

# Produktionsoptimierung in der Schraubtechnik



Atlas Copco

# Inhalt

Vorwort	3
Leitfadenerstellung	4
Prozessoptimierung	6
Programmoptimierung	8
Projektplanung	10
Reibwertermittlung	12
Schraubfallanalyse	14
Trainings gemäß VDI/VDE 2637 Blatt 1	16
Unsere Know-how-Trainings	17



## Nicht verpassen!

Werfen Sie einen Blick hinter die Kulissen unseres Schraublabors und lernen Sie unseren Servicebereich zur Produktionsoptimierung kennen. Scannen Sie den QR-Code, um das Video anzuschauen.



# Wir optimieren Ihre Prozesse

Es gibt kaum ein Thema, welches so komplex ist und solch hohe qualitative Anforderungen stellt, wie das Thema Verschraubungstechnik. Selbst kleinste Fehler in der Schraubmontage können immens hohe Kosten verursachen. In vielen Fällen reichen jedoch bereits kleine Investitionen aus, um Ärger und hohe Folgekosten zu vermeiden.

## Hätten Sie beispielsweise gewusst, ...

- dass ein winkelüberwachtes Anzugsverfahren Verschraubungsfehler aufdeckt?
- dass Materialien und Beschichtungen die Verschraubungsqualität beeinflussen?
- welchen Reibungsfaktor Ihre Schrauben haben?
- welche Klemmkraft tatsächlich in Ihren Verbindungen steckt?

Diese Fakten stellen lediglich einen Bruchteil von Informationen dar, welche nötig sind, um einen sicheren Verschraubungsprozess zu gewährleisten.

Wir bei **Atlas Copco** verfügen über das Fachwissen, sowie über die technischen und zeitlichen Möglichkeiten, um Ihre Montageprozesse nach individuellen Bedürfnissen abzusichern und zu optimieren. Haben Sie Schwierigkeiten mit Ihren Schraubverbindungen? Benötigen Sie Unterstützung bei neuen Projekten oder Produkteinführungen?

Ganz gleich, welches Anliegen Sie haben:

- Simultaneous Engineering,
- Schraubfallgestaltung und -Simulation,
- Training,
- Analysen,
- Prozessplanung,
- Ihr individuelles Anliegen.

**Wir begleiten Sie als strategischer Partner bei der Lösungsfindung!**

# Leitfadenerstellung

Setzen Sie Ihren Standard für gleichbleibende Qualität. Richtlinien in der Schraubtechnik (z. B. VDI/VDE 2862) stellen eine technologieübergreifende Grundlage für den Einsatz von Schraubsystemen und -Werkzeugen, sowie systematische Prüfprozesse bereit. Anhand der jeweiligen Anwendungsfälle im Montageprozess wird ein individueller Standard erarbeitet und implementiert. Mit einer professionellen und **partnerschaftlichen Unterstützung** begleiten wir Sie bei diesem Prozess schrittweise.

Die Leitfadenerstellung setzt sich dabei aus folgenden Modulen zusammen:

## 1. Einführung:

Im Rahmen eines Projekt-Kick-Offs werden relevante Themen der Schraubtechnik besprochen, um ein gemeinsames Verständnis zu schaffen.

## 2. Soll-/Ist-Prozess:

Ist-Aufnahme und Ermittlung von Abweichungen zum Soll-Prozess, Erstellung eines Leistungskataloges.

## 3. Produktentstehung:

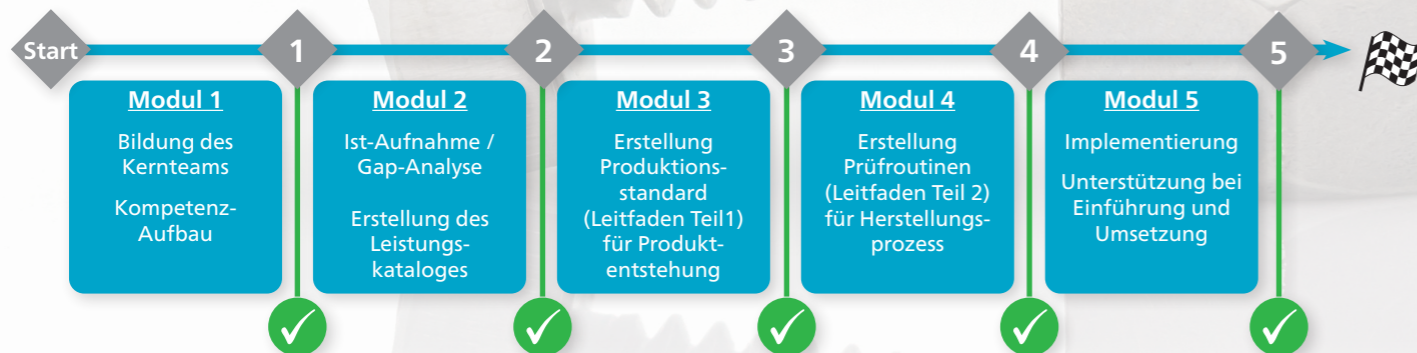
Auslegung, Validierung und Klassifizierung von Schraubfällen zur Ermittlung der richtigen Produktionsstrategie.

## 4. Herstellungsprozess:

Festlegung von Prüfroutinen für Werkzeuge und Prozesse, sowie die Bestimmung geeigneter Messmittel und Messmittelverfahren.

## 5. Produktionsstandard:

Umsetzung der definierten Vorgehensweise in den einzelnen Fachabteilungen.



# Fallbeispiel: Leitfaden für Schraubverbindungen



## Ausgangssituation des Kunden:

- Hohe Nacharbeitskosten im Feld durch lösende Schraubverbindungen
- Drohendes Gerichtsverfahren im Rahmen des Produkthaftungsgesetzes (ProdHaftG)
- Kunde musste Qualitätsoffensive starten



## Aufgabe:

- Klare Anforderungen und Vorgehensweisen zur Erstellung von Schraubverbindungen schaffen
- Abteilungsübergreifenden Standard schaffen
- Prozesse richtlinienkonform gestalten
- Absicherung gegenüber den Anforderungen des ProdHaftG



## Umfang:

- In einem mehrmonatigen Prozess wurden die fünf Module zur Richtlinienerstellung durchlaufen
- Zur Sicherstellung der Qualität wurde eine Prozessfähigkeitsuntersuchung (PFU), inklusive der passenden Messmittel, in den Produktionsprozess integriert
- Der Werkzeugbestand des Kunden wurde um weitere gesteuerte Schraubtechnik ergänzt



## Ergebnis:

- Bewiesenermaßen sicheres Produkt
- Standardisierte Prozesse von der Produktentstehung bis zur Fertigung
- Wirtschaftliche Vorgehensweisen - speziell auf das Unternehmen zugeschnitten



# Prozessoptimierung

Mit uns haben Sie die Möglichkeit, unentdecktes Potenzial in Ihrer Produktionslinie zu nutzen. Unser Experten-Team durchleuchtet Ihre gesamte Fertigung - vom ersten bis zum letzten Produktionsschritt.

Wir decken bisher verborgene Optimierungsmöglichkeiten auf und unterstützen Sie dabei, Ihre bestehende Produktion hinsichtlich **Qualität** und **Effizienz** zu perfektionieren.

## Vorgehensweise:

Basierend auf einem Qualitätscheck (z. B. Weiterdrehmoment) erfassen wir den realen Zustand Ihrer Schraubverbindungen.

- Anhand weiterer Leistungen, wie z. B. Maschinen-/ Prozessfähigkeitsuntersuchungen oder Fließdruckmessungen, erhalten wir Informationen bezüglich Qualitätsstatus und Werkzeugeffizienz und bekommen somit einen Gesamtüberblick über Ihre individuelle Situation.
- Wir ermitteln die erforderlichen Fakten, um Sie bei der Verbesserung Ihrer Produktion optimal zu beraten.

## Präsentation der Ergebnisse:

Nach der Analyse nehmen wir uns die Zeit, Ihnen die erworbenen Daten und Resultate anschaulich zu erläutern.

- Hierzu fassen wir alle unsere Ergebnisse und Vorschläge in einem Report zusammen. Zudem erarbeiten wir eine strukturierte Präsentation.
- Nach der Präsentation unserer Lösungsvorschläge besprechen wir mit Ihnen, wie wir Sie bei der Optimierung Ihrer Produktionslinie unterstützen dürfen.

# Fallbeispiel: Parameter und Prozessoptimierung beim Kunden



## Ausgangssituation des Kunden:

- Hochwertiges Schraubequipment ist beim Kunden vorhanden. Nur das Nötigste ist parametrierbar.
- Bei sicherheitsrelevanten Schraubverbindungen werden Überwachungs- bzw. Zusatzparameter benötigt, um nach Stand der Technik arbeiten zu können (VDI 2862-1/2).



## Aufgabe:

- Optimierung der Parameter (Schraubgeschwindigkeit, Umschalt- punkt, Winkelüberwachung etc.)
- Fehleranalyse (Warum treten N.i.O.'s auf?)
- Bei Neuparametrierung wird die Qualität der Schraubkurven und der Schraubstelle überprüft und bewertet (Weiterdrehmoment bzw. Analyse der Schraubkurven)



## Umfang:

- Beratung der Verantwortlichen
- Weiterzugsmessung, um die Qualität der Schraubverbindung sicherzustellen
- Optimierung der kompletten Schraubparameter
- Analyse der vorhandenen Schraub- ergebnisse



## Ergebnis:

- Prozesssichere Schraubprozesse, die auch dem Stand der Wissenschaft und Technik entsprechen
- Zeitersparnis durch optimierte Schraubprozesse
- Qualitätssteigerung in der Schraubmontage
- Fehlererkennung bei beispielsweise Bauteilfehlern oder Fehlverschraubungen durch Werker
- Personal verfügt nun über wichtige Fachkenntnisse



# Programmoptimierung

Beim Einsatz eines drehmomentgesteuerten Anzugsverfahrens besteht das Risiko, dass Verschraubungsfehler nicht erkannt werden. Durch eine zusätzliche Winkelüberwachung helfen wir Ihnen dabei, dieses Risiko zu minimieren. Weiterhin erarbeiten wir Verbesserungsvorschläge, um den **maximalen Nutzen** aus Ihrer eingesetzten Schraubtechnik zu ziehen.

## Winkelüberwachtes Anziehen:

Winkelüberwachtes Anziehen bedeutet, dass die Schraubersteuerung, neben dem Zieldrehmoment, auch Drehwinkelgrenzen berücksichtigt.

Die Winkelgrenzen werden wie folgt ermittelt:

- Anhand gespeicherter Schraubergebnisse wird aus einer Vielzahl von Verschraubungen der jeweils erreichte Drehwinkel ermittelt.
- Durch eine statistische Auswertung der Ergebnisse entsteht eine Normalverteilungskurve.
- Mittels der Ergebnisse und der Normalverteilung werden nun die Winkelgrenzen klassifiziert.
- Die Ergebnisse und Auswertungen werden Ihnen allesamt in einem Diagramm anschaulich dargestellt.
- Nach Ihrer Freigabe übernehmen wir das Programmieren und die Kontrolle der ermittelten Grenzwerte.

## Fehler vermeiden :

Mit einem winkelüberwachten Anzugsverfahren können Verschraubungsfehler vermieden werden. Doch was bedeutet dies genau?

- Wird ausschließlich über Drehmoment angezogen, kann der Schrauber die Verschraubung auch dann als i.O. bewerten, wenn Mutter und Bauteil sich nicht berühren.
- Dies kann beispielsweise bei einem „Gewindefresser“ passieren. Das Zieldrehmoment wird dabei bereits vor dem Erreichen der Kopfauflage erfüllt. Der Schrauber schaltet fälschlicherweise mit einem i.O. ab.
- Mit der Winkelüberwachung werden solche Fehlverschraubungen erkannt und als N.i.O. bewertet.

# Fallbeispiel: Comfort Start für Micro Torque



## Ausgangssituation des Kunden:

- Geringe Kenntnis seitens des Kunden bezüglich des Zusammenspiels zwischen:
  - Schraubtechnik
  - Materialverbund (Kunststoff – Alu – Metall)
- Anzugsparameter verursachen zu hohe Ausfallraten



## Aufgabe:

- Schraubfallbezogene Abstimmung der Schraubsteuerung und -Werkzeuge
- Individuelle Prüfung und Definition von Sicherheitsfaktoren in Bezug auf selbst-furchende Schrauben



## Umfang:

- Comfort Start für alle möglichen Schraubsysteme
- Ermittlung einer prozesssicheren Parametrierung bezogen auf den Schraubfall
- Validierung der Ergebnisse



## Ergebnis:

- Kunde verfügt nun über ein modernes Schraubsystem inklusive neu ermittelter Schraubparameter, um den Schraubfall sicher zu verschrauben und Fehler mit der Drehwinkelüberwachung zu erkennen.
- Zudem kann nach Projektabschluss direkt mit der Montage des neuen Produktes begonnen werden.



# Projektplanung

Nutzen Sie unser Fachwissen, um Ihre Produktion von Anfang an auf höchstem Niveau in puncto Qualitätssicherheit, Ergonomie und Wirtschaftlichkeit aufzubauen.

Unser **Leistungsspektrum** umfasst unter anderem:

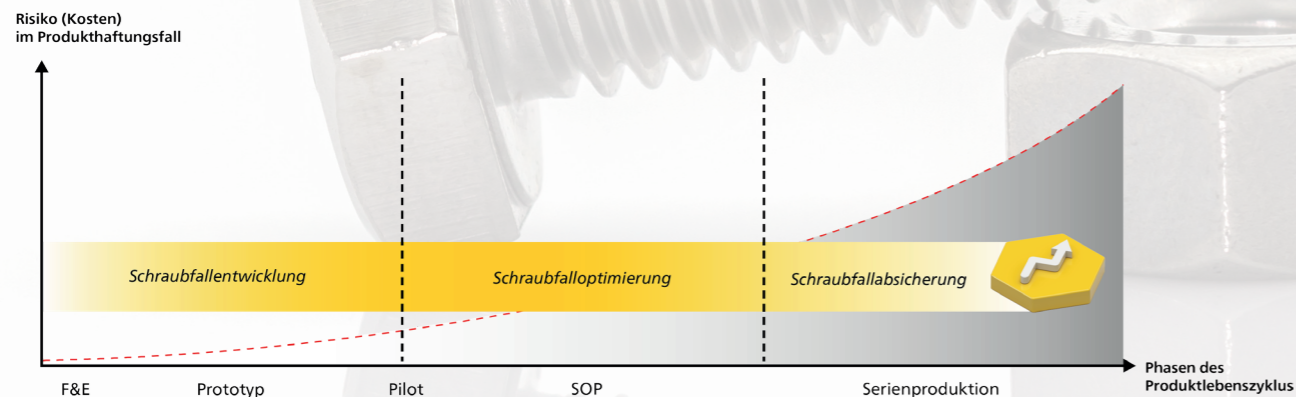
- die professionelle Konzepterstellung,
- die Installation, sowie die Inbetriebnahme.

Auch nach dem Produktionsstart bieten wir Ihnen persönlich zugeschnittene Serviceleistungen an.

## Layout-Planung:

Neben den Leistungen, welche wir auch bei bestehenden Produktionslinien erbringen, beraten wir Sie gerne bei der Erstellung Ihres Produktionslayouts.

- Für die Effizienz Ihrer Produktion ist es von besonderer Bedeutung, wie und in welcher Reihenfolge Ihre Betriebsmittel und Montageteile angeordnet sind.
- Neben der Ermittlung der optimalen Werkzeuge, Schrauben, Bauteile und Verschraubungsstrategien unterstützen wir Sie gerne bei der Gestaltung eines optimalen Produktionslayouts.
- Wir besprechen mit Ihnen die Ist-Situation und entwickeln einen auf Ihre Bedürfnisse abgestimmten Umsetzungsplan.
- Die Ergebnisse und Auswertungen werden Ihnen allesamt in einem Diagramm anschaulich dargestellt.
- Auch nach der Planungsphase bieten wir Ihnen Lösungen an. Wir begleiten Sie als Servicepartner, damit Sie Ihre Produktion auch in Zukunft prozesssicher und mit maximaler Verfügbarkeit betreiben können.



# Fallbeispiel: Neue Montagelinie



## Ausgangssituation des Kunden:

- Einführung eines neuen Fahrzeugmodells / einer neuen Fertigungslinie
- Planung zur vollumfänglichen Ausstattung der neuen Montagelinie bezüglich EC-Schraubtechnik zu 50% abgeschlossen
- Unvollständige Schraubstellenliste



## Aufgabe:

- Planung einer gesamten Montagelinie mit termingerechter Inbetriebnahme von circa 70 Schraubanlagen und 160 EC-Werkzeugen, sowie circa 350 Abschalterschrauben



## Umfang:

- Planungsunterstützung bei der Ausstattung der neuen Montagelinie bezüglich Schraubtechnik
- Erstellung einer detaillierten Schraubstellenliste, sowie einer schraubanlagen-spezifischen Parameterliste
- Betreuung des Inbetriebnahmeprozesses und der Prozessfreigaben
- Fachliche Beratung bei der Feinparametrierung von Schraubfällen



## Ergebnis:

- Detaillierte Planung der benötigten Schraubtechnik
- Termingerechte Lieferung und Inbetriebnahme



# Reibwertermittlung

Bei einer Verschraubung fließen im Normalfall lediglich 10% des eingebrachten Anzugsdrehmomentes in die Klemmkraft ein. Die restlichen 90% fließen in die Reibung. Abhängig vom Reibungsfaktor kann die Klemmkraft folglich unerwünscht hoch oder niedrig ausfallen.

Um das **optimale Anzugsdrehmoment** einstellen zu können, ist es daher unerlässlich, den Reibungsfaktor Ihrer Schraubverbindung zu kennen.

## Den Reibungsfaktor ermitteln:

Gemäß der Richtlinie DIN EN ISO 16047 werden Unterkopf- und Gewindereibung (Reibungsfaktor) getrennt ermittelt. Zur Durchführung wird eine speziell kombinierte Drehmoment-Vorspannkraft-Messtechnik herangezogen.

Hierzu gibt es **zwei** verschiedene Optionen:

1. Bei der ersten Option findet die Analyse unter standardisierten Bedingungen gemäß der DIN EN ISO 16047 statt. Dieses Verfahren eignet sich besonders gut, um z. B. Lieferanten hinsichtlich Ihrer Qualität zu bewerten.
2. Bei der zweiten Option werden Komponenten aus Ihrer Produktion zur Messung herangezogen.

Der Messablauf und die Berechnung sind bei beiden Verfahren identisch. Jedoch können Sie beim Einsatz der zweiten Variante die gewonnenen Ergebnisse direkt auf Ihre Produktion anwenden.

## Hersteller vergleichen:

Beim Erwerb von Schrauben ist zu beachten, dass Schrauben des gleichen Typs unterschiedliche Reibungsfaktoren aufweisen können.

- Dies liegt daran, dass Hersteller oft unterschiedliche Verfahren, Materialien oder Beschichtungen verwenden.
- Aus diesem Grund empfehlen wir, den Reibungsfaktor eines Schraubentyps von unterschiedlichen Herstellern zu vergleichen.

# Fallbeispiel: Ermittlung der Gesamtreibzahl



## Ausgangssituation des Kunden:

- Probleme bei Montageprozessen
  - Schrauben versagen teilweise
  - N.i.O. Verschraubungen (Winkelfenster werden beispielsweise nicht eingehalten)



## Aufgabe:

- Vorspannkraftmessung und die Berechnung der Gesamtreibzahl an einer Schraubverbindung



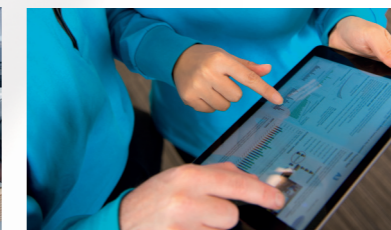
## Umfang:

- Verschrauben und Dokumentation aller benötigten Größen
- Bewertung der berechneten Reibwerte
- Ermittlung von Verbesserungsvorschlägen



## Ergebnis:

- Gesamtreibzahl der Bolzen weisen hohe Streuungen auf und deuten auf unterschiedliche Chargen hin.
- Es wurden Chargen außerhalb der geforderten Spezifikation geliefert.
- Die Mitarbeiter haben teilweise die Schrauben geschmiert, obwohl dies nicht gefordert war.
- Sensibilisierung der Mitarbeiter in Bezug auf Einflussfaktoren in der Schraubtechnik (z. B. Reibung).



# Schraubfallanalyse

Lösen sich Ihre Schraubverbindungen? Reißen Ihre Schrauben ab? Egal, welche Probleme Sie mit Ihren Verbindungen haben, die Schraubfallanalyse ist die **optimale Methode**, um die Ursache zu finden. Wir untersuchen nicht nur den Reibwert Ihrer Verbindung. Wir ermitteln zudem die Versagensgrenze inklusive Klemmkraft und Drehmoment, auftretende Setzbeträge, sowie das geeignete Anzugsverfahren.

## Klemmkraft-Drehmoment-Messung:

Das Verhältnis zwischen Klemmkraft und aufgebrachtem Drehmoment lässt sich durch den Einsatz einer speziellen Messzelle ermitteln:

- Durch Auswertung der Messresultate kann das exakte Verhältnis von Klemmkraft und Drehmoment in einem Diagramm anschaulich dargestellt werden.
- Die Messung erfolgt dabei nicht nur am Abschaltpunkt des Schraubers. Unser Ultraschallverfahren lässt auch Messungen während oder nach dem Verschraubungsprozess zu.

## Das Anzugsverfahren ermitteln:

Mittels umfangreicher Versuche erarbeiten wir ein für Sie geeignetes Anzugsverfahren.

- Hierzu betrachten wir den gesamten Schraubverlauf - vom elastischen Bereich bis hin zum Erreichen der Streckgrenze.
- Die Ermittlung der Streckgrenze ist wichtig, um z. B. ein Zieldrehmoment oder eine Schraubprozessüberwachung definieren zu können.
- Sollte schraubtechnisch keine Lösung möglich sein, bieten wir konkrete Ansatzpunkte zur konstruktiven Schrauballoptimierung.

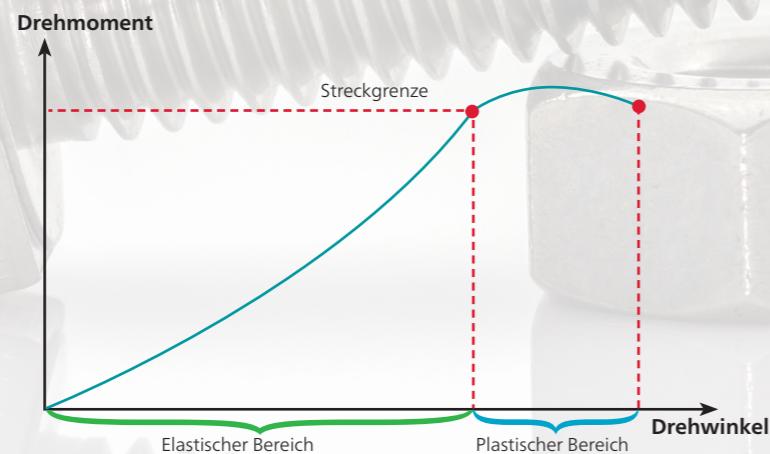


Abbildung:  
Klassischer Verlauf einer Schraubkurve

# Fallbeispiel: Schraubfallanalyse an einer Lautsprecherverschraubung



## Ausgangssituation des Kunden:

- Nacharbeit bei Verschraubungen von Lautsprechern erforderlich und mit hohen Kosten verbunden



## Aufgabe:

- Fehleranalyse
- Definition eines geeigneten Anzugsverfahrens



## Umfang:

- Aufnahme von Schraubkurven mit unterschiedlichen Drehzahlen, um das Verhalten des Kunststoffes beim Gewindefurchen einschätzen zu können
- Auslegung eines geeigneten Anzugsverfahrens unter Berücksichtigung von Drehmoment und Drehwinkel



## Ergebnis:

- Schneidmuttern wurden überdreht und verursachen eine Beschädigung am Schraubdomgewinde und somit eine fehlerhafte Fixierung der Träger
- Überdrehen der Blechmutter und damit ein zu lockerer Sitz der Blenden wird durch die neue Schraubstrategie vermieden
- Bewusstseinssteigerung für ein prozessüberwachendes und -steuerndes Anzugsverfahren mit Atlas Copco Tools beim Kunden
- Vermeidung der Nacharbeit durch das geänderte Anzugsverfahren





# Trainings gemäß VDI/VDE 2637 Blatt 1

## Worum geht es?

Die Richtlinie VDI/VDE 2637 Blatt 1 befasst sich mit der systematischen und bedarfsgerechten Qualifikation von Personal im Bereich der Schraubtechnik. Hierbei werden die Mindestanforderungen an den Kenntnis- und Bildungsstand, bezogen auf das Tätigkeitsfeld des jeweiligen Personenkreises, aufgezeigt.

## Zielgruppe:

Diese Richtlinie ist für alle Personen und Bereiche relevant, die sich direkt oder indirekt mit dem Thema Schraubtechnik befassen.

## Ziel:

Gewährleistung einer sicheren Schraubverbindung

## Anwendung:

- Die Richtlinie VDI/VDE 2637 Blatt 1 betrachtet bei der Schraubverbindung die Einflussgröße „Mensch“.
- Nur wenn ein Mensch über die qualifikatorischen Mindestanforderungen verfügt, können Fehler erkannt und vermieden werden.
- Um zu gewährleisten, dass eine Person für Ihre Aufgabe im Bereich der Schraubtechnik hinreichend qualifiziert ist, werden durch die neue Richtlinie für typische Tätigkeiten spezifische Mindestanforderungen formuliert.

## Unsere Trainings gemäß Richtlinie VDI/VDE 2637 Blatt 1:

- Abfragen und praktische Übungen,
- Abschlusstest zur Selbstkontrolle,
- Übersicht der enthaltenen Qualifikationsbausteine (Q's).

# Unsere Know-how-Trainings



Wir bieten Ihnen eine Reihe von Seminaren und Workshops zur Steigerung Ihres technischen Fachwissens.

### Schraubtechnik-seminar

Grundlagen  
1 Tag

### Schraubtechnik-seminar

Intensiv  
2 Tage

### Impulsvortrag zur Konstruktionsrichtlinie DIN 25201

2-3 Stunden

### Sensibilisierungs-workshop

für Produktionsmitarbeiter  
1/2 Tag

### MFU-Workshop

Maschinenfähigkeit von Schraubwerkzeugen  
1 Tag

### PFU-Workshop

Prozessfähigkeit in der Schraubmontage  
1 Tag

### Kategorisierungs-workshop

Konstruktion und Entwicklung  
1 Tag

### QA-Workshop\*

Steuerung von Qualität und Prozessen  
1 Tag

### Individueller Workshop auf Anfrage

\* QA = Quality Assurance (dt.: Qualitätssicherung)



Für weitere Informationen kontaktieren Sie uns unter [contact.training@atlascopco.com](mailto:contact.training@atlascopco.com)





**Atlas Copco Tools Central Europe GmbH**

Langemarckstraße 35, 45141 Essen

Tel.: +49 201 21 77 - 904

contact.po@atlascopco.com

[www.atlascopco.de/service](http://www.atlascopco.de/service)

