



Grundlagen der metrologischen Rückführung

Marc Renz, Qualitätsmanager, esz AG calibration & metrology



Was ist Kalibrieren?

Was ist Rückführung?

Kalibrieren bedeutet das Bestimmen und Dokumentieren der Abweichung der Anzeige eines Messgerätes (oder des angegebenen Wertes einer Maßverkörperung) vom konventionell richtigen Wert der Messgröße.

- **Kalibrieren** bedeutet **Vergleichen**

Der Begriff **Rückführung** beschreibt einen Vorgang, durch den die Anzeige eines Messgerätes (oder eine Maßverkörperung) in einer Stufe oder in mehreren Stufen mit einem nationalen Normal für die betreffende Messgröße verglichen werden kann.

- **Rückführen** bedeutet **Vergleichskette**

Wie funktioniert Rückführung (DAkkS-DKD 4)

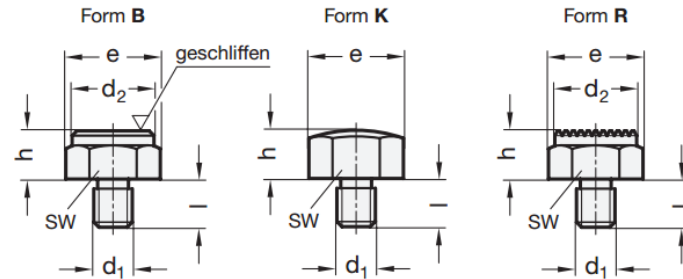
Elemente der Rückführung

- Ununterbrochene Kette von Vergleichen
- Messunsicherheit
- Dokumentation
- Kompetenz
- Bezug auf SI-Einheiten
- Nachkalibrierungen

Warum Rückführen?

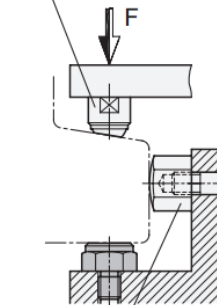
- Ersatzteile
- Zulieferer
- Mehrere Produktionsstandorte
- Vorschriften und Gesetze (ISO 9001, ISO 17025)
- Haftung

Beispiel: Mutter und Schraube



Anwendungsbeispiel

Pendelelement GN 709.1



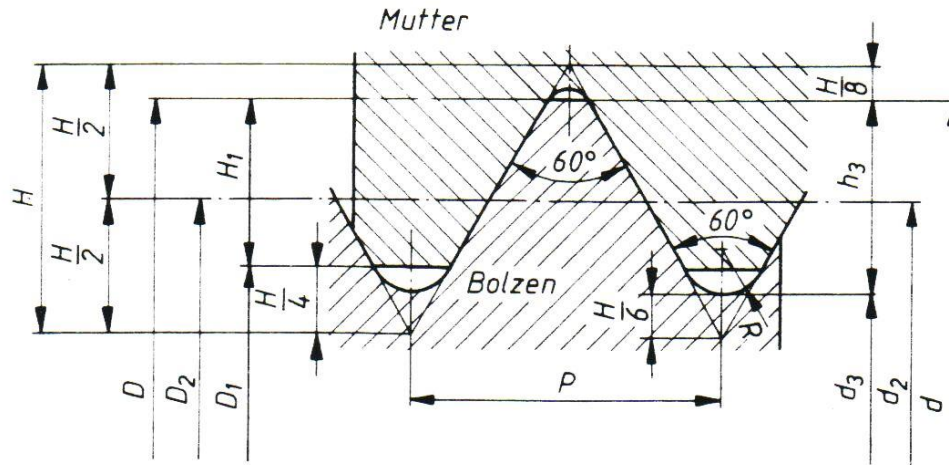
Positionierelement
GN 409.2



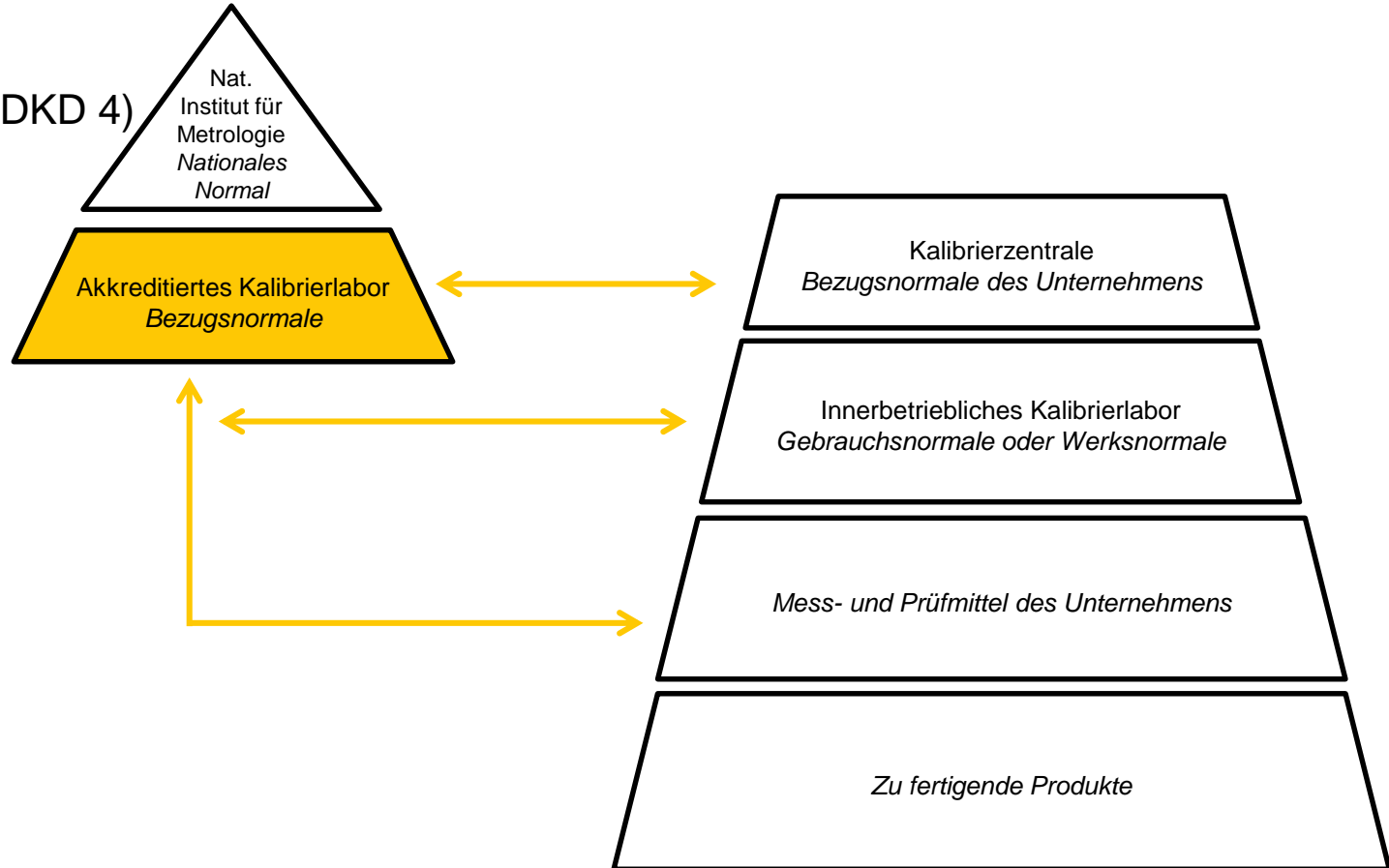
3 Form

- B** Druckfläche plan
- K** Druckfläche gewölbt
- R** Druckfläche geriffelt

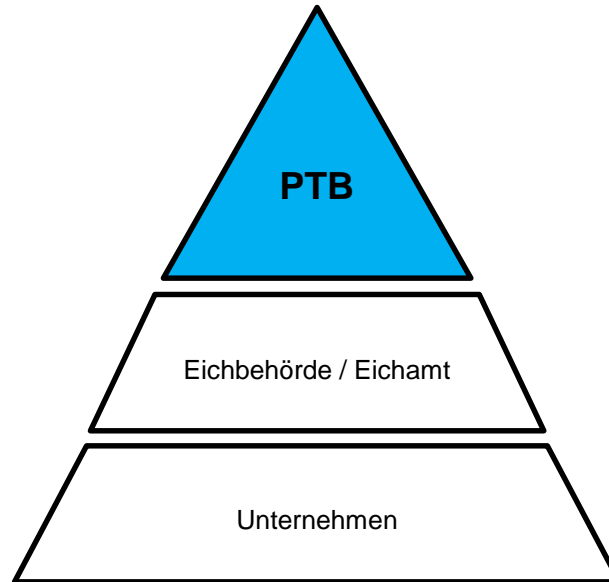
Beispiel: Mutter und Schraube



Kalibrierhierarchie (DKD 4)



Gesetzliches Messwesen



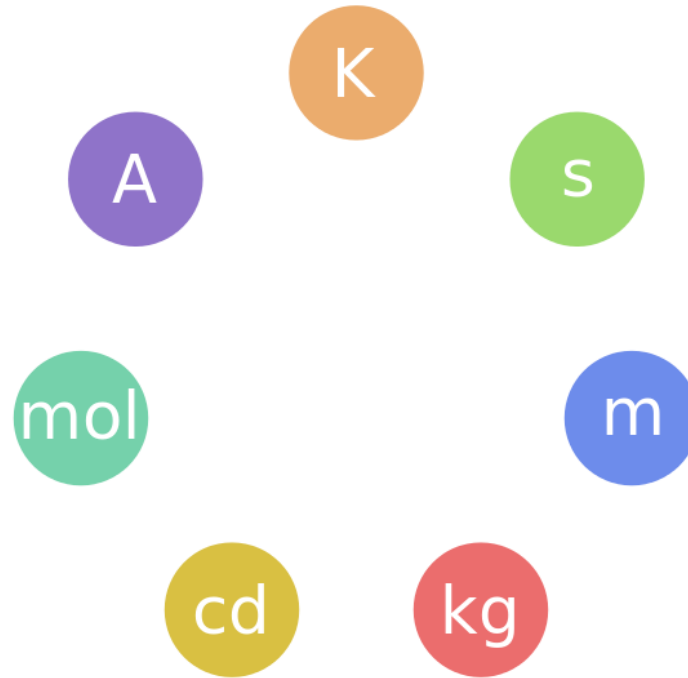
ISO 9001- Messtechnische Rückführbarkeit

- Unternehmen müssen selber festlegen, ob messtechnische Rückführung nötig ist.
- Kriterium : Wesentlicher Beitrag zur Schaffung von Vertrauen in die Gültigkeit der Messergebnisse.
- Geräte müssen regelmäßig kalibriert und / oder verifiziert werden. Sie müssen rückführbar auf internationale oder nationale Normale sein.

ISO 17025 – Messtechnische Rückführung

Bei Kalibrierlaboratorien muss das Programm für die Kalibrierung von Einrichtungen so entwickelt und durchgeführt werden, dass sichergestellt wird, dass die von dem Laboratorium durchgeführten Kalibrierungen und Messungen auf die SI-Einheiten (SI = Internationales Einheitensystem) rückgeführt sind.

Rückführung auf SI-Einheiten



SI-Einheiten am Beispiel Urkilogramm

Vorteile:

- „einfach“
- Anschaulich

Nachteile:

- veränderlich



SI-Einheiten am Beispiel 1 Ampere

Stärke eines konstanten elektrischen Stromes, der, durch zwei parallele, geradlinige, unendlich lange und im Vakuum im Abstand von 1 Meter voneinander angeordnete Leiter von vernachlässigbar kleinem, kreisförmigem Querschnitt fließend, zwischen diesen Leitern pro Meter Leiterlänge die Kraft $2 \cdot 10^{-7}$ Newton hervorrufen würde.

Vorteile:

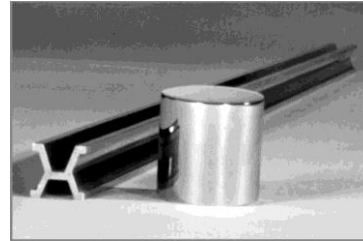
- unveränderlich

Nachteile:

- „unpraktisch“/abstrakt

SI-Einheiten am Beispiel 1 Meter

Früher: Urmeter vergleichbar Urkilogramm



Quelle : ipf.uni-stuttgart.de

Jetzt:

Länge der Strecke, die das Licht im Vakuum während der Dauer von $1 / 299\,792\,458$ Sekunde zurücklegt.

Beispiel Rückführung

Handmultimeter (Techniker im Feld)



Kalibrator (hausinternes Kalibrierlabor,
muss nicht zwingend akkreditiert sein)



esz AG (akkreditiertes Kalibrierlabor)

Hier endet die Rückführungspflicht

Beispiel esz AG



HV-Teiler



Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
000059	Elabo 2GA27 94-8A	Hochspannungsmessgerät	D-K-15019-01-00	000059-07	2016-03	2018-03
000194	Hewlett Packard 3458A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	000194-11	2015-09	2016-09
000212	Fluke 5500A	Kalibrator	D-K-15019-01-00	000212-09	2016-03	2017-03
000925	Heinzinger HNCs 30000-1 ump.	Hochspannungsgenerator	D-K-15019-01-00	000925-05	2015-04	2017-04



HV-Generator

Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
006396	Hewlett Packard 974A / Fluke 80K-40	Hochspannungsmessgerät	P118257-DMSI-1	006396-02	2013-11	2016-11



Rückführung in calibration expert - Beispiel: Kalibrator (Fluke 5520A)

Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
000002	Fluke 8508A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	000002-11	2018-02	2017-02
000141	Rohde & Schwarz NRV-Z51	HF-Leistungsmesskopf	D-K-15019-01-00	000141-05	2016-01	2019-01
000272	Hewlett Packard 3458A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	000272-10	2016-04	2017-04
000276	Fluke 9210/5901B-G	Fixpunktzelle	000262, 000788	000276-06	2015-07	2018-07
000288	Fluke 5700A	Kalibrator	D-K-15123-01-00	000288-09	2016-03	2017-03
000292	Burster 1282-0,1	Widerstand	000288, 000483, 001093	000292-03	2014-06	2016-06
000483	Fluke 5725A	Verstärker/Messverstärker	D-K-15123-01-00	000483-06	2016-03	2017-03
000831	Hewlett Packard 3458A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	000831-08	2015-09	2016-09
001093	Fluke 8508A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	001093-10	2016-02	2017-02
015516	Tektronix 80E01	Messkopf	PTB	015516-03	2018-01	2022-01
096894	Hewlett Packard 4284A	LCR-Messgerät	D-K-15019-01-00	096894-04	2016-01	2017-01
098008	Precision Test Systems GPS10eR	Frequenznormal	GPS	098008-06	2016-03	2016-06

Verwendete Hilfsmittel:

Hilfsmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
000165	Rohde & Schwarz NRVD	Grundgerät	D-K-15019-01-00	000165-07	2015-08	2016-08
000472	Fluke 1560/2580/2565	Temperaturanzeigegerät	D-K-15019-01-00	000472-08	2016-04	2017-04
000664	Philips FM6666	Frequenzzähler	D-K-15019-01-00	000664-07	2015-01	2017-01
006939	Time Electronics 8000	Widerstandsdekade				
021295	esz Ausgleichsleitungsset	TE-Ausgleichsleitung	D-K-15019-01-00	021295-05	2015-04	2016-04
100076	Agilent 50 Ω -Feedthrough	HF-Abschlusswiderstand				
119347	Tektronix CSA8000	Grundgerät	D-K-15019-01-00	119347-01	2016-03	2018-03

Anschluss an nationale / internationale Normale:

Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.
000262	Iso-Tech 935-14-95H	Temperaturfühler	D-K-15219-01-00-0208	000262-05
000788	Iso-Tech 935-14-13	Temperaturfühler	D-K-15219-01-00	000788-06
000288	Fluke 5700A	Kalibrator	D-K-15115-01-00-5083	000288-07
000483	Fluke 5725A	Verstärker/Messverstärker	D-K-15115-01-00-5084	000483-04
001093	Fluke 8508A	Digitalmultimeter	D-K-15115-01-00-5080	001093-06

Rückführung in calibration expert - Beispiel: Kalibrator Fluke 5700A

Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
000002	Fluke 8508A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	000002-11	2016-02	2017-02
000288	Fluke 5700A	Kalibrator	D-K-15123-01-00	000288-09	2016-03	2017-03
000613	Fluke 732A	Spannungsquelle	084248	000613-22	2016-04	2017-04
000893	Datum 9390-52054	Frequenznormal	GPS	000893-29	2016-03	2016-06
001093	Fluke 8508A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	001093-10	2016-02	2017-02
001651	Fluke 742A-1	Widerstand	D-K-15115-01-00-8990	001651-05	2014-08	2016-08
001661	Fluke 742A-10k	Widerstand	D-K-15115-01-00-8992	001661-06	2014-08	2016-08
056838	Fluke 5790A	Voltmeter	D-K-15123-01-00	056838-03	2016-01	2018-01

Verwendete Hilfsmittel:

Hilfsmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
000167	Philips PM6866	Frequenzzähler	D-K-15019-01-00	000167-07	2015-07	2017-07

Anschluss an nationale / internationale Normale:

Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.
084248	Supracon AC/DC Quantum Voltmeter	Spannungsquelle	PTB 084248-02	084248-02

Rückführung in calibration expert - Beispiel: Druckmessgerät

Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
081070	Wika CPC8000-21bar	Druckcontroller	D-K-15105-01-00	081070-02	2015-08	2016-08

DAkS-Merkblatt Rückführung (im Rahmen von Akkreditierungsverfahren 71 SD 0 005, Rev. 1.4)

- August 2016 in Kraft getreten
- Gilt im Rahmen von Akkreditierungsvorhaben
- Akkreditiertes Labor oder Rückführung nach Anhang
(nur in Ausnahmen oder falls keine Akkreditierung möglich)
- Eichscheine gelten nicht mehr ohne weiteres als Rückführungsnachweise!

DAkS-Merkblatt Rückführung

- Anleitung zur Akzeptanz nicht akkreditierter Scheine im Anhang
- Nicht akkreditierte Scheine werden nur akzeptiert wenn
 - es kein akkreditiertes Labor gibt
 - es keine Akkreditierung gibt

DAkkS-Merkblatt Rückführung

Kriterien für nichtakkreditierte Scheine laut Anhang

1. Validierte Verfahren
2. Messunsicherheiten
3. „Geeignete“ Einrichtungen, dokumentierte Rückführung
4. Ringvergleiche
5. Kompetentes Personal (Schulungsnachweise)
6. Eignung der Räumlichkeiten
7. Interne Audits
8. Vor-Ort Begutachtung

DAkkS-Merkblatt Rückführung

1. Validierte Verfahren

Temperatursimulation oder -anzeige gemäß DKD-R 5-5 anhand der Pt100-Grundwerte der DIN 60751

DAkS-Merkblatt Rückführung

2. Messunsicherheiten

Gleichspannung

Thermospannung, Kanal 1

Bereich	Bedingung	Kalibrierwert	Messwert	Spezifikation	Abweichung	%TOL	MU	Bem.
-115...+115mV	60057 HM	-115,0000 mV	-114,9980 mV	$\pm 0,004 \text{ mV} \pm 1 \text{ D}$	0,002 mV	49 %	0,0013 mV	

Vergleich DKD 4 Rückführung:

Die Messunsicherheit muss für jeden Schritt in der Kalibrierkette nach vereinbarten Methoden berechnet und so angegeben werden, dass die Gesamtunsicherheit für die gesamte Kette berechnet werden kann.

DAkkS-Merkblatt Rückführung

3. „Geeignete“ Einrichtungen, dokumentierte Rückführung

Verwendete Kalibriereinrichtungen:

Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
000002	Fluke 8508A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	000002-11	2016-02	2017-02
000276	Fluke 9210/5901B-G	Fixpunktzelle	000262, 000788	000276-07	2016-07	2017-07
000447	Hewlett Packard 3458A	Digitalmultimeter	D-K-15019-01-00	000447-07	2016-04	2017-04
083328	Fluke 5700A	Kalibrator	D-K-15019-01-00	083328-04	2015-09	2016-09

Verwendete Hilfsmittel:

Hilfsmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.	letzte Kal.	nächste Kal.
000422	Fluke 5500A	Kalibrator	D-K-15019-01-00	000422-09	2015-11	2016-11
060057	esz Test Leads (Low Thermal EMF)	Messkabel				
118921	TC Direct TE-Ausgleichsleitung Typ K	TE-Ausgleichsleitung	D-K-15019-01-00	118921-01	2016-02	2017-02

Anschluss an nationale / internationale Normale:

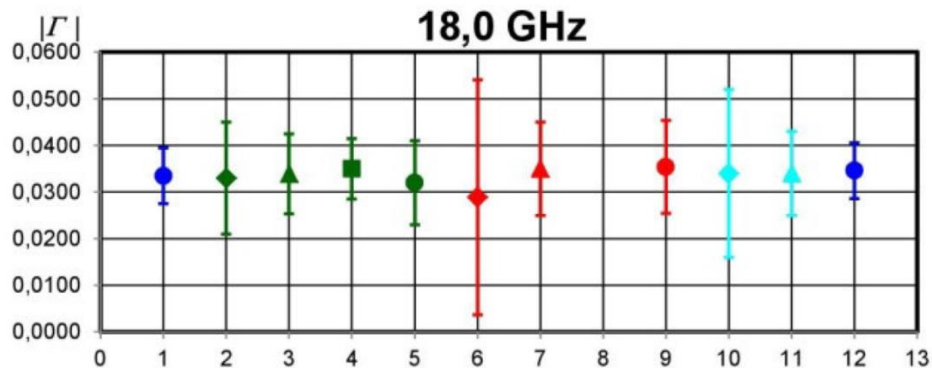
Prüfmittel	Hersteller Modellname	Gegenstand	Rückführung	Kal.-Nr.
000262	Iso-Tech 935-14-95H	Temperaturfühler	D-K-15219-01-00	000262-06
000788	Iso-Tech 935-14-13	Temperaturfühler	D-K-15219-01-00	000788-07

DAkS-Merkblatt Rückführung

4. Ringvergleiche

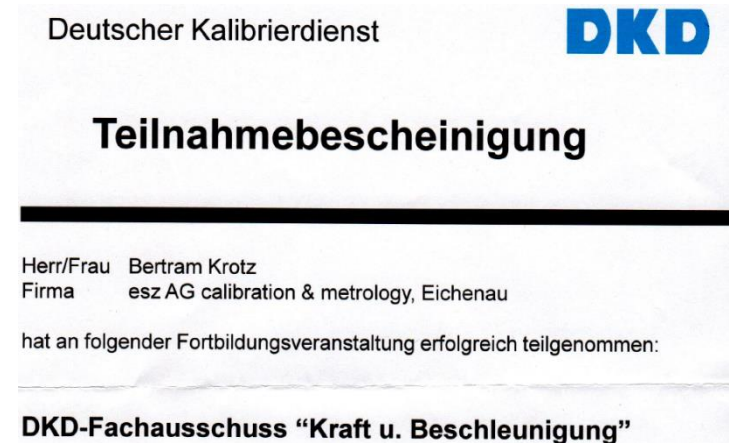
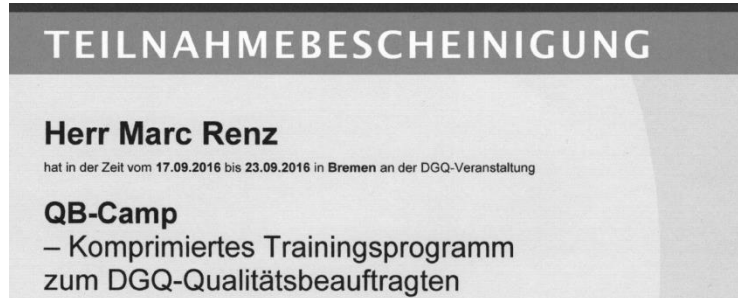
<p>Vergleichsbericht DKD-V 02.03 Draft B</p>	<p>Nationaler Ringvergleich HF-Dämpfung in den Konnektorsystemen N und 3,5mm bis 26,5 GHz</p>
--	---

März 2015 - September 2015



DAkkS-Merkblatt Rückführung

5. Kompetentes Personal (Schulungsnachweise)



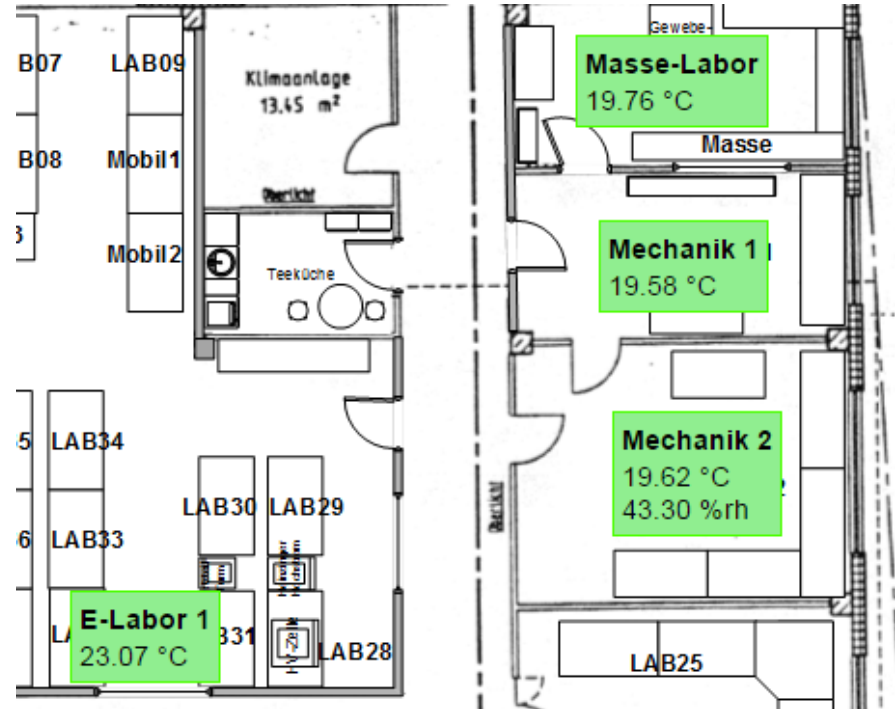
DAkkS-Merkblatt Rückführung

6. Eignung der Räumlichkeiten

Beispiele aus ISO 17025:

- Versorgungsquellen
- Lichtverhältnisse
- Umgebungsbedingungen
- Querkontamination ausschließen

- Festlegung & Überwachung



DAkkS-Merkblatt Rückführung

7. Interne Audits

- Der ausgebenden Stelle
- Einbeziehung der speziellen Kalibrierung

DAkkS-Merkblatt Rückführung

8. Vor-Ort Begutachtung

- Durch den DAkkS-Begutachter
- In der ausgebenden Stelle
- Begutachtung der Kalibrierung

Relevante Dokumente

- DAkkS-DKD 4 (71 SD 0 006)
- ISO 9001
- ISO 17025
- DAkkS Merkblatt
- ILAC:G2

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**