

Ausgabe:	1
Revision:	0
Seite:	1/14

Technisches Merkblatt für die Begutachtung des Einsatzes von Messmitteln in Prüflaboratorien

Technisches Merkblatt für die Begutachtung des Einsatzes von Messmitteln in Prüflaboratorien

Inhalt

- 0. Allgemeine Vorbemerkung zur Prüfaufgabe und zur Begutachtung der angemessenen Mess- und Versuchstechnik**
- 1. Problemanalyse der Prüfaufgabe aus mess- und versuchstechnischer Sicht; Festlegen der Messgrößen und Klären der Einflussgrößen und -parameter**
- 2. Rahmenbedingungen für das Prüfkonzept**
- 3. Konzeption der versuchstechnischen Einrichtung; Geräteauswahl**
- 4. Konzeption der Messeinrichtung; Geräteauswahl**
- 5. Wichtige Quellen von Mess- und Ergebnisunsicherheiten**
- 6. Einzelaspekte von Unsicherheitsquellen im Bereich Messwesen in der Prüftechnik**
- 7. Ermittlung und Angabe der Unsicherheit**

0 Allgemeine Vorbemerkung zur Prüfaufgabe und zur Begutachtung der angemessenen Mess- und Versuchstechnik

In **Anlage 1** ist die mess- und versuchstechnische Realisierung einer Prüfaufgabe dargestellt. Das Prüfobjekt kann eine Originalausführung eines technischen Systems, eine Nachbildung als Modell oder im einfachsten Fall eine Materialprobe sein. Das Prüfobjekt ist entweder den realen Betriebsbelastungen (z. B. Brücke unter Verkehrslast) und betriebsbedingten Einflussgrößen (z. B. schwankende Temperaturen) ausgesetzt, oder diese Größen werden in einer Prüfeinrichtung als Nachbildung der realen Betriebsbedingungen erzeugt (simuliert). Entsprechende Aktoren und eine Regel- und Steuereinrichtung mit Befehls- und Programmeingabe dienen der Führung und ggf. der Automatisierung des Prüfablaufs. An das Prüfobjekt ist andererseits das Messsystem mit Messgrößenaufnahme, Signalanpassung und Messwertausgabe angekoppelt. Daran schließt sich häufig eine Messwertverarbeitung an, die schließlich die Mess- und Prüfergebnisse liefert. Die Ausgangsgrößen der Messsystemglieder werden häufig zur Steuer- und Regeleinrichtung zurückgeführt.

Dieses Technische Merkblatt in Form einer Fragen- und Beispielsammlung soll dem Begutachter als Hilfestellung dienen, die Prüfaufgabe in ihrer Zielsetzung und mit allen Randbedingungen zu erfassen, die vom Prüflabor durchgeführte oder veranlasste Analyse der Prüfaufgabe aus mess- und versuchstechnischer Sicht nachzuvollziehen und das daraus resultierende mess- und versuchstechnische Konzept mit Messgrößenfestlegung, Geräteauswahl und Unsicherheitsabschätzung der Prüfergebnisse zu begutachten.

1 Problemanalyse der Prüfaufgabe aus mess- und versuchstechnischer Sicht; Festlegen der Messgrößen und Klären der Einflussgrößen und -parameter

- 1.1 Ist die *Prüfaufgabe* aus mess- und versuchstechnischer Sicht, d. h. im Hinblick auf die richtige Konzeption der Versuchsdurchführung und Messung, angemessen analysiert worden?
- 1.2 Sind alle für das Prüfergebnis relevanten Einflussparameter des Prüfobjektes analysiert und alle in Frage kommenden Möglichkeiten der Nachbildung des Prüfobjektes geklärt worden?
- 1.3 Sind alle Aspekte der Betriebsbeanspruchungen und Einflussgrößen sowie die Möglichkeiten zu ihrer sachgerechten Erzeugung bzw. Nachbildung geklärt worden?
- 1.4 Sind die Messgrößen, die häufig paarweise vorliegen (z. B. Belastung-Verformung) und von den Sensoren erfasst und in Signalgrößen umgewandelt werden, sachgerecht festgelegt, so dass aus den Messgrößen möglichst direkt und mit minimaler Fehlerfortpflanzung die Prüfaussagen abgeleitet werden können?
- 1.5 Sind die Variations- und Messbereiche und die maximal zulässigen Messunsicherheiten aller Messgrößen geklärt worden?
- 1.6 Sind die relevanten Prüfzeiten, die Frequenzanteile und ggf. die Größterhäufigkeiten der Messgrößen geklärt worden?
- 1.7 Sind ggf. die örtliche Verteilung der Messgrößen über das Prüfobjekt einschließlich ihrer Gradienten geklärt worden?

- 1.8 Sind die Einflussparameter, d. h. die Besonderheiten, die z. B. in den Abmessungen, der Zusammensetzung und den Verhaltensweisen des Prüfobjektes bzw. der Prüfgeräte liegen und die Messergebnisse beeinflussen könnten, geklärt worden (vgl. auch Abschn. 5 und 6)?
- 1.9 Sind die Einflussgrößen, die zu Messabweichungen führen könnten, erkannt (vgl. auch Abschn. 5 und 6)?
- 1.10 Sind die Variationsbereiche der Einflussgrößen und ihre Einwirkungszeiten, Frequenzanteile und Größtwerthäufigkeiten sowie ggf. Ortsabhängigkeiten geklärt worden?

2 Rahmenbedingungen für das Prüfkonzept

- 2.1 Mussten besondere organisatorische Gegebenheiten des Prüflabors bei der Konzeption der Prüfung berücksichtigt werden und ist dies nachvollziehbar?
- 2.2 Musste der Kenntnis- und Erfahrungsstand des Prüfpersonals als Rahmenbedingung des Prüfkonzeptes berücksichtigt werden und ist diese Einschränkung akzeptabel?
- 2.3 Mussten die vorhandenen Prüf- und Messmöglichkeiten sowie die Möglichkeiten der messtechnischen Rückführung des Prüflabors einschließlich der Verfahrenskennwerte als Rahmenbedingung für das Prüfkonzept berücksichtigt werden und ist dies nachvollziehbar und akzeptabel?
- 2.4 Musste das Kosten-Nutzen-Verhältnis als einschlägige Rahmenbedingung des Prüfkonzeptes berücksichtigt werden und ist dies nachvollziehbar und akzeptabel?
- 2.5 Mussten einschlägige Regelsetzungen als einschränkende Rahmenbedingungen bei der Konzeption der Prüfung berücksichtigt werden? Ist diese Berücksichtigung akzeptabel oder ist sie beeinflussbar im Sinne eines besseren Prüfkonzeptes?
- 2.6 Mussten Auftragsanforderungen aus der Vertragsprüfung als Rahmenbedingungen für die Konzipierung der Prüfung berücksichtigt werden und ist dies nachvollziehbar?

3 Konzeption der versuchstechnischen Einrichtung; Geräteauswahl

- 3.1 Sind bei der Konzeption der versuchstechnischen Einrichtung alle relevanten Besonderheiten des Prüfobjektes hinreichend berücksichtigt (1.1 und 1.2)?
- Wird das Prüfobjekt als Originalausführung geprüft?
 - Wird das Prüfobjekt als Modell nachgebildet? Ist die Nachbildung hinreichend genau? Ist der Übertragungsalgorithmus hinreichend gesichert? Liegen genügend Informationen bzgl. Konstruktion und Werkstoff vor?
 - Sind die Prüfobjekte Materialproben? Ist die Probennahme hinreichend aussagekräftig? Ist die Probengeometrie und die Art der Prüfung zweckentsprechend? Ist der Übertragungsalgorithmus hinreichend gesichert?
 - Sind alle Einflussparameter, die das Prüfergebnis verfälschen könnten, angemessen berücksichtigt?

3.2 Sind bei der Konzeption der Prüfung bzw. der Prüfeinrichtung die Betriebsbeanspruchungen und ergebnisrelevanten Einflussgrößen sachgerecht realisiert oder nachgebildet (1.3)?

- Wird das Prüfobjekt unter realen Betriebsbeanspruchungen und Einflussgrößen geprüft?
- Werden die Betriebsbeanspruchungen und Einflussgrößen simuliert? Ist die Simulation hinreichend genau?
- Werden ggf. die nicht ergebnisrelevanten Einflussgrößen in der Prüfeinrichtung vermieden?

3.3 Sind bei der Konzeption der Prüfung bzw. der Prüfeinrichtung sachgerechte Steuerungs- und Regelungsmöglichkeiten des Prüfprozesses vorgesehen (1.3)?

- Wird bei Prüfung unter Betriebsbedingungen steuernd in die Betriebsbelastungen eingegriffen, etwa zur gezielten Realisierung von Grenz- und Nulllasten?
- Wird ggf. die Prüfeinrichtung mittels einer vorher aufgenommenen Betriebsbelastungsfolge gesteuert, evtl. abhängig von den ermittelten Prüfergebnissen?
- Wird ggf. die Prüfeinrichtung geregelt, etwa vermittelt Zurückführung entsprechender Signalgrößen auf die Eingänge der Steuer- und Regeleinrichtung?
- Ist die Zuverlässigkeit der Steuerung und Regelung hinreichend sichergestellt, z. B. hinsichtlich elektromagnetischer Störfelder, leitungsgebundener elektrischer Störungen oder Netzausfall, Parameter- und Datensicherung bei Netzausfall?
- Ist sichergestellt, dass beim Anfahren oder im Betrieb keine instabilen Zustände in Regelkreisen auftreten? Sind die betreffenden Schutzmaßnahmen, z. B. Verriegelungsschaltungen, zweckentsprechend konzipiert?
- Ist im Falle rechnergestützter Steuerung und Regelung die Software validiert? Sind Testmöglichkeiten zum Nachweis der Zuverlässigkeit der Software vorhanden und werden sie eingesetzt?

3.4 Waren bei der Konzeption der versuchstechnischen Einrichtung einschränkende Rahmenbedingungen zu berücksichtigen?

4 Konzeption der Messeinrichtung; Geräteauswahl

4.1 Sind die Unzulänglichkeiten der realen Messeinrichtung minimiert bzw. korrigiert?

- Sind die Kennlinienparameter hinreichend genau definiert (vgl. Abschnitt 6.5)? (hinreichend kleine Nullpunktabweichung, Nichtlinearität und Hysterese bzw. Umkehrspanne; hinreichend stabile und hinreichend genau korrigierbare Nullpunktabweichung und Nichtlinearität)
- Sind die Messunsicherheiten bei Langzeitmessungen, bei dynamischen Messungen und ggf. bei häufig ausgeführten Messungen berücksichtigt? (Drift- und Kriecherscheinungen bei Langzeitmessungen; Verfälschungen des Frequenzspektrums der Messgröße bzgl. Amplitude und Phase durch enges Frequenzband mit zu kleiner oberer oder zu großer unterer Grenzfrequenz; mögliche Schädigungen des Messsystems nach Überlastung, z. B. Bruch, oder zu nach häufiger Einwirkung der Messgrößen, z. B. Ermüdung, Verschleiß)

- Ist bei mehreren gleichartigen oder verschiedenartigen Messgrößen die Auswirkung von Querempfindlichkeiten und Nebensprechen der Messkettenglieder hinreichend klein? (kleine Querempfindlichkeiten von vornherein; hinreichend stabile und ungestört superponierbare und so kompensierbare bzw. korrigierbare Querempfindlichkeiten; Querempfindlichkeitsverminderung durch besondere Ankopplungs- oder Schaltungskonzepte, z. B. Komponentenkompensation bei Dehnungsmessstreifen; besondere Aufnehmergestaltung bei paarweise auftretenden Messgrößen gemäß mit z. T. verknüpften, z. T. voneinander unabhängigen Komponenten).
 - Sind die Messabweichungen, die aus besonderen Einflussparametern resultieren, hinreichend klein? (Hinreichende örtliche Auflösung sehr kurzer DMS bei Dehnungsmessungen in Kerben bzw. hinreichende Dehnungsintegration sehr langer DMS über mehrere Körner bei Dehnungsmessungen in Beton.)
 - Sind die Messabweichungen infolge der vielfältigen Einflussgrößen hinreichend klein? (hinreichend kleine Abhängigkeit des Nullpunktes und der Empfindlichkeit von der Einflussgröße, z. T. bei selbstkompensierenden DMS infolge Temperaturschwankungen oder bei Kompensation des Einflussgrößeneffektes mittels gleichartiger, von der Messgrößenaufnahme abgekoppelter Kompensationssensoren, etwa Temperaturkompensations-DMS in Halbbrückenschaltung).
 - Sind bei gemischten Abhängigkeiten, z. B. Zeit-Temperaturabhängigkeit oder Temperatur-Feuchte-Abhängigkeit von Dehnungsmessstreifen, die Messabweichungen bzw. Unsicherheiten hinreichend klein? (Vernachlässigbare Einzelabhängigkeiten, gut korrigierbare Messabweichungen bei Vertauschbarkeit der Reihenfolge der Einzelnwirkungen oder bei Darstellungsmöglichkeit der gemischten Abhängigkeit durch eine Masterkurve oder ein reproduzierbares Kennlinienfeld.)
- 4.2 Sind die Messgrößenaufnehmer bzw. Sensoren aus dem großen Spektrum der Möglichkeiten entsprechend den Ergebnissen der Problemanalyse (Punkte 1.04 bis 1.10) im Sinne einer optimalen Anpassung an die Gegebenheiten ausgewählt?
- Sind die Messgrößenfestlegungen (1.4 und 1.5) berücksichtigt?
 - Sind die Besonderheiten der Messvorgänge, die erfasst werden sollen, und des Prüfobjektes, an dem gemessen werden soll, berücksichtigt (1.4 bis 1.7)?
 - Sind die Besonderheiten des Prüfobjektes und der Prüfumgebung (1.08 bis 1.10) berücksichtigt, ggf. auch durch entsprechende Schutzmaßnahmen, d. h. sind die Sensoren mit ihrer Signalgröße möglichst störgrößenunabhängig ausgewählt bzw. konzipiert?
- 4.3 Sind die Signalanpasser entsprechend den Erfordernissen der Aufnehmer bzw. Sensoren (4.2) und der Ausgeber (4.4) sowie der angestrebten Prüfaussagen (1.1) ausgewählt?
- Sind die Signalart der Sensoren und ggf. deren Hilfsenergieversorgung berücksichtigt?
 - Sind ggf. die Erfordernisse einer Signal- oder Messdatenverarbeitung (On-Line) berücksichtigt?
 - Sind ggf. Zurückführungserfordernisse einer messergebnisabhängigen Steuerung der Betriebsbeanspruchung, der Prüfeinrichtung oder des Versuchsablaufs bei der Messgrößenerfassung berücksichtigt?
 - Sind die Erfordernisse der Messwertausgeber (3.3) berücksichtigt?

4.4 Sind die Messwertausgeber einschließlich Speichergeräten und ggf. nachgeschalteter Off-Line-Auswertung so ausgewählt, dass sie den Erfordernissen der Signalanpasser (4.3) und der angestrebten Prüfaussagen (1.1) genügen?

- Ist die jeweils richtige Signalart am Eingang berücksichtigt?
- Ist berücksichtigt, dass aus den ausgegebenen Messwerten die angestrebten Prüfaussagen abgelesen werden können, und zwar in einem Umfang, wie es für die Prüfaussagen tatsächlich notwendig ist, aber mit vertretbarem Aufwand noch erfasst werden kann, ggf. mit nachgeschalteter Off-Line-Auswertung?
- Ist ggf. die Steuerbarkeit der Messwertausgabe bzw. -speicherung berücksichtigt?

4.5 Waren bei der Konzeption der Messeinrichtung einschränkende Rahmenbedingungen zu berücksichtigen (s. 3.4)?

5 Wichtige Quellen von Mess- und Ergebnisunsicherheiten

Sind die Quellen von Mess- und Ergebnisunsicherheiten bzgl. ihrer Beiträge am Gesamtbudget bekannt? Insbesondere kommen in Frage:

5.1 Unsicherheiten aus Probenahme, Probenvorbereitung / -lagerung

- Probenahme, die das Untersuchungsobjekt nur eingeschränkt repräsentieren (Repräsentativität)
- Homogenität, Isotropie, Unvollständigkeit
- Vorbereitung der Probe, Trennungstechniken (Unvollständigkeit, Kontamination, Gefügeveränderungen, Inhomogenisierung)
- Herstellung von Laborproben / Analysenproben
- Transport, Lagerung und Handhabung der Proben
- Veränderung / Kontamination von Proben
- Exposition, Umwandlung der Probe

5.2 Unsicherheiten aus Eigenschaften des untersuchten Objektes

- Instabilität der Probe, Rauschen (zeitliche Änderung von Kennwerten)
- Veränderung, Alterung der Probe (zeitliche Änderung von Kennwerten)
- Ungleichförmigkeit, Inhomogenität, Anisotropie, Zugänglichkeit, Partialität, Kontinuumsfehler, Konkretisierung, Quantenstruktur der Probe
- Matrixeinflüsse, Wechselwirkungen, Substitutionseffekte

5.3 Unsicherheiten aus dem angewendeten Mess- oder Prüfverfahren

- Unzureichende Definition bzw. Realisierung der Messgröße (Hypothesen, Idealisierungen, Näherungen, Vereinfachungen)
- Einbau, Einspannung, Fixierung
- Unsicherheit von Verfahrensparametern

- Umgebungsbedingungen (Temperatur, Feuchte, Luftdruck, Erschütterungen, elektromagnetische Felder etc.)
- Einflussgrößen, die berücksichtigt wurden, Einflussgrößen, die vernachlässigt wurden (Temperatur, Feuchte, Luftdruck, elektromagnetische Felder etc.)
- Physikalische und chemische Interferenzen auf Messsignal
- Empfindlichkeit (Nachweis- u. Bestimmungsgrenze, Ersatzfehlergröße, Bildqualitätsindikator etc.)
- Auflösung (Ablesung, Unschärfe, Unsicherheit der Lage von Diskriminatorschwellen etc.)
- Zufällige Störeinflüsse, Rauschen (Störfelder)
- Drift des Messsignals
- Wandlung, Übertragung der Messgröße, unzureichende Impedanzanpassung
- Totzeiten des Messgerätes (Fehler durch Koinzidenzen)
- Dynamik des Messgerätes (Frequenzgang, Überschwingen, Resonanzen, Amplitudenüberlagerung, z.B. Addition oder Auslöschung)
- Visualisierung, Wahrnehmbarkeit, Attributmerkmale
- Auswertung, statistische Auswertung, Operationscharakteristiken
- Wiederhol -Messunsicherheit (Standardabweichung, Linearität, Hysterese)
- Rechengenauigkeit, digitale Diskriminierung

5.4 Unsicherheiten aus mit Messverfahren gekoppelten, ergebnisrelevanten Prozessen

- Unsicherheit aus Interlaboratoriumsvergleichen (Ringversuchen, Vergleichsversuchen) zur Charakterisierung der Messgröße
- Anforderungen von Kunden, Gesetzgeber, Normensetzer etc.
- Normierung der Messwerte, z.B. Klassierung
- Person (Ausbildung, Schulung, Erfahrung)

5.5 Unsicherheiten aus Referenzwerten der Messung / messtechnischer Rückführung

- Normal, Transfornormal, Referenzmaterial, Zertifizierte Werte und damit verbundene Unsicherheiten
- Drift / Alterung von Referenzwerten (zeitliche Änderung)
- Einsatzort (örtliche Änderung)
- Kalibrierverfahren und zugehörige Messunsicherheit
- Importierte Werte aus Literatur (Konstanten, Tabellenwerte, aktuelle Ergebnisse)

6 Einzelaspekte von Unsicherheitsquellen im Bereich Messwesen in der Prüftechnik

6.1 Sind die Mess- und Ergebnisunsicherheiten berücksichtigt, die auf Fehleinschätzungen oder Unzulänglichkeiten bei der Konzeption der Prüfeinrichtung bzw. die auf einer möglicherweise eingeschränkten Repräsentativität der Prüfobjekte beruhen? Insbesondere bezüglich:

- Einflussparameter des Prüfobjektes (Abmessungen, Zusammensetzung, Struktur, Körnigkeit, Kerbwirkungen sowie Steifigkeit, Masse und Reibung und deren Verteilung)
- ggf. Nachbildung des Prüfobjektes mit seinen Einflussparametern
- Simulation der Betriebsbelastungen
- Simulation der Einflussgrößen
- Probenahme, Probenaufbereitung/-bearbeitung


6.2 Sind die Mess- und Ergebnisunsicherheiten berücksichtigt, die auf Fehleinschätzungen bei der Konzeption der Messeinrichtung basieren? Insbesondere bezüglich:

- Festlegung der Messgrößen als Eingangsgrößen der Sensoren und der Messketten insgesamt sowie Annahmen und Näherungen als Voraussetzung des Messkonzeptes
- Abschätzung der Messbereiche sowie der Orts-, Zeit- und Frequenzabhängigkeiten der Messgrößen und ggf. ihrer Häufigkeitsverteilung
- Einflussparameter des Prüfobjektes als Ursache für Fehlanzeigen der Sensoren
- Bewertung der vielfältigen Einflussgrößen, ihrer Variationsbereiche sowie ihrer Orts-, Zeit- und Frequenzabhängigkeiten und ggf. ihrer Häufigkeitsverteilung.

6.3 Sind die Mess- und Ergebnisunsicherheiten berücksichtigt, die aus Unzulänglichkeiten der realen Messeinrichtung bei der Ankopplung und Anpassung der Messkettenglieder an das Prüfobjekt bzw. aneinander resultieren? Insbesondere:

- Hat der Messgrößenaufnehmer hinreichend kleine Rückwirkung auf das Prüfobjekt? (berührungslos, hinreichend weich bei Bewegungsmessungen, hinreichend steif bei Kraftgrößenmessung)
- Werden die Mess- und Signalgrößen vollständig übertragen? (ohne störende Reihenschlüsse bei Bewegungsgrößen- und Spannungsmessungen, ohne störende Nebenschlüsse bei Kraftgrößen- oder Strommessungen)
- Ist allgemein die Impedanzanpassung der Messkettenglieder ausreichend? (Ausgangs-/Eingangsimpedanz klein bei Kraftgrößen und Spannung, Ausgangs-/Eingangsimpedanz groß bei Bewegungsgrößen und Strom)
- Treten bei dynamischer Messgröße keine nennenswerten Verfälschung des Frequenzspektrums der Messgrößen auf? (Resonanzüberhöhungen, Kontaktresonanzen, Prellungen, Entkopplungen bei tiefen oder hohen Frequenzen)
- Sind die Informationsverluste in den Signalübertragungsleitungen und ggf. die Energieverluste in den Hilfsenergie-Übertragsleitungen hinreichend klein? (kurze Kabel, Mehrleitertechniken mit verlustarmer Potentialübertragung, kleine oder in der Auswirkung verminderte Kontaktwiderstände bei Messstellenumschaltung)

- 6.4 Sind die Mess- und Ergebnisunsicherheiten berücksichtigt, die aus Unzulänglichkeiten der realen Messeinrichtung resultieren (vgl. 4.1)?
- Sind die verbleibenden unbekannt oder nicht korrigierten Abweichungen, die aus den Unzulänglichkeiten der Messeinrichtung resultieren (siehe 4.1), als Unsicherheitsbeiträge berücksichtigt?
- 6.5 Sind die Erfordernisse, die im wesentlichen die messtechnische Rückführung auf SI-Einheiten unter optimalen Bedingungen betreffen, erfüllt und werden die bei dieser Rückführung entstehenden Messunsicherheiten berücksichtigt?
- Werden die Kennlinienparameter der Messkettenglieder (s. Abschnitt 5.4) durch diese messtechnische Rückführung eindeutig definiert? (Unter Berücksichtigung des Einflusses möglicher Fehlanpassungen und Leitungseigenschaften; nach Klärung möglicher Funktionsstörungen und Einleiten sachgerechter Gegenmaßnahmen; nach Plausibilitätskontrollen der Funktion des Messsystems nach dem Zusammenschalten der Einzelgeräte zu Messketten.)
 - Wird die Darstellungsunsicherheit der relevanten Messgrößen im Prüflabor berücksichtigt? (Bezugs-/Gebrauchsnorm im Prüflabor.)
 - Wird die mit der messtechnischen Rückführung verbundene Messunsicherheit im Prüflabor berücksichtigt? (Sie setzt sich zusammen aus der Darstellungsunsicherheit der Messgröße im Prüflabor, der Unsicherheit der Kalibriermethode und den Unsicherheiten, die aus kurzzeitigen Instabilitäten des Messgerätes resultieren.)
 - Wird die Unsicherheit von Langzeitmessungen berücksichtigt? (Sie setzt sich zusammen aus der Messunsicherheit der messtechnischen Rückführung und den zusätzlichen Unsicherheiten, die aus langzeitigen Instabilitäten des Messgerätes resultieren.)
 - Wird, sofern Referenzmaterialien zur Kalibrierung eingesetzt werden, die mit dem Referenzmaterial und Kalibrierverfahren zusammenhängende Unsicherheit berücksichtigt?
- 6.6 Ist der Unsicherheitsbeitrag im Hinblick auf besondere Verfahrensweisen bei der Prüfung berücksichtigt? Insbesondere:
- Beim Einsatz von Referenzverfahren (kleine bekannte Messunsicherheit), bzw. beim Einsatz von standardisierten, validierten Verfahren (bekannte zugehörige Unsicherheit bei vorgegebenen Prüfspezifikationen)
 - Beim Einsatz von Vergleichsversuchen (Ringvergleiche).
- 6.7 Ist der Einfluss des Rechnereinsatzes auf die Ergebnisunsicherheit geklärt? Insbesondere:
- der Rechnereinsatz bei der Prüf- und Messablaufsteuerung und bei der Ergebnisauswertung
 - der Einsatz von hybriden Verfahren (Kombination von Rechenverfahren und Experiment, etwa FEM und experimentelle Spannungsanalyse)
 - die Rechnersimulation des Prüflings mit ihren Unzulänglichkeiten (etwa zur Parameteridentifikation)

	Besondere Anforderungen für die Akkreditierung von Prüflaboratorien	71 SD 1/4 015	
		Ausgabe:	1
		Revision:	0
		Seite:	11/14

- die Rechnersimulation der komplementären Ergänzung des Prüflings zum Gesamtobjekt (z. B. Rest des Kfz zu Stoßdämpfer, "Hardware-in-the-loop-Prüfung")
- andere wissensbasierte Prüfungen.

6.8 Sind Unsicherheiten von Konstanten und Parametern berücksichtigt, die aus fremden Quellen entnommen sind und z. B. in Auswertalgorithmen verwendet werden?

6.9 Sind die Unsicherheiten berücksichtigt, die aus Wiederholungsmessungen resultieren, d. h. auf der Basis empirisch statistischer Standardabweichungen der Einzelwerte bzw. Mittelwerte?

7 Ermittlung und Angabe der Unsicherheit

7.1 Notwendigkeit und Nützlichkeit der Angabe von Mess- und Ergebnisunsicherheiten

- Ist die Angabe einer Ergebnisunsicherheit für das Prüfergebnis notwendig oder nützlich oder kann darauf verzichtet werden?
- Werden der Ermittlung der Ergebnisunsicherheit des Prüfverfahrens die Genauigkeitsanforderungen der Prüfaufgabe (Prüfauftrag) zugrunde gelegt?
- Muss, sofern die Ergebnisunsicherheit nicht abgeschätzt werden kann, nach anderen Wegen zur Bewertung bzw. Objektivierung eines Prüfverfahrens gesucht werden?
- Existieren geeignete Verfahren zur Schätzung der Messunsicherheit für alle Messgrößen, die auf das Prüfergebnis einen Einfluss haben? Werden diese entsprechend angewandt?

7.2 Konzepte zur Abschätzung der ggf. notwendigen oder hilfreichen Mess- und Ergebnisunsicherheit

Grundkonzept

- Wird die Ergebnisunsicherheit unter Berücksichtigung des ISO/IEC Guide 98-3 Ed. 1.0 (2008-09), Uncertainty of measurement -- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) ermittelt?
- Werden bei der Ermittlung der Unsicherheiten aus Einzelkomponenten deren eventuelle Korrelation mittels Kovarianzen berücksichtigt, soweit diese Kovarianzanteile nach ihrem Betrage für die Ergebnisunsicherheit von Bedeutung sind?
- Wird der Überdeckungsfaktor k und/bzw. das korrespondierende Vertrauensniveau angegeben, in der Regel 95 % im Falle $k=2$?

Besondere Konzepte

- Werden fachspezifisch gebotene oder branchenübliche Abweichungen vom Grundkonzept zur Abschätzung und Angabe von Ergebnisunsicherheiten angewendet?

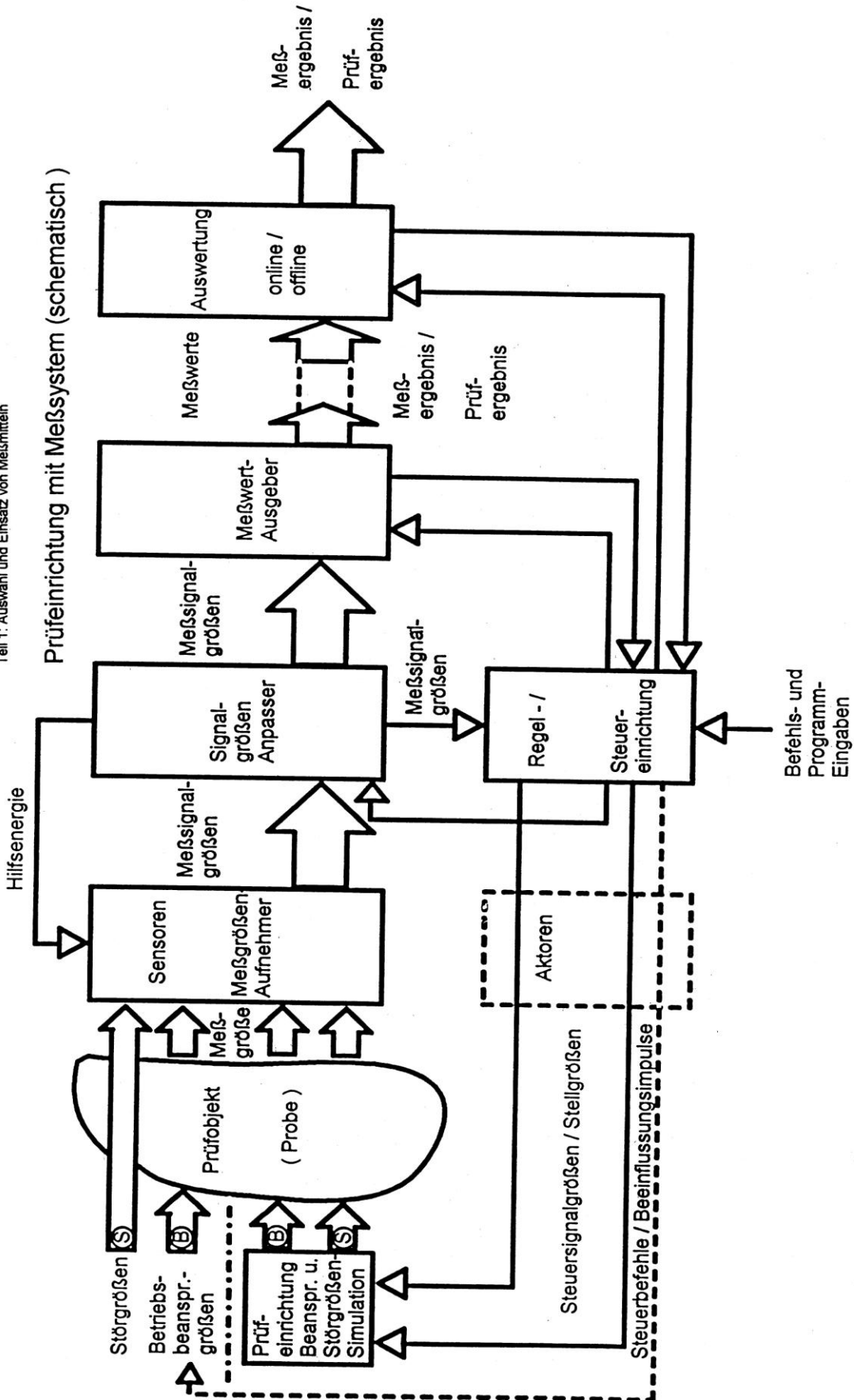
- Wird das Grundkonzept ersetzt durch Abschätzung eines Maximalwertes der Ergebnisunsicherheit (Worst-Case-Abschätzung), indem die Absolutbeträge der Maximalwerte von Unsicherheitsbeiträgen linear als lineare Approximation aufsummiert werden und somit mögliche Korrelationen ohne Bedeutung sind.
- Wird die Ergebnisunsicherheit auf der Grundlage anerkannter langjähriger Expertenerfahrung oder anerkannter Normenfestlegungen angegeben, ohne dass das Verfahren der Unsicherheitsabschätzung im Einzelnen dargelegt wird bzw. dargelegt werden könnte? (Ermessen des Begutachters.)
- Werden branchenübliche Sonderkonzepte zur Kennzeichnung der Ergebnisunsicherheit angewandt, und werden sie dargelegt und begründet?
- Beispiele:
 - Im Bauwesen einseitige 3σ -Unsicherheitsangabe
 - Bei mechanisch-technologischen Prüfungen zur Ermittlung von Wöhlerkurven und Dauerfestigkeiten besondere Unsicherheitsabschätzungen.
 - In der zerstörungsfreien Prüfung die ROC-Methode zur Bewertung und Objektivierung quantitativer und qualitativer Ergebnisse und deren auch stark personenabhängigen Ergebnisunsicherheit.
- Werden Entscheidungskriterien festgelegt bzw. mit den Kunden abgestimmt, nach denen die Konformität von Prüfobjekten bzgl. vorgegebener Grenzwerte im Hinblick auf Grenzfälle geprüft wird? (Wenn z. B. das den Ergebniswert angegebene Unsicherheitsintervall den vorgegebenen Grenzwert überlappt.)

Anlage 1

DAP SK-Mes

Checkliste für die Begutachtung des Einsatzes von Meßmitteln in Prüflaboratorien;
Teil 1: Auswahl und Einsatz von Meßmitteln

Prüfeinrichtung mit Meßsystem (schematisch)



Anlage 2: Checkliste für die Begutachtung des Einsatzes von Messmitteln in Prüflaboratorien; Teil 1:
Auswahl und Einsatz von Messmitteln

Wichtige Meßgrößen sowie Einflußparameter und Einflußgrößen

● **Meßgrößenpaare (Energie, Impedanz)**

Kraft, Weg
mech. Spannung, Dehnung
Druck, Volumenänderung
Schalldruck, Schnelle

Temperaturdifferenz, Wärmestrom

el. Spannung, Ladung
Feldstärke, Induktion

● **Einflußparameter**

Lastimpedanz

geometrische Abmessungen
Gestalt
Kerben, Nuten
Rauigkeit

Korngrößen
Zuschlagstoffe in Beton
Faserverstärkungen, Armierungen
Materialfehler

Zwängungen, Stoffverbunde
Reibschlüsse
Lösen

Lage
Meßobjekt-Rotation

● **Einflußgrößen**

Temperatur
Feuchte
Druck
Strömung
Schall

Staub, Ruß
Wasser
Öl
Kraftstoffe
Säuren
Laugen
aggressive Flüssigkeiten
aggressive Gase

Schwerkraft
Fliehkraft
Erschütterungen
Körperschall

elektrostatische Felder
magnetostatische Felder
elektromagnetische Felder
dielektrische Medien
magnetisierbare Medien
elektrisches Rauschen
Störungen im Netz

Fremdlicht

ionisierende Strahlung