



Kalibrierschein W 20 0828

1. Ausfertigung

G 3874

Kalibrier-
zeichen

D-K-
11048-01-00

2020-06

Auftraggeber: P. A. Budau GmbH & Co. KG
Hoch- und Tiefbau
Mackenrodter Weg 5 - 9
55743 Idar-Oberstein

Bestell- oder Vertrags-Nr.: W 586
Gegenstand: Viersäulige 3000 kN-Druckprüfmaschine für Baustoffe
Hersteller: Form + Test Prüfsysteme, Riedlingen
Typ: ALPHA 3-3000 S
Herstellnummer: 00983
Baujahr: 1997
Beanspruchungseinrichtung: Hydraulisch
Mess- und Anzeigeeinrichtung: Elektrischer Druckaufnehmer, Ziffernanzeige am Steuerstand
Anzeigebereiche: bis 3000 kN
Aufstellungsort: Prüfraum des Auftraggebers
Prüfingenieur: Dipl.-Ing. M. Gottschalk
Kalibrierdatum: 10.06.2020

Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt
Mess- und Kalibriertechnik
Grafenstraße 2, 64283 Darmstadt

Seiten: -8-
Tabellen: -6-
Bilder: ---
Anlagen: ---

Datum: 15.06.2020

Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums

Dipl.-Ing. (FH) A. Hecht



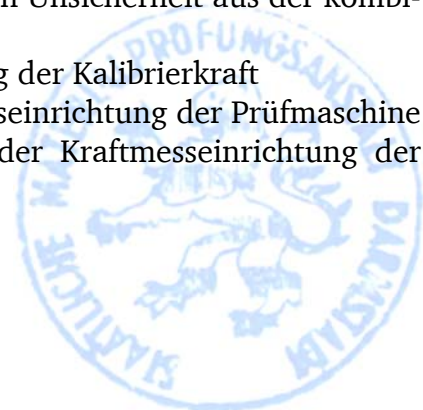
G 3874
D-K- 11048-01-00
2020-06



1 Formelzeichen, Definitionen, Gleichungen, Grenzwerte und Anforderungen

1.1 Formelzeichen und Definitionen

a	[%]	relative Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine
a_F	[%]	relative Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine bei der aufgebrauchten Kraft
a_Z	[%]	relative Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine im entlasteten Zustand
b	[%]	relative Wiederholpräzision der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
b_{al}	[%]	zulässiger Wert von b für eine vorgegebene Klasse
ΔF	[N]	Abweichung der Kraft
Δm	[kg]	Abweichung der Masse
Δg	[m/s ²]	Abweichung der Fallbeschleunigung
$\Delta \epsilon$	[-]	Dehnungsdifferenz zweier gegenüberliegender Mantellinien eines Zugkraftmessstabes oder eines Druckkraftmesskörpers
$\Delta \epsilon^*$	[-]	Dehnungsdifferenz $\Delta \epsilon$ bei $0,05 F_N$
ϵ	[-]	Mittlere Dehnung von 2 oder 4 Mantellinien eines Zugkraftmessstabes oder eines Druckkraftmesskörpers
f_o	[%]	relative Nullpunktabweichung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
F	[N]	bei zunehmender Prüfkraft am Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft
F'	[N]	bei abnehmender Prüfkraft am Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft
f_E	[-]	Ebenheitsabweichung
f	[-]	relativer Biegeeinfluss
F_i	[N]	bei zunehmender Prüfkraft an der Prüfmaschine angezeigte Kraft
F'_i	[N]	bei abnehmender Prüfkraft an der Prüfmaschine angezeigte Kraft
F_c	[N]	bei zunehmender Prüfkraft am Kraftmessgerät angezeigte Bezugskraft während der ergänzenden Messreihe im kleinsten benutzten Kraftanzeigebereich
$\bar{F}_i \dots \bar{F}$	[N]	Arithmetische Mittelwerte mehrerer Messungen von F_i bzw. F bei gleicher Prüfkraftstufe
F_{ic}	[N]	bei zunehmender Prüfkraft an der Prüfmaschine angezeigte Kraft während der ergänzenden Messreihe im kleinsten benutzten Kraftanzeigebereich
F_{io}	[N]	Restanzeige an der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine nach Entlastung
F_N	[N]	maximale Nennkraft eines Kraftanzeigebereiches der Prüfmaschine
F_L	[N]	Kraft an der unteren Grenze eines Messbereiches
g	[m/s ²]	örtliche Fallbeschleunigung
k	[-]	Erweiterungsfaktor zur Berechnung der erweiterten Unsicherheit aus der kombinierten Unsicherheit
m	[kg]	Masse der direkt wirkenden Massen zur Erzeugung der Kalibrierkraft
q	[%]	mittlere relative Anzeigeabweichung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
q_i	[%]	i -te Messung der relativen Anzeigeabweichung der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
q_{al}	[%]	Zulässiger Wert von q für eine vorgegebene Klasse
q_{max}	[%]	Maximalwert von q an jedem Kalibrierpunkt
q_{min}	[%]	Minimalwert von q an jedem Kalibrierpunkt



q_{T1}	[%]	relative Anzeigeabweichung, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 1 bestimmt wird
q_{T2}	[%]	relative Anzeigeabweichung, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 2 bestimmt wird
r	[N]	Auflösung der Kraftanzeigeeinrichtung der Prüfmaschine
R_a	[-]	Arithmetischer Mittenrauwert
\overline{R}_n	[-]	mittlerer Quotient
$\Delta\overline{R}_n$	[-]	größte Differenz
u_c	[%]	kombinierte relative Unsicherheit
u_i	[%]	relative Unsicherheitskomponente
u_{rep}	[%]	relative Unsicherheitskomponente infolge der Wiederholpräzision
u_{res}	[%]	relative Unsicherheitskomponente infolge der Auflösung
u_{std}	[%]	relative Unsicherheitskomponente infolge des verwendeten Kalibriernormals
U	[%]	relative erweiterte Unsicherheit
U'	[%]	relative erweiterte Unsicherheit aus abnehmenden Kräften
U_{T1}	[%]	relative erweiterte Unsicherheit, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 1 bestimmt wird
U_{T2}	[%]	relative erweiterte Unsicherheit, die an einem Überlappungspunkt mit Kraftmessgerät 2 bestimmt wird
U_q	[%]	relative erweiterte Unsicherheit bei zunehmenden Kräften
U_{qz}	[%]	relative erweiterte Unsicherheit der ergänzenden Messreihe
U_v	[%]	relative erweiterte Unsicherheit der relativen Umkehrspanne
v	[%]	relative Umkehrspanne der Kraftmesseinrichtung der Prüfmaschine
ρ_{air}	[kg/m ³]	Dichte von Luft
ρ_m	[kg/m ³]	Dichte der direkt wirkenden Massen
$W_{V, H}$	[-]	Änderung der Quotienten je mm Verschiebung
$W_{L, R}$		

1.2 Gleichungen zur Berechnung von Kenngrößen

$$f_0 = \frac{F_{i0}}{F_N} \cdot 100 \%$$

$$a = \frac{r}{F_L} \cdot 100 \%$$

$$f_\varepsilon = \frac{\Delta\varepsilon - \Delta\varepsilon^*}{\varepsilon} \cdot 100 \%$$

$$q_n = \frac{F_{i,n} - F_n}{F_n} \cdot 100 \%$$

$$q = \frac{(q_1 + q_2 + q_3)}{3}$$

$$b = q_{\max} - q_{\min}$$

Es gelten die folgenden Gleichungen:

bei konstanter, an der Prüfmaschine angezeigter Kraft:

bei konstanter richtiger Kraft (z. B. mit Belastungskörpern):

$$v = \frac{F' - F}{F} \cdot 100 \%$$

$$v = \frac{F_i' - F_i}{F} \cdot 100 \%$$

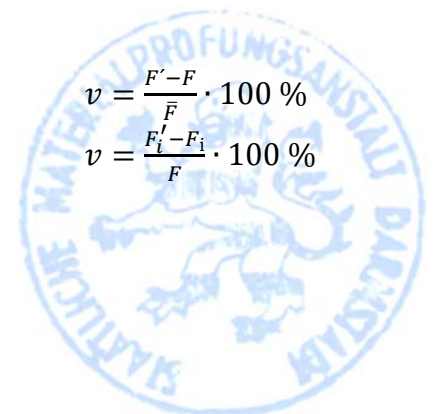


Tabelle 1: Grenzwerte für relative Kenngrößen

Maschinen- klasse	Höchstzulässige Werte nach DIN EN ISO 7500-1					Grenzwert nach Beiblatt 1 Relativer Biegeeinfluss f_{ϵ} [%]
	Relative Anzeigeab- weichung q_{al} [%]	Relative Spannweite b [%]	Relative Umkehr- spanne ¹⁾ v [%]	Relative Nullpunkt- abweichung f_o [%]	Relative Auflösung a [%]	
	0,5	$\pm 0,5$	0,5	$\pm 0,75$	$\pm 0,05$	
1	$\pm 1,0$	1,0	$\pm 1,5$	$\pm 0,1$	0,5	
2	$\pm 2,0$	2,0	$\pm 3,0$	$\pm 0,2$	1,0	
3	$\pm 3,0$	3,0	$\pm 4,5$	$\pm 0,3$	1,5	

¹⁾ Diese Prüfung wird nur auf Wunsch durchgeführt, ²⁾ bei Zugprüfmaschinen, ³⁾ bei Druckprüfmaschinen

1.3 Anforderungen an Prüfmaschinen mit Zusatzeinrichtungen

Bei Prüfung mit konstanter, an der Prüfmaschine angezeigter Kraft gilt die Bedingung:

$$\left| \frac{F_i - F_c}{F_c} \right| \leq 1,5 \cdot |q_{al}|$$

Bei Prüfung mit konstanter richtiger Kraft (z. B. mit Belastungskörpern) gilt die Bedingung:

$$\left| \frac{F_{ic} - F}{F} \right| \leq 1,5 \cdot |q_{al}|$$

Für q_{al} ist in beiden Fällen der Grenzwert nach Tabelle 1 einzusetzen.

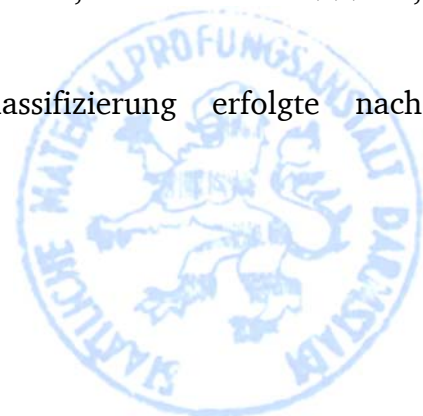
Tabelle 2: Anforderungen an Druckplatten nach DIN EN ISO 7500 Teil 1 Beiblatt 1

zu prüfender Werkstoff	Härte min.	Ebenheitsabweichung f_{ϵ} max.	Arithmetischer Mittenrauwert R_a	Durchbiegung bei Höchstkraft max.
Metalle	55 HRC	0,01 mm, gemessen über 100 mm	noch nicht festgelegt	noch nicht festgelegt
Mineralische Bin- demittel z. B. Zement	55 HRC	0,01 mm, gemessen über 100 mm	$\leq 0,0008$ mm	0,01 mm, gemessen über Plattenlänge
Beton	53 HRC	0,03 mm, gemessen über 250 mm	$\leq 0,0016$ mm	0,1 mm, gemessen über 250 mm

2 Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung erfolgte nach DIN EN ISO 7500-1: 2018-06, Beiblatt 1: 1999-11, Beiblatt 4: 2013-03 sowie DIN EN 12390-4: 2000-12.

Die Berücksichtigung der Messunsicherheit bei der Klassifizierung erfolgte nach DIN EN ISO 7500-1, Beiblatt 4: 2013-03 Tabelle 1.



3 Umgebungsbedingungen

Kalibriertemperatur: $(20 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$

4 Einzelergebnisse der Kalibrierung

4.1 Allgemeine Überprüfung der Maschine

4.1.1 Sichtprüfung

- funktionsgerechte Aufstellung
- Allgemeinzustand und Funktion der Maschine

4.1.2 Überprüfung des Antriebs

- Anfahren bestimmter Prüfkraftstufen mit ausreichender Genauigkeit
- Gleichmäßige und ruckfreie Änderung der Prüfkraft

4.1.3 Überprüfung der Krafteinleitungsteile

- Überprüfung der Druckplatten (Härte, Ebenheitsabweichung, arithmetischer Mittenrauwert, Durchbiegung bei Höchstkraft, kugelige Lagerung der oberen Druckplatte) mit folgenden Maßen:
 - obere Druckplatte: $\varnothing 320 \text{ mm}$
 - untere Druckplatte: $\varnothing 300 \text{ mm}$

4.1.4 Überprüfung des relativen Biegeeinflusses f_ε

Die Überprüfung ergab keine Beanstandungen.

4.2 Überprüfung der Kraftmesseinrichtung

Tabelle 3: Auflösung der Anzeigeeinrichtung in Abhängigkeit der Kraft

Nennkraft F_N	Auflösung (Zifferschnittwert) r	Kraft F_L	Relative Auflösung (bei F_L) a [%]	Nr. der Messeinrichtung
3000 kN Druck	0,1 kN	30 kN	0,333 %	3730



4.2.5 Relative Nullpunktabweichung

Die relative Nullpunktabweichung f_0 entspricht den Anforderungen der jeweils zugelassenen Klasse.

4.2.6 Kalibrierungen

Die folgenden Kalibrierungen wurden durchgeführt:

- relative Anzeigeabweichung q
- relative Wiederholpräzision b
- der relativen Umkehrspanne ν
- des Einflusses der Zusatzeinrichtung

Die Messergebnisse zur Anzeigeabweichung, Wiederholpräzision und Umkehrspanne sind in Abschnitt 6 dokumentiert.

Bemerkungen:

Die Nennkraft wurde nicht erreicht.

Kalibrierwerte:

0 % = 27800	10 % = 87100	80 % = 501254
2 % = 39200	20 % = 146276	100 % = 622000
4 % = 51500	40 % = 264838	
6 % = 63100	60 % = 383144	
Kal.-Fakt. = 29990		

5 Verwendete Messmittel

Tabelle 4: Kraftmessgeräte

Bezeichnung	PM-Nr.	Kalibrierschein	Ende der Gültigkeit
600 kN Druckkraftaufnehmer	W-204.2	F 4098	09.2020
3000 kN Druckkraftaufnehmer	W-204.1	F 4096	09.2020

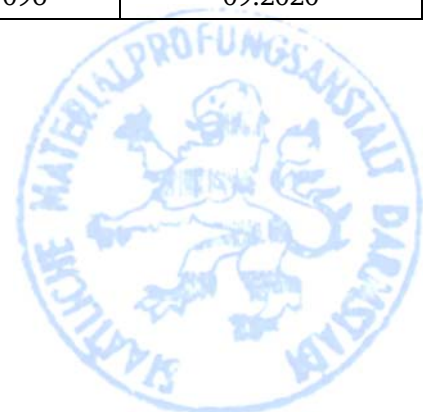


Tabelle 5: Weitere Messmittel

Bezeichnung	PM-Nr.
Trägerfrequenzmessverstärker	W-034
Digitalthermometer	W-549
tragbares Härteprüfgerät	W-604
Rauheitsmessgerät	W-500
Haarlineal	W-512

6 Messergebnisse

Tabelle 6: Anzeigebereich: $F_N = 3000$ kN Druck

Maschinen- anzeige F_i	Wahre Kraft F	Hauptreihen			Zusatzreihe Anzeigeab- weichung q^* [%]	Relative erweiterte Messunsicherheit		
		Anzeigeab- weichung q [%]	Wiederhol- präzision b [%]	Umkehr- spanne v [%]		U_q [%]	U_{qz} [%]	U_v [%]
150 kN	150,15 kN	- 0,1	0,4	-0,36	0,24	0,32	0,45	0,45
300 kN	300,90 kN	- 0,3	0,3	-0,41	-0,12	0,45	0,24	0,30
450 kN	450,45 kN	- 0,1	0,2	-0,34	0,02	0,24	0,24	0,30
600 kN	599,40 kN	+ 0,1	0,2	-0,29	0,18	0,29	0,31	0,41
1200 kN	1198,8 kN	+ 0,1	0,1	-0,04	0,11	0,29	0,31	0,41
1800 kN	1800,0 kN	0,0	0,1	0,06	0,04	0,24	0,20	0,26
2400 kN	2400,0 kN	0,0	0,1	0,11	0,00	0,19	0,21	0,27
2900 kN	2911,6 kN	- 0,4	0,1	-	-0,42	0,20	0,23	-

q ist berechnet aus den 3 Hauptmessreihen ohne Benutzung des Spitzenwertspeichers. q^* ist berechnet aus der Zusatzmessreihe bei Benutzung des Spitzenwertspeichers.

7 Messunsicherheit

Angegeben ist die Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2013 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Wertintervall.





8 Konformitätsaussage

Die Kalibrierung erfolgte nach DIN EN ISO 7500-1: 2018-06, Beiblatt 1: 1999-11, Beiblatt 4: 2013-03 sowie DIN EN 12390-4: 2000-12. Die Prüfmaschine entspricht dieser Norm bei zu- und abnehmender Prüfkraft und kann bei Einstufung der Kraftbereiche

im Anzeigebereich	von	bis	in der Klasse	Bemerkungen
3000 kN Druck	150 kN 300 kN	2900 kN 2900 kN	2 1	Bemerkungen s. Abschnitt 4.2

für maßgebliche Versuche mit und ohne Benutzung des Spitzenwertspeichers als Zusatzmess-einrichtung verwendet werden.

9 Hinweis

Eine Kalibrierung ist erforderlich, wenn der Aufstellungsort einer ortsgebundenen Prüfmaschine geändert wurde oder falls größere Reparaturen oder Justagen durchgeführt wurden.

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European Cooperation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

————— Ende des Kalibrierscheins —————

