

Antworten zu SD IV H00

- a) Nennen Sie die Minimalanforderungen an einen Sensor zur Lösung des gestellten Problems!

Der Sensor muss für die zu bestimmende Komponente eine genügende Selektivität aufweisen, damit Schwankungen in der Zusammensetzung des Produktes nicht zu Fehlern führen. Das Signal muss über den ganzen Konzentrationsbereich eine im Vergleich zum Messfehler genügende Steigung aufweisen. Die Lebensdauer des Sensors muss genügend lang sein. Die obere und untere Nachweisgrenze müssen vom Normalbereich und vom Grenzwert ausreichend weit entfernt sein.

- b) Ist der Sensor zur Überwachung der Anlage geeignet? Begründen Sie Ihre Antwort!

Der Sensor ist völlig ungeeignet. Die Fehlerschranke beim Grenzwert ($\pm 10\%$ des Messwertes) ist etwa gleich gross wie die Differenz des Signals zwischen Normalbereich und Grenzwert. In der Figur liegt ein Datenpunkt oberhalb des Funktionswertes beim Grenzwert.

- c) Ist der Sensor durch die vorliegende Kalibration genügend charakterisiert?

Nein. Im Bereich des Grenzwertes, der als besonders wichtig anzusehen ist, fehlen Stützwerte. Aussagen über diesen Bereich sind nur mit einer Extrapolation möglich. Entsprechend unsicher ist die Kalibrationsfunktion beim Grenzwert. Dies gilt umso mehr, als 5 Parameter angepasst werden.

- d) Was halten Sie von der Modellierung des Messsignals durch eine Funktion mit 5 Parametern?

5 Parameter sind zu viele. Wenn die Modellannahmen sehr gut erfüllt sind und alle Parameter eine klare physikalische Bedeutung haben, lassen sich 5 Parameter allenfalls akzeptieren. Es sind dann aber bei der Kalibration sehr viele Messungen über einen weiten Konzentrationsbereich nötig, um die Parameter genügend gut zu bestimmen. Wenn die Parameter keine physikalische Bedeutung haben, weil z.B. ein Polynom 4. Grades angepasst wird, müssten die Messfehler bedeutend kleiner sein als in diesem Fall. Sonst lässt sich die Kalibrationsfunktion auch mit 2 Parametern beschreiben (z.B. Parabel durch den Nullpunkt). Extrapolationen sind bei Anpassung eines Polynoms sehr gefährlich. Im vorliegenden Fall sind sie keinesfalls zulässig.

- e) Formulieren Sie ein Kriterium zur Auslösung des Alarms! Welche Schwierigkeiten begegnen Ihnen dabei?

Es ist zu berücksichtigen, dass sowohl die Kalibration als auch die Messungen zur Überwachung der Anlage fehlerbehaftet sind. Unter der Annahme, dass die Kalibration mit genügender Präzision durchgeführt wurde, z.B. ein Faktor 10 zwischen dem Fehler einer Einzelmessung und dem Fehler der Kalibration beim Grenzwert (das ist hier überhaupt nicht der Fall), kann die Kalibration als exakt angenommen werden. Da es sich um eine Anwendung in der Qualitätskontrolle handelt, ist bereits Alarm auszulösen, wenn der Verdacht einer Überschreitung besteht. Man berücksichtigt den ungünstigsten Fall: Der Grenzwert wird

gerade erreicht. In 95% der Fälle liegt der Messwert zwischen 90% und 110% des Erwartungswertes. Es muss damit gerechnet werden, dass der Sensor zufälligerweise mit einem grossen negativen Fehler misst. Man löst also Alarm aus, wenn die untere Fehlerschranke überschritten wird. Im vorliegenden Fall wird schon bei einer geringfügigen Erhöhung der Konzentration Alarm ausgelöst. Auch Fehlalarme bei Konzentrationen im Normalbereich sind an der Tagesordnung. Würde man noch berücksichtigen, dass die Kalibration unvollständig und mit grossen Fehlern behaftet ist, müsste man in jedem Fall sofort Alarm auslösen.