

# Moderne Leitechnik in der Prozessindustrie – Funktionsweise, aktuelle Entwicklungen und Trends

Prof. Dr.-Ing. Ronald Schmidt-Vollus, Shrikant Pusalkar, M.Sc. (Univ.)

Leitechnik, die Technik Prozesse zu führen bzw. zu leiten, ist in der Automatisierungstechnik heute untrennbar mit dem Begriff Prozessleitsystem verbunden. Auf den ersten Blick könnte ein Prozessleitsystem lediglich für ein Computersystem gehalten werden, mit dem das Bedienpersonal einen Prozess oder eine Produktionsanlage bedienen und beobachten kann. Tatsächlich ist diese Funktion, die so genannte Prozessvisualisierung, aber nur ein Teil der Funktionalität, die ein Prozessleitsystem beinhaltet. Andere wichtige Funktionen sind zum Beispiel die prozessnahen Komponenten des Leitsystems, mit denen der Prozess gesteuert und geregelt wird. Von besonderer Bedeutung wird heute auch die Integration des Prozessleitsystems in den Informationsverbund des Unternehmens erachtet. Die grundlegenden Begriffe und Funktionen, die ein Prozessleitsystem haben sollte, regelt die DIN IEC 60050-351, welche die Vorgänger DIN 19222 abgelöst hat. Die wichtigsten Funktionen, der Anzeige und Bedienkomponenten, die jedes Leitsystems bieten sollte, sind in der Richtlinie VDI/VDE 3699 dargestellt und spezifiziert.

## Prozessleitsysteme im Informationsverbund der Unternehmen

Prozessleitsysteme werden heute als Bestandteil einer ganzheitlichen Produktionssystematik betrachtet, bei der ein durchgängiger Datenfluss von der Messstelle bis hin in die Unternehmensführungsebene gefordert wird. Einmal in das System eingegebene oder vom System erfasste, d.h. gemessene oder berechnete Daten, sollen überall verfügbar sein und an jeder Stelle ausgewertet werden können. Dies verlangt einen gewissen Paradigmenwechsel, weg von der klassischen Denkweise, bei der die Prozesssteuerung bzw. das Automatisierungssystem als abgeschlossene Einheit in der Produktion betrachtet wurde [Schu09]. Abbildung 1 zeigt die Integration des Prozessleitsystems im Unternehmen und die in den einzelnen Betriebsführungsebenen eingesetzten Leitsysteme, deren Aufgaben und die verwendeten Hardwarekomponenten.

## Architektur und Funktionsumfang moderner Prozessleitsysteme

Prozessleitsysteme sind entsprechend des Schichtenmodells (Abb. 1) zweigeteilt, in prozessnahe Komponenten (PNK) und in Anzeige- und Bedienkomponenten (ABK) [Thi08]. Abbildung 2 gibt einen schematischen Überblick, wie die einzelnen Komponenten eines Leitsystems zusammenhängen, wobei die tatsächliche Anbindung, vor allem die Ausgestaltung des Bussystems, bei den verschiedenen Leitsystemlieferanten unterschiedlich gelöst sein kann.

Die Aufgabe der prozessnahen Komponenten sind die Steuerung und Regelung des Prozesses sowie die Erfassung von Messwerten und die Realisierung sicherheits- oder

# Energieeffizienz dank moderner Pumpentechnik

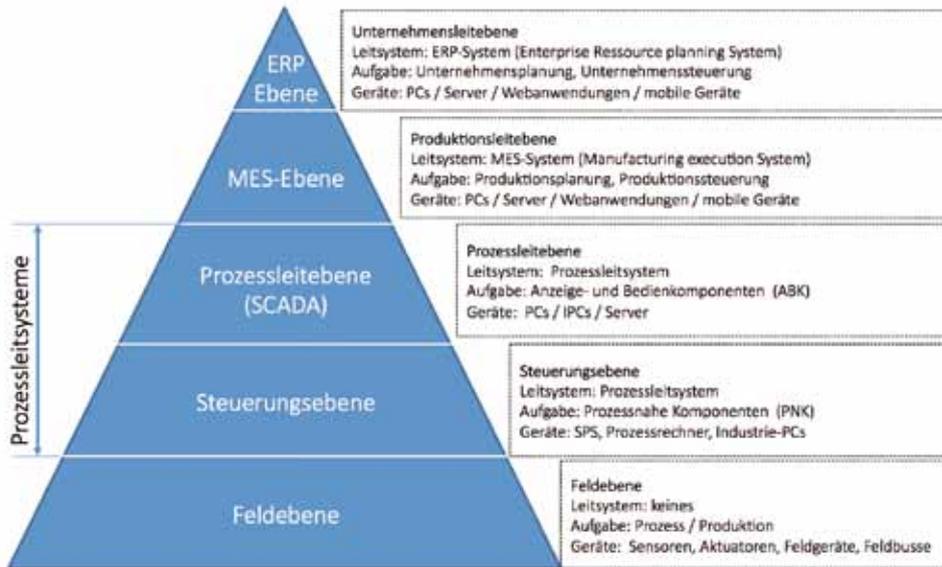


Abb. 1: Ebenenmodell der Prozessautomatisierung (Automatisierungspyramide), nach [Pol95]

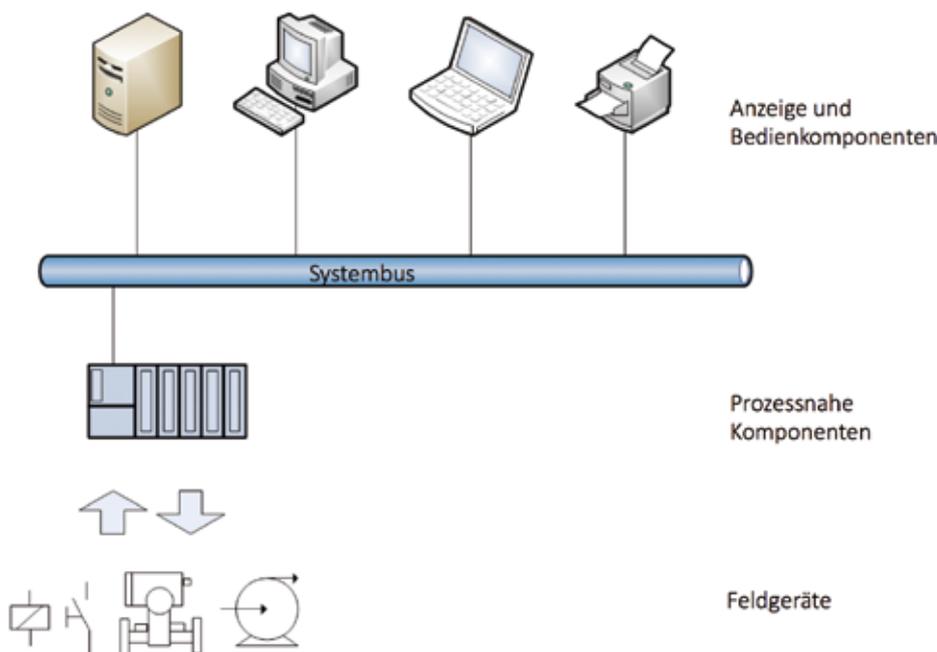


Abb. 2: Schematische Darstellung eines Prozessleitsystems mit Sever-Client-Architektur

qualitätsrelevanter Überwachungsfunktionen. Hierzu stellen gut ausgestattete Prozessleitsysteme eine Vielzahl vorgefertigter Funktionen (Softwaremodule) bereit, mit denen die Engineeringzeiten und damit die Anschaffungskosten gegenüber Automatisierungslösungen ohne Leitsystemunterstützung deutlich reduziert werden können. Die Anbindung der Feldgeräte (Sensoren und Aktuatoren) an das Leitsystem erfolgt ebenfalls über die PNK. Die Funkti-

onen der prozessnahen Komponenten werden heute üblicherweise in speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) oder von PC-basierten Computersystemen realisiert. Die Kommunikation mehrerer PNKs untereinander erfolgt über den Systembus, für den meist Echtzeiteigenschaften erforderlich sind [Tau09]. SPS-basierte Systeme gelten dabei als zuverlässiger und haben eine höhere Verfügbarkeit, während PC-basierte Systeme, aufgrund der großen Speicher- und



## Effiziente Pumpentechnologie von NETZSCH

Dank unserer modernen Pumpentechnologie und cleveren Konstruktion sparen Sie Energie. Der reduzierte Energiebedarf bei gleichzeitiger Erhöhung der Pumpenleistung verringert die Stromaufnahme und schont so nachhaltig unsere Umwelt. Unsere Pumpen stehen für absolutes Umweltbewusstsein.



TORNADO® T2 Drehkolbenpumpe

# NETZSCH

**NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH**

Tel.: +49 8638 63-0  
 Fax: +49 8638 67981  
 info.nps@netzsch.com  
 www.netzsch.com



Rechenkapazität moderner Computersysteme, oft deutlich leistungsfähiger und damit vor allem auch preisgünstiger realisiert werden können. Durch die zunehmende Zuverlässigkeit der PC-Systeme und eine sorgfältige Auswahl und Abstimmung der Hardwarekomponenten könnten die Nachteile der PC-basierten Systeme jedoch zusehends verschwinden. Bedenken bereitet jedoch nach wie vor die höhere Anfälligkeit von PC-Systemen für Angriffe durch Viren, Trojaner und andere Schadsoftware im Vergleich zu klassischen speicherprogrammierbaren Steuerungen. Dies ist vor allem in einem offenen Netz mit Einbindung in den Informationsverbund des Unternehmens besonders kritisch. Die Anzeige- und Bedienkomponenten (ABK) werden heute fast ausschließlich auf PC bzw. Industrie-PCs (IPCs) realisiert. Auch die nach wie vor weitverbreiteten Panels zur Vorortbedienung im Feld basieren heute üblicherweise auf PC-Technologie, wobei Touch-Bedienung bei diesen Geräten mittlerweile als etablierter Stand der Technik zu betrachten ist. Die Funktionen der Anzeige- und Bedienkomponenten werden oft auch unter den Begriffen HMI (Human-Machine-Interface, bzw. Mensch-Maschinen-Schnittstelle) und Bedienen und Beobachten (B&B oder BNB) zusammengefasst. Systeme, die sich rein auf diese Funktion konzentrieren, werden unter dem Namen SCADA-Systeme (Supervisory Control and Data Acquisition-Systeme) auf dem Markt angeboten. Die typische Art der Prozessvisualisierung ist die Darstellung der Messstellen mit ihren aktuellen Werten von Maschinen und Apparaten mit ihrem aktuellen Status sowie von Material- und Energieströmen in Form dynamisierter Prozessbilder (Abb. 3).

Die ABK-Funktionen eines modernen Prozessleitsystems gehen jedoch über die reinen SCADA-Funktionen, nämlich Visualisierung und Produktionsdatenerfassung, weit hinaus. Typische Funktionen eines gut ausgestatteten Prozessleitsystems sind z. B. Rezeptur- und Produktionsparameterverwaltung, Systeme zur Alarmbehandlung, Funktionen zur Recherche und Auswertung von Meldungen,



Abb. 3: Verfahrenstechnisches Prozessbild eines Prozessleitsystems

Messwerten und Produktionsdaten sowie Produktionsprotokolle und ein Berichtswesen mit dem Anwender eigene Berichte erstellen, abrufen oder anpassen können. Auch Diagnosefunktionen sowohl für den Prozess als auch für Anlagenteile, für Prozessequipment wie z. B. Messgeräte, Antriebe, Pumpen, Verdichter und Ventile und natürlich für das Prozessleitsystem selbst, sind in vielen Prozessleitsystemen bereits integriert und dürfen als Stand der Technik angesehen werden. Auch klassische MES-Funktionen (zweite Ebene in Abb. 1), wie z. B. Auftragslisten, Stücklisten, Herstellungsanweisungen, eine Materialwirtschaft und Funktionen zur Produkt- bzw. Chargenverfolgung werden von den Leitsystemherstellern zunehmend in ihre Prozessleitsysteme integriert und bieten einen echten Mehrwert gegenüber Leitsystemen ohne solche Funktionen. So kann durch den Einsatz eines Leitsystems mit dieser Zusatzausstattung vor allem bei kleineren und mittleren Anlagen oft auf den Einsatz eines zusätzlichen MES-Systems verzichtet werden.

Die verschiedenen Hersteller verfolgen unterschiedliche Konzepte hinsichtlich der Datenhaltung und der Kommunikation der Komponenten untereinander. Im Wesentlichen haben sich heute zwei grundlegende Architekturen durchgesetzt. Einbusssysteme, bei denen die Anzeige- und Bedienkomponenten sowie die prozessnahen Komponenten direkt über

ein Bussystem miteinander verbunden sind und Server-Client-Architekturen, bei denen die Kommunikation und Datenhaltung über einen zentralen Server erfolgt. Abbildung 2 zeigt schematisch ein Server-Client-basiertes System, mit einem gemeinsamen Systembus. Server-Client-Architekturen haben den Vorteil einer einfacheren und konsistenten Datenhaltung und sind bei korrekter Auslegung des Servers oft performanter als die verteilten Einbusssysteme ohne zentralen Server. Der Nachteil ist jedoch, dass der Server einen so genannten „Single Point of Failure“ darstellt. Das heißt, der Ausfall des Servers könnte u. U. zu einem Komplettstillstand des gesamten Prozesses führen. Dieses Risiko kann jedoch durch geeignete Redundanzstrategien und einer konsequenten Wartung des Servers im laufenden Betrieb minimiert werden, auf die im Übrigen auch bei den verteilten Systemen nicht verzichtet werden sollte.

### Aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung

Die aktuellen Entwicklungen sind auf zwei Ziele ausgerichtet, welche eng miteinander verbunden sind. Zum einen stehen Maßnahmen, die zu einer Reduktion der Lebenszykluskosten des gesamten Automatisierungssystems beitragen, im Focus. Zum anderen wurde die dringende Notwendigkeit erkannt, die Gebrauchstauglichkeit der Systeme

zu verbessern. Letzteres führt dann langfristig ebenfalls zu einer Kostenreduktion, da durch Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit Zeit und möglicherweise sogar Bedien- und Wartungspersonal eingespart werden kann. Außerdem besteht die Erwartung, dass bei einer entsprechend verbesserten Bediener- und Prozessführung durch Reduktion von Bedienfehlern und der damit verbundenen Verbesserung der Produktqualität und Ausbeute, die Herstellkosten der Produkte ebenfalls positiv beeinflusst werden können.

### Reduktion der Kosten für das Engineering des Leitsystems und den Betrieb der Anlage

Die primären Maßnahmen zur Reduktion der Lebenszykluskosten konzentrieren sich auf das Engineering des Leitsystems. Durch neue innovative Engineeringwerkzeuge können die Kosten für die Anschaffung und In-

betriebsetzung des Leitsystems deutlich reduziert werden. Bemühungen hierzu sind z.B. Strategien, die unter dem Stichwort „parametrieren statt programmieren“ in der Literatur vielfältig diskutiert werden und von einigen Leitsystemherstellern und Systemintegratoren bereits seit längerem erfolgreich eingesetzt werden. Andere Leitsystemhersteller, vor allem die mit eigenen proprietären Hardwarekomponenten, setzen hingegen auf Werkzeuge zur Erleichterung der Programmierung bzw. zur Codegenerierung. Exemplarisch für viele Publikationen sei hierzu z.B. auf [Now08] oder [Kle11] verwiesen.

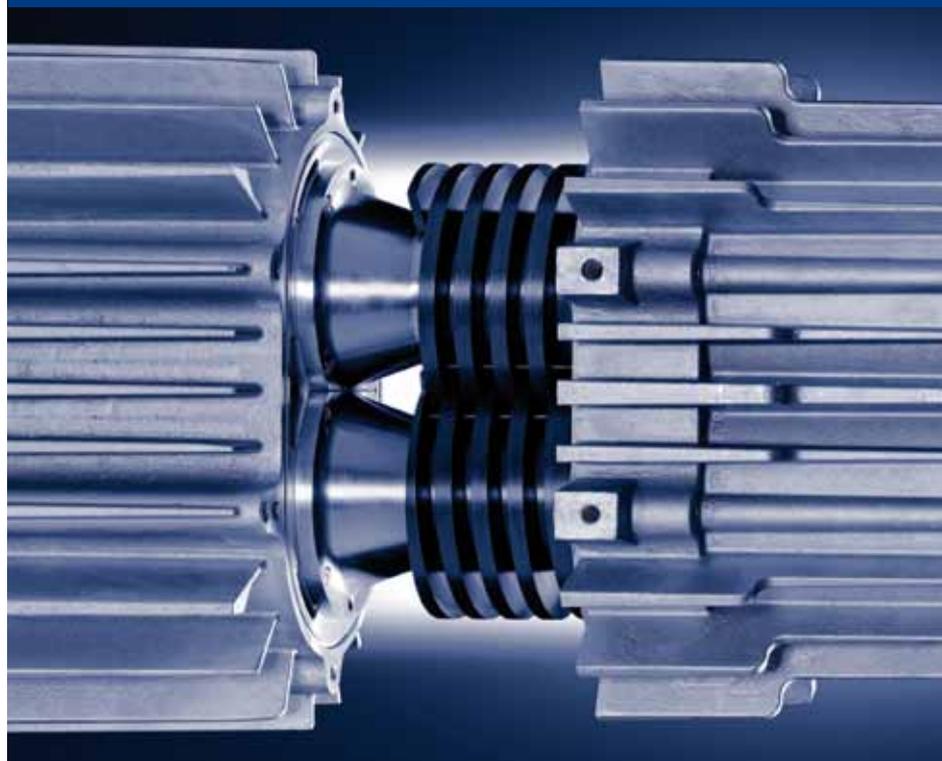
Ein weiterer wichtiger Beitrag zur Reduktion der Engineeringkosten ist die Wiederverwertung von bereits erbrachten projektierten Leistungen und von Steuerungscode. Hierzu ist eine konsequente modulare Projektierungs- und Programmierweise erforderlich, die durch die Bereitstellung so genannter Equipment- und

Control-Module seitens des Leitsystems unterstützt wird. Einige Leitsystemhersteller entwickeln hierzu teilweise in enger Zusammenarbeit mit Maschinen und Apparatebauern vorgefertigte Module für die Steuerung von sehr häufig eingesetzten Equipment, wie z.B. Pumpen, Verdichter, Ventile oder bestimmte Messgeräte. Leitsystemhersteller mit hohem eigenen Prozessverständnis haben auch vorgefertigte Module für komplexere Apparate und ganzen Units, wie z.B. Filteranlagen, Separatoren, Erhitzer, Dosierstationen und andere in ihren jeweiligen Zielbranchen häufig verwendeten Apparaten in ihren Leitsystemen integriert.

Weitere Trends sind die Entwicklung neuartiger und verbesserter Steuer- und Regelalgorithmen, welche die Betriebskosten durch Vermeidung oder Verringerung unnötiger bzw. ungünstiger energie- oder ressourcenintensiver Stell- und Regelingriffe reduzieren können.



## neue Akzente in der Vakuumtechnik



Becker präsentiert die Vakuumpumpe VADS 250 mit Spindelprofil.

Entdecken Sie ein weiteres innovatives Becker-Produkt, das folgende Vorteile bietet:

- Einsetzbar im Grob- und Feinvakuum
- Großes Saugvermögen auch bei hohem Vakuum
- Dauerbetrieb bis zu  $1 \times 10^{-2}$  mbar
- VARI AIR Technologie
- Integrierter Frequenzumrichter
- Luftgekühlt
- Schnelle, einfache Installation und Inbetriebnahme
- Höchste Energieeffizienz
- Verschleißfreie trockene Verdichtung
- Niedrige Betriebskosten



### Einsatz von Usability-Methoden in der Prozessleittechnik

Usability-Methoden haben sich bei der Entwicklung von interaktiven Systemen seit längerem bewährt und können auch zur Gestaltung von Mensch-Maschinen-Schnittstelle in der Prozessleittechnik angewendet werden [Pus12]. Usability-Engineering ist die systematische Anwendung von Usability-Methoden, um ein interaktives Produkt gebrauchstauglich zu gestalten. Die Grundlagen dazu legt die Norm DIN EN ISO 9241-210 in einem nutzerzentrierten iterativen Prozess fest. Abbildung 4 zeigt den Usability-Prozess und die anwendbaren Usability-Methoden mit einigen Beispielen aus der Prozessleittechnik.

Der Usability-Prozess beginnt mit dem Erheben des Nutzungskontextes. Dieser wird pro Nutzergruppe im Rahmen von semi-strukturierten Einzelgesprächen, so genannten Kontext-Interviews erhoben. Daraus werden Nutzungsanforderungen an das System hergeleitet, die wiederum beim Entwurf der Gestaltungslösungen einfließen. In der Evaluationsphase kommen weitere, in Abbildung 4 gezeigte Usability-Methoden zum Einsatz [Deu10]. Zur Adaption dieser Methoden auf die speziellen Heraus-

forderungen bei der Gestaltung von Mensch-Maschinen-Schnittstellen in der Prozessleittechnik sei auf [Pus13] verwiesen.

### High-Performance HMI

High Performance HMI ist ebenfalls ein aktueller und wichtiger Entwicklungstrend hin zu einer besseren Mensch-Maschinen-Schnittstelle. Die grundlegende Idee ist dabei, durch eine verbesserte Informationspräsentation, den Prozessbediener ein optimales Bewusstsein über den aktuellen Zustand von Prozess und zur Anlage zu vermitteln. Hierzu gehört die Auswahl passender Kennzahlen, so genannter KPIs (Key Performance Indicators) und passender Statusinformationen, die im Normalbetrieb den Anlagenfahrer mit Informationen versorgen sollen. Lediglich im Fehlerfall (Exception) soll der Anwender mit weiteren Details versorgt werden. Diese müssen dann so ausgewählt und präsentiert werden, dass es dem Bediener sofort möglich ist, die Ausnahmesituation zu erkennen und ermöglicht eingzugreifen. Das Ziel ist also, den Gesamtzustand und die voraussichtliche Entwicklung des Prozesses stets im Auge zu behalten, ohne von zu vielen Details abgelenkt zu werden. Im Fehlerfall ist die benö-

tigte Zeit zum Einleiten von Maßnahmen zu minimieren und die Erfolgsrate in der Handhabung von Ausnahmesituationen zu maximieren [Hol08] [Hol10]. Dies erfordert die Entwicklung völlig neuer Visualisierungskonzepte und Darstellungsvarianten für Prozessdaten. Entscheidend ist aber auch ein korrektes Projektieren des Prozessleitsystems, weg von mit Details überladenen und unstrukturierten Prozessbildern, hin zu übersichtlichen Kennzahlen und Statuswerten, die mit den neuen Erkenntnissen aus der High-Performance HMI-Forschung präsentiert werden. Ebenso ist ein neues, verbessertes Alarmmanagement nötig, welches die Forderung nach einer hochperformanten Benutzerführung im Ausnahmefall erfüllen kann.

### Fazit

Prozessleitsysteme bieten umfangreiche Funktionen zur Unterstützung bei der Lösung von Automatisierungsaufgaben und zur sicheren und effizienten Bedienung von Anlagen und Prozessen. Sie beinhalten Schnittstellen zur Integration in die IT-Landschaft des Produktionsbetriebs und stellen systematische und standardisierte Methoden zur Ausgestaltung von Mensch-Maschinen-Schnittstellen

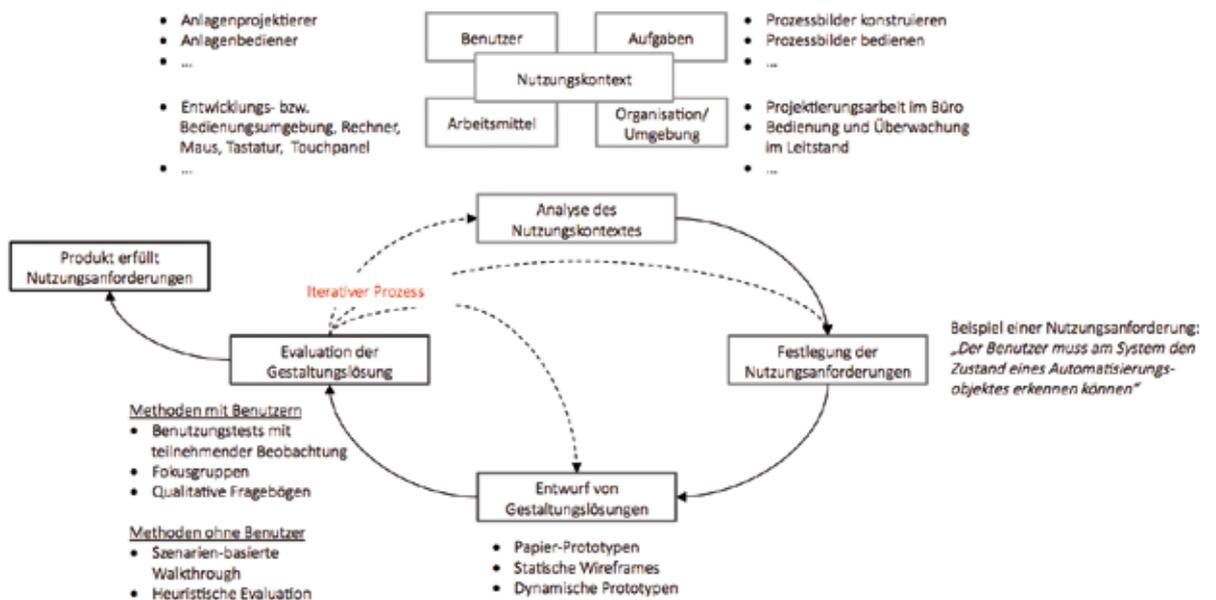


Abb. 4: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme, nach [DIN9241]

bereit. Die aktuellen Entwicklungstrends bei den Leitsystemherstellern unterstützen die Bemühungen der Anlagen-Maschinen-Armaturen- und Apparatebauer zur Reduzierung der Lebenszykluskosten beim Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen.

## Quellen

[Deu10]: Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (Hrsg.). (2010). Leitfaden Usability. Version 1.3 .

[DIN9241]: DIN EN ISO 9241-210. (2011). Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme.

[Hol10]: Hollifield, B., & Habibi, E. (2010). The Alarm Management Handbook. Houston TX: Plant Automation Services.

[Hol08]: Hollifield, B., Oliver, D., Nimmo, I., & Habibi, E. (2008). The High Performance HMI Handbook. Houston TX: Plant Automation Services.

[Kle11]: Klebe-Klingemann, R. (11 2011). Parametrieren statt Programmieren. Wasserhebung im Lausitzer Revier. SPS-MAGAZIN .

[Now08]: Nowotka, T. (2007/2008). Parametrierung statt Programmierung. P&A Kompendium , S. 176.

[Pol95]: Polke, M. (1995). Prozeßleittechnik. München: Oldenbourg.

[Pus12]: Pusalkar, S., Schmidt-Vollus, R., Schlücker, E., & Alt, N. (2012). Nutzerorientierte Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle in der Prozessleittechnik. ProcessNet-Jahrestagung und 30. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen. Karlsruhe.

[Pus13]: Pusalkar, S., Schmidt-Vollus, R., Schlücker, E., & Alt, N. (2013). Usability engineering in process control systems: Case study of a software used in designing visualization for process control systems. 9th European Congress of Chemical Engineering. The Hague.

[Schu09]: Schuler, H. (2009). Prozessleittechnik im Informationsverbund des Unternehmens. In K. F. Früh, U. Maier, & D. Schaudel, Handbuch der Prozessautomatisierung: Prozessleittechnik für verfahrenstechnische Anlagen (S. 16 ff.). München: Oldenbourg Industrieverlag.

[Tau09]: Tauchnitz, T., & Maier, U. (2009). Prozessleitsystem (PLS). In K. F.

Früh, U. Maier, & D. Schaudel, Handbuch der Prozessautomatisierung: Prozessleittechnik für verfahrenstechnische Anlagen (S. 191-215). München: Oldenbourg Industrieverlag.

[Thi08]: Thiel, K., Meyer, H., & Fuchs, F. (2008). In MES – Grundlagen der Produktion von morgen (S. 47-50). München: Oldenbourg Industrieverlag.

*Autoren: Prof. Dr.-Ing. Ronald Schmidt-Vollus, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm und Shrikant Pusalkar, M.Sc. (Univ.), Usability-Engineering, Interaktionsdesign, Abteilung Forschung & Entwicklung, ProLeiTAG, Herzogenaurach*

DOSIEREN | MESSEN & REGELN | AUFBEREITEN | DESINFIZIEREN | REALISIEREN

Mehr geht nicht:  
die beste Sigma aller Zeiten!



**Die neue Motordosierpumpe Sigma.**

**Mehr Bedienkomfort, mehr Sicherheit, mehr Effizienz!**

Standardmäßig mit:

- ✓ abnehmbarem Bedienteil
- ✓ Mehrschicht-Sicherheitsmembran
- ✓ interner Überlastabschaltung
- ✓ neuester Regelungstechnologie und mehr als 10 % Energieeinsparungspotential

[www.prominent.com/de/sigma](http://www.prominent.com/de/sigma)

Telefon: +49 6221 842-0

**Pro**<sup>®</sup>**minent**