



Maßnahmen zur Erhöhung der Gesenkstandmengen

Inhaltsverzeichnis

1. Begriffsbestimmung
2. Wirtschaftliche Bedeutung
3. Schmiedeteilkosten
4. Verschleißursachen
5. Statistische Erfassung
6. Arbeiten mit einer Gesenkkartei
7. Einflussfaktoren
8. Maßnahmen zur Erhöhung der Gesenkstandmengen
 - 8.1. Am Gesenkschmiedeteil
 - 8.2. Der Gesenkschmiedeprozess
 - 8.3. Die Schmiedegesenke
 - 8.4. Die Schmiedemaschinen



1. Begriffsbestimmung

Standmenge,

ist die Anzahl der Gesenkschmiedestücke, die in einem Gesenk geschmiedet werden können, bis die Gravur über die zulässige Toleranz hinaus verschlissen ist bzw. bis die Gravur oder das Gesenk unzulässige Beschädigungen aufweist /1/.



2. Wirtschaftliche Bedeutung

Schmiedegesenke unterliegen hohen mechanischen und thermischen Belastungen /2/ z.B.:

- Die Umformspannungen an der Gravuroberfläche erreichen 800 bis 1000 N/mm² und darüber.
- Die Werkstoffgleitgeschwindigkeiten in der Gratbahn können bis 50 m/s betragen.
- Die hohen Schubbeanspruchungen an der Gravuroberflächenschicht führen zu Schubspannungsrissbildungen.
- Die Erwärmung der Gravuroberfläche unter Druckbelastung steigt kurzzeitig von ca. 200 °C auf 700 bis 850°C. Der Temperaturgradient kann bis ca. 3000°C/s betragen.
- Insbesondere Pressengesenke können sich bei raschem Schmieden auf über 600°C erwärmen.
- Beim „Kleben“ der Schmiedeteile können die Gravuroberflächen örtlich ausglühen (Gefahr der Überschreitung der Anlasstemperaturen).



3. Schmiedeteilkosten

Die Schmiedeteilkosten sind ein entscheidender Gradmesser für Gewinn und Fortschritt oder für wirtschaftliche Probleme eines Schmiedeunternehmens.

Mit der ersten Zeichnungsbeurteilung wird entschieden, über:

- die Wahl der Gesenkteilung,
- die Anzahl der Umformstufen (Anzahl Gesenkgravuren),
- die erforderlichen Umformkräfte,
- die erreichbaren Gesenkstandmengen,
- die erreichbare Fertigungsqualität,
- den erforderlichen Materialverbrauch
- den benötigten Arbeitszeitaufwand und
- insgesamt über die gesamte Fertigungsökonomie eines Gesenkschmiedeteiles.

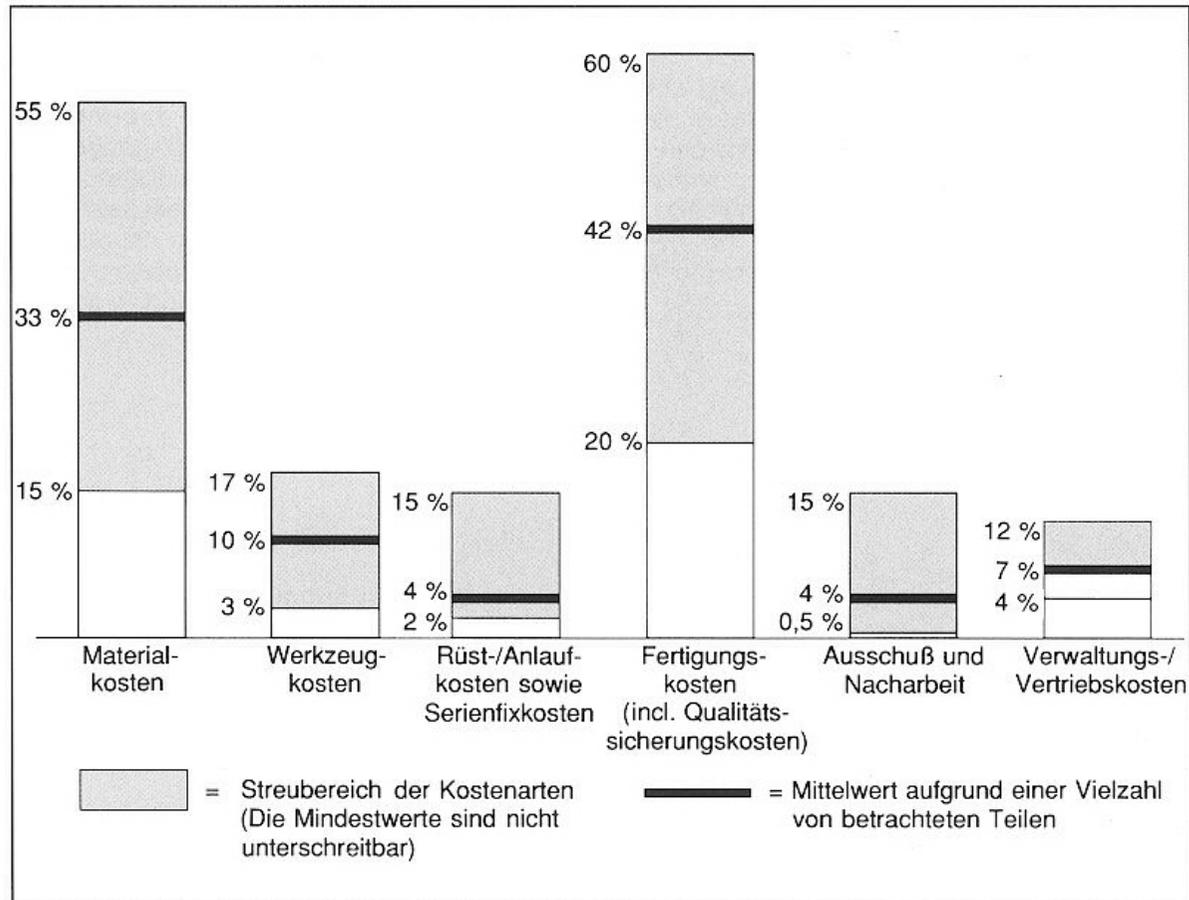
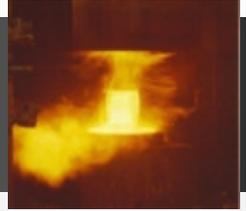


Bild 1: Schmiedeteilkosten nach Korte/3/

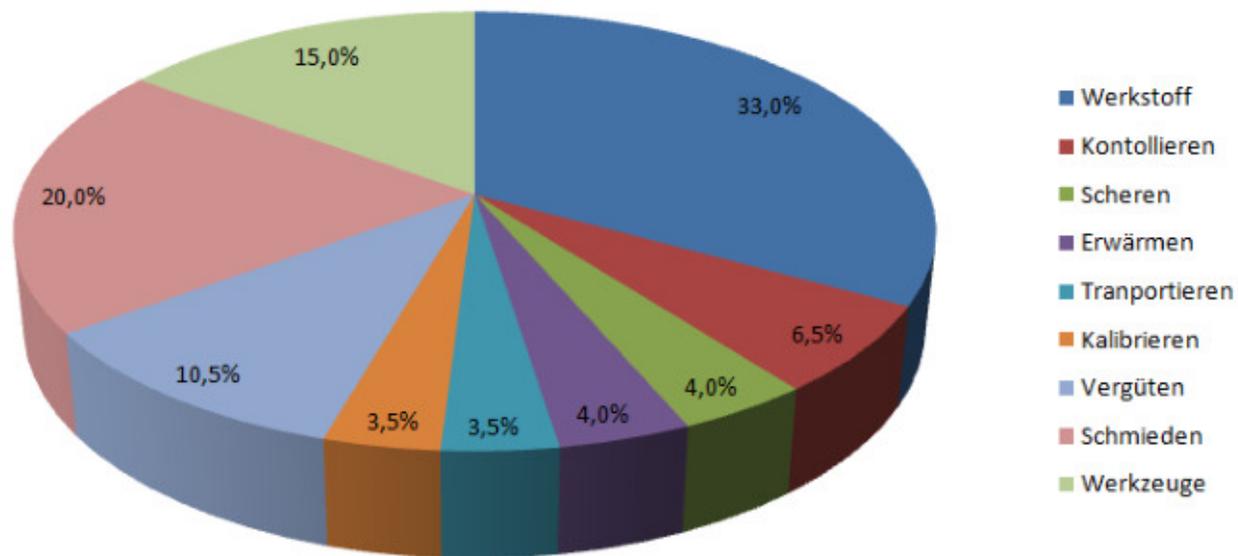
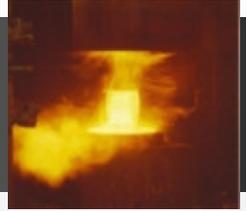


Bild 2. Schmiedeteilkosten bei Mercedes/4/

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

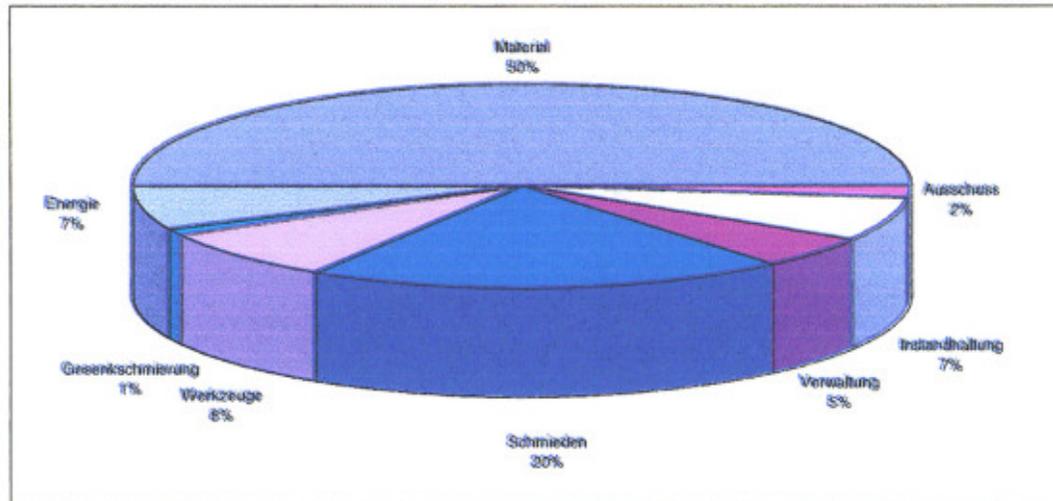
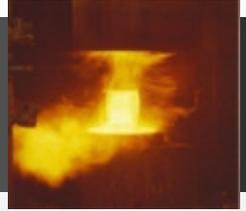


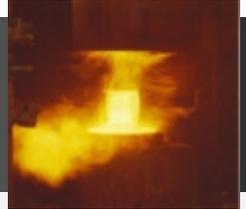
Bild 3. Schmiedeteilkosten nach Acheson/5/

Kostenblock	Anteil (%)
Materialkosten	= 30 % – 50 %
Werkzeugverschleißkosten	≈ 10 %
Rüst- bzw. Einbaukosten	≈ 5 %
Fertigungskosten	= 30 % – 50 %
Ausschuss und Nacharbeit	≈ 2 % – 5 %
Verwaltungs- und Vertriebskosten	= 5 % – 10 %

Bild 4. Schmiedeteilkosten nach Hirschvogel/6/

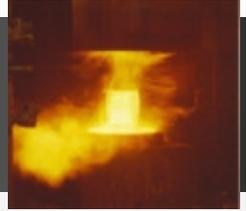
7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



Korte /3/ gibt folgende Hinweise zu möglichen Werkzeugkosteneinsparungen:

- Je enger die Maßtoleranzen, desto höher die Werkzeugkosten.
- Schmiedeteile mit der Schmiedegüte E benötigen eine ca. 30 % höhere Werkzeugerneuerungsrate, als die der Schmiedegüte F (Überprüfung der Schmiedeteile mit dem Toleranzfeld nach Schmiedegüte E, ob möglich ist, dass einzelne Maße durch nachfolgendes Maßprägen billiger herzustellen sind!).
- Minimierung der Umformstufen (Anzahl Gesenke), wenn es sich um kleinere Schmiedeserien handelt.
- Bei großen Schmiedelosen kann die Verschleißbeanspruchung so verteilt werden, dass der Verschleiß in der Endgravur am geringsten ist. Bei besonders starken Verschleißstellen kann mit höher vergüteten Gesenkeinsätzen gearbeitet werden. Durch solche Maßnahmen können die Werkzeugerneuerungskosten um bis zu 30 % verringert werden.
- Werkzeug mit gekröpften Teilungsverläufen sind mindestens 10 % teurer, als solche mit ebenen Gesenkteilungen.
- Bei Vergrößerung der Kantenradien um 100 % kann die Werkzeugerneuerungsrate bis auf 25 % verringert werden.



4. Verschleißursachen

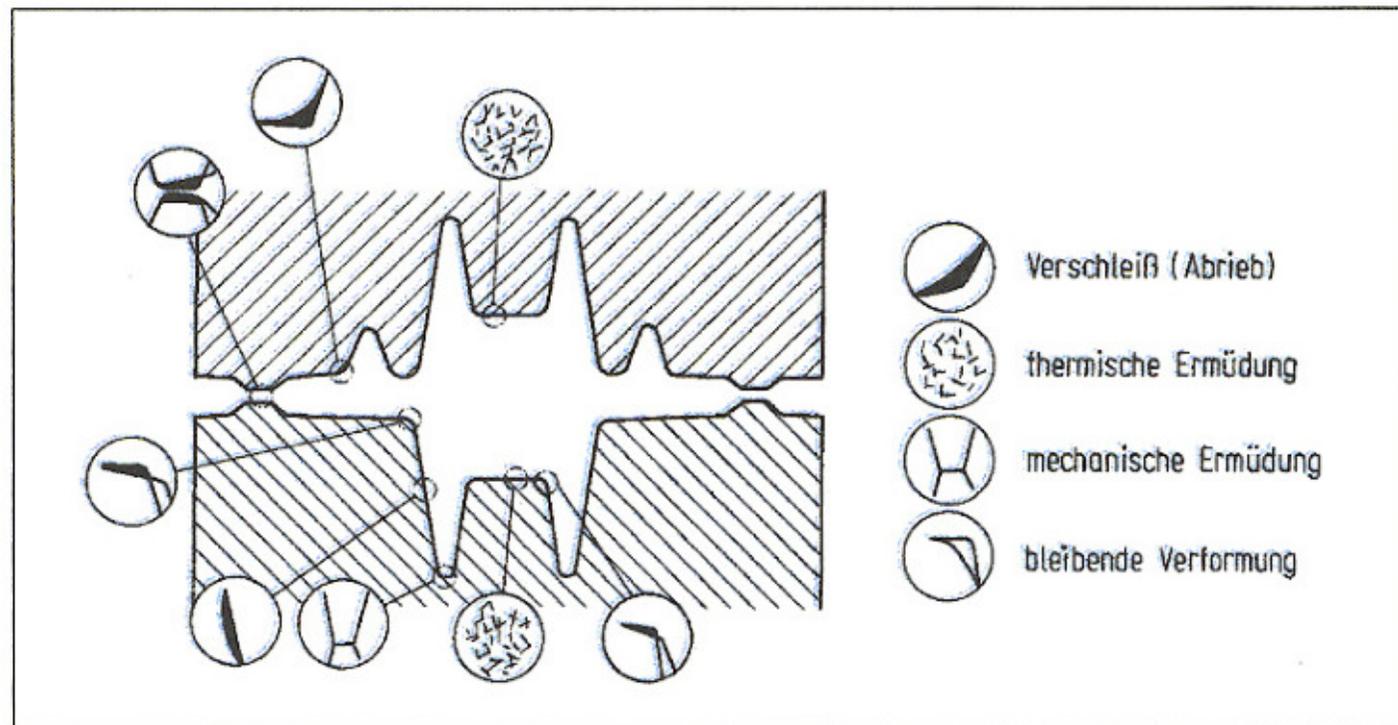
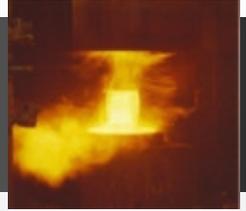


Bild 5. Verschleißursachen/2/.

Fehlerhafte Kennzeichnung ist zweckmäßig bei Verschleiß mit einzuordnen.

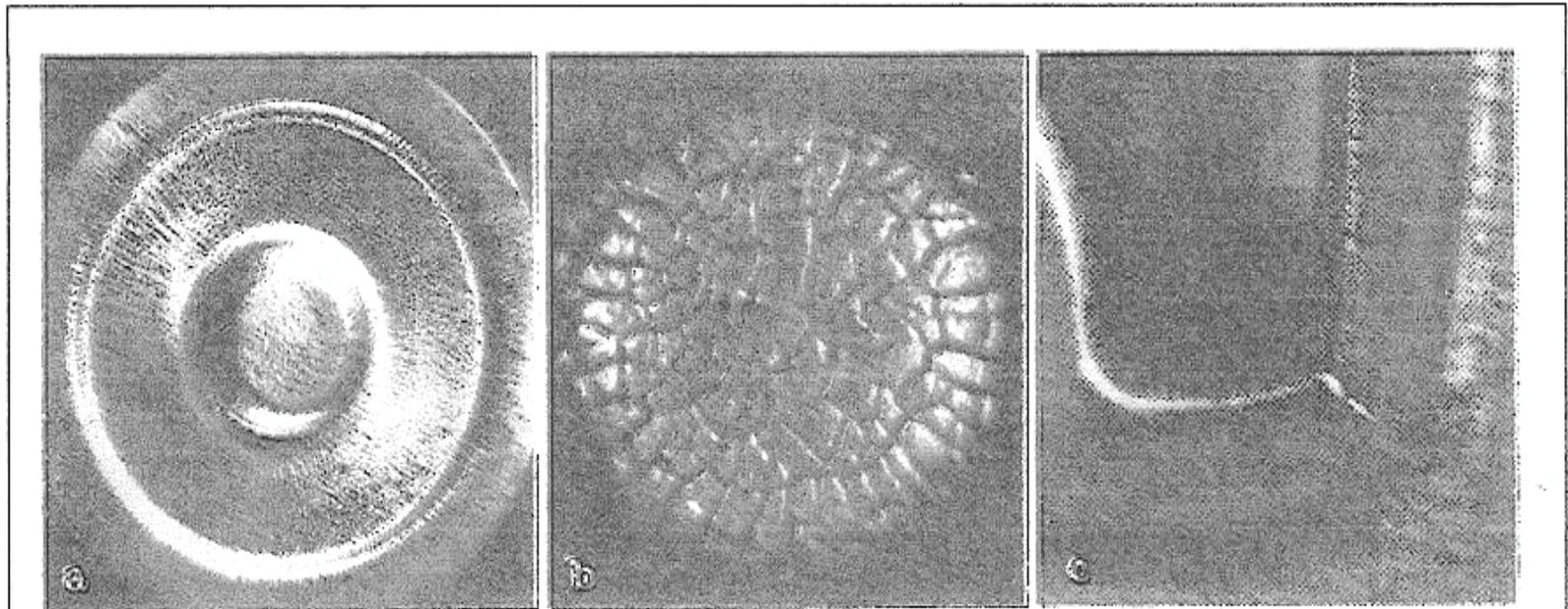
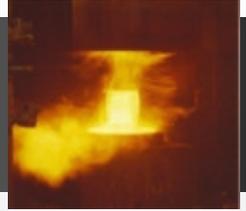
7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



Schadensarten					Mögliche Ursachen
Ver- schleiß	Plastische Ver- formung	Wärme- risse	Mecha- nische Rißbildung	Gesenk- brüche	
•	•		•		Masse des Schmiedestücks
•	•	•	•	•	Gestalt des Schmiedestücks
•	•	•	•	•	Temperatur d. Schmiedestücks, Erwärmungsart
•	•	•	•	•	Schmiedeverfahren
•	•	•	•	•	Abweichung v. vorgeschrieb. Arbeitsablauf
			•	•	nicht spannungsgerechte Ausbildung der Gesenke
			•	•	mangelhafte Herstellgenauigkeit
		•	•		Oberflächenbeschaffenheit der Gravur
•	•	•			Gesenktemperatur
•	•	•	•	•	chemische Zusammensetzung des Gesenkwerkstoffs
•	•	•	•	•	Festigkeitseigenschaften des Gesenkwerkstoffs
•	•				Anlaßbeständigkeit des Gesenkwerkstoffs
•		•	•	•	Gefügeausbildung des Gesenkwerkstoffs
		•	•	•	unzureichende Zähigkeit des Gesenkwerkstoffs
		•			unzureichende Temperaturwechselbeständigkeit des Gesenkwerkstoffs

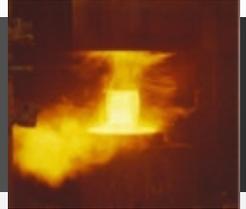
Bild 6. Beispiele für Gesenkschäden, Schadensarten und Ursachen/7/



Gesenkschäden

a) Verschleißzonen; b) Wärmewechselrisse; c) Risse an einer Hohlkehle

Bild 7. Beispiele für Gesenkschäden (bildliche Darstellung)/7/



5. Statistische Erfassung

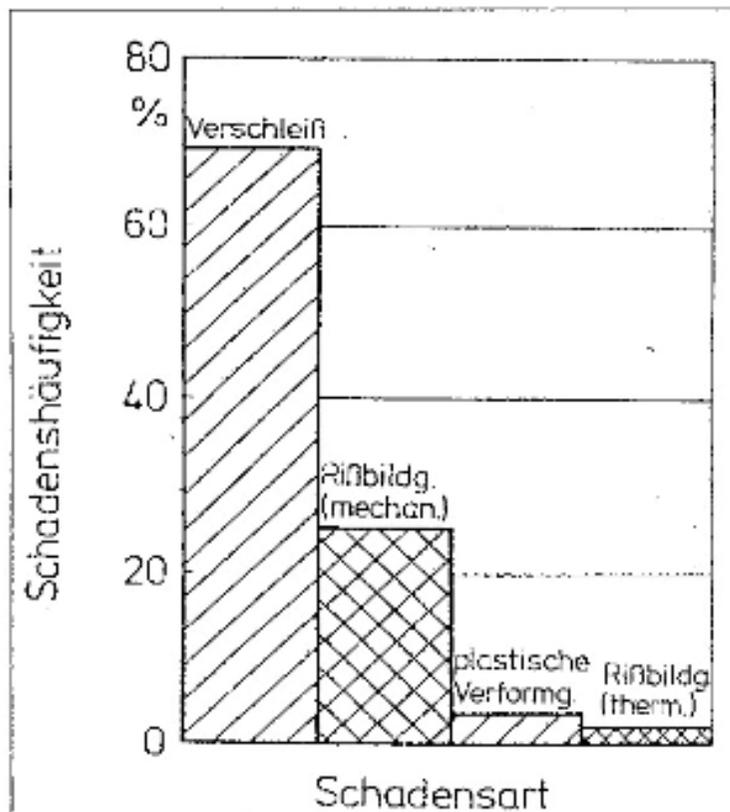


Bild 8. Häufigkeit der Gesenkschäden nach Verschleißursachen/8/.



Umform- aggregat	Anteil der Schadensart an den Ausfällen in (%)	
	Verschleiß und Verformung	Rißbildung
Hammer	70	30
Kurbel- presse	80	20
Spindel- presse	85	15

Bild 9. Schadensart nach der Umformmaschine/8/

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

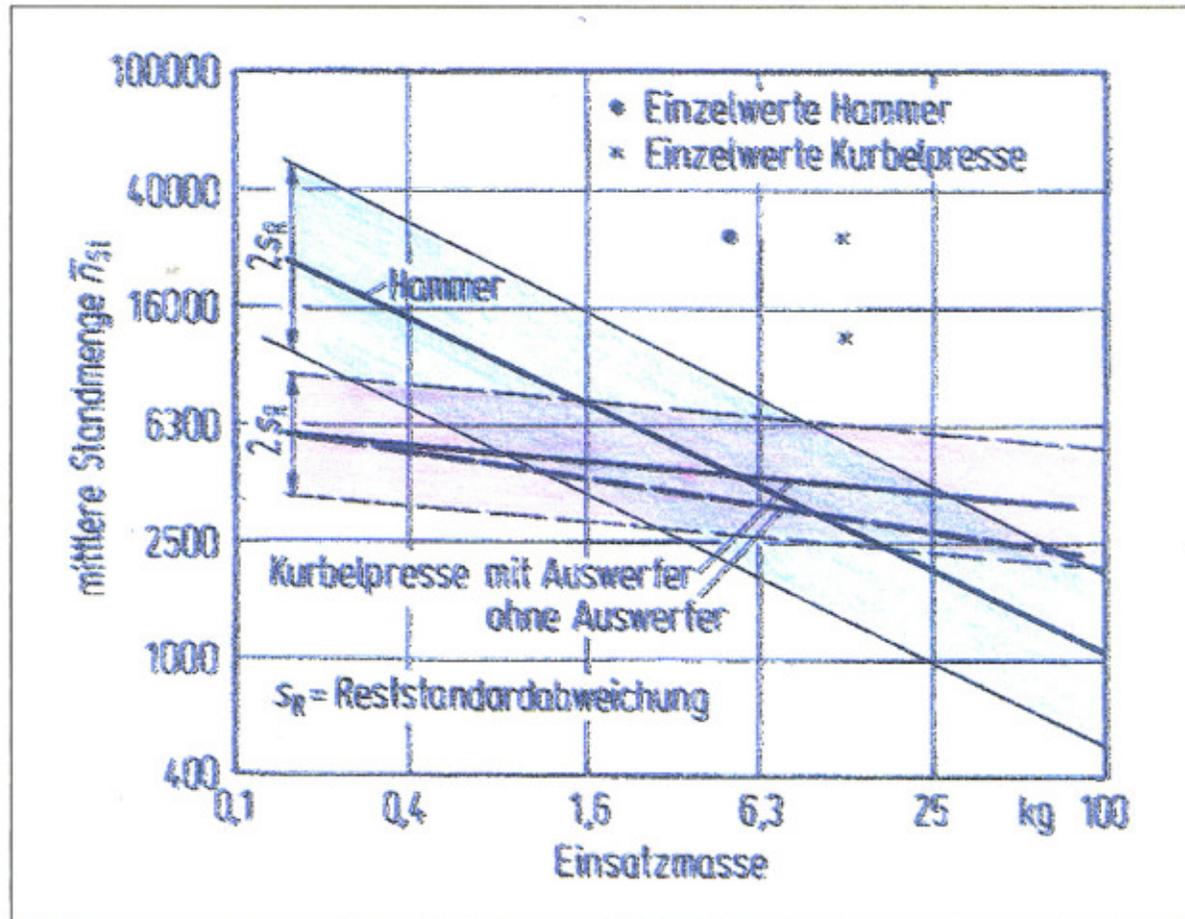
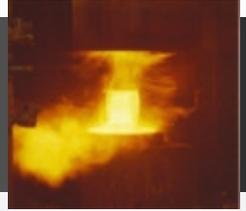


Bild 10. Vergleich der Gesenkstandmengen von Hämmern und Pressen/7/

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

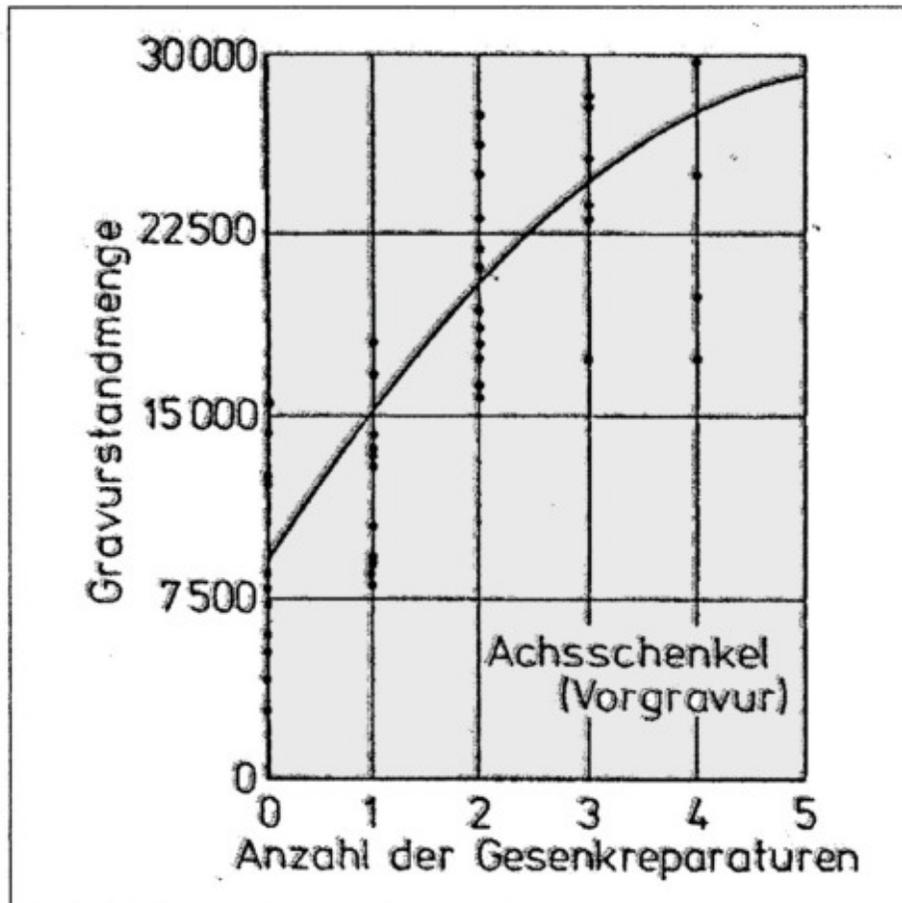
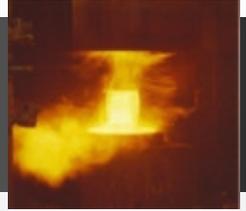


Bild 11. Gesenkstandmengen nach der Anzahl Reparaturen/8/.

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

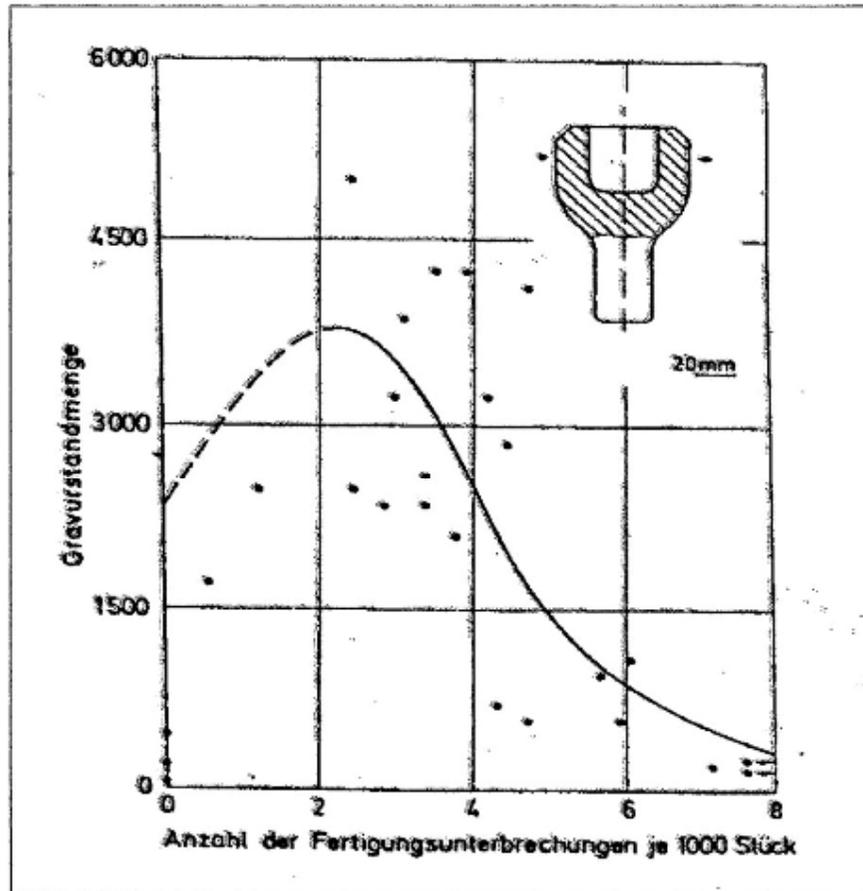
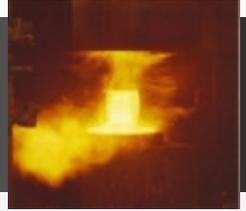


Bild 12. Arbeitsunterbrechungen und Gesenkstandmengen/8/.

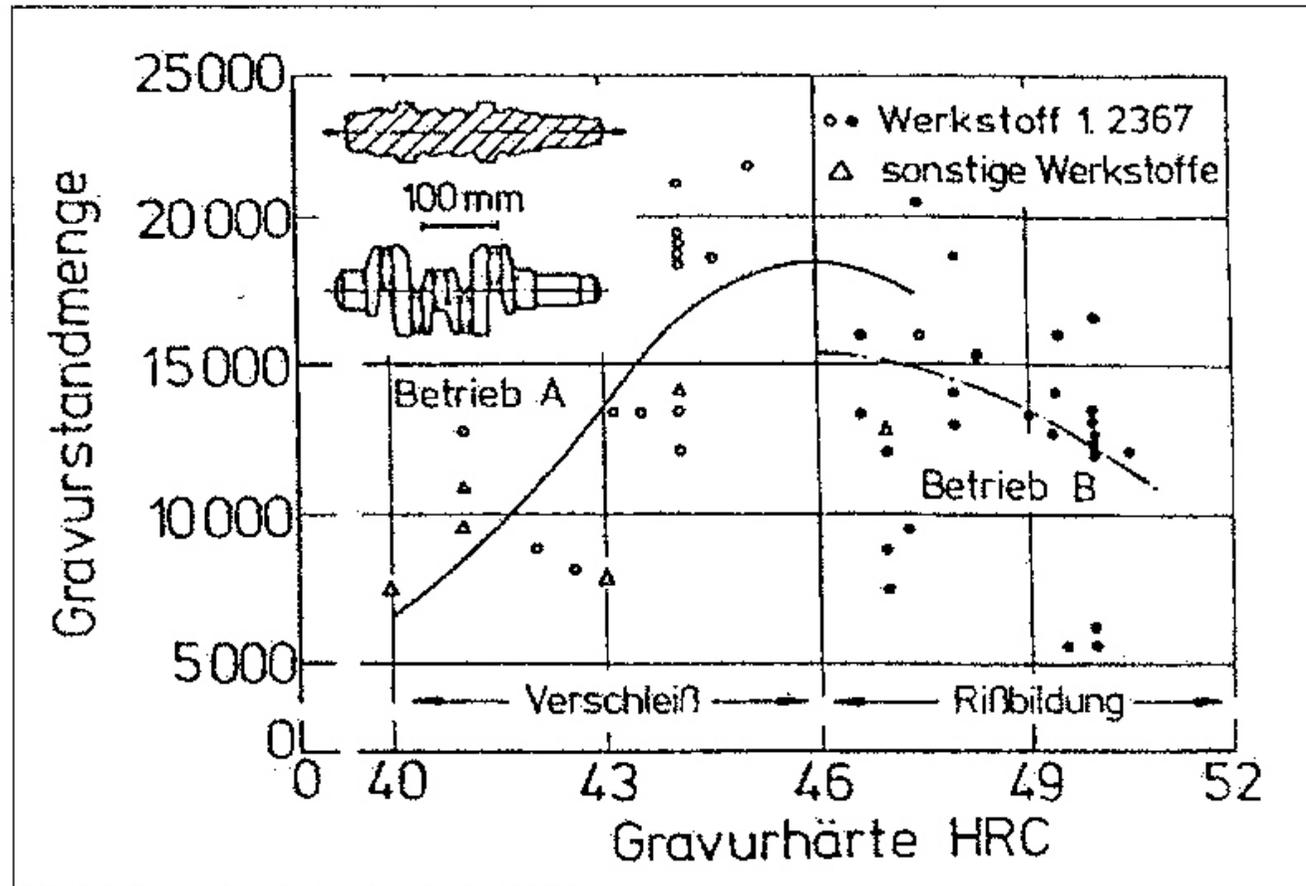
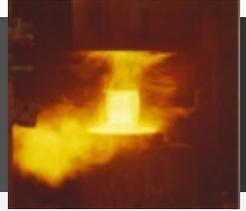


Bild 13. Einfluss der Gravurhärte auf Verschleiß und Rißbildung/8/.



6. Arbeiten mit einer Gesenkkartei/Datei

Ablauf:

- Entwicklung einer spezifischen(betriebsbezogenen) Gesenkkartei
- Erarbeitung einer Verfahrensanweisung
- „Erfassung und Auswertung von Gesenkstandmengen“ nach DIN ISO 9002 mit Festlegung des Verfahrensablaufes und der Verantwortlichkeiten für lückenlose Gesenkbeurteilungen.
- Auftragsabteilung: Anfertigung der Gesenkkartei mit den Konstruktionsdaten (Schmiedeteilbenennung, Rohteil-/ Zeichnungs- Nr., Standardgröße, Werkstoffgüte und Soll- Härtewerte) getrennt nach Ober- und Unterteil und Sollstandmenge u.a.
- Gesenkbau: Eintrag der Istwerte, wie Einzel- und Gesamteinbauhöhe, Ist- Härtewerte u.a.
- Schmiede: Ist- Standmenge und Ausfallursache (Kontrollentscheid).
- Gemeinsame Auswertung der Erliegenschaftsursache und Festlegung von Maßnahmen zur Ursachenvermeidung oder zumindest zur Verschleißminderung mit folgenden Teilnehmern
 - Gesenkkonstrukteur,
 - Schmiedeleiter,
 - Schmiedemeister,
 - Gesenkbauleiter und
 - Gütekontrollleiter!



7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



FB 1 Schmiede u. Gesenkbb.		Werkzeugkarte 2				R Benennung		Nr.:				
Zeichn.-Nr.:		Größe nach Standard		Werkstoff		HRC Soll		Soll-Standmenge				
Auftrags-Nr.:		min. Festigkeitshöhe		TL 1								
				TL 2								
Grovur	Anzahl Buchst.	Angabe z. Gesenk			Werkzeugerneuerung				Schmiede			
		TL	HRC Ist	Höhe	E	Gebrauchzeit	Kontroll-Nr.	Dat.	Meister	Ist-Standmenge	Art d. Beanstandung	Dat. Meister
		1										
		2										

Bild 14. Gesenkkartei Beispiel IFA Gesenkschmiede Ludwigsfelde.



7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



Betrieb		Gesenkartei				Maschinengruppe	Schmiedeteil Nr.:	Gesenk- Nr.			
							Bezeichnung:	Vor- form	Zwischen- form	End- form	
Gesenk	Werkstoff	Soll-HRC	Blockgröße	Soll- Einbauhöhe	Soll- Standmenge	Gesenkhalter	Bemerkungen				
Oberteil											
Unterteil											
Werkzeugbau						Schmiede					
Gesenk	Gravur-Nr.	Änderungs-Nr.	HRC Ist	Höhe mm	Höhe gesamt mm	Ist- Nacharbeit	Meister Datum	Ist- Standmenge	Ursache für Ausbau	Erforderliche Nacharbeit	Meister Datum
Oberteil											
Unterteil											
Oberteil											
Unterteil											
Oberteil											
Unterteil											
Oberteil											
Unterteil											
Oberteil											
Unterteil											

Entwurf: Erich Pfitzner, Deutsche Schmiedetechnik

Bild 15. Entwurf Gesenkartei (Beispiel Thyssen).



Zur Verbesserung der Gesenkstandmengen sind verschiedene Vorgehensweisen möglich.

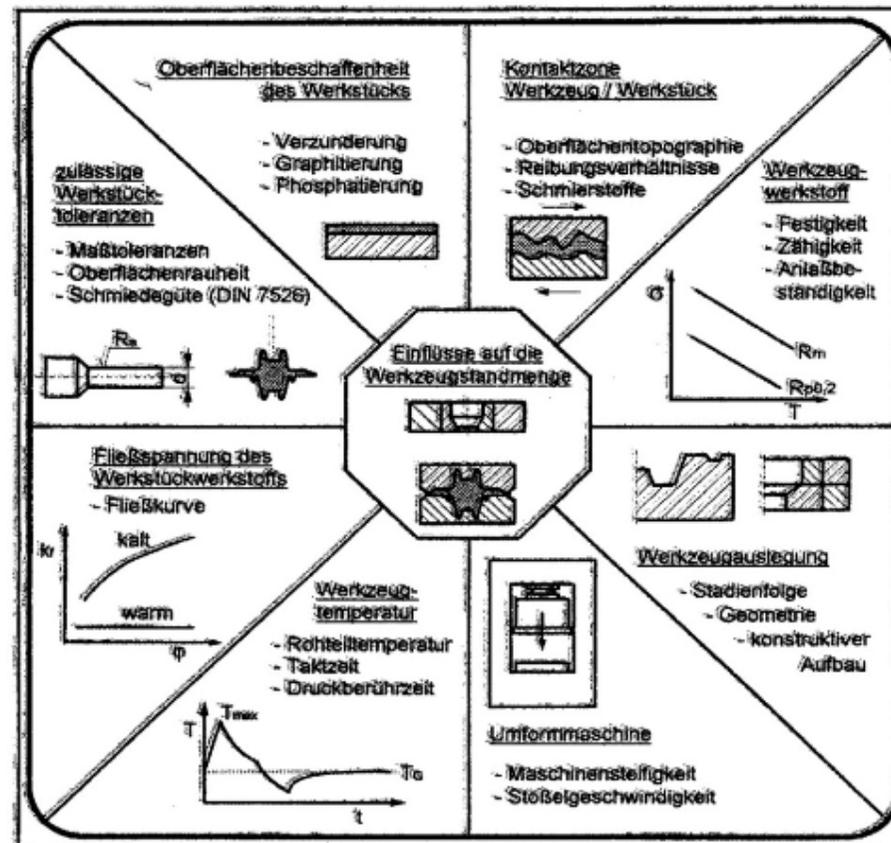
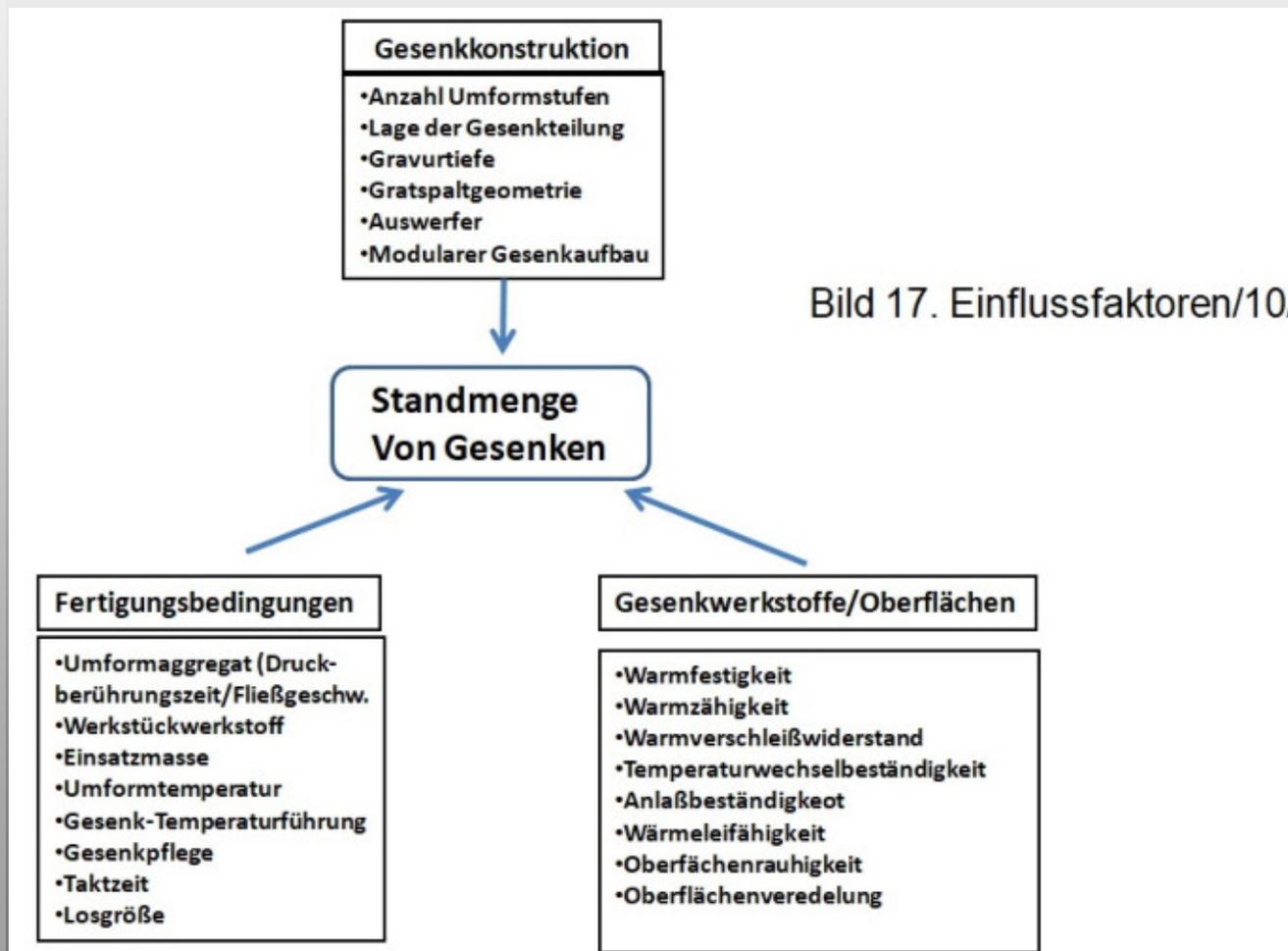


Bild 16. Einflüsse auf die Werkzeugstandmenge in der Massivumformung/9/



7. Einflussfaktoren

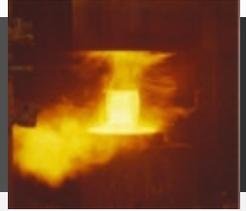




8. Maßnahmen zur Erhöhung der Gesenkstandmengen

8. Maßnahmen zur Erhöhung der Gesenkstandmengen			
8.1. Gesenkschmiedeteil	8.2. Gesenkschmiedeprozess	8.3. Schmiedegesenke	8.4. Schmiedemaschinen
8.1.1. Werkstoffverbrauch	8.2.1. Arbeitsfolge / Taktzeit	8.3.1. Außenabmessungen	8.4.1. Maschinenbauart
8.1.2. Schmiedeteilgestaltung	8.2.2. Fertigungsschwierigkeitsgrad	8.3.2. Gesenkblockabmessungen	8.4.2. Uniformkräfte
8.1.3. Schmiedeteilgenauigkeit	8.2.3. Zuschnittstoleranzen	8.3.3. Gesenkblockherstellung	
8.1.4. Schmiedeteilwerkstoff	8.2.4. Schmiedetemperaturen Erwärmungsart	8.3.4. Gesenkwerkstoffe und Härteauswahl	
	8.2.5. Zwischenformung / Zunderentfernung	8.3.5. Innere Gesenk(gravur)form	
	8.2.6. Gesenktemperaturen	8.3.6. Gratbahnabmessungen	
	8.2.7. Gesenkschmierung	8.3.7. Gesenkfertigung	
	8.2.8. Gesenkpfege		
	8.2.9. Schmiedelosgrößen		

Bild 18. Maßnahmen zur Erhöhung der Gesenkstandmengen



8.1.1. Gesenkschmiedeteil / Werkstoffverbrauch

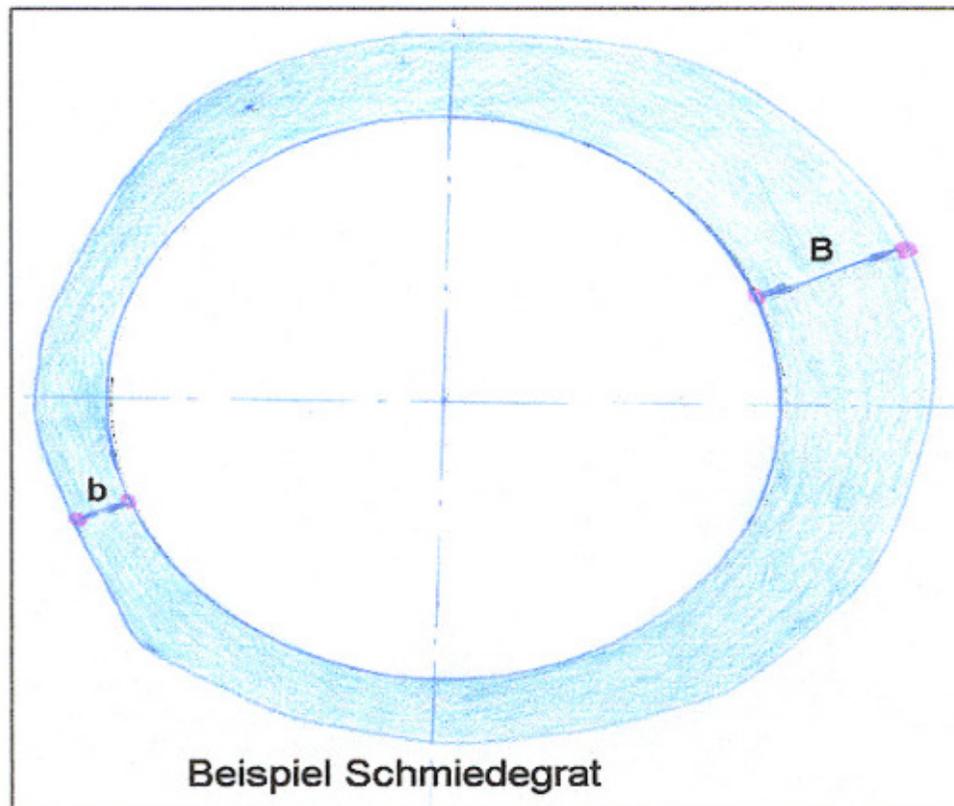


Bild 19. Beispiel Gratabmessungen überprüfen

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

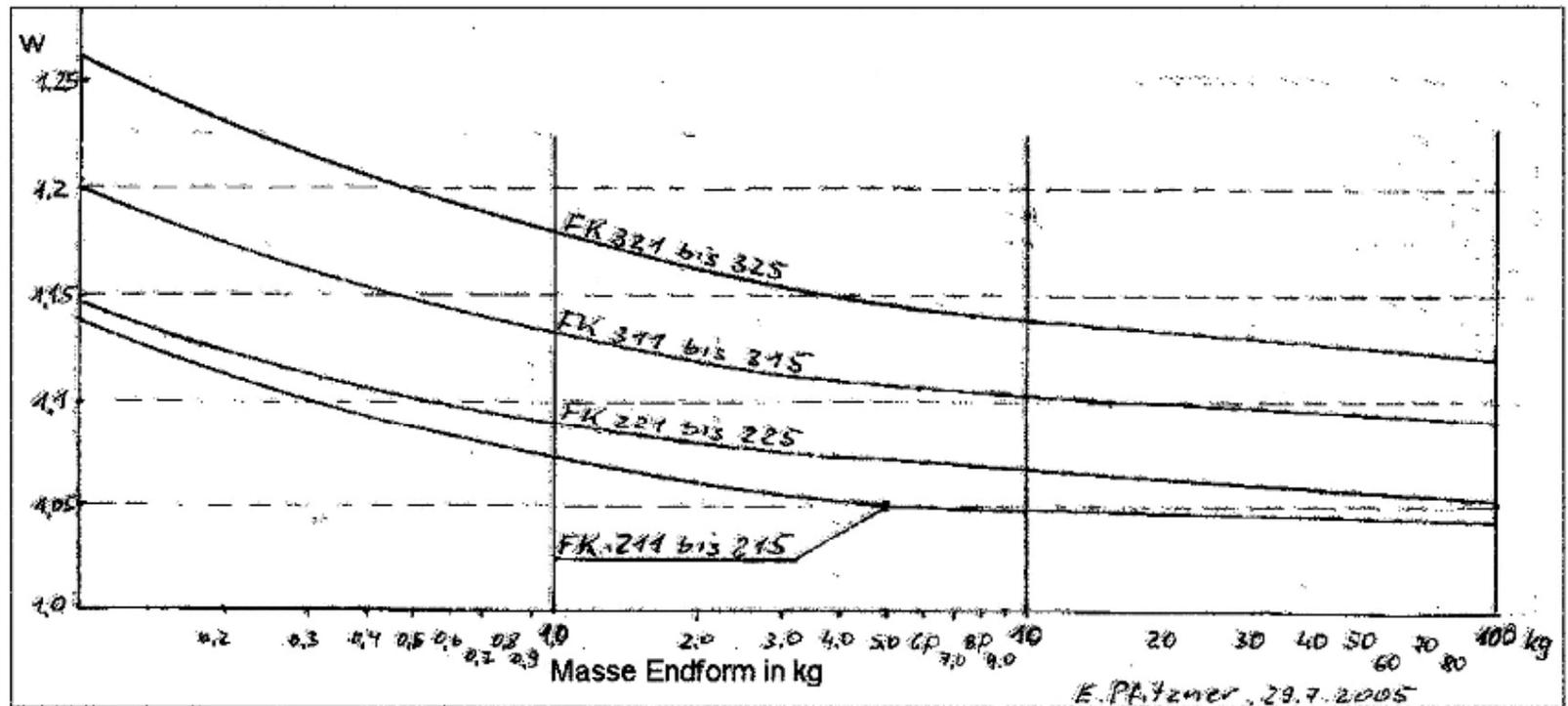
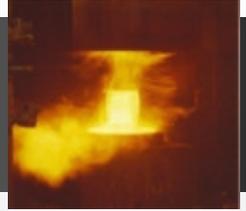


Bild 20. Zielstellung für Werkstoffbedarfsfaktoren $w/12/$

Bei zu lochenden Gesenkschmiedeteilen ist hier die Lochbutzenmasse bei m_E mit einzurechnen.



8.1.2. Schmiedeteilgestaltung

Unzweckmäßig	Zweckmäßig	Bemerkungen	Unzweckmäßig	Zweckmäßig	Bemerkungen
		Teilungsfläche möglichst in halber Teilungshöhe anordnen → minimaler Werkstoffmehrabbedarf durch Schmiedeschrägen ¹⁾			Teilungsfläche so anordnen, daß der Versatz am Teil leicht erkennbar ist!
		Bei nur wenig unterschiedlicher Teilhöhe ebene Teilungsfläche anstreben → billiges Gesenk und Abgratwerkzeug bei nur wenig erhöhtem Werkstoffmehrabbedarf durch Schmiedeschrägen			Bei unsymmetrischen Teilen ist das Auftreten von Seitenkräften beim Gesenkschmieden (Gefahr erhöhten Versatzes) zu vermeiden durch: a) entsprechende Wahl der Lage der Gesenkstellung b) Gesenkschmieden als Doppelstück. Besteht eine solche Möglichkeit nicht, müssen die Seitenkräfte durch eine entsprechend verstärkte Führungsleiste am Gesenk aufgenommen werden
		Teilungsfläche so anordnen, daß der Werkstofffluß weitgehend zwangsläufig ist (möglichst nur eine Flußrichtung) → minimaler Werkstoffmehrabbedarf durch Gesäßbildung fehlerfreie Gravurausfüllung			Die Teilungsfläche ist so anzuordnen, daß diese nicht durch vorspringende Kanten verläuft, damit an diesen Stellen beim Abgraten kein scharfkantiger Ort entsteht (Verletzungsgefahr)
$L < 3D_{max}$					Die Teilungsfläche ist so anzuordnen, daß an stark beanspruchten Stellen des Teils ein unterbrochener Faserverlauf vermieden wird
		Teilungsfläche so anordnen, daß enge tiefe Gravurbereiche, die durch Steigen ausgefüllt werden müssen, vermieden werden (Beim Gesenkschmieden auf Kurbel- und Reihspindelpressen kann auch bei $L > 3D_{max}$ axial geschmiedet werden, wenn nur eine örtliche Verdickung am Teil herzustellen ist, da hier die Form durch Anstauschen herstellbar ist und die Maschinen über Auswerfer verfügen.)			Die Teilungsfläche ist so anzuordnen, daß möglichst die Hauptkonturen des Teils durch Gesenkschmieden hergestellt werden → minimaler Werkstoffmehrabbedarf durch schmiedegerechte Gestaltung
$L > 3D_{max}$					Die Gesenkstellung ist möglichst so anzuordnen, daß eine ebene Teilungsfläche entsteht → billiges Gesenk und Abgratwerkzeug

Bild 21. Gestaltungshinweise/13/

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



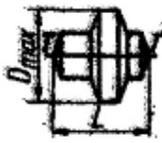
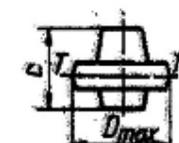
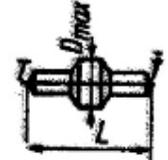
Unzweckmäßig	Zweckmäßig	Bemerkungen
		Teilungsfläche möglichst in halber Teilungshöhe anordnen → minimaler Werkstoffmehrbedarf durch Schmiedeschrägen ¹⁾
		Bei nur wenig unterschiedlicher Teilhöhe ebene Teilungsfläche anstreben → billiges Gesenk und Abkratwerkzeug bei nur wenig erhöhtem Werkstoffmehrbedarf durch Schmiedeschrägen
		Teilungsfläche so anordnen, daß der Werkstofffluß weitgehend zwangsläufig ist (möglichst nur eine Flußrichtung) → minimaler Werkstoffmehrbedarf durch Gratbildung fehlerfreie Gravurausfüllung
$L < 3D_{max}$		
		Teilungsfläche so anordnen, daß enge tiefe Gravurbereiche, die durch Steigen ausgefüllt werden müssen, vermieden werden (Beim Gesenkschmieden auf Kurbel- und Reibspindelpressen kann auch bei $L > 3D_{max}$ axial geschmiedet werden, wenn nur eine örtliche Verdickung am Teil herzustellen ist, da hier die Form durch Anstauchen herstellbar ist und die Maschinen über Auswerfer verfügen.)
$L > 3D_{max}$		
		

Bild 21a
Gestaltungshinweise

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



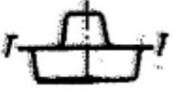
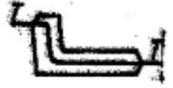
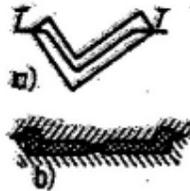
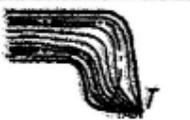
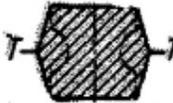
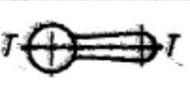
		Teilungsfläche so anordnen, daß der Versatz am Teil leicht erkennbar ist ¹⁾ 
		Bei unsymmetrischen Teilen ist das Auftreten von Seitenkräften beim Gesenkschmieden (Gefahr erhöhten Versatzes) zu vermeiden durch: a) entsprechende Wahl der Lage der Gesenkteilung b) Gesenkschmieden als Doppelstück. Besteht eine solche Möglichkeit nicht, müssen die Seitenkräfte durch eine entsprechend verstärkte Führungsleiste am Gesenk aufgenommen werden
		Die Teilungsfläche ist so anzuordnen, daß diese nicht durch vor-springende Kanten verläuft, damit an diesen Stellen beim Abgraten kein scharfkantiger Grat entsteht (Verletzungsgefahr)
		Die Teilungsfläche ist so anzuordnen, daß an stark beanspruchten Stellen des Teils ein unterbrochener Faserverlauf vermieden wird
		Die Teilungsfläche ist so anzuordnen, daß möglichst die Hauptkonturen des Teils durch Gesenkschmieden hergestellt werden — minimaler Werkstoffmehrabbedarf durch schmiedegerechte Gestaltung
		Die Gesenkteilung ist möglichst so anzuordnen, daß eine ebene Teilungsfläche entsteht — billiges Gesenk und Abgratwerkzeug

Bild 21. Gestaltungshinweise/13/



Besonders starke Verschleißursachen sind:

- **Zu kleine Kantenradien**
- **Kleine Dornkopfrundungen**
- **Dünne Rippen und Stege**
- **Größere Materialanhäufungen weit außerhalb der Mittellinie**

Der Einfluss o.g. Verschleißursachen kann über die Umformspannungen rechnerisch ermittelt werden.

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

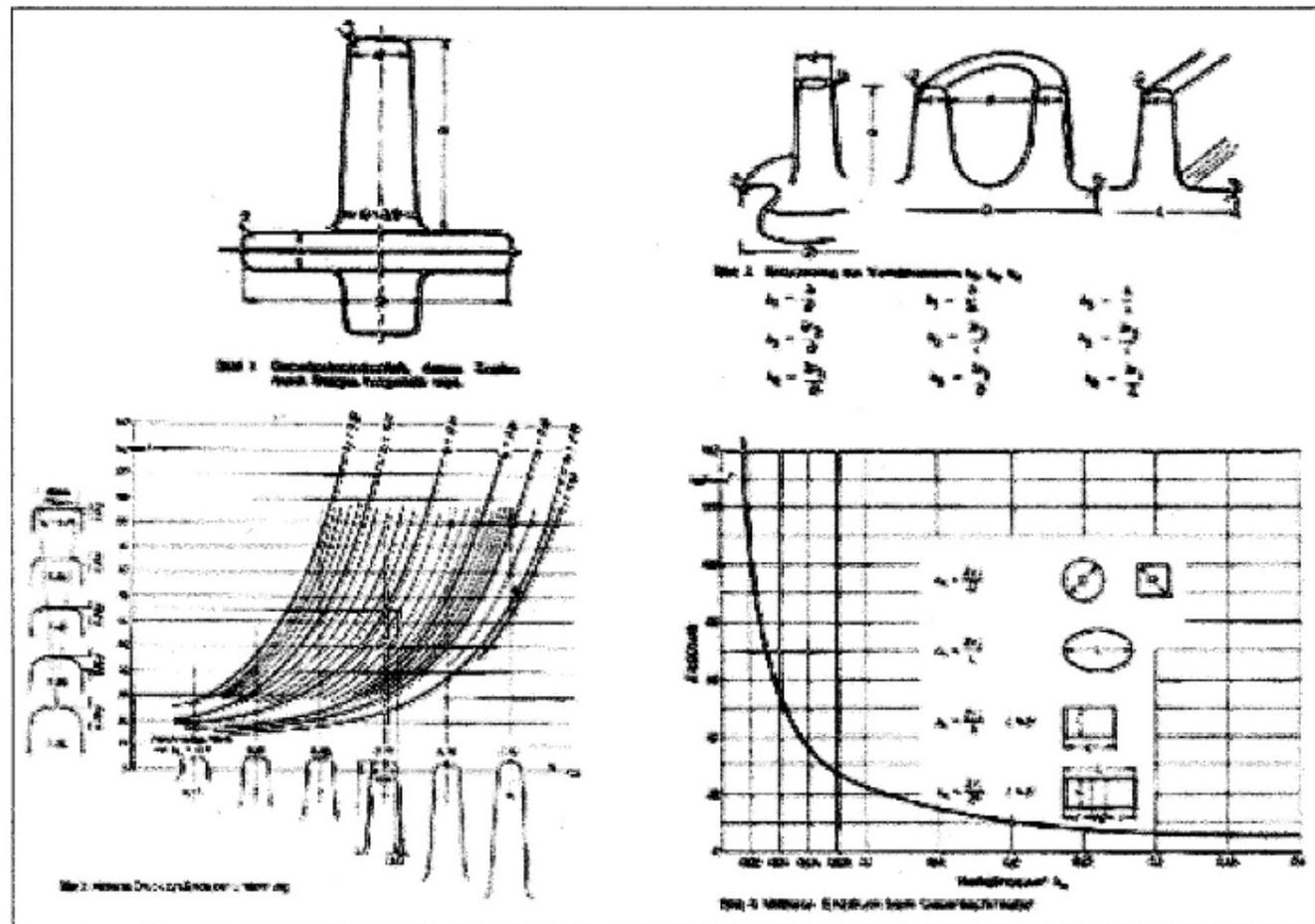


Bild 22. Umformspannungen im Gravurraum bei der Endumformung/14/

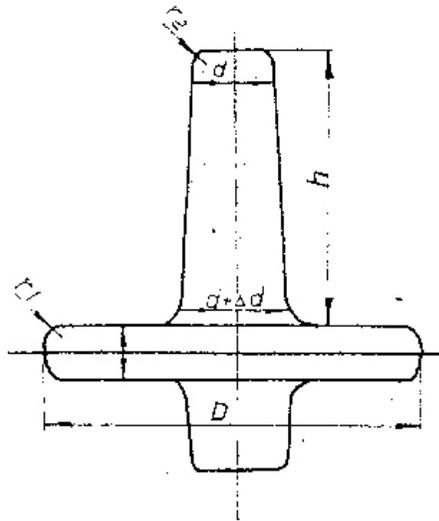
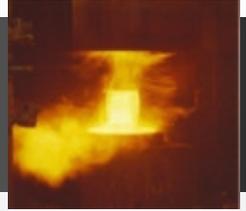


Bild 1 Gesenkschmiedestück, dessen Zapfen durch Steigen hergestellt wird.

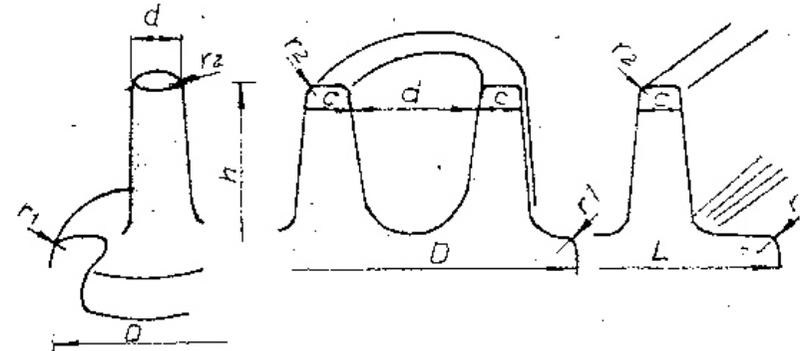
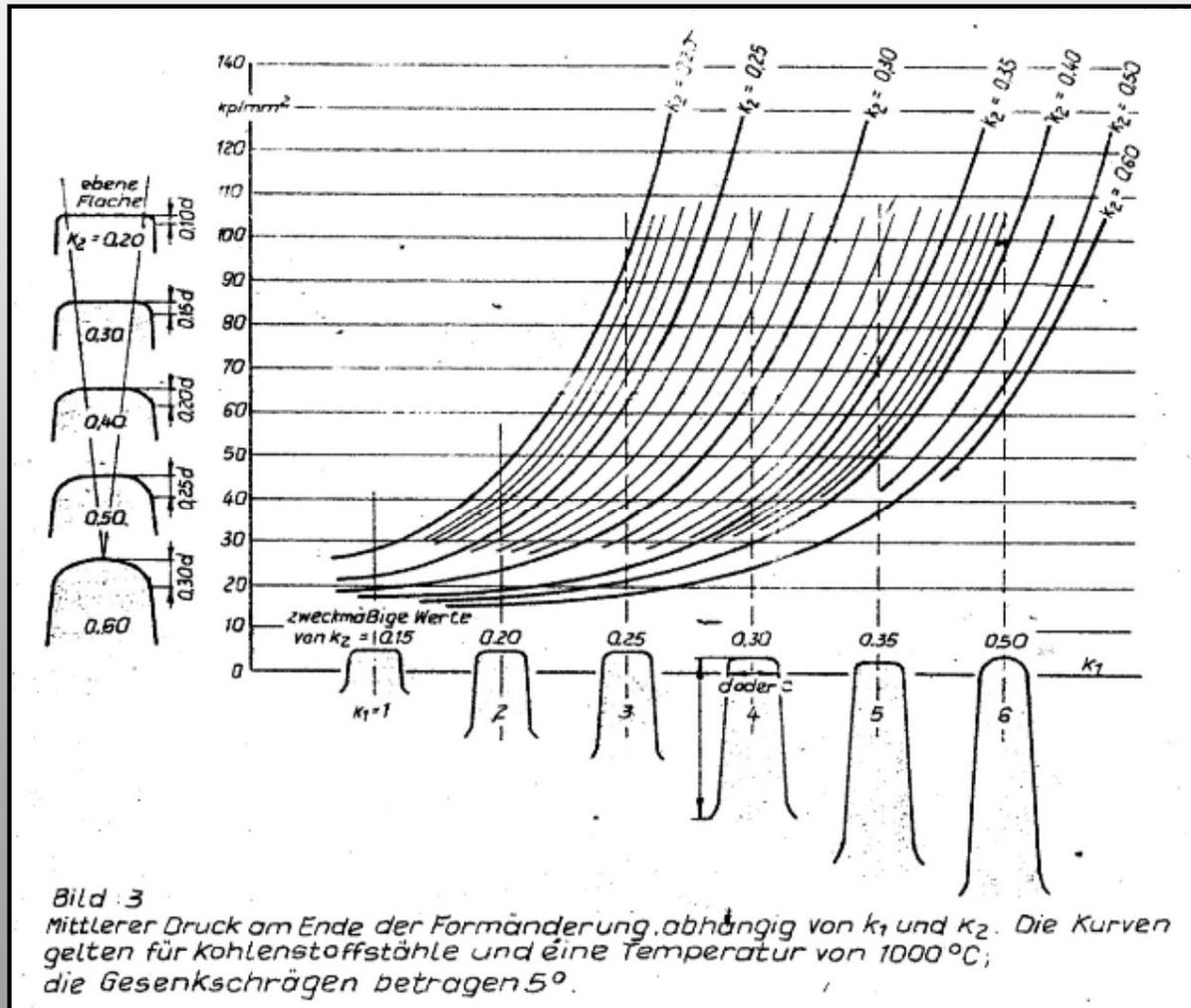
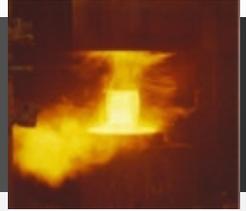


Bild 2 Erläuterung der Verhältniswerte k_0, k_1, k_2

$$\begin{aligned}
 k_1 &= \frac{h}{d} & k_1 &= \frac{h}{2c} & k_1 &= \frac{h}{c} \\
 k_2 &= \frac{2r_2}{d} & k_2 &= \frac{2r_2}{c} & k_2 &= \frac{2r_2}{c} \\
 k_0 &= \frac{2r_1}{D} & k_0 &= \frac{2r_1}{D} & k_0 &= \frac{2r_1}{L}
 \end{aligned}$$

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

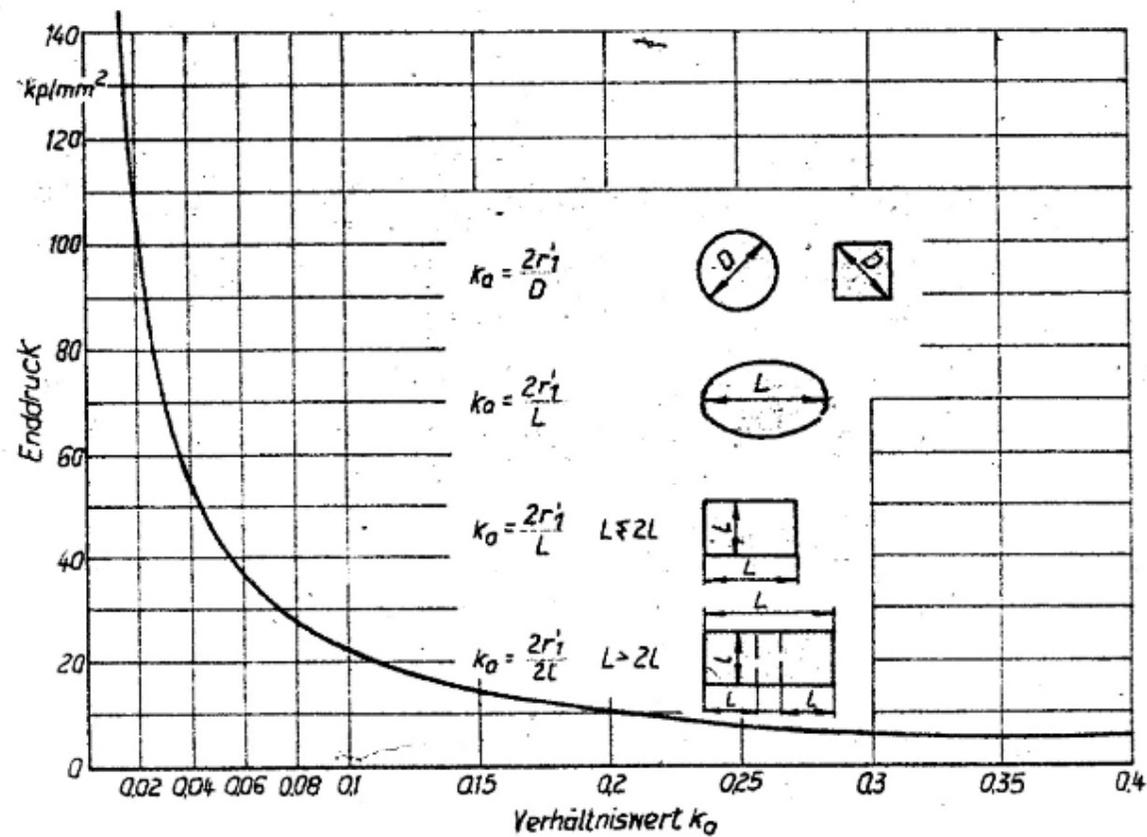
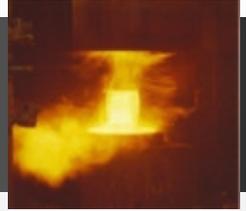
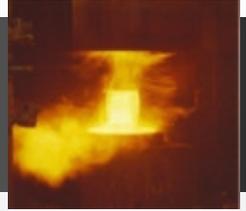


Bild: 4

Mittlerer Enddruck beim Gesenkschmieden, abhängig von k_0 ; gültig für Kohlenstoffstähle und Endtemperaturen von 1000°C

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



Höhlen zu verankerten Mastbolzen H_1 bzw. H_2		Reichung der Kanten R_1	Hohlung der Hohl- kehlen R_2	Dünnerechmesser D_1		Höhenhöhe H in mm											
über mm	bis mm			über mm	bis mm	über 0	15	16	25	40	63	100					
0	25	2	4 (4)	35	40	2,5 (2,5)	3 (2,5)	4 (3)	5 (4)	-	-	-	-	-	-	-	-
25	40	3	6 (5)	40	63	4 (3)	5 (4)	6 (5)	8 (6)	12 (8)	16 (10)	22 (12)	25 (16)	-	-	-	-
40	63	4	10 (6)	63	100	5 (4)	6 (5)	8 (6)	12 (8)	16 (10)	22 (12)	25 (16)	32 (18)	45 (25)	63 (35)	100 (50)	160 (70)
63	100	6	16 (8)	100	160	6 (5)	8 (6)	12 (8)	16 (10)	22 (12)	25 (16)	32 (18)	45 (25)	63 (35)	100 (50)	160 (70)	250 (100)
100	160	8	25 (10)	160	250	8 (6)	12 (8)	16 (10)	22 (12)	25 (16)	32 (18)	45 (25)	63 (35)	100 (50)	160 (70)	250 (100)	400 (150)
160	250	10	50 (16)	250	400	10 (8)	12 (8)	16 (10)	22 (12)	25 (16)	32 (18)	45 (25)	63 (35)	100 (50)	160 (70)	250 (100)	400 (150)
250	400	15	63 (25)	400	630	12 (10)	16 (10)	22 (12)	25 (16)	32 (18)	45 (25)	63 (35)	100 (50)	160 (70)	250 (100)	400 (150)	630 (200)
400	630	25	-	630	-	12 (10)	16 (10)	22 (12)	25 (16)	32 (18)	45 (25)	63 (35)	100 (50)	160 (70)	250 (100)	400 (150)	630 (200)

1- Die Werte in Klammern gelten für Gekesschmiedeteile.

Bild 23. Radien an Gesenkschmiedeteilen/13/

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

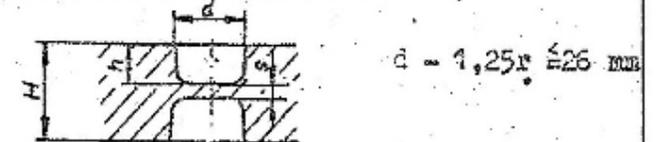


Gestaltung der Zwischenböden von Vorlockungen zum anschließenden Durchlochen an Schmiedeteilen aus Stahl

Dorndurchmesser d_D (mm)		Dornhöhe h_D (mm)						
		über -	10	16	25	40	63	100
	bis 10	16	25	40	63	100	160	
über	bis	Zwischenbodendicke s_D^* (mm)						
-	25	3	3	4	4	-	-	-
25	40	4	4	5	5	6	-	-
40	63	4	5	6	6	7	8	-
63	100	5	6	7	7	8	9	10
100	160	6	7	8	8	9	10	11
160	250	8	8	9	10	10	11	13
250	400	9	10	11	11	12	13	14
400	630	11	12	13	13	14	15	16

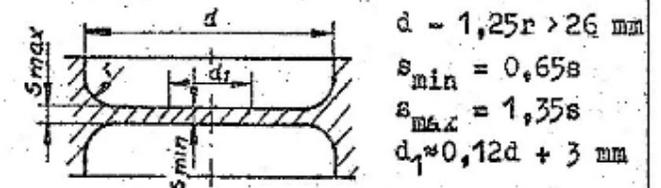
gilt für beiderseitiges Vorlocken

Flacher Zwischenboden



$$d = 1,25r \leq 26 \text{ mm}$$

Abgeschrägter Zwischenboden



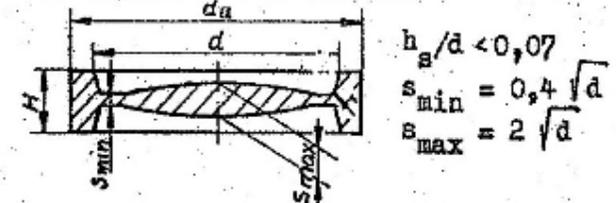
$$d = 1,25r > 26 \text{ mm}$$

$$s_{\min} = 0,65s$$

$$s_{\max} = 1,35s$$

$$d_p \approx 0,12d + 3 \text{ mm}$$

Verdickter Zwischenboden

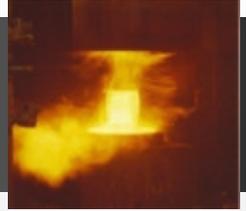


$$h_s/d < 0,07$$

$$s_{\min} = 0,4 \sqrt{d}$$

$$s_{\max} = 2 \sqrt{d}$$

Bild 24. Gestaltung von Zwischenböden an Gesenkschmiedeteilen/15/



8.1.3. Schmiedeteilgenauigkeit (Bild 25)

- Feingliedrigkeitsfaktor
- Fertigungsschwierigkeitsgrad
- Zusätzliche Umformstufen
- Nachformen

8.1.4. Schmiedeteilwerkstoff

Geringe Auswirkungen bei hohen Temperaturen.

8.2. Gesenkschmiedeprozess

Große Auswirkungen, wenn vorgegebene Parameter nicht eingehalten werden.

8.2.1. Arbeitsfolge / Taktzeiten



8.2.2. Fertigungsschwierigkeitsgrad

Ein Gesenkschmiedeteil ist umso schwieriger herzustellen (größere Umformkräfte, höherer Gesenkverschleiß),

- je größer das Breiten- Höhenverhältnis ist,
- je höher und schmäler Rippen und Zapfen sind, die durch Steigen auszufüllen sind
- und je kleiner die Abrundungsradien sind, siehe auch Bild 22.

Bewertungsschema

1. Die Feingliedrigkeit s

Die Feingliedrigkeit s errechnet sich aus: **Feingliedrigkeit s = Masse Schmiedeteil / Masse Hüllkörper**

- s1 = > 0,62 bis 1 (einfach)
- s2 = > 0,32 bis 0,63
- s3 = > 0,16 bis 0,32
- s4 = > 0 bis 0,16 (schwierig).

2. Der Formschwierigkeitsgrad fs

Formschwierigkeitsgrad fs						
Formenklasse FK nach Spies						fs 1
FK 1	101	102	103	104	-	fs 2
FK 2	211	212	213	214	215	
	-	222	223	224	225	fs 3
FK 3	311	312	313	314	315	fs 4
	321	322	323	324	325	
	331	332	333	334	335	



3. Der Fertigungsablauf fa

Fertigungsablauf fa					
Lfd. Nr.	Anzahl Gravuren	Zwischenformung	Nachformung	Zwischenwärmung	Punkte
1	1	-	-	-	1
2	1	ja	-	-	2
3	mehrere	-	-	-	
4	mehrere	ja	ja	-	3
5	mehrere	-	-	ja	

4. Der Fertigungsschwierigkeitsgrad fsg

Der Fertigungsschwierigkeitsgrad fsg wird gebildet aus:

$$\text{Fertigungsschwierigkeitsgrad fsg} = \text{Feingliedrigkeit s} + \text{Formschwierigkeitsgrad fs} - \text{Fertigungsablauf fa}$$

Bewertung des Fertigungsschwierigkeitsgrades fsg:

Fertigungsschwierigkeitsgrad fsg	
Fsg = 3 bis 4 Punkte	einfach
5 bis 7 Punkte	mittel
8 Punkte	schwierig

Bild 25. Ermittlung des Fertigungsschwierigkeitsgrades fsg/16/

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch

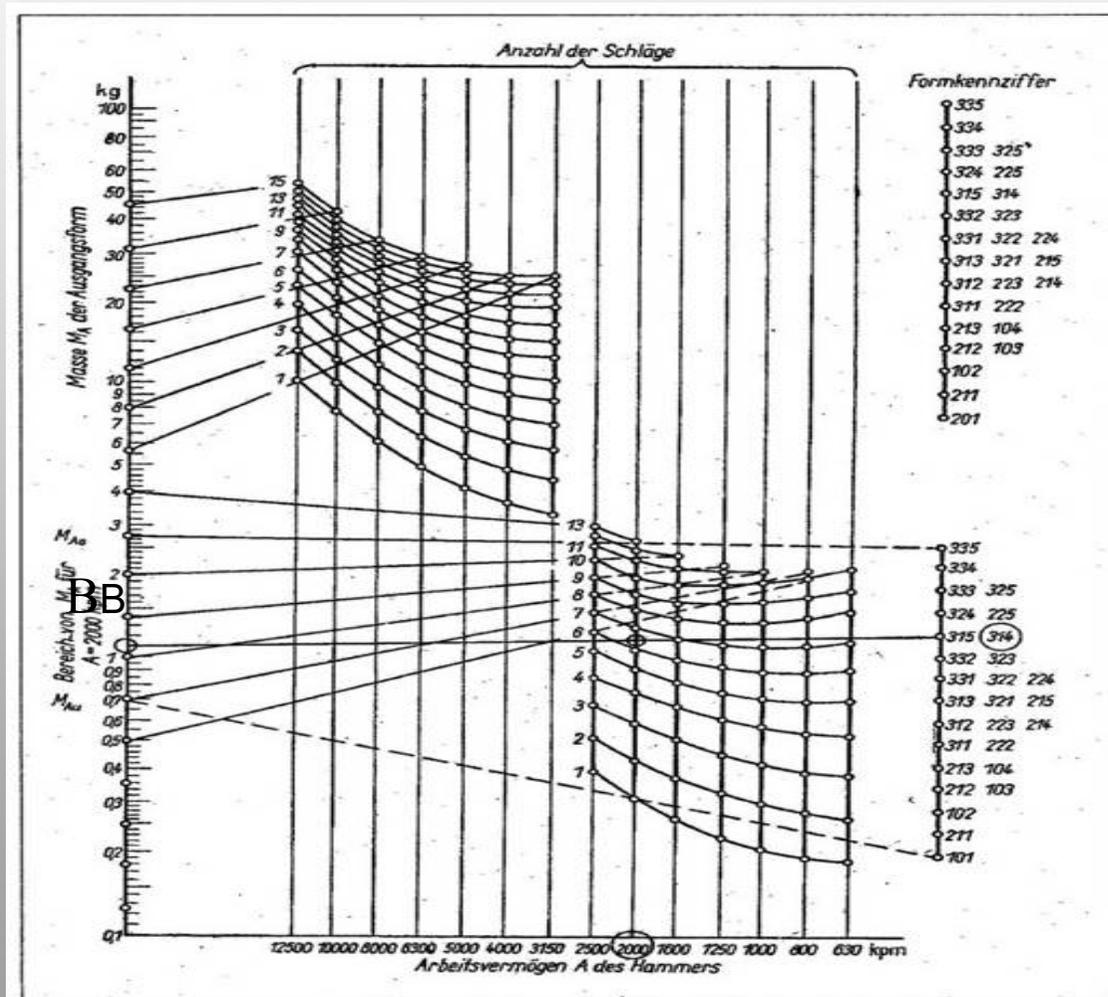
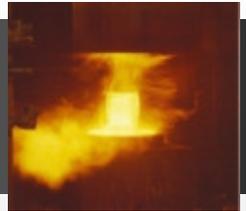


Bild 26. Ermittlung der Anzahl der Schläge zum Gesenkschmieden auf Hämmern/17/



7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



8.2.3. Zuschnittsmassetoleranzen

Überschreitungen der oberen Zuschnittsmassetoleranzen erhöhen die Umformspannungen im Gravurraum und verringern die Gesenkstandmengen.

Die Massetoleranzen sollten 0,5 bis 1% der Zuschnittsmassen nicht überschreiten.

8.2.4. Schmiedetemperaturen (Bild 28 und 28a) / Erwärmungsart

8.2.5. Zwischenformung / Zunderentfernung (Bild 27)

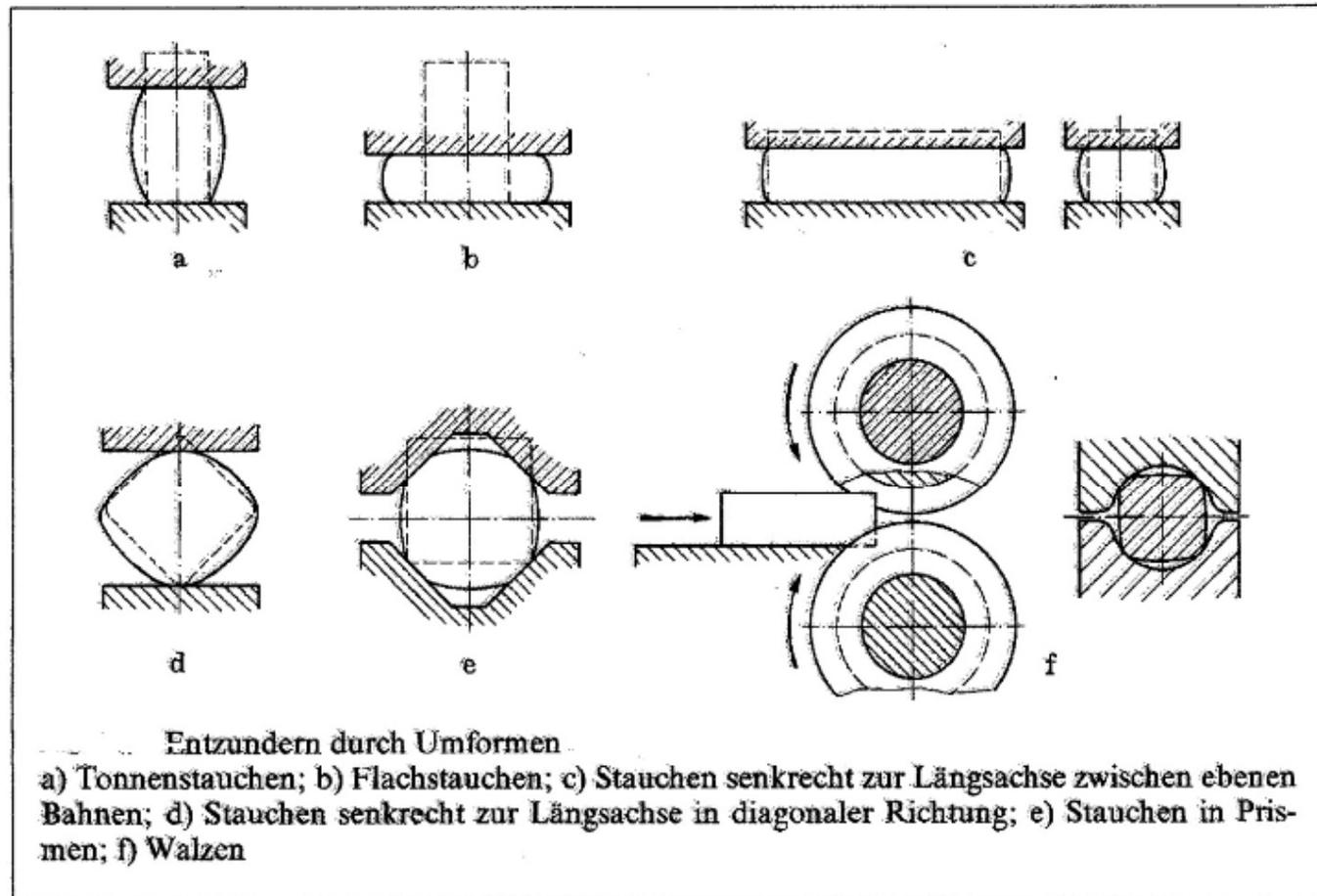
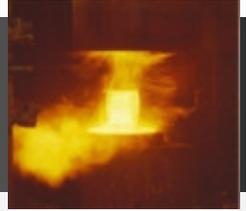


Bild 27. Entzundern durch Zwischenformen/7/

7.3.1.7.2.2.9 Rationalisierung durch Erhöhung der Gesenkstandmengen

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner, Dipl.- Ing. Klaus Grosch



Erwärmungstemperaturen für das Gesenkschmieden

Beispiele (1)					
Stoff - Nr.	Werkstoff	T° C	C - Gehalt (2)		
Baustähle					
1.0044	St 44 - 2	1 300 ± 20	bis 0,45 %C		
1.0050	St 50 - 2				
1.0570	St 52 - 2				
1.0060	St 60 - 2				
Einsatzstähle					
1.0401	C 15				
1.7131	16 MnCr 5				
1.7147	20 MnCr 5				
1.7321	20 MoCr 5				
1.5920	18 CrNi 8				
Vergütungsstähle					
1.0501	C 35				
1.0503	C 45				
1.7033	34 Cr 4				
1.7220	34 CrMo 4				
1.1157	40 Mn 4				
1.7035	41 Cr 4				
1.7225	42 CrMo 4				
1.5223	42 MnV 7				

Bild 28a
Schmiedetempera-
ren



1.0601 1.8159 1.8161	C 60 50 CrV 4 58 CrV 4	1260 ± 20	0,45 bis 0.60 %
1.7108	60 SiCr 7	1200 ± 20	über 0,60 %
1.4878 1.4021	X 12 CrNiTi 18.9 X 20 Cr 13	1170 ± 20	-

(1) Bei Unkenntnis der genauen Stahlzusammensetzung ist die Erwärmungs- (Ofen)-temperatur um ca.30 ° C zu verringern (Angaben von H. Kresse, Thyssen Umformtechnik GmbH, Duisburg-Wanheim 1990)

(2) Eigene Interpretation aus den Angaben (1).

Hinweis: Die Legierungselemente C, Mn, und B steigern die Überhitzungsempfindlichkeit, die Elemente Si, Ni, W, V, Co, Ti und N wirken dem entgegen.

Bild 28 . Schmiedetemperaturen



8.2.6. Gesenkttemperaturen

- Die Schmiedegesenke müssen zur Erreichung der Betriebstemperatur gut vorgewärmt und ebenso gut warmgehalten werden/18;19/.
- Bei Gesenkttemperaturen um 300°C verringern sich die Umformspannungen beim Schmieden um 10 bis 15% gegenüber dem kalten Zustand.
- Beim Schmieden von Achsschenkeln auf einem Gesenkschmiedehammer wurde durch eine Erhöhung der Gesenkttemperatur von 220 auf 280°C eine Verringerung der Umformkraft um 10% oder um ein Schlag weniger erreicht/20/.
- Gesenkttemperaturen zwischen 150 und 250°C bilden gute Voraussetzungen für die Bildung eines wirksamen Gesenkschmierfilmes (gleichmäßige graue, trockene Graphitschicht).
- Temperaturschwankungen >50°C verursachen bereits am Schmiedeteil Maßschwankungen von $\pm 0,2\%$. Deshalb müssen zur Einhaltung geringer Maßtoleranzen die Gesenke gleichmäßig warm gehalten werden.
- Wärmewechselrisse an der Gravuroberfläche sind Anzeichen für örtlich zu hohe Gesenkttemperaturen.



VORWÄRMEN DER GESENKE FÜR DIE INBETRIEBNAHME

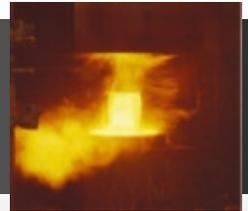
Beim Einbau der Gesenke ist zu beachten, daß eine plane, feste Auflage sowie sichere Befestigungen vorhanden sind, da sonst übermäßige mechanische Beanspruchungen einen Bruch der Gesenke verursachen.

Vor Inbetriebnahme sollen die Gesenke gleichmäßig auf etwa 150—300° C vorgewärmt werden. Durch das Erwärmen der Gesenkoberfläche bei Beginn der Arbeit treten bei zu kaltem Kern Wärmespannungen auf, die zu Brüchen und vorzeitigen Brandrissen führen. Die Aufheizgeschwindigkeit ist abhängig von der Gesenkgröße und der Gesenkform. Je größer das Gesenk und je komplizierter die Gravur, umso langsamer muß die Erwärmung erfolgen. Werden Gesenke mittels Gasbrenner vorgewärmt, so ist zu beachten, daß die Gravur nicht der direkten Flammenwirkung ausgesetzt ist.

Richtwerte für die Anwärmdauer

Bei kleinen Gesenken bis \varnothing 200 mm etwa 12 Stunden,
bei mittleren Gesenken bis \varnothing 600 mm etwa 24 Stunden,
bei großen Gesenken über \varnothing 600 mm bis zu 48 Stunden.

Es ist zweckmäßig, die Gesenke nicht nur vor Arbeitsbeginn vorzuwärmen, sondern auch in den Arbeitspausen warmzuhalten.



Das Vorwärmen

Die Gesenke müssen vor dem Schmieden durchgreifend vorgewärmt werden, um Ausfall durch Rissbildung zu vermeiden.

Die Vorwärmtemperatur beträgt bei mittellegierten Warmarbeitsstählen mindestens 200 °C, bei hochlegierten mindestens 300 °C.

Das durchgreifende Vorwärmen kann in einem Ofen, mit Infrarotstrahlern oder mit Gasschlangen, die um das Gesenk gelegt werden, erfolgen.

Keineswegs ist es ausreichend, nur die Gravur mit Hilfe heißer Schmiedestücke oder durch eine Gasflamme anzuwärmen. Hierbei könnte die gravuroberfläche zu stark erwärmt werden und das Gesenk vorzeitig verschleifen.

In Arbeitspausen ist für ein Warmhalten der Gesenke auf die zuvor angegebenen Vorwärmtemperaturen zu sorgen.

Bild 30. Vorwärmen und warm halten der Gesenke/19/



8.2.7. Gesenkschmierung

Die richtige Gesenkschmierung ist ein wichtiger Bestandteil im Schmiedeprozess/21/.

Bei sachgemäßer Ausführung wird das Füllen der Gravuren erleichtert oder überhaupt erst möglich, die Gesenkstandmengen können um 20 bis 30% gesteigert werden.

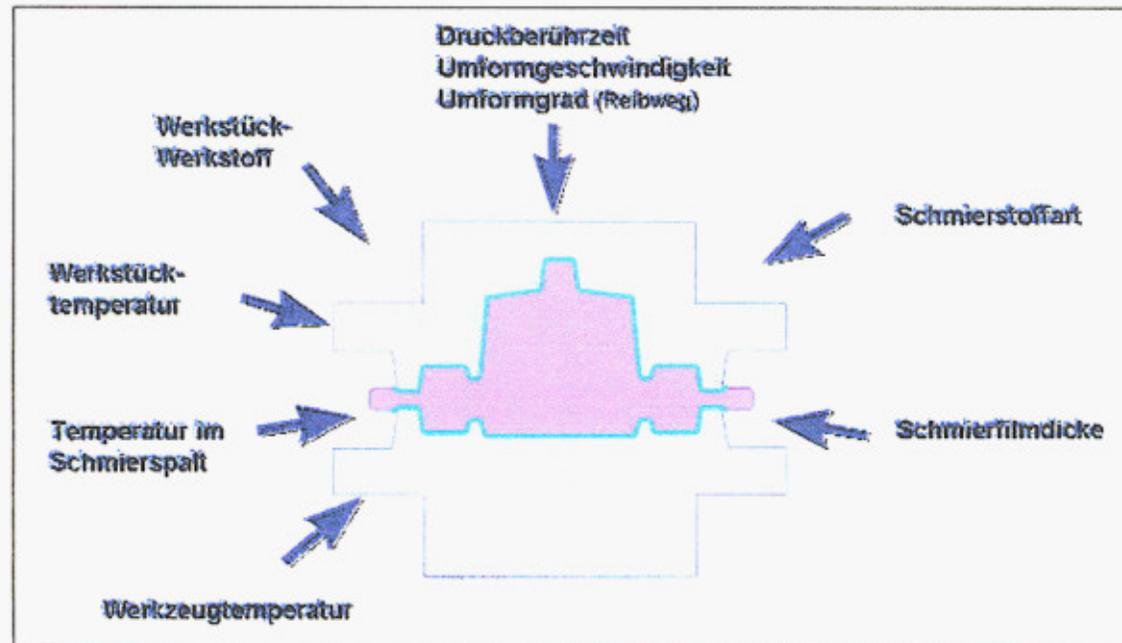


Bild 31. Einflüsse auf die Gesenkschmierung/22/