kaiserstraße 12, 76128 Karlsruhe

„Electromagnetic influence of PLC-Systems in industrial environment“

As a field of research into the SFB 425 “Electromagnetic compatibility”, the project “EMC of distributed control systems in production plants” has the aim to develop methodologies to increase noise immunity of complex control systems in manufacturing plants. Therefore, a study of typical kinds of electromagnetic emissions in the industrial environment is needed. Accordingly to the relevant noises, rules how to design layouts for distributed control systems and noise resistant hardware will be developed.

1 Einleitung

Durch den verstärkten Einsatz elektrischer Komponenten hoher Leistung (Antriebe, Stromrichter, etc.) sowie durch die ständig steigende Zahl an Geräten zur mobilen Kommunikation (Handy, Betriebsfunk, etc.) in modernen Produktionsanlagen und Fertigungssystemen wie z.B. Bearbeitungszentren im Zusammenwirken mit Handhabungs- und Transporteinrichtungen entstehen zunehmend Probleme durch elektromagnetische Beeinflussung (EMB). Weiterhin entsteht durch das rasante Anwachsen der systemintern zu verarbeitenden Informationsdichten, der stetig steigenden Anzahl an Sensoren und Aktoren sowie dem Trend

zum Einsatz von IPCs anstelle konventioneller SPS Steuerungen eine Erhöhung der Auftretenswahrscheinlichkeit elektromagnetischer Störungen. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, werden im Rahmen des Sonderforschungsbereiches SFB 425 an der Universität Karlsruhe im Teilbereich „EMV in der Fabrik“ die Auswirkungen elektromagnetischer Störungen auf verteilte Steuerungssysteme in Fertigungsanlagen untersucht und grundlegende Methoden zur Gestaltung störfester Systeme geschaffen. Hierzu erfolgt eine Systemplanung neben dem Einsatz konventioneller Entstörmittel auch durch geeignete Systemkonfigurationen und Anordnungen der Systemkomponenten.

Die Synthese EMV-gerechter Ansätze zur Systemplanung und zur Realisierung störfester Steuerungssysteme ermöglicht in der Praxis die Konzeption komplexer Fertigungssysteme mit hoher Betriebssicherheit.

2 Der Teilbereich „EMV in der Fabrik“ im SFB 425

Innerhalb des Teilbereiches EMV in der Fabrik werden in verschiedenen Teilprojekten, eng miteinander verknüpfte Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit im industriellen Umfeld untersucht. Neben dem Teilprojekt B3 „EMV von verteilten Steuerungssystemen in Fertigungsanlagen“, welches vom Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik der Universität Karlsruhe bearbeitet wird, wird die EMV in der industriellen Strahlungs- und Plasmaerzeugung, die EMV von Roboterzellen für produktionstechnische Anwendungen und die EMV von Verfahren zur Ortung und Navigation autonom mobiler Systeme untersucht. Ziel der Untersuchungen im Bereich „EMV in der Fabrik“ ist die Steigerung der Funktionszuverlässigkeit und effektiven Nutzbarkeit moderner Produktionsanlagen durch die Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit in der Fabrik. Das Verständnis für die Ursachen elektromagnetischer Störungen in der Fabrik, deren Wechselwirkungen und deren präventive Vermeidung erfordert die Charakterisierung des Emissions- und Einstreuverhaltens aller Teilkomponenten einer industriellen Produktionsanlage. Zu dieser gehören neben den Fertigungszellen und den Transporteinrichtungen auch die übergeordnete Ebenen der Leit- und Steuerungssysteme.

3. Beispiele für Emissionsmessungen an ausgewählten Störern

Im Folgenden werden die Ergebnisse von Emissionsmessungen aufgezeigt, die zum Aufbau einer gemeinsamen Datenbasis im Teilbereich „EMV in der Fabrik“ durchgeführt wurden. Anhand ausgewählter Beispiele sollen die Größenordnungen von Störemissionen im „rauen“ Fabrikumfeld verdeutlicht werden. Die erstellte Datenbasis erlaubt dem Planer von Steuerungssystemen das Erkennen von Anlagenzonen mit kritischen Emissionen und unterstützt ihn bei der EMV-konformen Installation des Steuerungssystems.

3.1 Messung der Abstrahlung eines Schweißroboters

Die Abbildung 3.1.1 zeigt den Aufbau einer Emissionsmessung an einer Schweißroboterzelle. Der Aufbau besteht aus einem Knickarmroboter mit Schaltschrank und Bedienpanel, einem Dreh- Kipptisch und einem MIG/MAG-Schweißgleichrichter.

Um die Messungen am „offenen“ Lichtbogen innerhalb der Absorberhalle durchführen zu können, wurde dieser mit Hilfe eines Plexiglasgehäuses abgeschirmt. Die Schweißpistole wurde vom Roboter getrennt auf dem Dreh- Kipptisch angebracht.

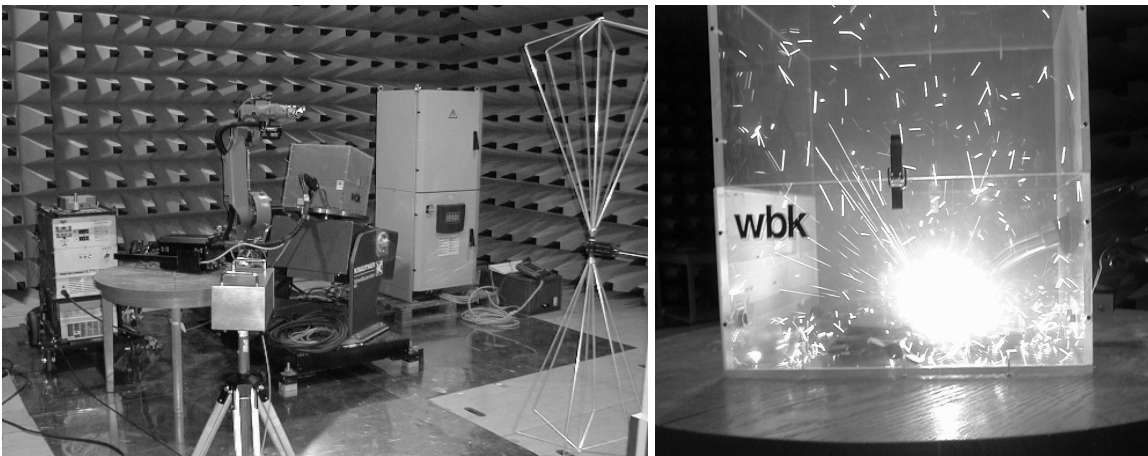


Abb. 3.1.1 Anlagenaufbau in der Absorberhalle und abgeschirmter Lichtbogen

Das folgende Schaubild 3.1.2 zeigt den Verlauf der elektrischen Feldstärke. Die untere Kurve zeigt die Abstrahlung der Anlage mit geöffnetem Schaltschrank der Robotersteuerung und einer Verfahrbewegung in allen Achsen. Wird zusätzlich die Schweißanlage in Betrieb gesetzt (oberer Kurvenverlauf) ergibt sich, bei einem eingestellten Schweißstrom von 200 A,

eine Erhöhung der Abstrahlung im gesamten gemessenen Frequenzbereich um ca. 30-40 dB $\mu\text{V}/\text{m}$.

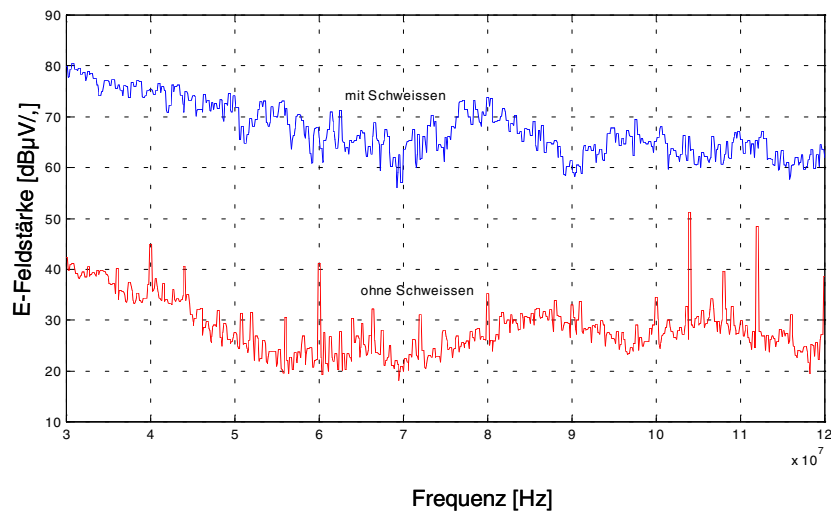


Abb. 3.1.2 Feldstärken mit und ohne Schweißvorgang

Im Folgenden wird die Schweißstromquelle näher betrachtet. Abbildung 3.1.3 zeigt die Intensität der Abstrahlung in Abhängigkeit der Messzeit. Die maximale Intensität wird beim Zünden des Lichtbogens erreicht. D.h. hohe Emissionen entstehen bei häufigem Zünden des Lichtbogens, bzw. bei ungleichmäßigem Abbrand der Drahtelektrode.

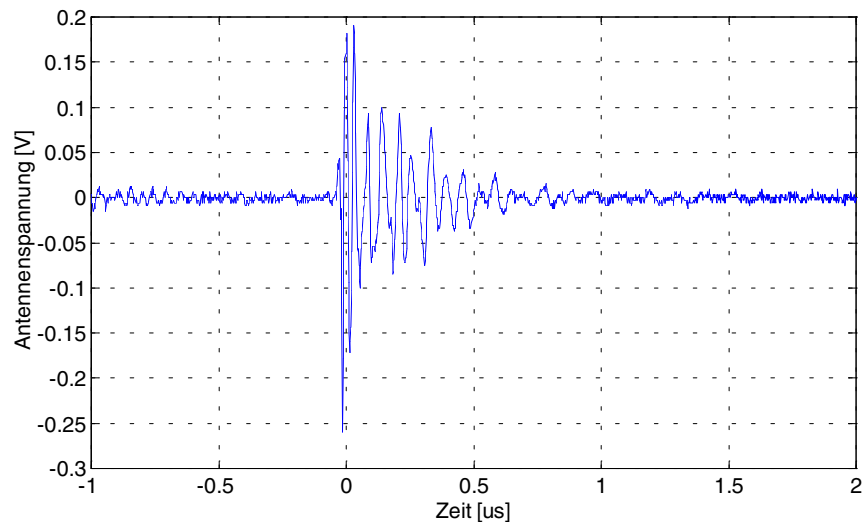


Abb. 3.1.3 Feldstärkeverlauf beim Zünden des Lichtbogens

Die Zuleitung vom Schweißumformer zur Pistole geschieht entlang des Roboterarms. Um Kopplungen zu vermeiden, ist beim Einsatz von Sensoren oder Aktoren am Roboter auf eine gesonderte Verlegung und Schirmung der Signalleitungen zu achten. Die folgende Abbildung 3.1.4 zeigt die gemessene Emission an der Zuleitung des Schweißstromes. Die Messung wurde mit einer Stromwandlerzange durchgeführt.

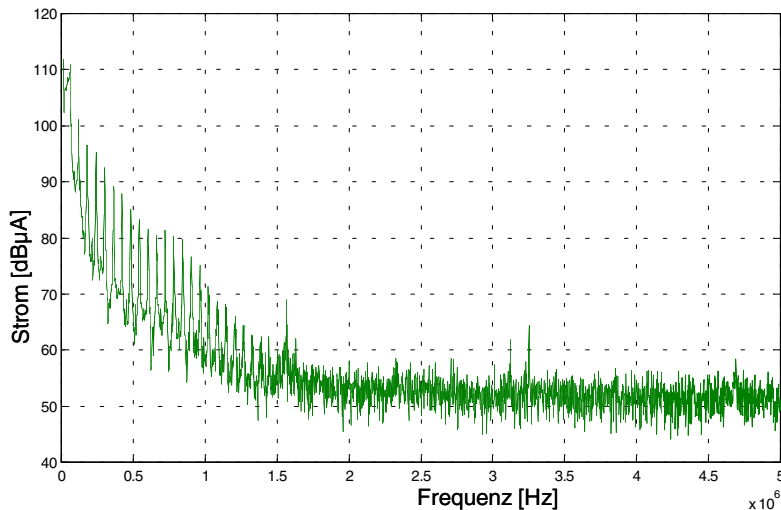


Abb. 3.1.4. Schweißstromzuleitung

3.2 Emissionsmessungen an einer UV-Hochdrucklampe

Im industriellen Umfeld werden UV-Hochdrucklampen zur Trocknung von Farben und Lacken, zur Entkeimung von Wasser oder zur Behandlung von Oberflächen eingesetzt. Für den Betrieb dieser Lampen sind entsprechende Vorschaltgeräte und Lampenzuleitungen erforderlich, deren Emissionen näher untersucht wurden.

Die Messungen erfolgten ebenfalls in einer Absorberkammer. Als Messobjekt diente eine Quecksilber-Hochdrucklampe und ein vom Lichttechnischen Institut (LTI) der Universität Karlsruhe entwickeltes Vorschaltgerät mit einer Leistung von 4 kW. Die folgende Abbildung 3.2.1. zeigt den Versuchsaufbau.

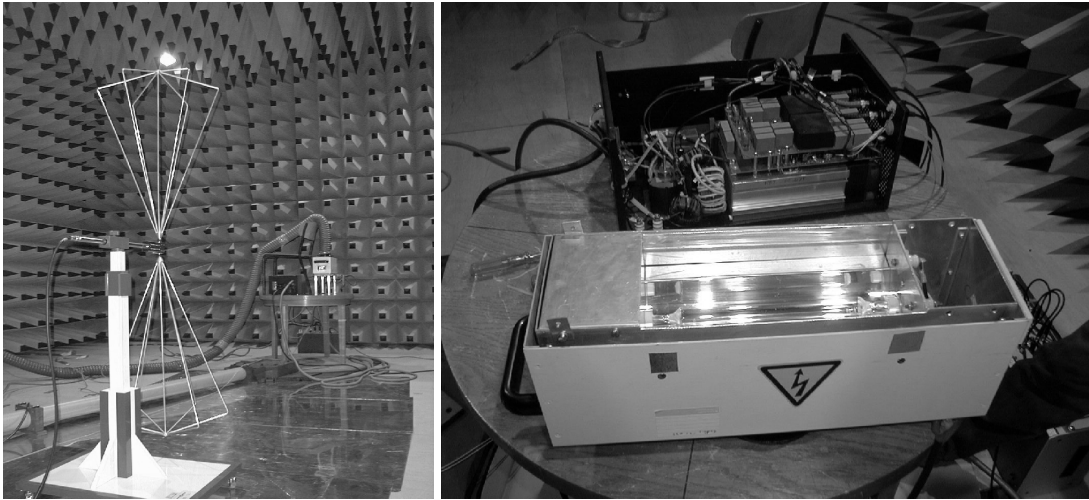


Abb. 3.2.1 Messaufbau UV-Hochdrucklampe und Vorschaltgerät

Die Emissionsmessungen wurden sowohl für den kompletten Versuchsaufbau als auch gesondert an den Lampenzuleitungen durchgeführt. Die gemessenen Feldstärken sind in den Abbildungen 3.2.2 und 3.2.3 dargestellt.

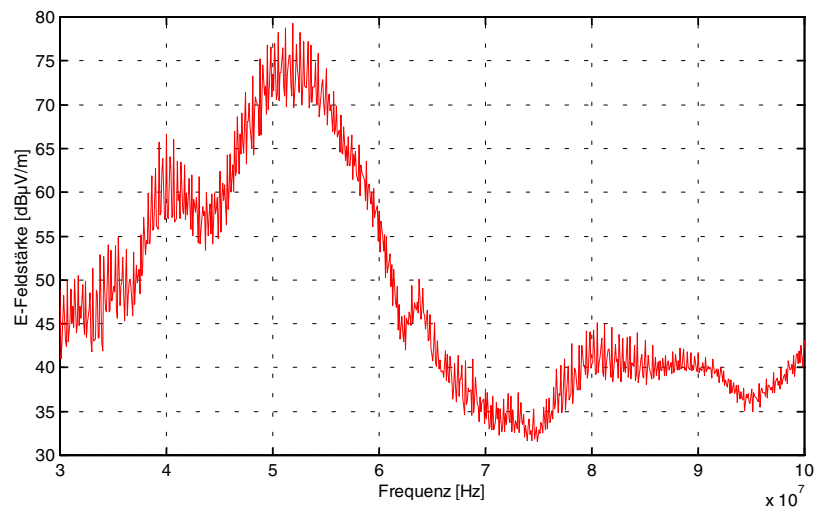


Abb. 3.2.2 Emissionsmessungen HG-Hochdrucklampe

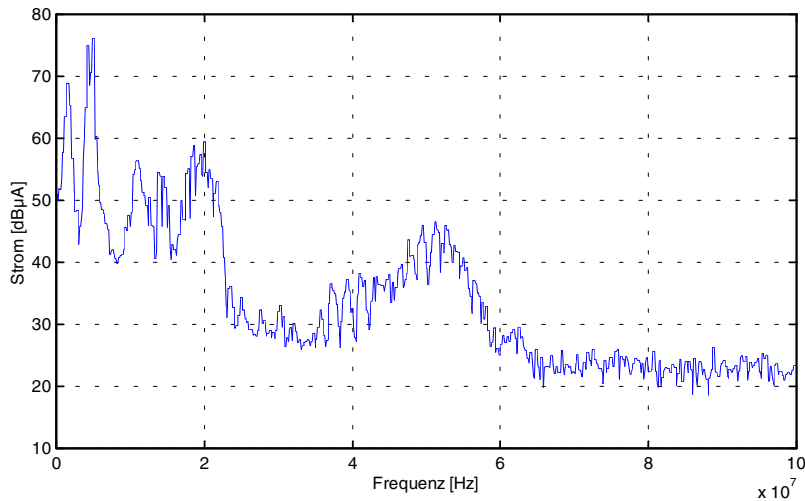


Abb. 3.2.3 Messungen an den Lampenzuleitungen mit Messwandlerzange

3.3 E-Feld-Emissionsmessungen an einer Erodieranlage

Zur Bearbeitung schwer zerspanbarer Materialien wird das Verfahren der Erosion eingesetzt, bei dem der Werkstoff thermisch abgetragen wird. Die erforderliche Energie liefert ein Generator, welcher einen pulsierenden Gleichstrom abgibt. Die Kontaktierung geschieht über eine Elektrode mit hoher elektrischer Leitfähigkeit.

Erosionsanlagen zählen zu den problematischen HF-Störern im produktionstechnischen Umfeld. Die steiflankigen Stromimpulse des Generators haben hohe Oberschwingungsanteile. Ähnlich wie beim Schweißen entstehen sehr hohe elektrische Feldstärken, welche bei der Konzeption der Maschinensteuerung sowohl für die NC-Achsen als auch für die Anpasssteuerung (SPS) berücksichtigt werden müssen. Hier ist besonders auf eine räumliche Trennung vom Generator und dessen Zuleitungen und dem eigentlichen Steuerungssystem, sowie auf die Schirmung der Leitungen der Achsmesssysteme, zu achten.

Der linke Teil der Abbildung 3.3.1 zeigt den Aufbau der Erodiermaschine. Im rechten Teil ist der Maschinekopf mit Erodier Elektrode und der Werkstückaufnahme zu sehen.

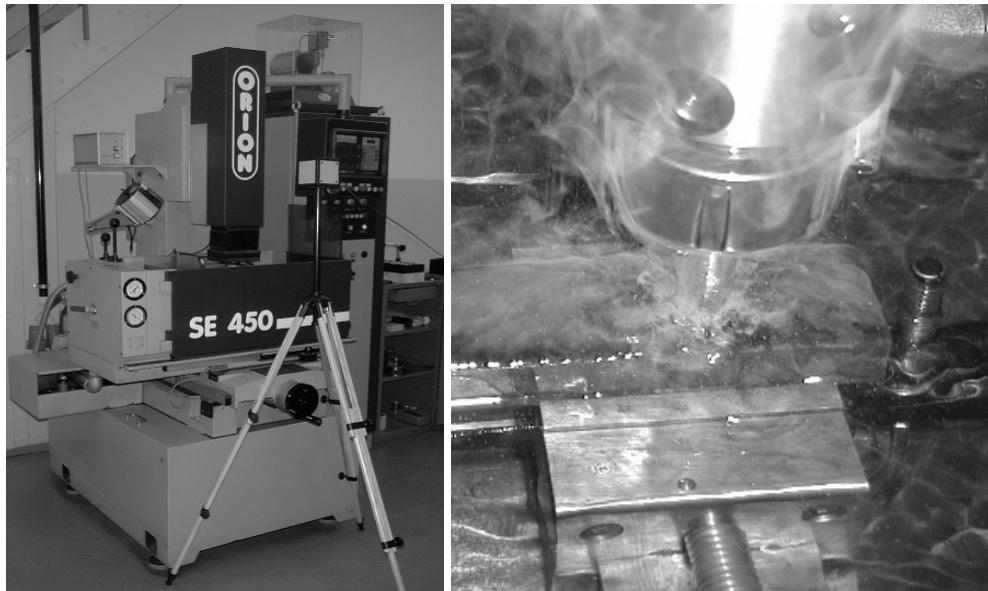


Abb. 3.3.1 Erodieranlage

4 EMV-Maßnahmen an SPS-Steuerungssystemen

Im Rahmen des Teilprojektes „EMV von verteilten Steuerungssystemen“ werden Regeln für eine geeignete Anordnung der Komponenten eines verteilten Steuerungssystems erstellt. Grundlage dazu ist die Datenbasis der Störer im produktionstechnischen Umfeld. Weiterhin werden geeignete passive Entstörmaßnahmen (Netzfilter, Filter an I/O-Ports, Signalübertragung mittels LWL etc.) untersucht. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten erfolgt eine Modellierung ausgewählter Komponenten des Steuerungssystems auf dem Rechner. In weiteren Arbeitspaketen werden störsichere Signalübertragungsmöglichkeiten auf der Basis intelligenter Sensoren und Aktoren entwickelt, welche ein störsicheres Übertragungsprotokoll verwenden und redundant im System anzuordnen sind.

Ziel der Forschungsarbeiten ist ein Leitfaden „EMV-gerechte Planung von SPS-Steuerungssystemen in Fertigungsanlagen“. In Abbildung 4.1 werden die Möglichkeiten zur Störfestigkeitserhöhung von SPS-Systemen zusammengefasst.

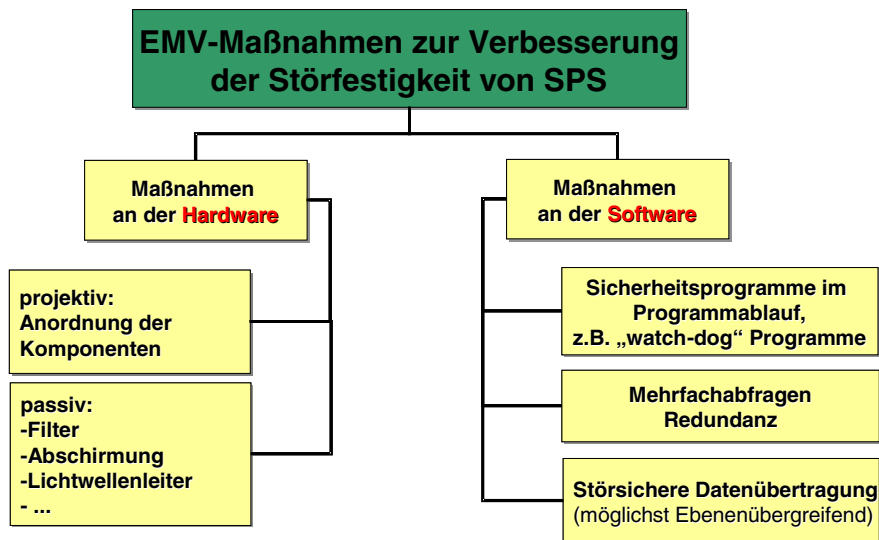


Abb. 4.1 Arbeitsfelder im Teilprojekt „EMV von SPS-Steuerungssystemen“

5 Zusammenfassung

Im Beitrag wurde ein Überblick über die Aktivitäten im Teilbereich „EMV in der Fabrik“ des Sonderforschungsbereiches SFB 425 gegeben. Ausgehend von den durchgeführten Messungen wurden Störquellen im industriellen Umfeld erkannt und nach Ihrer Wirkung auf Steuerungssysteme in ihrem Umfeld charakterisiert. Auf der Basis dieser Daten werden Regeln für die störsichere Installation von Steuerungssystemen erarbeitet. Weiterhin wird eine Erhöhung der Störsicherheit durch den Einsatz geeigneter Entstörmaßnahmen und störsicherer Datenübertragungen angestrebt.

6 Literatur

- [1] EMV-Systemanalyse speicherprogrammierbarer Steuerungen
Carsten Binder
Diss., Karlsruhe, 1997
- [2] Elektromagnetische Verträglichkeit von Automatisierungssystemen
Hansgeorg Meyer
VDE-Verl., 1992
- [3] EMV von verteilten Steuerungssystemen in Fertigungsanlagen
D. Spath, C. Gönheimer
8. internationaler Kongress für elektromagnetische Verträglichkeit
EMV 2000, Düsseldorf
- [4] <http://www.sfb425.uni-karlsruhe.de>