

# **Prüfmittelverwendbarkeit und Prüfprozesseignung**

**Vortrag am 10.10.2005**  
**DGQ-Regionalkreis Karlsruhe-Pforzheim-Gaggenau**

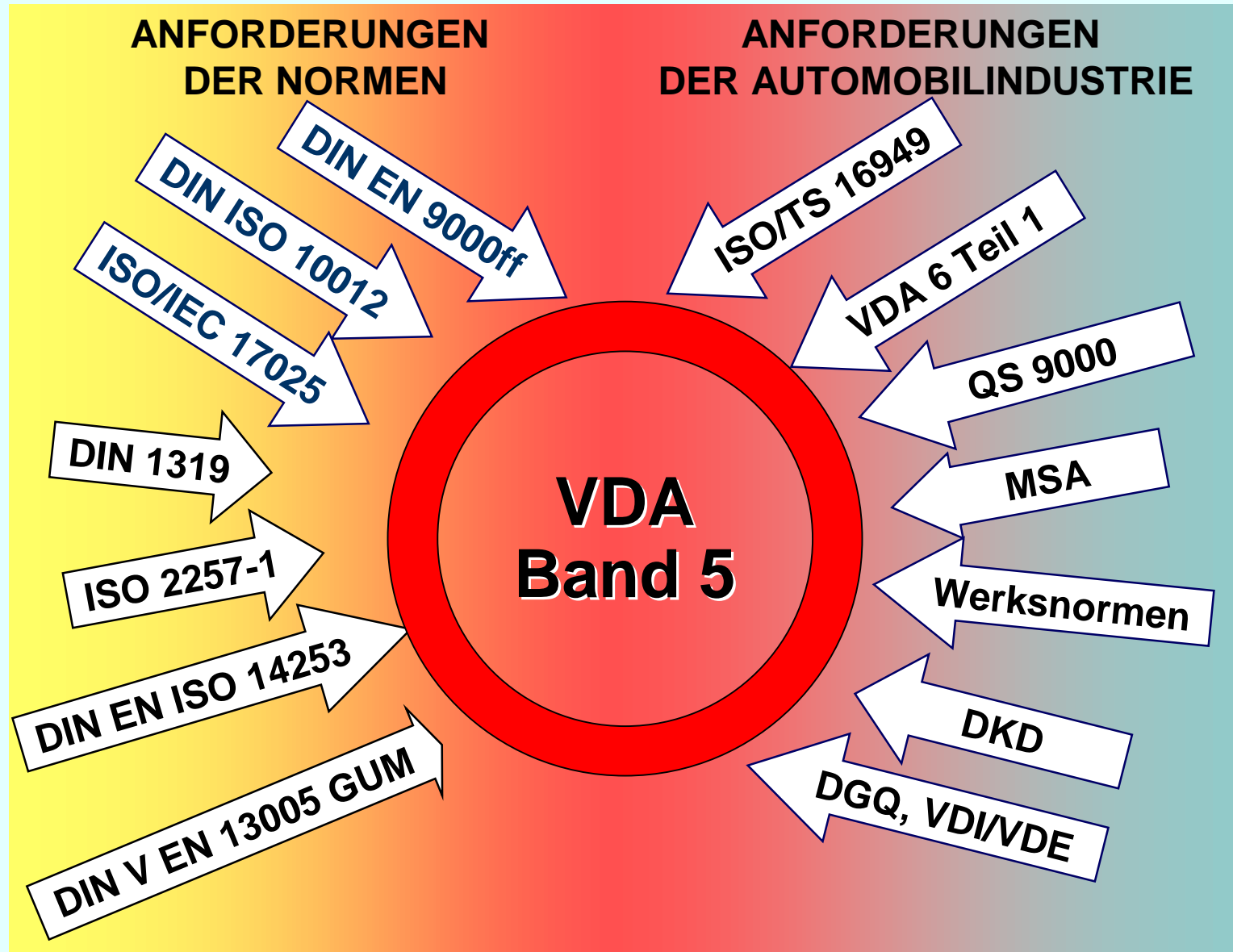
# Anforderungen

Einleitung

Prüfkonzept

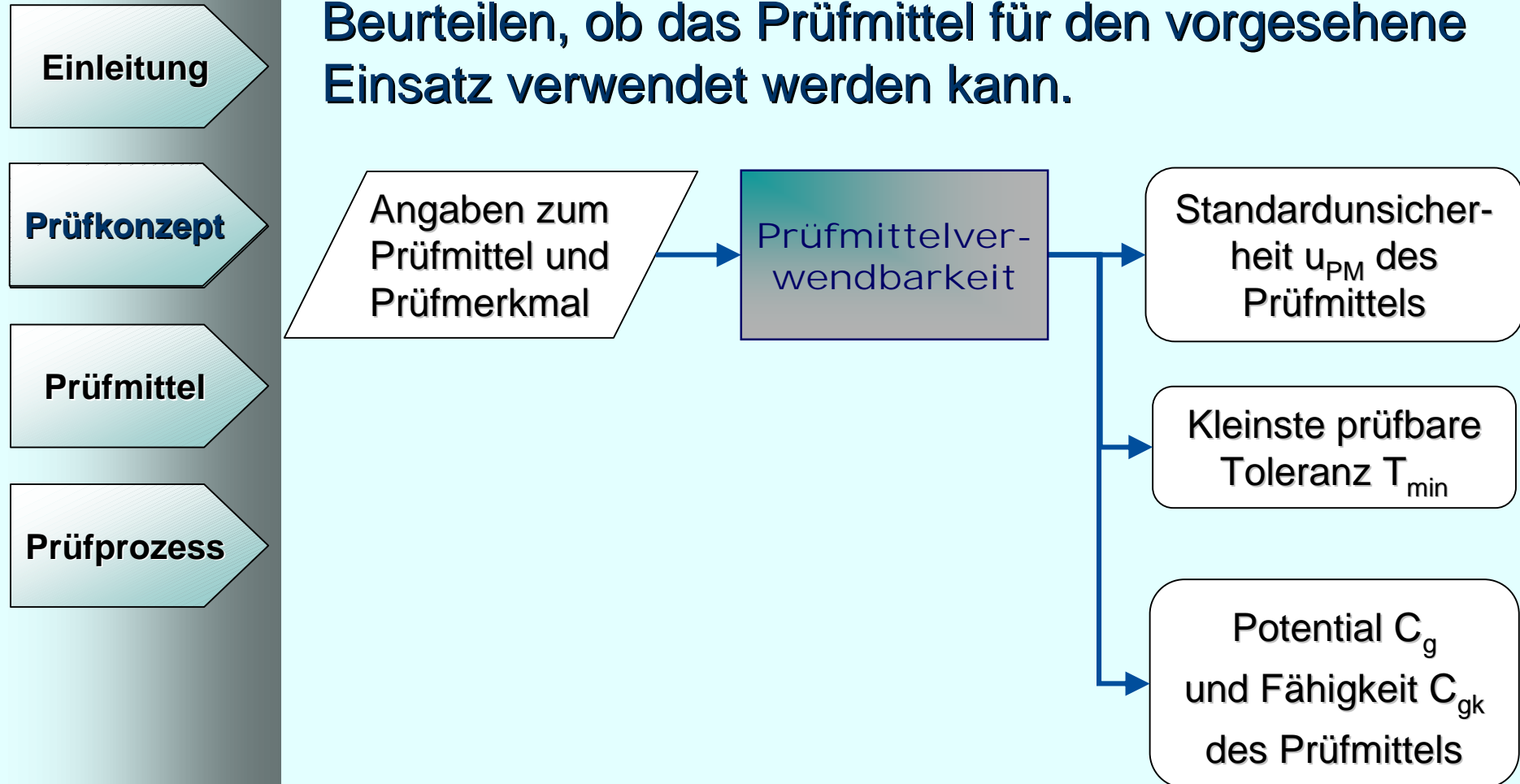
Prüfmittel

Prüfprozess



# Prüfmittelverwendbarkeit

Beurteilen, ob das Prüfmittel für den vorgesehene Einsatz verwendet werden kann.



# Prüfprozesseignung

Beurteilen, ob der Prüfprozess für die vorge-sehene Anwendung geeignet ist.

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

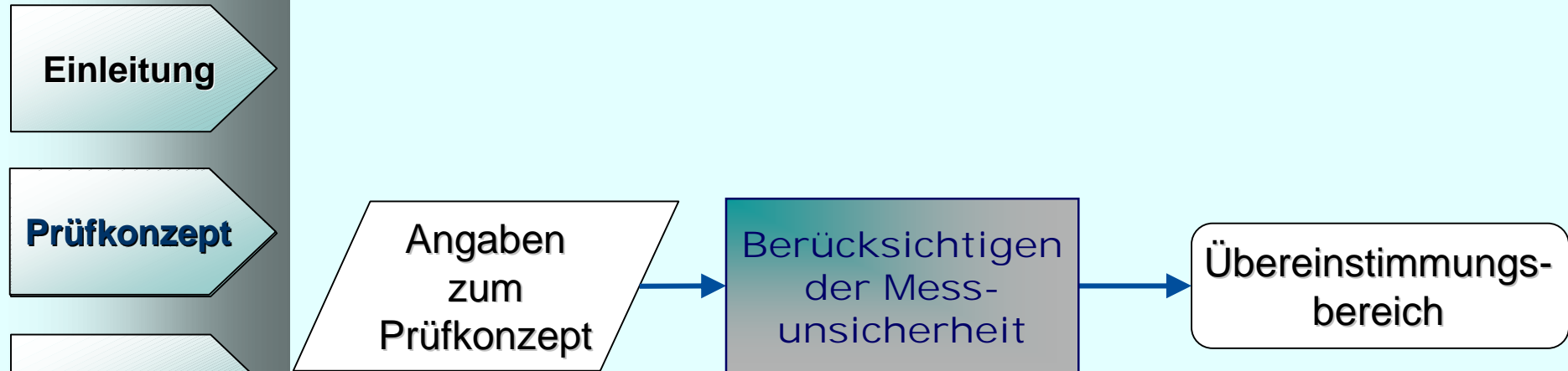
Angaben zum Prüfprozess

Nachweis der Prüfprozess-eignung

Erweiterte Mess-unsicherheit des Prüfprozesses U

Gesamtstreuung GRR und %GRR bzw. R&R und %R&R

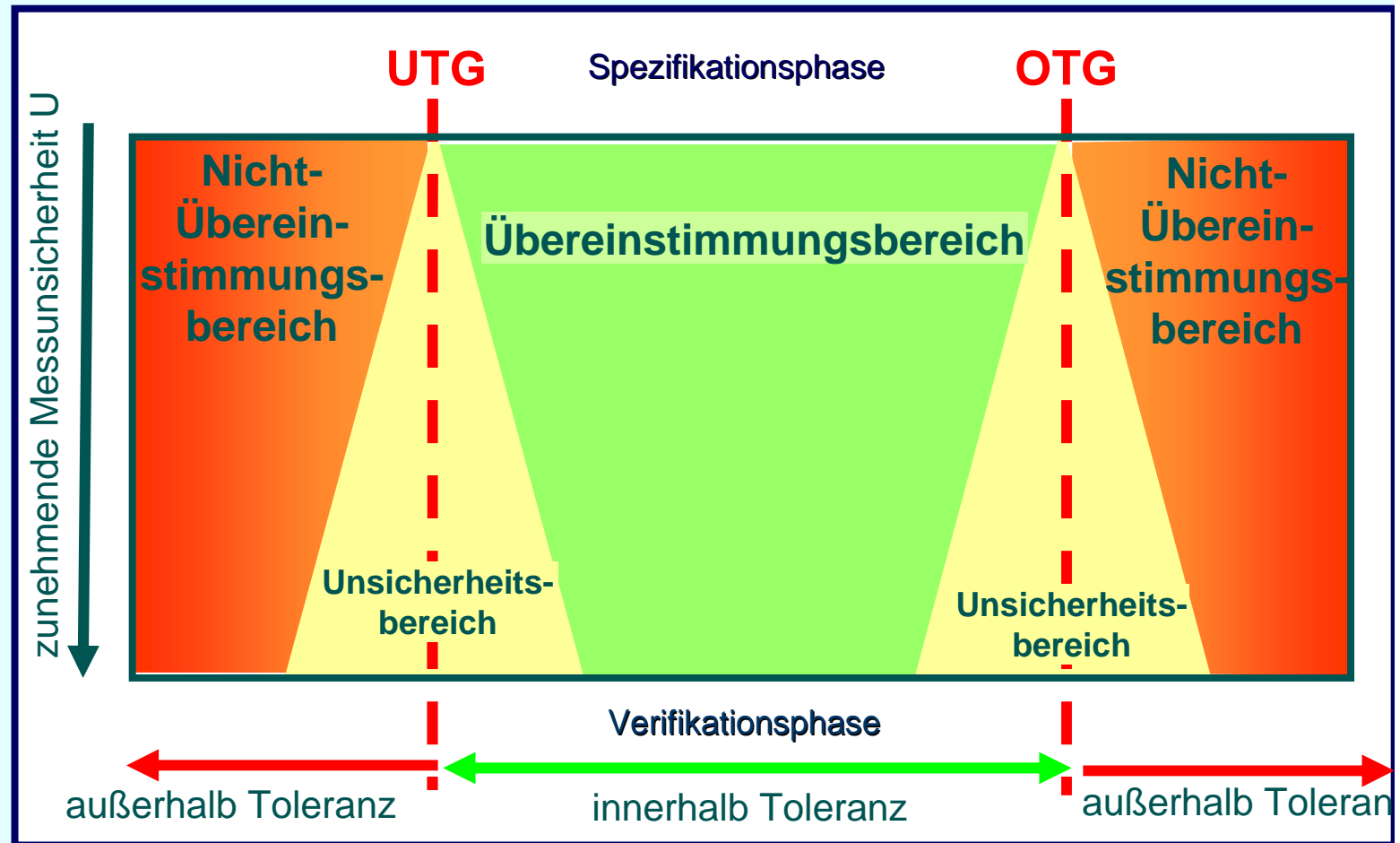
# Berücksichtigen der Messunsicherheit



- Erforderlich bei Messprozessen für Konformitätsnachweise oder nicht fähigen Fertigungsprozessen bei Messprozessen zur Prozessregelungen
- Vernachlässigbar, wenn  $g_{pp} \leq 50\%$  des definierten Grenzwertes  $G_{pp}$  für die Prüfprozesseignung ist.

# Berücksichtigen der Messunsicherheit

- Einleitung
- Prüfkonzept
- Prüfmittel
- Prüfprozess



Unsicherheitsbereiche und Bereiche der Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung nach DIN EN ISO 14253

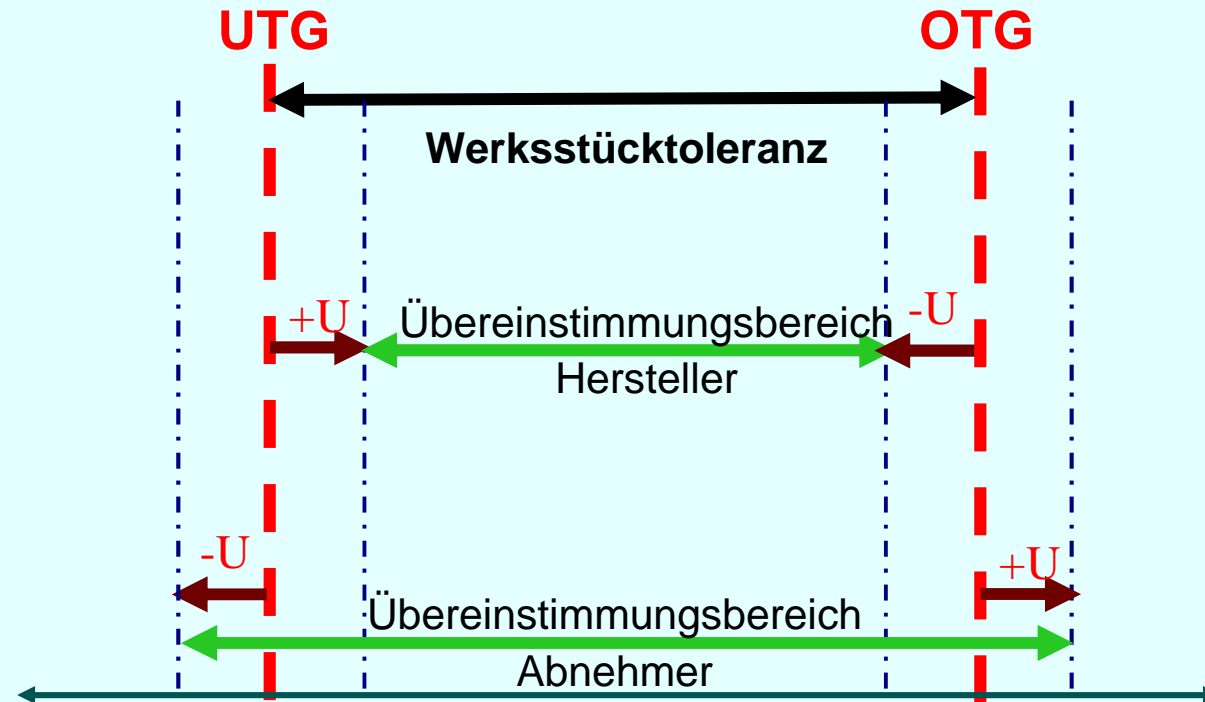
# Berücksichtigen der Messunsicherheit

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess



Lineare Berücksichtigung der Messunsicherheit  
für Hersteller und Abnehmer

# Prüfung variabler Merkmale mit universell einsetzbaren Prüfmitteln

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

Prüfmittel-  
verwendbarkeit

Nachweis der  
Prüfprozesseignung

Berücksichtigen der  
Messunsicherheit

→Einhalten der Fehlergrenzen nach Hersteller oder Normangaben  
→Standardunsicherheit  $u_{PM}$  des Prüfmittels bestimmen  
→Kleinstmöglich messbare Toleranz  $T_{min}$  in Abhängigkeit des Grenzwertes  $G_{pp}$  berechnen

→Erweiterte Messunsicherheit  $U$  ermitteln  
→Bewertung durch den Kennwert  $g_{pp} = 2U/T \leq G_{pp}$

→Berücksichtigen der Messunsicherheit im Hersteller-/Abnehmerverhältnis



Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

Ursula Meiler  
Ausgabe 10/2005

## Anhang 2 Eignungskennwert Prüfprozess $g_{PP}$ und kleinste prüf- baren Toleranz $T_{min}$ für das Prüfmittel

### Eignungskennwert Prüfprozess

$$g_{PP} = 2 \cdot \frac{U}{T} \quad \text{A.2.1}$$

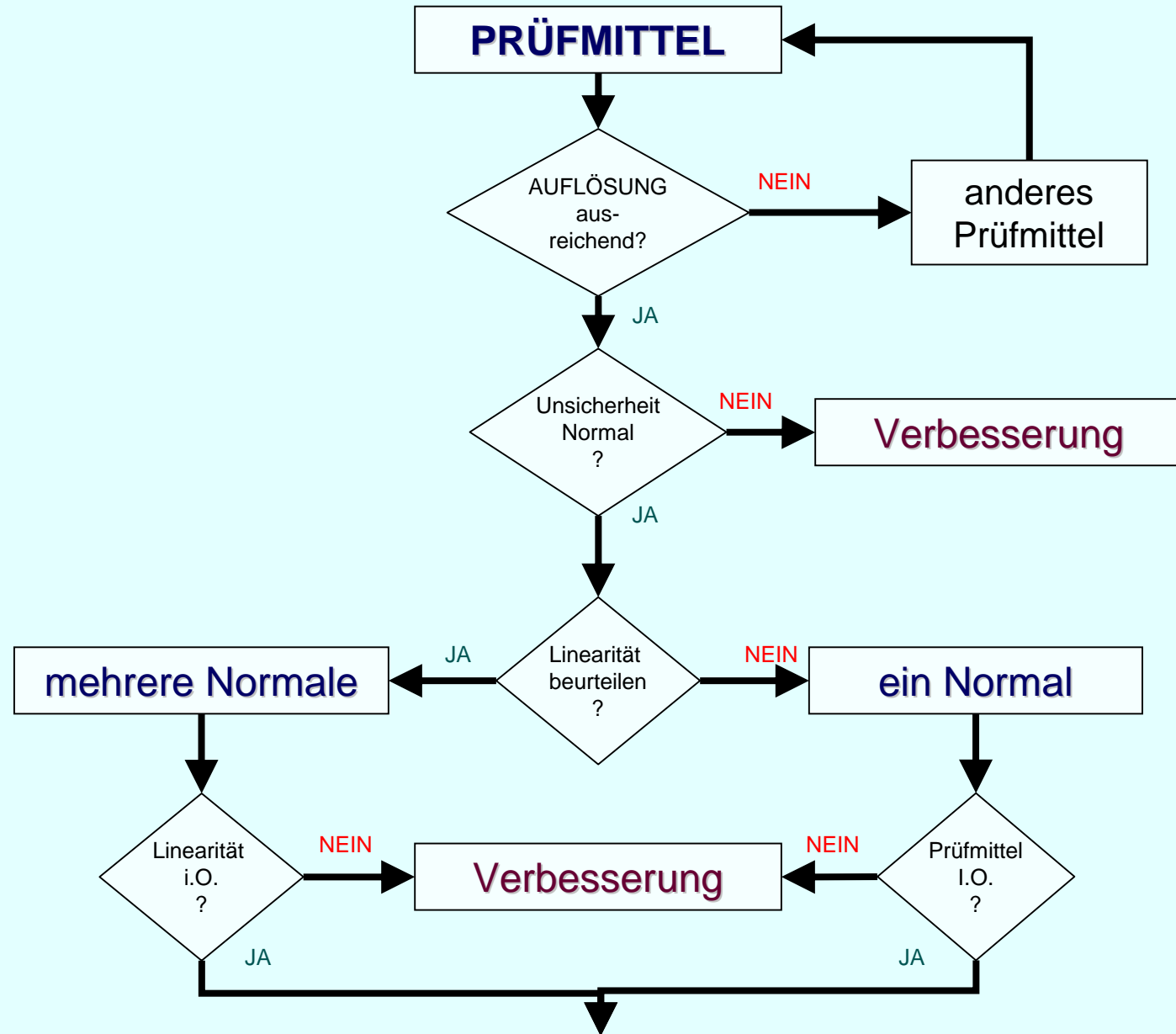
Dabei ist  $U$  die erweiterte Messunsicherheit, gebildet aus der kombinierten Standardmessunsicherheit des Prüfprozesses, unter Verwendung des Er-  
weiterungsfaktors  $k=2$  für einen Grad des Vertrauens von  $P = 95 \%$ .

Es wird empfohlen bei der Festlegung des Grenzwertes  $G_{PP}$  die Größe der  
Toleranz zu berücksichtigen. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte für kleine  
Toleranzen ein größerer Grenzwert zugelassen werden als für große Tole-  
ranzen.

Toleranzklasse	Empfohlener Grenzwert $G_{PP}$
2	0,40
3	0,40
4	0,40
5	0,40
6	0,40
7	0,30
8	0,30
9	0,30
10	0,30
11	0,20
12	0,20
13	0,20
14	0,20
15	0,20
16	0,20
17	0,20

Tab. A.2.1 3-stufige Empfehlung, für  $G_{PP}$  abhängig von den Toleranz-  
klassen des Passungssystems nach DIN ISO 286 T1.

# Allgemeiner Ablauf



Einleitung

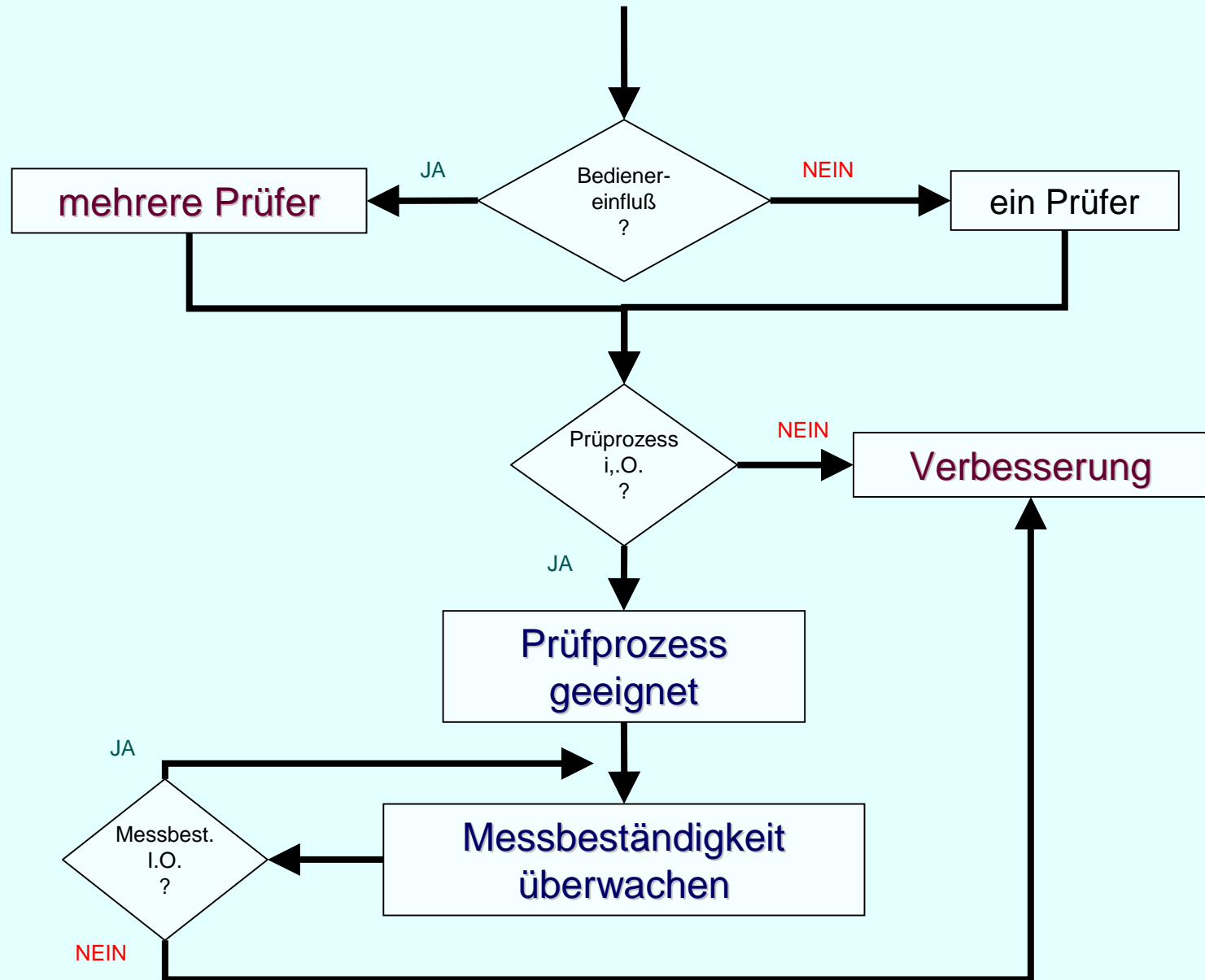
Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

Ursula Meiler  
Ausgabe 10/2005

# Allgemeiner Ablauf



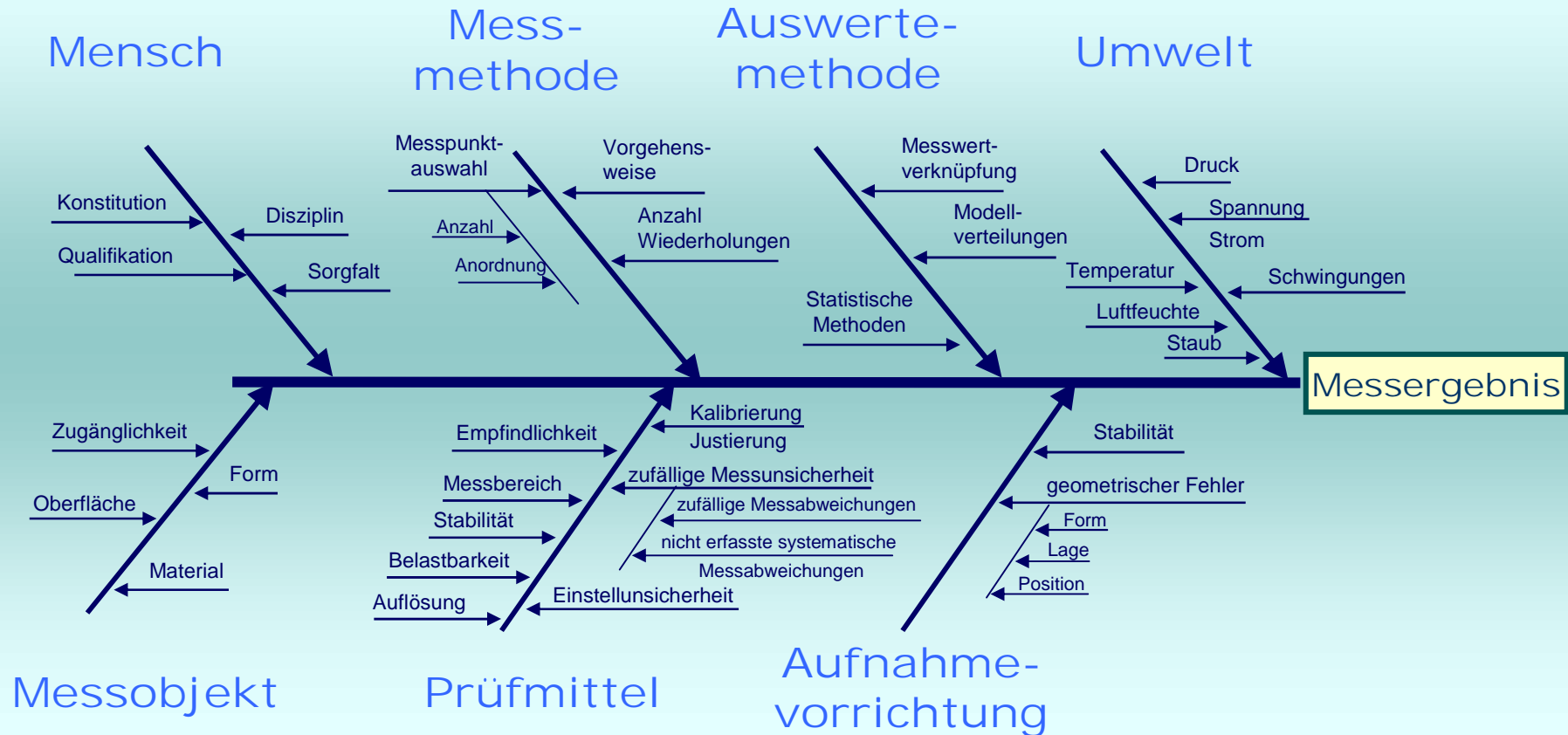
Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

# Einflusskomponenten auf die Unsicherheit von Messergebnissen



# Ermittlung von Standardunsicherheiten

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

## 1. Methode A

Bestimmen durch statistische Auswertung von Messreihen

$$s_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$u(x_A) = \frac{s_n}{\sqrt{n^*}}$$

$n^* = 1$  wenn die Standardabweichung direkt aus den Einzelwerten bestimmt wird

$n^*$  ist die Anzahl Messungen, wenn das Messergebnis  $x_i$  durch Mittelwertbildung bestimmt wird

## 2. Methode B

Verwenden von Vorinformationen oder aus Messreihen mit weniger als 10 Messungen

$$u(x_B) = \frac{U}{k} \quad \text{oder} \quad u(x_B) = a \cdot b$$

U - erweiterte Messunsicherheit

k - Erweiterungsfaktor

a - Fehlergrenzwert ( $\square$  a)

b - Verteilungsfaktor

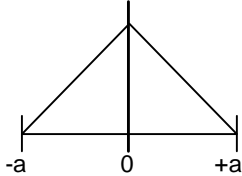
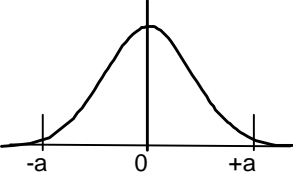
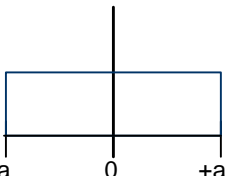
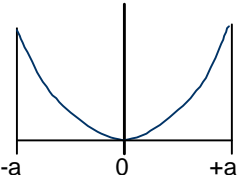
# Verteilungsarten, -faktoren

Einleitung

Prüfkonzepte

Prüfmittel

Prüfprozess

Verteilung	Schema	P	Verteilungsfaktor	Standardunsicherheit
Dreiecksverteilung		100,0%	0,4	$u(x_B) \approx \frac{2a}{\sqrt{24}} \approx 0,4 \cdot a$
Normalverteilung		95,0%	0,5	$u(x_B) \approx \frac{2a}{\sqrt{16}} \approx 0,5 \cdot a$
Rechteckverteilung		100,0%	0,6	$u(x_B) \approx \frac{2a}{\sqrt{12}} \approx 0,6 \cdot a$
u-Verteilung		100,0%	0,7	$u(x_B) \approx \frac{a}{\sqrt{2}} \approx 0,7 \cdot a$

# Verwendbarkeit von Prüfmitteln

Einleitung

Prüfkonzept

**Prüfmittel**

Prüfprozess

## 1. Auflösung

Die Beurteilung der Auflösung muss bei allen anzeigenden Prüfmitteln erfolgen.

Wenn nichts anderes vereinbart ist, gilt:

$$\frac{\text{Auflösung}}{\text{Toleranz}} \cdot 100 \leq 5\%$$

Bei kleinen Toleranzen sind im Einzelfall Ausnahmeregelungen möglich.

# Verwendbarkeit von Prüfmitteln

Einleitung

Prüfkonzept

**Prüfmittel**

Prüfprozess

## 2. Die Standardunsicherheit des Prüfmittels $u_{PM}$

Sie beinhaltet im Wesentlichen:

§ Kalibrierunsicherheit  $u_{Kal}$

§ Unsicherheit aus Einstellung des Prüfmittels  $u_{Just}$  und der Wiederholstandardabweichung  $u_W$

§ Unsicherheit aus systematischen Abweichungen  $u_{sys}$

$$u_{PM} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_W^2 + u_{sys}^2 + u_{Just}^2}$$



# Verwendbarkeit von Prüfmitteln

Einleitung

Prüfkonzept

**Prüfmittel**

Prüfprozess

## 3. Berechnen der kleinsten prüfbaren Toleranz $T_{MIN}$

$$T_{MIN} = \frac{6 \cdot u_{PM}}{G_{pp}}$$

$G_{pp}$

Grenzwert für die Beurteilung des Prüfprozesses

# Verwendbarkeit von Prüfmitteln

Einleitung

Prüfkonzept

**Prüfmittel**

Prüfprozess

werkstückgebundene  
Prüfmittel

Universelle Prüfmittel

Einhaltung der Fehlergrenzen

- Beurteilen der Auflösung
- Bestimmen der Standardunsicherheit

$$u_{PM} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_W^2 + u_{sys}^2 + u_{Just}^2}$$

JA

Merkmale  
vereinbart  
?

NEIN

Standardunsicherheit  $u_{PM}$   
(aus Fehlergrenzen berechnen)

$$T_{min} = \frac{6u_{PM}}{G_{pp}} \leq T$$

JA

**PRÜFMITTEL VERWENDBAR**

# Beispiel 1

Aus dem Kalibrierzertifikat eines Digitalmessschiebers Form A geht hervor:

Kalibrierunsicherheit $U_{kal}$	$2 \mu\text{m} + 2 \cdot l [\mu\text{m}] \cdot 10^{-6}$ $k=2$
Skalenteilungswert	0,01 mm
Auflösung	0,005 mm
Meßbereich	0 – 150 mm
Wiederholbarkeit $f_w$	0,02 mm

## 1. Auflösung

$$\frac{\text{Auflösung}}{\text{Toleranz}} \cdot 100 \leq 5\% \Rightarrow T_{\min} = 0,1 \text{ mm}$$

Einleitung

Prüfkonzept

**Prüfmittel**

Prüfprozess

# Beispiel 1

## 2. Unsicherheitsbudget (nach VDA Band 5)

Einleitung

Prüfkonzept

**Prüfmittel**

Prüfprozess

	Bez	Meth.	Verteilung	Anz. Werte	Grenzwert $a$	Verteilungsfaktor $b$	Standardunsicherheit $u(x)_i$
		A/B		$n$	$[\mu\text{m}]$		$[\mu\text{m}]$
Prüfmittel	$u_{Kal}$	Zertifikat	--	--	--	--	1,130
	$u_W = s_n \cdot \sqrt{n^*}$	B	Normalverteilung	--	20	0,5	10,000
Kombinierte Standardunsicherheit						$u_{PM} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_W^2}$	10,064

$T_{\min} = 150,95 \mu\text{m}$

$\leq$

$T = 200,00 \mu\text{m}$

Prüfmittelspezifikation nachgewiesen?

**JA**

**Das Prüfmittel ist verwendbar für Merkmale mit einer Toleranz von mindestens 0,2 mm.**

**( $G_{pp} = 0,40$ )**

# Prüfprozesseignung

## 4. Bestimmen der kombinierten Standardunsicherheit $u(y)$

Einflusskomponenten auf den Prüfprozess:

§ Prüfmittel à  $u_{PM}$

§ Umgebung à  $u_{Umgeb}$   
Temperatur, Luftfeuchte, Beleuchtung, Verschmutzung, Schwingungen, ...

§ Bediener à  $u_{Bediener}$   
Parallaxen, Konstitution, Qualifikation, Sorgfalt, (De)Motivation, ...

§ Objektbedingte Einflüsse des Serienteils

à  $u_{Objekt}$   
Gestaltabweichung (Form, Oberfläche), Werkstoffeigenschaften, Eigenstabilität, ...

$$u(y) = \sqrt{u_{PM}^2 + u_{Umgeb}^2 + u_{Bediener}^2 + u_{Objekt}^2 + \dots}$$

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

**Prüfprozess**

# Prüfprozesseignung

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

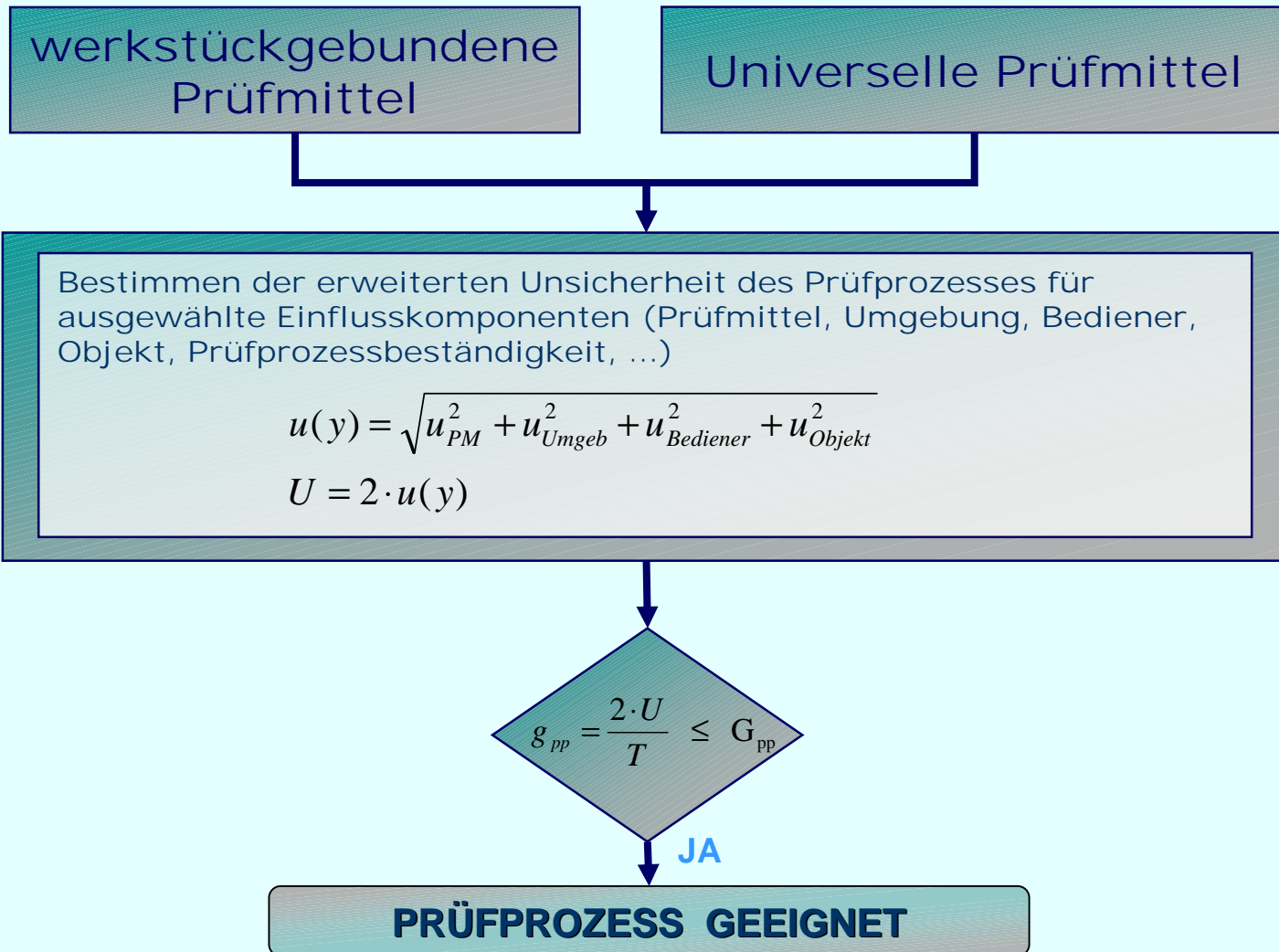
Prüfprozess

n Die erweiterte Messunsicherheit basiert auf dem Vertrauensbereich für normalverteilte Messwerte ( $k=2$   $P \approx 95\%$ ).

n Systematische Messabweichungen, die über den gesamten Messbereich konstant sind und nicht korrigiert werden können, müssen linear berücksichtigt werden.

$$U = k \cdot u(y) + e_s$$

# Prüfprozesseignung



# Beispiel 1

2 Prüfer messen die Tiefe von 10 Frästeilen zweimal.  
Nennwert:  $16,68 \pm 0,3$  mm

## Messergebnisse:

Nr	Bediener 1			Bediener 2			Bediener 3		
	$x_1$	$x_2$	R	$x_1$	$x_2$	R	$x_1$	$x_2$	R
1	16,61	16,63	0,02	16,50	16,55	0,05	16,58	16,59	0,01
2	16,84	16,84	0,00	16,77	16,74	0,03	16,75	16,77	0,02
3	16,69	16,63	0,06	16,63	16,65	0,02	16,65	16,65	0,00
4	16,66	16,65	0,01	16,58	16,60	0,02	16,59	16,61	0,02
5	16,63	16,67	0,04	16,60	16,67	0,07	16,65	16,67	0,02
6	16,73	16,79	0,06	16,83	16,86	0,03	16,84	16,85	0,01
7	16,53	16,51	0,02	16,62	16,65	0,03	16,55	16,58	0,03
8	16,61	16,66	0,05	16,58	16,57	0,01	16,57	16,59	0,02
9	16,74	16,72	0,02	16,84	16,80	0,04	16,75	16,77	0,02
10	16,75	16,70	0,05	16,82	16,80	0,02	16,75	16,75	0,00
$\bar{x}$	16,680		0,033	16,683		0,032	16,676		0,015

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess



# Beispiel 1

Anzahl Prüfer = 3  
Anzahl Wiederholungen  $k = 2$

Unsicherheit Prüfmittel  $u_{MM}$ :

$$\bar{\bar{R}} = 0,0187 \text{ mm} \quad u_{MM} = \frac{\bar{\bar{R}}}{k_1} = 16,55 \text{ } \mu\text{m}$$

Unsicherheit Prüfer  $u_{Prüf}$ :

$$x_{Diff} = \bar{x}_{MAX} - \bar{x}_{MIN} = 0,0105 \text{ mm}$$

$$u_{Prüf} = \sqrt{\left(\frac{x_{Diff}}{k_2}\right)^2 - \frac{u_{MM}^2}{k \cdot n}} = 4,065 \text{ } \mu\text{m}$$

**nach VDA Band 5 (MSA)**

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

**Prüfprozess**

# Beispiel 1

## 4. Unsicherheitsbudget des Prüfprozesses (nach VDA Band 5)

	Standard- unsicherheit (Benennung) $u(x)_i$	Methode  A/B	Verteilung	Anzahl Mess.  n	Grenzwert a  [ $\mu\text{m}$ ]	Verteilungs- faktor b	Standardun- sicherheit $u(x)_i$  [ $\mu\text{m}$ ]
Prüfmittel	$u_{PM} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_{syst}^2 + u_{just}^2}$	B	--	--	--	--	1,13
Prüf- prozess	$u_{MM}$	A	--	3 x 10 x 2	20,00000	0,5	16,55
	$u_{Prüf}$	A	--	3 x 10 x 2	--	--	4,06
	$u_{Temp}$	B	Rechteckverteilung	--	0,00	0,6	0,00
Kombinierte Standardunsicherheit		$u_{PP} = \sqrt{\sum_{i=1}^k u(x)_i^2}$					17,08
Erweiterte Messunsicherheit		$U = k \cdot u_{PP} = 2 \cdot u_{PP}$					34,16

Bezogen auf die Toleranz  $\pm 0,3$  mm ergibt sich:

$g_{pp} = 2 \cdot U / T = 0,11 \leq 0,40$  ( $G_{pp}$ )  $\Rightarrow$  Der Prüfprozess ist geeignet.

Bezogen auf die Toleranz  $\pm 0,1$  mm ergibt sich :

$g_{pp} = 2 \cdot U / T = 0,34 \leq 0,40$  ( $G_{pp}$ )  $\Rightarrow$  Der Prüfprozess ist geeignet.

Die Messunsicherheit ist jedoch zu berücksichtigen.

# Auswertung mit qs-Stat

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

Teilnr. Merkm.Nr.	Teilebez. Merkm.Bez.		Frästeil Sacklochtiefe
	Wiederholpräzision	$EV = K_1 \cdot \bar{R}$	= 0,016543
	Wiederholpräzision	$\%EV = \frac{EV \cdot 100\%}{TV}$	= 21,38%
	Vergleichspräzision	$AV = \sqrt{(K_2 \cdot \bar{x}_{am})^2 - (EV^2 \cdot (n-r))}$	= 0,0040606
	Vergleichspräzision	$\%AV = \frac{AV \cdot 100\%}{TV}$	= 5,25%
	Prüfsystemstreuung	$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$	= 0,017034
	Prüfsystemstreuung	$\%GRR = \frac{GRR \cdot 100\%}{TV}$	= 22,01%
	Teilestreuung	$PV = K_3 \cdot R_p$	= 0,075494
	Teilestreuung	$\%PV = \frac{PV \cdot 100\%}{TV}$	= 97,55%
	Zahl d. unterscheidb. Messwertklassen (ndc)	ndc	= 6
Prüfsystem bedingt fähig (%GRR,ndc)			
QS-9000 MSA (3 Edition) ARM - Total Variation: Verfahren 2			
TV <sub>mb</sub> (%GRR)	0,17034	TV <sub>mb</sub> (%GRR)	---
Faktor K <sub>1</sub>	= 0,8862	Faktor K <sub>2</sub>	= 0,5231
		Faktor K <sub>3</sub>	= 0,3146

Ursula Meiler  
Ausgabe 10/2005

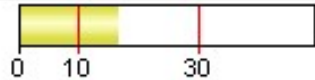
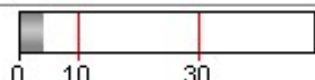
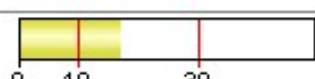
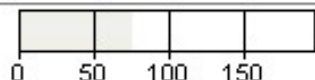
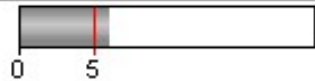

# Auswertung mit qs-Stat

Einleitung

Prüfkonzept

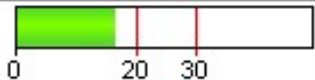
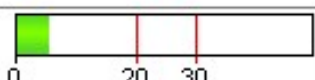
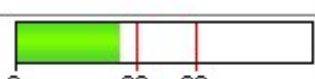



Prüfmittel

Prüfprozess

Teilnr. Merkm.Nr.	Teilebez. Merkm.Bez.		Frästeil Sacklochtiefe		
Wiederholpräzision	$EV = K_1 \cdot \bar{R}$	=	0,016543		
Wiederholpräzision	$\%EV = 6 \cdot \frac{EV \cdot 100\%}{T}$	=	16,54% 		
Vergleichspräzision	$AV = \sqrt{(K_2 \cdot \bar{x}_{dm})^2 - (EV^2 / (n-r))}$	=	0,0040606		
Vergleichspräzision	$\%AV = 6 \cdot \frac{AV \cdot 100\%}{T}$	=	4,06% 		
Prüfsystemstreuung	$GRR = \sqrt{EV^2 + AV^2}$	=	0,017034		
Prüfsystemstreuung	$\%GRR = 6 \cdot \frac{GRR \cdot 100\%}{T}$	=	17,03% 		
Teilestreuung	$PV = K_3 \cdot R_p$	=	0,075494		
Teilestreuung	$\%PV = 6 \cdot \frac{PV \cdot 100\%}{T}$	=	75,49% 		
Zahl d. unterscheidb. Messwertklassen (ndc)	ndc	=	6 		
Prüfsystem bedingt fähig (RE,%GRR,ndc)					
Bosch Heft 10 (2003)/MSA 3 (ARM) - Referenzteil: Verfahren 2					
$T_{min} (\%GRR)$	1,02204	$T'_{min} (\%GRR)$	0,34068		
Faktor $K_1$	= 0,8862	Faktor $K_2$	= 0,5231	Faktor $K_3$	= 0,3146

Ursula Meiler  
Ausgabe 10/2005

# Auswertung mit qs-Stat

Teilnr. Merkm.Nr.	Teilebez. Merkm.Bez.		Frästeil Sacklochtiefe
Wiederholpräzision	$EV = K_1 \cdot \bar{R}$	=	0,099291
Wiederholpräzision	$\%EV = \frac{EV \cdot 100\%}{T}$	=	16,55% 
Vergleichspräzision	$AV = K_2 \cdot \bar{x}_{diff}$	=	0,032984
Vergleichspräzision	$\%AV = \frac{AV \cdot 100\%}{T}$	=	5,50% 
Prüfsystemstreuung	$R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$	=	0,10463
Prüfsystemstreuung	$\%R\&R = \frac{R\&R \cdot 100\%}{T}$	=	17,44% 
Teilestreuung	$PV = K_3 \cdot R_p$	=	0,45283
Teilestreuung	$\%PV = \frac{PV \cdot 100\%}{T}$	=	75,47% 
Zahl d. unterscheidb. Messwertklassen (ndc)	ndc	=	8 
Prüfsystem fähig (RE,R&R)			
Ford EU 1880 1997: Verfahren 2			
$T_{min} (R\&R)$	0,52313	$T'_{min} (R\&R)$	0,34875
Faktor $K_1$	= 5,3191	Faktor $K_2$	= 3,1414
		Faktor $K_3$	= 1,8868

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

Ursula Meiler  
Ausgabe 10/2005

# Prüfprozesseignung

Praxisnahe Möglichkeit zur Ermittlung der Prüfprozessunsicherheit U:

## Qualitätsregelkarte zur Stabilitätsüberwachung

- § Prüfen von mindestens 1 kalibrierten Werkstück oder Normal in festgelegten Zeitintervallen
- § Erfassen der Ergebnisse in einer Qualitätsregelkarte
- § Auswerten der Regelkarte und bestimmen der erweiterten Messunsicherheit

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

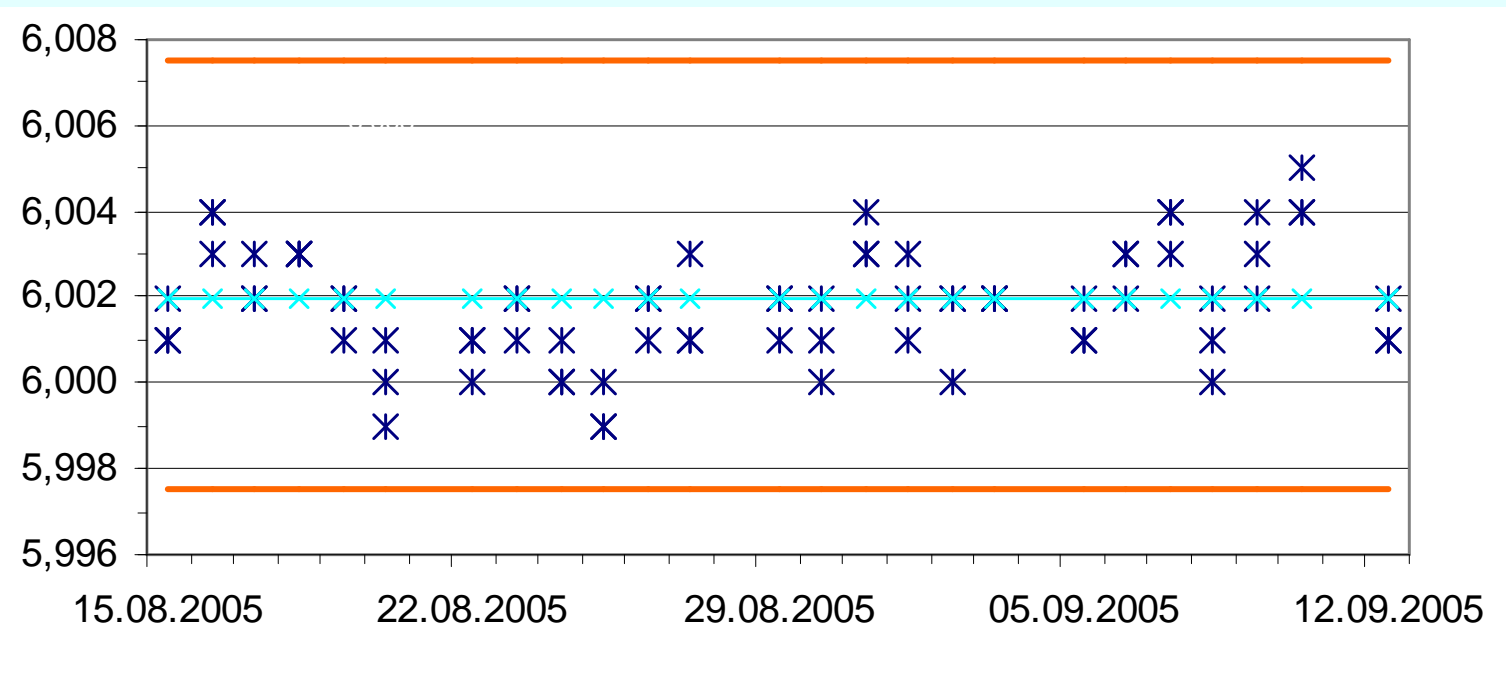
**Prüfprozess**

## Beispiel 2 (aus VDA-Band 5)

Außendurchmesser einer kalibrierten Welle

Wert kalibriertes Werkstück: 6,002 mm

Erweiterte Kalibrierunsicherheit:  $U_{\text{kal}}=1,0 \mu\text{m}$  ( $k_{\text{kal}}=2$ )



$$\bar{x} = 6,0018 \text{ mm}$$

$$s = 0,0013 \text{ mm}$$

$$R = x_{\text{max}} - x_{\text{min}} = 0,0060 \text{ mm} = 6 \mu\text{m}$$

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

# Unsicherheitsbudget des Prüfprozesses

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

**Prüfprozess**

Standardunsicherheit (Benennung)	Methode	Verteilung	Anzahl Messungen	Grenzwert <i>a</i> in $\mu\text{m}$	Verteilungsfaktor <i>b</i>	Standardunsicherheit (Wert) <i>u(x)<sub>i</sub></i> in $\mu\text{m}$
<i>u<sub>Kal</sub></i>	A/B	Normal	<i>n</i>	1	0,5	0,5
<i>u<sub>w</sub></i>	B	Normal	75	3	0,5	1,5
Kombinierte Standardunsicherheit			$u(y) = \sqrt{u_{\text{Kal}}^2 + u_{\text{w}}^2}$			1,58
Erweiterte Standardunsicherheit			$(k=2) \quad U = k \cdot u(y)$			3,2
Kennwert Prüfprozesseignung			$g_{\text{pp}} = 2U/T = 2 \cdot 3,2/60$			0,107
Prüfprozess geeignet? $G_{\text{pp}} = 0,2$			$g_{\text{pp}} \leq G_{\text{pp}}?$			ja



## Beispiel 2

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

**Prüfprozess**

Wenn die Merkmalswerte als normalverteilt angenommen werden können, beträgt die Toleranz bei der Abnahmeprüfung des Herstellers:

$$T' = \sqrt{60^2 - 4 \cdot 3,2^2} = 59,7 \mu m$$

Die Toleranzeinengung kann somit vernachlässigt werden.

Wenn die Merkmalswerte nicht normalverteilt sind bzw. keine Kenntnis über die Verteilung, ist die Messunsicherheit bei Konformitätsprüfungen des Herstellers linear zu berücksichtigen.

$$T' = 60 - 2 \cdot 3,2 = 53,6 \mu m$$

# Beispiel 3 (aus DGQ-Band 13-61)

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

Wert laut Kalibrierzertifikat

$$X_R = 21,000$$

Prozessstreuung

$$\sigma_{\text{Prozess}} = 0,5$$

Minimale Messunsicherheit

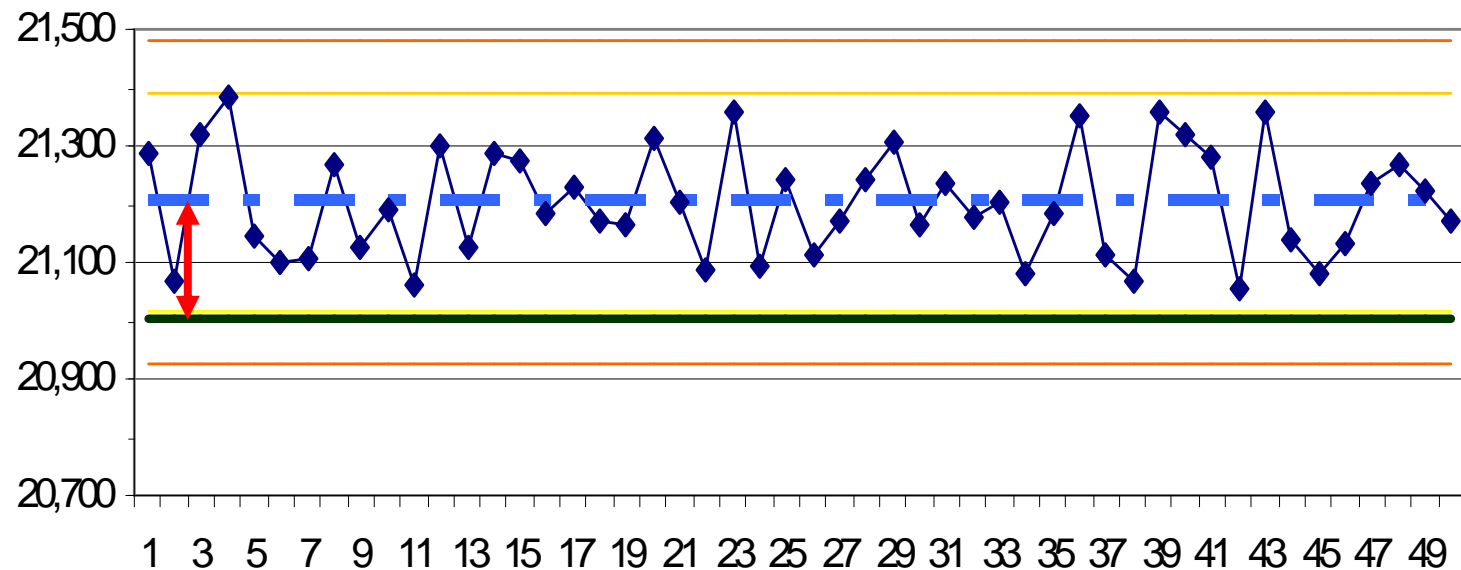
$$u_{pw;\min} \approx \frac{\text{Skalenteilungswert}}{2 \cdot \sqrt{3}} = 0,00029$$

Grenzwert (Eignung)

$$u_{\text{grenz}} = \frac{k_p \cdot k_m \cdot \sigma_{\text{Prozess}}}{2} = 0,15$$

Mindestauflösung

$$\frac{\text{Skalenteilungswert}}{\text{Toleranz}} = 0,033\%$$



## Beispiel 3

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

**Prüfprozess**

**Systematische Messabweichung**

$$a = X_r - \bar{x} = 0,202$$

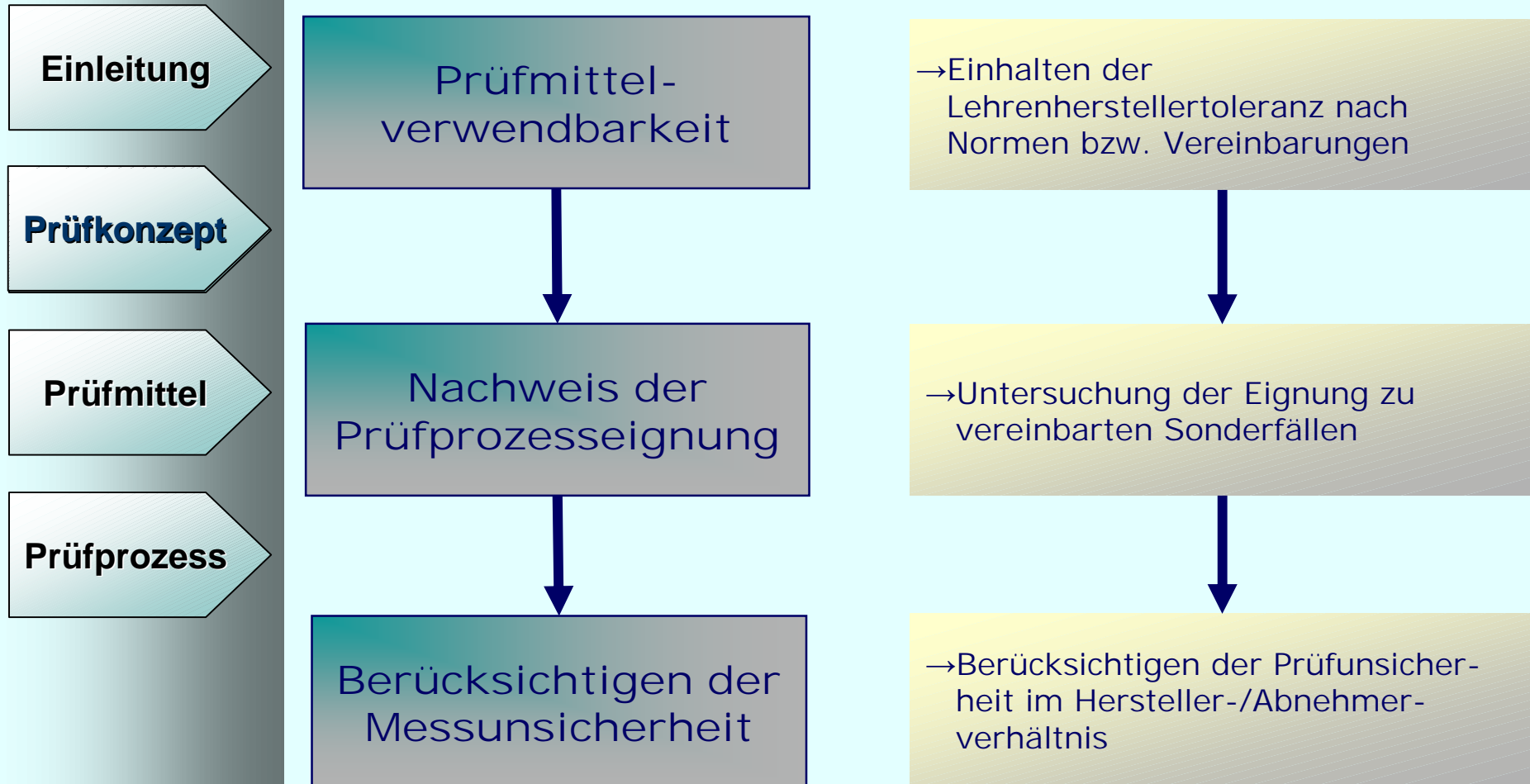
**Empirische Standardabweichung**

$$u_m = s_x = 0,0931$$

$$|a| + u_m = 0,2951$$

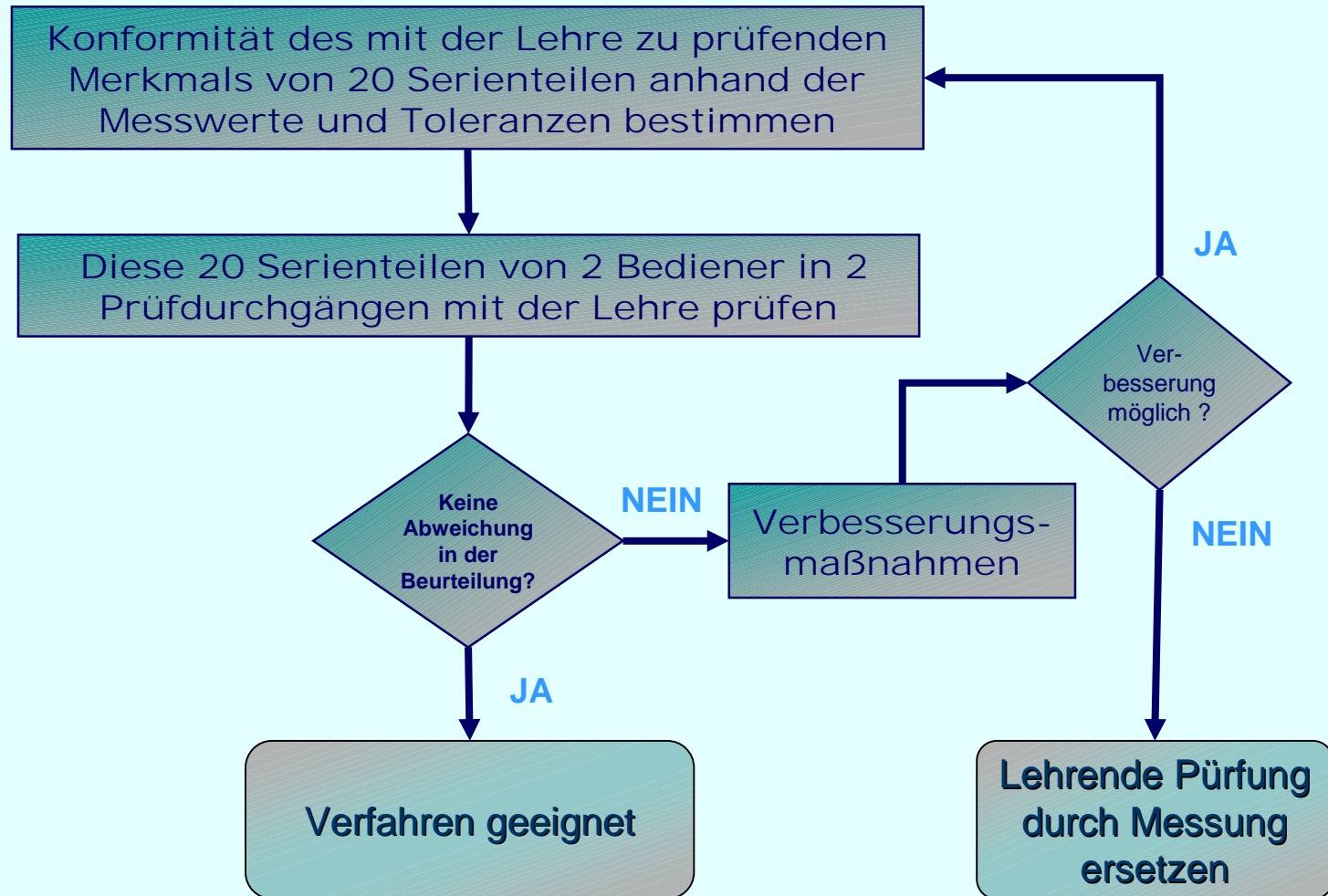
**Der Prüfprozess erweist sich ohne Korrektion der Prüfwerte unter realen Bedingungen als nicht geeignet.**

# Prüfung attributiver Merkmale



# Prüfprozesseignung – lehrende Prüfung

- Einleitung
- Prüfkonzept
- Prüfmittel
- Prüfprozess**



# Vorgehensweise

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

**Prüfprozess**

1. Welche Forderungen tatsächlich liegen vor?
2. Schaffen Sie sich eine Übersicht über die verwendeten Prüfmittel.
3. Bilden Sie Prüfmittelklassen, z.B.
  - § Messschieber Form A mit Ziffernanzeige
  - § Messschieber Form A mit Nonius
  - § ....
4. Ordnen Sie den Prüfmittel die Merkmale, z.B.
  - § Durchmesser, Tiefenmaß, Abstandsmaß, Wanddicke

die damit geprüft werden.
5. Führen Sie die Prüfmittel- und Prüfprozessanalyse unter Berücksichtigung der Faktoren (Temperatur, Objekteinfluss, ...) durch, die für Sie wichtig sind.

# Quellennachweis

Einleitung

Prüfkonzept

Prüfmittel

Prüfprozess

## (1) VDA Band 5 - Prüfprozesseignung

1. Auflage 2003

Verband der deutschen Automobilindustrie e.V.

## (2) DGQ-Band13-61 - Prüfmittelmanagement

1. Auflage 1998

## (3) MEASUREMENTS SYSTEMS ANALYSE

2. Edition June 1998

## (4) Q-DAS QS-STAT ME 4