

# Schweißgerechtes Konstruieren im Landmaschinenbau

Von Ing. H. THÖMKE (KdT) Leipzig \*)

DK 631.3:621.791:62.002.2

Zu diesem Thema sind in dieser Zeitschrift bereits mehrere Beiträge erschienen, die die Grundlage des schweißgerechten Konstruierens behandeln. Auch unsere Ingenieure und Techniker des Landmaschinenbaues haben sich schon ernsthaft mit einer Überarbeitung der Konstruktionen und wirtschaftlichen Gestaltung des Fertigungsdurchlaufs beschäftigt. Das beweisen eine ganze Reihe neuer, moderner Landmaschinen, bei denen die neuesten Erkenntnisse der Schweißtechnik schon in der Konstruktion berücksichtigt wurden. Trotzdem besteht für unsere Landmaschinen-Konstrukteure nach wie vor die Verpflichtung zur persönlichen Weiterbildung auf dem Gebiet der Schweißtechnik, um das Wissen zu bereichern und den technischen Fortschritt in der Landmaschinen-Industrie schneller zu verwirklichen.

Die Schweißtechnik ist als moderne Fertigungsmethode im Industriezweig Landmaschinenbau nicht mehr zu entbehren. An Stelle der alten Schraub- und Nietkonstruktion ist heute schon an allen landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten die moderne Schweißkonstruktion in den Vordergrund gerückt. Sie gewährleistet bei richtiger Anwendung neben der Leichtbauweise auch einen wirtschaftlichen Fertigungsablauf der Produktion und eine schnelle und wirtschaftliche Reparatur unserer Landmaschinen. Deshalb darf der Konstrukteur sich bei seiner Konstruktion nicht an vorhandene und bekannte Niet- oder Gußkonstruktionen klammern, sondern er soll bei einer schweißgerechten Gestaltung der Bauteile auch die wirtschaftlichen Gesichtspunkte in den Vordergrund stellen. Hierzu ist notwendig, daß der Konstrukteur sich vor Beginn der Konstruktion vom Vorhandensein der betrieblichen Fertigungsmöglichkeiten überzeugt. In Zweifelsfällen ist der Schweißingenieur aus der Fertigung oder der Technologie zu Rate zu ziehen. Zu berücksichtigen ist immer, daß die Liefertermine bei einer Schweißkonstruktion meist sehr kurz sein können und die Gefahr der Ausschußlieferung gering ist. Weiterhin sind die Baukosten für eine Schweißvorrichtung meistens kleiner als die beachtlichen Kosten des Modellbaues. Eine Schweißausführung hat auch noch den Vorteil, daß sie meistens das Gesamtgewicht der Maschine verringert, und daß die Materialpreise bedeutend niedriger sind als bei einer Gußkonstruktion. Die Materialkosten betragen überschlägig für:

- Bleche - ,20 bis - ,40 DM/kg
- Grauguß - ,70 bis 1,20 DM/kg
- Stahlguß - ,90 bis 1,80 DM/kg.

Diese Faktoren sind vom Konstrukteur zu erwägen und entsprechend dem volkswirtschaftlichen Nutzen bei den Konstruktionen zu berücksichtigen.

Im folgenden soll der grundsätzliche Weg in der Gestaltung von gelenkigen Stabanschlüssen betrachtet werden, da gerade diese an Landmaschinen und Geräten sehr oft und in den verschiedensten Formen anzutreffen sind. Die zu wählende Lösung bleibt unter Berücksichtigung aller Forderungen des jeweiligen Bedarfsfalles jedoch dem Konstrukteur überlassen.

## A. Zweiwandige Rohrstab-Gelenkaugen



Bild 2. U-förmig verformtes Blech, das als Gelenkgabel stumpf mit dem Rohr mit einer durchlaufenden Kehlnaht verschweißt ist

Bild 1. Wellenlagerung, die mittels zweiwandiger Rohrstab-Gelenkaugen ausgeführt ist. Diese Konstruktion ist unzweckmäßig und kann durch die Anwendung einer anderen, besser geeigneten Konstruktion wirtschaftlicher und auch schweißtechnisch günstiger gestaltet werden

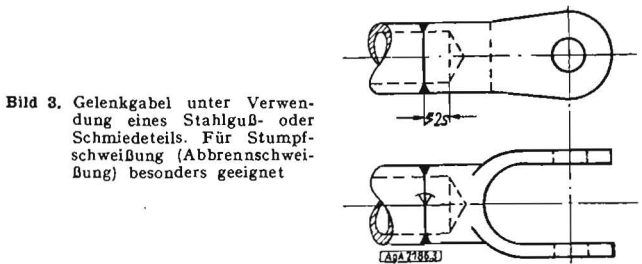
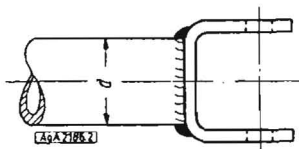


Bild 3. Gelenkgabel unter Verwendung eines Stahlguß- oder Schmiedeteils. Für Stumpfschweißung (Abbrennschweißung) besonders geeignet

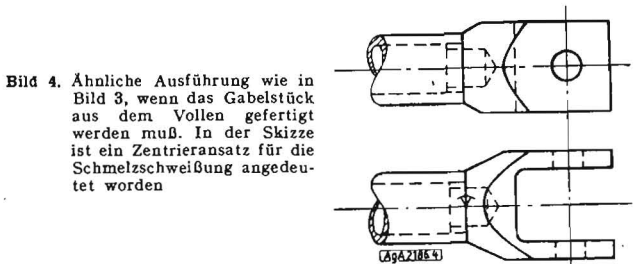


Bild 4. Ähnliche Ausführung wie in Bild 3, wenn das Gabelstück aus dem Vollen gefertigt werden muß. In der Skizze ist ein Zentrieransatz für die Schmelzschweißung angedeutet worden

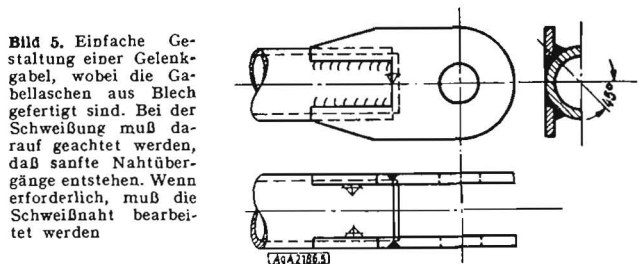


Bild 5. Einfache Gestaltung einer Gelenkgabel, wobei die Gabelaschen aus Blech gefertigt sind. Bei der Schweißung muß darauf geachtet werden, daß sanfte Nahtübergänge entstehen. Wenn erforderlich, muß die Schweißnaht bearbeitet werden

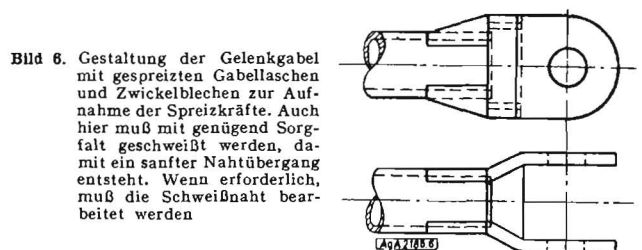
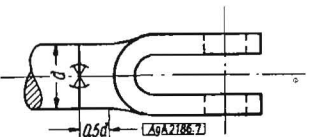


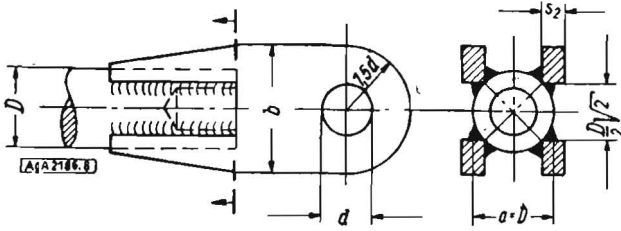
Bild 6. Gestaltung der Gelenkgabel mit gespreizten Gabelaschen und Zwickelblechen zur Aufnahme der Spreizkräfte. Auch hier muß mit genügend Sorgfalt geschweißt werden, damit ein sanfter Nahtübergang entsteht. Wenn erforderlich, muß die Schweißnaht bearbeitet werden

## B. Zweiwandige Rundstab-Gelenkaugen

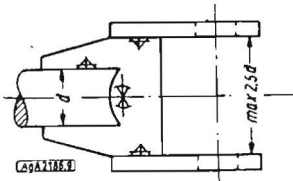
Bild 7. Geschmiedete oder Stahl-Gelenkgabel. Diese ist für Stumpfschweißung (Abbrennschweißung) besonders geeignet. Bei Anwendung der Schmelzschweißung muß die X-Naht angewendet werden



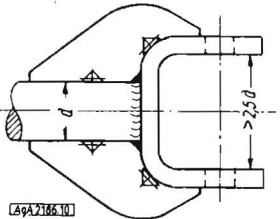
\*) Institut für Traktoren- und Landmaschinenbau, Leipzig; Leiter: Dr.-Ing. E. FOLTIN



**Bild 8.** Einfache Gestaltung einer Gelenkgabel. Diese wird angewendet, wenn der Mittenabstand beider Gabelaschen ungefähr dem Stabdurchmesser entspricht. Hier muß jedoch auf eine sorgfältige Schweißausführung geachtet werden

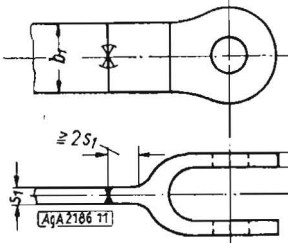


**Bild 9.** Gestaltung einer Gelenkgabel bis zu einer Maulweite von etwa  $2,5d$ . Der Steg kann auch durch Breiten des Rundstahls erzeugt werden. In diesem Fall muß man aber darauf achten, daß der Querschnitt durch das Ausschmieden nicht vermindert wird. Wenn eine größere Maulweite erforderlich ist, muß der Steg T-Querschnitt erhalten

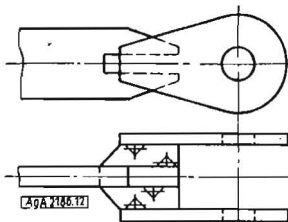


**Bild 10.** Gestaltung einer Gelenkgabel für sehr große Maulweiten ( $> 2,5d$ ). Doch ist diese Konstruktion wegen des auftretenden Schweißverzuges der Konstruktion nach Bild 9 mit T-Steg zu unterlegen

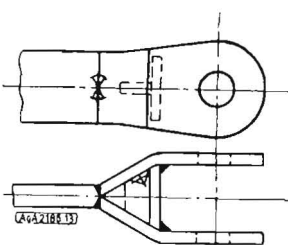
**C. Zweiwandige Flachstab-Gelenkaugen (Gelenkachse senkrecht zur Stabbreite)**



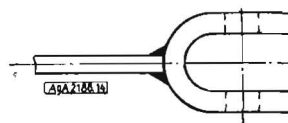
**Bild 11.** Gelenkgabel als Schmiedeteil oder Stahlgußteil, evtl. durch Brennschneiden hergestellt. Diese ist für Stumpfschweißung (Abbrennschweißung) besonders geeignet. Sie stellt schweißtechnisch und festigkeitsmäßig die beste Lösung dar



**Bild 12.** Gelenkauge ähnlich dem Bild 11, doch setzt diese Fertigung eine einwandfreie Schweißarbeit voraus

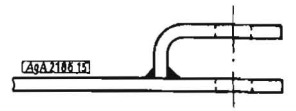


**Bild 13.** Gelenkauge, das ebenfalls sehr sorgfältig verschweißt werden muß, da an der Gabelstelle Sprengkräfte auftreten, die nur bei einwandfreier Schweißarbeit aufgenommen werden. Wenn möglich, sollte die Stoßstelle auch auf der Innenseite geschweißt werden. Ist eine größere Maulweite erforderlich, so muß der Steg T-Querschnitt erhalten, wie in der Seitenansicht (---) angedeutet



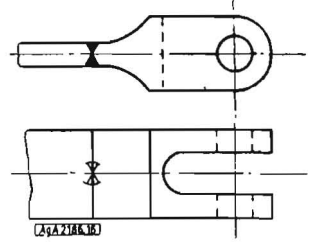
**Bild 14.** Gelenkaugen-Ausführung in einfacher Form. Bei größeren Materialdicken muß an Stelle der Kehlnaht eine K-Naht vorgesehen werden

**Bild 15.** Ausführung eines Gelenkauges für untergeordnete Zwecke. Durch die Außermitteigkeit treten erhebliche Zusatzkräfte auf, die der Konstrukteur berücksichtigen muß

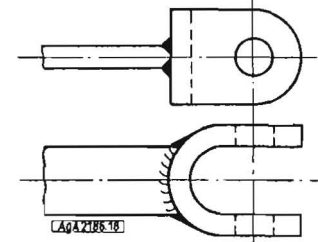
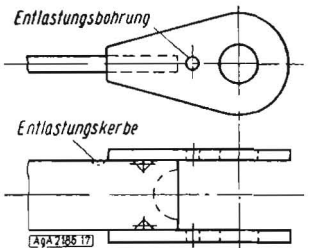


**D. Zweiwandige Flachstab-Gelenkaugen (Gelenkachse parallel zur Stabbreite)**

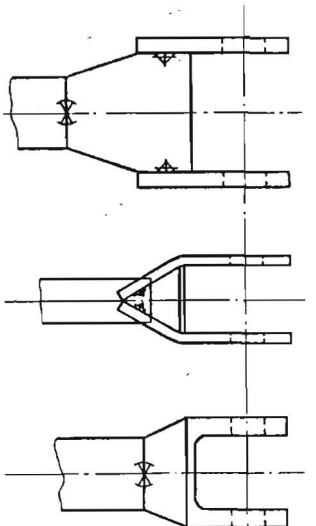
**Bild 16.** Gelenkgabel als Schmiedeteil oder Stahlgußteil hergestellt. Diese ist für Stumpfschweißung (Abbrennschweißung) besonders geeignet. Unabhängig vom Verhältnis der Maulweite zur Stabbreite ergibt sie eine hochwertige Ausführung



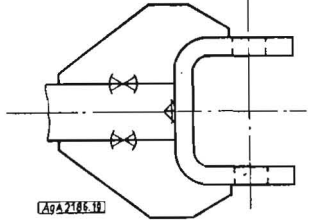
**Bild 17.** Einfache Gelenkgabel, wenn die Maulweite gleich der Stabbreite ist. Bei dynamischen Beanspruchungen ist die Anordnung von Entlastungsbohrungen bzw. -kerben, wie im Bild angedeutet (---), zu empfehlen



**Bild 18.** Gelenkaugen-Ausführung in einfacher Form für untergeordnete Zwecke. Diese Ausführung ist nicht geeignet für wechselnde und schwellige Belastungen. Der Konstrukteur muß die Zusatzbiegung im Gelenkstück und das Aufbiegen der Maulweite durch die Schweißschumpfungen beachten

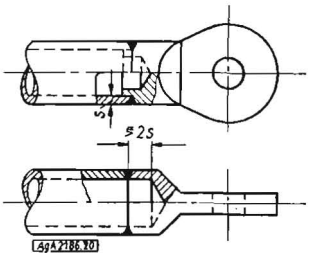


**Bild 19.** Verschiedene Beispiele für die Gestaltung von Gelenkaugen, wenn die Maulweite größer ist als die Flachstabbreite. Der Konstrukteur muß aber beachten, daß durch die Außermitteigkeit des Lastangriffes an den Einspannstellen der Gabelaschen Zusatzkräfte auftreten



**E. Einwandige Rohrstab-Gelenkaugen**

**Bild 20.** Gelenkauge unter Verwendung eines Stahlguß- oder Schmiedeteils. Dieses ist für Stumpfschweißung (Abbrennschweißung) besonders geeignet. In der Skizze ist oben ein Zentrieransatz für die Schmelzschweißung und unten die Vorbereitung für die Abbrennschweißung angedeutet worden



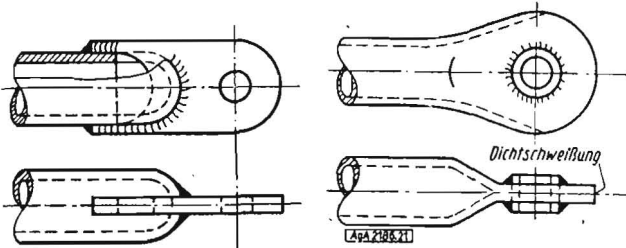


Bild 21. Einfache und doch hochwertige Gestaltung eines Gelenkauges an einem Rohrstab. Hierbei soll die Wanddicke der eingeschweißten Buchse etwa der der Rohrwand entsprechen

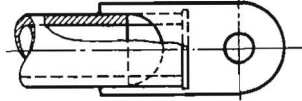
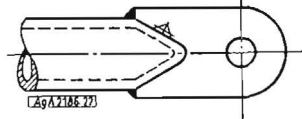


Bild 22. Verschiedene Beispiele für die Gestaltung eines Gelenkauges an einem Rohrstab. Das Augenblech ist immer über den Schlitz des Rohres hinauszuführen, damit man eine Stoßdeckung erhält. Bei Schweiß- und Wechsellast müssen die Übergänge der Stirnkehlnähte sauber bearbeitet werden



F. Einwandige Rundstab-Gelenkaugen

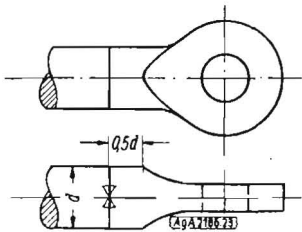


Bild 23. Gelenkauge mit geschmiedetem oder Stahlgußteil. Für Stumpfschweißung (Abbremschweißung) besonders geeignet

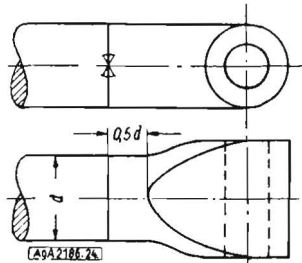


Bild 24. Ähnliche Ausführung wie in Bild 23, doch ist hier das Gelenkauge aus dem Vollen gefertigt. Ebenfalls gut für die Stumpfschweißung (Abbremschweißung) geeignet. Doch eignet sie sich nicht für hohe spezifische Gelenkdrücke

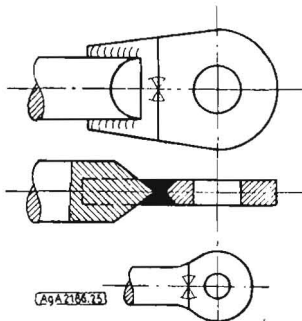


Bild 25. Gestaltung eines einfachen Gelenkauges, sie ist der Gestaltung nach Bild 23 fast gleichwertig, doch müssen die Schweißnähte, besonders die Stirnkehlnähte sehr sorgfältig ausgeführt werden. Es kann auch das Stabende breitgeschmiedet und das Gelenkauge stumpf angeschweißt werden. Hierbei ist aber darauf zu achten, daß durch das Ausschmieden keine Querschnittsverminderung eintritt

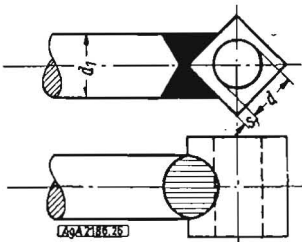


Bild 26. Vereinfachte Form unter Verwendung eines Vierkantkopfes. Eine Verbesserung des Anschlusses kann man erreichen, indem man das Stabende ausschmiedet

G. Einwandige Flachstab-Gelenkaugen (Gelenkachse senkrecht zur Stabbreite)

Bild 27. Gelenkaugenausführung unter Verwendung eines Schmiede- oder Stahlgußteils. Für Stumpfschweißung (Abbremschweißung) gut geeignet und ergibt gute Dauerfestigkeitswerte

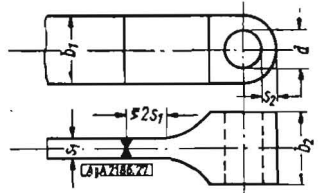


Bild 28. Ähnliche, doch vereinfachte Ausführung wie in Bild 27. Nur für Schmelzschweißung geeignet; kommt größtenteils für Einzelfertigung in Betracht

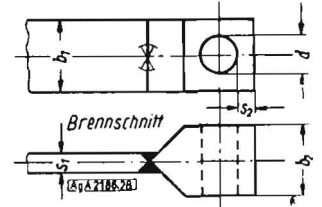


Bild 29. Einfache Ausführung eines Gelenkauges, bei Aufträgen kleinerer Kräfte gut geeignet. Wenn der Lochreibringsdruck für die Dicke  $s$  zu groß ist, muß man ein Rohr einschweißen oder dickeres Material für das Augenblech verwenden und die Dicke  $s$  keilförmig abhobeln

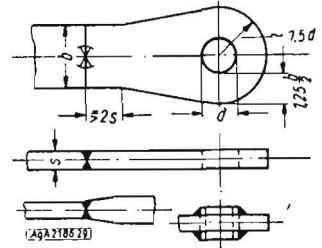
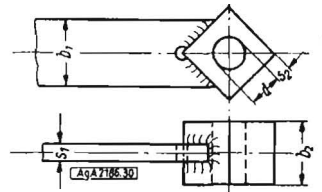


Bild 30. Billige Ausführung, die für kleinere Kräfte geeignet ist. Hier muß für den Abbau der Spannungen und für ein besseres Anpassen eine Entlastungskerbe (Bohrung) vorgesehen werden. Man kann das Vierkantstück auch durch ein Rundstahlstück ersetzen, doch wird dann die Schweißnaht kürzer



H. Einwandige Flachstab-Gelenkaugen (Gelenkachse parallel zur Stabbreite)

Bild 31. Hochwertiger Anschluß unter Verwendung eines Schmiede- oder Gußteils. Ist auch für Stumpfschweißung (Abbremschweißung) gut geeignet

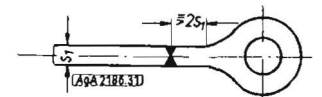


Bild 32. Einfache Form eines Gelenkauges, doch ist diese Form nur für Schmelzschweißung zu empfehlen. Bei sorgfältiger Ausführung ist sie auch für größere Kräfte ausreichend

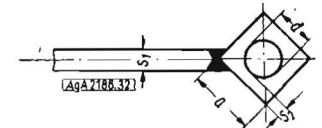
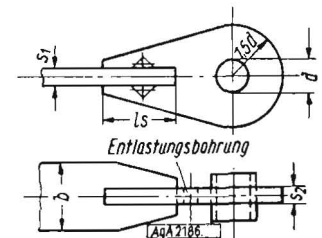


Bild 33. Verhältnismäßig wirtschaftliche Gestaltung eines Gelenkauges, besonders wenn die Dicke des Augenbleches etwa der der Blechdicke entspricht. Bei schweller Beanspruchung müssen die Stirnähte sehr sorgfältig ausgeführt sein und es empfiehlt sich auch, Entlastungsbohrungen anzubringen



Die Gestaltung von Gelenkaugen an Walzprofilen tritt im Industriezweig Landmaschinenbau kaum auf. Sollten aber an Konstruktionen solche erforderlich sein, so lassen sich die oben gezeigten Beispiele auch ohne weiteres auf diese Fälle übertragen und der Konstrukteur kann nach seinen Berechnungen und dem jeweiligen Verwendungszweck solche Stabanschlüsse schweißtechnisch günstig gestalten<sup>2)</sup>. A 2186

<sup>2)</sup> Siehe auch das Verzeichnis der schweißtechnischen Literatur des VEB Verlag Technik auf der letzten Umschlagseite.