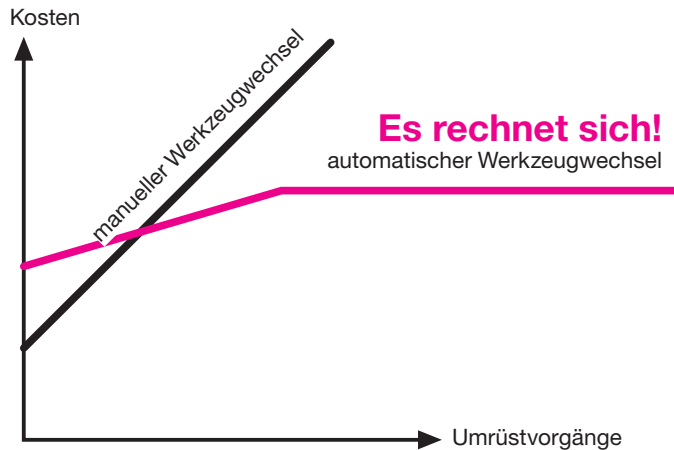




## Vorteile von Werkzeugspannsystemen

### Warum Werkzeugspannsysteme?



**Innovative Technologie und unsere langjährige Erfahrung sind die Grundlage für unser Programm „Werkzeugspann- und Wechselsysteme“.**

**Erschließen Sie Ihre Rationalisierungspotentialen durch den Einsatz von automatischen Werkzeug-Wechselsystemen.**

#### Höhere Produktivität

- größere Kapazität wegen kürzerer Rüstzeiten
- weniger Stillstandzeiten z. B. nach Werkzeugbruch oder bei Nacharbeit an Gesenken
- kurze Erprobungszeit

#### Automatisierung

- kraftbetätigte Elemente
- Überwachungselemente, insbesondere für Druck und Position
- kurze Schaltzeiten durch automatische Funktionsauslösung
- Einbindung in Prozessüberwachung und Steuerung

#### Qualitätssteigerung

- gleichbleibende Qualität
- Reproduzierbarkeit der Werkzeugposition
- verzugsarmes Spannen

#### Bedienungsvereinfachung

- Einsatz auch bei extremen Umgebungsbedingungen (hohe Temperatur, Sprühmittel)
- Spannen auch an unzugänglichen Stellen
- Spannen mit großen Spannkräften
- Werkzeugwechsel auch durch weniger geübte Mitarbeiter möglich
- Reproduzierbarkeit des Wechselvorgangs

#### Wirtschaftlichkeit

- kurze Rüstzeit auch bei kleinen Losgröße und damit kleinere Lagerbestände
- Vereinfachung des Wechselvorgangs; auch für den Maschinenbediener
- Verringerung der Anzahl der Spannmittel
- Vergrößerung der Standmenge durch geringeren Verschleiß
- kürzere Einlaufphase von Werkzeugen und Gesenken, d. h. weniger Probeteile und geringerer Zeitaufwand

#### Verschleißverringerungen

- gleichmäßiges und verzugsarmes Spannen mit hohen Kräften
- nachgreifendes Spannen
- Reproduzierbarkeit des Positionier- und Spannvorgangs
- optimale Auswahl der Spannstellen

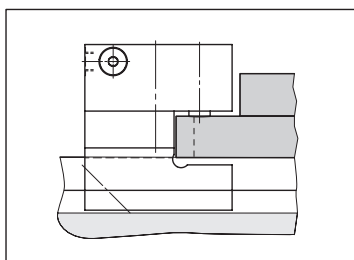
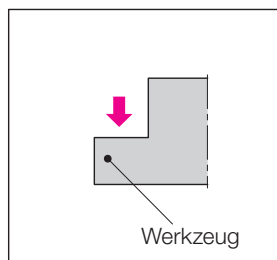
# Mögliche Spannprinzipien

## Spannprinzipien

## Spannbeispiele

## Spannelement

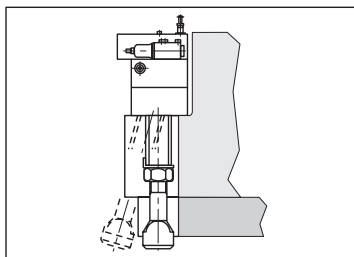
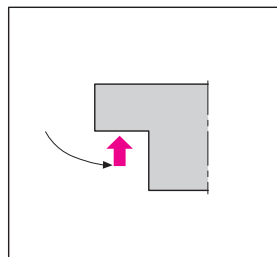
## Produktgruppe



Einschubspannelemente, Winkelspannelemente,  
Spannleisten, Hohlkolbenzylinder  
Keilspannelemente/gerader Spannrand  
Federspannzylinder  
Block-Spannpratzen  
Spannschrauben

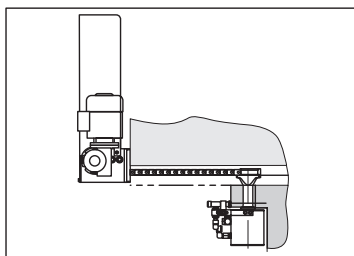
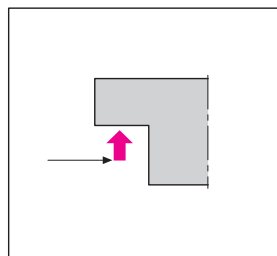
2 + 3

6



Kipp-Zug-Spannelemente  
Keilschwingklammern  
Elektromechanische Spannelemente

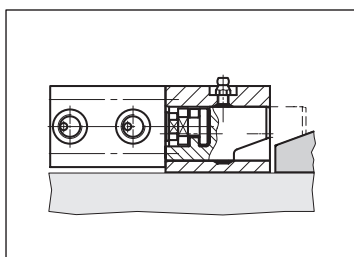
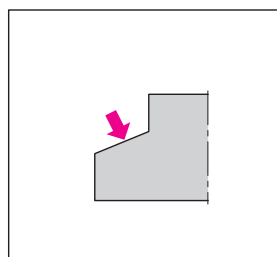
2 + 5



Schnellspanner mit Schubkette  
Hohlkolbenzylinder  
Winkelspannelemente, elektromechanisch

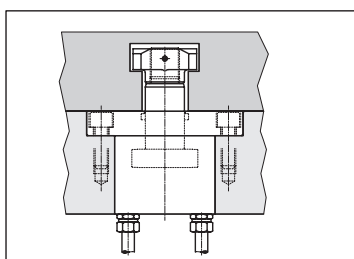
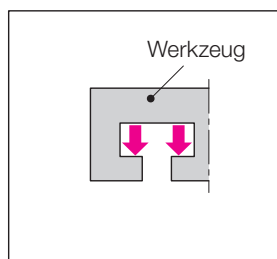
3

5



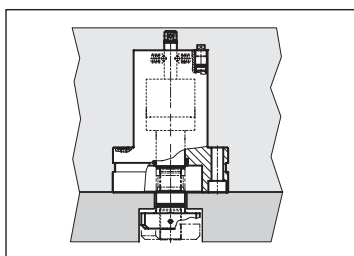
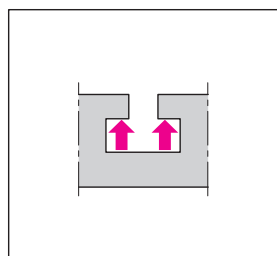
Keilspannelemente/schräger Spannrand

2



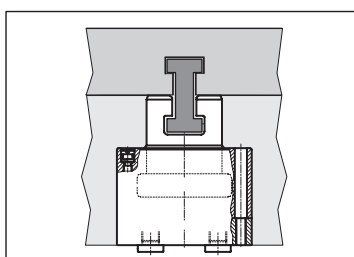
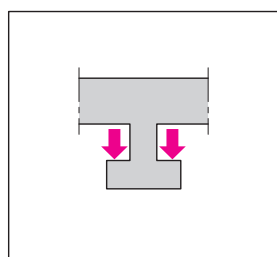
Doppel-T-Spannleisten  
Zugspannelemente

2 + 4



Dreh-Zug-Spannelemente, hydraulisch  
Dreh-Zug-Spannelemente, elektrisch  
Schwenk-Senkspannelemente  
Schwenkspannelemente

4 + 5



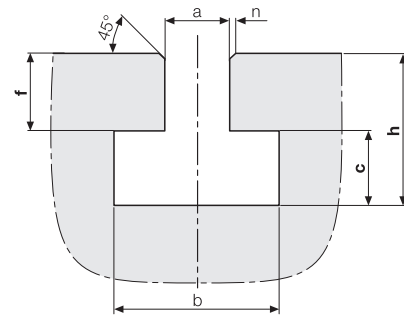
Zugspannelemente mit T-Nute

4

**T-Nuten-Maße nach DIN 650**

Maße und Toleranzen für T-Nuten nach DIN 650. Gültig für Werkzeugmaschinenentische, Paletten oder Werkzeugspannvorrichtungen an Pressen

a	[mm]	14 H12 (14 <sup>+0,18</sup> )	18 H12 (18 <sup>+0,18</sup> )	22 H12 (22 <sup>+0,21</sup> )	28 H12 (28 <sup>+0,21</sup> )	36 H12 (36 <sup>+0,25</sup> )
f min.	[mm]	12	16	20	26	33
f max.	[mm]	19	24	29	36	46
b	[mm]	23 <sup>+2</sup>	30 <sup>+2</sup>	37 <sup>+3</sup>	46 <sup>+4</sup>	56 <sup>+4</sup>
c	[mm]	9 <sup>+2</sup>	12 <sup>+2</sup>	16 <sup>+2</sup>	20 <sup>+2</sup>	25 <sup>+3</sup>
h min.	[mm]	23	30	38	48	61
h max.	[mm]	28	36	45	56	71
n max.	[mm]	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5



Die Nuttiefe h und die Steghöhe f sind wegen der möglichen Toleranzen exakt zu vermessen. Falls Ihre T-Nute nicht in diesen Toleranzbereich fällt, sind auch kundenspezifische Lösungen möglich.

**Spannkraft-Empfehlungen für T-Nuten nach DIN 650**

T-Nute	Spannkraft bis max.
14 mm	40 kN
18 mm	60 kN
22 mm	60 kN
28 mm	100 kN
36 mm	160 kN

**Wichtiger Hinweis**

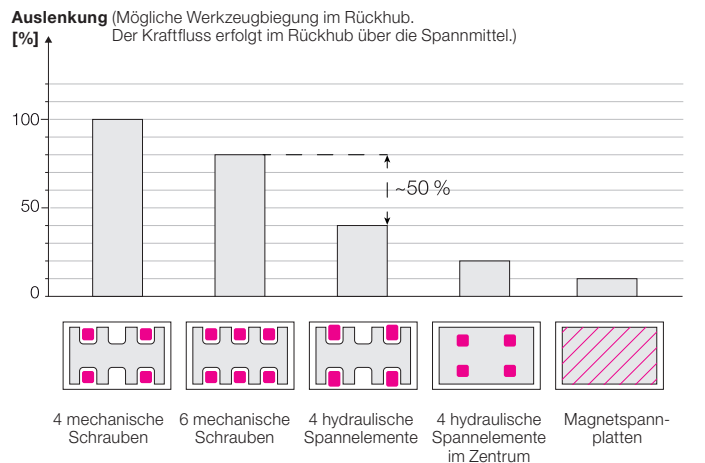
Bei Überschreiten der angegebenen Spannkräfte besteht die Gefahr einer bleibenden Verformung der T-Nuten.

**Einfluss der Spannsituation auf den Umformprozess**

Schwingungen in Umformwerkzeugen führen zu einem erhöhten Verschleiß der Werkzeuge und zu einer Verschlechterung der Werkstückqualität. Einen großen Einfluss auf das Schwingverhalten und somit auch die Prozessstabilität hat eine optimale Gestaltung der Spannsituation. Eine steifere Einspannung des Werkzeugs führt zu einer Minimierung der Beschleunigungen und Schwingwege. Eine steifere Spannung wird dabei durch die Anzahl der Spannpunkte und eine optimale Kräfteinleitung nahe an der Prozesskraft im Werkzeug erreicht. So kann mit Schwenk-Senkspannern, die konstruktionsbedingt in der Nähe der Werkzeugmitte ansetzen, die Systemsteifigkeit stark erhöht werden. Sogar bei gleicher Spannpunktzahl kann bei Verwendung von hydraulischen oder magnetischen Schnellspannsystemen der Schwingweg und die Werkzeugbiegung des Unterwerkzeugs im Vergleich zu herkömmlichen Spannelementen, wie Schrauben oder Prätzen um bis zu 50 % reduziert werden.

Die Ursache für diese Verbesserung liegt in der Verkürzung des Hebelarms zwischen Prozesskraft und Spannpunkt.

**Spannsituation im Vergleich**



- gleichmäßige Kräfteinleitung
- deutlich höhere punktuelle Spannkraft
- verbesserte Steifigkeit der Spannsituation

## Spannkraft

Gewinde Festigkeitsklasse 8.8		M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
Zulässige Prüflast nach DIN 267 Blatt 3	[kN]	12	21	34	49	67	91	143	205	326	478	652	856
Max. zulässige Vorspannkraft (bei 2/3 Streckgrenzenausnutzung)	[kN]	8	14	23	32	45	60	95	136	217	318	434	570
Erforderliches Anziehdrehmoment	[Nm]	9	22	44	76	120	190	380	620	1200	2100	3400	5000
Manuell erreichbare Spannkraft*	[kN]	8	14	23	32	45	56	67	70	70	70	70	70
Spannkraft mit Spanneisen (Hebelverhältnis = 2:1)	[kN]	5	9	15	21	30	37	44	46	46	46	46	46
Anzahl x Kolben Ø zum Erreichen der Vorspannkraft nach Zeile 3 bei 400 bar [mm]		1 x 16	1 x 20	1 x 25	1 x 32	1 x 40	1 x 44 2 x 32 3 x 25	1 x 55 2 x 40 3 x 32	1 x 63 2 x 50 3 x 40	1 x 80 3 x 50 4 x 40	1 x 100 4 x 50 6 x 40	1 x 120 2 x 80 6 x 50	1 x 140 3 x 80 8 x 50
Manuelle Spann- oder Lösezeit pro Spannstelle**	[s]	11	12	13	15	17	18	22	26	36	(50)	(70)	(100)
Hydraulische Spann- oder Lösezeit pro Spannstelle***	[s]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8	2,2	3,0	4,0	5,0

<b>Empfehlungen</b>	<b>hydraulisches Spannen ist zu empfehlen, wenn mehrere Spannstellen vorhanden sind</b>	<b>Übergangsbereich von manuellem auf hydraulisches Spannen</b>	<b>max. zulässige Spannkraft manuell nicht mehr zu erreichen; hydraulisches Spannen vorziehen</b>	<b>manuelles Spannen nicht mehr sinnvoll; nur hydraulisches Spannen</b>
---------------------	---	---	---	---

\* Manuell erreichbare Spannkraft mit Maulschlüssel nach DIN 894 bei einer Handkraft von 150 N und einem Reibungskoeffizient von 0,14.

\*\* Gesamtzeit zum manuellen Spannen oder Lösen, um die in Zeile 5 angegebene Spannkraft zu erreichen, ohne Berücksichtigung der Zeit zum Bereitstellen von Einzelteilen. Spannhub = 6 mm.

Bei **Überkopparbeiten** oder beim Einsatz von **Spannpratzen** ist die Zeit zum Spannen oder Lösen um ca. 50% zu erhöhen.

\*\*\* Gesamtzeit zum hydraulischen Spannen oder Lösen, um die in Zeile 3 angegebene Spannkraft zu erreichen. Elektrisches Pumpenaggregat mit Elektroventilen. Fördervolumen 40 cm<sup>3</sup>/s bei 400 bar. Spannhub 6 mm.

## Spannzeiten für andere Spannhübe

$$\text{Zeit für das manuelle Spannen} = \frac{t \times h}{6} \text{ [s]}$$

$$\text{Zeit für das hydraulische Spannen} = \frac{t \times h \times m}{6} \text{ [s]}$$

**t** = Spannzeit nach Zeile 8 bzw. 9

**h** = Spannhub [mm]

**m** = Hubfaktor 0,8 für Hub > 6mm

Hubfaktor 1,2 für Hub < 6mm

## Berechnungen

$$\text{Spannzeit} \quad t = \frac{q \times s \times z}{16 \times Q} \text{ [s]}$$

$$\text{Kolbengeschwindigkeit} \quad v = \frac{160 \times Q}{A \times z} \text{ [mm/s]}$$

$$\text{Fördervolumen der Pumpe} \quad Q = \frac{q \times s \times z}{16 \times t} \text{ [l/min]}$$

$$\text{Motorleistung bei Dauerbetrieb} \quad P = 2,7 \times n \times V \times p \text{ [W]}$$

$$\text{Druckverlust in Rohrleitungen} \quad \Delta p = \frac{1 \times L}{4 \times d} \times v^2 \text{ [bar]}$$

**t** = Spannzeit [s]

**q** = Ölbedarf pro 1 mm Kolbenhub nach Katalog [cm<sup>3</sup>/mm]

**s** = Spannhub [mm]

**z** = Anzahl der Spannzylinder

**Q** = Fördervolumen der Pumpe [l/min]

**A** = Kolbenfläche [cm<sup>2</sup>]

**n** = Motordrehzahl [min<sup>-1</sup>]

**V** = Fördervolumen der Pumpe [l/Umdrehung]

**p** = Betriebsdruck [bar]

Annahmen:  $\lambda = 0,055$ ,  $p = 700 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$ ,

Volumetrischer Wirkungsgrad = 0,96,

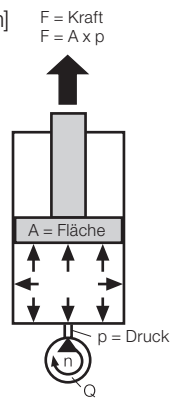
Motorwirkungsgrad = 0,88

**L** = Rohrlänge [m] (gerades, glattes Rohr)

**d** = Rohrlinnendurchmesser [mm]

**v** = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

**v<sub>max.</sub>** = 6 m/s für Druckleitungen, 2 m/s für Rückleitungen



## Die aufzubringende Spannkraft je Werkzeug- oder Formenhälfte orientiert sich an:

- der **Rückzugskraft** am Stößel
- der **Auswerferkraft**
- der **Beschleunigungskraft**
- dem **Werkzeuggewicht**

Dabei muss die von den Spannelementen aufzubringende Gesamt-Spannkraft größer sein als **die größte der im Einzelfall vorliegenden Kraft**. Im allgemeinen gilt folgender Richtwert für die **Gesamt-Spannkraft pro Werkzeughälfte**:

**Gesamt-Spannkraft = 10 % bis 20 % der Presskraft**

Aus der Gesamt-Spannkraft wird die erforderliche Anzahl Spannelemente unter Berücksichtigung ihrer Spannkraft und der örtlichen Gegebenheiten der Spannsituation (Symmetrie, Freiraum u.ä.) ermittelt.

### Rückzugskraft am Stößel

Eine gezieltere Auslegung ist über die Stößel-Rückzugskraft möglich, die vollständig von der Gesamt-Spannkraft abgedeckt werden muss, und die nach Abzug von Reibungs- und Beschleunigungsverlusten an den Spannstellen des Werkzeuges angreift. Bei Druckgießmaschinen wird sie als Öffnungskraft bezeichnet. Es ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Spannelemente für diese Kraft ausgelegt werden müssen. Bei normalen Betriebsbedingungen wird die maschinenseitig mögliche Kraft nicht ausgenutzt. Oft tritt sie nur bei einer Verklemmung der Werkzeughälften in Erscheinung. Für solche Notfälle müssen die Spannelemente gegen Bruch oder Beschädigung abgesichert sein. (Anhaltswerte nach VDI-Richtlinien 3145 s. u.)

### Auswerferkraft

Falls Auswerfer eingesetzt werden, ist die maximal auftretende Auswerferkraft zu berücksichtigen. Die Auswerferkraft ist am Werkzeug wirksam, wenn die Auswerfer-Zylinder nicht gegen ihre eigenen Anschläge fahren sondern die Form den Anschlag darstellt. Das heißt, die Auswerferkräfte müssen in jedem Fall aufgenommen werden (Anhaltswerte nach VDI-Richtlinien 3145 s. u.).

### Anhaltswerte nach VDI-Richtlinien 3145

- Stößel-Rückzugskraft: 5 % bis 20 % der Presskraft
- Auswerferkraft im Tisch: 5 % bis 20 % der Presskraft
- Auswerferkraft im Stößel: 1 % bis 10 % der Presskraft

### Berechnungsbeispiel

- Hydraulische Doppelständer-Pressen ohne Ziehvorgang
- max. Rückzugskraft 400 kN
- Werkzeuggewicht Ober- und Unterteil je 1000 kg

### Richtwert für die Gesamt-Spannkraft je Werkzeughälfte:

20 % der Presskraft = ca. 400 kN

### Nach der Beschleunigungskraft:

Bei etwa 10 g Beschleunigung und 1000 kg Masse nach Grafik ca. 100 kN Beschleunigungskraft. Die Spannkraft wird wegen der geringen Beschleunigungskraft entsprechend der Rückzugskraft ausgelegt.

Die erforderliche Gesamt-Spannkraft beträgt somit **400 kN**.

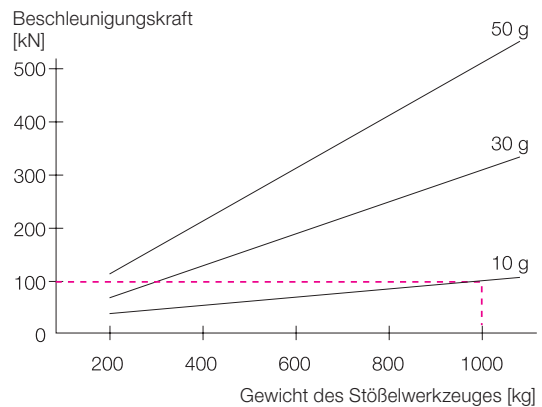
### Beschleunigungskraft

Beim Einsatz ungewöhnlich schwerer Werkzeuge und/oder beim Auftreten hoher Stößelbeschleunigungen ist die Beschleunigungskraft zu berücksichtigen. Die Beschleunigung ist vom Antrieb der Presse, den mechanischen Eigenschaften (Elastizität, Steifigkeit) des Pressegestell und der ausgeführten Operation abhängig.

Mit folgenden Anhaltswerten kann gerechnet werden:

- bei Schnellstanzautomaten ca. 50 g
- bei C-Gestell-Pressen 30 g
- bei Karosseriemarken 6 g

Zur Ermittlung der auftretenden Beschleunigungskräfte ist die Kenntnis des Werkzeuggewichts erforderlich. Der bekannte Zusammenhang ist grafisch dargestellt.



## Entscheidungshilfe: Wann lohnt sich eine Investition?

Das Thema Schnellwechseln von Werkzeugen an Umformpressen und Spritzgießmaschinen sollte nicht zu eng gefasst werden. Denn unter einem Wechsel verstehen wir den gesamten automatisierbaren Prozess, das bedeutet Zuführen und Positionieren innerhalb der Maschine, Spannen und Transportieren ausserhalb der Maschine und im weiteren Sinne auch das Lagern von Werkzeugen.

Wir bieten Systemlösungen, die den jeweiligen Bedarfsfällen unserer Kunden angepasst werden können.

Für eine Automatisierung kann es viele Gründe geben, wobei der Grad der Automatisierung von den unterschiedlichen Fertigungs- und Arbeitsplatzkriterien in einem Unternehmen abhängt.

### Eine solche Entscheidung beeinflussende Kriterien können sein:

- Produktivitätsverbesserung
- Rüstzeitminimierung
- Flexibilitätserhöhung
- Rationalisierungsmaßnahmen
- Humanisierung des Arbeitsplatzes
- Qualitätssteigerung
- Sicherheit

Das heißt die Entscheidung für eine Automatisierung des Werkzeugwechselvorgangs wird nicht ausschließlich durch eine Kosten-Nutzen-Analyse, sondern auch durch arbeitsplatzrelevante Optimierungsansätze bestimmt.

Um einen objektiven Lösungsansatz sowohl unter qualitativen wie quantitativen Aspekten zu treffen, kann die sogenannte **Nutzwertanalyse** eingesetzt werden.

Diese Methode zur Alternativenbewertung bietet die Möglichkeit auch solche Kriterien mit einzubeziehen, die nicht in Geldeinheiten ausdrückbar sind.

Neben den fixen und variablen Kosten einer Investition können damit auch qualitative Merkmale berücksichtigt werden, wie:

- Garantiebedingungen
- Verfügbarkeit von Ersatzteilen
- Sicherheit
- Lebensdauer
- Beratung und Schulung
- Bedienerfreundlichkeit
- Umweltverträglichkeit, etc.

Für jedes einzubeziehende Kriterium wird hierbei eine Gewichtung festgelegt, die die Bedeutung dieses Kriteriums repräsentiert.

In einem zweiten Schritt wird jede Entscheidungsalternative benotet, entsprechend der Erfüllung der einzelnen Kriterien.

## Gesamtnutzwert

Durch die Multiplikation dieser dimensionslosen Zahlen ergibt sich pro Kriterium der Teilnutzwert. Die Addition der Teilnutzwerte, bezogen auf die jeweilige Alternative, ergibt den Gesamtnutzwert.

Im vorliegenden Fall stehen zwei Alternativlösungen bezüglich einer Pressenautomation zur Auswahl. Mit diesem Modell der Nutzwertanalyse (auch: Scoring-Modell) lassen sich Entscheidungen auch über qualitative Kriterien herbeiführen.

Obwohl bei dem Wechselsystem B der Preis nicht den Vorstellungen (der Erfüllungsgrad ist nur mit „3“ bewertet) entspricht, hat diese Lösungsvariante den höheren Gesamtnutzwert. Zur weiteren Illustration empfehlen wir, Beispiele aus dem Internet unter dem Stichwort „Nutzwertanalyse“ hinzuzuziehen.

Bei der reinen Kostenvergleichsrechnung werden dagegen nur die alternativen Investitionskosten einem zu erwartenden Nutzen gegenübergestellt.

Kriterium	Gewichtung %	Wechselsystem A		Wechselsystem B	
		Erfüllungsgrad <sup>2)</sup>	Nutzwert	Erfüllungsgrad	Nutzwert
<b>Anschaffungskosten</b>	25	8	2,00	3	0,75
<b>Wartung</b>	20	4	0,80	6	1,20
<b>Sicherheit</b>	30	5	1,50	9	2,70
<b>Bedienung</b>	15	2	0,30	10	1,50
<b>Ersatzteile</b>	8	5	0,40	9	0,72
<b>Schulung</b>	2	3	0,06	9	0,18
<b>Gesamtnutzwert</b>	<b>100</b>	–	<b>5,06</b>	–	<b>7,05</b>

2) Der Erfüllungsgrad entspricht der Benotung 1 bis 10, wobei 10 die beste Benotung darstellt.

## Amortisationsrechnung

Bei dieser Methode werden sowohl die Investitionskosten (Anschaffungswert, kalkulatorische Abschreibung und Zinsen), die Betriebskosten (Energie, Wartung, Raumkosten, Folgekosten für Werkzeuge) als auch die anfallenden Lohnkosten (Rüstzeiten, Einlaufphase nach Werkzeugwechsel) ermittelt und, bezogen auf die geplante Werkzeugwechselfrequenz, den damit verbundenen Zeit- und Kosteneinsparungen gegenübergestellt.

### Berechnungsbeispiel

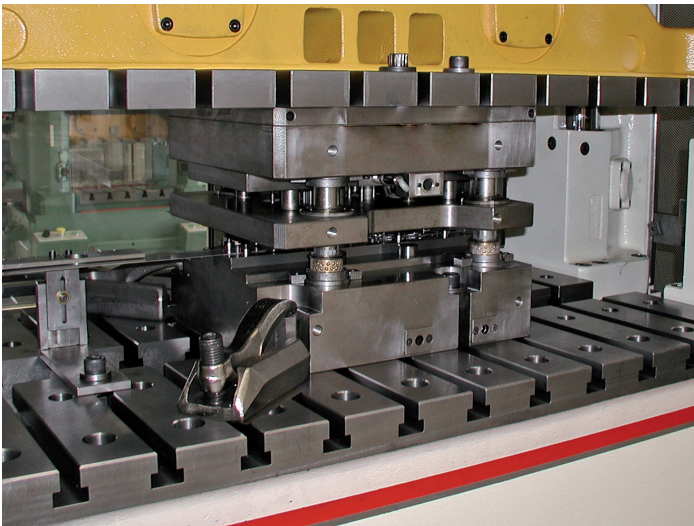
Am Beispiel einer bereits installierten Presse werden zwei Werkzeugwechsel-Alternativen gegenübergestellt. Es gelten die folgenden Produktionsbedingungen:

- 2-schichtiger Betrieb mit 810 Minuten / Tag
- einmaliger Werkzeugwechsel / Schicht
- Werkzeuge sind im Einsatz an dieser Presse
- Rollenleisten und Tragkonsolen zum Einbringen der Werkzeuge sind bereits pressenseitig montiert

### Im Beispiel A

wird der Werkzeugwechsel manuell mit 10 mechanischen Spannschrauben M24 am Stößel und 6 Spannschrauben M24 am Tisch vorgenommen.

Die Investitionskosten sind im Vergleich zur Alternative B vernachlässigbar.



### Im Beispiel B

werden die Werkzeuge am Stößel mit Schnellspannsystemen aus Produktgruppe 3, Hohlkolbenzylinder Typ Hilma 82135 2802 (8x) und am Tisch mit Spannleisten aus Produktgruppe 2, Typ HILMA 2095 120 (4x) gewechselt.



# Amortisationsrechnung

		Beispiel A	Beispiel B
<b>Allgemeine Daten</b>			
Stufenpresse vorhanden	Stück	1	1
Existierende WZ	Stück	5	5
Geplante WZ	Stück	3	3

<b>WZ-Wechselsystem</b>			
Spannelemente Stößel	EUR	0	3.200
Spannelemente Tisch	EUR	0	1.600
Hydraulikaggregat (incl. Steuerung)	EUR	0	4.300
Montage / IBN	EUR	0	4.700
Nacharbeiten vorh. WZ	EUR	0	16.900
<b>Kosten WZW-System</b>	<b>EUR</b>	<b>0</b>	<b>30.700</b>

<b>Rüstzeiten</b>			
WZ-Spannen Stößel	min.	6,5	0,5
WZ-Spannen Tisch	min.	3,9	0,5
WZ-Lösen Stößel	min.	6,5	0,5
WZ-Lösen Tisch	min.	3,9	0,5
WZ-Transport	min.	4,0	4,0
<b>Rüstzeiten WZ</b>	<b>min.</b>	<b>24,8</b>	<b>6,0</b>

<b>WZ-Wechsel</b>			
WZ-Wechsel/Schicht	Anzahl	1	1
Personal/WZ-Wechsel Anzahl	Anzahl	1	1
<b>Rüstzeit/Monat</b>	<b>Std.</b>	<b>17,3</b>	<b>4,2</b>

Maschinenstundensatz	EUR/Std.	280	280
Rüstkosten / Monat	EUR	4.844	1.176
<b>Jährliche Rüstzeitkosten</b>	<b>EUR/Jahr</b>	<b>58.128</b>	<b>14.112</b>

<b>Stundenlohn</b>	EUR/Std.	25,56	25,56
<b>Lohnkosten/Jahr</b>	<b>EUR</b>	<b>5.306</b>	<b>1.288</b>

<b>Kalk. Abschreibung</b>	Jahre	10	10
	EUR/Jahr	<b>0</b>	<b>3.070</b>

<b>Kalk. Zinsen</b>	EUR/Jahr	<b>0</b>	<b>767</b>
---------------------	----------	----------	------------

<b>Summe der Kosten</b>	EUR/Jahr	<b>63.434</b>	<b>19.237</b>
-------------------------	----------	---------------	---------------

Bei einem einmaligen Werkzeugwechsel pro Schicht ergeben sich ca. 500 Wechsel pro Jahr.

<b>WZ-Wechsel</b>	Zahl / Jahr	500*	500
<b>Kosten / Wechsel</b>	EUR	126,87	38,47
<b>Kostenvorteil</b>	EUR / Wechsel	88,40	
Amortisation nach WZW	~ 347 Werkzeugwechsel (30.700 EUR : 88,40) dies entspricht ca. 8,33 Monaten		

\* 500 WZW/Jahr = 2 WZW/Tag x 250 Arbeitstage

Die Investition gemäß Variante B von 30.700,- EUR amortisiert sich unter den gegebenen Randbedingungen in einem Zeitraum von ca. 8,33 Monaten bzw. 347 Werkzeugwechseln.

Die zusätzlich gewonnene Produktionszeit durch die Verkürzung der Umrüstzeiten ist hierbei nicht berücksichtigt.

## Überschlagskalkulation

In erster Annäherung kann in aller Regel zur Bestimmung der Amortisationszeit die folgende Formel mit hinreichender Genauigkeit eingesetzt werden:

**Amortisationszeit =**

$$\frac{\text{Kosten}}{\text{Nutzen}} = \frac{\text{Invest. (Schnellspannen)} - \text{Invest. (konventionell)}}{\text{Zeitgewinn} \times \text{Maschinen std.satz} \times \text{WZ-Wechsel}}$$

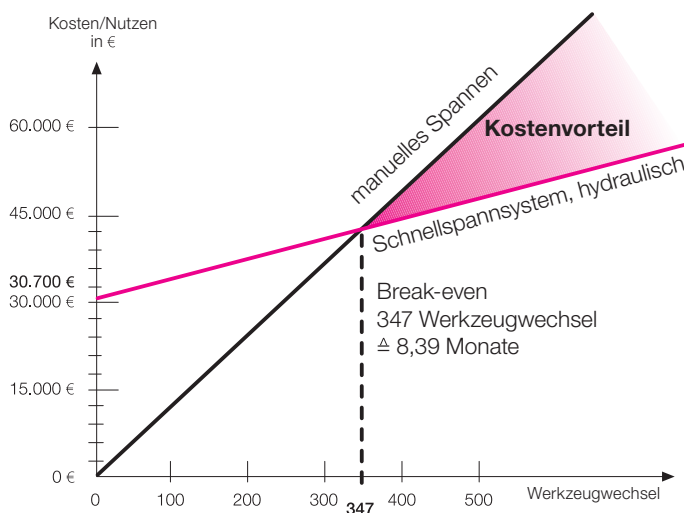
In dieser Formel sind die Beträge mit folgenden Dimensionen einzusetzen:

- Investitionskosten (Schnellspannen/Wechselsystem B) [EUR]
- Investitionskosten (konventionell/Wechselsystem A) [EUR]
- Zeitgewinn = Schnellspannen [min] - konventionell Spannen [min]
- Maschinenstundensatz [EUR/min]
- Werkzeugwechsel [Wechsel/Monat]
- Amortisationszeit [Monate]

Für das obige Beispiel ergibt sich damit folgende Überschlagskalkulation:

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{(30.700 - 0)}{(24,8 - 6) \times (280 / 60) \times (500 / 12)} = 8,39 \text{ Monate}$$

Die so ermittelte Amortisationszeit von 8,39 Monaten liegt fast bei dem exakt errechneten Wert und ist damit ausreichend genau.





## Angaben im Katalog

Alle Kenngrößen in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3267 bis 3284  
Benennung und Bildzeichen nach ISO 1219  
Maße in SI-Einheiten nach DIN 1301  
Maße ohne Toleranzangabe nach DIN 7168 mittel

## Spannelemente

Dauerbetriebsdruck	siehe Katalogblätter
Umgebungstemperatur	-10° C bis 70° C (andere auf Anfrage)
Einbaulage	beliebig, soweit nicht anders angegeben
Hubgeschwindigkeit	0,01 – 0,25 m/s
Leckölanfall	bei 400 bar, 20° C, Hydrauliköl HLP 32
- dynamisch	0,0001 g pro Doppelhub (Ø = 32, Hub = 40, V = 0,1 m/s)
	0,0003 g pro Doppelhub (Ø = 40, Hub = 40, V = 0,1 m/s)
- statisch	0,03 g in 24 Stunden

## Ölempfehlung

Öltemperatur [°C]	Bezeichnung nach DIN 51524	Viskosität nach DIN 51519
0 – 40	HLP 22	ISOVG 22
10 – 50	HLP 32	ISOVG 32
20 – 60	HLP 46	ISOVG 46

(Andere Hydraulikmedien auf Anfrage)

## Temperatureinflüsse

Alle Medien dehnen sich bei Temperaturzunahme unterschiedlich aus. Steht kein Raum für eine Volumenvergrößerung zur Verfügung, so schlägt sich diese Veränderung in einer Druckerhöhung nieder. Da das Spannsystem als geschlossen anzusehen ist, führt eine Temperaturerhöhung des Systems zu einer Druckerhöhung. Ebenso ergibt sich bei Temperaturverringerung ein Druckverlust. Als Faustregel kann gesagt werden, dass 10°C Temperaturanstieg einen Druckanstieg von 100 bar mit sich bringen. Bei starkem Temperaturabfall, z.B. während der Nachtstunden in niedrig temperierten Werkhallen, erfolgt ein entsprechender Druckabfall. Vom nachfördernden Druckerzeuger getrennte Anlagen sollten deshalb mit Druckspeicher ausgestattet werden, um den Druckabfall zu verringern.

## Rohrverschraubungen

Nach DIN 2353. Einschraubzapfen Form B nach DIN 3852 Blatt 2 (Abdichtung durch Dichtkante). Keine zusätzlichen Dichtmittel wie z.B. Teflonband verwenden!

## Anschlussgewinde

Whitworth-Rohrgewinde Einschraubbohrung Form X nach DIN 3852 Blatt 2 (für zylindrische Einschraubzapfen).

## Rohrleitungen

Nahtlose glatte Stahlrohre nach DIN 2391 NBK.  
Vorzugsweise:

Außen-Ø [mm]	Wanddicke [mm]	Öldruck [bar]	Verschraubung
8	1,5	400	G 1/4
8	2,0	500	G 1/4
12	2,5	400	G 3/8
12	3,0	500	G 3/8
16	3,0	400	G 1/2

Rohrleitungen so kurz wie möglich auslegen. Für einfachwirkende Zylinder mit Federrückstellung max. Länge 5 Meter, bei doppeltwirkenden Zylindern auch länger. Rohrbögen mit großem Radius ausführen.

## Schlauchverbindungen

Für den Anschluss der Spannelemente empfehlen wir Hochdruckschläuche, die bei 500 bar Betriebsdruck eine 4-fache Sicherheit bieten. Sind die Schläuche ständigen Bewegungen ausgesetzt, z.B. für die Ölzufuhr des Stößels, werden Schläuche in Sonderausführung empfohlen. Bei der Verlegung der Schläuche die Mindestbiegeradien beachten.

## Inbetriebnahme, Wartung

Vor der Inbetriebnahme Betriebsanleitung lesen. Nur sauberes und neues Öl verwenden. Das Gesamtsystem bei laufender Pumpe mit niedrigem Druck (~20 bar) am höchsten Punkt blasenfrei entlüften (durchspülen). Hydraulische Ventile sind sehr empfindlich gegen Schmutz, daher dürfen keine Verunreinigungen in das Druckmittel gelangen. Ein Ölwechsel einmal jährlich ist zu empfehlen.

## Staudruck im Hydrauliksystem

Durch die Reibung in Leitungen, Verschraubungen, Ventilen und Zylindern ist ein Druck von 1-2 bar notwendig, um Öl zu fördern. Die Federkraft bei Zylindern mit Federrückstellung ist für einen Staudruck von max. 2 bar ausgelegt. Fahren die Zylinder langsam oder nicht voll ein, muss der Staudruck reduziert werden (größerer Rohrdurchmesser, kürzere Leitungen, weniger Verschraubungen, Parallel- statt Serienschaltung, kleine Masse am Kolben).

Bei doppeltwirkenden Zylindern kommt es leicht zu Staudrücken, wenn die Stangenseite beaufschlagt wird und das größere Ölvolumen der Kolbenseite über zu enge Leitungen und Ventile in den Tank zurückfließen muss.

Dieser Staudruck ist normalerweise unschädlich, kann aber bei Schwenkspannern und Schwenk-Senkspannern, wenn er 50 bar überschreitet, zu vorzeitigem Verschleiß des Schwenkmechanismus und zu Funktionsstörungen (s. Katalogblätter) führen.

Sicherheitsbedürfnisse werden durch unterschiedliche Sicherheitsanforderungen und Fertigungstechnologien bestimmt.

Hydraulische Werkzeugspannsysteme können in 3 Sicherheitsstufen eingeteilt werden:

## 1. Sicherheitsstufe

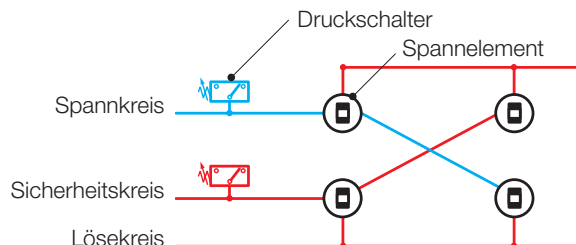
**Vorzugsweise bei Einsatz von säulengeführten Werkzeugen einzusetzen.**

Druckschalter in jedem Spannkreis für die Spannkraftkontrolle als Maschinensicherung.  
Zwei voneinander unabhängige Hydraulikkreise.

Spannkreis = 50 % der Spannelemente in Tisch bzw. Stößel.

Sicherheitskreis = 50 % der Spannelemente in Tisch bzw. Stößel.

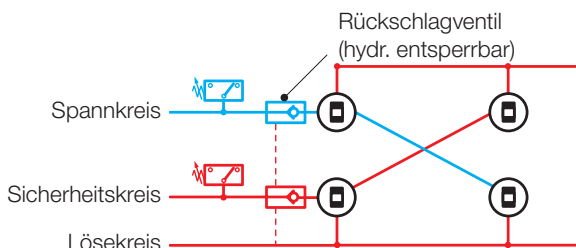
Fällt ein Kreis aus, ist das Ober- oder Unterwerkzeug immer noch mit 50 % der Gesamtspannkraft gespannt.



## 2. Sicherheitsstufe

**Vorzusehen bei Einsatz von nichtsäulengeführten Werkzeugen.**

Ein Rückschlagventil (hydraulisch entsperbar) hält im Spann- bzw. Sicherheitskreis auch dann den Druck aufrecht, wenn im übrigen System der Druck abfällt.



## 3. Sicherheitsstufe

**Bei Einsatz von nichtsäulengeführten Werkzeugen an Groß- und Karosseripressen.**

Alle eingesetzten Spannelemente werden durch hydraulisch entsperbare Rückschlagventile abgesichert. Bei Druckverlust >20 % des Betriebsdruckes schaltet der Druckschalter die Presse aus. Die Rückschlagventile sichern die Spannkraft über viele Tage.

