

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Methodische Auswahl fester Verbindungen Systematik, Konstruktionskataloge, Arbeitshilfen	VDI 2232
-----------------------------------	---	----------

Methodical selection of solid connections
Systematic, Design catalogues, Assistances for work

Frühere Ausgabe: 10.87 Entwurf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
1 Einleitung und Zielsetzung	3
1.1 Bedeutung der Verbindungen	3
1.2 Überblick, Einteilung	3
1.3 Methoden und Arbeitshilfen	3
1.4 Funktionelle Grundlagen der festen Verbindungen	3
1.5 Begriffsfestlegung	3
1.6 CAD-Unterstützung	3
2 Grundlagen und Begriffsbestimmungen	3
2.1 Einteilung in feste und bewegliche Verbindungen	5
2.2 Feste Verbindungen, Verbindungselemente, Verbindungsverfahren	5
2.3 Schlußarten, die Prinzipien der Kraftübertragung	6
3 Berücksichtigung fester Verbindungen im Konstruktionsprozeß	7
3.1 Ablauf der Verbindungsfestlegung	7
3.2 Arbeitshilfen zur Konstruktion fester Verbindungen	9
3.3 Konstruktionskataloge fester Verbindungen	10
4 Beispiele zur Verbindungsauswahl mit Konstruktionskatalogen	12
4.1 Flugzeugindustrie – Auswahl einer Blindnietverbindung	12
4.2 Kraftfahrzeugindustrie – Auswahl einer Schraubenverbindung	12
4.3 Anlagenbau – Auswahl einer Verbindung für einen Tropfenab- scheider	14
5 Arbeitshilfen	16
5.1 Checklisten zur Anforderungsermittlung	16
5.2 Verfügbare Konstruktionskataloge fester Verbindungen	22
6 Begriffe	59
7 Datenbanken	60
8 Schrifttum	63
8.1 Literaturverzeichnis	63
8.2 Übersicht über Normen, Richtlinien und Merkblätter	64

VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb
Fachbereich Konstruktion
Ausschuß Verbindungstechnik

Vorbemerkung

Das Gebiet der technischen Verbindungen, insbesondere der festen Verbindungen, wird im Schrifttum und im Unterricht punktuell zwar intensiv, aber als Ganzes doch etwas unterbewertet behandelt. Es fehlte bisher eine Gesamtschau, welche die Verbindungen von ihrer gemeinsamen physikalischen Funktion her und nicht allein aufgrund der Tatsache des Verbindens und der dazu erforderlichen Fügeverfahren ordnet. Dieser Versuch ist in der vorliegenden Richtlinie gemacht worden und schlägt sich in einem einheitlichen Gesamtsystem – insbesondere der festen Verbindungen – nieder. Ein Großteil des praktischen Wissens auf diesem Gebiet wurde in zahlreichen zum Teil noch nicht veröffentlichten Konstruktionskatalogen festgehalten und konstruktionsfreundlich aufbereitet.

Der Ausschuß *Verbindungstechnik* hatte bei seiner Arbeit zwei Hauptziele vor Augen: Zum einen sollte die Richtlinie die Grundprinzipien einer möglichen Verbindungslehre enthalten und die physikalischen Gemeinsamkeiten aller Verbindungen als einheitliches System darstellen, zum anderen sollte sie praktische Anleitungen und methodische Hilfsmittel enthalten sowie Verweise auf nicht aufgenommene Kataloge geben, um für eine vorliegende Konstruktion – methodisch vorgehend – eine optimale Verbindung finden zu können. Der Ausschuß knüpft daran die Hoffnung, daß dem Gebiet der festen Verbindungen in Zukunft mehr Aufmerksamkeit gewidmet wird, damit es in der Gesamtsicht für Praxis und Unterricht attraktiver wird, denn die festen Verbindungen sind schließlich das, was die „Welt (unserer technischen Produkte) im innersten zusammenhält“.

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1 Bedeutung der Verbindungen

Versteht man die Verbindungen als Zusammenschlüsse fester Körper, deren Zusammenhalt auch unter Betriebsbedingungen bestehen bleibt, aber je nach Anforderung eine Relativbewegung der Körper erlaubt oder nicht erlaubt (siehe Abschnitt 6), dann bestehen alle Maschinen, Geräte und Apparate beinahe nur aus der Verbindung verschiedener Einzelteile, Baugruppen usw. Selbst wenn man die beweglichen Verbindungen ausschließt und nur die festen betrachtet, bilden diese noch einen großen Teil der technischen Produkte und tragen zu ihrer Güte, ihrer Funktionstüchtigkeit, ihrem Aussehen, aber auch zu ihren Herstellkosten einen wesentlichen Anteil bei. Grund genug, das große und komplexe Gebiet der Verbindungen, insbesondere der festen, nach den wesentlichen Gesichtspunkten ihrer Wirkungsweise zu ordnen, mit Konstruktionskatalogen anwenderfreundlich aufzubereiten und die wichtigsten Begriffe einheitlich festzulegen. Gleichzeitig soll die Bedeutung der festen Verbindungen für die Konstruktion und Herstellung technischer Produkte aufgrund der Analyse ihrer wichtigen Funktionen besonders hervorgehoben werden.

1.2 Überblick, Einteilung

Eine Unterteilung in bewegliche und feste Verbindungen kann man aufgrund des Freiheitsgrades (bzw. Freiheitssinnes) zwischen den betrachteten Verbindungspartnern vornehmen [1].

Den Zusammenhalt von Körpern bewirken verschiedene Arten von Schlüssen. Daher lassen sich die festen Verbindungen nach Schlußarten in Gruppen unterteilen [1]. Die Auswirkung dieses Prinzips wird in Abschnitt 2 näher erläutert.

1.3 Methoden und Arbeitshilfen

Auf der Grundlage des methodischen Konstruierens wird eine Vorgehensmethode vorgeschlagen, die auf zweckmäßig aufbereitete Arbeitshilfen und Unterlagen zurückgreift. Solche Arbeitshilfen sind z.B. die in Abschnitt 5 beispielhaft vorgestellten Konstruktionskataloge und Checklisten.

Für viele wichtige Verbindungsarten wurden neue Konstruktionskataloge aufgestellt, die eine bisher noch nicht erzielte Übersicht über die einzelnen Verbindungsgruppen und eine genaue Information im Detail ergeben. Sie bezieht sich auf Funktionsweise, Gestalt und andere charakteristische Eigenschaften. Aufgrund des methodischen Vorgehens wird die rechtzeitige Berücksichtigung der Verbindungen im Konstruktionsprozeß und damit günstige Auswahl gewährleistet.

1.4 Funktionelle Grundlagen der festen Verbindungen

Die festen Verbindungen haben bezüglich der Funktion, die den Zusammenhalt bewirkt, viele Gemeinsamkeiten. Diese bestehen darin, daß

1. zur Begrenzung der Relativbewegung eine bestimmte geometrische Form vorhanden sein muß (formal dargestellt durch die Sperr-Matrix),
2. außerdem der Zusammenhalt auch bei Einwirkung von Betriebskräften durch verschiedene Schlußarten gewährleistet wird (formal dargestellt durch die Schlußarten-Matrix).

1.5 Begriffsfestlegung

Die Begriffsfestlegungen wurden so getroffen, daß es möglich wird, die Verbindungsprinzipien eindeutig zu definieren. Zu diesem Zweck wurde der Formschluß gegenüber den anderen Schlüssen als besondere Kategorie hervorgehoben, weil er im wesentlichen eine Aussage über die geometrische Anordnung der Paarungsflächen macht, während die anderen Schlüsse die Wirkungen der Kräfte beschreiben. Die Definitionen der wichtigen Begriffe sind in Abschnitt 5 zusammengefaßt.

1.6 CAD-Unterstützung

Die Eindeutigkeit der Begriffe, die konsequent durchgeführte Systematik und die mit Prinzipskizzen einheitlich und auf Vollständigkeit angelegten Konstruktionskataloge ermöglichen auch ein sinnvolles Abspeichern der Informationen über feste Verbindungen in Rechenanlagen, einen schnellen Zugriff auf sie und damit eine wirksame Rechnerunterstützung beim Konstruieren. Aufgrund der algebraischen Erfassung der Verbindungsfunktion mit Hilfe der Schluß- und Schlußartenmatrizen ist es auch möglich, den Rechner weitgehend automatisch aufgrund der Funktionsvorgabe neue Verbindungsgeometrien entwickeln und als 3D-Zeichnung vorschlagen zu lassen [41; 42; 44].

2 Grundlagen und Begriffsbestimmungen

(Verbindungstechnische Grundlagen)

Technische Produkte sind häufig aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzt. Das Zusammensetzen der Produkte aus Einzelteilen kann aus Gründen der Fertigung, der Montage, der Funktion (z.B. Bewegungsmöglichkeiten, verschiedene Werkstoffe), der Wartung und Instandsetzung, der optimalen Werkstoffausnutzung, der Wirtschaftlichkeit usw. (vergleiche Abschnitt 5.1) notwendig sein.

Die Einzelteile wiederum müssen durch bestimmte Maßnahmen zusammengehalten werden, Maßnahmen, die die funktionelle Beziehung der Teile herstellen und gewährleisten. Die konstruktive Realisierung