

Neue Entwicklungstendenzen in der Analysetechnik

Wiegleb, Gerhard, Hartmann & Braun AG, 6000 Frankfurt/M. 90

Einleitung

Im Bereich der Meß- und Automatisierungstechnik ist die Analysetechnik ein wichtiges Bindeglied zwischen den zu überwachenden und zu regelnden Prozessen und der erforderlichen Prozeßleitstelle. Im Vergleich zu anderen prozeßrelevanten Meßeinrichtungen, wie Temperatur- und Druckmessungen, ist das Analysengerät im allgemeinen sehr viel komplexer aufgebaut. Diese Komplexität hat zur Folge, daß analysetechnische Einrichtungen in der Umwelt- und Verfahrenstechnik einen höheren Wartungs- und Überwachungsaufwand erfordern als vergleichbare physikalische Meßgeräte. Aus dieser Notwendigkeit heraus wurden in den vergangenen Jahren immer wieder Anstrengungen unternommen um diese Gerätegruppe in ihrer Zuverlässigkeit zu erhöhen. Insbesondere die Einführung der Mikroprozessortechnik hat in diesem Bereich Anfang der 80er Jahre zu Verbesserungen geführt. Stand zu Beginn dieser Entwicklung noch die meßtechnische Qualitätsverbesserung im Vordergrund, so werden nun im zunehmenden Maße weitere Verbesserungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit erwartet. Diese Entwicklung wird auch nicht zuletzt durch den zunehmenden Druck der Personalkosten im Instandhaltungsbereich der Betreiber unterstützt. Besonderes Augenmerk muß dabei auf Maßnahmen zur Fehlererkennung und Fehlervermeidung gelegt werden. Ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt ist in diesem Zusammenhang die Anzeige- und Bedienoberfläche digitaler Sensorsysteme [1] im allgemeinen und Prozeßanalysengeräte [2, 3, 4] im speziellen.

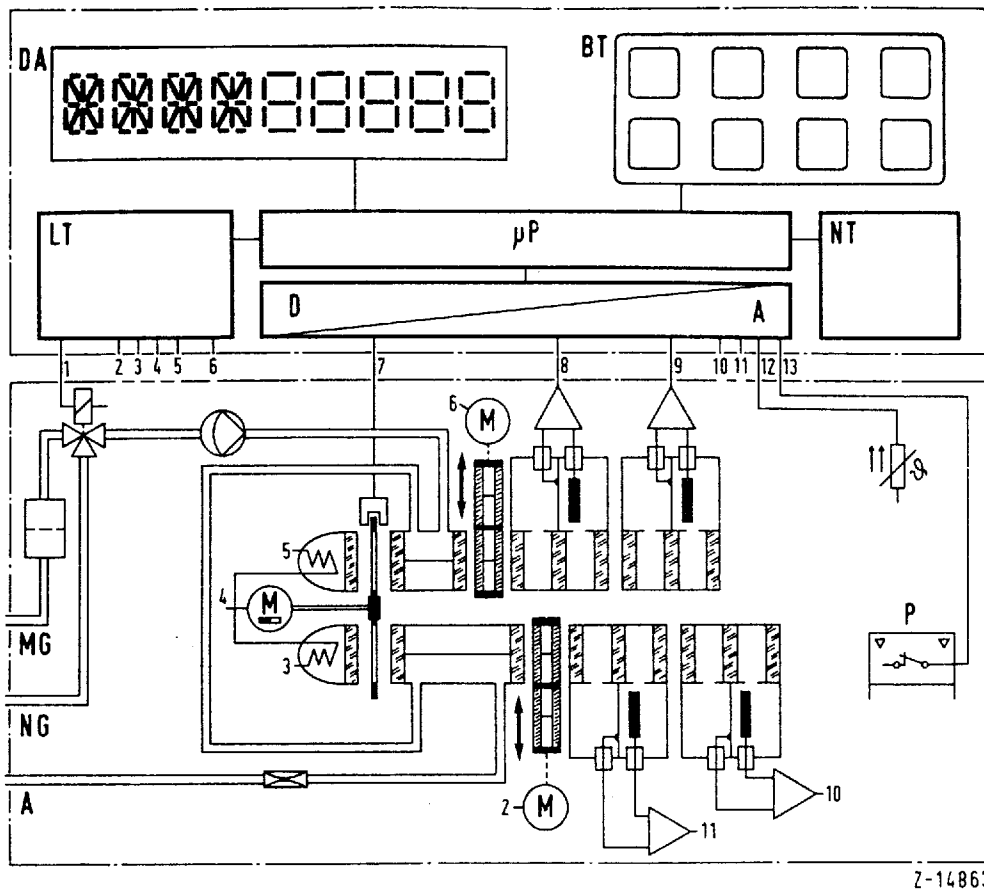
In diesem Bericht werden die gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungen auf diesem Gebiet dargestellt und kritisch durchleuchtet.

Anhand von unterschiedlichen Gerätekonzepten für die Gasanalyse (RADAS 2, URAS 10) und die Flüssigkeitsanalyse (TOCAS) werden diese Entwicklungstendenzen in der Prozeßanalytik aufgezeigt.

Trend:

Mehrkomponentenmessungen

Die simultane Erfassung von mehr als einer Komponente mit einem Analysengerät gewinnt zunehmend an Bedeutung, da auch die zu überwachenden Prozesse umfangreicher werden. Die klassischen Meßverfahren wie Fotometer, Wärmeleitfähigkeitsgeräte, paramagnetische Sauerstoffanalysatoren usw. waren in der Vergangenheit immer nur für eine Meßkomponente ausgelegt. Vor ca. 15 Jahren kamen die ersten Analysengeräte auf den Markt, mit denen man zwei Komponenten in einem Gerät messen konnte [5]. Dieser Trend hat sich weiter fortgesetzt, so daß mittlerweile alle Gerätehersteller entsprechende Meßgeräte anbieten [6, 7]. In **Bild 1** ist ein solches Analysengerät dargestellt, mit dem bis zu vier Komponenten in einem Gasgemisch erfaßt werden können [8]. Bei diesem Gerät handelt es sich um ein NDIR-Fotometer, das in zwei unterschiedlichen Strahlengängen jeweils zwei Komponenten (mit zwei Durchstrahlemp-



Z-14863

Bild 1: URAS 10E Gesamtdarstellung

fängern) messen kann. Alternativ zu einem IR-Kanal kann eine elektrochemische Sauerstoffzelle in den Analysator integriert werden, um den O_2 -Gehalt in der Atmosphäre oder in einem Prozeß erfassen zu können. Diese Kombination unterschiedlicher Meßverfahren in einem Gerät hat sich vor allem in der Rauchgasanalyse und in der Fermenterkontrolle bereits bewährt. In der chemischen Verfahrenstechnik finden Mehrkomponenten-Meßgeräte allerdings nur langsam Zugang, da die Zuverlässigkeits- und Verfügbarkeitsanforderungen in diesem Anwendungsbereich sehr hoch sind. Aus Redundanzgründen werden hier weiterhin Einzelgeräte bevorzugt eingesetzt.

Mit zunehmender Zuverlässigkeit dieser Geräte wird sich aber der Trend zu Mehrkomponentenmessungen auch in der chemischen Verfahrenstechnik durchsetzen.

Neben diesen klassischen Meßverfahren werden aber auch neue Gerätetypen eingesetzt, die für eine Mehrkomponentenmessung prädestiniert sind. Hier sind vor allem die Fouriertransform-Infrarotspektrometer [9] zu nennen, die durch die neuesten Entwicklungen auf diesem Gebiet auch für den rauen Prozeßeinsatz geeignet sind. Insbesondere Verbesserungen des optischen Aufbaues und der notwendigen Modulationseinheiten führten zu dem gewünschten Erfolg [10].

Ein weiteres Meßverfahren, das bisher auch nur im Labormaßstab angewandt wurde, ist die Massenspektrometrie. Durch Verbesserungen im Pumpensystem und in der Handhabung konnten hier ebenfalls bessere Voraussetzungen für einen Prozeßeinsatz geschaffen werden. Zur Zeit liegen die Anwendungen dieser Gerätegruppe in der Fermenterüberwachung [11] und der Raumluftkontrolle [12]. Erfahrungen über längere Prozeßeinsätze liegen bisher allerdings nur vereinzelt vor.

Trend: Vereinfachte Gerätebedienung

Mit der Einführung der Mikroprozessortechnik für Prozeßanalysengeräte in den 80er Jahren wurden zusätzliche Funktionen in den Geräten installiert, die deutlich über den ursprünglichen Umfang hinausgingen. Als Beispiele für diese Funktionen lassen sich die automatische Kalibrierung, Meßbereichsumschaltung oder Selbstüberwachungen anführen. Die Bedienung dieser μ P-Geräte unterscheidet sich nun grundlegend von den bisher genutzten Analog-Geräten. Selbst einfache Grundeinstellungen wie Nullpunkt- und Endpunktjustage, die früher durch eine Potentiometereinstellung mit einem Schraubendreher realisiert wurden, müssen heute über eine Tastenkombination in einem Bedienfeld erfolgen. Um diese Einstellarbeiten nicht durch zusätzliche herstellereigene Bedienkonzepte für den Anwender zu erschweren, wurde ein NAMUR-adhoc-Arbeitskreis [3, 4] eingerichtet der eine Grundlage für zukünftige Geräteentwicklungen auf diesem Gebiet darstellt. Eines der ersten Geräte, das nach dieser Vorgabe entwickelt wurde ist der RADAS 2 [13]. In Bild 2 ist der Gesamtaufbau dieses Mehrkomponenten-UV-Fotometers dargestellt.

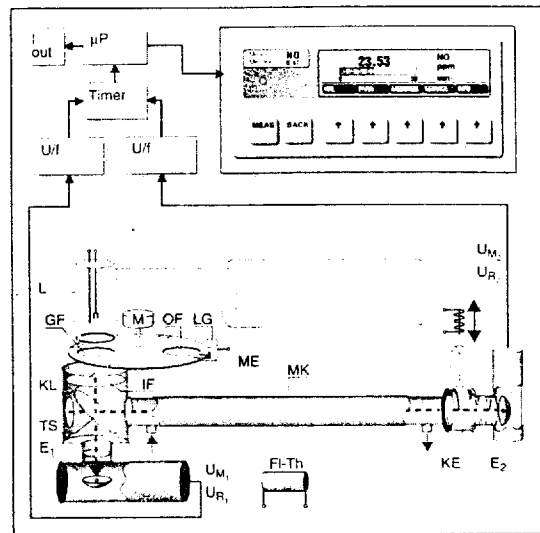


Bild 2: RADAS Gesamtaufbau

Die Bedienung des Gerätes erfolgt über eine Folientastatur, die direkt unterhalb des Graphik-Displays angeordnet ist. Die Funktionen der 5 Tasten unter dem Display werden, je nach Stufe innerhalb der Programmstruktur, im Display angezeigt. Durch die Klartextausführung lassen sich viele hilfreiche Informationen für den Anwender anzeigen, so daß dieser im Regelfall ohne eine Bedienungsanleitung auskommt. In Bild 3 ist die Bedien- und Anzeigeeinheit vergrößert dargestellt.

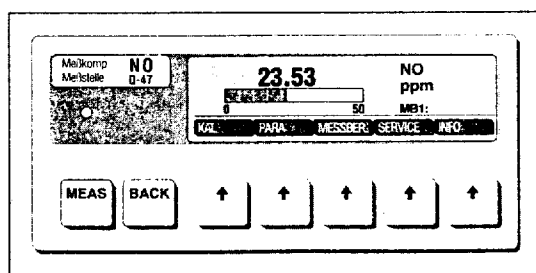


Bild 3: Bedien- und Anzeigeeinheit

Neben den 5 Softkey-Tasten befinden sich zwei weitere Tasten, die eine feste Zuordnung haben und deshalb als Hardkey-Tasten bezeichnet werden. Mit der MEAS-Taste gelangt man von jedem Menüpunkt direkt zum Anfangspunkt zurück, während mit der BACK-Taste ein schrittweiser Rückgang zur Ausgangsposition möglich ist.

Die Meßwerte lassen sich im Display sowohl in numerischer Form als auch in quasi analoger Form mit einem "Bargraph" darstellen.

Trend: Selbstdiagnose

Je komplizierter ein Analysengerät ist, um so wichtiger ist eine sinnvolle Überwachung der geräteinternen Funktionen, um eine höhere Zuverlässigkeit zu garantieren. Insbesondere die Fehlererkennung und Fehlervermeidung sind hier von ausschlaggebender Bedeutung. In **Bild 4** ist der Aufbau einer kombinierten TOC/TN-Meßeinrichtung (TOC = Total Organic Components und TN = Total Nitrogen) für die

Abwasserkontrolle dargestellt. Diese Einrichtung besteht aus einem thermischen Reaktor, in dem die Probe kontinuierlich eindosiert wird und bei Temperaturen von 850 °C sofort verdampft. In der Dampfphase werden alle organischen Komponenten zu CO₂ bzw. NO in einer katalytischen Reaktion quantitativ umgewandelt. Die Analyse dieser gasförmigen Verbindungen erfolgt dann in einem NDIR-Fotometer (URAS 10E) und gibt Auskunft über den Gehalt an TOC und TN in der Flüssigkeit (z. B. Abwasser). In dieser Darstellung sind nun verschiedene Regelkreise und Dosiereinrichtungen zu erkennen, die alle einen direkten Einfluß auf das Analyseergebnis ausüben. Um die Qualität dieser Ergebnisse sicherzustellen sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen. In dem beschriebenen Gerätekonzept (TOCAS) werden z. B. alle relevanten Temperaturen (Reaktor, Kühler usw.) und Durchflüsse überwacht, um zu einer entsprechenden Aussage zu kommen. Sämtliche Informationen aus dieser Meßeinrichtung werden in der Rechneinheit des Analysators miteinander verknüpft und zu aussagefähigen Statussignalen konzentriert.

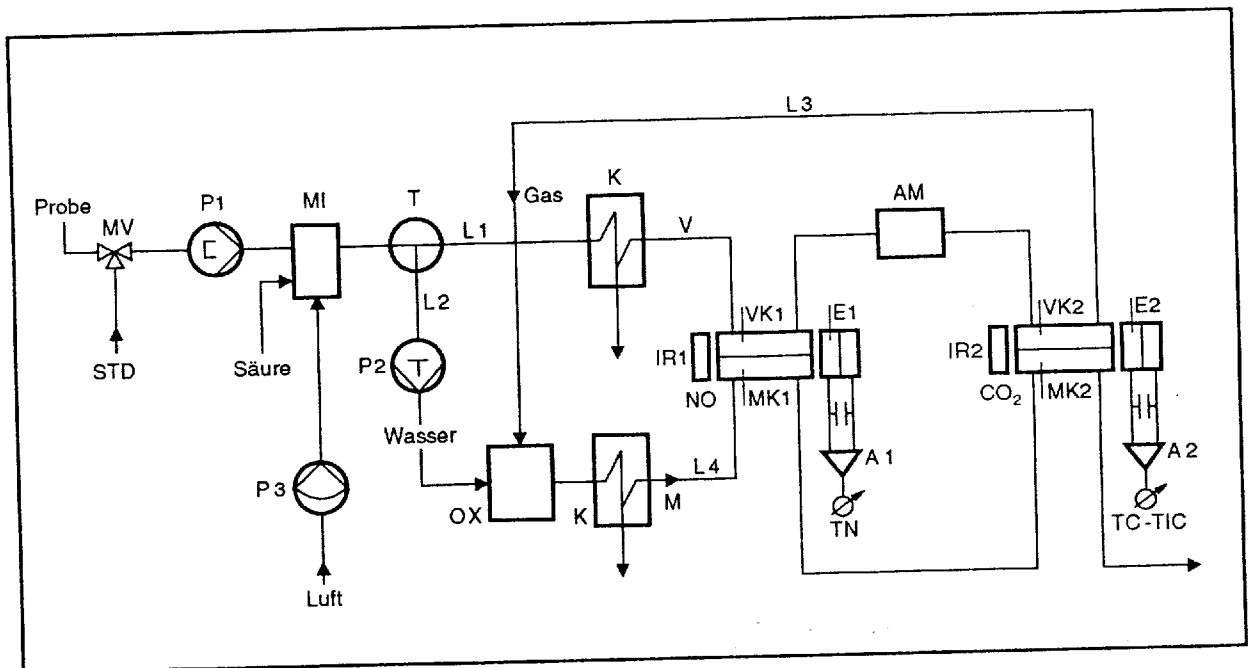


Bild 4: TOC-/TN-Meßeinrichtung (TOCAS)

Folgende Statussignale haben sich für die TOC-Meßtechnik bewährt [14]:

- I. Ausfall
- II. Funktionskontrolle
- III. Wartungsbedarf

Mit diesen Statussignalen lassen sich bei einem Ausfall des Gerätes eine Minimierung der Fehlerkennungszeiten realisieren, die zu einer höheren Verfügbarkeit (MTBF-Zeit) führen.

Mit dem Statussignal "Wartungsbedarf" kann man durch eine präventive Vermeidung von Ausfällen ebenfalls eine Erhöhung der MTBF-Zeit realisieren und gleichzeitig einen effektiveren Einsatz des Instandhaltungspersonals ermöglichen.

Trend: Datenkommunikation

Ein weiterer bereits vorgezeichneter Schritt ergibt sich aus der Möglichkeit alle μ P-Geräte an ein Bussystem anzukoppeln. Mit diesem Schritt ist eine bidirektionale Kommunikation zwischen unterschiedlichen Partnern (z. B. Analysengerät incl. Peripherie mit einem Leitreechner), wie sie im Bild 5 mit der im Vergleich bestehenden Technik dargestellt ist, möglich. Eine wesentliche Voraussetzung für dieses Konzept ist die Einheitlichkeit dieser Busan-kopplung für alle relevanten Gerätehersteller. Im FV 15 des ZVEI wurde aus diesem Grund ein Arbeitskreis eingerichtet, in dem verschiedene Gerätehersteller einen einheitlichen Bus definieren [15].

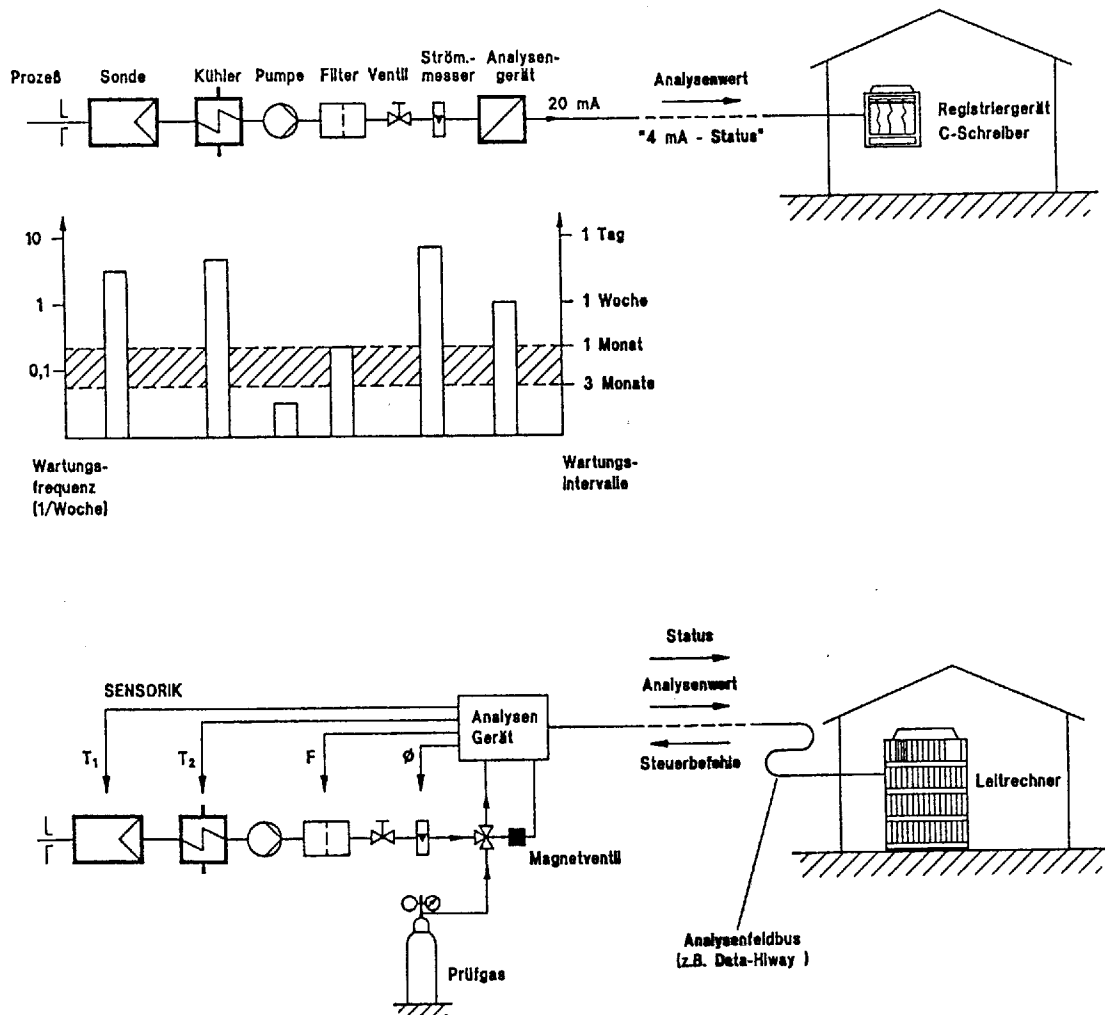


Bild 5: Konventionelle Datenübertragung im Vergleich zur Datenkommunikation

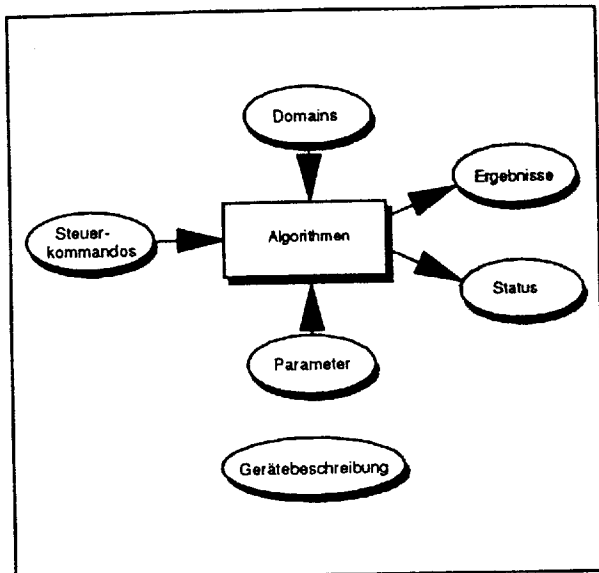


Bild 6: Aufteilung der Objektklassen

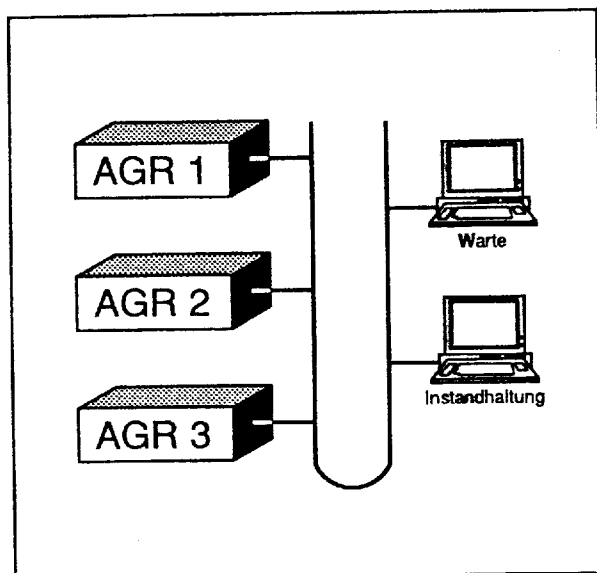


Bild 7: Verbindung über Bus

Dieser Analysenfeldbus (vorläufige Ergebnisse) wurde am 16.10.1992 dem NAMUR-AK "Analysenmeßtechnik" vorgestellt und befindet sich seitdem in der Diskussion.

Im **Bild 6** ist der prinzipielle elektronische Aufbau eines Analysengerätes dargestellt.

Für eine übergeordnete Kommunikation müssen zunächst einmal die gerätespezifischen Objektklassen definiert werden. Von außen wirken die Parameter, Steuerkommandos und Domains auf die Signalverarbeitung mit den Algorithmen ein. Als Resultat erhält man dann die (Analysen-) Ergebnisse mit den entsprechenden Statussignalen. Auf dieser definierten Basis lassen sich dann unterschiedliche Analysegeräte (AGR) über einen einheitlichen Bus ankopplern (siehe **Bild 7**).

Zusammenfassung

Die aufgeführten Trends in der Analysetechnik haben eines gemeinsam, und zwar die

- Erzeugung
- Nutzung und
- Beherrschung

von Informationen, die neben dem eigentlichen Analyseergebnis zu einer Erhöhung der "Glaubwürdigkeit" der Meßergebnisse führen sollen. Dieser gemeinsame Trend in Richtung eines höheren Informationsgehaltes ist in **Bild 8** anschaulich dargestellt. Die ersten Schritte in dieser Richtung wurden bereits in den 60er Jahren mit dem "life-zero" eingeführt. Durch den angehobenen Nullpunkt lag neben dem Meßergebnis gleichzeitig eine Zusatzinformation über einen möglichen Leitungsbruch vor. Durch Einführung von Statussignalen die eine Vorwarnung charakterisieren wird der Informationsgehalt noch weiter gesteigert (Beispiel TOCAS). Mit einem busfähigen Analysengerät lassen sich diese Zusatzinformationen noch weiter unterteilen, so daß aufgrund des vorhandenen Informationsgehaltes auch eine Ferndiagnose möglich wird. Bis diese Möglichkeiten voll ausgeschöpft sind, wird sicherlich noch ein Jahrzehnt vergehen.

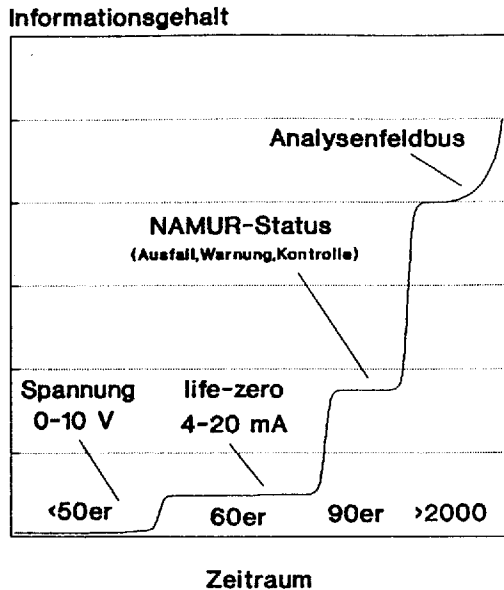


Bild 8: Steigerung des Informationsgehalts

Literatur

[1] Raab, H.: Zur Struktur der Anzeige-/Bedienoberfläche digitaler Sensorsysteme. atp-Automatisierungstechnische Praxis 33 (1991) 2 S. 64 - 71

[2] Melzer, W., und Stieler, S.: Anwendergerechte Bedienoberfläche von Mikroprozessor-pH-Meßgeräten. Technisches Messen 57 (1990) 2 S. 413 - 418

[3] Stieler, S.: Bedienbarkeit mikroprozessorgesteuerter Prozeßanalysengeräte. atp-Automatisierungstechnische Praxis 31 (1989) 11 S. 515 - 518

[4] Stieler, S.: Anzeige-Bedienoberflächen von Prozeßanalysengeräten. atp-Automatisierungstechnische Praxis 33 (1991) 5 S. 244 - 249

[5] Schunk, G.: Nicht-dispersive Infrarot-Gasanalytoren für Industrieprozesse und

Umweltschutz. Dechema Monographien. Band 80, Teil 2/1976

[6] Wiegleb, G.: Mehrkomponenten-Gasanalysengerät mit μ P-Steuerung und internen Kalibrier- und Korrekturmöglichkeiten. VDI-Berichte Nr. 960 (1992) S. 625 - 634

[7] Wiegleb, G.: A new calibration technique for industrial gas analyzers. Process Control and Quality (im Druck)

[8] Ascherfeld, M., Fabinski, W., Vogt, R.: Erweiterte Möglichkeiten und Anwendungen mit dem NDIR-Fotometer URAS 10E. Technisches Messen 57 (1990) 11 - 17

[9] Doyle, W. M.: Principles and applications of Fourier transform infrared (FTIR) process analysis. Process Control and Quality 2 (1992) 11 - 41

[10] Hartmann & Braun/Bomem: Multi-component FTIR-Gas Analyzer for Flue Gas Diagnostics. Modell 9100. Prospektunterlagen (1992)

[11] Technical Information. VG Gas Analysis System

[12] Application Note G. A. S. 004. VG Instruments/Fison

[13] Schmitt-Diefenbach, B., Wiegleb, G.: Ein neuer UV-Analysator mit μ P-Steuerung für die Umwelt- und Verfahrenstechnik. messen & prüfen (im Druck)

[14] Raab, H., Wachter-Büchner, A.: Kontinuierliche TOC-Meßtechnik in der Abwasserüberwachung. Automatisierungstechnische Praxis 34 (1992) 128 - 136

[15] Analysenfeldbus (Objektklassen und Objekte) Version 1.1 (09.03.1992), internes Arbeitspapier. Arbeitskreis Analysenfeldbus im Fachverband 15 des ZVEI