

Die richtige Wahl der Verbindungselemente in der Designphase

White Paper

Die richtige Wahl der Verbindungselemente in der Designphase

von Joe Tee

Engineering Manager
Bossard Asia Pacific

www.bossard.com

Alle Rechte vorbehalten © 2024 Bossard

Die erwähnten Empfehlungen und Hinweise sind durch den Leser hinreichend zu überprüfen und für deren Anwendung als geeignet zu erklären. Änderungen vorbehalten.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

DIE RICHTIGE WAHL DER VERBINDUNGSELEMENTE IN DER DESIGNPHASE

Vorwort

Das Whitepaper «Die richtige Wahl der Verbindungselemente in der Designphase» richtet sich hauptsächlich an Konstrukteur:innen im Maschinenbau, die in der Produktentwicklung tätig sind. Ziel ist es, wertvolle Einblicke zu vermitteln und Orientierungshilfen für Verantwortliche aus den verschiedensten Branchen zu geben – von Hochschulabsolvent:innen bis zu erfahrenen Fachleuten.

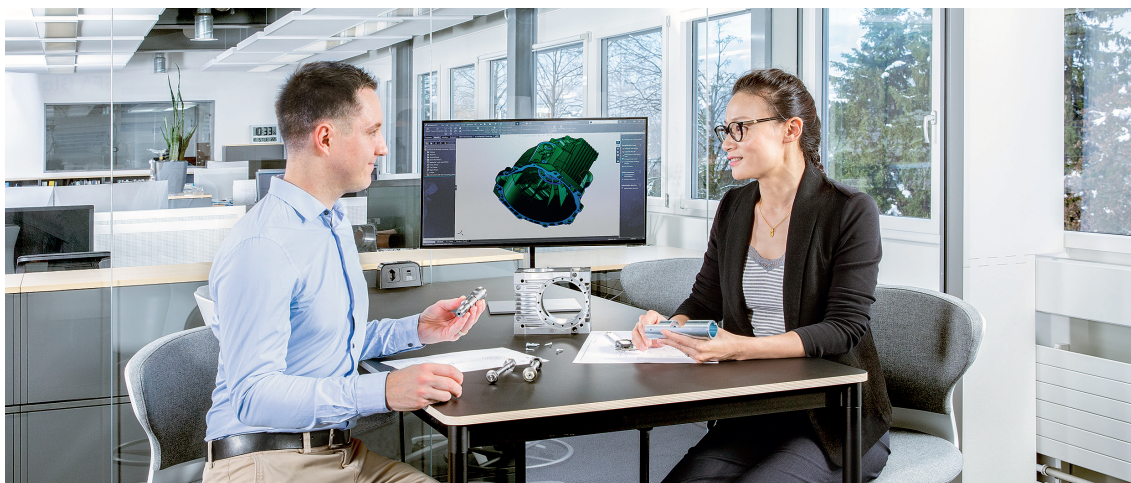
Jedes hier behandelte Thema, egal ob Anforderungen an die Funktion der Verbindungselemente oder deren Eigenschaften, könnte leicht ein eigenes Kapitel eines Fachbuches füllen. Dieses Whitepaper kann daher nur einen kompakten Überblick über dieses Thema bieten.

Konstrukteur:innen, die in der Produktentwicklung mit Verbindungselementen konfrontiert werden, verwenden oft frühere Entwürfe oder ähnliche Produkte als Referenz. Hat das Referenzprodukt jedoch bereits zahlreiche Änderungen und Anpassungen durchlaufen, ist die Auslegung der Verbindung möglicherweise nicht mehr zutreffend oder zeitgemäss. Daher empfiehlt es sich, die Entwicklungsanforderungen regelmässig neu zu bewerten.

Wer sich dabei nur auf Lösungen verlässt, die sich in ähnlichen, bestehenden Produkten finden lassen, übersieht möglicherweise wichtige Faktoren, die dort nicht berücksichtigt wurden.

Lösbare Verbindungselemente wie Schrauben und Muttern sollen in erster Linie die Montage und Wartung vereinfachen. Ansonsten können auch alternative Fügemethoden wie Kleben, Löten oder Schweißen geeignet sein.

In diesem Whitepaper möchten wir uns mit den Verfahren der Produktentwicklung als auch mit dem Entscheidungsprozess bei der Auswahl von Verbindungselementen befassen. Ziel ist es, die Produktivität zu steigern und gleichzeitig die damit verbundenen Risiken zu minimieren.



DIE RICHTIGE WAHL DER VERBINDUNGSELEMENTE IN DER DESIGNPHASE

Die Aufgabenstellung

Bei der Auswahl der richtigen Verbindungselemente kommt es auf eine sorgfältig ausgearbeitete Strategie an, die unterschiedliche Aspekte berücksichtigt. Um die Qualität und Effizienz der Konstruktion zu gewährleisten und darüber hinaus Einsparungen bei deren Herstellungs- und Prozesskosten zu ermöglichen, ist es wichtig, bereits von Anfang an sinnvolle Entscheidungen zu treffen.

Die Produktpalette, in der lösbare Verbindungselemente zum Einsatz kommen, reicht heute von Einwegprodukten bis hin zu Maschinen, die täglich instandgehalten werden müssen. Ein Spielzeug zum Beispiel dient oft dem Zweck, um eine Zeit lang Freude zu bereiten und dann entsorgt zu werden, ohne dass man sich hier strategisch viele Gedanken machen müsste. Im Gegensatz dazu muss ein Flugzeug, also ein Transportmittel, das Tausende von Passagiere von A nach B bringt, jedes Mal vor dem Start von Bodenpersonal und Crew gründlich überprüft und in festen Abständen gewartet werden.

Verbindungselementen wird oft keine Beachtung mehr geschenkt, sobald die wichtigsten Konstruktionsmerkmale festgelegt sind. Daraus können sich z. B. Einschränkungen hinsichtlich des verfügbaren Platzes ergeben, was den Bedarf an nicht standardmäßigen Befestigungselementen zur Folge hat, die in der Branche oft als «Sonderteile» bzw. «Zeichnungsteile» bezeichnet werden. Finden Spezifikationen von Verbindungselementen keine angemessene Beachtung, kann dies dazu führen, dass nach der Produktionsfreigabe eines neuen Produkts der Nutzen gering ist und Änderungswünsche mit hohen Kosten verbunden sind.

Die primäre Funktion von Produkten sicherstellen

Für die zuständigen Produktentwickler:innen gilt es in erster Linie sicherzustellen, dass das Produkt seine primären Funktionen erfüllt und – in enger Zusammenarbeit mit dem Produktmanagement – auch den Anforderungen des Marktes entspricht. Werden für die Montage Verbindungselemente benötigt, ist es wichtig, die grundlegenden Eigenschaften dieser Verbindungselemente zu berücksichtigen. Die nachfolgend genannten Informationen über die zu entwickelnden Produkte bieten in der Regel eine gute Ausgangsbasis:

- Materialtyp (z. B. Stahl, Aluminium, Verbundwerkstoff usw.)
- Materialarchitektur (z. B. Wabenstruktur, Sandwich usw.)
- Größe

Im nächsten Schritt ist es wichtig, die Angaben zu den notwendigen Verbindungselementen zu präzisieren. Dabei sollte die endgültige Verwendung des Produkts berücksichtigt werden und Kriterien, wie z. B. die Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit oder die Sicherheitsrelevanz der Verbindung. Daraus ergibt sich folgendes:

- Festigkeit des Verbindungselements
- Verbindungselementtyp
- Material- und Korrosionsmanagement

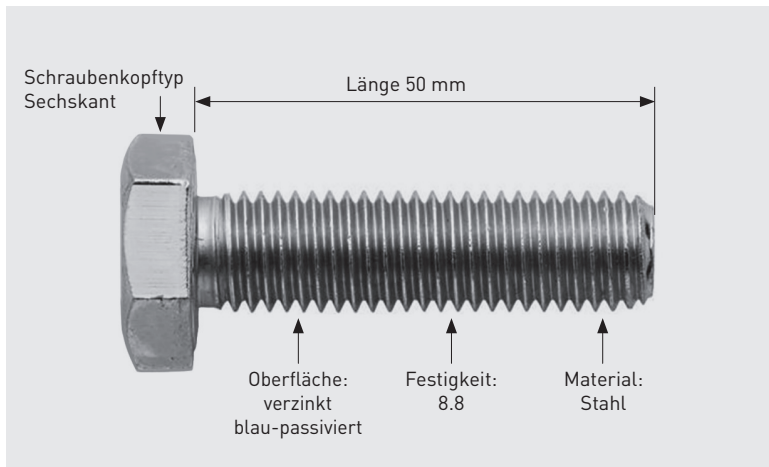


Abb. 1: Sechskantschraube (DIN 933 M10 x 50 mm), Festigkeitsklasse 8.8, verzinkt blau-passiviert

Abbildung 1 zeigt eine hinreichend detaillierte Beschreibung eines Verbindungselements, die für den Lieferanten eindeutig ist und die Einkaufsabteilung für Beschaffungszwecke verwenden kann. Diese grafische Darstellung gibt einen umfassenden Überblick über eine Sechskantschraube. Ein weit verbreiteter Irrtum beim Verweis auf Industrienormen wie hier die DIN 933 ist, dass sie eine vollständige Beschreibung der Anforderungen an Verbindungselemente enthält. So beschreibt die DIN 933 zwar, wie das Verbindungselement im Allgemeinen aussieht, über seine Festigkeit oder seine Beschichtung wird jedoch nichts ausgesagt.

Weitere Überlegungen

In vielen Fällen sind für folgende Punkte noch zusätzliche Vorgaben notwendig:

- Beschichtung
- Festigkeitsklassen/-eigenschaften
- Gesetzliche Vorschriften wie die Richtlinien RoHS, REACH und WEEE
- Serienfertigung
- Einfache Wartung
- Sicherheit und Risiken (z. B. Lockerung)
- Nachhaltigkeitsaspekte

Tools zur Unterstützung – CAD-Suite von Bossard und technischer Teil (T-Teil)

Standardmäßige Produktinformationen und Zeichnungen stehen in Katalogen zur Verfügung. Darüber hinaus stellt Bossard dort umfangreiche technische Details bereit und sämtliche Verbindungselemente sind mit klaren technischen Informationen versehen. Im technischen Teil (T-Teil) hebt Bossard relevante Industrienormen, Anforderungen und Anwendungsinformationen hervor.

Die CAD-Suite ist ein Online-Tool mit umfassender Funktionalität. Die Abbildungen unten zeigen als Beispiel eine Innensechskantschraube BN 1392 mit einem Flansch M8 x 30 mm, 12.9 aus Stahl, brüniert, geölt.

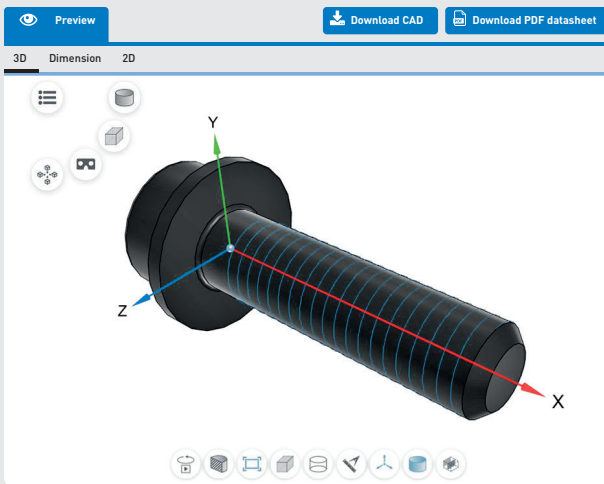


Abb. 2: Vorschau, die vergrößert werden kann

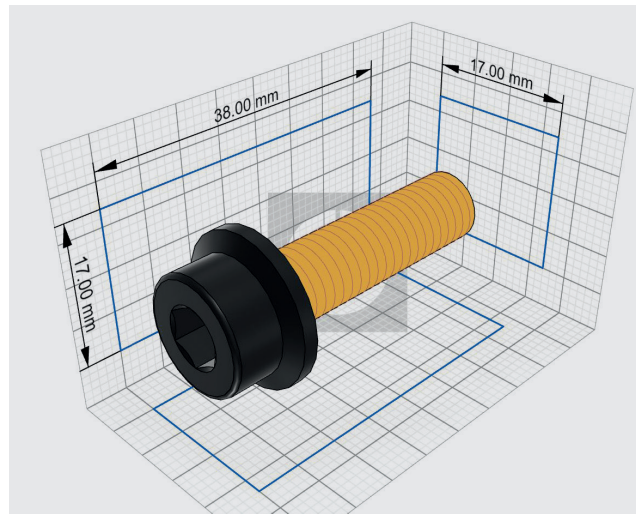


Abb. 3: Messfunktionen

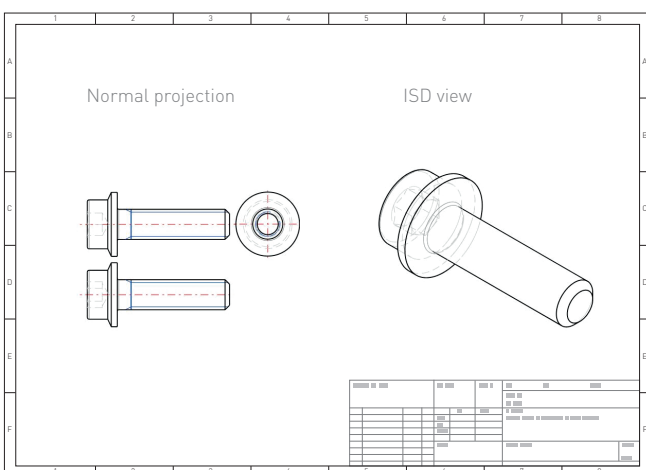


Abb. 4: Darstellung in 2D, z. B. drei Ansichten mit isometrischer Zeichnung im Rahmen (DIN)

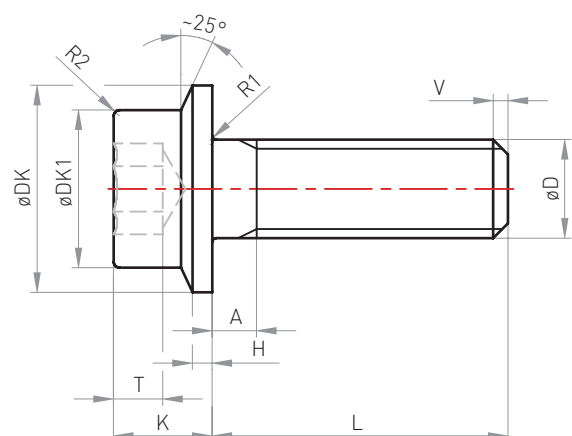


Abb. 5: Bemessung (z. B. Vorderansicht)

Die Auswahl von Verbindungselementen ist häufig ein iterativer Entscheidungsprozess. Wichtig hierbei ist es, dass die Festlegung über die späteren Montageprozesse bereits in einer möglichst frühen Phase der Entwicklung zu treffen, und nicht an deren Ende, wenn beispielsweise das verbleibende Platzangebot knapp werden könnte. Die Kenntnis der relevanten Fertigungsszenarien, ist eine wichtige Voraussetzung, um an dieser Stelle fundierte Entscheidungen treffen zu können. Hierzu gehören Faktoren wie die Verfügbarkeit von Werkzeugen, Kapazitätsengpässe und Kalibrierungsprozesse.

Bestimmte Verbindungselemente, wie sie beispielsweise in elektrisch betriebenen Produkten zum Einsatz kommen, sind so gestaltet, dass sie vielseitig einsetzbar sind und sowohl den Anforderungen an die Serienfertigung als auch an die Wartung gerecht werden. Abbildung 9 zeigt ein typisches Beispiel für ein solches Verbindungselement. Die Aussparung für die Montage von Verbindungselementen ist so konzipiert, dass eine effiziente Montage in der Serienfertigung möglich ist, aber auch so, dass Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden können, falls das passende Werkzeug nicht rechtzeitig verfügbar steht. Eine kleine Münze kann in solchen Fällen ein einfaches und praktisches Hilfsmittel sein.

Grundregeln der Verschraubung

- Verbindungselemente müssen hinsichtlich Materialgüte und mechanischer Eigenschaften immer von gleicher oder höherer Qualität sein als die zu verbindenden Teile.
- Schraubverbindungen dürfen niemals das schwächste Glied der Baugruppe sein und ihre strukturelle Integrität muss erhalten bleiben.
- Verbaute Verbindungselemente sollten immer überprüfbar sein und im Bedarfsfall ausgetauscht werden können.

Verbindungselemente haben in erster Linie die Aufgabe, zwei Teile sicher miteinander zu verbinden und bei Bedarf die Wartung zu erleichtern, ohne dass diese zu kompliziert wird oder mit zusätzlichen Aufwendungen verbunden ist. Daher sollte man vermeiden, einfache Standard-Verbindungselemente für zusätzliche Aufgaben, wie z. B. der Aufnahme von Scherlasten, der Funktion als Positionierhilfe oder als Flüssigkeitsöffnung einzusetzen.

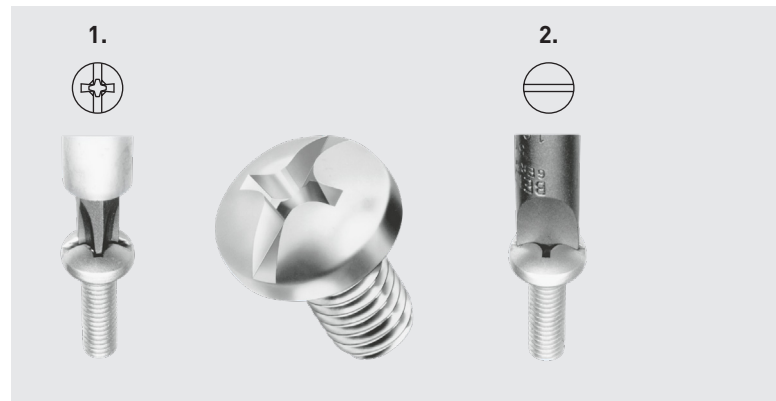


Abb. 9: Kreuzschlitzschraube «Freedriv» in H-Form mit Schlitz

Um solche spezifischen Anforderungen zu erfüllen, sind eine Vielzahl designierter Produktlösungen verfügbar, die als separate Komponenten oder Einheiten betrachtet werden sollten.

Werden die Anforderungen an Verbindungselemente in der Entwicklungsphase nicht bedacht oder nicht ausreichend berücksichtigt, kann dies zwar zunächst einen kleinen Vorteil bringen, häufig sind aber auch kostspielige Änderungsanträge die Folge, sobald ein neues Produkt in die Serienfertigung geht oder sogar bereits auf dem Markt ist. Im Kosten-Nutzen-Diagramm wird dies veranschaulicht. Werden bereits bei der Entwicklung umfassende Überlegungen angestellt, können unnötige Änderungen und langfristige Kosten vermieden werden. Dies gilt auch für Verbindungslösungen.

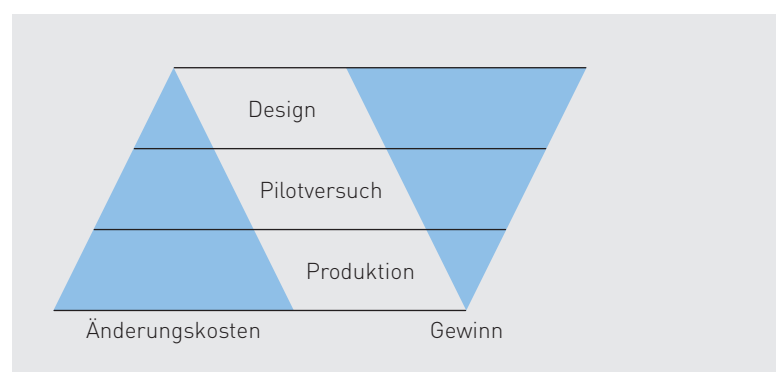


Abb. 10: Mit fortschreitendem Prozess steigen die Änderungskosten und der Nutzen verringert sich.

DIE RICHTIGE WAHL DER VERBINDUNGSELEMENTE IN DER DESIGNPHASE

Verfügbarkeit

Seit Jahrzehnten werden Verbindungselemente in der Industrie als technische Lösung eingesetzt. Ein wichtiger Aspekt bei der Auswahl von Verbindungselementen ist die Verfügbarkeit, die sich sowohl auf die Kosteneffizienz als auch auf die allgemeine Produktqualität auswirken kann.

In der Praxis ist es in der Regel sinnvoll, sich zunächst nach Standard-Verbindungselementen umzusehen. Dieser Ansatz bietet zahlreiche Vorteile: sorgfältig dokumentierte Eigenschaften, breite Verfügbarkeit, eine Vielzahl von Lieferanten, kurze Lieferzeiten und Austauschbarkeit, um nur einige Beispiele zu nennen. Natürlich gibt es auch immer wieder Fälle, in denen Zeichnungsteile die bessere Wahl sind. Praxis und Erfahrung haben jedoch gezeigt, dass bei der Verwendung von üblicherweise kaltumgeformten Standardteilen gegenüber häufig zerspannten Zeichnungsteilen bis zu 70% an Ausgangsmaterial eingespart werden können. Und dabei sind noch keine Umweltkosten inbegriffen.

Ein weiterer, oft übersehener, Vorteil bei der Verwendung genormter Verbindungselemente ergibt sich im Falle notwendiger technischer Änderungen. Häufig spielen Ingenieur:innen die Notwendigkeit von Änderungsvermerken für Verbindungselemente herunter, da sie es als ein teures Verfahren für eine kostengünstige Komponente betrachten. Dennoch sind diese Prozesse anzuwenden und die damit verbundenen Kosten sind unabhängig von den Kosten der Verbindungselemente zu betrachten. So entsteht ein Dilemma, da Ingenieur:innen in der Designphase die Auswirkungen von späteren Änderungsvermerken auf ihre Projekte möglicherweise unterschätzen, gerade wenn es um scheinbar unbedeutende Komponenten wie Verbindungselemente geht. Bei der Verwendung genormter Verbindungselemente ist stets die aktuelle Normenausgabe gültig, so dass dort eingeflossene Änderungen automatisch gelten und dafür keine Änderungsvermerke nötig sind.

Die Herausforderungen bei der Beschaffung von Verbindungselementen meistern

Verbindungselemente aus einer zuverlässigen Quelle zu beziehen, kann herausfordernd sein. Dabei ist es nicht immer die beste Lösung, sich allein auf die Kosten als pragmatische Messgröße zu verlassen. Bei einmaligen Anschaffungen mag das vielleicht funktionieren, für wiederkehrende Lieferungen ist eine beständige und zuverlässige Quelle jedoch unerlässlich.

Entwicklungsingenieur:innen sollten auch bedenken, dass sich die Produkte, die beim Prototyping verwendet werden, oft von denen unterscheiden, die in der Serienfertigung eingesetzt werden. Die Vorlaufzeiten für die Beschaffung dieser Serienprodukte können zu Abweichungen führen und zusätzliche Werkzeugkosten verursachen.

Zu den Hauptaufgaben von Entwicklungsingenieur:innen gehört es nicht nur funktionell exzellente, sondern auch marktgerechte Produkte zu entwerfen. Hier gilt es, zwischen einem ansprechenden Design, einer effektiven Lösung und der Qualität der einzelnen Bauteile zu unterscheiden. Wenn die Bauteilqualität herausragend ist, die technische Lösung den Erwartungen jedoch nicht gerecht wird, besteht immer noch eine gewisse Erfolgschance. Wenn die Lösung gut, die Bauteilqualität aber unzureichend ist, können sich die Erfolgschancen drastisch verringern. Ein gutes Produkt darf nie durch minderwertige Teile aufs Spiel gesetzt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, den Entwicklungsingenieur:innen bedenken müssen, ist die Tatsache, dass ein Produkt oder eine Lösung, das / die am Entwicklungsstandort verfügbar ist, nicht unbedingt auch am Produktionsstandort für die Serienfertigung erhältlich ist. Der zusätzliche Beschaffungsaufwand muss unbedingt berücksichtigt werden.

Die nachfolgende Tabelle listet einige beispielhafte Unterschiede zwischen kaltumgeformten und mittels Zerspanung hergestellten Verbindungselemente auf. Obwohl offensichtlich, wird häufig übersehen, dass technologiebedingt die Stückkosten für zerspannte Verbindungselemente deutlich höher liegen. Für Entwicklungsingenieur:innen kann es sich durchaus lohnen, Zeit zu investieren und sorgfältig abzuwägen, ob kaltgepresste seriengefertigte Teile oder gedrehte Verbindungselemente verwendet werden sollen.

Spanabhebende Teileherstellung	Kaltgepresste Teileherstellung
Kleine Losgrößen	Min. Losgrößen 100 000 bis 300 000 Einheiten
Keine Kreuzschlitze	Hohe Produktionsrate
Komplexe Formen	Einfachere Formen (keine Hinterschnitte)
Scharfe Kanten	Keine scharfen Kanten
20 – 70 % Materialabfall	Nahezu kein Materialabfall

Ein Blick auf die Kosten zeigt, was für nahezu alle Branchen gilt. Die grafische Darstellung in Abbildung 11 verdeutlicht, welche Beschaffungskosten für ein Produkt anfallen. Eine für die Beschaffung durchgeführte ABC-Analyse zeigt, dass 5% der Kosten auf C-Teile entfallen, während die Beschaffungsaktivitäten bis zu 50% der Kosten ausmachen. Rechnet man die 5% auf die Gesamtbetriebskosten (TCO) des gesamten C-Teile-Prozesses um, so wird deutlich, dass 15% der Kosten auf den Preis des Verbindungselements selbst entfallen, während 85% der Gesamtkosten alle anderen Aktivitäten wie Entwicklung, Beschaffung, Prüfung, Lagerhaltung, Montage und Logistik umfassen.

Nicht immer sehen Entwicklungsingenieur:innen die angesprochenen Aspekte als ihre Hauptaufgaben an. Eine eindeutige Beschreibung der Verbindungselemente, basierend auf Industriestandards, kann den Beschaffungsprozess erheblich verbessern und Kosten vermeiden. Diese Vorgehensweise verbessert auch die Verfügbarkeit der Verbindungselemente, erhöht die Effizienz und schafft geringere Abhängigkeiten.

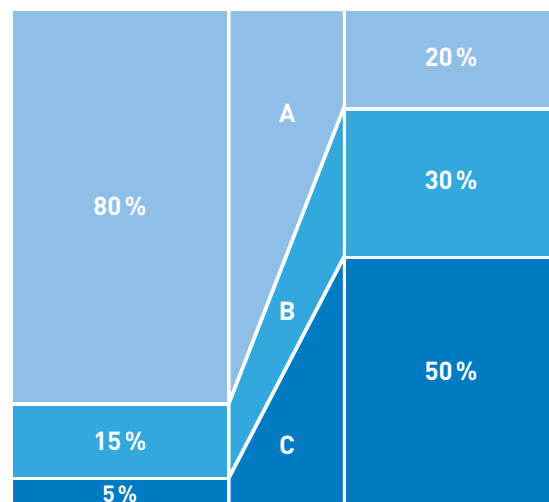


Abb. 11: Teilekosten vs. Beschaffungskosten
A-Teile: hoher Wert, geringe Stückzahlen, niedrige Beschaffungskosten; C-Teile: geringer Wert, große Stückzahlen, hohe Beschaffungskosten

DIE RICHTIGE WAHL DER VERBINDUNGSELEMENTE IN DER DESIGNPHASE

Die Entscheidung

Sobald die Auswahl der Verbindungselemente für die jeweilige Anwendung unter Einhaltung der gängigen Regeln der Verbindungstechnik sowie unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten und der Verfügbarkeit getroffen ist, werden die Verbindungselemente vor der Freigabe in der Regel umfangreichen Tests unterzogen, um die Auswahl zu validieren und die endgültige Entscheidung zu treffen.

Eine zuverlässige, unabhängige und normenkonforme Qualitätssicherung ist Voraussetzung für die richtige Auswahl von Verbindungselementen und gewährleistet eine gleichbleibend hohe Produktqualität. Dank der Fortschritte in der Softwareentwicklung und der Erhöhung der Rechenleistung können die Testverfahren heute auf ein Minimum reduziert werden. Dennoch kann es vorkommen, dass notwendige Testreihen aufgrund der Notwendigkeit einer schnellen Markteinführung des Produktes gefährdet sind.

Die Auswahl notwendiger Tests

Bestimmte Verbindungselemente erfordern bestimmte Testreihen, um die optimalen Parameter für die Montage zu ermitteln. Dies gilt zum Beispiel für gewindeformende Schrauben. Da die verschiedenen Materialien, Schraubentypen, Einschraubtiefen, Lochgeometrien und weiteren Parameter keine allgemeingültige Aussage über Drehmomente zulassen, sind für eine prozesssichere Verschraubung anwendungsspezifische Drehmomentanalysen unerlässlich.



Abb. 12: Anwendungstechnische Prüfung



Abb. 14: Drehmomentanalyse

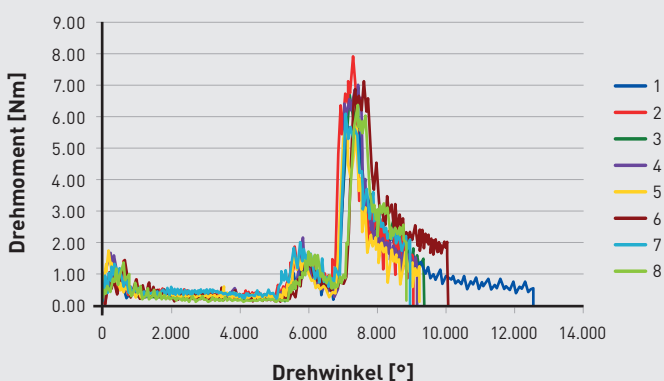


Abb. 13: Technisch optimale Drehmoment/Drehwinkel-Kurven

Einen möglichen Simulationstest für die Überprüfung der Produktmontage bietet der Junker-Vibrations-test. Dieser Test erlaubt den Vergleich verschiedener Verbindungselemente und deren Fähigkeit, die Vorspannkraft unter extremen dynamischen Belastungen zu erhalten, in nur 30 Sekunden. Dieser Test wird mit einer dynamischen Querbelastung durchgeführt. Die daraus resultierenden Ergebnisse liefern den Entwicklungsingenieur:innen Informationen über die Sicherheit der Konstruktion und die Wirkung der ausgewählten Verbindungselemente.

Zu den sicher schwierigsten Aufgaben von Entwicklungsingenieur:innen gehört es, die Lebensdauer eines Produktes unter dem Einfluss von Korrosionsvorgängen zu bewerten. Oder anders ausgedrückt: Wie lange funktioniert das fertig montierte Produkt, bevor die eintretende Korrosion zu einer Fehlfunktion führt? Edelstahl ist zwar eine unkomplizierte Lösung, in Anbetracht des aktuellen ökonomischen Umfelds wird der Einsatz von Edelstahl zur Einsparung von Kosten jedoch häufig in Frage gestellt. Die Suche nach einer idealen Lösung für die bestmögliche Korrosionsbeständigkeit von Kohlenstoffstahl ist eine Herausforderung, und das potenzielle Risiko von Wasserstoffversprödung bei der Beschichtung hochfester Kohlenstoffstähle muss sorgfältig betrachtet werden.

Darüber hinaus können auch Toleranzthemen wie die Unterdimensionierung von Schrauben (z.B. Abb. 16) oder die Überdimensionierung von Muttern (z.B. Abb. 17) zur Anpassung an Korrosionsschutzlösungen die Festigkeit des Verbindungselements beeinträchtigen. Wichtig ist es also, alle diese Faktoren in ein gesundes Gleichgewicht zu bringen.

Kundenfeedback ist eine wertvolle Informationsquelle, um Produktschwächen zu erkennen und Produktverbesserungen schnell umzusetzen.

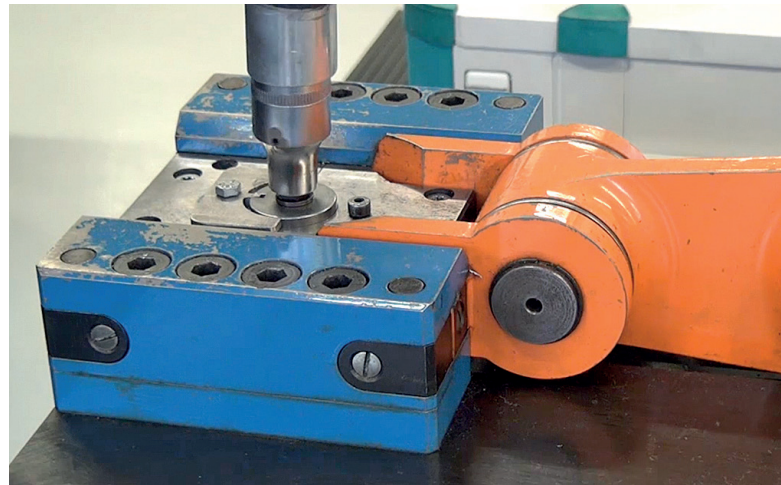


Abb. 15: Junker-Vibrationstest

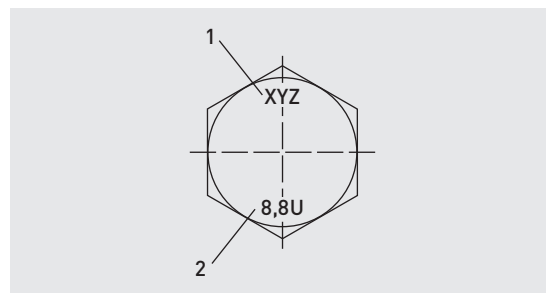


Abb. 16: Beispiel der Kennzeichnung feuerverzinkter Gewidemuttern und -schrauben vor Aufbringen des Überzugs mit Gewindeuntermass gemäss Toleranz 6az

- 1) Herstellerkennzeichen
- 2) Festigkeitsklasse und zusätzliche Markierung

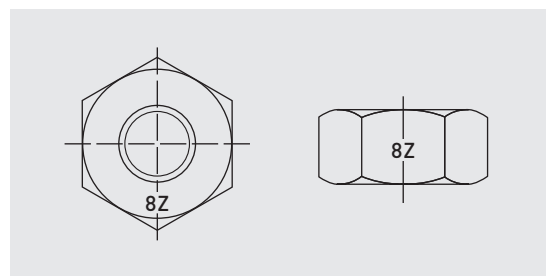


Abb. 17: Beispiel der Kennzeichnung feuerverzinkter Gewidemuttern nach Aufbringen des Überzugs mit Gewindeübermass gemäss Toleranz 6AZ.

DIE RICHTIGE WAHL DER VERBINDUNGSELEMENTE IN DER DESIGNPHASE

Zusammenfassung

Um die richtige Auswahl der Verbindungselemente sicherzustellen, sollte der notwendige Entscheidungsprozess in der Entwicklungsphase nicht an letzter Stelle stehen. Um mögliche Vorteile zu nutzen, müssen Fertigung und Endmontage bereits in einem frühen Stadium detailliert betrachtet werden, und zwar bevor der Entwurf fertiggestellt ist und das Produkt in die Serienfertigung übergeben wird.

Die Entscheidung über die Auswahl von Verbindungselementen für eine bestimmte Anwendung ist nicht immer so einfach, wie vielleicht ursprünglich gedacht. Es ist vielmehr ein iterativer Prozess. Da wir von C-Teilen sprechen, könnte man annehmen, dass der Preis der Verbindungselemente die entscheidende Größe ist. Konzentriert man sich jedoch ausschließlich auf den Preis der einzelnen Verbindungselemente, bleiben die Prozesskosten für Beschaffung, Lagerung, Montage usw. unberücksichtigt. Die aus der Auswahl der Verbindungselemente resultierenden Auswirkungen auf die langfristige Produktqualität sowie auf die Montage- und Kosteneffizienz dürfen jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Die Definition klarer Ziele und Festlegung eindeutiger Verbindungskriterien und -merkmale, ermöglicht die Definition klarer Richtlinien für schnellere Designentscheidungen, was letztlich die Markteinführung beschleunigen kann.

Die Entscheidung für ein Design, das die Verwendung von Verbindungselementen nach Industriestandard erlaubt, erleichtert deren Verfügbarkeit und Austauschbarkeit und sorgt schließlich dafür, dass die Kosten langfristig optimiert werden können. Vor allem bei Spezialteilen empfiehlt es sich, einen Lieferanten für Verbindungselemente auszuwählen,

der nicht nur beim Design der Verbindungen und Verbindungselemente unterstützt, sondern auch bei der Bereitstellung von Prototypen und bei der Durchführung von Tests, um ein einheitliches Qualitätsniveau zu gewährleisten.

Wissenswertes über Verbindungstechnik – das sollten Sie bei der Auswahl von Verbindungselementen beachten

1. Es gibt keine billigen oder teuren Verbindungselemente oder Oberflächenbehandlungen
2. Es gibt nur kosteneffiziente Entwicklungen, Lösungen und Methoden
3. Das billigste Verbindungselement kann Sie teuer zu stehen kommen!

Über Bossard Engineering-Dienstleistungen

Bossard bietet Entwicklungsingenieur:innen zahlreiche Engineering-Dienstleistungen und Unterstützung an. Wir helfen unseren Kund:innen, bereits bei der Entwicklung ihrer Produkte die richtigen Entscheidungen im Hinblick auf die passende Verbindungslösung zu treffen.

- Wir finden gemeinsam heraus, welche Verbindungstechnologie am besten zu Ihren Anforderungen passt.
- Wir definieren eine Strategie für die Verbindung Ihrer Anwendung, mit der Sie Ihren Entwicklungsprozess beschleunigen können.
- Wir unterstützen Sie dabei, spezifische Verbindungselemente und Befestigungsverbindungen zu wählen oder zu entwerfen und zu prüfen, um die Qualität und Sicherheit Ihrer Anwendung zu gewährleisten.
- Wir helfen Ihnen dabei, die Vielfalt der Verbindungselemente in Ihrem Produkt zu reduzieren und so die Stückkosten zu optimieren.

Bossard bietet folgende Tools an

Informieren Sie sich über unsere praktischen Online-Rechner und stöbern Sie im technischen Teil.





Wenn Sie weitere Unterstützung bei der Auswahl von Verbindungselementen oder bei Ihrem Entwicklungsprozess benötigen, besuchen Sie bitte unsere Kontaktseite unter www.bossard.com und sprechen Sie mit einem oder einer Bossard Kundendienstmitarbeitenden in Ihrer Nähe.