

WELMEC 2.1
(4. Ausgabe)

WELMEC

European cooperation in legal metrology

Leitfaden zur Prüfung von Auswertegeräten



August 2001

WELMEC

Europäische Zusammenarbeit im gesetzlichen Messwesen

WELMEC steht für die Zusammenarbeit zwischen den Messdiensten der Mitgliedstaaten der Europäischen Union und der EFTA, die auf dem Gebiet des gesetzlichen Messwesens tätig sind. Das vorliegende Dokument ist einer von zahlreichen Leitfäden, die die WELMEC als Anleitung für Messgerätehersteller und Benannte Stellen herausgegeben hat, die für die Konformitätsbewertung ihrer Produkte verantwortlich sind. Diese Leitfäden haben nur empfehlenden Charakter und legen keinerlei Beschränkungen oder zusätzliche technische Anforderungen fest, die

Englische Originalfassung veröffentlicht durch:

WELMEC Secretariat
NWML
Stanton Avenue
Teddington
Middlesex TW11 0JZ
United Kingdom

Tel: +44 181 943 7272
Fax: +44 181 943 7270

Verantwortlich für die deutsche Übersetzung:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)
Fachlabor 1.14 "Waagen"
Bundesallee 100
38116 Braunschweig
Deutschland

<http://www.ptb.de/de/org/1/11/114/>

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einführung**
 - 1.1 Allgemeine Betrachtungen
 - 1.2 Inhalt des Leitfadens
 - 1.3 Zweck der Prüfungen von Auswertegeräten
- 2. Schriftliche Erklärung**
- 3. Dokumentation**
- 4. Prüfaufbau**
 - 4.1 Wägezellenimpedanz
 - 4.2 Simulierte Totlast
 - 4.3 Zusatzeinrichtungen
 - 4.4 Justierung und Richtigkeitsprüfung
 - 4.5 Erhöhte Auflösung
 - 4.6 Simulator
 - 4.7 Bruchteile und Prüfaufbau
- 5. Anforderungen**
 - 5.1 Allgemeine Anforderungen
 - 5.2 Technische Anforderungen an eine halbselbststeinspielende oder selbststeinspielende Waage
 - 5.3 Anforderungen an elektronische Waagen
 - 5.4 Verwendung eines Rechners als Auswertegerät
- 6. Prüfungen**
 - 6.1 Tara
 - 6.2 Temperatur
 - 6.3 Andere Einflüsse
- 7. Prüfschein**

Anhang 1: Erforderliche Angaben

Anhang 2: Angaben zur Empfindlichkeit

Anhang 3: Temperatureinfluss auf die Verstärkung

Anhang 4: Gestaltung des Prüfscheins für das Auswertegerät

Anhang 5: Prüfung der Wägezellenschnittstellen

Anhang 6: Rechner als Auswertegerät

Leitfaden zur Prüfung von Auswertegeräten (nichtselbsttätige Waagen)

1 Einführung

1.1 Allgemeine Betrachtungen

Die europäische Norm EN 45501 für nichtselbsttätige Waagen legt die messtechnischen und die technischen Anforderungen für nichtselbsttätige eichpflichtige Waagen fest, die die Konformität mit den wesentlichen Anforderungen der EG-Richtlinie 90/384/EWG vermuten lassen. Die Anforderungen der Norm sind auf alle Geräte anzuwenden, die wesentliche Funktionen haben und zwar unabhängig davon, ob sie als Modul in die Waage eingebaut sind oder als getrenntes Modul hergestellt werden.

In Übereinstimmung mit der Zulassungsbehörde kann der Hersteller Module festlegen und zur Prüfung vorstellen. Das ist besonders in folgenden Fällen von Bedeutung:

- Die Prüfung eines Gerätes als Ganzes ist schwierig oder unmöglich;
- Das Modul wird als getrennte Einheit hergestellt und auf dem Markt angeboten, um es in eine komplette Waage einzubauen;
- Der Antragsteller möchte eine Vielzahl verschiedener Module in der zugelassenen Bauart verwenden. (Siehe EN 45501 Nr. 8.1)

Ein Problem bei der Prüfung von Modulen ist, dass die Norm, abgesehen von den Wägezellen, nicht sagt, welche Prüfungen an diesen Modulen durchzuführen sind und wie das Ergebnis dieser Prüfungen zu bescheinigen ist.

Dieser Leitfaden soll die Lücke für Auswertegeräte schließen.

1.2 Inhalt des Leitfadens

Der Leitfaden beschreibt die für die Prüfung von Auswertegeräten geeigneten Verfahren. Dieser Leitfaden soll die Prüfung von Auswertegeräten als Modul für 6-Leiter- und 4-Leiter-Systeme abdecken.

Der Leitfaden leistet Folgendes:

- Er beschreibt die Begriffe und Aspekte, die bei der Prüfung von Auswertegeräten als Module wichtig sind;
- Er beschreibt eindeutige Prüfverfahren, die für eine andere Benannte Stelle annehmbar sind;

- Er dient als Bezug bei der Beschreibung der durchgeführten Prüfungen, und deren Ergebnis, das in einem Prüfschein niedergelegt wird.

Soweit anwendbar, stützt sich dieses Dokument auf die Europäische Norm EN 45501 für nichtselbsttätige Waagen.

Mögliche Abweichungen von der Norm werden im Rahmen dieses Leitfadens nicht betrachtet.

1.3 Zweck der Prüfungen von Auswertegeräten

Die Prüfungen werden durchgeführt, um die wesentlichen Eigenschaften des Auswertegerätes zu ermitteln und die Bedingungen festzulegen, unter denen eine nichtselbsttätige Waage zugelassen werden kann, in der das Auswertegerät Verwendung findet.

2 Schriftliche Erklärung

Die abzugebende schriftliche Erklärung soll enthalten:

- Name und Adresse des Herstellers und ggf. des beauftragten Vertreters;
- Eine Aussage, dass die Norm EN 45501:1992/AC:1993 angewendet worden ist;
- Eine Erklärung, dass das Auswertegerät nicht über die rückwirkungsfreien Schnittstellen gestört oder missbräuchlich manipuliert werden kann;
- Angaben darüber, ob die Nummer des Prüfscheins in einer EG-Bauart-zulassungsbeseinigung genannt werden darf oder nicht.

3 Dokumentation

Die vom Hersteller zur Verfügung zu stellende Dokumentation soll folgende Unterlagen enthalten:

- Allgemeine Beschreibung der Bauart, Erklärungen zum Verständnis ihres Funktionsprinzips.
- Liste der Beschreibungen und typischen Daten aller eingebauten Einrichtungen.
- Prinzipskizzen, Zeichnungen und Pläne von Bauteilen / Baugruppen, Stromlaufpläne usw.
- Spezifikationen gemäß Anhang 1.

4 Prüfaufbau

Es ist wichtig, dass das Auswertegerät unter Nenngebrauchsbedingungen geprüft wird. Um die Anzahl der Prüfungen zu begrenzen, muss das Auswertegerät möglichst unter den Bedingungen geprüft werden, die den größten Anwendungsbereich abdecken.

Eine Reihe von Prüfungen können entweder mit einer Wägezelle oder mit einem Simulator durchgeführt werden, beide müssen aber die Anforderungen gemäß A.4.1.7 der EN 45501 erfüllen. Die Störprüfungen müssen allerdings mit einer Wägezelle durchgeführt werden.

4.1 Wägezellenimpedanz

Die Störprüfungen (siehe 5.4.3 der EN 45501) müssen statt mit einem Simulator mit einer Wägezelle durchgeführt werden, die die höchste in der Praxis vorkommende vom Antragsteller festgelegte Impedanz der anzuschließenden Wägezelle(n) besitzt (mindestens ein Drittel der spezifizierten höchsten Impedanz). Bei der „Prüfung auf Empfindlichkeit gegen elektromagnetische Felder“ muss/müssen sich die Wägezelle(n) im reflexionsfreien Raum befinden.

Die Prüfungen unter Einflussgrößen (siehe 5.4.3 der EN 45501) können entweder mit einer Wägezelle oder mit einem Simulator durchgeführt werden. Die Prüfungen unter Einflussgrößen müssen mit der kleinsten vom Antragsteller angegebenen Wägezellenimpedanz durchgeführt werden.

Die Tabelle im Kapitel 5 gibt an, welche Prüfungen mit der niedrigsten Impedanz (niedrig) und welche mit der höchsten Impedanz (hoch) durchgeführt werden müssen.

Mit der Wägezellenimpedanz ist in diesem Leitfadens die Eingangsimpedanz der Wägezelle gemeint, d.h. die zwischen den Speisespannungsleitungen angeschlossene Impedanz.

4.2 Simulierte Totlast

Die simulierte Totlast sollte dem vom Hersteller festgelegten Minimum entsprechen. Der Hauptgrund dafür ist, dass die Bedingung, den größten Bereich von Anwendungen für ein Auswertegerät in Bezug auf Linearität und andere bedeutende Eigenschaften abzudecken, bei kleinem Eingangssignal des Auswertegerätes gegeben ist. Die möglicherweise größere Nullpunktverschiebung bei größerer Totlast wird als ein untergeordnetes Problem betrachtet. Dennoch müssen mögliche Probleme aufgrund der maximalen Totlast (z.B. Sättigung des Eingangsverstärkers) berücksichtigt werden.

4.3 Zusatzeinrichtungen

Im Hinblick auf Zusatzeinrichtungen, die an das Auswertegerät angeschlossen werden können, sind folgende Anforderungen zu beachten:

- Zusatzeinrichtungen müssen an allen unterschiedlichen Schnittstellen angeschlossen sein;
- Zusatzeinrichtungen müssen vom Antragsteller zur Verfügung gestellt werden, damit die korrekte Funktion des Gesamt- oder Teilsystems und die Richtigkeit der Wäageergebnisse nachgewiesen werden können;
- Kabel müssen an alle Ein/Ausgänge und den Kommunikationsleitungen angeschlossen sein;
- Kabeltypen und Kabellängen müssen den Angaben des Herstellers in der Bedienungsanleitung oder den Angaben im Prüfschein entsprechen. Wenn Kabellängen von mehr als 3 Metern spezifiziert sind, wird die Prüfung mit einer Kabellänge von 3 Metern als ausreichend betrachtet.

4.4 Justierung und Richtigkeitsprüfung

Die Justierung muss nach dem vom Hersteller angegebenen Verfahren durchgeführt werden. Die Richtigkeitsprüfungen müssen mit mindestens fünf verschiedenen (simulierten) Lasten von Null bis zur maximalen Anzahl der Eichwerte bei minimaler Eingangsspannung pro Eichwert (bei sehr empfindlichen Auswertegeräten möglicherweise auch bei maximaler Eingangsspannung pro Eichwert, siehe Anhang 3) durchgeführt werden. Vorzugsweise sind die Prüflasten zu wählen, in deren Nähe sich die Fehlergrenzen ändern.

4.5 Erhöhte Auflösung

In der Regel wird ein Auswertegerät in einer Betriebsart mit erhöhter Auflösung oder im Service-Modus geprüft, in dem die Counts des A/D-Wandlers angezeigt werden. Vor den Prüfungen sollte daher geprüft werden, ob diese Anzeigemodi für die Ermittlung der Messfehler geeignet sind. Falls diese Anzeigemodi diese Anforderung nicht erfüllen, sollten eine Wägezelle, Gewichtstücke und kleine Zulagegewichtstücke ($\text{Interval} = e * p_i / 5$ siehe A.4.4.4 in EN 45501) zur Bestimmung der Lage der Umschaltpunkte verwendet werden.

4.6 Simulator

Der Simulator muss für das Auswertegerät geeignet sein. Der Simulator muss für die vom Auswertegerät verwendete Speisespannung kalibriert sein (d.h. bei Wechselspannungspeisung auch Wechselspannungskalibrierung).

4.7 Bruchteile und Prüfaufbau

Für Prüfungen, bei denen p_i zwischen 0,3 ... 0,8 variieren kann, legt der Hersteller einen Wert für diese Prüfungen fest.

Der Wiederholbarkeitsprüfung wird kein Bruchteil p_i zugeordnet. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine mangelhafte Wiederholbarkeit nicht vom Auswertegerät verursacht wird. In den seltenen Fällen, in denen dies dennoch der Fall ist, sollte besonderes Augenmerk auf die Ursachen und Folgen gelegt werden.

5 Anforderungen

5.1 Allgemeine Anforderungen

Abschnitt / Nummer EN 45501	Abschnitt betreffend	Bruchteil p_i =	Impedanz	$\mu\text{V} / e$
A.4.4	Richtigkeitsprüfung	0,3 .. 0,8	niedrig	min
A.4.5	mehrere Anzeige-einrichtungen			
	analog	1	niedrig	min
	digital	0	niedrig	min
A.4.6.1	Richtigkeitsprüfung mit Tara		niedrig	min
A.4.10	Wiederholbarkeit		niedrig	min/max**
A.5.2	Anwärmverhalten	0,3 .. 0,8	niedrig	min/max**
A.5.3.1	Temperatur (Einfluss auf die Verstärkung)	0,3 .. 0,8	niedrig	min/max**
A.5.3.2	Temperatur (Einfluss auf die Anzeige der unbelasteten Waage)	0,3 .. 0,8	niedrig	min
A.5.4	Spannungsänderungen	1	niedrig	min
3.9.5	andere Einflüsse			
B.2.2	Feuchte Wärme, stationär	0,3 .. 0,8	niedrig	min/max**
B.3.1	Kurzzeitiger Abfall der Versorgungsspannung	1	hoch*	min
B.3.2	Impulsgruppen	1	hoch*	min
B.3.3	Elektrostatische Entladung	1	hoch*	min

B.3.4	Elektromagnetische Empfindlichkeit	1	hoch*	min
B.4	Kennwertbeständigkeit	1	niedrig	min

e = Eichwert

* Die Prüfung muss mit Wägezelle durchgeführt werden.

** Siehe Anhang 3

Folgendes bezieht sich auf EN 45501:

EN 45501: 3.1.1 Genauigkeitsklassen

Der Hersteller muss die Genauigkeitsklasse der Waage festzulegen, in der das Auswertegerät verwendet werden soll. Ein Auswertegerät, das auf Basis der Fehlergrenzen dieser Genauigkeitsklasse geprüft worden ist, kann nicht in einer Waage mit höherer Genauigkeitsklasse verwendet werden, ohne dass zusätzliche Prüfungen durchgeführt werden.

EN 45501: 3.1.2 Kleinster Eichwert

Der kleinste Eichwert muss vom Hersteller festgelegt werden. Für Auswertegeräte, an die Dehnungsmesstreifen-Wägezellen angeschlossen werden, wird dieser Wert in $\mu\text{V}/e$ angegeben.

Die Gründe für die Festlegung dieses Wertes sind in Anhang 2 angegeben.

EN 45501: 3.2 Klassifizierung von Geräten

Der Hersteller muss die maximale Anzahl der Eichwerte (n_{max}) angeben, in die der Messbereich des Auswertegerätes unterteilt werden kann. Die Anzahl der Eichwerte muss innerhalb der in Tabelle 3 in EN 45501 festgelegten Grenzen liegen.

EN 45501: 3.3 Zusätzliche Anforderungen an Auswertegeräte für Mehrteilungs- und Mehrbereichswaagen

Soll das Auswertegerät als Bestandteil einer Mehrteilungs- oder Mehrbereichswaage verwendet werden, so muss es die entsprechenden Anforderungen erfüllen.

EN 45501: 3.4 Hilfsanzeigeeinrichtungen

Wenn das Auswertegerät mit einer Hilfsanzeigeeinrichtung ausgestattet ist, muss die Hilfsanzeigeeinrichtung die zugehörigen Anforderungen einhalten.

EN 45501: 3.5 Fehlergrenzen

Die Fehlergrenzen eines getrennt geprüften Moduls M_i sind gleich dem Bruchteil p_i der Fehlergrenze oder der zulässigen Änderungen der Anzeige der ganzen Waage.

Die Bruchteile der Module sind auf die Fehlergrenzen anzuwenden, wobei die Größe der Fehlergrenze von der Genauigkeitsklasse und der Anzahl der Eichwerte der kompletten Waage - einschließlich der Module - abhängt. Der Bruchteil p_i darf 0,8 nicht überschreiten und 0,3 nicht unterschreiten, wenn mehr als ein Modul Auswirkungen auf die Anzeigeabweichung hat.

Das Auswertegerät muss ggf. die folgenden Anforderungen erfüllen.

5.2 Technische Anforderungen an eine halbselbsteinspielende oder selbststeinspielende Waage

EN 45501:4.1	Allgemeine Anforderungen
EN 45501:4.1.1	Tauglichkeit
EN 45501:4.1.2	Sicherheit
EN 45501:4.2	Anzeige der Wäageergebnisse
EN 45501:4.3	Analoge Anzeigereinrichtung
EN 45501:4.4	Digitale Anzeigereinrichtung
EN 45501:4.5	Nullstell- und Nullnachführeinrichtungen
EN 45501:4.6	Taraeinrichtung
EN 45501:4.7	Taraeingabeeinrichtung
EN 45501:4.9	Hilfseinrichtung für die Eichung
EN 45501:4.10	Wahl von Wägebereichen bei einer Mehrbereichswaage
EN 45501:4.11	Umschalteinrichtung zwischen verschiedenen Lastträgern, Lastübertragungseinrichtungen und Auswäageeinrichtungen
EN 45501:4.13	Plus-Minus-Waagen
EN 45501:4.14	Waagen für offene Verkaufsstellen
EN 45501:4.15	Ergänzende Anforderungen an eine Waage für offene Verkaufsstellen mit Preisanzeige
EN 45501:4.17	Preisauszeichnungswaage

5.3 Anforderungen an elektronische Waagen

EN 45501:5.1	Allgemeine Anforderungen
EN 45501:5.2	Reaktion auf bedeutende Störungen
EN 45501:5.3	Funktionsanforderungen
EN 45501:5.4	Funktionsprüfung und Prüfung der Kennwertbeständigkeit

5.4 Verwendung eines Rechners als Auswertegerät

Die Tabelle in Anhang 6 zeigt die Prüfungen und Unterlagen, die erforderlich sind, wenn ein PC (Rechner) als Auswertegerät für ein Wägesystem verwendet wird.

6 Prüfungen

Die Prüfung eines Auswertegerätes soll unter Verwendung aller zutreffenden Teile des Prüfberichts und der Checkliste der OIML R76-2 dokumentiert werden. Nicht zutreffende Abschnitte der OIML R76-2 Checkliste sind (Anforderungen):

7.1.5.1
3.9.1.1
4.12.1
4.12.2
4.12.3
4.18.1
4.18.2
4.14.10

In Abhängigkeit vom Auswertegerät treffen auch weitere Abschnitte ggf. nicht zu.

6.1 Tara

Der Einfluss der Tara auf die Richtigkeit hängt ausschließlich von der Linearität der Fehlerkurve ab. Die Linearität kann bei der normalen Richtigkeitsprüfung ermittelt werden. Wenn die Fehlerkurve eine bedeutende Nicht-Linearität aufweist, muss die Fehlergrenzen-Hüllkurve entlang der Fehlerkurve verschoben werden, um zu ermitteln, ob das Auswertegerät die Anforderung bei dem Tarawert einhält, der dem steilsten Teil der Fehlerkurve entspricht.

6.2 Temperatur

Grundsätzlich wird der Temperatureinfluss auf die Verstärkung nach folgendem Verfahren geprüft:

- Ausführen der vorgeschriebenen Justierung bei 20 °C
- Ändern der Temperatur und prüfen, ob die Messpunkte innerhalb des Fehlerhüllkurve liegen, nachdem eine eventuelle Nullpunktverschiebung korrigiert worden ist.

Hierbei muss die größte Signalverstärkung und die angegebene kleinstmögliche Impedanz des Auswertegerätes eingestellt werden. Sicherzustellen ist, dass die ermittelten Nicht-linearitäten nicht durch die eigenen Prüfmittel verursacht werden.

Wenn diese Genauigkeit nicht sichergestellt werden kann (was wahrscheinlich bei sehr empfindlichen Auswertegeräten der Fall sein wird), muss die Messung zweimal

durchgeführt werden. Die erste Messung muss bei der geringsten Verstärkung durchgeführt werden, wobei mindestens fünf Messpunkte gewählt werden müssen. Die zweite Messung wird dann mit der größten Verstärkung ausgeführt, wobei nur an zwei Messpunkten, nämlich bei Null und Max gemessen wird. Der Temperaturgang der Verstärkung [*Richtigkeit*] ist akzeptabel, wenn eine Fehlerkurve, deren Form bei der ersten Messung ermittelt wird, zwischen diese beiden Meßpunkte gelegt, nicht die Fehlergrenzen überschreitet. Dabei müssen die Werte um den Temperaturgang des Nullpunkts korrigiert werden. Weitere Informationen im Anhang 3.

Der Temperatureinfluss auf die Anzeige der unbelasteten Waage ist der Einfluss der Temperatur auf den Nullpunkt, ausgedrückt in Änderungen des Eingangssignals in μV . Die Nullpunktdrift wird mit Hilfe einer Geraden durch die Anzeigen bei zwei benachbarten Temperaturen ermittelt. Die Nullpunktdrift sollte kleiner als $p_i \cdot 1 \text{ e} / 5\text{K}$ sein.

Der Temperatureinfluss kann in zwei Anteile aufgeteilt werden:

- Temperatureinfluss auf das Auswertegerät
- Temperatureinfluss auf die Verbindungskabel zu der/den Wägezelle(n).

Bei 6-Leiter-Systemen wird der Temperatureinfluss auf die Kabel meistens ausreichend eliminiert. Dennoch sollte das überprüft werden, entweder, indem die Messungen mit der vom Hersteller genannten maximalen Kabellänge durchgeführt werden oder mit Hilfe des in Anhang 5 angegebenen Verfahrens. Bei 4-Leiter-Systemen kann das Auswertegerät entweder mit der vorgegebenen an das Auswertegerät angeschlossenen Kabellänge oder mit dem Verfahren gemäß Anhang 5 geprüft werden.

Das in Anhang 5 beschriebene Prüfverfahren ist bei Auswertegeräten mit Wechselspannungsversorgung ggf. nicht anwendbar.

6.3 Andere Einflüsse

Andere Einflüsse und Einschränkungen sollten für die komplette Waage und nicht für das Modul berücksichtigt werden.

7 Prüfschein

Die Verwendung von Prüfergebnissen durch andere Benannte Stellen wird wesentlich erleichtert, wenn ein Prüfschein für das Auswertegerät ausgestellt wird. Ein Beispiel für einen Entwurf enthält 4.

Anhang 1 Erforderliche Angaben

Antragsteller

Hersteller

Typ

Zu verwenden in Klassen

Maximale Anzahl der Eichwerte n

Wägezellenversorgungsspannung (V AC oder DC)

Art (und Frequenz (Hz)) der Spannungsversorgung

Maximale Signalspannung für die Totlast (mV)

Minimale Signalspannung für die Totlast (mV)

Kleinste Eingangssignal pro Eichwert ($\mu\text{V}/e$)

Kleinste Messbereichsspannung (mV)

Größte Messbereichsspannung (mV)

Kleinste Wägezellenimpedanz (Ohm)

Größte Wägezellenimpedanz (Ohm)

Betriebstemperaturbereich ($^{\circ}\text{C}$)

Anforderungen an die Spannungsversorgung (V AC)

Wert des Fehlerbruchteils p_i

Senseanschluss vorhanden [*ja/nein*]

Angaben zum Wägezellenkabel

Typ
Länge
Querschnitt
Impedanz

Angaben zu Schnittstellen und Zusatzeinrichtungen

Kabel
Art der Schnittstellen
rückwirkungsfrei oder nicht
(siehe 5.3.6.1, 5.3.6.3 und 5.3.6.2
in EN 45501)

Anhang 2 Angaben zur Empfindlichkeit

Der Wert der Empfindlichkeit wird bei Messungen an Geräten für Dehnungsmessstreifenwägezellen in Mikrovolt pro Eichwert angegeben.

Die Gründe, diesen Wert festzulegen, sind folgende:

- Er gibt den sehr wichtigen Parameter der Empfindlichkeit korrekt an.
- Durch die Festlegung der maximalen Empfindlichkeit wird auch die für den Signal/Rauschspannungsabstand sehr wichtige maximale Verstärkung festgelegt.
- Die Drift der Offsetspannung des Verstärkers kann als Nullpunktdrift angesehen werden. Je kleiner die einem Eichwert entsprechende Änderung der Eingangsspannung ist, desto größer ist der Einfluss dieser Drift. Unterhalb eines bestimmten Kleinstwertes des Eingangssignals pro Eichwert hält das Auswertegerät nicht mehr die Anforderungen der Nr. 3.9.2.3 in EN 45501 ein.
- Der Eichwert kann nicht in Masseeinheiten ausgedrückt werden, weil meistens die Nennlast der an das Auswertegerät anzuschließenden Wägezelle nicht bekannt ist.

Außerdem ist sie (die Änderung der Eingangsspannung pro Eichwert) eine leicht zu handhabende Größe zur Beurteilung der richtigen Kombination von Auswertegerät und Wägezelle. Das folgende Beispiel zeigt dies anschaulich:

Das Auswertegerät wird unter folgenden Bedingungen mit einer Wägezelle geprüft:

- 1 Empfindlichkeit der Wägezelle: 2 mV/V;
- 2 Versorgungsspannung: 10 V;
- 3 Ausnutzung der Wägezelle: 30 % der Wägezellenhöchstlast;
- 4 Anzahl „n“ der Eichwerte: 6000;
- 5 folglich wird das Verhältnis „Änderung der Eingangsspannung pro Eichwert“:

$$(2 \text{ [mV/V]} * 10 \text{ [V]} * 30 \% / 6000 \text{ e} = 1 \text{ } \mu\text{V/e.}$$

Die Prüfung wird durchgeführt und es wird ein Prüfschein ausgestellt, wenn das Auswertegerät die unter 5 errechneten Werte einhält.

Falls der Hersteller einer Waage das Auswertegerät mit einer geprüften Wägezelle kombiniert, deren Empfindlichkeit nicht 2 mV/V, sondern 1 mV/V beträgt, während die anderen oben angegebenen Parameter gleich bleiben, dann arbeitet das Auswertegerät mit 0,5 $\mu\text{V/e}$ anstatt 1 $\mu\text{V/e}$, und die Waage entspricht möglicherweise nicht mehr den Anforderungen bezüglich des Temperatureinflusses auf die Anzeige der unbelasteten Waage (3.9.2.3 EN 45501).

Anhang 3 Temperatureinfluss auf die Verstärkung

Die absolute Genauigkeit des Wertes eines Verstärkungsfaktors ($\mu\text{V}/e$) eines Auswertegerätes hängt von vielen Parametern ab, wie z.B.:

- Länge des Kabels zur Wägezelle oder zum Simulator;
- Eingangswiderstand am Auswertegerät;
- Wert der Speisespannung;
- Form der Versorgungsspannung;
- Thermospannungen an Verbindungspunkten;
- Unsicherheit des Spannungsmessgerätes;
- Unsicherheit der Speisespannung;
- kleinster Wert des Eingangssignals (μV);
- Rückführbarkeit, Wiederholbarkeit, Stabilität
- ggf. Parameter des Spannungsverhältnisses des Wägezellensimulators (sofern verwendet).

Beispiel:

Wenn das Verhältnis Änderung der Eingangsspannung pro Eichwert sehr klein ist, d.h. kleiner als oder gleich $1 \mu\text{V}/e$, ist es sehr schwierig, einen geeigneten Simulator oder eine geeignete Wägezelle zu finden, um die Linearität zu messen. Beträgt der Bruchteil $p_i = 0,5$ bei einem Auswertegerät $1 \mu\text{V}/e$, dann beträgt der maximal zulässige Fehler im unteren Fehlergrenzenbereich $0,25 \mu\text{V}/e$. Der Fehler des Simulators sollte dann kleiner als $0,05 \mu\text{V}/e$ sein, zumindest aber sollte die Wiederholbarkeit besser als $0,05 \mu\text{V}/e$ sein.

Messung bei zwei Verstärkungen

- (a) Die Linearität des Auswertegerätes wird über den gesamten Eingangsspannungsbereich geprüft; ein typisches Auswertegerät mit einer Wägezellen-Versorgungsspannung von 12 V hat einen Messbereich von 24 mV . Wenn das Auswertegerät für 6000 Eichwerte ausgelegt ist, kann die Linearität mit $24 \text{ mV}/6000 e = 4 \mu\text{V}/e$ geprüft werden.
- (b) Mit demselben Prüfaufbau muss auch der Temperatureinfluss auf die Verstärkung gemessen werden, sowohl bei statischen Temperaturen als auch bei der Feuchte-Wärme-Prüfung.
- (c) Danach wird das Auswertegerät mit der kleinsten angegebenen Totlast und der kleinsten Eingangsspannung $/e$ abgeglichen. Es wird angenommen, dass dieser Wert $1 \mu\text{V}/e$ beträgt, d.h. nur 25% des Eingangsspannungsbereiches werden genutzt.

- (d) Das Auswertegerät wird nun bei einer Eingangsspannung nahe 0 mV und nahe 6 mV geprüft. Die Anzeigen bei beiden Eingangsspannungen werden dann bei 20, 40, -10, 5 und 20 °C aufgeschrieben. Die Differenz zwischen der Anzeige bei 6 mV (korrigiert um die Anzeige bei 0 mV), bei 20 °C und den korrigierten Anzeigen bei den übrigen Temperaturen werden in ein Diagramm eingetragen. Die gefundenen Punkte werden mit dem Nullpunkt durch Kurven, deren Form den Kurven aus (a) und (b) entspricht, verbunden. Die gezeichneten Kurven müssen in der Fehlergrenzen-Hüllkurve für 6000 Eichwerte liegen.
- (e) Während dieser Prüfung kann auch der Temperatureinfluss auf die Anzeige bei Nichtbelastung gemessen werden, um zu sehen, ob dieser Einfluss kleiner als $p_i \cdot 1 \text{ e}/5 \text{ K}$ ist.
- (f) Wenn das Auswertegerät die o.g. Anforderungen erfüllt, stimmt es auch mit den Abschnitten 3.9.2.1, 3.9.2.2, 3.9.2.3 in EN 45501 sowie mit den Anforderungen für die statische Temperaturprüfung und die Feuchte-Wärme-Prüfung überein.

Schlussfolgerung

Auswertegeräte mit einer sehr hohen Eingangsempfindlichkeit werden zwei getrennten Prüfungen unterzogen. Auf diese Art und Weise ist es möglich, Auswertegeräte mit einer Eingangsspannung zwischen 2 $\mu\text{V}/\text{e}$ und 1 $\mu\text{V}/\text{e}$ zu prüfen. Unter diesem Wert ist es sehr schwierig, einen Simulator zu verwenden. Wenn ein Hersteller einen kleineren Wert als 1 $\mu\text{V}/\text{e}$ wünscht, muss er ein akzeptables Prüfverfahren und eine passende Prüfeinrichtung zur Verfügung stellen.

Anhang 4 Gestaltung des Prüfscheins für das Auswertegerät

Prüfscheinnummer

Ausgestellt von:	Benannte Stelle ABCD Straße Ort Land Nummer der Benannten Stelle
In Übereinstimmung mit:	Absatz 8.1 der Europäischen Norm EN 45501:1992/AC:1993 „Metrologische Aspekte nichtselbsttätiger Waagen“ und WELMEC 2.1. Der angewandte Fehlerbruchteil p_i gemäß Absatz 3.5.4 dieser Norm beträgt 0,5. ¹⁾
Antragsteller:	Name des Antragstellers Straße Ort Land
Ausgestellt für:	Die Bauart des Auswertegerätes, geprüft als Bestandteil einer Waage Hersteller: Typ:
Eigenschaften:	geeignet für eine nichtselbsttätige Waage mit folgenden Eigenschaften: Klasse [I, II, III oder IIII], [Einbereichs-, Mehrbereichs-, Mehrteilungswaage, Waage mit mehreren Anzeigeeinrichtungen], [Plus-Minus-Waage, Waage für offene Verkaufsstellen mit oder ohne Preisanzeige, Preisauszeichner, Industriewaage ähnlich einer Waage für offene Verkaufsstellen] Größte Anzahl der Eichwerte : xxxx In der Bedienungsanleitung sind keine weiteren Eigenschaften beschrieben.
Beschreibung und	Das Auswertegerät ist in der Beschreibung Nr. ... und
Dokumentation:	im Dokumentationsordner Nr. beschrieben.
Bemerkungen:	Zusammenfassung der durchgeführten Prüfungen: siehe Beschreibung Nr. ... (Dieser Prüfschein darf ohne Einverständnis des o. g. Antragstellers nicht in einer EG-Bauartzulassungsbescheinigung genannt werden) ²⁾

Ort:

Bezeichnung der Benannten Stelle:

Name und Titel des Unterzeichners:

Die Anlage umfaßt X Seiten (falls erforderlich)

Dieser Prüfschein ersetzt nicht die Bauartzulassung für eine nichtselbsttätige Waage gemäß Richtlinie 90/384/EWG.

¹⁾ Der unter „in Übereinstimmung mit“ angegebene Fehlerbruchteil p_i muss als entscheidender Wert für die Anwendung dieses Prüfscheins berücksichtigt werden.

²⁾ Dieser Satz unter „Bemerkungen“ wird nur auf Verlangen des Antragstellers aufgenommen.

Anhang 4 (Fortsetzung)

Beschreibender Anhang zum Prüfschein Nr.

- 1 Name und Art des Gerätes
- 2 Funktionsbeschreibung des Gerätes (einschließlich Fotos, Prinzipskizzen, Explosionszeichnungen, Liste der Einrichtungen usw.)
- 3 Technische Daten (einschl. max. Kabellänge [m/mm²])
- 4 Schnittstellen
- 5 Verwendungsbedingungen (z.B. besondere Aufschritten)
- 6 Lage der Stempelstellen

Durchgeführte Prüfungen

Das Auswertegerät ist gemäß dem Verfahren zur Prüfung von Auswertegeräten mit folgenden wichtigen Abweichungen geprüft worden:

(Hier müssen die erforderlichen Informationen stehen, die klarmachen, welche Prüfungen an der kompletten Waage durchzuführen sind).

Inhalt der von der Benannten Stelle aufzubewahrenden Unterlagen

- 1 Produktspezifikation
Inhalt: Beschreibung
Zeichnungen
Blockdiagramme
Ablaufpläne
Stromlaufpläne
- 2 Prüfbericht
(einschließlich einer Erklärung, wie die wesentlichen Anforderungen erfüllt werden)
- 3 Prüfergebnisse

Anhang 5 Prüfung der Wägezellenschnittstellen

Inhalt

- 1 Messgeräte und Prüfaufbau**
 - 2 Prüfverfahren**
 - 3 Hintergrund des Prüfverfahrens**
-

1 Messgeräte und Prüfaufbau

Das in der folgenden Abbildung gezeigte Messgerät dient als Beispiel.

Der Kabelwiderstandssimulator ist mit einem 8-Positionenschalter zur Simulation verschiedener Kabelwiderstände ausgestattet. In jeder Position sind vier gleiche Widerstände in Betrieb. Zusätzlich dazu gibt es zwei Schalter zur Einzelabschaltung eventuell vorhandener Senseleitungen.

Der Simulator, der eine der Belastung proportionale Spannung liefert, wird zur Simulation mehrerer Wägezellen benutzt, in diesem Fall zur Simulation von Vielfachen von 350 Ohm-Wägezellen, zusammen mit einem 350 Ohm-Wägezellensimulator.

Bei anderen Wägezellenimpedanzen kann diese Simulation unter Verwendung externer Lastwiderstände R_{ex} durchgeführt werden.

Messausrüstung zur Prüfung von Schnittstellen zwischen Wägezellen und Auswertegeräten

Bezug: WELMEC 2.1 Leitfaden zur Prüfung von Auswertegeräten

Ausrüstung: 1. Das zu prüfende Auswertegerät für Waagen

- Messprinzip: uneingeschränkt, mit oder ohne Senseleitung

2. Kabelwiderstandssimulator

- Widerstände: 0 – 50,3 Ω

- Fühler: zwei Schalter zur Unterbrechung der Senseleitungen

3. Elektrischer Lastwiderstand zur Simulation des Innenwiderstands mehrerer parallel geschalteter DMS-Wägezellen

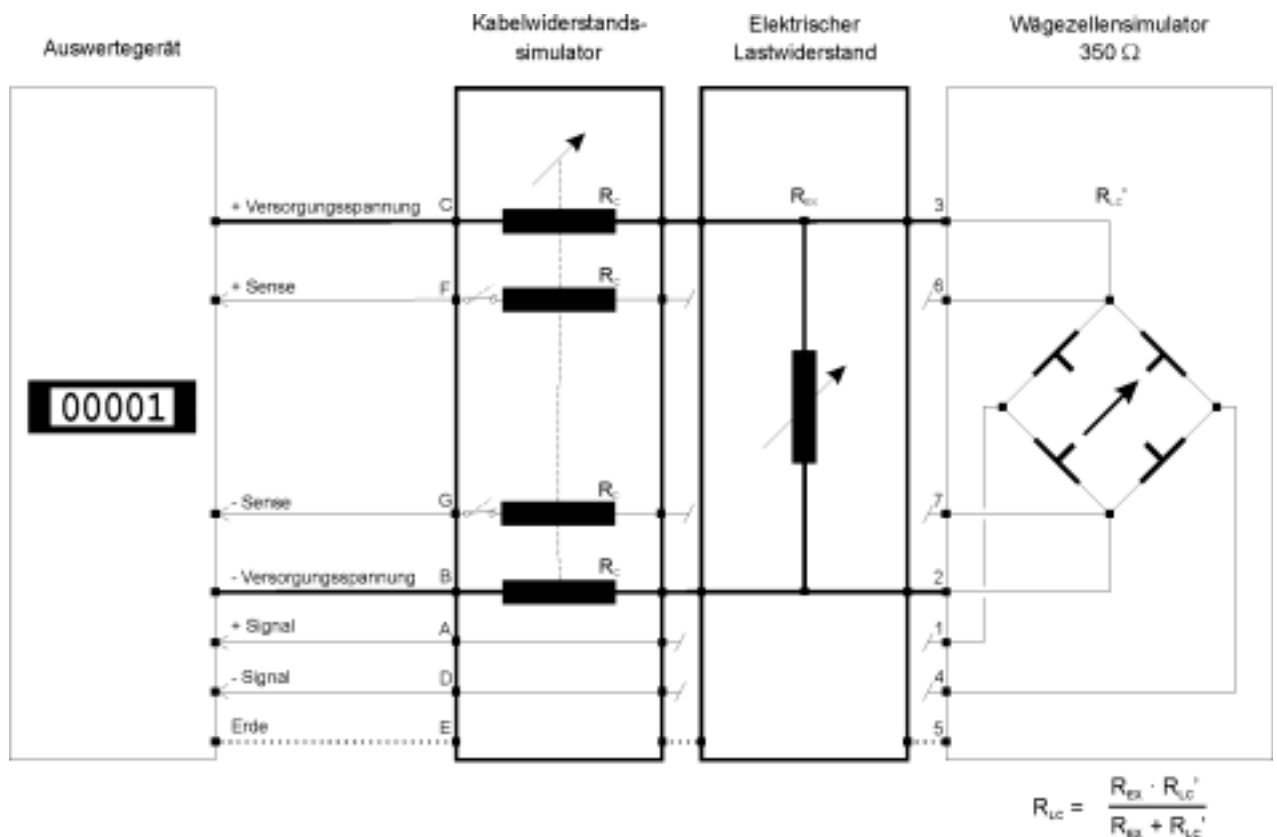
- elektrische Last: entspricht 1 – 12 parallel geschalteten Wägezellen à 350 Ω

4. Wägezellensimulator oder Wägezelle

- Impedanz: 350 Ω

Messunsicherheit: zu spezifizieren

Prüfaufbau:



Widerstandswerte:

Position	R _c (Ω)
0	0
1	0.34
2	1.13
3	1.93
4	5.26
5	10
6	20
7	33.3
8	50.3

Pos.	R _{ex} (Ω)	R _{lc} (Ω)	Anzahl der Wägezellen
1	Open	350	1
2	350	175	2
3	117	87.5	4
4	73	60	6
5	51	44	8
6	39	35	10
7	32	29	12

2 Prüfverfahren

Vorbereitung

Das Messgerät und der Prüfaufbau ergeben sich aus Abschnitt 1.

Die Verdrahtung sollte nach dem gezeigten Beispiel vorgenommen werden.

Stellen Sie das Auswertegerät auf hohe Auflösung ein, möglichst auf $d = e/10$.

Das Auswertegerät muss auf das spezifizierte Minimum $\mu\text{V}/e$ eingestellt werden.

Warten Sie das Anwärmen des Gerätes ab, bis eine stabile Anzeige erfolgt.

Berechnen Sie $E_{\text{Kabel}'}_{\text{max}}$ aus dem Ergebnis der am Gerät durchgeführten Temperaturprüfung.

Tragen Sie den Wert in angemessener Form, wie auf den folgenden Seiten dargestellt, ein.

Eine Wägezelle:

2.1 Wählen Sie: $R_{\text{ex}} = \text{Unendlich } \Omega$

2.2 Wählen Sie: $R_c = 0 \Omega$

2.3 Stellen Sie die Mindestlast am Wägezellensimulator ein (oder legen Sie sie auf die Wägezelle).

Notieren Sie die Anzeige I1. Tragen Sie den Wert in das Formular ein.

2.4 Legen Sie die Höchstlast auf. Notieren Sie die Anzeige I2.

2.5 Berechnen Sie den Kennwert $S1 = I2 - I1$.

2.6 Wählen Sie einen geeigneten Wert für den Leitungswiderstand R_c .

2.7 Wiederholen Sie die Punkte 2.3 bis 2.4.

Berechnen Sie die Anzeigespanne $S2 = I2 - I1$.

2.8 Berechnen Sie die Kennwertänderung $dS = S2 - S1$.

Berechnen Sie die [relative] Kennwertänderung in Prozent $dS\% = dS * 100 / S1$.

2.9 Berechnen Sie die auf den Widerstand bezogene Kennwertänderung Ω

$$S_x = dS\% / R_C.$$

2.10 Berechnen Sie den größten Kabelwiderstand:

$$R_{\text{Kabel}} = E_{\text{Kabel,max}} \cdot 5 / S_x [\Omega].$$

2.11 Berechnen Sie die Höchstlänge des Kabels:

$$l'_{\text{Kabel}} = q \cdot R_{\text{Kabel}} / 0,0169 [\text{m pro mm}^2].$$

2.12 Wählen Sie einen neuen R_C -Wert und wiederholen Sie die Punkte 2.7 bis 2.11.
Wählen Sie erneut einen neuen R_C -Wert und wiederholen Sie die Punkte 2.7 bis

2.11

2.13 Berechnen Sie den Mittelwert der Ablesungen. Wenden Sie dieses Ergebnis an.

Weitere Wägezellen:

2.14 Wählen Sie: R_{ex} = Maximale Anzahl der Wägezellen, falls vorhanden.

2.15 Wiederholen Sie die Punkte 2.2 bis 2.13.

2.16 Tragen Sie alle Messergebnisse in die folgende Tabelle ein und benutzen Sie zur Auswertung einen PC.

Prüfung der Wägezellenschnittstelle des Auswertegerätes

Bezug: WELMEC 2.1 Leitfaden zur Prüfung von Auswertegeräten

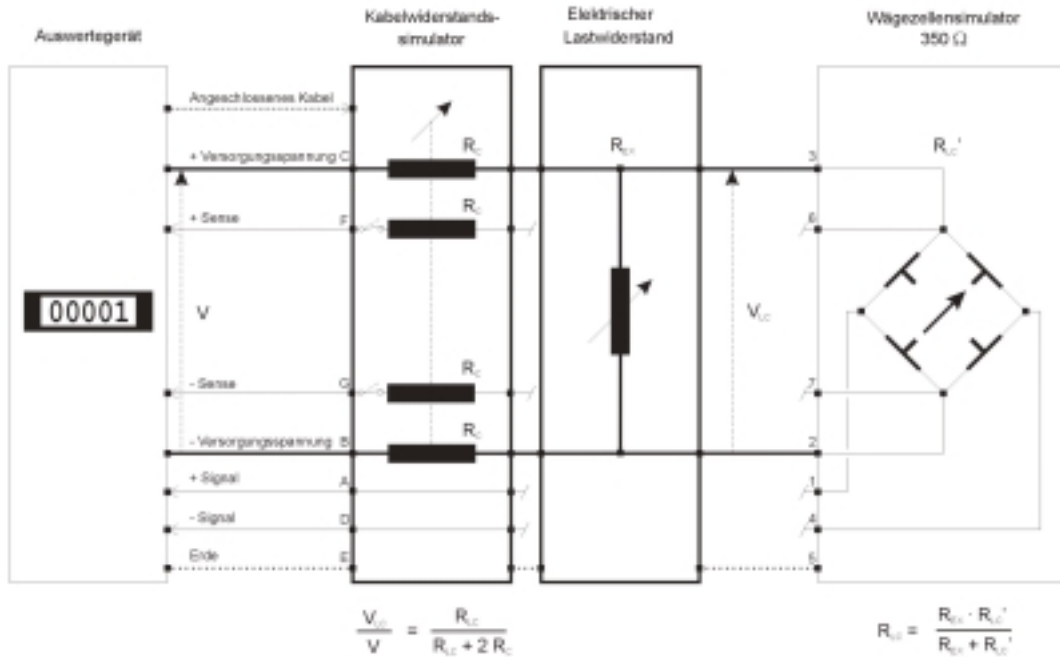
Art des Auswertegerätes	:		e		Digits
Genauigkeitsklasse	:		mpe		*e
Anwendung Nr.	:		n' max		Digits
Sense Funktion	:		pi (p'AWG)		*mpe
Empfindlichkeit (Anzeigespanne)	:		Es (Prüfung)		% pro 25K
Simulatorbereich	:		E _{Kabel'max}		% pr0 25K
Angeschlossenes Kabel	:		R _{ic'}		Ω
Ersatzlast	:		R _{ex}		Ω

Belastungs-impedanz	Messungen				Berechnung der Anzeigespanne					Maximalwert des Kabels	
	Leitung	Belastung	Anzeige		Kennwert		Änderung des Kennwertes			Widerstand	Länge
R _{ic}	R _c		I1	I2	S1	S2	dS	dS%	Sx	R _{Kabel}	I' _{Kabel}
Ω	Ω	% v. Bereich	Digits	Digits	Digits	Digits	Digits	%	%Ω	Ω	m/mm ²
							Mittelwert:				

Formeln:

$S1 = I2 - I1$	$E_{Kabel'max} = (pi * mpe * 100) / (n'_{max} * e) - E_s$
$ds = S2 - S1$	$R_{Kabel} = E_{Kabel'max} * 5 / S_x = \rho * I'_{Kabel} / q$
$ds\% = ds * 100 / S1$	$\rho = 0,0169$
$S_x = ds\% / dR_c$	$I'_{Kabel} = q * R_{Kabel} / 0,0169$
$dR_c = R_c - R_{c(kurz)}$	$q = \text{Querschnittsfläche einer Ader}$

Prüfaufbau: 6 Leitungen



Bemerkungen:
 Beobachter:
 Datum:

3 Hintergrund des Prüfverfahrens

Die gesamte Theorie beruht auf der Anwendung des Ergebnisses einer Temperaturprüfung der Waage.

3.1 Änderung des Kennwerts Es pro halbem Temperaturbereich

Dies kann wie folgt veranschaulicht werden:

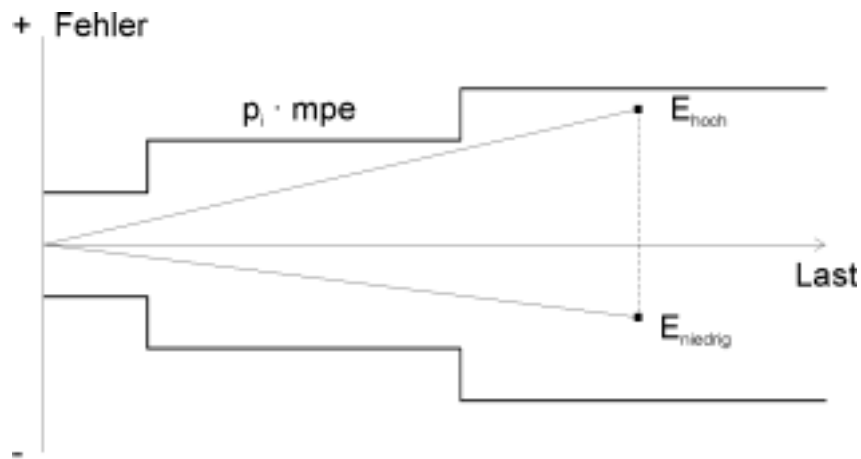


Abbildung 3.1a: Änderung des Kennwerts

E_{hoch} = Fehler des Kennwerts bei hoher Temperatur, T_{hoch}

E_{niedrig} = Fehler des Kennwerts bei niedriger Temperatur, T_{niedrig}

Die Änderung des Kennwerts Anzeigespanne E_{halb} pro halbem Temperaturbereich beträgt:

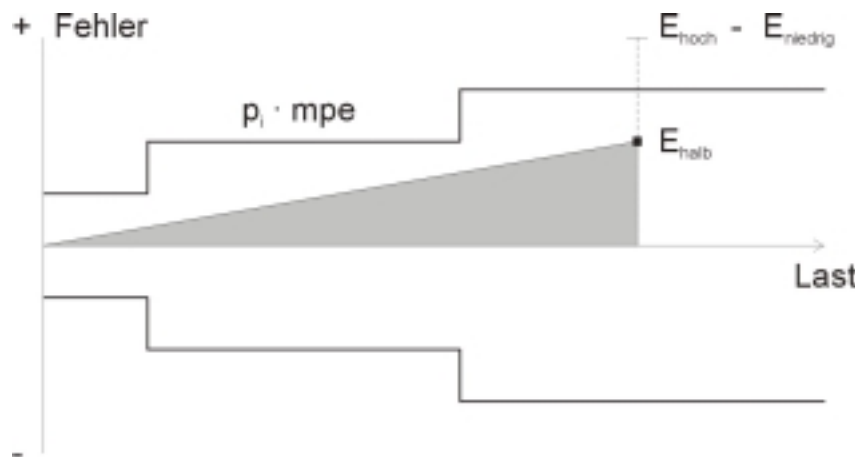


Abbildung 3.1b: Änderung der Kennwertes pro halbem Temperaturbereich

$$E_{\text{halb}} = \frac{E_{\text{hoch}} - E_{\text{niedrig}}}{2}$$

Bei einem Temperaturbereich von 50 K beträgt die Änderung des Kennwerts pro halbem Temperaturbereich

$$E_{25} = \frac{E_{\text{hoch}} - E_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} \cdot 25 \quad (\text{Änderung des Kennwerts pro 25 K})$$

In % ausgedrückt gilt folgendes:

$$E_{\text{halb}} \% = \frac{E_{\text{halb}} \cdot 100}{\text{Last}} \%$$

$$E_{25} \% = \frac{E_{25} \cdot 100}{\text{Last}} \%$$

Nachfolgend werden $E_{\text{halb}}\%$ und $E_{25}\%$ aus Zweckmäßigkeitsgründen gemeinsam unter dem Begriff E_s betrachtet.

3.2 Größter Fehler E_{max} des Auswertegerätes, einschließlich Kabel zum Klemmenkasten für die Wägezellen

Da die Kennwertänderung als numerischer Wert angesehen wird, braucht nur der numerische Teil der Fehlergrenzen-Hüllkurve gezeichnet zu werden.

$$E_{\text{max}} = \frac{p_i \cdot mpe \cdot 100}{\text{Last}_{\text{max}}} \% = \frac{p_i \cdot mpe \cdot 100}{n_{\text{max}} \cdot e} \% \quad [3.2]$$

3.3 Größter Fehler E_{Kabel} der dem Kabel zwischen Auswertegerät und Abzweigkasten für die Wägezellen zugeordnet wird

Es gibt zwei Möglichkeiten, E_{Kabel} zu berechnen. Entweder man verwendet die algebraische Summe (ungünstigster Fall) oder die geometrische Summe (die Quadratwurzel der Summe der Quadrate).

Bei dieser Methode wird die algebraische Summe, wie in Abbildung 3 gezeigt, angewendet, und zwar aus folgendem Grund:

Das Kabel kann laut T.2.2 der OIML R76 kein eigenständiges Modul sein, da es keine spezifische Funktion ausübt, die getrennt geeicht werden kann. Bruchteile von Fehlergrenzen sollten daher nicht auf einzelne Kabel angewandt werden. Der Grund ist, dass das Kabel ein wesentlicher Teil des Auswertegerätes ist und Teil der Messkette ist, die durch ein anderes Modul, die Wägezelle, abgeschlossen wird.

Die Wägezelle ist ein eigenständiges Modul und Auswertegerät und Kabel sind ein anderes Modul.

Demnach ist die geometrische Summe nicht auf das Auswertegerät und das Kabel als eigenständige Module anwendbar.

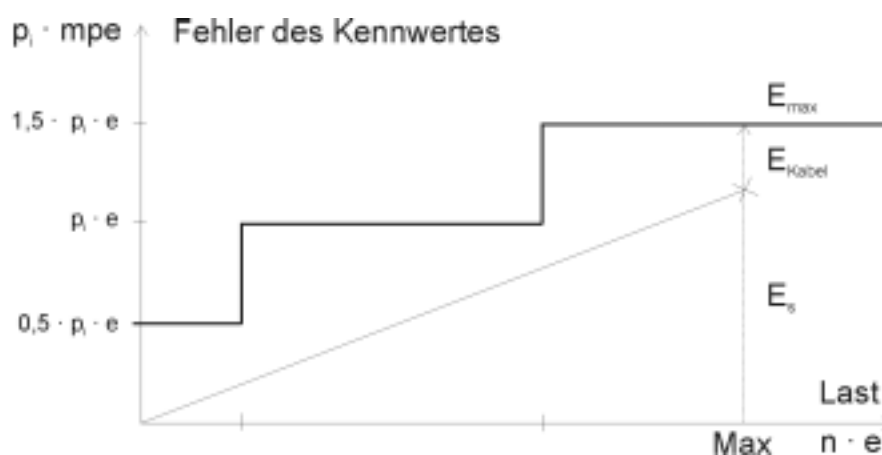


Abbildung 3.3 E'_{Kabel}

$$E_s + E_{\text{Kabel}} \leq E_{\text{max}}$$

$$E_{\text{Kabel}} \leq \frac{p_i \cdot mpe \cdot 100}{n \cdot e} - E_s$$

$$E_{\text{Kabel' max}} \leq \frac{p_i \cdot mpe \cdot 100}{n_{\text{max}} \cdot e} - E_s [\%] \quad [3.3]$$

Es wird darauf hingewiesen, dass der Fehleranteil p_i für das Auswertegerät zusammen mit dem Kabel gilt.

3.4 Formeln zur Reduzierung von n_{\max} , falls erforderlich

Wenn

$$E_s = \frac{p_i \cdot mpe \cdot 100}{n_{\max} \cdot e}$$

dann könnte es erforderlich sein, n_{\max} zu reduzieren, um Platz für E_{Kabel} zu schaffen.

Bei der Reduzierung von n_{\max} treten manchmal prinzipielle Probleme auf; dies ist auf die Stufen in der Fehlergrenzen-Hüllkurve zurückzuführen und auf die Tatsache, dass die Kurve der Kennwertänderung „ E_s “ eine Gerade ist.

Abbildung 3.4 zeigt eine Methode zur Überwindung dieses Problems bei Waagen der Genauigkeitsklasse III.

Für andere Genauigkeitsklassen kann entsprechend vorgegangen werden.

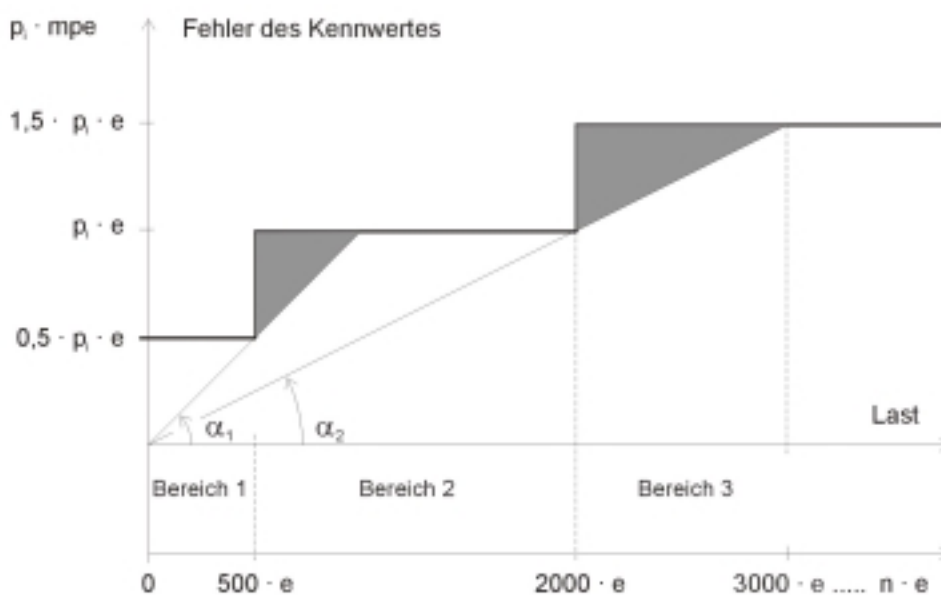


Abbildung 3.4 Reduzierung von n_{\max} bei Genauigkeitsklasse III

$E_s + E_{\text{Kabel}}$ kann als Gleichung einer Geraden wie folgt ausgedrückt werden:

$$\tan \alpha = \frac{p_i \cdot mpe}{\text{Last}} \cdot 100 \% = E_s + E_{\text{Kabel}}$$

Dadurch können die Bedingungen für $E_s + E_{\text{Kabel}}$ durch die nachstehenden Formeln gefunden werden, bei der die schraffierten Felder aus Abbildung 3.4 ausgelassen werden.

Dies ist auf die Art der Anzeigespanne zurückzuführen, die in der Regel wie eine Gerade aussieht.

Bereich 1:

$$\tan \alpha_1 = \frac{0,5 \cdot p_i \cdot e}{500 \cdot e} \cdot 100 \% = p_i \cdot 0,1 [\%]$$

$$\text{Wenn } \tan \alpha \geq \tan \alpha_1, \text{ dann ist } n_{\max 1} = \frac{50 \cdot p_i}{E_s + E_{\text{Kabel}}}$$

Bereich 2:

$$\tan \alpha_2 = \frac{p_i \cdot e}{2000 \cdot e} \cdot 100 \% = p_i \cdot 0,05 [\%]$$

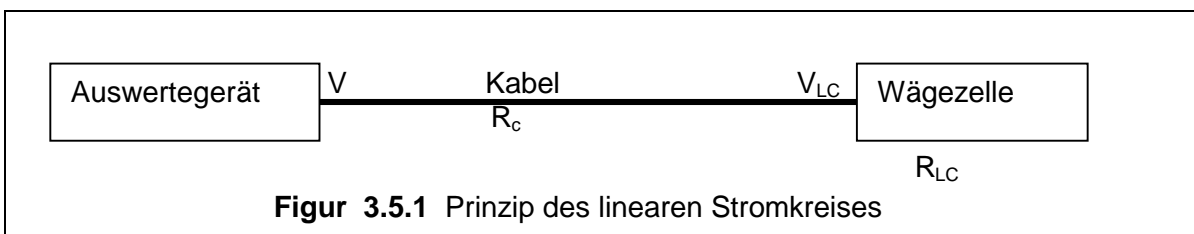
$$\text{Wenn } \tan \alpha_1 > \tan \alpha > \tan \alpha_2, \text{ dann ist } n_{\max 2} = \frac{100 \cdot p_i}{E_s + E_{\text{Kabel}}}$$

Bereich 3:

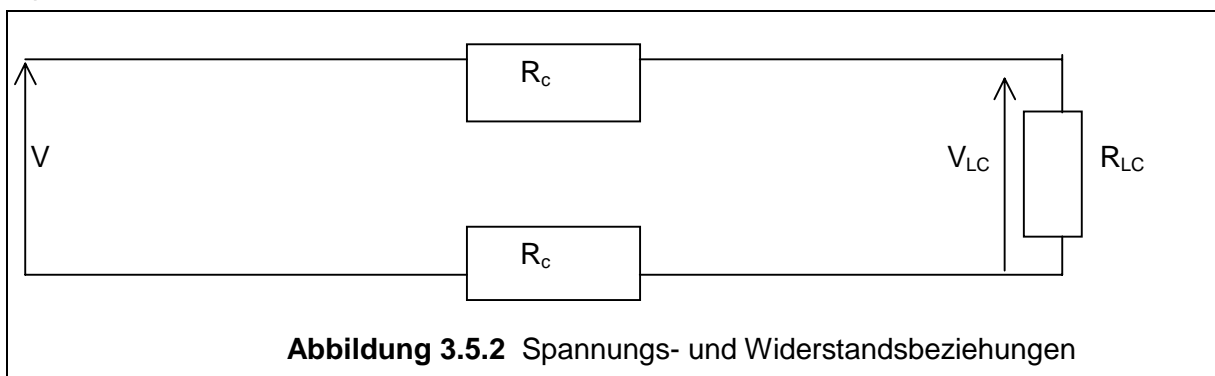
$$\text{Wenn } \tan \alpha < \tan \alpha_2, \text{ dann ist } n_{\max 3} = \frac{150 \cdot p_i}{E_s + E_{\text{Kabel}}}$$

3.5 Widerstandsbedingungen in einem linearen Stromkreis

Der Messstromkreis vom Auswertegerät zur Wägezelle kann wie folgt dargestellt werden:



- V : Speisespannung
- V_{LC} : Speisespannung an der Wägezelle
- R_c : Widerstand eines Leiters [Ohm] im Kabel
- l : Kabellänge
- q : Querschnitt eines Leiters [mm²] im Kabel



$$\frac{V_{LC}}{V} = \frac{R_{LC}}{R_{LC} + 2 \cdot R_c}$$

Der Widerstand eines Leiters beträgt:

$$R_c = \frac{\rho \cdot l}{q}$$

Der spezifische Widerstand von Kupfer bei 20 °C beträgt: $\rho_{20} = 0,0169 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$

Die temperaturabhängige Änderung des Widerstandes beträgt:

$$R_t = R_{20} (1 + \alpha (t - 20^\circ\text{C})), \text{ wobei } \alpha \text{ in etwa } 4 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C} \text{ ist}$$

Wenn das Auswertegerät in einem Innenraum und die Wägezelle im Freien aufgestellt wird, ist das Außenkabel Temperaturschwankungen ausgesetzt, die den Widerstand der Leiter im Kabel beeinflussen.

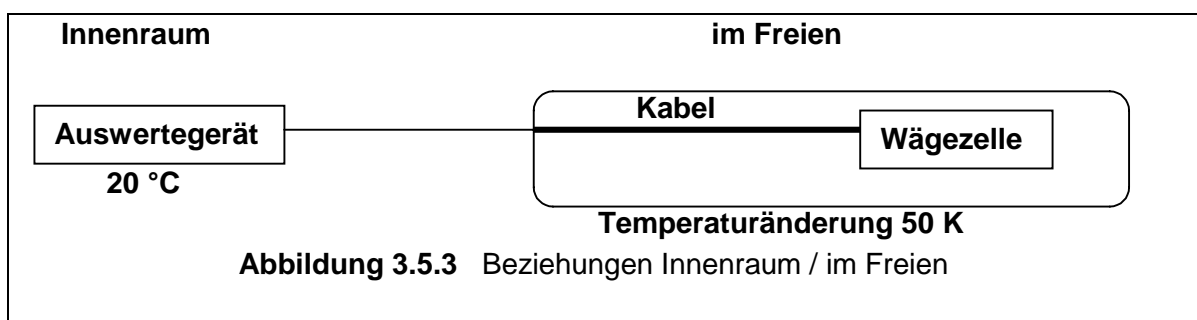
In OIML R 76, Abschnitt 3.9.2.1 wird Folgendes festgelegt.

„Trägt das Kennzeichnungsschild einer WAAGE keine besonderen Angaben über die Betriebstemperatur, so müssen die messtechnischen Eigenschaften der WAAGE innerhalb folgender Temperaturgrenzen eingehalten werden:

$$- 10 \text{ } ^\circ\text{C}, + 40 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Da das Kabel als wesentlicher Bestandteil des Gerätes angesehen wird, gilt diese Anforderung auch für das Kabel und kann aus praktischen Gründen wie folgt angegeben werden:

Temperaturbereich: $20 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ wie in der folgenden Abbildung 3.5.3 gezeigt.



Der Widerstand beträgt bei Temperaturänderungen um $\pm 25 \text{ K}$ angenähert

$$R_{\Delta} = R_{20} \cdot (1 \pm 4 \cdot 10^{-3} \cdot 25)$$

$$R_{\Delta} = R_{20} \cdot (1 \pm 0,1), \quad [3.5.1]$$

und $\frac{V_{LC}}{V}$ weist bei $\pm 25 \text{ K}$ Temperaturänderung diese Werte

$$\left(\frac{V_{LC}}{V}\right)_{25} = \frac{R_{LC}}{R_{LC} + 2 \cdot R_C \cdot (1 \pm 0,1)} \quad \text{auf.}$$

Die relative Änderung von $\frac{V_{LC}}{V}$ pro 25 K beträgt:

$$/V_C / = \frac{\frac{V_{LC}}{V} - \left(\frac{V_{LC}}{V}\right)_{25}}{\frac{V_{LC}}{V}} \cdot 100 [\%]$$

Wenn $V_C = E_{\text{Kabel' max}}$ eingesetzt wird (siehe [3.3]), ergibt sich der maximal zulässige Widerstand eines Leiters im Kabel zu:

$$R_C = R_{LC} \cdot \frac{E_{\text{Kabel' max}}}{20 - E_{\text{Kabel' max}} \cdot (2 \pm 0,2)} \quad [\Omega] \quad [3.5.2]$$

Der \pm Wert in der Formel entspricht entweder einer ansteigenden oder einer abnehmenden Temperaturänderung. Da

$$R_C = \frac{\rho \cdot l}{q},$$

ergibt sich die obere Grenze der spezifischen Kabellänge zwischen dem Auswertegerät und dem Klemmenkasten zu:

$$l_{\text{Kabel}} = q \cdot \frac{R_{LC} \cdot E_{\text{Kabel' max}}}{\rho \cdot (20 - E_{\text{Kabel' max}} \cdot (2 \pm 0,2))} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{mm}^2} \right] \quad [3.5.3]$$

3.6 Größter Widerstand der einzelnen Kabeladern

Für den ungünstigsten Fall kann die Formel [3.5.2] wie folgt ausgedrückt werden:

$$R_{C' \text{ max}} = R_{LC} \cdot \frac{E_{\text{Kabel' max}}}{20 - (1,8 \cdot E_{\text{Kabel' max}})} \quad [\Omega] \quad [3.6]$$

3.7 Größte Länge des Wägezellenkabels

Die größte spezifischen Länge des Kabels zwischen dem Auswertegerät und einem Verbindungskasten für eine oder mehr Wägezellen kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$l_{\text{Kabel' max}} = q \cdot \frac{R_{LC} \cdot E_{\text{Kabel' max}}}{\rho \cdot (20 - (1,8 \cdot E_{\text{Kabel' max}}))} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{mm}^2} \right] \quad [3.7]$$

3.8 Für das Prüfverfahren geltende Formeln

3.8.1 Kennwert S1

Das Prüfverfahren basiert auf der Messung der Anzeige I1 bei Mindestlast und der Anzeige I2 bei Höchstlast.

Diese Messungen werden mit $R_C = 0 \Omega$ durchgeführt.

Dann wird der Kennwert $S1 = I2 - I1$ berechnet. [3.8.1]

3.8.2 Kennwert S2

Hiernach wird eine neue Messreihe mit einem Kabelwiderstand von $R_C = dR_C$ durchgeführt.

Der Kennwert $S2 = I2 - I1$ wird wieder berechnet. [3.8.2]

3.8.3 Änderung dS und dS% des Kennwerts

Dann wird die Änderung $dS = S2 - S1$ des Kennwerts berechnet und

die prozentuale Kennwertänderung $dS\% = 100 * dS/dS1$ [3.8.3]

3.8.4 Kennwertänderung S_x in % pro Ω

Sie berechnet sich wie folgt:

$S_x = dS\% / dR_C$ [% pro Ω]. [3.8.4]

Dies ist ein Maß für die Empfindlichkeit des Auswertegerätes gegenüber dem Kabelwiderstand.

3.8.5 Größter Kabelwiderstand R_{Kabel}

Aus [3.5.1] ergibt sich, dass der Widerstand im Kabel um ca. 10 % pro 25 K variieren wird.

S_x wird proportional variieren; dies kann wie folgt angegeben werden:

$$S_{x25} \approx S_x * 0,1 \text{ [% pro } \Omega \text{ pro 25 K]}$$

Da angenommen wird, dass eine Änderung des Drahtwiderstandes in einem linearen Stromkreis eine proportionale Änderung des Kennwerts ergibt, kann dies wie folgt angegeben werden:

$$S_{X25} \cdot R_{\text{Kabel}}$$

Dies entspricht E_{Kabel} .

E_{Kabel} kann wie in Abschnitt 3.3 angegeben bestimmt werden.

Danach kann folgendes angesetzt werden:

$$E_{\text{Kabel}'\text{max}} = S_{X25} \cdot 2 \cdot R_c$$

$$R_{\text{Kabel}} = E_{\text{Kabel}'\text{max}} \cdot \frac{1}{2 \cdot S_{X25}}$$

$$R_{\text{Kabel}} \approx E_{\text{Kabel}'\text{max}} \cdot \frac{1}{2 \cdot 0,1 \cdot S_X} \quad [\Omega]$$

Größter Kabelwiderstand $E_{\text{Kabel}} \approx E_{\text{Kabel}'\text{max}} \cdot 5 / S_X \quad [\Omega]$ [3.8.5]
--

3.8.6 Größte Kabellänge l'_{Kabel}

Da $R_{\text{Kabel}} = \frac{\rho \cdot l}{q}$ und $\rho \approx 0,0169 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ sind, gilt folgendes

$$\text{Maximale Kabellänge } l'_{\text{Kabel}} \approx q \cdot \frac{R_{\text{Kabel}}}{0,0169 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}}$$

[3.8.6]

3.8.7 Anwendungsbereich

Das Prüfverfahren ist für elektronische Waagen mit und ohne Sense-Leitungen geeignet.

Anhang 6

Rechner als Auswertegerät

Die Tabelle zeigt, welche Prüfungen und Unterlagen erforderlich sind, wenn ein Personal-Computer (Rechner) als Auswertegerät für ein Wägesystem verwendet wird

Nr.	Kategorie	Prüfungen	Bezug	Dokumentation	Bezug	Bemerkungen
1	PC als Modul, Primäranzeige auf dem Bildschirm - ADU auf PC-Platine ohne Abschirmung (offenes Gerät) - Stromversorgung vom PC	ADU und PC als Einheit: - nach WELMEC 2.1 - PC für höchste Leistungsaufnahme ausgerüstet	WELMEC 2.5 Nr. 5.2 Absatz 1	ADU: ausführlich PC: ausführlich	WELMEC 2.1 WELMEC 2.5 Nr. 5.2 Absatz 7	Einflüsse auf ADU vom PC möglich (Temperatur, EMV).
2	PC als Modul, Primäranzeige auf dem Bildschirm - ADU auf PC-Platine mit Abschirmung (geschlossenes Gerät) - Stromversorgung vom PC	ADU und PC als Einheit: - nach WELMEC 2.1 - PC für höchste Leistungsaufnahme ausgerüstet	WELMEC 2.5 Nr. 5.2 Absatz 1	ADU: ausführlich PC-Stromversorgung : ausführlich Andere Teile: allgemein	WELMEC 2.1 WELMEC 2.5 Nr. 5.2 Absatz 7	Einflüsse auf ADU vom PC möglich (Temperatur, EMV) Neue EMV-Prüfungen nach WELMEC 2.5 Nr. 3.3 an PC nur, wenn die Stromversorgung geändert wurde, sonst CE-Kennzeichnung ausreichend.
3	PC als rein digitales Modul - Primäranzeige auf dem Bildschirm - ADU außerhalb des PCs in separatem Gehäuse - Stromversorgung vom PC	ADU: - nach WELMEC 2.1 PC: - nach WELMEC 2.5 Nr. 3.3	WELMEC 2.5 Nr. 5.2 Absatz 2	ADU: ausführlich PC-Stromversorgung : ausführlich Andere Teile: allgemein	WELMEC 2.1 WELMEC 2.5 Nr. 5.2 Absatz 7	Einflüsse auf ADU vom PC möglich (EMV) Neue EMV-Prüfungen nach WELMEC 2.5 Nr. 3.3 an PC nur, wenn die Stromversorgung geändert wurde, sonst CE-Kennzeichnung ausreichend.
4	PC als rein digitales Modul - Primäranzeige auf dem	ADU: - nach WELMEC 2.1	WELMEC 2.5 Nr. 5.2	ADU: ausführlich PC: keine	WELMEC 2.1 WELMEC	Einflüsse auf ADU vom PC nicht

	Bildschirm - ADU außerhalb des PCs in separatem Gehäuse - Separate Stromversorgung für ADU	PC: - keine, CE-Kennzeichnung reicht aus	Absatz 2		2.5 Nr. 5.2 Absatz 7	möglich. CE-Kennzeichnung ausreichend.
5	PC als rein digitales Zusatzgerät	PC: - keine, CE-Kennzeichnung ausreichend	WELMEC 2.5 Nr. 5.1	PC: keine	WELMEC 2.5 Nr. 5.1	PC: keine, CE-Kennzeichnung ausreichend.

ADU = Analog-Digital-Umsetzer

Dokumentation: Ausführlich: Gehäuse, Blockdiagramm, Stromlaufplan, Schaltungsanordnungen, Beschreibungen usw.
Allgemein: Gehäuse, Beschreibung

Überarbeitungen dieses Leitfadens

(Änderungen an Ausgaben 1 und 2 nicht aufgeführt)

Ausgabe	Datum	Bedeutende Änderungen
3	Februar 2001	<p>Hinzufügung der Tabelle in Anhang 6 „Rechner als Auswertegerät“</p> <p>Hinzufügung des Hinweises auf die größte Kabellänge in Anhang 4, Abschnitt „Beschreibender Anhang zu Prüfschein-Nr.... „Technische Daten.“</p>
4	August 2001	<p>Hinzufügung des Satzes in Anhang 5, Teil 2 „Vorbereitung“ bezüglich des spezifizierten Mindestwertes von $\mu\text{V/e}$.</p> <p>Streichung eines Absatzes aus Abschnitt 5.1, da doppelt in Abschnitt 4.7.</p> <p>Hinweis auf Streichung von „Kalibrierung“ aus Abschnitt 4.4.</p> <p>Korrektur der Gleichung für V_{LC}/V in Anhang 5, Abschnitt 3.5.</p> <p>Hinzufügung dieses Abschnittes über Überarbeitungen</p>