



*DGaQs Richtlinie in der Praxis
Freigabe von Prüfständen und Grenzwertfestlegung*

Rüdiger Ruddies

DGaQs

Freigabe von Prüfständen

- Eignungsnachweis von Prüfständen gemäß DGaQs-Richtlinie
 - Messmitteleignung mittels Berechnung g_{MS}
 - Messprozesseignung mittels Berechnung g_{PP}

- Justierung der Eingriffsgrenzen
 - Designprüfung: Ableitung aus Messungen für g_{PP}
 - Auffälligkeitsprüfung: Ermittlung statistischer Grenzen
z.B. Mittelwert + 4s aus einem Produktionslos
von 1000/10000 Teilen

Freigabe von Prüfständen: Messmitteleignung

- Berechnung g_{MS} für ein Merkmal

$$g_{MS} = \frac{2 \cdot U_{MS}}{T^*} = \frac{2 \cdot 2 \cdot s_{MS}}{8 \cdot s_{PP}} = \frac{s_{MS}}{2 \cdot s_{PP}} \leq 0,15$$

- Messung von > 100 Teilen und Ermittlung der Ersatztoleranz T^* aus der Berechnung der Standardabweichung s_{PP} bzw. T^{**} aus dem Chargenmittelwert $MW_{(Charge)}$
- 15 Wiederholmessungen für 1 stabiles Teil (golden sample) und Ermittlung der Messunsicherheit U_{MS} aus der Berechnung der Standardabweichung s_{MS}

Freigabe von Prüfständen

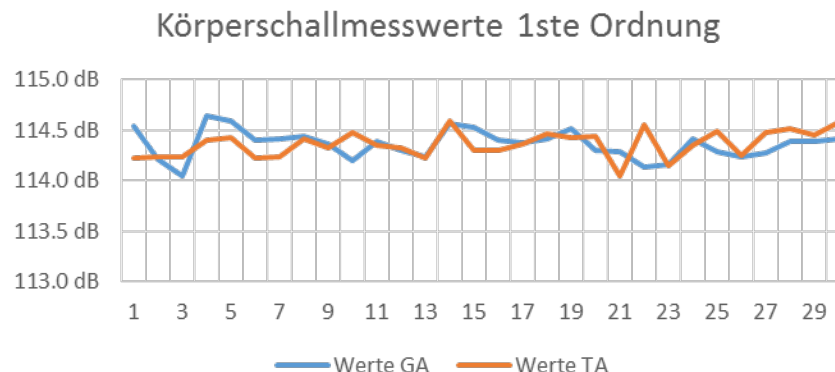
□ Beispiel-Berechnung g_{MS} für die erste Ordnung in Abhängigkeit von der Chargenstreuung

Number of measurements:	25			
S(MS)			0.0071	0.0077
s(PP)			0.0740	0.0920
g(MS)			0.048	0.043
	Werte GA	Werte TA	Werte GA	Werte TA

○ T^* bzw s_{PP} ermittelt aus Messung der Teilstreuung

○ s_{MS} ermittelt aus 30x1 Wiederholmessungen

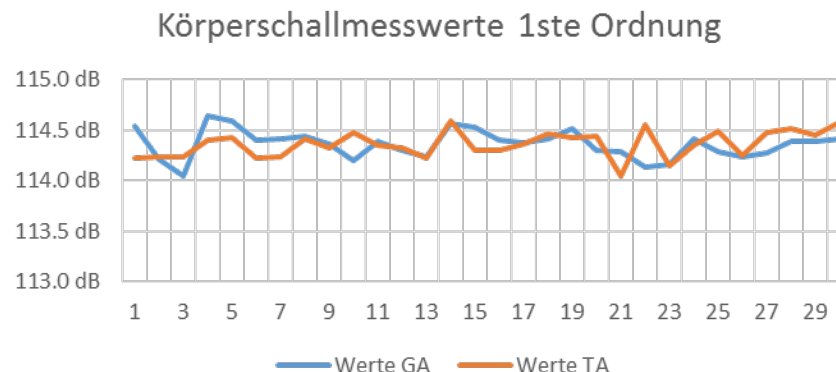
114.5 dB	114.2 dB	0.53 m/s ²	0.51 m/s ²
114.2 dB	114.2 dB	0.51 m/s ²	0.52 m/s ²
114.0 dB	114.2 dB	0.5 m/s ²	0.52 m/s ²
114.6 dB	114.4 dB	0.54 m/s ²	0.53 m/s ²
114.6 dB	114.4 dB	0.54 m/s ²	0.53 m/s ²
114.4 dB	114.2 dB	0.52 m/s ²	0.51 m/s ²
114.4 dB	114.2 dB	0.53 m/s ²	0.51 m/s ²
114.4 dB	114.4 dB	0.53 m/s ²	0.53 m/s ²
114.4 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
114.2 dB	114.5 dB	0.51 m/s ²	0.53 m/s ²
114.4 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
114.3 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
114.2 dB	114.2 dB	0.52 m/s ²	0.51 m/s ²
114.6 dB	114.6 dB	0.54 m/s ²	0.54 m/s ²
114.5 dB	114.3 dB	0.53 m/s ²	0.52 m/s ²
114.4 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
114.4 dB	114.4 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
114.4 dB	114.5 dB	0.53 m/s ²	0.53 m/s ²
114.5 dB	114.4 dB	0.53 m/s ²	0.53 m/s ²
114.3 dB	114.4 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
114.3 dB	114.1 dB	0.52 m/s ²	0.5 m/s ²
114.1 dB	114.6 dB	0.51 m/s ²	0.53 m/s ²
114.2 dB	114.1 dB	0.51 m/s ²	0.51 m/s ²
114.4 dB	114.4 dB	0.53 m/s ²	0.52 m/s ²
114.3 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
114.2 dB	114.3 dB	0.51 m/s ²	0.52 m/s ²
114.3 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
114.4 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
114.4 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
114.4 dB	114.6 dB	0.53 m/s ²	0.54 m/s ²



Freigabe von Prüfständen

- Beispiel-Berechnung g_{MS} für ein Merkmal in Abhängigkeit von der Kundengrenze
- T^{**} ermittelt aus Kundengrenze und Messung des Chargenmittelwerts
- s_{MS} ermittelt aus 30x1 Wiederholmessungen

Number of measurements:	25			
OGW	115.0 dB	115.0 dB	0.56 m/s ²	0.56 m/s ²
OGW	116.0 dB	116.0 dB	0.63 m/s ²	0.63 m/s ²
OGW	117.0 dB	117.0 dB	0.71 m/s ²	0.71 m/s ²
OGW	118.0 dB	118.0 dB	0.79 m/s ²	0.79 m/s ²
MW Charge	113.3 dB	113.0 dB	0.46 m/s ²	0.45 m/s ²
S(MS)			0.0071	0.0077
T**			OGW-MW	OGW-MW
g(MS) (115 dB)			0.289	0.271
g(MS) (116 dB)			0.172	0.170
g(MS) (117 dB)			0.118	0.120
g(MS) (118 dB)			0.087	0.090
Messwerte	Werte GA	Werte TA	Werte GA	Werte TA
	114.5 dB	114.2 dB	0.53 m/s ²	0.51 m/s ²
	114.2 dB	114.2 dB	0.51 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.0 dB	114.2 dB	0.5 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.6 dB	114.4 dB	0.54 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.6 dB	114.4 dB	0.54 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.4 dB	114.2 dB	0.52 m/s ²	0.51 m/s ²
	114.4 dB	114.2 dB	0.53 m/s ²	0.51 m/s ²
	114.4 dB	114.4 dB	0.53 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.4 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.2 dB	114.5 dB	0.51 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.4 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.3 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.2 dB	114.2 dB	0.52 m/s ²	0.51 m/s ²
	114.6 dB	114.6 dB	0.54 m/s ²	0.54 m/s ²
	114.5 dB	114.3 dB	0.53 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.4 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.4 dB	114.4 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.4 dB	114.5 dB	0.53 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.5 dB	114.4 dB	0.53 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.3 dB	114.4 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.3 dB	114.1 dB	0.52 m/s ²	0.5 m/s ²
	114.1 dB	114.6 dB	0.51 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.2 dB	114.1 dB	0.51 m/s ²	0.51 m/s ²
	114.4 dB	114.4 dB	0.53 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.3 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.2 dB	114.3 dB	0.51 m/s ²	0.52 m/s ²
	114.3 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.4 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.4 dB	114.5 dB	0.52 m/s ²	0.53 m/s ²
	114.4 dB	114.6 dB	0.53 m/s ²	0.54 m/s ²



Freigabe von Prüfständen: Messprozesseignung

- Berechnung g_{PP} für ein Merkmal

$$g_{PP} = \frac{2 \cdot U_{MP}}{T^*} = \frac{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{u_{sp-m}^2 + u_{sp-s}^2}}{8 \cdot s_{PP}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{9}{100} \cdot m_{sp}^2 + s_{sp}^2}}{8 \cdot s_{PP}} \leq 0,25$$

- Messung von > 100 Teilen und Ermittlung der Ersatztoleranz T^* aus der Berechnung der Standardabweichung s_{PP}
- 2 Wiederholmessungen für 30 Teile und Ermittlung der Messunsicherheit U_{MP} aus der Berechnung der Standardabweichung s_{sp} und des Mittelwerts m_{sp} der Messwertspannen

Freigabe von Prüfständen

- Beispiel-Berechnung g_{PP} für die erste Ordnung in Abhängigkeit von der Chargenstreuung
- T^* bzw s_{PP} ermittelt aus Messung der Teilstreuung
- s_{sp} und m_{sp} ermittelt aus 2x30 Wiederholmessungen

	GA f(A)	TA f(A)
s(sp)	0.007	0.007
m(sp)	0.009	0.012
u(sp-m)	0.003	0.004
u(MP)	0.007	0.008
U(MP)	0.014	0.015
s(PP) Charge	0.048	0.043
$T^*=8s_{PP}$	0.384	0.344
$g(PP)=2U/T^*$	0.074	0.089
	7.4%	8.9%

Motor	Messreihe 1				Messreihe 2				Differenzen	
	Werte GA	Werte TA	Werte GA	Werte TA	Werte GA	Werte TA	Werte GA	Werte TA	GA	TA
1	114.3 dB	114.0 dB	0.52 m/s ²	0.5 m/s ²	114.3 dB	114.3 dB	0.52 m/s ²	0.52 m/s ²	0.0049	0.0165
2	107.4 dB	106.9 dB	0.23 m/s ²	0.22 m/s ²	107.5 dB	107.1 dB	0.24 m/s ²	0.23 m/s ²	0.0034	0.0052
3	115.8 dB	115.8 dB	0.62 m/s ²	0.62 m/s ²	116.1 dB	115.9 dB	0.64 m/s ²	0.62 m/s ²	0.0191	0.0077
4	119.7 dB	119.3 dB	0.96 m/s ²	0.93 m/s ²	120.1 dB	120.0 dB	1.02 m/s ²	1. m/s ²		
5	119.2 dB	119.0 dB	0.91 m/s ²	0.89 m/s ²	119.1 dB	118.6 dB	0.91 m/s ²	0.85 m/s ²	0.0067	
6	116.8 dB	117.0 dB	0.69 m/s ²	0.71 m/s ²	116.8 dB	116.9 dB	0.7 m/s ²	0.7 m/s ²	0.0029	0.0061
7	110.4 dB	110.9 dB	0.33 m/s ²	0.35 m/s ²	110.1 dB	110.4 dB	0.32 m/s ²	0.33 m/s ²	0.0105	0.0193
8	114.4 dB	114.4 dB	0.53 m/s ²	0.52 m/s ²	114.6 dB	114.5 dB	0.53 m/s ²	0.53 m/s ²	0.0079	0.0091
9	119.1 dB	118.9 dB	0.9 m/s ²	0.88 m/s ²	118.9 dB	118.6 dB	0.88 m/s ²	0.85 m/s ²		
10	115.1 dB	115.2 dB	0.57 m/s ²	0.57 m/s ²	115.1 dB	115.1 dB	0.57 m/s ²	0.57 m/s ²	0.0016	0.0056
11	108.0 dB	107.5 dB	0.25 m/s ²	0.24 m/s ²	107.3 dB	106.8 dB	0.23 m/s ²	0.22 m/s ²	0.0187	0.0179
12	114.3 dB	115.0 dB	0.52 m/s ²	0.56 m/s ²	114.6 dB	115.2 dB	0.54 m/s ²	0.58 m/s ²	0.0205	0.0173
13	110.3 dB	110.4 dB	0.33 m/s ²	0.33 m/s ²	111.3 dB	111.3 dB	0.37 m/s ²	0.37 m/s ²		
14	97.0 dB	99.2 dB	0.07 m/s ²	0.09 m/s ²	100.9 dB	101.9 dB	0.11 m/s ²	0.12 m/s ²		
15	116.4 dB	116.6 dB	0.66 m/s ²	0.68 m/s ²	116.4 dB	116.5 dB	0.66 m/s ²	0.67 m/s ²	0.0005	0.0099
16	116.8 dB	116.9 dB	0.69 m/s ²	0.7 m/s ²	116.4 dB	116.5 dB	0.66 m/s ²	0.67 m/s ²		0.0256
17	117.6 dB	117.5 dB	0.76 m/s ²	0.75 m/s ²	117.4 dB	117.4 dB	0.74 m/s ²	0.74 m/s ²	0.0130	0.0107
18	112.6 dB	112.7 dB	0.43 m/s ²	0.43 m/s ²	112.4 dB	112.2 dB	0.42 m/s ²	0.41 m/s ²	0.0067	0.0232
19	114.5 dB	114.3 dB	0.53 m/s ²	0.52 m/s ²	114.8 dB	114.6 dB	0.55 m/s ²	0.54 m/s ²	0.0188	0.0170
20	117.4 dB	117.4 dB	0.74 m/s ²	0.74 m/s ²	117.5 dB	117.3 dB	0.75 m/s ²	0.73 m/s ²	0.0063	0.0050
21	121.6 dB	121.6 dB	1.2 m/s ²	1.2 m/s ²	121.7 dB	121.5 dB	1.22 m/s ²	1.19 m/s ²	0.0134	0.0069
22	123.4 dB	123.5 dB	1.48 m/s ²	1.49 m/s ²	123.5 dB	123.5 dB	1.5 m/s ²	1.5 m/s ²	0.0208	0.0017
23	120.6 dB	120.9 dB	1.07 m/s ²	1.11 m/s ²	120.6 dB	121.0 dB	1.08 m/s ²	1.12 m/s ²	0.0010	0.0151
24	111.5 dB	111.8 dB	0.38 m/s ²	0.39 m/s ²	111.3 dB	111.6 dB	0.37 m/s ²	0.38 m/s ²	0.0099	0.0083
25	116.2 dB	116.2 dB	0.64 m/s ²	0.64 m/s ²	116.3 dB	116.3 dB	0.65 m/s ²	0.65 m/s ²	0.0065	0.0054
26	117.1 dB	116.6 dB	0.71 m/s ²	0.68 m/s ²	117.1 dB	116.9 dB	0.71 m/s ²	0.7 m/s ²	0.0006	0.0229
27	113.0 dB	112.9 dB	0.45 m/s ²	0.44 m/s ²	113.2 dB	113.0 dB	0.46 m/s ²	0.45 m/s ²	0.0104	0.0062
28	114.2 dB	114.9 dB	0.52 m/s ²	0.55 m/s ²	114.5 dB	115.0 dB	0.53 m/s ²	0.56 m/s ²	0.0144	0.0094
29	120.3 dB	120.3 dB	1.04 m/s ²	1.04 m/s ²	120.4 dB	120.3 dB	1.05 m/s ²	1.03 m/s ²	0.0115	0.0053
30	108.4 dB	108.0 dB	0.26 m/s ²	0.25 m/s ²	108.3 dB	107.9 dB	0.26 m/s ²	0.25 m/s ²	0.0039	0.0040

Freigabe von Prüfständen

- Beispielrechnung für Eingriffsgrenzen in Abhängigkeit von vorgegebenen Kundengrenzen
 - Voraussetzung: Messwerte korrelieren zu Kundenwerten, bzw. sind darauf rückrechenbar (Alternative: statistische Grenzen)
 - Standardabweichung s_{sp30} ermittelt aus 2x30 Wiederholmessungen
 - Rückrechnung Kundengrenze [dB] auf phys. Wert [m/s^2]
 - Eingriffsgrenze [m/s^2] = Kundengrenze – $4 \cdot s_{sp30}$
 - Berechnung Eingriffsgrenze in [dB]

Freigabe von Prüfständen

- Beispielrechnung für Eingriffsgrenzen in Abhängigkeit von vorgegebenen Kundengrenzen
- Kundengrenze 115-122 dB(rel. $10^{-6}m/s^2$)

	GA f(A)	TA f(A)	GA f(A)	TA f(A)	GA f(A)	TA f(A)	GA f(A)	TA f(A)
Kundengrenze GW	115 dB	115 dB	118 dB	118 dB	119 dB	119 dB	122 dB	122 dB
GW [m/s ²]	0.562	0.562	0.794	0.794	0.891	0.891	1.259	1.259
s(sp30) [m/s ²]	0.013	0.014	0.013	0.014	0.013	0.014	0.013	0.014
GW-4s(sp30) [m/s ²]	0.511	0.505	0.743	0.737	0.840	0.834	1.208	1.202
GW-Absenkung	0.8 dB	0.9 dB	0.6 dB	0.6 dB	0.5 dB	0.6 dB	0.4 dB	0.4 dB
Eingriffsgrenze	114.2 dB	114.1 dB	117.4 dB	117.4 dB	118.5 dB	118.4 dB	121.6 dB	121.6 dB

s(sp30)	s(sp30)
0.0125	0.0140
0.0049	0.0165
0.0034	0.0052
0.0191	0.0077
0.0517	0.0720
0.0067	0.0321
0.0029	0.0061
0.0105	0.0193
0.0079	0.0091
0.0240	0.0263
0.0016	0.0056
0.0187	0.0179
0.0205	0.0173
0.0372	0.0369
0.0396	0.0324
0.0005	0.0099
0.0343	0.0256
0.0130	0.0107
0.0067	0.0232
0.0188	0.0170
0.0063	0.0050
0.0134	0.0069
0.0208	0.0017
0.0010	0.0151
0.0099	0.0083
0.0065	0.0054
0.0006	0.0229
0.0104	0.0062
0.0144	0.0094
0.0115	0.0053
0.0039	0.0040