

# Gestaltung beanspruchungs- und fertigungsgerechter Schmiedeteile

H.-W. Breuer, Ennepetal

**Inhalt.** Sicherheitsbauteile wie Achsschenkel und Schwenklager für Fahrzeuge stellen besondere Anforderungen an die Schmiedeindustrie, die bei der Produktentwicklung eine enge Zusammenarbeit zwischen Schmiede und Kunde erfordern. Der Autor nennt die von der Schmiede zu erbringenden Ingenieurleistungen und beschreibt neben den Fortschritten in der Produktionstechnik die konstruktiven Gesichtspunkte sowie die Bauteilentwicklung mit der FEM. Anhand des Beispiels „Querlenker“ wird das Vorgehen deutlich gemacht.

**Anwendungen aus der Sicht des Herausgebers.** Der Beitrag erläutert den hohen Standard bei Schmiedeteilen durch systematische beanspruchungs- und fertigungsgerechte Gestaltung anhand von Beispielen für die Konstruktionspraxis.

## 1 Einleitung

Seit vielen Jahren ist das Automobil Deutschlands erfolgreichstes Industrieprodukt. Dies gilt für Personewagen wie für Nutzfahrzeuge. Die Schmiedeindustrie hat daran einen nicht unbedeutenden Anteil. Nicht zuletzt sind es die hervorragenden Fahreigenschaften der Fahrzeuge, die bei Vergleichen den Ausschlag für eine positive Gesamtbeurteilung geben.

Geschmiedete Bauteile aus Stahl in hochbeanspruchten Komponenten sind im Pkw- wie im Nutzfahrzeugbau unverzichtbar. Vor dem Hintergrund weiter steigender Motorleistungen und Achslasten stellen Schmiedeteile im rauen Fahrbetrieb Tag für Tag ihre Überlegenheit in vielen Fällen unter Beweis.

## 2 Anforderungen an die Schmiedeindustrie

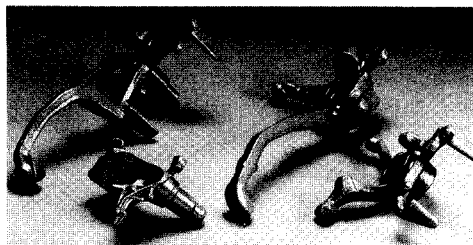
An Fahrwerkteile – in der Regel dokumentationspflichtige Sicherheitsbauteile – wurden in bezug auf Maßhaltigkeit, Rißfreiheit und technologische Eigenschaften schon immer besonders hohe Anforderungen gestellt. Diese Produktgruppe entwickelt sich mehr und mehr zu komplizierten Integralbauteilen. So werden z. B. an Achsschenkel, Schwenklager und Radträger sowohl Lenkhebel, Bremsträger, Stabilisator- und ABS-Auge sowie Lenkanschläge unter Beachtung der Kundenforderungen Festigkeit, Steifigkeit und optimales Gewicht mit angeschmiedet.

Weiterhin wird von den Kunden zunehmend eine über die statistische Prozeßregelung abgesicherte Fertigung und ein höherer Qualitätsstandard gefordert, d. h., es

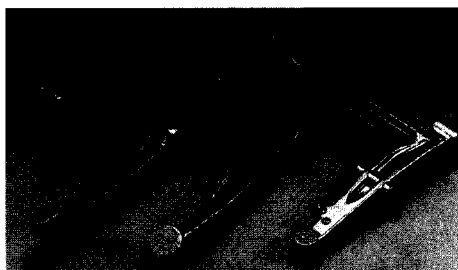
besteht eine Nachweisspflicht bezüglich der Maschinen- und Prozeßfähigkeit sowie der Maßnahmen zur ständigen Qualitätsverbesserung.

## 3 Beispiele für Sicherheitsbauteile

Die Bilder 1 und 2 zeigen typische Bauteile, die in größeren Serien gefertigt werden. Die vorstehenden Aussagen treffen auf sie in besonderem Maße zu.



**Bild 1.** Sicherheitsbauteile für ein Pkw-Fahrwerk: Achsschenkel und Schwenklager



**Bild 2.** Querlenker für Fahrwerke von Pkw und Nutzfahrzeugen

Auf Bild 1 sind Achsschenkel und Schwenklager für Pkw-Fahrwerke abgebildet. Links sind zwei Achsschenkel für Fahrzeuge mit Heckantrieb zu sehen, rechts Schwenklager für frontgetriebene Fahrzeuge. Achsschenkel und Schwenklager mit langem Arm finden in Doppel-Querlenker-Vorderachsen Anwendung. Die unten abgebildeten Teile werden in Federbeinachsen – System McPherson – eingesetzt.

Bild 2 zeigt drei untere Querlenker für die Radführung an Fahrzeug-Vorderachsen. Die beiden links angeordnete-

ten Lenker sind für Pkw konzipiert, während der rechts gezeigte Querlenker in Kleintransporter eingebaut wird. Am Beispiel dieses Querlenkers werden im folgenden die in der Bauteilentwicklung praktizierten Entwicklungsschritte beschrieben.

#### 4 Ingenieurleistungen der Schmiedeindustrie

Hinsichtlich der von der Schmiedeindustrie zu erbringenden Ingenieurleistung hat sich in den letzten Jahren ein bemerkenswerter Wandel vollzogen. Die Automobilindustrie fragt nicht nur nach Lieferanten für Schmiedestücke, sondern erwartet mehr und mehr kompetente Partner für die umfassende Entwicklung immer anspruchsvollerer Schmiedeteile.

Bestand der Beitrag der Schmieden früher hauptsächlich in der schmiedetechnischen Gestaltung des Bauteils, der Festlegung von Bearbeitungszugaben und einer den Anforderungen der mechanischen Bearbeitung gerecht werdenden Bemaßung und Tolerierung der Schmiedestücke, so sind heute Erstaufnahmen und Spannflächen, konstruktive Maßnahmen zur Erleichterung der mechanischen Bearbeitung sowie die Beratung bei der Auswahl der Werkstoffe und ihrer Wärmebehandlung mit einzubeziehen.

Der Zyklus, der mit dem konstruktiven Entwurf des Fertigteils beginnt und bis zur Serienausführung reicht, vollzog sich früher mehr oder weniger nach dem in Bild 3 dargestellten Schema. Das Betätigungsfeld der Schmiede – das gestrichelt umrahmte Feld – beschränkte sich auf die schmiedegerechte Konstruktion und Musterlieferung. Die Ergebnisse aus Prüfstandversuchen, Steifigkeitsmessungen und Fahrversuchen führten in der Regel zu ein- und mehrmaligen Änderungen der Achskonstruktion und damit auch zu Änderungen an den Schmiedeteilen.

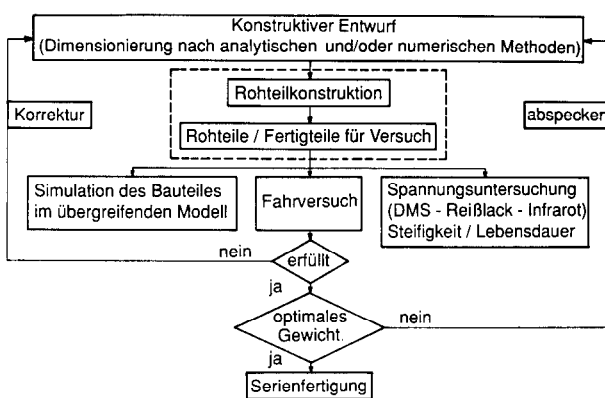


Bild 3. Bauteilentwicklung nach der herkömmlichen Methode

Entsprach die Auslegung den Anforderungen an die Fahrdynamik, die Steifigkeit und die Festigkeit, so wurde nicht selten nachgewiesen, daß die Fahrwerkkomponente zu schwer war. Die Forderung nach geringerem Gewicht der ungefederten Massen ist unverändert aktuell. Die Optimierung des Bauteils bezüglich des Gewichts mit Hilfe der Finite-Element-Methode (FEM) machte schließlich einen weiteren Änderungszyklus erforderlich, wie aus Bild 3 zu erkennen ist.

#### 5 Bauteilentwicklung mit der FEM

Zu den berechtigten Forderungen der Automobilindustrie gehören kürzere Entwicklungszeiten und reduzierte Entwicklungskosten. Was liegt näher als der Wunsch, die Bauteiloptimierung nach der FEM in die Entwicklung der Schmiederohrteile einzubeziehen? Die Anwendung der FEM führt bereits im Frühstadium der Entwicklung mit Blick auf das Bauteilgewicht und die beanspruchungsgerechte Auslegung zu beinahe optimal konstruierten Bauteilen.

Bild 4 gibt den hierdurch verkürzten Entwicklungszyklus wieder. Die von den Schmieden zu erbringenden erweiterten Leistungen sind im gestrichelt umrandeten Feld zusammengefaßt.

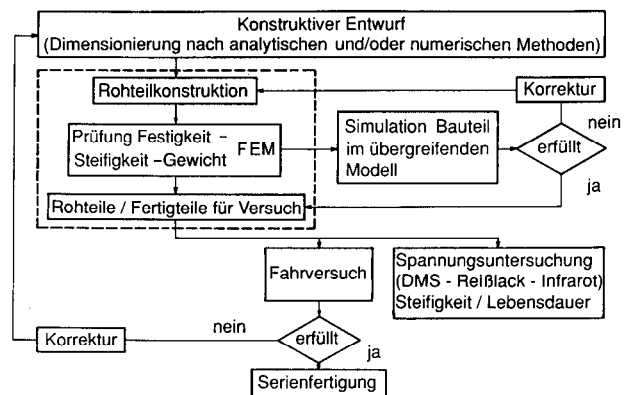


Bild 4. Bauteilentwicklung mit Hilfe der FEM

#### 6 Fortschritte in der Produktionstechnik

Der Fortschritt in der Produktentwicklung zu immer feingliedrigeren und maßgenaueren Bauteilen bedingt in gleicher Weise ein Vorwärtkommen in der Produktionstechnik. Entsprechend hat sich innerhalb der letzten 15 Jahre in den Schmieden ein bedeutender technologischer Wandel vollzogen. Er begann im Werkzeugbau, in dem – vielfach von einem CAD/CAM-gefertigten Modell ausgehend – Gesenkgravuren funkenerosiv oder NC-gefräst mit einem hohen Maß an Wiederholgenauigkeit hergestellt werden.

Integralbauteile werden in der Schmiede vornehmlich mit genauer arbeitenden Schmiedepressen und weniger unter Hämmern hergestellt. Die der Presse vor- und nachgeschalteten Aggregate für die Vorformung, das Abgraten, Lochen, Biegen, Maßkalibrieren und die Wärmebehandlung sind in der Prozeßkette hinsichtlich der qualitativen Gleichmäßigkeit der Produkte unverzichtbare Einrichtungen. Die induktive Erwärmung ist bei der Fertigung sicherheitsrelevanter Bauteile inzwischen eine Grundbedingung geworden.

Vor allem in der Endfertigung wird der Fortschritt sichtbar. So erfolgt die Werkstoffprüfung heute vielfach mit mehrfrequent arbeitenden magnetinduktiven Prüfgeräten, die auch die Dokumentation der Prüfergebnisse liefern. Für die Oberflächenprüfung dienen Magnetisierungsgeräte mit mehreren Stromkreisen, die Bauteile mit komplizierter Formgebung in einem Spannungsvorgang ausreichend magnetisieren. Die 100-%-Maßkontrolle wird in Kontrollvorrichtungen vorgenommen, die mit elektronischen Meßwegaufnehmern ausgerüstet sind, so daß die

Meßergebnisse für derartige Teile über ein Datensystem dokumentiert werden können.

Daß die Entwicklung anspruchsvoller Großserienteile nicht nur der Berücksichtigung der schon genannten einzelnen Entwicklungsaspekte bedarf, sondern auch einer soliden Fertigungsplanung, soll hier nicht unerwähnt bleiben. In Bild 5 sind die bei der Produktentwicklung, Fertigungsplanung und Kalkulation zu beachtenden Schritte dargestellt.

## 7 Konstruktive Gesichtspunkte und Fertigungsplanung

Ausgehend vom konstruktiven Entwurf des Kunden, entsteht unter Beachtung der schmiedetechnischen Gestaltungsregeln eine Rohteilkonstruktion. Hierbei geht es um die Festlegung der Gesenkteilung, der Neigungen und der Bearbeitungszugaben. Zu bedenken ist, ob Nebenformelemente in endgültiger Position oder sinnvollerweise zunächst gestreckt geschmiedet und in einer Folgeoperation angebogen werden. Die Anlage von Rippenbreiten, Abrundungen und Übergängen hat hinsichtlich einer wirtschaftlichen Gesenkausnutzung große Bedeutung. Selbst die Anordnung der Teilekennzeichnung kann in Abhängigkeit von der vor- bzw. nachgeschalteten Schmiedeooperation wichtig sein.

Ein wesentlicher Punkt der schmiede- und bearbeitungsgerechten Bauteilentwicklung ist die Anlage von Erstaufnahmen, Anschlag- und Spannflächen. Diese für die spätere Serienfertigung wichtigen Funktionsflächen sind in unbearbeitet verbleibenden Teilbereichen und möglichst weit auseinanderliegend vorzusehen, damit Lageabweichungen einen nur geringen Einfluß auf die Toleranzhaltigkeit des Bauteils haben.

Die Erstaufnahmeflächen des Schmiedeteils bilden den Maßbezug und bestimmen maßgeblich die Bearbeitungszugaben sowie die Tolerierung des Bauteils.

Die mechanische Bearbeitung verursacht nicht unwesentliche Kosten, so daß über kostensparende konstruktive Details nachgedacht werden muß. Zu erwähnen sind hier das Fertigschmieden von Funktionsflächen und das Anschmieden von Fasen zur Vermeidung von Bearbeitungsrestgraten.

Werkstoff und Wärmebehandlung beeinflussen die Stückkosten wesentlich, so daß der beanspruchungsgerechten Auswahl eine besondere Bedeutung zukommt. Die Entwicklung von C- und mikrolegierten Baustählen mit gesteuerter Abkühlung aus der Umformwärme (BY-Behandlung) entsprechen vielfach den Anforderungen und führen zu wettbewerbsfähigen Bauteilen.

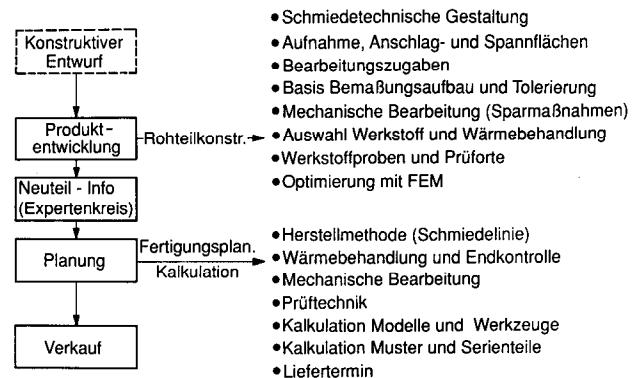
Gerade bei der Verwendung moderner Stahltypen mit BY-Behandlung ist die konkrete Festlegung der Werkstoffproben und Prüforte Bedingung. Der Einfluß von Korngröße und Faserverlauf auf die mechanischen Eigenschaften ist zwangsläufig größer als bei konventionell vergüteten Bauteilen. Die Schmiedeten verfügen inzwischen über ausreichende Erfahrungen, um über die an festgelegten Prüforten zu erwartenden technologischen Eigenschaften Aussagen machen zu können.

Sofern es sich bei dem zu entwickelnden Produkt um eine über die Schweißtechnik herzustellende Verbundkonstruktion handelt, ist die Kenntnis über die gängigen Schweißverfahren, deren Anwendungsbereiche und die Anforderungen an die Nahtform sicher von Vorteil. Nach Durchsprache des Konstruktionsentwurfs mit dem Kunden ist die Bauteiloptimierung nach der FEM einzuleiten. Die für die Berechnung notwendigen Lastannah-

men werden vom Kunden beigestellt. Die Belastung des Bauteils ergibt sich aus der numerischen Simulation von Gesamtfahrzeugmodellen. Die Beanspruchungen, z. B. Radlasten, werden nach Ergebnissen aus Labor- und Fahrversuchen mit dem Vorgängermodell festgelegt.

Aus Erfahrungen der Vergangenheit ist bekannt, daß in vielen Fällen für eine Bauteiloptimierung mit der FEM keine Zeit mehr zur Verfügung steht. Modelle und Werkzeuge müssen nach Freigabe der Rohteilzeichnung unverzüglich angefertigt werden. In diesen Fällen bietet sich jedoch die Infrarot-Spannungsanalyse an Musterteilen zur Bauteiloptimierung an. Mit diesem Verfahren lassen sich in relativ kurzer Vorbereitungszeit und mit verhältnismäßig geringen Kosten Oberflächenspannungen am Bauteil nachweisen.

Es hat sich als sinnvoll erwiesen, die Schmiederohteilkonstruktion einem Expertenkreis im Hause (Schmiede) vorzustellen. Diesem aus Mitarbeitern der Planung, der Betriebsmittelkonstruktion, der Fertigung, der Qualitätssicherung und der Materialwirtschaft bestehenden Kreis sind entsprechende Hintergrundinformationen, die zur Entwicklung des Bauteils in der dargestellten Form geführt haben, zu geben. Hier werden erfahrungsgemäß Anregungen zur weiteren Optimierung der Konstruktion gegeben und mögliche Fertigungsvarianten zur ersten Konzeption entwickelt.



**Bild 5.** Produktentwicklung, Fertigungsplanung und Kalkulation

Im Anschluß an diese Diskussion geht die Rohteilzeichnung mit Informationen über die Bedarfsmengen und die Produktlaufzeit in die Abteilung Fertigungsplanung und Kalkulation der Schmiede. Zur Abgabe des Serienteilangebots und der Werkzeugkosten sind die fertigungstechnischen Schritte im Detail zu planen, damit bei der Serienfertigung Kostendeckung erzielt wird.

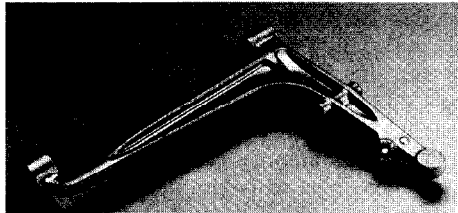
Zunächst geht es um die Festlegung der Fertigungstechnik und der Schmiedelinie, im weiteren Verlauf um die Wärmebehandlung sowie die Endfertigung und – sofern vom Kunden erwartet – die Kalkulation der mechanischen Bearbeitung. Über die bekannten Regeln bei der Prüfung von Sicherheitsbauteilen hinaus sind bei der Festlegung der Prüfabläufe kundenspezifische Normen und Instruktionen zu beachten.

Der Kalkulation für Modelle und Werkzeuge sowie der Kalkulation für Prototypen und Serienteile ist der mögliche Liefertermin für Muster und Serienteile im schriftlichen Angebot beizufügen.

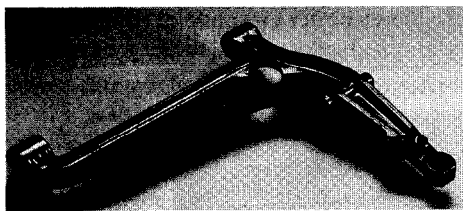
Der beschriebene Entwicklungsweg ist sicher nicht nur zeit-, sondern auch personalaufwendig. Die Entwicklung der eingangs vorgestellten Integralbauteile erfordert jedoch diese Detailarbeit im Vorfeld, damit die Großserie wirtschaftlich produziert werden kann.

**8 Beispiel: Entwicklung eines Querlenkers**

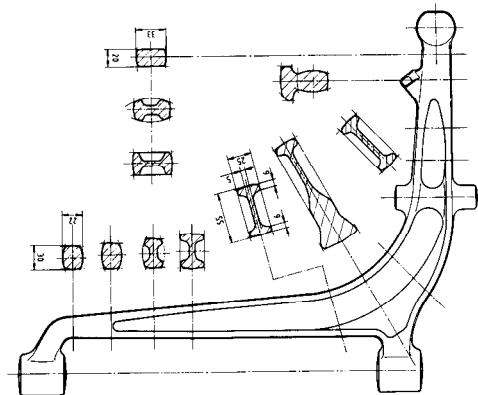
Bild 6 zeigt den Querlenker als Rohteil. Ausgangsbasis war der in Bild 7 abgebildete Lenker aus GGG 40. Die Achskonzeption war vom Kunden dahingehend überarbeitet worden, daß der untere Lenker keine fahrzeugtragende, sondern nur noch eine radführende Funktion



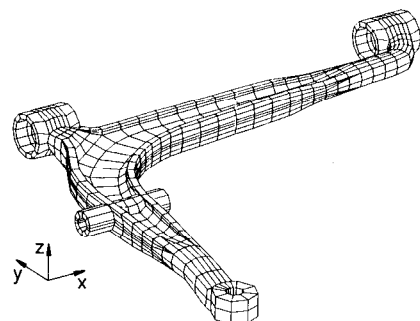
**Bild 6.** Als Schmiedeteil ausgeführter Querlenker



**Bild 7.** Als Gußteil ausgeführter Querlenker



**Bild 8.** Querlenker; erster Entwurf für Festigkeitsberechnung



**Bild 9.** Querlenker; Netzwerk generiert

übernahm. Damit konnte eine Dimensionierung auf Festigkeit mit entsprechend niedrigem Rohteilgewicht vorgenommen werden.

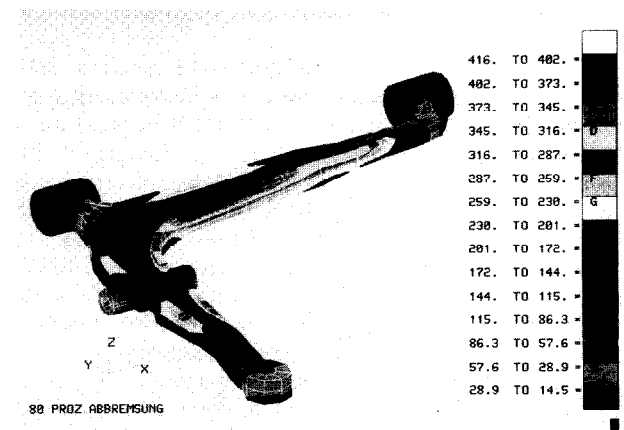
Das Schmiedeunternehmen wählte den Werkstoff 27MnVS6 und BY-Behandlung, also eine geregelte Abkühlung aus der Umformwärme. Die zu erwartenden mechanischen Eigenschaften wurden mit  $R_m \geq 800 \text{ N/mm}^2$ ,  $R_{p0,2} \geq 580 \text{ N/mm}^2$  für die Berechnung angenommen.

Die drei lenkkinematischen Punkte – zwei für den Fahrstempel und einer für die Schwenklageranbindung – blieben zunächst unverändert. Drei manuell berechnete Querschnitte am Lenker bildeten die erste Grundlage für den Rohteilentwurf.

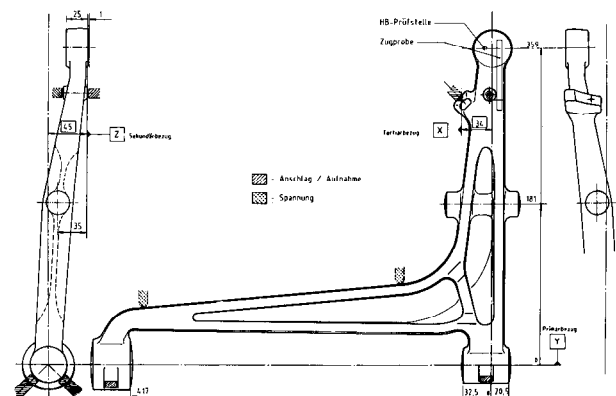
Der in Bild 8 wiedergegebene Entwurf entstand unter Beachtung der drei berechneten Querschnitte und den schmiedetechnischen Bedingungen. Dazu wurden zehn Schnitte in den wichtigsten Teilbereichen für eine Kontrollberechnung angelegt.

Der Entwurf entsprach den Erwartungen, so daß auf dieser Basis ein Netz für die FEM-Berechnung generiert werden konnte (Bild 9). Zur Anwendung kamen in diesem Fall Volumenelemente. Der Fahrzeughersteller stellte die Lastannahmen und Randbedingungen, abgeleitet aus dem Gesamtfahrzeugmodell, für die Berechnung zur Verfügung. Eine enge Zusammenarbeit mit dem Entwicklungspartner bei der Erstellung des FE-Netzes und der Berechnung ist dabei unbedingt erforderlich.

In Bild 10 ist die Verteilung der Oberflächenspannung beim Lastfall Kurvenfahrt und 80% Abbremsung darge-



**Bild 10.** Querlenker; Spannungsverteilung



**Bild 11.** Querlenker; technische Konstruktion

stellt. Der Lenker zeigt bei diesem kritischen Lastfall eine relativ ausgewogene Spannungsverteilung. Nach Ergebnissen aus dem Fahrversuch wurden geringfügige Verstärkungen der hochbeanspruchten Teilbereiche notwendig.

Nach fahrdynamischen Simulationsversuchen wurde vom Kunden eine maßliche Korrektur verlangt. Die folgenden Bilder zeigen den Lenker deshalb in geänderter Ausführung. Nach einem Gespräch mit der Arbeitsvorbereitung des Kunden konnten nun die Erstaufnahmen und Spannflächen für die Rohteilprüfung sowie die mechanische Bearbeitung festgelegt werden (Bild 11).

Die prismatische Aufnahme der beiden Lager für die Anbindung des Lenkers an den Fahrschemel stellt den Primärbezug des Bauteils dar (Y-Koordinate). Damit sind bei gewichtssparender Dimensionierung der Lager umlaufend gleiche Wanddicken sichergestellt. Der Sekundärbezug ist durch eine kalibrierte Bezugsfläche in unmittelbarer Nähe des Auges für die Schwenklageranbindung gegeben (Z-Koordinate). Der Tertiärbezug ist ein maßlich exakt definierter Punkt am Lenkansschlag (X-Koordinate).

Der Lenker wird für die Rohteilkontrolle und die mechanische Bearbeitung – wie Bild 11 zeigt – in die beiden Prismen *Y* gestellt, an die Auflagefläche *Z* gelegt und in dieser Position an den Anschlagpunkt *X* am Lenkansschlag geschoben. Der Querlenker kann jetzt gespannt und als Rohteil geprüft bzw. in dieser Form der Erstaufnahme mechanisch bearbeitet werden.

Die Toleranzen für die Form- und Lageabweichungen gehen dabei in das Auge für die Schwenklageranbindung. Ein besonderer Effekt dieser Rohteilaufnahme ist, daß der Lenkansschlag nicht mechanisch bearbeitet werden muß.

Nach dieser manuell ausgeführten klassischen 2D-Konstruktion war es möglich, ein 3D-Flächenmodell zu erstellen. Bild 12 zeigt für den Lenker das Konstruktionsergebnis.

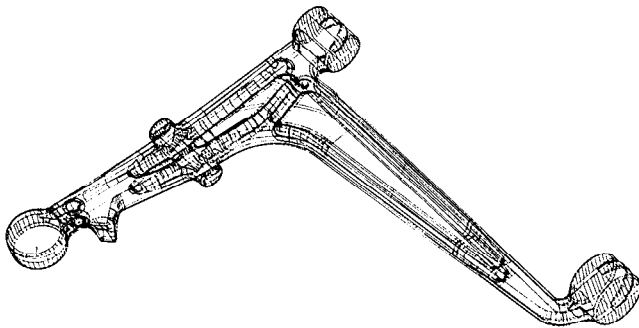


Bild 12. Querlenker; CAD-Geometrie

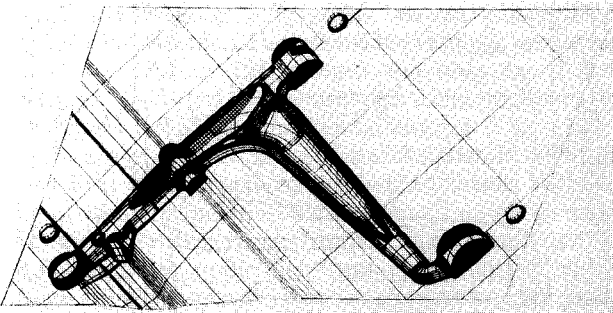


Bild 13. Querlenker; CAD-Geometrie für Fertigpreßgesenk

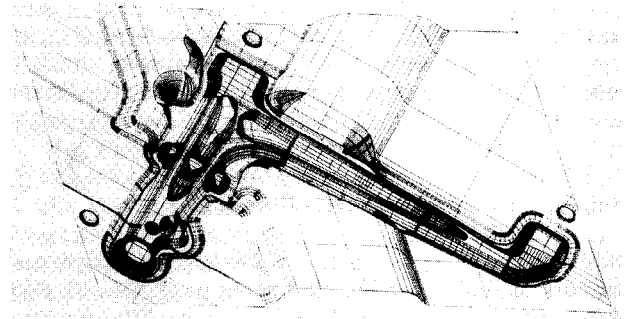


Bild 14. Querlenker; CAD-Geometrie für Vorpreßgesenk

Der nächste Schritt ist die Programmierung der CAD-Geometrie des Fertigpreß- und des Vorpreßgesenks, dargestellt in den Bildern 13 und 14.

Die Modelle für die Gesenkober- und -unterteile werden nach den CAD/CAM-Daten auf einer NC-Fräsmaschine hergestellt. Nach diesen von der Qualitätssicherung auf dem Koordinatenmeßgerät geprüften und freigegebenen Modellen folgt in bekannter Weise über das NC-Fräsen oder Formschleifen die Anfertigung der Graphitelektroden zur Herstellung der Gesenkgravuren.

Bild 15 gibt einen Ausschnitt der Maßprüfung der Graphitelektrode auf der Koordinatenmeßmaschine wieder. Bestimmte Teilbereiche der Graphitelektrode werden hier im Scan-Verfahren abgetastet und die Ergebnisse der

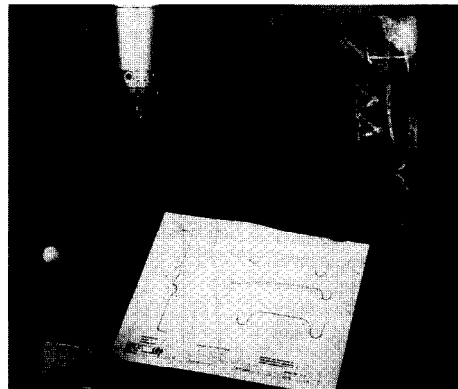


Bild 15. Querlenker; Maßprüfung der Graphitelektrode

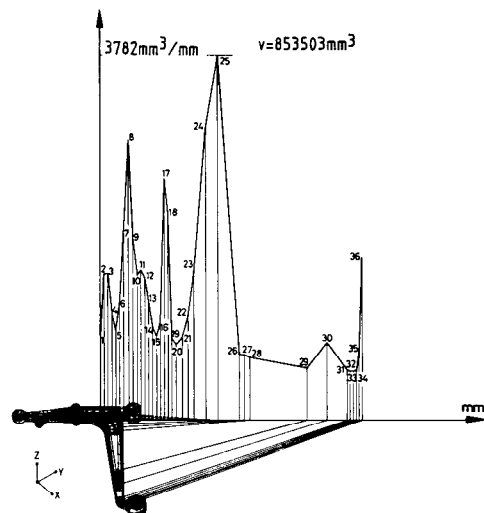
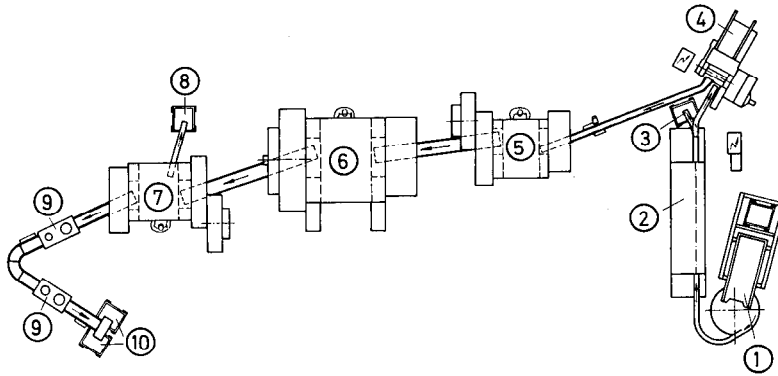


Bild 16. Querlenker; Massenverteilung



- 1 Bunker und Wendelschwingförderer
- 2 Induktiv-Erwärmungsanlage
- 3 Weiche für aussortierte Knüppelabschnitte (Temperaturkontrolle)
- 4 Automatische Reckwalze
- 5 Vorpresse
- 6 Gesenkschmiedepresse 50 MN (5000 t)
- 7 Abgrat- und Kalibrierpresse
- 8 Ablage Gratschrott
- 9 Abkühlstrecke für gesteuerte Abkühlung
- 10 Ablage Schmierohlinge

Bild 17. Querlenker; Schmiedelinie

Prüfung in einer mehrfarbigen Darstellung ausgedruckt. So sind Abweichungen vom Soll-Konturenverlauf unmittelbar zu erkennen.

Die Massenverteilung für das Vorprodukt des Querlenkers wird theoretisch mit Hilfe des Rechners ermittelt. Dazu werden durch den Querlenker in gleichmäßigen Abständen Schnitte gelegt. Die jeweiligen Flächeninhalte werden grafisch dargestellt. Wie Bild 16 zeigt, wurde im Schnitt 25 durch den Arm und das im Knie des Lenkers liegende Auge der größte Querschnitt ermittelt. Dieser Querschnitt bildet die Basis für die Bestimmung des Materialausgangsquerschnitts.

Aufgrund der in diesem Bereich schwierigen Materialflußbedingungen und des zu erwartenden partiell höheren Gratanteils wurde der Materialquerschnitt mit 65 mm Vierkant festgelegt. Das Gesamtvolumen, mit  $853\,503\text{ mm}^3$  ermittelt, entspricht einem Rohteilgewicht von 6700 g. Das Verfahren „Reckwalzen“ ist für Langformteile wie den Querlenker ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung des Vorprodukts.

Die Massenverteilung und die Formgebung des Querlenkers lassen die Herstellung in folgenden Operationsschritten sinnvoll erscheinen:

1. Erwärmen des Knüppelabschnitts,
2. Reckwalzen,
3. Setzen und Biegen,
4. Vor- und Fertigpressen,
5. Abgraten,
6. Warmrichten.

Bild 17 zeigt eine hierfür geeignete Pressenlinie. Nach der projizierten Fläche und der Bauteilgestalt ist eine Schmiedepresse mit einer Preßkraft von 50 MN erforderlich.

Beim Schmieden der Prototypen zeigte sich, daß aufgrund der exakten CAD-Werkzeugkonstruktion und der verfahrensbedingten hohen Herstellgenauigkeit der Schmiedegravuren, Vor- und Fertigpreßformen sowie der damit einhergehenden optimalen Materialvolumenabstimmung die bei Doppel-T-Profilen häufig vorhandenen Stiche in den Grundradien des Querlenkers nicht auftraten.

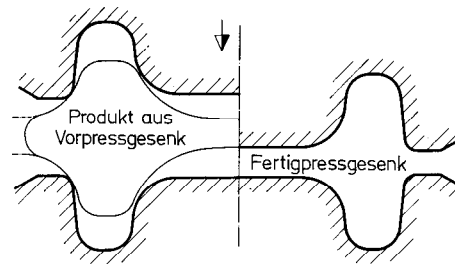


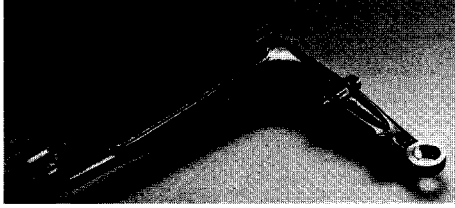
Bild 18. Querlenker als Doppel-T-Profil; Vor- und Fertigpreßgesenk

In Bild 18 ist links das Produkt aus dem Vorpreßgesenk in der Fertigform unmittelbar vor dem Umformvorgang dargestellt, rechts ist die aufgefüllte Fertigpreßgestalt zu sehen.

In zunehmendem Maße werden Schmiedeteile über die 3-Koordinaten-Meßtechnik bemustert. Neben der numerischen Darstellung der Meßergebnisse sind Plots vom Teilumriß, von Teilschnitten und konventionell nicht meßbaren Teilübergängen üblich. Die Informationen gehen mit dem üblichen VDA-Erstmusterprüfbericht an die Qualitätssicherungsstelle des Kunden.

Eine schnelle stichprobenweise Maßermittlung an Rohteilen während des Schmiedeprozesses und die 100%-ige Maßprüfung in der Endfertigung erlauben eine relativ einfache Kontrollvorrichtung, die exakt auf die in der Rohteilzeichnung festgelegten Erstaufnahmen abgestimmt ist. Diese Kontrollvorrichtung ist mit elektronischen Meßwegaufnehmern ausgerüstet, die an ein Datensystem angeschlossen sind. Dieses System speichert die ermittelten Meßergebnisse und weist auf Abruf eine Prozeßregelkarte aus.

Bild 19 zeigt das mechanisch bearbeitete und mit Gummimetallbüchsen komplettierte Bauteil. Es ist das Ergebnis der konzentrierten und systematischen Vorgehensweise bei der technischen Entwicklung und zeigt, daß die Zusammenarbeit von Schmiede und Kunde zu beanspruchungsgerechten, gewichtsoptimierten und schmie-detechnisch wirtschaftlich herstellbaren Bauteilen führt.



**Bild 19.** Querlenker; mechanisch bearbeitet und vormontiert (ZSB)

### Literatur

1. Garz, E.: Konstruktion von Schmiedeteilen – fertigungsgerechte Erstaufnahme für die Weiterbearbeitung. VDI-Bericht Nr. 544. Düsseldorf: VDI-Verlag 1985
2. Krummel, J.; Beste, A.: Radträger für Pkw – geschmiedete und gegossene Ausführung im Vergleich. Konstruktion 40 (1988) H. 7, S. 259–264

Die Bilder wurden von der Fa. Carl Dan. Peddinghaus zur Verfügung gestellt.