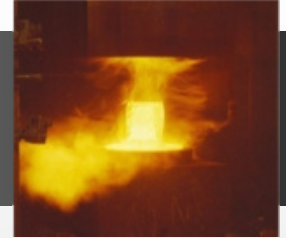


7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

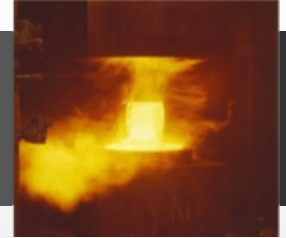


Technologischer Fertigungsablauf beim Gesenkschmieden (1)

Technologischer Fertigungsablauf beim Gesenkformen						
	Arbeitsgang Nr.	Arbeitsgang Benennung	Verfahren	Werkzeuge Vorrichtungen/Lehren	Maschinen Anlagen	Erläuterungen
Vorbereiten	005	Prüfen	Maßprüfung, Ober- flächensichtprüfg.	Meßschieber		Ausgangsmaterial auf Übereinstimmung
	010	Trennen	Scheren kalt/warm Sägen Trennschleifen Brennschneiden Knüppelbrechen	Schermesser vkt.od.rd. Sägeblatt Trennscheibe Schneidbrenner	Knüppelschere Kaltkreissäge Trennschleifmaschine Brennanlage Knüppelbrecher	Trennverluste keine " 4-6 mm " 3-4 mm " 3-4 mm " keine
	015	Prüfen	Masseprüfung Sichtprüfung (Scherfläche)		Neigungswaage	
	020	Erwärmen		Induktionsspule Durchstoßeinrichtung	Induktionsanlage Gas-Durchstoßofen	Abbrand ca. 0,5 % " ca. 3,0 %
	030	Entsundern	von Hand mechanisch hydraulisch Umformung	Kratzer, Bürsten u.a. - -	- Zunderbrecher Druckstrahlanlage Hammer oder Presse	
Umformen	040	Zwischenformen (ohne Grat- bildung)	Freiformen (Stauchern, Recken, Rollen) Reckwalzen Querwalze Stauchern Biegen	Hammersattel Walssegmente Walswerkzeuge Gesenk Gesenk	Luft- oder Gesenk- hammer Reckwalze Querwalze } Hammer, Presse } Stauchmaschine	1. Massenverteilung 2. Querschnittsvor- bildung 3. Biegen

7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

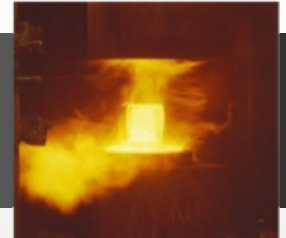


Technologischer Fertigungsablauf beim Gesenkschmieden (2)

	Arbeitsgang Nr.	Bearbeitung	Verfahren	Werkzeuge Vorrichtungen/Lehren	Maschinen Anlagen	Erläuterungen
Umformen		Zwischenformen (mit Grat- bildung)	Reckwalzen Gesenkformen	Walzsegmente Gesenke	Reckwalzen Hammer, Presse, Schmiedemaschine	<ul style="list-style-type: none"> 1. Massenverteilung 2. Querschnittsvor- bildung 3. Biegen
	050	Endformen (mit Gratbild.) (ohne Grat- bildung)	Gesenkformen Reckwalzen Gesenkformen Querwalzen Reckwalzen	Gesenke Walzsegmente Gesenke Walzwerkzeug Walzsegmente	Hammer, Presse, Schmiedemaschine Reckwalze Hammer, Presse, Schm. Masch. Querwalze Reckwalze	
		Präzisions- formen	Gesenkformen	Gesenk	meist Kurbel- oder Spindelpressen, weniger Hämmer	Gilt nur für einige spezielle Flächen
	055	Prüfen	Maßprüfung und Sichtprüfung	Meßschieber oder Lehre		
Nachbehandeln	060	Abgraten, Lochen oder Richten		Abgrat- Loch- Richtwerkzeug	<ul style="list-style-type: none"> Mechanische oder hydraul. Presse 	} oft kombiniert
	075	Prüfen und Kennzeichnen	Maßprüfung sowie Versatz, Verwindung, Gratensatz, Fehl- stellen u. a.			
	080	Wärmebehandlg.	Normalglühen Weichglühen Vergüten u. a.	Paletten oder Glüh- vorrichtungen	Durchlaufanlagen	

7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

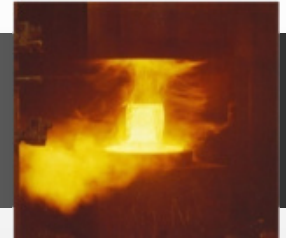


Technologischer Fertigungsablauf beim Gesenkschmieden (3)

	Arbeitsgang		Verfahren	Werkzeuge Vorrichtungen/Lehren	Maschinen Anlagen	Erläuterungen
	Nr.	Benennung				
Nachbehandeln	090	Entsaubern	Strahlen Beizen	Beisvorrichtung	Trommel, Drehtisch od. Durchlaufanlage Beisanlage	weniger gebräuchlich
	100	Nachformen (bei Bedarf)	Kalibrieren (warm)	Gesenk	Hammer oder Presse	(wenn erforderlich, dann in der Schmiede- wärme) } zur Erhöhung der } Maß-, Form- und } Oberflächengenau- } igkeit
			Prägen (Maße, Form) Richten Biegen, Ziehen, Verdrehen u. a.	Gesenk Prismen, Beilagen Vorrichtungen	Hammer oder Presse Hydraul. Presse Spezialmaschinen	
	110	Fügen (bei Bedarf)	Abbrennstumpf- schweißen Reibschweißen	Spannwerkzeuge, Meßmittel "	Stumpfschweißmasch. Reibschweißmasch.	
	120	Verputzen (bei Bedarf)	Schleifen	Schleifscheibe "	Schleifbock Schleifhexe	} teilweise nach der } Rißprüfung
			Stemmen	Druckluftwerkzeug		
	130	Rißprüfung (bei Bedarf)		Prüfrol	Rißprüfgerät	vor allem Lenkungs- teile im Fahrzeugbau
	135	Endkontrolle	Stichprobenkontr. - Maße - Oberfläche, Form - Werkstoff (Schleifzunkenk.) - Gefüge, innere Fehler - Stückzahl	Meßmittel, Lehren Schleifhexe Prüfkopf	Magnetest Q, Ultra- schallprüfgerät	
140	Liefern an Versand					

7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



Technologischer Fertigungsablauf beim Gesenkschmieden (4)

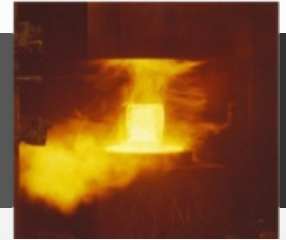
Betrachtung des Fertigungsablaufes in der Gesenkschmiede

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Auslieferung
Fertigungsfolge:	Zuschneiden	Erwärmen	Zwischenformen	Fertigformen	Abgraten Lochen Richten	Zwischenkontrolle (S&K)	Wärmebehandlung	Oberflächenbehandlung (Strahlen)	Rißprüfen	Verputzen	Endkontrolle (S&K)	
NE-Kontroll												
Ausgangsabmessung												
Maschine:	Knippschere Wärmeschuppe Bremschleifmaschine u. a.	Induktions-Ofen	Hämmer- Presse Reckwalze Querwalze	Hämmer- Presse Stauchmasch. Querwalze	Exzenter- oder Kurbelpresse		Durchlauf- anlagen	Drehfisch Hängesahn Raupenband	Magnetis- prüfgerät	Schweißbock		
Werkzeuge:	Schermesser Sägeblatt Trennschleife	Induktions- Spule	Hämmerstößel Vorgesenk Wälzwerk- zeuge	Gesenk Stauch-WZ Wälz-WZ	Abgratschiff Lochschniff Reckgesenk	Meßscheider Lehren			Spann- sacken	Schweißhexe	Meßmittel Kontroll- leeren	
Verfahren:	Trennen Scheren Sägen Trennschleifen	Erwärmen	Umformen Trotzformen Gesenschn. Reckwalzen Querwalzen	Umformen Gesenschn. Querwalzen	Trennen Abgraten Lochen Umformen Richten	Kontrollieren	Veredeln Normglühen Nachglühen Vergüten	Trennen Stankies- strahlen	Prüfen	Trennen Schleifen	Kontrollieren	

Kontrollprinzipien
Fertigungsablauf in der Gesenkschmiede
1.2










7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



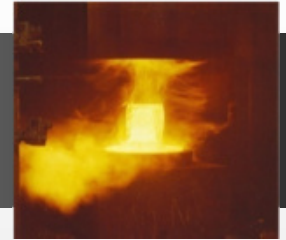
Schmiedetechnologien für ausgewählte Schmiedeteile

1. Verfahrenskombinationen: Übersicht mit Querwalzen

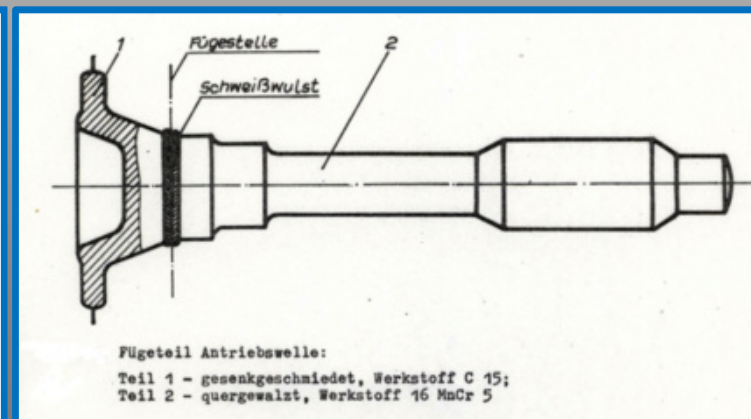
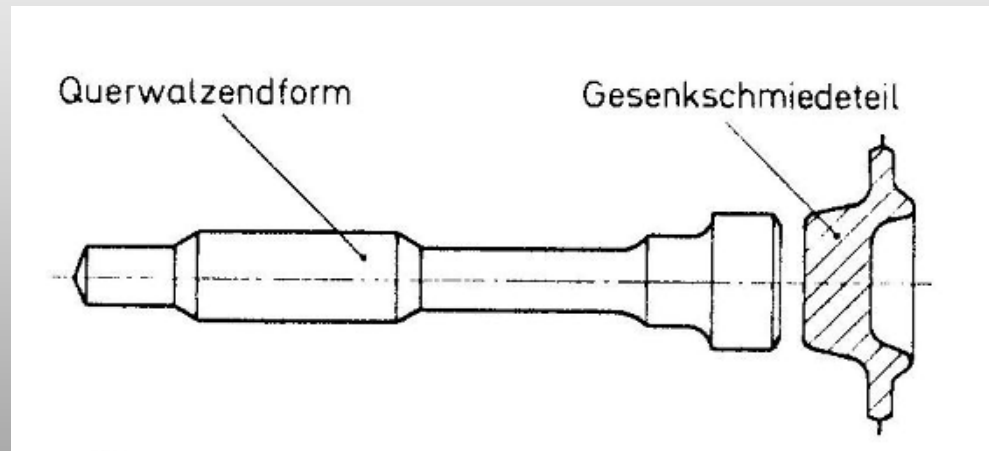
<u>Querwalzen</u> <u>Stauchen</u>	<u>Fügen von Querwalz- und</u> <u>Gesenkschmiedeteilen</u>	<u>Querwalzen von</u> <u>Zwischenformen</u>
<i>Zuschnitt</i>	<i>Zuschnitt</i>	<i>Querwalzzwischenform</i>
		
<i>Querwalzteil</i>	<i>Querwalzteil</i> <i>Gesenkschmiedeteil</i>	<i>Biegezwischenform</i>
		
<i>Stauchteil</i>	<i>Reibschweißteil</i>	<i>Gesenkschmiedeteil</i>
		
<i>Werkstoffeinsparung</i> 24% <i>Steigerung d. Arbeitspr.</i> 150%	<i>Werkstoffeinsparung</i> 27% <i>Steigerung d. Arbeitspr.</i> 735%	<i>Werkstoffeinsparung</i> 11% <i>Steigerung d. Arbeitspr.</i> 50%

7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

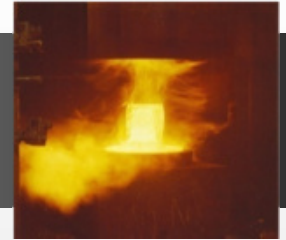


2. **Antriebswelle:** Verfahrenskombination: Querwalzen des Schaftes, Gesenkschmieden des Flansches und Verbinden beider durch Reibschweißen

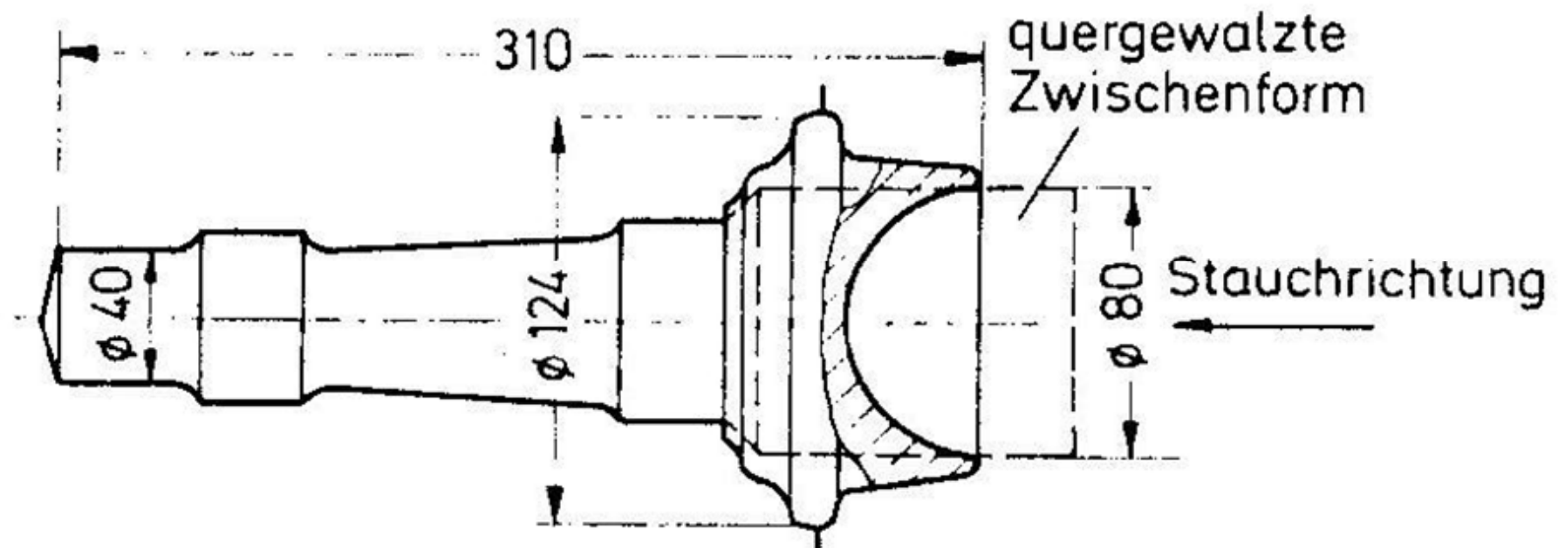


7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

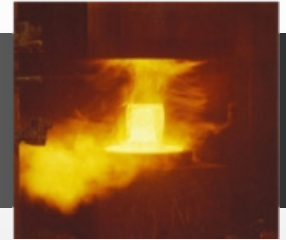


3. Achsschenkel R 351: Verfahrenskombination Querwalzendform und Stauchen auf einer 630 t-Waagrecht-Stauchmaschine in der Schmiederestwärme



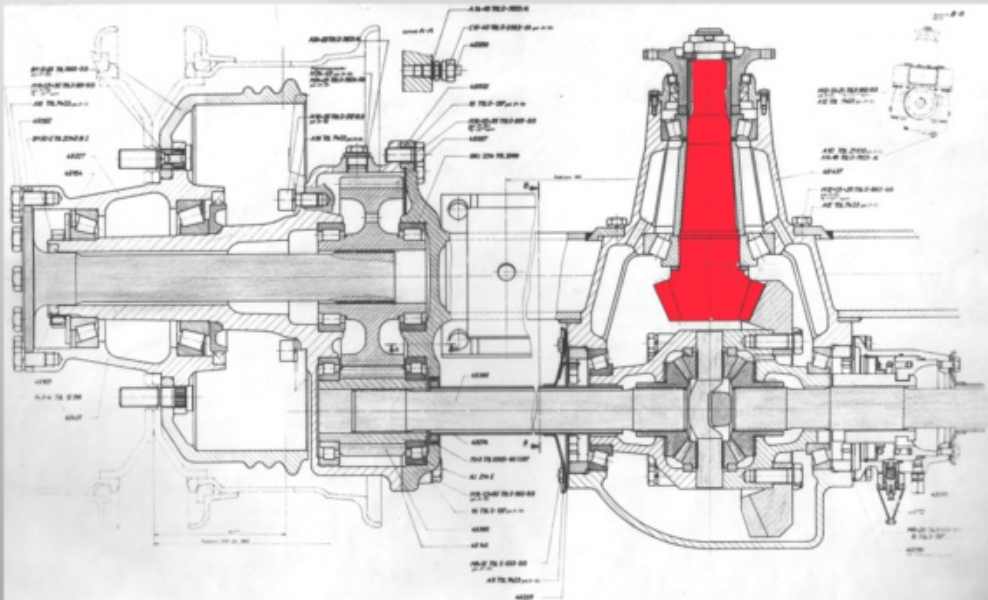
7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

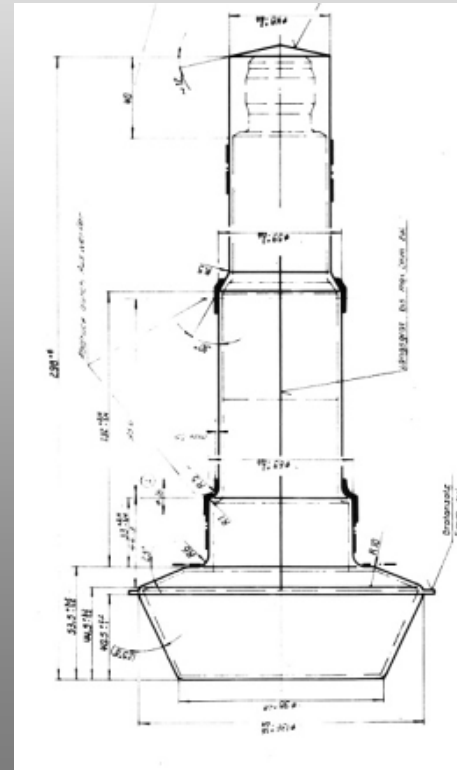


4. Antriebskegelrad: Verfahrenskombination: Querwalzen des Schaftes und Stauchen des Kegelkopfes in der Schmiederestwärme

Fertigteil im eingebauten Zustand



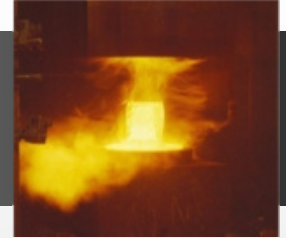
Gesenkschmiedeteil



- Technische Bedingungen**
- 1 Maße in () gelten nicht für die Bearbeitung
 - 2 unbearbeitete Radien R4¹²
Toleranz für bearbeitete Radien 12
 - 3 Technische Lieferbedingungen nach TGl 0-1521
- Technologische Basis

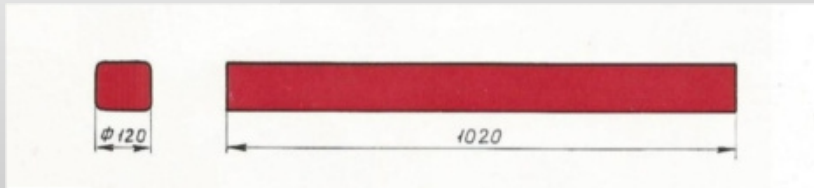
7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

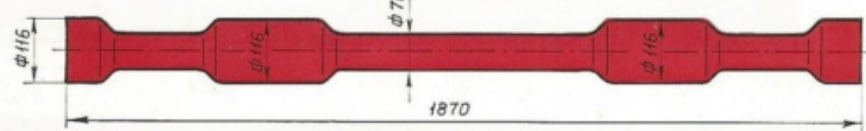


5. Vorderachskörpfer: Verfahrenskombination: Reckwalzen, Biegen und Federauflage andrücken (Hydraulische Presse, Gesenkschmieden als Ganzachse (Gegenschlaghammer) 20.000 mkg, Abgraten (500 t-Kurbelabgratpresse) und Richten v.HD.

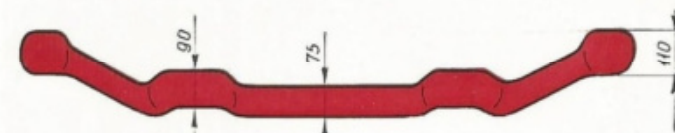
Ausgangsmaterial



vorgewalzttes Stück



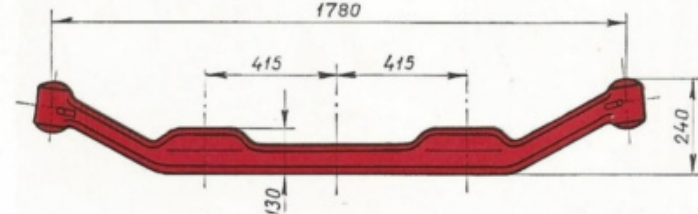
nach dem Biegen



fertiges Schmiedeteil

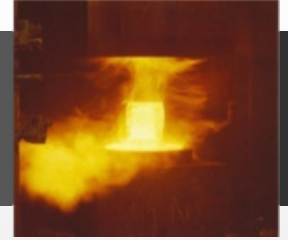


Fertigstück



7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



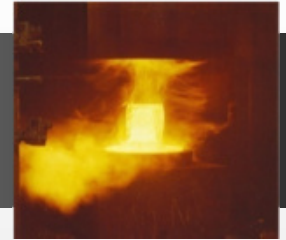
Vorderachskörper: Umformstufen und Werkstoffausnutzung



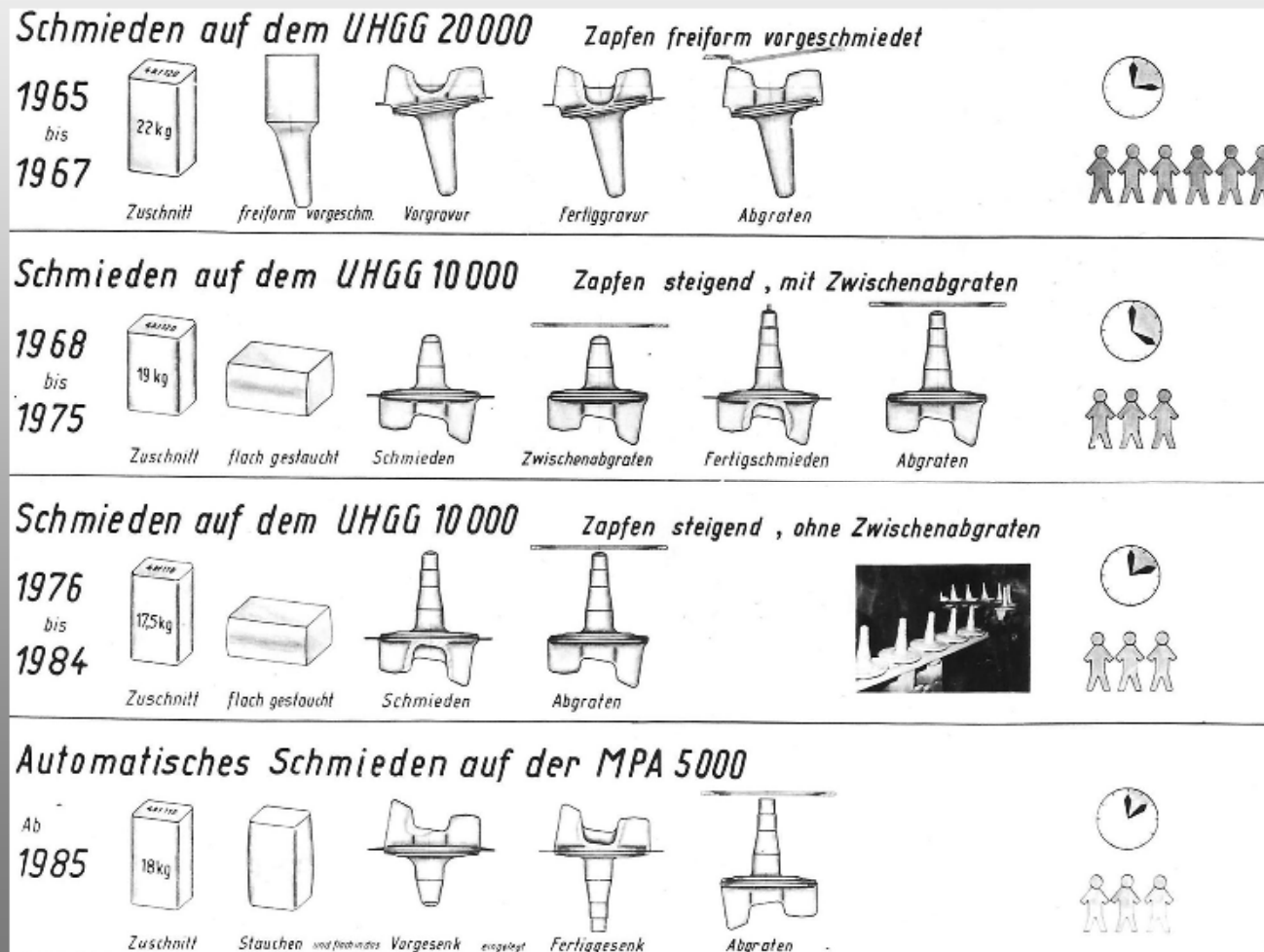
Feinschmiederohling:	67 kg
Vorschmiede-Biegerohling:	
Achskörper mit Grat:	ca 65 kg
Achskörper:	ca 60 kg
Grat:	ca 5 kg

7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner

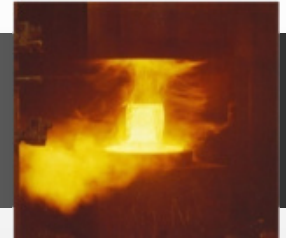


6. Achsschenkel: Entwicklung des Schmiedens des Achsschenkels mit Angabe der benötigten Arbeitskräfteanzahl



7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



Entwicklung der Achsschenkelherstellung

Gegenschlaghammer UHGG 20 000 (200kJ)
39 000 Stck/a, Masse Fertigteil =14,5 kg,
Werkstoff 34 Cr 4, Ausgangsmaterial Vierkant 110

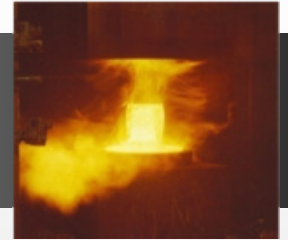
Jahr	m _E in kg	m _K in kg	Stückzeit	h / %
1965 bis 1972	16,3	22,00	6 x 3,80	22,50
1968 bis 1975*	16,3	19,00	3 x 3,00	9,00
1976 bis 1984*	16,3	17,50	3 x 2,35	7,05
ab 1985**	16,5	18,00	2 x 1,70	3,40

* UHGG 10 000 (100kJ)

** Kurbelschmiedepresse MP 5000 (50MN)

7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

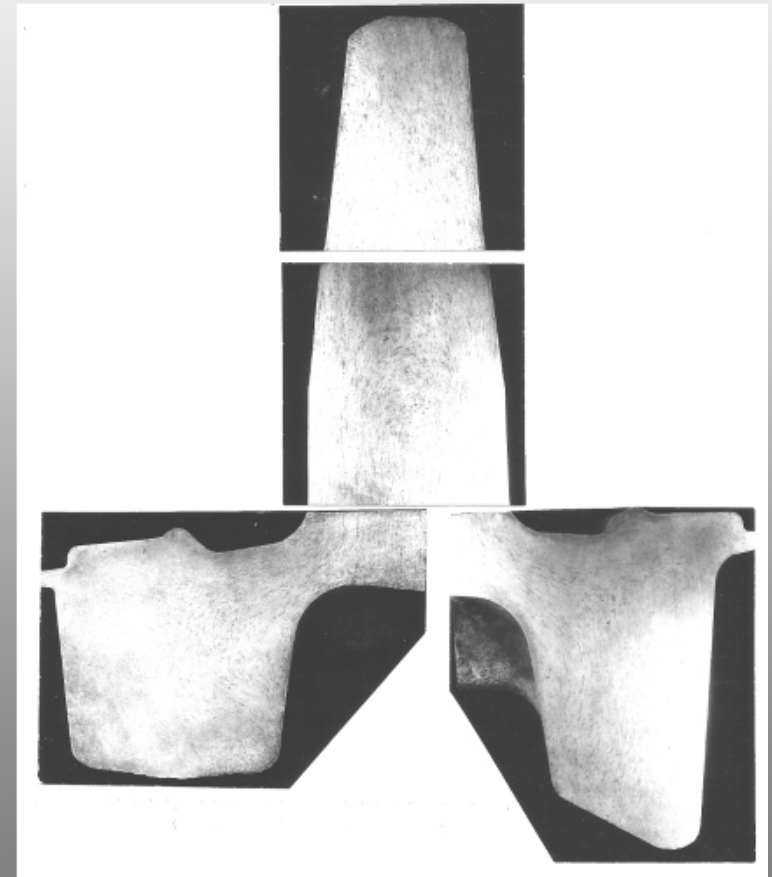
Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



7. Achsschenkel auf dem Gegenschlaghammer UHGG 10.000 mkg steigend geschmiedet



Nach dem Schmiedeprozess, im Gesenk geschmiedeter Achsschenkel



Faserverlauf



7.3.1.7.2.2.7 Schmiedetechnologien

Oberingenieur Dipl.- Ing. (FH) Erich Pfitzner



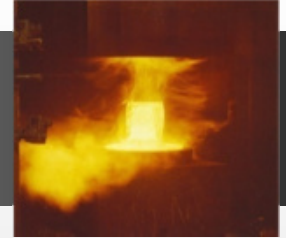
8. Verfahrenskombination: Schmieden und Wärmebehandlung

Wärmebehandlung zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften

Die Eigenschaften des Stahles können durch eine Wärmebehandlung gezielt beeinflusst und somit dem Verwendungszweck angepasst werden.

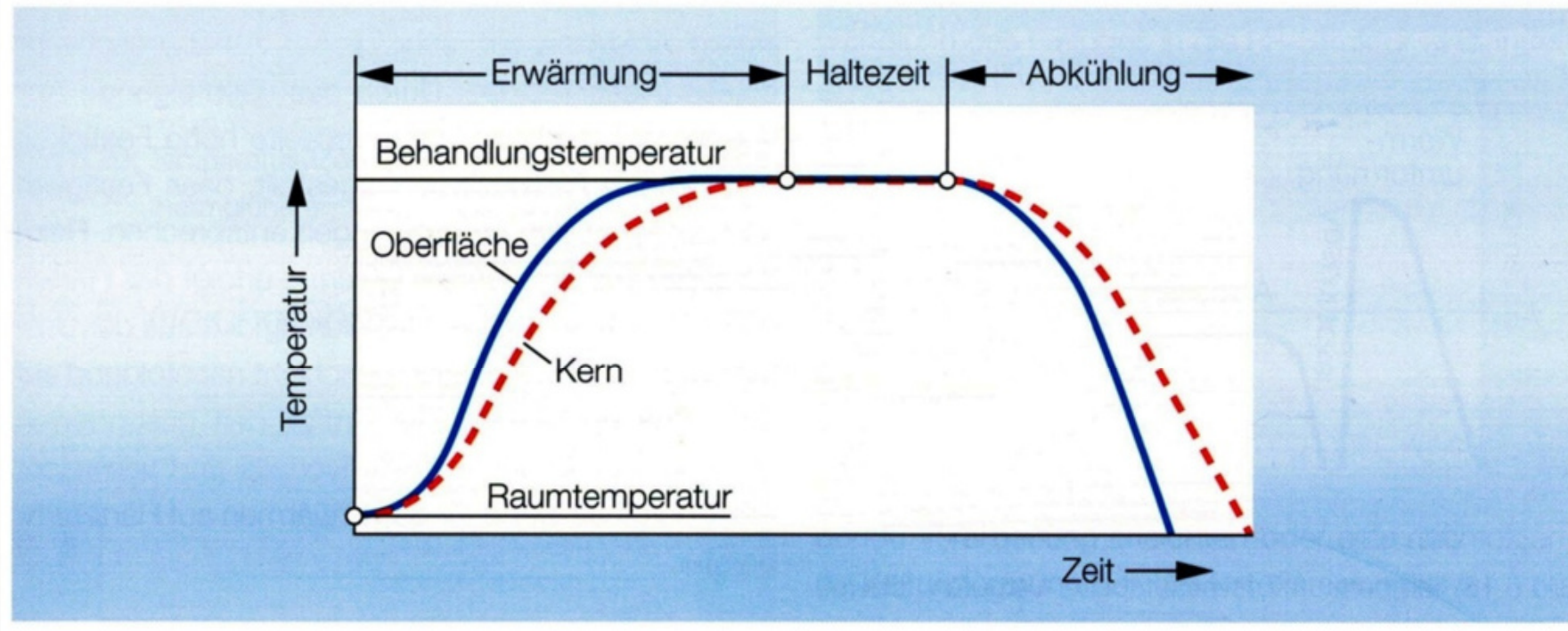
Hierbei ist sowohl eine Anpassung an die Gebrauchseigenschaften des Bauteiles, wie zum Beispiel der Festigkeit und der Zähigkeit, als auch eine Vorbereitung auf einen nachfolgenden Verarbeitungsprozess, wie zum Beispiel Kaltumformen oder Zerspanen, möglich.

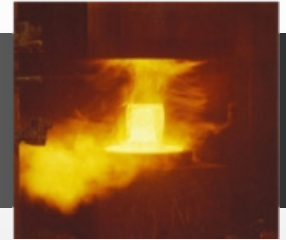
Der Ablauf der Wärmebehandlung kann in den Fertigungsprozess integriert sein oder zeitlich und räumlich getrennt vom Umformprozess erfolgen.



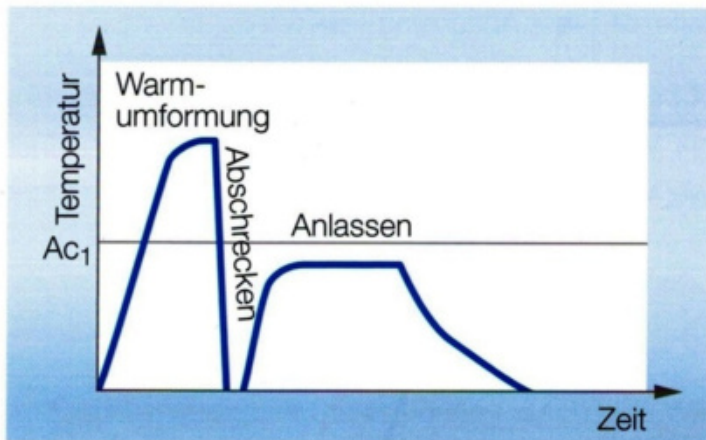
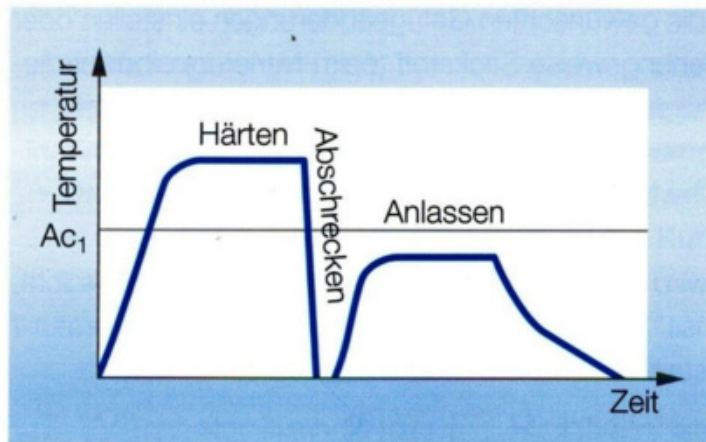
1. Ablauf der Wärmebehandlung allgemein (schematisch)

Durch die *Abschreckung* beziehungsweise *Abkühlung* wird eine Veränderung der Gefügestruktur erreicht, um so ein neues hartes Gefüge mit dem Namen „Martensit“ zu erzeugen /IHT/. Der prinzipielle Temperatur-/Zeitablauf einer Wärmebehandlung ist in Bild 6.16 dargestellt.





2. Schmieden und Vergüten



Zielstellung:

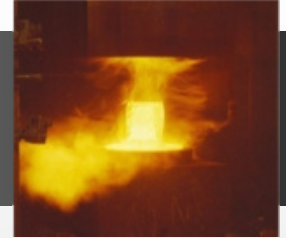
Durch Vergüten soll eine für den jeweiligen Anwendungsfall gezielte Kombination aus Festigkeit und Zähigkeit erreicht werden.

Beschreibung:

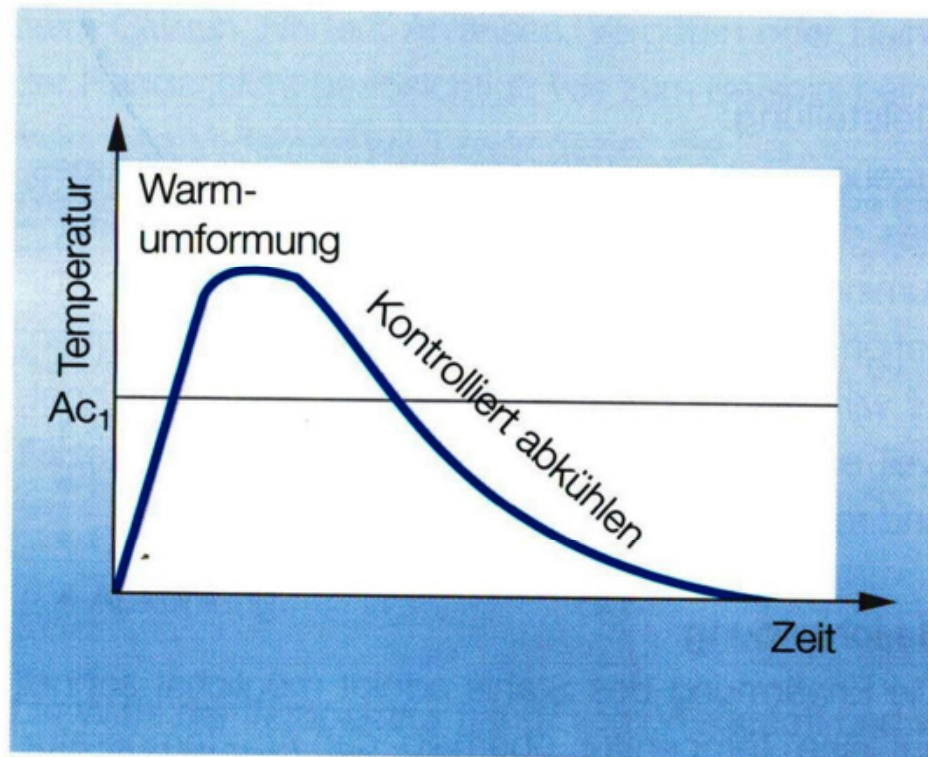
Das Vergüten ist eine zweistufige Wärmebehandlung, bestehend aus Härten und nachfolgendem Anlassen. Das Härten besteht aus einem relativ schnellen Erwärmen und, nach einer vorgegebenen Haltezeit, einem Abkühlen mit sehr großer Abkühlgeschwindigkeit (Abschrecken). Durch das nachfolgende Anlassen wird die beim Härten erzielte hohe Festigkeit und geringe Zähigkeit so eingestellt, dass Festigkeit und Zähigkeit den Anforderungen entsprechen. Beim *Vergüten aus der Schmiedewärme* erfolgt das Härten durch das Abschrecken der Werkstücke aus der Umformwärme. Das Anlassen geschieht nachfolgend auf konventionelle Weise. Der Entfall des gesonderten Härteprozesses bietet Kostenvorteile und vermeidet den Energieaufwand für das Erwärmen auf Härtetemperatur.

oberes Bild:
Temperatur-/Zeitverlauf beim Vergüten

unteres Bild:
Temperatur-/Zeitverlauf beim Vergüten aus der Schmiedewärme



3. Kontrollierte Abkühlung aus der Warmumformung



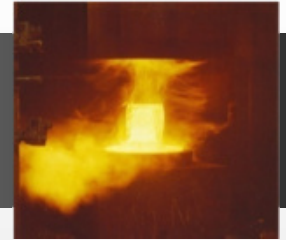
Zielstellung:

Die Zielstellung entspricht dem des Vergütens, der Einstellung der geforderten Festigkeit und Zähigkeit.

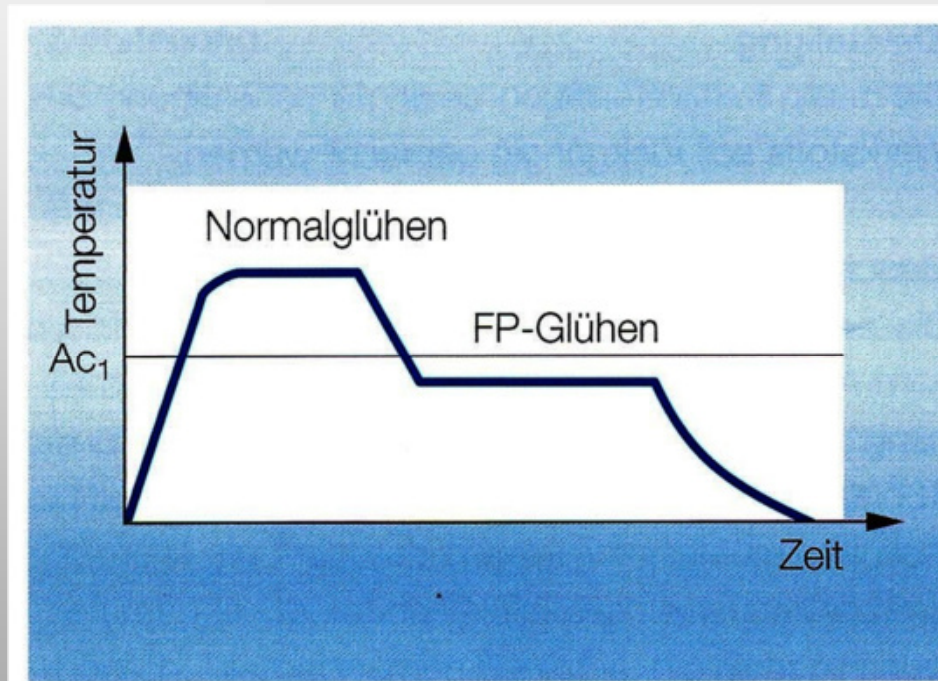
Beschreibung:

Die Schmiederohnteile werden aus der Umformwärme mit einem vorgeschriebenen Temperatur-Zeitverlauf kontrolliert abgekühlt. Für die Anwendung dieser Art der Wärmebehandlung wurden spezielle Stahlwerkstoffe entwickelt, die sogenannten AFP-Stähle (Kapitel 4.1.4). Dieses Verfahren hat große Kostenvorteile, weil die Wärmebehandlung ausschließlich mit der Umformwärme erfolgt und keine weiteren Ofenanlagen benötigt werden.

Temperatur-/Zeiterlauf bei der kontrollierten Abkühlung aus der Schmiedewärme



4. FP-Glügen (Isothermglühen)



Zielstellung:

Erzeugen eines gleichmäßigen Gefügestands mit guter Zerspanbarkeit.

Beschreibung:

Bei dem FP-Glügen (FP bedeutet Behandlung auf Ferrit-Perlit-Gefüge) erfolgt nach dem Erwärmen im Temperaturbereich der Normalglühtemperatur eine rasche Abkühlung auf die Isothermglühtemperatur, wo dann bei einer relativ langen Haltezeit die Umwandlung des Gefüges in die FP-Struktur stattfindet.

Temperatur-/Zeiterlauf beim FP-Glügen (Isothermglühen)