

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Schieber in Stanzerei-Großwerkzeugen  
Cam units for large press dies

VDI 3386

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Formelzeichen</b> .....	<b>3</b>	<b>2 Symbols</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Schiebertypen</b> .....	<b>4</b>	<b>3 Cam unit types</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Keilschiebersysteme</b> .....	<b>4</b>	<b>4 Wedge cam unit systems</b> .....	<b>4</b>
4.1 Allgemeines .....	4	4.1 General.....	4
4.2 Arbeitswinkel von Keilschiebern.....	4	4.2 Working angle of wedge cam units .....	4
4.3 Bauformen und Besonderheiten .....	4	4.3 Designs and special features .....	4
4.4 Füllschieber – Bauformen und Besonderheiten.....	14	4.4 Filling cam units – Designs and special features.....	14
4.5 Schiebervorbeschleunigung .....	16	4.5 Cam unit pre-acceleration .....	16
4.6 Schieberrückholung .....	17	4.6 Retraction of the cam unit.....	17
4.7 Schieberanschlüge.....	19	4.7 Cam unit stoppers .....	19
4.8 Schieberfixierung.....	19	4.8 Cam unit fixation .....	19
4.9 Null-Arretierung .....	19	4.9 Zero lock.....	19
4.10 Werkstoffe für Schieberbauteile .....	19	4.10 Materials for cam unit components.....	19
<b>5 Konstruktionshinweise</b> .....	<b>20</b>	<b>5 Design information</b> .....	<b>20</b>
5.1 Allgemeine Hinweise.....	20	5.1 General notes .....	20
5.2 Ermittlung von Keilwinkeln bei unterschiedlichen Führungsebenen .....	21	5.2 Determination of wedge angles with different guide levels .....	21
5.3 Anzahl der Treiber .....	22	5.3 Number of drivers.....	22
5.4 Bauhöhe des Schiebers.....	22	5.4 Overall height of the cam unit .....	22
5.5 Gleitleisten an Keiltrieben .....	22	5.5 Sliding strips on wedge drives .....	22
<b>6 Berechnung des Keiltriebs</b> .....	<b>24</b>	<b>6 Calculation of the wedge drive</b> .....	<b>25</b>
6.1 Kräfte und Hübe am Schieber.....	24	6.1 Forces and strokes on the cam unit.....	25
6.2 Schieberrückholung – Kräfte .....	26	6.2 Cam unit retraction – Forces.....	27
<b>7 Kaufschieber</b> .....	<b>28</b>	<b>7 Purchase cam units</b> .....	<b>28</b>
Schrifttum .....	28	Bibliography .....	28

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Produktionstechnik und Fertigungsverfahren

VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 3: Betriebsmittel

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3386](http://www.vdi.de/3386).

## Einleitung

Schieber sind ein zentrales Element von Werkzeugen für Großpressen. Sie werden eingesetzt, um die vertikale Bewegung der Presse in eine horizontale oder schräg nach oben bzw. nach unten laufende Bewegung zur Formgebung des Werkstücks umzusetzen. Erreicht wird dies über das Abgleiten schräger Ebenen.

In dieser Richtlinie werden verschiedenen Bauformen von Keilschiebern beschrieben, z.B.:

- Arbeitsschieber im Werkzeugunter- oder -oberteil
- Füllschieber
- Drehschieber

Diese Richtlinie fasst das Basiswissen über Schieber in Großwerkzeugen unter Einbeziehung des gegenwärtigen Stands der Technik zusammen. Zudem sind in der Richtlinie verschiedene Schieberelemente dargestellt, z.B. die Schieberrückholung, Vorbeschleunigung, Befestigung sowie die Schieberarretierung bei der Bearbeitung im Werkzeug. Ein weiterer Schwerpunkt sind Konstruktionshinweise zur Schiebergestaltung. Dies beinhaltet beispielsweise auch die Berechnungen der Schieberwinkel und -kräfte, sowie die konstruktive Auslegung der Schieberführungen. Ebenfalls befasst sich die Richtlinie mit fertigen Schieberereinheiten, sogenannten Kaufschiebern, die von spezialisierten Herstellern angeboten werden. Diese Richtlinie ist eine komplett überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Fassung der Richtlinie VDI 3386 von 1990.

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Further current information is available on the Internet at [www.vdi.de/3386](http://www.vdi.de/3386).

## Introduction

Cam units are a central element of dies for large presses. They are used to convert the vertical movement of the press into a horizontal or inclined upward or downward movement for shaping the workpiece. This is achieved by sliding oblique planes.

This standard describes various types of wedge cam units, e.g.:

- cam units in the lower or upper part of the die
- filling cam units
- rotary cam units

This standard summarises the basic knowledge about cam units in large dies, taking into account the current state of the art. In addition, the standard describes various cam unit elements, e.g. cam unit return, pre-acceleration, fastening as well as cam unit locking during machining in the die. Another focus is on design information for cam unit design. This includes, for example, the calculations of the cam unit angles and forces, as well as the structural design of the cam unit guides. The standard also deals with ready-made cam units, so-called purchase cam units, which are offered by specialised manufacturers. This standard is a completely revised, updated, and extended version of the standard VDI 3386 from 1990.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie wendet sich an Werkzeugbauer und Presswerke sowie deren Zulieferer im Bereich Stanzerei-Großwerkzeuge. Es werden die Grundlagen zur richtigen Gestaltung, Dimensionierung und Anwendung von Keilschiebern beschrieben. Die Richtlinie gilt für alle Schieber in Großwerkzeugen.

Sie wendet sich außerdem an Studierende, Absolventen und Absolventinnen sowie Einsteigende auf dem Gebiet der Konstruktion von Großwerkzeugen.

Des Weiteren bildet sie eine gute Grundlage für die Aus- und Weiterbildung der Beschäftigten in den Bereichen Presswerkzeugbau und Presswerk sowie der Normteile-Lieferanten.

## 1 Scope

This standard is addressed to die makers and press shops as well as their suppliers in the field of large press dies. It describes the basics for the correct design, dimensioning and application of wedge cam units. The standard applies to all cam units in large dies.

It is also aimed at students, graduates, and beginners in the field of large die design.

Furthermore, it forms a good basis for the training and further education of the employees in the areas of press die construction and press shop as well as the standard parts suppliers.

### 3 Schiebertypen

Schieber (Bild 1) werden in Großpresswerkzeugen immer dann eingesetzt, wenn eine Umlenkung der Kraft- bzw. Bewegungsrichtung der Presse erforderlich ist. Diese Umlenkung kann mechanisch oder auch hydraulisch erfolgen. Diese Richtlinie beschäftigt sich ausschließlich mit den mechanischen Schiebern.

Mechanisch angetriebene Schiebertypen:

- Keilschieber: Die Umlenkung erfolgt über Keile.
- Rollenschieber: Die Umlenkung erfolgt mittels eines Keils (Treibers), der über eine Rolle den Schieber antreibt.
- Drehschieber: Der Antrieb des Arbeitsschiebers erfolgt meist über einen zusätzlichen Zylinder.
- Hebelschieber: Die Umlenkung erfolgt über spezielle Hebelmechanismen.

### 4 Keilschiebersysteme

#### 4.1 Allgemeines

Ein Keilschieber besteht aus Schieberaufnahme, beweglichem Schieberteil (Arbeitsschieber) und Treiber. Je nach Einbauort der Schieberaufnahme mit Arbeitsschieber, entweder im Ober- oder Unterteil des Presswerkzeugs, unterscheidet man zwischen Ober- und Unterteilschieber. Der Antrieb erfolgt durch das am Werkzeugoberteil befestigte Schieberelement, das nach dem Auftreffen auf dem im Werkzeugunterteil (am Pressentisch) befestigten Element, aufgrund einer voreingestellten Keilfläche, eine Zwangsbewegung des Arbeitsschiebers auslöst. Das hat zur Folge, dass das an der Aufspannfläche desselben befestigte Werkzeug in Richtung des zu bearbeitenden Teils bewegt wird und somit die eigentliche Operation ausführt. Die Rückführung des Arbeitsschiebers (Werkzeug) erfolgt durch innen liegende Federelemente, sowie im Notfall kurzzeitig durch externe mechanische Zwangsrückführungen.

#### 4.2 Arbeitswinkel von Keilschiebern

Der Arbeitswinkel von Keilschiebern ( $\nu$ ) ist durch die Lage der Schieberachse zur Horizontalen (X-Y-Ebene des Werkzeugachsensystems) bestimmt (Bild 2 und Bild 3).

#### 4.3 Bauformen und Besonderheiten

Die verschiedenen Keilschiebersysteme werden in die in Tabelle 1 gezeigten Klassen eingeteilt.

### 3 Cam unit types

Cam units (Figure 1) are used in large press dies whenever a deflection of the direction of force or movement of the press is required. This deflection can be mechanical or hydraulic. This standard deals exclusively with mechanical cam units.

Mechanically driven cam unit types:

- Wedge cam unit: The deflection takes place via wedges.
- Roller cam unit: The deflection takes place by means of a wedge (driver), which drives the cam unit via a roller.
- Rotary cam unit: The drive of the working cam unit usually takes place via an additional cylinder.
- Lever cam unit: The deflection is done via special lever mechanisms.

### 4 Wedge cam unit systems

#### 4.1 General

A wedge cam consists of a cam holder, a movable cam part (slider) and a driver. Depending on the installation location of the cam unit pick-up with working cam unit, either in the top or bottom part of the press die, a distinction is made between top and bottom part cam units. The drive is provided by the cam unit element attached to the upper part of the die, which triggers a forced movement of the working cam unit after it hits the element attached to the lower part of the die (on the press table) due to a preset wedge surface. As a result, the die attached to the clamping surface of the same is moved in the direction of the part to be machined and thus performs the actual operation. The return of the working cam unit (die) is effected by internal spring elements, as well as briefly by external mechanical forced returns in case of emergency.

#### 4.2 Working angle of wedge cam units

The working angle of wedge cam units ( $\nu$ ) is determined by the position of the cam unit axis in relation to the horizontal (X-Y plane of the die axis system) (Figure 2 and Figure 3).

#### 4.3 Designs and special features

The various wedge gate systems are divided into the classes shown in Table 1.

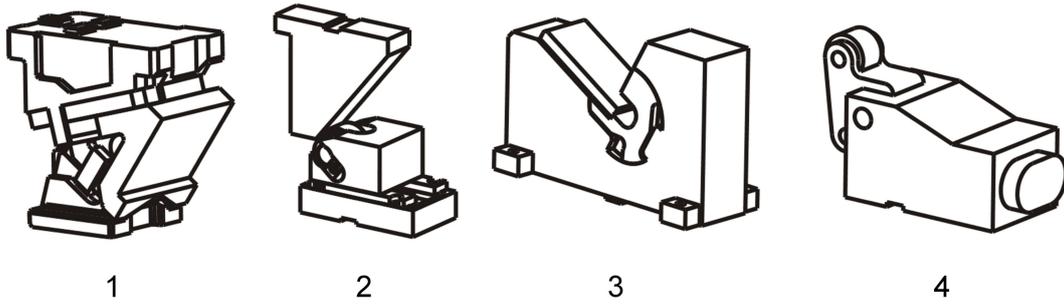


Bild 1. Schiebertypen

- 1 Keilschieber
- 2 Rollenschieber
- 3 Drehschieber
- 4 Hebelschieber

Figure 1. Cam unit types

- 1 wedge cam unit
- 2 roller cam unit
- 3 rotary cam unit
- 4 lever cam unit

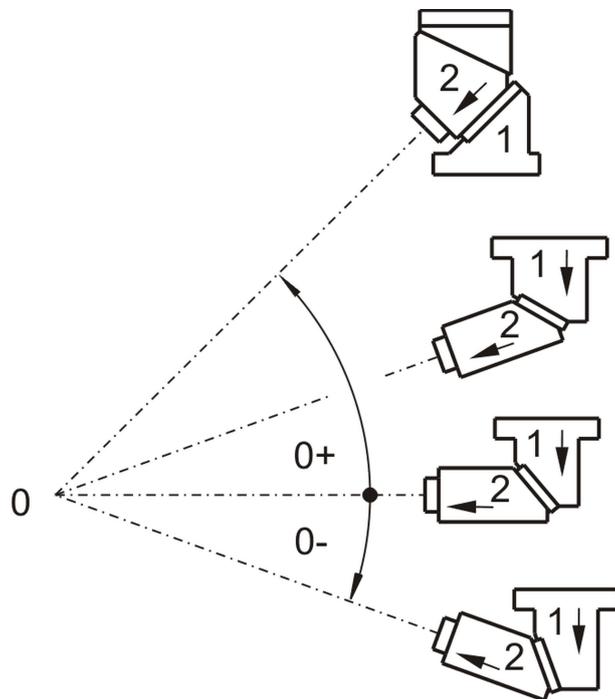


Bild 2. Arbeitswinkel von Keilschiebern

- 1 Treibkeil
- 2 Arbeitsschieber

Figure 2. Working angle of wedge cam units

- 1 driving wedge
- 2 working cam unit

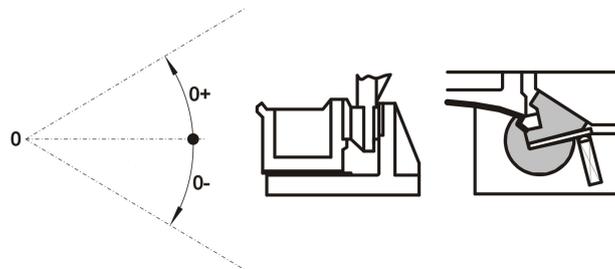
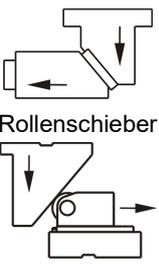
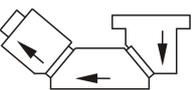
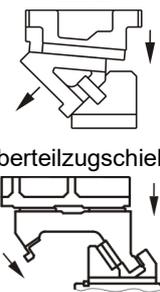
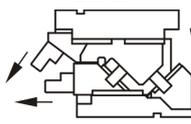
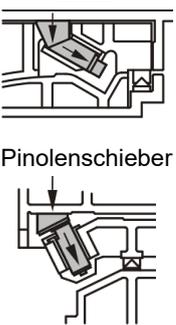
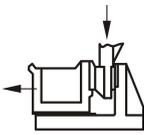
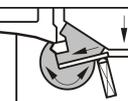
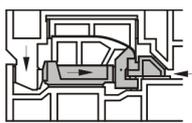
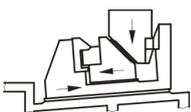


Bild 3. Füllschieber, Winkel

Figure 3. Filling cam unit, angle

Tabelle 1. Klassen von Keilschiebern – Arbeits- und Füllschieber

Schieberfunktion	Arbeitsschieber				
Montage im	Unterteil		Oberteil	Unter- und Oberteil	Niederhalter
Benennung	Unterteilschieber	Unterteilschieber mit Umlenk-zwischenschieber	Oberteilschieber	Doppelschieber	Niederhalter-schieber
Antrieb Bewegungsart	direkt linear 	indirekt linear 	direkt linear 	direkt linear 	direkt linear 
	Rollenschieber		Oberteilzugschieber		Pinolenschieber
Schieberfunktion	Füllschieber				
Montage im	Unterteil				
Benennung	Füllschieber Drehschieber			Füllschieber mit Verriegelungsschieber	
Antrieb Bewegungsart	direkt linear 		indirekt drehend 	indirekt linear 	
			Swing-Schieber	Huckepack-Füllschieber	
					

4.3.1 Unterteilschieber

Diese Schieberbauart (Bild 4) wird sehr häufig eingesetzt und kann sowohl horizontal oder geneigt ausführt werden. Je nach verwendeten Materialien ist auch ein Fahren auf Enddruck möglich.

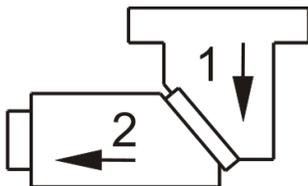


Bild 4. Unterteilschieber

- 1 Treibkeil
- 2 Arbeitsschieber

Unterteilschieber lassen sich zum Beschneiden, Lochen und Formen verwenden.

4.3.1 Die mounted cam units

This type of cam unit (Figure 4) is used very often and can be designed horizontally or inclined. Depending on the materials used, it is also possible to run at final pressure.

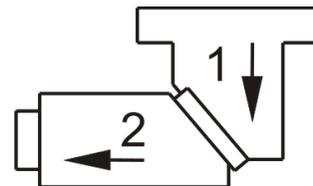
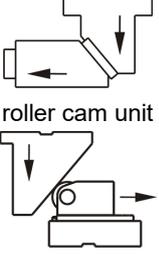
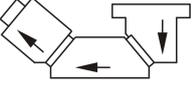
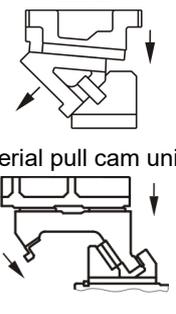
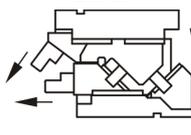
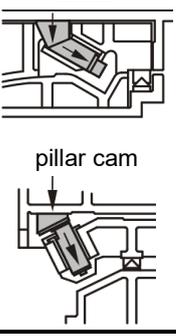
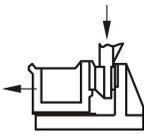
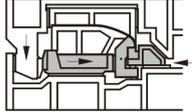
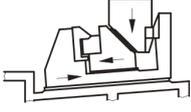


Figure 4. Die mounted cam unit

- 1 driving wedge
- 2 working cam unit

Die mounted cam units can be used for trimming, punching, and shaping.

Table 1. Classes of wedge cam units – Working and filling cam units

Cam unit function	Working cam unit				
Mounting in the	Bottom part		Top part	Bottom and top part	Hold-down
Naming	die mounted cam unit	die mounted cam unit with deflection intermediate cam unit	aerial cam unit	double cam unit	hold-down cam unit
Drive Movement type	direct linear  roller cam unit	indirect linear 	direct linear  aerial pull cam unit	direct linear 	direct linear  pillar cam
Cam unit function	Filling cam unit				
Mounting in the	Bottom part				
Naming	filling cam unit rotary cam unit			filling cam unit with locking cam unit	
Drive Movement type	direct linear 		indirect rotating  swing-cam unit	indirect linear  piggyback filling cam unit	
					

- Vorteile:
  - Die während des Betriebs auftretenden Kräfte lassen sich konstruktiv sehr gut beherrschen.
  - Da der Großteil der Schiebeteile sich im Werkzeug-Unterteil befindet, können somit, bei eventuellem Lösen der Verbindungselemente, diese nicht in kritische Werkzeugbereiche fallen und zu Beschädigungen führen.
  - Die leichte Zugänglichkeit im Werkzeug sowie die geringe Anzahl von Einzelteilen reduzieren den Wartungsaufwand.
  - Aufgrund geringerer bewegter Massen im Werkzeugeteil ist eine Hubzahlsteigerung möglich.

- advantages:
  - The forces that occur during operation can be very well controlled by design.
  - Since the majority of the parts are located in the lower part of the die, if the fasteners become loose, they cannot fall into critical die areas and cause damage.
  - The easy accessibility in the die as well as the small number of individual parts reduce the maintenance effort.
  - Due to lower moving masses in the upper part of the die, an increase in stroke rate is possible.

- Diese Schieber eignen sich optimal für Eigenbauschieber.
- Nachteile:
  - Der Einbauraum ist relativ groß, was die Einarbeitung erschwert (Verhältnis Einbau zu Arbeitsfläche).
  - Der Freiraum zum Abführen des Abfalls beim Beschneiden ist aufgrund des Schieberwegs gering.
  - Bei Transferwerkzeugen kann es durch relativ hochbauende Schieberteile zur Behinderung der Pressenautomation kommen.

Es sind Arbeitswinkel im Bereich von  $(-15...45)^\circ$  realisierbar, allerdings werden in der Praxis nur Winkel von  $(0...20)^\circ$  angewendet.

**4.3.2 Rollenschieber**

Bei diesem Schiebertyp erfolgt der Antrieb des Arbeitsschiebers über einen Keil, der durch Auftreffen auf eine am Arbeitsschieber montierte Rolle betätigt wird (Bild 5).

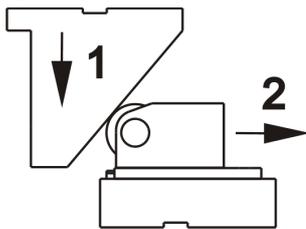


Bild 5. Rollenschieber

- 1 Treibkeil
- 2 Arbeitsschieber

- Vorteile:
  - Da kein fester Arbeitswinkel am Schieber voreingestellt ist, ist er sehr universell einsetzbar, auch Zwischenwinkel sind problemlos möglich.
  - durch ihre kompakte Bauweise, auch für sehr nahe beieinander liegende Operationen einsetzbar
  - geringere Reibung zwischen Treiber und Rolle
  - auch ohne Vorbeschleunigung sanfteres Aufsetzen des Treibers, damit weniger Lärmentwicklung
- Nachteil:
 

Durch den Linienkontakt zwischen Treiber und Rolle sind diese Schieber nicht so hoch belastbar.

Der Schieber-Einbauwinkel liegt im Bereich von  $(-50...20)^\circ$ .

- These cam units are ideal for self-build cam units.
- disadvantages:
  - The installation space is relatively large, which makes familiarisation difficult (ratio of installation to work surface).
  - The clearance for discharging the waste during trimming is small due to the slide path.
  - In the case of transfer dies, relatively tall cam unit parts can obstruct press automation.

Working angles in the range of  $(-15...45)^\circ$  can be realised, but in practice only angles of  $(0...20)^\circ$  are used.

**4.3.2 Roller cam units**

With this type of cam unit, the working cam unit is driven by a wedge which is actuated by hitting a roller mounted on the working cam unit (Figure 5).

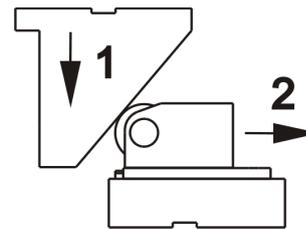


Figure 5. Roller cam unit

- 1 driving wedge
- 2 working cam unit

- advantages:
  - Since no fixed working angle is preset on the cam unit, it can be used very universally; intermediate angles are also possible without any problems.
  - due to their compact design, can also be used for operations very close to each other
  - less friction between driver and roller
  - Even without pre-acceleration, the driver touches down more gently, thus generating less noise.
- disadvantage:
 

Due to the line contact between driver and roller, these cam units are not as heavy-duty.

The cam unit installation angle is in the range of  $(-50...20)^\circ$ .

### 4.3.3 Unterteilschieber mit Umlenkzwichenschieber

Diese Schieberbauart (Bild 6) wird zur Kraftumlenkung beim Formen verwendet und erzeugt eine bessere Kraftverteilung auf den Gleitflächen. Bei Anwendung von Schiebern mit Zwischenschieber sollte der Winkel zwischen beiden Schiebern halbiert werden.

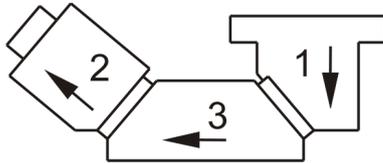


Bild 6. Unterteilschieber mit Umlenkzwichenschieber

- 1 Treibkeil
- 2 Arbeitsschieber
- 3 Zwischenschieber

- Vorteil:

Der Großteil der Schieberteile befindet sich im Werkzeugunterteil. Beim Lösen der Verbindungselemente werden keine kritischen Werkzeugbereiche beschädigt. Weiterhin ist eine gute Zugänglichkeit der Hauptteile im Werkzeug gewährleistet.

- Nachteile:

- Der Einbauraum ist relativ groß, was die Einarbeitung erschwert (Verhältnis Einbau- zur Arbeitsfläche).
- Bei Transferwerkzeugen kann es durch die relativ hochbauenden Schieberteile zur Behinderung der Pressenautomation kommen.
- Durch die im Vergleich zu Schiebern nach Abschnitt 4.3.1 zusätzlich eingefügten Zwischenschieber erhöhen sich Justier- und Wartungsaufwand.

Die Arbeitswinkel kann im Bereich von  $(-85...-15)^\circ$  liegen.

Eine Sonderform stellt der Umlenkschieber mit einem Arbeitswinkel von  $-90^\circ$  dar.

### 4.3.4 Oberteilschieber

Diese Schieberbauart (Bild 7) wird eingesetzt, wenn Unterteilschieber nicht möglich sind. Das hängt meist mit der Taktzeit der Pressenstraße zusammen (geringerer Hub der Mechanik bei Oberteilschiebern, da hier nur der „flache“ Treiber nach dem Öffnen des Werkzeugs im Unterteil verbleibt). Eingesetzt werden diese Schieber in horizontaler oder geneigter Ausführung.

### 4.3.3 Die mounted cam units with deflection intermediate cam unit

This cam unit design (Figure 6) is used to redirect force during moulding and produces a better distribution of force on the sliding surfaces. When using cam units with intermediate cam units, the angle between the two cam units should be halved.

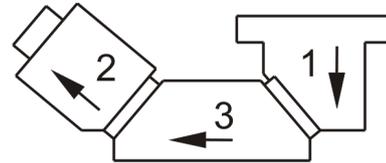


Figure 6. Die mounted cam unit with deflection intermediate cam unit

- 1 driving wedge
- 2 working cam unit
- 3 intermediate cam unit

- advantage:

The majority of the cam unit parts are located in the lower part of the die. When loosening the fasteners, no critical die areas are damaged. Furthermore, good accessibility of the main parts in the die is guaranteed.

- disadvantages:

- The installation space is relatively large, which makes familiarisation difficult (ratio of installation space to working space).
- In the case of transfer dies, the relatively tall cam unit parts can obstruct the press automation.
- Compared to the cam units according to Section 4.3.1, the additional intermediate cam units increase the adjustment and maintenance effort.

The working angle can be in the range of  $(-85...-15)^\circ$ .

A special form is the deflector cam unit with a working angle of  $-90^\circ$ .

### 4.3.4 Aerial cam units

This cam unit design (Figure 7) is used when die mounted cam units are not possible. This is usually due to the cycle time of the press line (shorter stroke of the mechanics with aerial cam units, as here only the “flat” driver remains in the lower part after opening the die). These cam units are used in horizontal or inclined versions.

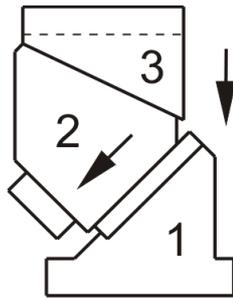


Bild 7. Oberteilschieber

- 1 Treibkeil
- 2 Arbeitsschieber
- 3 Schieberaufnahme

Oberteilschieber lassen sich zum Beschneiden, Lochen und Formen verwenden.

- Vorteile:
  - Sie benötigen nur einen kleinen Einbauraum (Verhältnis von Arbeitsfläche zu Aufbaufläche).
  - Der Großteil der Schieberteile befindet sich im Werkzeugoberteil, sodass es bei Transferwerkzeugen kaum zur Behinderung der Pressenautomation kommen kann. Die während des Betriebs auftretenden Kräfte lassen sich konstruktiv gut beherrschen. Aufgrund der Bauweise können auch große Neigungswinkel abgedeckt werden, was bei Unterteilschiebern nicht möglich ist.
- Nachteile:
  - Die Schieberführungen müssen aufwendiger gestaltet werden, da Schieberteile teilweise von den Führungen gehalten werden.
  - Bei eventuellem Lösen der Verbindungselemente können Schieberteile in die kritischen Werkzeugbereiche fallen und diese beschädigen.

Der Arbeitswinkel liegt im Bereich von  $(0...85)^\circ$ .

#### 4.3.5 Oberteilzugschieber

Diese Schieberbauart (Bild 8) wird bei Schnitten außerhalb der Pressenrichtung eingesetzt, wenn der Schnitt in Richtung des Blechteils verläuft. Aufgrund dieses Verlaufs ist das Setzen des Treibers nicht möglich, da dieser sonst im Bereich des Blechteils, auf dem Niederhalter oder weit außerhalb vom Werkzeug positioniert werden müsste.

Der Großteil der Schieberteile befindet sich im Werkzeugoberteil, sodass es kaum zur Behinderung der Pressenautomation kommt. Der Antrieb kann in den Außenbereich des Werkzeugs verlegt werden. Diese Schieberart stellt allerdings immer einen Sonderfall dar.

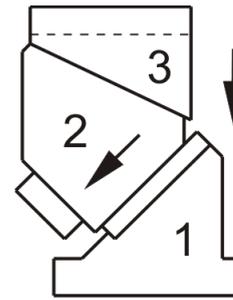


Figure 7. Aerial cam unit

- 1 driving wedge
- 2 working cam unit
- 3 cam unit holder

Aerial cam units can be used for trimming, punching, and shaping.

- advantages:
  - They only need a small installation space (ratio of working surface to installation surface).
  - The majority of the cam unit parts are located in the upper part of the die, so that transfer dies can hardly interfere with the press automation. The forces that occur during operation can be well controlled by the design. Due to the design, large angles of inclination can also be covered, which is not possible with die mounted cam units.
- disadvantages:
  - The cam unit guides have to be designed more elaborately, because cam unit parts are partly held by the guides.
  - In case of possible loosening of the fasteners, cam unit parts can fall into the critical die areas and damage them.

The working angle is in the range of  $(0...85)^\circ$ .

#### 4.3.5 Aerial pull cam units

This type of cam units (Figure 8) is used for cuts outside the direction of the press when the cut runs in the direction of the sheet metal part. Due to this course, it is not possible to set the driver, as it would otherwise have to be positioned in the area of the sheet metal part, on the hold-down or far outside the die.

The majority of the cam unit parts are located in the upper part of the die, so that there is hardly any obstruction of the press automation. The drive can be relocated to the outer area of the die. However, this type of cam unit is always a special case.

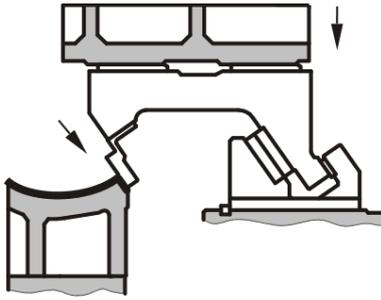


Bild 8. Oberteilzugschieber

Oberteilzugschieber können zum Beschneiden und Lochen verwendet werden. Auch Anwendungen zum Formen sind möglich. Es gibt jedoch auch Nachteile:

- Sie benötigen einen großen Einbauraum (Verhältnis Arbeitsfläche zu Aufbaufläche).
- Die Schieber werden auf Zug belastet.
- Es sind nur kleinere Schieberbreiten möglich.
- Durch die größere Zahl der Einzelteile erhöht sich der Wartungsaufwand. Bei eventuellem Lösen der Verbindungselemente können Schieberteile in die kritischen Werkzeugbereiche fallen und diese beschädigen.

Der Arbeitswinkel liegt im Bereich von  $(45\dots85)^\circ$ .

#### 4.3.6 Niederhalterschieber

Diese Schieberbauart (Bild 9) ist im Inneren des Niederhalters verbaut und wird eingesetzt, wenn ein Antrieb durch externe Treiber im Unterteil nicht möglich ist. Dieser ist nur mit einem kegel-distanzierten Niederhalter einsetzbar und erfordert eine Zwangsrückholung.

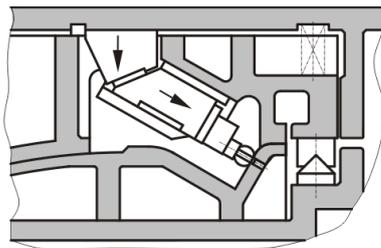


Bild 9. Niederhalterschieber

Niederhalterschieber können für Loch- und Schneidoperationen bzw. zum Nachformen verwendet werden.

- Vorteil:  
Diese Schieberbauart ermöglicht das Einbringen von Öffnungen im Innenbereich relativ flach liegender, geschlossener Bauteile.
- Nachteile:
  - Das hohe Gewicht im Niederhalter hat eine schwierige Abstimmung zur Folge.

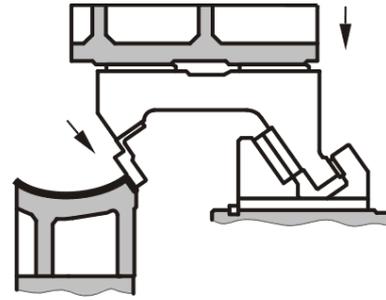


Figure 8. Aerial pull cam unit

Aerial pull cam units can be used for trimming and punching. Shaping applications are also possible. However, there are also disadvantages:

- They need a large installation space (ratio of working surface to installation surface).
- The cam units are loaded in tension.
- Only smaller cam unit widths are possible.
- The larger number of individual parts increases the maintenance effort. If the connecting elements become loose, cam unit parts can fall into the critical die areas and damage them.

The working angle is in the range of  $(45\dots85)^\circ$ .

#### 4.3.6 Hold-down cam units

This cam unit design (Figure 9) is installed inside the hold-down and is used when a drive by external drivers in the lower part is not possible. This can only be used with a cone-distanced hold-down and requires a forced return.

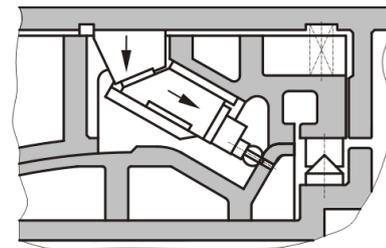


Figure 9. Hold-down cam unit

Hold-down cams can be used for punching and cutting operations or for postforming.

- advantage:  
This cam unit design allows openings to be made in the interior of relatively flat, closed components.
- disadvantages:
  - The high weight in the hold-down results in difficult tuning.

- Der Niederhalter muss äußerst stabil ausgeführt werden.
- Der Wartungsaufwand wird durch die hohe Reparaturanfälligkeit und die schlechte Zugänglichkeit erhöht.

Der Arbeitswinkel liegt im Bereich von (0...85)°.

**Pinolenschieber**

Diese Schieberbauart (Bild 10) ist im Niederhalter installiert und wird eingesetzt, wenn keine Antriebsmöglichkeit durch externe Treiber im Unterteil besteht. Die Rückholung kann durch Gasdruckfedern unterstützt werden. Es ist unbedingt auf eine korrekte Ausführung der Verdrehsicherung zu achten. Pinolenschieber sind nur mit einem kegel-distanzierten Niederhalter einsetzbar und erfordern eine Zwangsrückholung.

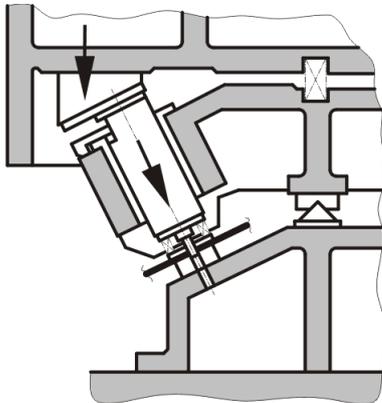


Bild 10. Pinolenschieber

Der Pinolenschieber wird zum Lochen verwendet.

- Vorteile:
  - Es besteht die Möglichkeit des Einbringens von Öffnungen im Innenbereich relativ flach liegender, geschlossener Bauteile.
  - Die modulare Einheit hat einen einfachen Aufbau zur Folge.
- Nachteile:
  - Der Wartungsaufwand wird durch die hohe Reparaturanfälligkeit und die schlechte Zugänglichkeit erhöht.
  - Es besteht die Gefahr des Klemmens.
  - Durch das hohe Gewicht des Niederhalters zeigt sich die Abstimmung schwierig.

Der Arbeitswinkel liegt im Bereich von (45...85)°, ist in Ausnahmefällen jedoch auch bis 0° einsetzbar.

**4.3.7 Drehschieber**

Diese besondere Schieberbauart (Bild 11) verbindet in einer Einheit Füll- und Arbeitsschieber. Die Betätigung und Verriegelung des Füllschiebers

- The hold-down shall be extremely stable.
- The maintenance effort is increased by the high susceptibility to repair and the poor accessibility.

The working angle is in the range of (0...85)°.

**Pillar cam**

This cam unit design (Figure 10) is installed in the hold-down and is used when there is no drive possibility by external drivers in the lower part. The retraction can be supported by gas springs. It is essential to ensure that the anti-rotation device is correctly designed. Pillar cams can only be used with a taper-distance hold-down and require a forced return.

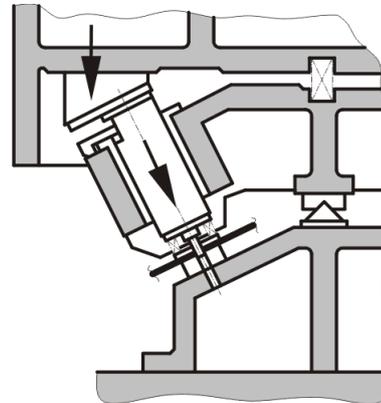


Figure 10. Pillar cam

The pillar cam is used for punching.

- advantages:
  - There is the possibility of inserting openings in the interior of relatively flat, closed components.
  - The modular unit results in a simple construction.
- disadvantages:
  - The maintenance effort is increased by the high susceptibility to repair and the poor accessibility.
  - There is a risk of jamming.
  - Due to the heavy weight of the hold-down, tuning is difficult.

The working angle is in the range of (45...85)°, but can also be used down to 0° in exceptional cases.

**4.3.7 Rotary cam units**

This special cam unit design (Figure 11) combines the filling and working cam units in one unit. The filling cam unit is actuated and locked by the

erfolgt durch den Arbeitsschieber. Die Arbeitsschieber sind oben hängend ausgeführt. Mit Drehschiebern können bei geringstem Platzbedarf Hinterschnitte gefüllt und gleichzeitig Formarbeiten ausgeführt werden.

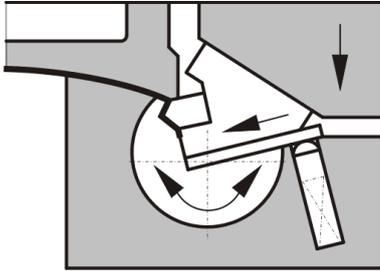


Bild 11. Drehschieber

Die Anwendungen von Drehschiebern sind Füll- und Formoperationen.

- Vorteile:
  - Durch die kompakte Bauweise ist nur ein geringer Bauraum nötig.
  - Er ersetzt komplexe Füllschieber durch die Rotation der Gegenform des Arbeitsschiebers. Die Bereiche sind somit besser füllbar und durch die Drehbewegung sind weniger Freimachungen notwendig. Es können Teile gefüllt werden, die mit konventionellen Füllschiebern nicht oder nur schwierig bearbeitbar sind. Dies alles führt zu einer Einsparung von Operationen.
  - Je nach verwendeten Materialien und Konstruktionsausführung ist auch ein Fahren auf Enddruck möglich.
  - Im Gegensatz zu aufwendigen Verriegelungsschiebern sind weniger Toleranzabstimmungen während des Betriebs notwendig.
  - Die Ausführung ist sehr wartungsarm, pressenunabhängig und steuerbar.
  - Größere Formauflagen sind möglich.
  - Bei fachgerechter Abstimmung (abhängig von der Teilegeometrie) ist eine Verbesserung der Bauteilqualität (Außenhautteile) möglich.
- Nachteile:
  - Anfertigung und Änderungen sind sehr aufwendig. Drehschieber sind teurer als konventionelle Systeme, bestimmend durch die Größe der Einheiten und die ungewöhnliche Bearbeitung des Rotors.
  - Bei unten laufenden Arbeitsschiebern (z.B. Nachformen vom Dach) sind ein extra Antrieb und eine Abfrage der Verriegelung notwendig.

working cam unit. The working cam units are suspended at the top. With rotary cam units, undercuts can be filled and forming work can be carried out at the same time with minimum space requirements.

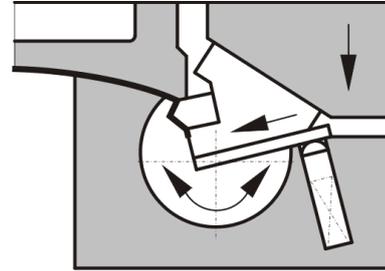


Figure 11. Rotary cam unit

The applications of rotary cam units are filling and forming operations.

- advantages:
  - Due to the compact design, only a small installation space is required.
  - It replaces complex filling cam units by rotating the counter form of the working cam unit. The areas can thus be filled more easily, and the rotary movement means that fewer clearances are necessary. Parts can be filled that are difficult or impossible to process with conventional filling cam units. This all leads to a saving in operations.
  - Depending on the materials used and the design, driving at ultimate pressure is also possible.
  - In contrast to elaborate locking cam units, fewer tolerance adjustments are necessary during operation.
  - The design is very low-maintenance, press-independent and controllable.
  - Larger form editions are possible.
  - With professional adjustment (depending on the part geometry), an improvement of the component quality (outer skin parts) is possible.
- disadvantages:
  - Fabrication and modifications are very costly. Rotary cam units are more expensive than conventional systems, determined by the size of the units and the unusual machining of the rotor.
  - For bottom-running working cam units (e.g. postforming from the roof), an extra drive and interrogation of the interlock are necessary.

- Eventuell muss der vorhandene Patentschutz für unterschiedliche Ausführungen geprüft werden.

Der Arbeitswinkel für das Füllen liegt im Bereich von  $(-80...0)^\circ$ .

#### 4.4 Füllschieber – Bauformen und Besonderheiten

Füllschieber sind erforderlich, um ein durch Arbeitsschieber umgeformtes Blechteil mit Hinterschnitten wieder aus dem Werkzeug entnehmen zu können. Hierzu bewegen sich die Füllschieber zurück in die Ausgangsposition und geben dadurch das Teil zur Entnahme frei.

##### 4.4.1 Füllschieber

##### 4.4.1.1 Füllschieber mit Verriegelung

Diese Schieberbauart (Bild 12) wird zum Ausformen von bauteilbedingten Hinterschnitten, nach unten und oben gerichtet, eingesetzt. Die Hublänge wird durch die Größe des Hinterschnitts bestimmt.

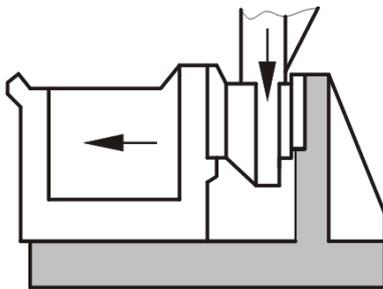


Bild 12. Füllschieber mit Verriegelung durch Überlaufkeil

- Vorteile:
  - Die Schieber besitzen eine Verriegelungsfunktion, das heißt, der Arbeitsschieber wird in der Arbeitsposition fixiert.
  - Der Großteil der Schieberteile befindet sich im Werkzeugunterteil und kann somit bei eventuellem Lösen der Verbindungselemente nicht in kritische Werkzeugbereiche fallen und diese beschädigen. Die gute Zugänglichkeit im Werkzeug sowie die geringe Anzahl von Einzelteilen reduzieren den Wartungsaufwand.
- Nachteil:
  - Der Einbauraum ist groß (Verhältnis Einbau- zur Arbeitsfläche).

Der praktisch ausgeführte Arbeitswinkel liegt im Bereich von  $(-50...30)^\circ$ .

##### 4.4.1.2 Umlenk-Füllschieber

Diese Schieberbauart (Bild 13) beschreibt einen Umlenkschieber mit Füllfunktion und Verriegelung. Mit ihm können Hinterschnitte gefüllt wer-

- It may be necessary to check the existing patent protection for different designs.

The working angle for filling is in the range of  $(-80...0)^\circ$ .

#### 4.4 Filling cam units – Designs and special features

Filling cam units are required in order to be able to remove a sheet metal part with undercuts that has been formed by working cam units from the die again. For this purpose, the filling cam units move back to the starting position and thus release the part for removal.

##### 4.4.1 Filling cam units

##### 4.4.1.1 Filling cam units with locking systems

This cam unit design (Figure 12) is used to form undercuts caused by the component, directed downwards and upwards. The stroke length is determined by the size of the undercut.

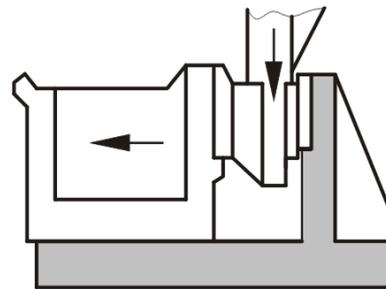


Figure 12. Filling cam unit with locking by overflow wedge

- advantages:
  - The cam units have a locking function, i.e., the working cam unit is fixed in the working position.
  - The majority of the cam unit parts are located in the lower part of the die and can therefore not fall into critical die areas and damage them if the connecting elements become loose. The good accessibility in the die and the small number of individual parts reduce the maintenance effort.
- disadvantage:
  - The installation space is large (ratio of installation space to work surface).

The practical working angle is in the range of  $(-50...30)^\circ$ .

##### 4.4.1.2 Deflecting filling cam unit

This cam unit design (Figure 13) describes a deflector cam unit with filling function and interlock. It can be used to fill undercuts if the working

den, wenn der Arbeitswinkel zu steil ist und der Treiber zu weit in den Bereich der Pressenautomatisierung ragt (Verlagerung nach außen). Bei großen Massen kann der mechanische Antrieb durch pneumatische oder hydraulische Vorbeschleunigung unterstützt werden.

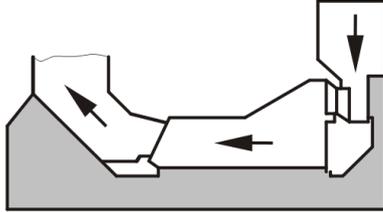


Bild 13. Umlenk-Füllschieber

- Vorteile:
  - Durch den Einsatz von Treibkeilen ist eine gleichzeitige Verriegelung des Füllschiebers möglich.
  - Der Großteil der Schieberteile befindet sich im Werkzeug-Unterteil. Bei eventuellem Lösen der Verbindungselemente werden keine kritischen Werkzeugbereiche beschädigt.
- Nachteile:
  - Es wird viel Platz benötigt, der Einbauraum ist groß (Verhältnis Einbau- zur Arbeitsfläche).
  - Durch Bauteiltoleranzen gestaltet sich die Abstimmung schwierig.
  - Es müssen große Massen bewegt werden, was wiederum den Verschleiß erhöht.

Der Arbeitswinkel liegt im Bereich von  $(-45...0)^\circ$ .

#### 4.4.2 Huckepack-Füllschieber

Diese besondere Schieberbauart (Bild 14) verbindet in einer Einheit Füll- und Arbeitsschieber. Mit diesem Schieber werden Hinterschnitte gefüllt, bevor der Arbeitsschieber im Eingriff ist. Füllschieber und Arbeitsschieber befinden sich im Werkzeugunterteil.

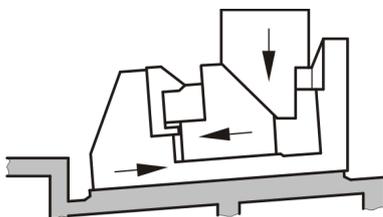


Bild 14. Huckepack-Füllschieber

Angewendet wird der Huckepack-Füllschieber bei Füll- und Formoperationen, jedoch sind auch Lochoperationen möglich.

- Vorteile:
  - Durch den Einsatz von Treibkeilen lässt sich der Füllschieber gleichzeitig verriegeln.

angle is too steep and the driver protrudes too far into the area of the press automation (displacement to the outside). For large masses, the mechanical drive can be supported by pneumatic or hydraulic pre-acceleration.

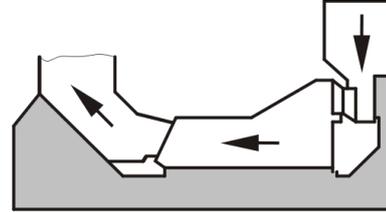


Figure 13. Deflecting filling cam unit

- advantages:
  - By using driving wedges, simultaneous locking of the filling cam unit is possible.
  - The majority of the cam unit parts are located in the lower part of the die. If the fasteners come loose, no critical areas of the die are damaged.
- disadvantages:
  - A lot of space is needed, the installation space is large (ratio of installation to work surface).
  - Due to component tolerances, matching is difficult.
  - Large masses have to be moved, which in turn increases wear.

The working angle is in the range of  $(-45...0)^\circ$ .

#### 4.4.2 Piggyback filling cam unit

This special cam unit design (Figure 14) combines the filling and working cam unit in one unit. This cam unit is used to fill undercuts before the working cam unit is engaged. The filling cam unit and the working cam unit are located in the lower part of the die.

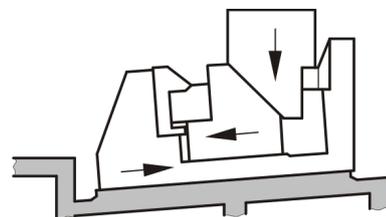


Figure 14. Piggyback filling cam unit

The piggyback filling cam unit is used for filling and forming operations, but punching operations are also possible.

- advantages:
  - By using driving wedges, the filling cam unit can be locked at the same time.

- Der Großteil der Schieberteile befindet sich im Werkzeugunterteil.
- Bei eventuellem Lösen der Verbindungselemente werden keine kritischen Werkzeugbereiche beschädigt.
- Die gute Zugänglichkeit im Werkzeug reduziert den Wartungsaufwand.

- **Nachteil:**

Aufgrund der Zugbelastungen ist das Werkzeug nicht für das Fahren auf Enddruck geeignet.

Füll- und Verriegelungsschieber werden häufig mit Pneumatik-Zylindern angesteuert. Der Arbeitswinkel liegt im Bereich von  $(-15...15)^\circ$ .

#### 4.5 Schiebervorbeschleunigung

Die Vorbeschleunigung des Schiebers dient dazu, die Stoßbelastung und die Beschleunigungskräfte zu reduzieren. Wenn der Treiber aufsetzt, ist der Schieber somit bereits in Bewegung und ein plötzlich auftretender Schlag wird verhindert (Lärmreduzierung, Verschleißverringerung). Erreicht werden kann eine Schiebervorbeschleunigung durch Rollen oder Gleitplatten, die bereits vor den Hauptführungen im Eingriff sind. Es ist die maximale Flächenpressung der Gleitelemente zu berücksichtigen. In der Praxis wird die Vorbeschleunigung nur bis zu einem Arbeitswinkel von maximal  $45^\circ$  eingesetzt.

##### 4.5.1 Vorbeschleunigung mit Rolle/Treiber

Bei dieser Bauart (Bild 15) erfolgt die Vorbeschleunigung des Schiebers mit einer oder zwei Rollen. Die Kurve bzw. Schieberlaufbahn des Vorlauftriebers ist so ausgelegt, dass der Schieber möglichst stetig von 0 bis zum Aufsetzen auf der Treiberführung beschleunigt wird. Da der Kurvenauslauf parallel zur Treiberfläche ist, hat der Schieber im Moment des Aufsetzens auf der Haupttreiberführung die durch den Winkel des Treibers vorgegebene Geschwindigkeit erreicht.

- **Vorteile:**

- Die Stoßbeanspruchung und der Lärmpegel bei großen bewegten Massen werden vermindert.
- Bei höheren Aufprallgeschwindigkeiten haben stabile Rollen/Treiber Vorteile gegenüber der Plattenführung.

- **Nachteile:**

Reduzierung der Gasdruckfederkräfte zur Minderung des Verschleißes von Rolle/Treiber

Es ist eine genaue Abstimmung im Werkzeug erforderlich.

- The majority of the cam unit parts are located in the lower part of the die.

- If the fasteners are loosened, no critical die areas are damaged.

- The good accessibility in the die reduces the maintenance effort.

- **disadvantage:**

Due to the tensile loads, the die is not suitable for driving on ultimate pressure.

Filling and locking cam units are often controlled with pneumatic cylinders. The working angle is in the range of  $(-15...15)^\circ$ .

#### 4.5 Cam unit pre-acceleration

The pre-acceleration of the cam unit serves to reduce the impact load and the acceleration forces. When the driver touches down, the cam unit is already in motion and a sudden impact is prevented (noise reduction, wear reduction). Cam unit pre-acceleration can be achieved by rollers or sliding plates that are already engaged before the main guides. The maximum surface pressure of the sliding elements shall be taken into account. In practice, pre-acceleration is only used up to a maximum working angle of  $45^\circ$ .

##### 4.5.1 Pre-acceleration with roller/driver

In this design (Figure 15), the cam unit is accelerated with one or two rollers. The curve or cam unit track of the pre-driver is designed in such a way that the cam unit is accelerated as steadily as possible from 0 until it touches down on the driver guide. Since the curve is parallel to the driver surface, the pusher has reached the speed determined by the angle of the driver at the moment it touches down on the main driver guide.

- **advantages:**

- The impact stress and the noise level with large moving masses are reduced.
- At higher impact speeds, stable rollers/drivers have advantages over plate guides.

- **disadvantages:**

reduction of gas spring forces to reduce wear of roller/driver

Precise coordination in the die is required.

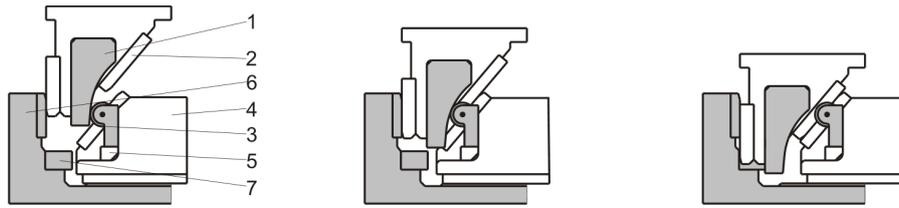


Bild 15. Vorbeschleunigung mit Rolle/Treiber

- 1 Vorlauftreiber
- 2 Gleitplatte
- 3 Laufrolle
- 4 Arbeitsschieber
- 5 Abstimmleiste
- 6 Abstützwange
- 7 Rückanschlag

Figure 15. Pre-acceleration with roller/driver

- 1 forward driver
- 2 sliding plate
- 3 roller
- 4 working cam unit
- 5 adjusting bar
- 6 support cheek
- 7 back stopper

#### 4.5.2 Vorbeschleunigung mit Gleitplatten

Diese Bauart (Bild 16) kommt vorrangig bei großen Schiebern zum Einsatz. Zudem muss ein Schieberendanschlag mit Dämpfung eingesetzt werden.

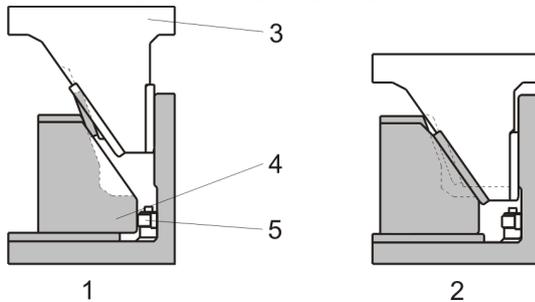


Bild 16. Vorbeschleunigung mit Gleitplatten

- 1 Beginn Vorbeschleunigung
- 2 Arbeitsstellung
- 3 Treiber
- 4 Arbeitsschieber
- 5 Schieberendanschlag

#### 4.5.2 Pre-acceleration with sliding plates

This design (Figure 16) is primarily used for large cam units. In addition, a cam unit end stopper with damping shall be used.

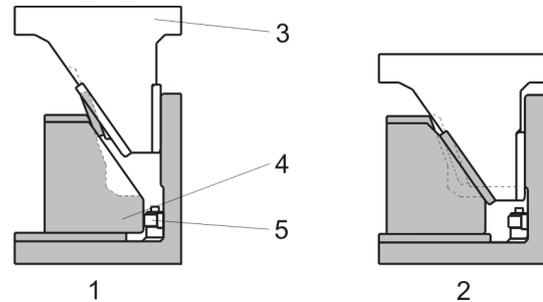


Figure 16. Pre-acceleration with sliding plates

- 1 start pre-acceleration
- 2 working position
- 3 driver
- 4 working cam unit
- 5 cam unit end stopper

- Vorteile:
  - Diese Art der Vorbeschleunigung ist preiswert.
  - Die Abstimmung gestaltet sich einfach.
- Nachteil:
  - Der Lärmpegel und die Stoßbeanspruchung sind höher als bei Rolle/Treiber-Vorbeschleunigung.

- advantages:
  - This type of pre-acceleration is inexpensive.
  - The alignment is simple.
- disadvantage:
  - The noise level and impact stress are higher than with roller/driver pre-acceleration.

### 4.6 Schieberrückholung

#### 4.6.1 Rückholung des Schiebers durch Federn

Aufgrund der langen Lebensdauer sind Gasdruckfedern (siehe VDI 3003) generell zu bevorzugen (Bild 17). Trotz höherer Kosten bietet diese Lösung viele Vorteile, z.B. hohe Kräfte, fast konstante Federkennlinie, lange Hübe bei geringen Einbaumaßen. Hinweise zum Einbau bzw. Betrieb der Gasdruckfedern müssen den jeweiligen Hersteller-richtlinien entnommen werden.

### 4.6 Retraction of the cam unit

#### 4.6.1 Retraction of the cam unit by springs

Due to their long service life, gas springs (see VDI 3003) are generally to be preferred (Figure 17). Despite higher costs, this solution offers many advantages, e.g., high forces, almost constant spring characteristic, long strokes with small installation dimensions. Instructions for the installation or operation of gas springs shall be taken from the respective manufacturer's standards.

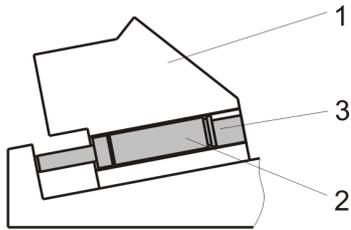


Bild 17. Rückholung durch Gasdruckfedern

- 1 Arbeitsschieber
- 2 Gasdruckfeder
- 3 Gasdruckfederanschlag

Bei Schiebern in Werkzeugen für niedrigere Stückzahlen sind auch Schraubendruckfedern mit Rechteckquerschnitt (siehe DIN ISO 10243) üblich, aber auch die Rückholung mit einfach wirkenden Druckluftzylindern ist möglich. Aus Sicherheitsgründen müssen diese Bauteile mit geeigneten Schutzvorrichtungen (z.B. Schutzblechen) abgedeckt werden (Bild 18).

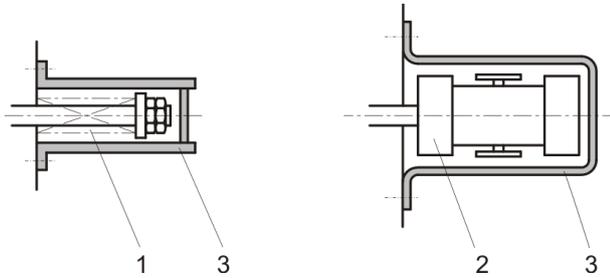


Bild 18. Schutzbleche

- 1 Schraubendruckfeder
- 2 Zylinder
- 3 Schutzblech

#### 4.6.2 Rückholung des Schiebers durch Zwangslauf

Die Zwangsrückholung dient der Vermeidung eines Werkzeugbruchs. Diese ist bei Schiebern im Niederhalter erforderlich, bei OT- und UT-Schiebern je nach Anforderung des Betreibers. Die Zwangsrückholung erfolgt durch mechanische Elemente, z.B. Klammern (Bild 19).

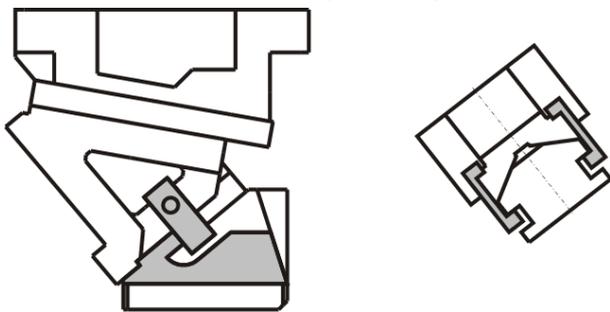


Bild 19. Zwangsrückholung

- Vorteil:

Bei Ausfall der Rückholfeder wird das Werkzeug zwangsweise zurückgezogen und somit wird ein Werkzeugbruch verhindert.

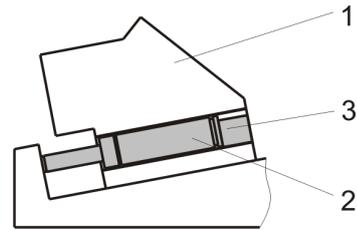


Figure 17. Retraction by gas springs

- 1 working cam unit
- 2 gas spring
- 3 gas spring stopper

For cam units in dies for lower quantities, helical compression springs with right-corner cross-section (see DIN ISO 10243) are also common, but retraction with single-acting compressed air cylinders is also possible. For safety reasons, these components shall be covered with suitable guards (e.g., protective plates) (Figure 18).

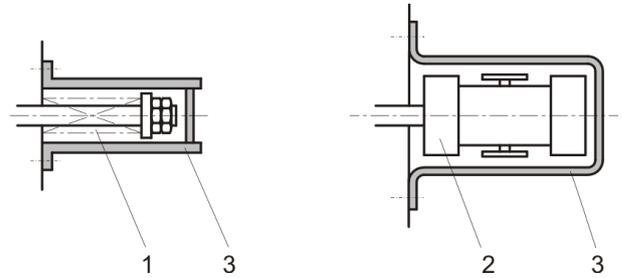


Figure 18. Protective plates

- 1 helical compression spring
- 2 cylinder
- 3 protective plate

#### 4.6.2 Retraction of the cam unit by forced running

The forced return serves to avoid die breakage. This is required for cam units in the hold-down, for OT and UT cam units depending on the operator's requirements. The forced return is effected by mechanical elements, e.g., clamps (Figure 19).

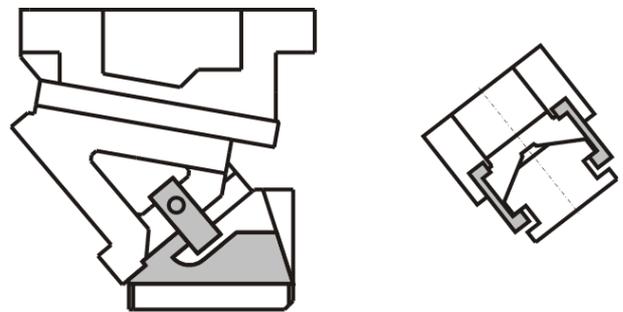


Figure 19. Forced return

- advantage:

If the return spring fails, the die is forcibly retracted, thus preventing die breakage.

- Nachteile:
  - Erhöht die Kosten, da die Einrichtung nur wirkt, wenn die Rückholfeder ausfällt.
  - Aufgrund des schnellen mechanischen Verschleißes ist die Wirkdauer begrenzt.

Üblicherweise erfolgt der Schieberrücklauf in kombinierter Methode mit Permanentrückzug durch pneumatische oder hydraulische Systeme.

#### 4.7 Schieberansschläge

Schieberansschläge ohne Dämpfung sind bei Füllschiebern in Arbeitsstellung sowie bei Verwendung von Vorbeschleunigung mit Rolle zu finden. Zur Verminderung des Aufschlagimpulses beim Zurückfahren von Schiebern werden Schieberansschläge mit Dämpfung eingesetzt. Die Dämpfung ist entsprechend der auftretenden Energie auszulegen.

#### 4.8 Schieberfixierung

Die Schieberfixierung im Werkzeug erfolgt wahlweise über Schrauben und Zylinderstifte und/oder durch Passfedern. Bei großen Kräften oder entsprechend der Vorgabe durch den Betreiber werden Schiebergehäuse und Treiber geschultert.

##### 4.8.1 Schulterung als Fixierung

Zusätzlich zur Fixierung mittels Schrauben und Zylinderstiften wird bei Bedarf entgegen der Richtung der Arbeitskraft geschultert (Bild 20).

##### 4.8.2 Passfedern als Fixierung

Zur besseren Fixierung der Schieber im Werkzeug werden je nach Anforderung durch den Betreiber Passfedern eingesetzt. Zusätzlich zur Fixierung mittels Schrauben und Zylinderstiften sind quer angeordnete Passfedern üblich.

Bei Wegfall der Verstiftung werden Passfedern kreuzweise angeordnet.

#### 4.9 Null-Arretierung

Um den Schieber für die Bearbeitung und Justierung im Werkzeug auf der Null-Lage festsetzen zu können, sollte eine Justierhilfe vorgesehen werden. Dies kann durch Abstecken des Schiebers zum Gehäuse mithilfe von Stiften oder durch Festklemmen erfolgen.

Weitere Möglichkeiten sind die Arretierung mittels Lockouthülse/Schraube oder Lockoutplatten.

#### 4.10 Werkstoffe für Schieberbauteile

Der Einsatz der Werkstoffe bzw. Werkstoffpaarungen richtet sich nach dem Einsatz der Schieber und wird in VDI 3388 geregelt.

- disadvantages:
  - Increases costs as the device only works when the return spring fails.
  - Due to rapid mechanical wear, the effective duration is limited.

Usually, the cam unit return is done in a combined method with permanent retraction by pneumatic or hydraulic systems.

#### 4.7 Cam unit stoppers

Cam unit stoppers without damping are found on filling cam units in working position as well as when using pre-acceleration with roller. To reduce the impact impulse when retracting cam units, cam unit stoppers with damping are used. The damping is to be designed according to the occurring energy.

#### 4.8 Cam unit fixation

The cam unit is fixed in the die either by screws and dowel pins and/or by feather keys. For large forces or according to the operator's specification, the cam unit housing and driver are shouldered.

##### 4.8.1 Shouldering as fixation

In addition to the fixation by means of bolts and dowel pins, shouldering is done against the direction of the working force if necessary (Figure 20).

##### 4.8.2 Feather keys as fixation

For better fixation of the cam units in the die, feather keys are used depending on the operator's requirements. In addition to fixing by means of screws and dowel pins, transversely arranged feather keys are common.

If the pinning is omitted, feather keys are arranged crosswise.

#### 4.9 Zero lock

In order to be able to fix the cam unit at the zero position for machining and adjustment in the die, an adjustment system should be provided. This can be done by pinning the cam unit to the housing with pins or by clamping it.

Other options are locking by means of a lockout sleeve/screw or lockout plates.

#### 4.10 Materials for cam unit components

The use of materials or material combinations depends on the use of the cam units and is regulated in VDI 3388.

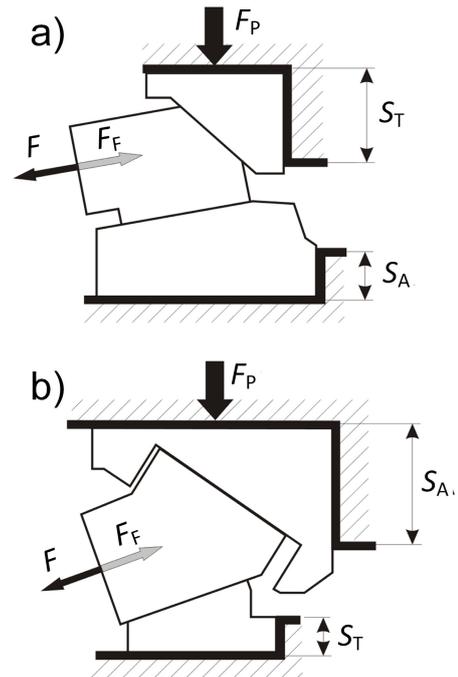
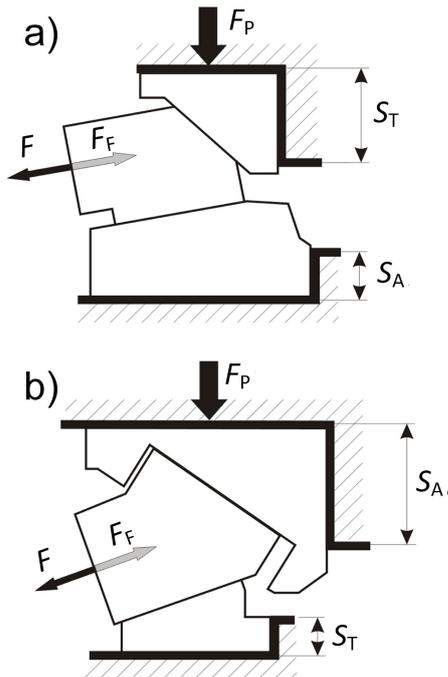


Bild 20. Schulterung

- a) Unterteilschieber
- b) Oberteilschieber
- $F$  Arbeitskraft
- $F_F$  Rückholkraft-Feder
- $F_P$  Pressenkraft
- $S_A$  Schulter-Schieberaufnahme
- $S_T$  Schulter-Treiber

Figure 20. Shouldering

- a) die mounted cam unit
- b) aerial cam unit
- $F$  working force
- $F_F$  return force – spring
- $F_P$  press force
- $S_A$  shoulder cam unit pick-up
- $S_T$  shoulder driver

## 5 Konstruktionshinweise

### 5.1 Allgemeine Hinweise

Um Verkantungen auszuschließen, muss das Verhältnis zwischen Führungslänge und Führungsbreite im Bereich von  $(1 \dots 1,5):1$  liegen. Bei größeren Schiebern ist dies konstruktiv meist nicht möglich. Hier ist dann eine zusätzliche Mittenführung vorzusehen.

Treiber können angegossen werden, jedoch ist in solchen Fällen auf die Zugänglichkeit bei der mechanischen Bearbeitung zu achten.

Bei der Verwendung von zwei Treibern, sind diese möglichst weit auseinander anzuordnen.

Angeschraubte Treiber sind mit Passfedern oder durch Schulterung abzustützen und mittels Stiften zu justieren.

Die Treiberhöhe ist möglichst niedrig zu halten, um entstehende Kippmomente klein zu halten.

Für Beschneide- oder Lochoperationen sind die am Werkzeugunterteil befestigten Schieberbauteile so zu gestalten, dass kein Abfall darauf liegen bleiben kann. Hierzu sind Prismenformen („dachförmig“) besonders geeignet. Prinzipiell sind die Führungen so zu gestalten, dass ein Überfahren der Gleit-

## 5 Design information

### 5.1 General notes

In order to exclude canting, the ratio between guide length and guide width shall be in the range of  $(1 \dots 1.5):1$ . This is usually not possible with larger cam units. In this case, an additional centre guide shall be provided.

Drivers can be cast on, but in such cases, care shall be taken to ensure accessibility during mechanical processing.

When using two drivers, place them as far apart as possible.

Bolted-on drivers shall be supported with feather keys or by shouldering and adjusted by means of pins.

The driver height should be kept as low as possible in order to keep the resulting tilting moments low.

For trimming or punching operations, the cam unit components attached to the lower part of the die shall be designed in such a way that no waste can remain on them. Prismatic shapes (“roof-shaped”) are particularly suitable for this purpose. In principle, the guides are to be designed in such a way

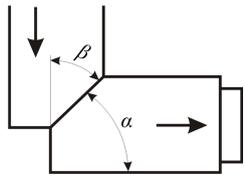
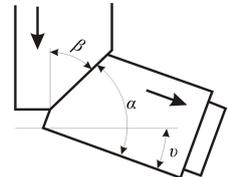
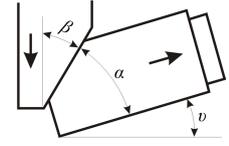
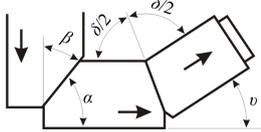
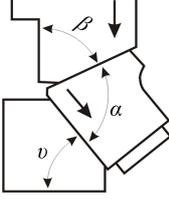
ten gewährleistet ist. Die Gasdruckfedern sind ohne Vorspannung einzubauen und es ist eine Hubreserve vorzusehen.

that overriding of the sliding strips is guaranteed. The gas springs are to be installed without pre-tension and a stroke reserve is to be provided.

**5.2 Ermittlung von Keilwinkeln bei unterschiedlichen Führungsebenen (Tabelle 2)**

**5.2 Determination of wedge angles with different guide levels (Table 2)**

Tabelle 2. Ermittlung der Keilwinkel

Schieberart	Winkel	Skizze
Unterteilschieber, horizontal	$\alpha = 90^\circ - \beta$ $\beta$ maximal = $40^\circ$ $v = 0^\circ$	
Unterteilschieber, nach unten laufend	$\alpha = 90^\circ - \beta + v$ $\beta = 40^\circ + \frac{1}{2} v$ $v$ maximal = $45^\circ$	
Unterteilschieber, nach oben laufend	$\alpha = 90^\circ - \beta - v$ $\beta = 40^\circ - \frac{1}{2} v$ $v$ maximal = $15^\circ$	
Umlenkschieber	$\alpha = 90^\circ - \beta$ $\beta = 40^\circ - \frac{1}{2} v$ $\frac{1}{2} \delta = \frac{1}{2} (180^\circ - v)$ $v$ maximal = $50^\circ$	
Oberteilschieber	$\alpha = 90^\circ - \beta + v$ $\beta = 40^\circ + \frac{1}{2} v$ $v = (0^\circ \dots 60^\circ)$	
	$\alpha = v$ $\beta = 90^\circ$	
	$v = (61^\circ \dots 85^\circ)$	

$\alpha$  = Schieberkeilwinkel;  $\beta$  = Treibkeilwinkel;  $v$  = Arbeitswinkel;  $\delta$  = Gleitwinkel

Table 2. Determination of the wedge angles

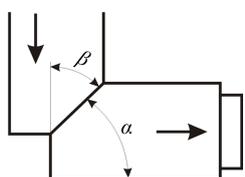
Slider type	Angle	Sketch
Die mounted cam unit, horizontal	$\alpha = 90^\circ - \beta$ $\beta$ maximum = $40^\circ$ $v = 0^\circ$	

Table 2. Determination of the wedge angles (continued)

Slider type	Angle	Sketch
Die mounted cam unit, running downwards	$\alpha = 90^\circ - \beta + v$ $\beta = 40^\circ + \frac{1}{2} v$ $v$ maximum = $45^\circ$	
Die mounted cam unit, running upwards	$\alpha = 90^\circ - \beta - v$ $\beta = 40^\circ - \frac{1}{2} v$ $v$ maximum = $15^\circ$	
Deflector cam unit	$\alpha = 90^\circ - \beta$ $\beta = 40^\circ - \frac{1}{2} v$ $\frac{1}{2} \delta = \frac{1}{2} (180^\circ - v)$ $v$ maximum = $50^\circ$	
Aerial cam unit	$\alpha = 90^\circ - \beta + v$ $\beta = 40^\circ + \frac{1}{2} v$ $v = (0^\circ \dots 60^\circ)$	
	$\alpha = v$ $\beta = 90^\circ$ $v = (61^\circ \dots 85^\circ)$	

$\alpha$  = cam unit wedge angle;  $\beta$  = driving wedge angle;  $v$  = working angle;  $\delta$  = slide angle

**5.3 Anzahl der Treiber**

Bei sehr breiten Schiebern, z.B. bei Abkantwerkzeugen, sind mindestens zwei Treiber vorzusehen. Die Treiber müssen gleichzeitig eingreifen.

**5.4 Bauhöhe des Schiebers**

Um Kippmomente zu vermeiden, sollte das Ziel sein, den Schieber so kompakt bzw. flach wie möglich zu konstruieren.

**5.5 Gleitleisten an Keiltrieben**

Die gebräuchlichsten Typen der in Keiltrieben eingesetzten Gleitleisten sind in VDI 3357 beschrieben.

Für diese Teile werden, wie in Abschnitt 4.10 beschrieben, Werkstoffe entsprechend VDI 3388 gewählt. Je nach Beanspruchung werden die Gleitflächen der Keiltriebe einfach oder doppelt bestückt, wobei die doppelte Bestückung vorrangig zum Einsatz kommt, wenn der Grundwerkstoff der Schieberteile eine mindere Härte besitzt.

Als Führung zwischen Arbeitsschieber und Treiber werden Prismenführungen verwendet (Bild 21). Zusätzlich werden Prismenführungen als Schieberführung für Loch- und Beschneidwerkzeuge bzw. bei einem Verhältnis Führungslänge zu Breite

**5.3 Number of drivers**

In the case of very wide cam units, e.g., press brake dies, at least two drivers shall be provided. The drivers shall engage simultaneously.

**5.4 Overall height of the cam unit**

To avoid tilting moments, the aim should be to design the cam unit as compact or flat as possible.

**5.5 Sliding strips on wedge drives**

The most common types of sliding strips used in wedge drives are described in VDI 3357.

As described in Section 4.10, materials according to VDI 3388 are selected for these parts. Depending on the stress, the sliding surfaces of the wedge drives are either single or double tipped, whereby the double tipping is primarily used if the base material of the cam unit parts has a lower hardness.

Prismatic guides are used as guides between the working cam unit and the driver (Figure 21). In addition, prismatic guides are used as cam unit guides for punching and trimming dies or with a guide length to width ratio  $\geq 1,5:1$ . The prismatic

≥1,5:1 eingesetzt. Durch die Prismenführungen erfolgt eine Zentrierung des Arbeitsschiebers beim Aufsetzen auf den Treiber. Die untere Prismenführung ist „dachförmig“ ausgelegt, damit keine Blechabfälle darauf liegen bleiben können.

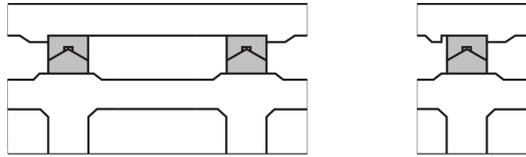


Bild 21. Gleitleisten, Prismenführung

### 5.5.1 Gestaltung der Schieberführungen

Der Schieber muss gegen Abheben zusätzlich verriegelt werden (Winkel- oder Deckleisten).

Befestigung und Fixierung der Schieberführungen erfolgen durch Schrauben und Stifte; größere Seitenkräfte sind durch Schultern abzufangen (Bild 22).

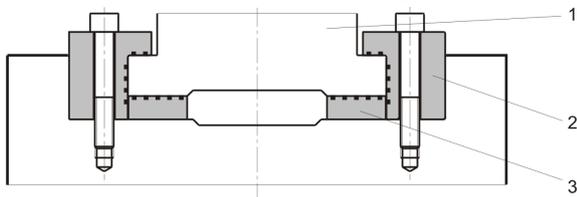


Bild 22. Schieberführung

- 1 Schieber (Gleitflächen gehärtet)
- 2 Winkelleiste (Bronze mit Festschmierstoff)
- 3 Gleitleiste (Bronze mit Festschmierstoff)

Die Abmessungen der seitlichen Führungs- und Abdeckleisten richten sich nach den Maßen des Schiebers, des Schieberwegs und der wirkenden Kräfte. Die gebräuchlichsten Typen sind ebenfalls in VDI 3357 enthalten.

### 5.5.2 Beispiele für die Anordnung der Gleitelemente

Bild 23 zeigt Beispiele für Schieberführungen.

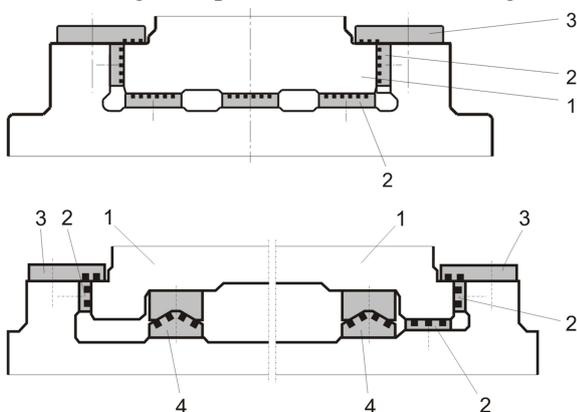


Bild 23. Beispiele Schieberführung

- 1 Schieber (Gleitflächen gehärtet)
- 2 Gleitleiste (Bronze mit Festschmierstoff)
- 3 Deckleiste (Bronze mit Festschmierstoff)
- 4 Prismenführung (Stahl gehärtet – Bronze mit Festschmierstoff)

guides centre the working cam unit when it is placed on the driver. The lower prismatic guide is designed “roof-shaped” so that no sheet waste can remain on it.

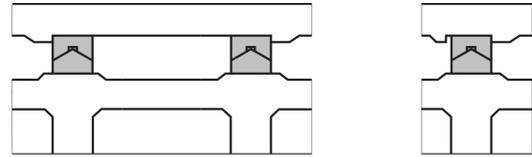


Figure 21. Sliding strips, prismatic guide

### 5.5.1 Design of the cam unit guides

The cam unit shall be additionally locked against lifting (angle or cover strips).

The slide guides are fastened and fixed by screws and pins; larger lateral forces are to be absorbed by shouldering (Figure 22).

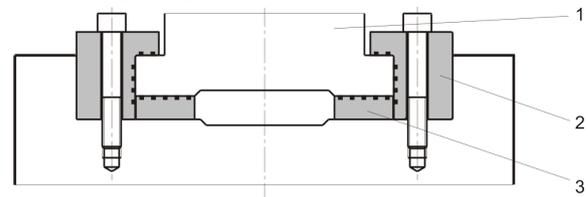


Figure 22. Cam unit guide

- 1 cam unit (sliding surfaces hardened)
- 2 angle strip (bronze with solid lubricant)
- 3 sliding strip (bronze with solid lubricant)

The dimensions of the lateral guide and cover strips depend on the dimensions of the cam unit, the cam unit travel, and the acting forces. The most common types are also included in VDI 3357.

### 5.5.2 Examples for the arrangement of the sliding elements

Figure 23 shows examples of cam unit guides.

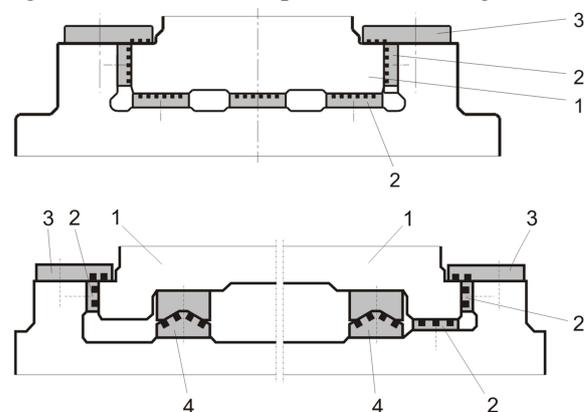


Figure 23. Examples cam unit guide

- 1 cam unit (sliding surfaces hardened)
- 2 sliding strips (bronze with solid lubricant)
- 3 cover strips (bronze with solid lubricant)
- 4 prismatic guide (hardened steel – bronze with solid lubricant)

## 6 Berechnung des Keiltriebs

### 6.1 Kräfte und Hübe am Schieber (Tabelle 3)

Tabelle 3. Kräfte und Hübe am Schieber

	Unterteilschieber	Oberteilschieber
Formelzeichen	$\nu$ : Arbeitswinkel $\theta$ : Neigungswinkel $F$ : Arbeitskraft $F_P$ : Pressenkraft $F_V$ : Belastung Schieberführung $F_Q$ : Belastung Treiberfläche $H_W$ : Arbeitshub $H_P$ : Pressenhub	$\nu$ : Arbeitswinkel $\theta$ : Neigungswinkel $F$ : Arbeitskraft $F_P$ : Pressenkraft $F_V$ : Belastung Schieberführung $F_Q$ : Belastung Treiberfläche $H_S$ : Federhub (innerer Schieberhub) $H_W$ : Arbeitshub $H_P$ : Pressenhub
Skizze		
Schieberdiagramm		
Pressenkraft	$F_P = F \cdot \frac{\cos \theta}{\sin(\nu + \theta)}$	$F_P = F \cdot \frac{\cos \theta}{\sin(\nu + \theta)}$
Belastung Treiberfläche	$F_Q = F \cdot \frac{1}{\sin(\nu + \theta)}$	$F_Q = F \cdot \frac{1}{\tan(\nu + \theta)}$
Belastung Schieberführung	$F_V = F \cdot \frac{1}{\tan(\nu + \theta)}$	$F_V = F \cdot \frac{1}{\sin(\nu + \theta)}$
Pressenhub	$H_P = H_W \cdot \frac{\sin(\nu + \theta)}{\cos \theta}$	$H_P = H_W \cdot \frac{\sin(\nu + \theta)}{\cos \theta}$
Federhub (innerer Schieberhub)		$H_S = H_W \cdot \frac{\cos \nu}{\cos \theta}$

## 6 Calculation of the wedge drive

### 6.1 Forces and strokes on the cam unit (Table 3)

Table 3. Forces and strokes on the slide

	Die mounted cam unit	Aerial cam unit
Symbol	<p><math>v</math>: working angle  <math>\theta</math>: inclination angle  <math>F</math>: working force  <math>F_P</math>: press force  <math>F_V</math>: load slide guide  <math>F_Q</math>: load driver surface  <math>H_W</math>: working stroke  <math>H_P</math>: press stroke</p>	<p><math>v</math>: working angle  <math>\theta</math>: inclination angle  <math>F</math>: working force  <math>F_P</math>: press force  <math>F_V</math>: load slide guide  <math>F_Q</math>: load driver surface  <math>H_S</math>: spring stroke (inner cam unit stroke)  <math>H_W</math>: working stroke  <math>H_P</math>: press stroke</p>
Sketch		
Cam unit diagram		
Press force	$F_P = F \cdot \frac{\cos \theta}{\sin(v + \theta)}$	$F_P = F \cdot \frac{\cos \theta}{\sin(v + \theta)}$
Load driver surface	$F_Q = F \cdot \frac{1}{\sin(v + \theta)}$	$F_Q = F \cdot \frac{1}{\tan(v + \theta)}$
Load cam unit guide	$F_V = F \cdot \frac{1}{\tan(v + \theta)}$	$F_V = F \cdot \frac{1}{\sin(v + \theta)}$
Press stroke	$H_P = H_W \cdot \frac{\sin(v + \theta)}{\cos \theta}$	$H_P = H_W \cdot \frac{\sin(v + \theta)}{\cos \theta}$
Spring stroke (inner cam unit stroke)		$H_S = H_W \cdot \frac{\cos v}{\cos \theta}$

**6.2 Schieberrückholung – Kräfte (Tabelle 4)**

Tabelle 4. Schieberrückholung – Kräfte

<b>Unterteilschieber</b>	
Formelzeichen	$F_F$ : Rückholkraft Feder $m$ : Masse Schieber $g$ : Fallbeschleunigung (9,81 m/s <sup>2</sup> ) $\mu$ : Reibungskoeffizient Bronze mit Festschmierstoff gegen Guss = 0,1 $v$ : Arbeitswinkel (aus Methodenplan, Konstruktion) $a$ : Schieberbeschleunigung, aus Pressenbeschleunigung ((2...7) m/s <sup>2</sup> ) errechnet
Skizze	
Rückholkraft	$F_F = m \cdot (g \cdot \mu + a)$
	$F_F = m \cdot [g \cdot (\cos v \cdot \mu + \sin v) + a]$
<b>Oberteilschieber</b>	
Formelzeichen	$F_{AB}$ : Abstreifkraft $F_F$ : Rückholkraft Feder $m$ : Masse Schieber $\mu$ : Reibungskoeffizient Bronze mit Festschmierstoff gegen Guss = 0,1 $v$ : Arbeitswinkel (aus Methodenplan, Konstruktion) $\theta$ : Neigungswinkel
Skizze	
Abstreifkraft	$F_{AB} = \frac{F_F + m \cdot \sin(\theta - v) - \mu \cdot m \cdot \cos(\theta - v)}{\cos \theta + \mu \cdot \sin \theta}$
<b>Oberteilschieber – Zeichnerisch</b>	
Formelzeichen	$F_{RZ}$ Rückzugskraft der Presse $F_{RZR}$ Reibfaktor korrigierte Rückzugskraft der Presse $F_F$ Rückholkraft Feder $F_S$ Stützkraft Keilaufsatz $F_{SR}$ Reibfaktor korrigierte Stützkraft Keilaufsatz $F_G$ Gewichtskraft Schieber $F_R$ Reibkraft $F_{RH}$ Rückhaltekraft (durch Form- bzw. Schnittoperation)
Skizze	
	Kräftemaßstab angeben (z.B. 1 mm ≙ 10 N)

**6.2 Cam unit retraction – Forces (Table 4)**

Table 4. Cam unit retraction – Forces

<b>Die mounted cam unit</b>	
Symbol	<p><math>F_F</math>: spring return force  <math>m</math>: mass cam unit  <math>g</math>: acceleration due to gravity (9,81 m/s<sup>2</sup>)  <math>\mu</math>: coefficient of friction bronze with solid lubricant against cast iron = 0,1  <math>v</math>: working angle (from method plan, construction)  <math>a</math>: cam unit acceleration, calculated from press acceleration ((2...7) m/s<sup>2</sup>)</p>
Sketch	
Retraction force	$F_F = m \cdot (g \cdot \mu + a)$
<b>Aerial cam unit</b>	
Formula symbol	<p><math>F_{AB}</math>: stripping force  <math>F_F</math>: spring return force  <math>m</math>: mass cam unit  <math>\mu</math>: coefficient of friction bronze with solid lubricant against cast iron = 0,1  <math>v</math>: working angle (from method plan, construction)  <math>\theta</math>: inclination angle</p>
Sketch	
Stripping force	$F_{AB} = \frac{F_F + m \cdot \sin(\theta - v) - \mu \cdot m \cdot \cos(\theta - v)}{\cos \theta + \mu \cdot \sin \theta}$
<b>Aerila cam unit – Drawing</b>	
Symbol	<p><math>F_{RZ}</math> press retraction force  <math>F_{RZR}</math> friction factor corrected press retraction force  <math>F_F</math> spring return force  <math>F_S</math> supporting force wedge attachment  <math>F_{SR}</math> friction factor corrected support force wedge attachment  <math>F_G</math> weight force cam unit  <math>F_R</math> friction force  <math>F_{RH}</math> retention force (by moulding or cutting operation)</p>
Sketch	

Die Abstreifkraft zur Überwindung der Rückhalte-  
kraft  $F_{RH}$  sollte nur so hoch wie nötig ausgelegt  
werden.

## 7 Kaufschieber

Kaufschieber sind fertige Schiebereinheiten, die  
von spezialisierten Herstellern als Standardbau-  
gruppen angeboten werden. Die Vorteile liegen in  
schneller Verfügbarkeit, geringem Platzbedarf und  
leichter Austauschbarkeit. Dabei müssen jedoch  
Einsatzmöglichkeiten und konstruktive Besonder-  
heiten beachtet werden. Exakte Abmessungen,  
Arbeitswinkel, Kräfte und Lieferoptionen sind den  
Angebotsdokumenten der jeweiligen Hersteller  
(Kataloge, CD-ROM, Internet) zu entnehmen. Die-  
se stellen CAD-Daten zur Verfügung und bieten  
auf Anfrage anwendungstechnische Beratung an.  
Eventuelle Patentrechte sind zu beachten.

The stripping force to overcome the retention force  
 $F_{RH}$  should only be designed as high as necessary.

## 7 Purchase cam units

Purchase cam units are ready-made cam units that  
are offered by specialised manufacturers as stand-  
ard assemblies. The advantages are quick availabil-  
ity, low space requirements and easy interchangea-  
bility. However, possible applications and special  
design features shall be taken into account. Exact  
dimensions, working angles, forces and delivery  
options can be found in the offer documents of the  
respective manufacturers (catalogues, CD-ROM,  
Internet). They provide CAD data and offer techni-  
cal advice on request. Any patent rights shall be  
observed.

---

## Schrifttum / Bibliography

### Technische Regeln / Technical rules

DIN ISO 10243:2020-09 Werkzeuge der Stanztechnik; Druck-  
federn mit rechteckigem Querschnitt; Einbaumaße und  
Farbcodierung (ISO 10243:2019) (Tools for pressing; Com-  
pression springs with rectangular section; Housing dimensions  
and colour coding (ISO 10243:2019)). Beuth Verlag

VDI 1000:2021-02 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und  
Anleitungen (VDI Standardisation Work; Principles and pro-  
cedures). Beuth Verlag

VDI 3003:2010-07 Gasdruckfedern für Schneid- und Um-  
formwerkzeuge (Nitrogen gas springs in large stamping dies).  
Beuth Verlag

VDI 3357:2023-04 (Entwurf / Draft) Flache Gleitführungen in  
Stanzerei-Großwerkzeugen (Sliding elements in large stamp-  
ing dies). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3357:2014-01 Flache Gleitführungen in Stanzerei-  
Großwerkzeugen (Sliding elements in large stamping dies).  
Beuth Verlag

VDI 3388:2012-03 Werkstoffe für Schneid- und Umform-  
werkzeuge (Materials for trimming and forming dies). Beuth  
Verlag

### Weiterführende technische Regeln / Further technical rules

DIN ISO 10069-1:2010-11 Werkzeuge der Stanztechnik;  
Elastomer-Druckfedern; Teil 1: Allgemeine Anforderungen  
(ISO 10069-1:2008) (Tools for pressing; Elastomer pressure  
springs; Part 1: General specification (ISO 10069-1:2008)).  
Beuth Verlag