
Formschlüssige Verbindungen



Einführung

Stoffschluss: In jedem Richtungssinn werden die Relativbewegungen zwischen den gefügten Teilen infolge Kohäsion und Adhäsion innerhalb des Wirkraums verhindert.

Schweißen – Löten - Kleben

Formschluss: Die Wirkung erfolgt durch die geometrische Berührung zwei Wirkflächen. Oft liegt in der Verbindung ein fertigungsbedingtes Spiel vor und erlaubt einen oder mehrere Bewegungs-Freiheitsgrade.

Kraftschluss: Die Bewegung wird durch ein System reibbedingter Kräfte verhindert oder geregelt.



Einführung

- Bei **formschlüssigen Verbindungen** werden die Wirkkräfte als **Normalkräfte** an Wirkflächen (Flächenpressung und Hertzsche Pressungen) an ein Mitnehmerteil übertragen.
- Weitere Übertragungen erfolgt meist durch
- Kerbarme Kraftleitung wird angestrebt.



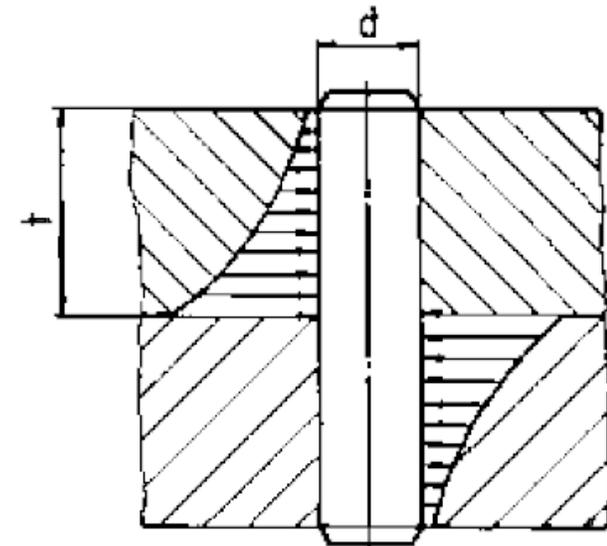
Einführung

- Stifte dienen zum Befestigen, Halten, Zentrieren, Fixieren und Sichern von Maschinenteilen.
- Bolzen hingegen werden meist mit der Realisierung mindestens eines Freiheitsgrades verbunden.
- Sicherungselemente, wie Sicherungsringe und Splinte, verhindern axiales Verschieben von Maschinenelementen (Bolzen, Wälzlager).



Dimensionierung und Tragfähigkeitsnachweis

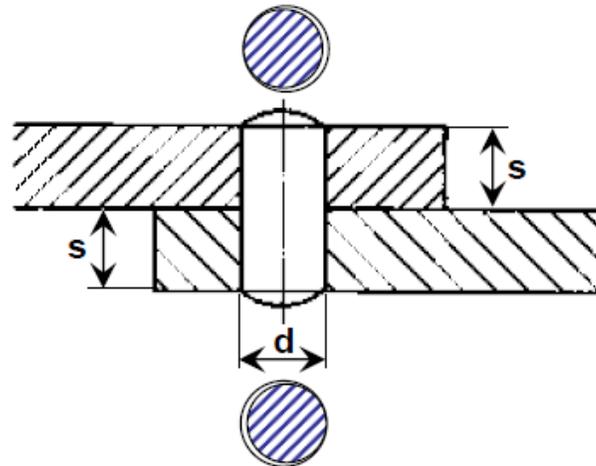
- Die tatsächlich auftretenden Beanspruchungen in Stift- und Bolzenverbindungen lassen sich nur schwer bestimmen:
 - aufgrund der Vorspannung durch das Einschlagen und der überlagerten Verformung von Stift und Bauteil unter Belastung
 - aufgrund des Auftretens plastischer Verformungsanteile ohne Beeinträchtigung des Übertragungsverhaltens





Beispiel Versagensursache

- Übertragung der Kraft F erfolgt über Bolzen \rightarrow Lochleibungsdruck p_d
- Da die übertragende Zylinderfläche halbkreisförmig ist und zum anderen die Kräfteverteilung auf dem Halbkreis unregelmäßig ist, wird zur Berechnung ein gemittelter Wert für p_d angenommen und die Zylinderfläche A in die Ebene projiziert.

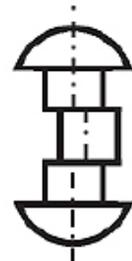




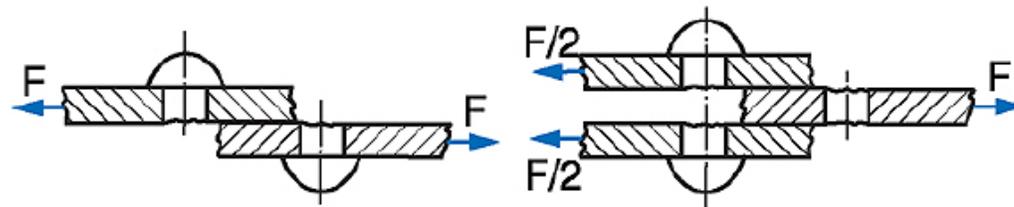
Nietverbindungen



einschnittig



zweischnittig

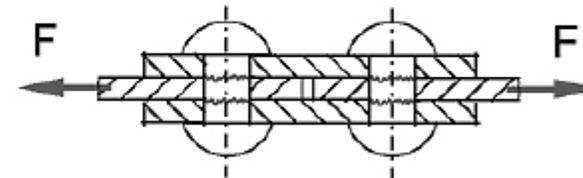
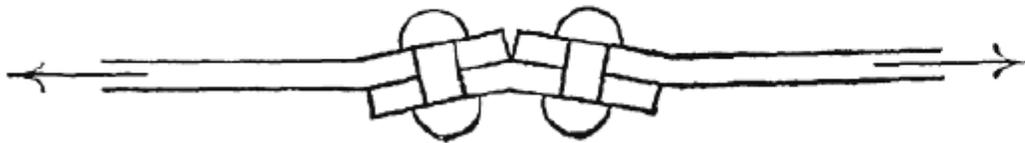
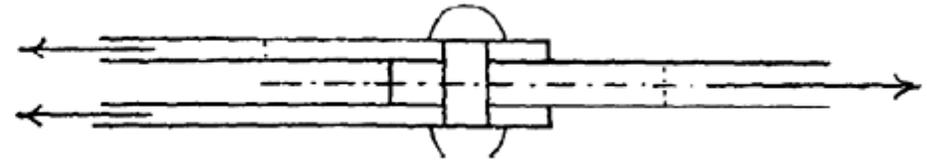
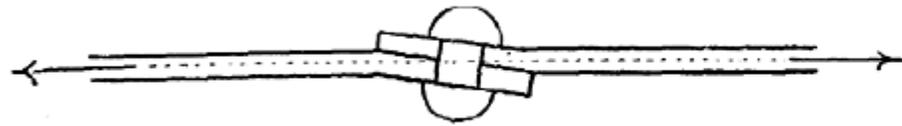


Beanspruchung, abhängig von Schnittigkeit



Nietverbindungen – Konstruktive Gestaltung

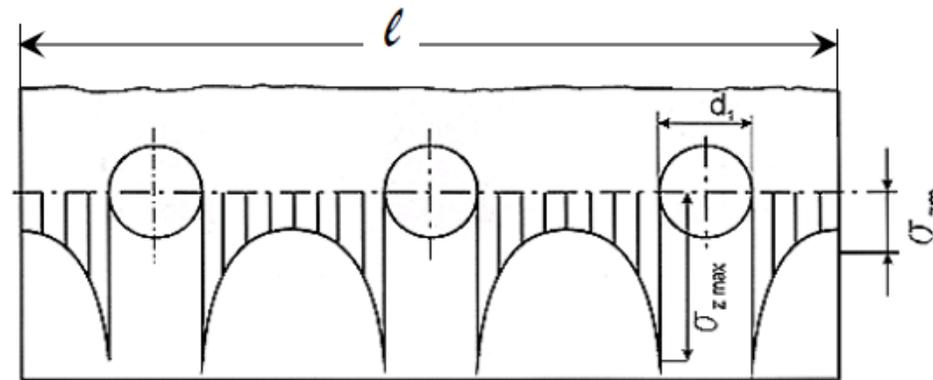
- Bei einschnittigen Verbindungen führt außermittige Kraftangriff zu Biegung an den Stößen bzw. Anschlüssen → Abhilfe durch mindestens zweischnittige Nietverbindungen





Nietverbindungen – Probleme beim Festigkeitsverhalten

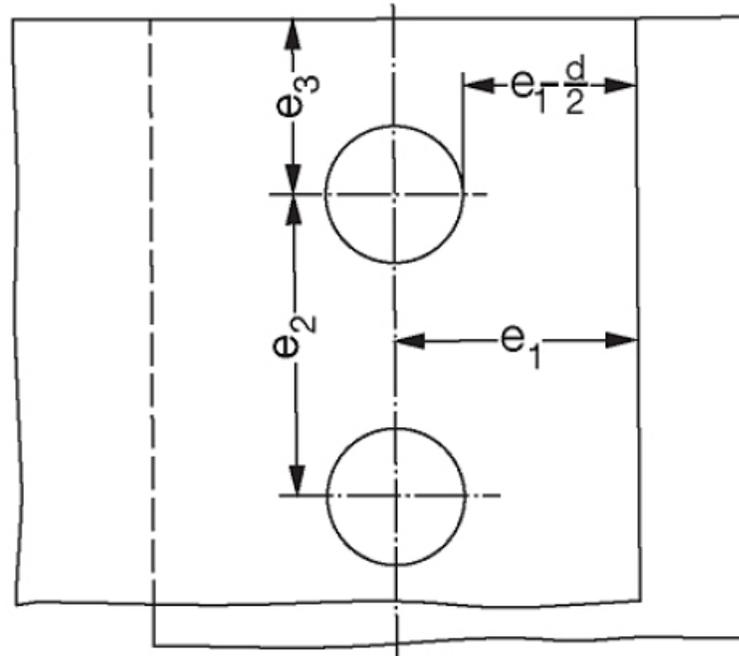
- Das Nietloch schwächt den Blechquerschnitt. Zur Berechnung muss der Querschnitt abgezogen werden. Im Flugzeugbau entstehen 70% der Ermüdungsschäden im Randbereich der Nietbohrungen
(→ Schließringbolzen → Reibschluss und Presssitz)
- Nietlöcher bedeuten Kerbwirkung, die bei der praktischen Berechnung vernachlässigt werden ($\sigma_{zmax} \rightarrow \sigma_{zm}$).





Nietverbindungen – Probleme beim Festigkeitsverhalten

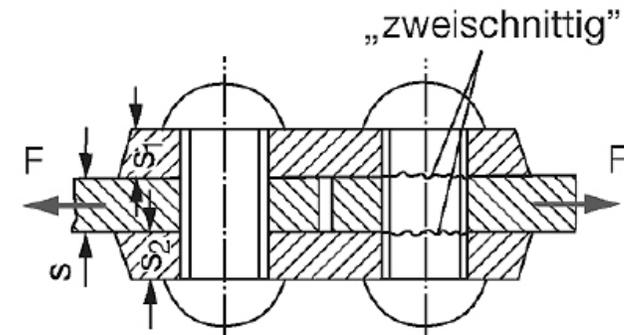
- Infolge der Kerbwirkung müssen Vorschriften über einzuhaltende Nietabstände (Stahlbau DIN 18800, Kranbau DIN 15018, Leichtmetallbau DIN 4113) beachtet werden.



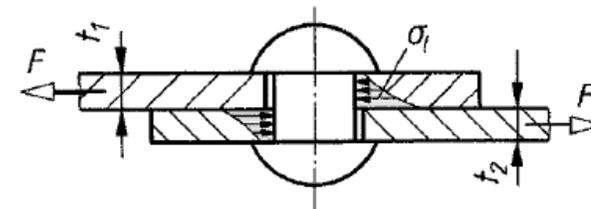


Nietverbindungen – Probleme beim Festigkeitsverhalten

- Scherspannung im Niet:



- Lochleibungsdruck im Niet:



n: Anzahl der Niete

m: Anzahl der Scherfugen

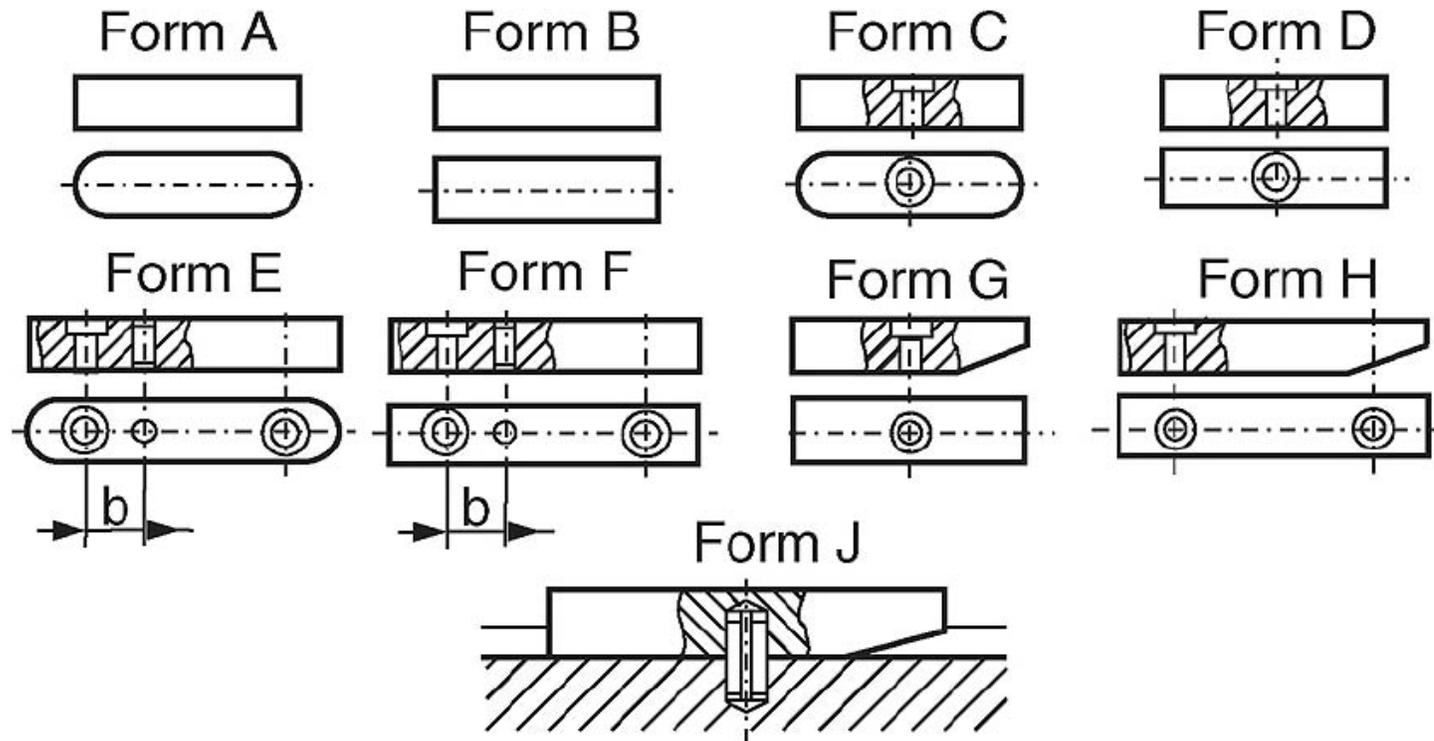


Pass- und Gleitfedern

- Es wird ein formschlüssiges Element („Feder“) eingesetzt, das ausschließlich durch die Berührung an den Flanken eine Mitnehmerwirkung ausübt. Die charakteristischen Merkmale sind:
 - Zentrierung am Durchmesser von Welle und Nabe
 - Verschiedene Formen (abhängig von Herstellung)
 - Gleitfedern (axial verschiebbar, Form A und B nicht geeignet)



Pass- und Gleitfedern



Passfederformen und Nennmaße nach DIN 6885



Pass- und Gleitfedern

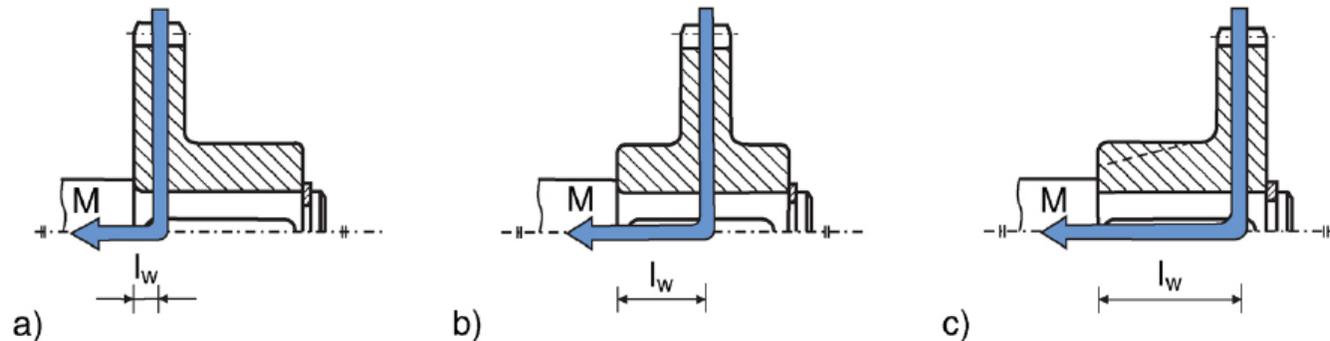
Paßfederbreite h9, -höhe h9 oder h11	Nutbreite		Durchmesser		Eigenschaften
	Welle	Nabe	Welle	Nabe	
Fester Übergangssitz	P9	P9	k6	H7	robust, für mäßige Wechselmomente und seltene Demontage
Leichter Übergangssitz	P9	P9	j6	H7	für leichte Wechselmomente, Nabe noch gut abziehbar
knapper Spielsitz	N9	JS9	h7	H8	Für statische Momente, Nabe leicht montierbar
Gleitsitz, Spielpassung	H8	D10	g6	H7	Für statische Momente, exzentrisch, Nabe leicht verschieblich

Passungen von Passfederverbindungen für gefräste Nuten in Anlehnung an DIN 6885



Pass- und Gleitfedern

- Direkte Momentendurchleitung ist zu bevorzugen (Abbildung c). Folge ist Vergleichmäßigung der Flankenpressung mit zunehmender Passfederlänge l_w .
- Ist l_w zu groß, dann verdreht die Passfeder. Die max. Flächenpressung und Kerbwirkung nehmen an Ort der Momenteneinleitung zu. Daher sollte l_w nicht länger als das 1,5-fache des Wellendurchmessers (d) sein \rightarrow verformungsgerecht gestalten.



Kraftfluss in Abhängigkeit von der Nabenausführung