

Technische Beschreibung

Gliederung:

1. Notwendigkeit des Gebrauchs eines Abweichungsgrades bei Messmitteln.
2. Die Berechnungsformel
3. Anwendungen in der Praxis.

1. Notwendigkeit des Gebrauchs eines Abweichungsgrades bei Messmitteln.

Messmitteln werden nach unterschiedlichen Kriterien eingeteilt und beurteilt: Güteklassen, Angaben von Toleranzwerten, Toleranzgrenzen, Standardabweichung der Messwerte sowie Mittelwert der Abweichungen usw. Dabei werden weitere Aspekte wie Linearität oder die differenzielle Genauigkeit oft nicht berücksichtigt.

Führungspersonen, vor allem ohne höhere technische Ausbildung, benötigen oft eine einzige Vergleichszahl, die eine präzise Wiedergabe der Genauigkeit des Messmittels darstellt. Diese Kennzahl muß ohne Einheit sein, für alle physikalischen Größen (Temperatur, Druck, Gewicht,...) gelten, unabhängig vom Skalenendwert sein, eine handliche Größe haben, absolute und differenzielle Genauigkeit vom Nullpunkt bis zum Skalenende abbilden können, sowie aus wenigen (ca. 10) Vergleichswerten errechenbar sein. Weitere Vergleichswerte verändern die Kennzahl unbedeutend.

Als Bezeichnung für diese Kennzahl wählte ich „**Abweichungsgrad**“.

Der Abweichungsgrad ist als Ergänzung zu den bereits existierende Klassifizierungsmethoden zu betrachten.

Nachfolgend ist die Notwendigkeit der Beurteilung von Messmitteln nach dem Abweichungsgrad, anhand von theoretischen Abweichungen von elektronischen Waagen, erklärt. Selbstverständlich Können anstatt Waagen, auch Leistungsmesser, Thermometer, Manometer oder andere Messgeräte eingesetzt werden.

Nennlast der Waage: 3000 kg, (theoretische) Ablesbarkeit 0,01 kg.
Rundungsfehler aufgrund der begrenzten Ablesbarkeit werden vorerst vernachlässigt.

Beispiel 1.

Eine elektronische Waage zeigt kontinuierlich pro 300 kg , 0,1 kg zu viel an, also +0,033%.

	Belastung (x)	Anzeige (y)	Differenz
	in kg	in kg	in kg
0	0,00	0,00	0,00
1	300,00	300,10	0,10
2	600,00	600,20	0,20
3	900,00	900,30	0,30
4	1200,00	1200,40	0,40
5	1500,00	1500,50	0,50
6	1800,00	1800,60	0,60
7	2100,00	2100,70	0,70
8	2400,00	2400,80	0,80
9	2700,00	2700,90	0,90
10	3000,00	3001,00	1,00

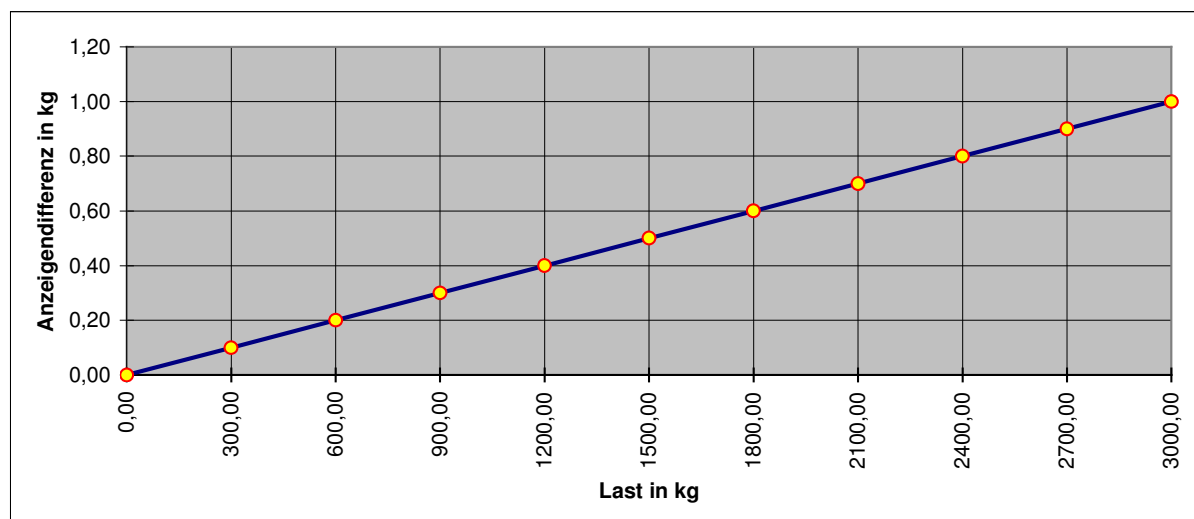


Abb. 1.1

Jede Last (brutto wie netto) hat den gleichen Messfehler. Errechnung des Messfehlers und die Angabe der Genauigkeit ist einfach.

Beispiel 2.

Eine elektronische Waage zeigt konstant 0,25 kg zu viel an.

	Belastung (x)	Anzeige (y)	Differenz
	in kg	in kg	in kg
0	0,00	0,25	0,25
1	300,00	300,25	0,25
2	600,00	600,25	0,25
3	900,00	900,25	0,25
4	1200,00	1200,25	0,25
5	1500,00	1500,25	0,25
6	1800,00	1800,25	0,25
7	2100,00	2100,25	0,25
8	2400,00	2400,25	0,25
9	2700,00	2700,25	0,25
10	3000,00	3000,25	0,25

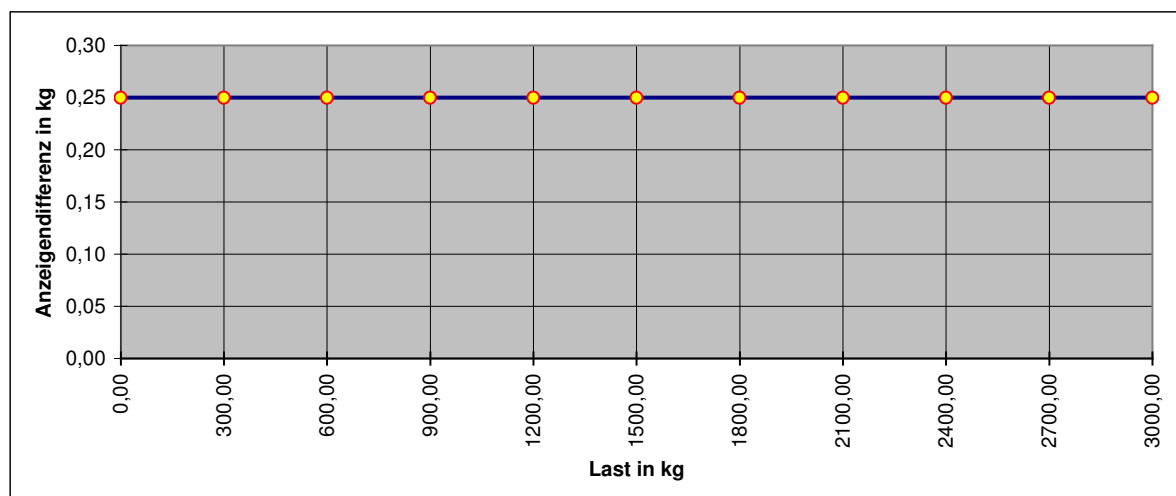


Abb. 1.2

Wird die absolute Last (brutto, ohne vorherige Nullstellung) gemessen, so ist der Messfehler bei kleinen Gewichten relativ groß und bei großen Gewichten kleiner. Wird die Waage jedoch tariert, dann erhalten wir genaue Messwerte (differenzielle Genauigkeit).

Der Abweichungsgrad muss somit die Genauigkeit des gesamten Messbereiches abbilden, und aus der absoluten und differenziellen Genauigkeit errechnet werden.

Beispiel 3.

Eine elektronische Waage zeigt bereits im Nullpunkt 0,25 kg und anschließend kontinuierlich pro 300 kg , 0,075 kg zu viel an.

	Belastung (x)	Anzeige (y)	Differenz
	in kg	in kg	in kg
0	0,00	0,25	0,25
1	300,00	300,33	0,32
2	600,00	600,40	0,40
3	900,00	900,48	0,47
4	1200,00	1200,55	0,55
5	1500,00	1500,63	0,63
6	1800,00	1800,70	0,70
7	2100,00	2100,78	0,78
8	2400,00	2400,85	0,85
9	2700,00	2700,93	0,92
10	3000,00	3001,00	1,00

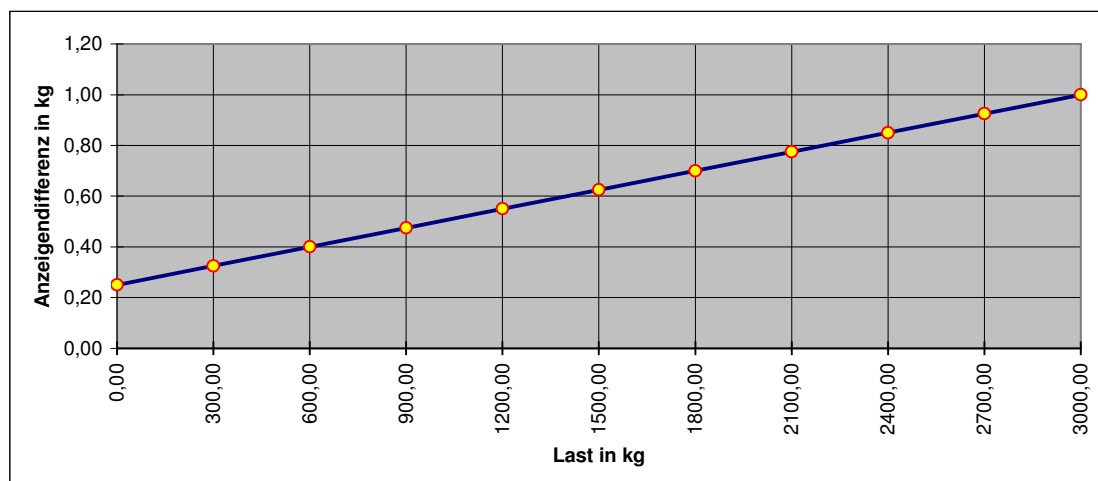


Abb. 1.3

Alle Messwerte, absolut wie differenziell (brutto wie netto) haben einen Messfehler.

Auch, wenn wie im Bsp. 1 die Abweichung bei Skalenende 1 kg beträgt, muss der Abweichungsgrad hier größer sein, weil die Waage bereits im Nullpunkt ungenau ist.

Beispiel 4

Eine elektronische Waage zeigt im Nullpunkt -0,25 kg und anschließend kontinuierlich pro 300 kg , 0,125 kg zu viel an.

	Belastung (x)	Anzeige (y)	Differenz
	in kg	in kg	in kg
0	0,00	-0,25	-0,25
1	300,00	299,88	-0,13
2	600,00	600,00	0,00
3	900,00	900,13	0,13
4	1200,00	1200,25	0,25
5	1500,00	1500,38	0,38
6	1800,00	1800,50	0,50
7	2100,00	2100,63	0,63
8	2400,00	2400,75	0,75
9	2700,00	2700,88	0,88
10	3000,00	3001,00	1,00



Abb. 1.4

Bei einer Last von 600 kg zeigt die Waage genaues Gewicht an. Oberhalb von 400 kg ist diese Waage sogar genauer, als die Waage aus dem Bsp. 1. Im Bereich >0 kg und <3000 kg, ist bei der absoluten Last die Abweichung kleiner als im Bsp. 3. Die differenzielle Genauigkeit (netto) ist jedoch – wegen der größeren Steigerung der Kennlinie – etwas schlechter als im Bsp. 1 oder Bsp. 3.

Beispiel 5

Eine elektronische Waage zeigt bei einer Last von 600 kg, 0,50 kg zu viel an. Anschließend wird sie genauer. Bei einer Last von ca, 1400 kg wird die Waage wieder genau, bei einer Last von 2250 kg zeigt die Waage ca. 0,85 kg zu viel an, und bei einer Belastung von 3000 kg wird die Waage wieder genau.

	Belastung (x)	Anzeige (y)	Differenz
	in kg	in kg	in kg
0	0,00	0,00	0,00
1	300,00	300,30	0,30
2	600,00	600,50	0,50
3	900,00	900,30	0,30
4	1200,00	1200,05	0,05
5	1500,00	1500,05	0,05
6	1800,00	1800,50	0,50
7	2100,00	2100,80	0,80
8	2400,00	2400,80	0,80
9	2700,00	2700,50	0,50
10	3000,00	3000,00	0,00



Abb. 1.5

Bei der absoluten Genauigkeit gibt es, außer bei der Belastung von 0 kg, 1400 kg und 3000 kg, einen Messfehler. Bei der differentiellen Genauigkeit gibt es manchmal keinen Messfehler, z.B. wenn die Waage bei 600 kg tariert und mit weiteren 1200 kg belastet wird, und manchmal einen relativ großen Messfehler, wenn z.B. die Waage bei 1500 kg tariert wird und mit weiteren 600 kg belastet wird.

Somit ist bei diesem Beispiel der Abweichungsgrad größer als bei den Beispielen zuvor.

Beispiel 6

Eine elektronische Waage zeigt bei einer Last von 600 kg, 0,50 kg zu wenig an. Anschließend wird sie genauer. Bei einer Last von ca, 1400 kg wird die Waage wieder genau, bei einer Last von 2250 kg zeigt die Waage ca. 0,85 kg zu viel an, und bei einer Belastung von 3000 kg wird die Waage wieder genau.

	Belastung (x)	Anzeige (y)	Differenz
	in kg	in kg	in kg
0	0,00	0,00	0,00
1	300,00	299,70	-0,30
2	600,00	599,50	-0,50
3	900,00	899,70	-0,30
4	1200,00	1199,95	-0,05
5	1500,00	1500,05	0,05
6	1800,00	1800,50	0,50
7	2100,00	2100,80	0,80
8	2400,00	2400,80	0,80
9	2700,00	2700,50	0,50
10	3000,00	3000,00	0,00



Abb. 1.6

Bei der absoluten Genauigkeit ist der Betrag des Messfehlers genau so groß wie im Beispiel 5. Bei der differentiellen Genauigkeit ist der Messfehler in einigen Fällen wesentlich größer als im Beispiel 5, z.B. wenn die Waage bei 600 kg tariert und mit weiteren 1200 kg belastet wird.

Somit ist bei diesem Beispiel der Abweichungsgrad am größten.

Folgerungen:

Aus den Beispielen 1 bis 6 folgt, dass in vielen Fällen einfache Angaben wie „Genauigkeit = 0,05 %“ vom Skalenendwert, bzw. +/- 1,0 kg oder Angaben von Toleranzgrenzen wie z.B. bei Eichungen nicht ausreichend sind. Denn gem. OIML, Handelsklasse III, würden die Waagen einen Eichwert (e) von 1 kg haben und somit bei der Prüfung der absoluten Genauigkeit alle innerhalb der Toleranzgrenzen liegen.

Der Abweichungsgrad muß errechnet werden aus:

- Den Abweichungen bei der absoluten Genauigkeit
- Den Abweichungen bei der differentiellen Genauigkeit
- Der Differenz zwischen der größten und kleinsten Abweichung.

Die Berechnungen der Abweichungsgrade (Berechnungsformel, im nächsten Kapitel) führten zu folgenden Ergebnissen.

Beispiel Nr.:	Abweichungsgrad:
1	3,333
2	3,307
3	5,619
4	4,145
5	7,274
6	8,052

Werden in die Formel gerundete Werte eingesetzt (bei Waagen z.B. auf 0,1 kg, 0,2 kg, 0,5 kg, 1 kg ...), so wird das Rechenergebnis meistens negativ beeinflusst. Damit fließt der Rundungsfehler in den Abweichungsgrad mit ein.

Die Errechnungen von Abweichungsgraden bei Waagen führten in der Praxis zu folgenden Erkenntnissen:

- Abweichungsgrad ≤ 10 : sehr genaue Waage, Genauigkeit vergleichbar mit geeichten Waagen.
- Abweichungsgrad 10 bis 100: genaue Waagen, für Produktionszwecke gut geeignet, die Abweichungen der einzelnen Messwerte liegen meistens unter 1%
- Abweichungsgrad 100 bis ca. 500: Waagen mit einer schlechten Genauigkeit, für Produktionszwecke kaum geeignet.
- Abweichungsgrad > 500 : ungenaue Waagen.

2. Die Berechnungsformel

Deutsches Patent- und Markenamt

München, den **15. 02. 10**
Telefon: (089) 2195-3229

Aktenzeichen: 10 2009 024 540.5

Deutsches Patent- und Markenamt · 80297 München

Anmelder-Nr. 18792863
Kurhofer
Ihr Zeichen Kurhofer

Herrn
Artur Kurhofer
Bayernstr. 11
34225 Baunatal

Bibliografie-Mitteilung

IPC-Hauptklasse	G01D	1/00		
IPC-Nebenklasse	G01D	3/02	G01D	18/00
Anmeldetag	10.06.2009			
Bezeichnung	Abweichungsgrad zur Bestimmung der Genauigkeit von Messmitteln			
Anmelder-Nr.	18792863	Kurhofer, Artur, 34225 Baunatal, DE		

Die Berechnungsformel wurde aus dieser Veröffentlichung entfernt.

Prüfungsstelle 52

Bitte Anmelder und Aktenzeichen bei allen Eingaben angeben!



Bitte beachten Sie die wichtigen Hinweise auf der Rückseite!

Dokumentenannahme und Nachbriefkasten nur Zweibrückenstraße 12	Hauptgebäude: Zweibrückenstraße 12 Markenabteilungen: Cincinnatistr. 64 81534 München	Hausadresse (für Fracht): Deutsches Patent- und Markenamt Zweibrückenstraße 12 80331 München	Telefon: (089) 2195-0 Telefax: (089) 2195-2221 Internet: http://www.dpma.de	Zahlungsempfänger: Bundeskasse Weiden BfK München Kto.Nr.: 700 010 54 BLZ: 700 000 00 BIC (SWIFT-Code): MARKDEF1700 IBAN: DE84 7000 0000 0070 0010 54
--	---	--	---	--

Lfd.Nr. 202
P2002

S-Bahnanschluss im Münchner Verkehrs- u. Tarifverbund (MVV): →
Zweibrückenstr. 12 (Hauptgebäude): **S1 – S8 Haltestelle Isartor**
Schwere-Reiter-Straße 37
Cincinnatistr. 64

3. Anwendungen in der Praxis.

Die Berechnungen des Abweichungsgrades können sehr komfortabel mit dem Programm „Excel“ durchgeführt werden.

Beispiel: Überwachung der Beständigkeit.

Bei der Jahreswartung wird von einem Messmittel eine Kennlinie aufgenommen und der Abweichungsgrad errechnet. Dieser Abweichungsgrad wird mit den Ergebnissen des Vorjahres verglichen. So kann, selbst bei etwas anderem Verlauf der neuen Kennlinie, eine eindeutige Aussage ob und wie sich die Genauigkeit des Messmittels verändert hatte, gemacht werden.

Beispiel: Unterstützung bei einer Justierung.

Die Kalibrierung einer Behälterwaage mit der Nennlast von 2000 kg ergab einen Kennlinienverlauf wie in der nachfolgenden Abbildung (Abb. 3.1), lila Linie, dargestellt. Der Abweichungsgrad betrug 61,24.

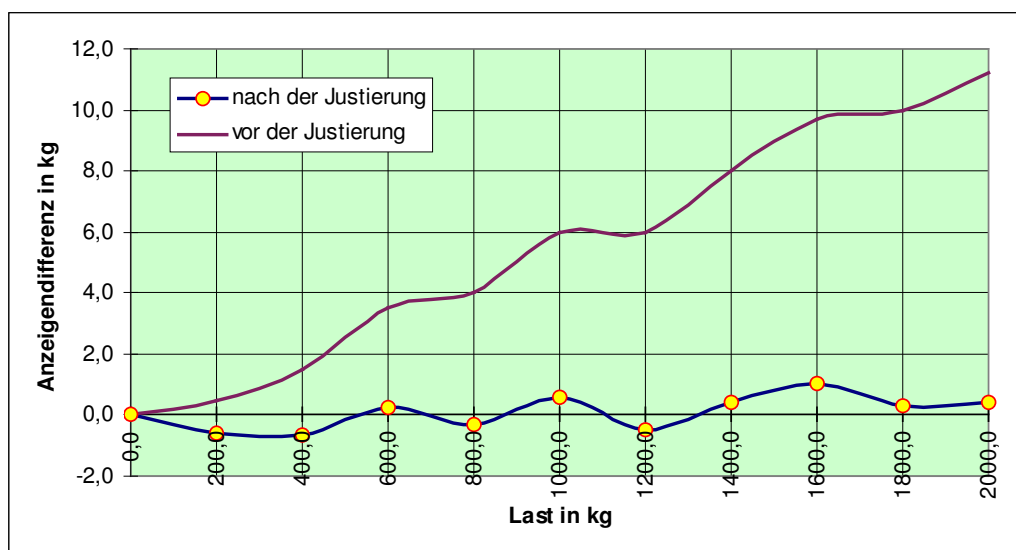


Abb. 3.1

Bei der Justierung gibt es außer der Nullstellung nur noch die Möglichkeit den Verstärkungsfaktor zu ändern. Eine Software errechnet einen neuen Verstärkungsfaktor, so dass die neue Kennlinie (blau mit gelben Punkten) einen möglichst geringen Abweichungsgrad aufweist. Der neue Abweichungsgrad in diesem Beispiel beträgt 28,69.

Die Linearität blieb unverändert. Verbessert wurde die absolute und differenzielle Genauigkeit, sowie die Spannweite der Abweichungen.

Beispiel: Vergleichbarkeit von Messmitteln.

Eine Behälterwaage (Abb. 3.2) zeigte vor der Justierung bei einer Last von 20000 kg ca. 170 kg (fast 1 %) zu wenig an. Nach der Justierung lagen die Abweichungen unter 10 kg. Die Justierung ergab eine Verbesserung des Abweichungsgrades von 86,41 auf 13,86.

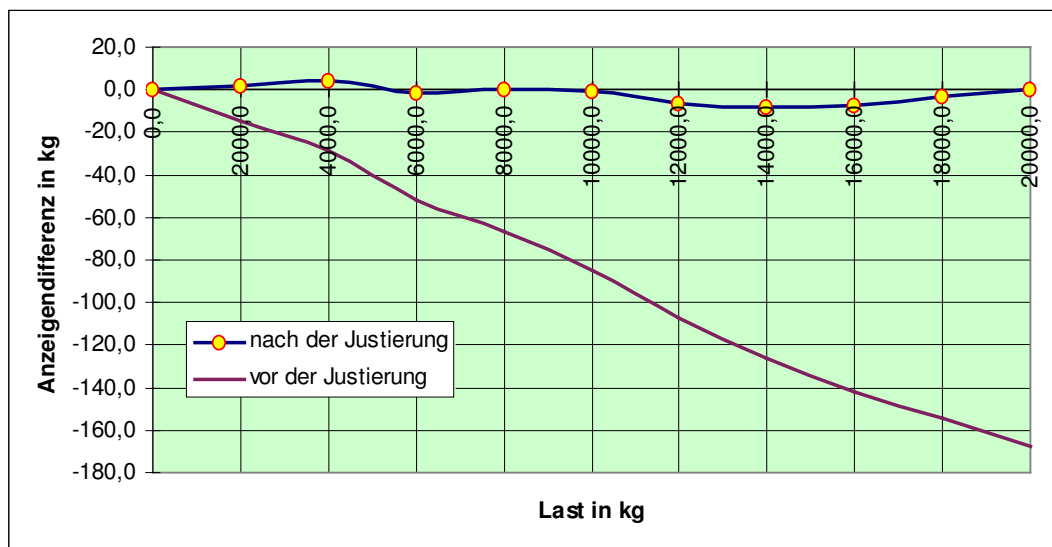


Abb. 3.2

Diese Waage war somit vor der Justierung ungenauer als die Waage aus dem Beispiel zuvor. Nach der Justierung war sie jedoch wegen der besseren Linearität wesentlich genauer. So können die Genauigkeiten der beiden Waagen, trotz unterschiedlicher Messbereiche, miteinander verglichen werden. Möchte der Anwender die Qualität seiner Produkte weiter steigern, so muß die Linearität der 2000 kg Behälterwaage, aus dem Beispiel zuvor, verbessert werden.

Beispiel: Optimierung von Produktionsverfahren.

Bei der Produktion wird von einem Reaktor das Gewicht sowie der Druck und die Temperatur im Reaktor gemessen. Der Hersteller ist an einer möglichst hohen Qualität seiner Produkte interessiert.

So werden von den drei Messmitteln (Waage, Manometer, Thermometer) die Kennlinien aufgenommen und die Abweichungsgrade errechnet. Zwar abhängig vom Produktionsverfahren, aber mit Hilfe des Abweichungsgrades können Potentiale zur Qualitätssteigerung, bzw. Schwachstellen, erkannt werden.

Beispiel: Vereinheitlichung von Genauigkeits-Kriterien.

Wird in einem Unternehmen ein hoher Wert auf Qualität gelegt. So kann die Unternehmensleitung auf einfache Weise für alle Messmittel einheitliche Maßstäbe festlegen, z.B. „bei allen Messmitteln darf der Abweichungsgrad nicht größer als 30 sein“.