

# Messtechnische Eignung und Fähigkeit von Messeinrichtungen und Messverfahren

## Verifizierung und Validierung

Im folgenden Artikel geht es darum, wie durch Verifizierung und Validierung Messverfahren und Messeinrichtungen in Hinsicht auf ihre Fähigkeit und Eignung beurteilt werden können. Der Artikel beginnt jedoch mit dem bekannten Thema des Treibstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen.

*Dipl.-Ing. Ralf Degner, Luitpoldstr. 11a, D-86415 Mering*

### Angaben zum Kraftstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen

Wiederholt wurde in den Medien berichtet, dass die Angaben der KFZ-Hersteller zum Kraftstoffverbrauch häufig zu gering angegeben sind. Zum Nachweis wurden die Herstellerangaben mit dem realen Verbrauch verglichen.

Das Problem bei diesem Vergleich ist, dass der „reale Verbrauch“ des KFZ's von einer Vielzahl von Bedingungen abhängt, z. B. Fahrverhalten, Straßenverhältnisse, Kraftstoffsorte, Temperatur. Soll es z. B. der reale Verbrauch des voll beladenen KFZ's, im Winter bei Höchstgeschwindigkeit und Gegenwind sein, oder der Verbrauch bei Stopp and Go im Stadtverkehr. Es ist leicht ersichtlich, dass für vergleichbare Angaben, standardisierte Bedingungen herrschen müssen.

Standardisierte Bedingungen bedeuten auch, dass die Ergebnisse wiederholbar sind. Als standardisierte Bedingungen für den Kraftstoffverbrauch von KFZ streben die Hersteller ideale Messbedingungen an. Diese Bedingungen liefern eine Aussage zum Mindestkraftstoffverbrauch eines KFZ.

In Abhängigkeit u. a. vom Fahrverhalten ist ein höherer Verbrauch zu erwarten.

### Fähigkeit von Messeinrichtungen und Verifizierung [ZXA]

Vergleichbar sind die Angaben für eine Messeinrichtung zu beurteilen. Es sollte die geringstmögliche Unsicherheit angegeben sein.

Die geringstmögliche Unsicherheit wird in der Prüftechnik durch die Bestimmung der Prüfmittelfähigkeit ermittelt.

Es handelt sich hierbei um eine Kalibrierung mit zertifizierten Normalen (z. B. Standard-

lösungen) mit rückführbaren Referenzwerten [ZGP].

Diese Kalibrierung soll unter idealen Bedingungen (z. B. matrixfreie Standardlösungen, konstante Temperatur, optimale Reaktions- bzw. Einlaufzeit).

Die Unsicherheit des Normals und der Bedingungen soll das Ergebnis der Fähigkeitsprüfung nicht beeinflussen.

Das Ergebnis soll nur die Unsicherheit der Messeinrichtung und nicht zufällige Einflüsse wiedergeben.

Hat der Referenzwert des Normals eine zu große Unsicherheit (U), so hängt das Ergebnis der Fähigkeitsprüfung u. a. vom gewählten Normal ab.

Beispiel:

Unsicherheit		
Prüfeinrichtung	Referenzwert	Ergebnis
1%	1%	1,41%
1%	0,33%	1,05%
1%	0,1%	1,005%
1%	0,01%	1,00005%

Bei einer großen Unsicherheit des Referenzwertes beruht das Ergebnis der Fähigkeitsprüfung zum erheblichen Teil auf der Unsicherheit des gewählten Normals.

Bei einer dreifach kleineren Unsicherheit des Referenzwertes beträgt dessen Einfluss auf das Ergebnis noch 5%, und bei einem Faktor 10 nur noch 0,5%.

Die Unsicherheit wird aus den Standardabweichungen und dem Mittelwert der Abweichungen vom Referenzwert berechnet.

Durch Verifizieren (Vergleich) der geringstmöglichen Unsicherheit mit den Anforderungen

der geplanten Anwendung ist eine vorläufige Aussage zur Eignung der Messeinrichtung möglich.

Entspricht der mit einem Faktor 10 (mind. Faktor 3) multiplizierte Wert für die geringstmögliche Unsicherheit der Messeinrichtung den gestellten Anforderungen, so ist die Prüfeinrichtung prüffähig und kann auf ihre Eignung geprüft werden.

### **Eignung der Messeinrichtung bzw. des Messverfahrens [SZA]**

Validierung bedeutet, die Eignung eines Messverfahrens für eine genau festgelegte Anwendung nachweisen.

Für ein KFZ würde dies einer Angabe für den max. Verbrauch entsprechen, also bei max. zulässiger Last, max. Geschwindigkeit usw.

Akkreditierte Laboratorien sind dazu verpflichtet, die Messunsicherheit im Rahmen des zu validierenden Verfahrens zu prüfen [SBA]. Für die Berechnung der Unsicherheit sind die Abweichungen, unter den Einfluss aller relevanten Bedingungen zu berücksichtigen (z. B. min. und max. Temperatur).

Die für die Betriebsmessung von den Herstellern angebotenen Verfahren sind in der Regel nicht validiert, es fehlt somit der Nachweis für deren Eignung.

Für den Bäderbetrieb ist eine Validierung praktisch nicht umsetzbar. Es bleibt nur der regelmäßige Vergleich mit den Werten eines Laboratoriums, das für die Messungen akkreditiert ist. Die Berechnung eines Näherungswertes für die Unsicherheit kann dann mit einer entsprechenden Software erfolgen, z. B. mit einem EXCEL-Arbeitsblatt aus dem APPL-SYSTEM® Betriebshandbuch Bäder

### **Eignung der Messeinrichtung bzw. des Messverfahrens in der betrieblichen Routine**

Die Validierung ist mit der Eignungsprüfung noch nicht abgeschlossen. Die Eignung muss auch während der betrieblichen Routine aufrechterhalten bleiben.

Ein bewährtes Mittel ist die Aufzeichnung der Kalibrierdaten in Regelkarten. Da im Betrieb normalerweise keine rückführbaren Standardlösungen verwendet werden bzw. wie im Fall der Chlormessung, keine Standardlösungen erhältlich sind, bleibt auch hier nur der

regelmäßige Vergleich mit den Werten eines für die Messungen zertifizierten Laboratoriums.

Die von einigen Herstellern angebotenen farbigen Küvetten eignen sich lediglich zur Prüfung eines Fotometers, nicht jedoch zur Prüfung des Messverfahrens.

### **pH- und Chlor-Messung mit handelsüblichen Messeinrichtungen und Messverfahren.**

Übliche pH-Referenzlösungen haben eine Unsicherheit von  $U \pm 0,02$  bis  $0,05$ . Bei der Routinekalibrierung beeinflusst diese Unsicherheit neben den weiteren Kalibrierungen direkt das Kalibrierergebnis. Somit sollten die Messeinrichtungen für Messergebnisse im Bereich zwischen  $U \pm 0,06$  ( $0,02 \times$  Faktor 3) und  $U \pm 0,5$  ( $0,05 \times$  Faktor 10) geeignet sein.

Die Validierung der Norm 38404-5 [SCHA] durch geübte Laboratorien führte zu einer Unsicherheit im Bereich von  $U \pm 0,1$  bis  $U \pm 0,2$ .

Für die Messung des freien und gebundenen Chlors ergaben Vergleichsmessungen Unsicherheiten im Bereich von  $U \pm 0,1$  mg/l bis  $U \pm 0,2$  mg/l.

Damit sind diese Verfahren für die messtechnischen Anforderungen der Messung von Beckenwasser gem. Norm DIN 19643-1 [SBAY] nicht geeignet. Hieraus folgt, dass entweder die Verfahren deutlich zu verbessern sind oder die Anforderungen den gegebenen Bedingungen angepasst werden sollten.

### **Fazit**

Die Fähigkeitsprüfung (Hersteller) und die Verifizierung der Daten sind wichtig für die Wahl einer Messeinrichtung und des Messverfahrens.

Die Eignung des Messverfahrens zeigt erst eine Validierung.

Die häufig praktizierte „Vogel-Strauß-Methode“ oder „Was ich nicht weiß, macht mich nicht heiß“, ist weder ein fähiges noch geeignetes Verfahren zur Sicherung von Messergebnissen.

Übrigens: Autofahrern sollte nun klar sein, dass die Herstellerangaben zum Kraftstoffverbrauch ihren Sinn haben und nicht dazu dienen, einen zu günstigeren Verbrauch vorzutauschen.

## Literatur

\$BAW Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005)

\$BAY DIN 19643-1:2012 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser Teil 1: Allgemeine Anforderungen

\$CGP DAkks 71 SD 0 006:2011 Rückführung von Mess- und Prüfmitteln auf nationale Normale

\$CGR DAkks 71 SD 4 019:2010 Validierung von Prüfverfahren im Geltungsbereich des Scopes des SK – Chemie und Umwelt

\$CHS NA 119-01-03-01-17 AK:2006 Validierungsdokument – Entwurf

\$ZXA Deutsche Gesellschaft für Qualität e. V. DGQ-Band 13-61 Prüfmittelmanagement

## APPL-SYSTEM®

Seminare und Literatur

### Management

- Leitung öffentlicher Bäder
- Betriebshandbuch Bäder

### Qualitätssicherung

- Messunsicherheit
- Kalibrierung
- Regelkarten
- Prozessüberwachung

### Wasseraufbereitung

- Schwimmbeckenwasser

### Messung

- pH
- Öffentliche Bäder

## Seminar: Qualitätssicherung

Ein kompaktes Paket zur Qualitätssicherung unter Berücksichtigung internationaler Definitionen und den Anforderungen der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkks).

Drei wichtige Bausteine (Verifizieren/Validieren, Rückführung und Sicherung der Qualität der Messergebnisse) der DIN EN ISO/IEC 17025:2005 werden aus dem Blickwinkel der Unsicherheit betrachtet

- Messunsicherheit  
Es beginnt mit einer Einführung zum Thema Messunsicherheit. Bedeutung der Messunsicherheit, Beurteilung der Verfahren zur Ermittlung der Messunsicherheit. Zusammenhang der Unsicherheiten von Grenzwert – Messwert – Kalibrierwert – Referenzwert.
- Verifizieren/Validieren  
Ermitteln der Kenndaten von Messverfahren unter Berücksichtigung der Unsicherheit. Nachweis der Messfähigkeit und Eignung von Messeinrichtungen und Messverfahren.
- Kalibrierung/Rückführung  
Sichern der Unsicherheit durch Kalibrieren und Justieren. Unsicherheiten der Rückführungskette.
- Regelkarten  
Berücksichtigen der Unsicherheit bei Verwendung von Regelkarten und Vorstellung der CUSUM-Regelkarte.