

Dr. Robert Adunka



Die 40 innovativen Prinzipien

267 Beispiele

Prinzip 1: Zerlegen, Zerteilen – *Zerteile und zerlege*

Aliases: Segmentierung und Zerlegung, Zerlegung, Zerstückelung, Segmentieren

- A. Das Objekt in unabhängige Teile zerlegen
- B. Das Objekt zerlegbar ausführen
- C. Führe das Objekt unter Einhaltung gewisser Bedingungen zerlegbar aus
- D. Den Grad der Zerlegung erhöhen
- E. Die Funktion des Objektes, bzw. des Systems ist in unabhängige Teilfunktionen zu zerlegen
- F. Übergang in ein Mikro-System



IKEA-Möbel:
Vor IKEA wurden Möbel
zusammengebaut verkauft und
waren groß und sperrig zu
transportieren. Zerlegung in
Einzelteile, die der Kunde selbst
zusammenbauen kann, spart
Transport- und Lagerkosten.



Durch das Zerteilen des
Schraubenziehers und der einzelnen
Bits kann ein Schraubenzieher die
Funktion vieler übernehmen.

Prinzip 1: Zerlegen, Zerteilen – *Zerteile und zerlege*



Bild: Sebastian Maletzki, 2010

Ein Nassrasierer wie er fast in jedem Haushalt existiert.
Vor einigen Jahren noch aus einem Stück, so ist er heute modular aufgebaut, was einen einfachen Klingenaustausch ermöglicht.
Vorteil: Ist ein Teil (z.B. Klinge) unbrauchbar, kann sie einfach vom übrigen System getrennt und erneuert werden.



Bild: Georg Schön, 2011



Bild: Georg Schön, 2011

Ein modular aufgebauter Gemüsehobel mit verschiedenen Aufsätzen. Frühere Hobel hatten eine fest angebracht Schneide.



Bild: Alexander Becker 2011

Spannung, Spiel und...
Durch die modulare Bauweise von Spielsachen aus Kinderüberraschungseiern ist eine platzsparende Verpackung möglich. Zusätzlich bietet das Zusammenfügen der Einzelteile Unterhaltungswert für Groß und Klein.

Prinzip 1: Zerlegen, Zerteilen – *Zerteile und zerlege*

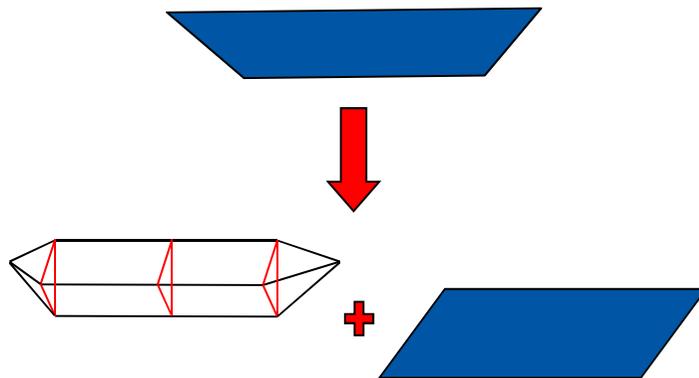


Bild: Alexander Aschenbrenner, 2012

oben: Skizze eines klassischen Kajaks
unten: Skizze eines zerlegbaren Faltkajaks
bestehend aus Steckrahmenstruktur und
Verkleidung

Durch die zerlegbare Ausführung des klassischen Bleistiftes in einen wiederum zerlegbaren Körper, Mine und Radiergummi ist der Druckbleistift nachfüllbar. Beim Wechsel der Mine kann zudem auch die Härte variiert werden. Seinen Siegeszug verdankt der Druckbleistift dank seiner dünnen Minen außerdem dem Wegfallen des Spitzvorgangs.

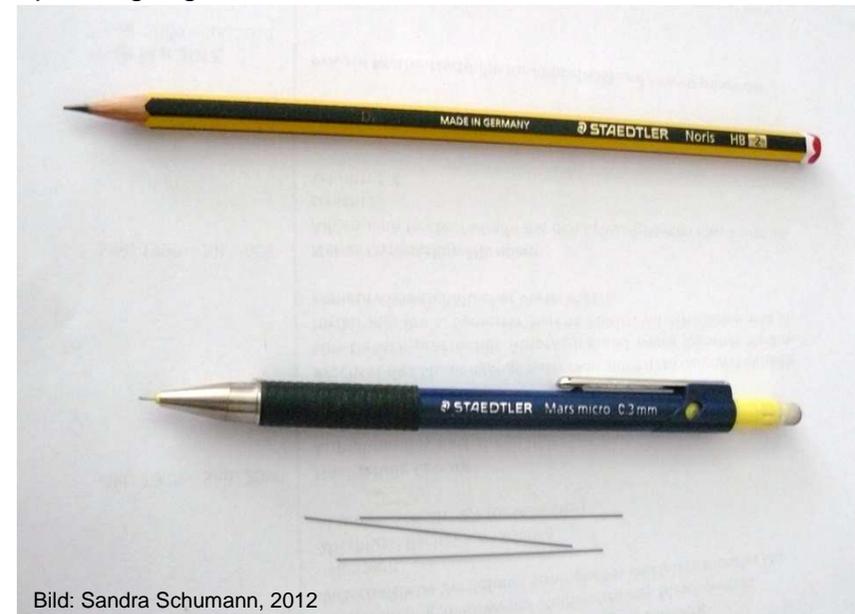


Bild: Sandra Schumann, 2012

Prinzip 2: Abtrennen – *Trenne ab oder nehme heraus*

Aliases: Ausgliedern, Extraktion, Gesonderte Behandlung (des Störenden oder des einzig Nötigen)

- A. Vom Objekt ist die störende Eigenschaft (Funktion) bzw. der störende Teil zu trennen
- B. Es ist der einzig notwendige Teil, die einzig erforderliche Eigenschaft oder Funktion hervorzuheben, bzw. abzutrennen.



Wegfall des Kabels → Erweiterung
des lokalen Aktionsradius



Mit einer Spielekonsole werden nur
die Funktionen eines PCs verwendet,
die für Videospiele notwendig sind.

Prinzip 2: Abtrennen – *Trenne ab oder nehme heraus*

Um das Massenträgheitsmoment einer Antriebsscheibe zu verringern, trägt man einen Teil der überschüssigen Masse ab.

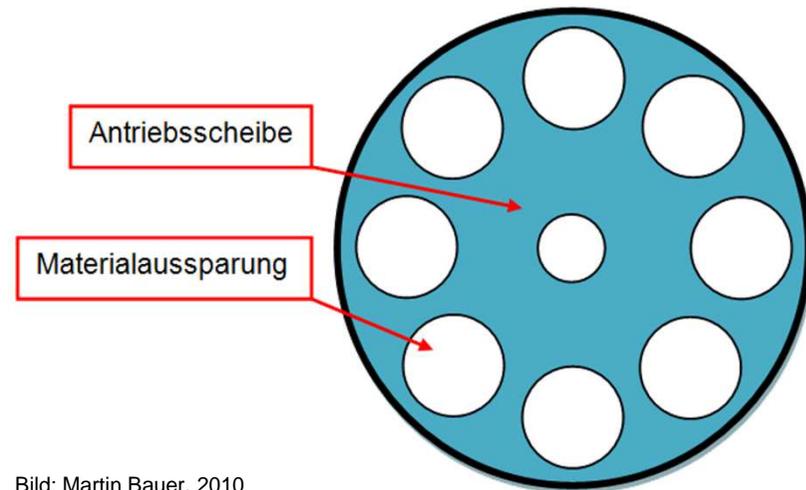


Bild: Martin Bauer, 2010

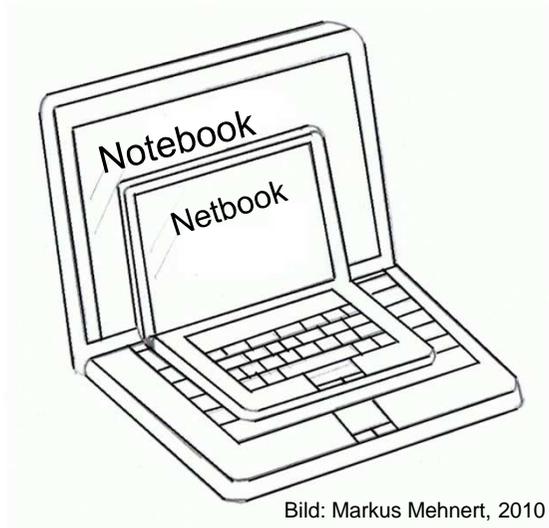


Bild: Markus Mehnert, 2010

Aus den größeren, schwereren und leistungsstärkeren Notebooks wurden die Netbooks entwickelt, die, wie der Name bereits sagt, hauptsächlich für das Internet gedacht sind. Alle überflüssigen Leistungsmerkmale wurden herausgenommen.

Prinzip 2: Abtrennen – *Trenne ab oder nehme heraus*

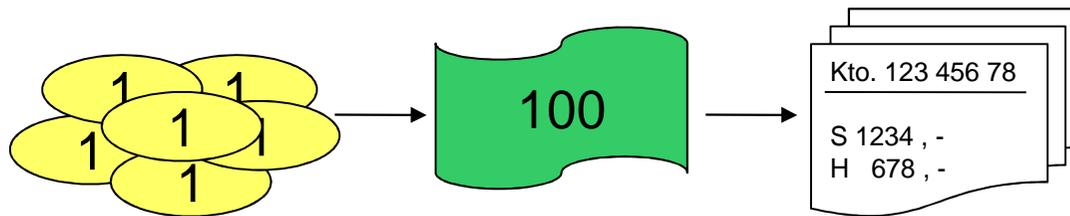


Bild: Dominik Schubert, 2011

Geld:
Übergang von Kurantmünzen (= Goldmünzen) zu heutigem
Buchgeld (= Giralgeld, Geld auf Konten).
Abtrennung des Materialwerts vom Geldwert.

Eigentliches Ziel einer Brille ist es, die Sehschwäche des Trägers zu kompensieren.
Das Gestell trägt zu diesem Ziel direkt nichts bei. Als Folge wurden Kontaktlinsen entwickelt, bei denen das überflüssige Gestell eingespart wurde und die Sehschwäche nach wie vor kompensiert wird.



Bild: Patrik Schwingenschlögl, 2012

Prinzip 2: Abtrennen – *Trenne ab oder nehme heraus*

Mithilfe eines
Kirschkernentferrers können
die Kerne aus den Früchten
entfernt werden.



Bild: Johannes Beck, 2012

Prinzip 3: Lokale Eigenschaft – *Schaffe optimale, lokale Bedingungen*

Aliases: Schaffen optimaler Bedingungen, Örtliche Eigenschaften, Lokale Eigenschaft, Lokale Qualität (Ungleichmäßigkeit der System und Umgebungselemente), Optimale Bedingungen für Teile (höchste örtliche Priorität), Anpassung

- A. Übergang von homogener Struktur des Objektes oder seiner Umgebung zu einer inhomogener Struktur
- B. Verschiede Teile eines Objektes führen unterschiedliche Funktionen aus
- C. Jede Komponente eines Systems unter für sie individuell optimalen Bedingungen einsetzen

Stand vorher: Reiniger, Klarspüler und Salz getrennt
Stand nachher: 3in1-Reinigungstabs, die alle Elemente enthalten. Das Objekt besteht aus drei verschiedenen Materialien, die unterschiedliche Funktionen ausfüllen. Daher muss nicht mehr jede Komponente einzeln nachgefüllt werden, sondern lediglich ein Tab pro Spülvorgang eingelegt werden.



Verpackung Zahnseide

Optimierung der lokalen Eigenschaften der Griffzone erfolgt durch eine Gummiierung. Das Gehäuse besteht zudem aus genau einem Teil, das sowohl die Abroll- als auch die Fixierfunktion der Zahnseidenrolle und natürlich auch den Schutz der Zahnseide selbst übernimmt.

Prinzip 3: Lokale Eigenschaft – *Schaffe optimale, lokale Bedingungen*



Die Eigenschaften eines Messers unterscheiden sich lokal stark:

1. Die Schneide muss sehr hart sein, damit sie scharf geschliffen werden kann und widerstandsfähiger wird.
 2. Der Rest der Klinge hingegen sollte möglichst duktile Werkstoffeigenschaften besitzen, damit das Messer elastisch wird und nicht bricht.
- Somit wird ein Messer heutzutage lokal gehärtet.



Die Eigenschaften von Schuhen sind örtlich sehr unterschiedlich. Die meisten Schuhe bestehen hauptsächlich aus:

1. Einer Sohle, die die Füße vor Nässe und spitzen Gegenständen schützen soll.
2. Einer Oberschale, die je nach Funktion des Schuhs gestaltet wird (Sportschuhe besonders atmungsaktiv etc.).

Prinzip 3: Lokale Eigenschaft – *Schaffe optimale, lokale Bedingungen*

Windsurfsegel: Gewicht, Robustheit, Verformung

- Verwendung von faserverstärktem Kunststoffmaterial („X-Ply“) an besonders beanspruchten Stellen
- Leichteres Material („Monofilm“) an weniger beanspruchten Stellen
- Nutzung der unterschiedlichen Elastizität der Materialien zur strömungsmechanisch günstigen Verformung unter Windlast

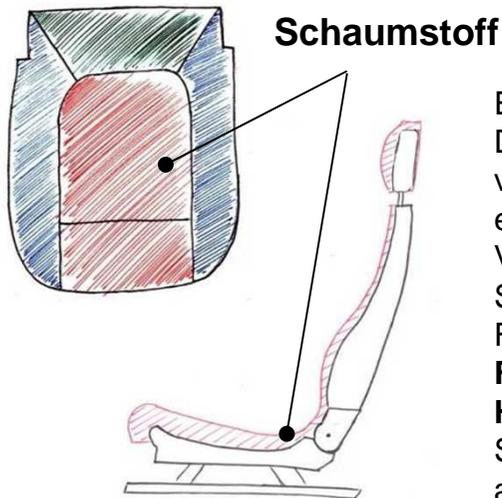


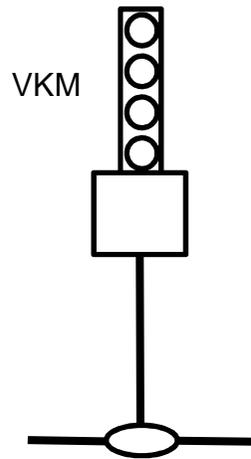
Bild: Jochen Schweier, 2011

Eines der bedeutendsten Baugruppen in der Fahrzeugentwicklung ist das Sitzsystem. Da es die Schnittstelle zwischen dem Fahrzeug und dem Insassen bildet, sind verschiedene Anforderungen, die durch unterschiedliche Bauteile realisiert werden, zu erfüllen. Der Sitzkomfort ist eine der wichtigsten Aufgaben und wird durch die Verwendung von Schaumstoffen realisiert. Dieser ermöglicht ein entspanntes Sitzgefühl und leistet somit auch einen Beitrag zum Gesamtpaket der Fahrzeugsicherheit.

Früher: Die Polsterung besteht aus einer Schaumstoffart.

Heute: Mehrkomponentenschaum; Die Polsterung besteht aus mehreren Schaumstoffarten, die sich in lokal ihrer Härte unterscheiden. Es kann somit eine angenehmeres Sitzgefühl sowie eine Gewichtsreduktion erzielt werden.

Prinzip 3: Lokale Eigenschaft – *Schaffe optimale, lokale Bedingungen*

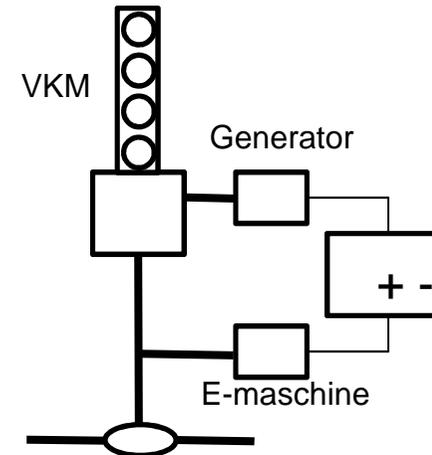


Skizze: Markus Storch, 2012

vorher

- **Homogene Struktur:** VKM
- Ausgelegt für **homogene Umgebung**

Beispiel Antriebsstrang



Skizze: Markus Storch, 2012

verbessert

- **inhomogene Struktur & untersch. Funktionen**
- **optimale Bedingungen für untersch. Umgebung**

Hybrid: VKM + E-Maschinen

Stadt: Elektrisch

Land: VKM

optimale Kombinationen möglich

Prinzip 4: Asymmetrie – *Verändere die Symmetrie*

Aliases: -

- A. Übergang von symmetrischen zu asymmetrischen Formen
- B. Erhöhe den Grad der Asymmetrie, wenn diese schon vorliegt
- C. Ändere das Aussehen eines Objekts, Systems (oder Ereignisses), um es Asymmetrien in der Umgebung anzupassen

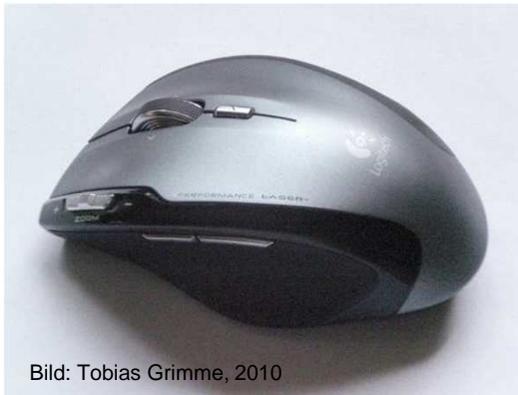


Bild: Tobias Grimme, 2010

Verbesserung der Ergonomie bei Eingabegeräten

z.B. Computermäuse
→ Durch asymmetrische Gestaltung der Maus bessere Anpassung an die Hand und dadurch mehr Bedienkomfort

Exzentrische Anbringung des Nadelansatzstückes bei Spritzen für den optimalen Einstichwinkel



Bild: Martin Boguslawski, 2011

Durch asymmetrische Gestaltung von Steckern, Speicherkarten usw. wird ein ordnungsgemäßer Einbau sichergestellt, da diese nur auf eine Art eingebaut werden können.



Bild: Max Wenzel, 2010

Prinzip 4: Asymmetrie – *Verändere die Symmetrie*



Bild: Michael Steckermeier, 2011

Skistecken Riesenslalom:

- Höhere Stabilität → geschwungene Linie erhöhen die Belastbarkeit
- Erreichen höherer Geschwindigkeiten durch Verbesserte Aerodynamik
- Besseres Anliegen am Körper
- Geschwungene Linien erhöhen die Flexibilität und sind weicher als gerade, steife Stecken

Keine Ausrichtung



Bild: Fabian Dietlein, 2012

In modernen Fahrzeugen ist die Mittelkonsole leicht zum Fahrer hin geneigt. Durch diese asymmetrische Anordnung verbessert sich die Bedien- bzw. Erreichbarkeit der verschiedenen technischen Funktionen. Zudem soll die Anordnung Sportlichkeit ausdrücken.

Ausrichtung



Bild: Fabian Dietlein, 2012

Prinzip 4: Asymmetrie – *Verändere die Symmetrie*

✕ Optischer Brennpunkt

+ Massenschwerpunkt

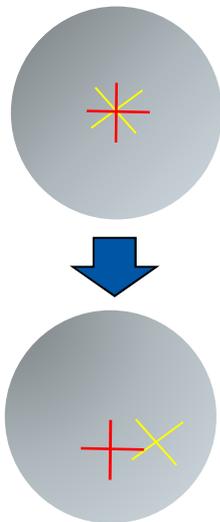


Bild: Josef Strohhofer, 2012

Kontaktlinsen dienen zur Korrektur von Sehfehlern durch den Linseneffekt. Mit herkömmlichen Kontaktlinsen konnten nur Sehfehler behoben werden, die sich durch eine rotationssymmetrische Linse beheben lassen, weil die rotatorische Ausrichtung der Linse im Auge beliebig war.

Wird die Kontaktlinse so hergestellt, dass z.B. durch den Einsatz von Materialien mit unterschiedlicher Dichte der Schwerpunkt nicht mit dem Mittelpunkt der Linse zusammenfällt, richtet sich die Linse immer in einer definierten Richtung zur Erdanziehung aus (torische Kontaktlinse).

So können auch Sehfehler, wie z.B. Winkelsichtigkeit, die rotationsunsymmetrische Linsen erfordern, korrigiert werden.

Prinzip 5: Vereinen – *Gruppiere, kopple und fasse zusammen*

Aliases: Kombination, Kopplung (von Objekten oder Operationen), Vereinigen

- A. Es sind gleichartige oder für benachbarte Operationen bestimmte Objekte zu vereinigen (Wesentliche Ergänzung: Es sind Funktionen und/oder Stoffe zu vereinigen, um ungewöhnliche Wirkungssteigerungen zu erreichen)
- B. Vertakte gleichartige oder zur Zusammenarbeit bestimmte Objekte, d.h. kopple sie zeitlich
- C. Fasse Objekte zu einem Bi- oder Poly-System zusammen



Multifunktionsgeräte:

Funktionen von ansonsten getrennten Geräten werden in einem Gerät vereint (z.B. Drucker und Scanner). Vorteil ist, dass nur ein Gerät für alle Funktionen notwendig ist, was sich positiv auf Platzbedarf, Preis, Energieverbrauch und Bedienbarkeit auswirkt.

Durch die Verwendung von Doppelscheibenfenstern wird im Vergleich zu einfachen Scheiben eine Verbesserung der Dämmeigenschaften durch die eingeschlossene Luft erreicht.



Prinzip 5: Vereinen – Gruppieren, koppeln und fasse zusammen

Mehrkomponentenspritzgießen von Tankmulden:

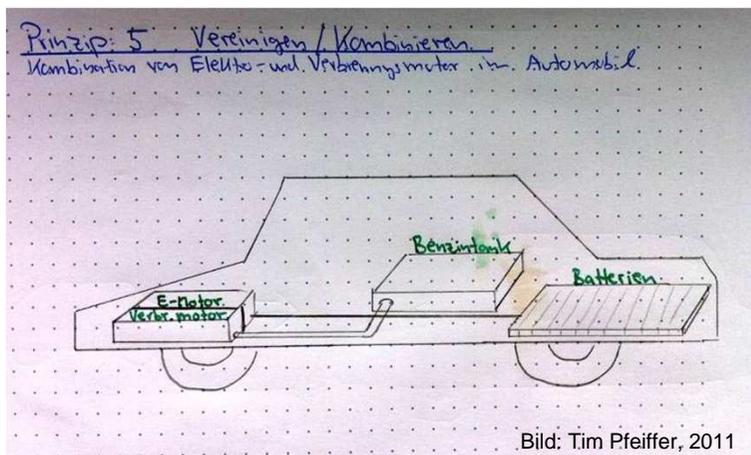
Bei diesem Prozess werden die weiche Komponente der Tankmulde, die zur Abdichtung des Systems dient, und die harte Komponente des Bauteiles, die als stabile Befestigung an der Karosserie dient, in einem Mehrkomponenten-Umsetz-Spritzgießprozess gefertigt. Es ist also kein nachgelagerter Fügeprozess nötig.



Weichkomponente



Hartkomponente



Automobil: Kombination von Elektromotor mit Verbrennungsmotor

Falls die Stromversorgung des E-Motors zur Neige geht ist eine Umschaltung auf einen Verbrennungsmotor im laufenden Betrieb möglich (sekundäre Energiequelle)

Prinzip 5: Vereinen – *Gruppiere, kopple und fasse zusammen*

Multitools:

Zusammenfassung verschiedener Werkzeuge in einem kompakten Gehäuse erspart die Notwendigkeit mehrere Werkzeuge mitzuführen und spart somit Platz, Gewicht und Geld.



Bild: Johannes Döbler, 2012

Prinzip 6: Mehrzwecknutzung – *Generiere Multifunktionalität*

Aliases: Universalität, Kombination

- A. Das System erfüllt mehrere unterschiedliche Funktionen, wodurch andere Systeme oder Objekte überflüssig werden
- B. Unnötige Objekte oder Funktionen sind wegzulassen

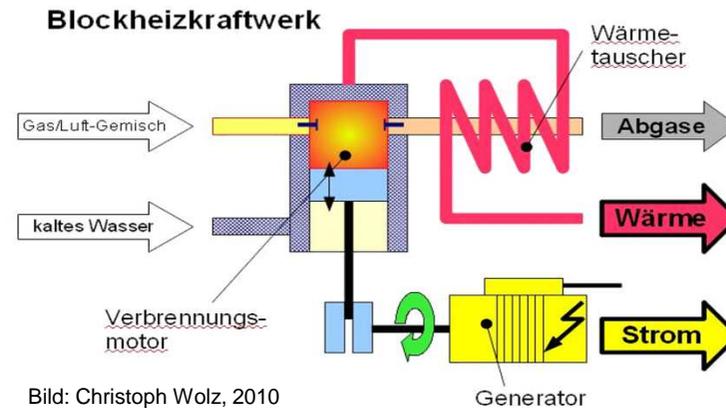


System vorher:
Drucker für Farbe und Schwarz-weiß



Verbessertes System:
Multifunktionsgerät zum Scannen, Kopieren,
Bilder-Sofort-Druck, Schwarz-weiß und Farbdruck

Prinzip 6: Mehrzwecknutzung – *Generiere Multifunktionalität*



Ein Blockheizkraftwerk erzeugt elektrische Energie. Die dabei zusätzlich anfallende Wärmeenergie wird zum Heizen genutzt.

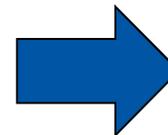
Smartphone:
Die mobile Büro- und Datenkommunikation wird durch ein Gerät ermöglicht. Integration von Computerfunktionalitäten in das Mobiltelefon.



Prinzip 6: Mehrzwecknutzung – *Generiere Multifunktionalität*



Smartphones integrieren mehrere Funktionen wie beispielsweise Telefon, Navigationsgerät, Foto- und Videokamera.



Heutzutage enthält ein Handy viele weitere nützliche Funktionen wie ein GPS-System MP3-Player und Kamera.

Prinzip 6: Mehrzwecknutzung – *Generiere Multifunktionalität*



Die Thermoskanne verwendet den Deckel auch als Tasse.



Diese Gießkanne kann sowohl gießen als auch mittels Aufsatz sprühen

Prinzip 7: Verschachtelung – *Ineinerschachteln, integrieren, verschachtle ineinander*

Aliases: Matroschka, Steckpuppe („Matroschka“), Integration, Eins im Anderen

- A. Ein Objekt befindet sich im Inneren eines anderen Objekts, das sich im Inneren des nächsten befindet, etc.
- B. Ein Objekt befindet sich im (bzw. verläuft durch den) Hohlraum eines anderen Objektes
- C. Teleskopierbare Objekte bzw. Systeme

Bild: Tarana Nausad, 2010



Kinder-Überraschungsei als bekanntes Beispiel der Verschachtelung. Spielzeug in gelbe Plastikhüllen packen und die diese mit Schokolade ummanteln (Überraschungseffekt für Kinder gab es vorher nicht bei der Schokolade).



Bild: Tobias Parakenings, 2010

Einsparung von Material, Spitzer, etc. durch Wiederverwendbarkeit und Nachfüllbarkeit



Bild: Tobias Parakenings, 2010

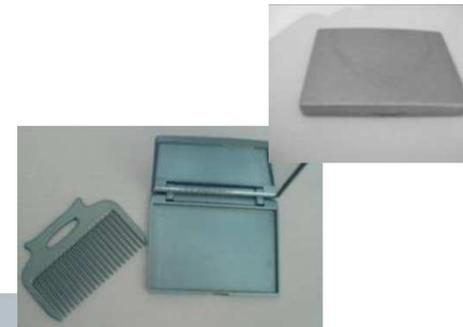


Bild: Christine Herbst, 2010

Mithilfe der Verschachtelung wurde ein Kamm in einen Spiegel integriert.

Prinzip 7: Verschachtelung – *Ineinanderschachteln, integrieren, verschachteln ineinander*

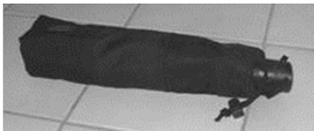
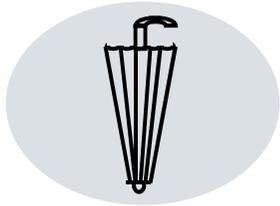


Bild: Tobias Parakenings, 2010

Transporterleichterung durch Zusammenklappen des Regenschirms



Bild: Susanne Vernim, 2010

System vorher:
Kunststoffbehälter gleicher
Größe

Verbessertes System:
Kunststoffbehälter, die ineinander
stapelbar sind, somit brauchen sie
wesentlich weniger Platz bei der
Lagerung

Vereinfachter Transport und vielfältige
Funktionen durch Einklappen der einzelnen
Werkzeuge in den Griff



Bild: Tobias Parakenings, 2010



Bild: Susanne Vernim, 2010

Prinzip 7: Verschachtelung – *Ineinerschachteln, integrieren, verschachteln ineinander*



Bild: Christoph Wolz, 2010

Mehrere Adern werden zu einem Kabel zusammen gefasst. Dies erleichtert das Verlegen und trägt zur Übersicht bei.



Bild: Rafael Tuzek, 2011

Moderner Einkaufskorb

Durch den ausziehbaren Teleskoparm kann der Einkaufskorb rechts auch hinterher gezogen werden. Er ist eine Mischung zwischen Tragekorb und Einkaufswagen.

Bowdenzug:
(Ernest M. Bowden) zur Übertragung einer (Zug-) kraft mittels einer flexibel verlegbaren Kombination aus einem Drahtseil und einer in Verlaufsrichtung stabilen Hülle
z.B. Schaltungszug beim Fahrrad



Bild: Christoph Wolz, 2010

Klassischer Einkaufskorb

Links sieht man den klassischen Einkaufstragekorb wie man ihn aus den Supermärkten kennt.



Bild: Rafael Tuzek, 2011

Prinzip 7: Verschachtelung – *Ineinerschachteln, integrieren, verschachteln ineinander*

Konzentrisch ineinander verschachtelt: Mehrwandige **Kohlenstoff-Nanoröhren** sorgen für optimale Leitfähigkeit. Damit eignet sich dieser Werkstoff für Umgebungen, in denen Explosionsschutz und Antistatikmaßnahmen an erster Stelle stehen (Eigenschaften der Basispolymere werden um diesen Punkt erweitert).

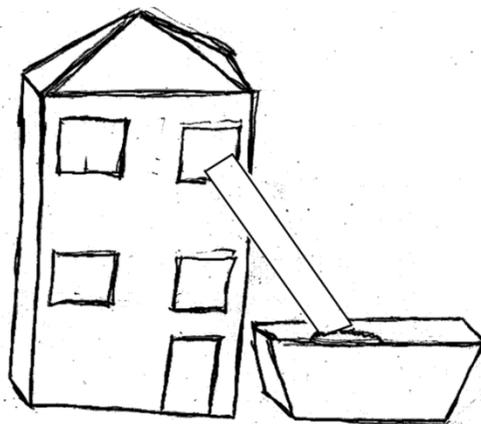
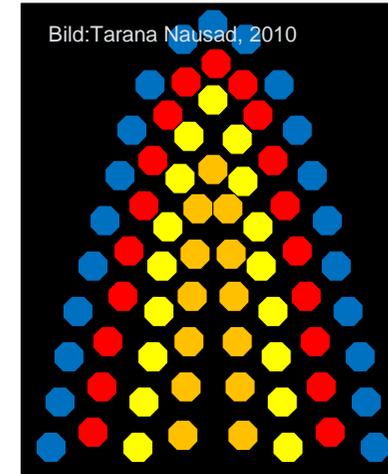


Bild: Andreas Keskinoglu, 2011

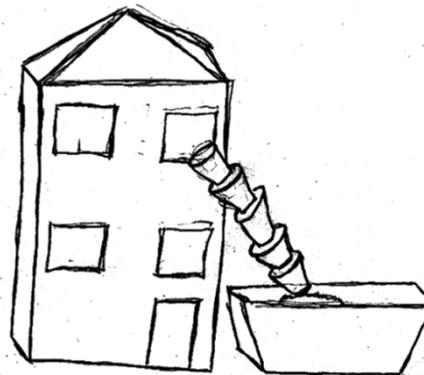


Bild: Andreas Keskinoglu, 2011

Konusförmige Schläuche:
Konusförmige Schläuche für die Müllbeseitigung aus den oberen Etagen von Gebäuden müssen lang sein, damit sie bis in die obersten Etagen reichen, und sie müssen kurz sein, um bequem transportiert werden zu können

Prinzip 7: Verschachtelung – *Ineinerschachteln, integrieren, verschachteln ineinander*



Bild: Matias Eckstein, 2012

Vorher: für jede Funktion eigenes Gerät notwendig, was viel Platz und Batterien benötigte.

Heute: Universalfernbedienung

Verschachtelung von Funktionen verschiedenen

Fernbedienungen. Durch Knopfdruck kann die Funktion geändert werden, ebenso ist sie individuell

auf verschiedene Geräte einstellbar.



Bild: Matias Eckstein, 2012

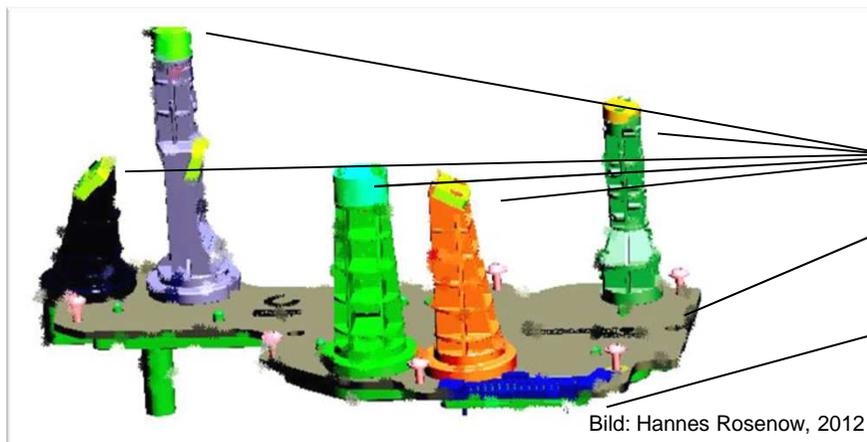


Bild: Hannes Rosenow, 2012

Sensordome

Trägerplatte

Schnittstelle zum Steuergerät

Moderne Getriebesteuergeräte sind heute im Motor selbst integriert und enthalten aufgesteckte, umspritzte Dome mit Sensoren. Dadurch werden viele Kabelwege gespart, da die Sensoren zuvor außerhalb verliefen.

Prinzip 8: Gegengewicht – *Gewichtskompensation, Kompensiere ein Gewicht durch ein Gegengewicht*

Aliases: Gegengewicht durch aerodynamische, hydrodynamische und magnetische Kräfte, Gegenmasse, Gegengewicht (durch ein anderes Objekt oder ein Medium)

- A. Das Gewicht des Objekts ist mit einem Gegengewicht zu kompensieren
- B. Nutzen der Auftriebskraft, Halten des Objekts in einer bestimmten Lage durch aerodynamische, hydrodynamische und magnetische Kräfte
- C. Das Gewicht des Objekts ist durch Wechselwirkung mit einem Medium zu kompensieren, z.B. durch aero- oder hydrodynamische Kräfte



Die Höhe der Bodenlampe wie rechts dargestellt kann mit einem auf dem Lampenhalm gleitenden steifen Rohr eingestellt werden.

Früher wurden Lasten vertikal mit dem Rollenzug bewegt. Heutzutage können Kräne dies besser, schneller und in größeren Höhen tun. Die Innovation: Durch Kompensation eines Gewichtes mit einem Gegengewicht, wird ein Kippen verhindert.



Prinzip 8: Gegengewicht – *Gewichtskompensation, Kompensiere ein Gewicht durch ein Gegengewicht*



Bild: Konstantin Hofmann, 2010

Durch den Einsatz von Magneten können auch Metallwände als Pinnwand genutzt werden. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Pinnwänden aus Kork werden diese nicht von Nadelstichen durchlöchert und bleiben somit in einwandfreiem Zustand.

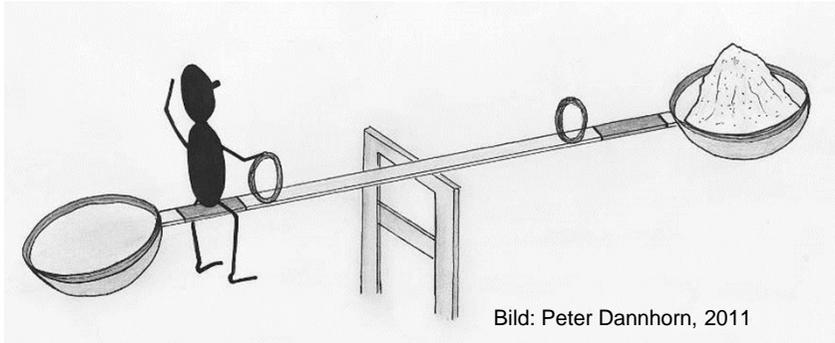
Durch eine Unwucht am Reifen entstehen Schwingungen, Geräusche und Verschleiß.

Durch das Anbringen von Gegengewichten am Reifen, wird diese Unwucht kompensiert, wodurch zudem höhere Laufgeschwindigkeiten möglich sind.



Bild: Peter Dannhorn, 2011

Prinzip 8: Gegengewicht – *Gewichtskompensation, Kompensiere ein Gewicht durch ein Gegengewicht*



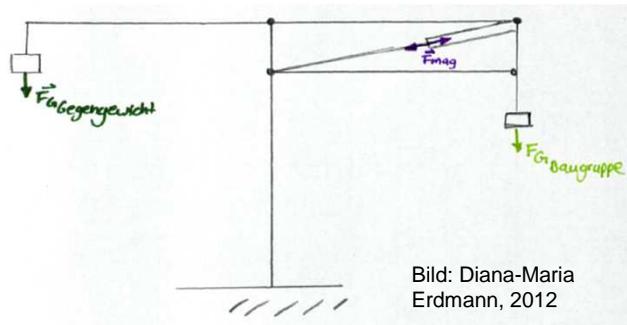
Früher konnten Wippen, aufgrund des fehlenden Gegengewichts, nur von mindestens zwei Kindern benutzt werden. Diese mussten zudem in etwa das gleiche Gewicht haben. Heutzutage kann ein einzelnes Kind das fehlende Gegengewicht ausgleichen, indem es die angebrachte Schale mit Sand füllt.



Seit dem Anbringen von Gegenmassen an Schranken, können diese, unabhängig von deren Länge oder Material, mit geringem Kraftaufwand zügig geöffnet bzw. geschlossen werden.

Prinzip 8: Gegengewicht – Gewichtskompensation, Kompensiere ein Gewicht durch ein Gegengewicht

Eine vormontierte schwere Baugruppe soll an einem Arbeitsplatz durch einen Werker im Fertigungsprozess an eine Maschine anmontiert werden. Dafür braucht er eine Hebehilfe („Manipulator“) mit Gegengewicht. Die innovative Lösung eines Manipulators bindet zusätzlich einen Magneten in der Hebemechanik mit ein. Der Magnet ist in Wechselwirkung mit der aufgenommenen Last und pendelt das System in Gleichgewichtslage aus.



Im Fliehkraftdrehzahlregler für Windkraftanlagen werden die Fliehkraftgewichte als Flügel mit negativem Anstellwinkel ausgeführt. Dadurch erhält man eine aerodynamische Bremskraft bei zunehmender Windstärke. Windkraftanlagen ohne diese Anstellwinkel können im Sturmfall nicht nach vorne gedreht werden, sondern die Anlage muss aus dem Wind geschwenkt werden.

Prinzip 8: Gegengewicht – *Gewichtskompensation, Kompensiere ein Gewicht durch ein Gegengewicht*

Früher: Fixierung des Werkstücks durch mechanisches Spannen

Heute: Fixierung des Werkstücks durch Magnetspanntisch

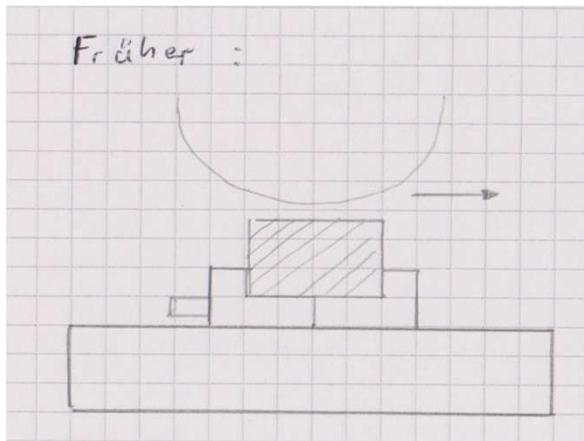


Bild: Bernd Wißner, 2012

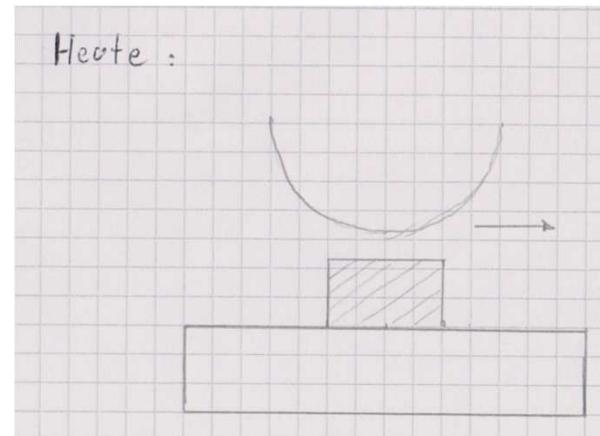


Bild: Bernd Wißner, 2012

Früher: Der erste Gabelstapler konnte 1918 nur geringe Lasten transportieren

Heute: Durch den Einbau von zusätzlichem Gewicht auf die Hinterachse wurde die Tragkraft wesentlich erhöht (1-8 Tonnen)



Bild: Bernd Wißner, 2012

Prinzip 9: Vorgezogene Gegenaktion – *Ziehe Gegenaktion vor*

Aliases: Vorspannung, Vorherige Gegenwirkung, Vorgezogene Gegenwirkung, Frühere Gegenaktion

- A. Vor der Ausführung einer Aktion muss eine erforderliche Gegenaktion vorab ausgeführt werden
- B. Das Objekt soll im voraus einer Belastung bzw. Beanspruchung unterworfen werden, deren Wirkung der unzulässigen oder unerwünschten Arbeitsbelastung entgegengerichtet ist



Vorspannung der dünnen Speichen von Rädern führt zu einer Kompensation der auftretenden hohen Druckspannung während des Betriebs durch die nicht belasteten Speichen des Rades und ermöglicht so Stabilität bei geringerem Gewicht.



Kindersicherung:

Bevor der Deckel einer Flasche durch die Drehbewegung abgehoben werden kann, ist zunächst eine Gegenkraft aufzubringen.

Prinzip 9: Vorgezogene Gegenaktion – Ziehe Gegenaktion vor

Spannbeton ist eine spezielle Art des Stahlbeton, bei dem die Stahleinlagen vorgespannt werden. Durch diese Vorspannung wirkt Zugspannungen im Beton entgegen und erhöht somit auch die Widerstandsfähigkeit des Bauteils gegen Momente.

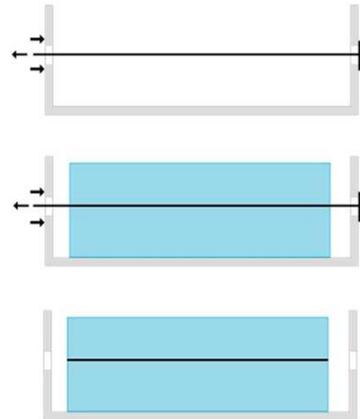


Bild: Anna-Lena Ziegler, 2010

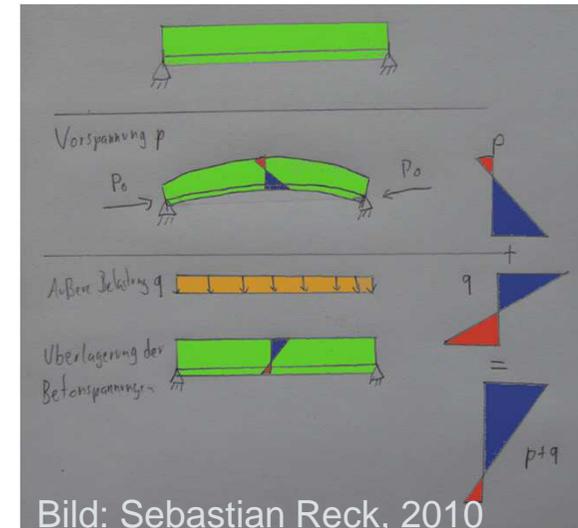


Bild: Sebastian Reck, 2010

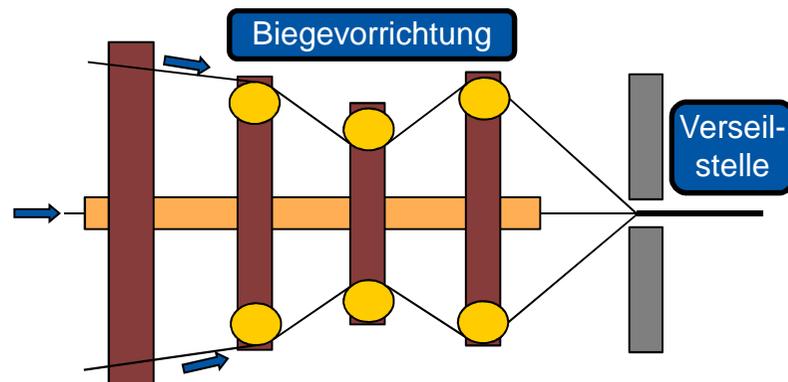


Bild: Daniel Klein, 2010

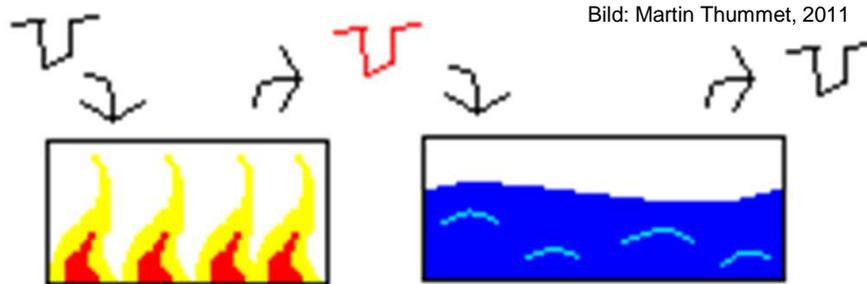
Problem:

- Beim Verseilen kommt es zu spannungsbehafteten, verdrehten Seile

Lösung:

- Vorbiegen der Seile über die Elastizitätsgrenze kurz vor der Verseilstelle

Prinzip 9: Vorgezogene Gegenaktion – *Ziehe Gegenaktion vor*



Umwandlungshärten:

Durch das Aufheizen und das schnelle Abkühlen von Stählen wird eine Härtung erreicht, die das Material im späteren Einsatz widerstandsfähiger gegen Belastungen macht.

Um eine SD-Karte aus dem Computer zu entfernen, muss man zuerst drücken und dann ziehen.



Prinzip 10: Vorgezogene Aktion – *Ziehe Aktionen vor*

Aliases: Vorher-Ausführung, Vorherige Wirkung, Vorspannung, Frühere Aktion, Vorfertigung, Vorgezogene Wirkung

- A. Führe die notwendige Aktion - teilweise oder ganz - im voraus aus
- B. Die Objekte sind vorher so zu positionieren, dass sie ohne Zeitverlust vom geeignetsten Ort aus wirken können



Um dem Käufer das Backen zu erleichtern werden bei einer Backmischung die trockenen Bestandteile vorher zusammengemischt. Anschließend müssen nur noch frische Zutaten hinzugegeben werden. Dies ersetzt einen Großteil der Arbeit, also bestimmte Zutaten kaufen und abwiegen etc., die früher notwendig waren.

Eine versiegelte Tube kann durch die spezielle Geometrie Ihres Schraubverschlusses unmittelbar nach dem ersten Aufdrehen durchstochen werden. Die enthaltene Masse bleibt durch die bessere Konservierung durch die Versiegelung länger haltbar.

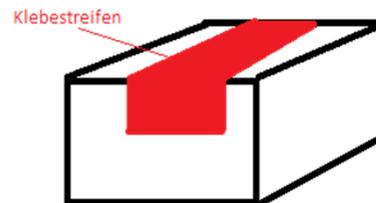


Prinzip 10: Vorgezogene Aktion – *Ziehe Aktionen vor*



Bei klassischen, einfachen Kaffeemaschinen müssen mehrere Arbeitsschritte zum Kaffee zubereiten durchlaufen werden im Vergleich zu den neueren, Halbautomatisierten Kaffeemaschinen wie im Beispiel abgebildet. Daneben gibt es auch Kaffeevollautomaten.

vorher



nachher

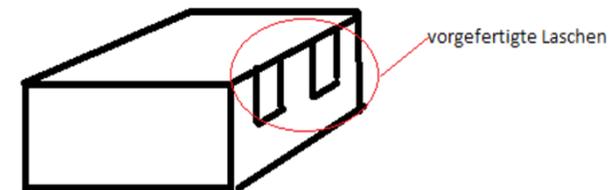


Bild:Markus Fitzek, 2010

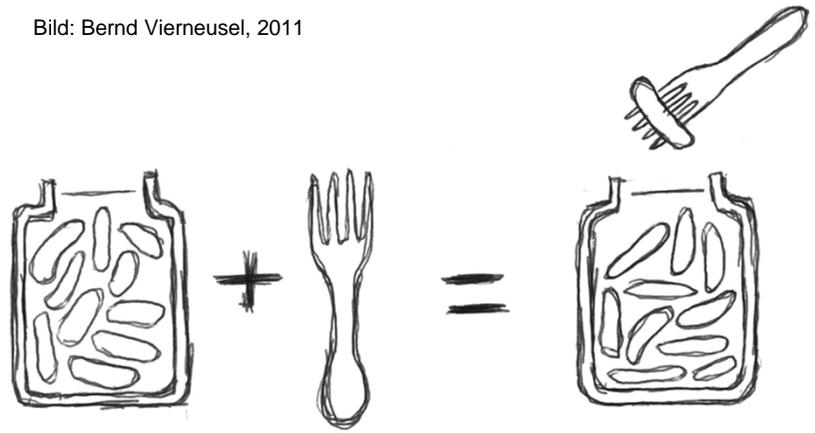
Anbringen von Laschen bzw. Aufreißfäden an bestimmten Stellen von Verpackungen zum klebefreien Verschließen bzw. leichterem Öffnen der Verpackung.

- Anwendung: z.B. Pakete, Kaugummipackung,...

Prinzip 10: Vorgezogene Aktion – Ziehe Aktionen vor

konventionelles Gurkenglas

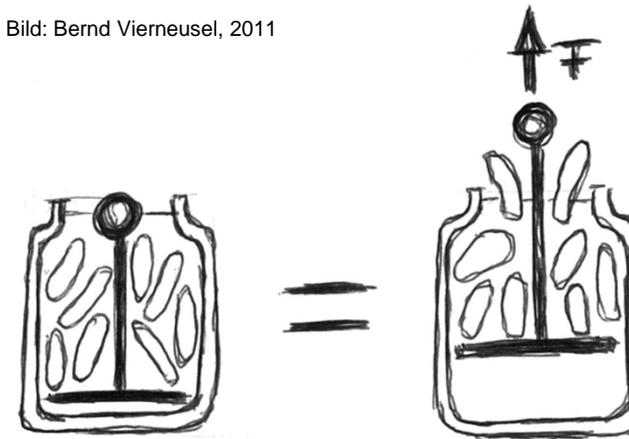
Bild: Bernd Vierneusel, 2011



Notwendige Arbeiten:
Gurkenglas öffnen → Gabel in der Küche suchen →
Mittels Gabel Gurken aus dem Gurkenglas fischen

Gurkenglas mit Gurkenheber

Bild: Bernd Vierneusel, 2011



Notwendige Arbeiten:
Gurkenglas öffnen → Gurkenheber nach oben ziehen

Prinzip 10: Vorgezogene Aktion – *Ziehe Aktionen vor*

Konventionelles Messer:



Bild: Rainer Frank, 2012

Messer muss per Hand geschliffen werden sobald es stumpf ist.

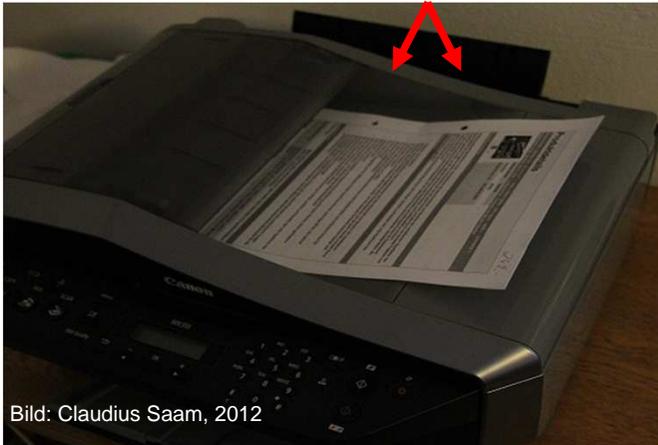
Teppichmesser:



Bild: Rainer Frank, 2012

Teppichmesser hat in der Schneide integrierte Riefen. Man kann den stumpfen teil der Klinge abrechen und erspart sich das Schleifen.

Prinzip 10: Vorgezogene Aktion – *Ziehe Aktionen vor*



Ein Drucker mit integrierter Lochfunktion, erspart die zeitaufwendige Lochung nach dem Ausdruck.



Der fest montierte Überrollbügel wird aus Design Gründen durch einen versenkbaren Überrollbügel ersetzt. Im Ernstfall fährt der Bügel vor dem Überschlag aus.

Prinzip 11: Vorbeugemaßnahme – *Beuge Problemen vor*

Aliases: Vorbeugen (zur Erhöhung der Zuverlässigkeit), „Vorher untergelegtes Kissen“, Prävention, Vorzeitiges Abfangen

- A. Kompensiere die schlechte Zuverlässigkeit eines Systems durch vorher ergriffene Gegenmaßnahmen
- B. Mögliche Versagensfälle und Fehlerszenarien voraussagen und vorbeugen



Bild: Susanne Vernim, 2010

System vorher: Einfacher Haartrockner, der bei Überhitzung durchbrennt
Verbessertes System: Föhn mit integriertem Überhitzungsschutz, schaltet sich bei Überhitzung automatisch ab



Bild: Oliver Meißner, 2010

Stand vorher: Reifen ist ungesichert
Stand nachher: Jeder Radträger wird mit zwei Kabeln gesichert, die Kräfte von zehn Tonnen pro Kabel, also 20 Tonnen pro Rad standhalten. So sollen Menschen im Versagensfall vor umherfliegenden Reifen geschützt werden.



Bild: Marian Weigand, 2010

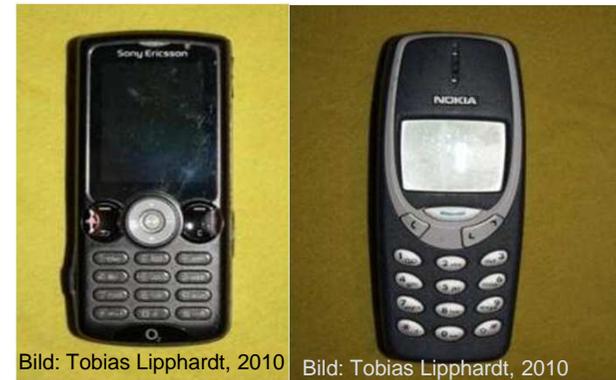
Sicherungen werden heute in fast jedem Haushalt und jedem elektrischen Gerät verbaut. Sie schützen bei Überstrom vor Schäden an den Geräten und Sorgen für die Sicherheit des Menschen.

Prinzip 11: Vorbeugemaßnahme – *Beuge Problemen vor*



Der Winkel der einzelnen Rasierklingen zur Gleitrichtung des Rasierers ist genau so gewählt, dass ein Verletzen der Hautoberfläche mit großer Wahrscheinlichkeit verhindert wird. Die Handhabung von herkömmlichen Rasiermessern war früher wesentlich schwieriger.

Stöße, Wasserspritzer oder ähnliche äußere Einflüsse sind für die Elektronik der Mobiltelefone schädlich. Durch einen verbesserten Schutz beim „Outdoor-Handy“, der für eine Unempfindlichkeit gegenüber Stößen oder Wasserspritzern sorgt, lässt sich ein Mehrwert für ein Mobiltelefon generieren



Die Einführung von Bordcomputern in PKW erleichtert die Überwachung des Betriebs des Autos und warnt z.B. bei niedrigem Tankinhalt, fälligen Ölwechseln, Motorproblemen oder, bei modernen Autos, vor zu niedrigem Reifendruck. Vorher musste der Autofahrer diese Dinge selbst kontrollieren, sie wurden entsprechend oft vergessen.

Prinzip 11: Vorbeugemaßnahme – *Beuge Problemen vor*

Auch schon mal die Fertig-Chicken-Nuggets anbrennen lassen?

Früher waren Pfannen oder Töpfe nicht speziell behandelt und die Hitze führte bei ungeübten Köchen zu Freude am Abwaschen.

Heutzutage werden die meisten Pfannen/Töpfe Teflonbeschichtet, so dass ein Anbrennen schwer fallen wird.

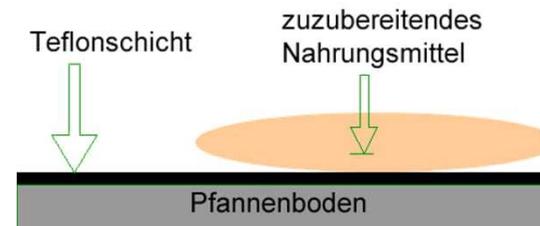


Bild: Sebastian Maletzki, 2010



Bild: Markus Gepp, 2010



Bild: Marian Weigand, 2010

Für den Griff der Schraubendreher wird heute größtenteils isolierender Kunststoff verwendet. Dieser schützt den Anwender vor eventuellen Stromschlägen.

Eventuellen Spannungsüberhöhungen durch Kurzschluss o.ä. wird durch eine Schmelzsicherung vorgebeugt. Diese besteht aus einem dünnen Draht, welcher bei hohen Strömen schmilzt und somit den Stromkreis unterbricht.

Schmelzsicherung

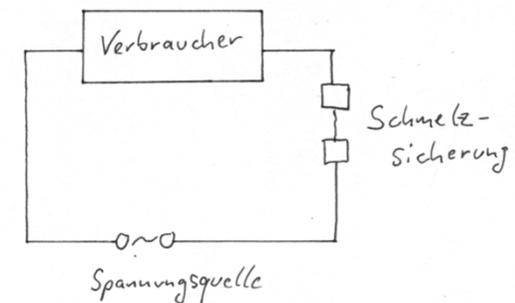


Bild: Lachner Philipp, 2010

Prinzip 11: Vorbeugemaßnahme – *Beuge Problemen vor*

Hammergriff mit einem Gummiüberzug um das Risiko, dass der Hammer bei der Benutzung aus der Hand gleitet zu minimieren.

Hammer mit Holzgriff



Hammer mit Gummigriff



Bild: Florian Neugebauer, 2012

Prinzip 12: Äquipotentialprinzip – *Halte das Potential konstant oder auf gleichem Niveau*

Aliases: Kürzester Weg – ohne Anheben und Absenken des Objekts, Äquivalentes Potential, Gleichgewicht, Äquipotentieller Transport (auf gerader oder Kreislinie ohne Anheben und Absenken), „Vor-Ort“-Arbeitsweise

- A. Verändere die Bedingungen so, dass das Objekt mit konstantem Energiepotential arbeiten kann, also beispielsweise weder angehoben noch abgesenkt werden muss



Papierschnidemaschine, lineare und rotatorische Bewegung kombiniert auf einer Höhe.

Früher musste man die schweren Koffer tragen. Heute gibt es fast nur noch Trolleys oder Koffer mit Rollen, die sich leicht ziehen lassen. Sie müssen nicht mehr angehoben oder gesenkt werden.



Prinzip 12: Äquipotentialprinzip – *Halte das Potential konstant oder auf gleichem Niveau*

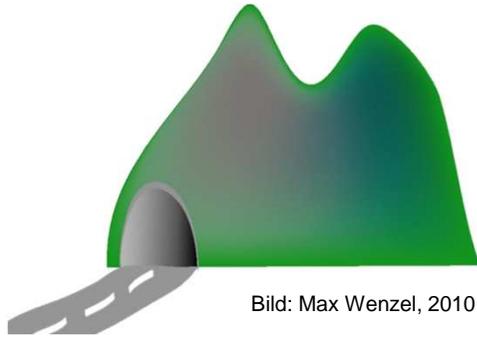


Bild: Max Wenzel, 2010

Tunnel durch ein Bergmassiv, dadurch müssen Fahrzeuge nicht über den Berg fahren (müssen nicht angehoben werden)

Um schweren Gegenstand zu bewegen, werden eine Reihe von Walzen benutzt, ohne den Gegenstand anzuheben und abzusenken.

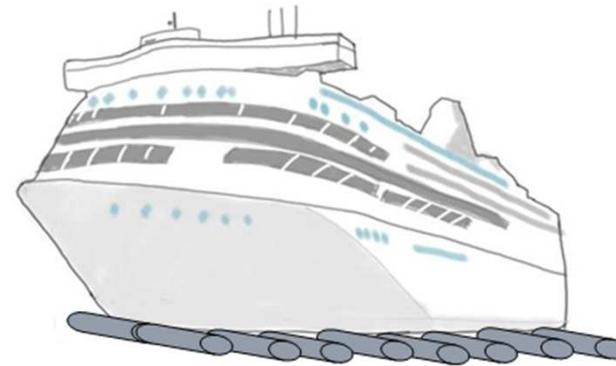
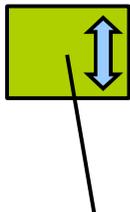


Bild: Kai Xue, 2010

Ottomotor
→ oszillierend



Wankelmotor
→ rotierend



Bild: Norbert Dresel, 2011

Der Kolben des Ottomotors oszilliert während des Betriebs. Er wird be- und entschleunigt, kinetische und potentielle Energie bauen sich dabei periodisch auf und wieder ab. Im Wankelmotor dagegen bleiben kinetische und potentielle Energie durch die Rotationsbewegung des Kolbens konstant.

Prinzip 13: Funktionsumkehr – *Mache das Gegenteil*

Aliases: Umkehrung (Vereinbarung des Unvereinbaren), Entgegengesetzt, Inversion, Andersherum

- A. Statt der durch die Bedingungen der Aufgabe vorgeschriebenen Wirkung ist die umgekehrte Wirkung anzustreben
- B. Die beweglichen Teile sind unbeweglich, die unbeweglichen beweglich zu machen
- C. Das Objekt ist „auf den Kopf zu stellen“, d.h. alle Teile erfüllen spiegelbildliche Funktion
- D. Der Prozess oder seine einzelnen Phasen sind in einer anderen Reihenfolge auszuführen

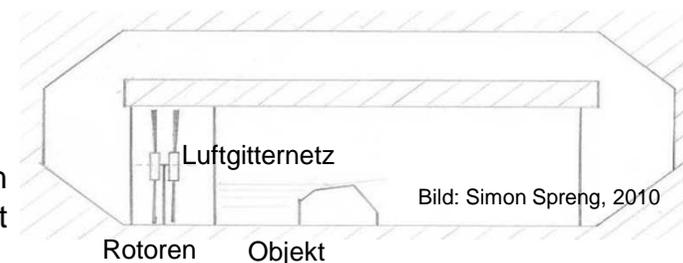


Ein Tintenfüller dient dazu, Tinte auf das Papier zu bringen und ermöglicht das Schreiben.



Das genaue Gegenteil bewirkt ein „Tintenkiller“, der die Tinte auf dem Papier unsichtbar macht und dadurch eine Fehlerbehebung ermöglicht.

In einem Windkanal werden die aerodynamischen Eigenschaften von Objekten untersucht. Am bekanntesten sind Vermessungen von Automobilen und Flugzeugen. Während der Untersuchung wird hierbei das Objekt nicht bewegt - wie dies im Alltag des Objektes üblich ist - sondern steht still und die notwendigen Luftbewegungen werden künstlich erzeugt. Auf diese Weise wurden Vermessungen des Luftwiderstands erst ermöglicht.



Prinzip 13: Funktionsumkehr – *Mache das Gegenteil*

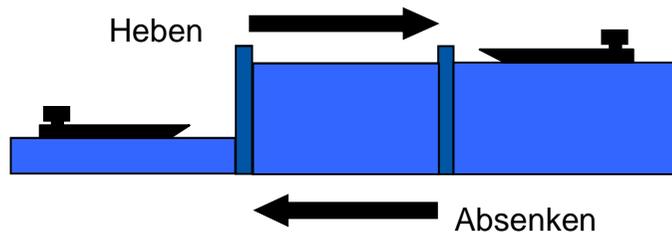


Bild: Annemarie Bernkopf, 2010

Schleuse

Vor der Erfindung der Schleuse wurden die Höhenunterschiede mittels Rutschbahnen oder Rampen überwunden. Beschädigungen waren dabei nicht ausgeschlossen. Heutzutage übernehmen Schleusen die Aufgaben des Hebens und Absenkens.

Fließband

Das herzustellende Produkt bewegt sich von einer Montagestation zur nächsten. Dadurch stellen sich niedrige Durchlaufzeiten und Kostenvorteile durch Arbeitsteilung und Spezialisierung ein.

Vorher: Das herzustellende Produkt hat eine feste Position und das Montagepersonal bewegt sich bzw. wird ausgetauscht

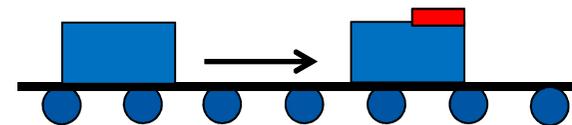


Bild: Tobias Grimme, 2010

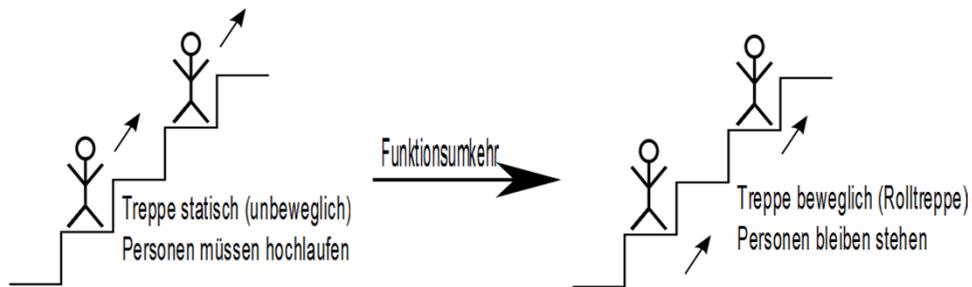


Bild: Kilian Eger, 2011

Prinzip 13: Funktionsumkehr – *Mache das Gegenteil*

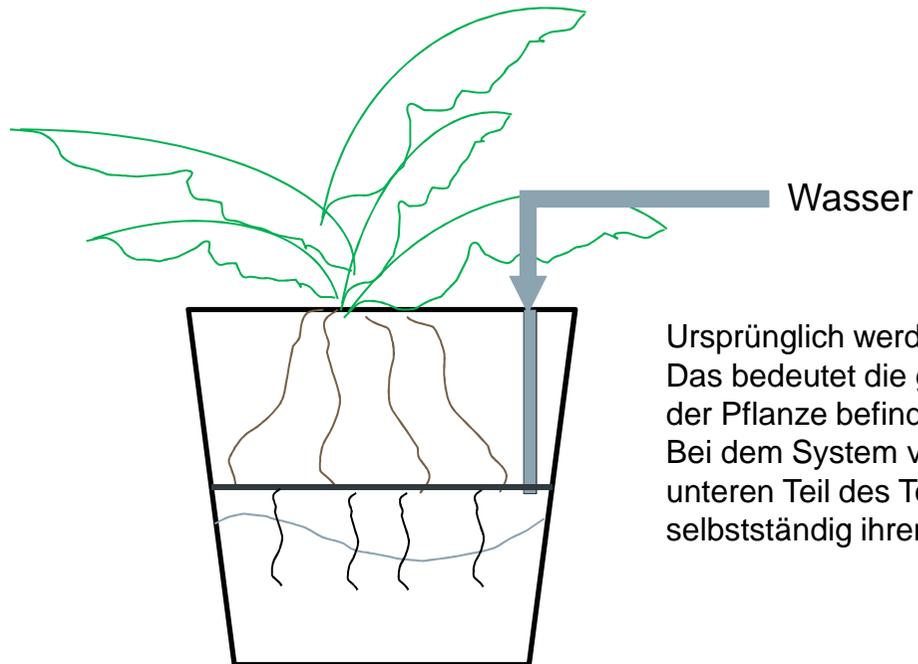


Bild: Kerstin Hansen, 2012

Ursprünglich werden Blumen von „oben“ gegossen, Das bedeutet die gesamte Erde in der sich die Wurzeln der Pflanze befinden wird gewässert. Bei dem System von „Lechuza“ wird ein Wasserbehälter im unteren Teil des Topfes befüllt und die Pflanze „dosiert“ selbstständig ihren Wasserbedarf.

Prinzip 14: Krümmung – Verwende ungerade Formen, Geometrien oder Bewegungsabläufe

Aliases: Sphärische Form (Anpassung an Kreis und Kugel), Kugelähnlichkeit, Sphäroidalität, Kugeligkeit, Sphärische Formen und Bewegungen

- A. Von geradlinigen Konturen ist zu krummlinigen, von ebenen zu sphärischen Flächen und von kubischen zu kugelförmigen Konstruktionen überzugehen
- B. Zu verwenden sind von Rollen, Kugeln und Spiralen
- C. Von der geradlinigen Bewegung zur Rotationsbewegung
- D. Nutze die Zentrifugalkraft aus



Von der geradlinigen Bewegung (linkes Bild) zur Rotationsbewegung (rechtes Bild).

Das Rad revolutionierte die Art und Weise wie wir uns fortbewegen und Dinge transportieren, da durch seine Nutzung der Reibungskoeffizient im Vergleich zu den bis dahin üblichen Schlitten deutlich herab gesetzt wurde.



Prinzip 14: Krümmung – *Verwende ungerade Formen, Geometrien oder Bewegungsabläufe*

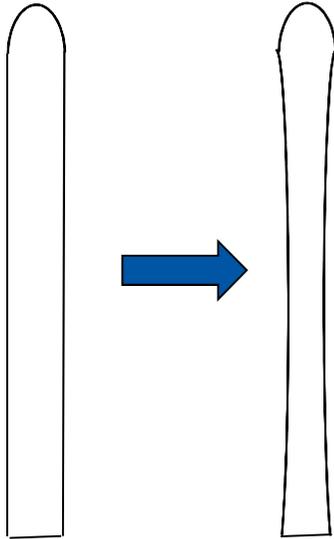


Bild: Max Oberlander, 2010

Carving-Ski
Übergang von gerader zu
ungerader Kontur
Die taillierte Form verbessert die
Fahreigenschaften

Prinzip 15: Anpassung – *Dynamisiere, passe Bedingungen optimal an, arrangiere sie neu*

Aliases: Dynamisierung, Verfahren des Dynamischen, Dynamik, Ständige Anpassung (an dynamisch optimale Bedingungen) , Dynamisieren, Einstellen der optimalen Bedingungen

- A. Gestalte ein System oder dessen Umgebung so, dass es sich automatisch unter allen Betriebszuständen auf optimale Performance einstellt
- B. Zerteile ein System in Elemente, die sich untereinander optimal arrangieren können
- C. Mache ein unbewegliches Objekt beweglich, verstellbar oder austauschbar
- D. Erhöhe den Grad an Beweglichkeit

3D-Schubvektorsteuerung beim Eurojet EJ200 Triebwerk für den Eurofighter Typhoon.

Funktionsprinzip: Bei einer 3D-Schubvektorsteuerung lässt sich die Düse in alle Richtungen schwenken. Aktuell werden 2D-Steuerungen verwendet, bei denen der Abgasstrahl nur in einer Ebene abgelenkt wird. Eine 3D-Steuerung verspricht bessere Luftkampf- und Manövriereigenschaften, sowie kürzere Start- und Landestrecken.



Bild: Benedikt Biller, 2010



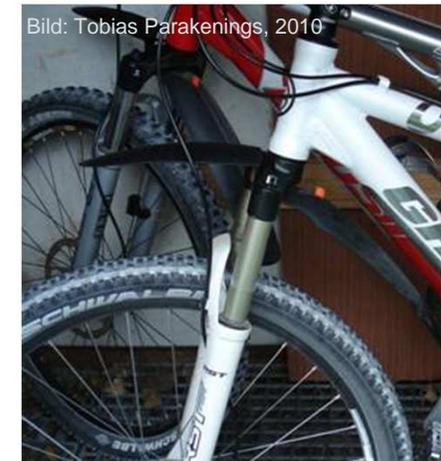
Bild: Michael Stephan, 2010

Für die Erhöhung der Bewegungsfreiheit wurde das Kabel der Maus entfernt und durch Funk ersetzt. USB – Sensoren haben eine geringere Größe als früher und können auch beim Transport in Laptops verbleiben.

Prinzip 15: Anpassung – *Dynamisiere, passe Bedingungen optimal an, arrangiere sie neu*



Ratsche - Vielfältige Einsatzmöglichkeiten durch Austausch der Schraubköpfe



Federgabel - Schonung der Gelenke durch Rückfederung auf harten und unebenen Untergründen



Lebensmittelverpackungen von Wurst und Käse sind teilweise wiederverschließbar. Durch Anpassung der herkömmlichen Verpackung durch eine aufbrachte Klebeschicht ist ein Verschließen möglich und die Lebensmittel bleiben länger frisch.

Das Kardangelenke ermöglicht die Drehmoment-Übertragung in einem geknickten Wellenstrang, wobei die Knickung unter Last veränderlich sein darf.



Prinzip 15: Anpassung – *Dynamisiere, passe Bedingungen optimal an, arrangiere sie neu*

Regelkreise in der spanenden Fertigung

Durch Verschleiß an Werkzeugen treten Toleranzen in der spanenden Fertigung auf. Durch Aufbau eines Regelkreises bei welchem jedes Teil nach der Bearbeitung vermessen wird, kann das Bearbeitungsprogramm für das nächste Teil neu angepasst werden.

Der Fahrradhelm ist verstellbar, damit er auf die individuelle Kopfgröße angepasst werden kann.



Bild: Robert Forster 2010



Bild: Christoph Wolz, 2010

Prinzip 15: Anpassung – *Dynamisiere, passe Bedingungen optimal an, arrangiere sie neu*

Vorher: Konventioneller Schreibtisch

Schreibtische sind starr und haben eine der optimalen Sitzposition angepasste Höhe von ca. 75 cm, was dennoch zu einer einseitigen Belastung führt.

Nachher: Höhenverstellbarer Schreibtisch

Der Schreibtisch ist höhenverstellbar und kann der jeweiligen Körperhaltung und Körpergröße angepasst werden, wodurch eine bewegungs- und leistungsfördernde Wirkung erzielt wird.



Prinzip 16: Partielle oder überschüssige Wirkung – *Verwende mehr oder weniger*

Aliases: Nicht vollständige Lösung (oder überschüssige Einwirkung; Optimierung der Zielparameter), Teil- oder übertriebene Lösung

- A. Wenn es schwierig ist, 100% einer geforderten Funktion zu erreichen, verwirkliche etwas mehr oder weniger, um so das Problem deutlich zu vereinfachen
- B. Falls eine genaue Materialmenge schwer zu erzielen ist, soll eine überschüssige Materialmenge zugeführt werden. Materialüberschüsse sind mit einem Kraftfeld zu beseitigen
- C. Falls eine genaue Energiemenge schwer zu erzielen ist, soll eine überschüssige Energiemenge zugeführt werden. Die Energieüberschüsse sind mit einem zusätzlichen Objekt zu kompensieren

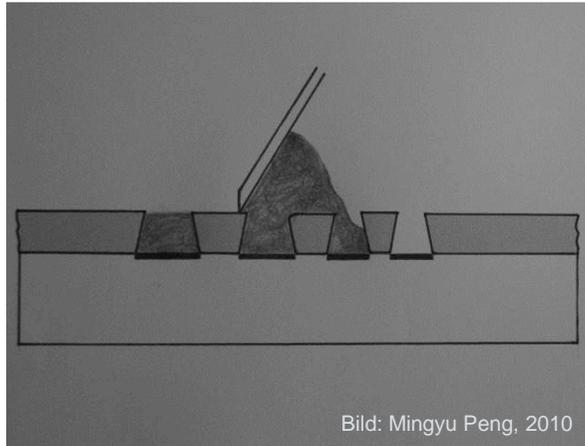


In Großpackungen von Kleinteilen (z.B. Schrauben) kommt es prozessbedingt zu Schwankungen der Stückzahl. Dies wurde früher akzeptiert. Nach modernen Verbraucherschutzrichtlinien ist dies nun nicht mehr zulässig. Um die nominelle Stückzahl in jedem Fall zu erreichen, werden dem Tolleranzfenster entsprechend immer mehr Teile verpackt.

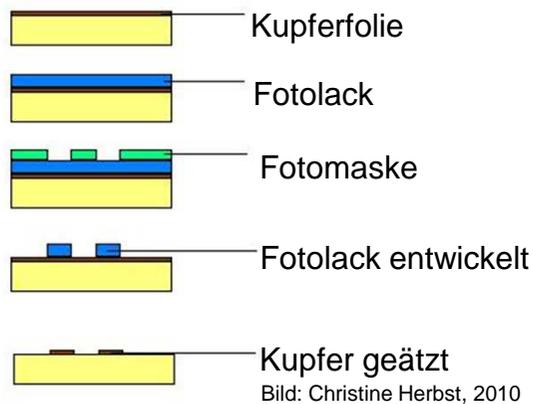
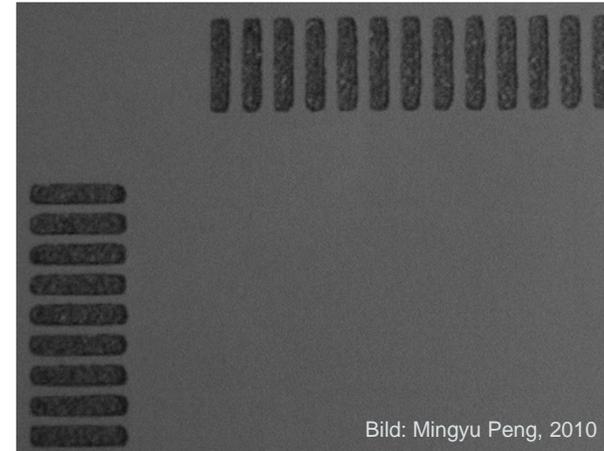
Beim verfugen von Fliesen wird zunächst das Fugenmaterial großflächig aufgetragen und im Folgenden wird mit einem Schwamm das überflüssige Material entfernt.



Prinzip 16: Partielle oder überschüssige Wirkung – Verwende mehr oder weniger



Beim Lotpastenauftrag ist die überschüssige Lotpaste unter der bewegenden Rakele notwendig, um jede Kavität der Schablone auszufüllen.



Subtraktivverfahren zur Herstellung von Leiterplatten
Ätzverfahren bei dem erst ganzflächig Kupfer auf das Substrat aufgetragen wird und mithilfe von Fotolack, einer Fotomaske und UV Licht, das Kupfer stellenweise weggeätzt werden kann.

Prinzip 17: Höhere Dimension – Verwende mehrdimensionale Bewegungsabläufe und Anordnungen

Aliases: Übergang in eine andere Dimension (von der Linie in Ebene und Raum hinein), Übergang zu höheren Dimensionen (z.B. von der Zwei- zur Dreidimensionalität), Bewegung in eine neue Dimension, Übergang zu anderen Dimensionen, Übergang in eine neue Dimension

- A. Veränderung der gegenseitigen Anordnung im Raum, Übergang in die zweite bzw. dritte Dimension
- B. Ordne Objekte in mehreren statt einer Ebene an
- C. Kippe das Objekt oder verändere die Lage, lege es auf die Seite
- D. Die Rückseite oder der Innenraum ist auszunutzen
- E. Ausnutzen der Lichtströme, die auf die Umgebung oder auf die Rückseite des gegebenen Objektes fallen



Handys stehen schon lange nicht mehr nur für die Kommunikation. Die Vorderseite funktioniert wie gewohnt, die Rückseite wird von der Kamera-Funktion ergänzt.

Der Tintenkiller ermöglicht ein erneutes Beschreiben des Papiers indem man den Stift um 180° dreht.



Prinzip 17: Höhere Dimension – *Verwende mehrdimensionale Bewegungsabläufe und Anordnungen*



Bild: Sebastian Reck, 2010

Möbiusband: Ein endloses Band durchschneiden, ein Ende um 180° drehen und wieder zusammenfügen.
→ doppelte Nutzfläche
Anwendung etwa in Riemengetrieben für gleichmäßige Abnutzung



Bild: Anna-Lena Ziegler, 2010

Eiskratzer, bei dem sich auf der Rückseite eine Gummilippe und seitlich ein Besen befindet.

Mehrfachsteckdose mit einer Spezialordnung von 9 Steckdosen – bequem von 3 Seiten nutzbar. Frühere Generationen nur von einer Seite nutzbar.



Bild: Tarana Nausad, 2010

Prinzip 17: Höhere Dimension – *Verwende mehrdimensionale Bewegungsabläufe und Anordnungen*



Lenkrad mit Bedienelementen für Autoradio und Bordcomputer. Bei der vorhergehenden Generationen erfolgte die Bedienung der Geräte unmittelbar am Gerät selbst.

Handrührgerät mit Passierstab:
90° versetzt zur eigentlichen Funktion sitzt die Schnittstelle um die Zusatzfunktion anzustecken



Portalroboter

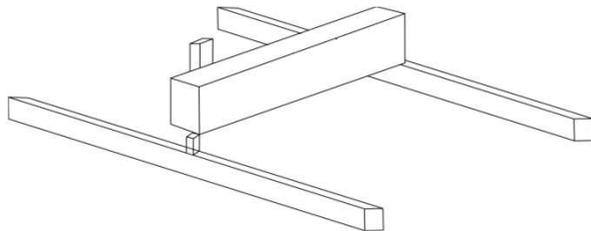


Bild: Patricia Hofmann, 2012

Bei einem Portalroboter können nur translatorische Bewegungen erfolgen. Ein Knickarmroboter kann hingegen in viele Richtungen rotatorisch bewegt werden. Ein Knickarmroboter wird im Vergleich zum Portalroboter in mehreren Ebenen angeordnet, er kann geneigt und geknickt werden.

Knickarmroboter

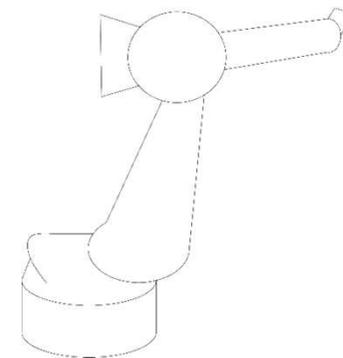


Bild: Patricia Hofmann, 2012

Prinzip 18: Schwingungen – *Ändere das Schwingungsverhalten*

Aliases: Ausnutzen mechanischer Schwingungen, (Mechanische) Schwingungen, Anwendung mechanischer Schwingungen, Mechanische Schwingungen

- A. Versetze das Objekt in Schwingungen
- B. Falls das Objekt bereits schwingt, ist die Frequenz zu erhöhen (bis hin zur Ultraschallfrequenz)
- C. Benutze die Resonanzfrequenz(en) (Eigenfrequenz)
- D. Verwende statt mechanischen piezoelektrische Schwingungserreger (Schwingquarzvibratoren)
- E. Ultraschallschwingungen sind in funktioneller Verbindung mit elektromagnetischen Feldern zu nutzen



Rüttler

Durch sogenannte Rüttelgeräten wird der Boden in Schwingung versetzt, der sich dadurch verdichtet und fester wird.



Prinzip 18: Schwingungen – *Ändere das Schwingungsverhalten*



Bild: Ströbel Philip, 2010

Bei Schallzahnbürsten wird der Bürstenkopf der Zahnbürste nicht mehr durch einen Elektromotor angetrieben, sondern von einem Piezo-Kristall in Schwingung versetzt. Die dadurch erreichbaren 40.000 Schwingungen pro Minute sollen die Reinigungsleistung verbessern.

Bei Ultraschallzahnbürsten wird zunächst eine spezielle Zahnpasta auf die Zähne aufgetragen. Durch die Schwingungen eines Tupfers mit bis zu 1,6 Mio. Hertz werden von der Zahnpasta erzeugten Schaumblasen zum Platzen gebracht.

Bei vielen Rasieren wird die Wirkung von Mikroimpulsen genutzt, die das Gerät in Schwingung versetzen. Diese Mikroimpulse sorgen dafür, dass sich die Haare aufstellen und somit wenig oft nachrasiert werden muss.



Bild: Tim Gelfert, 2011

Plattenspieler

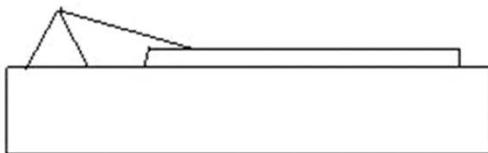
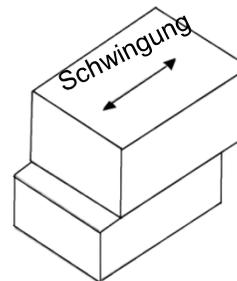


Bild: Christoph Regler, 2010

Die Skizze oben die Abtastnadel eines Plattenspielers. Diese nutzt Schwingungen zur Erzeugung der gewünschten Eigenschaften.



Vibrationsschweißen

Bild: Markus Mehnert, 2010

Vor Allem bei Kunststoffen können Schwingungen verwendet werden um Reibungswärme für Schweißvorgänge zu erzeugen. Dies ersetzt externe Wärmequellen bzw. andere Fügevorgänge wie das Kleben.

Prinzip 19: Periodische Wirkung – *Arbeite mit Impulsen*

Aliases: Impulsarbeitsweise, Periodische Funktion, Periodische Aktionen, Periodische Einwirkung

- A. Ersetze eine kontinuierliche Aktion durch eine periodische/pulsierende Wirkung
- B. Liegt bereits eine periodische Aktion vor, verändere deren Frequenz
- C. Die Pausen zwischen den Impulsen sind anderweitig zu nutzen (z. B. indem in diesen Pausen andere – zusätzliche – Wirkungen erzielt werden)
- D. Die Periodizität der Wirkung soll mit der Eigenfrequenz eines der Objekte abgestimmt werden: im Einzelfall übereinstimmen oder absichtlich nicht übereinstimmen



Blinker erregen mehr Aufmerksamkeit bei anderen Verkehrsteilnehmern und können außerdem bei schlechten Wetterverhältnissen besser wahrgenommen werden als nicht blinkende Winker.

Die Vibration eines Handys wird mittels Minimotor mit einem kleinen, einseitig an der Welle des Motors sitzendem Gewicht erzeugt. Bei einem eingehenden Anruf läuft der Motor an und bringt durch die Unwucht das Handy zum Vibrieren. Dies ermöglicht lautlose Benachrichtigungen.



Prinzip 19: Periodische Wirkung – *Arbeite mit Impulsen*



Stand vorher: kontinuierlich arbeitender Laser, Laser mit Impulsen im Bereich von ns

Stand nachher: Femtosekundenlaser, der Lichtimpulse im Abstand von Femtosekunden (10^{-15} s) aussendet. Erreicht werden hohe Spitzenleistungen bei geringer Wärmeübertragung. Einsatzgebiet daher häufig im chirurgischen Bereich, z.B. Augenheilkunde.

Ein Ko-Knetter zum Mischen von Kunststoff-Compounds gewährleistet eine gute Selbstreinigung, eine gleichmäßige Scherwirkung und einen kontinuierlichen Austrag des Mischguts durch eine axiale, der Rotation überlagerten Bewegung.

Zum Reinigen verstopfter Siphons wird eine Saugglocke über der Siphonmündung in pumpende Bewegung versetzt. Dadurch wird ein Vakuum erzeugt. Durch den stoßartigen Wechsel zwischen Unter- und Überdruck wird die Verstopfung beseitigt.

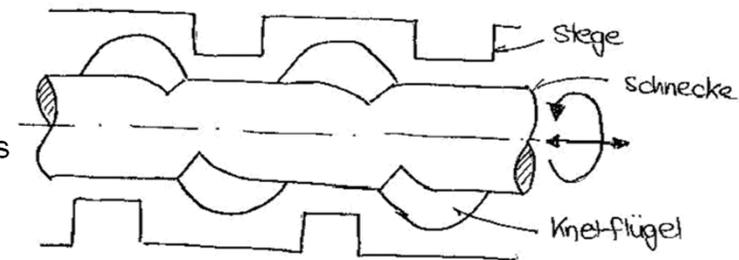


Bild: Sebastian Kollert, 2010

Prinzip 19: Periodische Wirkung – *Arbeite mit Impulsen*



Bei einer solchen Zahnbürste rotiert der Bürstenkopf nicht nur sondern führt auch eine „pulsierende“ Bewegung nach vorne und hinten aus. Hierdurch soll das Zähneputzen gründlicher sein.

Prinzip 20: Kontinuität nützlicher Aktionen – *Führe kontinuierlich ablaufende Aktionen ein*

Aliases: Kontinuität, Kontinuierliche Arbeitsweise, Kontinuität (Permanenz) der Wirkprozesse, Kontinuität einer nützlichen Funktion, Ununterbrochene nützliche Funktion, Kontinuität der nützlichen Wirkung, Kontinuierliche Einwirkung, Kontinuität der Wirkprozesse

- A. Führe eine Aktion ohne Unterbrechung aus, alle Komponenten sollen ständig mit gleichmäßiger Belastung arbeiten
- B. Leerlauf und Diskontinuitäten (unterbrochenen Aktionen und Arbeiten) sind zu vermeiden
- C. Lineare durch rotatorische Bewegungen ersetzen



Füllfederhalter:

Die damals übliche Form zu schreiben war mit Feder und Tinte. Allerdings musste die Feder alle paar Striche in das Tintenfass getaucht werden. Schon längst wurde die Feder vom Füllfederhalter abgelöst. Dieser hat eine integrierte Tintenpatrone, die wesentlich mehr Tinte hält. Somit kann man schreiben ohne andauernd abzusetzen.



Um das Schneiden einer Pizza zu erleichtern, kann man anstatt eines Messers einen Pizzaschneider verwenden.

Mit der Hilfe dieses Gehäuse wird das Klebeband so abgeschnitten und gleichzeitig geführt, dass es zu einer Kontinuität der Aktionen kommt.



Prinzip 20: Kontinuität nützlicher Aktionen – *Führe kontinuierlich ablaufende Aktionen ein*

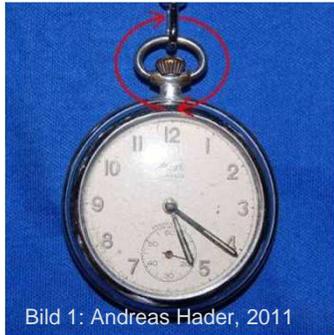


Bild 1: Andreas Hader, 2011



Bild 2: Andreas Hader, 2011



Bild 3: Andreas Hader, 2011

Die ersten tragbaren Uhren (Bild 1) mussten per Hand aufgezogen werden. Durch die Erfindung einer Automatik (Bild 2), welche durch Bewegungen des Handgelenks ein Drehmoment in der Uhr erzeugt und somit die Feder kontinuierlich spannt, kann die Laufzeit, bis die Uhr wieder per Hand aufgezogen werden muss, deutlich verlängert werden. Mit dem Einbau einer Batterie entfällt sogar das Aufziehen der Uhr (Bild 3) und die Laufzeit ist abermals vervielfacht.



Bild: Nadine Rosenhammer, 2010

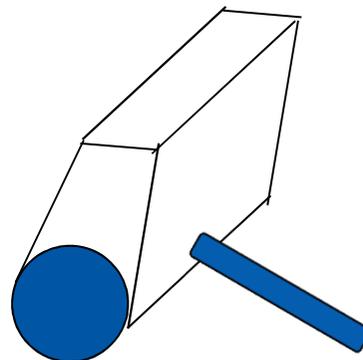


Bild: Nadine Rosenhammer, 2010

Bisher musste man die Farbwalze nach jeder Bahn in den Farbeimer tauchen und hat dabei wertvolle Zeit verloren. Mittlerweile gibt es Farbroller mit eingebautem Tank. Dadurch ist ein längerer, kontinuierlicher Streichprozess möglich.

Prinzip 20: Kontinuität nützlicher Aktionen – *Führe kontinuierlich ablaufende Aktionen ein*

vorher



Bild: Markus Fitzek, 2010

nachher

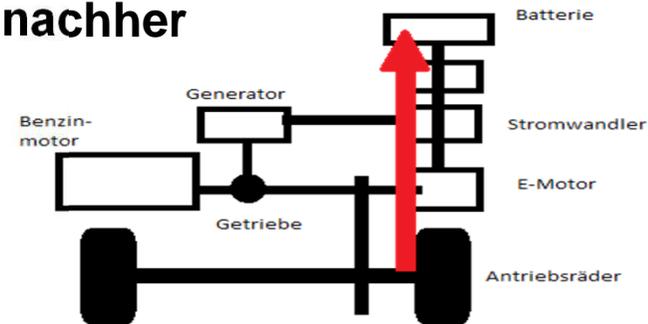


Bild: Markus Fitzek, 2010

Rekuperation / Bremsenergie-Rückgewinnung:

Beim Abbremsen von Maschinen kann die von Elektromotoren aufgenommene Energie gespeichert werden und weiter verwendet werden. Ansonsten würde diese Energie an den Bremswiderständen in Wärme umgewandelt werden und „verloren“ gehen.

- Anwendung: z.B. Hybridfahrzeuge

Druckwalze
Druckwalze vs. Druckplatte
Die rotatorische Bewegung erlaubt einen kontinuierlichen Druckprozess.

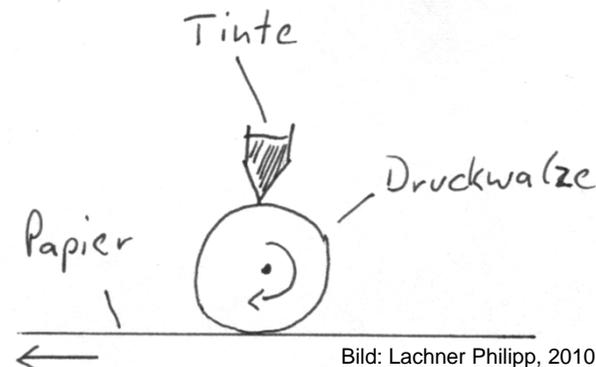


Bild: Lachner Philipp, 2010

Prinzip 20: Kontinuität nützlicher Aktionen – *Führe kontinuierlich ablaufende Aktionen ein*



Bild: Marc Hauke, 2012

Ferngesteuertes Auto:

Früher wurden Spielzeugautos von Hand angetrieben. Nach kurzer Distanz stoppten sie und mussten erneut angeschoben werden. Bei ferngesteuerten Autos kann das Auto kontinuierlich mit konstanter Geschwindigkeit fortbewegt werden.

Prinzip 21: Durcheilen und Überspringen – *Führe Aktionen extrem schnell aus*

Aliases: Schneller Durchgang, Schnelle Passage, Verfahren des Durcheilens, Überspringen, Schnellster Durchgang (durch Prozessabschnitte)

A. Führe schädliche oder gefährliche Aktionen mit sehr hoher Geschwindigkeit durch



System vorher:
Rasierer, schneidet Haare ab, kann zu Schnitten führen



Verbessertes System:
Entfernt die Haare durch schnelles Ausreißen, dadurch keine Klinge nötig und somit verringerte Verletzungsgefahr

Die Technologie des Spritzgusses ermöglicht es wegen der hohen Einspritzgeschwindigkeit komplexe Bauteile mit sehr geringen Wandstärken herzustellen. Im Gegensatz zu traditionellen Gießtechniken, bei denen die Schwerkraft treibende Kraft für die Formfüllung ist, sorgen beim Spritzguss sehr hohe Drücke dafür, dass das plastifizierte Material die Form in einem Bruchteil der Zeit ausfüllt, so dass während des Formfüllvorgangs deutlich weniger Material am Rande der Form erstarrt. Somit können die Wandstärken enger gewählt werden, d.h. dünnwandigere und komplexere Teile sind herstellbar.

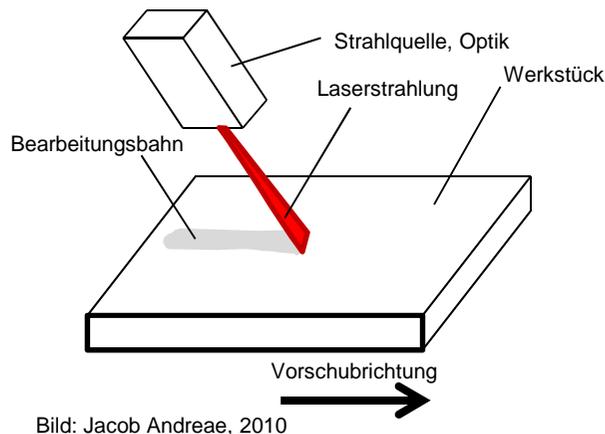


Prinzip 21: Durcheilen und Überspringen – *Führe Aktionen extrem schnell aus*



Verwendung von Stechhilfen zur schmerzarmen Kapillarblutgewinnung statt der Verwendung von Lanzetten

Rasenmäher:
Das schnell drehende Schneidwerkzeug des Rasenmähers nutzt die Trägheit aus, um die Grashalme zu durchtrennen, ohne einen Gegenhalter zu benötigen.



Laserstrahlhärten:

Beim Laserstrahlhärten wird die zu härtende Oberfläche mit einem Laserstrahl hoher Intensität bei hohem Vorschub bestrahlt. Durch die sehr kurze Wechselwirkungszeit wird insgesamt wenig Energie eingebracht und nur die Oberfläche stark erhitzt, tiefer gelegenes Material dagegen kaum erwärmt. Hat sich der Strahl weiterbewegt, wird die erhitzte Oberfläche durch das darunter liegende Material abgeschreckt.

Prinzip 21: Durcheilen und Überspringen – *Führe Aktionen extrem schnell aus*



Ein Mixstab macht das Mischen, Pürieren und Kleinschneiden von z.B. Kräuter und Gemüse ungefährlicher und einfacher. Durch die Vielzahl von Aufsätzen und die stufenweise regelbare Geschwindigkeit des rotierenden Messers erledigt er gefährliche Arbeiten von Messern und anderen Küchenutensilien.

Prinzip 22: Zulassen des Unzulässigen – *Wandle Schädliches in Nützlich um*

Aliases: Schädliches in Nützlich um verwandeln, Umwandeln des Schädlichen in Nützlich um, Keil durch Keil – Überlagerung einer schädlichen Erscheinung mit einer anderen, Überkompensation, Umwandeln von Schädlichem in Nützlich um, Schaden in Nutzen umwandeln, Schädliches in Nützlich um verkehren

- A. Verwende schädliche Faktoren, um nützliche Effekte zu erreichen
- B. Beseitige einen schädlichen Faktor durch Kombination mit einem anderen schädlichen Faktor
- C. Verstärke einen schädlichen Einfluss soweit, bis er aufhört, schädlich zu sein



Bild: Tobias Grimme, 2010

Turbolader

Heiße Abgase treiben Turbinenrad an, welches wiederum ein Verdichterrad antreibt, das die Ansaugluft im Verbrennungsraum verdichtet → Erhöhung des Wirkungsgrades und der Leistung des Motors

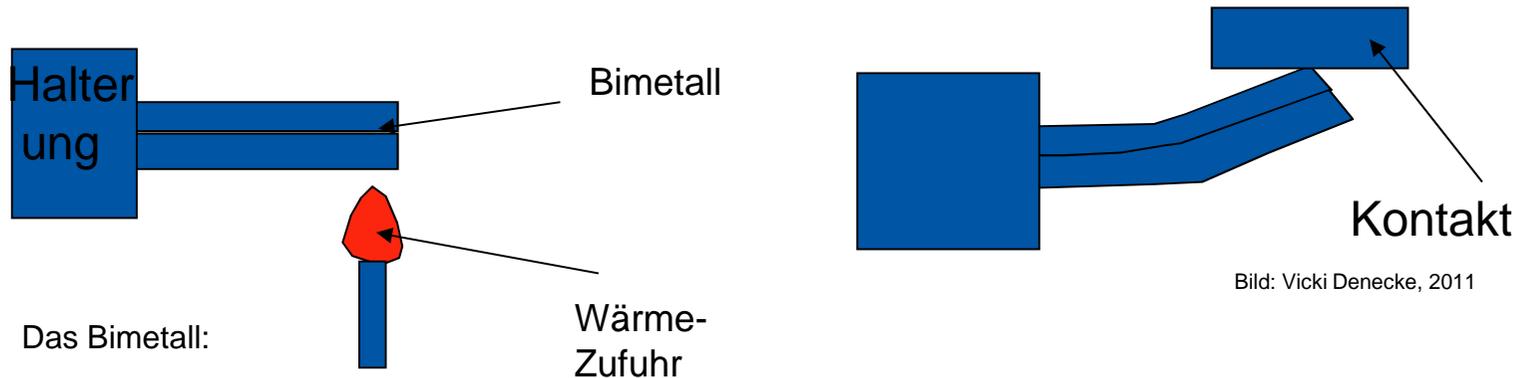
Vorher: Heiße Abgase werden direkt zum Auspuff geleitet → Energieverlust

Ein Stromschlag kann für einen Menschen lebensgefährlich sein.
Bei einem Defibrillator werden gezielte Stromschläge eingesetzt, um Menschen bei Herzstillstand wiederzubeleben.



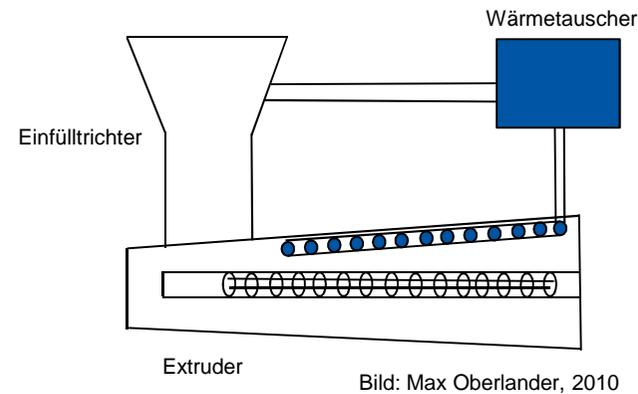
Bild: Martin Bauer, 2010

Prinzip 22: Zulassen des Unzulässigen – *Wandle Schädliches in Nützliches um*



Das Bimetall besteht aus zwei unterschiedlichen Metallen, die Stoff- und Formschlüssig miteinander verbunden sind. Verursacht durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, verbiegen sich bei Temperaturänderung die Metallstreifen. Dies macht man sie zu nutze, zum Beispiel in einem Bügeleisen als Temperaturregler, um Überhitzung zu vermeiden. Dabei lös das Bimetall einen Kontakt aus und das Bügeleisen schaltet sich ab.

Verwendung der Verlustwärme eines Extruders zur Vorheizung des Kunststoffgranulats über einen Wärmetauscher



Prinzip 22: Zulassen des Unzulässigen – *Wandle Schädliches in Nützliches um*

Wärmetauscher – Lufttauscher

- warme verbrauchte Luft die von innen nach außen gefördert wird heizt kalte einströmende Luft auf → Energieeinsparung
- Vorher: Öffnen eines Fensters zum Lüften → Energie der Abluft geht komplett verloren

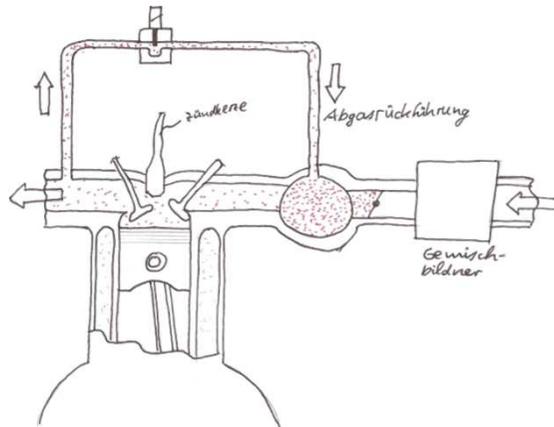


Bild: Christopher Stengel, 2010

Unter der Abgasrückführung (AGR) versteht man die Zufuhr von Abgas zum Frischgemisch. Der Einsatz der AGR zielt primär auf eine Minderung der NO_x -Emissionen bei Otto- und Dieselmotoren ab.

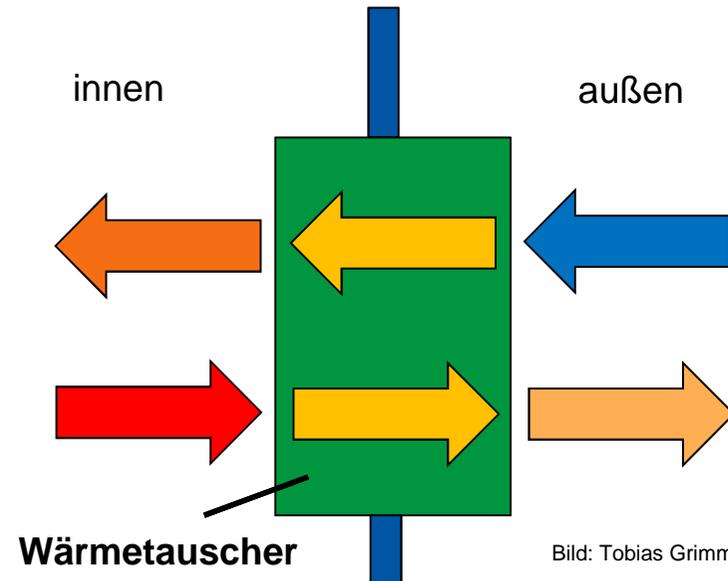


Bild: Tobias Grimme, 2010

Prinzip 22: Zulassen des Unzulässigen – *Wandle Schädliches in Nützlich um*



Bild: Sandra Jandke, 2012

Bei einer Strahlentherapie werden an einem Lebewesen gezielt Teilchenstrahlung oder elektromagnetische Strahlung eingesetzt. Dabei wird der Effekt genutzt, dass Tumorgewebe strahlenempfindlicher ist als das umgebende Normalgewebe.

Prinzip 23: Rückkopplung/Rückmeldung – *Führe Rückkopplungen ein und variere sie*

Aliases: Feedback

- A. Einführen von Rückkopplung/-meldung
- B. Ist eine Rückkopplung vorhanden, ändere sie oder kehre sie um
- C. Die Steuerbarkeit und der Automatisierungsgrad des Systems sind zu erhöhen



Bild: Tobias Parakenings, 2010

Sensorgesteuerte Aktivierung/
Anpassung der Scheibenwischerfunktion
an die Witterungsverhältnisse

Der Temperaturfühler im Boiler gibt,
sobald die Temperatur des Wassers
unter einen kritischen Wert fällt, ein
Signal an den Brenner, woraufhin
dieser beginnt das Wasser zu erhitzen.



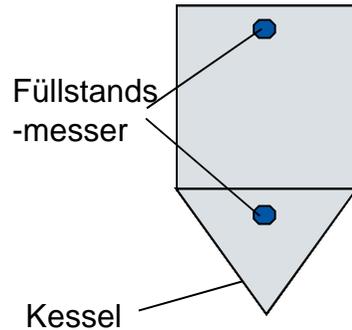
Bild: Maximilian Wilhelm, 2010



Bild: Tobias Parakenings, 2010

Thermostat reguliert die Zimmertemperatur
nach eingestelltem Richtwert durch
Kontrolle der Gaszufuhr zum Brenner

Prinzip 23: Rückkopplung/Rückmeldung – *Führe Rückkopplungen ein und variere sie*



Füllstandsmesser

Bei Kreislaufbehältern, denen ständig Flüssigkeiten zu- und abgeführt werden, mussten die Füllstände früher immer manuell überwacht werden. Seitdem Füllstandsmesser eingesetzt werden, wird bei ungenügender Füllhöhe automatisch Flüssigkeit zugeführt. Andererseits wird bei zu hohem Füllstand natürlich Flüssigkeit abgelassen.

Bild: Annemarie Bernkopf, 2010

Ursprüngliches System:
instabiles System

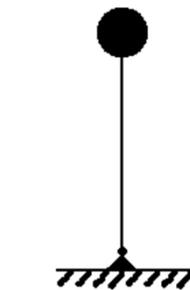


Bild: Michael Jonuscheit, 2011

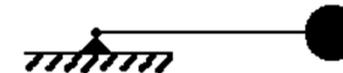
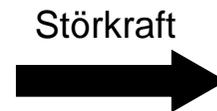


Bild: Michael Jonuscheit, 2011

Rückgekoppeltes System:
stabiles System

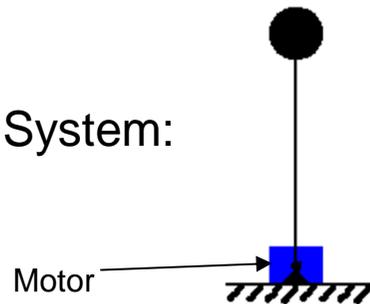


Bild: Michael Jonuscheit, 2011

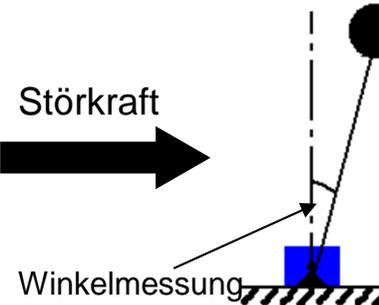


Bild: Michael Jonuscheit, 2011

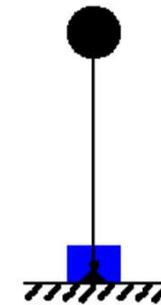
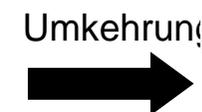
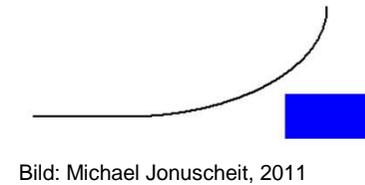
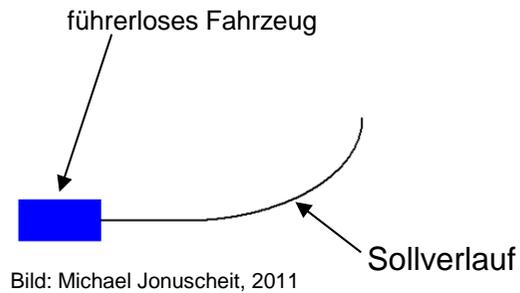


Bild: Michael Jonuscheit, 2011

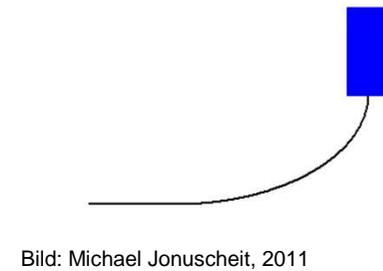
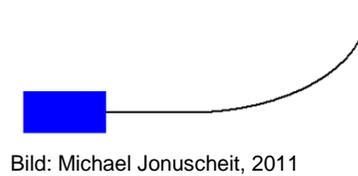
Prinzip 23: Rückkopplung/Rückmeldung – *Führe Rückkopplungen ein und variere sie*

Führerloses Fahrzeug:

System ohne Rückführung:



System mit Rückführung:
Messung der Abweichung zum Sollverlaufs
=> Änderung des Lenkausschlags



Prinzip 23: Rückkopplung/Rückmeldung – *Führe Rückkopplungen ein und variere sie*

Notebookdisplay

Vorher:

Display hat gleiche Helligkeit, unabhängig von Umgebung

Nachher:

Integrierter Lichtsensor reguliert Bildschirmhelligkeit je nach Umgebungsbedingung um Arbeitskomfort und Akkulaufzeit zu maximieren



Prinzip 24: Mediator, Vermittler – *Nutze Vermittler*

Aliases: Vermittler/Katalysator, Vermitteln, Einführung eines Vermittlers

- A. Es ist ein Zwischenobjekt zu verwenden, das die Wirkung überträgt oder weitergibt (oder selbst durchführt)
- B. Verbinde das System zeitweise mit einem anderen, leicht zu entfernenden Objekt



Bild: Johannes Strauß, 2010



Bild: Johannes Strauß, 2010

Die Pappmanschette dient bei Heißgetränken dem sicheren Transport. Die Haltekraft wird übertragen und dabei besteht keine Gefahr des Verbrühens.



Bild: Christoph Wolz, 2010

Die Papprolle stützt das Toiletten-Papier, es würde sonst zusammen fallen



Bild: Claudia Kacer, 2011

Die Pappummantelung sorgt für die Stabilität des Joghurtbechers und kann anschließend entfernt werden.

Prinzip 24: Mediator, Vermittler – *Nutze Vermittler*

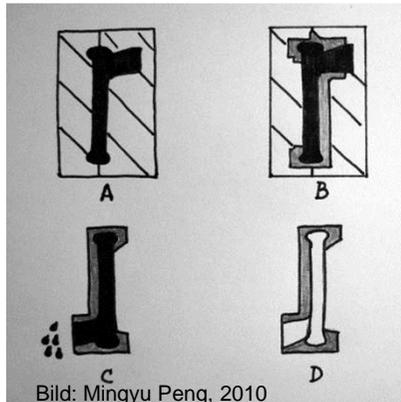


Bild: Mingyu Peng, 2010

Die Schmelzkerntechnik hat eine wichtige Bedeutung bei der Hohlkörperherstellung, besonders bei komplizierter Geometrie

- A. Kerne gießen
- B. Kerne umspritzen
- C. Kerne ausschmelzen
- D. Teile reinigen

Das Kunststoffplättchen verhindert ein Entladen der Batterie durch versehentliches Anschalten des Geräts z.B. beim Transport. Das Plättchen ermöglicht es, dass beim Kauf eines technischen Geräts nicht zusätzlich noch eine Batterie gekauft werden muss, sondern diese im Gerät mitgeliefert werden kann.



Bild: Claudia Kacer, 2011

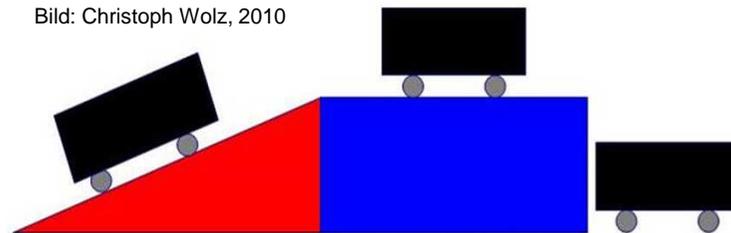


Bild: Christoph Wolz, 2010

Die Rampe ermöglicht das Verschieben schwerer Dinge auf ein höheres Potenzial (anstatt zu heben).

Prinzip 24: Mediator, Vermittler – *Nutze Vermittler*

Guss mit verlorener Form (Sandgussformen)

- Ein Modell wird erstellt für welches eine Form aus leicht zerstörbaren Material (meist Sand) gebaut wird (1 +2+3)
- Die Form wird gegossen, wobei teilweise schon das Bindemittel, welches den Sand zusammen hält zerstört wird (4+5)
- Nach Abkühlen wird die Form zerstört, um das Gussteil zu entnehmen und nach zu bearbeiten (6)

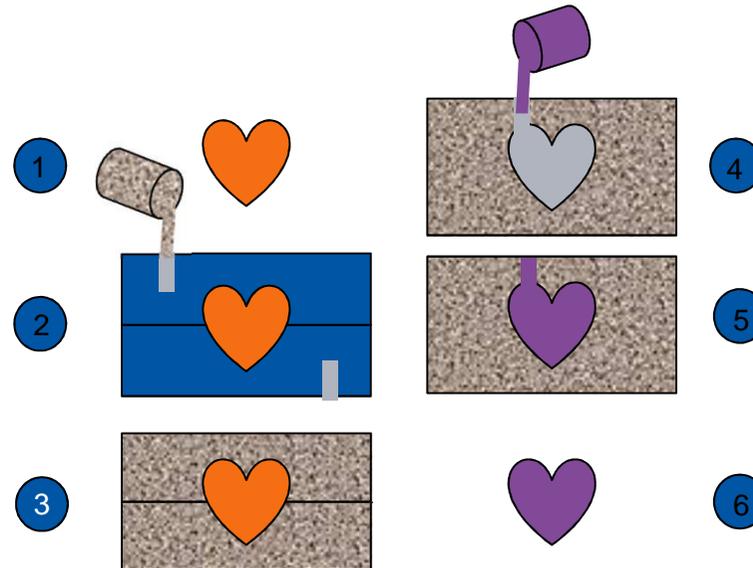


Bild: Angelika Knörnschild, 2012

Prinzip 25: Selbstversorgung und -bedienung – *Nutze Selbstversorgung und Selbstbedienung*

Aliases: Selbstbedienung (der Konstruktion), Von-Selbst-Arbeitsweise, Self-Service

- A. System bedient sich selbst, führt Hilfs- und Reparaturarbeiten selbst aus
- B. Nutzen von Abfall und Verlustenergie
- C. Verfügbare Ressourcen in der Umgebung sind zu nutzen

Selbstreinigender Backofen per Knopfdruck (Pyrolyseverfahren):

Der Ofen wird auf 500 °C aufgeheizt, dadurch verfallen Verschmutzungen zu Asche. Der Ofen muss also nicht mehr per Hand und unter Einsatz von chemischen Reinigungsmitteln gereinigt werden. Dies schont die Umwelt und Gesundheit.



Der Wasserkocher besitzt ein Heizelement und einen Temperaturschalter, der mithilfe eines Bimetalls das Gerät selbst ausschaltet.

Dabei wird das Bimetall durch den entstehenden Dampf bis zu etwa 90 Grad erwärmt.

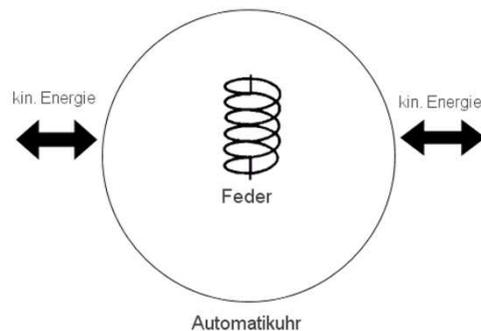
Möglicher Vorgänger: Wasserkessel mit Dampfpeife

Prinzip 25: Selbstversorgung und -bedienung – *Nutze Selbstversorgung und Selbstbedienung*

Spurhalteassistenten erleichtern das Halten der Spur und schützen durch Warnsysteme bei z.B. Sekundenschlaf.

Die selbsttätige Abtastung der Fahrbahn ermöglicht seit Kurzem auch Autopilot-Funktionen und erhöht den Komfort für den PKW.

Damit wird bald ein autonomes Fahren ganz ohne menschliche Interaktion möglich sein.



Notwendigkeit elektrische Geräte per Kabel zu verbinden oder mit Batterie auszurüsten sehr umständlich → Energy Harvesting

- Drahtlose Sensornetze die Energie aus Umgebung beziehen
- Automatikuhren die ihre Energie aus Bewegung des Handgelenks ziehen

Selbstreinigende Toilettensitze

- Bekanntes Problem öffentlicher WCs: Hygiene
- Toilettensystem reinigt beim Spülgang selbsttätig die Sitzbrille
- Erhöhung der Hygieneverhältnisse, Komfortsteigerung

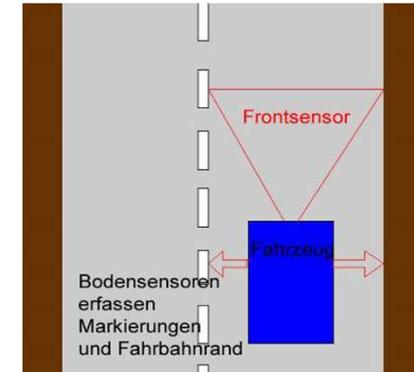


Bild: Sebastian Maletzki, 2010



Prinzip 25: Selbstversorgung und -bedienung – *Nutze Selbstversorgung und Selbstbedienung*

Ein Laptop kann sich über einen Akku selbst mit Strom versorgen, geht ab einem Mindestakkustand in einen Energiesparmodus über und schaltet sich zur Datensicherung ab einem kritischen Akkustand ab. Ein früheres Modell eines PCs stellt ein Desktop-Computer dar, welcher dauerhafte Stromversorgung benötigt. Bei Unterbrechung der Stromversorgung kann keine Datensicherung mehr vorgenommen werden und z.B. temporäre Dateien gehen verloren.



Bild: Matthias Kollert, 2012

Prinzip 26: Arbeiten mit Modellen oder Kopien – *Arbeite mit Modellen oder Kopien*

Aliases: Kopieren

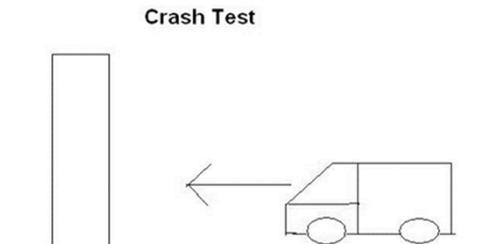
- A. Benutze eine billige, einfache Kopie anstatt eines komplexen, teuren, zerbrechlichen oder schlecht handhabbaren Objektes
- B. Ersetze ein System oder Objekt durch eine optische Kopie oder Abbildung. Hierbei kann der Maßstab (vergrößern, verkleinern) verändert werden
- C. Werden bereits optische Kopien benutzt, dann gehe zu infraroten oder ultravioletten Abbildern (Kopien) oder zu Röntgenaufnahmen über
- D. Digitale Kopien sind auszunutzen: computergestützte Bildverarbeitung, Computersimulationen, Virtual Reality, Computer Augmented Reality usw.



Das Kennzeichen eines Fahrzeugs ist bei hoher Geschwindigkeit nicht immer lesbar. Abhilfe kann ein vergrößerter Ausschnitt im Bereich des Nummernschildes schaffen, um das Kennzeichen zu erkennen.

Prinzip 26: Arbeiten mit Modellen oder Kopien – *Arbeite mit Modellen oder Kopien*

Reflexionsuntersuchungen in der Automobilindustrie mittels Virtual Reality Anlagen. Hierbei wird der Innenraum eines Fahrzeuges simuliert um eventuell auftretende Reflexionen z.B. in Scheiben, Armaturen und Spiegeln, die den Fahrer behindern könnten, im späteren Fahrzeug zu vermeiden.

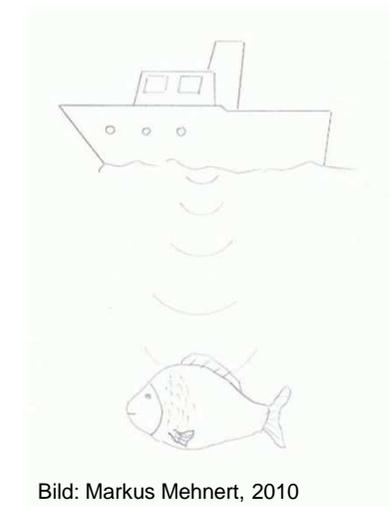


Im Rahmen der Sicherheitserprobung der Fahrzeuge wurden früher viel mehr Crash-Tests als heute durchgeführt. Denn heute gibt es zahlreiche Simulationsmöglichkeiten, sodass oft nur der Endtest im wirklichen realen Crash Test durchgeführt werden muss.



Bei Crashtests werden Dummies als Modelle von Menschen verwendet.

Im modernen Fischfang werden Sonargeräte eingesetzt um Fischschwärme zu finden, dies ersetzt das visuelle Suchen. Die Verhältnisse unter Wasser werden als Abbildung am Bildschirm wiedergegeben



Prinzip 27: Billige Kurzlebigkeit an Stelle teurer Langlebigkeit – *Ersetze teure, beständige Teile ...*

Aliases: Billige Kurzlebigkeit, Ersetzen der teuren Langlebigkeit durch billige Kurzlebigkeit, Nutzen eines billigen Ersatzobjekts, Billigere Nichtlanglebigkeit als Ersatz für teure Langlebigkeit, Teure beständige Teile durch billige, nicht beständige ersetzen, Zum einmaligen Gebrauch (so gut wie nötig)

- A. Ersatz teurer Objekte durch mehrere billigere, wobei auf einige Eigenschaften verzichtet wird
- B. Ein teures Objekt ist durch Vorsichtsmaßnahmen (z.B. Überlastschutz) abzusichern
- C. Wegwerf-Technologien, (Einmal-Ausführung der Funktion) Einwegsysteme und Einwegprodukte sind zu nutzen
- D. Kurzlebige preiswerte Produkte sind aus den Systemressourcen (Abprodukte, Umgebung) herzustellen



Wegwerfgeschirr! Bei Partys, bei der Arbeit oder beim Picknick: oft wird hier Geschirr aus Plastik oder Pappe benutzt und danach weggeschmissen.

Die Einweg-Spannbettlaken werden wie normale Laken eingesetzt und sind für den einmaligen Gebrauch gedacht. Besonders gut geeignet für Hotel- und Krankenhausaufenthalte.



Prinzip 27: Billige Kurzlebigkeit an Stelle teurer Langlebigkeit – *Ersetze teure, beständige Teile ...*



- Früher: Stoffwindeln die nach Gebrauch gesäubert wurden und wiederverwendet werden konnten.
- Aktuell: Windeln aus mehreren Materialien zur Realisierung mehrerer Funktionen, die trotz der erhöhten Komplexität des Produktes nach Gebrauch entsorgt und nicht wiederverwendet werden.

Stand vorher: loser Tee
Stand nachher: Tee wird portionsweise in Teebeutel abgefüllt, die nach einmaligem Gebrauch weggeworfen werden. Somit entfallen die teure Anschaffung und die Reinigung eines Teesiebs.



Prinzip 27: Billige Kurzlebigkeit an Stelle teurerer Langlebigkeit – *Ersetze teure, beständige Teile ...*



Bild: Fabian Krieger, 2012

PET-Einweg Flasche:
Produkt wird nach einmaligem Gebrauch im Gegensatz zu Glasflaschen entsorgt (recycled), wobei z.B. auf die Eigenschaft der sauberen Verpackung (Stichwort Weichmacher) verzichtet wird.

Prinzip 28: Ersatz mechanischer Wirkprinzipien – *Ersetze mechanische Wirkprinzipien durch andere*

Aliases: Mechanik ersetzen, Übergang zu höheren Formen, Verwenden von Magneten, Ersatz mechanischer Schaltbilder (Schaltungen), Ersatz eines mechanischen Systems, Ersatz mechanischer Schemata, Ersatz der mechanischen Materie, Ersatz mechanischer Wirkprinzipien, Verfahren des Ersatzes, Ablösung mechanischer Wirkprinzipien (Übergang zu höheren Bewegungsformen, auch Feldern)

- A. Ersetze ein mechanisches System durch ein optisches, akustisches oder geruchsbasiertes System
- B. Benutze elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder
- C. Ersetze unbewegliche durch bewegliche, konstante durch veränderliche, und strukturlose durch strukturierte Felder
- D. Benutze Felder in Kombination mit Ferromagnetteilchen
- E. Magnetische oder elektrorheologische Flüssigkeiten sind zu nutzen

Standard:

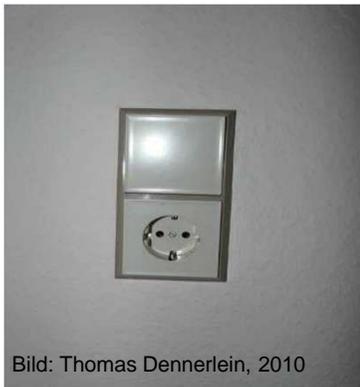


Bild: Thomas Dennerlein, 2010



Akustikschalter (Kaltschalter)

Ein sog. Akustikschalter ist ein Schalter, der auf Geräusche reagiert und mit dem man z. B. durch ein- oder zweimaliges Händeklatschen einen Verbraucher, wie z. B. die Beleuchtung ein- und ausschalten kann.

Innovation:



Bild: Thomas Dennerlein, 2010

Prinzip 28: Ersatz mechanischer Wirkprinzipien – *Ersetze mechanische Wirkprinzipien durch andere*

Magnetverschluss bei
Schmuck oder anderen
Alltagsgegenständen.
Ersetzt mechanische
Verschlüsse, verschleißfrei



Bild: Stephan Mott, 2010



Bild: Stephan Mott, 2010



Bild: Nadine Rosenhammer, 2010



Bild: Nadine Rosenhammer, 2010

Ein optischer Bewegungsmelder reagiert auf
Bewegungen in seiner Umgebung und ermöglicht
somit die Benutzung z.B. automatischer Türöffner
oder Lichtschalter. Dies ersetzt den
herkömmlichen Lichtschalter oder Türgriff.

Früher und heute werden
Zimmer mit dem Zollstock
vermessen. In der
Innenarchitektur bestimmt man
den Abstand mittlerweile optisch
mit Laser – Wegsensoren, die
präziser und schneller messen. .



Bild: Tobias Zobel, 2010

Prinzip 28: Ersatz mechanischer Wirkprinzipien – *Ersetze mechanische Wirkprinzipien durch andere*

Der Parkassistent in modernen Autos erfasst den Abstand zu Hindernissen beim Einparken und gibt diesen akustisch und/oder visuell aus.



Eine Sprachsteuerung bei KFZ-Navigationssystemen ermöglicht eine Bedienung des Gerätes während der Fahrt ohne manuellen Eingriff durch eine Tastatur. So wird der Fahrer weniger vom Straßenverkehr abgelenkt

Durch die heutigen Taschenrechner und Computer wurden mechanische Rechenmaschinen verdrängt. Während der Abakus (links) nur eine Rechenhilfe war, gab es durchaus richtige mechanische Rechenmaschinen die selbstständig addiert, subtrahiert und auch multipliziert und dividiert haben. Bekannteste mechanische Rechenmaschine ist die von Leibnitz aus dem 17. Jahrhundert.



Prinzip 28: Ersatz mechanischer Wirkprinzipien – *Ersetze mechanische Wirkprinzipien durch andere*



Schließsystem mittels Fingerabdruckscanner/
Gesichtserkennung/ Spracherkennung bei
Wohnhäusern/ Garagen/ Firmengeländen.

Durch die Festplatte wurden in den vergangenen
Jahren fast jede andere Speicherform verdrängt.
Photoalbum, Bücher und Ordner können durch
Festplatten ersetzt werden.



Prinzip 28: Ersatz mechanischer Wirkprinzipien – *Ersetze mechanische Wirkprinzipien durch andere*



Die mechanischen Kurbelfensterheber wurden in modernen Autos durch elektrisch betriebene Fensterheber ersetzt, die mittels Tastern bedient werden.



Prinzip 29: Pneumatik und Hydraulik – *Ersetze feste (starre) Medien durch fluide (flexible)*

Aliases: Nutzen pneumatischer und hydraulischer Effekte, Pneumo- oder Hydrokonstruktionen, Pneumatische oder hydraulische Konstruktionen, Anwendung von Pneumo- und Hydrosystemen (-konstruktionen)

- A. Ersetze feste, schwere Teile eines Systems durch gasförmige oder flüssige. Nutze Wasser oder Luft zum Aufpumpen, Luftkissen, hydrostatische Elemente
- B. Unterdruck und Vakuum sind zu benutzen



Eine aufblasbare Isomatte bietet im Vergleich zu einer normalen Isomatte höheren Komfort.



Das dargestellte Bett lässt sich über einen Generator innerhalb weniger Minuten mit Druckluft befüllen. Es hat gegenüber traditionellen Matratzen den Vorteil, dass es bei ähnlicher Stabilität deutlich leichter zu transportieren ist und die gewünschte Festigkeit über den Luftdruck im Inneren des Bettes einstellbar ist.



Ein hydraulischer Wagenheber ist flexibler und leichter hand zu haben als sein mechanisches Äquivalent. Außerdem kann ein kompakterer Heber eine größere Masse heben.

Prinzip 29: Pneumatik und Hydraulik – Ersetze feste (starre) Medien durch fluide (flexible)

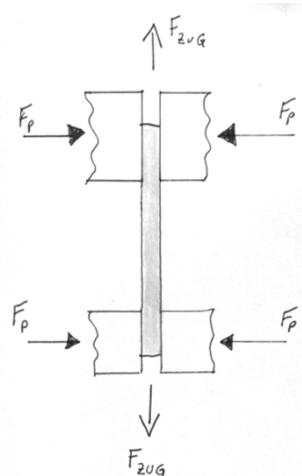


Bild: Lachner Philipp, 2010

Pneumatische Zugprobenhalterung

Beim Prüfen von Zugproben kommt aufgrund der Ver Streckung zu einer Abnahme der Probendicke. Bei einer mechanischen Klemmung kann deshalb die Probe aus den Spannbacken herausgezogen werden. Dies wird verhindert wenn der Spanndruck pneumatisch aufgebracht wird, da der konstante Luftdruck zu einem Nachrücken der Spannbacken führt.

Hovercrafts erzeugen unter sich ein Luftkissen, auf dem sie schweben. Dadurch ist es möglich nahezu alle glatten Oberflächen wie Wasser, Eis, Sumpf und Strand mit hoher Geschwindigkeit zu befahren. Außerdem benötigen sie keine Anlegestellen oder Häfen wie konventionelle Schiffe.

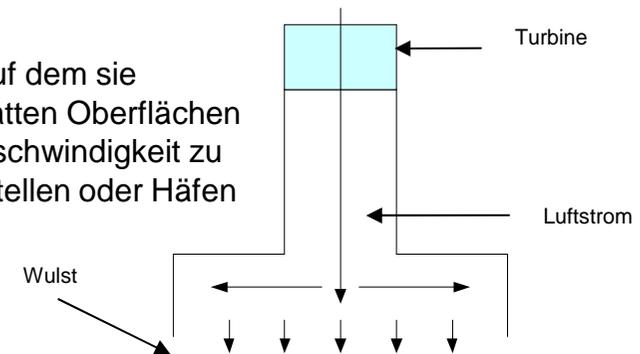


Bild: Alex Döpfer, 2010

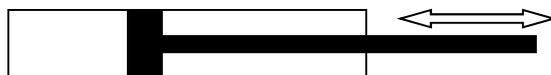


Bild: Sebastian Münch, 2010

Stoßdämpfer:

Durch die Verwendung von pneumatischen oder hydraulischen Stoßdämpfern anstatt von Federn z.B. in Fahrzeugen werden die Dämpfungseigenschaften verbessert. Zudem besteht bei modernen Stoßdämpfern die Möglichkeit, die Härte zu ändern und somit den Gegebenheiten anzupassen.

Prinzip 29: Pneumatik und Hydraulik – *Ersetze feste (starre) Medien durch fluide (flexible)*



Bild: Kai Xue, 2010

Luftkissen, die von Luft gefüllt wird, indem leicht und bequem beim Nutzen sowie einfach tragbar zu sein.



Bild: Pia Link, 2012

Durch die Entwicklung eines hydraulischen Holzspalters wird die Arbeit des Holzspaltens sehr vereinfacht und ist Kräfte sparend für den Menschen.



Bild: Pia Link, 2012

Prinzip 30: Flexible Hüllen und Folien – *Verwende elastische Umhüllungen und dünne Filme*

Aliases: Verwenden elastischer Umhüllungen und dünner Folien, Elastische Umhüllungen und dünne Folien (Schichten), Flexible Membrane und dünne Filme, Verfahren biegsamer Hüllen und dünner Folien, Verwendung flexibler (biegsamer) Hüllen und dünner Schichten, Anwendung biegsamer Hüllen und dünner Folien

- A. Ersetze übliche Konstruktionen durch flexible Hüllen oder dünne Filme
- B. Isoliere ein Objekt von der Umwelt durch einen dünnen Film oder eine Membran
- C. Piezoelektrische Folien sind zu nutzen
- D. Erhöhe den Grad an Flexibilität



Bild: Marian Weigand, 2010

Tetrapackung:

Das Angebot an Getränkeverpackungen wurde von Glasflaschen auf Kunststoffflaschen und Tetrapacks erweitert. Diese sind nach Gebrauch leichter zu entsorgen.



Bild: Max Oberlander, 2010

Beispiel: Kühlkomresse zum kühlen von Sportverletzungen
Flüssiges Medium wird in eine elastische Kunststoffhülle gefüllt.
Die flexible Hülle erlaubt eine gute Anpassung an den Körper

Problem: Kratzer im Display / Touchscreen



Kratzer

Bild: Frank Litwa, 2011

Lösung: selbsthaftende Schutzfolie auf dem Display / Touchscreen



Folie

Bild: Frank Litwa, 2011

Prinzip 30: Flexible Hüllen und Folien – *Verwende elastische Umhüllungen und dünne Filme*

Reis im Kochbeutel:

- Reis bereits portioniert in einem wasserdurchlässigen Beutel
- kein Anbrennen
- genaue Garzeit

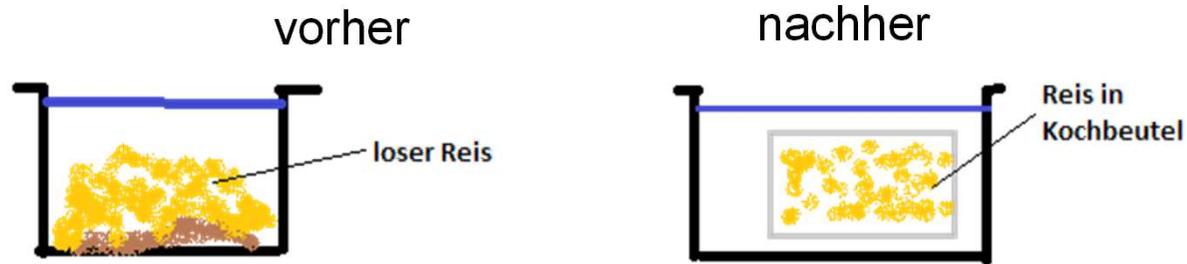


Bild: Markus Fitzek, 2010

Bild: Markus Fitzek, 2010

Herkömmliche Leiterplatten bestehen aus faserverstärktem Kunststoff und sind zumeist biegestarr. Alternativ zu festen Leiterplatten finden auch dünne Flexleiterplatten (z.B. auf Basis von Polyamid- Folien) Verwendung.

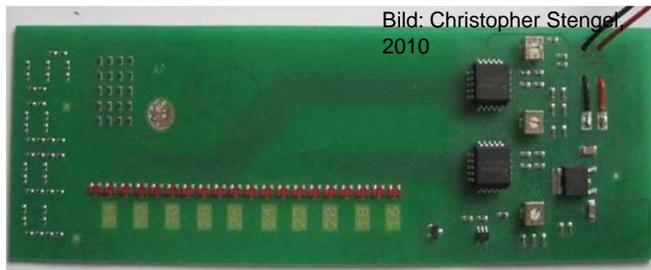


Bild: Christopher Stengel, 2010

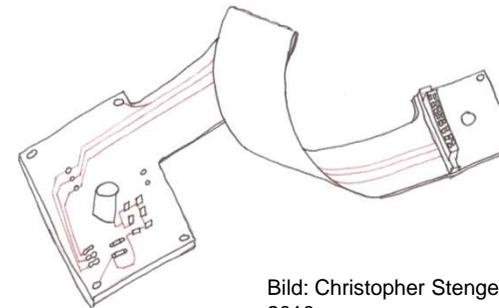
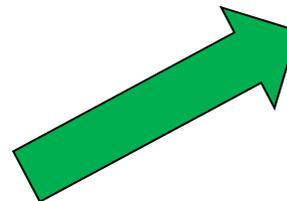


Bild: Christopher Stengel, 2010

Prinzip 30: Flexible Hüllen und Folien – *Verwende elastische Umhüllungen und dünne Filme*

Blister als Tablettenverpackung aus Kunststoff-/ Aluminiumfolie ermöglichen separate Verpackung jeder einzelnen Tablette und einfache Abzählbarkeit der verbleibenden Anzahl im Gegensatz zu Kunststoff- oder Glasdosen



Bild: Julian Müller, 2012

Prinzip 31: Poröse Materialien – *Verwende poröse Materialien*

Aliases: Verwenden poröser Werkstoffe, Porosität erzeugen und nutzen, Poröse Werkstoffe

- A. Gestalte ein Objekt porös oder füge poröse Materialien (Einsätze, Überzüge...) zu
- B. Ist ein Objekt bereits porös, dann fülle die Poren mit einem vorteilhaften Stoff im voraus
- C. Kapillare Effekte in den porösen Objekten sind auszunutzen
- D. Der Füllstoff ist in Kombination mit Ultraschall oder mit elektromagnetischen und thermischen Feldern zu benutzen



Bild: Jacob Andrae, 2009

Gasbetonsteine:

Früher wurden Häuser häufig aus Tonziegeln errichtet. Das Verwenden von Gasbetonblöcken verbessert die Wärmedämmung. Außerdem können Gasbetonblöcke größer und in einer Vielzahl von Formen hergestellt werden, was die Geschwindigkeit, in der gebaut werden kann, erhöht.

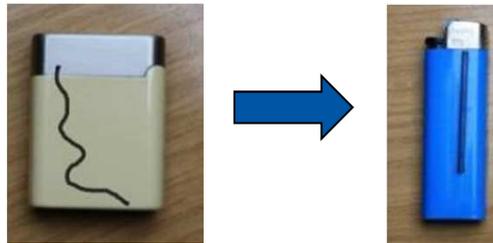


Bild: Tobias Lipphardt, 2010

Der Textildocht beim Benzinfeuerzeug kann beim Gasfeuerzeug durch ein poröses Stäbchen aus Metall ersetzt werden. Vorteile hierbei sind die Feuerbeständigkeit, eine hohe Saugfähigkeit sowie eine hohe Festigkeit und somit geringe Bruchanfälligkeit selbst bei erhöhter Beanspruchung.



Bild: Tobias Grimme, 2010

Wärmedämmplatten

poröse Dämmplatten zwischen Hauswand. Durch die Luft einschüsse wird die Wärmeleitung verringert, und dadurch gelangt weniger Wärme nach außen ins Freie

Vorher: massivere Wände oder größere Wärmeverluste

Prinzip 31: Poröse Materialien – *Verwende poröse Materialien*

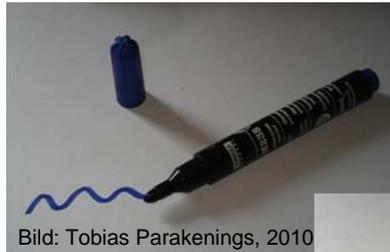


Bild: Tobias Parakenings, 2010

Poröses Material an der
Stiftspitze ermöglicht gezielte
Abgabe von Farbstoff



Luftdurchlässigkeit durch
Porosität verbessert die
Wundheilung



Bild: Tobias Parakenings, 2010



Bild: Max Wenzel, 2010

Verwendung von Sinterbronze in
Druckluftschalldämpfern zur
Geräuschreduzierung der
ausströmenden Druckluft

Auf alten Straßenbelegen kann das Wasser
häufig nicht gut abfließen. Es kommt zu
Aquaplaning und Sichtbehinderungen durch
aufgewirbeltes Wasser. Poröser Asphalt
umgeht dieses Problem durch Hohlräume
durch die das Wasser abfließen kann. Das
Wasser kann abfließen und die Straße
bekommt dadurch eine bessere Griffigkeit.



Bild: Michael Stephan, 2010

Prinzip 31: Poröse Materialien – *Verwende poröse Materialien*

Pflanzgranulat

- Vorher: Das Wasser wird bei Zimmerpflanzen direkt auf die Erde gegeben.
- Nachher: Das Pflanzgranulat speichert das Wasser durch die poröse Struktur und gibt es kontinuierlich ab.

→ weniger Gießvorgänge nötig und kontinuierliche Wässerung

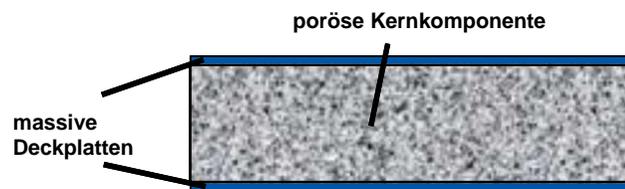
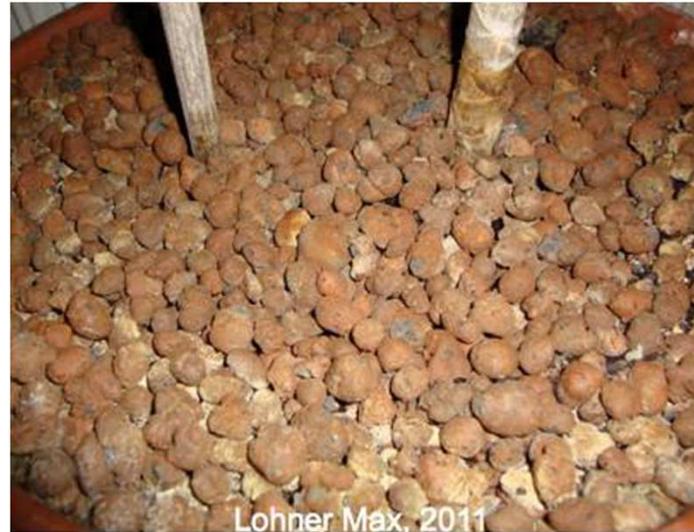


Bild: Tobias Grimme, 2010

Sandwichhalbzeuge (Leichtbau)

z.B. Aluminium-Sandwichbauteil:
zwischen zwei dünnen Deckplatten befindet sich die Kernkomponente aus porösem Aluminiumschaum, wodurch sich auch bei niedrigem Gewicht eine hohe Steifigkeit realisieren lässt

Vorher: massives Stahlhalbzeug

Prinzip 32: Verändern von Farbe und Durchsichtigkeit – *Verändere optische Eigenschaften (Farbe, Transparenz, usw.)*

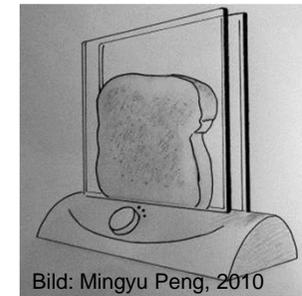
Aliases: Farbveränderung, Farbwechsel, Farbänderung, Veränderung der Färbung

- A. Ändere die Farbe des Objekts oder die der Umgebung
- B. Verändere die Durchsichtigkeit eines Objektes oder die der Umgebung
- C. Nutze Farbzusätze, um ein schlecht sichtbares Objekt oder einen schlecht sichtbaren Prozess zu überwachen
- D. Existieren derartige Farbzusätze bereits, setze Leuchtstoffe, lumineszente oder anderweitig markierte Substanzen ein
- E. Ändere die Emissivität eines Objekts dahingehend, dass es Strahlungswärme erzeugt

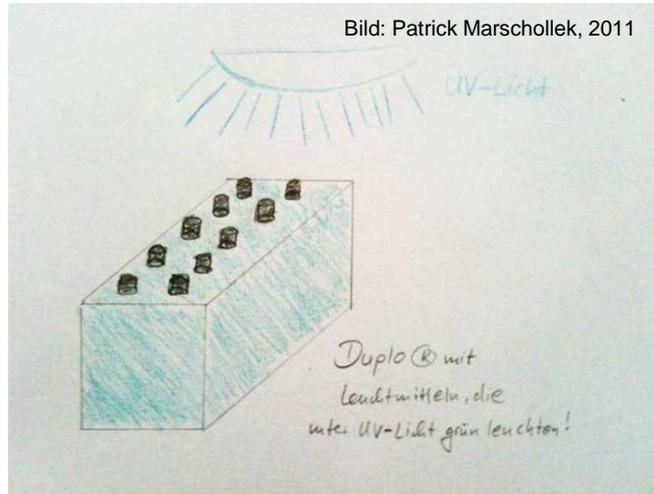


Bei Weinflaschen wird anstatt eines transparenten Glases ein dunkles verwendet, um den Inhalt vor Licht zu schützen.

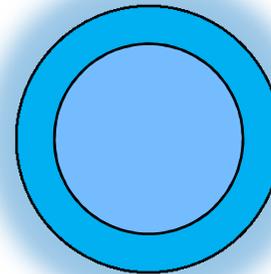
Der Toaster wie in rechts skizziert ist mit transparentem Design, statt normalem Heißdraht wird die Nano-Heißfolie eingesetzt. Mann kann die Toasts noch genauer zubereiten.



Prinzip 32: Verändern von Farbe und Durchsichtigkeit – *Verändere optische Eigenschaften (Farbe, Transparenz, usw.)*

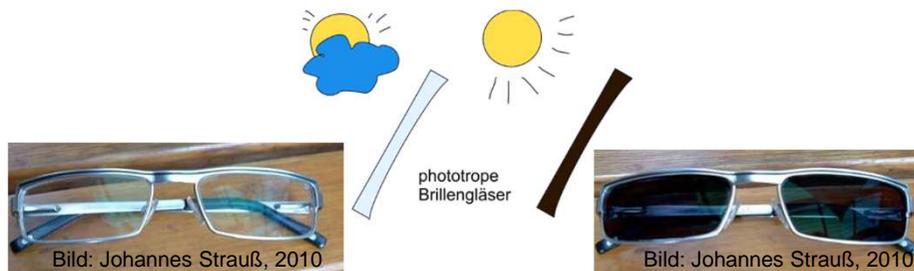


Originalprodukte werden mit Leuchtmitteln markiert und sind so gegenüber Fälschungen eindeutig erkennbar.



Verwendung von LEDs zur Beleuchtung von Tastern (z.B. eingeschalteter Zustand: Anschaltknopf an einem Computer)

Bild: Andreas Korbacher, 2012



Phototrope Brillengläser dunkeln bei UV-Einstrahlung automatisch ab.

Prinzip 33: Gleichartigkeit bzw. Homogenität – *Verwende Gleiches oder Ähnliches*

Aliases: Homogenität, Gleichartigkeit der verwendeten (Werk-) Stoffe, Gleichartigkeit bzw. Homogenität, Homogenität (gleichartige und gleichmäßige Zusammensetzung), Gleiche oder sehr ähnliche Werkstoffe im System

- A. Fertige interagierende Objekte aus demselben oder aus ähnlichem Material
- B. Objekte, die mit dem gegebenen Objekt zusammenwirken, müssen aus einem Werkstoff mit annähernd gleichen Eigenschaften gefertigt sein



Cremetube

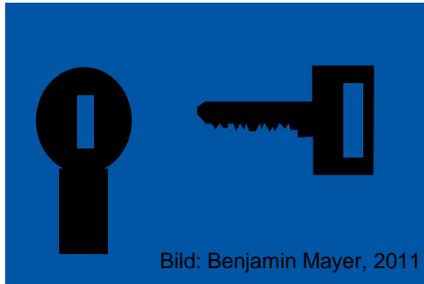
Früher wurden Tuben aus Metall geformt und die Verschlusskappe aus Kunststoff. Mittlerweile werden auch für die Herstellung der Tuben Kunststoffe eingesetzt, die annähernd die gleichen Eigenschaften aufweisen.

Bild: Annemarie Bernkopf, 2010



Bild: Maximilian Wilhelm, 2010

Prinzip 33: Gleichartigkeit bzw. Homogenität – *Verwende Gleiches oder Ähnliches*

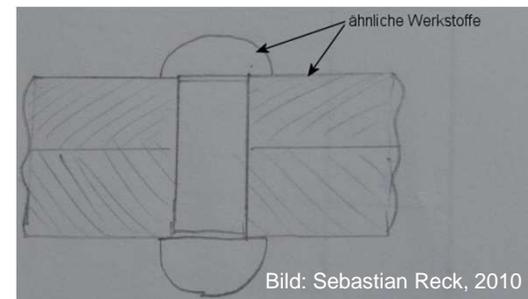


Schlüssel und Schloss werden aus demselben Material gefertigt, um ein richtiges Ineinandergreifen der Gegenspieler zu gewährleisten.

Nietverbindungen

Verwendung gleichartiger Werkstoffe für Bauteil und Niete

→ Verhinderung von Lockerung durch ungleiche Wärmedehnung sowie elektrochemischer Korrosion



Prinzip 33: Gleichartigkeit bzw. Homogenität – *Verwende Gleiches oder Ähnliches*

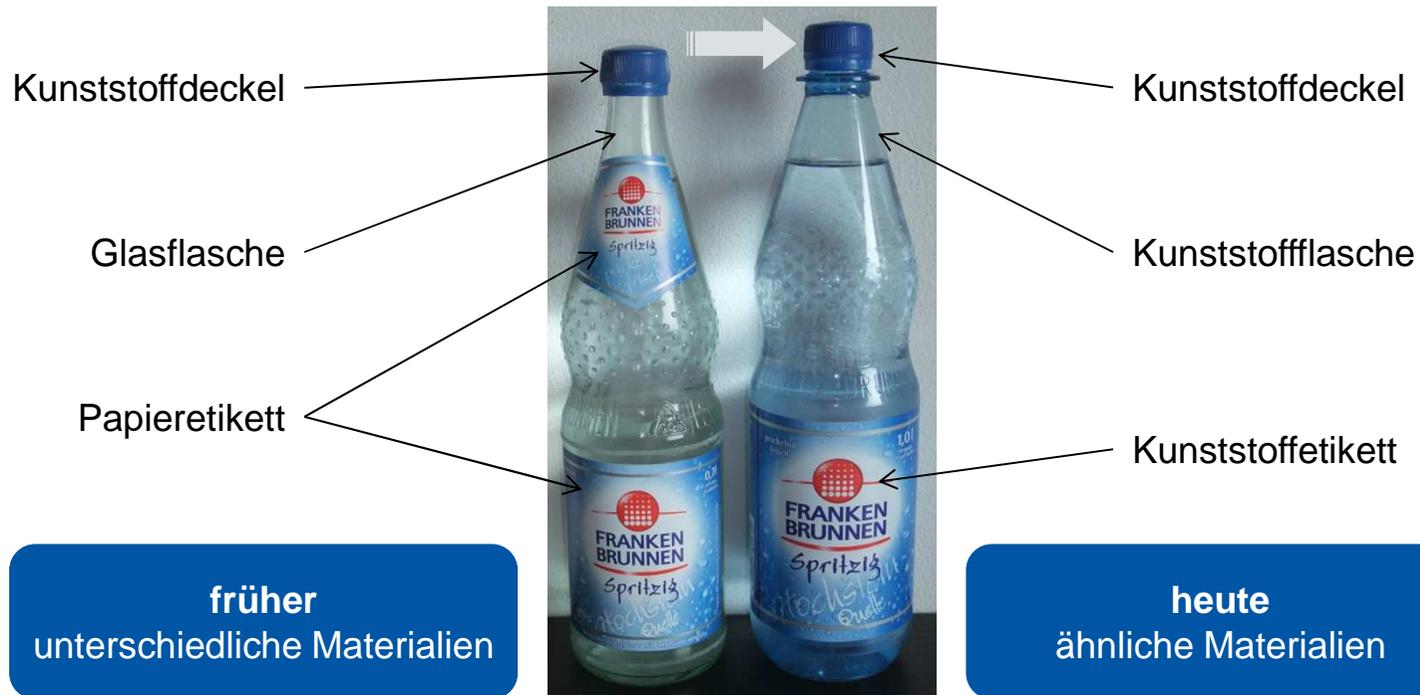


Bild: Michael Pribek, 2012

Prinzip 34: Beseitigung und Regeneration – *Verwerfe Teile, verändere oder erneuere sie*

Aliases: Abwerfen oder Umwandeln nicht notwendiger Teile, Beseitigung und Regenerierung von Teilen, Verwerfen und Regeneration von Teilen, Teile abweisen und erneuern, Ballast abwerfen oder im Arbeitsgang umwandeln und regenerieren

- A. Beseitige oder verwerte (ablegen, auflösen, verdampfen) diejenigen Teile des Systems, die ihre Funktion erfüllt haben oder unbrauchbar geworden sind
- B. Verbrauchte Teile des Objekts werden unmittelbar im Arbeitsgang wieder hergestellt



Bild: Christine Herbst, 2010

Heutzutage werden - nach Verbrauch der Tinte – die leeren Patronen im Füllfederhalter entweder mit der zweiten integrierten Patrone ausgetauscht (und dienen als Gegenhalter), ganz entnommen oder wiederaufgefüllt.
Möglicher Vorgänger: Tauchfeder mit Tintenfass



Bild: Christoph Wolz, 2010

Der Blindniet besteht neben dem eigentlichen Nietkörper aus einem durchgesteckten Dorn mit einer Sollbruchstelle, welcher nach Beendigung des Fügevorgangs abreißt.



Bild: Christoph Regler, 2010

Der entladene Akku des Notebooks wird im Netzbetrieb wieder voll aufgeladen, d.h. er nutzt den normalen Betrieb um sich zu erneuern. Am Bild befindet sich links neben der Notebook Rückseite der ausgebaute Akku.

Prinzip 34: Beseitigung und Regeneration – *Verwerfe Teile, verändere oder erneuere sie*

Bioresorbierbare Stents

Stand vorher:

Bei Gefäßverengungen/ -verschluss werden Stents (Gefäßstützen) über Sonden eingeführt um die Gefäße zu weiten. Herkömmliche Stents verbleiben im Körper, verringern die Beweglichkeit der Ader und können zu chronischen Entzündungen führen.

Stand nachher:

Häufig werden Stents aus medizinischer Sicht nur kurze Zeit benötigt. Speziell hierfür entwickelte, bioresorbierbare Stents lösen sich nach einigen Wochen/ Monaten wieder auf. Weitere Vorteile: Bessere Akzeptanz der Patienten und geringeres Risiko für Wiederverschluss.

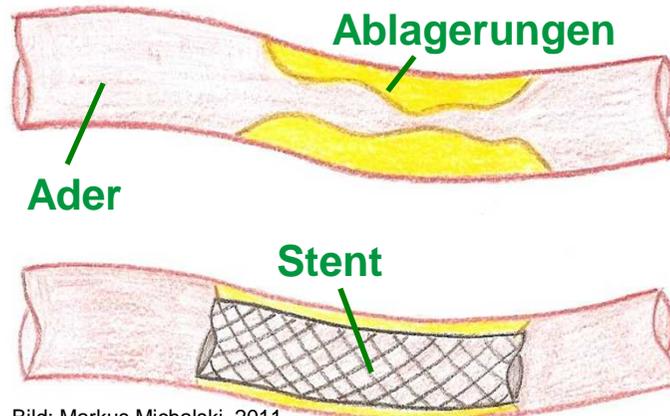


Bild: Markus Michalski, 2011

Bei jedem Spritzgießteil ist ein Anguss nötig, um die Kunststoffmasse zu der eigentlichen Kavität zu befördern. Dieser Anguss wird nach der Erstarrung entfernt und somit vom eigentlichen Teil beseitigt. Meist geschieht die Entfernung zeitgleich zum Auswerfen des Teils durch geeignete konstruktive Auslegung des Werkzeugs.

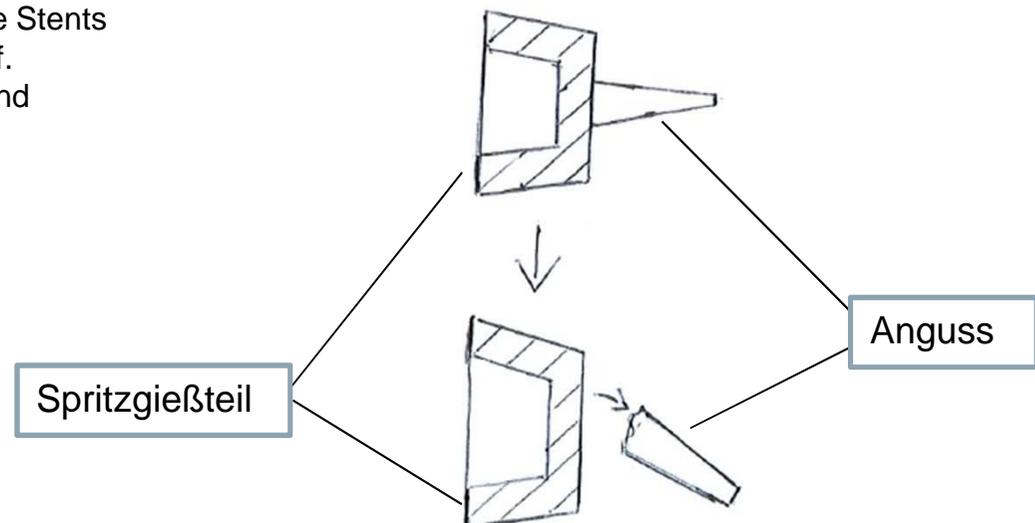


Bild: Marcus Romeis, 2012

Prinzip 35: Veränderung des Aggregatzustandes – *Ändere Eigenschaften und Zustände oder die Umgebungsbed.*

Aliases: Eigenschaftsänderung, Verändern der physikalisch-technischen Struktur, Verändern der Umgebung, Änderung von Eigenschaften des Objekts, Veränderung der physikalischen und chemischen Eigenschaften, Transformation des physikalischen und chemischen Zustands eines Objekts, Aggregatzustände und ihre Übergänge beherrschen, Änderung des Aggregatzustandes / Parameteränderung

- A. Ändere den Aggregatzustand eines Objektes: fest, flüssig, gasförmig, aber auch Quasi-Zustände (elastische, feste Körper, thixotrope Substanzen)
- B. Ändere Eigenschaften, z. B. Konzentration, Dichte, etc.
- C. Ändere den Grad der Flexibilität, bzw. Elastizität
- D. Ändere die Temperatur oder das Volumen
- E. Ändere den Druck
- F. Das äußere Medium bzw. die angrenzenden Objekte sind zu verändern
- G. Ändere andere Eigenschaften / Parameter
- H. Physikalische und chemische Effekte sind auszunutzen

Selbstkühlendes Fass (CoolKeg)

Funktionsprinzip: Bierblase (A) von einem mit Wasser getränkten, saugfähigem Material (B) umgeben. Die äußere Kammer enthält, ebenfalls in einem Vakuum, das Mineral Zeolith (C). Bei Öffnen vom Ventil saugt das Zeolith den Wasserdampf aus dem saugfähigen Material (B), wodurch sich (B) stark abkühlt. Das Zeolith erwärmt sich und gibt die Wärme nach außen ab. Fässer müssen also nicht kühl gelagert werden bzw. von außen separat gekühlt werden.

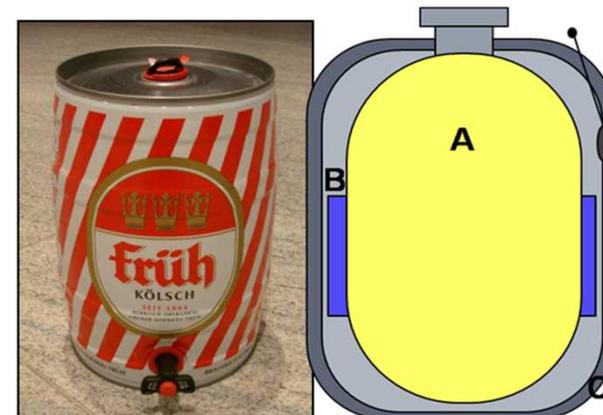


Bild: Benedikt Biller, 2010

Prinzip 35: Veränderung des Aggregatzustandes – *Ändere Eigenschaften und Zustände oder die Umgebungsbed.*



Der Druckminderer sorgt im Vergleich zum herkömmlichen System dafür, dass bei verschiedenem Eingangsdruck immer der gleiche Ausgangsdruck eingestellt werden kann.



Metallschäume

Durch das Einbringen von Gasen (meist Wasserstoff) in das Metall (Al, Zn, Ti, Stahl usw.) verändert bzw. erweitert sich der Aggregatzustand eines Bauteils von fest zu fest-gasförmig.

Einige Vorteile von Metallschäumen im Vergleich zu Vollmaterialien sind:

- Leichtbau und somit Gewichtseinsparung wegen geringerer Dichte des Verbundes
- verbesserte Dämpfung von Schwingungen, Stößen, Schlägen
- verbesserte spezifische Steifigkeit
- verbesserte Dämmeigenschaften

Prinzip 35: Veränderung des Aggregatzustandes – *Ändere Eigenschaften und Zustände oder die Umgebungsbed.*

Durch die Verwendung von Brennpaste statt Brennspritus beim Fondue wird die Unfallgefahr und das Verbrennungsrisiko verringert. Außerdem ist die Gefahr des verschüttens bei ein Paste niedrig als bei einer Flüssigkeit

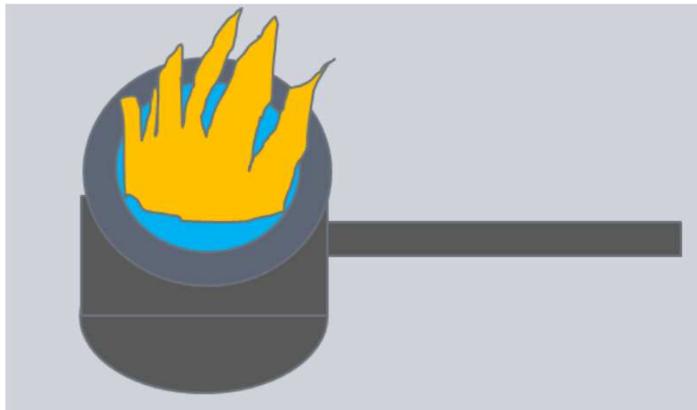


Bild: Bernhard Pröbstle, 2012

Prinzip 36: Anwenden von Phasenübergängen – *Nutze die Effekte, die bei Phasenübergängen auftreten*

Aliases: Phasenübergang, Effekte nutzen, die bei einem Phasenübergang entstehen, Phasenübergänge nutzen

- A. Nutze die Effekte während des Phasenüberganges einer Substanz aus: Volumenveränderung, Wärmeentwicklung oder -absorption
- B. Die Phasenübergänge der zweiten Art sind auszunutzen: Formgedächtnis in Metallen und Kunststoffen, Entmagnetisierung ferromagnetischer Stoffe nach dem Erwärmen über die Curie-Temperatur usw.



Bild: Nadine Rosenhammer, 2010



Bild: Nadine Rosenhammer, 2010

Anstelle von Wärmflaschen, die man aufwendig mit heißem Wasser füllen muss, gibt es heutzutage Latentwärmespeicher. Taschenwärmer nutzen den Übergang flüssig – fest um Wärme zu erzeugen. Ein Knickmechanismus initiiert die Kristallisation und erzeugt somit die Wärme. Um den Taschenwärmer wieder verwenden zu können, muss er lediglich in heißem Wasser gekocht werden.

Feste Zahnspange mit thermoelastischem Draht: dieser ist bei Raumtemperatur normal flexibel und somit gut handhabbar. Der Draht wird erst bei Körpertemperatur im Mundraum in seiner beabsichtigten Stärke aktiv. Zuvor wurde ein bereits gebogener, steifer Draht benutzt.



Bild: Anna-Lena Ziegler, 2010

Prinzip 36: Anwenden von Phasenübergängen – Nutze die Effekte, die bei Phasenübergängen auftreten



Bild: Felix Ntourmas, 2011

Montageschaum ist ein Werkstoff, der im Bauwesen große Verwendung findet. Neben seinen hervorragenden Abdichtungseigenschaften besitzt dieses Produkt eine hohe thermische und akustische Dämmung. Der Schaum wird in flüssiger Form in Druckbehältern (üblicherweise Sprühdosen) aufbewahrt und reagiert beim Aufsprühen mit der Umgebungsluft, wodurch es schlagartig zu einer enormen Volumenvergrößerung infolge des Aufschäumens kommt.

Das PVD-Verfahren (PVD = physical vapour deposition, deutsch: physikalische Gasphasenabscheidung) ist ein Beschichtungsverfahren für Bauteile. Hierbei wird das Beschichtungsmaterial in die Gasphase überführt. Die Gasteilchen gelangen durch die Vakuumkammer auf das Substrat, auf dem sie dann kondensieren und die Beschichtung bilden.

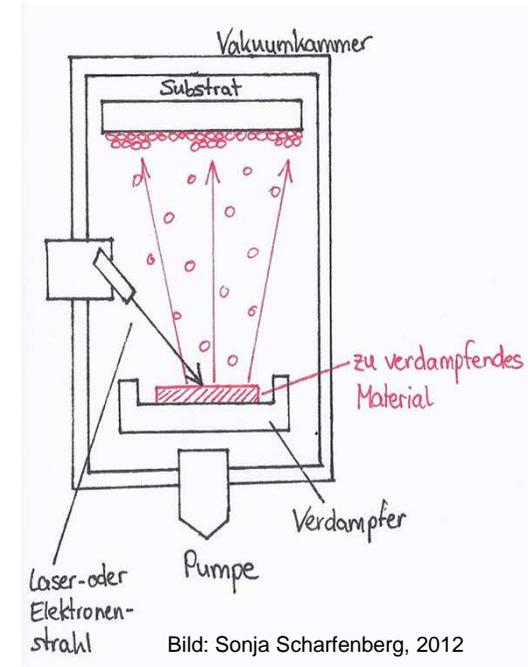


Bild: Sonja Scharfenberg, 2012

Prinzip 37: Wärmeausdehnung – *Verwende die Anomalie der Wärme(aus)dehnung*

Aliases: Anwenden der Wärme(aus)dehnung, Thermische Ausdehnung, Wärmeausdehnung und –verdichtung nutzen

- A. Nutze die thermische Expansion oder Kontraktion von Materialien aus
- B. Benutze Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten



Bild: Tarana Nausad, 2010

Schrumpffolien werden zum Verpacken und zur Transportsicherung von Gütern verwendet. Das zu verpackende Gut wird in die Folie eingehüllt und erwärmt. Beim Erreichen der Erweichungstemperatur bewirken die frei werdenden Kräfte jedoch ein Schrumpfen der Folie und durch die thermische Kontraktion beim Abkühlen wird ein fester Sitz der Folie um das Packgut erreicht.

Die Temperaturmessung durch ein Flüssigkeitsthermometer hat erstmals aussagekräftige Temperaturwerte ergeben. Dabei wird die Ausdehnung der Flüssigkeit (z.B. Quecksilber) zur Temperaturbestimmung genutzt.



Bild: Tobias Preuß, 2011

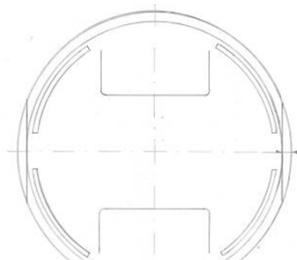


Bild: Simon Spreng, 2010

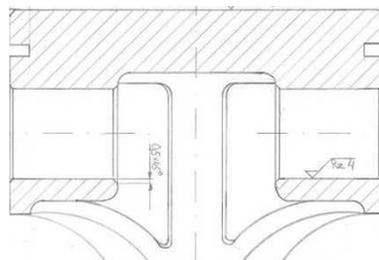


Bild: Simon Spreng, 2010

Kolben von Hochleistungsverbrennungsmotoren weisen heutzutage bei Raumtemperatur die Form eines Zweibogengleichdicks auf. Erst wenn sie sich auf Betriebstemperatur aufheizen sind die Kolben aufgrund ihrer Wärmeausdehnung nahezu rund und passen perfekt in den Motorblock.

Prinzip 37: Wärmeausdehnung – *Verwende die Anomalie der Wärme(aus)dehnung*

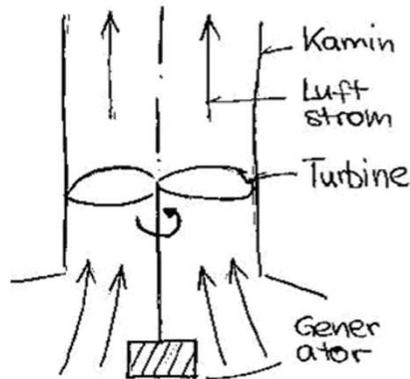


Bild: Sebastian Kollert, 2010

Durch die Nutzung von Abwärme mit Hilfe eines Thermikkraftwerkes kann vermeintlich verlorene Energie, welche z.B. durch einen Schornstein in die Atmosphäre geleitet wird, noch zur Stromerzeugung herangezogen werden. Wegen der Wärmeausdehnung hat die Abwärme eine niedrigere Dichte als die Umgebungsluft und drängt deshalb nach oben.

Bei Schrumpffuttern zur Aufnahme von Fräs- und Bohrwerkzeugen wird die lokale thermische Ausdehnung des Schafts benutzt um die Bohrung zu weiten und das Werkzeug einführen bzw. entfernen zu können. Die Erwärmung des Materials erfolgt mittels elektrischer Induktion. Nach dem Abkühlen mit einer flüssigkeitsgekühlten Manschette entsteht eine hochbelastbare reibschlüssige Verbindung.

- Reibschlüssige, gleichmäßige Einspannung
- Hohe Drehmomente übertragbar
- Hohe Rundlaufgenauigkeit

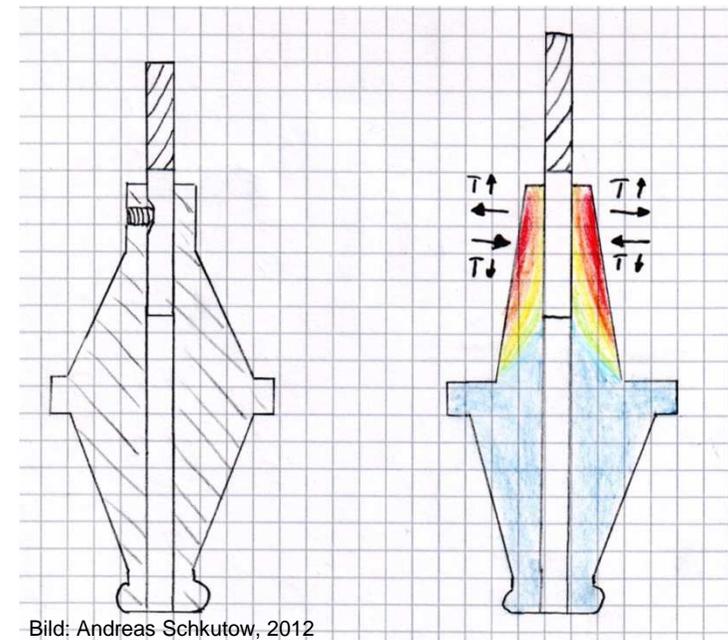


Bild: Andreas Schkutow, 2012

Prinzip 38: Starkes Oxidationsmittel – *Erhöhe die Reaktionsfähigkeit von Medien*

Aliases: Anwenden starker Oxidationsmittel, Beschleunigte Oxidation, Verfahren der Anwendung eines aktiven Mediums, Einsatz stark reagierender Oxidationsmittel

- A. Normale durch mit Sauerstoff angereicherte Luft ersetzen
- B. Angereicherte Luft durch reinen Sauerstoff ersetzen
- C. Luft oder Sauerstoff ionisierenden Strahlen aussetzen
- D. Der Ozongehalt im Sauerstoff ist zu erhöhen
- E. Ozon benutzen

Autoaufbereitung / Geruchsneutralisation

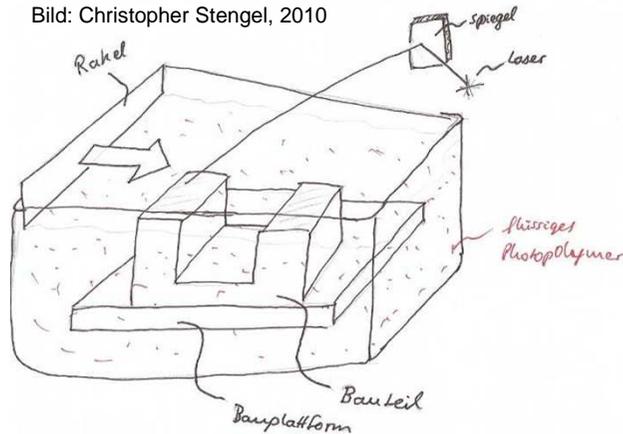
Es gibt Ozonerzeuger für die Eliminierung von Gerüchen und die Vernichtung von Bakterien und Mikroorganismen. Ozon hat die Eigenschaft, sich mit den organischen Stoffen in der Luft, z.B. Nikotinausdünstungen, zu verbinden und oxidiert diese.



Durch die Löcher auf der Unterseite des Grillkamins entsteht ein Sog, der Luft ansaugt und die im oberen Teil befindliche Grillkohle wesentlich schneller erhitzt, als beispielsweise bei einer unbelüfteten Grillhaufen.

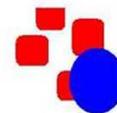
Prinzip 38: Starkes Oxidationsmittel – Erhöhe die Reaktionsfähigkeit von Medien

Bild: Christopher Stengel, 2010

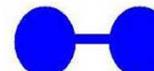


Zähflüssige un- oder niedrig vernetzte Monomere, die mit geeigneten Photo-Inhibitoren durchsetzt sind, welche die Reaktionsfähigkeit erhöhen. (Beispiel: schichtweises Aushärten durch Stereolithographie)

Sauerstoffatom wird abgegeben:
Oxidation der Gerüche



Zurück bleibt nur Sauerstoff



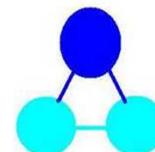
Sauerstoffmolekül: O₂



Ozon Geruchsbeseitigung



Bildung von O₃



Sauerstoffmolekül spaltet sich durch elektrische Ladung

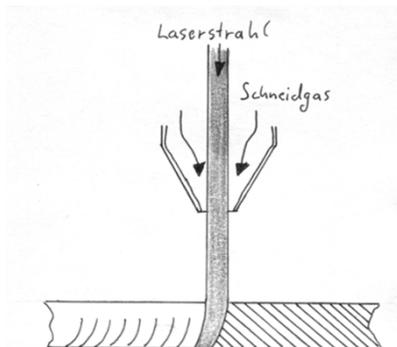


Bild: Lachner Philipp, 2010

Laserbrennschneiden

Beim Laserbrennschneiden wird die Brennleistung des Prozesses durch das Zuführen von Sauerstoff erhöht. Dadurch können auch relativ dicke Werkstücke geschnitten werden.

Bild: Thomas Dennerlein, 2010

Prinzip 38: Starkes Oxidationsmittel – *Erhöhe die Reaktionsfähigkeit von Medien*

In Biogasanlagen wird der Biomasse Sauerstoff zugeführt um die Bakterienaktivität zu erhöhen. Aber auch moderne Stallanlagen besitzen Einrichtungen zur Güllebelüftung um mit Hilfe von Bakterien die geruchserzeugenden Stoffe abzubauen.

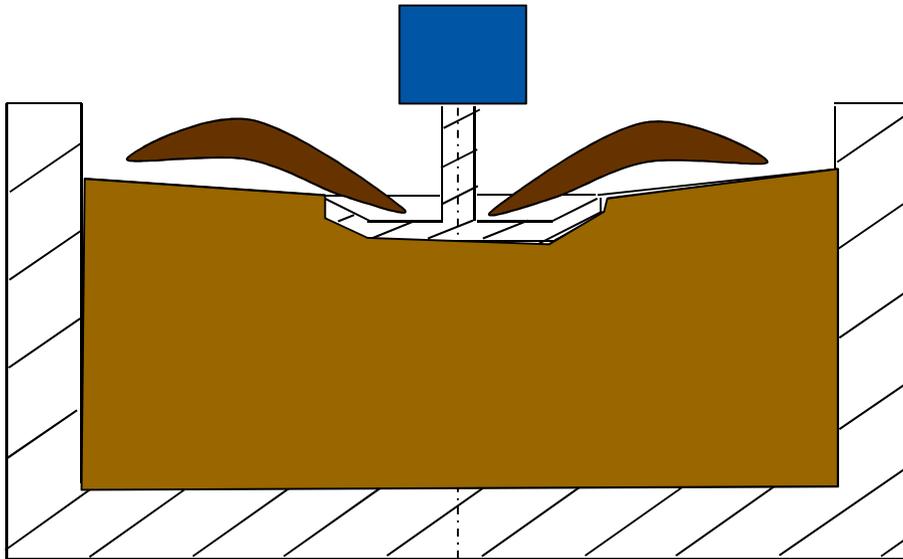


Bild: Vincent Mann, 2012

Prinzip 39: Träges Medium / inerte Atmosphäre – Verwende reaktionsträge, inerte Medien

Aliases: Inertes Medium, Anwenden eines trägen, inerten Mediums, Chemisch nichtreaktive Umgebung (Inert), Verwendung eines korrosionsträgen Mediums, Schutzumgebung, Verwendung eines reaktionsträgen Mediums

- A. Das übliche Medium ist durch ein reaktionsträge(re)s zu ersetzen
- B. Prozess im Vakuum durchführen
- C. Führe eine neutrale Substanz oder ein Additiv in das Objekt ein
- D. Reaktionsträge Beschichtungen sind zu nutzen, z.B. Antioxydationsschichten
- E. Schaum und Schaumstoffe sind zu nutzen

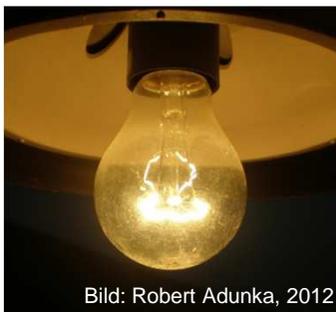


Bild: Robert Adunka, 2012

Die Luft innerhalb einer Glühbirne wird evakuiert um eine Verbrennung des Wolframfadens zu verhindern. Inzwischen wird ein Schutzgas eingebracht, was die Lebensdauer der Lampen erhöht und deren Herstellungsprozess vereinfacht.



Bild: Michael Karl, 2011

Vakuumverpackung zur längeren Haltbarkeit von Lebensmitteln.



Bild: Alex Döpfer, 2010

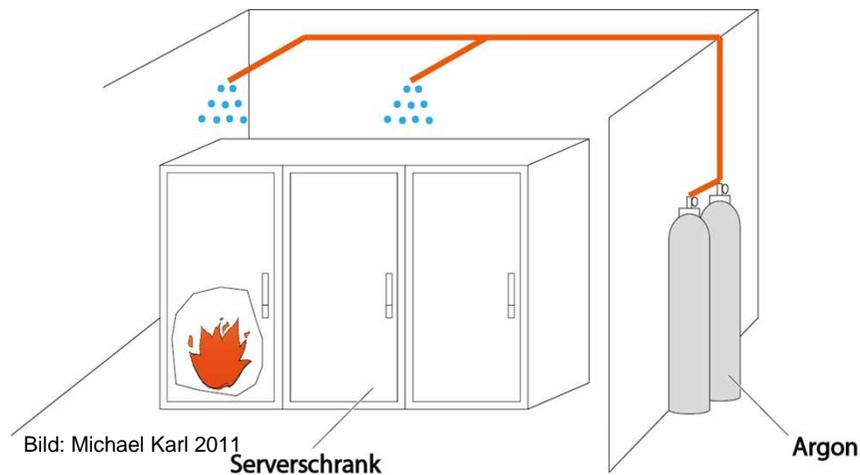
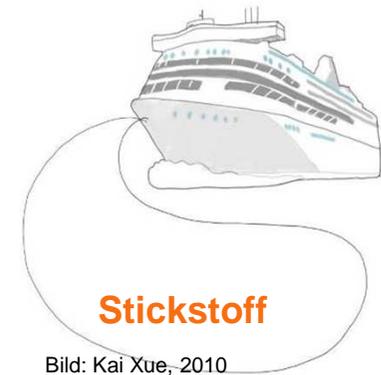
Durch die Zugabe von Additiven zu Treibstoff für Ottomotoren kann die Klopfestigkeit erhöht werden, was die Selbstzündung bei der Verdichtung verhindert. Somit kann die Lebensdauer des Motors erhöht werden.

Prinzip 39: Träges Medium / inerte Atmosphäre – Verwende reaktionsträge, inerte Medien



Löschschaum hat gegenüber Wasser große Vorteile in der Brandbekämpfung. Die durch den Schaum entstehende Decke bindet das Feuer für längere Zeit vom Sauerstoff der Umgebung ab, sodass Brände effizienter gelöscht werden können. Durch die Zugabe von Schaummittel in verschiedenen Variationen entsteht aus Wasser Löschschaum.

Der Innenraum des Schiffes wird mit Stickstoff befüllt, um Korrosion zu vermeiden.



In modernen Serverräumen werden statt einer Sprinkleranlage Argonlöschanlagen zur Brandbekämpfung verwendet. Der normalerweise durch das Löschwasser entstehende Schaden bleibt aus.

Prinzip 39: Träges Medium / inerte Atmosphäre – Verwende reaktionsträge, inerte Medien

Abgasrückführung (AGR) in Verbrennungsmotoren

Um die thermisch bedingte Stickoxidbildung in Verbrennungsmotoren zu reduzieren wird gekühltes Abgas in die Brennkammer geleitet. Das Abgas ist als Inertgas anzusehen und nimmt am Verbrennungsprozess nicht teil. Stattdessen reduziert das Gas die maximal auftretende Temperatur und reduziert somit die Stickoxidbildung.

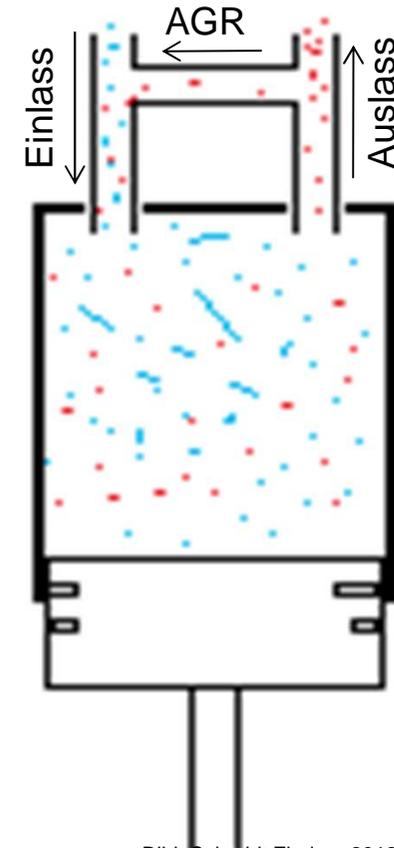


Bild: Schmidt Florian, 2012

Prinzip 40: Verbundmaterial – *Verwende Verbundmaterialien oder zusammengesetzte Stoffe*

Aliases: Anwenden zusammengesetzter Stoffe, Verwendung von Verbund(werk)stoffen, Verwendung heterogener Stoffe

- A. Ersetze homogene Stoffe mit Verbundmaterialien
- B. Zusammensetzungen von Stoffen in unterschiedlichen Aggregatzuständen sind einzusetzen



Bild: Tobias Lipphardt, 2010



Bild: Tobias Lipphardt, 2010

Ältere Bierkästen bestehen überwiegend aus einem einzigen Material. Durch das zusätzliche Anbringen eines relativ weichen Gummis an den Seitenrändern, lässt sich der Tragekomfort erhöhen.



Bild: Johannes Strauß, 2010
links: Mercedes-Benz SLR Stirling Moss
rechts: Mercedes-Benz 300 SLR

Um Gewicht zu sparen ist die Karosserie des Mercedes-Benz SLR Stirling Moss (2009) aus Kohlefaser, die Karosserie des Mercedes-Benz 300 SLR (1955) besteht aus Metall.

Prinzip 40: Verbundmaterial – *Verwende Verbundmaterialien oder zusammengesetzte Stoffe*

Sandwichbauweise:

Mehrere Schichten verschiedener Eigenschaften in einem Werkstoff eingebettet

Form des Leichtbaus, meist bestehend aus kraftaufnehmenden Decklagen, die mit einem relativ weichen, meist leichten, Kernwerkstoff kombiniert sind

Hohe Biegesteifigkeit bei geringen Gewicht

- Anwendung: z.B. Skier



Bild: Daniel Klein, 2010

Problem:

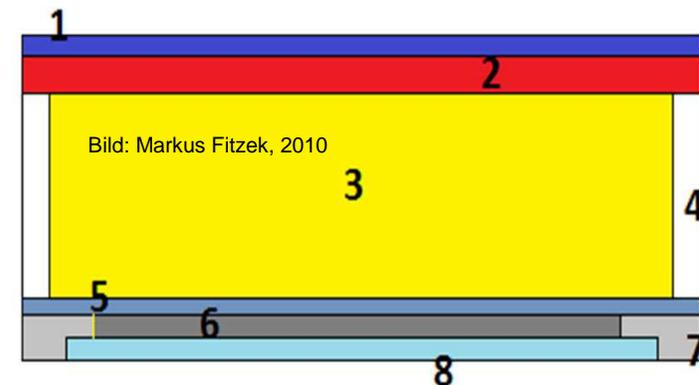
- Herkömmliche Paletten sind schwer, teuer und sperrig

Lösung:

- Zusammenbaubare Paletten → Teile können verschieden gelagert werden

- Mehrlagiges Material (Außen: Bsp. Metall, Holz, Kunststoff; Innen: Bsp. Geschäumtes Polystyrol) → Paletten werden leichter

- 1 Deckel aus schlagfestem Kstf. mit Dekordruck
- 2 / 5 Druckgurt / Zuggurt aus Metall oder Kstf
- 3 Kern aus Holz oder Kstf
- 4 Seitenwangen aus schlagfestem Kstf
- 6 Einlagen zur Schwingungsdämpfung/Versteifung
- 7 Stahlkanten
- 8 Skibelag aus Kstf



Prinzip 40: Verbundmaterial – *Verwende Verbundmaterialien oder zusammengesetzte Stoffe*

Verbundrohrsystem der Fa. Geberit für Kalt- und Warmwasserinstallationen, Heizungen, Druckluftanlagen u.v.m. - dünnwandiges Alu-Rohr innen und außen mit Kunststoff beschichtet. Dadurch erhöht sich die Festigkeit gegenüber reinen Kunststoffrohren und die Korrosionsbeständigkeit gegenüber Metallrohren. Die äußere Schicht ist als Isolierung ausgelegt.

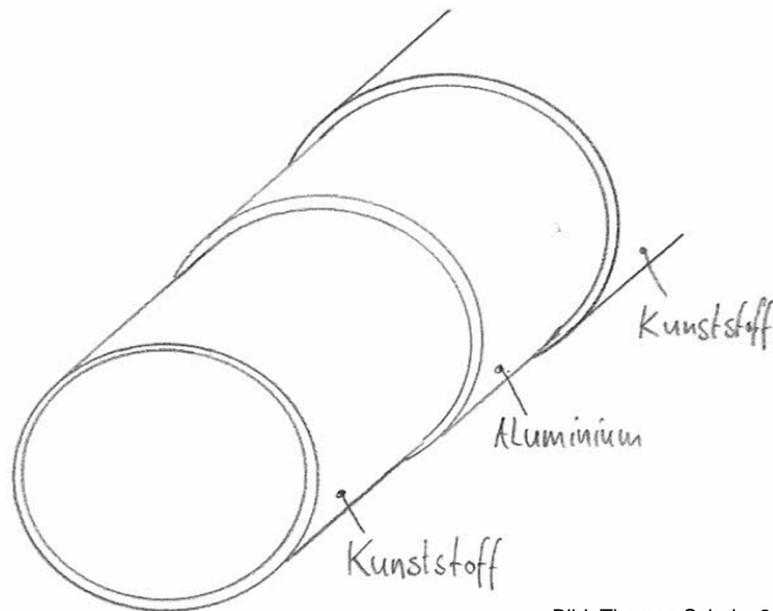


Bild: Thomas Schulz, 2012