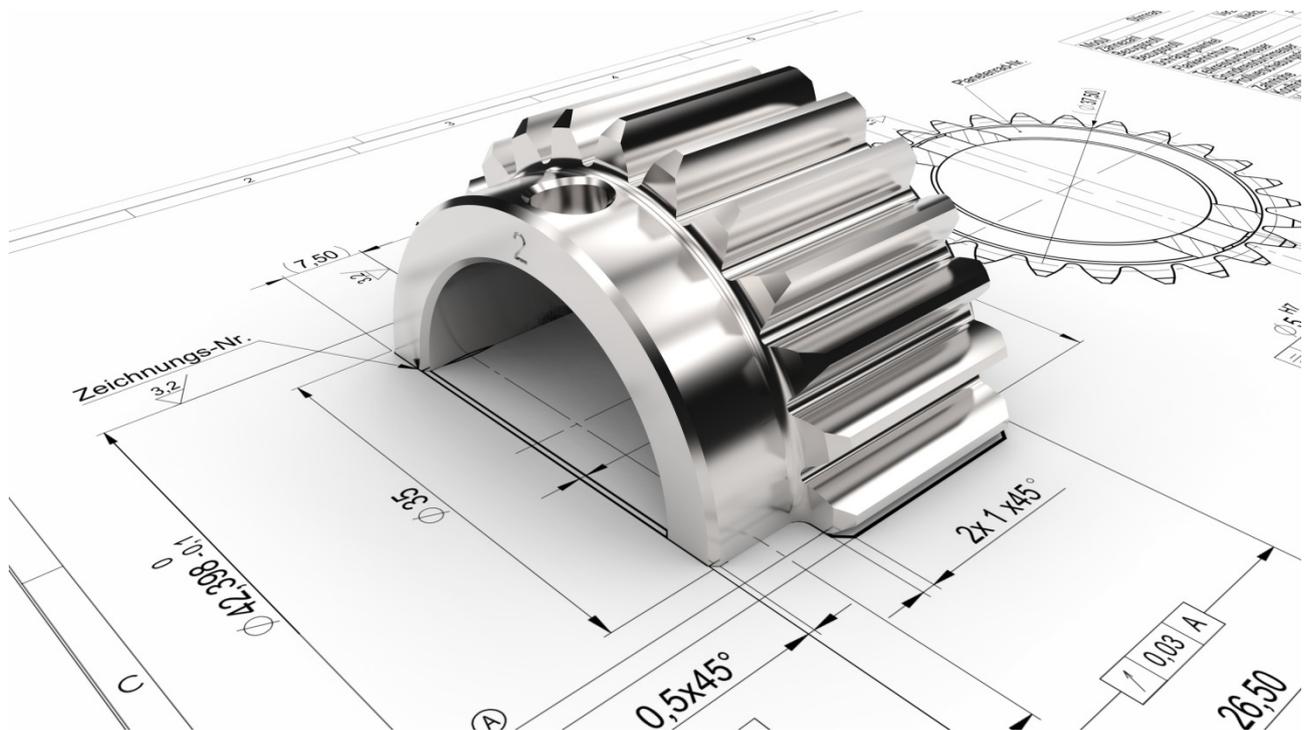


Informationen für die Praxis

Anwendung der Geometrischen Produktspezifikation (GPS)

Technische(r) Produktdesigner/-in



Inhalt:

1. Allgemeines
2. Normerklärung
 - 2.1 Grundsatz des Aufrufens
 - 2.2 Grundsatz des Geometrieelementes
 - 2.3 Grundsatz der Unabhängigkeit
 - 2.4 Grundsatz der bestimmenden Zeichnung
3. Normanwendung in den Prüfungen der PAL
4. Leitfaden für die Abschlussprüfung Teil 1
5. Anhang, Beispielzeichnungen nach GPS

1. Allgemeines

Mit Inkrafttreten der DIN EN ISO 8015 „Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Grundlagen – Konzepte, Prinzipien und Regeln“ im Jahr 2011 hat sich die Bemaßung und Tolerierung von Bauteilen in technischen Zeichnungen verändert. Diese Änderungen hin zur eindeutigen Geometriebestimmung sollen exemplarisch in dieser Information für die Praxis erläutert werden.

Diese Information für die Praxis kann eine detaillierte Kenntnis der aktuellen Normen des ISO-GPS-Systems nicht ersetzen, sondern soll beispielhaft auf Bemaßungsgrundsätze dieser Normen aufmerksam machen. Ziel ist, die Intension des ISO-GPS-Systems und die damit verbundenen Änderungen für jeden Ersteller und Anwender von technischen Zeichnungen zu verdeutlichen.

Ebenfalls wird in dieser Information beschrieben, wie diese Änderungen in den PAL-Prüfungen, zunächst insbesondere bei den Technischen Produktdesigner/-innen, umgesetzt werden.

2. Normerklärung

Die DIN EN ISO 8015 ist das Fundament der GPS-Normung. Sie beeinflusst alle anderen Normen im GPS-Matrix-System, d.h. sowohl alle globalen, allgemeinen und ergänzenden Normen, als auch jede beliebige andere Art von Dokumenten innerhalb des GPS-Matrix-Systems. Diese Norm regelt die Grundsätze des Aufrufens, des Geometrieelementes, der Unabhängigkeit und der bestimmenden Zeichnung und Weiteres.

2.1 Grundsatz des Aufrufens

„Sobald ein Teilbereich des ISO-GPS-Systems in einer Produktspezifikation des Maschinenbaus aufgerufen wird, gilt das gesamte ISO-GPS-System als aufgerufen, ...“¹⁾

Sobald also in einer technischen Zeichnung eine Norm des ISO-GPS-Systems angewendet wird, gelten für die Zeichnung automatisch alle Normen des ISO-GPS-Systems.

Das ISO-GPS-System beinhaltet eine Vielzahl von Normen. Beispielhaft sind folgende häufig angewandte Normen aufgeführt:

- DIN ISO 2768-1 und -2 Allgemeintoleranz
- DIN EN ISO 8062-1, -2, -3 und -4 Gusstoleranzen
- DIN EN ISO 286-1 und -2 Passungen
- DIN EN ISO 14405-1 Lineare Größenmaße
- DIN EN ISO 14405-2 Andere als lineare Maße
- DIN EN ISO 14405-3 Winkelgrößenmaße
- DIN EN ISO 1101 Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (Form- und Lagetoleranz)
- DIN EN ISO 1302 Oberflächenangaben
- DIN EN ISO 5459 Bezüge
- DIN EN ISO 1660 Profiltolerierung
- ...

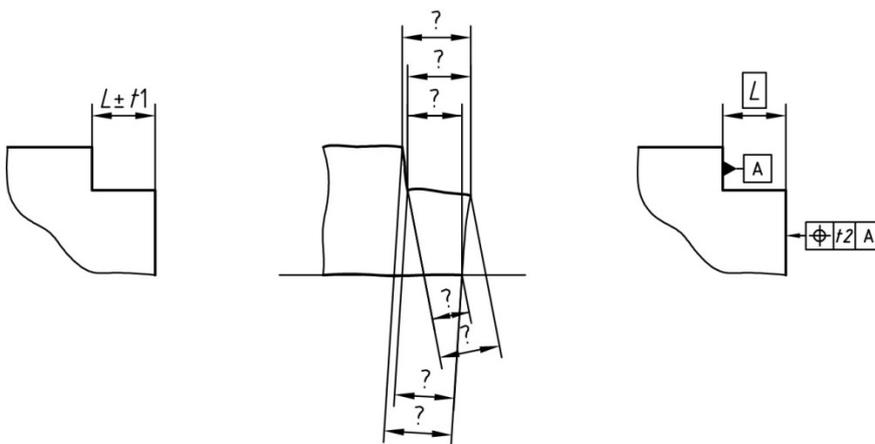
Daraus ergibt sich, dass in nahezu allen technischen Zeichnungen eine Norm des ISO-GPS-Systems aufgerufen wird (z.B. durch die Verwendung der Allgemeintoleranz, eines Oberflächensymbols oder definierter Toleranzen). Dies bedeutet, dass damit alle Normen des ISO-GPS-Systems für diese technische Zeichnung gelten, unabhängig davon, ob das ISO-GPS-System explizit in dieser Zeichnung aufgerufen wird. Dieser Grundsatz gilt seit 2011.

2.2 Grundsatz des Geometrieelements

„Ein Werkstück muss aus einer Anzahl von Geometrieelementen, begrenzt durch natürliche Begrenzungen bestehend angesehen werden. Standardmäßig gilt jede GPS-Spezifikation für ein Geometrieelement oder eine Beziehung zwischen Geometrieelementen, für das gesamte Geometrieelement und jede GPS-Spezifikation gilt nur für ein einziges Geometrieelement oder eine einzige Beziehung zwischen Geometrieelementen.“ ²⁾

In der DIN EN ISO 14405-2 sind einige Beispiele aufgeführt, die die bisher übliche Bemaßung von Geometrieelementen als mehrdeutig einstuft, die Mehrdeutigkeit erläutert und Vorschläge für eine eindeutige Bemaßung darstellt.

Beispiel für eine mehrdeutige Bemaßung eines linearen Abstands zwischen zwei vollständigen Geometrieelementen (In welcher Richtung soll gemessen werden?):

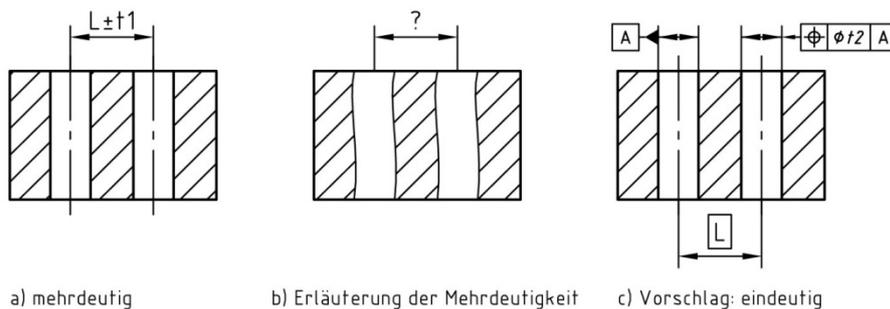


a) mehrdeutig

b) Erläuterung der Mehrdeutigkeit

c) Vorschlag: eindeutig

Beispiel für eine mehrdeutige Bemaßung eines linearen Abstands zwischen zwei abgeleiteten Geometrieelementen (Wie sollen die Mittellinien messtechnisch abgeleitet werden?):

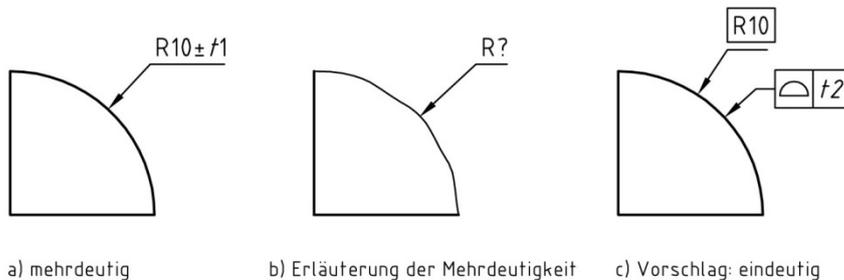


a) mehrdeutig

b) Erläuterung der Mehrdeutigkeit

c) Vorschlag: eindeutig

Beispiel für ein mehrdeutiges radiales Maß (Wie soll der Radius gemessen werden?):



a) mehrdeutig

b) Erläuterung der Mehrdeutigkeit

c) Vorschlag: eindeutig

In der DIN EN ISO 14405-2 steht weiterhin:

„Für andere als lineare oder Winkelgrößenmaße ist eine Anforderung mit Plus-Minus-Tolerierung mehrdeutig (Spezifikationsmehrdeutigkeit), wenn sie auf ein reales Werkstück angewendet wird. Diese Art von Festlegung wird nicht empfohlen; ...“³⁾

Die Norm empfiehlt, mehrdeutige Bemaßungen nicht zu verwenden, aber sie verbietet es nicht. Das bedeutet, der Ersteller der technischen Zeichnung muss sich bewusst sein, dass die verwendete Bemaßung mehrdeutig ist. Wenn diese Mehrdeutigkeit die Funktion des Bauteils nicht beeinträchtigt, kann die mehrdeutige Bemaßung durchaus verwendet werden.

2.3 Grundsatz der Unabhängigkeit

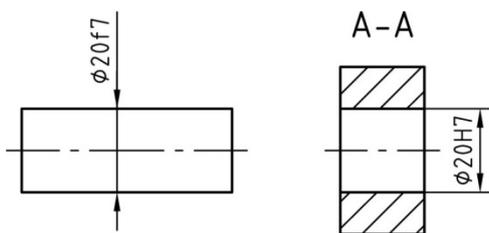
„Standardmäßig muss jede GPS-Anforderung an ein Geometrieelement oder eine Beziehung zwischen Geometrieelementen unabhängig von anderen Anforderungen erfüllt werden, außer wenn sie in einer Norm oder durch eine besondere Angabe (z. B. die Modifikationssymbole \textcircled{M} nach ISO 2692, CZ nach ISO 1101 oder \textcircled{E} nach ISO 14405-1) als Teil der gegenwärtigen Spezifikation ausgewiesen ist.“⁴⁾

Zusätzlich definiert die DIN EN ISO 14405-1, jedes Größenmaß, falls nichts Gegenteiliges in der Zeichnung gefordert wird, als Zweipunktmaß (LP = local point = Zweipunktmaß). Dieses Zweipunktmaß wird auch als Standardspezifikationsoperator für Größenmaße bezeichnet.

Im November 2011 wurde die DIN 7167, die die Hüllbedingung ohne Zeichnungseintragung definiert hat, zurückgezogen. Das bedeutet, dass Passungen und Toleranzen in technischen Zeichnungen nach dieser Norm nicht mehr angegeben werden können.

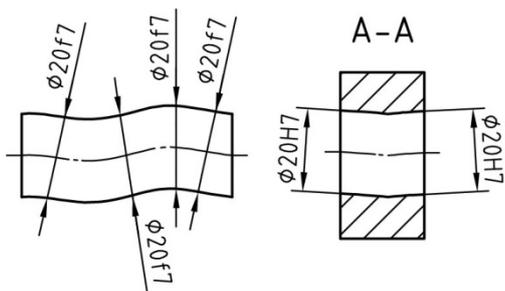
Deutlich wird das an folgendem Beispiel:

In der zurückgezogenen Norm DIN 7167 wurde davon ausgegangen, dass eine Welle, die mit dem Durchmesser 20 f7 bemaßt wurde, zusammen mit einer Bohrung, die mit dem Durchmesser 20 H7 bemaßt wurde, eine Spielpassung ergibt.



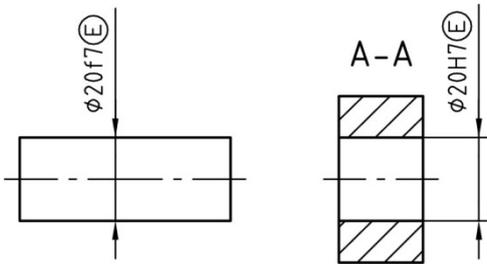
Beide Maße sind nicht weiter gekennzeichnet und deshalb als Zweipunktmaße (LP) angegeben und werden an jeder Stelle des Bauteils unabhängig voneinander nur als Zweipunktmaß gemessen.

Das bedeutet, dass die Bauteile so aussehen könnten und trotzdem den Anforderungen entsprechen:



Diese beiden Bauteile können nicht mehr mit Spiel gefügt werden und die Welle ist in der Bohrung nicht mehr frei beweglich.

Die nun gültige DIN EN ISO 14405-1 stellt verschiedene Spezifikations-Modifikationssymbole für Maße zur Verfügung. Wenn für die Welle und die Bohrung die Hüllbedingung gelten soll, kann dies mit dem Modifikationssymbol \textcircled{E} (E = Envelope = Hülle) hinter dem Maß angegeben werden.



Die Hüllbedingung (E) bedeutet für die Welle, dass die obere Maßgrenze (Höchstmaß der Welle), als kleinstes umschriebenes Maß (GN), also als kleinster Zylinder, der die komplette Welle noch umschließt, gemessen werden muss. Die untere Maßgrenze (Mindestmaß der Welle) wird weiterhin nur als Zweipunktmaß (LP) gemessen.

Die Hüllbedingung (E) bedeutet für die Bohrung, dass die untere Maßgrenze (Mindestmaß der Bohrung), als größtes einbeschriebenes Maß (GX), also als größter Zylinder, der noch komplett in die Bohrung passt, gemessen werden muss. Die obere Maßgrenze (Höchstmaß der Bohrung) wird weiterhin nur als Zweipunktmaß (LP) gemessen.

Dies gewährleistet, dass sich die Welle frei in der Bohrung bewegen kann.

2.4 Grundsatz der bestimmenden Zeichnung

„Die Zeichnung ist bestimmend. Alle Anforderungen sollen auf der Zeichnung unter Verwendung von GPS-Symbolen (mit oder ohne Spezifikations-Modifikationssymbole), zugeordneten Standardregeln oder besonderen Regeln und Verweisen auf eine dazu in Beziehung stehende Dokumentation, z. B. regionale, nationale oder firmeneigene Regelwerke, angegeben werden. Infolgedessen können Anforderungen, die nicht auf der Zeichnung angegeben sind, nicht geltend gemacht werden.“⁵⁾

Das bedeutet, dass die technische Zeichnung ein wichtiger Bestandteil eines Vertrages zwischen einem Auftraggeber und einem Auftragnehmer ist. Alle Anforderungen an ein Bauteil, die nicht in der Zeichnung definiert sind, gelten nicht und können bei eventuellen Streitigkeiten vor Gericht auch nicht geltend gemacht werden.

Eine Zeichnung gilt immer, wenn nichts anderes angegeben wird (starrer Verweis), zusammen mit den zum Erscheinungsdatum gültigen Normen.

3. Normanwendung in den Prüfungen der PAL

Die PAL ist bestrebt, technische Zeichnungen sowie Prüfungsaufgaben zu erstellen, die den aktuellen Normenstand berücksichtigen. Da die geltenden Normen des ISO-GPS-Systems auch in der dualen Ausbildung technischer Berufe bislang eher rudimentär vermittelt wurden, wird deren Einführung in Zeichnungen und Prüfungsaufgaben gleitend erfolgen. Ziel ist, den aktuellen Stand der Normen des ISO-GPS-Systems sukzessive in den Zeichnungen aller davon betroffener Ausbildungsberufe anzuwenden. Dabei ist die Ausdifferenzierung der Angabenkomplexität in Abhängigkeit des Berufsbildes die Grundlage.

Eine erfolgreiche Einführung erfordert, dass den Ausbilder/-innen und Lehrer/-innen ausreichend Zeit zur Verfügung gestellt werden muss, um die veränderten Normen des ISO-GPS-Systems vermitteln zu können.

Im ersten Schritt werden die Prüfungen und die technischen Zeichnungen für den Beruf

- Technische(r) Produktdesigner/-in
 - Fachrichtung Produktgestaltung und –konstruktion (2326)
 - Fachrichtung Maschinen- und Anlagenkonstruktion (2327)

den aktuellen Normenstand des ISO-GPS-Systems berücksichtigen.

4. Leitfaden für die Abschlussprüfung Teil 1

Im Sommer 2019 gibt die PAL einen Leitfaden für die Abschlussprüfung Teil 1 mit praktischen Musterprüfungen heraus.

Dieser Leitfaden für die Technischen Produktdesigner/-in beinhaltet je eine praktische Musterprüfung für die Fachrichtungen:

- Produktgestaltung und -konstruktion (2326)
- Maschinen- und Anlagenkonstruktion (2327)

Diese Musterprüfungen zeigen exemplarisch, wie die aktuellen Normen in den Prüfungen ab Frühjahr 2021 berücksichtigt werden.

Die PAL empfiehlt, dass die Auszubildenden ab dem Sommer 2019 unter Berücksichtigung der aktuellen Normen des ISO-GPS-Systems ausgebildet werden. Die Abschlussprüfungen Teil 1 für die Technischen Produktdesigner/-innen werden erstmals im Frühjahr 2021 die aktuellen Normen des ISO-GPS-Systems berücksichtigen.

Entsprechend der Verordnung über die Berufsausbildung zum Technischen Produktdesigner und zur Technischen Produktdesignerin vom 21. Juni 2011 müssen die Prüflinge in der Abschlussprüfung Teil 1 unter anderem:

- Normvorgaben zur Erstellung technischer Zeichnungen berücksichtigen
- Regeln der Maßeintragung anwenden
- Toleranzen, Passungen und Oberflächen festlegen

Allerdings ist das Verständnis und die funktions- und fertigungsgerechte Anwendung von Form- und Lagetoleranzen erst Inhalt der Abschlussprüfung Teil 2.

Deshalb müssen die Prüflinge in der Abschlussprüfung Teil 1 für die Technischen Produktdesigner/-in **keine** Form- und Lagetoleranzen in den von ihnen zu erstellenden technischen Zeichnungen anbringen. Ebenfalls werden Inhalte zum Thema Form- und Lagetoleranzen **nicht** abgefragt.

Die normgerechte Bemaßung und damit z. B. die Verwendung von notwendigen Spezifikations-Modifikationssymbolen (wie z. B. die Hüllbedingung \textcircled{E}) oder die Angabe der Anzahl der bemaßten Geometrielemente wird Inhalt der vorzubereitenden Datensätze (nach Vorgabe PAL) sowie der Musterlösungen für den Prüfungsausschuss der Abschlussprüfung Teil 1 sein.

Die technischen Zeichnungen, die den Prüflingen von der PAL in der Prüfung zur Verfügung gestellt werden, sind normgerecht bemaßt und toleriert. Dementsprechend enthalten diese Form- und Lagetoleranzen gemäß ISO-GPS.

Die Abschlussprüfung Teil 2 für die Technischen Produktdesigner/-in kann Inhalte aus dem Bereich der aktuellen Normen des ISO-GPS-Systems enthalten.

5. Anhang, Beispielzeichnungen nach ISO-GPS

Die Änderungen, die sich in technischen Zeichnungen durch die Anwendung der aktuellen Normen ergeben, können sehr gut an einem Zeichnungssatz verdeutlicht werden.

Die PAL hat für eine exemplarische Baugruppe „Einstellantrieb“ Gesamtzeichnungen, Stücklisten, Baugruppen- und Einzelteilzeichnungen erstellt und als Anhang 1 diesem Dokument hinzugefügt.

Bei diesen Zeichnungen werden Anmerkungen mit einem sechseckigen Rahmen eingefügt, die anschließend auf einer Seite erläutert werden.

Alle mit *) gekennzeichneten und in kursiver Schrift abgebildeten Textpassagen sind Auszüge aus folgenden Normen:

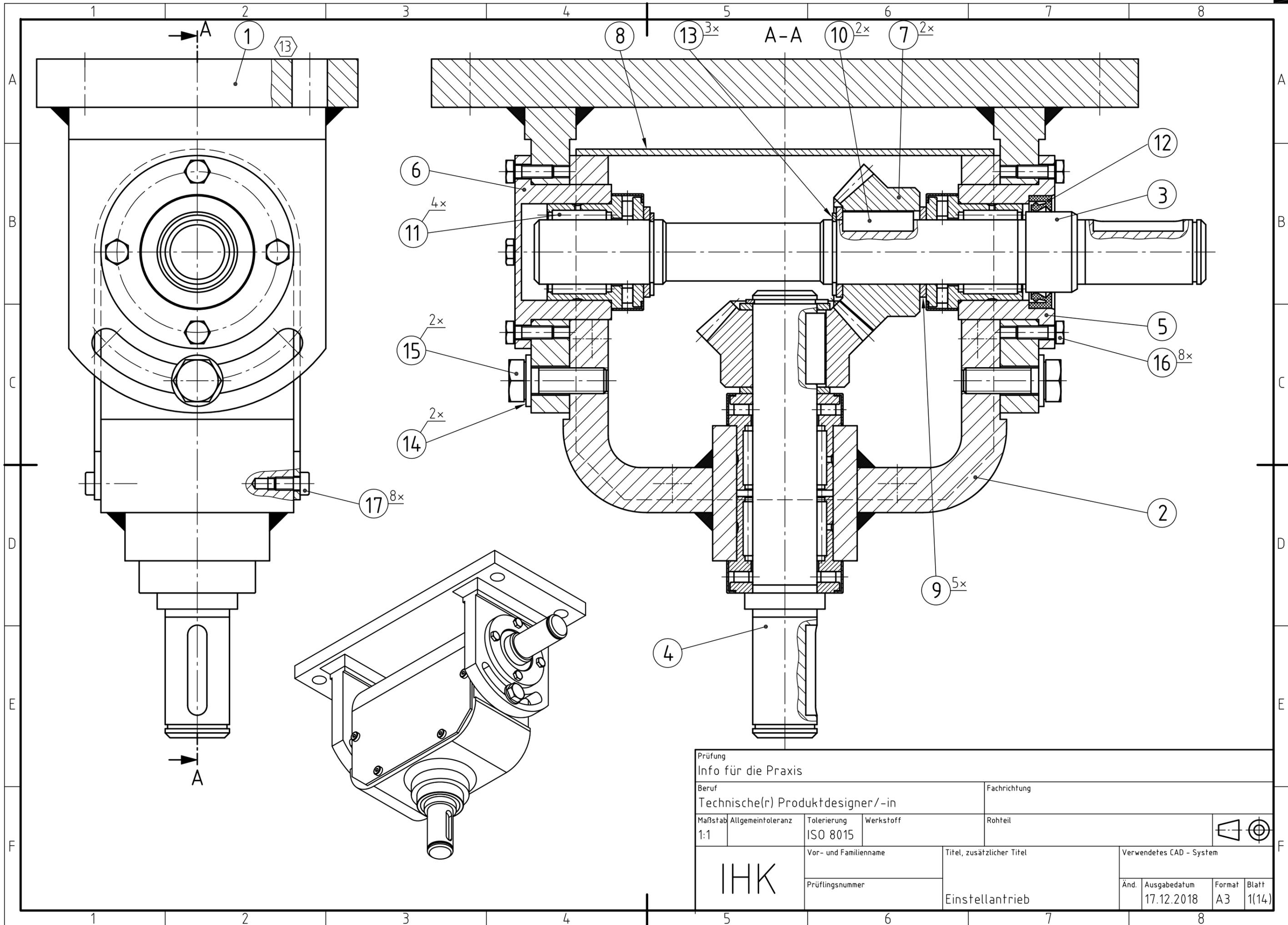
- ¹⁾ DIN EN ISO 8015: 2011-09
- ²⁾ DIN EN ISO 8015: 2011-09
- ³⁾ DIN EN ISO 14405-2: 2012-02
- ⁴⁾ DIN EN ISO 8015: 2011-09
- ⁵⁾ DIN EN ISO 8015: 2011-09



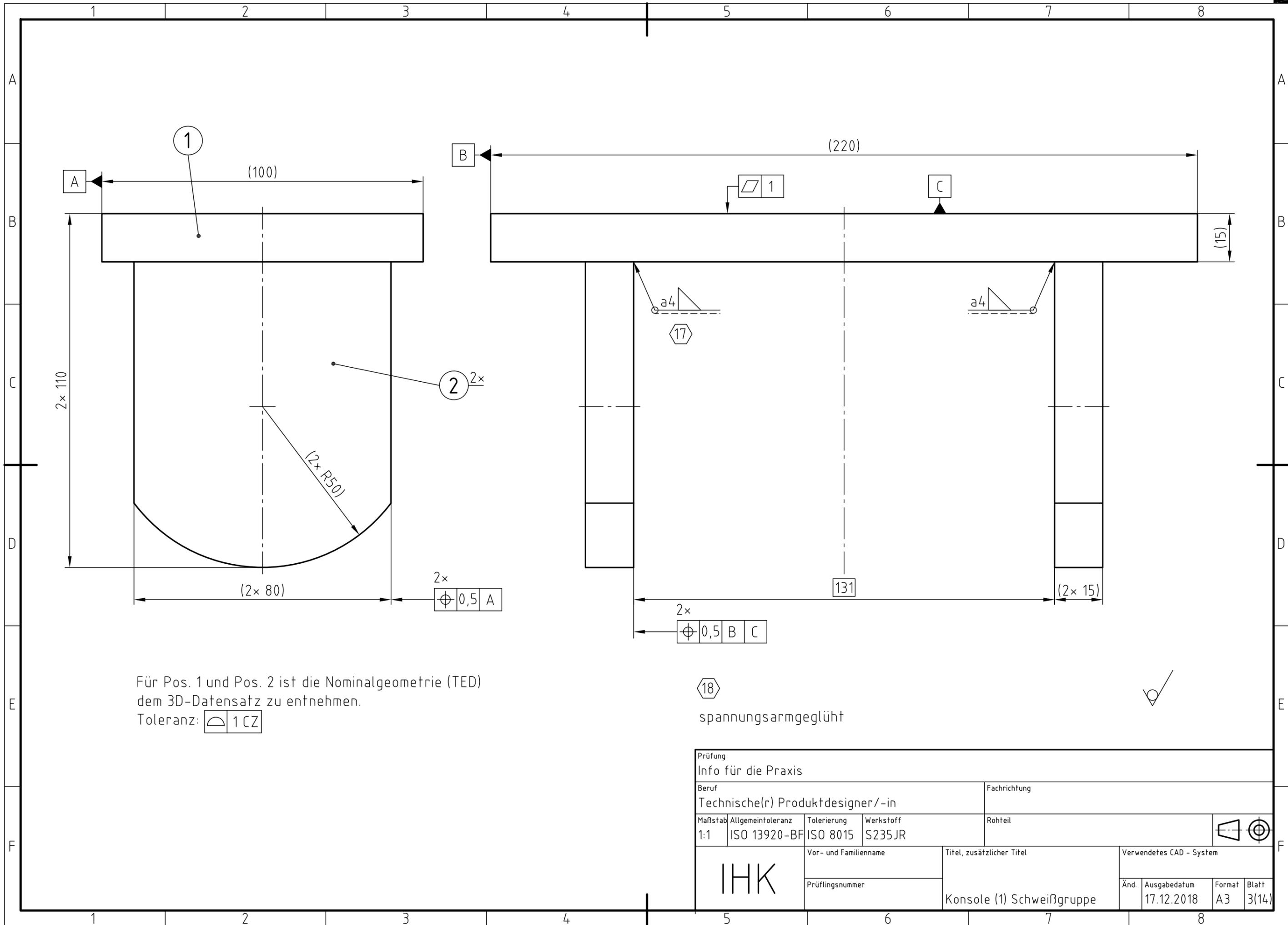
PAL - Prüfungsaufgaben- und
Lehrmittelentwicklungsstelle
IHK Region Stuttgart

PAL – Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle
IHK Region Stuttgart

Jägerstraße 30, 70174 Stuttgart, Telefon +49(0)711.2005-0, Telefax -1830
pal@stuttgart.ihk.de, www.ihk-pal.de



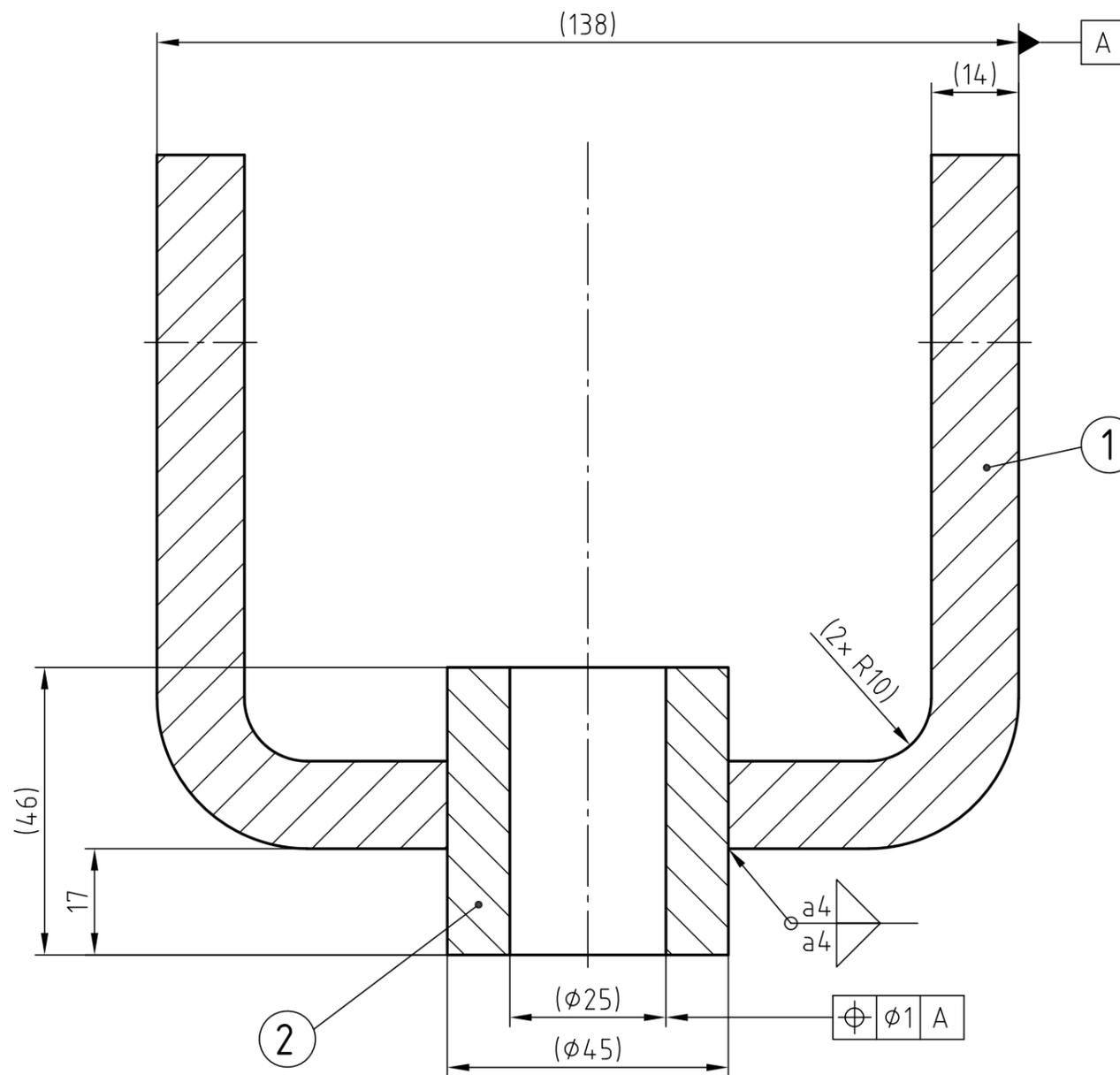
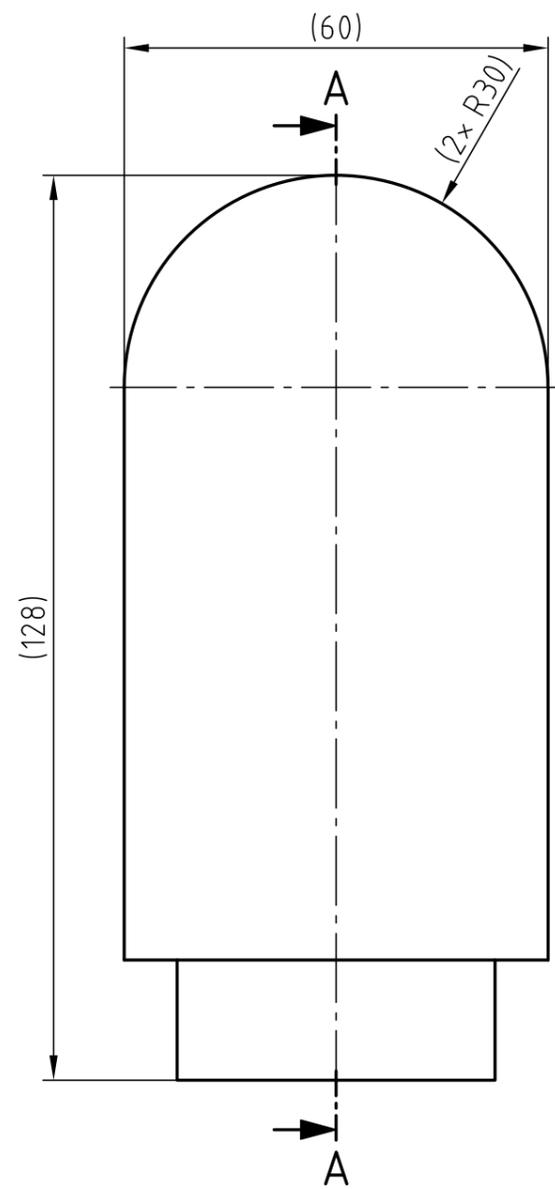
Prüfung				
Info für die Praxis				
Beruf			Fachrichtung	
Technische(r) Produktdesigner/-in				
Maßstab	Allgemeintoleranz	Tolerierung	Werkstoff	Rohteil
1:1		ISO 8015		
Vor- und Familienname		Titel, zusätzlicher Titel		Verwendetes CAD - System
IHK				
Prüfungsnummer		Einstellantrieb		Änd.
				Ausgabedatum
				17.12.2018
				Format
				A3
				Blatt
				1(14)



Für Pos. 1 und Pos. 2 ist die Nominalgeometrie (TED) dem 3D-Datensatz zu entnehmen.
 Toleranz: $\overline{\text{CZ}}$ 1 CZ

18
 spannungsarmgeglüht

Prüfung				
Info für die Praxis				
Beruf			Fachrichtung	
Technische(r) Produktdesigner/-in				
Maßstab	Allgemeintoleranz	Tolerierung	Werkstoff	Rohteil
1:1	ISO 13920-BF	ISO 8015	S235JR	
Vor- und Familienname		Titel, zusätzlicher Titel		Verwendetes CAD - System
IHK				
Prüflingsnummer		Konsole (1) Schweißgruppe		Änd.
				Ausgabedatum
				17.12.2018
				Format
				A3
				Blatt
				3(14)

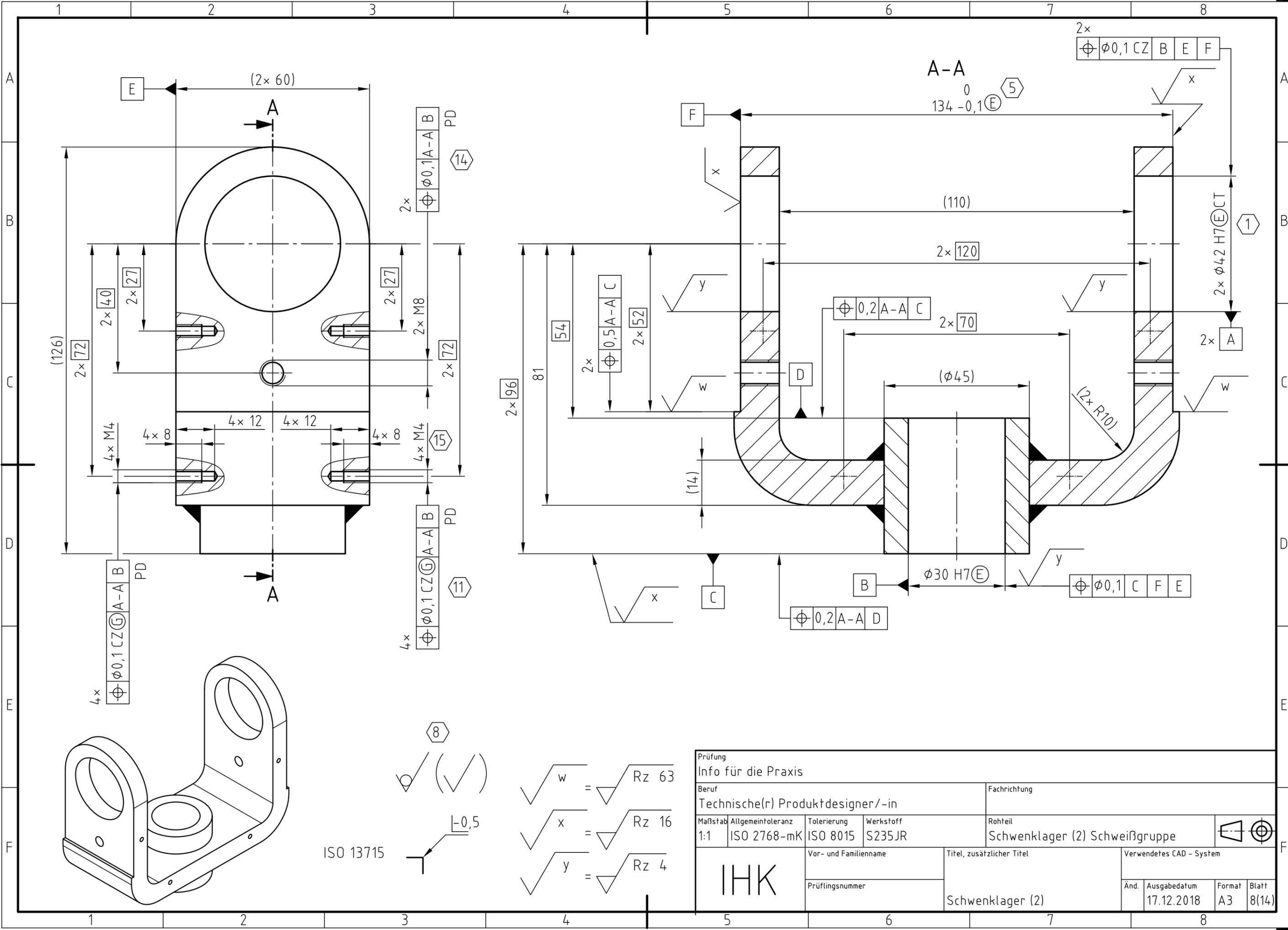


Für Pos. 1 und Pos. 2 ist die Nominalgeometrie (TED) dem 3D-Datensatz zu entnehmen.

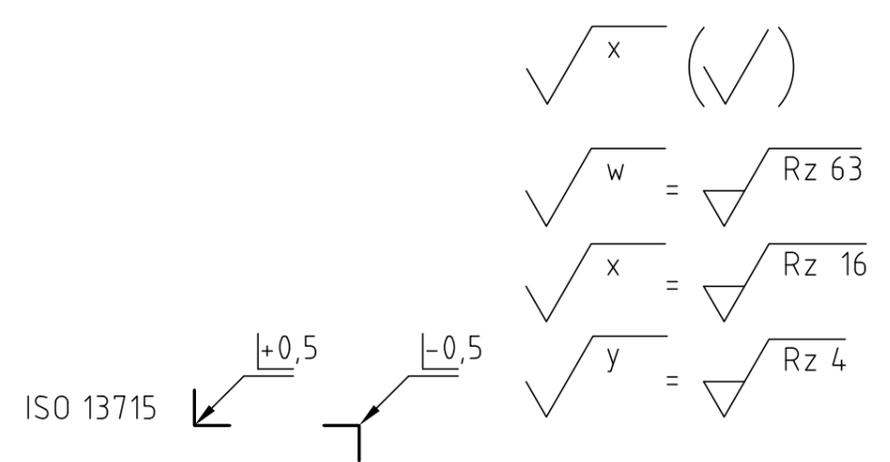
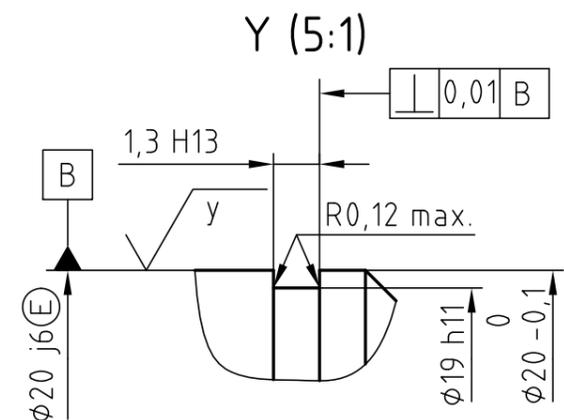
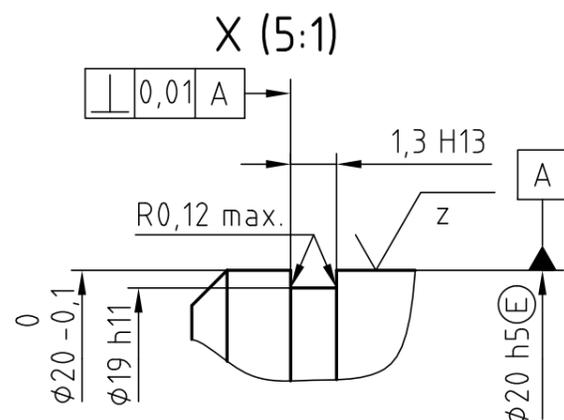
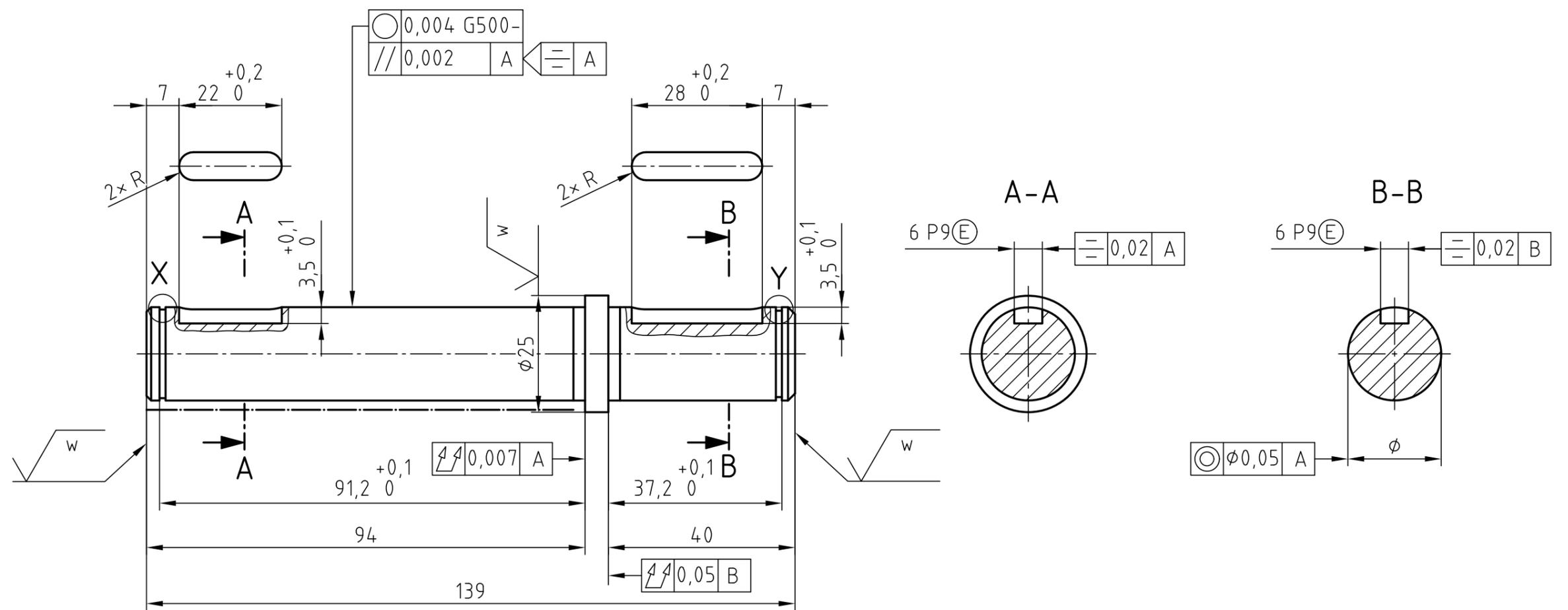
Toleranz: $\frac{\text{CZ}}{1}$

spannungsarmgeglüht

Prüfung				
Info für die Praxis				
Beruf			Fachrichtung	
Technische(r) Produktdesigner/-in				
Maßstab	Allgemeintoleranz	Tolerierung	Werkstoff	Rohteil
1:1	ISO 13920-BF	ISO 8015	S235JR	
Vor- und Familienname		Titel, zusätzlicher Titel		Verwendetes CAD - System
IHK				
Prüfungsnummer		Schwenklager (2) Schweißgruppe		Änd. Ausgabedatum Format Blatt
				17.12.2018 A3 6(14)



Prüfung Info für die Praxis				
Beruf Technische(r) Produktdesigner/-in			Fachrichtung	
Maßstab 1:1	Allgemeintoleranz ISO 2768-mK	Tolerierung ISO 8015	Werkstoff S235JR	Rohteil Schwenklager (2) Schweißgruppe
Vor- und Familienname IHK		Titel, zusätzlicher Titel Schwenklager (2)		Verwendetes CAD - System
Änd.	Ausgabedatum 17.12.2018	Format A3	Blatt 8(14)	



— einsatzgehärtet und angelassen
 (60^{+4}_0) HRC
 CHD = $0,5^{+0,4}_0$
 nicht bemaßte Freistich DIN 509-E0,8x0,3
 nicht bemaßte Fasen 1x45°

Prüfung				
Info für die Praxis				
Beruf			Fachrichtung	
Technische(r) Produktdesigner/-in				
Maßstab	Allgemeintoleranz	Tolerierung	Werkstoff	Rohteil
1:1	ISO 2768-mK	ISO 8015	20MnCr5	Rd 27x142 EN 10278
IHK		Vor- und Familienname		Titel, zusätzlicher Titel
		Prüfungsnummer		Verwendetes CAD - System
Abtriebswelle (4)			Änd.	Ausgabedatum
			17.12.2018	Format
			A3	Blatt
			10(14)	

4x
 $\phi 0,2$ (M) A B

4x $\phi 4,5$ H13

$\square 0,1$

$\bigcirc 0,004$ G500-
 // $0,002$ B

\equiv B

w

$\phi 60$

$\phi 50$

1x45°

28

$\phi 30$ H7 (E)

$\phi 42$ h6 (E)

B

$\bigcirc \phi 0,05$ B

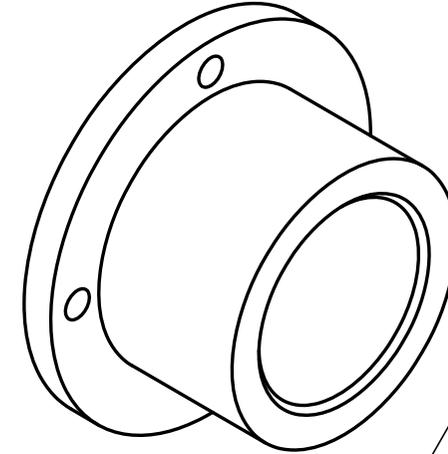
A

25

$\square 0,007$ B

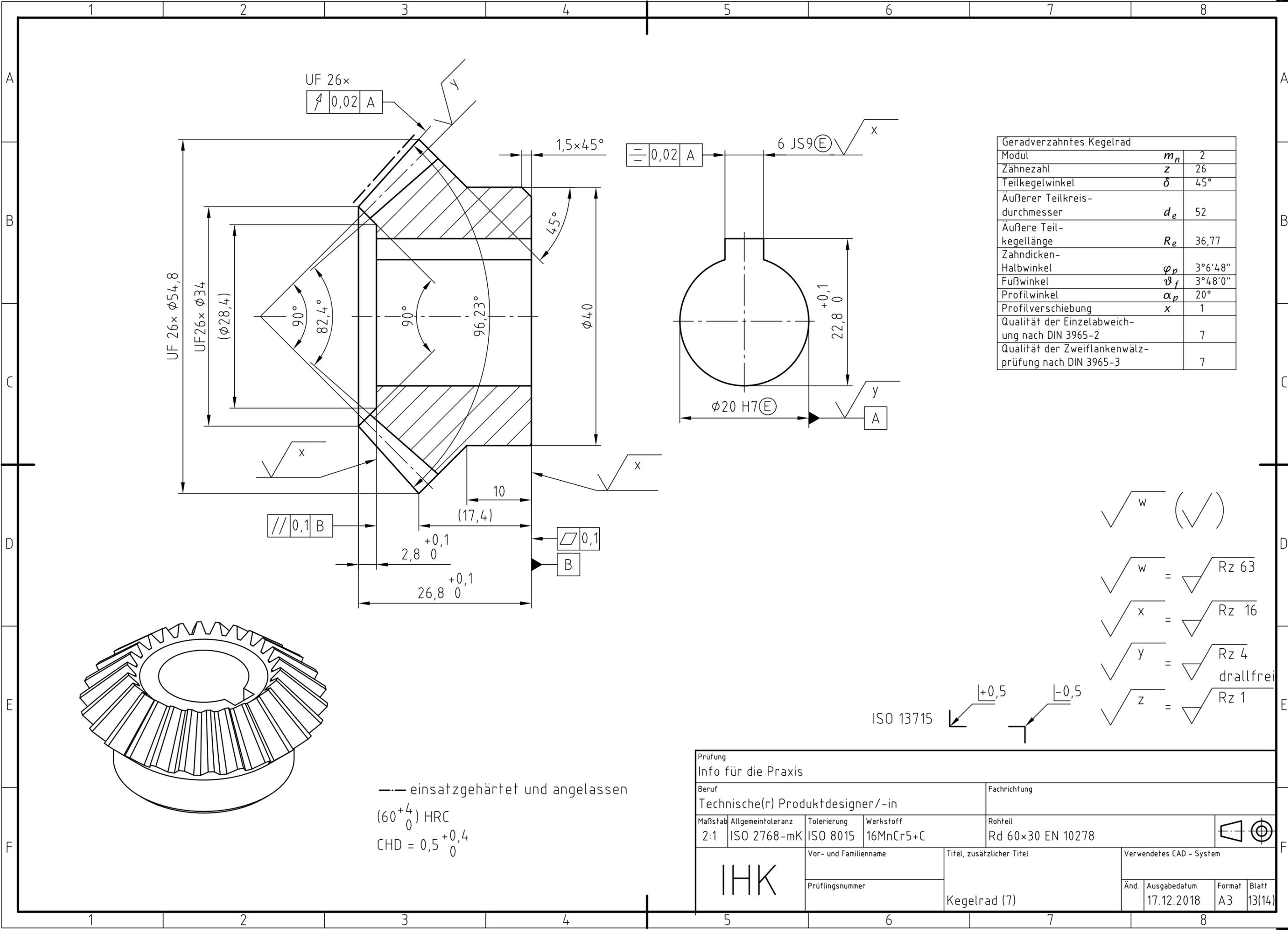
$\phi 0,01$ C

$\phi 0,1$ C



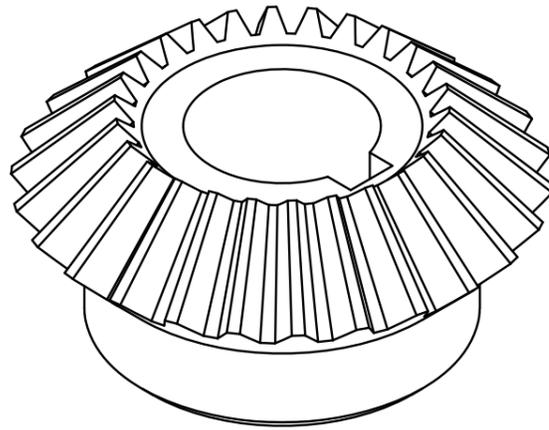
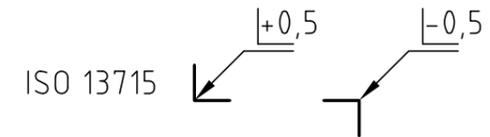
\sqrt{x} (✓) $\sqrt{w} = \sqrt{Rz 63}$
 $\sqrt{x} = \sqrt{Rz 16}$
 $\sqrt{y} = \sqrt{Rz 4}$
 ISO 13715 $\begin{matrix} +0,5 \\ -0,5 \end{matrix}$

Prüfung Info für die Praxis							
Beruf Technische(r) Produktdesigner/-in			Fachrichtung				
Maßstab 1:1	Allgemeintoleranz ISO 2768-mK	Tolerierung ISO 8015	Werkstoff CuSn8	Rohteil Rd 63x32 EN 12163			
IHK		Vor- und Familienname		Titel, zusätzlicher Titel		Verwendetes CAD - System	
		Prüflingsnummer		Flanschdeckel (6)		Änd.	Ausgabedatum 17.12.2018
						Format A4	Blatt 12(14)



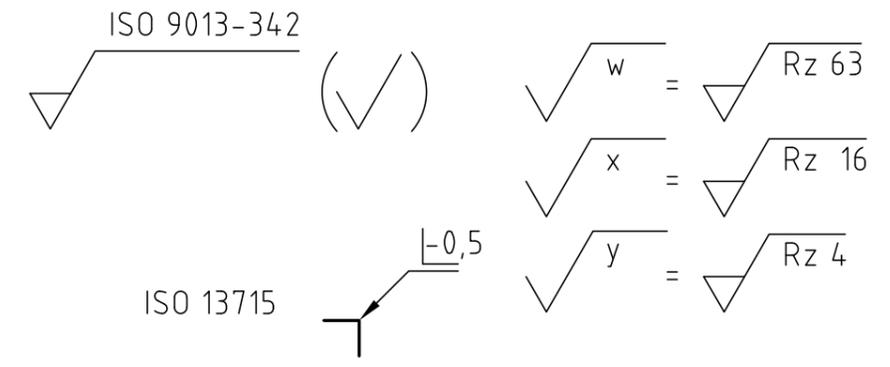
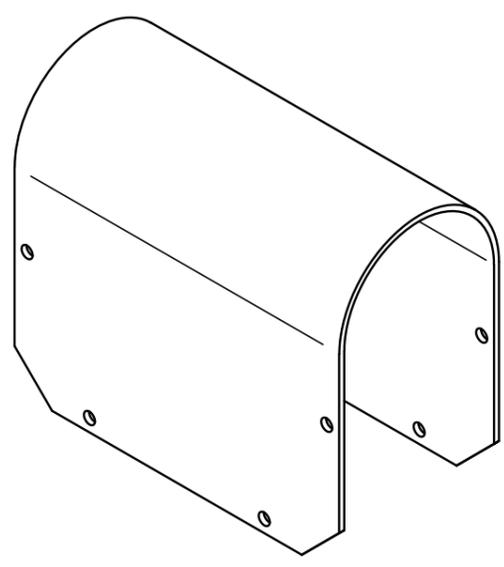
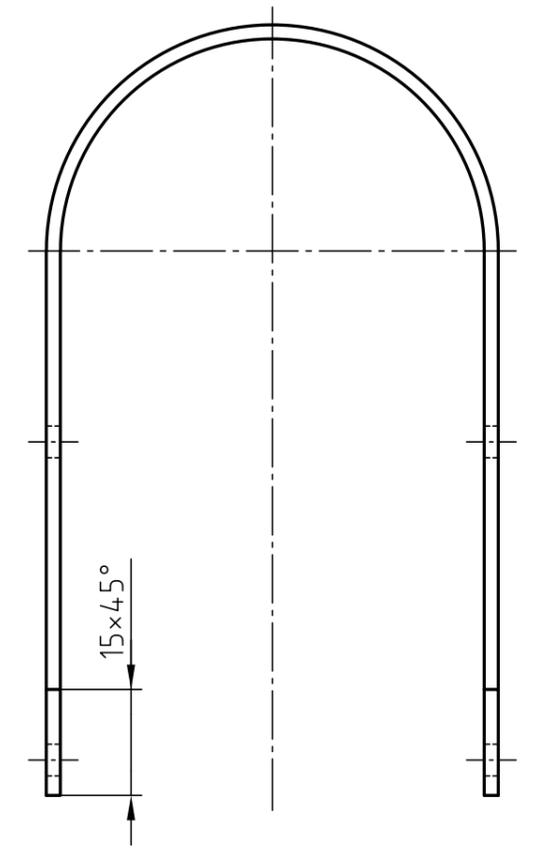
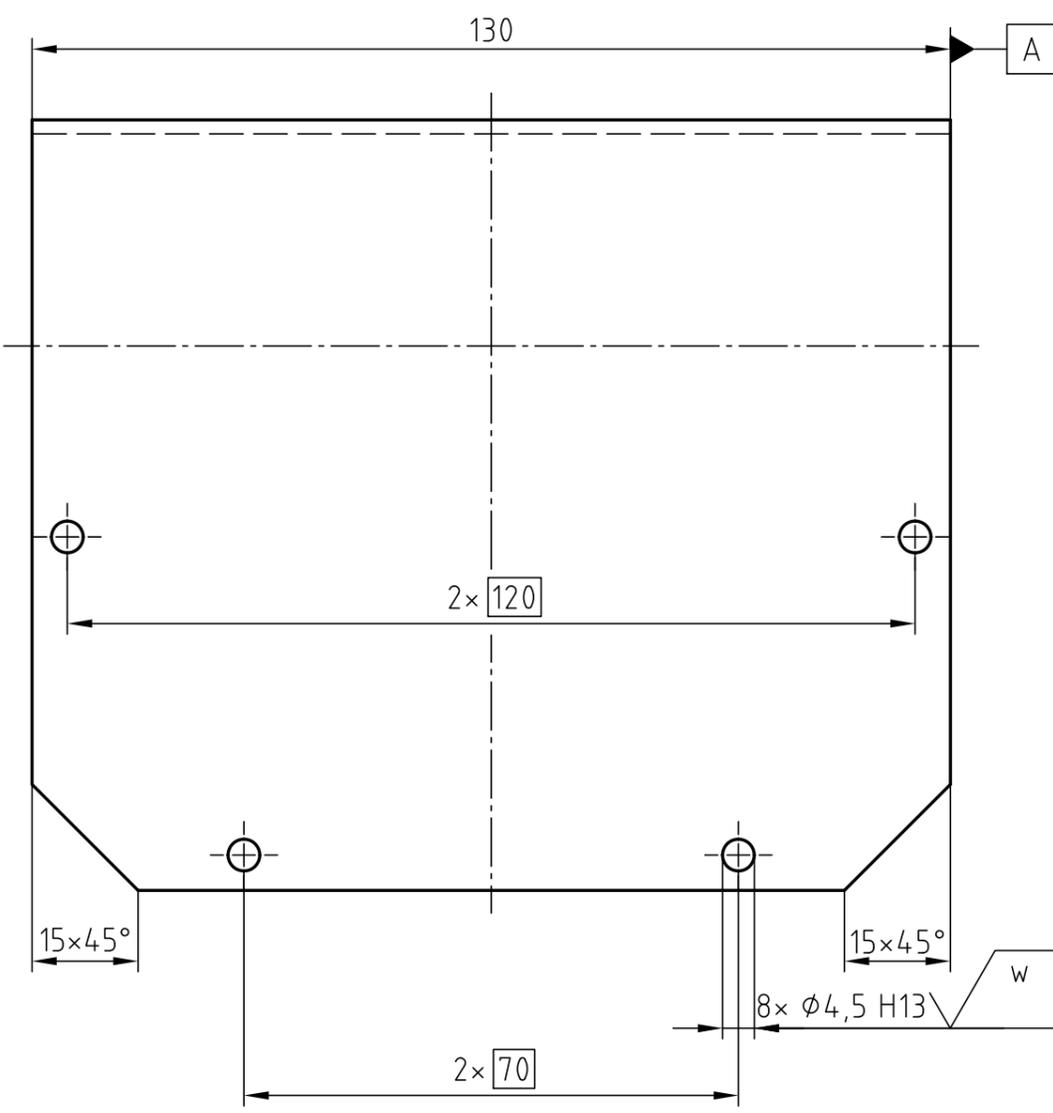
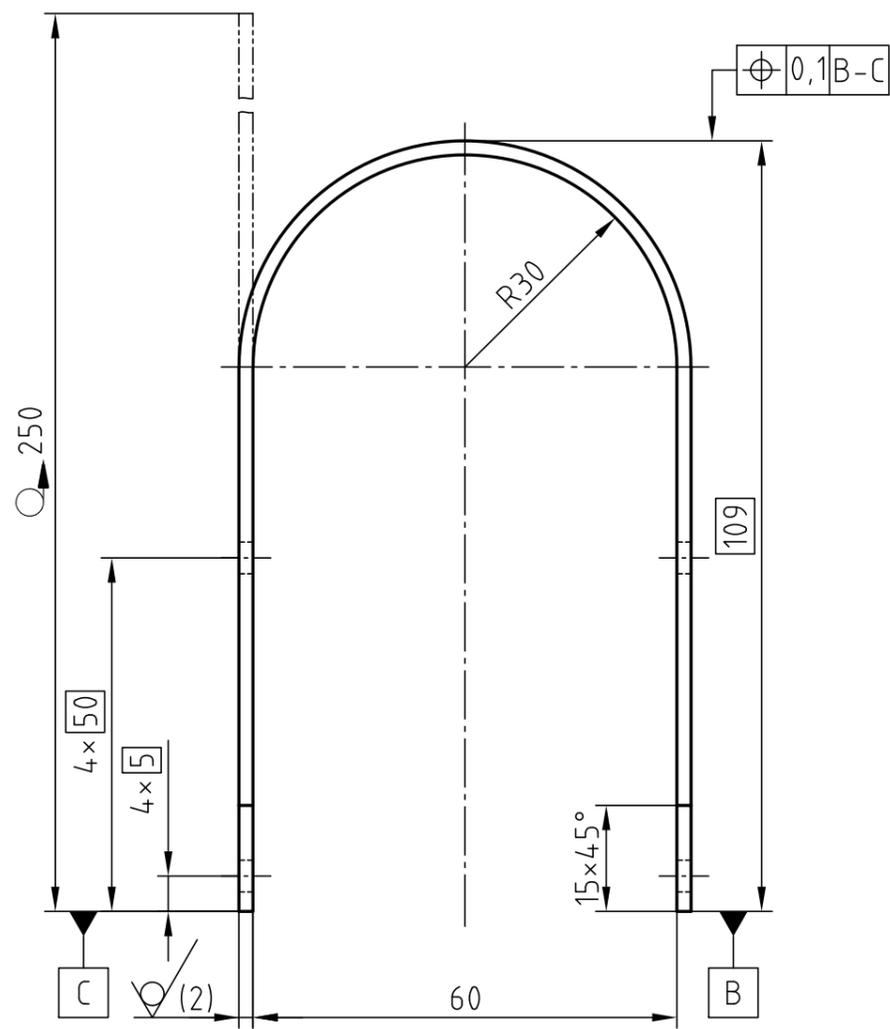
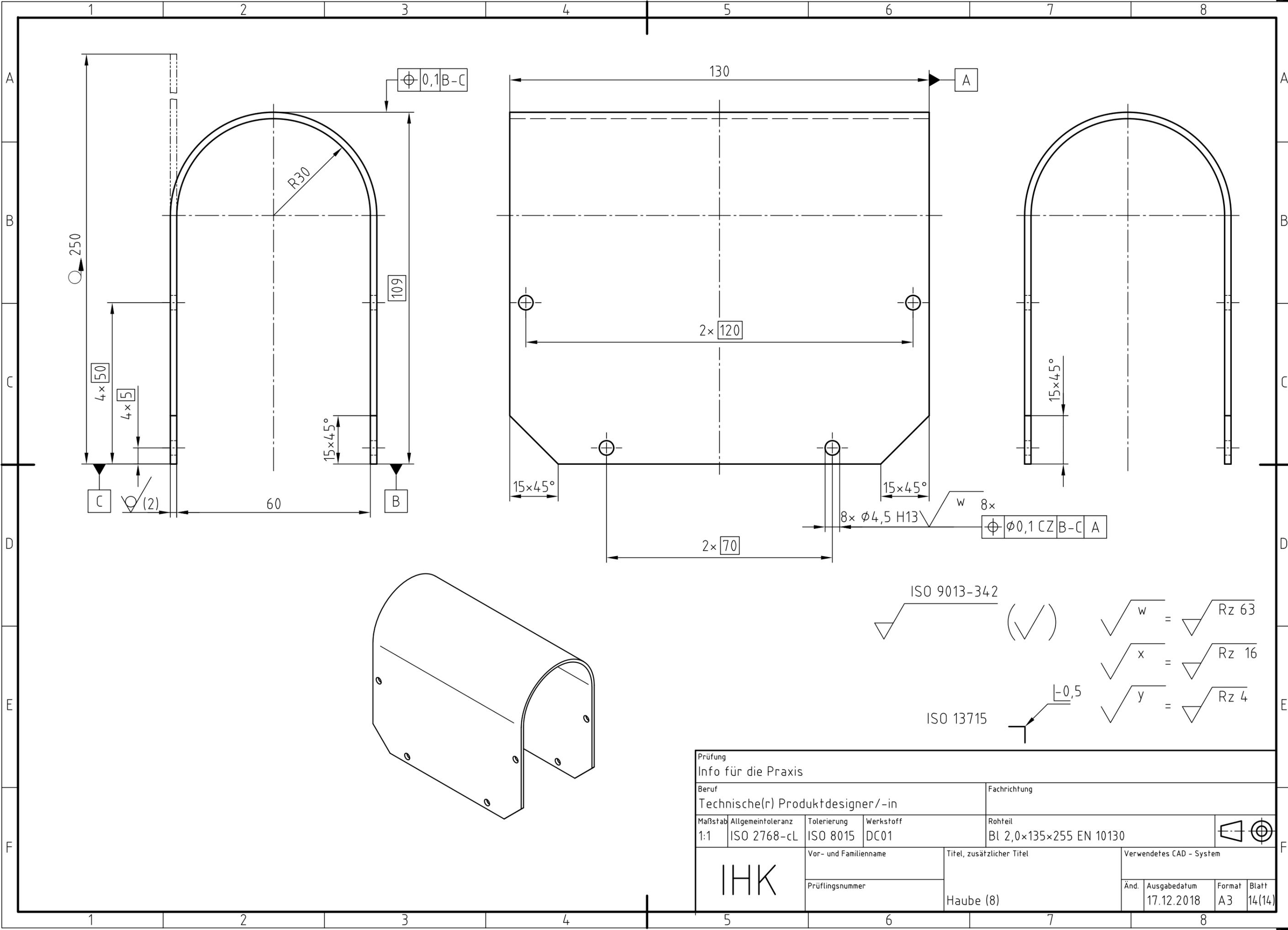
Geradverzahntes Kegelrad			
Modul	m_n	2	
Zähnezahl	z	26	
Teilkegelwinkel	δ	45°	
Äußerer Teilkreis-	d_e	52	
durchmesser			
Äußere Teil-	R_e	36,77	
kegellänge			
Zahndicken-	φ_p	3°6'48"	
Halbwinkel			
Fußwinkel	ϑ_f	3°48'0"	
Profilwinkel	α_p	20°	
Profilverschiebung	x	1	
Qualität der Einzelabweich-		7	
ung nach DIN 3965-2			
Qualität der Zweiflankenwälz-		7	
prüfung nach DIN 3965-3			

\sqrt{w}	(\checkmark)
$\sqrt{w} =$	$\sqrt{Rz 63}$
$\sqrt{x} =$	$\sqrt{Rz 16}$
$\sqrt{y} =$	$\sqrt{Rz 4}$
$\sqrt{z} =$	$\sqrt{Rz 1}$



- - - - - einsatzgehärtet und angelassen
 (60^{+4}_0) HRC
 CHD = $0,5^{+0,4}_0$

Prüfung				
Info für die Praxis				
Beruf			Fachrichtung	
Technische(r) Produktdesigner/-in				
Maßstab	Allgemeintoleranz	Tolerierung	Werkstoff	Rohteil
2:1	ISO 2768-mK	ISO 8015	16MnCr5+C	Rd 60x30 EN 10278
Vor- und Familienname		Titel, zusätzlicher Titel		Verwendetes CAD - System
IHK				
Prüfungsnummer		Kegelrad (7)		Änd. Ausgabedatum Format Blatt
				17.12.2018 A3 13(14)



Prüfung				
Info für die Praxis				
Beruf			Fachrichtung	
Technische(r) Produktdesigner/-in				
Maßstab	Allgemeintoleranz	Tolerierung	Werkstoff	Rohteil
1:1	ISO 2768-cL	ISO 8015	DC01	Bl 2,0x135x255 EN 10130
Vor- und Familienname		Titel, zusätzlicher Titel		Verwendetes CAD - System
IHK				
Prüflingsnummer		Haube (8)		Änd.
				Ausgabedatum
				17.12.2018
				Format
				A3
				Blatt
				14(14)

Erklärungen zu den Anmerkungen

- ① (E)Hüllbedingung nach ISO 14405-1, CT steht für gemeinsam toleriertes Größenmaßelement nach ISO 14405-1
- ② Bemaßung von Sicherungsringnuten, max. Kantenrundung mit Toleranzen nach DIN 471
- ③ Rundheitsangabe nach ISO 1101, G500 Filterbezeichnung, G = Gauß; Filterwert 1-500
- ④ Schnittebene Parallelität nach ISO 1101
- ⑤ Bemaßung Langloch- und Passfedernuten ISO 129-1
- ⑥ Obere- und untere Toleranzangabe nach ISO 14405-1 und ISO 286-1
- ⑦ Bemaßung und Tolerierung der Fase für den Wellendichtring (ISO 1660; ISO 8015)
- ⑧ Oberflächenangaben ISO 1302, Max.-Regel ISO 4288, 2 Leerstellen zwischen Rz und Wert (ISO 1302)
- ⑨ Werkstückkanten ISO 13715
- ⑩ Härteangaben ISO 15787
- ⑪ 4x bzw. 8x = Anzahl der Geometrielemente nach ISO 8015, M = Maximum-Materialbedingung
PD = auf Flankendurchmesser ISO 1101
- ⑫ Linienprofil, rundum mit Schnittebenenindikator und theoretischen Maßen
- ⑬ Positionsnummer mit Kreis und Anzahl der Teile nach ISO 6433 wird hier exemplarisch gezeigt
- ⑭ Form- und Lagetolerierung nach ISO 1101, Bezüge nach ISO 5459
- ⑮ 2x M4 = Schreibregel nach ISO 14405-1
- ⑯ Schnittdarstellung nach ISO 128-40
- ⑰ Symbole nach EN 22553
- ⑱ Wärmebehandlungsangaben nach ISO 15787
- ⑲ Pt ISO 1302 Maßstrecke zu kurz deshalb Kennwert Pt