

Was Sie sich unter einer Maschine sowie einem Element vorstellen sollten.

Welche technischen Gebilde zu den Maschinen zählen.

Worin der enorme Vorteil der Standardisierung von Maschinenelementen besteht.

Kapitel 1

Maschinen und Maschinenelemente

Maschinenelemente werden im Maschinenbau benötigt, also zum Bauen von Maschinen, das ist irgendwie klar. Aber welche technischen Gebilde gelten eigentlich als Maschine?

Die kleinsten Teilchen im Maschinenbau

Ist eine Kuckucksuhr eine Maschine? Ist eine Schneekanone eine Maschine? Sie merken an meinen Beispielen, dass ich gerade erst im Schwarzwald unterwegs war, aber das tut jetzt nichts zur Sache, es sind einfach willkürliche Beispiele.

Auf jeden Fall sollten wir zuallererst definieren, wann wir ein technisches Ding als Maschine bezeichnen. Hier gebe ich Ihnen eine solche Definition, bitte schön:



Eine *Maschine* ist eine Einrichtung mit mehreren mechanischen Einheiten, die sich relativ zueinander in gewünschter Weise bewegen. Bei dieser Bewegung wird Energie umgesetzt.

Das klingt wohl doch noch etwas theoretisch, da tun ein paar praktische Beispiele gut. Lassen Sie mich mit der bereits erwähnten Kuckucksuhr beginnen:



Nach der Definition ist die Kuckucksuhr ganz klar eine Maschine. Sie hat einen Energiespeicher (zum Beispiel hochgezogene Gewichte oder eine aufgezogene Feder) und setzt diese Energie in gewünschte Bewegungen verschiedener mechanischer Einheiten um (Minutenzeiger, Stundenzeiger, Türchen, Kuckuck).

Dann ist da noch die Frage nach der Schneekanone offen.



Auch eine Schneekanone ist nach unserer Definition eine Maschine. Sie setzt Energie in Bewegungen um, damit aus Wasser kleine Eiskristalle werden und diese dann gezielt ausgeblasen werden können.

Aus welchen Quellen kann eigentlich die Energie kommen, die in einer Maschine umgesetzt wird?



Auch ein Fahrrad ist eine Maschine. Sowohl die eingesetzte Energie als auch die gesamten Steuerungsfunktionen dürfen durchaus vom Menschen stammen. Eine Maschine kann einen automatischen Antrieb oder eine automatische Steuerung haben, muss es aber nicht.

Mit meinem letzten Beispiel gehe ich einmal ganz weit in die Vergangenheit zurück:



Vermutlich eine der ältesten bekannten Maschinen ist eine Tierfalle mit Auslösemechanismus, die es bereits in der Altsteinzeit gab.

Das waren einige ganz unterschiedliche Beispiele für Maschinen. Aber fallen Ihnen auch Gegenbeispiele ein, also technische Gebilde, die keine Maschinen nach der oben gegebenen Definition sind? Überlegen Sie bitte selbst einen Moment, bevor Sie weiterlesen.

Mir sind gerade folgende Beispiele für Nicht-Maschinen eingefallen: Ein Hammer, eine Herdplatte, eine Brennstoffzelle oder eine Eisenbahnbrücke (außer sie ist eine Klappbrücke, dann wäre es doch wieder eine Maschine).

Für besonders wichtige Gruppen von Maschinen gibt es spezielle Bezeichnungen, die ich Ihnen hier ebenfalls erläutern möchte:



Eine *Arbeitsmaschine* ist eine Maschine, die nutzbare Arbeit verrichtet.

Beispiele für reine Arbeitsmaschinen sind eine Nähmaschine, die mit Fußpedal angetrieben wird, oder eine Ankerwinde, die Sie per Handkurbel bedienen.



Eine *Kraftmaschine* ist eine Maschine, die eine beliebige vorhandene Energieform in mechanische Energie umwandelt.

Beispiele für reine Kraftmaschinen sind ein Verbrennungsmotor (wandelt chemisch gebundene Energie in mechanische um) oder ein Elektromotor (wandelt elektrische Energie in mechanische um).

Häufig werden eine Kraftmaschine und eine Arbeitsmaschine zu einer Einheit zusammengebaut. Die Gesamtmaschine besteht dann aus diesen beiden Teilmaschinen. Das ist zum Beispiel bei einem elektrischen Rasenmäher so, oder auch bei einer Diesellokomotive.

Das Wort Maschine gehört heute zur deutschen Sprache, doch woher stammt es eigentlich? Es hat sich aus dem französischen Wort *machine* gebildet, das selbst von dem lateinischen Wort *machina* abstammt. Dieses wiederum geht auf das griechische Wort *mechane* zurück, mit dem Werkzeuge, künstliche Hilfsmittel und Vorrichtungen, aber auch allgemein Kunstgriffe oder überhaupt geniale Ideen bezeichnet wurden.

Von dem Begriff Maschine sollten Sie jetzt eine einigermaßen klare Vorstellung haben. Als Nächstes möchte ich auf die zweite Worthälfte unseres Buchtitels zu sprechen kommen. Nein, nicht auf den Dumme, sondern auf das Element.

Der Begriff »Element« ist uns unter anderem aus der Mathematik, aus der Chemie oder auch aus der Informatik bekannt. Ich möchte Ihnen jetzt eine sehr allgemeine Definition dafür geben:



Ein *Element* ist ein Grundbaustein einer größeren Einheit, der selbst nicht mehr sinnvoll weiter zerlegbar ist. Mehrere Elemente zusammen ergeben ein größeres Ganzes.

Dies wird auch deutlich, wenn man weiß, dass das Wort Element vom lateinischen Wort *Elementum* abstammt, das so viel wie Grundstoff bedeutet. Wenn Sie jetzt die beiden Begriffe Maschine und Element zum Maschinenelement zusammenfügen, dann ergibt sich zwangsläufig dessen Bedeutung. Ich möchte sie gerne in folgender Definition festschreiben:



Maschinenelemente sind die kleinsten, nicht mehr sinnvoll zerlegbaren und in gleicher oder ähnlicher Form immer wieder verwendeten Grundbestandteile von Maschinen.

Bitte beachten Sie, dass ein Maschinenelement nach dieser Definition nicht zwangsläufig ein Körper aus einem Stück Material (wie zum Beispiel eine Schraube) sein muss. Es kann auch aus mehreren einzelnen Teilen zusammengesetzt sein (wie zum Beispiel ein Kugellager).



Achtung: Nach der oben gegebenen Definition wäre die chemische Analogie zum Maschinenelement nicht das chemische Element, sondern ein reiner Stoff, also ein chemisches Element *oder* eine chemische Verbindung.

Etwas weiter oben habe ich Ihnen das Fahrrad als ein Beispiel für eine Maschine vorgestellt. Daran sehen Sie, dass eine Maschine nicht immer vollautomatisch arbeiten muss. Man spricht vielmehr von den folgenden unterschiedlichen *Rationalisierungsgraden*:

Mechanisierung. Hier dient die Maschine zur Verstärkung der menschlichen Kraft. Antriebsenergie und die komplette Steuerungsfunktion liegen weiterhin beim Menschen (zum Beispiel ein herkömmliches Fahrrad).

Elektrifizierung. Jetzt wird die Antriebsleistung als elektrische Energie zugeführt. Meistens liegt die Kombination Mechanisierung und Elektrifizierung vor (zum Beispiel ein E-Bike oder eine elektrische Handbohrmaschine).

Automatisierung. Nun wird die Steuerungsfunktion vom Menschen an ein automatisches System übergeben. In der Regel hat man eine Kombination aus Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung (zum Beispiel das autonome Fahren auf der Autobahn oder die fahrerlosen Transportsysteme in einer Fabrik).

Achtung: Der höchste Rationalisierungsgrad ist nicht immer der wirtschaftlichste! Das wird gerade von hoch ausgebildeten Ingenieuren manchmal vergessen. Überlegen Sie genau, ob es Sinn macht, zum Beispiel eine teure und komplizierte Automatisierung für einen vielleicht ganz einfachen Vorgang einzuführen.

Das ist ja alles so schön gleich hier

»In gleicher oder ähnlicher Form immer wieder verwendet« heißt es in der vorausgegangenen Definition über die Maschinenelemente. Das ist ein besonders wichtiger Aspekt: Maschinenelemente lassen sich standardisieren und normen. Sie können sich vorstellen, dass die Standardisierung nicht nur in technischer, sondern vor allem auch in wirtschaftlicher Hinsicht ein enormer Vorteil ist. Große Stückzahlen gleicher Teile können viel kostengünstiger hergestellt werden, als wenn ein Teil jedes Mal anders aussehen müsste.

Auf einen weiteren Punkt möchte ich unbedingt noch zu sprechen kommen: Ist Standardisierung und Normung das Gleiche – was meinen Sie?

Die richtige und wichtige Antwort ist: Nein – dies sind zwei unterschiedliche Dinge!

- ✓ Ein *Standard* ist eine Vorzugsbauweise, die sich ohne formelle Festschreibung herausgebildet hat. So kann zum Beispiel eine einzelne Firma durch ihren großen Marktanteil einen Standard entstehen lassen.
- ✓ Eine *Norm* ist eine formelle Festschreibung, die nur durch genau vorgeschriebene Abläufe in dafür gesetzlich bestimmten Gremien erstellt werden kann. Dieser Ablauf kann übrigens mehrere Jahre für eine einzige Norm dauern.

Die Norm ist also eine auf Basis gesetzlicher Regeln erarbeitete Festschreibung. Ist die Norm selbst damit ein Gesetz? Ist es vorgeschrieben, nach Norm zu bauen? Nein, das ist es nicht, das sollten Sie sich ganz bewusst machen.



Sie werden mit keinem Gesetz in Konflikt kommen, wenn Sie dreieckige Mülltonnen auf dem Markt anbieten und diese überall bewerben. Das Gleiche gilt für Druckerpapier, das einfach 5 % größer ist als das Format A4 (»mehr Schreibfläche gratis!«).

Ihr Problem wird eher sein, dass Sie keinen wirtschaftlichen Erfolg mit diesen Produkten haben.

Wenn Sie also eine geniale neue Idee haben, dürfen Sie jederzeit von der Norm abweichen, Sie sollten nur vorher gut überlegen, ob Sie auch damit rechnen können, dass es am Markt angenommen wird.

Nach diesen Überlegungen sollte Ihnen jetzt der Unterschied bewusst sein, ob es sich bei einem Bauteil wirklich um ein Normteil oder vielleicht doch »nur« um ein Standardteil handelt.

Normen erkennen Sie an der Bezeichnung des jeweiligen Normungsgremiums:

- ✓ DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.)
- ✓ EN (Europäisches Komitee für Normung)
- ✓ ISO (International Organization for Standardization)

Ein Standard hat dagegen einfach eine Bestellbezeichnung seines Herstellers. Achtung: Auch die Standards von den folgenden Berufs- oder Branchenverbänden sind keine Normen!

- ✓ VDI (Verein Deutscher Ingenieure e.V.)
- ✓ VDE (Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.)
- ✓ UVV (Unfallverhütungsvorschrift der Berufsgenossenschaft)

Leichtfertig sollten Sie allerdings weder von einer Norm noch von einem Standard abweichen, vor allem wenn Ihr Produkt Leib und Leben der Benutzer betrifft.



Sollte jemand durch die Benutzung Ihres Produkts zum Beispiel seinen Arm verlieren, so liegt der Verdacht einer Straftat vor, sodass zwangsläufig eine staatsanwaltliche Ermittlung folgt.

Kommt es zu einer Gerichtsverhandlung, dann wird der Richter einen sachverständigen Gutachter bestellen, um den »Stand der Technik« in Bezug auf Ihr Produkt festzustellen. Das heißt, welche Bauweisen und Ausführungen man heute für Produkte dieser Art erwarten darf. Zur Definition des »Standes der Technik« werden Normen und Standards gleichermaßen herangezogen. Und wehe, wenn das Produkt dann nicht mindestens dem Stand der Technik entspricht!

