

Schrauben und Ihre Entstehung

Inhaltsverzeichnis

1. Definition Schrauben	2
2. Die Geschichte der Schraube	2
2.1. Archimedische Schraube	2
2.2. Römisches Spekulum	3
2.3. Mittelalterliche Befestigungsschraube	4
2.4. Schraubendreher	6
2.5. Industrielle Revolution.....	6
2.6. Massenproduktion - Schraubengewinde	7
2.7. Das Whitworth-Gewinde	7
2.8. Die American Standard Coarse Serie / Die Fine Serie.....	8
2.9. Das Unified Gewinde.....	8
2.10. Das Metrische Gewinde / DIN Schraube.....	8
3. Schrauben-/Mutterarten.....	10
3.1. Schraubenarten	10
3.2. Mutterarten.....	11
4. Gewinde.....	12
4.1. Technische Erklärung.....	12
4.2. Gewindegruppen.....	12
4.3. Whitworth-Gewinde	13
4.4. Metrisches Gewinde	15
4.5. Trapezgewinde	16
4.6. Sägewinde	17
4.7. Rundgewinde	17

4.8.	<i>U.S. St. Gewinde</i>	18
4.9.	<i>UNC-Gewinde</i>	19
4.10.	<i>UNF-Gewinde</i>	19
5.	<i>Schrauben im Automobilbau</i>	20
5.1.	<i>Radschrauben</i>	20
5.2.	<i>Feingewindeschrauben</i>	20
5.3.	<i>Stiftschrauben</i>	21
5.4.	<i>Blechschrauben</i>	21
6.	<i>Befestigungsschraube</i>	22
7.	<i>Ausführungsformen</i>	24

1. Definition Schrauben

*Eine Schraube ist ein Bolzen, der außen mit einem Gewinde versehen ist. Eine mit einer Schraube hergestellte Verbindung ist formschlüssig und wieder lösbar. Man unterscheidet zwischen **Befestigungsschrauben** und **Bewegungsschrauben**.*

***Befestigungsschrauben** nutzt man zur festen (wieder lösbaren) Verbindung einzelner Bauteile.*

***Bewegungsschrauben** dienen zum Fortleiten bzw. Verschieben einer Kraft.*

2. Die Geschichte der Schraube

Schrauben sind Bolzen, die außen mit einem Gewinde versehen sind. Sie dienen zur Herstellung wieder lösbarer Verbindungen.

Daher gehören Schrauben zu den gängigsten Komponenten, die in der Bauindustrie und bei der Konstruktion von Automobilen oder Maschinen verwendet werden.

Doch wo lässt sich der geschichtliche Beginn der Schraube feststellen?

2.1. Archimedische Schraube

*Die Geschichte der Schraube geht bis in die Antike, bis 400 v.Chr. zurück. Den Beginn machte der griechische Mathematiker Archimedes. Bei der **Archimedischen Schraube** handelt es sich um eine **Bewegungsschraube** zur Förderung von Flüssigkeiten.*

Es gibt jedoch eine Menge Anzeichen dafür, dass die Wasserschraube bereits im alten Ägypten, d. h. noch vor Archimedes, im Einsatz war. Sie wurde aus Holz gebaut und zum Bewässern von Äckern und zum Abpumpen von Schlagwasser aus Schiffsrümpfen verwendet.

„Viele glauben jedoch, dass das Schraubengewinde um 400 v. Chr. von dem griechischen Philosophen Archytas von Tarent erfunden wurde, der als Erfinder der Mechanik gilt und ein Zeitgenosse Platons war“, schreibt Eccles auf seiner Webseite.

Die Geschichte kann in zwei Bereiche aufgeteilt werden: das Schraubenprinzip, das bis auf 400 v. Chr. zurückgeht, bei dem die Schrauben zum Fördern von Wasser und in Traubenpressen zum Herstellen von Wein verwendet wurden. Und die eigentliche Schraube als Befestigungsmittel und Verbindungselement, die seit ungefähr 400 Jahren im Einsatz ist.

2.2. Römisches Spekulum

Etwa 50 n.Chr. wurde ein ärztliches Werkzeug, das Römische Spekulum, mithilfe einer Bewegungsschraube, erfunden.

Bewegungsschrauben finden sich ebenfalls an römischen chirurgischen Instrumenten. Werkstücke dieser Art wurden üblicherweise aus der gut zu bearbeitenden Bronze angefertigt und nicht aus Stahl. Diese Schrauben können bereits als feinmechanisch bezeichnet werden. Ihre Anfertigung war mit Sicherheit aufwendig, denn zu jener Zeit wurden Spindeln vorgegossen und anschließend gefeilt. Die Gleichmäßigkeit der Gänge erforderte geschickte Handwerksarbeit. Spindelmuttern konnten durch Guß hergestellt und anschließend passend zur zugehörigen Spindel eingeschliffen werden.

Eine sehr wichtige Anwendung der Bewegungsschraube sind Spindeln von Pressen. Aus Pompeji ist eine römische Weinpresse von beeindruckenden Maßen überliefert. Schraubspindeln solch großer Vorrichtungen wurden aus Eichenholz hergestellt und hatten große Durchmesser und Ganghöhe, um dem Ausbrechen des Holzes quer zur Faser vorzubeugen. Entsprechend schwergängig waren sie dann zu betätigen. Hölzerne Schraubspindeln haben sich an Schreinerwerkbänken bis weit ins zwanzigste Jahrhundert hinein behauptet.

Vitruv gibt Beschreibungen der Gewindeherstellung. Von Pappos aus Alexandria ist ein Bericht um 305 überliefert, der genau beschreibt, wie an großen Gewindespindeln eine gleichmäßige Steigung aufgetragen wird. Man bedient sich eines dreieckigen Bleches, das als Schablone für einen Gewindegang dient. Das Blech wird um die zylindrische Spindel gebogen und die Linie für den Gewindegang angerissen. Für jeden Gang wird die Schablone um die Ganghöhe verschoben und erneut angelegt.

Befestigungsschrauben sind aus der Antike kaum überliefert.

Schrauben oder Spiralstrukturen sind in der Natur oft vorkommende Formen. Ihre erste technische Umsetzung findet man schon in der Bronzezeit (ca. 2500 v. Chr.) als einfaches Zierelement an Schmuck, Geräten und Waffen.

In der Architektur der Antike war die Spirale eine beliebte Verzierung von Säulen. Auf die ersten Schraubenverschlüsse stößt man erst in der Spätantike. Die tatsächliche Herkunft der Schraube ist nicht bekannt. Sie kann aber dem vorderasiatischen Raum zugeschrieben werden. Nachweislich traten Wasserschrauben 300 v. Chr. Im südlichen Mittelmeerraum auf.

2.3. Mittelalterliche Befestigungsschraube

*Im Mittelalter (6. - 15. Jhd.) dienten die ersten **Befestigungsschrauben (1480)** zum Bau der Ritterrüstungen. Wieder lösbare Verbindungen wurden mit Schrauben versehen, Verbindungen, die nicht mehr geöffnet werden sollten, wurden durch Feuerschweißen oder Nieten befestigt.*

Außerdem wurden im Mittelalter Bewegungsschrauben zur Kraftübertragung in Maschinen wie Schwerlastkränen, Hebern zum Aushängen von Festungstoren (1588) und Weinpressen verwendet.

Metallschrauben im Mittelalter wurden von Schmieden hergestellt. Im Mittelalter unterschied man Huf- und Waffenschmiede und ein paar Spezialisten wie z.B. Schwertfeger. Die Maßstäbe moderner Berufsbilder wie Mechaniker, Schlosser oder gar Maschinenbauer dürfen wir nicht anlegen. Die Ständeordnung war streng. Die Stände waren nicht durchlässig und Änderungen am Bestehenden nicht erwünscht.

Metallverbindungen, die nicht mehr geöffnet werden sollten, wurden entweder durch Feuerschweißen oder Nieten verbunden. Schrauben waren Einzelstücke und blieben das noch für viele hundert Jahre. Die Anfertigung erfolgte praktisch nur für den Eigenbedarf der Werkstatt. Am Herstellungsverfahren hatte sich seit der Antike nicht viel geändert.

Befestigungsschrauben waren fast immer konisch, denn so ließen sie sich leichter herstellen und hielten besser im Gegengewinde oder Schraubenloch. Schrauben wurden als Rohling geschmiedet, anschließend gefeilt und danach gehärtet, damit sie sich beim Eindrehen in das Werkstück nicht verformten. Das Innengewinde pressten sich diese Schrauben selbst. Sie können in gewisser Weise als Vorläufer der modernen Blechschrauben angesehen werden. Schraubstöcke für Metall- oder Holzarbeiten sind vor dem 12.Jhdt. nicht nachgewiesen. Handwerker behelfen sich mit Kloben, in denen das Werkstück durch Keile gehalten wurde.

Schwelastkran

Heber zum Aushängen von Festungstoren Weinpresse

*Der berühmte Ingenieur Ramelli gibt in seinem Werk *de diverse artificone machine* ein ganze Anzahl von Vorrichtungen und Kriegsgeräten an, die sich der Bewegungsspindel bedienen. Diese großen Spindeln wurden durch Metallguß und anschließendes Feilen hergestellt.*

Die Uhrmacherei und die aufblühende Wissenschaft, die nach präzisen Instrumenten verlangten, förderten die Entwicklung der Mechanik. Kleine Schrauben konnten nicht mehr gefeilt werden. Hier behalf man sich mit gehärteten Matrizen, durch die der Rohling mehrfach hindurchgedreht wurde. Die Gewindeöffnungen der Matrizen waren sukzessive enger, sodaß das Gewinde in mehreren Arbeitsgängen hergestellt werden konnte. Diese Matrizen waren jedoch keine Schneideisen, die Späne abhoben, sondern pressten das Gewinde in den Schraubenschaft. Die Verformung des Materials war günstig für die Festigkeit der Schraube, vorausgesetzt, sie brach nicht während der Herstellung.

Durch Überlieferung von Beschreibungen sowie archäologisch Ausgrabungen ist bekannt, dass die Römer das Prinzip des Schraubengewindes in vielfacher Art nutzten.

Zum Beispiel als Wasserschnecken, Wegstreckenmesser, medizinische Geräte sowie Wein und Ölpressen.

Nach dem Zerfall des Römischen Reiches geriet diese Technik in Vergessenheit.

Erst durch italienische Gelehrte und die Verbreitung ihrer Schriften im 15. Jhd. erlebte die Wasserschraube eine Renaissance.

Trotz genügender Anwendungsbeispiele im Mittelalter wurde die Technik nicht intensiv weiterentwickelt.

2.4. Schraubendreher

Ab 1690 wurden Schraubendreher zur Hilfe der Schraubenbefestigung genutzt. 1744 folgte die Erfindung des Bits für eine Art Handbohrmaschine. Ein Bit ist ein Aufsatz für einen Schraubendreher, mit Passform für ein bestimmtes Schraubendreherprofil.

2.5. Industrielle Revolution

Der aufblühende Dampfmaschinenbau forderte mehr Schrauben und andere mechanische Einzelteile, als ein gewöhnlicher Schmied herzustellen in der Lage war. Langsam begann eine Spezialisierung, die die mechanischen Berufe hervorbrachte. Ein englischer Gußmeister gibt in seinem Tagebuch folgendes Zeugnis über die Genauigkeit von Fertigungsverfahren, die um 1760 üblich waren (Mommertz, Bohren, Drehen, Fräsen S. 60):

"Wir haben heut mit dem Aussschleifen eines Rotgußzylinders von 28 Zoll Weite und 9 Fuß Länge für die Kohlengrube von Elphingstone begonnen. Nach vielen Entmutigungen und nachdem schon drei andere Gußstücke verdorben waren, hatten wir große Zweifel, ob es uns jemals gelingen würde, eine Arbeit von solcher Größe zu einem glücklichen Ende zu bringen. Aber die Not der Grube zwang uns, es nochmals zu versuchen, und wir danken Gott dem Allmächtigen, der uns nach so schweren Prüfungen dieses Werk gelingen ließ.

Nachdem wir den Zylinder auf zwei zugehauenen Balken auf dem Werkhof waagrecht fest gelagert hatten, mußte uns ein Bleigießer zwischen zwei aus Bohlen und Kitt hergestellten Verschalungen die Masse von 300 Pfund Blei in den Zylinder gießen.

Den Bleiklotz haben wir mit zwei Eisenstangen und Tauen verbunden und an jedes Tau sechs kräftige und flinke Männer gespannt. Danach haben wir Öl und Schmirgel in den Zylinder gegossen und ihn durch Hin- und Herziehen des Bleiklotzes ausgeschliffen, indem wir ihn immer ein wenig weiter drehten, wenn eine Stelle ganz glatt gerieben war. Und so haben wir mit vieler Mühe und harter Anstrengung gearbeitet, bis schließlich ein solcher Grad von Rundheit erreicht war, daß der größte Durchmesser des Zylinders sich von kleinsten nur noch um weniger als die Dicke meines kleinen Fingers unterschied. Das war für mich der Anlaß zu einer großen Freude, da es das beste Ergebnis ist, von dem wir bisher gehört haben."

Zahnräder für größere Maschinen wurden aus Eisen gegossen und mit Meißel und Feile nachgearbeitet. Das Einlaufen überließ man dem Spiel zwischen den Rädern (einige Millimeter bis Zentimeter) und dem unvermeidlichen Sand, der mit eingegossen war. Schrauben und Muttern mußten ebenfalls für heutige Maßstäbe schlichten Forderungen genügen. Man mag lächeln, doch am Ende des achtzehnten Jahrhunderts stellten diese Ergebnisse "High-Tech" dar.

Wurde eine Maschine demontiert, hieß es aufpassen. Verwechselte Schrauben und Muttern konnten beim Zusammenbau ein heillooses Durcheinander hervorrufen und die Arbeit erheblich behindern. Als die Mechanisierung fortschritt und das Eisenbahnwesen begann, wurde die Notwendigkeit genormter Maschinenteile, insbesondere von Schrauben und Muttern erkannt.

Der erste, der planmäßig auf die Normung von Gewinden und Schrauben hinarbeitete, war Henry Maudslay (1771-1831). Maudslay hatte sich als tüchtiger Maschinenbauer einen guten Ruf erworben, als er ca. 1800 die Normierung von Gewinden in seiner Werkstatt einführte. Dazu konstruierte er auch eine geeignete Patronendrehbank, mit der Gewindespindeln wohldefinierten Durchmessers und dazu passender Steigung angefertigt werden konnten. Die Austauschbarkeit der Schrauben sicherte Maudslay nicht nur einen Wettbewerbsvorteil, sondern auch den Ruhm, der Vorreiter der Normung gewesen zu sein.

*Maudslays Patronendrehbank
zum Anfertigen
von Normgewindespindeln*

2.6. Massenproduktion - Schraubengewinde

Kurze Zeit später, 1760, führten in England J. und W. Wyatt die Massenproduktion für Schraubengewinde ein. Ein Meilenstein, der eine neue Herausforderung hervorbrachte: Jedes Unternehmen stellte eigene Gewinde her, also Gewinde in unterschiedlichen Größen.

2.7. Das Whitworth-Gewinde

*Die Lösung lieferte **Joseph Whitworth 1841**, als er die Standardisierung der Größe der Schraubengewinde in Großbritannien vorschlug. Das **Whitworth-Gewinde** war das erste genormte Gewinde der Welt.*

Whitworth leitete die Kern- und Außendurchmesser nach praktischen Gesichtspunkten vom englischen Zollmaß ab. Das System bewährte sich so gut, dass es bis heute nahezu unverändert benutzt wird.

Maudslay hatte sehr gute Vorarbeit geleistet, auf der Joseph Whitworth (1803-1897) aufbauen konnte. Er hatte systematische Untersuchungen angestellt, um den besten Flankenwinkel für seine Gewinde zu finden. Die Kern- und Außendurchmesser wurden nach praktischen Gesichtspunkten vom engl. Zollmaß abgeleitet. Das System bewährte sich so gut, daß es bis heute nahezu unverändert benutzt wird. Darüberhinaus führte Whitworth auch ein erstes Passungssystem in den Maschinenbau ein.

*Genormte Schraubenköpfe in unterschiedlichen Bauarten entstanden ebenfalls erst, als die Gewindenormung eingeführt wurde. Dennoch waren viele ungenormte Schrauben und Maschinenteile zu betätigen, sodaß das amerikanische Handbuch **Tool Making** selbst um 1940 den verstellbaren Schraubenschlüssel als wichtigstes Werkzeug des Mechanikers empfahl: "The lack of standardized sizes for bolts and nuts led to the invention of the screw wrench [...] The screw wrench is probably the wrench most commonly used for routine duty" (S.54-55).*

Heutige Qualitätsschraubenschlüssel sind vergleichsweise preiswert und werden inzwischen allgemein bevorzugt, während der verstellbare Schlüssel eher gemieden wird.

Der Segen der Normung hatte wirtschaftliche und technische Konsequenzen. Schrauben wurden besser, billiger und endlich austauschbar. Außerdem wurden sie auf diese Art einer theoretischen Analyse zugänglich. Mußten frühe Ingenieure die Bemessung einer Schraube aus ihrer Erfahrung beurteilen, konnte nun auf Festigkeitstabellen zurückgegriffen werden.

2.8. Die American Standard Coarse Serie / Die Fine Serie

Während in Großbritannien über das Whitworth-Gewinde (55 Grad Steigung) diskutiert wurde, begannen die Amerikaner bereits mit der Verwendung. 1864 schlug William Sellers ebenfalls ein Gewinde, mit 60 Grad Steigung, und unterschiedliche Gewindesteigungen für unterschiedliche Durchmesser vor. Daraus folgte die Entwicklung der American Standard Coarse Series und der Fine Series.

2.9. Das Unified Gewinde

Im 1. und 2. Weltkrieg führte das Fehlen eines Schraubenstandards zwischen unterschiedlichen Ländern zu enormen Problemen in der Kriegsführung. Schließlich einigten sich Großbritannien, Kanada und die USA, das Unified-Gewinde als Standard einzuführen.

2.10. Das Metrische Gewinde / DIN Schraube

Das Gewinde hat ein ähnliches Profil wie die metrische DIN-Schraube, die 1919 in Deutschland entwickelt worden war. Dies war eine Kombination aus den besten Eigenschaften des Whitworth-Gewindes (der abgerundete Gewindegrund, der sich günstig auf die Ermüdung auswirkte) und dem Sellers-Gewinde (60 Grad Steigung und flache Gewindespitzen). Es zeigte sich jedoch, dass der größere Radius des Gewindegrundes des Unified-Gewindes dem metrischen DIN-Profil überlegen war. Dies führte zur Entwicklung des metrischen ISO-Gewindes, das heutzutage in allen Industrieländern verwendet wird.

Alle, die in der Industrie arbeiten, können bezeugen, dass sich die Schrauben im Laufe der letzten Jahrzehnte deutlich verbessert haben. „Als ich vor 35 Jahren in der Industrie begann, war die Stärke der Schrauben noch nicht so klar definiert wie heute“, erinnert sich Eccles. „Mit der Einführung der modernen metrischen Eigenschaftsklassen und durch die neusten Aktualisierungen der relevanten ISO-Normen ist die Beschreibung der Stärke einer Schraube und der Testmethoden, die diese Eigenschaften festlegen, heute deutlich besser definiert.“

2.11. Normung

Das Thema Normung ist damit nicht abgeschlossen. Folgende Normen haben sich durchgesetzt und konkurrieren miteinander:

- *Metrisches Gewinde (diverse DIN-Normen)*
- *Zöllige Gewinde (Witworth)*
- *Witworth-Rohrgewinde, speziell in der Gas- und Wasserinstallation*
- *UNC (Unified Coarse, USA)*
- *UNF (Unified Fine, USA)*
- *Zusätzliche abgeleitete Größen für Feingewinde*

Daneben existieren spezielle Normen für Bewegungsspindeln. Eine weltweite vereinheitlichte Gewindenormung ist nicht in Sicht.

3. Schrauben-/Mutterarten

3.1. Schraubenarten

3.2. Mutterarten

4. Gewinde

4.1. Technische Erklärung

Denkt man sich ein rechtwinkeliges Dreieck (Bild 1), mit dem Steigungswinkel α um einen Zylinder B (Bild 2) gewunden, so bilden c die Schraubenlinie, $2r \pi$ den Umfang, h die Stiegung der Schraubenlinie. Ein Zylinder, in derselben Weise mit einem (prismatischen) Stab umwickelt, gibt nach Bild 3 das Gewinde. Eine Umwicklung nennt man Gewindegang.

Werden nach Bild 4 noch weitere (i) Umwicklungen angeordnet, so erhält man mehrgängige Gewinde.

4.2. Gewindegruppen

Durchmesser d in	Steigung h in	Whitworth- Form $2\beta = 55^\circ$	Sellers- Form $2\beta = 60^\circ$	Trapez- Form $2\beta = 30^\circ$	Sägen- Form	Rund- Form $2\beta = 30^\circ$
engl. Zoll	engl. Zoll	Whitworth- Gewinde	-	-	-	-
mm	engl. Zoll	Whitworth Feingewinde	-	-	-	Rund- Gewinde
mm	mm	-	Metrisches Gewinde	Trapez- Gewinde	Sägen- Gewinde	-

4.3. Whitworth-Gewinde

Das Whitworth-Gewinde nutzt als Gewindequerschnitt ein gleichschenkeliges Dreieck mit 55° Spitzenwinkel. Die Gänge sind außen und im Grunde so abgerundet, dass je ein sechstel der Dreieckshöhe $t_0 = 0,96h$ wegfällt, sodass eine wirkliche Gewindetiefe $t = 0,64h$ entsteht, wenn h die Ganghöhe bedeutet.

Die in der folgenden Zusammenstellung 59 aufgeführten normalen Schrauben werden nach dem Außendurchmesser d in englischen Zoll gemessen, benannt und in Abstufungen hergestellt, die bei kleineren Schrauben um je $1/16$ ‐, dann um $1/8$ ‐, bei größeren um $1/4$ ‐ steigen. Die Ganzzahl ist auf einen Zoll bezogen und nimmt mit zunehmendem Durchmesser ab.

4.4. Metrisches Gewinde

1898 wurde in Zürich zwischen Vertretern der deutschen, französischen und schweizer Industrie das S.-I.-Gewinde (Système International) vereinbart und vom internationalen Kongress aufgenommen. Die Grundlage bildet ein gleichseitiges Dreieck, sodass Flankenwinkel von 60° entstehen. An den vorspringenden Kanten ist das Gewinde um $1/8$ der Dreieckshöhe abgeflacht und zur leichteren Herstellung der tragenden Flanken mit Spitzenspiel $\alpha = 0,045 h$ unter Ausrundung des Grundes versehen. Die wirkliche Gangtiefe wird dabei $t = 0,6945 h$, die Tragtiefe $t = 0,65 h$. Die Durchmesser d , über den abgestumpften Kanten des Vollgewindes gemessen, sowie die Ganghöhen sind in Millimetern festgelegt.

Das metrische Gewinde ist ein weltweit standardisiertes Gewinde mit metrischen Abmessungen und 60° Flankenwinkel, welches auch heutzutage noch in allen Industrieländern genutzt wird.

4.5. Trapezgewinde

Das Trapezgewinde gehört zu den Bewegungsgewinden für Spindeln und Schraube, die oft und meist unter Belastung bewegt werden müssen. Es wird bei Spindeln von Pressen, Ventilen und Schiebern eingesetzt. Zudem bei Steuerwindeln von Lokomotiven.

- 4.6. Sägewinde**
- 4.7. Rundgewinde**
- 4.8. U.S. St. Gewinde**

Das United States Standard-Gewinde gründet sich auf die von Sellers 1864 angegebene Gewindeform, Abb. 336, mit 60° Flankenwinkel unter Abflachung der Kanten um $\frac{1}{8}$ der Dreieckshöhe. Der äußere Durchmesser d ist in englischen Zollen festgelegt.

4.9. UNC-Gewinde

Durchmesser in Zoll (Bruch)	Durchmesser in Zoll (dezimal)	Durchmesser in mm
1/4	0,2500	6,3500
5/16	0,3125	7,9375
3/8	0,3750	9,5250
7/16	0,4375	11,1125
1/2	0,5000	12,7000
9/16	0,5625	14,2875
5/8	0,6250	15,8750
3/4	0,7500	19,0500
7/8	0,8750	22,2250
1	1,0000	25,4000

4.10. UNF-Gewinde

	Durchmesser in Zoll	Durchmesser in mm
#0	0,0600	1,5240
#1	0,0730	1,8542
	0,0860	2,1844
#3	0,0990	2,5146
#4	0,1120	2,8448
#5	0,1250	3,1750
#6	0,1380	3,5052
#8	0,1640	4,1656
#10	0,1900	4,8260
#12	0,2160	5,4864

5. Schrauben im Automobilbau

Schrauben gehören zu den gängigsten Komponenten in der Industrie und sind deshalb auch wichtiger Bestandteil im Automobilbau.

5.1. Radschrauben

Die am offensichtlichsten genutzten Schrauben am Auto sind wohl die **Radschrauben** und Radmutter. Sie dienen dazu, Räder bzw. Felgen an den Radträgern zu befestigen.

5.2. Feingewindeschrauben

Feingewindeschrauben werden im Fahrzeugbau und Maschinenbau verwendet um höhere Festigkeiten in der Verbindung von Baugruppen zu erreichen. Die geringere, bzw. feinere Steigung des Gewindes dieser Schrauben bringt einen erhöhten Selbstsicherungseffekt der Schraube. Des Weiteren wird die Gefahr des Gewindeausreissens, durch die erhöhte Gewinde -Gangzahl minimiert.

Verzinkte **Feingewindemutter** mit metrischem Feingewinde. Oft verbaute Mutter im Fahrzeugbau. Feingewindemuttern werden verwendet um höhere Festigkeiten in der Verbindung von Baugruppen zu erreichen. Die geringere, bzw. feinere Steigung des Gewindes dieser Muttern bringt einen erhöhten Selbstsicherungseffekt der Schraubverbindung. Des Weiteren wird die Gefahr des Gewindeausreissens, durch die erhöhte Gewinde -Gangzahl minimiert. Auch zum "verkontern" geeignet. Durch "verkontern" also gegenläufiges festziehen der Muttern, erreichen Sie eine Kraftschlüssige Schraubensicherung! Achtung! Bei "Schwergängigkeit" von aufzuschraubenden Muttern niemals mit "Gewalt" weiterdrehen. Sie haben dann ein falsches Mutterngewinde und zerstören zusätzlich das Bolzengewinde.

5.3. Stiftschrauben

Stiftschrauben, auch Stehbolzen genannt, werden zur Anwendung gebracht, indem diese in ein "Muttergewinde" bzw. Innengewinde eingedreht werden. Die Gewindebolzen dabei ihre wirksame Länge zunehmend verkürzen, bis sie die zu verbindenden Teile mit Hilfe einer Mutter am anderen Ende des Stehbolzens zusammendrücken. Stiftschrauben dienen als lösbare Verbindungen von Bauteilen aller Art, insbesondere sollen sie zwei oder mehr Teile so verbinden, dass nur sie selbst auf Zug beansprucht werden. Vorrangig im Motoren und Antriebbau eingesetzt. Vorteil ist die gute "Führung" der zu verbindenden Bauteile im Schraubenloch bis zur endgültigen Fixierung.

5.4. Blechschrauben

Blechschrauben: Die Blechdicken der zu verschraubenden Teile müssen zusammen größer sein, als die Steigung des Gewindes der gewählten Schraube. Sonst kann wegen des Gewindeauslaufes unter dem Schraubenkopf ein hinreichend großes Anziehdrehmoment nicht aufgebracht werden!

Blechschrauben werden oft mit Karosseriescheiben verbaut.

6. Befestigungsschraube

7. Ausführungsformen

7.1. Sechskantschrauben werden mit Muttern bei Durchgangs-löchern verwendet und ohne Muttern, wenn das Muttergewinde in das Werkstück eingeschnitten ist.

7.2. Stiftschrauben verwendet man, wenn die Verbindung häufig gelöst werden muss. Die Stiftschraube wird mit dem kurzen Gewindeende in das Muttergewinde des Werkstücks mit Hilfe eines Stiftsetzers eingesetzt. Beim Lösen der Schraubverbindung wird nur die Sechskantmutter gelöst.

7.3. Zylinderschrauben mit Innensechskant (Inbusschrauben) sind platzsparend durch den zylindrischen Kopf. Sie eignen sich für Verschraubungen, die wegen ihrer Lage nicht mit einem Sechskantschlüssel angezogen werden können.

Als Sonderbauform gibt es Zylinderschrauben mit Innenverzahnung.

7.4. Passschrauben werden verwendet, wenn ein Verschieben der verschraubten Werkstücke verhindert werden soll und große Scherkräfte auftreten. Der Schaftdurchmesser der Passschraube ist etwas größer als der Gewindedurchmesser.

7.5.

7.6. Dehnschrauben verwendet man, wenn dauernde Wechselbelastungen auftreten, z. B. am Pleuellfluß. Normale Schaftschrauben brechen bei dauernder Wechselbelastung nach einiger Zeit infolge Ermüdung, auch wenn sie genügend stark ausgeführt sind.

Der Schaftdurchmesser der Dehnschraube (formelastische Schraube) beträgt nur etwa 90 % des Gewindekern-durchmessers, ausgenommen an Stellen, an denen sie in der Bohrung anliegen soll. Die mit dem Drehmomentschlüssel richtig angezogene Dehnschraube ist mit einer Zugkraft vorgespannt, die wesentlich größer ist als die im Betrieb von außen einwirkende Zugkraft. Im

Betrieb kann die Dehnschraube im elastischen Bereich bis dicht an die Streckgrenze beansprucht sein. Dehnschrauben halten ihre Verspannung selbst und benötigen keine Schraubensicherung. Die Gewinde müssen leichtgängig sein.