

Das Kalibrierintervall

Das Kalibrierintervall

Inhalt:

- 1 Kalibrierintervall - Definition und Faktoren
- 1 Kalibrierintervallberechnung ?
- 1 Wirtschaftlichkeit
- 1 Kalibrierintervallabschätzung auch dynamisch
- 1 Passive und aktive Referenznormale
- 1 Einsatz und Personal
- 1 Abschlußbetrachtung

Kleingedruckte Erläuterungen zum Haupttext ; Kalibrieren – Prüfen hier ähnlich betrachtet

Kalibrierintervall-Definition

Das Kalibrierintervall ist die Zeitdifferenz zwischen der Kalibrierung zum Zeitpunkt t_n und der folgenden Kalibrierung zum Zeitpunkt t_{n+1} . Zwischen diesen beiden Zeitpunkten befindet sich das Gerät im kalibrierten einsatzfähigen Zustand.



Das Kalibrierintervall muß vom Benutzer/Auftraggeber vorgegeben werden. Nur er hat die Verantwortung und kennt den Einsatz des Prüflings. Kalibrierstellen können Empfehlungen geben. Teilweise sind Intervalle vom Gesetzgeber bestimmt. (z.B. TÜV/VDE)

Die Intervalle liegen üblich zwischen 30 Tagen und 5 Jahren; vorherrschend ist der Einjahresrhythmus. Beim der TÜV Hauptuntersuchung bei Kraftwagen sind je nach Art (PKW, LKW, BUS, Krankenwagen) unterschiedliche Intervalle vorgesehen. VDE-Sicherheitsprüfungen bis max. 4 Jahre

Kalibrierintervall-Faktoren

Faktoren für die Kalibrierintervallermittlung:

- 1 Art des Meßmittels (aktiv – passiv)
- 1 Eigenschaften des Normals (zB. Stabilität)
- 1 Empfehlung des Herstellers
- 1 Trenddaten (Historie) aus früheren Kalibrieraufzeichnungen
- 1 Typisches Alterungs- und Driftverhalten dieser Bauart
- 1 Messunsicherheiten die erreicht werden sollen (Luft/Reserve)
- 1 Umfang und Ausmaß des Einsatzes (Häufigkeit)
- 1 Wichtigkeit der Einsatzes zB. Vor- oder Endprüfung
- 1 Folgekosten bei Messungen mit fehlerhaftem Gerät
- 1 Allgemeiner Verschleiß und Driftneigung
- 1 Häufigkeit des Anschlusses an andere Meßmittel/Normale
- 1 Vergleichsmöglichkeiten mit eigene Normalen bei Verdacht
- 1 Umgebungsbedingungen (Gerätstress)
- 1 Personal das Abweichungen beurteilen kann
- 1 Kalibrierkosten ; Wirtschaftlichkeit

Die Aufzählung der Faktoren für die Ermittlung der Kalibrierintervalle ist unabhängig der Wichtigkeit der Faktoren.

Bei der Vergleichsmöglichkeit können auch hochwertige Prüflinge mit eigenen kleinen Messunsicherheiten eine Sicherheit für die eigenen Normale sein und die Redundanz von eigenen Normalen. Mit Luft ist das Verhältnis von Uns.Normal zu Genauigkeit Prüfling gemeint.

Intervallberechnung?

Es gibt keine Berechnungsformel für die Größe eines Intervalls.

Zeit zwischen Startpunkt (z.B. Erstkalibrierung) und nächst folgendem Messzeitpunkt ist das Kalibrierintervall.

Fixe Intervalle, variable Intervalle (nach Bedarf), oder dynamisch angepasste Intervalle.

Messmittel muß nach letztem Gebrauchseinsatz, bevor es aus der Wartung genommen oder verschrottet wird, unbedingt nochmals kalibriert werden, um auch den letzten Einsatzzeitraum noch zu erfassen. Nur so ist die Qualität der Messungen über die letzte Periode gewährleistet.

Fixe Intervalle werden einmalig festgelegt und dann auch über sehr lange Zeit (wenn sich die Rahmenbedingungen nicht ändern) unverändert gelassen; dies ist am unkompliziertesten. Variable Intervalle sind gelegentliche Kalibrierungen, nach Kundenwunsch (z.B.: produktionsabhängig) und nur in seltenen Fällen sinnvoll, da sie einer regelmäßigen Kalibrierung widersprechen. Dynamisch angepasste Intervalle richten sich hauptsächlich nach dem Verhalten des Prüflings in der Vergangenheit. Auf Grund der Historie wird dann das Intervall jedesmal neu bestimmt. Dazu ist eine aufwändige Auswertung nötig und eine komplizierte Berechnung der relevanten Intervallgrößen.

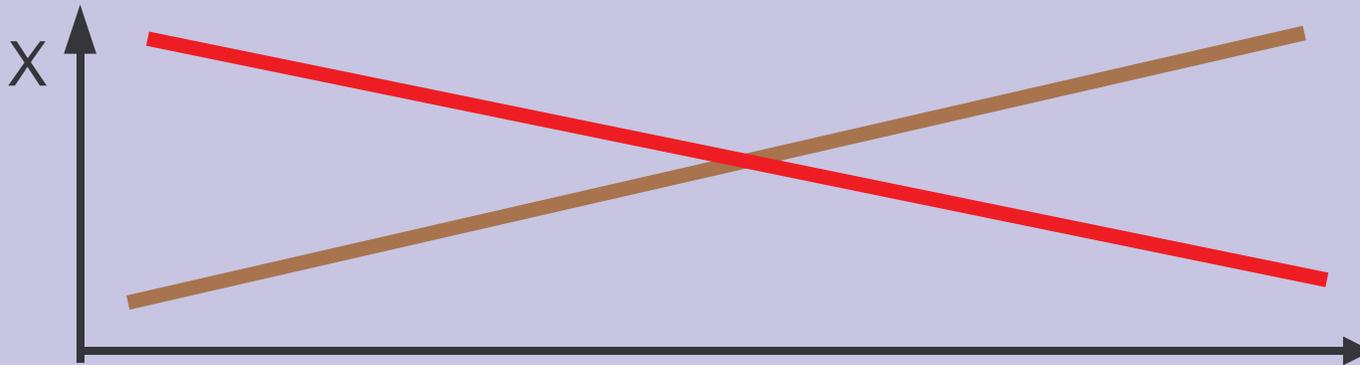
Wirtschaftlichkeit

Bei der Festsetzung von Kalibrierintervallen muß ein Kompromiß gefunden werden zwischen den Gegensätzen:

Kosten (Wirtschaftlichkeit) und Sicherheit

Kosten klein => **Kalibrierintervalle** groß (Sicherheit gering)

Kosten hoch => **Kalibrierintervalle** klein (Sicherheit groß)



Keine direkte Berechnung möglich, da Einheiten Euro und Zeit an der X-Achse nicht über das Minimum berechenbar ist.

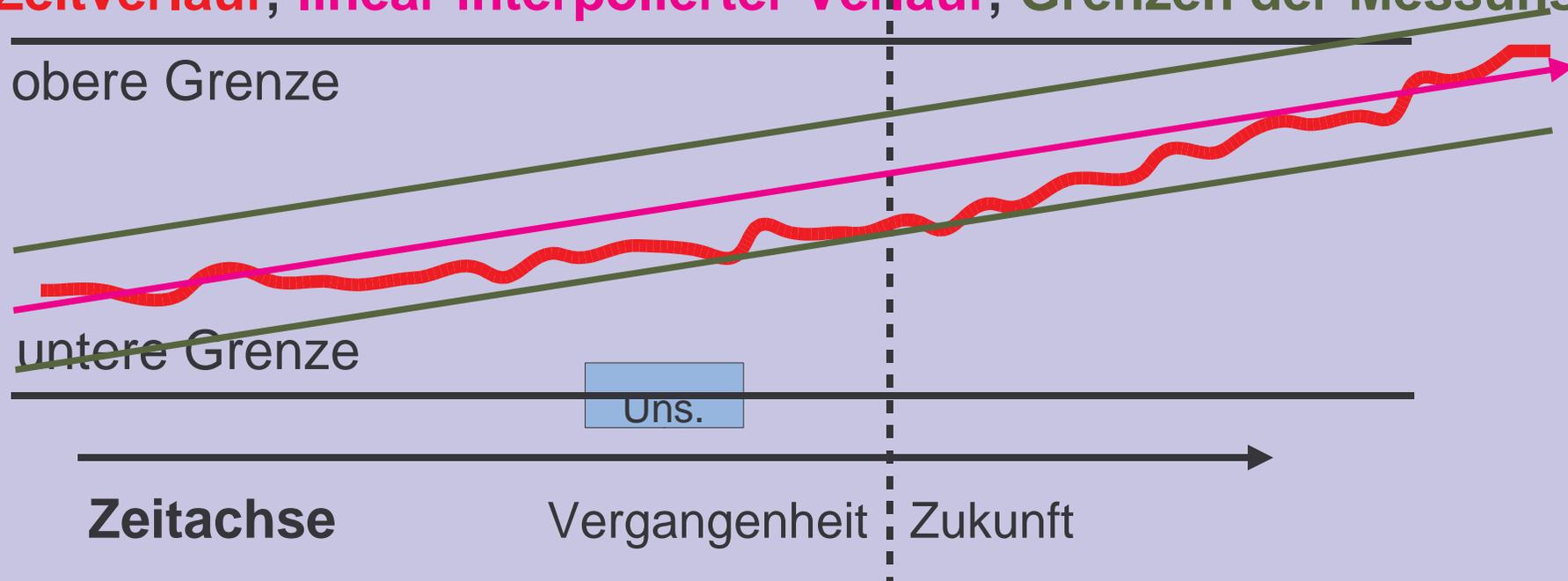
Das Hauptproblem ist die Vergleichbarkeit von den Kalibrierkosten und den Risikokosten, wenn mit einem Gerät Messungen durchgeführt werden, was außerhalb seiner Messunsicherheit lag und so Rückmessungen mit allen Folgekosten durchzuführen sind. Was ist einem die Sicherheit wert mit Geräten zu arbeiten, die mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die Messunsicherheiten einhalten.

Historie und Zukunft

Mit Hilfe der Historie eines Gerätes, kann z.B. beim Driftverhalten auf die Zukunft interpoliert werden.

Auf Grund der Drift pro Zeiteinheit (Jahr) und den geforderten Unsicherheitsgrenzen, kann eine Intervallabschätzung durchgeführt werden.

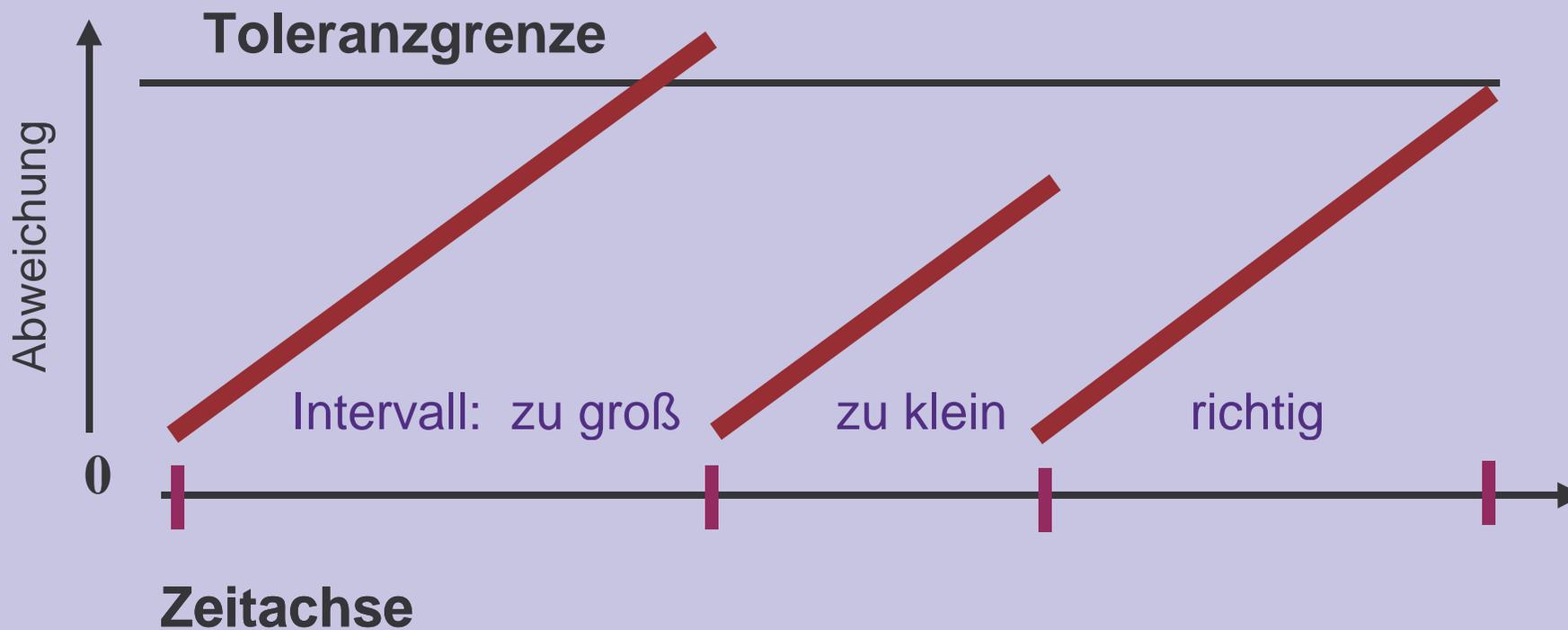
Zeitverlauf; linear interpolierter Verlauf; Grenzen der Messuns.



Grundsätzlich sollte, da ja keiner wirklich in die Zukunft blicken kann, besonders bei sehr knapp kalkulierten Messunsicherheiten, die Abschätzung des Zeitintervalls sehr konservativ sein. Die Messunsicherheit der Interpolationskurve muß mit betrachtet werden; das heißt Messunsicherheit der Vergangenheitsmessungen und Unsicherheit durch die Interpolation. Die Grenzen dürfen sich nicht schneiden.

Dynamisiertes Kalibrierintervall

Das Intervall wird einer festgelegten Toleranzgrenze angepasst. Beim Überschreiten dieser wird das Intervall verkürzt und beim Unterschreiten verlängert. - Vorbeugende Justierung möglich !!



Die Dynamisierung von Intervallen ist bei einer kleinen Losgröße von Geräten schwierig, da kein typisches Verhalten für einen bestimmten Prüfling festgestellt werden kann. Auch die „Badewannenkurve“ über die Gerätelebensdauer und die Einsatzart beeinflussen die Intervallverkürzung oder Verlängerung. Die Toleranzgrenze hat nur indirekt etwas mit der Genauigkeit des Prüflings zu tun. Sie sollte unter dieser liegen und dient nur zur Neujustierung des Zeitintervalls. Auf jeden Fall sollte man ein minimales, ein maximales und ein Start-Intervall im Voraus festlegen.

Passive Referenznormale

Passive Normale sind :

Widerstände (DC und AC) drahtgewickelt oder planar
Alterung bei DC, Frequenzgang bei AC, Shunt mit DVM

Induktivitäten z.B. Genrad 1482 – Luftspule
Alterung (1kHz) und Frequenzgangänderung besonders bei
großen Frequenzen. (Teilfrequenzkalibrierung)

Kapazitäten Luftkondensatoren, Glimmer/Folien-Kondensatoren
Alterung (1kHz/120Hz) gering bei Luft, groß bei Folien
je größer der Kondensator desto stärker Alterungseffekte

Im Normalfall reicht bei jährlicher Eigenkalibrierung bei
schonendem Einsatz ein Kalibrierintervall von 1 Jahr bis zu 5
Jahre aus.

Die Alterung zeigt sich meist in einer Drift, die im Idealfall linear über der Zeit ist. Dies ist jedoch bei großen Kondensatoren besonders zu Anfangszeit nicht unbedingt gegeben. Zudem ist die Drift unter Umständen so hoch, dass mehrmals im Jahr Kalibrierungen nötig sind. Bei Kombinationen DVM-Shunt, DVM öfter zu kalibrieren als Shunt. Eckwerte aus R-Normenreihe öfter als Zwischenwerte kalibrieren.

Passive Referenznormale

Passive Normale sind auch:

Thermalkonverter mit Vorwiderständen (Kombination) bis 1kV
Hier kann besonders bei Überlast eine Schädigung möglich sein. (Vorwiderstände seltener zu kal. als Konverter)

Thermistoren (HF)

Die Thermische „Pille“ ist sehr stabil aber überlastgefährdet.
Zudem können die koaxialen Stecker Probleme bereiten

Reflexionsnormale und Dämpfungsnormale

Hier gibt es außer Steckerverschleiß (Koax) kaum relevante Alterung

Im Normalfall reicht bei jährlicher Eigenkalibrierung bei schonendem Einsatz ein Kalibrierintervall von bis zu 5 Jahre aus.

Auch die heute kaum noch verwendeten Westonelemente kann man als passiv bezeichnen, auch wenn für die Heizung Elektronik vorhanden ist. Sie sind bei lastlosem Betrieb sehr stabil. Intervalle von 3 bis 5 Jahren sind durchaus zu vertreten.

Aktive Referenznormale

Aktive Normale sind alle Normale mit elektronischer Messdatenverarbeitung: (z.B.)

Multimeter, Kalibratoren, Netzteile, DC Standards

HF-Sensoren, Generatoren, Frequenzzähler;
Spektrumanalysatoren

LCR-Meter, Netzwerkanalysatoren, Oszilloskope

Sonderstellung: Frequenznormale wie Cäsium, Rubidium, Quarz
Cäsium keine Alterung, bei anderen Normalen Alterungskorrektur
mit DCF bzw. GPS-Regelung in Echtzeit möglich.

Kalibrierintervall nach Herstellerempfehlung für die dann gültigen
Messunsicherheiten (90/180/360 Tage). Teils bis max. 3 Jahre

Auf Grund der vielen Einflüsse bei elektronischen Geräten, kann man sich hauptsächlich nur nach den Herstellerempfehlungen richten. Durch Erfahrung mit den Geräten (Historie) ist eine Neubestimmung der Intervalle möglich. Achtung! Manche Hersteller sind sehr konservativ mit ihren Angaben, dann ist hier mehr „Reserve“ vorhanden, um das Gerät durch eigene Messungen „besser“ zu machen.

Aktive Referenznormale

Aktive Normale mit Eigenkalibriermöglichkeit:

Hierzu zählt zum Beispiel das Multimeter Agilent 3458 und Multifunktionskalibrator Fluke 5700/5720.

Die Spezifikationen beider Geräte gelten nur bei regelmäßiger Durchführung der speziellen Kalibrier/justier-Routinen. So muß das 3458 theoretisch alle 24 Std. mit Autocal intern kalibriert werden, um seine Spezifikationen einzuhalten. Wenn jedoch das Gerät nie ausgeschaltet wird, ist es allgemein stabil. Beim Fluke 5700 ist die CAL-Zero-Routine öfter anzuwenden.

Diese Kurzintervalle sind immer speziell zu beachten.

Eigenkalibrierungen gegen interne Normale können die Intervalle gegen externe Normale verlängern.

Diese Eigenkalibrierintervalle sind unabhängig von der Kalibrierung/Justierung gegen externe Normale (Verifikation) zu betrachten. Der Kalibrator 5700 kann sich selbst mit seinen Parametern gegen seine paar sehr stabilen internen Normale kalibrieren und gibt das Ergebnis als Ausdruck aus. **Allgemein sind meist passive Normale seltener als aktive zu kalibrieren.**

Einsatz und Personal

Ist der Einsatz des Gerätes schonend unter Laborbedingungen?
Wird das Messgerät von festem Personal benutzt?

Oder wechselt das Personal und sorgen die Einsatzbedingungen für eine nicht immer optimalen Betrieb des Messgerätes?

So werden zum Beispiel HF-Kabel und Stecker vor Ort oder draußen im Feld eher „gestresst“, was durch Zeitdruck noch verstärkt werden kann.

Auch starke Temperaturwechsel können bei Normalen zu unvorhergesehen Änderungen führen. Im Gegensatz dazu sind Geräte im Laborbetrieb (konst. Umgebungsbedingungen / Dauerbetrieb/Standby) sehr stabil.

Es hatte sich bei den Schweizer-Krokodilen (E-Locks) herausgestellt, dass als die Locks unter der Verantwortung nur eines Lockführers standen (Titularsystem), sie weniger störanfälliger waren. Dies läßt sich bestimmt auch, besonders was die Sorgfalt und Beobachtung eines Messnormals angeht, für elektrische Normale aussagen. Mathematische Statistiken über das Gerät können diesen Effekt etwas kompensieren.

Abschlußbetrachtung

Die Bestimmung eines Kalibrierintervalls bleibt immer eine Abschätzung die von vielen zu wichtenden Faktoren abhängt.

In der Produktion mit Erstjustierung ist der richtige Messwert „wichtiger“ als bei schon kalibrierten Geräten, bei denen ein bestimmter Messwert auf Grund vorheriger Messungen erwartet werden kann; daher die Kalibrierung der Produktionsnormalen öfter durchführen oder auch Zweitmessung mit anderem Aufbau.

Für den erfahrene Kalibrierer ist sie unter Berücksichtigung aller Kriterien einfacher zu bestimmen, da er auch sein „Bauchgefühl“ aus der Erfahrung mit berücksichtigen kann.

Im Hinblick auf die Produkthaftung ist die Festlegung eines Intervalls vermutlich auch von juristischer Bedeutung. Hier wird im Ernstfall die Sorgfallspflichtverletzung des Produzenten beurteilt.

Ende