

# Trends in der Produktionsautomatisierung : Wettbewerbsvorteile durch Rechnerintegration

Autor(en): **Milberg, Joachim / Koepfer, Thomas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des  
Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de  
l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des  
Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **81 (1990)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-903109>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Trends in der Produktionsautomatisierung – Wettbewerbsvorteile durch Rechnerintegration

Joachim Milberg und Thomas Koepfer

*Neben der Kostenstruktur und der Produktqualität entwickelt sich der Zeitfaktor zu einem immer entscheidenderen Faktor der Produktionsstrategie. Das Unternehmen mit der kürzesten Produktdurchlaufzeit von der Produktidee bis zum lieferbaren Produkt wird entscheidende Wettbewerbsvorteile erringen. Die Beschleunigung des Produktdurchlaufs lässt sich aber nur optimal ausschöpfen, wenn die Prozesse und Abläufe in der Konstruktion, in der Planung und in der Produktion intensiv verzahnt sind. Die flexible und integrierte Automatisierung der Produktion ist ein Lösungsansatz dazu.*

*Outre la structure des frais, le facteur temps est en passe de devenir un facteur concurrentiel de plus en plus déterminant de la stratégie de la production. Une accélération optimale de cycle de production n'est possible qu'à condition d'une indentation intime de la construction, de la planification et de la production. L'automatisation flexible et intégrée de la production est une amorce de solution.*

**Adresse der Autoren**

Prof.Dr.-Ing. Joachim Milberg, Dipl.-Ing. Thomas Koepfer, TU München, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Ausseninstitut Dornach, Karl-Hammerschmidstrasse 39, D-8011 Dornach.

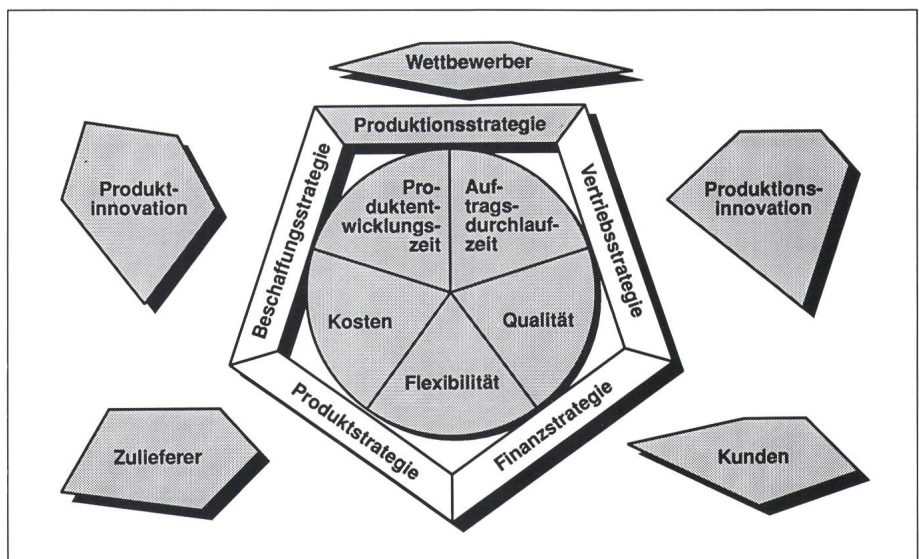
## Wettbewerbsituation und Produktionstechnik

Die Wettbewerbssituation eines Unternehmens wird wesentlich von dem Ausmass beeinflusst, in dem die Unternehmenspotentiale in den Bereichen Vertrieb, Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion und Finanzen ausgeschöpft werden. Beim Aufbau von Wettbewerbsvorteilen in einem Markt, der durch eine wachsende Anzahl von Zulieferern, Kunden und Wettbewerbern gekennzeichnet sein wird, kommt der Produktionsstrategie eine zunehmende Bedeutung zu (Bild 1).

Dabei wird sich neben der Kostenstruktur und der Produktqualität der Zeitfaktor zu einem immer entscheidenderen Wettbewerbsfaktor entwickeln und mit ansteigendem Technologieniveau auch noch an Bedeutung gewinnen. Der optimale Einsatz der Pro-

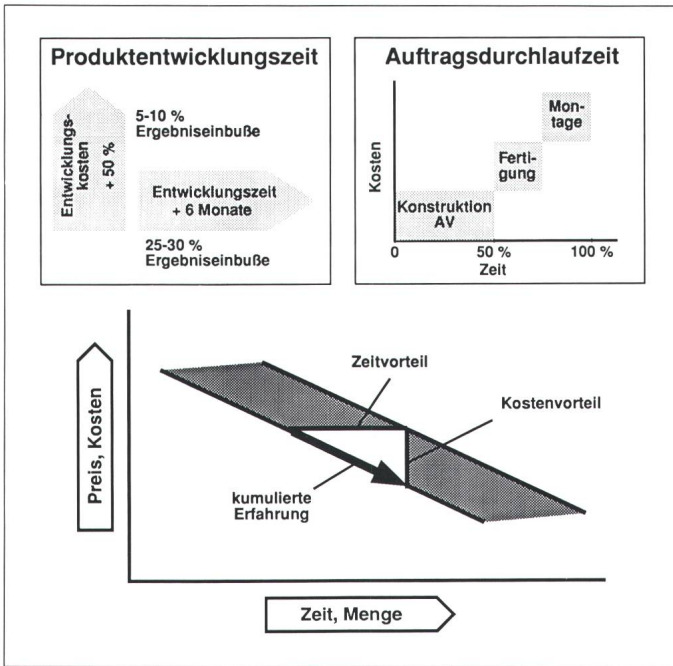
duktionsfaktoren muss sich an diesen neuen, in der Zukunft entscheidenden Bedingungen orientieren und stärker als bisher das Zeitsparen in den Vordergrund stellen.

Unternehmen mit der kürzesten Produktdurchlaufzeit von der Produktidee bis zum lieferbaren Produkt werden entscheidende Wettbewerbsvorteile erringen (Bild 2). Dieser Effekt lässt sich vereinfacht an der Erfahrungskurve verdeutlichen, die besagt, dass sich die Kosten bei jeder Verdoppelung der Menge (kumulierte Erfahrung) um ca. 20 bis 30% senken lassen. Die Wettbewerber jagen sich in aller Regel entlang der Kostenkurve. Wenn ein Wettbewerber mit einem vergleichbaren Produkt früher auf dem Markt ist als andere Wettbewerber, kann er diesen Zeitvorteil über die früher einsetzende kumulierte Erfahrung in einen entsprechenden Kostenvorteil umsetzen. Bei Produkten mit relativ kurzen Le-



**Bild 1 Wettbewerbsvorteile von Produktionsunternehmen**

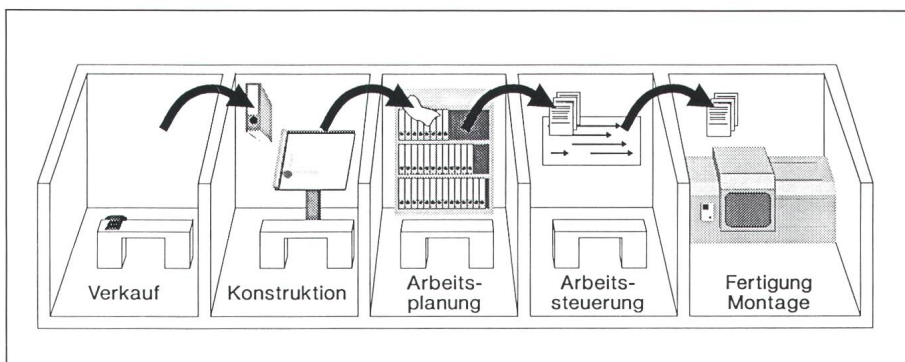




**Bild 2**  
Zeit als  
Produktionsfaktor

benszyklen können sich Verzögerungen bei der Markteinführung durch eine Verlängerung der Entwicklungszeit um 6 Monate in einer Ergebniseinbuße von ca. 25–30% auswirken. Dagegen hat eine Erhöhung der Entwicklungskosten um 50% nur eine Ergebniseinbuße von 5–10% zur Folge [1]. Zeitsparen verbessert also die Wettbewerbssituation und zwar hinsicht-

zur Verbesserung dieser Situation ergeben sich durch einen verstärkten Einsatz rechnergestützter Hilfsmittel. Ziel muss es dabei sein, Daten nur einmal zu erzeugen und überall dort so aufbereitet zur Verfügung zu stellen, wie sie jeweils gebraucht werden. Datenintegration durch dezentralen und vernetzten Einsatz rechnergestützter Hilfsmittel ist ein wichtiger Ansatz zur



**Bild 3 Konventionelle Auftragsabwicklung**  
Lösungsansatz: Datenintegration, Aufgabensynchronisierung, Zeitintegration

lich möglicher Marktanteile und auch hinsichtlich der Kostensituation.

Die technische Auftragsabwicklung ist durch konsequente Arbeitsteiligkeit und wiederholte Grunddatengenerierung gekennzeichnet. Hinzu kommen sequentielle Arbeitsweisen und mangelnde Synchronisation der beteiligten Funktionsträger. Insgesamt führt dies zu beträchtlichen Zeit- und Effektivitätsverlusten (Bild 3). Möglichkeiten

Verkürzung von Durchlaufzeiten. Darüber hinaus muss durch eine verbesserte Aufgabensynchronisation im Sinne von Zeitintegration eine Verringerung des Zeitverbrauchs erreicht werden. Dazu müssen Übergangszeiten zwischen einzelnen Verrichtungen verkürzt und Tätigkeiten über Funktionsgrenzen hinweg parallelgeschaltet werden. Die Beschleunigung der Auftragsabwicklung bei gleichzeitiger Ver-

besserung der Qualität lässt sich nur erzielen, wenn die Prozesse in der Produktion mit denen im Fertigungsvorfeld intensiv verzahnt sind. Die flexible und rechnerintegrierte Automatisierung der gesamten Prozesskette ist ein Lösungsansatz dazu.

Die Komponenten zur rechnerintegrierten Produktion sind verfügbar und haben jeweils für sich isoliert betrachtet einen hohen Entwicklungsstand erreicht. Im Fertigungsvorfeld stehen CAD- und CAP-Systeme<sup>1</sup> zur Erzeugung und Verarbeitung von Geometrie- und Technolgie-daten sowie PPS-Systeme<sup>2</sup> zur Erfassung und Verarbeitung von Auftrags- und Betriebsdaten bereit. Auf Werkstattebene sind als Automatisierungsbausteine numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen, Handhabungseinrichtungen, fahrerlose Transportsysteme sowie automatische Lagersysteme vorhanden. Hinzu kommen Zellen- und Leit-rechner für die Steuerdatenverteilung sowie für die Auftrags- und Betriebsdatenerfassung und -verarbeitung. Im Sinne von Daten- und Zeitintegration kommt der Auftragsleittechnik im Vorfeld der Fertigung und der Werkstattleittechnik in Fertigung und Montage entscheidende Bedeutung zu (Bild 4). Sie ermöglichen die waagerechte Integration von Prozess und Materialfluss sowie die senkrechte Integration über den Informationsfluss und bilden damit die Basis für die notwendige Synchronisation der Aufgaben.

**Trends in der Prozessebene**

Die Forderungen nach kürzeren Lieferzeiten bei zunehmender Variantenvielfalt in kleinen Losgrößen prägen heute die Situation vieler Produktionsunternehmen. Dabei besteht ein besonderes Problem darin, das Teilespektrum nach Menge, Geometrie und unter Umständen auch nach Technologie für die gesamte Einsatzzeit der Anlage zu prognostizieren, um darauf abgestimmt das kostenoptimale System auszuwählen. Um sich gegenüber diesem Prognoserisiko abzusichern und auf veränderte Anforderungen schnell und kostengünstig reagieren zu können, sind die Unternehmen gezwungen, verstärkt durch die Erhöhung der Flexibilität von Fertigungs-

<sup>1</sup> CAD Computer Aided Design, CAP Computer Aided Planning  
<sup>2</sup> PPS Produktions-Planung und -Steuerung

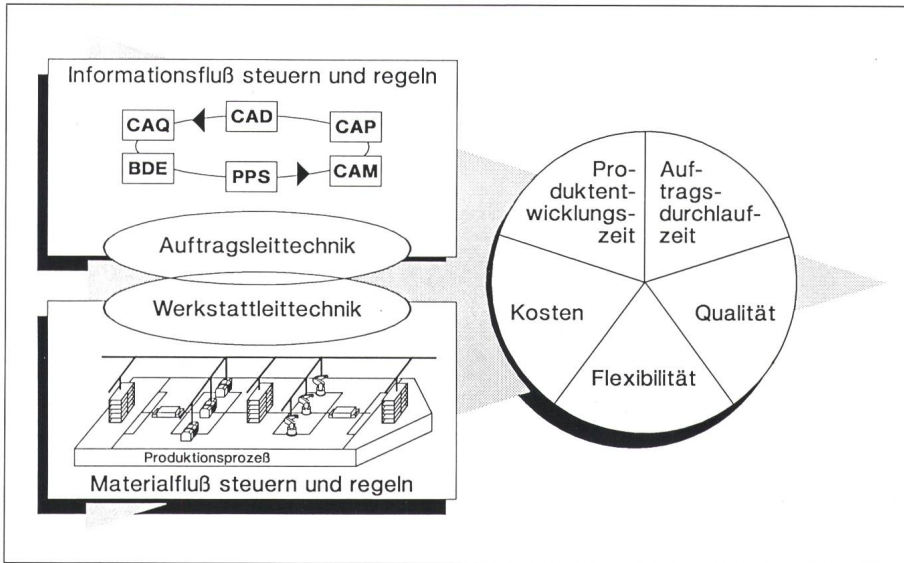


Bild 4 Informations- und Materialfluss im Unternehmen

systemen und Fertigungsabläufen auf die gestellten Anforderungen zu reagieren. Bild 5 zeigt beispielhaft für eine Werkstückfamilie in Abhängigkeit von der Jahresstückzahl den Herstellkostenverlauf für zwei verschiedene Fertigungssysteme – Bearbeitungszentren und Sondermaschinen -, wobei die Bearbeitungszentren (BAZ) bei zunehmender Stückzahl schrittweise materialflussmässig und informationstechnisch im Sinne eines flexiblen Fertigungssystems (FFS) verknüpft werden.

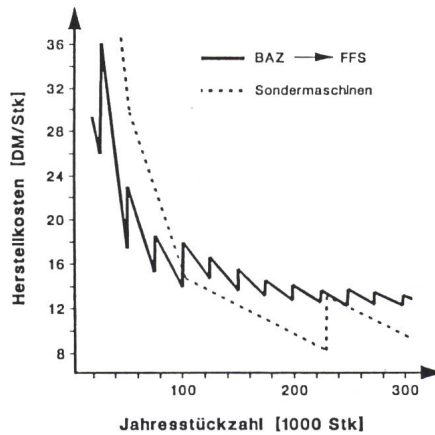


Bild 5 Anpassung von Fertigungsmitteln an Erfordernisse des Marktes

Bei der Auswahl der Fertigungseinrichtungen ist deshalb die Erweiterbarkeit eines Produktionssystems ein wichtiges Kriterium. Die Aufwärtskompatibilität und damit die Möglichkeit zur Integration in komplexe Fertigungssysteme sowohl in materialflussmässiger als auch informationstechnischer Hinsicht wird zunehmend an Bedeutung gewinnen. Das Problem wird darin bestehen, den optimalen Flexibilitätsgrad für ein sich unter Umständen änderndes Teilespektrum zu ermitteln.

Voraussetzung für eine flexible Automatisierung der Fertigungsprozesse, des Materialflusses und des Informationsflusses sind numerisch gesteuerte Bearbeitungsmaschinen und rechnergesteuerte Handhabungs- und Überwachungssysteme. Beim schrittweisen Ausbau des Automatisierungsgrades sind zwei Richtungen erkennbar. Durch geeignete Sensoren, Rechner und Überwachungsstrategien lässt sich die Maschinen- und Prozessüberwachung automatisieren. Durch

Beschickungseinrichtungen für Werkstücke, Werkzeuge, Spann- und Messmittel ist die Automatisierung von Handhabungsvorgängen möglich. Auf diese Weise können die Peripheriefunktionen Handhabung, Überwachung und Messung soweit automatisiert werden, dass eine zeitliche und umfangsmässig begrenzte autonome Bearbeitung und Umrüstung innerhalb eines beschränkten Teilspektrums möglich ist. Aus der Grundmaschine entsteht die flexible Fertigungszelle.

Die Fertigungszelle als Grundkomponente der Automatisierung im Fertigungsbereich muss hinsichtlich Informationsverarbeitung und Werkstückfluss sowie Vorrichtungs- und Werkzeugbereitstellung in die Gesamtfertigung integriert werden (Bild 6) [2]. In der Teilefertigung sind deshalb die Funktionen der Werkstück-, Werkzeug- und Vorrichtungsbereitstellung zu organisieren. Daneben muss die Bereitstellung der notwendigen Auftrags-, Betriebs- und Steuerdaten sowie die Ver- und Entsorgung mit Energie- und Hilfsstoffen sichergestellt werden. Dabei stellt sich in vielen Unternehmen die Organisation des Betriebsmittelwesens unter den Gesichtspunkten der Standardisierung, des gebundenen Kapitals und der schnellen Verfügbarkeit als Schwachstelle heraus.

Wie in den Bereichen der Teilefertigung so ist auch im Bereich der Montage allmählich ein Trend zur Automatisierung zu erkennen. Bei den geringen Herstellstückzahlen vieler Produk-

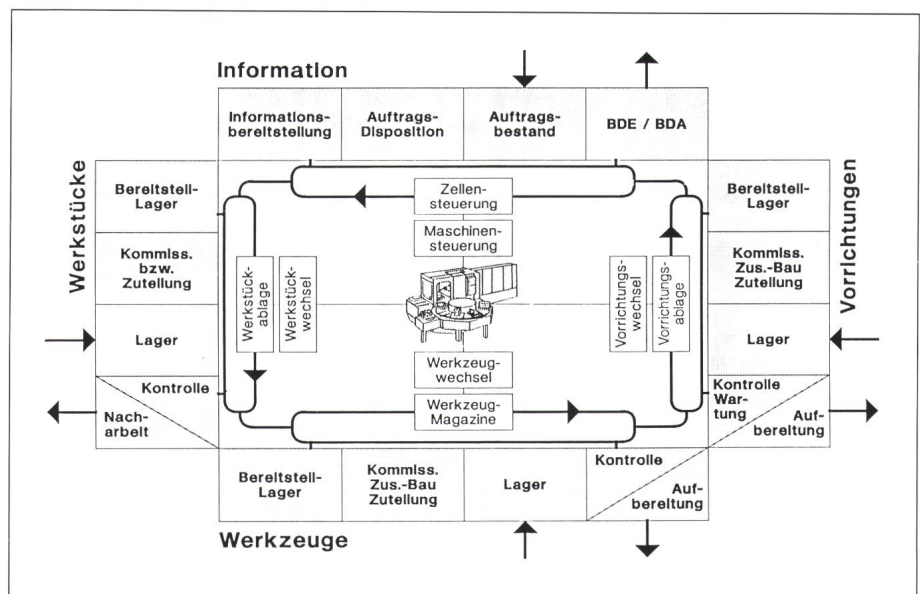
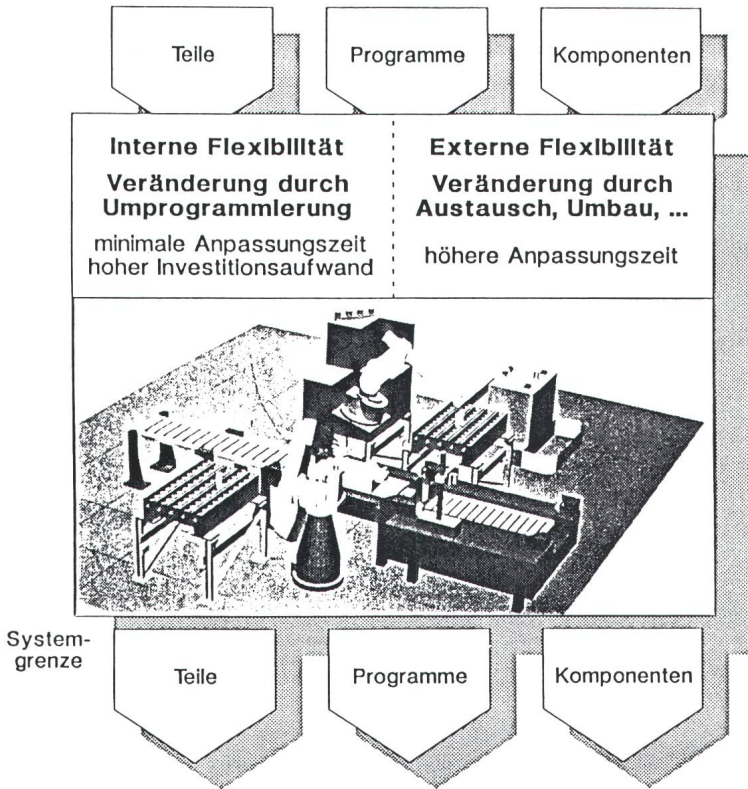


Bild 6 Die Fertigungszelle als Grundlage der Automatisierung





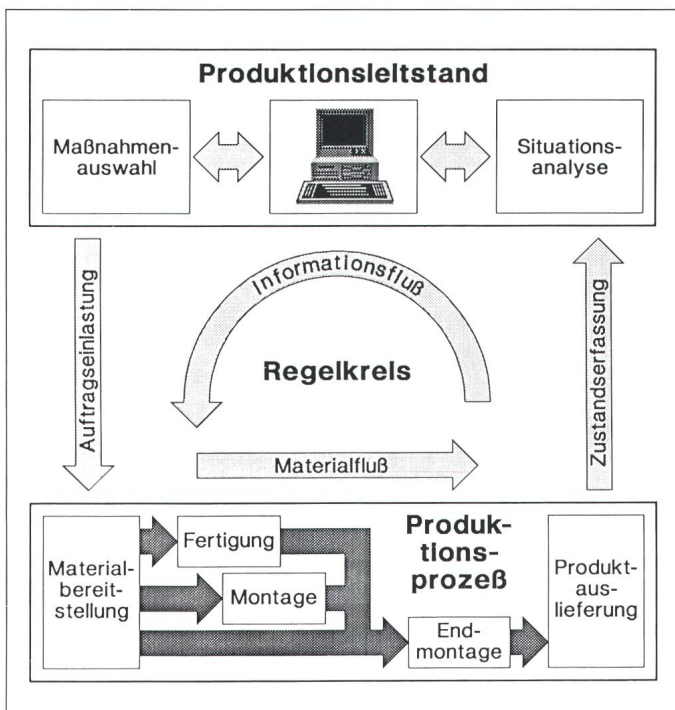
**Bild 7**  
Systemstruktur eines rechnerintegrierten Arbeitsplatzes

te ist es nur durch die losweise Montage unterschiedlicher Produkte möglich, automatische Montageeinrichtungen auch wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen. Deshalb gilt es auch in der Montage, in Analogie zu flexiblen Fertigungszellen, flexible Montagezellenkonzepte zu entwickeln (Bild 7).

Dabei muss zwischen produktspezifischen und produktneutralen Einrichtungen unterschieden werden. Durch stationäre produktneutrale Einrichtungen wie Industrieroboter, Fügeeinrichtungen oder Transportsysteme und leicht umrüstbare flexible produktspezifische Einrichtungen wie

Greifer oder spezielle Montagevorrichtungen kann auch für Montagezellen eine beachtliche Flexibilität erreicht werden.

Bei automatischen Fertigungseinrichtungen muss die Umfeldorganisation, insbesondere auch das Betriebsmittelwesen, sehr konsequent durchgeführt werden, um eine optimale Nutzung zu erreichen. Im Hinblick auf die Verkürzung der Durchlaufzeit hat neben der Automatisierung der Teilefertigung und Montage die Werkstattsteuerung eine zentrale Bedeutung. Aufgabe der Werkstattsteuerung bzw. der Werkstatteleittechnik ist es, sowohl den Informationsfluss als auch den Werkzeug-, Werkstück- und Vorrichtungsfluss innerhalb der Fertigung und der Montage sicherzustellen und zu organisieren (Bild 8). Die Aufgaben der Planung und Überwachung der Auftragsdurchführung muss sich dabei über maschinelle und manuelle Arbeitsplätze erstrecken. Arbeitsabläufe müssen so gesteuert werden, dass die Bereitstellung von Betriebsmitteln, von Material und von Informationen stets sichergestellt ist. Störungen müssen rechtzeitig erkannt und durch geeignete Ausweichstrategien kompensiert werden. Dazu sind rechnergestützte Hilfsmittel bereitzustellen. Durch die Werkstatteleittechnik muss auf der Basis der Datenintegration in Verbindung mit der verbesserten Aufgabensynchronisation eine Zeitintegration erreicht werden. Die Werkstatteleittechnik bildet ausserdem die Verbindung zur Auftragsleittechnik des Vorfeldes der Fertigung.



**Bild 8**  
Regelung mehrstufiger Produktionsprozesse

Zukünftig sollten die Leitsysteme jedoch nicht nur als Steuerungssysteme wirken. Vielmehr sollten die Aufgaben im Regelungssinne erfüllt werden [3]. Dazu müssen Leitsysteme in der Lage sein, Planungen prozessschritt haltend durchzuführen und die Auswirkungen von Störungen auf den gesamten Auftragsdurchlauf zu beurteilen. Dies setzt praktisch hierarchisch aufgebaute Strukturen voraus. Dabei sollte die operative Durchführung zunehmend von autonomen Fertigungszellen bzw. -inseln übernommen werden, die selbstständig die notwendigen Abläufe an den einzelnen Fertigungsmitteln festlegen und durchführen [4]. Aufgabe des Leitsystems wird es dann sein, durch die Koordinierung autonomer Zellen und Inseln eine optimale Auftragsverteilung sicherzustellen. Der Einsatz von Simulationswerkzeugen kann dabei von grossem Nutzen sein.



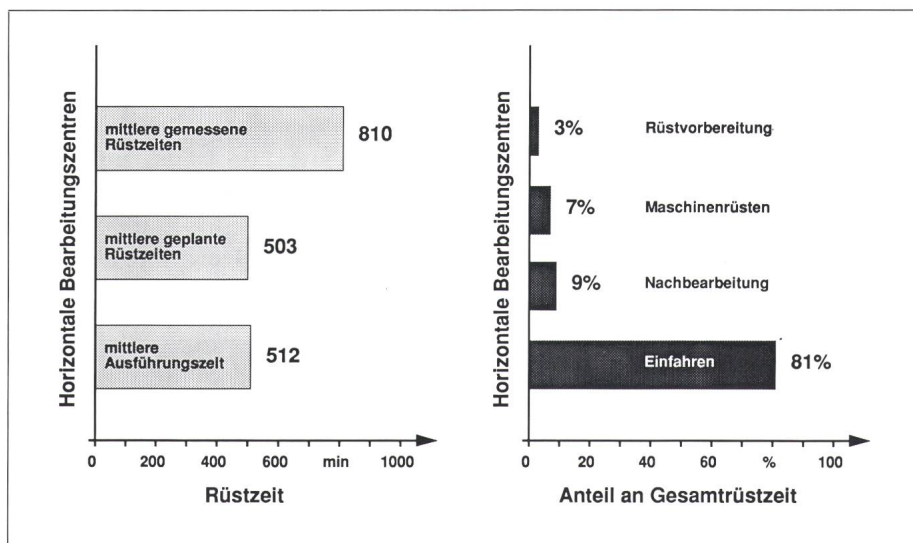


Bild 9 Ergebnisse von Rüstzeituntersuchungen

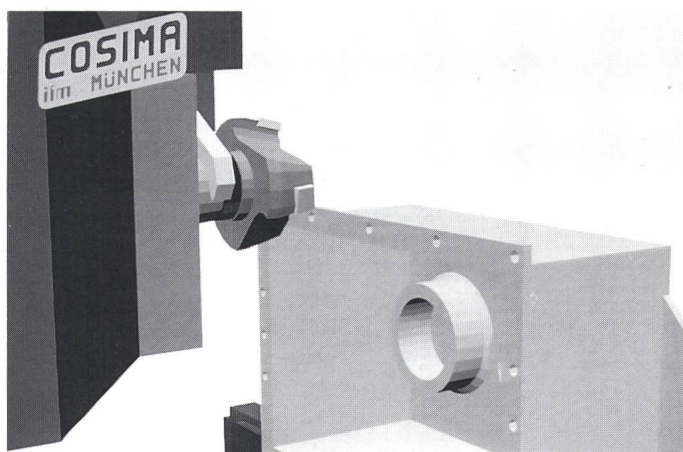


Bild 10 Simulation der NC-Bearbeitung

### Trends im Fertigungsvorfeld

Durchlaufzeiten im Fertigungsvorfeld von häufig 50% und mehr der gesamten Durchlaufzeit verhindern, dass Unternehmen auf die Anforderungen des Marktes nach immer kürzeren Lieferzeiten von Produkten in gewünschtem Masse reagieren können. Ein Problem besteht darin, dass sich die Bereiche der technischen Auftragsabwicklung in der Regel durch sequentielle Arbeitsweisen auszeichnen. Während in den Bereichen der Fertigung und Montage Parallelarbeit praktiziert wird – man denke an die parallele Fertigung von Einzelkomponenten und das Zusammenführen der Komponenten zur Endmontage – ist Parallelarbeit im Fertigungsvorfeld weitgehend unbekannt.

Hohe Arbeitsteiligkeit verbunden mit mangelnder Synchronisation, beachtliche Übergangszeiten zwischen einzelnen Verrichtungen sowie unzu-

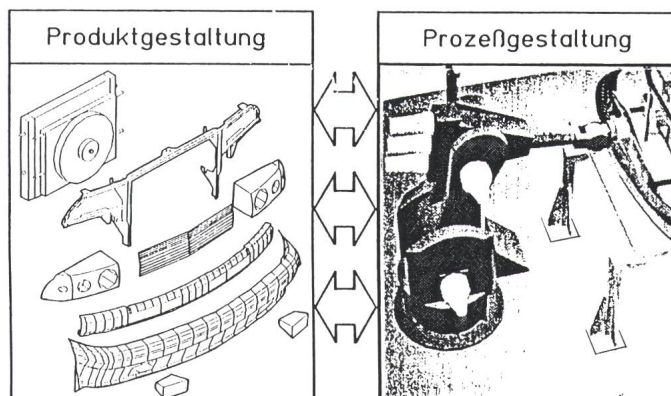
reichende Hilfsmittel sind häufig Ursache für zu lange Durchlaufzeiten im Fertigungsvorfeld sowie für vermeidbare Störungen in der Prozessebene. Nicht fertigungs- oder montagegerechte Konstruktionen sind zum einen auf mangelnde Abstimmung zwischen den jeweiligen Unternehmensbereichen

zurückzuführen. Zum anderen fehlen Planern und Konstrukteuren häufig die Hilfsmittel, die ihnen erlauben würden, Auswirkungen von Produkt- oder Prozessänderungen bereits in der Planungsphase zu analysieren. Als Beispiel sei die NC-Programmierung angeführt. In der Fertigung entstehen hohe Rüstzeiten, weil bei komplexen Teilen die Gefahr fehlerbehafteter NC-Programme ein langes Einfahren der neuen Programme erforderlich macht (Bild 9).

Durch den Einsatz von modernen rechnergestützten Hilfsmitteln, wie sie 3D-Simulationssysteme darstellen, sowie durch bessere Kommunikation zwischen verschiedenen Bereichen liesse sich dieser Aufwand erheblich reduzieren (Bild 10). Ausserdem könnten bereits in der Planungsphase wesentlich fundiertere Aussagen über die Prozesssicherheit getroffen werden.

Zeitintegration durch Parallelschalten von Tätigkeiten kann helfen, Durchlaufzeiten zu verkürzen. Dazu kann der Einsatz von verfügbaren rechnergestützten Hilfsmitteln für die Bereiche des Fertigungsvorfeldes eine wirkungsvolle Hilfe sein. Dies sei am Beispiel der Montageautomatisierung verdeutlicht. Parallel zu den ersten groben Produktentwürfen am CAD-Arbeitsplatz sollte durch den Planer ein erstes Fertigungs- bzw. Montagekonzept entwickelt werden (Bild 11). Ergebnisse von Fertigungs- oder Montagesimulationen in den verschiedenen Phasen der Produktentwicklung können wieder in die Produktentwicklung zurückfließen. Durch die Nutzung rechnerunterstützter Werkzeuge zur Produktkonstruktion und Prozesssimulation wird eine parallele Gestaltung von Produkt und Prozess möglich. Dadurch können sowohl Entwicklungszeiten als auch Zeiten für Nachbesserungen am Produkt oder

Bild 11 Parallele Produkt- und Prozessgestaltung





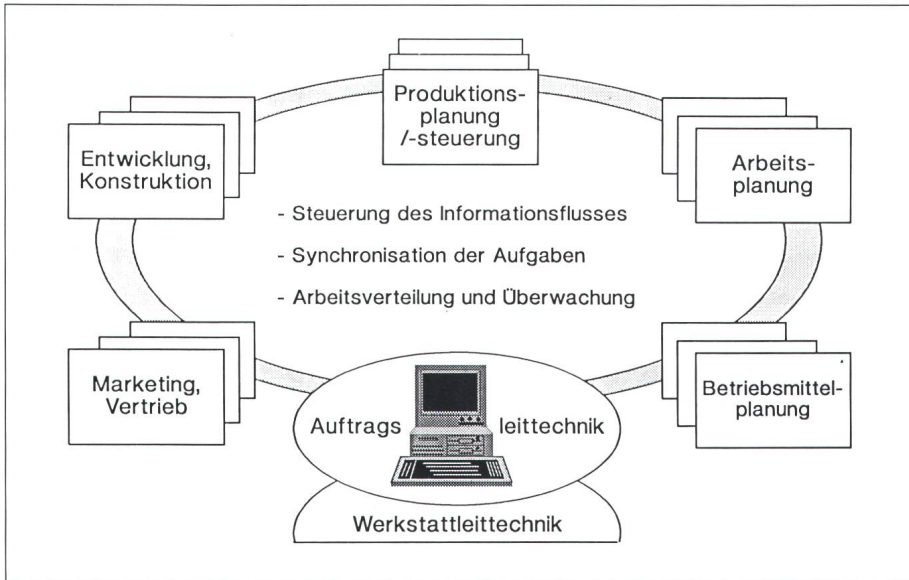


Bild 12 Auftragsleittechnik im Fertigungsvorfeld

am Prozess in der Produktionsphase verkürzt werden. Produkt und Prozess können durch die parallele Gestaltung zu einem gemeinsamen Optimum geführt werden.

Wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz der Komponenten zur rechnerintegrierten Produktion ist jedoch, dass mit dem Einsatz der rechnergestützten Hilfsmittel die Tätigkeiten und das in den jeweiligen Unternehmensbereichen vorhandene Wissen synchronisiert und auf das gemeinsame Ziel der zeitlichen und qualitativen Verbesserung der Produktionsabläufe ausgerichtet wird. Durch eine Reduktion der Zahl der im Unternehmen vorhandenen Schnittstellen sowie die Koordination der Termine und eine zweckmässige Arbeitsverteilung kann das Zusammenspiel aller an der Produktentstehung beteiligten Unternehmensbereiche verbessert werden. Die rechnergeführte Auftragsleittechnik im Vorfeld der Fertigung ist hierzu eine wirkungsvolle Hilfe (Bild 12).

Dadurch werden auch die Voraussetzungen geschaffen, um die sequentielle Arbeitsweise durch eine parallele Arbeitsweise zu ersetzen. Datenintegration durch die Verbindung von rechnergestützten Hilfsmitteln muss von Leittechnik im Fertigungsvorfeld begleitet werden. Die enge Verzahnung der Leittechnik im Fertigungsvorfeld mit der Leittechnik in der Werkstatt wird helfen, Durchlaufzeiten zu verkürzen und Störungen im Fertigungsvorfeld und in der Prozessebene zu verringern. Diese Entwicklung

verlangt von den Unternehmen und den beteiligten Mitarbeitern, bisherige Aufbau- und Ablaufstrukturen zu überdenken und sich auf eine Veränderung von bisherigen Arbeitsinhalten einzustellen.

### Hemmnisse

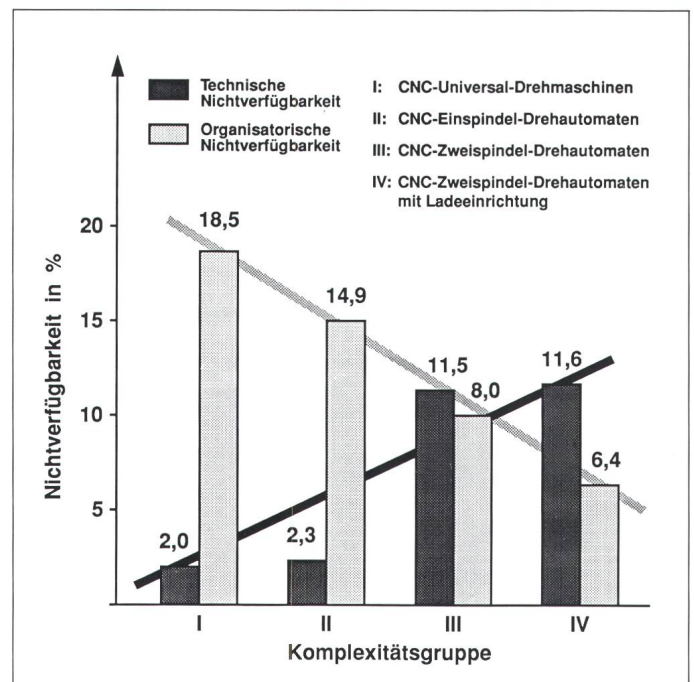
Die Hemmnisse und Schwierigkeiten bei der Umsetzung der dargestellten Massnahmen sind mannigfaltig. Zunächst gilt es, im Zuge der rechner-

integrierten Produktion eine Vielzahl von Schnittstellenproblemen in den unterschiedlichsten Bereichen zu lösen. Unterschiedliche Hardware sowie insbesondere verschiedene Datenstrukturen bei den heute verfügbaren Einzelkomponenten zur rechnerintegrierten Produktion verursachen häufig erhebliche Nahtstellenprobleme. Schnittstellenprobleme im Materialfluss für den Austausch von Werkstücken, Werkzeugen, Spannmitteln und Messmitteln behindern darüberhinaus die Integration in der Prozessebene.

Werden Systeme integriert, so steigt mit der Komplexität der Anlagen der Kapitaleinsatz, aber auch das Ausfallrisiko (Bild 13). Die technische und organisatorische Verfügbarkeit von Systemen unterschiedlichen Komplexitätsgrades zeigt, dass mit zunehmendem Komplexitätsgrad der Anlagen die technische Verfügbarkeit der Gesamtanlage abnimmt, während interessanterweise die organisatorische Verfügbarkeit offensichtlich durch besondere Bemühungen bei kapitalintensiven Anlagen ansteigt [5]. Insgesamt gesehen ist es jedoch auffällig, dass die organisatorische Verfügbarkeit offensichtlich ein grösseres Problem ist, als die technische Verfügbarkeit [6].

Schwierigkeiten bereitet den Unternehmen auch die finanzielle Rechtfertigung rechnerintegrierter Produktionssysteme. Bei der isolierten Betrachtung von einzelnen Betriebsmit-

Bild 13 Nichtverfügbarkeiten von CNC-Drehmaschinen





teln wurde dieser Nachweis bisher mit einer standardisierten Wirtschaftlichkeitsrechnung erbracht. Bei der Bewertung von Produktionssystemen stösst man bei dieser Vorgehensweise auf Hindernisse, da nicht alle Nutzwerte monetär quantifizierbar sind, eine Verschiebung der Wirtschaftlichkeit auch in die indirekten Bereiche erfolgt, die Ergebnisse häufig mit erheblicher Unsicherheit behaftet sind und auch die Kosten der Unterlassung unberücksichtigt bleiben. Ausserdem handelt es sich in der Regel um ein nicht abgeschlossenes Projekt. Somit ist die verursachungsgerechte Abgrenzung des Nutzens das eigentliche Problem im Rechtfertigungsprozess von flexiblen Produktionssystemen. Eine Vorgehensweise in mehreren Stufen kann hier nützlich sein [7].

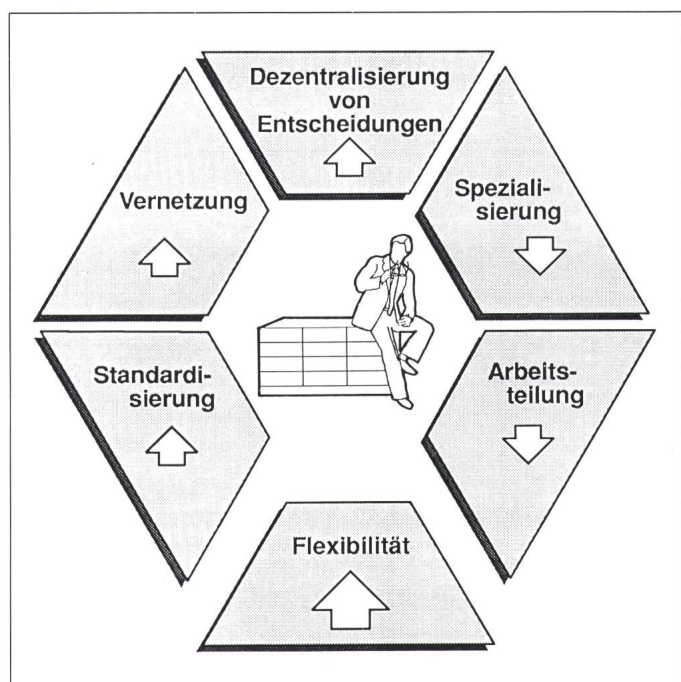
Bei der Beurteilung von Investitionen besteht die Neigung, die Neuinvestition mit bestehenden Anlagen zu vergleichen. Meistens geschieht dies unter der stillschweigend zugrunde gelegten Annahme einer gleichbleibenden Wettbewerbssituation. Diese Annahme ist jedoch in der Regel unzulässig. Neue Wettbewerber, Weiterentwicklungen bei bisherigen Konkurrenten, höhere Ansprüche der Kunden bezüglich Qualität und kürzere Lieferzeiten, höhere Produktänderungshäufigkeit und geringere Bestell-Losgrössen müssen in der Investitionsentscheidung als entscheidende Wettbewerbsfaktoren berücksichtigt werden.

Veränderte Produktionsstrukturen führen auch zu veränderten Arbeitsinhalten und veränderten Arbeitsstrukturen (Bild 14). Dies bedeutet veränderte, in der Regel höhere Anforderungen an die Mitarbeiter im Unternehmen. Der Erfolg zukunftsweisender Konzepte steht und fällt mit der Akzeptanz und Befürwortung dieses Konzepts durch die Mitarbeiter. Eine wichtige Voraussetzung ist dabei ein besseres Verständnis für das Zusammenwirken aller betrieblichen Teilbereiche [8]. Dies erfordert neben Spezialkenntnissen auch die Förderung bereichsübergreifender Kenntnisse und vernetztes Denken und Handeln. Die starke funktionale Trennung zwischen planenden, steuernden und ausführenden Bereichen muss sicher kritisch überprüft werden. Während die körperlichen Belastungen in den Werkstattbereichen weiterhin gesenkt werden können, nehmen dispositive und planende Tätigkeiten zu. Der Wandel von Arbeitsstrukturen und -organisation erfordert auch eine Anpassung der Bemessungsgrundlagen bei Arbeitsbewertung und -entgelt.

### Zusammenfassung

Beim Aufbau von Wettbewerbsvorteilen kommt der Produktionsstrategie eine grosse Bedeutung zu. Die zukünftige Entwicklung in der Produktionstechnik ist durch eine zunehmende Integration von verschiedenen Produk-

tionsstufen gekennzeichnet. Während in der Vergangenheit das Optimum der Einzelfunktionen im Mittelpunkt stand, muss in Zukunft eine mehr und mehr gesamtheitliche Betrachtungsweise der Produktionsabläufe im Vordergrund stehen. Bei der Einführung der rechnergeführten und integrierten Produktionsautomatisierung sind folgende Tendenzen zu beachten: Steigende Produktionsflexibilität geht häufig zu Lasten der Produktivität, erhöht die Komplexität und verringert tendenziell die Verfügbarkeit des Produktionssystems. Weiterhin besteht häufig noch eine Zielkonkurrenz zwischen dem Kapitaleinsatz und dem strategischen Nutzen (Rechtfertigung) flexibel automatisierter Produktionssysteme. Dieses Dilemma lässt sich nicht allgemeingültig lösen, sondern jedes Unternehmen muss je nach seinem Anforderungsprofil an die Produktion zwischen diesen Zielkonflikten ein Optimum finden. Im Mittelpunkt der Produktionsfaktoren wird jedoch auch in Zukunft der Mensch stehen. Durch die Menschen, die Mitarbeiter des Unternehmens muss die Umsetzung der Ideen zu einer Verbesserung der Abläufe in Produktionsbetrieben erfolgen. In diesem Zusammenhang hängt die Ausnutzung der Potentiale neuer Maschinen, weiterentwickelter Materialien und auch neuer Methoden in entscheidendem Masse von der Qualifikation und der Motivation der Mitarbeiter ab.



**Bild 14**  
Veränderungen in der Organisationsstruktur bei neuen Produktionstechnologien

### Literatur

- [1] D.G. Reinertsen: Whodunit? The search for the new-product killers. *Electronic Business* 9(1983)July, p. 62 + 66.
- [2] E. Westkämper: Auftragsabwicklung in der computerintegrierten und automatisierten Fertigung. In: *Rechnerintegrierte Konstruktion und Produktion 1986*. VDI-Berichte 611(1986), S. 289...309.
- [3] G. Börnecke: Fließfertigungskonzepte für variantenreiche Produkte. In: J. Milberg: Wettbewerbsvorteile durch Integration in Produktionsunternehmen. Referate des Münchener-Kolloquiums 1988, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften, Technische Universität München, 24. ... 25. Mai 1988. Berlin u.a., Springer-Verlag, 1988; S. 251...285.
- [4] P. Lutz: Leitsysteme für rechnerintegrierte Auftragsabwicklung. *iwb-Forschungsbericht Band 16*. Berlin u.a., Springer-Verlag, 1988.
- [6] E. Koehl u.a.: Auswertung der CIM-Expertenbefragung. Aachen, Forschungsinstitut für Rationalisierung an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule, Februar 1988.
- [7] H. Bürstner: Investitionsentscheidung in der rechnerintegrierten Produktion. *iwb-Forschungsbericht Band 13*. Berlin u.a., Springer-Verlag, 1988.
- [8] F. Köhne: Personalpolitische Aspekte neuer Technologien. *VDI-Bericht 705(1988)* S. 313...346.



# Der neue Rohn ist endlich, was er schon fast immer war.

Nämlich die Adresse in jedem Stromfall. Und zwar nicht nur im Einzelnen, sondern neu auch im Ganzen. Das geht so: die drei Firmen Rohn Elektro-Ingenieurbüro, Rohn Kabel- und Freileitungsbau und Rohn Elektro-Installationstechnik haben sich zu einer Gruppe zusammengeschlossen. Den Begriff Rohn-Gruppe können Sie gestrost wieder vergessen. Merken sollten Sie sich aber: setzen Sie uns heute in der Kombination für Stromarbeiten ein, läuft alles wie geschmiert – wir planen, leiten zu und installieren. Und wenn wir sagen in jedem Fall, dann meinen wir jeden Fall. Egal, ob Sie sich über eine Waschmaschine oder eine Gemeindecläranlage den Kopf zerbrechen, wir machen uns mit Spannung an die Arbeit.

Den neuen Rohn finden Sie in 4553 Subingen/SO, Telefon 065/44 18 22. Oder in 4934 Madiswil/BE, Telefon 063/56 14 13.



Wir machen jetzt alles in Strom:  
Planung, Zuleitung und Installation.



51  
B, T & V



## Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ein entscheidendes Qualitätskriterium für elektronische Apparate und Anlagen

Unser Entstörungslabor

- prüft die Störempfindlichkeit und das Störvermögen,
- bestimmt Störschutz- und Schirmmassnahmen,
- kontrolliert Apparate und Anlagen auf Einhaltung der gesetzlichen Störschutzbestimmungen,
- führt Prototyp- und serienmässige Entstörungen aus,
- steht Fabrikations- und Importfirmen für fachmännische Beratung in EMV-Problemen zur Verfügung.

**PRO RADIO-TELEVISION**, Entstörungslabor, 3084 Wabern, Telefon 031 / 54 22 44