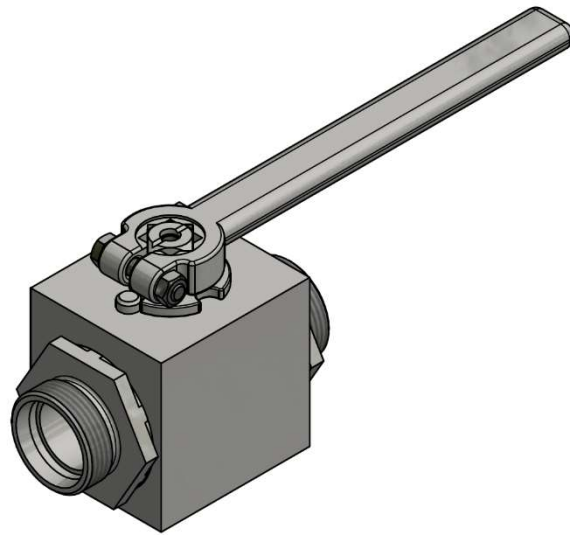


Technische Hochschule Ingolstadt

Fakultät: Institut für Akademische Weiterbildung

Studiengang: B. Eng. WI – Management

Bachelorarbeit



Thema: Entwicklung einer Hydraulik-Kugelhahnbaureihe

Name: Simon Kohler

Matrikelnummer: 00117615

Ausgegeben am: 24.08.2023

Abgegeben am: 22.01.2024

Erstprüfer: Prof. Dr. -Ing. Thomas Suchandt

Zweitprüfer: Prof. Dr. -Ing. Thomas Becker

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
a. Hintergrund der Arbeit	1
b. Beschreibung der Arbeit und Methodik	2
c. Stand der Technik und Konkurrenz	2
2. Anforderungsliste	8
3. Abstrakte Formulierung der Aufgabe	11
4. Darstellung der Hauptfunktion	11
5. Funktionsstruktur	11
6. Morphologischer Kasten	12
7. Darstellung der Lösungen	14
8. Bewertung der Lösungen	18
a. Technische Bewertungsmatrix	18
b. Wirtschaftliche Bewertungsmatrix	19
c. Stärkediagramm	19
9. Berechnungen	20
10. Darstellung der resultierenden Lösung C	25
11. Beschaffungstückliste	27
12. Qualitätsprüfung	28
a. Hochdruckprüfung	28
b. Salzsprühnebeltest	31
13. Produktkatalogintegration und Fazit	33

Literaturverzeichnis	37
-----------------------------	-----------

Anhang

1. Projektablaufplan	38
2. Einheiten, Symbole und Abkürzungen	39
3. Zusammenbauzeichnungen der Lösung C mit drei Anschlusstypen	41
4. Einzelteilzeichnungen	44
5. Erklärung nach § 18 Abs. 4 Nr. 7 APO THI	61

1. Einleitung

a. Hintergrund der Arbeit

Die Bachelorarbeit findet im Bereich der Produktentwicklung der Havit Hydraulik GmbH (im Folgenden Havit genannt) statt. Das Unternehmen hat seinen Sitz in Baar-Ebenhausen (Adresse: Schulweg 1, 85107 Baar-Ebenhausen) und vertreibt hydraulische Produkte. Mit einem aktuellen durchschnittlichen Jahresgewinn von ca. 2.100.000€ beschäftigt Havit 43 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen.¹ Da die Havit Hydraulik GmbH in die Produktion ihrer Produkte involviert ist, gilt diese gemäß Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG) § 4 als Hersteller und haftet dementsprechend für fehlerhafte Produkte.²

Werden fehlerhafte Produkte verkauft, entsteht ein Mehraufwand für den Kunden, welchen er berechtigt ist, in finanzieller Form beim Lieferanten oder Hersteller geltend zu machen. Dieser Fall kann in verschiedenen Bereichen und in verschiedenen Formen auftreten. Das ist z.B. davon abhängig, wie früh der Fehler erkannt wird. Fällt der Fehler bereits in der Wareneingangsprüfung auf, weil beispielsweise das falsche Teil verschickt worden ist oder ein Maß falsch gefertigt wurde, können Maßnahmen wie Rücksendung, Nacharbeitung oder Verschrottung anfallen. Aus internen Statistiken der Havit Hydraulik GmbH geht hervor, dass Kosten derartiger Reklamationen meistens bei unter 1000€ für Havit bleiben.

Fällt der Fehler allerdings erst auf, nachdem ein Produkt im verbauten Zustand versagt hat, ist der Aufwand um einiges größer. Da in diesem Fall laufende Maschinen, in denen Havit-Teile verbaut sind, ausfallen, entstehen schnell erhebliche Stillstandskosten.³ In einem Szenario, in dem ein bestimmter Kunde aus der Automobilbranche ein Teil bezieht und verbaut, welches eigens für diesen Kunden und dessen Anforderung entwickelt wurde, das Teil jedoch wegen schlechter Entwicklungsarbeit, verbaut im Endprodukt versagt hat, kann es zu langen Bandstopps und Wartungsarbeiten auf dem Feld kommen.

Aus diesem Worstcase-Szenario lassen sich für Havit zwei wichtige Ableitungen ziehen. Zum einen können sich schnell Kosten ergeben, die einen erheblichen Einfluss auf die Geschäftsfähigkeit haben. Zum anderen haben Fehler ein viel höheres Kosten pro Reklamation - Potential haben, wenn der Ursprung in der Entwicklungsarbeit liegt.

Um Kosten und Reklamationen in solchem Ausmaß zu vermeiden, gilt es stets eine sorgfältige und fehlerfreie Entwicklungsarbeit zu leisten.

1) Vgl. Zieglmeier, 2023, S. 3

2) Vgl. ProdHaftG, 2017, §4

3) Vgl. Havit Hydraulik GmbH, 2023, S. 5

b. Beschreibung der Arbeit und Methodik

Im Rahmen der zum Studium parallellaufenden Berufstätigkeit bei Havit, ist vom Geschäftsführer Moritz Ziegelmeier der Arbeitsauftrag gestellt worden, eine Hydraulik-Kugelhahnbaureihe im Hochdruckbereich zu entwickeln. Die Kugelhähne sollen langfristig für möglichst viele Medien und Einsatzgebiete konstruiert werden und anwendbar sein. Die Hochdruckproduktreihen sind für einen maximalen Betriebsdruck von 6000 PSI ausgelegt.⁴ Dabei sollen die Kugelhähne so kosteneffizient und so funktionssicher wie möglich gefertigt werden. Die Produktentwicklung umfasst dabei den Entwurf eines geeigneten Konzeptes, die Konstruktion der Einzelteile, die Beschaffung der Prototypenteile bei geeigneten Lieferanten, eine grobe Kosteneinschätzung und die Herstellung und das Testen eines Prototypen.

Für die Umsetzung der Entwicklung werden zuerst die Anforderungen an den Kugelhahn mittels einer Anforderungsliste abgegrenzt und durch die abstrakte Formulierung der Aufgabe, der Hauptfunktion und Funktionsstruktur konkretisiert.⁵

Mithilfe der Methode eines Morphologischen Kastens werden im Anschluss unterschiedliche Lösungswege dargestellt, welche daraufhin anhand einer Technischen Bewertungsmatrix, Wirtschaftlichen Bewertungsmatrix und eines Stärkediagramms miteinander verglichen werden.⁶

Die sich dadurch ergebende Lösung wird dann geometrisch sinnvoll dimensioniert und in die Prototypenfertigung gegeben.

Der Prototyp wird dann anschließend ausführlich auf Funktion und Sicherheit getestet.

Den Projektablaufplan der Bachelorarbeit ist im Anhang unter Punkt 1 zu finden.

c. Aktueller Stand der Technik und Konkurrenz

Da es sich bei Kugelhähnen um kein innovatives Produkt handelt, welches ohne Konkurrenz auf dem Markt etabliert wird, gibt es die Möglichkeit, sich im Vorfeld der Entwicklung über die Produkte der Konkurrenz zu informieren. Dabei wird Profit aus der fremden Entwicklung gezogen, in dem man Zeit und Kapazitäten spart.

Außerdem lassen sich Produktmerkmale abstecken, die durch den Havit Kugelhahn erfüllt sein müssen, um langfristig konkurrenzfähig zu sein.

Hierzu bieten die folgenden drei Unternehmen, welche in direkter Konkurrenz zur Havit Hydraulik GmbH stehen, eine gute Orientierungsgrundlage auf dem Gebiet der Kugelhahntechnik:

4) Vgl. Havit Hydraulik GmbH, 2022, S. I-V

5) Vgl. Vorlesung Konstruktion und Produktentwicklung 4 Konzepte finden, Prof. Dr.-Ing. Th. Suchandt, Januar 2021, S. 1-42

6) Vgl. Vorlesung Konstruktion und Produktentwicklung 5 Lösungen bewerten, Prof. Dr.-Ing. Th. Suchandt, Januar

- Parker Hannifin Corporation AG
- MHA Zentgraf GmbH & Co. KG
- GS-Hydro System GmbH

Auffallend ist, dass es neben den verschiedenen Größen, eine Vielzahl an unterschiedlichen Kugelhahntypen und -modifikationen gibt. Diese Typen finden in verschiedensten Bereichen ihre Anwendung. So wirbt MHA Zentgraf auf der Webseite zum Beispiel mit mehr als 30.000 unterschiedliche Kugelhähnen für die folgenden Branchen: ⁷

- Automobilbau
- Baumaschinen und Landmaschinen
- Brandschutz
- Erneuerbare Energien
- Schiffbau und Offshore
- Bergbau und Tunnelbohren
- Öl und Gas
- Prozessindustrie

Für jede dieser Branchen gibt es spezifische Kugelhahnprodukte zur Lösung branchenspezifischer Probleme. Diese werden durch unterschiedliche Umgebungssituationen, Materialeigenschaften, Temperaturen, Druckvorgaben oder Automatisierungsgrade bedingt.

Solche Lösungen können sich in ihrer Geometrie, der Materialeigenschaften oder der Funktion unterscheiden.

Für das Befördern von bestimmten Medien, wie zum Beispiel Klebstoff in der Industrie, ist es zum Beispiel notwendig, den Kugelhahn mittels Heizmantel zu wärmen, um den Kleber am Aushärten zu hindern. ⁷

Beim Leiten extrem heißer Medien ist es dagegen wichtig, dass ausschließlich Materialien verwendet werden, welche eine große Hitzeresistenz aufweisen. Zudem müssen auch geometrische Anpassungen vorgenommen werden, da sich die Materialeigenschaften ab bestimmten Temperaturen verändern.

Andere Kugelhahnlösungen können aber auch in der automatischen Ansteuerung des Kugelhahns liegen. ^{8,9,10}

Es gibt demnach eine Vielzahl an Modifikationen und Sonderlösungen, die im Bereich der Kugelhahnentwicklung berücksichtigt werden könnten. Für diese Entwicklungsarbeit wird eine

7) Vgl. MHA Zentgraf, 04.12.2023, Webseite: <https://www.mha-zentgraf.com/de/>

8) Vgl. MHA Zentgraf, 2023, S. 6-13

9) Vgl. Parker Hannifin Corporation, 2023, S. 716-732

10) Vgl. GS-Hydro, 2007-2008, S. 234-248

Standard-Modellreihe gesucht, welche gegebenenfalls mit verschiedenen Modifikationen nachgerüstet werden kann. Sonderlösungen, welche nach größeren Abänderungen verlangen, können auf dieser Basis nach Bedarf entwickelt werden.

Vergleicht man die Nennweiten der Hochdruckkugelhähne der unterschiedlichen Konkurrenten fällt auf, dass alle das Größenangebot auf das nahezu selbe Spektrum standardisiert haben:

Standardgrößen		
GS-Hydro	Parker	MHA Zentgraf
DN 4	DN 4	DN 4
DN 6	DN 6	DN 6
DN 8	DN 8	DN 8
DN 10	DN 10	DN 10
DN 12	DN 12	DN 12
DN 16	DN 16	DN 16
DN 20	DN 20	DN 20
DN 25	DN 25	DN 25
	DN 32	DN 32
	DN 40	DN 40
	DN 50	DN 50

Tabelle 1: Standardgrößen der Konkurrenzunternehmen

8, 9, 10

Größere Abweichungen sind im Standardanschlussangebot zu finden:

Standardanschlüsse		
GS-Hydro	Parker	MHA Zentgraf
BSP thread	EO 24° cone end	ISO 6162-2
ISO 8434-1 (DIN 2353)	Female BSPP thread (ISO 1179-1)	ISO 6164-2
ISO 6162-2	Female NPT thread (SAE 476)	ISO 320
		DIN EN 1092-1
		CETOP 400 BAR
		DIN ISO 228 FEMALE THREAD
		ANSI B1.20.1 NPT FEMALE THREAD
		DIN 2353 / ISO 8434-1 HEAVY SERIES
		SAE J 514
		WELDING ENDS

Tabelle 2: Standardanschlüsse der Konkurrenzunternehmen

8, 9, 10

8) Vgl. MHA Zentgraf, 2023, S. 6-13

9) Vgl. Parker Hannifin Corporation, 2023, S. 716-732

10) Vgl. GS-Hydro, 2007-2008, S. 234-248

Da bei Havit ein von Anfang an konkurrenzfähiges Produktportfolio angestrebt wird, wird sich stark an der Produktpalette von MHA Zentgraf orientiert, welche durch die größte Vielfalt im Bereich Standardanschlüsse auffällt.

Diese überschneidet sich zudem in großen Teilen mit den Standards, welche Havit bereits in anderen Produktarten anbietet. Deshalb lässt sich bei bestimmten Normen auf einen gewissen Erfahrungsschatz zurückgreifen.

Aus diesem Grund wird die erste Kugelhahn-Produktreihe von den Größen DN4 bis DN25 mit den Anschlüssen nach DIN 2343-L, ISO 6162-2 und mit Schweißanschluss entwickelt. Weitere Anschlusstypen und Größen sollen nach erfolgreichen Prototypentests und Kundenfeedbacks entwickelt werden. Auch andere Materialien und Zubehörteile sind im nächsten Schritt zu entwickeln und anzubieten.¹¹

Bei intensiverer Auseinandersetzung mit der Bau- und Funktionsweise eines Kugelhahns eröffnen sich Problematiken, die mit der Erfahrung aus der bisherigen Produktentwicklung von Hydraulikflanschen nicht gelöst werden können.

Der Kugelhahn ist das erste Produkt in der Havit-Produktpalette mit einem beweglichen Element. Außerdem ist das Prinzip des Absperrens oder Regels des hydraulischen Flusses bisher unbekannt. Wo in der Entwicklung die Dichtungs- und Verbindungsweise zum Rohr oder Flansch im Fokus standen, müssen nun Absperrmechanismus und die Ansteuerung näher beleuchtet werden.

Im Besonderen stehen dabei die folgenden zwei Fragen im Vordergrund:

- Wie wird die „Totraum“-Problematik gelöst?
- Wie werden die beweglichen Teile abgedichtet?

Für die Beantwortung der genannten Fragen ist es notwendig, die Hintergründe zu verstehen. Der Totraum ist im Kugelhahn der Raum um die Kugel, der sich zwischen dem äußeren Kugelradius und der Kugeldichtung ergibt. Das Medium gelangt beim Öffnungs- oder Schließprozess in den Totraum und steht bei geöffnetem Zustand des Kugelhahns still. Bei empfindlichen Medien kann es zu Verunreinigungen, Aushärtungen oder anderen Veränderungen im Medium kommen. Durch wiederholtes Öffnen oder Schließen kann so unter Umständen das ganze System kontaminiert werden. Ginge es beispielsweise um das Medium Leitungswasser oder Milch, so könnte das Medium in der Stillstandzeit kippen und schlecht werden. Bei Ölen ist es möglich, dass diese beispielsweise aushärten und verklumpen. Im ungünstigsten Fall gelangen diese Verunreinigungen ins System und führen dann dazu, dass eine Anlage kaputt geht oder ausfällt.¹²

11) Vgl. Havit Hydraulik GmbH, 2022, S. I-V

12) Vgl. Ralph-Harry Klaer, 2003, S. 293

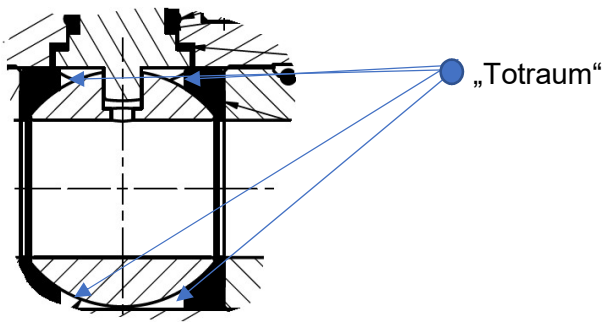


Bild 1: Darstellung des Totraums zwischen Kugel und Dichtung

Dieses Problem kann deutlich reduziert werden, indem man die Kugel mit einer kleinen Durchgangsbohrung fertigt. Durch den Volumenstrom im Inneren der Kugel entsteht ein Sog, durch den das Medium im Totraum größtenteils wieder zurück in die Leitung gezogen wird. Dieser Sog reicht aus, um das Medium im Totraum so weit in Bewegung zu halten, dass der Totraum-Effekt vermieden wird.

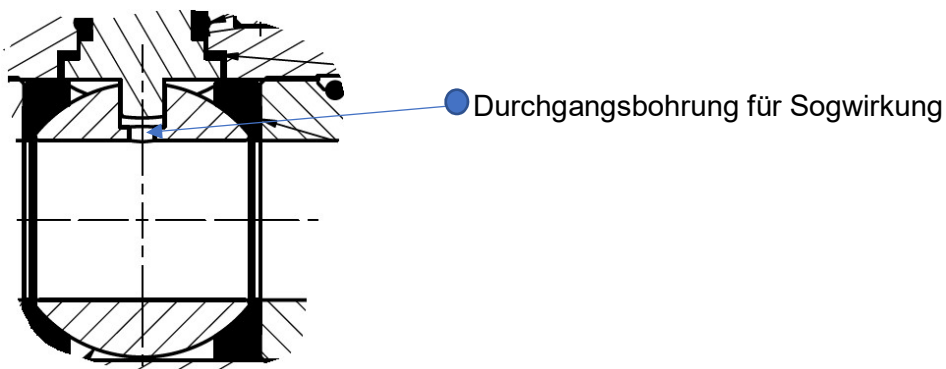


Bild 2: Darstellung der Bohrung um dem Totraumeffekt entgegen zu wirken

Das Abdichten der beweglichen Teile erfolgt über eine Kombination aus weichen und festen Gleitführungen und Dichtungen. Da die Geometrie der Kugel für eine direkte Abdichtung ungünstig ist, gibt es an den Kugeldichtungen eine geometrische Besonderheit, um die Kugel im verschlossenen Zustand dicht zu halten.

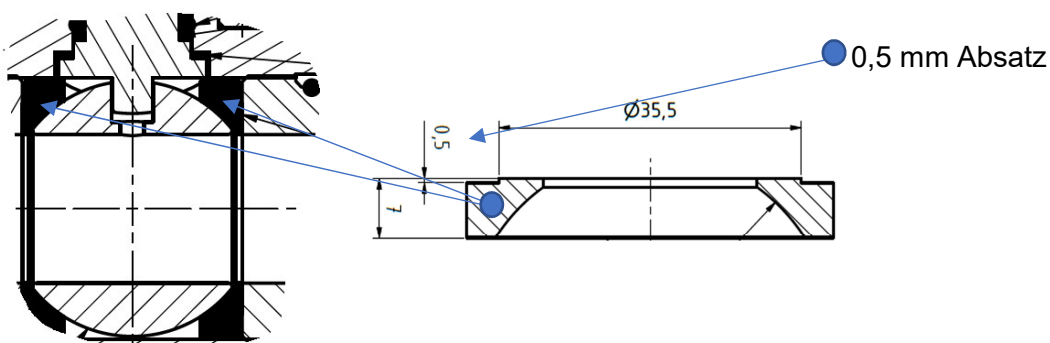


Bild 3: Darstellung der geometrischen Anpassung an Kugeldichtung

Da die Kugeldichtungen nur durch die Auflagefläche der Anschlüsse an die Kugel gepresst werden und dadurch abdichten, ist es wichtig, dass die Toleranzen richtig gewählt werden. Um eine Verbindung ohne Spiel zu gewährleisten, gibt es einen Absatz von 0,5mm (exemplarisch für die Größe DN25). Dieser stellt sicher, dass sich die Dichtung an den Außendurchmesser der sich im Übermaß befindenden Kugel anpassen kann und abdichtet. Welche Toleranzen hier ausreichen, muss praktisch über Prototypentests bestimmt werden.

Es liegt der Nutzen der Kugeldichtungen also nicht nur im Lagern und Führen der Kugel, sondern auch im Abdichten. Zusätzlich wird die Dichtfunktion auch von weiteren Dichtungen übernommen, welche an allen Ein- und Ausgängen des Grundkörpers verbaut sind.

Um den Kugelhahn als Ganzes dicht zu halten, ohne dass bei geschlossenem Zustand das Medium aus dem Totraum durch die Welle für die Drehmomentübertragung entweichen kann, wird an der Welle eine weitere Dichtung verbaut, welche auch bei Drehbewegung dichthalten muss. Da die Welle eine zylindrische Form hat und zylindrisch mit wenig Spiel geführt wird, gibt es hier leichtere Lösungen als bei dem Abdichten einer bewegten Kugel.

Das Abdichten kann man einem NBR oder FKM O-Ring sichergestellt werden. Um die Reibung und dadurch die Abnutzung zwischen O-Ring und Metall zu verhindern, ist zwischen dem Dichtkörper und der Welle axial ein geschmierter PTFE oder POM Gleitring verbaut. Dabei handelt es sich um einen festen Werkstoff mit guten Gleiteigenschaften auf Metall.^{13, 14}

13) Vgl. HEUTE+COMP. GmbH+Co, 07.12.2023, Webseite: <https://heutecomp.de/werkstoffe/ptfe-de/>

14) Vgl. Maurice Bertram, 07.12.2023, Webseite: [https://kunststoffedirekt.de/werkstoffe/pom-c-polyoxymethylen/pom-c-polyoxymethylen/pom-c-polyoxymethylen](https://kunststoffedirekt.de/werkstoffe/pom-c-polyoxymethhttps://kunststoffedirekt.de/werkstoffe/pom-c-polyoxymethylen/pom-c-polyoxymethylen/pom-c-polyoxymethylen)

2. Anforderungsliste

Nr.	Anforderung	Dim.	Wert, Wertbereich, Eigenschaft	Typ	Art	Gruppe	Erläuterung
1	Geometrie						
1.1	Abmessungen Gehäuse 1	Höhe	< 80	mF	qt	TA	Kugelhahn ohne Griff
		Breite	< 65	mF	qt	TA	Kugelhahn ohne Anschlüsse
		Tiefe	< 55	mF	qt	TA	
1.2	Anschluss Typ 1		DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2	F	ql	TA	Dimensionen in Norm vorgeschrieben
1.3	Anschluss Typ 2		DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L	F	ql	TA	Dimensionen in Norm vorgeschrieben
1.4	Anschluss Typ 3		ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.2 x Rohrdurchmesser	F	ql	TA	Dimensionen aus Norm und abhängig von bestelltem Rohrmaß
1.5	Anzahl der Anschlüsse	Stck.	2	mF	qt	TA	2-Wege-KHV
1.6	Universal-Kugeldrehanschluss	mm	Vierkant 14 x 14	mF	qt	TA	Um verschiedene Drehlösungen zu montieren
1.7	Gesamtgewicht	kg	< 3	F	qt	TA	Maximallast für Manipulator falls notwendig
2	Mechanik						
2.1	90° Bewegung Verschluss		manuell/ pneumatisch/ elektrisch	F	ql	TA	per Hand oder mit Stellantrieb
2.2	Sperrkörper		Kugel mit Durchlaufbohrung und Möglichkeit zur Drehansteuerung	F	qt	TA	Imbusschlüssel/ Akkuschrauber/ Luftdruckschrauber/ Hand
2.3	Hydraulische Belastbarkeit	kg/cm ²	420	F	qt	TA	Hochdruckfähig, 6000PSI Reihe
2.4	Stabilität		Arbeitssicherheit und Vibrationssicher	mF	ql	TA	
2.5	Verschleißteile		nein	wF	ql	TA	Aufwendiges Austauschen von Verschleißteilen
2.6	Abdichtung des Ventils		Ohringe an Anschlüssen und Drehteil + Kugeldichtungen	F	qt	TA	
2.7	Totraum		nein	wF	qt	TA	Verhindern durch Bohrung an Kugel
3	Werkstoffe						
3.1	Gehäuse Material		Rostfrei und in der Dimension druckfest bis 400bar	F	ql	TA	Je nach Verbausituation
3.2	Kugel Material		Korrosionsbeständig und in der Dimension druckfest bis 400bar; besonders fest wegen besonderer Beanspruchung bei schneidender Drehbewegung zur Strömungsrichtung.	F	ql	TA	Je nach Verbausituation
3.3	Drehstift		Korrosionsbeständig und selbes Material wie Gehäuse.	F	ql	TA	Je nach Verbausituation
3.4	Griff		Korrosionsbeständig und selbes Material wie Gehäuse, wenn nicht Lackiert.	F	ql	TA	Je nach Verbausituation

3.5	Passstift 1		Korrosionsbeständig und selbes Material wie Gehäuse.	F	ql	TA	Je nach Verbausituation
3.6	Passstift 2		Korrosionsbeständig und selbes Material wie Gehäuse.	F	ql	TA	Je nach Verbausituation
3.7	Drehblech		Korrosionsbeständig und selbes Material wie Gehäuse.	F	ql	TA	Je nach Verbausituation
3.8	Radial O-Ring Stift		Temperatur, Medium- und Druckbeständig	mF	ql	TA	Belastbare Weichdichtung
3.9	Axial O-Ring Stift		Temperatur, Medium- und Druckbeständig	mF	ql	TA	Belastbare Weichdichtung
3.10	Dichtelement für Kugel		Temperatur, Medium- und Druckbeständig	mF	ql	TA	Belastbare Hartdichtung
3.11	Spanneinheit für Radial O-Ring Stift		Temperatur, Medium- und Druckbeständig	mF	ql	TA	Um O-Ring in Nut zu pressen
3.12	Beschichtung aller Stahlteile außer Kugel		Temperatur, Korrosions- und Druckbeständig	F	ql	TA	Schutz vor Nassumgebung
3.13	Kugel Beschichtung		Temperatur, Medium- und Druckbeständig. Besonderer fest wegen besonderer Beanspruchung bei schneidender Drehbewegung zur Strömungsrichtung. Besonders hochwertige Oberflächengüte.	F	ql	TA	Verschleißsicher
5	Ergonomie						
5.1	Bedienungsart		manuell/ pneumatisch/ elektrisch	mF	ql	TA	
6	Fertigung						
6.1	Fertigungsverfahren		CNC/ Fräsen, Drehen, Biegen, Polieren	F	ql	TA	
6.2	Beschichtung		Galvanisieren	mF	ql	TA	Nur bei Stahlteilen. Edelstahl
6.3	Qualität		Werkstattqualität	mF	ql	TA	
7	Transport						
7.1	Transportart		E-PAL oder Paket	F	ql	TA	
7.2	Verpackung		Karton oder KLT	F	ql	TA	Mit entsprechender Polsterung
7.3	Lagerung		nicht im Freien	mF	ql	TA	
8	Gebrauch						
8.1	Arbeitssicherheit		Alle Kanten entgratet	mF	ql	TA	
8.2	Lebensdauer	a	>10	mF	qt	TA	
9	Kontrolle						
9.1	Qualitätsprüfung		Sichtkontrolle, Maßkontrolle und Oberflächenkontrolle	F	ql	TA	Bei Wareneingang

9.2	Vorschriften (TÜV, DIN, ISO..)		UW		F	ql	TA	
10	Kosten							
10.1	Entwicklungskosten	€	< 20.000 €		mF	qt	WA	
10.2	Herstellkosten	€/Stck.	< 80 €		W	qt	WA	Abhängig von EK-Stückzahl
11	Termine							
11.1	Entwicklungsbeginn	DATE	13.02.2023		W	qt	TA	Projektstart
11.2	Finalisierung der Anforderungsliste	DATE	26.02.2023		W	qt	TA	Meilenstein 1
11.3	Erste Entwürfe	DATE	12.03.2023		W	qt	TA	Meilenstein 2
11.4	Festlegung auf Lösung	DATE	26.03.2023		W	qt	TA	Meilenstein 3
11.5	Freigabe Geschäftsführer	DATE	02.04.2023		W	qt	OA	Meilenstein 4
11.6	Wareneingang Prototyp	DATE	23.04.2023		W	qt	TA	Meilenstein 5
11.7	Freigabe QS/T	DATE	14.05.2023		W	qt	OA	Meilenstein 6
11.8	Freigabe LOG/MKT und Katalogintegration	DATE	21.05.2023		W	qt	OA	Meilenstein 7, 8 und 9 (Projektende)

Typ

F Festforderung
mF Mindestforderung
W Wunsch

Art

qt Quantitative Anforderung
ql Qualitative Anforderung

Gruppe

TA Technische Anforderung
WA Wirtschaftliche Anforderung
OA Organisatorische Anforderung

Tabelle 3: Listung und Bewertung aller Anforderungen

3. Abstrakte Formulierung der Aufgabe

Entwicklung einer Kugelhahnbaureihe, welche das dichte Sperren und Öffnen von hydraulischen Flüssen im Hochdruckbereich zulässt.

4. Darstellung der Hauptfunktion

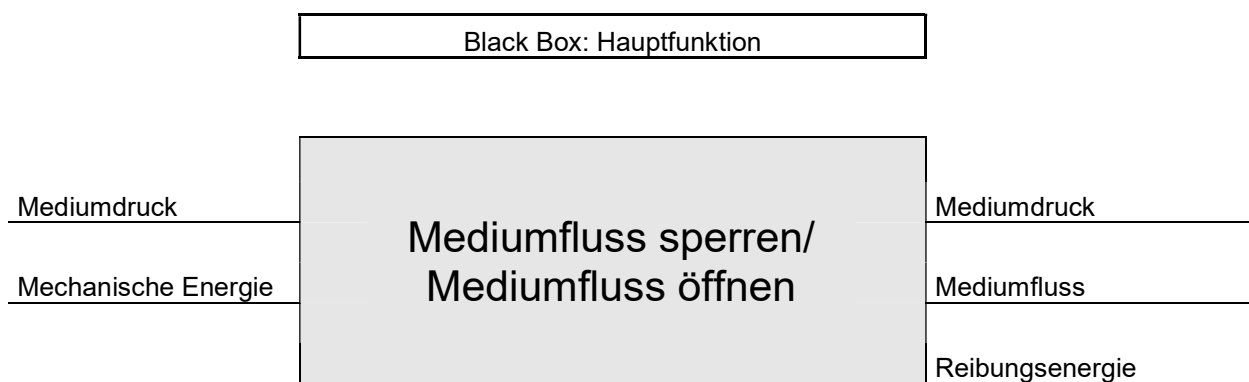


Bild 4: Darstellung der Hauptfunktion

5. Funktionsstruktur

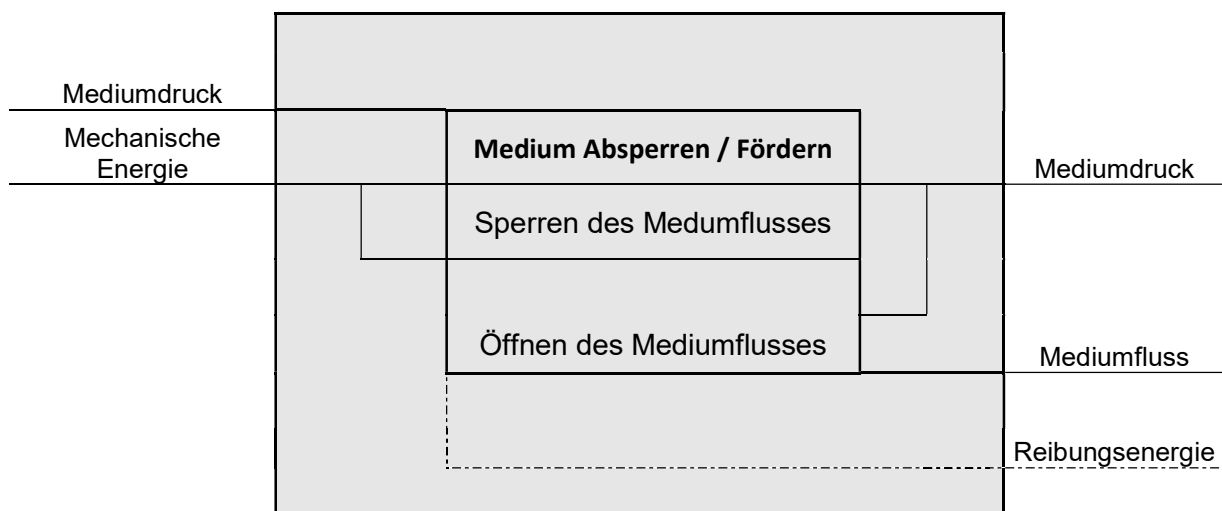


Bild 5: Darstellung der Funktionsstruktur

6. Morphologischer Kasten


1.	Lösungen					
	Teilfunktionen					
1. Medium Absperren / Fördern	1. Blechhebel, Welle und Kugel 	2. Vollmaterialhebel, Welle und Kugel	3. Steuerrad, Welle und Kugel	4. Pneumatisch, Welle und Kugel	5. Elektrisch, Welle und Kugel	6. Hydraulisch, Welle und Kugel

Tabelle 4: Morphologischer Kasten

Im Morphologischen Kasten werden die möglichen Lösungen mit anschließender Festlegung der Teilfunktionen aufgeführt. Normalerweise sucht man sich mehrere Lösungswege aus, welche dann daraufhin miteinander verglichen werden. In diesem Fall jedoch, gibt es nur eine Teilfunktion, für die es im Rahmen der Bachelorarbeit nur eine Sinnvolle Lösung gibt - Die Ansteuerung der Kugel über eine Welle mit Blechhebel. Betrachtet man zudem aber auch die restlichen Eigenschaften der Bauteile des Kugelhahns, bleiben einige Fragen offen, welche bei der Findung der Ideallösung relevant sind. Hierfür werden in der folgenden Tabelle drei mögliche Lösungswege entworfen, welche im darauffolgenden dargestellt und miteinander verglichen werden, um die resultierende Lösung festzustellen.

Lösungen		1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	Kugelhahn Wegeart	2-Wege Nachrüstfähig L=66 B=58 H=65	3-Wege Abschließvorrückung L=64 B=51 H=61	4-Wege Messanschluss (RUNDSTANGE) 73x66	-	-	-
2.	Zusätzliche Funktionen				Zwei-Handbetätigung	integrierter Heizmantel	manuelle Notfallbetätigung
3.	Abmessungen für Körpergröße DN25				(RUNDSTANGE) 71x64	-	-
4.	Anschluss Dimension Typ 1	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=89,5mm	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=85mm	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=111mm	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=71mm	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=81mm	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=107mm
5.	Anschluss Dimension Typ 2	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=30	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=23	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=21mm	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=25	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=27,5	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=32
6.	Anschluss Dimension Typ 3	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.2 x Rohrdurchmesser	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.1,5 x Rohrdurchmesser	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.1 x Rohrdurchmesser	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.2,5 x Rohrdurchmesser	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.3 x Rohrdurchmesser	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.3,5 x Rohrdurchmesser
7.	Totraum	Akzeptieren	Abflussbohrung in Kugel	Ganzheitlich-formschlüssige Dichtungslösung	-	-	-
8.	Material Gehäuse	Edelstahl (1.4404)	Stahl (S355J2)	-	-	-	-
9.	Materialbeschichtung Gehäuse	Hartverchromt	Chromnitrid	Cr3	Passiviert	Lackiert	Zn-Ni
10.	Material Drehvierkant Gehäuse	Edelstahl (1.4404)	Stahl (S355J2)	-	-	-	-
11.	Materialbeschichtung Drehvierkant	Hartverchromt	Chromnitrid	Cr3	Passiviert	Lackiert	Zn-Ni
12.	Material Kugel	Edelstahl (1.4404)	Stahl (S355J2)	-	-	-	-
13.	Materialbeschichtung Kugel	Hartverchromt	Chromnitrid	Cr3	Passiviert	Lackiert	Zn-Ni
14.	Kugellagerung	Schwimmend gelagerte Kugel	Geführt gelagerte Kugel	-	-	-	-
15.	Material Kugeldichtungen	FPM	NBR	PTFE	POM	Kombiniertes PTFE	Metall
16.	Kugeldichtungs-Füllstoff	Bronze	Kohle	Keine	Reingrafit	Glas	Keramik
17.	Material O-Ringdichtungen	FPM	NBR	PTFE	POM	Kombiniertes PTFE	Metall
18.	Drehmoment auf Kugel	Blechhebel	Vollmaterialhebel	Rad	Pneumatisch	Elektrisch	Hydraulisch

Tabelle 5: Aufzählung der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten und Festlegung der potenziellen Lösungsmöglichkeiten zur Gegenüberstellung

Auswertung des Morphologischen Kastens:

	Teilfunktionen	Lösung A	Lösung B	Lösung C
1.	Kugelhahn Wegeart	Blechhebel	Blechhebel	Blechhebel

Auswertung der übrigen offenen Fragen:

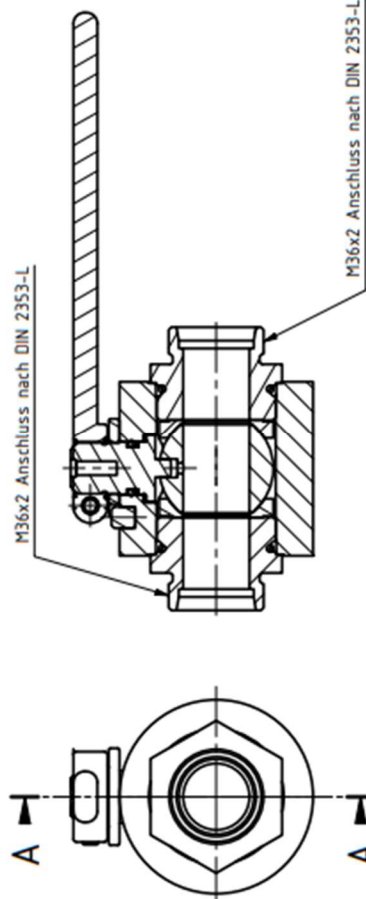
	Offene Fragen	Lösung A	Lösung B	Lösung C
1.	Kugelhahn Wegeart	2-Wege	2-Wege	2-Wege
2.	Zusätzliche Funktionen	Messanschluss	Abschließvorrichtung	Nachrüstfähig
3.	Abmessungen für Körpergröße DN25	(RUNDSTANGE) 73x66	L=66 B=58 H=65	L=66 B=58 H=65
4.	Anschluss Dimension Typ 1	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=85mm	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=85mm	(DIN EN ISO 6149-2 und ISO 6162-2 Anschlüsse) L=85mm
5.	Anschluss Dimension Typ 2	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=21mm	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=21mm	(DIN EN ISO 6149-2 und DIN 2353-L Anschlüsse) L=21mm
6.	Anschluss Dimension Typ 3	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.2 x Rohrdurchmesser	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.2 x Rohrdurchmesser	ISO 6149-2 und Schweißanschluss mit Länge = ca.2 x Rohrdurchmesser
7.	Totraum	Abflussbohrung in Kugel	Abflussbohrung in Kugel	Abflussbohrung in Kugel
8.	Material Gehäuse	Stahl (S355J2)	Edelstahl (1.4404)	Stahl (S355J2)
9.	Materialbeschichtung Gehäuse	Cr3	Passiviert	Zn-Ni
10.	Material Drehvierkant	Stahl (S355J2)	Edelstahl (1.4404)	Stahl (S355J2)
11.	Materialbeschichtung Drehvierkant	Cr3	Passiviert	Zn-Ni
12.	Material Kugel	Stahl (S355J2)	Edelstahl (1.4404)	Stahl (S355J2)
13.	Materialbeschichtung Kugel	Hartverchromt	Hartverchromt	Hartverchromt
14.	Kugellagerung	Geführt gelagerte Kugel	Geführt gelagerte Kugel	Geführt gelagerte Kugel
15.	Material Kugeldichtungen	Kombiniertes PTFE	PTFE	Kombiniertes PTFE
16.	Kugeldichtungs-Füllstoff	Kohle	Keine	Kohle
17.	Material O-Ringdichtungen	FPM	NBR	NBR
18.	Kugelansteuerung	Vollmaterialhebel	Vollmaterialhebel	Vollmaterialhebel

Tabelle 6: Potenzielle Lösungswege A, B und C

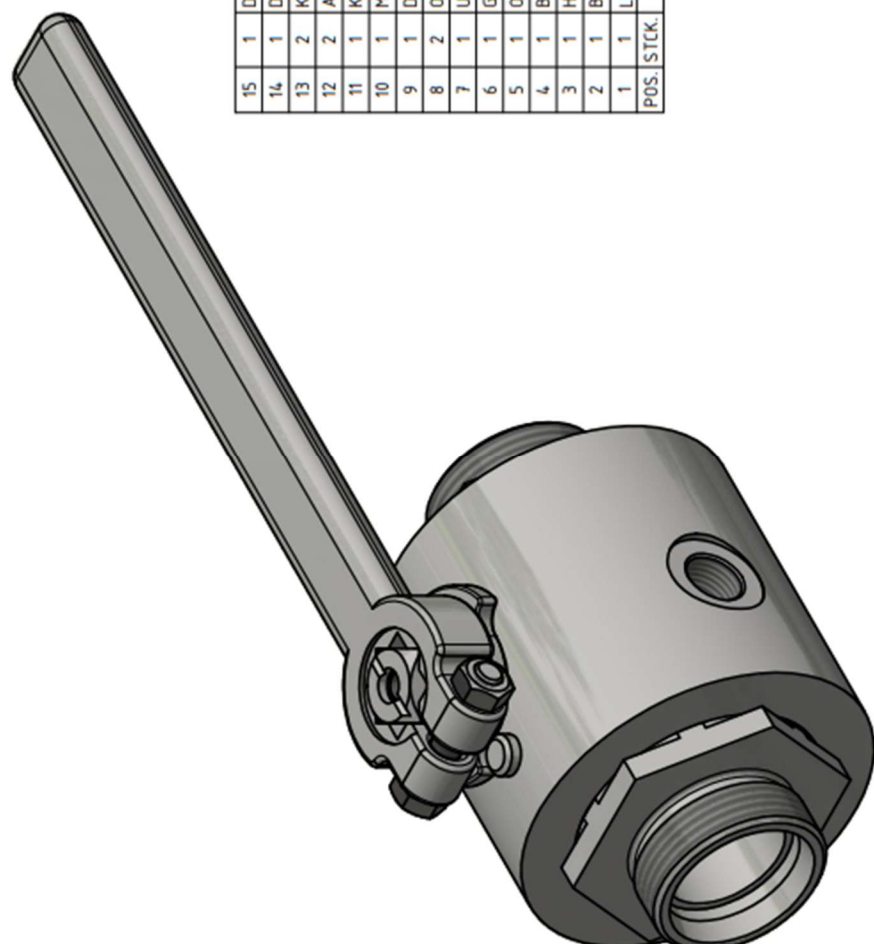
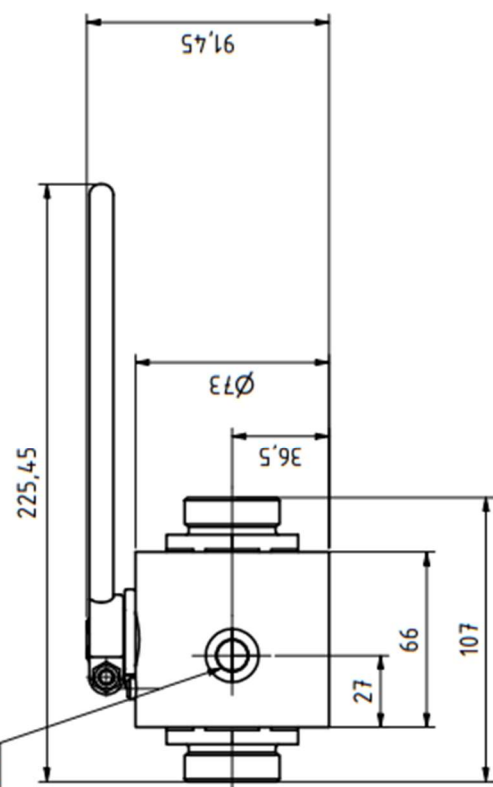
7. Darstellung der Lösungen

Anschließend werden die unterschiedlichen Lösungsvorschläge A, B und C dargestellt. In den Darstellungen werden die Einbaumaße, Materialien, Bauteile, Gewichtsangaben und geschätzten Preise betrachtet.

A-A (1 : 2)



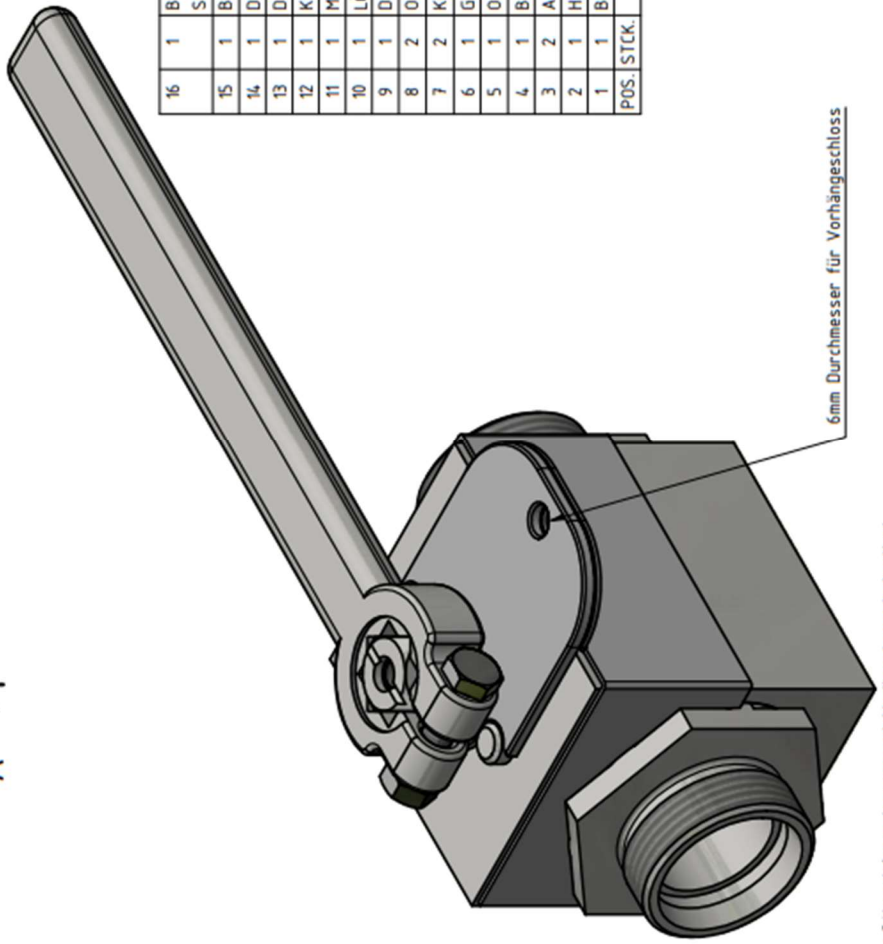
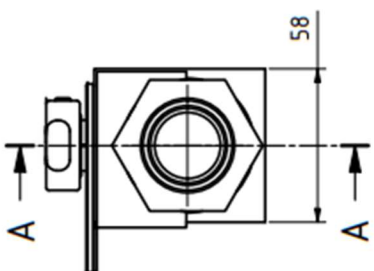
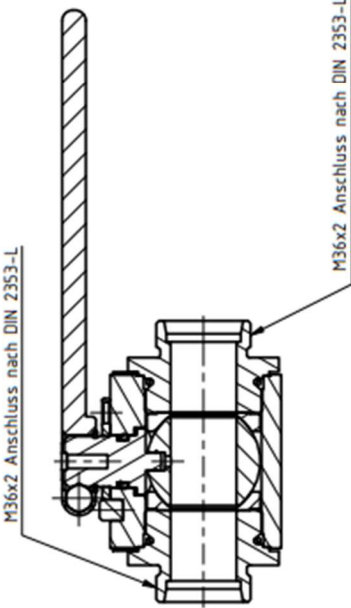
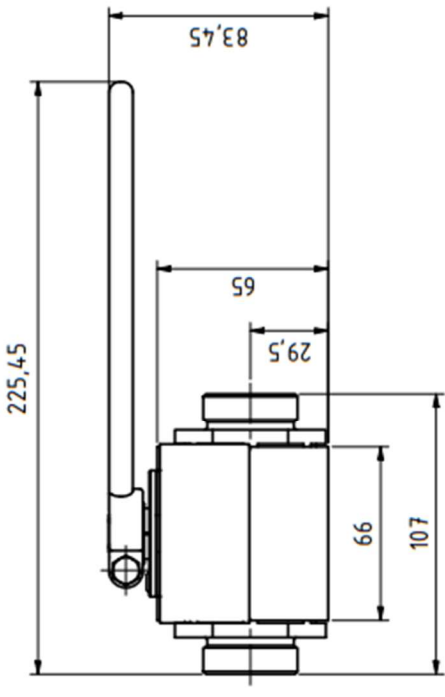
G 1/4" Messanschluss nach DIN 3852-2



15	1	DIN EN 24032	Sechskantmutter	0,01€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,003 kg			
14	1	DIN EN 24017 M6x30	Sechskantschraube	0,15€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,009 kg			
13	2	Kugeldichtung DN25		2 x 7€	PTFE mit Füllstoff Kohle	0,005 kg			
12	2	Anschluss M36x2-RAZ8-L	Anschluss nach DIN 2353-L	2 x 4,10€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,241 kg			
11	1	K-D43-L25	Kugel-D43-L25	10,50€	S355J2 Hartchrome_Beschichtet	0,169 kg			
10	1	Metallspannung 22x1,6	Metallspannung 22x1,6	0,01€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,001 kg			
9	1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	0,10€	PTFE	0,000 kg			
8	2	Oring 4,6x2,6	Oring 4,6x2,6	2 x 0,025€	FPM	0,001 kg			
7	1	Unterlegscheibe DN25	Schaltstellungsunterlegscheibe	0,30€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,022 kg			
6	1	Gleitring 20x2	Gleitlagering für Radialdichtung	0,20€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,000 kg			
5	1	ORING 21x2,6	ORING 21x2,6	0,03€	FPM	0,000 kg			
4	1	BKH-DN25-Stift für Hahn	Welle für Drehmomentübertragung	1,10€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,064 kg			
3	1	Hahn DN25 für 14 x 14	Universalhahn für 14 x 14 Vierkant	3,50€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,254 kg			
2	1	BKH-DN25-Stift für Stelldisposition	Anschlag bei "auf" "zu" und "gesperrt"	0,05€	S355J2 Cr3_Beschichtet	0,003 kg			
1	1	LÖSUNG A	BKH-DN25-RD73x66	11,20€	S355J2 Cr3_Beschichtet	1,276 kg			
POS. STÜCK.				ARTIKEL-NR.	BEZEICHNUNG	GESCHÄTZTE KOSTEN	MATERIAL	MASSE	
Span- und graufrei gefertigt. Keine Verletzungsgefahr im Normalgebrauch				Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 1 : 2	Gewicht: 2,296 kg		
O-Ringe sind zwingend gut zu fetten.				Datum		Werkstoff:		Oberfläche:	
				03.03.2023		Siehe Stückliste		Siehe Stückliste	
				Name		<h2>LÖSUNG A</h2> <p>Geschätzte Teilkosten: 49,45€</p>			
				Kohler					
				Havitt Hydraulik GmbH		<p>BKH-DN25-RD73x66 ZB Zusammengebauter Zusatzend</p>			
				Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen					
				HAV-023191 ipf		<p>HAV-023192 idw</p>			

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsanweisungen ohne unsere Erlaubnis nicht vorgelegt werden. Vervielfältigung eigenhändiger Art ist untersagt! Zuverlässigkeiten werden nach Maßgabe des Einsatzes verfügt.

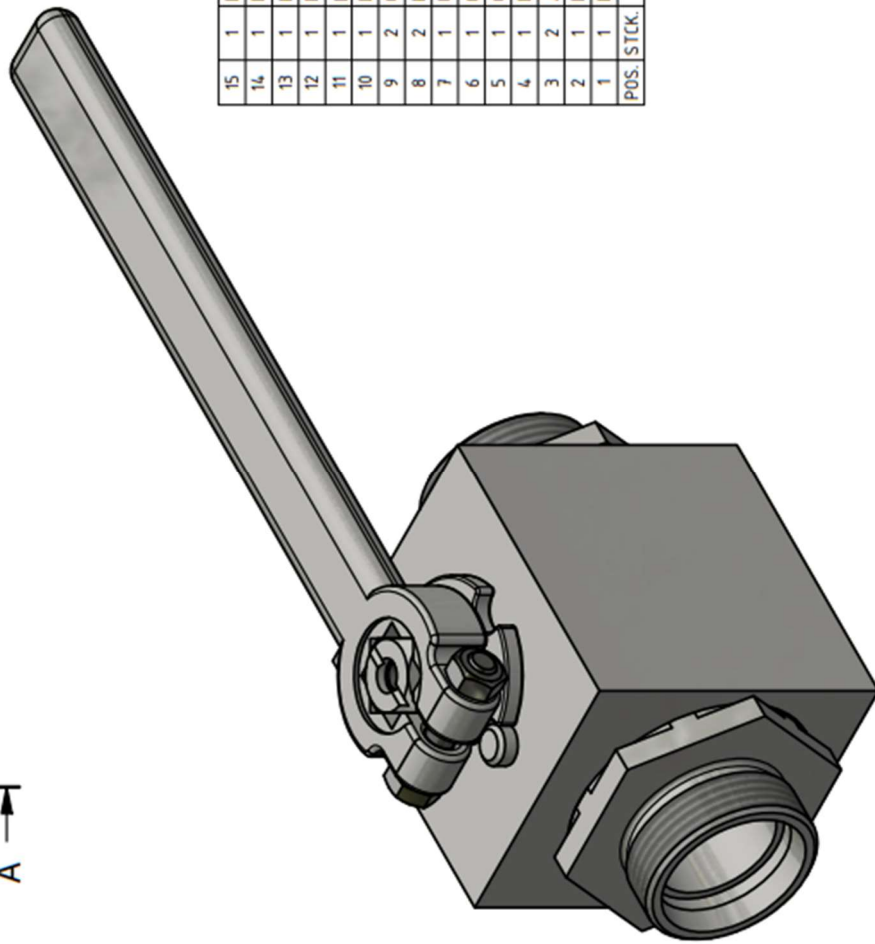
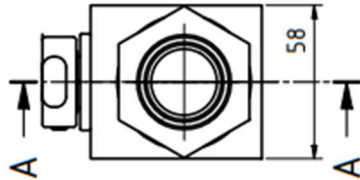
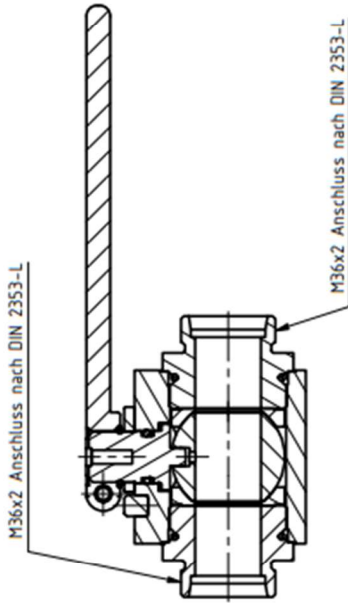
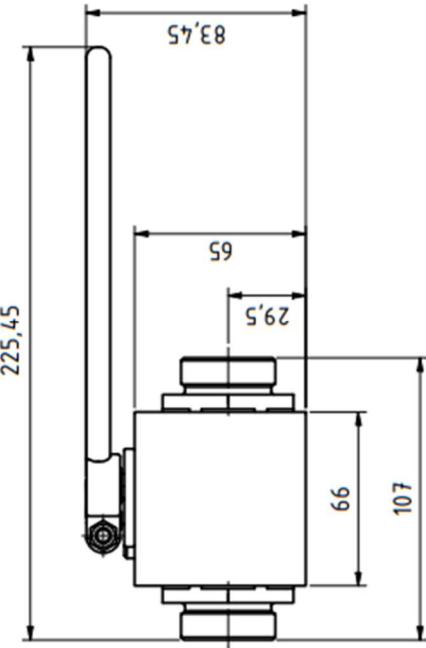
A-A (1 : 2)



POS. STCK.	ARTIKEL-NR.	BEZEICHNUNG	GESCHÄTZTE KOSTEN	MATERIAL	GEWICHT
16	1	Blech für Schaltstellung und Schloss	4,00€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,007 kg
15	1	Blech für Schlossvorrichtung	2,50€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,005 kg
14	1	DIN EN 24032	0,03€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,003 kg
13	1	DIN EN 24017 M6x30	0,20€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,009 kg
12	1	K-D4.3-L25	16,00€	Edelstahl Hartchrome beschichtet	0,169 kg
11	1	Metallspringung 22x1,6	0,30€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,001 kg
10	1	LÖSUNG B	16,50€	1.44.04. Edelstahl passiviert	1,106 kg
9	1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	0,10€	PTFE	0,000 kg
8	2	O-Ring 4,6x2,6	2 x 0,10€	NBR	0,001 kg
7	2	Kugeldichtung DN25	2 x 5,00€	PTFE	0,005 kg
6	1	Gleitring 20x2	0,30€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,000 kg
5	1	O-Ring 21x2,6	0,20€	NBR	0,000 kg
4	1	BKH-DN25-Siff für Hahn	2,10€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,064 kg
3	2	Anschluss M36x2-RA28-L	2 x 6,50€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,241 kg
2	1	Hahn DN25 für 14 x 14	5,00€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,254 kg
1	1	BKH-DN25-Siff für Stellposition	0,10€	1.44.04. Edelstahl passiviert	0,003 kg
POS. STCK.		ARTIKEL-NR.	BEZEICHNUNG	GESCHÄTZTE KOSTEN	MATERIAL
		Span- und gratfrei gefertigt. Keine Verletzungsgefahr im Normalgebrauch		Maßstab: 1 : 2 Gewicht: 2,116 kg	
		O-Ringe sind zwingend gut zu fetten.		Werkstoff: Siehe Stückliste	
		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Oberfläche: Siehe Stückliste	
		Datum	Name		
		Gezeichnet	Kobler		
		Geprüft			
		Gezeichnet			
		Geprüft			
		Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen			
		LÖSUNG B			
		Geschätzte Teilkosten: 70,53€			
		BKH-DN25-L66B58H65 ZB			
		Zusammengebaute Zustand			
		1			
		A3			

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsanweisungen aus unserer Einweisung nicht vorgelegt werden. Verursachung eigenständiger Art ist untersagt. Zweidimensional werden nach Maßgabe des Gezeigten gefertigt.

A-A (1 : 2)



15	1	DIN EN 24032	Sechskantmutter	0,01€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,003 kg	
14	1	DIN EN 24017 M6x30	Sechskantschraube	0,15€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,009 kg	
13	1	K-D43-L25	Kugel-D43-L25	10,50€	S355J2 Hartchrome beschichtet	0,169 kg	
12	1	Metallspannung 22x1,6	Metallspannung 22x1,6	0,01€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,001 kg	
11	1	LÖSUNG C	Block-Kugelhahn DN25	5,60 €	S355J2 Zn-Ni beschichtet	1,106 kg	
10	1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	0,10€	PTFE	0,000 kg	
9	2	Oring 46x2,6	Oring 46x2,6	2 x 0,05€	NBR	0,001 kg	
8	2	Kugeldichtung DN25	Kugeldichtung DN25	2 x 7€	PTFE mit Füllstoff Kohle	0,005 kg	
7	1	Unterlegscheibe DN25	Schaltstellungsunterlegscheibe	0,30€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,022 kg	
6	1	Gleitring 20x2	Gleitlagering für Radialdichtung	0,10€	PTFE	0,000 kg	
5	1	Oring 21x2,6	NBR ORING 21x2,6	0,03€	NBR	0,000 kg	
4	1	BKH-DN25-Stift für Hahn	Welle für Drehmomentübertragung	1,10€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,064 kg	
3	2	Anschluss M36x2-RA28-L	Anschluss nach DIN 2353-L	2 x 4,10€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,241 kg	
2	1	Hahn DN25 für 1/4 x 1/4	Universalhahn für 1/4 x1/4 Vierkant	3,50€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,254 kg	
1	1	BKH-DN25-Stift für Stellposition	Anschlag bei "auf", "zu" und "gesperrt"	0,05€	S355J2 Zn-Ni beschichtet	0,003 kg	
POS.	STCK	ARTIKEL-NR.	BEZEICHNUNG	GESCHÄTZTE KOSTEN			MASSE

Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 1 : 2		Gewicht: 2,126 kg																							
Keine Verletzungsgefahr im Normalgebrauch.		Werkstoff: Siehe Stückliste		Oberfläche: Siehe Stückliste																							
Span- und grafitfrei gefertigt. Keine Verletzungsgefahr im Normalgebrauch.		O-Ringe sind zwingend gut zu fetten.		LÖSUNG C																							
<table border="1"> <tr> <th>Bezeichnung</th> <th>Material</th> <th>Stückzahl</th> <th>Einheit</th> <th>Material</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Bezeichnung	Material	Stückzahl	Einheit	Material						<table border="1"> <tr> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> <tr> <td>08.03.2023</td> <td>Köhler</td> </tr> </table>		Datum	Name	08.03.2023	Köhler	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Havitt Hydraulik GmbH</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Schulweg 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">D-85107</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Baar-Ebenhausen</td> </tr> </table>		Havitt Hydraulik GmbH		Schulweg 1		D-85107		Baar-Ebenhausen	
Bezeichnung	Material	Stückzahl	Einheit	Material																							
Datum	Name																										
08.03.2023	Köhler																										
Havitt Hydraulik GmbH																											
Schulweg 1																											
D-85107																											
Baar-Ebenhausen																											
Geschätzte Teilekosten: 43,75€				1																							
BKH-DN25-L66B58H65 ZB				A3																							
Zusammengebauter Zusatz				HAV-023223 id#																							

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsfreunde ohne unsere Einweisung nicht kopiert werden. Verwendet eine irgendwelcher Art ist unserer! Änderungen werden nach Maßgabe des Geistes ver folgt.

8. Bewertung der Lösungen

a. Technische Bewertung

Lfd. Nr.	Bewertungskriterium	Gewichtungs- faktor	A		B		C		Ideallösung	
			Maßzahl	Wertungs- zahl	Maßzahl	Wertungs- zahl	Maßzahl	Wertungs- zahl	Maßzahl	Wertungs- zahl
1	Gesamtdimension	1	4	4	4	4	4	4	4	4
2	zusätzliche Funktion	2	4	8	4	8	3	6	4	8
3	Abmessung Körpergröße DN25	3	4	12	4	12	4	12	4	12
4	Materialbelastbarkeit Gehäuse	4	1	4	4	16	4	16	4	16
5	Materialbelastbarkeit Kugel	4	4	16	4	16	4	16	4	16
6	Materialbelastbarkeit Kugeldichtung	4	4	16	3	12	4	16	4	16
7	Materialbelastbarkeit O-Ringdichtung	4	4	16	3	12	3	12	4	16
8	Kugelansteuerung	1	4	4	4	4	2	2	4	4
9	Arbeitssicherheit	4	4	16	4	16	4	16	4	16
10	Kosten	3	3	9	3	9	4	12	4	12
	Wertigkeit			105		109		112		120
	Technische Wertigkeit x			0,88		0,91		0,93		1,00

Tabelle 7: Technische Bewertung der unterschiedlichen Lösungsansätze

In der Technischen Bewertung werden die Lösungsansätze, anhand der spezifischen unterschiedlichen Eigenschaften miteinander verglichen. Um Priorisierungen zu berücksichtigen, werden den Eigenschaften mit dem Gewichtungsfaktor in dem Bewertungsprozess unterschiedliche Wertigkeiten zugeordnet und anschließend mit den Maßzahlen verrechnet. Die Summe aller Maßzahlen ergibt anschließend die Wertigkeit. Je größer die Wertigkeitszahl, desto näher ist der Lösungsansatz an der Ideallösung.

Diese Technische Bewertung ergibt, dass der Lösungsansatz C am nächsten an der Ideallösung ist.

b. Wirtschaftliche Bewertung

Lösung	A	B	C	Ideallösung
Kosten-Faktoren: Geschätzte Kosten bei exemplarischer erster EK-Stückzahl von 100 Kugelhähnen	Entwicklung: ca. 14.000 €	Entwicklung: ca. 16.000 €	Entwicklung: ca. 12.000 €	8.000 €
	Fertigung der Einzelteile: 100 x 49,45 € = <u>4.945 €</u>	Fertigung der Einzelteile: 100 x 70,53 € = <u>7.053 €</u>	Fertigung der Einzelteile: 100 x 43,75 € = <u>4.375 €</u>	3.000 €
Summe:	18.945 €	23.053 €	16.375 €	11.000 €
Wirtschaftliche Wertigkeit y	0,58	0,48	0,67	1

Tabelle 8: wirtschaftliche Bewertung der unterschiedlichen Lösungsansätze

c. Stärkediagramm

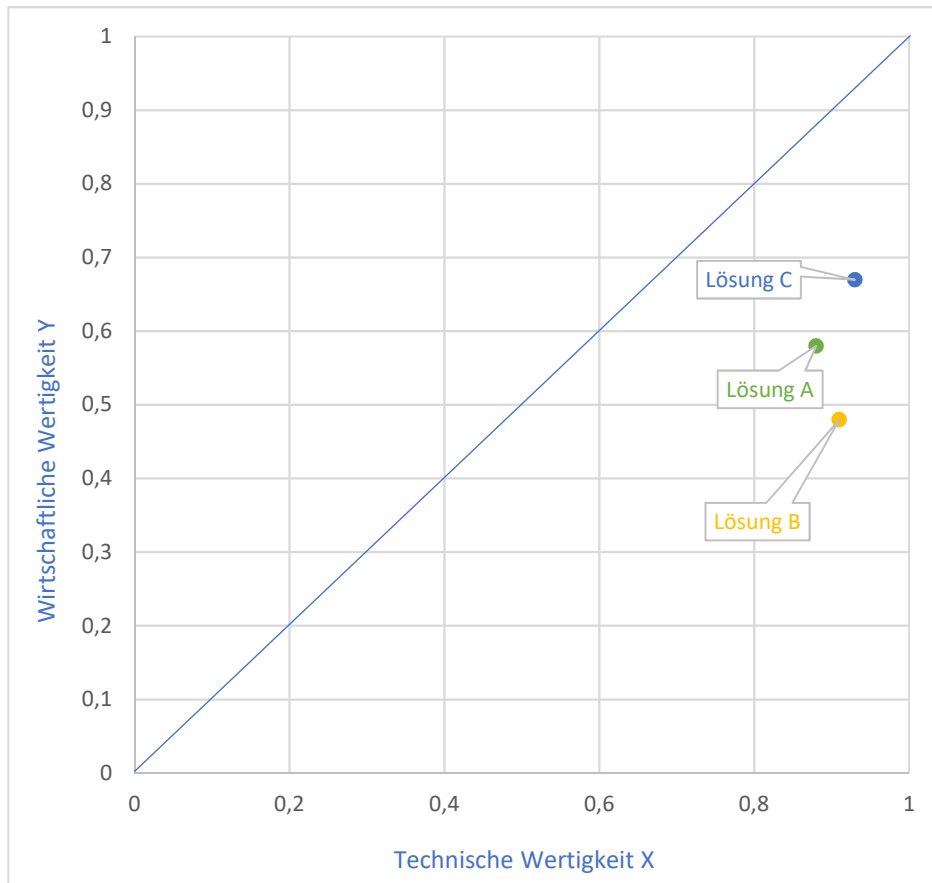


Diagramm 1: Visuelle Gegenüberstellung der Lösungsansätze in Abhängigkeit von Wirtschaftlicher und Technischer Wertigkeit

9. Berechnung¹⁵

Um die funktions- und sicherheitsgewährleistende Dimensionierung zu bestätigen, ist es notwendig, die relevanten Maße ordnungsgemäß zu berechnen oder aus vorgehenden Normen zu ziehen. So eine zu berechnende Geometrie stellt exemplarisch der Rohranschluss der Kugelhahnkomponente „Schweiß-Anschluss 38 x 6,5“ (Konstruktionszeichnung ist unter Punkt 11 zu finden) für die Lösung C dar.

Dieses Rohr soll mithilfe der DIN 2413:2020-04 kontrolliert werden.

Um in die Geltungsbereiche der Norm zu fallen, sind bestimmte Voraussetzungen in Bezug auf die gegebenen Eigenschaften zu erfüllen.

Gegebene Eigenschaften:

Materialeigenschaften	Rohrdimensionen
Material: S355J2 $\sigma_{zd.w} = 190 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{zd.Sch} = 305 \text{ N/mm}^2$ E-Modul = 210.000 N/mm ² A% = 22% $R_m = 470 \text{ N/mm}^2$ $R_{e(Rp0,2)} = K = 355 \text{ N/mm}^2$ Beschichtung: ZnNi $\sigma_{Schv / D} = 350 \text{ N/mm}^2$	Rohrmaße $d_a = 38 \text{ mm}$ $d_i = 25 \text{ mm}$ $s = 6,5 \text{ mm}$

Berechnung der Wanddicken von geraden Rohren nach DIN 2413:2020-04 gegen Innendruck:

Die von der Norm vorgeschlagenen Formeln zur Berechnung der Maße sind nur gültig in bestimmten Geltungsbereichen. Die Klärung der Erfüllung der Geltungsbereiche wird folgend vor der jeweiligen Rechnung aufgeführt und mit einem „(erfüllt)“ oder einem „(nicht erfüllt)“ vermerkt.

1. Geltungsbeweis

$$u = d_a / d_i < 2,0$$

$$u = 38\text{mm} / 25\text{mm} = \underline{1,52} < 2,0 \text{ (erfüllt)}$$

15) Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2020, S. 6-30

2. Geltungsbeweis

Rohrleitung ist für vorwiegend schwellende Beanspruchung bis 120°C Beanspruchungstemperatur konzipiert (erfüllt)

3. Geltungsbeweis (Richtige Auswahl des Werkstoffes)

$R_{p0,2} / R_m > 0,7$ $355 \text{ N/mm}^2 / 470 \text{ N/mm}^2 = 0,76 > 0,7$ (erfüllt)

4. Geltungsbeweis (Richtige Auswahl des Werkstoffes)

A% muss mindestens 14% betragen. $A\%_{S355J2} = 22\%$ (erfüllt)

5. Geltungsbeweis (Richtige Auswahl des Werkstoffes)

Mindestzugfestigkeit von unlegierten Stählen darf höchstens 550 N/mm² betragen.

$R_{mS355J2} = 470 \text{ N/mm}^2$ (erfüllt)

Berechnung:

Da es sich bei S355J2 um einen „einfachen“ Stahl handelt, wird für den Festigkeitskennwert K der spezifizierte Mindestwert der Streckgrenze bei 20°C eingesetzt. Dieser liegt bei 355N/mm².

Berechnung gegen Verformen:

Da ein 3.1 Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 für das Rohr vorhanden ist und A den Wert 22% hat, wird für S der Wert 1,6 verwendet.

$\text{Sig}_{zul} = K / S = 355 \text{ N/mm}^2 / 1,6 = \underline{221,88 \text{ N/mm}^2}$

$s_v = (d_a * p) / (2 * \text{Sig}_{zul}) = (38 \text{ mm} * 420 \text{ bar}) / (2 * 221,88 \text{ N/mm}^2) =$
 $(38 \text{ mm} * 42 \text{ N/mm}^2) / (2 * 221,88 \text{ N/mm}^2) = \underline{3,60 \text{ mm}}$

Berechnung gegen Zeitschwingbruch bzw. Dauerbruch bei konstanter Schwingbreite:

Da ein 3.1 Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 für das Rohr vorhanden ist, wird für S der Wert 1,5 verwendet.

$$\tilde{\sigma}_{zul} = \sigma_{Schv} / D / S = 350 \text{ N/mm}^2 / 1,5 = \underline{233,3 \text{ N/mm}^2}$$

$$s_v = d_a / ((2 * \tilde{\sigma}_{zul}) / (p_{\wedge} - p_v)) - 1$$

$$s_v = 38 \text{ mm} / ((2 * 233,3 \text{ N/mm}^2) / (42 \text{ N/mm}^2 - 0)) - 1 = \underline{3,76 \text{ mm}}$$

Berechnung der Gesamtrohrwandstärke s:

$$s = s_v + c_1 + c_2$$

Für s_v wird die stärkere Wandstärke aus den Berechnungen gegen Verformen und Zeitschwingbruch verwendet. Das bedeutet in diesem Fall ist $s_v = \underline{3,76 \text{ mm}}$.

Da die Oberfläche der Rohre nach dem Verschweißen galvanisiert veredelt wird, spielt Korrosion und Verschleiß für die Dimensionierung der Rohleitung keine Rolle mehr. Daher gilt für $c_2 = 0$.

Um c_1 zu bestimmen, wird in diesem konkreten Fall von der Norm abgewichen. Da es sich bei dem Schweißanschluss um ein CNC-Dreh- und Frästteil handelt, wird für c_1 die maximale negative Abweichung im Toleranzfeld verwendet.

Für den Außendurchmesser ist das Maß 38 mit der Toleranz + 0 / - 0,2 beschrieben.

Da der Außendurchmesser zwei Wandstärken beinhaltet, wird die Toleranz noch durch zwei geteilt. Das ergibt einen Aufschlag für die Wandstärke von 0,1 mm.

Im Innendurchmesser ist die Toleranzangabe entsprechend der DIN ISO 2768 zu verwenden.

Die Norm gibt eine Toleranz von + 0,2 / - 0,2 an, was für c_1 einen Aufschlag von zusätzlich 0,1 mm bedeutet. Insgesamt ergibt sich für c_1 also der Wert 0,20 mm.

Dadurch ergibt sich folgende Mindestwandstärke:

$$s = s_v + c_1 + c_2$$

$$s = 3,76 \text{ mm} + 0,20 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = \underline{3,96 \text{ mm}}$$

Die Mindestwandstärke für das S355J2 Rohr mit dem Außendurchmesser da beträgt demnach 3,96 mm.

Die Berechnung hat mit der Voraussetzung stattgefunden, dass sich die Längsspannung Sig_l bei Betriebsdruck immer in folgendem Rahmen bewegt.

$$-p \leq \text{Sig}_l \leq (p \cdot d_i) / (2 \cdot s)$$

$$-42 \text{ N/mm}^2 \leq \text{Sig}_l \leq \underline{420,84 \text{ N/mm}^2}$$

Außerdem wurden für die Berechnung Lastspiele gleicher Schwingbreite angenommen.

Da es sich bei dem „Schweiß-Anschluss 38 x 6,5“ um ein Bauteil handelt, welches in Systemen verbaut wird, die mit Absperr- oder Regelarmaturen beinhalten, muss damit gerechnet werden, dass sich Strömungsgeschwindigkeiten im Rohr, möglicherweise plötzlich, ändern.

Diese Strömungsgeschwindigkeitsänderungen provozieren Druckstöße.

Diese Druckstöße „entstehen nach dem Abreißen der Wassersäule infolge Unterdrucks durch das nachfolgende, ungedämpfte Wiederauftreten der rückströmenden Wassersäule auf das Absperrorgan.“ (Deutsches Institut für Normung e.V., 2020, S. 28)

Resultierende Druckveränderungen sind gegebenenfalls in der Konstruktion der Rohrleitung bzw. des Kugelhahns zu berücksichtigen.

Berechnung des Druckstoßes:

$$\Delta p = ((\rho \cdot a \cdot \Delta w) / 1.000.000) \cdot (T_R / T_S)$$

$$T_R = 2 \cdot (l / a)$$

$$\Delta w = w_1 - w_2$$

Um den Druckstoß exemplarisch zu berechnen, wird $a = 1.300 \text{ m/s}$ als Mittelwert der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Druckwellen in Wasser ($\rho_{\text{Wasser}} = 997 \text{ kg/m}^3$) und dünnflüssigen Ölen hergenommen. Als beispielhaften Volumenstrom V° wird ein Wert von $V^\circ = 6.000 \text{ l/min}$ verwendet. Da ein nahezu sofortiges Absperrern des Mediumflusses berechnet werden soll, wird eine Schließzeit von $T_S = 0,001 \text{ s}$ angenommen. Für den simulierten Extremfall wird eine Systemlänge von $l = 100 \text{ m}$ angenommen.

$$w_1 = V^\circ / A = 0,099 \text{ m}^3/\text{s} / (\pi \cdot (0,0125 \text{ m})^2) = \underline{201,68 \text{ m/s}}$$

$$w_2 = \underline{0 \text{ m/s}} \text{ (da vollständiges Absperrern im Extremfall)}$$

$$\Delta w = w_1 - w_2 = \underline{201,68 \text{ m/s}}$$

15) Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2020, S. 6-30

$$\Delta p = ((997 \text{ kg/m}^3 * 1.300 \text{ m/s} * 201,68 \text{ m/s}) / 1.000.000) * ((2 * (100 \text{ m} / 1.300 \text{ m/s})) / 0,001 \text{ s})$$
$$\Delta p = \underline{40.214,99 \text{ kg/m*s}^2} = \underline{0,40 \text{ bar}}$$

Da es sich bei dem Kugelhahn um ein Produkt handelt, welches für die 6.000 PSI Druckreihe konzipiert wird und 6.000 PSI umgerechnet 413,69 bar ergeben, gibt es eine zusätzliche Rundungssicherheit bei der Berechnung mit 420 bar maximalen Betriebsdruck von 6,31 bar. Deshalb können die Druckstoßbedingen 0,4 bar vernachlässigt werden.

Zusammengefasst gibt die Norm rechnerisch eine Wandstärke von mindestens 3,96 mm vor. Aus Gründen des Lager- und Produktionsmanagements wird an dieser Stelle eine Wandstärke von 6,5 mm gewählt. So spart man sich Rohteile, da man mit demselben Teil eine große Zahl an unterschiedlichen Rohrgrößen abdecken kann. So kommt man zu dem Schweiß-Anschlussmaß von 38 mm x 6,5 mm.

Durch die größer gewählte Wandstärke hat der Kunde jedoch gegebenenfalls eine stärkere Wärmedehnung durch größere Längsspannungen zu berücksichtigen. Darauf kann im Bestellprozess im Einzelnen eingegangen werden. Durch die hausinterne Fertigung am Standort in Baar-Ebenhausen können bestimmte Teile nachbearbeitet werden.

10. Darstellung der resultierenden Lösung C

Die Konstruktionslösung C der Kugelhahnbaureihe ist für die Kugelhahngröße BKH-DN25 mit allen geplanten Anschlussmöglichkeiten im Folgenden dargestellt:

- BKH-DN25 mit DIN 2353-L Anschluss

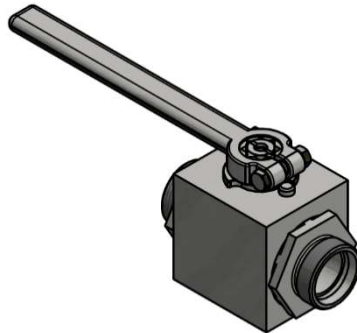


Bild 6: Zusammengebaute Kugelhahnlösung C mit DIN 2353-L Anschlussvariante

- BKH-DN25 mit Schweißanschluss

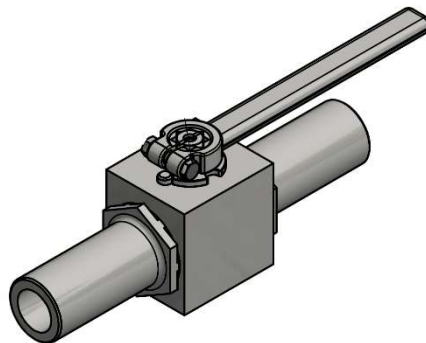


Bild 7: Zusammengebaute Kugelhahnlösung C mit Schweißanschlussvariante

- BKH-DN25 mit ISO6162-2 Anschluss

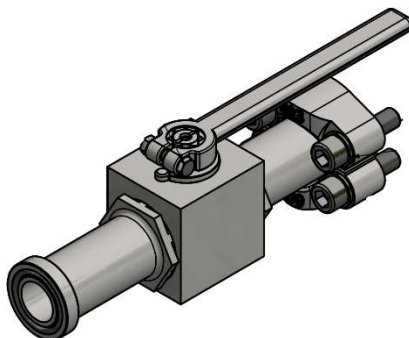


Bild 8: Zusammengebaute Kugelhahnlösung C mit ISO6162-2 Anschlussvariante

Die detaillierten Stücklisten, Zusammenbau- und Fertigungszeichnungen sind im Anhang aufgeführt.

Der Aufbau des DN25 Kugelhahns ist analog zu anderen entwickelten Baugrößen. Die Maße weichen jedoch von Baugröße zu Baugröße ab.

Bestimmte Komponenten können allerdings für mehrere Kugelhahngrößen verwendet werden, was die Einkaufsmenge und dadurch den Preis begünstigt.

Die Anschlussgrößen werden aus den entsprechenden Normen gezogen und weichen demnach auch je nach Größe ab. Dadurch ergeben sich verschiedene Maße, die für die Einbausituationen für den Kunden relevant sind, welche unter Punkt 13 „Produktkatalogintegration und Fazit“ in den Produktdatenblättern weiter ausgeführt werden.

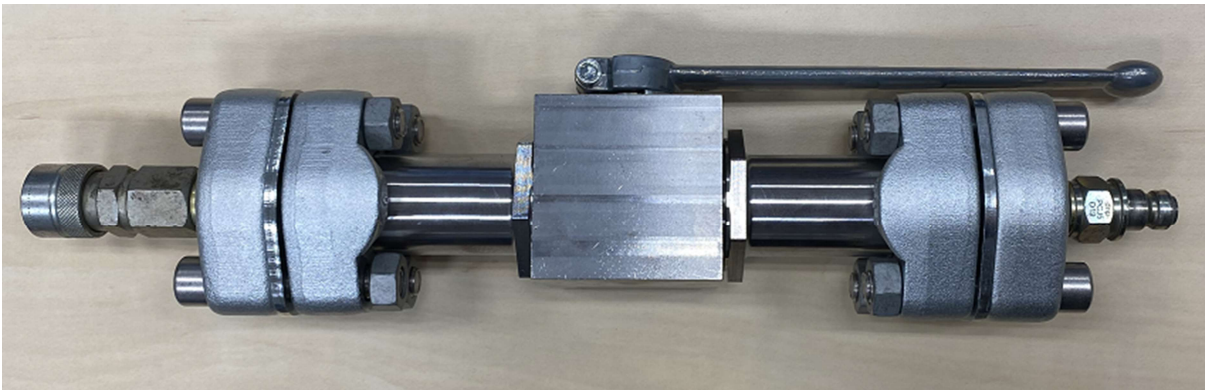


Bild 9: BKH-DN25 mit ISO6162-2 Kupplung und Schlauchsteckanschluss

Auf dem Foto ist der BKH-DN25-L66B58H65 (im Folgenden als „Lösung C mit SAE Anschluss“ bezeichnet) Kugelhahn mit SAE Anschluss in zusammengebautem Zustand zu sehen. Die Flanschverbindungen links und rechts mit Schlauchsteckanschlüssen sind für die Verbindung mit der internen Druckprüfkammer montiert und gehören nicht standartmäßig zum Artikel.

11. Beschaffungssstückliste

POS.	STCK.	Artikel-Nr.	Lieferant	Beschreibung	Prototypen Stückpreis in €/STK	Stückpreis für 50 STK in €/STK	Stückpreis für 300 STK in €/STK	Stückpreis für 500 STK in €/STK
1	1	K-D43-L25	Geisler & Schambach GmbH / Facturee	D25 Kugel	63,99		17,13	7,5
2	2	Kugeldichtung DN25	DTH Dichtungstechnik GmbH / Eriks	Lagerung und Abdichten der Kugel	15,00	15,00	9,52	
3	1	Unterlegscheibe DN25	FACTUREE	Schaltstellungsunterlegscheibe	63,90		11,75	
4	2	O-ring 46x2,6	Angefragt bei Eriks Deutschland GmbH	Weichdichtung für DN25 Anschlüsse	21,50		2,6	
5	1	O-ring 21x2,6	Angefragt bei Eriks Deutschland GmbH	Weichdichtung für 14x14 Hahnachse	21,50		2,54	
6	1	Metallspannring 22x1,6	FACTUREE	Fixierung der Unterlegscheibe DN25	63,89		7,44	
7	1	Hahn DN25 für 14x14	ESSKA.de GmbH / Hytec Hydraulik OHG	Universalhahn für DN25 14 x 14	4,70	4,70		
8	1	Gleitring 20x2	Angefragt bei Eriks Deutschland GmbH	Gleitlagerung für Radialdichtung DN25	14,50		2,1	
9	1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	Angefragt bei Eriks Deutschland GmbH	Axiale Dicht- und Gleitfläche	12,50		2,46	
10	1	BKH-DN25-Stift für Stellposition	Rhydcon Smarje	BKH-DN25-Stift für Hahn für DN25	6,90	1,60		
11	1	BKH-DN25-Stift für Hahn	Rhydcon Smarje	Welle für Drehmomentübertragung	132,80	8,90		
12	1	BKH-DN25	Rhydcon Smarje	Block-Kugelhahn DN25 Lösung C	144,90	22,60		
13	2	Anschluss M36x2-RA28-L	Rhydcon Smarje	Anschluss nach DIN 2353-L für DN25	55,30	10,70		
14	2	Anschluss 6003-1"	Rhydcon Smarje	Anschluss nach ISO 6162-2 für DN25	53,80	17,40		
15	2	Schweiß-Anschluss 38x6,5	Rhydcon Smarje	Anschweißmontage für DN25	45,80	11,90		
Beispielzubehör für Abschließvorrichtung								
16	1	Blech-1-Schlossvorrichtung	FACTUREE				10,41	
17	1	Schreibe für Schaltstellungen und Schloss	FACTUREE				12,62	
Summe:					720,98			

Tabelle 9: Beschaffungssstückliste mit Stückzahlabhängigen Preisen

Um einen konkurrenzfähigen Verkaufspreis zu generieren, liegt nach Vorgabe der Geschäftsführung der vorgegebene Zielbeschaffungspreis aller Komponenten für die Größe DN25 bei 40€. Nach ersten Anfragen ist sehr schnell erkennbar, dass für solche niedrigen Einkaufspreise die Stückzahl eine sehr große Rolle spielt. Wie bereits unter Punkt 11 angedeutet, wird hier angestrebt, viele Komponenten für verschiedene Artikelgrößen zu verwenden, um das Einkaufsvolumen zu vergrößern. Außerdem wird darauf geachtet, dass so viele Einzelteile aus der eigenen Fertigung kommen. Als Tochterfirma zählt Rhydcon d.o.o. als eigene Fertigung.

12. Qualitätsprüfung

a. Hochdruckprüfung ¹⁶

Die Gewährleistung des funktionssicheren Betriebs wird bei einem Hersteller im Produkthaftungsgesetz vorausgesetzt.¹⁷ Um funktions- und sicherheitsrelevante Fehler in der der Entwicklung auszuschließen, werden verschiedene Testreihen gefahren.

Als Standard werden bei der Havit Hydraulik GmbH folgende Prüfungsarten durchgeführt:

- Montagewiederholprüfung
- Dichtheitsprüfung
- Berstprüfung
- Auszugsprüfung
- Impulsdruckprüfung
- Flammenprüfung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde sich auf die Dichtheitsprüfung beschränkt.

Wie dem anschließenden Prüfbericht zu entnehmen, ist das Prüfverfahren der Havit internen Druckprüfkammer an die ISO 19879:2021 (Prüfverfahren für hydraulische Rohrverschraubungen) angelehnt. Eine ganzheitliche Einhaltung ist auf Grund des hohen Betriebsdrucks technisch nicht möglich. Nach der genannten Norm wäre der Prüfling mit dem Zweifachen des angegebenen Betriebsdrucks zu prüfen. Das wären bei der Kugelhahnbaureihe 840 bar. Der maximale Prüfdruck liegt dagegen nur bei 700 bar.¹⁸

Für den spezifischen Fall dieser Bachelorarbeit wird diese 700 bar Druckprüfung als ausreichend gewertet, muss allerdings für die vollwertige Aufnahme in den Produktkatalog noch mit 840 bar nachgereicht werden.

Die interne Druckprüfkammer wird gewöhnlich nur für den Wareneingang neuer Produktionschargen oder Tests an reklamierten Teilen verwendet, welche mit dem 1,5-fachen maximalen Betriebsdruck beansprucht werden.

Prüfungen, welche einen Prüfdruck über 700 bar benötigen, werden an einen Dienstleister vergeben. Da die unterschiedlichen Prüfungen zum Teil sehr zeitintensiv sind, muss man sich oft auf lange Wartezeiten einstellen, weshalb in dieser Bachelorarbeit darauf verzichtet wird.

16) Vgl. Internationale Organisation for Standardisation, 2021, S. 14

17) Vgl. ProdHaftG, 2017, §4


18) Vgl. Resato International BV, 2020, S. 6

Protokoll-Dichtheitsprüfung

Auftrag			
Auftraggeber	Havit Hydraulik GmbH	Auftragsort	Schulweg 1 85107 Baar-Ebenhausen
Auftraggeber Straße	Schulweg 1	Auftrags-ID	334-58
Auftraggeber Ort	85107 Baar-Ebenhausen	Auftragsart	Druckprüfung
Projekt Verantwortlicher	Simon Kohler	Auftragsdatum	07.06.2023
		Prüfungsdatum	21.06.2023

Objekt					
Objektart	Kugelhahn	Prüfung der inneren Dichtheit		Prüfung der äußeren Dichtheit	
Baujahr	2023	Lage	Sperrstellung	Lage	Durchgangsstellung und „kurz vor Sperrstellung“.
Material	Stahl	Druckverlust	zulässig	Druckverlust	zulässig
Rohrprofil	-	Temperatur	angepasst	Temperatur	angepasst
Artikelnummer	BKH-DN25-6003M	Grobleck	-	Grobleck	-

Prüfverfahren angelehnt an ISO 19879:2021 (Prüfverfahren für hydraulische Rohrverschraubungen)							
Prüfmedium	Wasser	Prüfdruck	700 bar	Prüfdauer	3 min	Temperatur	22°C

Druck Anfang Prüfphase	0,7	bar
Druckabfall während Prüfphase	1,2*	bar
Befund	Dicht	
Prüfer	Simon Kohler	
Unterschrift		

*Druckverlust kommt durch Ausdehnung der Verbindungsschläuche bei steigendem Druck.

Beobachtet wurde, dass der Kugelhahn dem Druck zwar standgehalten hat, aber nicht zerstörungsfrei geblieben ist.

Bei der Sperrstellung des Ventils war der Pressdruck des Mediums auf die Kugel und damit auf die gegenüberliegende Dichtung so groß, dass sich die Dichtung verformt hat. Bei Beanspruchung unter Druck war der Kugelhahn zwar in Sperrstellung dicht, weil sich die Kugel mit enormer Kraft in die Dichtung gedrückt hat. Bei anschließender Reduzierung des Drucks war die Sperrfunktion des Ventiles nicht mehr gegeben. Diese Verformung trat allerdings erst bei dem ca. 1,5-fachen des maximalen Betriebsdrucks auf und ist dadurch nicht funktions- oder sicherheitsrelevant. Zu keinem Zeitpunkt waren Leckagen zu erkennen.

Unter Berücksichtigung der gewonnenen Informationen steht die Überlegung im Raum, die Dichtungsmaterialien für Sonderlösungen für noch höhere Drücke anzupassen.

Fazit der Dichtheitsprüfung ist, dass der Kugelhahn BKH-DN25-6003M richtig dimensioniert ist. Die Berechnungen in Kapitel neun bezieht sich zwar auf einen anderen Anschlusstypen, aber auf die gleiche Rohrdimension (38 mm Rohraußendurchmesser und 6,5 mm Wandstärke) und kommen zum selben Ergebnis. Zudem ist der Kugelhahn bis zu einem Belastungsdruck von 1,5 x Betriebsdruck (630 bar) funktionssicher. Das System ist bis mindestens 700 bar leckagefrei, was ebenfalls durch die Berechnungen in Kapitel neun durch die Berücksichtigung großer Sicherheitszahlen bestätigt wurde.

Aus der Druckprüfung geht hervor, dass die PTFE Kugeldichtungen dabei nach einer Belastung von über ca. 1,5 x Betriebsdruck versagen. Da die Funktionssicherheit nur bis zum maximalen Betriebsdruck gewährleistet wird, wird diese Tatsache akzeptiert.



Bild 10: Steigende Druckbelastung bei Kugelhahn bei interner Druckprüfung

b. Salzsprühnebeltest

Eine Maßnahme, um einen Aspekt der Funktionssicherheit auf Langlebigkeit zu prüfen, ist es, die ZnNi Beschichtung eines Stahlkugelhahns einem Salzsprühnebeltest zu unterziehen. Dabei wird das Produkt auf Korrosionsanfälligkeit getestet.

Da sich die Qualitätsanforderungen des Kugelhahns nach der ISO 6162-2:2018 richtet, hat die Beschichtung die Mindest-Korrosionsschutzansprüche die Norm zu erfüllen. Hier wird das Bestehen eines 72-stündigen Salzsprühnebeltests nach ISO 9227 vorgeschrieben.¹⁹

Da bereits Prüfergebnisse dieser spezifischen Beschichtungsart vorliegen, werden folgende Fotos des bereits bestandenen Tests TKGT Nr. 07063624 der LGA Training & Consulting GmbH für Havit hydraulik GmbH vom 17.07.2007 die Tauglichkeit der ZnNi veranschaulichen.

Im nachfolgenden Bild sieht man ZnNi beschichtete Flansche nach einem 360-stündigen Salzsprühnebeltest ohne Weiß- oder Rotrost oder anderer Auffälligkeiten. Das Ergebnis ist hier eindeutig positiv. Die Beschichtung ist gemäß der ISO 6162-2:2018 erlaubt.²⁰



Bild 11: ZnNi beschichtete Voll- und Halbflansche nach 360h Salzsprühnebeltest

Im Vergleich zu dem Test der ZnNi Beschichtung sieht man hier eine CR3 Beschichtung. Der Korrosionsschutz der CR3 Beschichtung ist im Vergleich der ZnNi Beschichtung nicht ganz so stark. Hier ist nach ebenfalls 360 Stunden Salzsprühnebeltest schon eine deutliche

19) Vgl. International Organisation of Standardisation, 2018, S. 4

20) Vgl. LGA Training & Consulting GmbH, 2007, S. 7

Entwicklung von Weiß- und Rotrost erkennbar. Da die Korrosion allerdings auch erst nach 240 Stunden aufgetreten ist, hat der Test mit der CR3 Beschichtung auch bestanden.²⁰



Bild 12: CR3 beschichtete Voll- und Halbfansche nach 360h Salzsprühnebeltest

20) Vgl. LGA Training & Consulting GmbH, 2007, S. 7

13. Produktkatalogintegration und Fazit

Für den erfolgreichen Abschluss und die Integration in das Havit-Produktangebot, gehören neben dem Prüfen mit erhöhtem Prüfdruck auch das Erstellen eines Produktdatenblatts. Das Produktdatenblatt wird dann in den Produktkatalog eingefügt. In dem Datenblatt müssen alle funktionsrelevanten Informationen wie Einbaumaße, maximaler Betriebsdruck oder Beschichtungstyp und andere Kerndaten aufgeführt werden. Zudem werden alle bestellbaren Artikelgrößen und Artikelbezeichnungen angegeben. Die Entwürfe für die Produktdatenblätter zu den drei entwickelten Kugelhahnanschlüssen sind in den kommenden drei Seiten dargestellt.

Die Übernahme in den Katalog ist für das zweite Quartal 2024 geplant. Hier findet eine Generalüberarbeitung des Kataloges statt, welche auch für die Einführung neuer Artikeltypen genutzt wird.

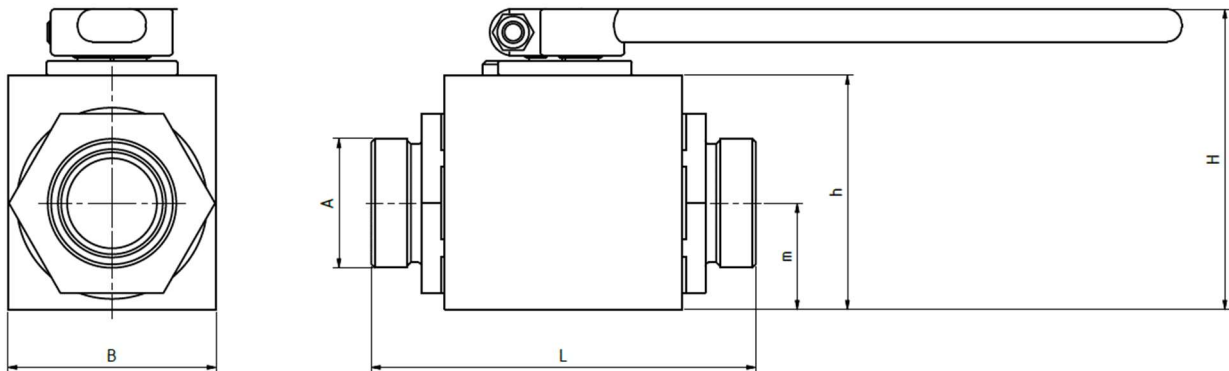
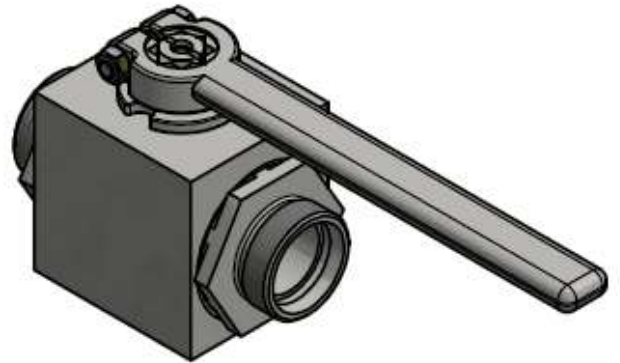
Zusammenfassend ist im Rahmen dieser Bachelorarbeit eine funktionale Hydraulik-Kugelhahnbaureihe mit drei verschiedenen Anschlussmöglichkeiten entwickelt worden. Um in Zukunft konkurrenzfähig zu sein, muss in der Beschaffung noch an den Einzelteilpreisen gearbeitet werden.

Der Markt für Hochdruckkugelhähne ist sehr vielseitig und birgt viele Anwendungsbereiche. Im Rahmen einer weiteren Arbeit wäre die Ausarbeitung weiterer Anschlüsse oder das Entwickeln einer elektrischen Ansteuerung interessant.

ISO 8434-1 Kugelhahnanschluss

Ball valve connection

Bestellbezeichnung: <i>ordering code:</i>	BKH-DN...
Beschreibung <i>description</i>	Kugelhahn mit ISO 6162-2 Anschluss S355J2 oder 1.4404 Blank, ZN- oder CR3 beschichtet <i>Ball valve with ISO 6162-2 connection S355J2 or 1.4404 Blank, ZN or CR3 coated</i>

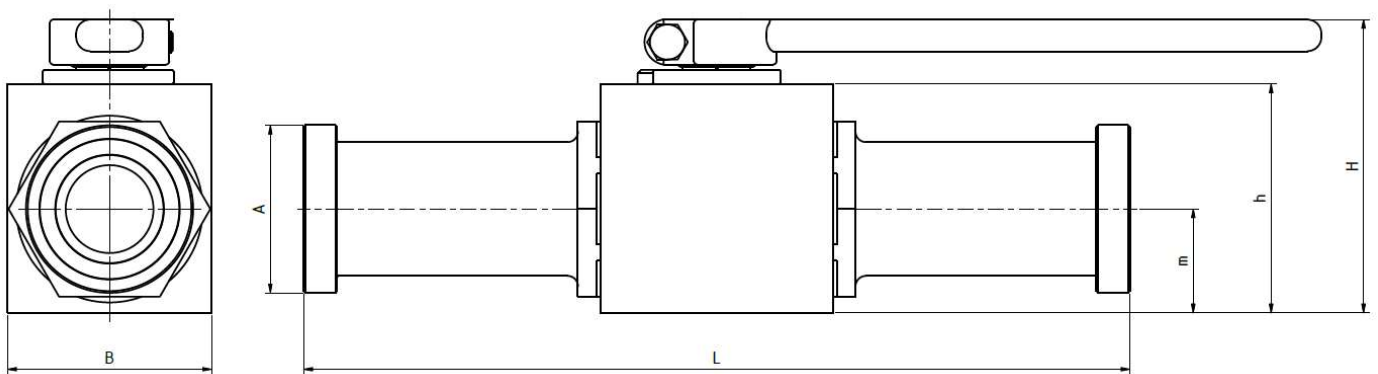
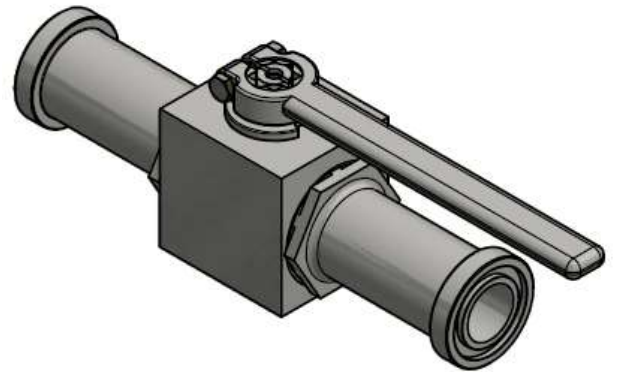


maximaler Betriebsdruck <i>maximum recommended working pressure</i>	DN	Typ <i>type</i>	Abmessungen <i>dimensions</i>							O-Ring <i>o-Ring</i>	Gewicht (gesamt) <i>weight (completely)</i>
			A	B	h	H	L	m			
kg/cm ²										kg	
420	10	BKH-DN10SA17,2x3,6	17,2	32	38	52	150	17,5		0,64	
420	13	BKH-DN13SA21,3x4,15	21,3	35	40	54	181	19		0,82	
420	16	BKH-DN16SA21,3x3,15	21,3	38	46	63	180	19		0,84	
420	20	BKH-DN20SA26,9x3,45	26,9	49	57	75	200	24,5		1,85	
420	25	BKH-DN25SA33,7x4,35	33,7	58	65	83	210	29,5		2,60	

ISO 6162-2 Kugelhahnanschluss

Ball valve connection

Bestellbezeichnung: <i>ordering code:</i>	BKH-DN...
Beschreibung <i>description</i>	Kugelhahn mit ISO 6162-2 Anschluss S355J2 oder 1.4404 Blank, ZN- oder CR3 beschichtet <i>Ball valve with ISO 6162-2 connection S355J2 or 1.4404 Blank, ZN or CR3 coated</i>

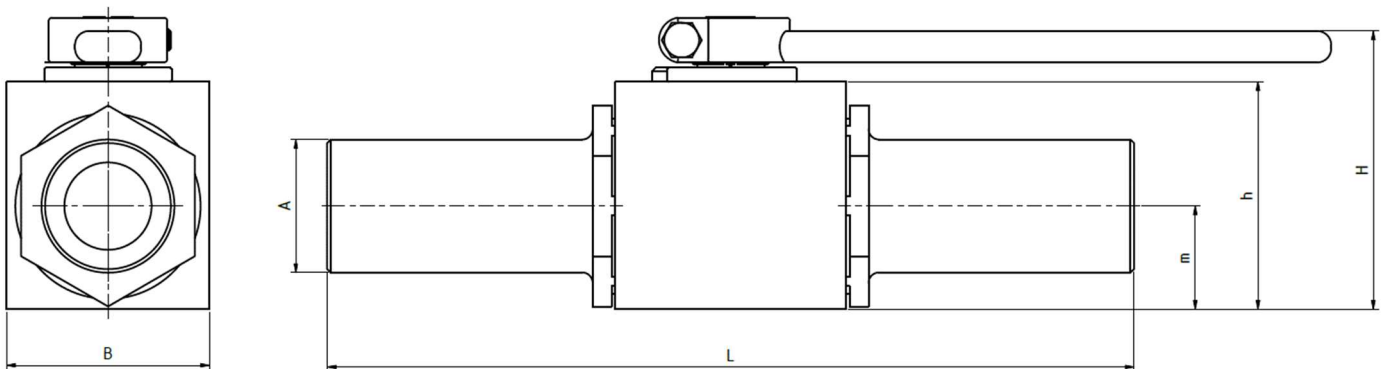
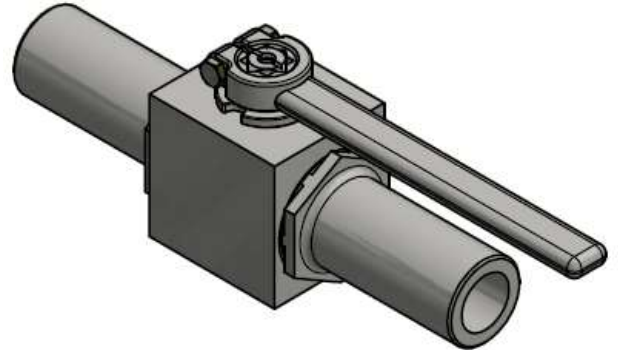


maximaler Betriebsdruck <i>maximum recommended working pressure</i>	DN	Typ <i>type</i>	Abmessungen <i>dimensions</i>						O-Ring <i>o-Ring</i>	Gewicht (gesamt) <i>weight (completely)</i>
			A	B	h	H	L	m		
kg/cm ²										kg
420	13	BKH-DN13-SAE6001	1/2"	35	40	89	151	19	18,6X3,53	0,90
420	19	BKH-DN20-SAE6002	3/4"	49	57	79	174	24,5	25,0X3,53	1,99
420	25	BKH-DN25_SAE6003	1"	58	65	87	198	29,5	32,9X3,53	3,00

SAE-Anschweiß Kugelhahnanschluss

Ball valve connection

Bestellbezeichnung: <i>ordering code:</i>	BKH-DN...
Beschreibung <i>description</i>	Kugelhahn mit ISO 6162-2 Anschluss S355J2 oder 1.4404 Blank, ZN- oder CR3 beschichtet <i>Ball valve with ISO 6162-2 connection S355J2 or 1.4404 Blank, ZN or CR3 coated</i>



maximaler Betriebsdruck <i>maximum recommended working pressure</i>	DN	Typ <i>type</i>	Abmessungen <i>dimensions</i>						O-Ring <i>o-Ring</i>	Gewicht (gesamt) <i>weight (completely)</i>
			A	B	h	H	L	m		
kg/cm ²										kg
420	10	BKH-DN10SA17,2x3,6	17,2	32	38	52	150	17,5		0,64
420	13	BKH-DN13SA21,3x4,15	21,3	35	40	54	181	19		0,82
420	16	BKH-DN16SA21,3x3,15	21,3	38	46	63	180	19		0,84
420	20	BKH-DN20SA26,9x3,45	26,9	49	57	75	200	24,5		1,85
420	25	BKH-DN25SA33,7x4,35	33,7	58	65	83	210	29,5		2,60

Literaturverzeichnis

- Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 2413:2020-04 – Nahtlose Stahlrohre für öl- und wasserhydraulische Anlagen – Berechnungsgrundlage für Rohre und Rohrbögen bei schwellender Beanspruchung, 2020, S. 6-30
- GS-Hydro Oy: GS-Hydro Product Catalogue, 2007, S. 234-248
- Havit Hydraulik GmbH: Havit Produktkatalog, Januar 2022, S. I-V
- HEUTE+COMP. GmbH+Co: PTFE: Der Kunststoff der Superlative, 07.10.2023, <https://heutecomp.de/werkstoffe/ptfe-de/>
- Havit Hydraulik GmbH: Reklamationsauswertung 2020-2023 Havit Hydraulik intern, 2023, S. 5
- Internationale Organisation for Standardisation: ISO 6162-2:2018 - Hydraulic fluid power - Flange connections with split or one-piece flange clamps and metric or inch screws, 2018, S. 4
- Internationale Organisation for Standardisation: ISO 19879:2021 – Metallische Rohrverschraubungen für Fluidtechnik und allgemeine Anwendung – Prüfverfahren für hydraulische Rohrverschraubungen, 2021, S. 14
- Klaer, Ralph-Harry und Mönning, Wolfgang (Hrsg.): Praxis-Handbuch Industriearmaturen 2003, 2003, S. 293
- LGA Training & Consulting GmbH: TKG Nr. 07063625, 2007, S. 7
- Maurice, Bertram: POM-C Polyoxymethylen, 07.10.2023, <https://kunststoffedirekt.de/werkstoffe/pom-c-polyoxymethylen/pom-c-polyoxymethylen>
- MHA Zentgraf GmbH & Co. KG: Basic Programm, 2023, S. 6-13
- MHA Zentgraf GmbH & Co. KG: Home, 2023, <https://www.mha-zentgraf.com/de/>
- Zieglmeier, Moritz: Havit Hydraulik GmbH Unternehmenspräsentation, 2023, S. 3
- BGBl: Produkthaftungsgesetz §4 Hersteller, 15.12.1989, S. 2189 (zuletzt geändert durch Gesetz vom 17.07.2017 (BGBl. 1 S. 2421))
- Parker Hannifin Corporation: Industrial Tube Fittings Europe – Technical handbook/ Catalogue 4100/ UK, 2023, S. 716-732
- Prof. Dr.-Ing. Suchandt, Thomas: Vorlesung Konstruktion und Produktentwicklung 4 Konzepte finden, Januar 2021, S. 1-42
- Prof. Dr.-Ing. Suchandt, Thomas: Vorlesung Konstruktion und Produktentwicklung 5 Lösungen bewerten, Januar 2021, S. 6-14
- Resato International BV: Resato Benutzeranleitungen Anhang Kompakt Schlauchprüfstand, 2020, S.

1. Projektablaufplan

Nr.	Vorgangname	Dauer	Anfang	Ende	13.03.2023 - 19.03.2023			20.02.2023 - 26.02.2023			27.02.2023 - 05.03.2023			06.03.2023 - 12.03.2023			Meilensteine
					KW 7	KW 8	KW 9	KW 10	KW 11	KW 12	KW 13	KW 14					
1	Recherche	2 Wochen	13.02.2023	26.02.2023													
2	Festlegen der Anforderungen	1 Woche	20.02.2023	26.02.2023													
3	Erstellen unterschiedlicher Lösungen	2 Wochen	27.02.2023	12.03.2023													Finale Anforderungsliste
4	Bewerten der unterschiedlichen Lösungen	2 Wochen	13.03.2023	26.03.2023													provisorische Modelle
5	Planung der Fertigung	1 Woche	27.03.2023	02.04.2023													
6	Prototypenfertigung	4 Wochen	27.03.2023	23.04.2023													
7	Prototypentests	3 Wochen	24.04.2023	14.05.2023													
8	Planung der Logistik	1 Woche	24.04.2023	30.04.2023													
9	Katalogseitendesign	1 Woche	24.04.2023	30.04.2023													
10	Projektübergabe an Vertrieb und Marketing	1 Woche	15.05.2023	21.05.2023													

Nr.	Vorgangname	Dauer	Anfang	Ende	13.03.2023 - 19.03.2023			20.03.2023 - 26.03.2023			27.03.2023 - 02.04.2023			03.04.2023 - 09.04.2023			Meilensteine
					KW 11	KW 12	KW 13	KW 14	KW 15	KW 16	KW 17	KW 18					
1	Recherche	2 Wochen	13.02.2023	26.02.2023													
2	Festlegen der Anforderungen	1 Woche	20.02.2023	26.02.2023													
3	Erstellen unterschiedlicher Lösungen	2 Wochen	27.02.2023	12.03.2023													
4	Bewerten der unterschiedlichen Lösungen	2 Wochen	13.03.2023	26.03.2023													
5	Planung der Fertigung	1 Woche	27.03.2023	02.04.2023													
6	Prototypenfertigung	4 Wochen	27.03.2023	23.04.2023													
7	Prototypentests	3 Wochen	24.04.2023	14.05.2023													
8	Planung der Logistik	1 Woche	24.04.2023	30.04.2023													
9	Katalogseitendesign	1 Woche	24.04.2023	30.04.2023													
10	Projektübergabe an Vertrieb und Marketing	1 Woche	15.05.2023	21.05.2023													

Nr.	Vorgangname	Dauer	Anfang	Ende	10.04.2023 - 16.04.2023			17.04.2023 - 23.04.2023			24.04.2023 - 30.04.2023			01.05.2023 - 07.05.2023			Meilensteine
					KW 15	KW 16	KW 17	KW 18	KW 19	KW 20	KW 21	KW 22					
1	Recherche	2 Wochen	13.02.2023	26.02.2023													
2	Festlegen der Anforderungen	1 Woche	20.02.2023	26.02.2023													
3	Erstellen unterschiedlicher Lösungen	2 Wochen	27.02.2023	12.03.2023													
4	Bewerten der unterschiedlichen Lösungen	2 Wochen	13.03.2023	26.03.2023													
5	Planung der Fertigung	1 Woche	27.03.2023	02.04.2023													
6	Prototypenfertigung	4 Wochen	27.03.2023	23.04.2023													
7	Prototypentests	3 Wochen	24.04.2023	14.05.2023													
8	Planung der Logistik	1 Woche	24.04.2023	30.04.2023													
9	Katalogseitendesign	1 Woche	24.04.2023	30.04.2023													
10	Projektübergabe an Vertrieb und Marketing	1 Woche	15.05.2023	21.05.2023													

Nr.	Vorgangname	Dauer	Anfang	Ende	08.05.2023 - 14.05.2023			15.05.2023 - 21.05.2023			Meilensteine			
					KW 19	KW 20	KW 21	KW 22	KW 23	KW 24	KW 25			
1	Recherche	2 Wochen	13.02.2023	26.02.2023										
2	Festlegen der Anforderungen	1 Woche	20.02.2023	26.02.2023										
3	Erstellen unterschiedlicher Lösungen	2 Wochen	27.02.2023	12.03.2023										
4	Bewerten der unterschiedlichen Lösungen	2 Wochen	13.03.2023	26.03.2023										
5	Planung der Fertigung	1 Woche	27.03.2023	02.04.2023										
6	Prototypenfertigung	4 Wochen	27.03.2023	23.04.2023										
7	Prototypentests	3 Wochen	24.04.2023	14.05.2023										
8	Planung der Logistik	1 Woche	15.05.2023	21.05.2023										
9	Katalogseitendesign	1 Woche	15.05.2023	21.05.2023										
10	Projektübergabe an Vertrieb und Marketing	1 Woche	15.05.2023	21.05.2023										

Gesamt Dauer in Wochen	14
------------------------	----

Voraussichtliche Arbeitszeit in Stunden	11 Arbeitswochen x 39 Arbeitsstunden pro Woche = 429
---	--

2. Einheiten, Symbole und Abkürzungen

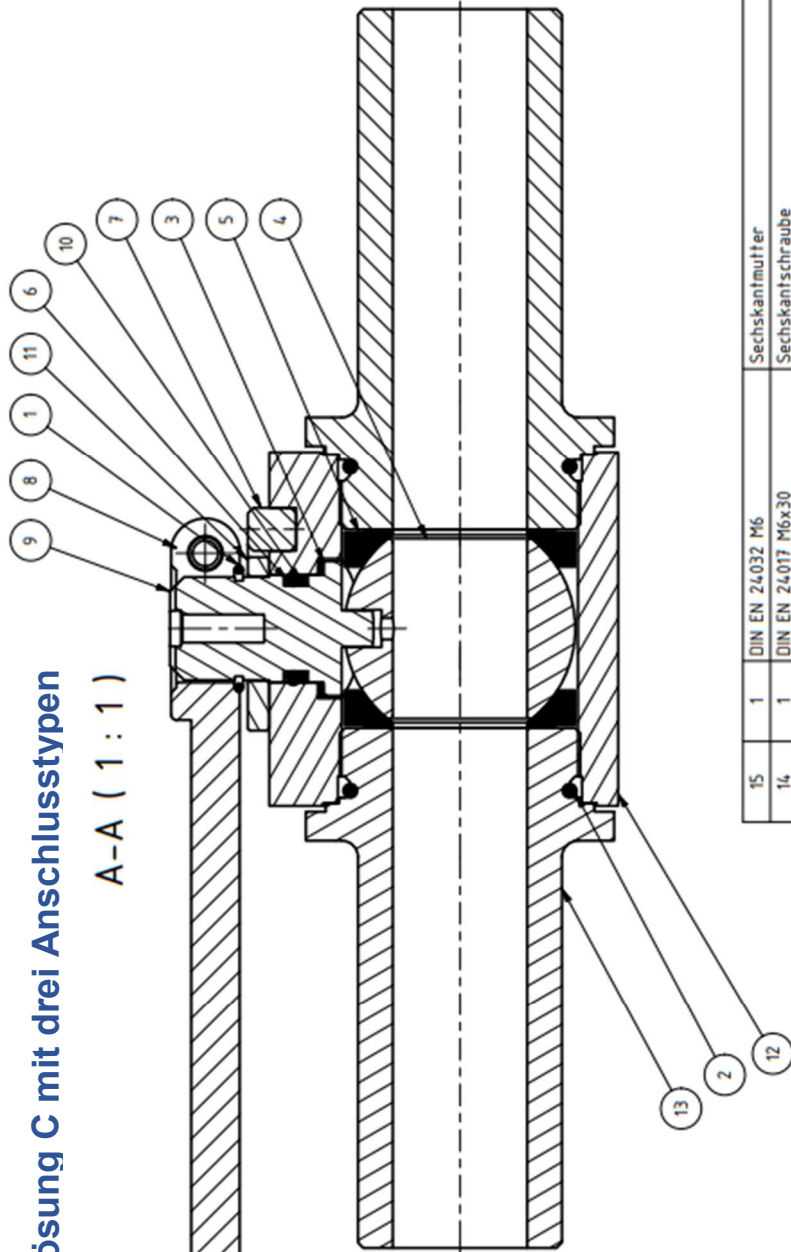
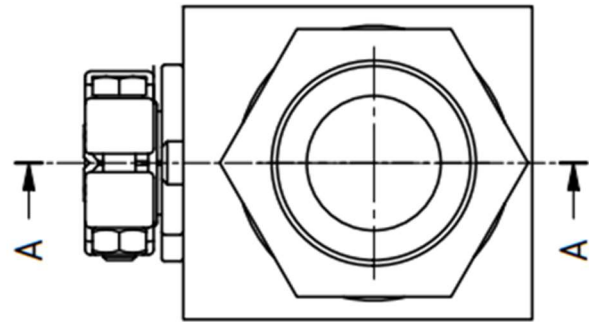
Einheiten	
Größe	Einheit
Durchmesser und Wanddicke	mm
Fläche	mm ²
Länge des Rohrleitungsabschnittes	mm
Druck	bar
Spannungen, Festigkeitskennwerte und Elastizitätsmodul	N/mm ²
Masse	kg
Dichte	kg/m ³
Zeit	s
Geschwindigkeit	m/s
Temperatur	°C

Symbole		
Symbole*	Größe	Einheit
$\sigma_{zd.w}$	Zug-Druck Wechselfestigkeit	N/mm ²
$\sigma_{zd.Sch}$	Zug-Druck Schwellfestigkeit	N/mm ²
E-Modul	Elastizitätsmodul	N/mm ²
A%	Bruchdehnung	%
R _m	Zugfestigkeit	N/mm ²
R _e (Rp0,2)	0,2% Dehngrenze bzw. Re Streckgrenze	N/mm ²
$\sigma_{Schv / D}$	Dauerschwellfestigkeit (Mindestwert)	N/mm ²
d _a	Rohr-Außendurchmesser	mm
d _i	Rohr-Innendurchmesser	mm
s	erforderliche Wanddicke einschließlich Zuschläge	mm
u	Durchmesser Verhältnis	-----
A% _{S355J2}	S355J2 spezifische Bruchdehnung	%
R _{mS355J2}	S355J2 spezifische Zugfestigkeit	N/mm ²
σ_{zul}	Zulässige Beanspruchung bei ruhender Belastung	N/mm ²
K	Spezifischer Festigkeitswert	N/mm ²
S	Sicherheitsbeiwert	-----
p	Berechnungsdruck	bar
s _v	rechnerische Wanddicke ohne Zuschläge	mm
$\sim\sigma_{zul}$	Zulässige Beanspruchung bei schwellender Belastung	N/mm ²
p _Λ	Maximalst vorkommender Druck	bar
p _V	Minimalst vorkommender Druck	bar
c ₁	Zuschlag zum Ausgleich der zulässigen Wanddicken-Unterschreitung	mm
c ₂	Zuschlag für Korrosion bzw. Abnutzung	mm
σ_l	Längsspannung	N/mm ²
Δp	Druckänderung durch Druckstoß	bar

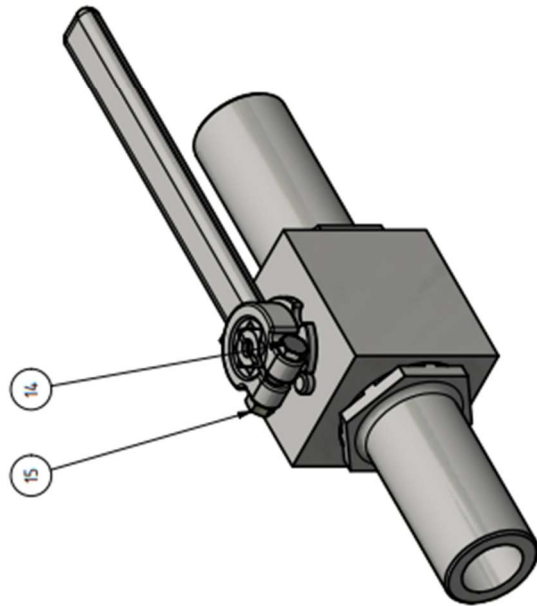
ρ	Dichte des Durchflusstoffes	kg/m ³
a	Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Druckwelle	m/s
Δw	Strömungsgeschwindigkeitsveränderung durch Regelvorgang	m/s
w_1	Strömungsgeschwindigkeit 1	m/s
w_2	Strömungsgeschwindigkeit 2	m/s
T_R	Reflexion bei druckstoß	s
T_S	Schließzeit des Absperrorgans bzw. des Steuerorgans	s
l	Länge des Rohrleitungsabschnittes	m
V°	Volumenstrom	m ³ /s
A	Leitungsquerschnitt	mm ²

*Symbole sind angelehnt an die DIN 2413:2020-04²¹

3. Zusammenbauzeichnungen der Lösung C mit drei Anschlussstypen



A-A (1 : 1)

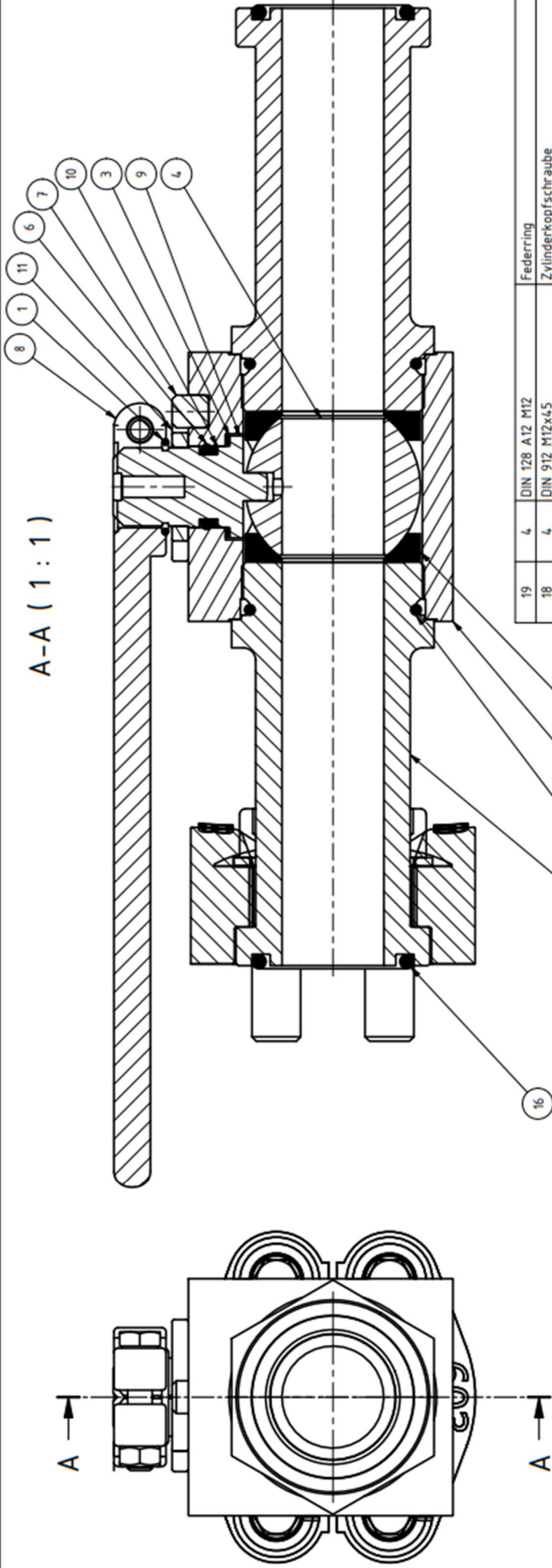


15	1	DIN EN 24032 M6	Sechskantmutter
14	1	DIN EN 24017 M6x30	Sechskantschraube
13	2	Schweiß-Anschluss 38 x 6,5	Anschweißmontage
12	1	BKH-DN25	Block-Kugelhahn DN25
11	1	Unterlegscheibe DN25	Schallstellungsunterlegscheibe
10	1	Gleitring 20x2	Gleitlager für Radialdichtung
9	1	BKH-DN25-Stift für Hahn	Welle für Drehmomentübertragung
8	1	Hahn DN25 für 14 x 14	Universalhahn für 14 x 14 Vierkant
7	1	BKH-DN25-Stift für Steilposition	Anschlag bei "auf", "zu" und "gesperrt"
6	1	Oring 21x2,6	NBR ORING 21x2,6
5	2	Kugeldichtung DN25	Kugeldichtung POM DN25
4	1	K-D4,3-L25	Kugel-D4,3-L25
3	1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	Drehdichtungsring D25x2,4x1
2	2	Oring 46x2,6	Oring 46x2,6
1	1	Metallspannung 22x1,6	Metallspannung 22x1,6
POS.	STCK.	ARTIKEL-NR.	BEZEICHNUNG

Zur Montage die Anleitung beachten.		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 1 : 1		Gewicht: 2,813 kg	
		Datum		Name		Oberfläche: Siehe Stückliste	
		09.03.2023				Siehe Stückliste	
		Hauptabteilung		Name		LÖSUNG C Schweißabschluss	
		an		Havit Hydraulik GmbH		BKH-DN25-L66B58H65 ZB	
		an		Schulweg 1		1	
		an		D-85107		A3	
		an		Baar-Ebenhausen		HAY-023255 id1	
		an				HAY-023255 idw	

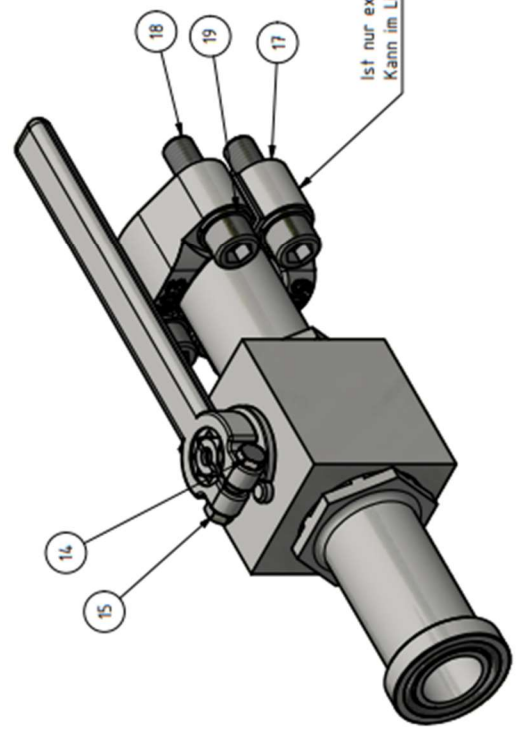
Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsanleitungen ohne unsere Einwilligung nicht kopiert werden. Vervielfältigung jeglicher Art ist untersagt. Zusätzlichen Angaben werden nach Maßgabe des Gestells verfügt.

A-A (1:1)



19	4	DIN 128 A12 M12	Federring
18	4	DIN 912 M12x4,5	Zylinderkopfschraube
17	1	FH-6003-ZN	SAE-Flanschhülse
16	2	O-RING-32,9x3,53	1" O-Ring Perbunan NBR 90 Shore
15	1	DIN EN 24032 M6	Sechskantmutter
14	1	DIN EN 24017 M6x30	Sechskantschraube
13	2	Anschluss 6003 - 1"	Anschluss nach ISO 6162-2
12	1	BKH-DN25	Block-Kugelhahn DN25
11	1	Unterlegscheibe DN25	Schaltstellungsunterlegscheibe
10	1	Gleitring 20x2	Gleitlager für Radialdichtung
9	1	BKH-DN25-Stift für Hahn	Welle für Drehmomentübertragung
8	1	Hahn DN25 für 14 x 14	Universalhahn für 14, x14 Vierkant
7	1	BKH-DN25-Stift für Stellposition	Anschlag bei "auf", "zu" und "gesperrt"
6	1	Oring 21x2,6	NBR ORING 21x2,6
5	2	Kugeldichtung DN25	Kugeldichtung POM DN25
4	1	K-D43-L25	Kugel-D43-L25
3	1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	Drehdichtungsring D25x2,4x1
2	2	Oring 46x2,6	Oring 46x2,6
1	1	Metallspringung 22x1,6	Metallspringung 22x1,6

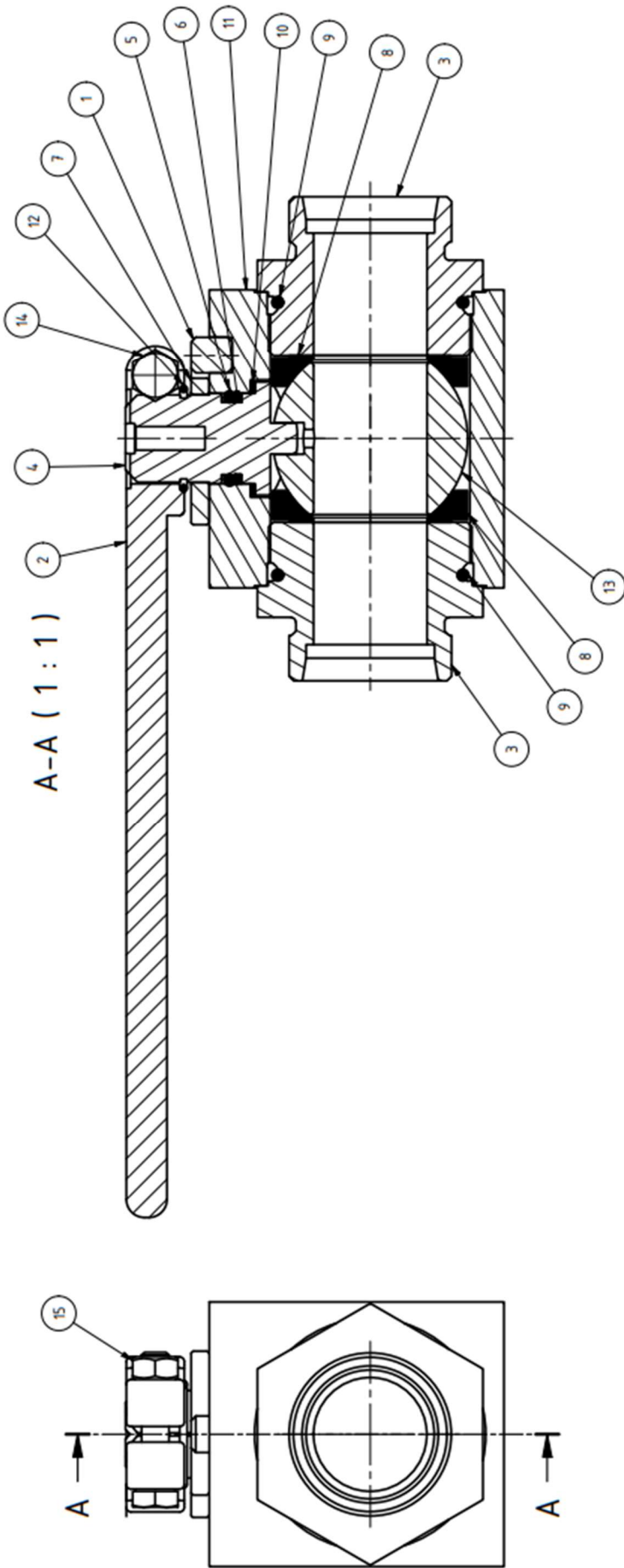
Zur Montage die Anleitung beachten. Je nach Absprache sind 2x FH-6003-ZN 4x Federring M12 4x Zylinderkopfschraube M12x4,5		Maßstab: 1 : 1 Werkstoff: Siehe Stückliste	Gewicht: 3,696 Kg Oberfläche: Siehe Stückliste
ARTIKEL-NR. Allgemeine Toleranzen DIN ISO 2768m-H ISO 6162		BEZEICHNUNG LÖSUNG C mit SAE Anschluss	
Datum: 09.03.2023 Name: Kohler		BKH-DN25-L66B58H65 ZB Zusammengebauter Zustand	
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		HAV-023248 ip1 HAV-023251 idw	



Ist nur exemplarisch dargestellt.
Kann im Lieferumfang enthalten sein.

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsführung ohne unsere Einwilligung nicht vervielfältigt werden. Vervielfältigung eigenbetriebl. Art ist untersagt. Zusicherungen werden nach Maßgabe des Gewinns verfügt.

A-A (1 : 1)



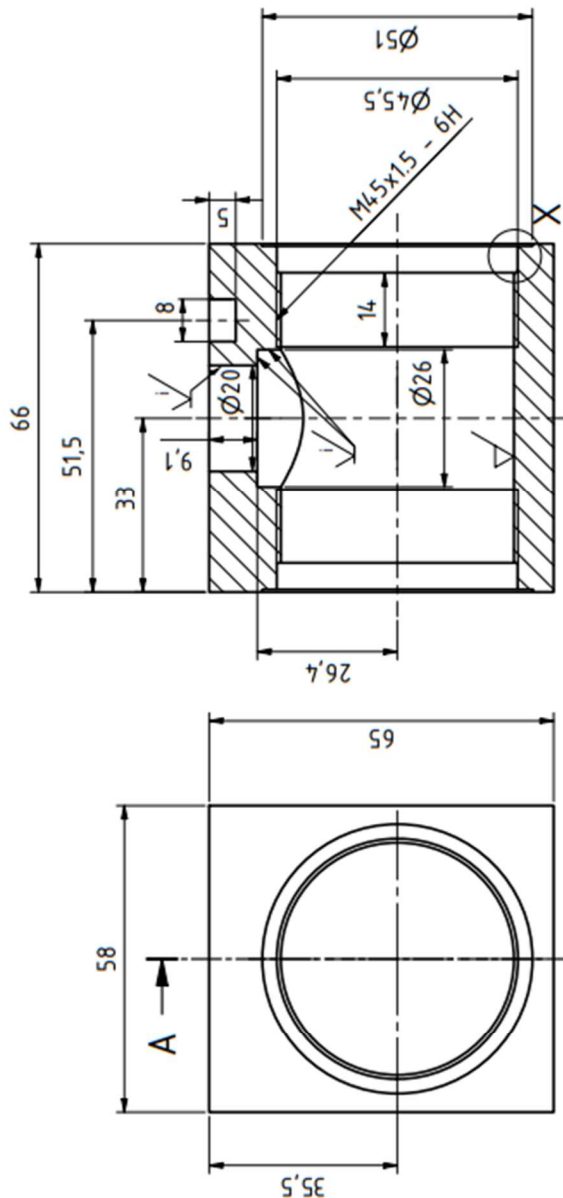
15	1	DIN EN 24032	Sechskantmutter
14	1	DIN EN 24017 M6x30	Sechskantschraube
13	1	K-D43-L25	Kugel-D43-L25
12	1	Metallspring 22x1,6	Metallspring 22x1,6
11	1	BKH-DN25	Block-Kugelhahn DN25
10	1	Drehdichtungsring D25x2,4x1	Drehdichtungsring D25x2,4x1
9	2	O-ring 46x2,6	O-ring 46x2,6
8	2	Kugeldichtung DN25	Kugeldichtung POM DN25
7	1	Unterlegscheibe DN25	Schaltstellungsunterlegscheibe
6	1	Gleitring 20x2	Gleitlagering für Radialdichtung
5	1	O-ring 21x2,6	NBR ORING 21x2,6
4	1	BKH-DN25-Stift für Hahn	Welle für Drehmomentübertragung
3	2	Anschluss M36x2-RA28-L	Anschluss nach DIN 2353-L
2	1	Hahn DN25 für 14 x 14	Universalhahn für 14 x 14 Vierkant
1	1	BKH-DN25-Stift für Stellposition	Anschlag bei "auf", "zu" und "gesperrt"
POS. STCK.	ARTIKEL-NR.		

Zur Montage die Anleitung beachten.		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H DIN EN ISO 6149-2 DIN 2353-L		Maßstab: 1 : 1	Gewicht: 2,126 kg
		Datum 08.03.2023		Name Kohler	Werkstoff: Siehe Stückliste
Kürzel		Bezeichnung		Oberfläche: Siehe Stückliste	
H		H		BKH-DN25 - DIN 2353-L	
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		H		BKH-DN25-L66B58H65 ZB Mit DIN 2353-L Anschlussvariation	
H		H		HAV-023222 ipt	
H		H		HAV-023235 idw	

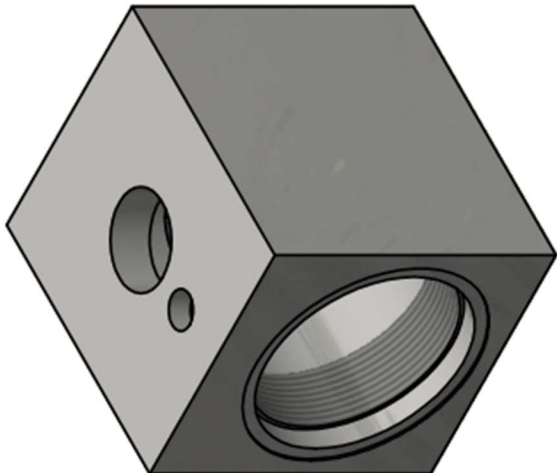
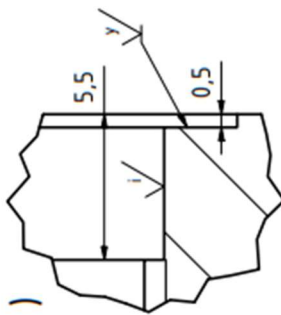
4. Einzelteilzeichnungen

Rz25 (Rmax.10 Rt16)

A-A (1 : 1)



X (5 : 1)

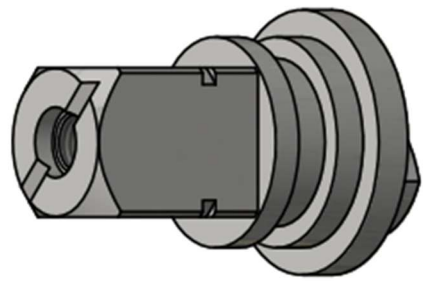
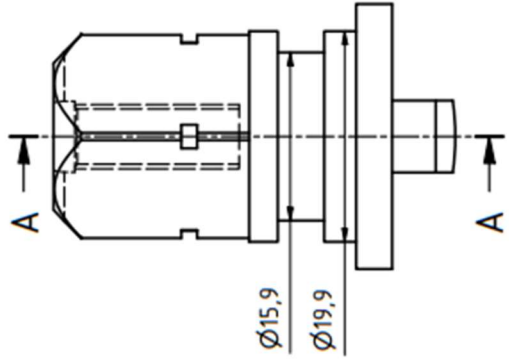
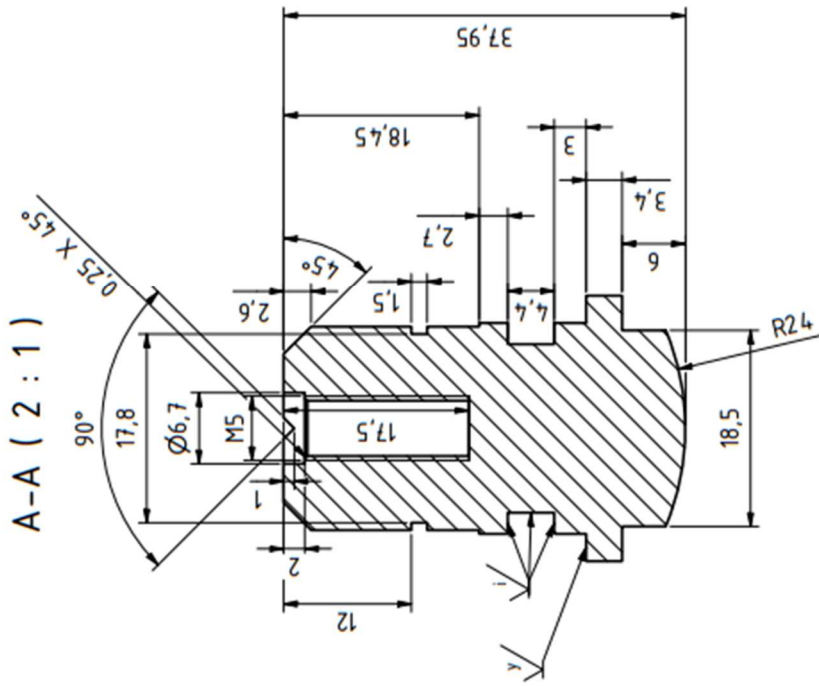
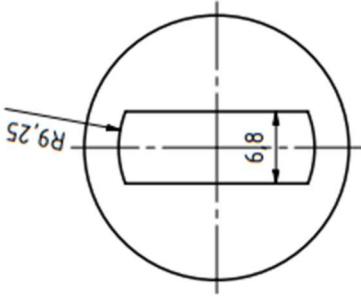


y/ = Rt16
i/ = Rmax.10

Span- und graffrei fertigen. CNC-Fräs- und Drehteil aus Vierkantstahl.	Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 1 : 1	Gewicht: 1,106 kg
	Datum: 05.01.2022	Name: Kohler	Werkstoff: S355J2	Oberfläche: ZnNi
Herstellung	Material	BKH-DN25		
Herstellung	Herstellung	Block-Kugelhahn DN25		
Herstellung	Herstellung	LÖSUNG C		
Herstellung	Herstellung	HAV-0214,97 ipf		
Herstellung	Herstellung	HAV-0214,98 idw		

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebs/Arbeitsanweisungen oder unsere Erteilung nicht vorgelegt werden. Vervielfältigung eigenbüchlicher Art ist untersagt. Zweidimensionale Versionen nach Maßgabe des Geistesverfalls.

Rz25 (∇) Rmax.10 (∇) Rt16 (∇)



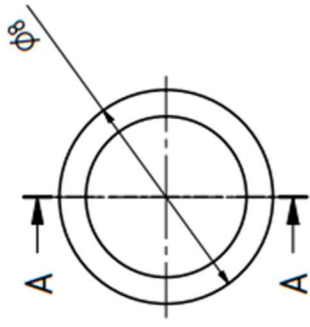
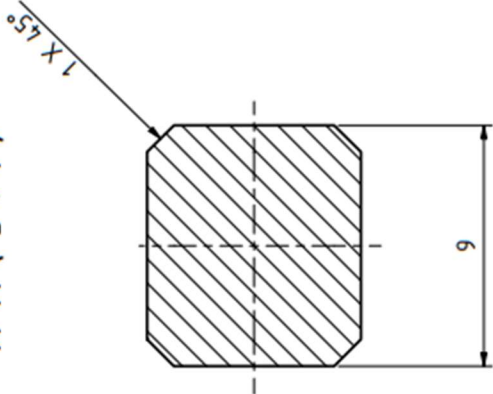
∇ = ∇ Rt16
 ∇ = ∇ Rmax.10

Span- und graffrei fertigen. CNC Fräs- und Drehteil.	Allgemeintoleranzen DIN ISO 21689-H		Maßstab: 2 : 1	Gewicht: 0,064 kg
	Datum 17.01.2022	Name Kohler	Werkstoff: S355J2	Oberfläche: ZnNi
Abfertigung	Bearbeitung	Erreichte Fertigung	BKH-DN25-Stift für Hahn	
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen			Welle für Drehmomentübertragung Für DN25	
			1	
			A3	
			HAY-021544_ipf	
			HAY-021545_idw	

Diese Zeichnung darf nur zu den von uns genehmigten Verwendungszwecken gebraucht und insbesondere Betriebsfremden ohne unsere Einwilligung nicht vorgelegt werden. Vervielfältigung jeglicher Art ist untersagt! Zusicherungen werden nach Maßgabe des Gezeigten verfißt.

A

A-A (5 : 1)

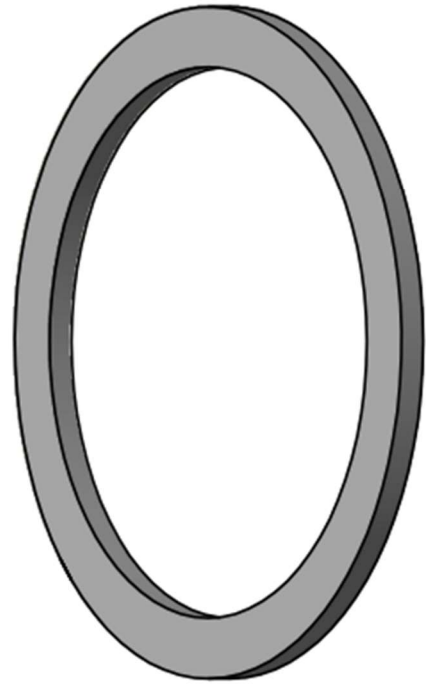
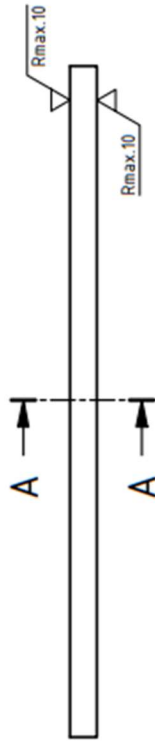
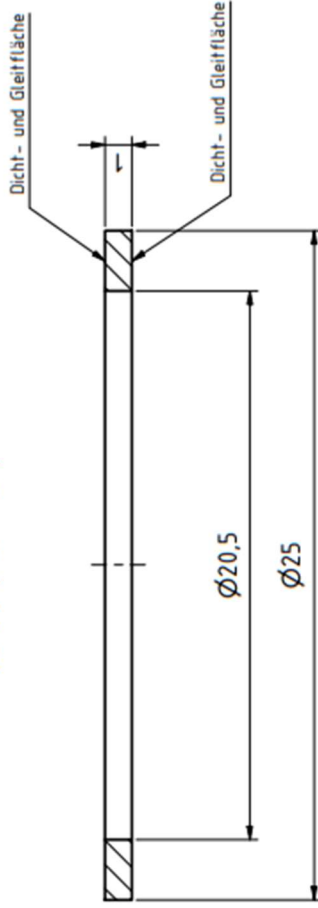


Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsfremde ohne unsere Einwilligung nicht vervielfältigt werden. Vervielfältigung anderer Art ist untersagt! Zusicherungen werden nach Maßgabe des Gesetzes verfügt.

Span- und graufrei fertigen. Drehteil wir für Fixierung im Korpus verformt.	Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 5 : 1	Gewicht: 0,003 kg
	Datum 08.03.2023	Name Kohler	Werkstoff: S355J2	Oberfläche: ohne
Herstellung durch	Revisionsnr.	BKH-DN25-Stift für Stellposition BKH-DN25-Stift für Hahn Für DN25		
an				
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		HAV-021563 ipt HAV-023228 idw		

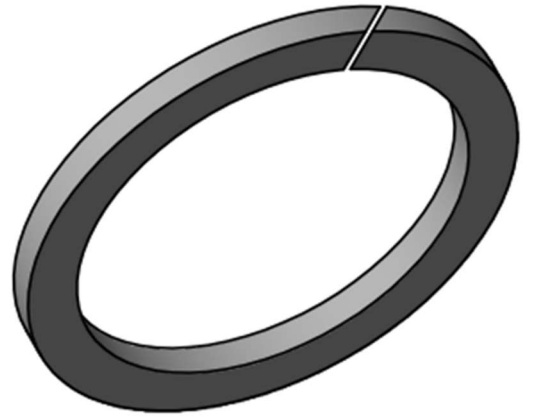
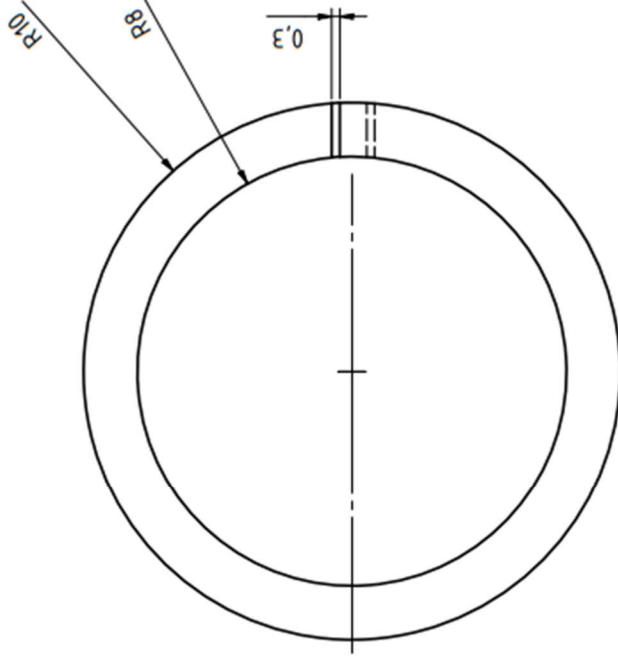
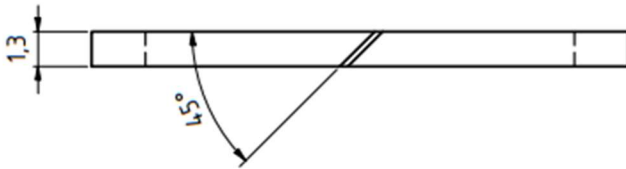
Rz25 (∇) Rmax.10

A-A (5 : 1)



Span- und graffrei fertigen. Drehteil- Hartdichtung aus PTFE	Allgemeinreferenzen DIN ISO 2168m-H		Maßstab: 5 : 1	Gewicht: 0,000 kg
	Datum: 05.01.2022	Name: Köhler	Werkstoff: PTFE	Oberfläche: ohne
Herstellung:	Produktion:	Drehdichtungsring D25x2,4x1		
Abfertigung:	Prüfung:	Axiale Dicht- und Gleitflächen		
Bezeichnung:	Material:	Für DN25		
Hersteller:	Produktionsort:	HAV-021499 ipf		
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		HAY-021500 idw		

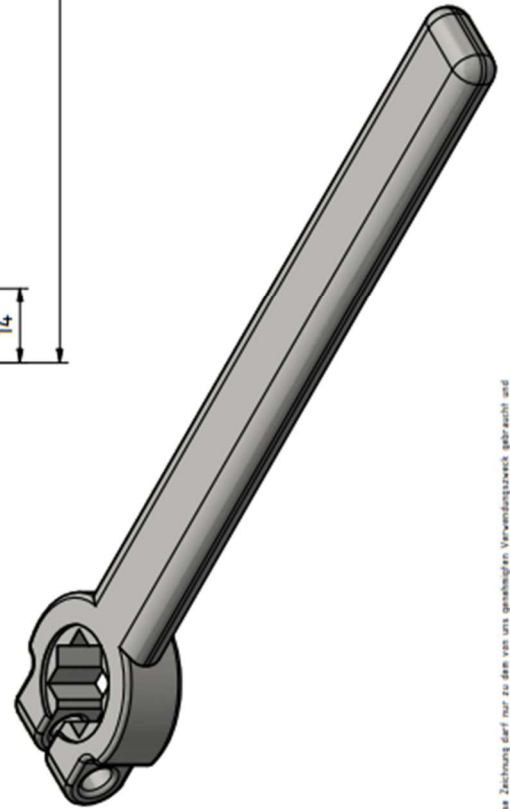
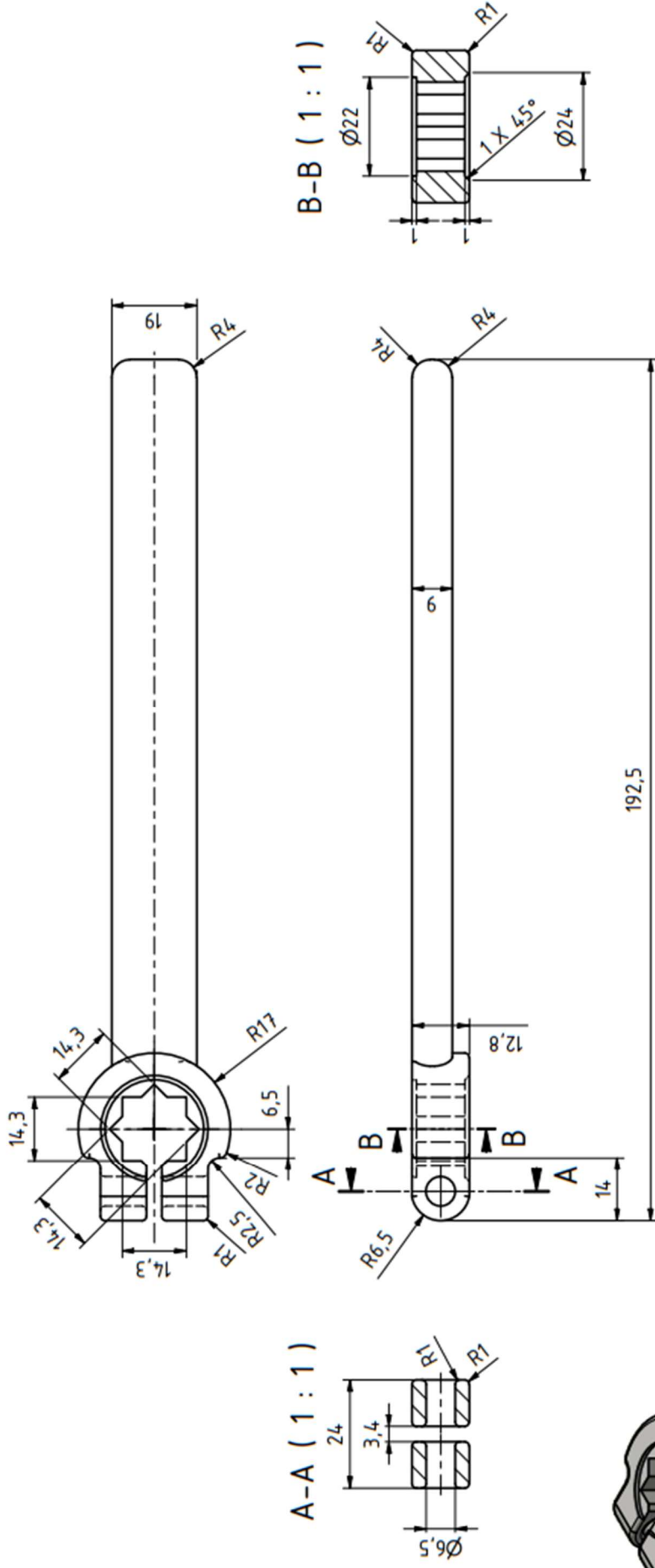
Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Befreiungen ohne unsere Einwilligung nicht hergestellt werden. Vervielfältigung irgendwelcher Art ist untersagt. Änderungen werden nach Maßgabe des Geistes verflügt.



Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns geschuldeten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsanfragen ohne unsere Einwilligung nicht kopiert werden. Veräußerung irgendwelcher Art ist untersagt! Zweidimensionales werden nach Maßgabe des Geozitras, verfügt.

Span- und gratfrei fertigen. Einkaufsteil.		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 5 : 1		Gewicht: 0,000 kg	
		Datum: 17.01.2022		Name: Köhler		Oberfläche: ohne	
Material: <input type="text"/>		Produktionsart: <input type="text"/>		Havit Hydraulik GmbH		Gleitgerring für Radialdichtung	
Abfertigung: <input type="text"/>		durch: <input type="text"/>		Schulweg 1		Für DN25	
Anzahl: <input type="text"/>		Stückzahl: <input type="text"/>		D-85107		1	
Material: <input type="text"/>		Produktionsart: <input type="text"/>		Baar-Ebenhausen		A3	
				HAY-021534 IPT		HAV-021535 idW	

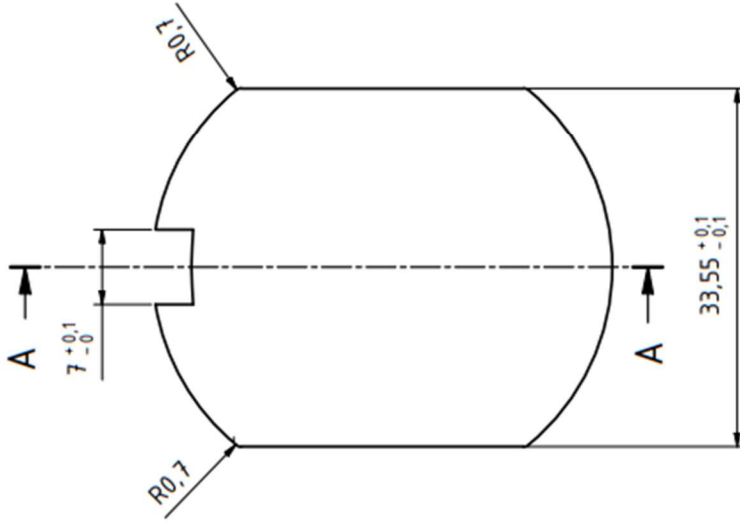
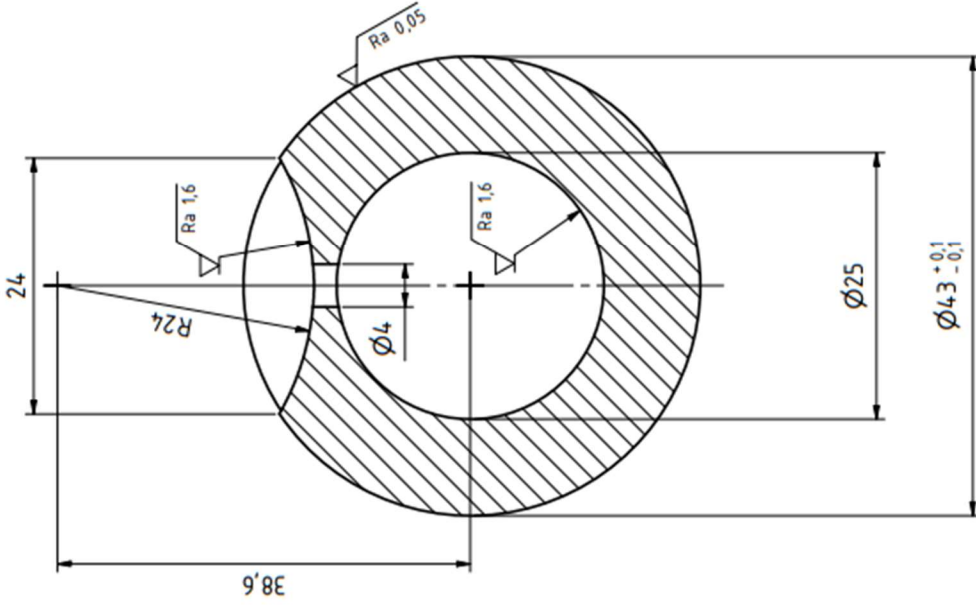
Gleitring 20x2



Span- und graffrei gefertigt. Gussteil mit anschließender mechanischer Bearbeitung. Hebel wird mit M6 Schraube und Mutter zusammen geliefert.		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 1 : 1		Gewicht: 0,254 kg	
Herstellung		Datum		Werkstoff: S355J2		Oberfläche: ZnNi	
Abrechnung		17.01.2022		Name Köhler		Hahn DN25 für 14 x 14	
Verantwortung		Köhler		Havit Hydraulik GmbH		Universalhahn für 14 x14 Vierkant Für DN25	
				Schulweg 1		1	
				D-85107		A3	
				Baar-Ebenhausen		HAY-021550 ipt HAV-021551 idw	

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und
weitergegeben werden. Jede andere Verwendung ist ausdrücklich untersagt. Vervielfältigung
ohne schriftliche Genehmigung ist untersagt. Änderungen werden nach Maßgabe des Geometrievertrags
gegenüber dem Kunden vorbehalten.

A-A (2 : 1)

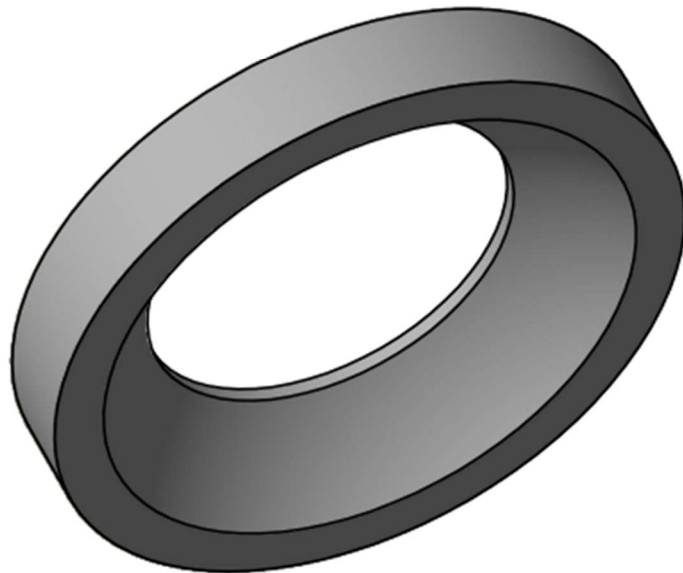
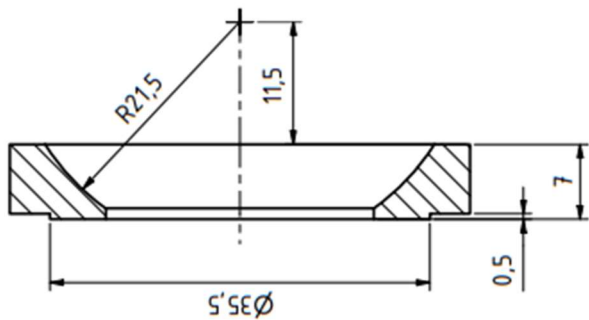
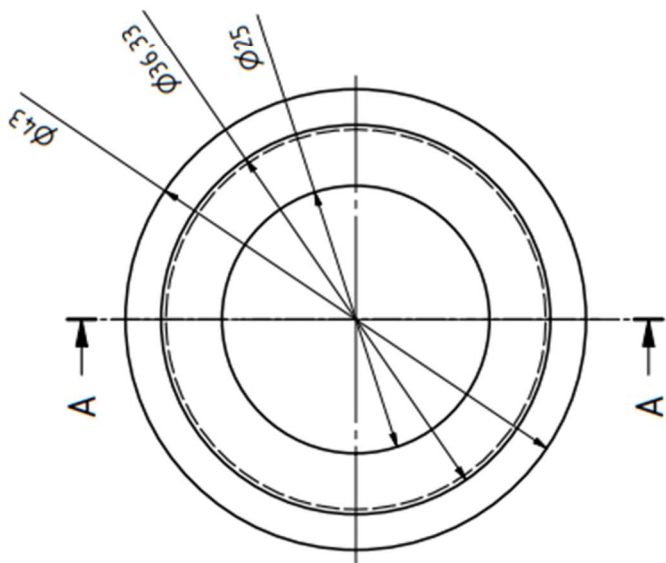


Span- und Graffrei fertigen. Kugeloberfläche auf - Ra0,05 pollieren.	Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 2 : 1		Gewicht: 0,169 kg	
	Datum: 15.02.2023 Gezeichnet: Kohler		Name: Kohler		Oberfläche: Hartverchromt	
Kugeloberfläche auf - Ra0,05 pollieren.		Kugeloberfläche auf - Ra0,05 pollieren.		K-KD43-L25		
Havitt Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Kugel-D 43 Loch-D 25 Kugel für BKH-DN25		1		
				A3		
				HAV-021692 idW		

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns gestuften Verwendungszweck gebraucht und in unserem Betriebsbereichs ohne unsere Einwilligung nicht vervielfältigt werden. Vervielfältigung ohne unserer schriftlichen Zustimmung ist strafbar. Zweivertigungen werden nach Maßgabe des Gesetzes verfolgt.

Rmax.10

A-A (2 : 1)



Grat- und Spanfrei fertigen.

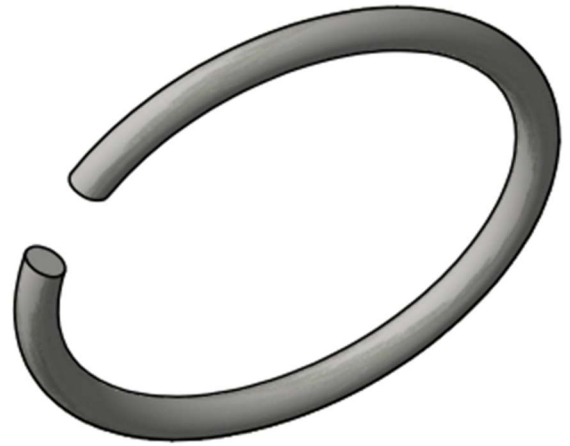
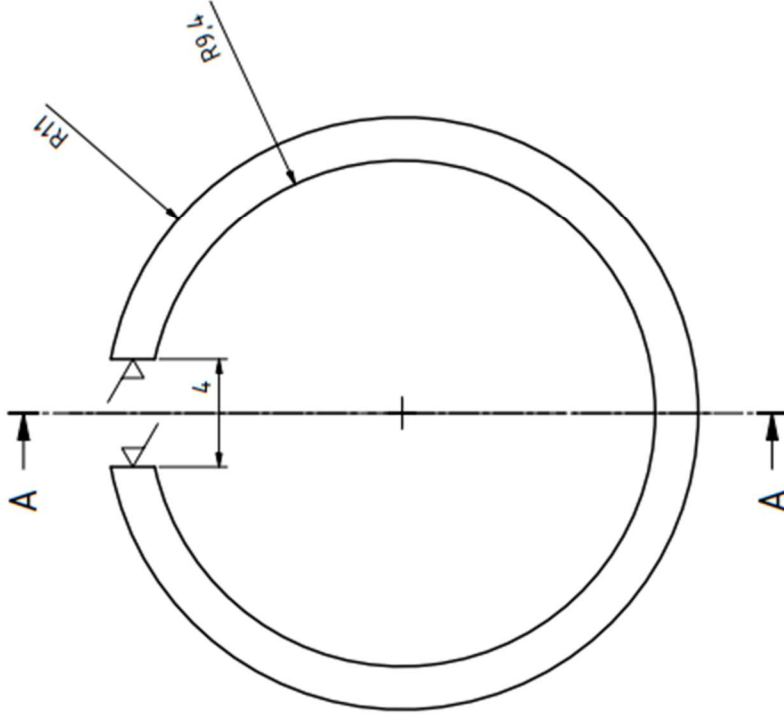
Alle Maße sind mit +/- 0,1mm toleriert.

Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: Z : 1		Gewicht: 0,005 kg	
Datum: 17.01.2022		Werkstoff: PTFE		Oberfläche: ohne	
Name: Kohler		Kugeldichtung DN25			
Kontrolliert:					
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Lagerung und Abdichten der Kugel mit Füllstoff Kohle			
Hav-021530		ipf		HAV-021531 idw	

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und
maximaler Abstrichleistung zu dem Einseitigen nicht vergrößert werden. Verstoß gegen
Eigentümlichkeit. Art ist: verfahren. Zeichnungen werden nach Maßgabe des Geometrie verfahren.



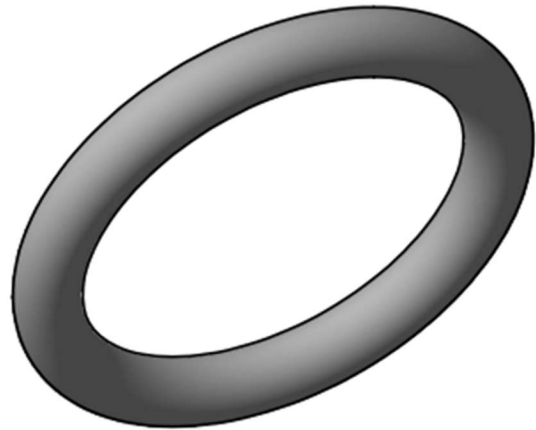
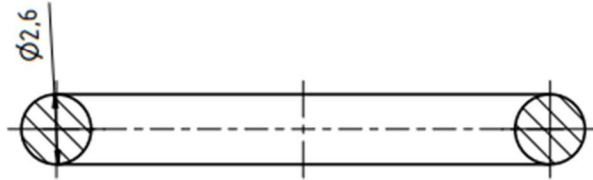
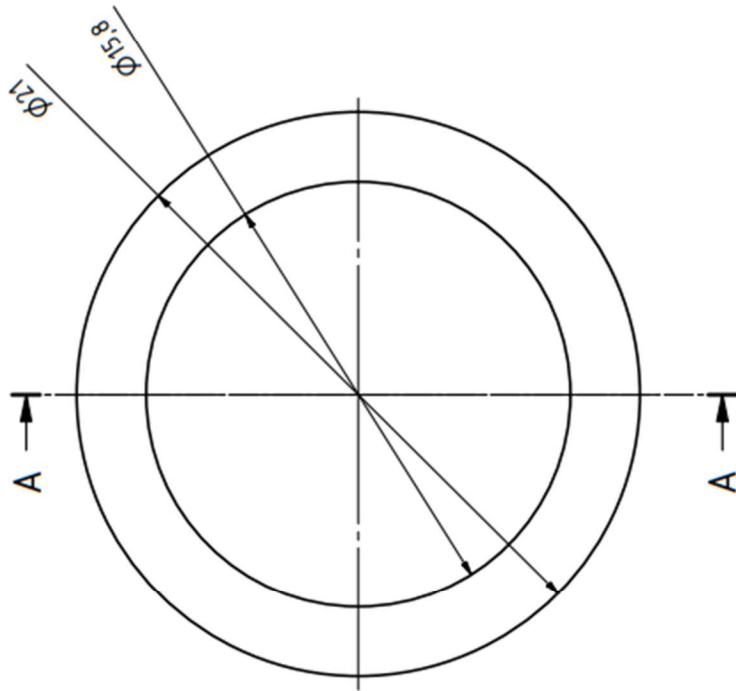
A-A (5 : 1)



Span und gratfrei fertigen. Stahldraht gebogen.	Allgemeintoleranzen DN ISO 2768m-H		Maßstab: 5 : 1	Gewicht: 0,001 kg
	Gezeichnet	Datum	Werkstoff: S355J2	Oberfläche: ZnNi
Techn. Zeichnung	Herstellung	Name	Metallspanning 22x1,6	
Maßstab	05.01.2022	Kohler		
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen			Sicherung für Unterlegscheibe	
			HAV-021495 ipt	
			1	
			A3	
			HAV-021496 idw	

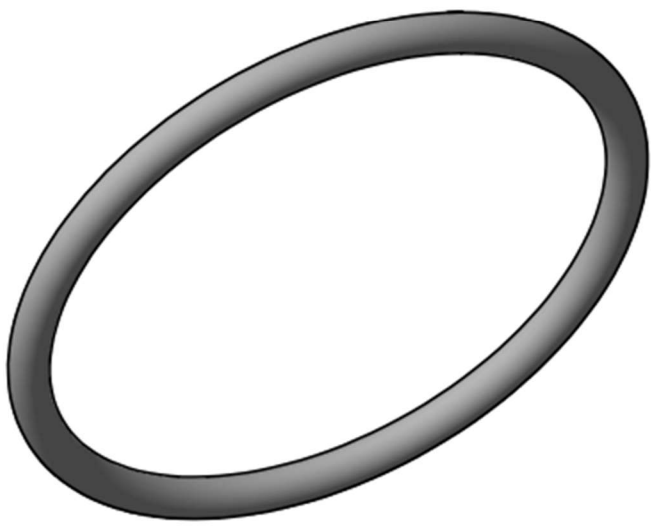
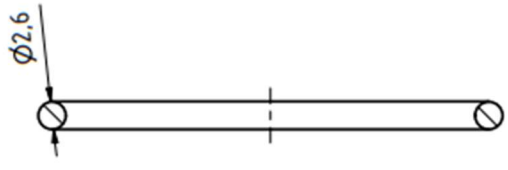
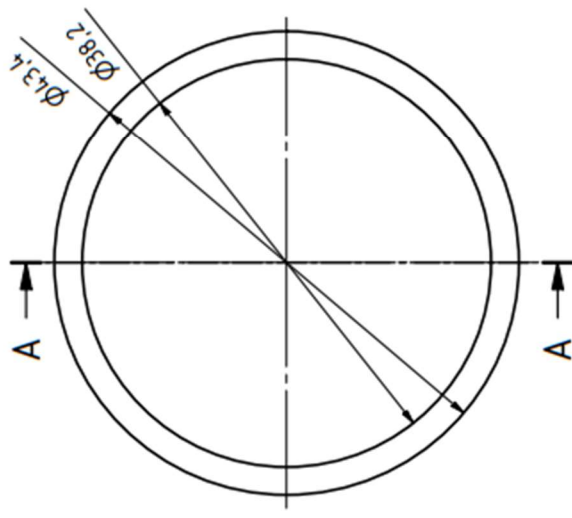
Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck geteilt und insbesondere Betriebsanweisungen ohne unsere Einwilligung nicht vervielfältigt werden. Vervielfältigung ohne unserer Zustimmung ist untersagt. Zweckerweiterungen werden nach Maßgabe des Gesetztes verfolgt.

A-A (5 : 1)



Span- und gratfrei fertigen. Einkaufsteil Dichtungselement.		Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 5 : 1	Gewicht: 0,000 kg
		Gezeichnet	Datum	17.01.2022	Werkstoff: NBR
Zeichner	Geprüft	Name	Kochler	Oberfläche: ohne	
Bezeichnet	Benennung	Oring 21x2,6			
		Havit Hydraulik GmbH			
		Schulweg 1			
		D-85107			
		Baar-Ebenhausen			
		Weichdichtung			
		Für DN25			
		1			
		A3			
		HAV-021538 ipt			
		HAV-021539 idW			

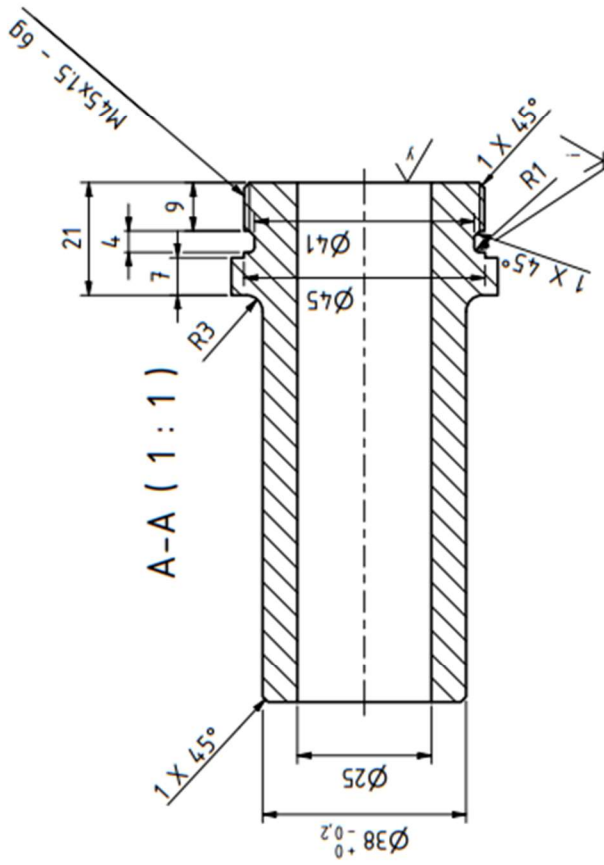
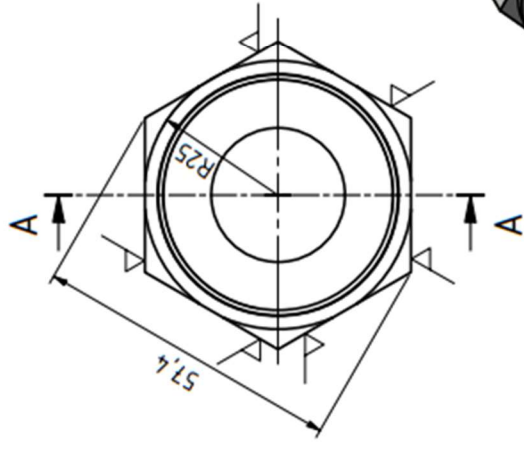
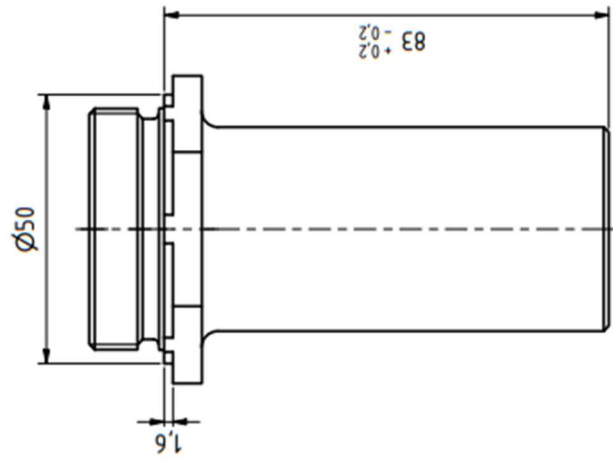
A-A (2 : 1)



Span- und gratfrei fertigen. Einkaufsteil Dichtungselement.	Allgemeinreferenzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 2 : 1	Gewicht: 0,001 Kg
	Datum 05.01.2022	Name Kobler	Werkstoff: NBR	Oberfläche: ohne
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Oring 46x2,6		
Weichdichtung Für DN25		1		
HAY-021501 ip1		HAY-021502 idw		

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebs/Verfahren ohne unsere Einwilligung nicht vorgelegt werden. Vervielfältigung irgendwelcher Art ist ohne schriftl. Zusage der Havit Hydraulik GmbH ist untersagt.

Rz25 ($\sqrt{\Delta}$) Rmax.10 ($\sqrt{\Delta}$) R16 ($\sqrt{\Delta}$)



$\sqrt{y} = \Delta$ R16

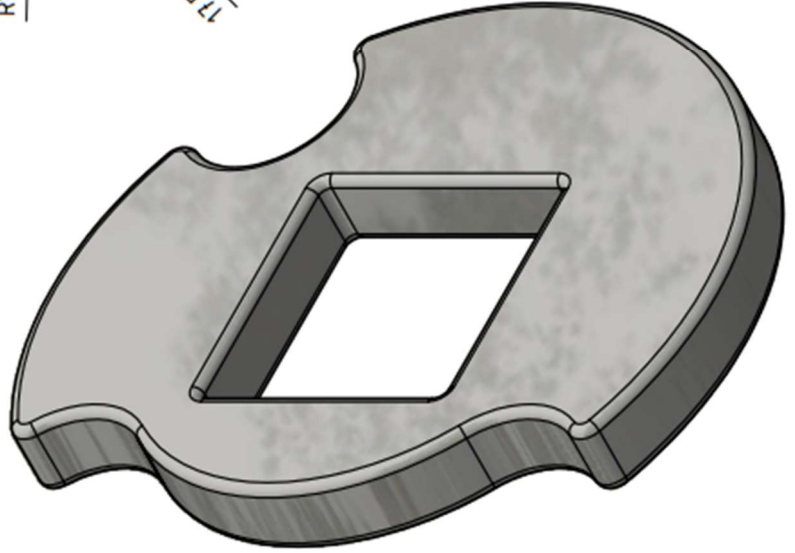
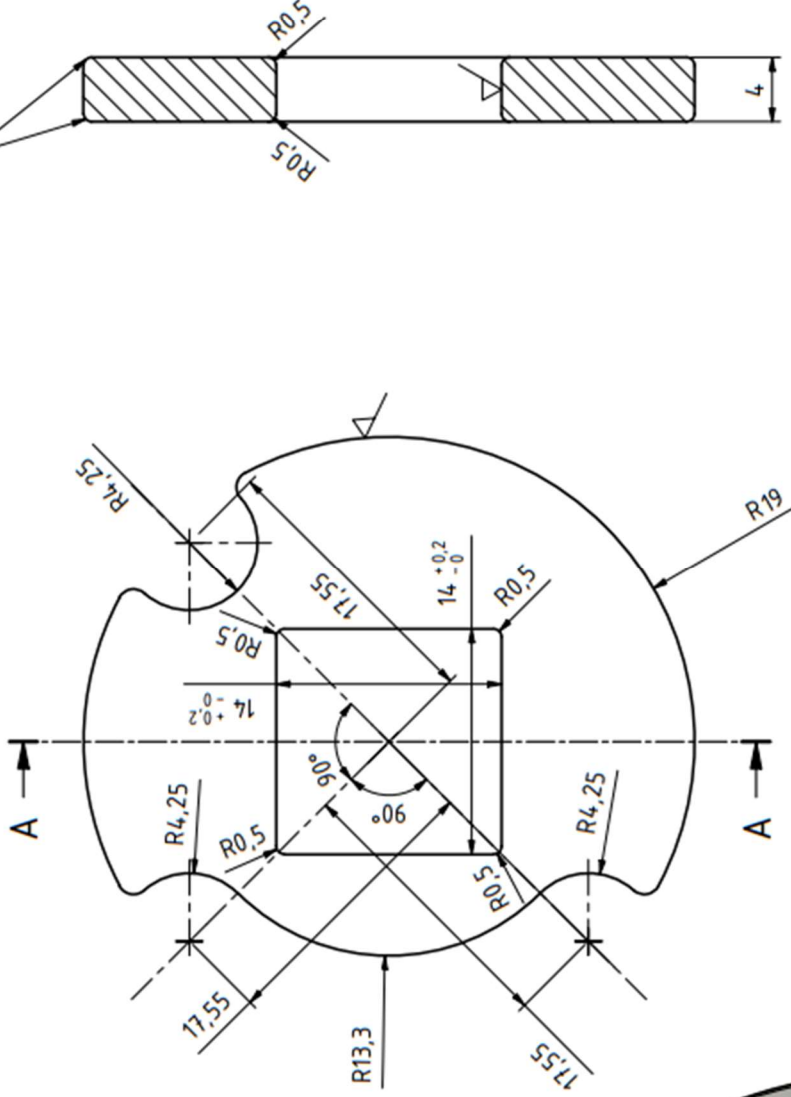
$\sqrt{i} = \Delta$ Rmax.10

Span- und gratfrei fertigen. Drehteil aus Sechskant.	Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H DIN EN ISO 6149-2		Maßstab: 1 : 1		Gewicht: 0,585 kg	
	Datum: 08.03.2023 Name: kolter		Werkstoff: S355J2		Oberfläche: ohne	
Havitt Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Havitt Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Schweiß-Anschluss 38 x 6,5		
Anschweißmontage für DN25		HAY-023243 ipf		HAY-023242 idw		

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns geschulften Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsanleitungen ohne unsere Einwilligung nicht vervielfältigt werden. Vervielfältigung in irgendeiner Art ist untersagt! Zweidimensionalen werden nach Maßgabe des Grenzfalls verfügt.

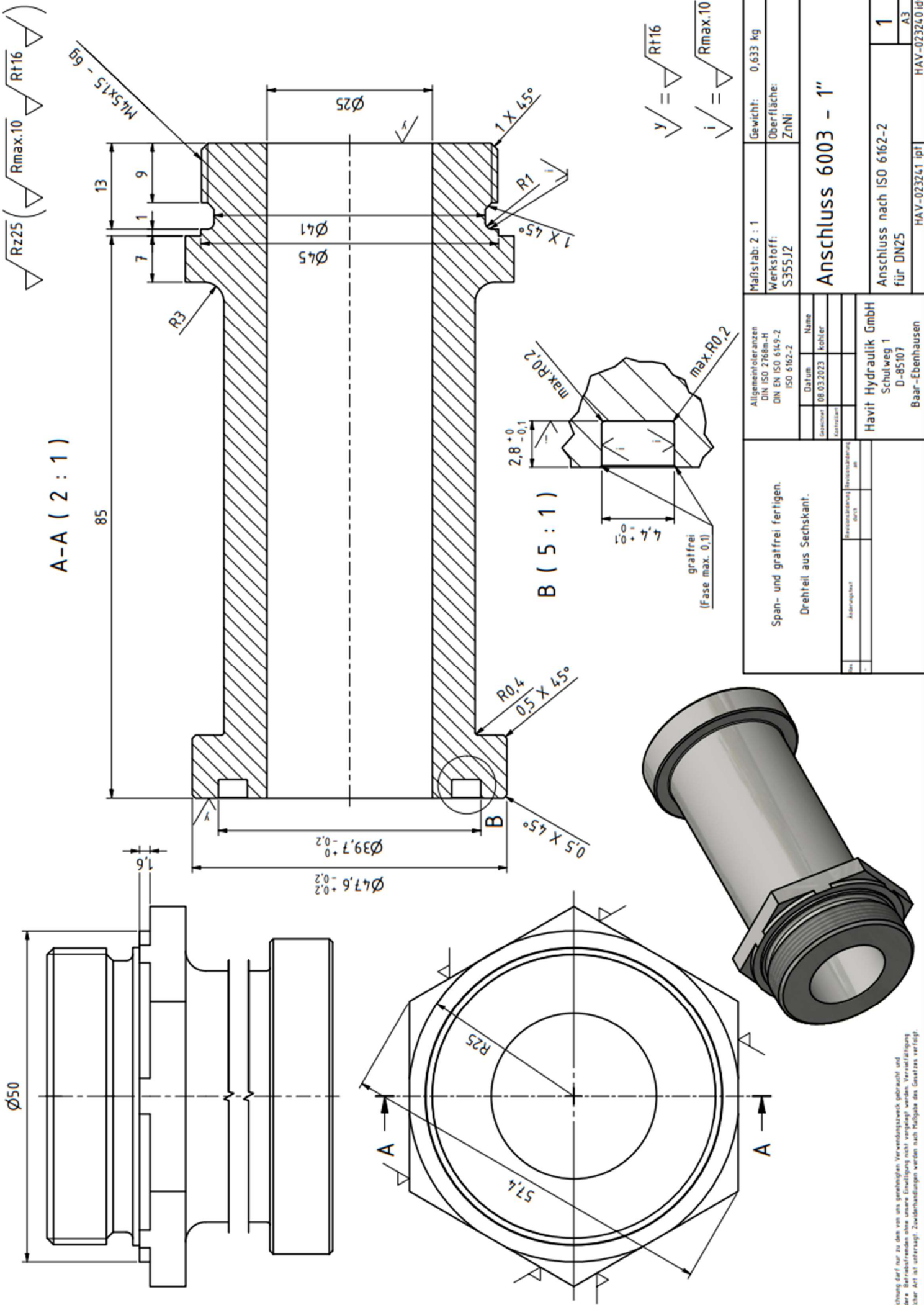
A-A (3:1)

Entgratet für ebene Auflagefläche.



Span- und gratfrei fertigen. Stahlblech gestanzt.	Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 3:1	Gewicht: 0,022 kg
	Datum: 17.01.2022 Name: Köhler		Werkstoff: S355J2	Oberfläche: ZnNi
Herstellung durch: as		Unterlegscheibe DN25		
Havitt Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Schaltstellungsunterlegscheibe 2 x Hebel- und 1 x Sperrstellung		
		HAY-021532 ipf		
		HAY-021533 idw		

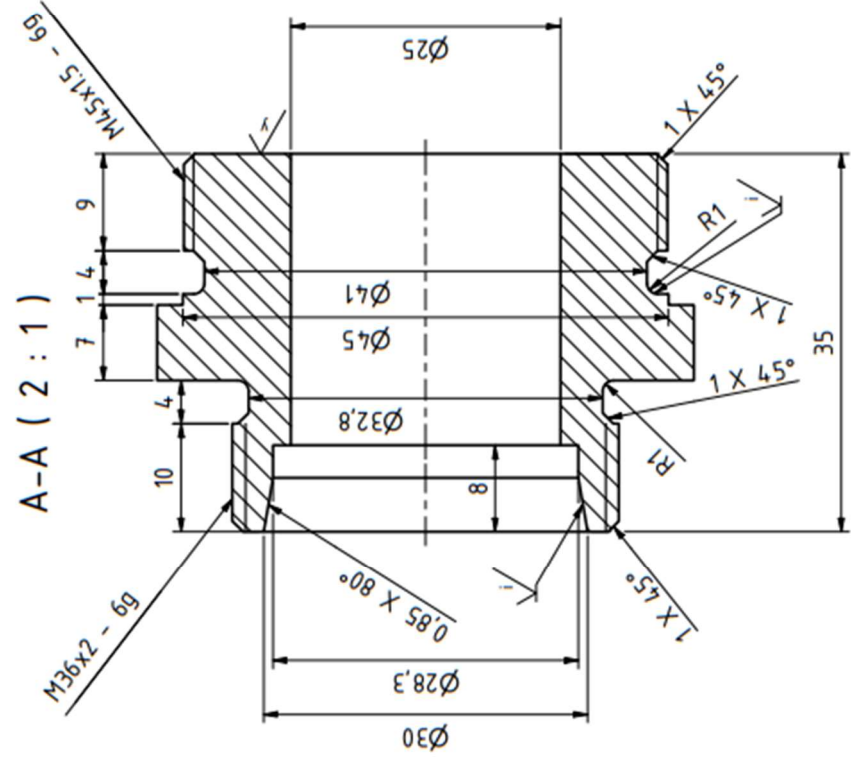
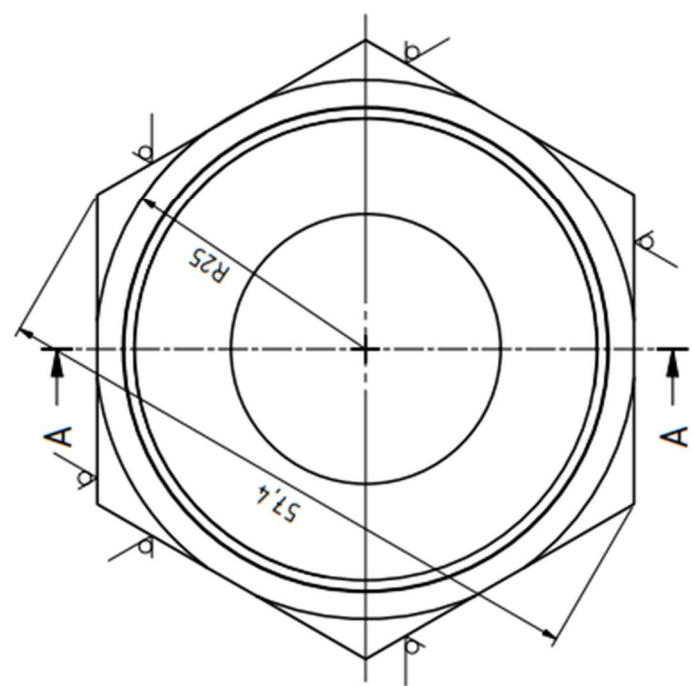
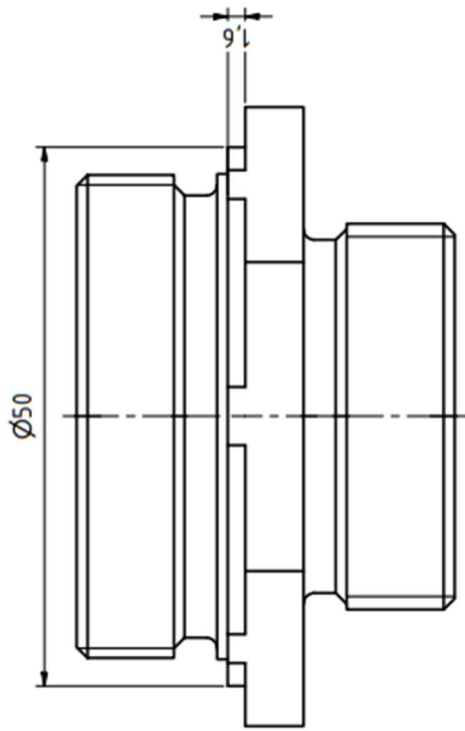
Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und darf nicht ohne schriftliche Genehmigung des Herstellers ververvielfältigt werden. Jede andere Vervielfältigung ohne schriftliche Genehmigung des Herstellers ist ausdrücklich untersagt. Zusatzerklärungen werden nach Maßgabe des Gezeigten verfügt.



Rz25 ($\sqrt{\text{Rmax.10}}$ Rt16 $\sqrt{\text{Rmax.10}}$)

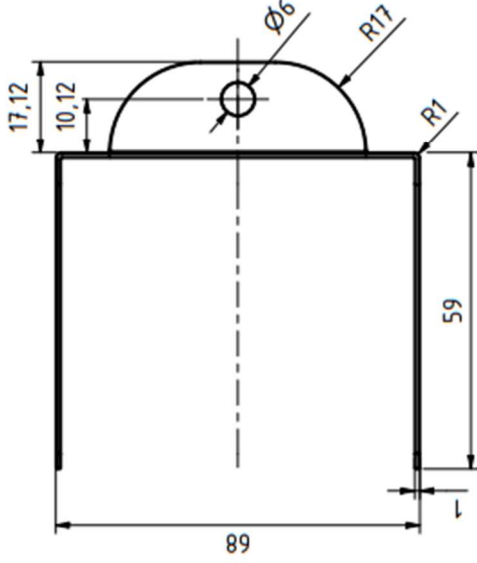
$\sqrt{\text{y}} = \sqrt{\text{Rt16}}$

$\sqrt{\text{i}} = \sqrt{\text{Rmax.10}}$

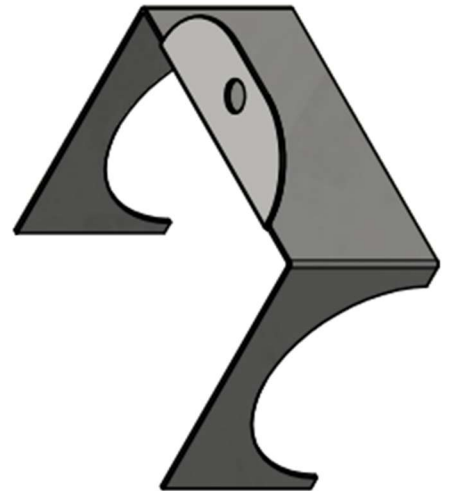
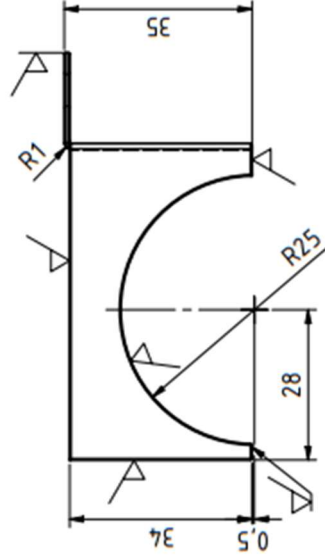
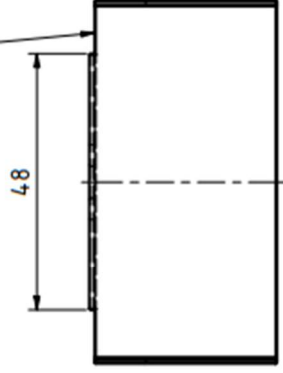


Span- und grafitfrei fertigen. Drehteil aus Sechskant.	Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H DIN EN ISO 6149-2 DIN 2353-L Anschlüsse		Maßstab: 2 : 1	Gewicht: 0,241 kg
	Datum 17.01.2022 Gezeichnet Koblitz Kontrolliert		Werkstoff: S355J2	Oberfläche: ZnNi
Anlagezustand		Benennung/Herstellung durch	Anschluss M36x2-RA28-L	
Havt Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Anschluss nach DIN 2353-L für DN25		
HA V-021546 ipf		HA V-021548 idw		

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns gestatteten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebs/rennen ohne unsere Einwilligung nicht vergangen werden. Verantwortlich für die Einhaltung der Abmessungen sind die Fertigung. Zusätzliche Abmessungen werden nach Maßgabe des Gezeigten verifiziert.



Alle Kanten entgraten mit max. 0,2mm

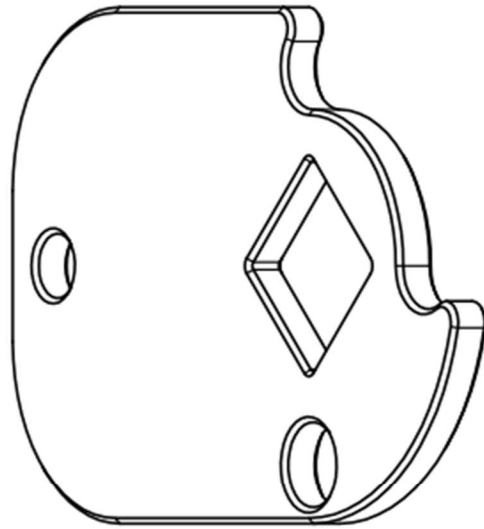
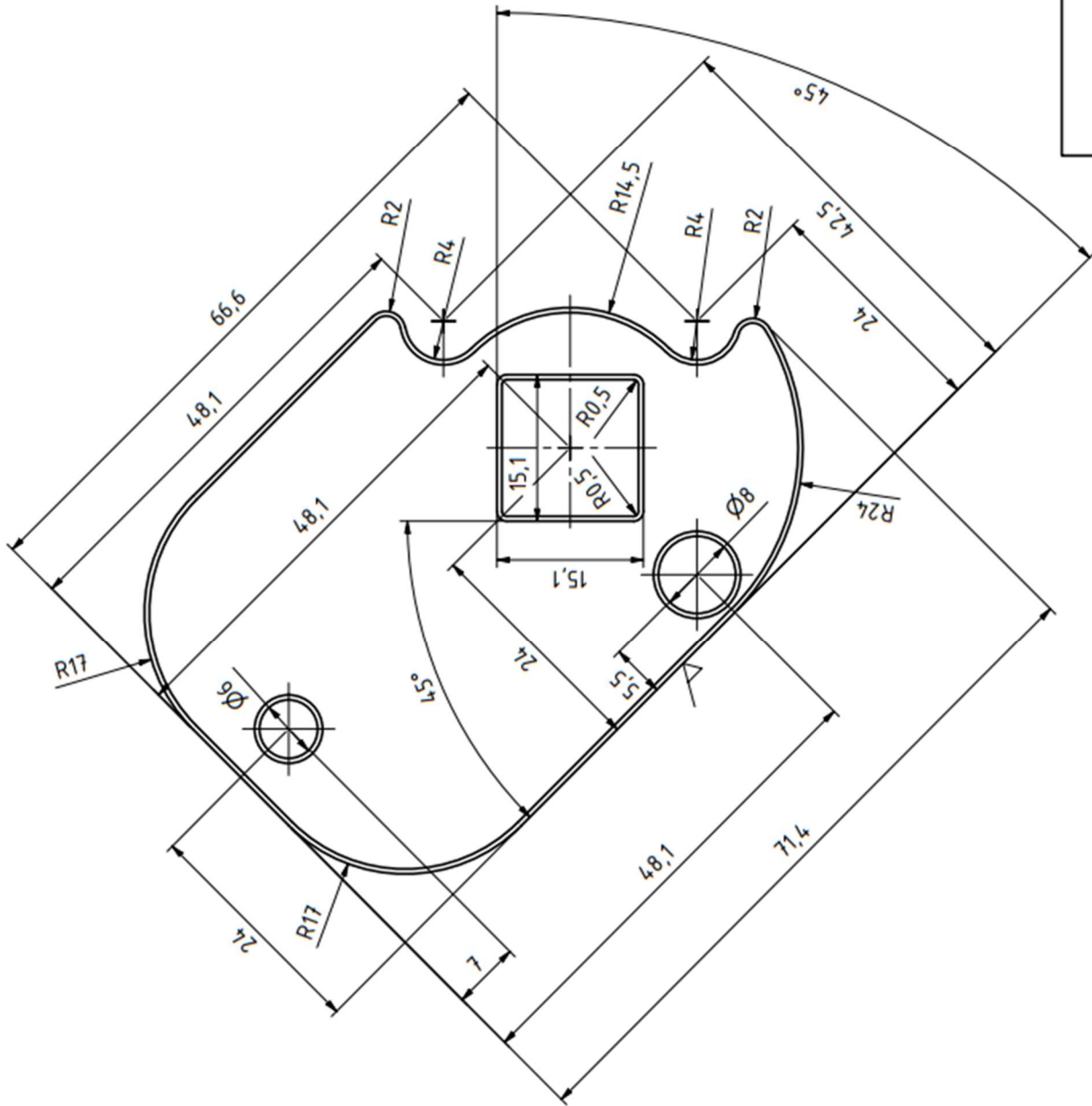


Span- und gratfrei fertigen Stahlblech gestanz.	Allgemeintoleranzen DN ISO 2768m-H		Maßstab: 1 : 1	Gewicht: 0,039 kg
	Datum 13.03.2023	Name Kochler	Werkstoff: S355J2	Oberfläche: ZnNi
Abfertigung	Herstellung	AB	Blech 1 Schloßvorrichtung	
Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen			BKH-DN25-Schloßvorrichtung Für Abschließvorrichtung	
			HAY-023217 ipt	
			1	
			A3	
			HAY-023267 idw	

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck gebraucht und insbesondere Betriebsanleitungen oder unsere Einwilligung nicht vorliegt werden. Vervielfältigung irgendwelcher Art ist untersagt. Änderungen werden nach Maßgabe des Querschnitts verfügt.

√(∇)

Alle Kanten entgraten mit max. 0,5mm



Span- und graffrei fertigen. Stahlblech gestanz	Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768m-H		Maßstab: 2 : 1		Gewicht: -	
	Datum 07.03.2023	Name Kohler	Werkstoff: S355J2		Oberfläche: ZnNi	
Herzogsheim	Herzogsheim	Havit Hydraulik GmbH Schulweg 1 D-85107 Baar-Ebenhausen		Unterlegscheibe für Schaltstellung Auf, Zu, Gesperrt und Verschlössen		
				HAY-023219 ip1		1
						A3
						HAV-023218 idw

Diese Zeichnung darf nur zu dem von uns genehmigten Verwendungszweck genutzt und insbesondere Betriebsanleitungen ohne unsere Einwilligung nicht kopiert werden. Verwendlichkeit irgendwelcher Art ist untersagt. Zweckerhöhungen werden nach Maßgabe des Quartals verfügt.

6. Erklärung nach § 18 Abs. 4 Nr. 7 APO THI

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die Arbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als ich die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Ingolstadt, den 22.01.2024



Simon Kohler