

2.1 Aufgabenstellung

Zur Fertigung der 9 mm-Bohrungen des abgebildeten Flansches aus S235JR nach Abb. 2.1 auf einer Einspindel-Bohrmaschine ist eine Vorrichtung zu konstruieren. Die Vorrichtung soll entsprechend Abb. 2.2 aufgebaut sein. Der Flansch wird mit einer waagrecht angeordneten Gewindespindel über einen Winkelhebel gespannt. Die Betätigung der Gewindespindel erfolgt über einen Kreuzgriff DIN 6335 mit einem maximal aufzubringenden Drehmoment von Hand $T \approx 15 \text{ Nm}$. Dieser Griff ist mittels Querstift mit der Spindel verbunden.

Die Ausrichtung des Flansches für jede neu zu erstellende Bohrung wird über einen Rastbolzen, der in eine schon gefertigte Bohrung einrastet, erfolgen. Die Spannkraft auf den Flansch beträgt 2,5 kN und muss, ohne Spannmacken zu hinterlassen, auf das Werkstück übertragen werden. Auch muss die in Abb. 2.1 geforderte Toleranz eingehalten werden. Die Halterungen für die Flanschmutter, den Winkelhebel und die Bohrbuchse sollen mit der Grundplatte verschweißt werden. Die Losgröße beträgt 5000 Stück.

Abb. 2.1 Flansch

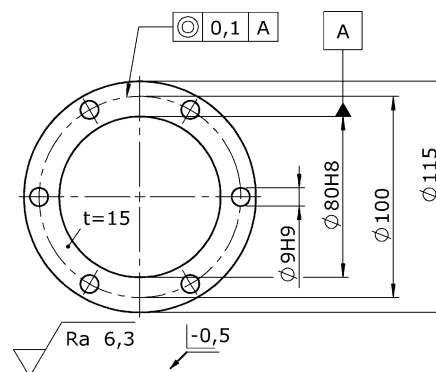
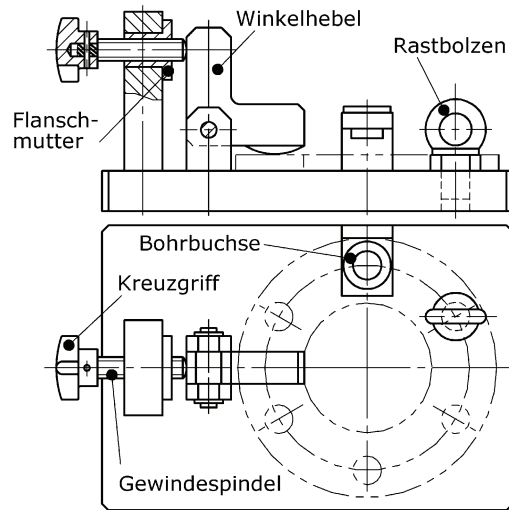


Abb. 2.2 Prinzipskizze der Bohrvorrichtung



2.2 Lösungsfindung

2.2.1 Anforderungsliste

Zunächst müssen gemäß dem vorgestellten Kap. 1, „Aufbau und Vorgehensweise des Buches“, die Anforderungen an die Konstruktion definiert werden (siehe auch Hinweise zu Aufbau und Vorgehensweise des Buches).

Tab. 2.1 Anforderungsliste

F =Forderung W = Wunsch	Nr.	Anforderungen	Datum:	verantwortlich:
F	01	zu fertigende Losgröße: 5000 Stück		lt. Aufgabe
F	02	Fertigung auf einer Einspindel-Säulenbohrmaschine		lt. Aufgabe
F	03	Spannkraft am Werkstück $F_{Sp} = 2500 \text{ N}$		lt. Aufgabe
F	04	Einleitung der Spannkraft gemäß Prinzipskizze (vgl. Bild 1-1)		lt. Aufgabe
F	05	maximal aufzubringendes Drehmoment von Hand $T = 15 \text{ Nm}$		lt. Aufgabe
F	06	die Übertragung der Handkraft auf die Spindel muss über einen Kreuzgriff DIN 6335 mit Querstift erfolgen		lt. Aufgabe
F	07	die Vorrichtung soll auf einem Standard-Maschinentisch spannbar sein		Prüfling
W	08	Herstellungskosten max. 1200,- €		Prüfling
W	09	Änderung der Bohrposition max. 3 s		Prüfling
W	10	Werkstückwechsel max. 3 s		Prüfling
F	11	Verhinderung von Spanmarken am Werkstück		lt. Aufgabe
F	12	Funktionselemente mit Grundplatte verschweißt		lt. Aufgabe
W	13	möglichst Normteile und Fertigteile einsetzen		lt. Aufgabe
F	14	Späne mittels Pressluft entfernbar		lt. Aufgabe
einverstanden:				Blatt:1 von 1

2.2.2 Black-Box-Darstellung

Nach Festlegung der zentralen Anforderungen wird das zu entwickelnde technische System lösungsneutral mittels der Black Box dargestellt.

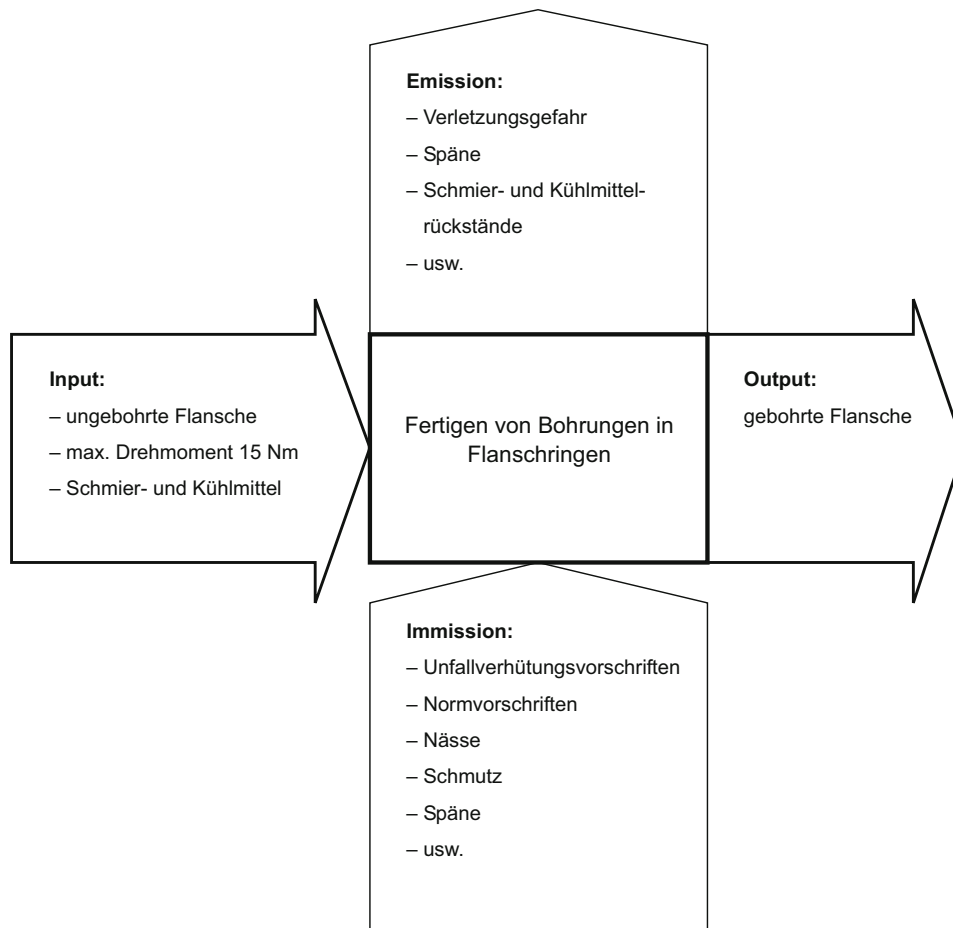


Abb. 2.3 Black-Box-Darstellung

2.2.3 Funktionsanalyse

Die für den Bearbeitungsvorgang von der Vorrichtung zu erfüllenden notwendigen Einzelfunktionen werden hier von den aufgelisteten einzelnen Handhabungs- und Bearbeitungsschritten abgeleitet, die für die Durchführung der beschriebenen Arbeit notwendig sind. Die generelle Vollständigkeit im Sinne der Aufgabenstellung kann überprüft werden, indem in Gedanken eine anders geartete Vorrichtung (z. B. eine Fräs- oder Schweißvorrichtung) nach diesen Einzelfunktionen ausgerichtet wird.


Tab. 2.2 Funktionsanalyse

Nr.	Handhabungs- und Bearbeitungsschritte	Einzelfunktion
01	Entnehmen des Flansches und auf den Maschinentisch legen	Einbringen der Werkstücke in die Vorrichtung
02	Flansch in Bohrposition ausrichten	Positionierung der Werkstücke in der Vorrichtung
03	Evtl. Überprüfen der richtigen Bearbeitungslage, wenn nur von einer Seite gebohrt werden kann	Vermeidung falschen Einlegens des Werkstücks
04	Spannen des Flansches mittels Maschinenschraubstock	Festlegen des Werkstücks
05	Verlaufen des Bohrers verhindern	Führen des Werkzeugs
06	Fertigen weiterer Bohrungen	Änderung der Bearbeitungsposition
07	Lösen des Schraubstocks	Lösen des Werkstücks
08	Werkstück dem Schraubstock entnehmen	Ausbringen der Werkstücke aus der Vorrichtung
09	Anordnen der Einzelteile auf einer Grundplatte	Aufnahme von Kräften und Funktionselementen
10	Festspannen des Schraubstocks auf dem Bohrmaschinentisch	Festlegen der Vorrichtung auf dem Maschinentisch

2.2.4 Morphologischer Kasten zur Variantenbildung

Den ermittelten Einzelfunktionen werden mittels geeigneter Ideenfindungsmethoden Lösungen zugeordnet. Dem schließt sich die Bildung von mindesten zwei sinnvollen Varianten an.

Tab. 2.3 Morphologischer Kasten

↓ Einzelfunktionen ↘	→ Varianten	Variante A	Variante B	Variante C
01 Einbringen der Werkstücke in die Vorrichtung		von Hand	Magazin mit pneumatischer Zuteilung	Handhabungsroboter
02 Positionierung der Werkstücke in der Vorrichtung		über die zentrische Bohrung mittels zylindrischen feststehenden Dorn	über die zentrische Bohrung mittels zylindrischen versenkbaren Dorn	Prismatische Aufnahme 
03 Vermeidung falschen Einlegens des Werkstücks		entfällt, da beide Seiten des Flansches gleich sind		
04 Festlegen des Werkstücks		Gewindespindel und Kipphebel	durch Aufgabenstellung festgelegt	
05 Führen der Werkzeuge		Bohrbuchse	durch Aufgabenstellung festgelegt	
06 Änderung der Bearbeitungsposition		Drehen des Flansches von Hand und Positionierung über einen in die gefertigte Bohrung eingesteckten Bolzen	Drehen des Flansches von Hand und Positionierung über einen in die gefertigte Bohrung einrastenden federbelasteten Bolzen	Drehen der Vorrichtung mit Hilfe eines Drehtellers mit Teilkopf
07 Lösen des Werkstücks		von Hand über Lösen der Gewindespindel	durch Aufgabenstellung festgelegt	
08 Ausbringen der Werkstücke aus der Vorrichtung		von Hand	Handhabungsroboter	
09 Aufnahme von Kräften und Funktionselementen		Grundplatte	Gehäuse	Maschinentisch
10 Festlegen der Vorrichtung auf dem Maschinentisch		mittels Spanneisen	Langlöcher in der Grundplatte mit Schrauben und T-Nut-Muttern	

2.2.5 Bewertung der Varianten

Zur Bewertung der Varianten werden nur die Ausprägungen der Einzelfunktionen herangezogen, die gut geeignet und aufeinander abgestimmt sind. Unter Funktion wurde die funktionale Ausprägung bewertet, die eine Fertigungszeiteinsparung gegenüber der ande-

ren Variante ergab. Da der Kostenrahmen großzügig ist und die Sicherheit im Vordergrund steht (Personengefährdung), werden die Kosten 1-fach und die Funktion 2-fach gewichtet.

Tab. 2.4 Nutzwertanalyse

Wertskala nach VDI 2225 mit Punktvergabe P von 0 bis 4: 0 = unbefriedigend, 1 = gerade noch tragbar, 2 = ausreichend, 3 = gut, 4 = sehr gut						
Einzelfunktionen	Variante A			Variante B		
	K	F	W = K + F	K	F	W = K + F
01	von Hand eine automatische Zuteilung ist hier nicht wirtschaftlich	/	/	/	/	/
02	feststehender Dorn als Zentrierung erfordert ein weites Zurückdrehen der Gewindespindel um den Flansch über diese Zentrierung heben zu können	1 x 3 = 3 2 x 2 = 4 3 + 4 = 7	/	versenkbarer Dorn schnelleres Einlegen und Entnehmen des Werkstücks durch Zurückdrücken der Zentrierung. Eine halbe Umdrehung der Gewindespindel reicht aus um den Flansch zu lösen	1 x 2 = 2 2 x 3 = 6 2 + 6 = 8	/
03	entfällt, da beide Seiten des Flansches gleich sind	/	/	/	/	/
04	Gewindespindel und Kipphebel	/	/	durch Aufgabenstellung festgelegt	/	/
05	Bohrbuchse	/	/	durch Aufgabenstellung festgelegt	/	/
06	von Hand eingesteckter Bolzen	1 x 3 = 3 2 x 2 = 4 3 + 4 = 7	/	selbständig einrastender federbelasteter Bolzen schnellere Änderung der Bearbeitungsposition	1 x 2 = 2 2 x 4 = 8 2 + 8 = 10	/
07	von Hand über Lösen der Gewindespindel	/	/	durch Aufgabenstellung festgelegt	/	/
08	von Hand eine automatische Zuteilung ist hier nicht wirtschaftlich	/	/	von Hand	/	/
09	Grundplatte	/	/	Grundplatte	/	/
10	Langlöcher in der Grundplatte mit Schrauben und T-Nut-Muttern	1 x 2 = 2 2 x 3 = 6 2 + 6 = 8	/	Spanneisen	1 x 3 = 3 2 x 2 = 4 3 + 4 = 7	/
ΣW			22	maximale Punktzahl P _{max}		25

2.3 Konstruktion

2.3.1 Hinweise zur Konstruktion

Der geforderte schnelle Werkstückwechsel kann nur erreicht werden, wenn zum Spannen und Lösen des Werkstücks nicht mehr als eine halbe Umdrehung der Gewindespindel nötig ist. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, das Werkstück über die Auflage in die Vorrichtung zu schieben, damit der Spannweg klein gehalten wird. Da aber nur eine genaue, von der Werkstücktoleranz unabhängige Positionierung über einen Dorn in der zentrischen Bohrung möglich ist, muss dieser Dorn versenkbar angeordnet sein, damit das Werkstück darüber hinweg geschoben werden kann.

Auch die Änderung der Bohrposition soll möglichst schnell erfolgen. Beim Drehen des gelösten Flansches von Hand um den Zentrierdorn wird der Rastbolzen durch eine Druckfeder in die nächste Bohrung einrasten. Die Arretierung durch den Rastbolzen kann über einen Hebel wieder aufgehoben werden. Der Hebel ist so angeordnet, dass er mit einem Finger der Hand, die die Gewindespindel betätigt, bedient werden kann. Mit der anderen Hand kann dann der Flansch in die nächste Bohrposition gedreht oder der Vorrichtung entnommen werden.

Um das Werkstück möglichst breitflächig und in der Nähe der auftretenden Bohrkkräfte spannen zu können, werden die Spannkkräfte auf zwei Druckstücke verteilt. Da die Kräfte gleichmäßig auf die Druckstücke übertragen werden sollen, sind sie auf einer Wippe angeordnet. Diese Wippe gleitet dabei über einen eingefrästen, kreisbogenförmigen Einschnitt im Hebel. Diese Anordnung ergibt kleinere Abmessungen als die Realisierung der Schwenkbewegung über einen Stift. Hier hält der eingesetzte Stift die Wippe nur in ihrer Position.

Die Trapezgewindespindel wird entsprechend der Aufgabenstellung mit einem Kreuzgriff betätigt. Um die Schwenkbewegung des Winkelhebels auszugleichen, erfolgt die Überleitung der Druckkraft von der Spindel auf den Hebel über ein genormtes Druckstück.

Die Grundpatte zur Aufnahme des Werkstücks und der Funktionselemente wurde auf vier genormte Füße gestellt. Dadurch lassen sich die Späne, die durch die Auslaufbohrung unter der Bohrbuchse fallen, leichter entfernen.

Bei der Inbetriebnahme der Vorrichtung sind die Druckstücke an der Wippe einzustellen. Dabei ist zu beachten, dass der Rastbolzen bei gelöstem und gespanntem Werkstück selbständig in die Bohrung einrastet und über den Hebel ohne großen Kraftaufwand angehoben werden kann.

2.3.2 Konstruktionszeichnung

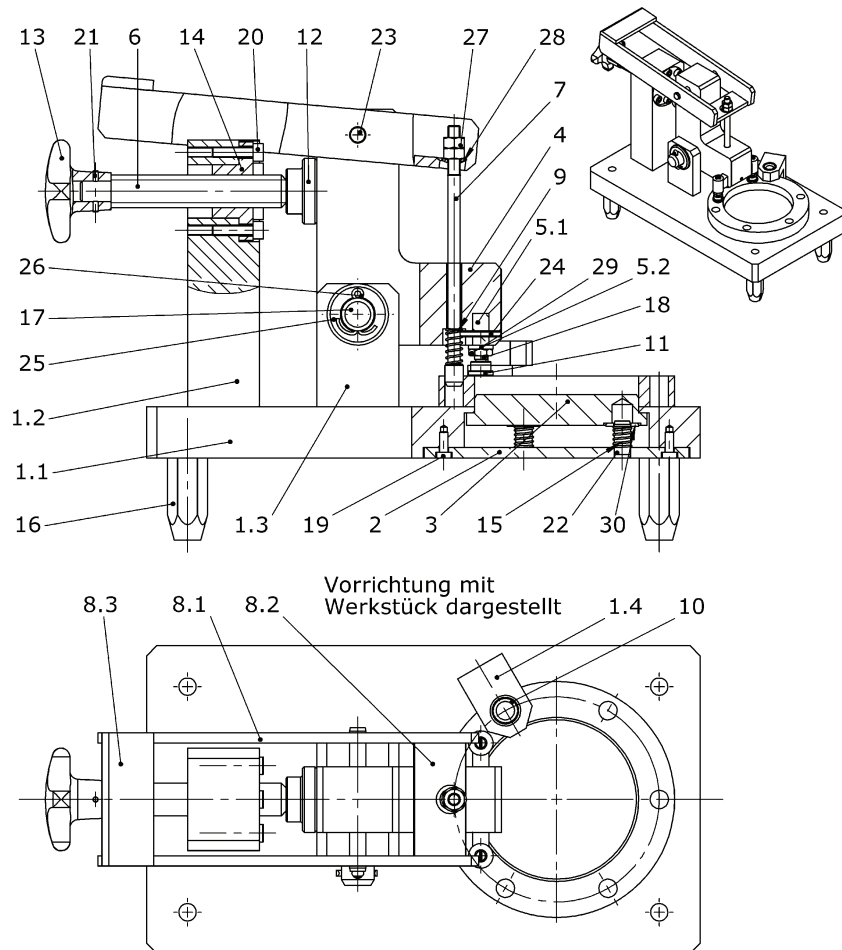



Abb. 2.4 Bohrvorrichtung

Hinweis: Die elektronische Baugruppe kann für unterrichtliche Zwecke heruntergeladen werden (vgl. Vorwort).

2.3.3 Stückliste

Tab. 2.5 Stückliste

1	2	3	4	5	6	
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Sachnummer/Norm – Kurzbezeichnung	Bemerkung	
1	1	Stek	Grundplatte kompl.			
1.1	1	Stek	Grundplatte	FI DIN EN 10058-150x25x270-S355JR		
1.2	1	Stek	Spindelaufnahme	FI DIN EN 10058-35x50x130-S355JR		
1.3	2	Stek	Lagerbock	FI DIN EN 10058-40x12x60-S355JR		
1.4	1	Stek	Bohrbuchsenhalter	FI DIN EN 10058 -25x32-S355JR		
2	1	Stek	Abdeckplatte	BI DIN EN 10029-S235JR-6B		
3	1	Stek	Zentrierplatte	Rd DIN EN 10058-90-S235JR		
4	1	Stek	Winkelhebel	FI DIN EN 10058-32x90x115-S235JR		
5	1	Stek	Druckwippe kompl.			
5.1	1	Stek	Wipptraverse	FI DIN EN 10058-8x55-S235JR		
5.2	2	Stek	Gewindebuchse	Rd DIN EN 10278-S235JR-12		
6	1	Stek	Gewindespindel	Best.nr. 640 016 00 E295 Tr 16x4	Fa. Mädler	
7	1	Stek	Arretierbolzen	Rd DIN EN 10278 -S235JR-9		
8	1	Stek	Arretierhebel			
8.1	2	Stek	Hebelarm	FI DIN EN 10058-25x5x180-S235JR		
8.2	1	Stek	Arretierbolzenaufnahme	FI DIN EN 10058-25x5x55-S235JR		
8.3	1	Stek	Drücker	FI DIN EN 10058-25x5x65-S235JR		
9	1	Stek	Druckfeder	DIN 2098-B-0,8x8x28		
10	1	Stek	Bohrbuchse	DIN 179-A 9x12		
11	2	Stek	Druckstück	DIN 6311-S12-EN-GJL-150		
12	1	Stek	Druckstück	DIN 6311-S32-EN-GJL-150		
13	1	Stek	Kreuzgriff	DIN 6335-C50-EN-GJL-150		
14	1	Stek	Flanschmutter	Best.nr. 644 770 16 CuSn6	Fa. Mädler	
15	3	Stek	Druckfeder	DIN 2098-0,85x9,85x12,75-B		
16	4	Stek	Fuß	DIN 6320-A M10x40		
17	1	Stek	Bolzen	DIN EN 22341-16x70-11SMn37		
18	2	Stek	Gewindestift mit Druckzapfen	DIN 6332-S M6x30		
			Erstellt durch Fl / Tt	Sach-/Zeichnungsnummer		
			Titel Bohrvorrichtung		Dokumentart Übersichtszeichnung	
			Änd.	Ausgabedatum 01.07.2006	Spr. D	Blatt 1 (2)