

# Aufbau einer automatisierten Reaktionsanlage

ABK, PNK, Sensoren, Aktoren und Geräte

B. Kusserow

In diesem zweiten Artikel der Serie „Automatisierung im Syntheselabor“ wird der typische Aufbau einer automatisierten Reaktionsanlage beschrieben. Wie jede Branche hat auch die Automationstechnik ein eigenes Vokabular. Am Beispiel einer einfachen Laborreaktionsanlage werden die Grundbegriffe klarer.

## Aufbau

Das Beispiel in Abbildung 1 ist ein sehr einfacher automatischer Laborreaktor für Fermentationen. An den freien Anschlüssen der prozessnahen Komponente (PNK) ist zu sehen, dass hier noch beträchtliche Reserven für den Ausbau mit weiteren Sensoren, Aktoren und Geräten berücksichtigt sind.

Die Anlage ist der zu steuernde und zu überwachende Bereich. Informationen über deren momentanen Zustand, im Folgenden Istwerte genannt, werden von Sensoren geliefert (z.B. Temperatur, Druck, Füllstand, pH, Gewicht...). Die Reaktionen des Automatisierungssystems darauf werden als Stellgrößen an die Aktoren (z.B. Ventile, Pumpen...) ausgegeben und von diesen ausgeführt. Komplexere Baugruppen der Anlage, die sowohl als Sensoren als auch als Aktoren arbeiten, bezeichne ich hier als Geräte (z.B. Thermostat, Rührer...). Die Abgrenzung ist allerdings nicht immer eindeutig. Ein Beispiel ist ein Umwälzthermostat, der auf eine Stellgröße hin heizt oder kühlt, aber auch seine aktuelle Badtemperatur zurückmeldet. Über diesen Bereich wird im Verlauf der Planung häufig eine Liste mit den Komponenten und ihren Eigenschaften erstellt, die sogenannte PCE-Stellen-Liste (früher MSR-Stellen-Liste, manchmal auch Messstellen-oder PLT-Liste genannt). Die entsprechende

Zeichnung der Gesamtanlage mit Sensoren, Aktoren und Geräten wird R&I-Fließschema (Rohrleitungs- und Instrumentierungs-Fließschema, englisch P&ID, piping and instrumentation diagram) genannt. Dieses, vom Kunden oder vom Anlagenbauer erstellte Schema, ist die Basis für die Fertigung der gesamten Anlage (Abb.2).

## Messen, Steuer, Regeln

Kontrollorgan ist das Automationssystem. Es vereinigt in sich die Funktionen Messen, Steuern und Regeln, abgekürzt MSR. Als Automationsgerät kommt prinzipiell ein PC in Frage. Seine Leistungsfähigkeit steht außer Frage. Auf Grund der sattsam bekannten Unzuverlässigkeit von PCs sind diese als unmittelbare Prozesssteuerung aus Sicherheitsgründen inakzeptabel. Daher werden die Automatisierungsfunktionen meist zwischen PC und der Prozessnahen Komponente (PNK) aufgeteilt. Der PC mit seiner hohen Leistungsfähigkeit, dem großen Datenspeicher und seinen Eingabe- und Ausgabemöglichkeiten dient als Mensch-Maschine Interface, als Massendatenspeicher und als Eingabegerät und wird in der Automationstechnik daher als Anzeige- und Bedienkomponente (ABK) bezeichnet. Die PNK übernimmt die elementaren MSR-Aufgaben. Die PNK besitzt einen eigenen Prozessor, dieser

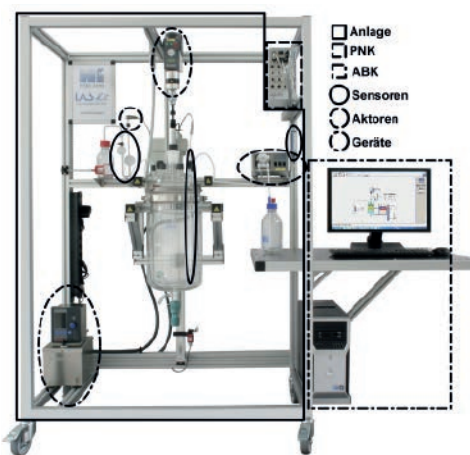


Abb.1: Bestandteile einer automatisierten Reaktionsanlage – Anlage, PNK, ABK. Sensoren: Pt100 Widerstandsthermometer, pH Elektrode mit Messverstärker, Gasmengenzähler. Aktoren: Magnetventil, Pumpe. Geräte: Rührer und Thermostat.

ist jedoch weniger komplex und lüfterlos und damit erheblich robuster und zuverlässiger als der eines PCs. Es läuft nur ein einziges Programm auf dem PNK-Prozessor. Der größte Teil aller Probleme des PC entsteht durch die Vielzahl der Programme, meist auch noch unterschiedlicher Herkunft, die quasi gleichzeitig bearbeitet werden müssen.

Die Sensoren, Aktoren und Geräte werden an die PNK angeschlossen. Daraus ergeben sich weitere Vorteile:

Die ABK kann auch weiter entfernt von der Anlage, nur begrenzt von der Übertragungslänge der Kommunikation, aufgestellt werden.

Der Prozess kann auch über Remote-Verbindungen zur ABK von weiter entfernt stehenden PCs (Büro, Leitstand, Bereitschaft im Home-Office) Tag und Nacht überwacht und bedient werden. So sind auch Noteingriffe in noch nicht vollständig erprobten, sich in der Entwicklung befindenden Prozessen jederzeit möglich.

Die PNK ist bei dieser Anordnung also die zentrale Einheit, im Prinzip benötigt sie die ABK nicht unbedingt. Bei einem Ausfall der ABK arbeiten alle Prozesse (z. B. Steuerungen, Regelungen, Überwachungen, Sicherheits- und Abfahrprogramme...), die in der PNK programmiert sind, selbstständig weiter. Die ABK dient vorwiegend als Massendatenspeicher, als Kommunikationsinstrument zwischen Bediener und PNK sowie als Parametrier- und Programmierinterface.

Zum Begriff MSR: Messen bedarf keiner weiteren Erklärung, aber die Abgrenzung zwischen Steuern und Regeln erschließt sich nicht ohne weiteres. Die MSR-Technik versteht unter Steuern die Vorgabe eines Sollwerts an einen Aktor, der dann ohne weitere Rückkopplung ausgeführt wird, z.B. die direkte Ausgabe eines Drehzahlsollwerts als Stellgröße an eine Pumpe, ohne dass der resultierende Fluss gemessen wird. Der Sollwert wird nach einem festen Algorithmus berechnet (z.B. bei einer Dosierpumpe  $\text{Fluss} / (\text{Volumen pro Umdrehung}) = \text{Drehzahl}$ ). Beim Regeln wird in derselben Anordnung ein Fluss als Sollwert vorgegeben. Ein Flusssensor misst den aktuellen Fluss, ein Regler vergleicht den vorgegebenen Sollwert mit dem gemessenen Istwert und berechnet mit den Regelparametern aus der Differenz eine Stellgröße an die Pumpe. Eine Alternative ist die Messung der Masse des dosierten Mediums mit einer Waage und der Verwendung des Waagenwerts als Istwert eines Dosierreglers. Ein Regler ist auch in der Lage, den Sollwert zu halten, wenn zwischen Ist- und Sollwert keine feste Beziehung besteht bzw. sich die Abhängigkeit durch Störgrößen (z.B. Wärmeverluste bei einer Temperaturregelung, Fremdzu-/ablauf bei einer Füllstandsregelung) in unvorher-

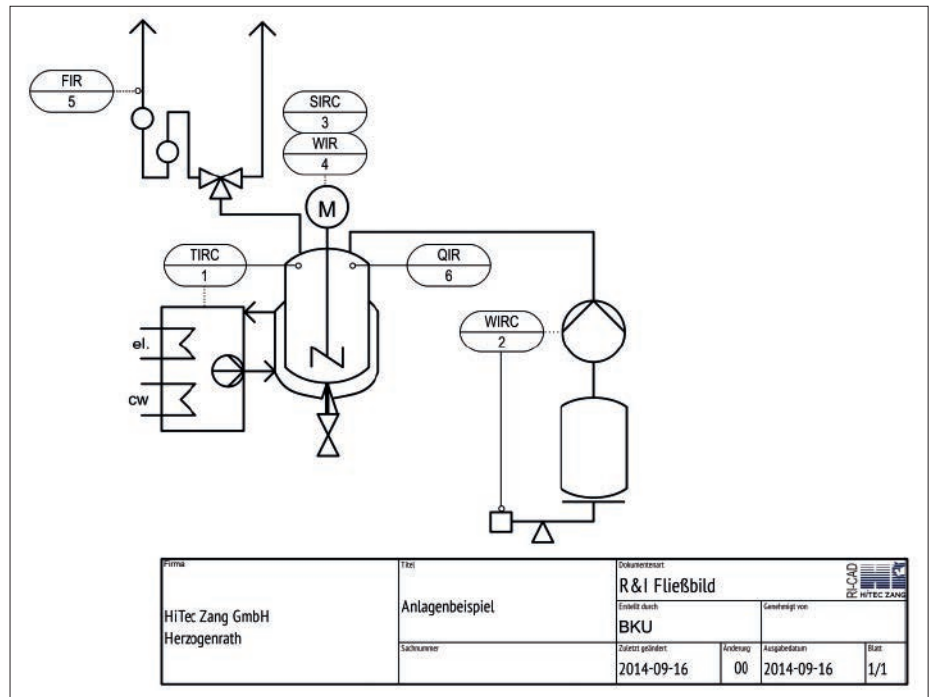


Abb. 2: Beispiel eines einfachen R&I Fließschemas für die abgebildete Anlage. Enthält Temperaturregelung mit Thermostat und Innentemperaturfühler (TIRC, Temperatur, Anzeige (I= Indicator), Registrierung und Regelung (C= Control)), gravimetrische Dosierregelung mit Waage und Pumpe (WIRC, W für Gewicht, auch für Masse, Kraft verwendet), Rührer mit Drehzahlvorgabe und -messung (SIRC, S für Drehzahl) sowie Drehmomentmessung (WIR, W für Kraft), Gasmengenzähler (FIR, F für Fluss) und Bodenablassventil. Die benutzte Nomenklatur ist nach EN ISO 10682.

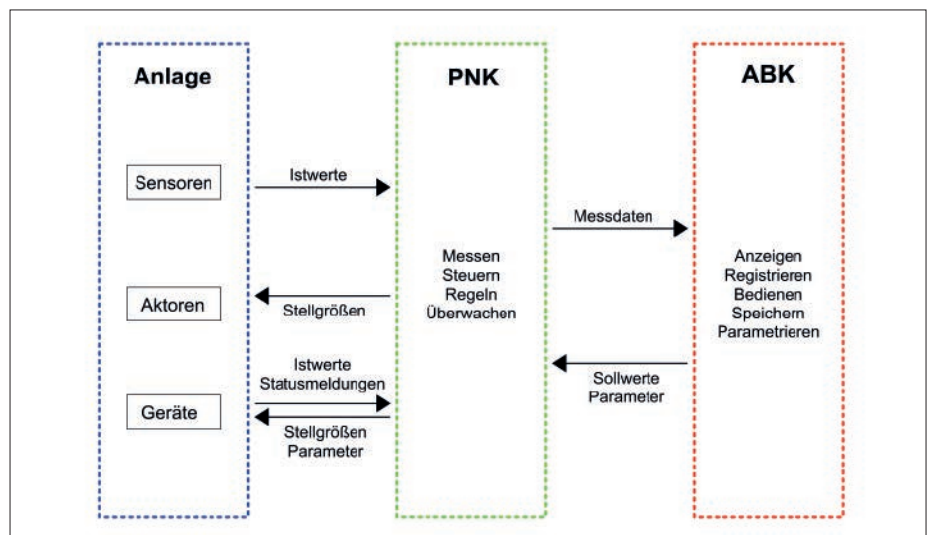


Abb. 3: Signalfluss und Aufgabenteilung in einer automatisierten Anlage.

## KONTAKT |

sehbarer Weise ändert. Mit den Möglichkeiten und Schwierigkeiten von Regelungen wird sich ein späterer Beitrag näher befassen.

Dr. Burkhard Kusserow  
 HiTec Zang GmbH  
 Herzogenrath  
 burkhard.kusserow@hitec-zang.de