

**DIN 28011****DIN**

ICS 71.120.30

Ersatz für  
DIN 28011:1993-01**Gewölbte Böden –  
Klöpperform**

Torispherical heads

Fonds bombés –  
Forme torosphérique

Gesamtumfang 19 Seiten

Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN

# Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Maße, Bezeichnung</b> .....	<b>5</b>
3.1 Geometrische Beziehungen .....	5
3.2 Bordkanten .....	15
3.3 Bezeichnung.....	15
<b>4 Technische Lieferbedingungen</b> .....	<b>16</b>
4.1 Werkstoffe .....	16
4.2 Herstellung und Wärmebehandlung .....	16
4.3 Oberflächenzustand .....	16
4.4 Grenzabmaße .....	16
4.4.1 Grenzmaße für die innere Höhe $h_3$ .....	16
4.4.2 Grenzabmaße für den Umfang .....	16
4.4.3 Grenzabmaße für die Unrundheit $u$ .....	17
4.4.4 Änderung der Toleranzen .....	17
4.4.5 Grenzabmaße für die Wanddicke .....	17
4.5 Umfangbestimmung .....	18
4.5.1 Bestimmung des äußeren Umfanges .....	18
4.5.2 Bestimmung des inneren Umfanges, wenn vereinbart .....	18
4.6 Abplattungen.....	18
4.7 Schrägstellung des zylindrischen Bordes .....	19
4.8 Kennzeichnung .....	19
4.9 Bescheinigungen .....	19

## Vorwort

Dieses Dokument wurde im Arbeitsausschuss NA 012-00-01 AA „Anlagenteile“ im Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA) im DIN erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## Änderungen

Gegenüber DIN 28011:1993-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Anwendungsbereich erweitert bis Außendurchmesser  $d_a = 8000$  mm;
- c) in Bild 1 Fußnote c ergänzt;
- d) Tabelle 1 neu eingefügt;
- e) in 3.1 neue Gleichungen (4) und (5) eingefügt;
- f) Tabelle 2 bis auf  $d_a = 8000$  mm erweitert und Werte aktualisiert;
- g) Tabelle 3 neu gegliedert und aktualisiert;
- h) neuer Unterabschnitt 4.8 „Kennzeichnung“ aufgenommen;
- i) Norm redaktionell überarbeitet.

## Frühere Ausgaben

DIN 28011: 1970-10, 1987-05, 1993-01

DIN 28012: 1970-10

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Maße und Ausführung von einteilig gewölbten Böden in Klöpperform mit und ohne Schweißnaht aus unlegierten, niedriglegierten oder nichtrostenden Stählen, die vorwiegend an verfahrenstechnischen Apparaten eingesetzt werden.

Sie gilt für einen Außendurchmesserbereich bis  $d_a = 8000$  mm.

Für Böden in anderen Abmessungen oder anderen Werkstoffen gilt der Anwendungsbereich dieser Norm sinngemäß, wobei die Toleranzen — insbesondere von Böden aus Segmenten — bzw. andere Werkstoffe besonders zu vereinbaren sind.

Für gewölbte Böden mit Korbbogenform gilt DIN 28013.

Für Kappen gelten DIN EN 10253-2 und DIN EN 10253-4.

Die Berechnung der erforderlichen Wanddicken erfolgt z. B.:

- nach AD 2000-Merkblättern; oder
- DIN EN 13445-3.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 28013, *Gewölbte Böden; Korbbogenform*

DIN EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

DIN EN 10253-2, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 2: Unlegierte und legierte ferritische Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

DIN EN 10253-4, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische (Duplex)-Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

DIN EN 13445-3, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

AD 2000-Merkblätter Reihe HP 7 — *Wärmebehandlung* <sup>1)</sup>

---

1) Zu beziehen durch: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstrasse 6, 10787 Berlin

### 3 Maße, Bezeichnung

#### 3.1 Geometrische Beziehungen

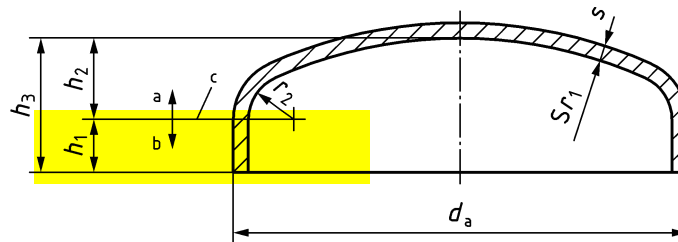
Für gewölbte Böden nach dieser Norm gelten folgende Beziehungen (siehe Bild 1):

$$sr_1 = d_a$$

$$r_2 = 0,1 d_a$$

$$h_1 \geq 3,5 s$$

$$h_2 = 0,1935 d_a - 0,455 s^2$$



#### Legende

- a gewölbter Teil
- b zylindrischer Bord
- c Tangentenlinie

**Bild 1 — Gewölbter Boden Klöpferform**

Die Tangentenlinie (Referenzlinie) ist der Übergang vom gewölbten Teil zum zylindrischen Bord.

Bei der Bestellung kann die Kennzeichnung der Referenzlinie vereinbart werden.

Für Maße und Gewichte gilt Tabelle 2.

Für Grenzabmaße siehe 4.4.

Für die minimale Höhe des zylindrischen Bordes gilt Tabelle 1.

**Tabelle 1 — Minimale Höhe des zylindrischen Bordes**

Maße in Millimeter

Wanddicke $s$	Minimale Bordhöhe $h_1$
$\leq 43$	$3,5 s$
$43 < s \leq 50$	150
$50 < s \leq 80$	120
$80 < s \leq 100$	100
$100 < s \leq 120$	75
$120 < s$	50

2) Bei dem Maß  $h_2$  handelt es sich um einen rechnerischen Wert.

**Volumen** des gewölbten Teils (ohne Bordhöhe  $h_1$ ), in  $\text{mm}^3$ :

$$V \approx 0,1 \cdot (d_a - 2s)^3 \quad (1)$$

**Äußere Oberfläche** des gewölbten Teils (ohne Bordhöhe  $h_1$ ), in  $\text{mm}^2$ :

$$A_a \approx 0,99 \cdot d_a^2 \quad (2)$$

**Innere Oberfläche** des gewölbten Teils (ohne Bordhöhe  $h_1$ ), in  $\text{mm}^2$ :

$$A_i \approx 0,99 \cdot (d_a - 2s)^2 \quad (3)$$

**Gewicht** des gewölbten Boden Klöpferform (theoretische Gewichtsberechnung), in kg:

$$G \approx \frac{\frac{D_R^2}{4} \cdot \pi \cdot s \cdot 1,1 \cdot \delta}{1000000} \quad (4)$$

mit

$$D_R \approx 1,128 \cdot \sqrt{0,99 \cdot d_a^2 + d_a \cdot \pi \cdot h_1} \quad (5)$$

Dabei ist

$D_R$  theoretischer Rondendurchmesser, in mm;

$\delta$  Dichte, in  $\text{kg/dm}^3$  (z. B. 7,85 für ferritischen Stahl).

Bei Beistellung von Ronden ist der erforderliche Rondendurchmesser mit dem Bodenhersteller zu vereinbaren.

Tabelle 2 — Maße und Gewichte für gewölbte Böden Klöpferform für  $d_a \geq 168,3$  mm bis  $d_a = 8000$  mm

Maße in Millimeter

Wanddicke $s$			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
Bordhöhe $h_1^a$			20			25			30	35			45			50			60			70			80			90	
$d_a^b$	$Sr_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>																										
168,3	168,3	17	1	1,3	1,7	2,1	2,5	3	3,6	4	4,9	5,4	6,1	6,6	7,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
219,1	219,1	22	1,6	2,1	2,6	3,4	3,9	4,7	5,6	6,2	7,5	8,1	9,2	9,9	11,5	12,3	13	14,9	15,7	16,5	-	-	-	-	-	-			
273	273	28	2,4	3,1	3,9	4,9	5,8	6,9	8,1	9	10,7	11,6	13,1	14,1	16,2	17,3	18,4	20,8	21,9	23,1	25,8	27	28,3	31,3	-	-			
323,9	323,9	32	3,2	4,3	5,4	6,7	7,8	9,3	10,8	12	14,2	15,5	17,4	18,7	21,3	22,8	24,2	27,2	28,7	30,2	33,6	35,2	36,8	40,5	42,2	-			
355,6	355,6	36	3,8	5,1	6,4	7,9	9,2	11	12,8	14,2	16,7	18,2	20,3	21,9	24,9	26,5	28,2	31,6	33,3	35,1	38,9	40,7	42,6	46,7	48,7	-			
406,4	406,4	41	4,9	6,5	8,2	10,1	11,8	13,9	16,2	18	21	22,9	25,5	27,5	31,1	33,2	35,2	39,3	41,5	43,6	48,1	50	53	58	60	-			
508	508	51	7,4	9,9	12,4	15,3	17,8	20,9	24,2	26,9	31,1	33,9	37,6	40,5	45,5	48,5	52	57	60	63	69	73	76	83	86	-			
600	600	60	10,2	13,6	17	20,9	24,4	28,5	32,8	36,4	41,9	45,7	51	54	61	65	69	76	80	84	92	96	101	109	113	-			
700	700	70	13,7	18,3	22,8	28	32,6	38	43,7	48,5	55	60	67	72	80	85	91	99	105	110	120	125	131	141	147	-			
800	800	80	17,7	23,6	29,5	36,1	42,1	48,9	56	62	71	77	85	92	102	108	115	126	133	140	151	158	166	178	185	-			
900	900	90	22,2	29,6	37	45,2	53	61	70	78	88	96	106	114	126	134	143	155	164	173	186	195	204	219	228	-			
1000	1000	100	27,3	36,3	45,4	55	65	75	85	95	107	117	129	139	153	163	173	188	198	209	225	236	246	264	275	-			
1100	1100	110	32,8	43,7	55	66	78	90	102	114	128	140	154	166	182	194	206	224	236	248	267	280	293	312	326	-			
1200	1200	120	38,9	52	65	79	92	106	121	134	151	165	181	195	214	228	242	262	277	292	313	328	343	366	381	-			
1300	1300	130	45,4	61	76	92	107	124	141	157	176	192	211	227	248	265	281	304	321	338	362	380	397	423	440	-			
1400	1400	140	53	70	88	106	124	143	163	181	203	221	242	261	285	304	323	349	369	388	415	435	455	484	504	-			
1500	1500	150	60	80	100	121	142	164	186	206	232	253	276	298	325	347	368	397	419	441	472	494	517	549	572	-			
1600	1600	160	68	91	114	138	161	185	210	234	262	286	313	337	367	392	416	448	473	498	532	557	583	619	644	-			
1700	1700	170	77	102	128	155	181	209	237	263	294	321	351	378	412	439	467	502	530	558	596	624	653	692	721	-			
1800	1800	180	86	115	143	173	202	233	264	294	329	358	392	422	459	490	520	560	591	622	663	695	726	770	802	-			
1900	1900	190	96	127	159	193	225	259	294	326	365	398	434	468	509	543	577	620	654	689	734	769	804	851	887	-			

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Wanddicke $s$			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25				
Bordhöhe $h_1^a$			20			25			30	35			45			50			60			70			80			90	
$d_a^b$	$Sr_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>																										
2000	2000	200	106	141	176	213	249	286	325	361	403	439	479	516	561	599	636	683	721	759	809	847	886	937	976				
2200	2200	220	128	170	213	257	300	345	391	434	484	528	576	621	674	719	764	819	865	910	968	1015	1061	1121	1168				
2400	2400	240	152	202	253	305	356	409	463	515	573	626	682	734	797	850	903	968	1021	1075	1143	1197	1251	1322	1377				
2600	2600	260	177	237	296	357	417	479	542	602	670	731	797	858	930	992	1054	1128	1191	1254	1331	1395	1458	1538	1602				
2800	2800	280	205	274	342	413	482	554	627	696	774	845	920	991	1073	1144	1216	1301	1374	1446	1534	1607	1680	1771	1845				
3000	3000	300	236	314	393	474	552	635	718	797	886	967	1052	1133	1226	1308	1390	1486	1569	1652	1751	1835	1918	2021	2105				
3200	3200	320	268	357	446	538	628	721	815	905	1005	1097	1194	1285	1390	1483	1576	1684	1777	1871	1983	2077	2172	2287	2382				
3400	3400	340	302	402	503	606	707	812	918	1020	1132	1235	1344	1447	1564	1669	1773	1894	1999	2104	2229	2335	2441	2569	2676				
3600	3600	360	338	451	563	679	792	909	1027	1141	1266	1381	1503	1618	1749	1865	1982	2116	2233	2351	2489	2608	2726	2868	2987				
3800	3800	380	376	502	627	756	882	1012	1143	1270	1408	1536	1671	1799	1943	2073	2202	2350	2481	2611	2764	2895	3027	3183	3316				
4000	4000	400	-	555	694	836	976	1120	1264	1405	1557	1699	1847	1990	2148	2291	2434	2597	2741	2886	3053	3198	3343	3515	3661				
4500	4500	450	-	702	877	1056	1232	1413	1595	1773	1963	2142	2328	2507	2705	2885	3065	3268	3449	3631	3838	4021	4203	4415	4599				
5000	5000	500	-	-	1081	1302	1519	1741	1965	2183	2416	2636	2865	3085	3326	3547	3769	4015	4238	4461	4713	4937	5162	5419	5644				
5500	5500	550	-	-	-	1573	1835	2103	2373	2636	2916	3182	3456	3722	4011	4278	4545	4839	5108	5377	5677	5948	6218	6524	6796				
6000	6000	600	-	-	-	1870	2181	2499	2819	3132	3464	3778	4104	4419	4760	5077	5394	5741	6060	6379	6732	7052	7373	7732	8055				
6500	6500	650	-	-	-	-	2557	2930	3304	3671	4058	4426	4807	5176	5573	5944	6316	6719	7092	7465	7876	8251	8626	9043	9420				
7000	7000	700	-	-	-	-	2963	3394	3827	4252	4699	5126	5565	5993	6450	6880	7310	7774	8206	8638	9109	9543	9977	10456	10892				
7500	7500	750	-	-	-	-	-	3893	4389	4877	5387	5876	6379	6870	7391	7884	8377	8906	9401	9895	10433	10930	11426	11972	12471				
8000	8000	800	-	-	-	-	-	4426	4989	5543	6122	6678	7249	7806	8396	8956	9516	10115	10677	11239	11846	12410	12974	13590	14157				



Tabelle 2 (fortgesetzt)

Wanddicke $s$			26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Bordhöhe $h_1^a$			100			110			120			130			140			150								
$d_a^b$	$Sr_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>																							
168,3	168,3	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
219,1	219,1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	273	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
323,9	323,9	32	46,1	47,9	49,7	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
355,6	355,6	36	53	55	57	62	64	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
406,4	406,4	41	65	68	70	76	79	81	87	90	93	100	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
508	508	51	93	97	100	108	112	115	123	127	131	140	144	148	157	161	165	175	179	184	188	192	-	-	-	-
600	600	60	122	127	132	141	146	151	161	166	171	182	187	192	203	209	214	226	232	237	243	248	254	259	265	265
700	700	70	158	164	170	182	188	194	207	213	220	233	240	246	260	267	274	288	295	302	309	316	323	331	338	338
800	800	80	199	206	214	228	236	243	258	266	274	290	298	307	323	332	340	358	366	375	384	392	401	410	419	419
900	900	90	243	253	262	279	288	298	315	325	335	353	363	373	393	403	413	434	444	455	465	476	487	497	508	508
1000	1000	100	293	304	315	334	346	357	377	389	401	422	434	446	469	481	494	517	530	542	555	567	580	593	605	605
1100	1100	110	346	360	373	395	409	422	445	459	473	497	512	526	551	566	580	607	622	637	652	666	681	696	711	711
1200	1200	120	404	420	436	461	476	492	519	535	551	579	595	612	641	657	674	704	722	739	756	773	790	808	825	825
1300	1300	130	467	485	503	531	549	568	597	616	635	666	685	704	736	755	775	809	828	848	868	888	907	927	947	947
1400	1400	140	534	555	575	607	628	648	682	703	724	759	780	802	838	860	882	920	942	965	987	1010	1032	1055	1077	1077
1500	1500	150	605	629	652	687	711	735	771	795	819	858	882	907	947	972	997	1038	1063	1089	1114	1139	1165	1190	1215	1215
1600	1600	160	681	708	734	773	799	826	866	893	921	963	990	1018	1062	1090	1118	1163	1192	1220	1249	1277	1305	1334	1362	1362
1700	1700	170	762	791	820	863	893	923	967	997	1027	1074	1104	1135	1183	1215	1246	1296	1327	1359	1390	1422	1454	1485	1517	1517
1800	1800	180	847	879	912	958	991	1024	1073	1107	1140	1191	1225	1259	1311	1346	1380	1435	1470	1505	1540	1575	1610	1645	1680	1680
1900	1900	190	936	972	1008	1059	1095	1132	1185	1222	1259	1314	1351	1389	1446	1484	1522	1581	1620	1658	1697	1735	1774	1813	1851	1851

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Wanddicke $s$			26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Bordhöhe $h_1^a$			100			110			120			130			140			150								
$d_a^b$	$Sr_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>																							
2000	2000	200	1029	1069	1109	1164	1204	1244	1302	1342	1383	1443	1484	1525	1587	1629	1670	1734	1777	1819	1861	1904	1946	1988	2031	
2200	2200	220	1230	1277	1325	1389	1437	1485	1552	1601	1649	1719	1768	1817	1888	1938	1988	2062	2112	2163	2213	2263	2314	2364	2414	
2400	2400	240	1449	1504	1560	1635	1691	1747	1824	1881	1938	2018	2076	2134	2216	2274	2333	2418	2477	2536	2595	2653	2712	2771	2830	
2600	2600	260	1685	1750	1814	1900	1965	2031	2119	2185	2251	2342	2409	2476	2569	2637	2705	2801	2870	2938	3006	3075	3143	3211	3279	
2800	2800	280	1939	2013	2088	2184	2260	2335	2435	2511	2587	2690	2766	2843	2949	3027	3104	3213	3291	3370	3448	3526	3605	3683	3761	
3000	3000	300	2210	2296	2381	2489	2575	2661	2773	2859	2946	3061	3149	3236	3354	3443	3531	3653	3742	3831	3920	4009	4098	4187	4276	
3200	3200	320	2500	2596	2692	2814	2911	3008	3132	3230	3328	3456	3555	3654	3786	3885	3985	4120	4221	4321	4422	4522	4623	4723	4824	
3400	3400	340	2807	2915	3023	3158	3267	3376	3514	3624	3734	3876	3987	4097	4243	4355	4466	4616	4728	4841	4954	5066	5179	5291	5404	
3600	3600	360	3132	3253	3373	3522	3644	3765	3918	4040	4163	4319	4443	4566	4726	4851	4975	5140	5265	5390	5516	5641	5766	5892	6017	
3800	3800	380	3475	3609	3743	3906	4041	4175	4343	4479	4615	4786	4923	5060	5236	5373	5511	5691	5830	5969	6108	6247	6385	6524	6663	
4000	4000	400	3836	3983	4131	4310	4458	4607	4790	4940	5090	5277	5428	5579	5771	5923	6075	6271	6424	6577	6730	6883	7036	7189	7342	
4500	4500	450	4815	5000	5185	5406	5592	5779	6004	6192	6380	6610	6799	6988	7223	7413	7603	7843	8034	8226	8417	8608	8799	8991	9182	
5000	5000	500	5905	6132	6360	6626	6854	7083	7355	7585	7815	8092	8323	8554	8837	9069	9302	9590	9824	10058	10292	10526	10760	10994	11227	
5500	5500	550	7107	7380	7653	7970	8245	8520	8842	9118	9395	9723	10001	10279	10613	10893	11172	11512	11793	12074	12355	12635	12916	13197	13478	
6000	6000	600	8419	8743	9067	9438	9763	10089	10466	10793	11120	11504	11833	12162	12552	12882	13213	13610	13942	14274	14605	14937	15269	15601	15933	
6500	6500	650	9843	10221	10600	11029	11410	11790	12227	12609	12991	13435	13818	14202	14653	15039	15424	15882	16270	16657	17044	17432	17819	18206	18594	
7000	7000	700	11377	11815	12252	12745	13184	13624	14124	14565	15007	15515	15958	16401	16916	17362	17807	18330	18777	19224	19671	20118	20565	21012	21459	
7500	7500	750	13023	13524	14024	14584	15087	15590	16158	16663	17168	17744	18251	18758	19342	19851	20360	20952	21464	21975	22486	22997	23508	24019	24530	
8000	8000	800	14779	15348	15916	16547	17118	17689	18329	18901	19474	20123	20698	21273	21930	22507	23084	23750	24330	24909	25488	26067	26647	27226	27805	

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Wanddicke $s$			49	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	
Bordhöhe $h_1^a$			150					120										100								
$d_a^b$	$Sr_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>																							
168,3	168,3	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
219,1	219,1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	273	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
323,9	323,9	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
355,6	355,6	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
406,4	406,4	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
508	508	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600	600	60	270	276	261	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
700	700	70	345	352	336	349	362	375	388	401	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	800	80	427	436	420	436	452	468	484	500	516	533	549	565	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900	900	90	518	529	512	532	551	571	591	611	630	650	670	689	709	729	748	768	788	-	-	-	-	-	-	-
1000	1000	100	618	630	613	637	661	684	708	731	755	779	802	826	849	873	896	920	944	923	945	968	990	1013	-	-
1100	1100	110	726	740	724	751	779	807	835	863	891	918	946	974	1002	1030	1058	1085	1113	1092	1119	1145	1172	1199	1225	-
1200	1200	120	842	859	843	875	908	940	972	1005	1037	1070	1102	1134	1167	1199	1232	1264	1296	1276	1307	1338	1369	1400	1431	-
1300	1300	130	966	986	971	1008	1045	1083	1120	1157	1195	1232	1269	1307	1344	1381	1419	1456	1493	1473	1509	1545	1581	1617	1652	-
1400	1400	140	1099	1122	1108	1150	1193	1235	1278	1321	1363	1406	1448	1491	1533	1576	1619	1661	1704	1684	1725	1766	1807	1849	1890	-
1500	1500	150	1241	1266	1253	1301	1350	1398	1446	1494	1542	1591	1639	1687	1735	1783	1832	1880	1928	1910	1956	2003	2049	2096	2142	-
1600	1600	160	1390	1419	1408	1462	1516	1570	1624	1679	1733	1787	1841	1895	1949	2004	2058	2112	2166	2149	2201	2254	2306	2359	2411	-
1700	1700	170	1548	1580	1571	1632	1692	1753	1813	1874	1934	1994	2055	2115	2176	2236	2297	2357	2418	2402	2461	2520	2578	2637	2695	-
1800	1800	180	1715	1750	1744	1811	1878	1945	2012	2079	2146	2213	2280	2347	2414	2482	2549	2616	2683	2670	2735	2800	2865	2930	2995	-
1900	1900	190	1890	1928	1925	1999	2073	2147	2221	2295	2369	2443	2517	2591	2666	2740	2814	2888	2962	2951	3023	3095	3167	3239	3311	-

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Wanddicke $s$			49	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	
Bordhöhe $h_1^a$			150						120												100					
$d_a^b$	$Sr_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>																							
2000	2000	200	2073	2115	2115	2197	2278	2359	2441	2522	2603	2685	2766	2847	2929	3010	3092	3173	3254	3247	3326	3405	3484	3563	3643	
2200	2200	220	2464	2515	2522	2619	2716	2813	2910	3007	3104	3201	3298	3395	3492	3589	3686	3783	3880	3880	3974	4069	4163	4258	4353	
2400	2400	240	2889	2948	2965	3079	3193	3307	3421	3535	3649	3763	3877	3991	4105	4219	4333	4447	4561	4568	4680	4791	4903	5014	5126	
2600	2600	260	3348	3416	3443	3575	3708	3840	3972	4105	4237	4370	4502	4635	4767	4899	5032	5164	5297	5313	5443	5573	5702	5832	5961	
2800	2800	280	3840	3918	3956	4109	4261	4413	4565	4717	4869	5022	5174	5326	5478	5630	5782	5935	6087	6114	6264	6413	6562	6711	6860	
3000	3000	300	4365	4454	4506	4679	4852	5025	5199	5372	5545	5719	5892	6065	6238	6412	6585	6758	6932	6972	7142	7312	7482	7652	7822	
3200	3200	320	4924	5025	5090	5286	5482	5678	5873	6069	6265	6461	6656	6852	7048	7244	7440	7635	7831	7885	8077	8269	8462	8654	8846	
3400	3400	340	5517	5629	5710	5930	6150	6369	6589	6809	7028	7248	7468	7687	7907	8126	8346	8566	8785	8854	9070	9286	9502	9718	9934	
3600	3600	360	6142	6268	6366	6611	6856	7101	7346	7590	7835	8080	8325	8570	8815	9060	9304	9549	9794	9879	10120	10361	10602	10843	11084	
3800	3800	380	6802	6941	7058	7329	7600	7872	8143	8415	8686	8958	9229	9501	9772	10043	10315	10586	10858	10960	11228	11495	11762	12030	12297	
4000	4000	400	7495	7648	7784	8084	8383	8683	8982	9281	9581	9880	10180	10479	10778	11078	11377	11677	11976	12097	12393	12688	12983	13278	13573	
4500	4500	450	9373	9565	9757	10132	10507	10883	11258	11633	12009	12384	12759	13134	13510	13885	14260	14635	15011	15186	15556	15927	16297	16667	17038	
5000	5000	500	11461	11695	11952	12411	12871	13331	13790	14250	14710	15169	15629	16089	16548	17008	17468	17927	18387	18624	19079	19533	19987	20441	20896	
5500	5500	550	13759	14039	14368	14921	15474	16026	16579	17132	17684	18237	18789	19342	19895	20447	21000	21553	22105	22413	22960	23507	24053	24600	25147	
6000	6000	600	16265	16597	17007	17661	18316	18970	19624	20278	20932	21586	22240	22894	23549	24203	24857	25511	26165	26552	27200	27848	28495	29143	29791	
6500	6500	650	18981	19368	19868	20632	21397	22161	22925	23689	24453	25217	25982	26746	27510	28274	29038	29802	30567	31042	31799	32556	33313	34070	34827	
7000	7000	700	21906	22353	22951	23834	24717	25600	26482	27365	28248	29131	30013	30896	31779	32662	33544	34427	35310	35881	36757	37632	38507	39382	40257	
7500	7500	750	25041	25552	26257	27267	28276	29286	30296	31306	32316	33326	34336	35346	36355	37365	38375	39385	40395	41071	42073	43075	44077	45078	46080	
8000	8000	800	28385	28964	29784	30930	32075	33221	34366	35512	36657	37803	38948	40094	41240	42385	43531	44676	45822	46612	47748	48885	50022	51159	52296	

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Wanddicke $s$			94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120
Bordhöhe $h_1^a$			100				75									
$d_a^b$	$Sr_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>													
168,3	168,3	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
219,1	219,1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	273	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
323,9	323,9	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
355,6	355,6	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
406,4	406,4	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
508	508	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600	600	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
700	700	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	800	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
900	900	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	1000	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1100	1100	110	1252	1279	1305	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	1200	120	1462	1493	1524	1555	1504	1533	1563	-	-	-	-	-	-	-
1300	1300	130	1688	1724	1760	1796	1742	1776	1811	1845	1879	1913	1947	1981	-	-
1400	1400	140	1931	1972	2013	2054	1998	2037	2077	2116	2155	2194	2233	2273	2312	2351
1500	1500	150	2189	2236	2282	2329	2272	2316	2361	2405	2450	2494	2539	2583	2628	2673
1600	1600	160	2463	2516	2568	2621	2563	2613	2663	2713	2764	2814	2864	2914	2965	3015
1700	1700	170	2754	2813	2871	2930	2871	2927	2983	3040	3096	3152	3209	3265	3321	3377
1800	1800	180	3061	3126	3191	3256	3197	3259	3322	3385	3447	3510	3573	3635	3698	3761
1900	1900	190	3383	3455	3527	3599	3540	3609	3679	3748	3817	3887	3956	4026	4095	4164

Tabelle 2 (fortgesetzt)

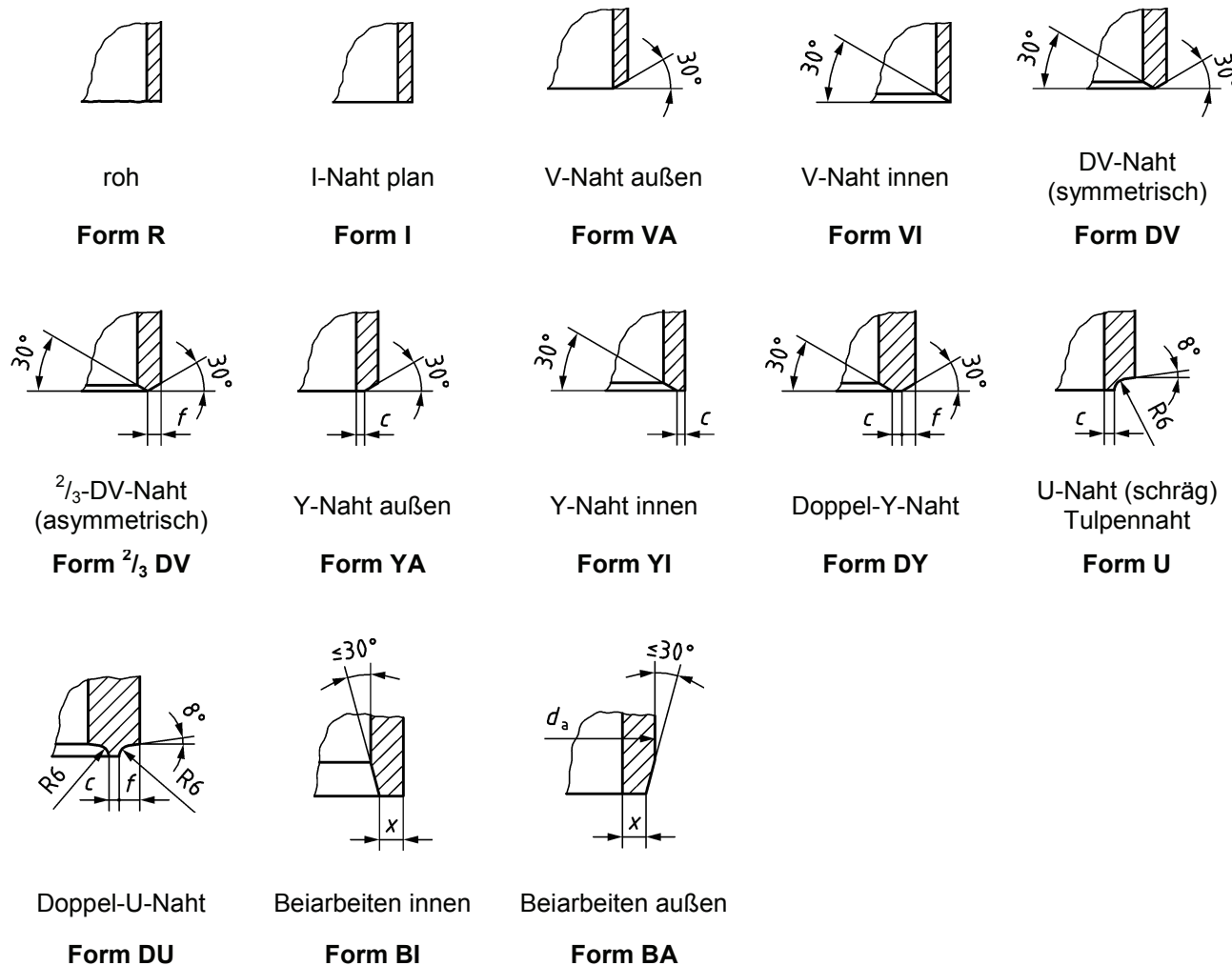
Wanddicke $s$			94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120
Bordhöhe $h_1^a$			100						75							
$d_a^b$	$r_1$	$r_2$	Gewicht in kg <sup>c</sup>													
2000	2000	200	3722	3801	3880	3959	3900	3977	4053	4130	4206	4283	4359	4436	4512	4589
2200	2200	220	4447	4542	4637	4731	4674	4765	4857	4949	5040	5132	5224	5315	5407	5498
2400	2400	240	5237	5348	5460	5571	5517	5625	5733	5841	5950	6058	6166	6274	6382	6490
2600	2600	260	6091	6221	6350	6480	6430	6556	6682	6808	6934	7060	7186	7312	7438	7564
2800	2800	280	7009	7158	7308	7457	7412	7558	7703	7848	7994	8139	8284	8430	8575	8720
3000	3000	300	7992	8162	8332	8502	8465	8631	8796	8962	9128	9294	9460	9626	9792	9958
3200	3200	320	9039	9231	9423	9615	9587	9775	9962	10150	10338	10526	10714	10902	11090	11278
3400	3400	340	10149	10365	10581	10797	10778	10990	11201	11412	11624	11835	12046	12258	12469	12680
3600	3600	360	11325	11566	11807	12048	12040	12276	12512	12748	12984	13220	13456	13692	13928	14164
3800	3800	380	12564	12831	13099	13366	13371	13633	13895	14157	14419	14682	14944	15206	15468	15730
4000	4000	400	13868	14163	14458	14753	14772	15061	15351	15640	15930	16220	16509	16799	17089	17378
4500	4500	450	17408	17779	18149	18519	18579	18943	19307	19671	20036	20400	20764	21129	21493	21857
5000	5000	500	21350	21804	22258	22713	22821	23269	23716	24164	24611	25059	25506	25954	26401	26849
5500	5500	550	25693	26240	26787	27333	27500	28039	28578	29117	29657	30196	30735	31274	31813	32353
6000	6000	600	30438	31086	31733	32381	32614	33253	33893	34532	35172	35811	36451	37090	37730	38369
6500	6500	650	35585	36342	37099	37856	38164	38912	39660	40409	41157	41905	42654	43402	44150	44898
7000	7000	700	41132	42008	42883	43758	44149	45015	45880	46746	47612	48478	49343	50209	51075	51940
7500	7500	750	47082	48084	49085	50087	50570	51562	52553	53545	54537	55528	56520	57511	58503	59495
8000	8000	800	53433	54570	55706	56843	57427	58553	59679	60805	61931	63057	64183	65309	66435	67561

<sup>a</sup> Andere Bordhöhen sind zu vereinbaren.

<sup>b</sup> Für Böden mit Außendurchmesser  $d_a > 8\,000$  mm oder bei Zwischengrößen können die Werte nach Abschnitt 3 berechnet werden.

<sup>c</sup> Die angegebenen Gewichte ergeben sich unter Anwendung der Formel für das Gewicht nach Abschnitt 3 mit einer Dichte von  $7,85\text{ kg/dm}^3$ . Die angegebenen Werte können aus fertigungstechnischen Gründen abweichen.

### 3.2 Bordkanten



**Bild 2 — Bordkanten**

Die Maße  $c$ ,  $f$  und  $x$  sind bei Bestellung zu vereinbaren, ebenso die Winkel und Radien, sofern sie von Bild 2 abweichen. Andere Schweißnahtvorbereitungen sind mit Skizzen bei Bestellung zu vereinbaren.

### 3.3 Bezeichnung

Bezeichnung eines Klöpperbodens von Außendurchmesser  $d_a = 600$  mm und Wanddicke  $s = 20$  mm mit Bordkante Form VA aus Stahlsorte P265GH:

**Boden DIN 28011 — 600 ✱ 20 — VA — P265GH**

Bezeichnung eines Klöpperbodens von Außendurchmesser  $d_a = 600$  mm und Mindestwanddicke  $s_{\min} = 19,5$  mm mit Bordkante Form VA und Form BI mit  $x = 15$  mm aus Stahlsorte 1.4571:

**Boden DIN 28011 — 600 ✱ 19,5 MIN — VA BI 15 — 1.4571**

## 4 Technische Lieferbedingungen

### 4.1 Werkstoffe

Der Werkstoff und eine ggf. erforderliche Wärmebehandlung sind bei der Bestellung anzugeben.

### 4.2 Herstellung und Wärmebehandlung

Die Böden werden nach Wahl des Herstellers kalt- und/oder warmgeformt, falls nicht ausdrücklich die Art der Formgebung vereinbart worden ist.

Die Wärmebehandlung ist zu vereinbaren, z. B. nach den AD 2000-Merkblättern der Reihe HP 7.

Wird ein Boden aus mehreren Teilen (entweder vor oder nach dem Umformen) gefertigt, so ist dies vom Hersteller anzugeben.

### 4.3 Oberflächenzustand

Böden werden mit unbehandelter Oberfläche geliefert. Andere Oberflächenzustände, z. B. entzündert, gebeizt, gestrahlt, sind zu vereinbaren.

### 4.4 Grenzabmaße

#### 4.4.1 Grenzmaße für die innere Höhe $h_3$

Für die Höhe  $h_3 = h_1 + h_2$  sind die Grenzabmaße:

- a) oberes Abmaß:  $+ 0,015 d_a$  oder  $+ 10$  mm (jeweils größerer Wert);
- b) unteres Abmaß: 0.

Diese Höhen-Abmaße gelten für Böden mit bearbeiteten Bordkanten. Bei Böden mit unbearbeiteten Bordkanten (Form R) ist die innere Höhe  $h_3$  so zu bemessen, dass alle übrigen Formen dieser Norm nachträglich hergestellt werden können.

#### 4.4.2 Grenzabmaße für den Umfang

Grenzabmaße für den Umfang sind in Tabelle 3 festgelegt.



Tabelle 3 – Grenzabmaße für den Umfang

Werkstoffe	$d_a$ mm	Grenzabmaße für den Umfang
Unlegierte Stähle, Niedriglegierte Stähle (ferritisch unvergütet)	$d_a \leq 300$	$\pm 0,4\%$ , jedoch mindestens $\pm 3$ mm
	$300 < d_a \leq 1\,000$	$\pm 0,4\%$
	$1\,000 < d_a \leq 8\,000$	$\pm 0,3\%$ , jedoch höchstens $\pm 60$ mm
Hochlegierte nichtrostende Stähle, Niedriglegierte Stähle (vergütet)	$d_a \leq 300$	$\pm 0,4\%$ , jedoch mindestens $\pm 3$ mm
	$300 < d_a \leq 1\,000$	$\pm 0,4\%$
	$1\,000 < d_a \leq 4\,500$	+ 0,5 % – 0,7 %
	$4\,500 < d_a \leq 8\,000$	$\pm 0,3\%$ , jedoch höchstens $\pm 60$ mm

#### 4.4.3 Grenzabmaße für die Unrundheit $u$

Die Unrundheit  $u = \frac{2(d_{a\max} - d_{a\min})}{(d_{a\max} + d_{a\min})} \times 100\%$  darf folgenden Wert nicht überschreiten:

— für Böden mit  $d_a \leq 4\,500$  mm: höchstens 1 %.

Außerdem darf die größte Durchmesserdifférenz  $d_{a\max} - d_{a\min}$  nicht größer als 30 mm sein:

— für Böden mit  $4\,500 \text{ mm} < d_a \leq 8\,000$  mm: höchstens 0,8 %.

#### 4.4.4 Änderung der Toleranzen

Andere Grenzabmaße für den Umfang oder Unrundheitstoleranzen sind bei anderen Werkstoffen oder plattierten Stählen zu vereinbaren.

Sollen Böden paarweise oder als Innen- und Außenböden (Doppelmantel) verwendet werden, so sind die Grenzabmaße zu vereinbaren.

#### 4.4.5 Grenzabmaße für die Wanddicke

Für die Grenzabmaße der Wanddicke gilt:

— Wird bei Bestellung nur die Wanddicke angegeben, so darf diese wie in Tabelle 4 festgelegt, unterschritten werden.

Tabelle 4 – Unteres Abmaß in Abhängigkeit von Wanddicke  $s$

Wanddicke $s$ mm	unteres Grenzabmaß mm
$s \leq 10$	-0,3
$10 < s \leq 30$	-0,5
$30 < s \leq 50$	-0,8
$50 < s$	-1,0

- Wird in der Bestellung eine Mindestwanddicke (MIN) gefordert, so darf diese nicht unterschritten werden. (Für die Berechnung der Bordhöhen  $h_1$  und  $h_2$  gilt in solchen Fällen statt der Wanddicke  $s$  die Mindestwanddicke  $s_{\min}$ . Dabei gilt für  $s_{\min}$  der Wert ohne Kommastellen).

Zur Einhaltung der geforderten Wanddicke oder Mindestwanddicke sind aus fertigungstechnischen Gründen entsprechende Dickenzuschläge für die Ausgangsbleche vorzusehen. Darüber hinaus ist eine größere Wanddicke, insbesondere im Bereich des zylindrischen Bordes (Stauchung) möglich. Ein Bearbeiten ist in der Bestellung anzugeben (Form BI oder BA nach 3.2).

#### 4.5 Umfangsbestimmung

##### 4.5.1 Bestimmung des äußeren Umfanges

Der Umfang wird an der Bordkante zum äußeren Anschlussdurchmesser gemessen.

##### 4.5.2 Bestimmung des inneren Umfanges, wenn vereinbart

- Messen des äußeren Umfanges wie in 4.5.1 beschrieben, abzüglich der doppelten mittleren Wanddicke multipliziert mit  $\pi$ , die aus dem arithmetischen Mittel der Wanddickenmessungen am Ort der Umfangsmessung, und zwar an mindestens 3 Stellen, bei Böden mit  $d_a > 500$  mm alle 500 mm bestimmt wird, oder
- mit kalibriertem Rollmaß an der Bordkante zum inneren Anschlussdurchmesser.

#### 4.6 Abplattungen

Im Bereich des Radius  $r_1$  sind Abplattungen der Meridiankurve (ebene Partien durch Anlegen eines Lineals gemessen) mit je einer Länge von höchstens 15 % des Radius  $r_1$  zulässig.

#### 4.7 Schrägstellung des zylindrischen Bordes



**Bild 3 — Schrägstellung des zylindrischen Bordes**

Für die zulässige Winkelabweichung des zylindrischen Bordes siehe Tabelle 5.

**Tabelle 5 – Zulässige Winkelabweichung des zylindrischen Bordes**

$d_a$ mm	$\alpha$	$\beta$
$< 1\ 000$	$\leq 4^\circ$	$\leq 2^\circ$
$\geq 1\ 000$	$\leq 5^\circ$	

#### 4.8 Kennzeichnung

Als Mindestkennzeichnung sind anzugeben:

- Zeichen des Herstellers;
- Werkstoffangabe;
- für Durchmesser  $d_a > 220$  mm Angabe der Schmelznummer.

#### 4.9 Bescheinigungen

Umfang und Art der Prüfbescheinigung nach DIN EN 10204 sind bei der Bestellung zu vereinbaren (z. B. nach AD 2000-Merkblättern).