

Wichtige messtechnische Randbedingungen zum Erzielen einer optimalen Prognose und einer optimalen Zielgrößenerfüllung

Eine ausreichende Qualität der Daten ist für unsere Lösungen elementar. Die im Folgenden aufgeführten Randbedingungen sind Mindestanforderungen, die wir an die Aufnahme von Kundendaten stellen müssen. Es handelt sich um die durch die Datenerfassung, Sensoren oder Messungen des Kunden aufgenommenen Daten aus der Anlage („Metadaten der Sensoren“):

Für jeden Sensor benötigen wir folgende Angaben:

1. Theoretischer Minimalwert: Liegt ein gemessener Wert unterhalb diesem Minimalwert, so muss es sich um einen Fehler handeln (verursacht durch verschiedenartige Sensorfehler)
2. Theoretischer Maximalwert: Verhält sich entsprechend dem Minimalwert (siehe oben)
3. Messtoleranz: Festlegung des Bereiches der Messwerte-Unsicherheit
4. Physikalische Einheit der Messung (SI-Einheiten)
5. Zieldefinition
 - a. Für den Einsatz von NEMO™ benötigen wir zusätzlich noch die Grenzwerte, die sich typischerweise innerhalb der Minimal- und Maximalwerten bewegen.
 - b. Für den Einsatz von OMEN™ werden alle Sensoren in eine der drei folgenden Kategorien eingeteilt: *Unkontrollierbare* Sensoren können durch den Operator im Kontrollraum der Anlage unter keinen Umständen kontrolliert werden (z. B. das Wetter, Marktpreise, Lieferqualitäten). *Kontrollierbare* Sensoren können durch den Operator direkt und unmittelbar kontrolliert und geregelt werden (z. B. Temperaturen, Drücke, Durchflussraten). *Semi-kontrollierbare* Sensoren können nicht direkt, sondern nur mittelbar über einen kontrollierbaren Sensor geregelt werden (z. B. wird die Vibration einer Pumpe nur indirekt durch die Last beeinflussbar sein). Das von OMEN™ gebildete Model liefert später nur für kontrollierbare Sensoren Hinweise.

Diese fünf Metadaten sind unabdingbar, um eine korrekte Modellierung herzustellen, die dann als Basis für eine Prognose oder Optimierung dienen kann.

In der Praxis stellen sich nämlich zwei Probleme: Einerseits sind in jedem Datensatz Ausreißer enthalten, die zur Analyse nicht verwendet werden dürfen. Andererseits ist jede einzelne Messung mit einer gewissen Unschärfe belastet, die durch eine (notwendigerweise aggregierende) Analyse potenziert wird.

Das erste Problem entschärfen wir, indem wir Minimal- und Maximalwert erheben. Mit diesen Angaben können wir die größten Ausreißer sehr einfach identifizieren und entfernen. Ohne diese Angaben könnte die Modellierung in erster Linie „Ausreißer modellieren“ und damit unsinnig werden.

Das zweite Problem lösen wir durch das Bestimmen der Messtoleranz. Ist die Messtoleranz bekannt, so kann jedes Modellresultat mit einer entsprechenden Toleranz ausgegeben werden, die dann eine Bewertung der praktischen Auswirkungen ermöglicht („Eine Temperatur von 50 Grad bei einer Unschärfe von 5 Grad“ ist eine qualitativ andere Aussage, als wenn die Unschärfe nicht bekannt wäre, oder als wenn die Unschärfe 30 Grad betrüge. In der Praxis ist eine auf dieser Information getroffene

Entscheidung im ersten Fall besser fundiert als in den zwei anderen Fällen. Daher ist die Bestimmung der Messtoleranz so wichtig.)

Weil der numerische Wert der Messtoleranz (sollten die Werte für die Toleranzen Ihnen nicht vorliegen oder zu aufwändig zu ermitteln sein, werden wir sie gerne gemeinsam mit Ihnen bestimmen) ein so komplexes Thema ist, erläutern wir es hier kurz. Die Messtoleranz eines Sensors stammt prinzipiell aus drei verschiedenen Quellen:

1. Die Toleranz des Sensors selbst. Diese ist sehr einfach zu bestimmen, da der Sensorhersteller diese i. A. angibt. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die Toleranz nur in Ausnahmefällen eine Konstante ist, sondern meistens von gewissen Umgebungsbedingungen abhängt (Temperatur, Feuchtigkeit usw.). Diese sind üblicherweise unbekannt. Also legt man diese Toleranz durch eine geschätzte obere Grenze fest.
2. Die Variabilität des Mediums. Soll eine Temperatur in einem Behälter gemessen werden, so muss geklärt werden, was in diesem Fall „Temperatur“ bedeutet: Die Temperatur hängt offenbar von der Position des Sensors im Behälter ab – ist der Sensor etwa an der Wand angebracht, unterscheidet sich die gemessene Temperatur von der Durchschnittstemperatur im Behälter. Da die Differenz der „echten Temperatur“ und des gemessenen Wertes keine Konstante ist, sondern von den Umgebungsbedingungen abhängt, ist diese zusätzliche Unschärfe auch kein systematischer Fehler, sondern eine wirkliche Unschärfe. Ein systematischer Fehler tritt dann auf, wenn die Messung immer um eine konstante Differenz neben dem echten Wert liegt (z. B. durch falsches Nutzen eines Instruments oder durch fehlerhafte Kalibrierung).
3. Unsichtbare Veränderungen des Systems. Wird ein Sensor mit der Zeit in Mitleidenschaft gezogen, ändert sich sein Messverhalten. Ein verschmutzter Sensor z. B. ist zusätzlich isoliert und misst nun langsamer und mit einer höheren Unschärfe. Über eine schleichende Veränderung in der Umgebung des Sensors, die üblicherweise nicht sichtbar oder messbar ist, werden die Messungen numerisch verändert, ohne dass sich die wirklichen Eigenschaften, die gemessen werden sollen, ändern. Dieser Effekt addiert eine zeitliche Komponente zu der Unschärfe.

Die Toleranz, die wir für die Modellierung ansetzen, ist die obere Grenze, die sich aus der Kummulation aller drei oben beschriebenen Effekte ergibt. Ein Beispiel: Ein Temperatursensor hat eine Genauigkeit von 0.1 Grad, er befindet sich in einer Kolonne mit einer Temperaturdifferenz von bis zu 2.0 Grad und driftet auf Grund von Verschmutzungen zwischen Reinigungsintervallen um bis zu 1.0 Grad. Die gesamte Toleranz beträgt also 3.1 Grad.

Die Modellierung kann naturgemäß nicht genauer sein als die Toleranz der Messungen, im Gegenteil: die Toleranz der Modellierungsergebnisse ist höher als die Toleranz der Messungen.

Allerdings müssen die verschiedenen Einflüsse auf die Toleranz nicht mit wissenschaftlicher Gründlichkeit bestimmt werden. Aussagen können auch pauschaliert werden, wie „alle Temperaturen sind bis auf 4 Grad genau.“ Wichtig ist nur, dass die jeweilige Toleranz nicht unrealistisch niedrig angesetzt wird und damit unrealistische Ansprüche an die Modellierungsergebnisse gestellt werden. Gerade die vom Hersteller angegebene Toleranz des Sensors ist in aller Regel sehr gering, wird aber fälschlicherweise gerne als Gesamttoleranz herangezogen.