
BACHELORARBEIT

Xiao,Lei

**Ausarbeitung eines
Praktikumsversuchs zur
Ermittlung des Losbrech-
moments unterschiedlicher
Schraubensicherungen**

Mittweida, 2012

Fakultät Maschinenbau

BACHELORARBEIT

Ausarbeitung eines Praktikumsversuchs zur Ermittlung des Losbrech- moments unterschiedlicher Schraubensicherungen

Autor:
Xiao,Lei

Studiengang:
Maschinenbau

Seminargruppe:
MB08w2-B

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Jörg Matthes

Zweitprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Frank Weidemann

Einreichung:
Mittweida, 08.2012

Verteidigung/Bewertung:
Mittweida, 2012

Inhaltverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Diagrammverzeichnis

1 Einleitung

1-1 Aufgabenstellung

2 Schraubensicherung

2-1 Unterlagen der Fa. Böllhoff

2-2 Richtlinie VDI 2230

2-3 Unterlegelemente

2-4 Verliersicherung

2-5 Losdrehicherung

2-6 Anzugs- und Losbrechmoment

2-7 Prüfung von Schraubensicherungen nach DIN EN15865

3 Berechnung von Schraubenverbindungen

4 Versuchsaufbau

4-1 Gerätebeschreibung

4-2 Versuchsvorbereitung

5 Versuchsdurchführung

5-1 Einfluß der Spannlänge

5-2 Art der Mutter

5-3 Schraubensicherung

5-4 Auswertung der Versuche

6 Auswertung/Zusammenfassung

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 : Zurückgezogene Sicherungselemente

Abb. 2 : NORD-LOCK

Keilscheibensicherungs paar

Abb. 3 : Prinzip des NORD-LOCK Keilscheibensicherungs paares

Abb. 4 : Anziehen der Schraubenverbindung

Abb. 5 : Lösen der Schraubenverbindung

Abb. 6 : RIPP LOCK

Sicherungsscheiben

Abb. 7 : Prinzip der RIPP LOCK Sicherungsscheiben

Abb. 8 : Schonend zur Auflagefläche auch bei lackierten und pulverbeschichteten Oberflächen

Abb. 9 : Nicht vorgespannte Verbindung

Abb. 10 : Vorgespannte Verbindung

Abb. 11 : Prüfeinrichtung

Abb. 12 : Logo Mathcad

Abb. 13 : Zeichnung mit den Abmessungen für Berechnung

Abb. 14 : Schraubenversuch MG 200 der Fa. Gunt

Abb. 15 : Schraube M10 8.8

Abb. 15 : Sechskantmutter DIN 982 – M10

Abb. 17 : Sechskantmutter DIN 934 – M10

Abb. 18 : Federring

Abb. 19 : Spannscheibe

Abb. 20 : Zahnscheibe

Abb. 21 : NORD-LOCK

Keilscheiben-sicherungs paar

Abb. 22 : RIPP LOCK

Sicherungsscheiben

Abb. 23 : Montage der Zahnscheibe

Abb. 24 : Drehmomentschlüssel

Abb.25: Integrierter Schleppzeiger auf gut ablesbarer Skala zur leichten Bestimmung des erreichten Drehmomentwerts

Abb. 26 : Für Rechts- und Linksanzug geeignet

Abb. 27 : Montage der Versuchsbestandteile

Abb. 28 : Anschließender Zustand der Versuchsgeräte

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Art der Sicherungselemente

Tab. 2 : Schraubensicherungen mit Bilder

Tab. 3 : Einteilung der Sicherungselemente nach Funktion und Wirksamkeit

Tab. 4 : Daten der Experiment 1A

Tab. 5 : Daten der Experiment 1B

Tab. 6 : Daten der Experiment 2

Tab. 7 : Daten der Experiment 3A

Tab. 8 : Daten der Experiment 3B

Tab. 9 : Daten der Experiment 3C

Tab. 10 : Daten der Experiment 3D

Tab. 11 : Daten der Experiment 3E

Diagrammverzeichnis

- Dia. 1 : Auswirkung von LOCTITE 275 auf das Losbrechmoment
- Dia. 2 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 1A
- Dia. 3 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 1B
- Dia. 4 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 2
- Dia. 5 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3A
- Dia. 6 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3B
- Dia. 7 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3C
- Dia. 8 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3D
- Dia. 9 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3E
- Dia. 10 : L = 75mm in Experiment 1A und 1B
- Dia. 11 : Schraube L = 75 mm in Experimente 1B und 2
- Dia. 12 : Schraube L = 75 mm in Experimente 2, 3A, 3B, 3C, 3D und 3E

1. Einleitung

Im Rahmen der Lehrveranstaltung Maschinenelemente 2 wird ein neuer Praktikumsversuch zum Thema Schraubenverbindung erarbeitet. Dieser soll die Eigenschaften verschiedener Schrauben, Muttern und Sicherungselementen auf das Anzugs- und Losbrechmoment verdeutlichen. Grundlage dieses Versuchs ist der Versuchsaufbau Schraubenverbindungen der Fa. Gunt.

In diesem Praktikum wird hauptsächlich die Eigenschaften verschiedener Schraubensicherungen untersucht. Mit gleichem Anzugsmoment, welche Schraubensicherung wirksam ist und was die Begründung und Prinzip dieser Schraubensicherung sind.

1.1 Aufgabenstellung

Bei dieser Aufgabe wird in in zwei Teilen durchgeführt, erste Praktikum Durchführung und zweite Berechnung und Auswertung.

Dazu sind folgende Schwerpunkte zu bearbeiten:

Theoretische Untersuchungen

- Berechnung der im Versuch vorliegenden Schraubenverbindungen auf Grundlage der Vorlesungsunterlagen und der VDI-Richtlinie 2230 mit der Software Mathcad
- Erstellen einer Übersicht verschiedener Schraubensicherungen
- Grundlagen zur Ermittlung des Losbrechmoments

Praktische Untersuchungen

- Durchführung aller Varianten des Versuchsaufbaus Schraubenverbindungen der Fa. Gunt
- Erweiterung des Versuchs durch zusätzliche Sicherungselement
- Auswertung des Versuchsergebnisse und Vergleich mit den Berechnungen
- Erstellen neuer Versuchsunterlagen für das Praktikum ME 2
- Aufbereitung von Anschauungsmaterial für Schrauben, Muttern und Sicherungselemente

2. Schraubensicherung

2.1 Unterlagen der Fa. Böllhoff

Vor allem in der Großserie bedeuten Schraubensicherungen zusätzlichen Aufwand an Material, Logistik, Montage als auch das Risiko des Nichteinbaus oder Mangelhaftigkeit der Schraubensicherung selbst oder des Montageergebnisses. Daher ist das Ziel einer jeden Schraubenverbindung, auf zusätzliche Sicherungsmaßnahmen möglichst zu verzichten. Kritische Schraubverbindungen, die hohen Sicherheitsstandards genügen müssen, schlecht bis gar nicht einsehbar oder ungünstigen Belastungen ausgesetzt sind, werden unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen konstruktiv dimensioniert.

Tab. 1 Art der Sicherungselemente

Wirkprinzip	Funktionsweise	Sicherungselemente
Losdrehsicherung	Sperrende Elemente	RIPP LOCK Sicherungsscheiben, RIPP Schraube, RIPP Mutter, Sperrzahnscheibe, Sperrzahnmutter, Profilierte Scheibe
	Klebende Elemente	Mikroverkapselte Klebstoffe, Flüssigklebstoffe
	Keil- und Sperrverfahren	NORD-LOCK Keilscheibensicherungs paar
Setzsicherung	Mitverspannte federnde Elemente	Tellerfeder, Spannscheibe, Kombischraube, Kombimutter, Sicherungsscheiben
	Verringerung der Flächenpressung	Flanschschraube, Unterlegscheibe
Verliersicherung	Formschlüssige Elemente	Kronenmutter, Schraube mit Splintloch
	Klemmende Elemente	Ganzmetallmutter mit Klemmteil, Mutter mit Konstoffeinsatz
	Individuelle Elemente	Gewindefurchende Schraube, Sicherungsgewinde, HELICOIL Screwlock, Kontermutter, Feingewinde

Dann wird eine Tabelle mit Bildern dieser Schraubensicherungen ausführlich vorstellen. Das können die Schraubensicherungen gut aussehen und zeigen.

Tab. 2 : Schraubensicherungen mit Bilder

Name (Nr. oder DIN)	Bild	Name (Nr. oder DIN)	Bild
RIPP LOCK Sicherungs- scheiben (B 53065)		Tellerfeder (DIN 2093)	
Spannscheibe (DIN 6796)		Kombischraube (DIN 6900)	
Kombimutter (B 53010)		Sicherungs- scheiben (B 53070)	
Flanschschraube (DIN EN 1665)		Unterlegscheibe (ISO 7089)	
Kronenmutter (DIN 935)		Schraube mit Splintloch (DIN 962)	

<p>Ganzmetallmutter mit Klemmteil (DIN 6927)</p>		<p>Mutter mit Konstoffeinsatz (B 53081)</p>	
<p>Gewindefurchende Schraube (DIN 7500)</p>		<p>Sicherungsgewinde (Ohne Norm)</p>	
<p>HELICOIL Screwlock (B 62000)</p>		<p>Kontermutter (Ohne Norm)</p>	
<p>Feingewinde (DIN 13 Teil 2 ff)</p>		<p>RIPP Schraube, RIPP Mutter (B 158)</p>	
<p>Sperrzahnscheibe, Sperrzahnmutter (B 53085)</p>		<p>Profilierte Scheibe (B 53072)</p>	

<p>Mikroverkapselte Klebstoffe (DIN 267, Teil 27)</p>	 A close-up image of a bolt with a green and black micro-encapsulated adhesive coating on its threads.	<p>Flüssigklebstoffe (Ohne Norm)</p>	 A red plastic bottle of liquid adhesive with a green applicator tip.
<p>NORD-LOCK Keilscheiben- sicherungspaar (DIN 267, Teil 27)</p>	 A pair of Nord-Lock wedge lock washers, showing the serrated outer edge and the locking mechanism.		

2.2 Richtlinie VDI 2230

Eine Schraubenverbindung dreht sich selbsttätig los, wenn das aus der Vorspannkraft und der Gewindesteigung herrührende innere Losdrehmoment die Selbsthemmung aufhebt. Dies geschieht durch eine gravierende Reduzierung der Gewindereibungszahl oder durch dynamisch wirkende Querkräfte oder ein dynamisch wirkendes Moment um die Schraubenachse. Ein Losdrehen kann durch entsprechende Sicherungselemente eingeschränkt oder vermieden werden.

Anhand Richtlinie VDI 2230 können die Sicherungselemente verteilt werden.

Tab. 3 : Einteilung der Sicherungselemente nach Funktion und Wirksamkeit

Ursache des LöSENS	Einteilung der Sicherungselemente nach		Beispiel
	Funktion	Wirkprinzip	
Lockern durch Setzen und/oder Relaxation	Teilweise Kompensation von Setz- und Relaxationsverlusten	Mitverspannte federnde Elemente	Tellerfedern Spannscheiben DIN 6796 und DIN 6908 Kombischrauben DIN 6900 und DIN 6901 Kombimuttern
Losdrehen durch Aufhebung der Selbsthemmung	Verliersicherung	Formschluss	Kronenmuttern DIN 935 Schrauben mit Splintloch DIN 962 Drahtsicherung Scheibe mit Außennase DIN 432
		Klemmen	Ganzmetallmuttern mit Klemmteil Muttern mit Kunststoffeinsatz*) Schrauben mit Kunststoffbeschichtung im Gewinde*) Gewindefurchende Schrauben
	Losdrehsicherung	Mikroformschluss	Sperrzahnschrauben Sperrzahnmuttern Sperrkantscheiben
		Kleben	Mikroverkapselte Schrauben*) Flüssig-Klebstoff*)

Es gibt noch andere Sicherungen, die für spezielle Einsatzzwecke genutzt werden.

Je nach der Form braucht man das entsprechende Werkzeug für die Sicherungen.

2.3 Unterlegelemente

- Federringe (DIN 127, DIN 128 und DIN 6905)
- Federscheiben (DIN 137 und DIN 6904)
- Tellerfeder (DIN 2093)

Das Wirkprinzip dieser Sicherungen ist Setzsicherung.

"Setzen" bezeichnet den Vorspannkraftverlust einer Schraubverbindung, der durch eine plastische Verformung der Schraube (Verlängerung) oder der verspannten Bauteile (Verkürzung) verursacht wird. Durch diese Vorgänge reduziert sich die Klemmkraft und die Verbindung lockert sich.

Aber diese Normen haben bei höherer Festigkeit keine Sicherungswirkung und sind auch als Setzsicherung nicht geeignet. Dann wurden bisher vom DIN Deutschen Institut für Normung e.V. Normen über diese Sicherungselemente zurückgezogen.



Abb. 1 : Zurückgezogene Sicherungselemente

2.4 Verliersicherung

Verliersicherungen bezeichnen die Sicherungselemente, die ein teilweises Losdrehen nicht verhindern können. Sie verhindern aber das vollständige Auseinanderfallen einer Schraubverbindung. Diese Art der Sicherung ist nur bei Verbindungen mit Querbelastrung sinnvoll. Zu dieser Gruppe der Sicherungselemente gehören u.a.:

- Muttern mit Klemmteil
- Schrauben mit Kunststoffeinsatz oder -beschichtung
- Schrauben mit gezielt eingebrachten Durchmesser- oder Gewindefehlern
- Kronenmuttern
- Drahtsicherung

2.5 Losdrehicherung

Die Sicherungselemente, die unter der Rubrik Losdrehicherung aufgeführt sind erhalten die Vorspannkraft der Schraubverbindung in der Regel über den ganzen Lebenszyklus der Schraube.

- NORD-LOCK
Keilscheibensicherungspaar



Abb. 2 : NORD-LOCK
Keilscheibensicherungspaar

Die Nord-Lock Keilsicherungstechnologie nach DIN 25 201 sichert Schraubenverbindungen durch Klemmkraft anstatt durch Reibung. Die Keilsicherungsscheiben haben auf der Innenseite Keifflächen und auf der Außenseite Radialrippen.

Nord-Lock Keilsicherungsprodukte sichern Schraubenverbindungen zuverlässig, auch unter extremer Vibration und dynamischer Belastung.

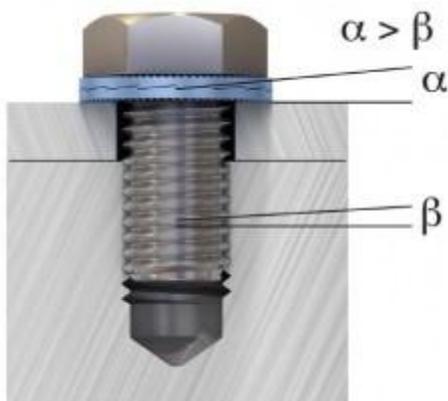


Abb. 3 : Prinzip des NORD-LOCK Keilscheibensicherungspaares

Die Sicherungswirkung basiert auf den unterschiedlichen Winkelverhältnissen. Die Form der Keifflächen ist so gewählt, dass der Winkel 'α' stets größer als die Gewindesteigung 'β' ist.



Abb. 4 : Anziehen der Schraubenverbindung

Beim Anziehen der Schraubenverbindung kommt es zum Formschluss mit der Gegenauflage. Das Nord-Lock Keilsicherungsscheibenpaar sitzt fest an seinem Platz und Bewegungen sind nur noch zwischen den innenliegenden Keilflächen möglich. Schon bei geringster Drehung in Löserichtung erfolgt aufgrund der Keilwirkung eine Erhöhung der Vorspannkraft – die Schraube sichert sich somit selbst.



Abb. 5 : Lösen der Schraubenverbindung

Beim Lösen der Schraubenverbindung entsteht durch das Überwinden der Keilwirkung ein sogenannter Klickeffekt. Unter diesen Voraussetzungen - Formschluss und Klickeffekt - sichert Nord-Lock jede Schraubenverbindung, auch unter starker Vibration und dynamischer Belastung.

Der Winkel der Keilflächen zwischen den Nord-Lock Keilsicherungsscheiben ist größer als der Winkel des Gewindes. Zusätzlich sorgen die Radialrippen für einen Formschluss mit dem Gegenmaterial. Die paarweise verklebten Scheiben werden so eingesetzt, dass die Keilflächen aufeinander liegen.

Vorteile:

- Erhalt der Vorspannkraft
- Schnelle und einfache Montage/Demontage mit Standardwerkzeug
- Sicherungsfunktion auch bei Schmierung
- Konstante Reibungsbedingungen

- Gleicher Temperatureinsatz wie bei der Schraube/Mutter möglich
 - Wiederverwendbarkeit
 - Große Auswahl an unterschiedlichen Abmessungen und Werkstoffen
 - Hohe Korrosionsbeständigkeit
 - Maximale Sicherheit bis einschließlich der Festigkeitsklasse 12.9 (ASTM A574)
 - Zuverlässige Sicherung – auch für Schraubverbindungen mit kurzen Klemmlängen
 - Sicherungsfunktion sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Vorspannkräften
 - Kein Nachziehen erforderlich
- RIPP LOCK
Sicherungsscheiben



Abb. 6 : RIPP LOCK
Sicherungsscheiben

Die RIPP LOCK Schraubensicherung basiert auf Radialrippen. Der Steigungswinkel der Rippen ist größer als die Gewindesteigung der Schraube. Dadurch wird sowohl mit der Sicherungsscheibe als auch mit der Kombination Sicherungsschraube und -mutter eine exzellente Sicherungswirkung erzielt.

Funktionsprinzip

Bei der Montage prägen sich die Radialrippen formschlüssig in die Gegenauflage ein. Die Sicherungsscheibe liegt auf der Unterseite des Schraubenkopfes bzw. der Mutter als auch auf den zu verklemmenden Werkstücken auf. Die Rippen der Sicherungsschraube und Mutter prägen sich entsprechend nur in das zu verklemmende Werkstück. Somit kann eine Relativbewegung lediglich in der Trennfuge zwischen Scheibe bzw. Schraube und Mutter und den zu verklemmenden Teilen stattfinden. RIPP LOCK ist eine zuverlässige Schraubensicherung, auch bei extremen Vibrationen und dynamischen Belastungen.

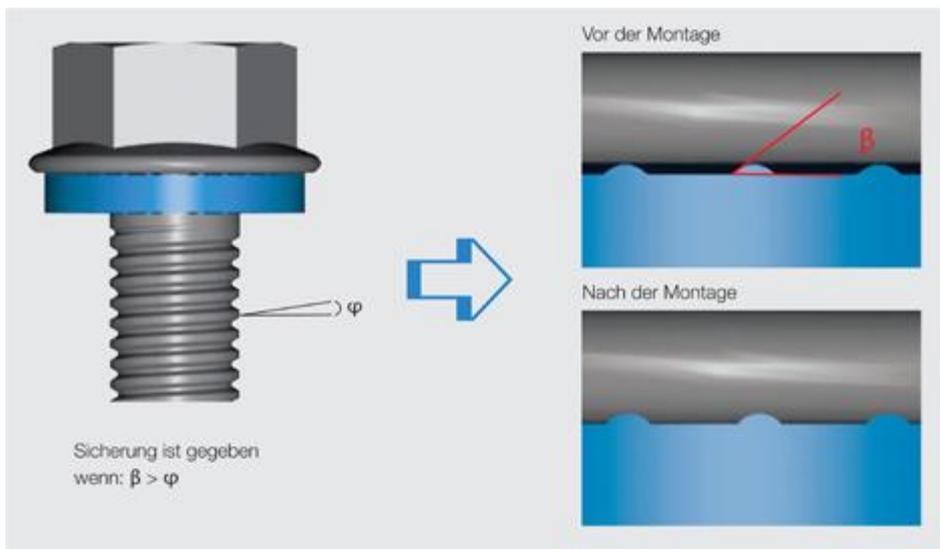


Abb. 7 : Prinzip der RIPP LOCK Sicherungsscheiben

Darüber hinaus bietet RIPP LOCK viele weitere Vorteile:

- Exzellente Sicherungswirkung gegen selbsttätiges Lösen
- Besonders geeignet für empfindliche Oberflächen
- Optimal bei Langlochanwendungen
- Sehr geringe Schwankung der Vorspannkraft bei definiertem Anziehdrehmoment
- Einfache Montage und Demontage
- Wirtschaftliche Vorteile durch Sortimentsstandardisierung
- Keine Beeinträchtigung bei Kontakt mit Fetten und Schmiermitteln
- Sofort wirksam, keine Aushärtezeit
- Sehr geringe Setzverluste

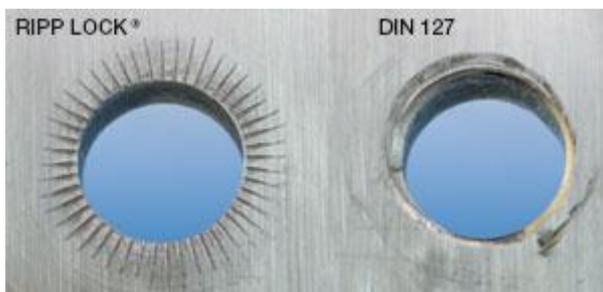
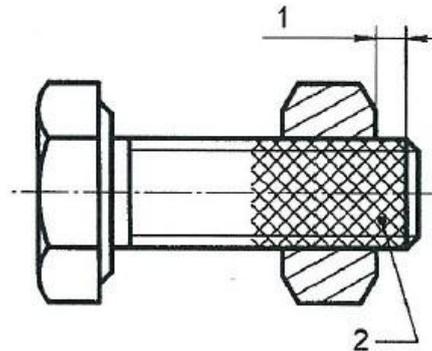


Abb. 8 : Schonend zur Auflagefläche auch bei lackierten und pulverbeschichteten Oberflächen

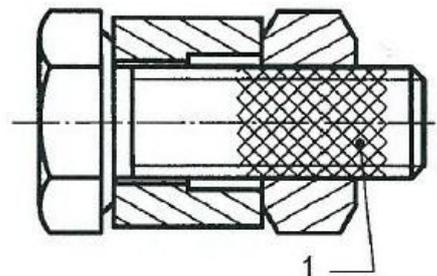
- Schraubensicherung mit Klebstoff



Legende

- 1 Zwei Gewindegänge vorstehend
- 2 Klebstoffbeschichteter Teil

Abb. 9 : Nicht vorgespannte Verbindung



Legende

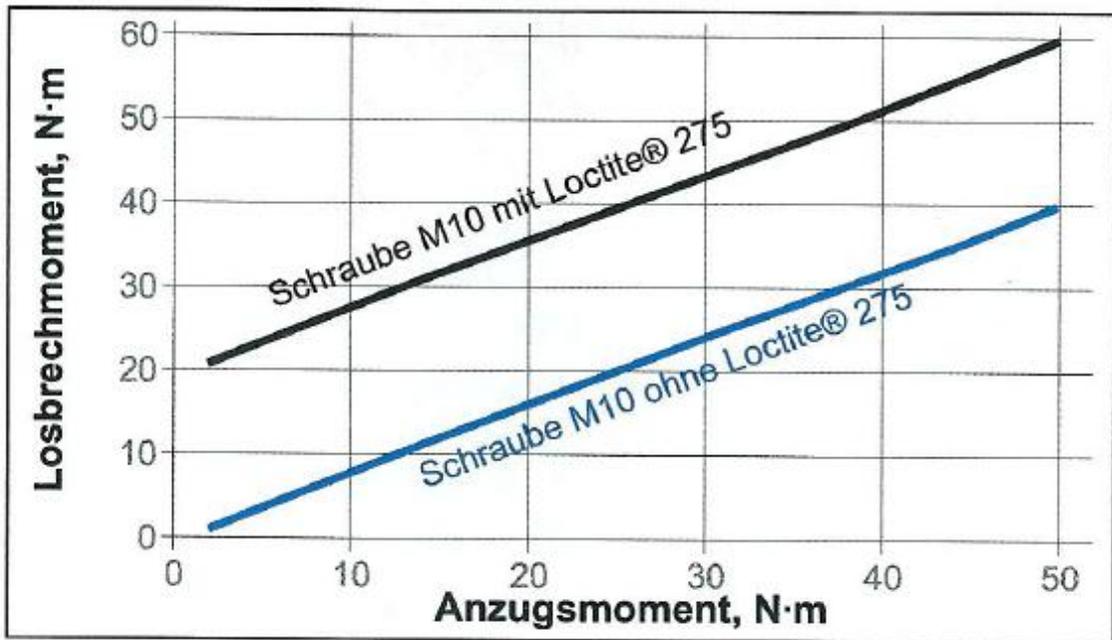
- 1 Klebstoffbeschichteter Teil

Abb. 10 : Vorgespannte Verbindung

In dem Spalt zwischen Innen- und Außengewinde wird bei der Montage Klebstoff eingebracht. Er härtet dort aus und verhindert durch Adhäsionskräfte auf den Oberflächen und Kohäsionskräften innerhalb des Klebstoffes Bewegungen im Gewinde. Die allgemeinen Regeln beim Kleben sind zu beachten.

Das Losbrechmoment einer ungesicherten Schrauben ist normalerweise 15 – 30% niedriger als das Anzugsmoment.

Das folgende Diagramm zeigt die Auswirkung von LOCTITE 275 auf das Losbrechmoment.



Dia. 1 : Auswirkung von LOCTITE 275 auf das Losbrechmoment

2.6 Anzugs- und Losbrechmoment

- Anzugsmoment

Drehmoment zum Aufbringen oder Vergrößern der axialen Vorspannkraft in dem Zusammenbau.

Es wird zur Überwindung von Gewinde- und Kopfreibung der Schraube benötigt.

- Losbrechmoment

Anfangsdrehmoment, das benötigt wird, um in einer vorgespannten Verbindung eine Axialbelastung zu vermindern oder zu eliminieren.

Normalweise ist das Losbrechmoment kleiner als das Anzugsmoment.

Aber in einigen Fällen, wenn wir Sicherungselemente nehmen, z.B. Mutter mit Konstoffeinsatz, Klebstoff usw. kann das Losbrechmoment größer als das Anzugsmoment geworden sein.

2.7 Prüfung von Schraubensicherungen nach DIN EN15865

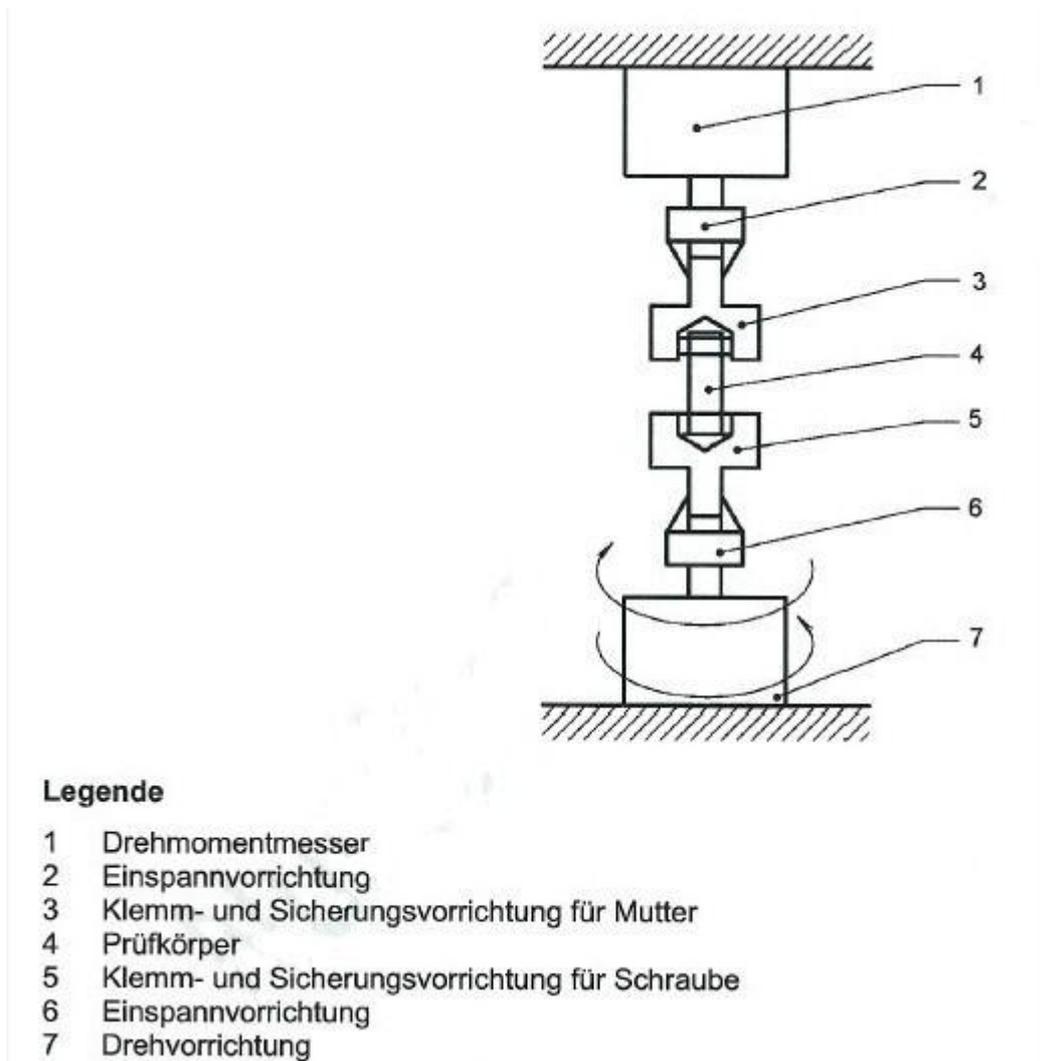


Abb. 11 : Prüfeinrichtung

Kurzbeschreibung

Das Prüfverfahren besteht aus der Bestimmung der Drehmomente, die erforderlich sind, um eine Verbindung aus einer Mutter und einer Schraube zu trennen, einschließlich des anfänglichen Drehmoments zum Losbrechen der Verklebung und des Drehmoments, das nach dem Lösen um 180° gemessen wird. Die Drehmomente werden für nicht vorgespannte und für mit festgelegtem Anzugsdrehmoment vorgespannte Verbindungen bestimmt.

3. Berechnung von Schraubenverbindungen

Mathcad ist ein kommerzielles Computeralgebrasystem der Firma PTC. Es wurde ursprünglich für rein numerische Rechnungen (etwa die Anwendung von Näherungsmethoden) entwickelt.

Mathcad stellt alle Berechnungen auf Arbeitsblättern dar. Berechnungen werden durch den Benutzer in mathematischer Standardnotation eingegeben.



Abb. 12 : Logo Mathcad

Einfache Schritte der Mathcad:

- Gegebene Daten definieren
- Formel erstellen
- Ergebnisse ergeben

Um die Vorspannkraft, Nachgiebigkeit usw. zu berechnen, nehmen wir Schraube DIN 931 M10X75 8.8 und Sechskantmutter DIN 934-M10 als Beispiel.

Wenn wir die Ergebnisse anderes Versuches wissen möchten, nur verändern wir die gegebene Daten.

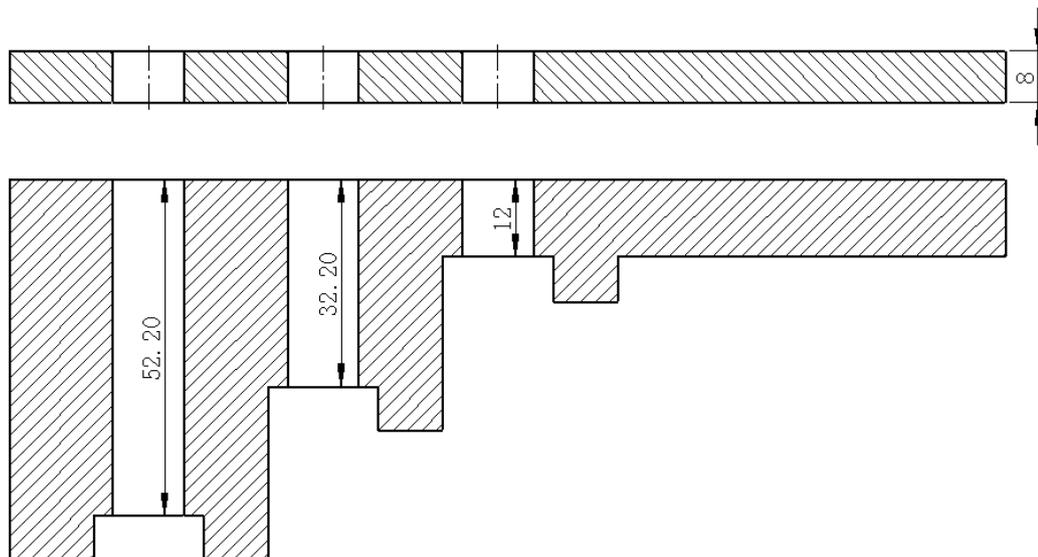


Abb. 13 : Zeichnung mit den Abmessungen für Berechnung

Die Berechnung wird im Anhang gezeigt.

4 Versuchsaufbau

4.1 Gerätebeschreibung

Das Lehrtablett MG 200 wurde mit dem Ziel entwickelt, dem Auszubildenden Kenntnisse über Schraubenverbindungen zu vermitteln.

Es ist so gestaltet, daß alle Werkstücke und Normteile für die Übungen übersichtlich untergebracht sind und ein sofortiger wirkungsvoller Einsatz im Technischen Unterricht möglich wird.

In Abb. 13 sind die in dem Versuch benötigten Geräte dargestellt.



Abb. 14 : Schraubenversuch MG 200 der Fa. Gunt

Technische Daten

Schrauben M 10

- **Festigkeitsklassen 5.6 und 8.8**

- **Längen: 35, 55, 75mm**

Schrauben werden nach der Zugfestigkeit in Festigkeitsklassen eingeteilt. Eine Festigkeitsklasse wird durch zwei Zahlen, z.B. 12.9 angegeben. Dabei gibt die erste Zahl 1/100 der Mindestzugfestigkeit R_m in N/mm^2 an.

Festigkeitsklasse wird an dem Schraubenkopf gezeigt.



Abb. 15 : Schraube M10 8.8

Muttern M 10, teilweise selbstsichernd

- Sechskantmutter DIN 982 – M10
mit Klemmteil, nichtmetallischer Einsatz, hohe Form mit metrischem
Regelgewinde
- Sechskantmutter DIN 934 – M10

<p>Abb. 15 : Sechskantmutter DIN 982 – M10</p>	<p>Abb. 17 : Sechskantmutter DIN 934 – M10</p>

Verschiedene Schraubensicherungen: Federring, Zahnscheibe, Spannscheibe, NORD-LOCK Keilscheiben-sicherungspaar, RIPP LOCK Sicherungsscheiben

<p>Abb. 18 : Federring</p>	<p>Abb. 19 : Spannscheibe</p>	<p>Abb. 20 : Zahnscheibe</p>

	
<p>Abb. 21 : NORD-LOCK Keilscheiben-sicherungsringpaar</p>	<p>Abb. 22 : RIPP LOCK Sicherungsscheiben</p>

- Federring

Ein Federring wird in einer Schraubverbindung gebraucht, um deren ungewolltes Losdrehen zu verhindern. Es handelt sich um einen Ring mit rechteckigem Querschnitt, der an einer Stelle aufgeschnitten und zu einem Umgang einer Schraubenlinie verformt ist. Der Ring wird zwischen einer Mutter oder einem Schraubenkopf und der Kontaktfläche des zu klemmenden Bauteiles platziert. Beim Festziehen der Schraubverbindung wird der Ring elastisch in seine ebene Ausgangsform zurück gebogen. Die in ihm gespeicherte Verformungsarbeit hat Anteil an der elastischen Verformung, der die Schraubverbindung als Ganzes unterliegt und somit kraftschlüssig ist.

Die Schnittkanten sind nicht entgratet, die nach außen weisenden Gratspitzen können sich in die Kontaktflächen von Mutter oder Schraubenkopf und zu klemmendes Teil eingraben. Der Schnitt ist schräg so durch den Ring geführt, dass die Gratspitzen beim Lösen (Rechtsgewinde) als Widerhaken wirken. Dementsprechend ist der Ring aus hartem Stahl gefertigt.

Federringe werden seit langem verwendet. Sie sind immer noch in Gebrauch, obwohl inzwischen erkannt wurde, dass ihre Eignung als Schraubensicherung ungenügend ist. Ihr Anteil am Kraftschluss ist auch bei einer gewöhnlichen Schraubverbindung wegen ihres geringen verformbaren Volumens vernachlässigbar klein. Bei Sperrzahnschrauben oder -mutter ist der erreichbare Formschluss wesentlich besser als mit nur je einer Gratspitze pro Seite beim Federring. Die DIN-Norm für Federringe wurde zurückgezogen.

- Spannscheibe

Spannscheiben nach DIN 2093 sind mitverspannte Federelemente in Form einer Tellerfeder, deren Sicherungswirkung ausschließlich auf Kraftschluss beruht. Sie sollen einem Lockern der Schraubverbindungen, wie durch Setzbeträge, entgegenwirken, indem sie durch Federkräfte eine hinreichend hohe Vorspannung in der Verbindung aufrechterhalten. Sie sind deshalb besonders für überwiegend axial belastete, kurze Schrauben geeignet. Gegen Losdrehvorgänge unter wechselnder Querbelastung bieten sie keine wirksame Sicherung.

Spannscheiben wurden speziell für hochfeste Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 bis 10.9 nach DIN ISO 898 Teil 1 entwickelt. Sie stellt eine rein kraftschlüssige Sicherung in Form einer Tellerfeder dar. Die Spannkraft dieser Scheiben wurde an Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 angepasst.

Lieferbar sind Spannscheiben für Schrauben mit Nenngrößen M2 bis M30, lagermässig mit blanker und verzinkter Oberfläche aus Federstahl nach DIN EN 10132-4, wie C 60. Auftragsbezogen werden auch Spannscheiben aus korrosionsbeständigen und warmfesten Werkstoffen hergestellt.

- Zahnscheibe

Die Verzahnung der Scheiben verhakt sich im Material und im Schraubenkopf. Auch für Senkschrauben verfügbar.

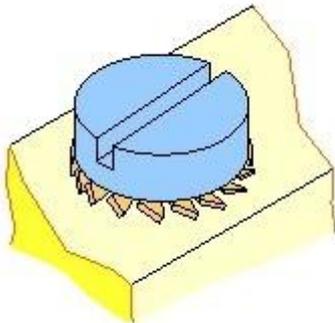


Abb. 23 : Montage der Zahnscheibe

Es gibt große Beschädigung an dem Werkstück.

Die Norm der Zahnscheibe ist DIN 6797, aber jetzt wird zurückgezogen.

Drehmomentschlüssel: 0...70Nm



Abb. 24 : Drehmomentschlüssel

Gebrauchsanweisung

- Einstellen des Uhrenschlüssels für den Rechtsanzug
- 1. Der rote Schleppzeiger wird durch Verdrehen des Rückstellknopfes **entgegen der Drehrichtung** des schwarzen Arbeitszeigers an ihn herangeführt.

2. Die Markierung des Skalennullpunkts wird durch Verdrehen des Uhrenglases **entgegen** der Drehrichtung des schwarzen Arbeitszeigers in eine Linie mit dem roten Schleppzeiger gebracht.
3. Setzen Sie nun den Schlüssel mit dem Aufsteckwerkzeug (Nuss) auf die Schraube und beginnen Kraft – **im Uhrzeigersinn** – aufzubringen. Wenn der rote Schleppzeiger den gewünschten Skalenwert erreicht.



Abb. 25 : Integrierter Schleppzeiger auf gut ablesbarer Skala zur leichten Bestimmung des erreichten Drehmomentwerts

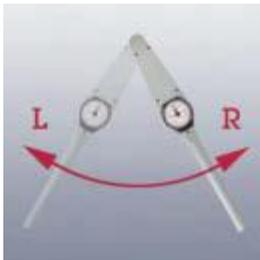


Abb. 26 : Für Rechts- und Linksanzug geeignet

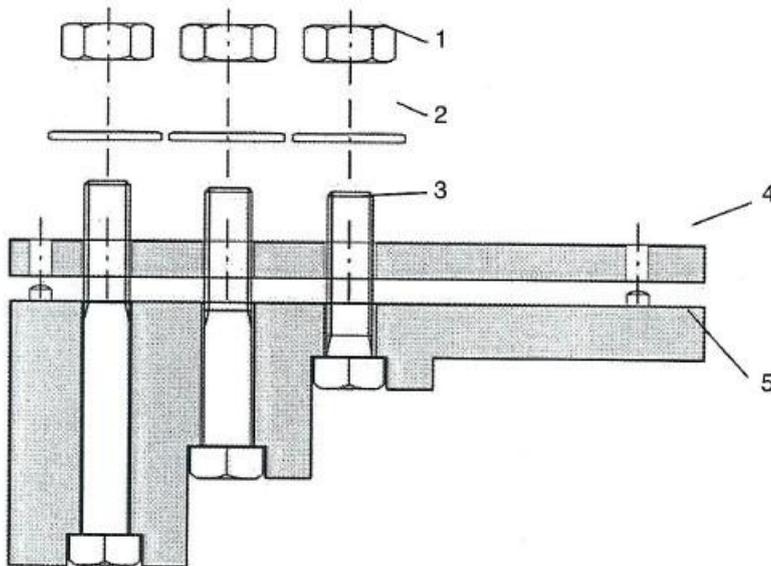
Einstellen des Uhrenschlüssels für den Linksanzug ist gleich wie oberer Rechtsanzug, nur die Richtung ist gegen den Uhrzeigersinn.

- Arbeiten mit voreingestelltem Drehmomentwert

Drehen Sie den Nullpunkt der Skala so weit, bis er mit dem Arbeitszeiger in einer Linie steht. Stellen Sie manuell den roten Schleppzeiger auf den gewünschten Skalenwert für den Rechts- bzw. für den Linksanzug. Beginnen Sie nun, die Kraft in die gewünschte Richtung aufzubringen und stoppen Sie diesen Vorgang, wenn der Arbeitszeiger den roten Zeiger berührt. Die Position des Schleppzeigers zeigt den erreichten Messwert an. Korrigieren Sie für den nächsten Anzug gegebenenfalls die Position des roten Zeigers auf den von Ihnen gewünschten Wert.

Zu verschraubende Werkstücke (Flacheisen und Gegenhalter) aus Stahl, teilweise brüniert

4.2 Versuchsvorbereitung



- 1 Mutter
- 2 Unterlegscheibe oder Schraubensicherungselement
- 3 Schraube
- 4 Unterblech
- 5 Gegenhalter

Abb. 27 : Montage der Versuchsbestandteile

Zur Durchführung der Experimente wird die Vorrichtung wie in Abb. 26 vorbereitet. Die Schraubenköpfe sind so in den Gegenhalter eingepaßt, daß sie sich nicht Verdrehen können. Anschließend wird die Anordnung in einem Schraubstock fest eingespannt. Die Muttern werden mit dem Drehmomentschlüssel angezogen und auch wieder gelöst.

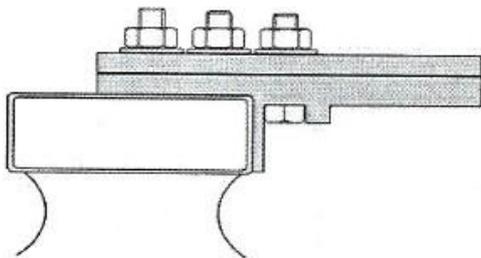


Abb. 28 : Anschließender Zustand der Versuchsgeräte

5. Versuchsdurchführung

In dieser Versuch gibt es drei große Sorten Elemente, Schrauben Muttern und Sicherungselemente. Dann wird der Versuch in diesen drei Teilen untersucht.

5.1 Einfluß der Spannlänge

Die Länge der Schraube und ihre Festigkeitsklasse wirken sich auf die der Schraubenverbindung aus. Je nach Spannlänge ergeben sich bei Anzugsmoment unterschiedliche Losbrechmomente, wenn die Verbindung wieder gelöst wird.

Durchführung :

- Arbeitsblatt vorbereiten
- Einzelteile gemäß Abb. 28 montieren und Vorrichtung in einen Schraubstock einspannen
- Muttern mit Hilfe von Drehmomentschlüssel und Steckschlüsseinsatz mit den angegebenen Anzugsmomenten festdrehen
- Muttern mit Hilfe des Drehmomentschlüssels wieder lösen und die erforderlichen Losbrechmomente notieren
- Experiment mit den Schrauben der anderen Festigkeitsklasse (B) wiederholen
Beobachtungen diskutieren und interpretieren

Experiment – Nr. : 1A

Thema des Experiments : Einfluß der Spannlänge

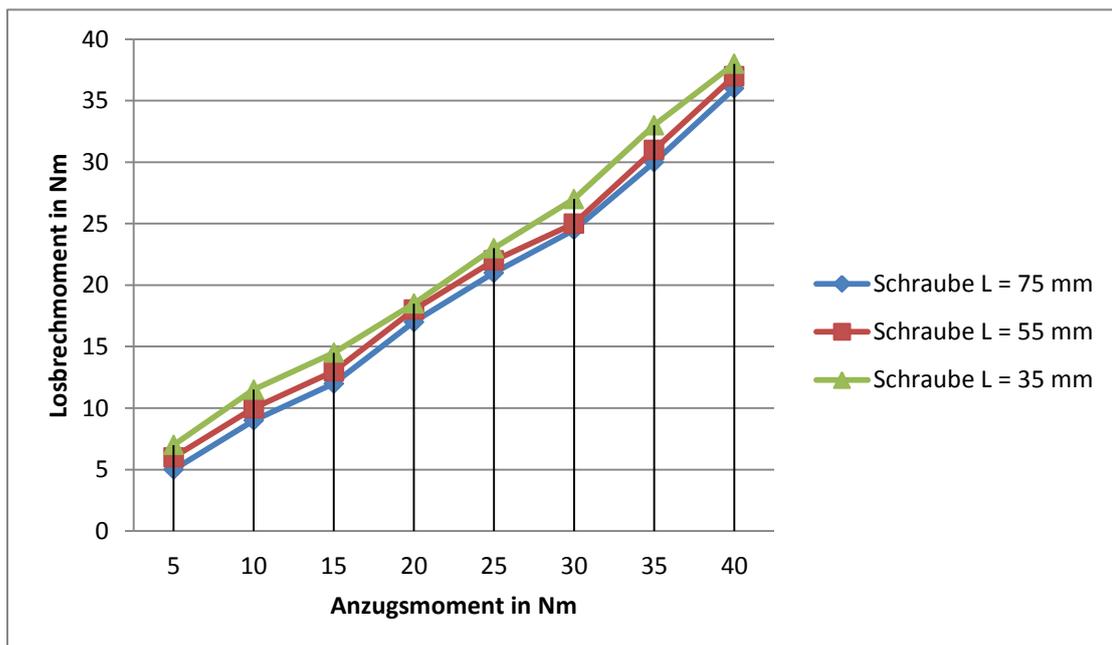
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : **5.6**

Verwendete Sechskantmutter : **DIN 982**

Verwendete Schraubensicherung : **keine**

Tab. 4 : Daten der Experiment 1A

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5	5	5	6	5	7
10	9	10	10	10	11,5
15	12	15	13	15	14,5
20	17	20	18	20	18,5
25	21	25	22	25	23
30	24,5	30	25	30	27
35	30	35	31	35	33
40	36	40	37	40	38



Dia. 2 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 1A

- Bei kleines Anzugsmoment, z.B. 5 Nm, Losbrechmoment größer gleich Anzugsmoment, wegen der Mutter DIN 982 mit Kunststoffeinsatz
- Bei großes Anzugsmoment, z.B. mehr als 15 Nm, Losbrechmoment kleiner als Anzugsmoment
- Größeres Anzugsmoment, kleinere Wirksamkeit der Mutter DIN 982 mit Kunststoffeinsatz
- Kleinere Spannlänge, größere Wirksamkeit der Mutter DIN 982 mit Kunststoffeinsatz

Experiment – Nr. : 1B

Thema des Experiments : Einfluß der Spannlänge

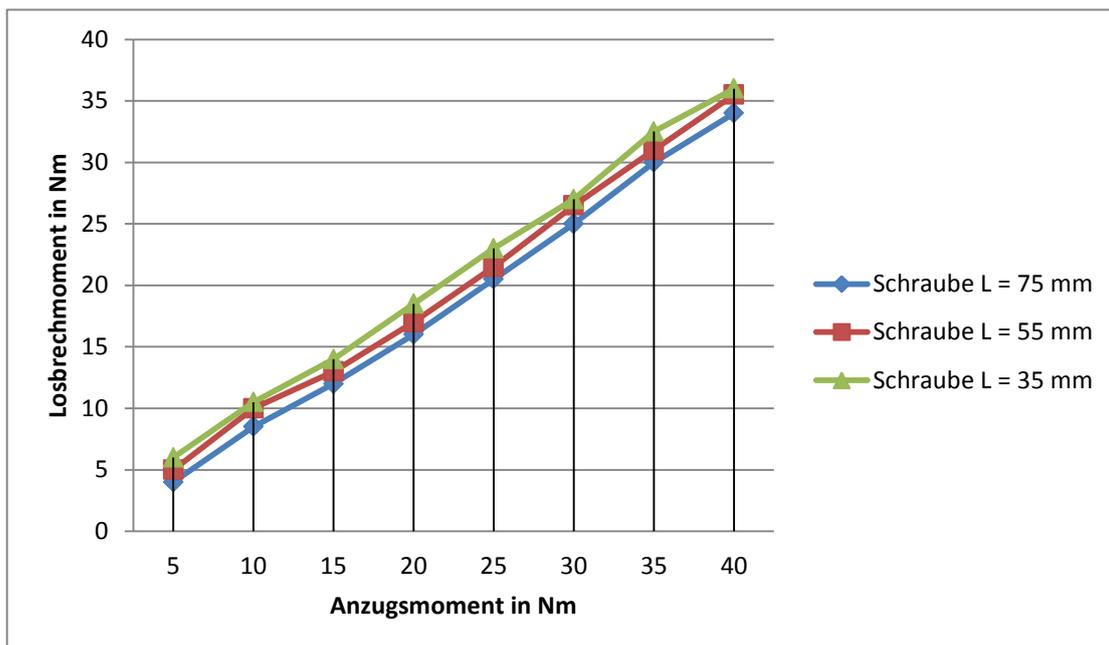
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : **8.8**

Verwendete Sechskantmutter : **DIN 982**

Verwendete Schraubensicherung : **keine**

Tab. 5 : Daten der Experiment 1B

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5	4	5	5	5	6
10	8,5	10	10	10	10,5
15	12	15	13	15	14
20	16	20	17	20	18,5
25	20,5	25	21,5	25	23
30	25	30	26,5	30	27
35	30	35	31	35	32,5
40	34	40	35,5	40	36



Dia. 3 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 1B

- Größere Festigkeitsklasse, kleinere Wirksamkeit der Mutter DIN 982 mit Kunststoffeinsatz
- Gleiches Anzugsmoment, größere Spannlänge, kleineres Losbrechmoment

5.2 Art der Mutter

Auch die Art der Mutter, mit der eine Schraubenverbindung hergestellt wird hat Einfluß auf die Haltekraft der Schraubenverbindung. Je nach Art der Mutter ergeben sich bei gleichen Anzugsmomenten unterschiedliche Losbrechmomente, wenn die Verbindung wieder gelöst wird.

Durchführung :

- Arbeitsblatt vorbereiten
- Einzelteile gemäß Abb. 28 montieren und Vorrichtung in einen Schraubstock einspannen
- Muttern mit Hilfe von Drehmomentschlüssel und Steckschlüsseinsatz mit den angegebenen Anzugsmomenten festdrehen
- Muttern mit Hilfe des Drehmomentschlüssels wieder lösen und die erforderlichen Losbrechmomente notieren
- Beobachtungen diskutieren und interpretieren und die Ergebnisse mit denen aus dem Experiment 1 vergleichen

Experiment – Nr. : 2
Thema des Experiments : Art der Mutter

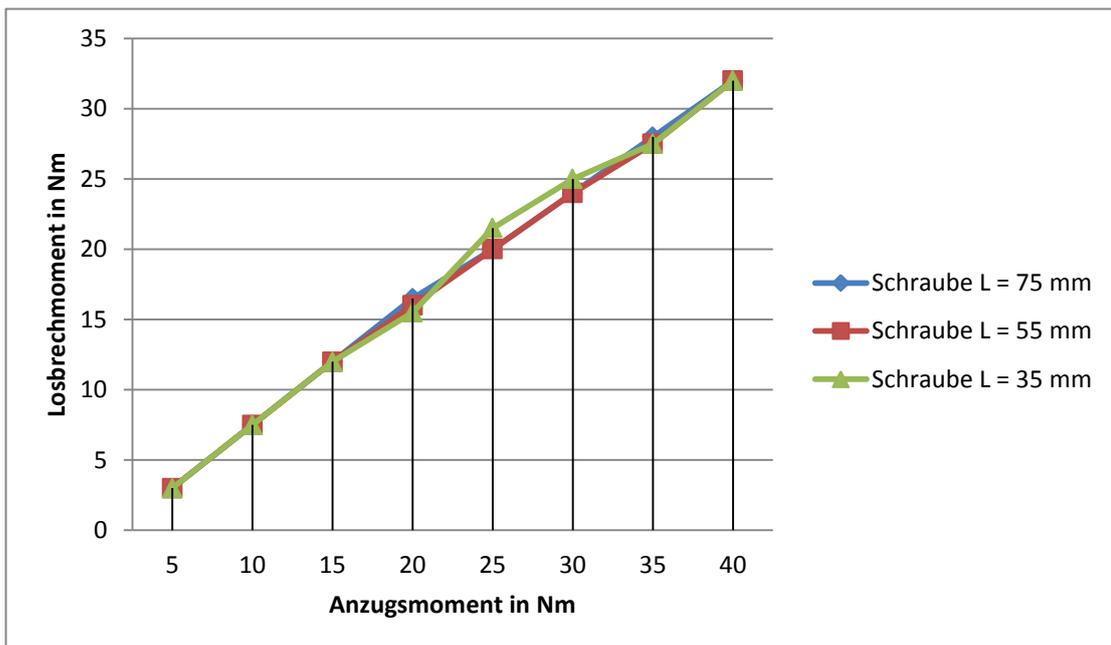
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : **8.8**

Verwendete Sechskantmutter : **DIN 934**

Verwendete Schraubensicherung : **keine**

Tab. 6 : Daten der Experiment 2

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5	3	5	3	5	3
10	7,5	10	7,5	10	7,5
15	12	15	12	15	12
20	16,5	20	16	20	15,5
25	20	25	20	25	21,5
30	24	30	24	30	25
35	28	35	27,5	35	27,5
40	32	40	32	40	32



Dia. 4 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 2

- Mit normale Mutter DIN 934, Anzugsmoment immer größer als Losbrechmoment, keine Sicherungselemente
- Größeres Anzugsmoment, größeres Losbrechmoment, fast linear
- Mit normale DIN 934, gibt es Spannlänge keine Wirksamkeit

5.3 Schraubensicherung

Um bei einer Schraubenverbindung im Falle wechselnder Kräfte ungewolltes Lösen zu verhindern, werden verschiedene Schraubensicherungen verwendet. Je nach Art der Sicherung ergeben sich bei gleichen Anzugsmomenten der Verbindung unterschiedliche Losbrechmomente, wenn die Verbindung wieder gelöst wird.

Durchführung :

- Arbeitsblatt vorbereiten
 - Einzelteile gemäß Abb. 28 montieren und Vorrichtung in einen Schraubstock Einspannen
 - Muttern mit Hilfe von Drehmomentschlüssel und Steckschlüsseinsatz mit den angegebenen Anzugsmomenten festdrehen
 - Muttern mit Hilfe des Drehmomentschlüssels wieder lösen und die erforderlichen Losbrechmomente notieren
 - Experiment mit den jeweils anderen Sicherungselementen (B und C) wiederholen
- Beobachtungen bergleichen und interpretieren

Experiment – Nr. : 3A

Thema des Experiments : Schraubensicherung

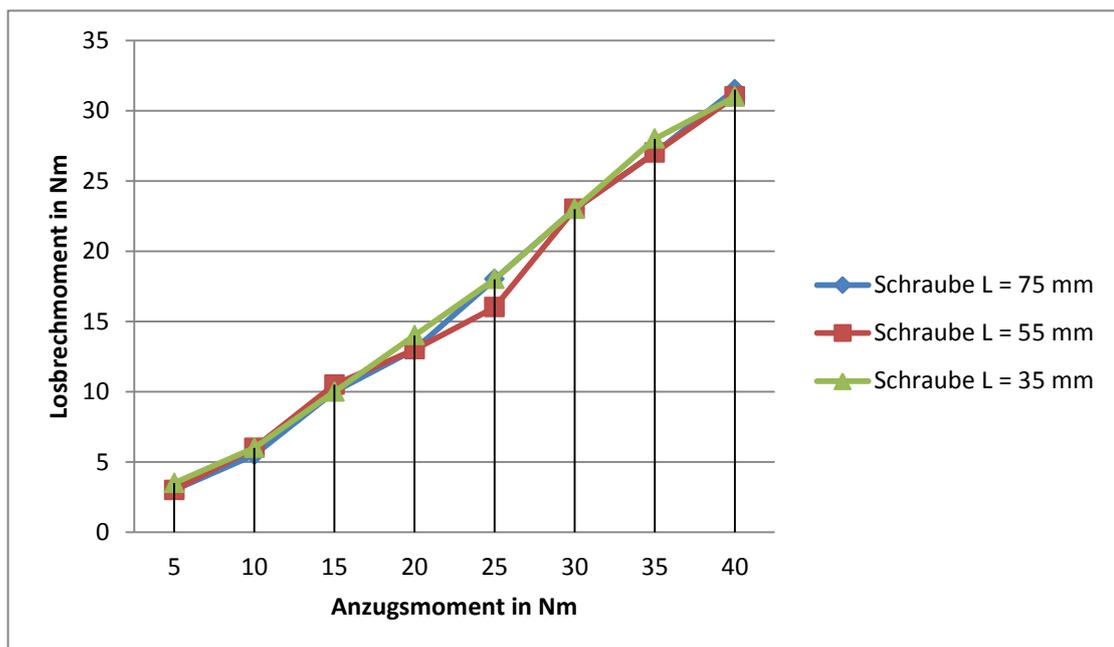
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : **8.8**

Verwendete Sechskantmutter : **DIN 934**

Verwendete Schraubensicherung : **Federring DIN 127**

Tab. 7 : Daten der Experiment 3A

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5	3	5	3	5	3,5
10	5,5	10	6	10	6
15	10	15	10,5	15	10
20	13	20	13	20	14
25	18	25	16	25	18
30	23	30	23	30	23
35	27	35	27	35	28
40	31,5	40	31	40	31



Dia. 5 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3A

- Es gibt Federring gar nicht Wirksamkeit, gleiche Anzugsmoment, Losbrechmoment mit Federring kleiner gleich Losbrechmoment ohne Federring
- In diese Experiment, verschiedene Spannlänge gibt es kleiner Unterschied

Experiment – Nr. : 3B

Thema des Experiments : Schraubensicherung

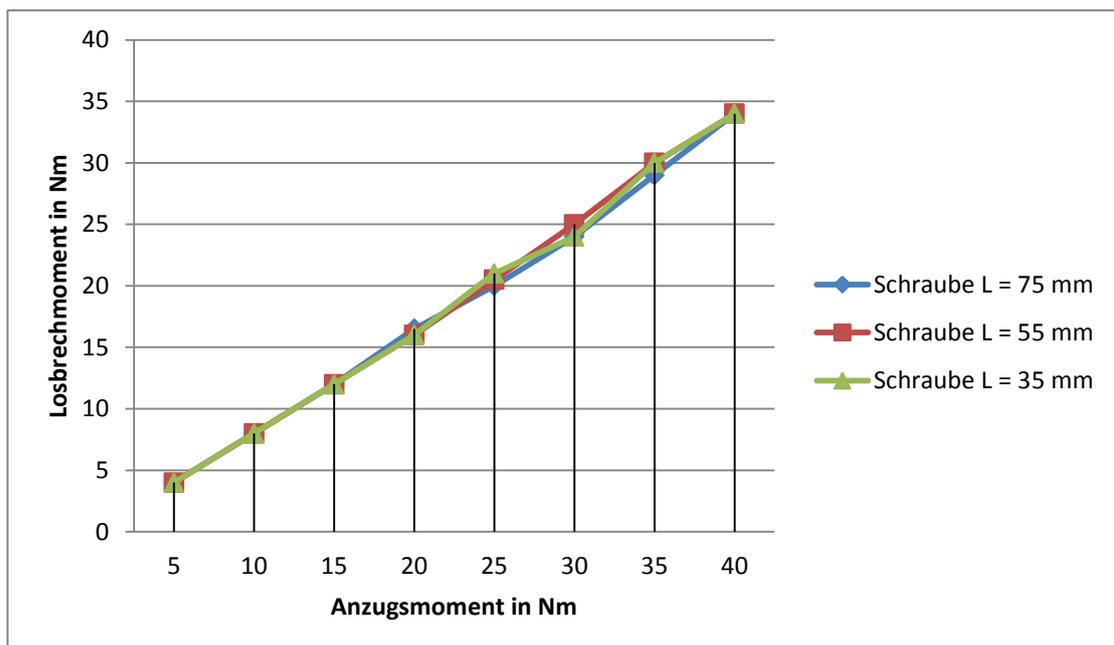
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : **8.8**

Verwendete Sechskantmutter : **DIN 934**

Verwendete Schraubensicherung : **Spannscheibe DIN 137**

Tab. 8 : Daten der Experiment 3B

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5	4	5	4	5	4
10	8	10	8	10	8
15	12	15	12	15	12
20	16,5	20	16	20	16
25	20	25	20,5	25	21
30	24	30	25	30	24
35	29	35	30	35	30
40	34	40	34	40	34



Dia. 6 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3B

- Größeres Anzugsmoment, größeres Losbrechmoment, fast linear
- Es gibt Spannscheibe kleine Wirksamkeit, gleiche Anzugsmoment, Losbrechmoment mit Spannscheibe größer als Losbrechmoment ohne Sicherungselemente, aber nicht viel
- Es gibt Spannlänge keine Rolle, gleiches Anzugsmoment, gleiches Losbrechmoment

Experiment – Nr. : 3C

Thema des Experiments : Schraubensicherung

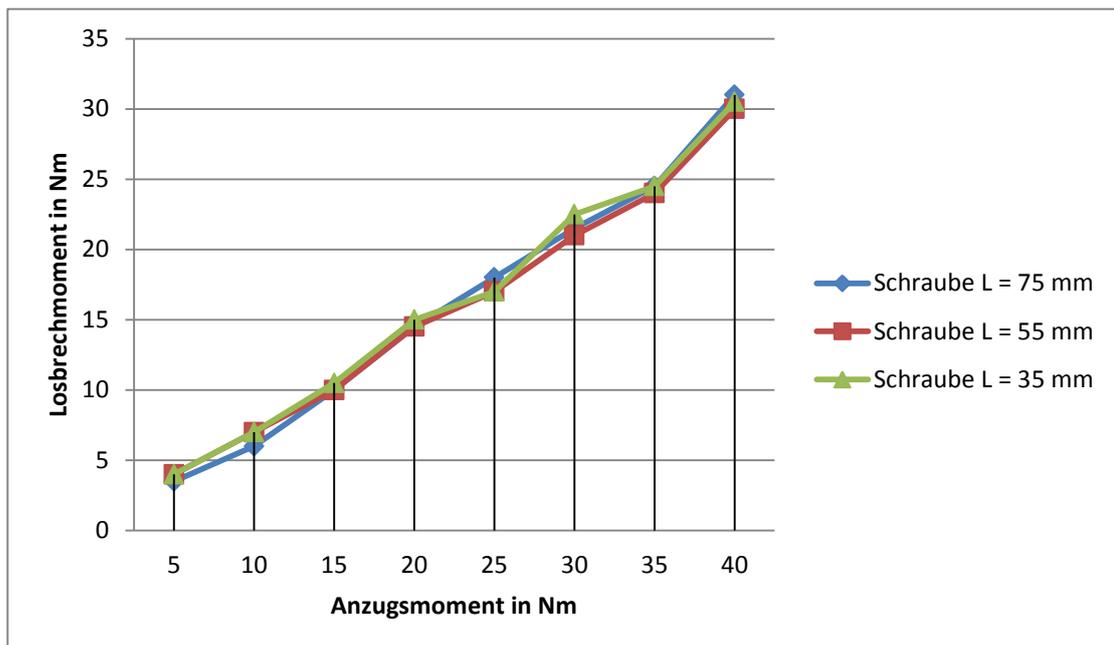
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : 8.8

Verwendete Sechskantmutter : DIN 934

Verwendete Schraubensicherung : Zahnscheibe DIN 6797

Tab. 9 : Daten der Experiment 3C

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5	3,5	5	4	5	4
10	6	10	7	10	7
15	10	15	10	15	10,5
20	14,5	20	14,5	20	15
25	18	25	17	25	17
30	21,5	30	21	30	22,5
35	24,5	35	24	35	24,5
40	31	40	30	40	30,5



Dia. 7 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3C

- Es gibt Zahnscheibe fast kleine Wirksamkeit
- Mit Zahnscheibae gibt es große Beschidigung an dem Unterblech
- Wegen der Beschidigung, die Ergebnisse dieser Experiment sind nicht genau

Experiment – Nr. : 3D

Thema des Experiments : Schraubensicherung

Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : **8.8**

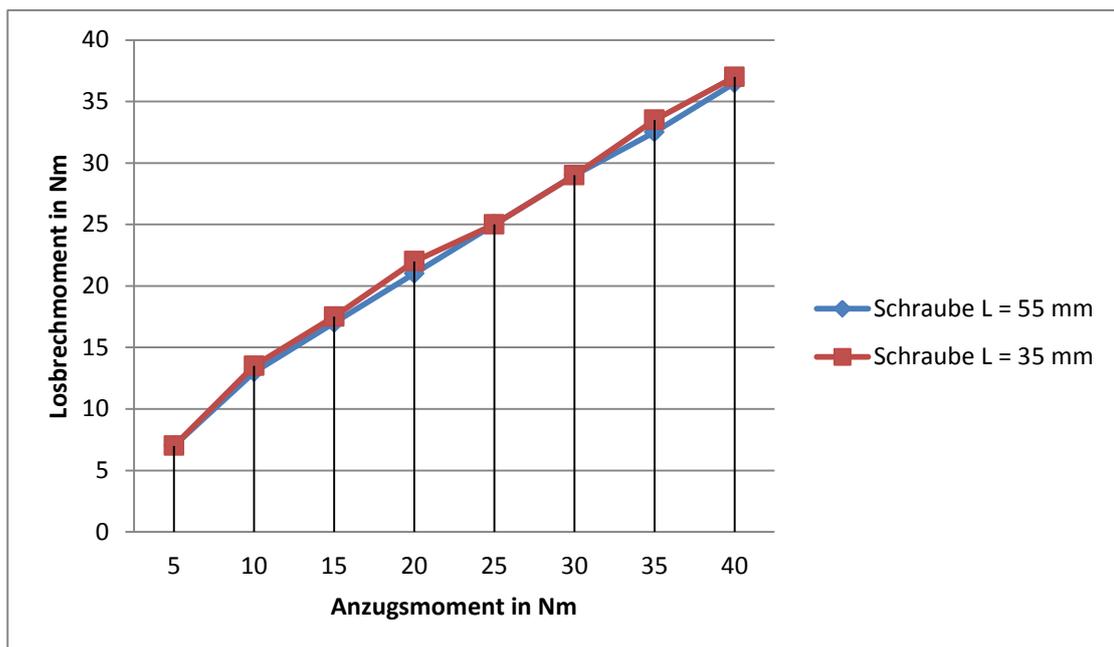
Verwendete Sechskantmutter : **DIN 934**

Verwendete Schraubensicherung : **NORD LOCK**

Keilscheibensicherungs paar

Tab. 10 : Daten der Experiment 3D

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5		5	7	5	7
10		10	13	10	13,5
15		15	17	15	17,5
20		20	21	20	22
25		25	25	25	25
30		30	29	30	29
35		35	32,5	35	33,5
40		40	36,5	40	37



Dia. 8 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3D

- Kleine Anzugsmoment gibt es größer Wirksamkeit
- Losbrechmoment mit verschiedene Schraubenlänge gibt es fast keine Unterschied

Experiment – Nr. : 3E

Thema des Experiments : Schraubensicherung

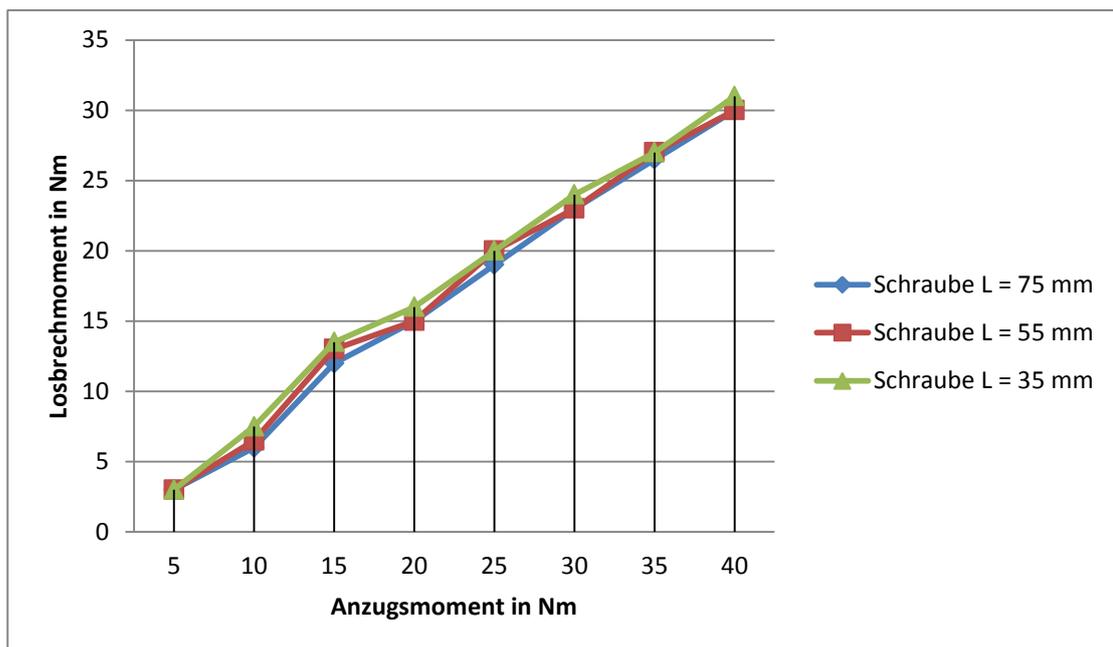
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube : **8.8**

Verwendete Sechskantmutter : **DIN 934**

Verwendete Schraubensicherung : **RIPP LOCK**
Sicherungsscheiben

Tab. 11 : Daten der Experiment 3E

Schraube L = 75 mm		Schraube L = 55mm		Schraube L = 35 mm	
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm	Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm
5	3	5	3	5	3
10	6	10	6,5	10	7,5
15	12	15	13	15	13,5
20	15	20	15	20	16
25	19	25	20	25	20
30	23	30	23	30	24
35	26,5	35	27	35	27
40	30	40	30	40	31



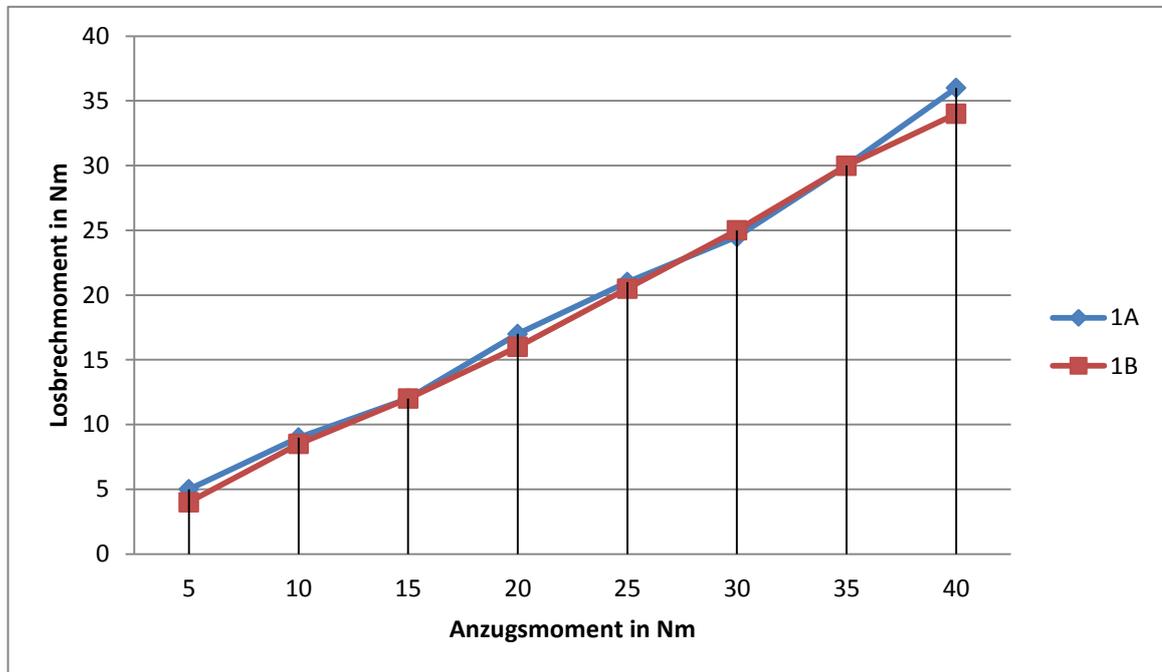
Dia. 9 : Anzugs- und Losbrechmoment Diagramm der Experiment 3E

- Losbrechmoment ist immer kleiner als Anzugsmoment
- RIPP LOCK Sicherungsscheiben in dieser Versuch gibt es keine Wirksamkeit

5.4 Auswertung der Versuche

5.4.1 Auswirkungen der Spannlänge

Vergleich Versuch 1A und 1B

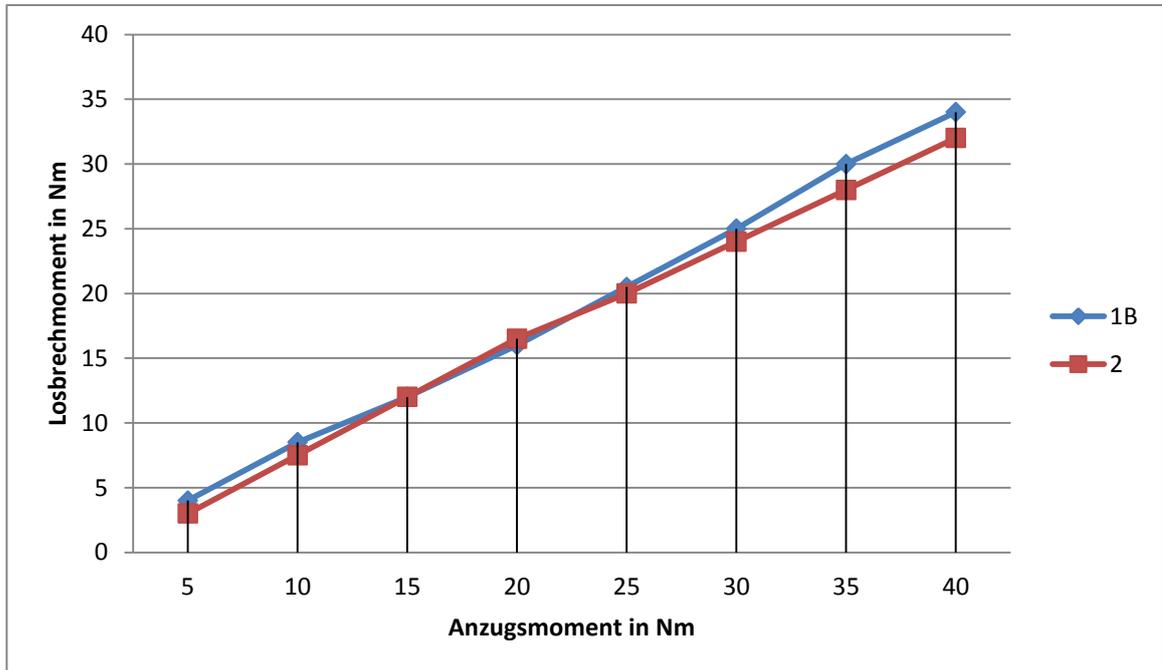


Dia. 10 : L = 75mm in Experiment 1A und 1B

- Größeres Anzugsmoment größeres Losbrechmoment, linear entwickeln
- Gleiches Anzugsmoment, kürzere Spannlänge größeres Losbrechmoment
- Gleiche Anzugsmoment und Spannlänge, kleinere Festigkeitsklasse größeres Losbrechmoment, aber nicht offensichtlich
- Mit kleines Anzugsmoment, z.B. 5 Nm, wegen der Klemmteil der Sechskantmutter DIN 982 wird das Losbrechmoment mehr als 5 Nm
- Größeres Anzugsmoment, weniger offensichtliche Wirkung der Klemmteil

5.4.2 Auswirkungen der Klemmmutter

Verleich 1B und 2

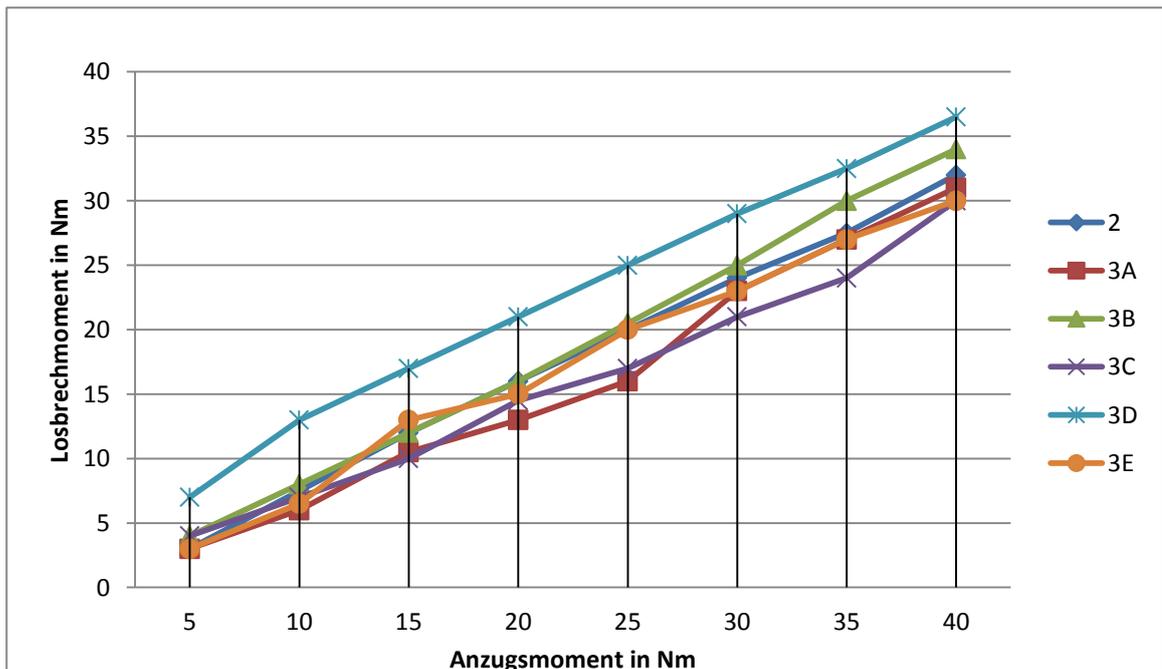


Dia. 11 : Schraube L = 75 mm in Experimente 1B und 2

- Gleiche Spannlänge und Anzugsmoment, Sechskantmutter mit Klemmteil gibt es größeres Losbrechmoment

5.4.3 Auswirkungen der Sicherungselemente

Vergleich 3A, 3B, 3C, 3D und 3E



Dia. 12 : Schraube L = 75 mm in Experimente 2, 3A, 3B, 3C, 3D und 3E

- NORD LOCK Keilscheibensicherungspaar gibt es größere Wirksamkeit als anderen Sicherungselemente
- Spanscheibe gibt es auch wenige Wirksamkeit, aber nicht deutlich

6. Auswertung/Zusammenfassung

- I. Schraube DIN 931 M10X75 8.8
 Sechskantmutter DIN 934-M10
 $M_A = 30 \text{ Nm}$

Montagevorspannkraft	$F_M = 18,335 \text{ kN}$
Nachgiebigkeit der Schraube	$\delta_S = 1,865 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Schraubenverlängerung	$f_{SM} = 0,034 \text{ mm}$
Nachgiebigkeit der Bauteile	$\delta_B = 3,65 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Verkürzung der Bauteile	$f_{BM} = 0,067 \text{ mm}$
Vorspannkraftverlust	$F_Z = 1,723 \text{ kN}$
Vorspannkraft	$F_V = 16,612 \text{ kN}$
Restklemmkraft der Bauteile	$F_K = 3,322 \text{ kN}$
Betriebslängskraft	$F_A = 24,762 \text{ kN}$
Schraubenzusatzkraft in der Schraube	$F_{SA} = 11,472 \text{ kN}$
Flanschentlastungskraft in den Bauteilen	$F_{BA} = 13,29 \text{ kN}$
Größtkraft in der Schraube	$F_S = 28,084 \text{ kN}$

- II. Schraube DIN 931 M10X75 8.8
 Sechskantmutter DIN 934-M10
 $M_A = 25 \text{ Nm}$

Montagevorspannkraft	$F_M = 15,279 \text{ kN}$
Nachgiebigkeit der Schraube	$\delta_S = 1,865 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Schraubenverlängerung	$f_{SM} = 0,028 \text{ mm}$
Nachgiebigkeit der Bauteile	$\delta_B = 3,65 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Verkürzung der Bauteile	$f_{BM} = 0,056 \text{ mm}$
Vorspannkraftverlust	$F_Z = 1,723 \text{ kN}$
Vorspannkraft	$F_V = 13,557 \text{ kN}$
Restklemmkraft der Bauteile	$F_K = 2,711 \text{ kN}$
Betriebslängskraft	$F_A = 20,207 \text{ kN}$
Schraubenzusatzkraft in der Schraube	$F_{SA} = 9,362 \text{ kN}$
Flanschentlastungskraft in den Bauteilen	$F_{BA} = 10,845 \text{ kN}$
Größtkraft in der Schraube	$F_S = 22,918 \text{ kN}$

- III. Schraube DIN 931 M10X75 5.6
 Sechskantmutter DIN 934-M10
 $M_A = 25 \text{ Nm}$

Montagevorspannkraft	$F_M = 15,279 \text{ kN}$
Nachgiebigkeit der Schraube	$\delta_S = 1,865 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Schraubenverlängerung	$f_{SM} = 0,028 \text{ mm}$
Nachgiebigkeit der Bauteile	$\delta_B = 3,65 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Verkürzung der Bauteile	$f_{BM} = 0,056 \text{ mm}$
Vorspannkraftverlust	$F_Z = 1,723 \text{ kN}$
Vorspannkraft	$F_V = 13,557 \text{ kN}$
Restklemmkraft der Bauteile	$F_K = 2,711 \text{ kN}$
Betriebslängskraft	$F_A = 20,207 \text{ kN}$
Schraubenzusatzkraft in der Schraube	$F_{SA} = 9,362 \text{ kN}$
Flanscentlastungskraft in den Bauteilen	$F_{BA} = 10,845 \text{ kN}$
Größtkraft in der Schraube	$F_S = 22,918 \text{ kN}$

- IV. Schraube DIN 931 M10X55 8.8
 Sechskantmutter DIN 934-M10
 $M_A = 30 \text{ Nm}$

Montagevorspannkraft	$F_M = 18,335 \text{ kN}$
Nachgiebigkeit der Schraube	$\delta_S = 1,442 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Schraubenverlängerung	$f_{SM} = 0,026 \text{ mm}$
Nachgiebigkeit der Bauteile	$\delta_B = 2,437 * 10^{-6} \frac{\text{mm}}{\text{N}}$
Verkürzung der Bauteile	$f_{BM} = 0,045 \text{ mm}$
Vorspannkraftverlust	$F_Z = 2,449 \text{ kN}$
Vorspannkraft	$F_V = 15,886 \text{ kN}$
Restklemmkraft der Bauteile	$F_K = 3,177 \text{ kN}$
Betriebslängskraft	$F_A = 22,688 \text{ kN}$
Schraubenzusatzkraft in der Schraube	$F_{SA} = 9,979 \text{ kN}$
Flanscentlastungskraft in den Bauteilen	$F_{BA} = 12,709 \text{ kN}$
Größtkraft in der Schraube	$F_S = 25,865 \text{ kN}$

Vergleichen I und II

- Wenn $M_A < M_{Azul}$ und $F_M < F_{Mzul}$, größeres M_A größere Vorspannkraft usw.
- Um Nachgiebigkeit zu berechnen, spielt M_A keine Rolle

Vergleichen II und III

- Größere Festigkeitsklasse, größere M_{Azul} und F_{Mzul}
- Wenn $M_A < M_{Azul5.6}$, alles gleich

Vergleichen I und IV

- Längere Schraube, größere Nachgiebigkeit und größere Verformung
- Gleiche M_A und verschiedene Schraubenlänge, gleiche Montagvorspannkraft
- Gleiche M_A und verschiedene Schraubenlänge, größere Vorspannkraft und Innenkräfte

In dieser Versuch können wir zuerst die Grundlagen der Schraubenverbindung erkennen und verstehen, z.B. Definition der Anzugs- und Losbrechmoment.

Dann kommen die wichtigste Teile, Sicherungselemente. Durch einige Dokumente können wir die Eigenschaft und Normen der Sicherungselemente informieren. Anhand der Versuchsdaten wird die Wirksamkeit der Sicherungselemente ergeben. Danach können wir die Arbeitsprinzip und Anwendungsbereich untersuchen.

Durch die Berechnung mit MathCAD werden die innere Kräfte und Momente erreichen können. Und auch die Unterschied zwischen theoretische und praktische Werte sind sinnvoll.

Während der Versuch sollen wir die Einzelheit der Werkzeuge beobachten, z.B. Drehmomentschlüssel, und die Zeit für den Versuch kontrollieren.

Mit der Versuchsauswertung und Vergleichen können jede Faktoren oder Elemente Ihrer Einflüsse zeigen, um die Funktionen zu erklären. Das können die zukünftige Studium oder Arbeit helfen.

Literatur

- [1] Decker Maschinenelemente Funktion, Gestaltung und Berechnung, 16., neu bearbeitete Auflage
- [2] Decker Maschinenelemente Tabellen und Diagramme, 16., neu bearbeitete Auflage
- [3] Versuchsanleitung MG 200
- [4] VDI-Richtlinie 2230
- [5] DIN-Normen

Anhang

1. Deckblatt des Protokolls
2. Versuchsanleitung 04
3. Beispiel Berechnung mit MathCAD
4. Formel Vorlage



Praktikum Maschinenelemente II Losbrechmoment bei Schraubenverbindung

Protokoll

Versuch Nr. : 4

Datum:

Teilnehmer	Name	Vorname	SG
1			
2			
3			
4			

Variante			
Inhalt			
Datum der Abgabe		Signum	

Korrektur

Bemerkung			

Bewertung	<input type="checkbox"/> in Ordnung	<input type="checkbox"/> nicht in Ordnung
Datum		Unterschrift

 <p>HOCHSCHULE MITTWEIDA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	<p>Versuch 04 Losbrechmoment bei Schraubenverbindung Fakultät Maschinenbau</p>	<p>Fakultät MB Maschinenelemente II Prof. Matthes Dipl.-Ing. Weigend</p>
---	--	--

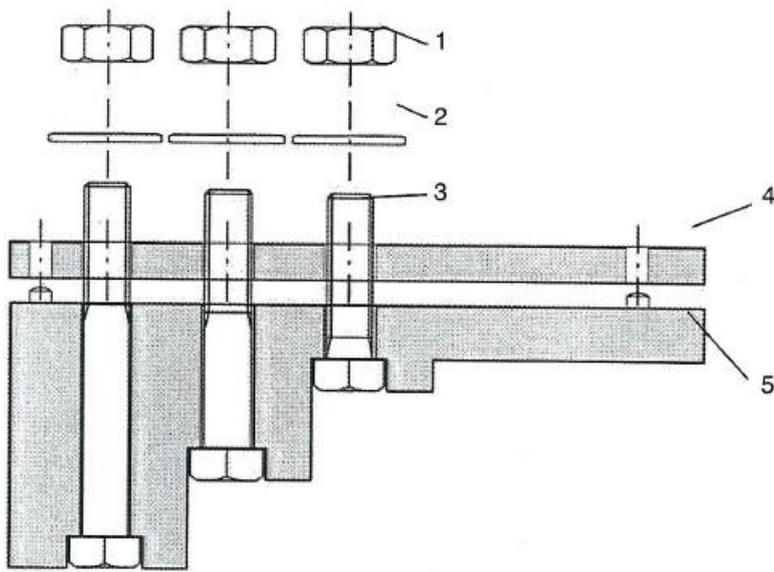
1.) Theoretische Grundlagen

- Schraubenverbindungen
Drucksteckschrauben, Einziehschrauben, Festigkeitsklassen, Anziehen von Schraubenverbindungen
- Schraubenformen
Sechskantschrauben, Zylinderschrauben mit Innensechskant, Zylinderschrauben mit Schlitz
- Schraubensicherungen
Setzsicherungen, Losdrehsicherungen
- Sicherungselement
Zahnscheibe, Spannscheibe, Federring usw.
- Anzugs- und Losbrechmoment

2.) Versuchseinrichtung

- MG 200
 - Schraube DIN 931 M10 FK 5.6 mit Länge 35mm 55mm und 75mm
 - Schraube DIN 931 M10 FK 8.8 mit Länge 35mm 55mm und 75mm
 - Sechskantmutter DIN 982 – M10
 - Sechskantmutter DIN 934 – M10
 - Federring DIN 127 - A10
 - Unterlegscheibe DIN 125 - B10,5
 - Zahnscheibe DIN 6797 - A10,5
 - Spannscheibe DIN 137 – A10
 - Drehmomentschlüssel, 0 ... 70 Nm
- Schraubstock
- Zusätzliche Sicherungselemente
 - NORD LOCK Keilscheibensicherungspaar
 - RIPP LOCK Sicherungsscheiben

Versuchsaufbau



- 1 Mutter
- 2 Unterlegscheibe oder Schraubensicherungselement
- 3 Schraube
- 4 Unterblech
- 5 Gegenhalter

Abb. 1 : Montage der Versuchsbestandteile

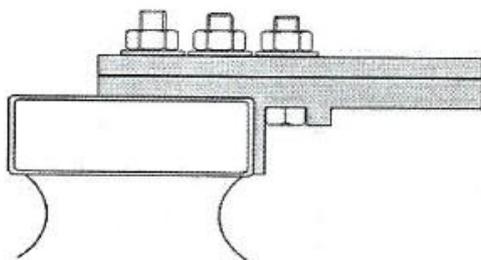


Abb. 2 : Anschließender Zustand der Versuchsgeräte

3.) Versuchsdurchführung

- Arbeitsblatt vorbereiten
Einzelteile gemäß Abb. 1 und 2 montieren und Vorrichtung in einen Schraubstock einspannen
- Muttern mit Hilfe von Drehmomentschlüssel und Steckschlüsseinsatz mit den angegebenen Anzugsmomenten festdrehen
- Muttern mit Hilfe des Drehmomentschlüssels wieder lösen und die erforderlichen Losbrechmomente notieren
- Experiment mit anderen Paare wiederholen
Beobachtungen diskutieren und interpretieren

	Schraube	Mutter	Sicherungselement
Experiment 1A	Schraube DIN 931 M10 5.6	Sechskantmutter DIN 982 – M10	ohne
Experiment 1B	Schraube DIN 931 M10 8.8	Sechskantmutter DIN 982 – M10	ohne
Experiment 2	Schraube DIN 931 M10 8.8	Sechskantmutter DIN 934 – M10	ohne
Experiment 3A	Schraube DIN 931 M10 8.8	Sechskantmutter DIN 934 – M10	Federring DIN 127 - A10
Experiment 3B	Schraube DIN 931 M10 8.8	Sechskantmutter DIN 934 – M10	Spannscheibe DIN 137 – A10
Experiment 3C	Schraube DIN 931 M10 8.8	Sechskantmutter DIN 934 – M10	Zahnscheibe DIN 6797 - A10,5
Experiment 3D	Schraube DIN 931 M10 8.8	Sechskantmutter DIN 934 – M10	NORD LOCK Keilscheibensicherungs- paar
Experiment 3E	Schraube DIN 931 M10 8.8	Sechskantmutter DIN 934 – M10	RIPP LOCK Sicherungsscheiben

4.) Gesucht

- Untersuchung des Anzugs- und Losbrechmomentes von Schrauben
- Auswirkung der Festigkeitsklassen von Schrauben
- Einfluß der Spannlänge
- Art der Mutter
- Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener Schraubensicherungen
- Daten als Diagramm erstellen
- Berechnung mit Mathcad
- Ergebnisse auswerten und vergleichen

5.) Literatur

- Skript ME 2 Kap.9
- VDI-Richtlinie 2230
- DIN-Normen

Arbeitsblatt MG 200											
				V1	V2	V3					
Festigkeitsklasse der verwendeten Schraube :		5.6									
		8.8									
Verwendete Sechskantmutter :		DIN 982									
		DIN 934									
Verwendete Schraubensicherung :		Federring DIN 127									
		Spannscheibe DIN 137									
		Zahnscheibe DIN 6797									
		RIPP LOCK									
		NORD LOCK									
		Keine									
Schraube L = 75 mm				Schraube L = 55 mm				Schraube L = 35 mm			
Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm			Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm			Anzugs- moment in Nm	Losbrech- moment in Nm		
	V1	V2	V3		V1	V2	V3		V1	V2	V3
5				5				5			
10				10				10			
15				15				15			
20				20				20			
25				25				25			
30				30				30			
35				35				35			
40				40				40			

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.
