

OPINNOMETH

Schriften des
Kompetenzzentrums für Operational Excellence- und Innovationsmethodik

Heft 3/2018, 28.02.2018

TRIZ-INNOVATIONSPRINZIPIEN: BEISPIELE AUS DER LOGISTIK

OPINNOMETH White-Paper

Herausgeber: Kompetenzzentrum OPINNOMETH
Prof. Dr.-Ing. Christian M. Thumes
HS Kaiserslautern

Download unter: www.OPINNOMETH.de

ISSN 2199-0301



IMPRESSUM

Christian M. Thumes:
TRIZ-Innovationsprinzipien: Beispiele aus der Logistik
OPINNOMETH White-Paper

OPINNOMETH – Schriften des Kompetenzzentrums für Operational Excellence und
Innovationsmethodik

Heft 3/2018

Zweibrücken, 28.02.2018

ISSN 2199-0301

Redaktion und Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Christian M. Thumes
Kompetenzzentrum OPINNOMETH
HS Kaiserslautern/FB Betriebswirtschaft
Amerikastr. 1
66482 Zweibrücken
christian.thumes@hs-kl.de

Auflage: ausschließlich online verfügbar

Erscheinungsweise: unregelmäßige Erscheinungsweise

Bezugsquelle: Download unter www.OPINNOMETH.de

Der folgende Beitrag ist veröffentlicht unter:



INNOVATIONSPRINZIPIEN: BEISPIELE AUS DER LOGISTIK, White-Paper, ist lizenziert
unter einer

[Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Inhaltsverzeichnis

Forschendes Lernen: Innovationsprinzipien verstehen	3
Danksagung.....	5
Beispielsammlung: Konkretisierung der Innovationsprinzipien im Feld der Logistik.....	6
IP 01 - Segmentierung.....	6
IP 02 - Abtrennung.....	8
IP 03 - örtliche Qualität.....	9
IP 04 - Asymmetrie	9
IP 05 - Vereinen	10
IP 06 - Universalität.....	11
IP 07 - Verschachtelung.....	12
IP 08 - Gegengewicht.....	13
IP 09 - Vorgezogene Gegenaktion.....	14
IP 10 - Vorgezogene Aktion.....	15
IP 11 - Vorbeugemaßnahme	16
IP 12 - Äquipotential	18
IP 13 - Umkehr	19
IP 14 – Krümmung.....	20
IP 15 – Dynamisierung.....	21
IP 16 – Partielle / überschüssige Wirkung.....	22
IP 17 – Höhere Dimension.....	23
IP 18 - Mechanische Schwingung.....	24
IP 19 - Periodische Schwingung.....	26
IP 20 - Kontinuität	26
IP 21 - Durcheilen und Überspringen	27
IP 22 - Schädliches in Nützlichem.....	28
IP 23 - Rückkoppelung.....	29
IP 24 - Mediator, Vermittler	30
IP 25 - Selbstversorgung, -bedienung	31
IP 26 - Kopieren	32
IP 27 - Billige Kurzlebigkeit.....	33
IP 28 - Mechanik ersetzen	33
IP 29 - Pneumatik, Hydraulik.....	35
IP 30 - Flexible Hüllen und Filme.....	36
IP 31 - Poröse Materialien	37
IP 32 - Farbveränderung	38
IP 33 - Homogenität.....	40
IP 34 - Beseitigung und Regeneration	40

TRIZ-INNOVATIONSPRINZIPIEN: BEISPIELE AUS DER LOGISTIK

OPINNOMETH White-Paper

FORSCHENDES LERNEN: INNOVATIONSPRINZIPIEN VERSTEHEN

Alexander Lavrov – Hochschule Kaiserslautern

Christian M. Thumes – Hochschule Kaiserslautern, Kompetenzzentrum OPINNOMETH

Im Sommersemester 2017 haben Bachelor-Studierende der HS Kaiserslautern im Modul „Kreativitätstechniken und Technisches Lösungsfinden“ ihr Verständnis für die dort behandelten Innovationsprinzipien der TRIZ [1] mit einem ganz besonderen Lehr-Lern-Konzept erweitert.

Bei den Innovationsprinzipien handelt es sich um abstrakte Lösungsprinzipien zur allgemeinen Lösung technischer Probleme. Die Tatsache, dass diese Prinzipien abstrakt sind, ist von großer Bedeutung, da Abstraktion und Konkretisierung wesentliche Elemente des kreativen Prozesses bei der Nutzung solcher Prinzipien darstellen.

Dennoch haben sich konkrete Beispiele für die Prinzipien als wertvolle Lernhilfe herausgestellt, damit Lernende mit geringer Erfahrung im Anwenden systematischer Kreativitätstechniken die Innovationsprinzipien besser verstehen. Gleichzeitig nimmt jedoch bei zu starker Betonung der Beispiele die Fähigkeit ab, auf abstrakter Ebene mit den Prinzipien zu arbeiten. Nachhaltiges Lernen in diesem Feld lässt sich am besten durch wiederholtes Springen zwischen Abstraktionsebenen im Rahmen von nachvollziehbaren Beispielen und auch zu lösenden Aufgaben fördern. Eine wichtige Fragestellung bei der Nutzung von Beispielen in Kreativtechniken ist auch, ob die Beispiele dem Kontext zu entnehmen sind, aus dem die Problemstellung stammt oder ob ein komplett fremder Kontext besser geeignet ist. Viele Praktikerin und jeder Praktiker im Bereich der Vermittlung methodischer Kompetenzen nutzen daher beides – domänennahe Beispiele, die die Anwendbarkeit verdeutlichen und domänenfremde Beispiele, welche die Erkenntnis des innewohnenden Grundprinzips vereinfachen. So lässt sich beispielsweise das intralogistische Prinzip des „Milk-Runs“ am Beispiel einer Montagelinie erläutern, aber eben auch am klassischen englischen „Milchmann“, welcher früh Morgens die Milchflaschen auf der Türschwelle austauscht.

In einem aus Mitteln des BMBF im Rahmen der „Förderung individueller Studienwege (FIS)“ für „Forschendes Lernen“ geförderten Projekt haben einige Studierende der Bachelorstudiengänge „Technische Logistik“ und „Logistics Diagnostics and Design“ ihr Verständnis von Prinzipien und Beispielen verbessert sowie den Wechsel zwischen Abstraktion und Konkretisierung forschend erlernt.

Die Studierenden haben im Rahmen der Vorlesungen zunächst die abstrakte – also für die Logistik in der Regel domänenfremde – Fassung der Innovationsprinzipien kennen gelernt. Sei-

tens der betreuenden Professoren wurden im Vorfeld Module des bisherigen Studienverlaufs identifiziert, die anschließend von den Studierenden untersucht werden sollten. Allen Studierenden wurden nun mehrere der 40 Innovationsprinzipien der klassischen TRIZ zugewiesen. Ihre Aufgabe bestand dann darin, innerhalb der vorher selektierten Module (hier primär Module mit engem Bezug zur Logistik) Beispiele für Konkretisierungen der Prinzipien zu finden – also domänennahe Beispiele. Also beispielsweise kann für das abstrakte Prinzip der Umkehrung das konkrete Beispiel der Rolltreppe genannt werden.

Die Studierenden sollten sodann die gefundenen Beispiele ausarbeiten und beschreiben, inwiefern das Prinzip im Beispiel identifizierbar ist. Am Beispiel der Rolltreppe könnte also erläutert werden, dass die Umkehrung sich auf die Bewegungszustände der beteiligten Objekte bezieht: Im Gegensatz zu einer gewöhnlichen Treppe bewegen sich bei der Rolltreppe die Stufen, während der Mensch sich nicht bewegt.

Im Rahmen des forschenden Lernens muss bei diesem Vorgang mehrfach geistig zwischen abstraktem Prinzip und konkretem Beispiel hin und her gewechselt werden – dies steigert die Sicherheit im Umgang mit Abstraktion und Konkretisierung. Des Weiteren haben die Studierenden zu Beginn von Vorlesungsveranstaltungen ihre Ausarbeitungen präsentiert und mit Mitstudierenden und Professoren diskutiert – auch hierbei findet permanent der Wechsel zwischen domänenfremden und domänennahen Beispielen statt. Dabei wurden gezielt Querverbindungen oder auch Differenzierungen zwischen verschiedenen Prinzipien und Beispielen thematisiert, so dass erneut der mehrfache Wechsel zwischen abstrakter und konkreter Denkebene vollzogen wurde. Die Vorbereitung der Präsentationen war mit Recherchen in Vorlesungsunterlagen, aber auch darüber hinaus mit Internetrecherchen verbunden, um Fotos oder weitere Quellinformation zum jeweiligen Beispiel ermitteln zu können.

Wenn im späteren Verlauf der Vorlesung auf die abstrakten Innovationsprinzipien zurückgegriffen wurde, dienten Erinnerungen an die selbst erarbeiteten Beispiele der weiteren Vertiefung des Verständnisses der Innovationsprinzipien.

Aus den Lernaktivitäten der Studierenden konnten auch Impulse gewonnen werden, eine Beispielsammlung zu eröffnen, die in zukünftigen Jahren von weiteren Studierenden ausgebaut werden kann. Dies betrifft zunächst jene Innovationsprinzipien, für die noch keine oder wenige Beispiele ausgearbeitet wurden und danach könnten neben logistischen Schwerpunktthemen auch andere Felder (z. B. Produktionstechnik, Nahrungsmitteltechnik, etc.) betrachtet werden.

Die Aufbereitung der folgenden Beispielsammlung basiert zum Teil direkt auf Impulsen aus der Veranstaltung und wurde darüber hinaus maßgeblich von Herrn Niklas Schaefer ausgearbeitet, der sowohl Teilnehmer des forschenden Lernens, als auch im Rahmen des Projektes unterstützend tätig war.

Die nun folgende Beispielsammlung orientiert sich an der Nummerierung der klassischen 40 Innovationsprinzipien nach Altschuller [1]. Die Beispiele können dem großen Themenfeld der Logistik zugeordnet werden und betreffen ganz bewusst unterschiedlich komplexe technische Systeme, aber auch Prozesse und Methoden, wie z.B. Kommissionierstrategien.

Es handelt sich um eine kaum nachbearbeitete Fassung studentischer Ergebnisse. Ziel war nicht die Anfertigung einer wissenschaftlichen Publikation, sondern das Verfassen der Beispiele in Alltagssprache gemeinsam mit leicht zugänglichen Quellinformationen. Viele der genannten Systeme oder Prozesse sind allgemein bekannt. Die angegebenen Links führen zu unterschiedli-

chen Quellinformationen, Fotos oder auch kommerziellen Anbietern – es handelt sich um Beispiellinks, wie sie im Rahmen einer studentischen Kurzrecherche gefunden werden, nicht aber um tiefgreifend wissenschaftlich fundierte Recherchen zur jeweiligen Thematik.

Im Hinblick auf die Transferleistung von Studierenden oder generell TRIZ-Lernenden ist zu jedem Beispiel die Erläuterung wichtig, in welcher Weise das beschriebene System oder der Prozess das jeweilige Innovationsprinzip erkennen lassen. Die Beispielsammlung dient daher auch als Vorlage, um bei weiteren Durchgängen des Forschenden Lernens die Ergebniserwartung zu verdeutlichen.

DANKSAGUNG

Dieses Projekt wurde gefördert aus Mitteln des BMBF im Rahmen der „Förderung individueller Studienwege (FIS)“ für „Forschendes Lernen“.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BEISPIELSAMMLUNG: KONKRETISIERUNG DER INNOVATIONSPRINZIPIEN IM FELDE DER LOGISTIK

Niklas Schaefer – Student der Technischen Logistik

IP 01 - SEGMENTIERUNG

1.1 Schubverband bestehend aus einem Schubboot und Leichter

Ein gewöhnliches Binnenschiff besteht aus einer untrennbaren Verbindung zwischen Antriebssektion und Frachtraum. Dies hat zur Konsequenz, dass die Antriebssektion nicht verwendet werden kann, wenn der Frachtraum des Schiffes be- oder entladen wird, was zu langen Liegezeiten in den Häfen führt. Dieses Problem konnte mit dem Prinzip der Segmentierung gelöst werden. Das Schiff als Einheit wird in mehrere voneinander unabhängige Teile zerlegt: Zum einen in das Schubboot und zum anderen in die Leichter, welche die Last aufnehmen. Das Schubboot ist das schiebende Schiff, welches selbst keine Ladung aufnimmt und als Antrieb für den Schubverband dient. Die eigentliche Ladungsfläche des Schiffes wird von dem Antrieb (dem Schubboot) getrennt. Dies geschieht in Form antriebsloser, schwimmender Ladungsbehälter, die als Leichter bezeichnet werden. Ein Schubboot ist in der Lage, mehrere Leichter zu bewegen. Die Einheit aus einem Schubboot und einem bzw. mehreren Leichtern wird als Schubverband bezeichnet. Das Prinzip des Schubverbandes ähnelt dem eines Sattelzuges (LKW). Das Schubboot entspricht hierbei der Sattelzugmaschine, die Leichter dem Auflieger. Bei Nutzung eines Schubverbandes ist das Schiff aus unabhängigen Teilen aufgebaut, die modular zusammengesetzt werden können. Dies hat den Vorteil, dass während des Transportes Teile der Ladung einfach an- bzw. abkoppelbar sind. Hierdurch wird der Umschlag in einen anderen Ladungsträger vermieden und das Schubboot kann während des Transportes Leichter abgeben bzw. aufnehmen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.medienwerkstatt-online.de/lws_wissen/vorlagen/showcard.php?id=4940

<http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/svt/svt07/renner/inhalt04.htm>

1.2 Hardtop Container

Gewöhnliche Container können nur durch ihre Türen be- bzw. entladen werden. Dies beschränkt die Auswahl der einsetzbaren Fördermittel. Auch ist die maximale Höhe der einzuladenden Teile durch die Containerhöhe begrenzt. Schwere Teile, welche per Kran angehoben werden müssen, oder Ladung mit Überhöhe können in konventionellen Containern nicht bzw. nur schwierig verstaut werden. Das Innovationsprinzip Segmentierung mit der Anweisung „Zerlege ein Objekt in unabhängige Teile“ findet in Hardtop Containern Anwendung. Bei Hardtop Containern ist es möglich, das Dach vom restlichen Container zu trennen und den oberen Türquerträger auszuschwenken. Dadurch kann der Container auch von oben mithilfe von Kranen und Laufkatzen befüllt werden. Zudem wird durch Hardtop Container der Transport von Ladung mit Überhöhe ermöglicht, da das Containerdach während des Transportes offen gelassen werden kann.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.tis-gdv.de/tis/containe/arten/hardtop/hardtop.htm>

[https://www.hapag-](https://www.hapag-loyd.com/content/dam/website/downloads/press_and_media/publications/Brochure_hardtop_container_de.pdf)

[loyd.com/content/dam/website/downloads/press_and_media/publications/Brochure_hardtop_container_de.pdf](https://www.hapag-loyd.com/content/dam/website/downloads/press_and_media/publications/Brochure_hardtop_container_de.pdf)

<http://rainbow-containers.de/container/open-top-container-neu-gebraucht/open-hardtop-container.html>

1.3 Kanalfahrzeuge

Ursprünglich wurden Blockregallager als Einfahr-/ Durchfahrregal konstruiert. Für die Beladung und Entladung des Regals mussten Gabelstapler in die einzelnen Regalgänge fahren. Dies wirkt sich auf die Größe der einzelnen Regalgassen aus, da diese mindestens die Ausmaße des Gabelstaplers sowie eines Sicherheitsabstandes betragen mussten. Nachteilig ist dies für Läger, die einen möglichst hohen Volu-

mennutzungsgrad aufweisen sollten. Auch der Anteil der Nutzlast an den bewegten Massen war häufig gering. Eine Lösung für dieses Problem findet sich im Innovationsprinzip Abtrennung. Statt eines schweren flurbundenen Gerätes (z.B. Gabelstapler), das in die engen Regalgassen fährt, reicht im Wesentlichen eine Fördertechnik, die die Paletten unterfährt, anhebt und zur Entnahmestelle transportiert. Dies geschieht in Kanallägern, in denen die Regalgänge (die Kanäle) mithilfe selbstständig fahrender Kanalfahrzeuge (Shuttles) bedient werden. Diese sind schienengebunden und fahrerlos. Auslagerungsvorgänge erfolgen durch einfaches Unterfahren und Anheben der Ladeinheit. Dadurch sind Kanalfahrzeuge deutlich kleiner und platzsparender als ein Gabelstapler. Auch kann hierdurch eine Regalgasse in unterschiedliche Kanäle (vertikal in der Höhe) eingeteilt werden, die jeweils durch ein Kanalfahrzeug bedient werden können. Dies führt zu einer Skalierbarkeit der möglichen Leistung.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Shuttle_\(Lagertechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Shuttle_(Lagertechnik))

<https://logistikknowhow.com/shuttle/>

1.4 Elektrohängebahnen

Flurbundene Fördertechnik wurde ursprünglich durch Kreiskettenförderer realisiert. Diese verfügten über Gehänge, an denen die Fördergüter angebracht wurden, eine Kette sowie einen Antrieb, der die Kette bewegte. Ein Nachteil dieser Konstruktion war die mangelnde Flexibilität der Routen der geförderten Güter, da die Kette nur auf einer geschlossenen, annähernd kreisförmigen Bahn gezogen wurde. Das hatte zur Folge, dass die Fahrtrichtung und der Fahrweg für jedes Gehänge und somit auch für jedes geförderte Gut identisch waren. Eine Lösung für dieses Problem findet sich im Innovationsprinzip Segmentierung. Statt eines Antriebs und einer Kette, die die Fahrtrichtung der Gehänge vorgibt, werden schienengebundene Hängebahnen verwendet, an denen die einzelnen Gehänge mit jeweils eigenem Antrieb befestigt werden. Dies hat den Vorteil, dass die Fahrzeuge mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten betrieben und auch der Fahrweg sowie das Fahrziel für jeden Wagen einzeln bestimmt werden können. Hierdurch werden flexible Routen in fördertechnischen Systemen ermöglicht.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.horstmann-automation.de/de_DE/produkte/ehb.html

<http://www.hans-hebetechnik.de/kreiskettenfoerderer-foerderanlage.html>

http://lernen.projekt-elq.de/ACContent/home/course/content.php?_cid=984&slim=1

1.5 Kommissionierauftrag in verschiedene Einzelaufträge zerlegen

Unter dem Begriff Kommissionierung versteht man in der Distributionslogistik das Zusammenstellen von Einzelpositionen aus einem Lagersortiment zu einem Auftrag. Die Ablauforganisation der Logistik kann nach unterschiedlichen Strategien erfolgen. So ist es möglich, die eigentlichen Kommissionieraufträge seriell durchzuführen. Bei dieser Strategie wird der Kommissionierauftrag nacheinander an mehreren Lagerzonen sequentiell bearbeitet, sodass zu keinem Zeitpunkt mehr als ein Kommissionierer mit dem Auftrag beschäftigt ist. Dies hat in großen Distributionszentren den Nachteil, dass die Wege zwischen den einzelnen Lagerorten weit sind, was zu einem hohen Zeitaufwand und somit zu langen Auftragsdurchlaufzeiten führen kann. Eine Lösung dieses organisatorischen Problems findet sich im Innovationsprinzip Segmentierung. Durch die Zerlegung des Gesamtauftrags in Teilaufträge, die von mehreren Kommissionierern bearbeitet werden, kann die Auftragsdurchlaufzeit und die Wegzeit der Kommissionierer verringert werden. Bei zusätzlicher synchroner Bearbeitung der Teilaufträge durch die Kommissionierer, werden gleichzeitig mehrere Teilaufträge behandelt und der Zeitaufwand weiter reduziert. Hierdurch sind auch Mehrfachentnahmen einfacher realisierbar und die Wegstrecken zwischen den einzelnen Kommissionierorten können verkürzt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.logipedia.de/lexikon/Kommissionierstrategie/>

<http://www.logipedia.de/lexikon/Kommissionieren>

IP 02 - ABTRENNUNG

2.1 Schrumpffolie (sonstige Transportverpackungen)

In logistischen Prozessen müssen Güter vor äußeren Einwirkungen (Schmutz, Licht, Stößen beim Transport) geschützt werden. Zudem ist die Handhabung von einzelnen Gütern i.d.R. schwierig. Dieser Umstand betrifft sämtliche Transport-, Umschlags- und Lagerungsprozesse. Spätestens bei der eigentlichen Verwendung durch den Verbraucher sind jedoch die äußeren Einwirkungen in vielen Fällen nicht mehr von Relevanz. Auch stimmt die Menge der Versandeinheit nicht zwangsläufig mit der Verkaufseinheit überein, da diese häufig in kleinere Einheiten portioniert werden muss. Eine Lösung dieses logistischen Problems findet sich im Innovationsprinzip Abtrennung. Gemäß der Anweisung „Entfernung oder Abtrennung des störenden Teils“ gibt es spezielle Transportverpackungen, welche die eigentlichen Güter schützen, aber nach dem Transport einfach wieder abgetrennt werden können. Die in diesem Beispiel behandelte Schrumpffolie wird häufig zur Absicherung von Paletten genutzt, da sie die Eigenschaft besitzt, sich nach ihrer Erwärmung bei Abkühlung stark zusammenziehen. Dies führt dazu, dass sich die Folie an die Konturen der Ladungseinheiten anpasst, sie stabilisiert und somit vor äußeren Einwirkungen schützt. Nach dem Transport kann die Folie z.B. mit einem Messer einfach entfernt und das eigentliche Produkt genutzt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://ht-verpackungen.de/produkte/verpackungsfolie/schrumpffolie/>

<https://verpackungen.de/info/was-ist-eine-schrumpffolie>

2.2 Abgetrennte Bereiche (z.B. Lager)

Aus sicherheitstechnischen Gründen (häufig gesetzlich geregelt), aber auch aus energetischer Perspektive (z.B. Kühlung), sollten bestimmte Lagerungsprozesse nicht am selben Ort ablaufen. Dies betrifft z.B. bei der Lagerung biotische Prozesse, die dadurch entstehen, dass Obst und Gemüse noch nachreift und hierbei Gase abgibt. Darauf reagieren verschiedene Obst-/Gemüsesorten empfindlich und verderben schneller. Des Weiteren müssen einige Lebensmittel gekühlt werden, wohingegen andere bei Raumtemperatur lagern. Außerdem weisen gelagerte Güter unterschiedliche Ausmaße und Gewichte auf, sodass diese schwierig mit derselben Technik zu handhaben sind und es unterschiedlicher Regale bedarf. Gesetzliche Regelungen greifen vor allem im Bereich des Gefahrguts, bei dem besondere Vorschriften gelten. Eine Möglichkeit, den unterschiedlichen Anforderungen der abweichenden Lagereinheiten zu genügen, findet sich im Prinzip Abtrennung. Einzelne Zonen des Lagers werden hinsichtlich ihrer Anforderungen von anderen räumlich abgetrennt. So entstehen begrenzte Bereiche, die sich hinsichtlich der dort eingesetzten Technik unterscheiden können und in denen unterschiedliche Produktgruppen gelagert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.haushaltstipps.net/welches-obst-und-gemuese-besser-nicht-zusammen-lagern/>

http://www.dguv.de/medien/landesverbaende/de/veranstaltung/tda/2013/documents/14_bender.pdf

2.3 One Click Procedures

Zunehmend werden Güter nicht mehr im stationären Handel gekauft, sondern über Plattformen im Internet bestellt. I.d.R. bezieht der Kunde seine Produkte nicht bei jedem Verkaufsvorgang über einen anderen Online-Händler, sondern kauft häufiger bei den selben Händlern ein. Die Kundeninformationen, also beispielsweise die Kontonummer oder die Lieferadresse, ändern sich nicht bei jedem Kauf. Es wäre daher sehr mühsam, wenn der Käufer die Abrechnungs- und Versandinformationen für jeden Einkauf manuell eingeben müsste. Eine Lösung für dieses Problem liegt in dem Innovationsprinzip Abtrennung. Bei One Click Procedures ist das Client-System vom Server-System getrennt. One Click Procedures vom Distributionshändler Amazon.com funktionieren so, dass die Bestellung von einem Käufer in einem Client-System eingegeben und von diesem an ein Server-System gesendet wird. Die Verbindung zwischen dem Server-System und dem Client-System geschieht durch eine Client ID, welche vom Server vergeben wird. In der Client ID sind dem Server alle relevanten Käuferinformationen zugewiesen. Bei

einer Bestellung sendet das Client-System eine Kaufanforderung an das Server-System. Bei dieser ist die Client- ID enthalten und die Käuferinformationen können übernommen werden. Hierdurch müssen die einzelnen Kundeninformationen nicht wiederholt eingegeben werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=US&NR=5960411&KC=&FT=E&locale=en_EP

<https://en.wikipedia.org/wiki/1-Click>

2.4 Vogelstimmen am Flughafen imitieren

Vogelschlag kann bei Flugzeugen zu großem Schaden und sogar zu Gefährdungen führen. Unter einem Vogelschlag versteht man einen Zusammenprall von Vögeln mit Objekten, in diesem Fall Flugzeugen. Gefährlich ist dabei vor allem der Start, bei dem die Systeme des Flugzeuges auf Vollast laufen. Sollte ein Vogel beim Start in ein Triebwerk fliegen, kann dies zu einem Triebwerksausfall führen. Da das Flugzeug sich unter Umständen nur auf einer niedrigen Höhe befindet (Flughöhe von Vögeln i.d.R. unter 3000m), wird eine Notlandung erschwert. Es ist daher sehr vorteilhaft, wenn sich im Start- aber auch im Landebereich möglichst keine Vögel im Luftraum befinden. Eine Möglichkeit, Vögel erfolgreich von Flughäfen fernzuhalten, die im Wesentlichen auf der Anweisung „Den notwendigen Teil bzw. die wesentliche Eigenschaft alleine einsetzen oder herausnehmen“ des Innovationsprinzips Abtrennung beruht, sind Roboter, die Vogelstimmen imitieren. In Südkorea wurde solch ein Roboter entwickelt, der mittels Lautsprecher Abschreckungslaute von unterschiedlichen Vogelarten aussendet. Die Vögel können den Unterschied zwischen den Lautsprechern und einem echtem Vogel nicht erkennen. Zudem kann je nach Vogelart ein unterschiedlicher Laut ausgegeben werden. Dies ermöglicht es, Vögel erfolgreich aus dem Flughafengebiet zu vertreiben.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.aerotelegraph.com/roboter-sollen-voegel-an-flughaefen-vertreiben>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Vogelschlag>

IP 03 - ÖRTLICHE QUALITÄT

3.1 Antirutschmatten

Bei der Ladungssicherung ist es entscheidend, dass die einzelnen Transportgüter bzw. Paletten beim Transport nicht verrutschen. Wichtig ist hierbei die Haft- und Gleitreibung zwischen der Bodenfläche und den Gütern. Je nach Materialart und Oberflächenbeschaffenheit der Güter und des Bodens verändern sich die Reibungskoeffizienten. Auf glatten Bodenflächen ist die Reibung i.d.R. niedriger. Eine Lösung für dieses Problem liegt im Innovationsprinzip Örtliche Qualität in der Anweisung: „Übergang von einer homogenen Struktur zu einer heterogenen Struktur“. Um die Haftreibung zwischen Boden und Transporteinheiten zu erhöhen werden Antirutschmatten verlegt, die durch ihre Oberflächenbeschaffenheit das Rutschen reduzieren oder verhindern können. Sie verfügen über eine sehr raue und unregelmäßig porige Oberfläche. Dies führt dazu, dass die transportierten Güter, die ebenfalls nicht über eine komplett gleichmäßige Oberfläche verfügen, sich mit der rauhen Oberfläche der Antirutschmatten besser verkeilen und somit schwieriger rutschen. Die Haftreibung zwischen Gut und Boden steigt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.ladungssicherung.eu/ratgeber/antirutschmatte/grundlagen/>

<http://www.rmg.de/antirutschmatten.html>

IP 04 - ASYMMETRIE

4.1 Asymmetrische Rollen

Eine Rollenbahn ist ein System in der Fördertechnik, auf dem Güter über eine Anordnung von Rollen transportiert werden. Vorteile von Rollenbahnen liegen in ihrer individuellen Anpassungsfähigkeit an die

räumlichen Gegebenheiten, einer möglichen Erweiterbarkeit der Bahnlänge sowie in einer hohen Traglast. Problematisch sind in der Fördertechnik allgemein Kurven, da im Kurveninneren der zurückzulegende Weg geringer als im Kurvenäußeren ist. Dies kann dazu führen, dass sich die Ausrichtung der Fördergüter beim Durchlaufen des Kurvenbereichs ändert und im weiteren Verlauf das Fördergut hängenbleibt. Eine Lösungsmöglichkeit für dieses Problem beruht auf dem Innovationsprinzip Asymmetrie. Gemäß der Anweisung „Ersetze symmetrische Formen durch asymmetrische“ werden in Kurven konische Rollen verwendet, deren Umfang von innen nach außen der Kurve zunimmt. Im Betrieb sorgt dies dafür, dass die Umlaufgeschwindigkeit der Rollen außen größer ist. Hierdurch wird das Gut im Äußeren der Kurve stärker beschleunigt als im Inneren und legt den längeren Weg der Kurvenaußenseite mit höherer Geschwindigkeit zurück. Im Resultat bewirkt dies, dass die Ausrichtung der Fördergüter beim Durchlaufen des Kurvenbereichs beibehalten wird.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.altratec.de/de/rollenbahn>

<http://www.axmann->

fs.com/rollenfoerderer_angetrieben_rollenbahnkurve_mit_tangentialem_kettenantrieb_52_20.html

4.2 Nestbare Behälter

Behälter, meist aus Kunststoff, werden häufig verwendet, wenn Güter im Lager oder in der Produktion transportiert werden müssen. Ein Unterscheidungsmerkmal von Transportboxen ist ihre Volumenreduzierbarkeit. Zum einen gibt es starre Stapelbehälter, die unabhängig von der Nutzung über das selbe Volumen verfügen. Aufeinandergestapelt ergibt sich kein Unterschied, ob die Box befüllt oder leer ist. Dies führt dazu, dass bei Rückführungen und Puffern sehr viel Volumen benötigt wird. Zum anderen gibt es volumenreduzierbare Behälter. Klappboxen z.B. sind zusammenklappbar und das benötigte Volumen kann hierdurch bei Lagerungen oder Rückführungen erheblich verringert werden. Problematisch bei diesen Behältern ist jedoch, dass Arbeitsschritte nötig sind, um die Boxen aufzuklappen und wieder zusammenzuklappen. Eine Lösung, die das Volumen bei Rückführungen und Lagerung reduziert und keine weiteren Arbeitsschritte benötigt, liegt in nestbaren Behältern. Gemäß dem Innovationsprinzip Asymmetrie verfügen nestbare Behälter über eine konische Bauform und können daher ineinander geschachtelt werden. Dadurch wird im Vergleich zu starren Behältern das Innenvolumen des vorherigen Behälters genutzt, wodurch das Volumen bei Lagerung deutlich reduziert werden kann. Im Vergleich zu Klappboxen sind keine zusätzlichen Arbeitsschritte wie das Auf- und Zuklappen der Behälter notwendig.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://verpackungen.de/info/was-sind-nestbare-behaelter-drehstapelbehaelter>

<https://www.boxline.com/de/infoseiten/transportboxen.html>

https://de.wikipedia.org/wiki/Nestbarer_Beh%C3%A4lter

IP 05 - VEREINEN

5.1 Schnittstellen in ERP -Systemen

Die Unternehmensstrukturen werden immer komplexer und die Geschwindigkeit, mit der Informationen verfügbar sein müssen, steigt stetig. Daher werden mit der fortschreitenden Digitalisierung von Unternehmen immer häufiger die relevanten betrieblichen Abläufe mithilfe von ERP-Systemen abgebildet. Enterprise-Resource-Planning Systeme (ERP) bestehen i.d.R. aus verschiedenen Modulen für beispielsweise Materialwirtschaft, Customer Relationship Management, Finanzbuchhaltung oder Vertrieb. Da die meisten Geschäftsvorgänge mehrere Abteilungen und somit auch Module ansprechen, ist es wichtig, dass diese allesamt über dieselbe Datenbasis verfügen und miteinander kommunizieren. Eine Lösung dieses Problems liegt in der Verwendung von Schnittstellen zwischen den einzelnen Modulen und einer gemeinsamen Datenbank. Gemäß des Innovationsprinzips Vereinen besitzen die Module Schnittstellen sowohl zur Datenbank als auch Untereinander, sodass die relevanten Module miteinander verknüpft (gekoppelt) werden. Dadurch können diese miteinander kommunizieren und durch die gemeinsame

Datenbank über die gleichen, aktuellen Daten verfügen. Ein manuelles Übertragen von Daten in andere Module entfällt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.erp-system.de/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Enterprise-Resource-Planning>

5.2 Kombination von Elektromotor mit Verbrennungsmotor (Hybridantriebe)

Konventionelle Fahrzeuge werden mit einem Verbrennungsmotor betrieben, in dem fossile Brennstoffe (z.B. Benzin) zur Energiegewinnung verwendet werden. Nachteile dieser Motoren sind vor allem hohe CO₂-Emissionen sowie eine hohe Lautstärke. Des Weiteren benötigen Verbrennungsmotoren je nach Auslegung eine bestimmte Drehzahl pro Minute, um das maximale Drehmoment zu erreichen. Zudem ist es möglich Verbrennungsmotoren beim Start zu überdrehen oder abzuwürgen, was zu einem hohen Verschleiß führt. Neben den konventionellen Fahrzeugen, die mit fossilen Brennstoffen arbeiten, gibt es eine Vielzahl von alternativen Antriebsmöglichkeiten. Ein Beispiel sind Elektromotoren. Diese haben den Vorteil, dass sie beim Betrieb keine Emissionen verursachen und sehr geräuscharm laufen. Außerdem können sie ihr maximales Drehmoment schon im Stillstand abgeben und dadurch im unteren Geschwindigkeitsbereich sehr stark beschleunigen. Nachteile von Elektroantrieben liegen in der geringen Reichweite und der sehr langen Ladezeit. Dem Innovationsprinzip „Vereinen“ folgend, arbeiten in Hybridantrieben ein Elektromotor und ein Verbrennungsmotor zusammen, um die Vorteile beider Antriebe zu nutzen. Beim Start des Pkws wird dieser vom Elektromotor angetrieben. Hybridantriebe nutzen hierbei das hohe Drehmoment des Elektromotors beim Start aus, weshalb Hybridfahrzeuge bei gleicher Leistung schneller beschleunigen als Fahrzeuge mit reinen Verbrennungsmotoren. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit schaltet das Fahrzeug automatisch auf den Verbrennungsmotor um. Ab diesem Zeitpunkt wird der Elektromotor wieder aufgeladen. Dies geschieht über einen Energiespeicher, der Brems- und Schwunghenergie oder einen motorangetriebenen Dynamo nutzt, wodurch ein langes Aufladen an einer Steckdose entfällt. Dies hat zur Folge, dass Hybridfahrzeuge weniger Treibstoff benötigen und weniger Emissionen ausstoßen als vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.die-auto-welt.de/ratgeber/hybridfahrzeuge-vor-und-nachteile/>

<https://e-auto-journal.de/elektromotor-vs-verbrennungsmotor/>

IP 06 - UNIVERSALITÄT

6.1 Multifunktionsgeräte

Viele Hilfsmittel, die in der Logistik eingesetzt werden, können als Einzelgeräte verwendet werden, die nur eine einzige spezifische Aufgabe lösen. Dies betrifft z.B. Drucker, aber auch Handscanner oder reine Mobiltelefone. I.d.R. werden bei den Arbeitsvorgängen viele solcher Hilfsmittel verwendet, wodurch die Mitarbeiter eine Vielzahl davon mit sich führen müssen. Auch verursachen stationäre Einzelgeräte Wege, die benötigt werden um vom einen zum anderen Hilfsmittel zu gelangen. Ein weiterer Nachteil von Einzelgeräten ist, dass diese viel Platz benötigen, da für jede unterschiedliche Funktion ein eigenes Gerät angeschafft werden muss. Lösungen für diese Nachteile beruhen auf dem Innovationsprinzip Universalität. Multifunktionsgeräte vereinen mehrere Funktionen, wodurch statt mehreren, ansonsten getrennt anzuschaffenden Geräten, nur noch ein Gerät benötigt wird. Gute Beispiele für Multifunktionsgeräte sind neben der Vereinigung von Kopierer, Drucker, Scanner und Fax als Multifunktionsdrucker auch moderne „Smartgeräte“ mit Bildschirm. So sind moderne Mobiltelefone nicht mehr reine Telefone, sondern Multimediageräte, die für viele Softwareprogramme genutzt werden und Kommunikationsschnittstellen zu anderen Systemen bieten. Aber auch viele Barcodescanner verfügen heutzutage über Bildschirme und weitergehende Funktionen. So kann beispielsweise beim Kommissionieren der aktuelle Auftrag auf dem Bildschirm angezeigt werden, sodass eine ausgedruckte Liste nicht mehr erforderlich ist.

6.2 Außenrahmen-Ladungssicherung ohne zusätzlichen Zurrmulden

Bei der Ladungssicherung ist es entscheidend, dass die einzelnen Transportgüter bzw. Paletten beim Transport nicht verrutschen, umfallen oder hin- und her rollen. Die häufigste Sicherungsart ist das Niederzurren. Beim Niederzurren umreift der Zurrkord das zu sichernde Objekt. Mit Hilfe eines Spannelementes (z.B. einer Ratsche) wird der Kord vorgespannt, wodurch die Ladung kraftschlüssig auf die Ladefläche gepresst wird. Der Kord wiederum muss mit der Ladefläche verbunden werden. Eine Möglichkeit hierfür sind Zurrmulden, die sich in der Bodenplatte der Ladungsfläche befinden. In die Ösen der Mulde kann der Zurrkord eingehakt bzw. durchgezogen werden, um die Ladung fest zu verzurren. Ein Nachteil dieser Lösung ist die mangelnde räumliche Flexibilität, da die Korden nur an den vorhandenen Stellen, in denen die Ösen angebracht sind, befestigt werden können. Da sich die Größe und Anzahl der Transportgüter unterscheidet, können diese unter Umständen nur schwierig an den vorhandenen Mulden gesichert werden oder aber eine Vielzahl an Mulden wäre notwendig. Möglichkeiten dieses Problem zu lösen, sind flexible Sicherungssysteme, die auf dem Innovationsprinzip Universalität beruhen. Ein Beispiel hierfür ist das integrierte Ladungssicherungssystem TALS der Firma TITGEMEYER. Bei diesem werden Stahlprofile für den Außenrahmen, bzw. Bodenrahmen verwendet, die eine Nut besitzen, auf der die Ösen (TALS-Spitzhakenadapter) beliebig verschoben werden können. Hierdurch kann an der gewünschten Stelle ein Kord angebracht und die Ladung gesichert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://kommunaltechnik.net/news/fuhrpark/universelle-ladungssicherung/>

http://www.ladungssicherung.de/das_niederzurren

<https://www.pressebox.de/inaktiv/gebr-titgemeyer-gmbh-co-kg/TALS-die-perfekte-Aussenrahmen-Ladungssicherung/boxid/199183>

<http://wilken.net/produkte/lkw-und-anhaenger-mit-aluminium-kofferaufbau/>

6.3 Kragarmregale

Bei Fachbodenregalen erfolgt die Lagerung der Güter auf den Fachböden. Diese haben den Nachteil, dass durch die Größe der Fächer die maximalen Ausmaße der zu lagernden Güter festgelegt werden. Lange Güter (z.B. Stangen oder Rohre) können aufgrund der tragenden Seitenwände nur schwierig gelagert werden. Man bräuchte bei einem gemischten Sortiment mit unterschiedlichen Ausmaßen neben den Fachbodenregalen für die langen Güter zusätzliche Lagermöglichkeiten. Eine Regalart, die flexibel an die Ausmaße der zu lagernden Güter angepasst werden kann und somit universell einsetzbar ist, sind Kragarmregale. Diese bestehen aus vertikalen Stützen an denen lösbare, horizontal vorstehende Kragarme befestigt werden können. Weil die Kragarme leicht umgebaut werden können, sind diese Regale schnell veränderbar bei Änderungen des Sortiments. Auch der Umbau zu Fachbodenregalen für kleinere Güter ist leicht möglich.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.paul-orzessek.de/lp_regalarten/kragarm.htm

<https://de.wikipedia.org/wiki/Fachbodenregal>

IP 07 - VERSCHACHTELUNG

7.1 Teleskopgabel Gabelstapler

Ein Gabelstapler ist ein Flurförderzeug, das über einen eigenen Antrieb und ein Hubgerüst verfügt. Mit Hilfe seiner Gabel kann ein Gabelstapler Güter aufnehmen und abgeben. Seine Gabel besteht i.d.R. aus zwei Gabelzinken. Die Länge der Gabelzinken sollte mit der Tiefe der aufzunehmenden Last abgestimmt sein, da dies Auswirkungen auf die Sicherheit aber auch die Bedienbarkeit eines Regales hat. Wenn die Gabel zu kurz ist, kann dies dazu führen, dass die transportierten Güter von der Gabel fallen. Bei einer zu langen Gabel kann bei Doppelreihen in einem Lager die hintere Ladeinheit mit erfasst werden und umstürzen. Eine platzsparende Möglichkeit eine anpassbare Gabel in Gabelstaplern zu verwenden, basiert auf dem Innovationsprinzip Verschachtelung. Bei Gabelstaplern mit Teleskopgabeln bestehen die Gabelzinken aus einem festen Teil und einem beweglichen Teil, der ausgezogen werden kann. Im unaus-

gefahrenen Zustand befindet sich der feste Teil im Hohlraum des beweglichen Teils. Wenn die Länge der Gabel verändert werden soll, dann wird der bewegliche Teil der Gabelzinken gelöst, auf die benötigte Länge ausgefahren/eingefahren und wieder verriegelt. Hierdurch kann ohne weitere Hilfsmittel die Gabel problemlos auf die gewünschte Länge gebracht werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.spreine.homepage.t-online.de/downloads/lastaufn.pdf>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Gabelstapler>

7.2 Teleskopauszüge für ausziehbare Anhänger (Tieflader)

Ein Tieflader ist ein Anhänger der über eine tief liegende Ladefläche verfügt und vorwiegend zum Transport schwerer oder sperriger Lasten eingesetzt wird. Da die Lasten über unterschiedliche Ausmaße verfügen, ist die benötigte Ladungsfläche sehr unterschiedlich. Die Länge der Anhänger hat negative Auswirkungen auf die Fahreigenschaften des Sattelzuges. Dies betrifft vor allem enge Kurven oder das Rangieren. Eine Möglichkeit, die Länge des Tiefladeranhängers variabel zu gestalten basiert auf dem Innovationsprinzip Verschachtelung. Es existieren spezielle Tiefladeranhänger, die über einen Teleskopauszug verfügen. Das Prinzip ähnelt dem eines Ausziehtisches, bei dem statt der Tischplatte der Chassis-Rahmen ausziehbar ist. Dadurch kann die Länge des Anhängers deutlich vergrößert werden, wodurch auch sehr lange Güter wie Holzstämmen transportiert werden können.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.auwaerter.com/dt/produkte/xtl/xtl.htm>

7.3 Nestbare Behälter

Siehe auch 4.2.

IP 08 - GEGENGEWICHT

1.8.1 Turmdrehkrane

Ein Kran ist eine Einrichtung, die zur vertikalen und horizontalen Verladung von Lasten verwendet werden kann. Die Anwendungsmöglichkeiten von Kranen erstrecken sich auf viele Gebiete, z.B. den Bau, aber auch Häfen und Fertigungen. Turmdrehkrane besitzen einen Ausleger, der am Mast befestigt ist. Der Ausleger ist der horizontal angeordnete Teil des Krans, an dem die Laufkatze mit Hebezeug befestigt ist. Die Laufkatze kann sich auf dem Ausleger bewegen und mit Hilfe des Hebezeugs die Last an unterschiedlichen Orten heben bzw. senken. Ein Turmdrehkran verfügt zusätzlich noch über ein Drehkreuz, mit dessen Hilfe der Mast (untendrehende Turmkrane) oder der Ausleger (obendrehende Turmkrane) gedreht werden kann. Hierdurch kann der Kran dreidimensionale Bewegungen ausführen. Da Krane oft an unterschiedlichen Orten eingesetzt werden, sind diese häufig nicht in ein festes Fundament einbetoniert. Krane müssen i.d.R. schwere Lasten heben. Da sie frei auf einem Untergrund stehen und die Last auf dem Ausleger in vertikaler Richtung außerhalb ihrer Aufstandsfläche wirkt, besteht eine hohe Kippgefahr in Richtung der Last. Eine Lösung für dieses Problem bietet das Innovationsprinzip Gegengewicht. Die Plattform auf der der Mast montiert ist, wird mit sehr hohen Gewichten (z.B. Betonplatten) belastet. Diese Gewichtskraft wirkt vertikal nach unten und dient damit als Gegengewicht zur Last, sodass der Gewichtsschwerpunkt der Kraft des Krans und der Last in der Aufstandsfläche des Krans wirken und dieser nicht kippt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.konecranes.de/fachlexikon/ausleger-kranausleger>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Turmkran>

<https://www.lehrerfreund.de/technik/1s/turmdrehkrane-2/3561>

1.8.2 Garagentore mit Gegengewicht

Garagentore wiegen zum Teil mehrere hundert Kilogramm. Ein Garagentor wird über mindestens eine Laufschiene geführt. Das Gewicht eines Garagentors ist abhängig von seinen Ausmaßen und dem verwendeten Material. Hierdurch ist eine sehr große Kraft notwendig, um das Tor zu öffnen. Dies führt bei automatischen Toren dazu, dass diese einen sehr leistungsfähigen Antrieb benötigen, um das Tor zu öffnen. Möglichkeiten der hohen Gewichtskraft zur Öffnung von Garagentoren entgegenzuwirken, beruhen auf dem Innovationsprinzip Gegengewicht. Daher arbeiten die meisten Garagentorantriebe mit Gegengewicht-Systemen, häufig mit Federn. Wenn das Garagentor geschlossen ist sind die Federn gespannt. In der Feder ist daher Spannenergie (potentielle Energie) gespeichert. Diese wird beim Öffnen in kinetische Energie umgewandelt und vereinfacht damit das Öffnen des Garagentores. Das hohe Gewicht des Garagentores kann somit durch Koppelung an Federn kompensiert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.baumarkt.de/ratgeber/a/wenn-die-garagentorfeder-gebrochen-ist/>

IP 09 - VORGEZOGENE GEGENAKTION

9.1 Transportsicherung, Vorspannung, Ratschen

Bei der Ladungssicherung ist es entscheidend, dass die einzelnen Transportgüter bzw. Paletten beim Transport nicht verrutschen. Man unterscheidet grundsätzlich 2 Arten der Ladungssicherung. Zum einen ist dies die formschlüssige Ladungssicherung, in der das Ladungsgut beim Verladen in eine Form gebracht wird, die einer geometrischen Zwangslage entspricht und somit das Gut vor Verrutschen oder Umkippen geschützt wird (z.B. durch Stimwände). Ein solcher Formschluss ist jedoch nicht immer möglich oder reicht bei schweren Gütern, bei denen große Kräfte wirken können, nicht immer aus. Daher existiert eine weitere Ladungssicherungsart, die kraftschlüssige Ladungssicherung. Diese presst die Ladung auf die Ladefläche, was zu einer erhöhten Reibungskraft führt und somit die Ladung vor Verrutschen und Kippen schützt. Ein Beispiel für die kraftschlüssige Ladungssicherung ist das Niederzurren mit Zurrgurten und Ratschen. Beim Niederzurren wird Ladungsgut kraftschlüssig durch die Zurrmittel auf die Ladefläche gepresst, wodurch die Anpress- und Reibungskraft sichernd wirkt. Das Anbringen der Zurrgurte basiert auf dem Innovationsprinzip „Vorgezogene Gegenaktion“. Hierbei ist die Vorspannkraft von Bedeutung. Damit der Gurt die Ladung auf den Boden pressen kann, benötigt dieser eine Spannung, die den Kräften der Ladung beim Transport entgegenwirkt. Diese wird mit Hilfe der Ratsche erzeugt, die den Gurt vorspannt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.safetex.de/fileadmin/user_upload/SAFETEX_Zurrhurt.pdf

<https://de.wikipedia.org/wiki/Langhebelratsche>

http://www.ladungssicherung.de/das_niederzurren

9.2 Sicherheitsverschlüsse (Verpackungen)

Die zweithäufigste Unfallart in Haushalten sind Vergiftungen von Kindern, die mit Chemikalien in Berührung gekommen sind. Es ist daher wichtig, dass kleine Kinder nicht in der Lage sind solche Verpackungen zu öffnen. Auf der anderen Seite müssen diese Verpackungen für erwachsene Verbraucher problemlos zu öffnen sein. Gewöhnliche Verpackungen verfügen über bestimmte Verschlussmechanismen, deren Anwendungen Kinder kennen bzw. schnell begreifen (z.B. einfache Schraubverschlüsse). Diese bieten keinen ausreichenden Schutz. Eine Lösung dieses Problems basiert auf dem Innovationsprinzip „Vorgezogene Gegenaktion“: Sicherheitsverschlüsse. Bei diesen muss vor dem eigentlichen Öffnen, z.B. aufschrauben, eine Gegenaktion ausgeführt werden, bevor der eigentliche Mechanismus ausgeführt werden kann. Sicherheitsverschlüsse existieren in vielen Ausführungen. Eine häufige Ausprägung sind Schraubverschlüsse, die durch gleichzeitiges Drücken und Drehen geöffnet werden können.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.test-verpackungen-putzmittel-medikamente.d1721a2d-ca93->

4790-ae2e-1552541f6433.html

https://www.vis.bayern.de/produktsicherheit/praevention/chemie_kindersicher_verschluss.htm

9.3 Vorspannen Ketten und Riemenantriebe

In fördertechnischen Anlagen werden häufig Ketten- und Riemenantriebe verwendet. So können beispielsweise bei Rollenbahnen die Rollen über einen Riemen bzw. eine Kette angetrieben werden, wodurch nur ein einzelner Antrieb für die gesamte Bahn benötigt wird. Die Kette bzw. der Riemen werden bei solchen Antrieben über mindestens 2 Rollen/Zahnscheiben gezogen, wovon mindestens eine über einen eigenen Antrieb verfügt. Dies kann dazu führen, dass bei der fördertechnischen Anlage Teile einer Kette bzw. eines Riemens nicht aufliegen. Die Verbindung zwischen Riemen (deswegen werden häufig Keilriemen verwendet) bzw. den Rollen (Zahnscheiben) erfolgt formschlüssig durch Einzähnen in die Ab- bzw. Antriebsscheibe. Für den nicht aufliegenden Teil (Trum) der Kette ist es wesentlich, dass dieser störungsfrei in die Antriebsscheibe einzahlt. Eine Mindestspannkraft im Leertrum muss dazu garantiert werden. Wenn dies nicht geschieht, besteht das Risiko, dass der Riemen/Kette überdehnt oder bricht. Eine Lösung für dieses Problem besteht im Innovationsprinzip „Vorgezogene Gegenaktion“. Durch das Vorspannen der Ketten/Riemen kann gewährleistet werden, dass sie in die Antriebsscheiben störungsfrei einzählen, da sie formschlüssig auf die Antriebsscheibe passen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://mulco1.gwj.de/index.php?id=57>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Trum_\(Maschinenbau\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Trum_(Maschinenbau))

IP 10 - VORGEZOGENE AKTION

10.1 Crossdocking

In traditionellen Logistikkonzepten werden die Güter im Zentrallager des Händlers (Absenders) gelagert und von diesem sortenrein an die Kunden (z.B. Handel) geliefert. Diese Vorgänge finden in der kompletten Lieferkette statt. Damit die Transportmittel ausgelastet werden können, müssen häufig große Mengen bezogen werden, die über dem direkten Bedarf liegen und somit erst einmal vom Kunden eingelagert werden müssen. Anschließend muss die benötigte Menge aus der eingelagerten Menge kommissioniert werden. Probleme, die sich aus dieser Vorgehensweise ergeben sind, dass die Güter zwischengelagert werden müssen, was zu Kosten und Platzbedarf führt. Es fällt hierbei außerdem Handlingsaufwand für's Einlagern und Auslagern an. Dies kann neben Kosten auch Schäden an den Waren verursachen. Ein Logistikkonzept, das diese Probleme vermeidet, heißt Cross Docking und basiert auf dem Innovationsprinzip „Vorgezogene Aktion“. Beim Cross Docking werden in der Lieferkette Lagerpunkte zu Warenumschlagpunkten, die Cross Docking Punkte genannt werden. An diese werden sortenreine Lieferungen von unterschiedlichen Lieferanten geliefert und so zeitlich synchronisiert, dass diese ohne Lagerung für die unterschiedlichen Kunden vorkommissioniert werden. Danach werden sie direkt an die Kunden geliefert. Im Idealfall können so Lagerhaltungskosten und –risiken sowie die Anzahl der benötigten Prozessschritte deutlich reduziert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.ecr.digital/book/supply-side-prozesse/cross-docking/>

<http://www.b-logistik.de/lagerlogistik/wareneingang/cross-docking.html>

10.2 Kartonzuschnitte

Ein Karton ist ein zellstoffartiger Verbundstoff, der in der Logistik vor allem als Verpackung zum Schutz der Güter benötigt wird. Das Verpacken kann entweder automatisiert oder aber auch manuell erfolgen. Bevor aber der eigentliche Verpackungsvorgang stattfinden kann, muss der Karton an das zu verpackende Gut angepasst werden. Wenn dies jeweils vor dem eigentlichen Verpackungsvorgang stattfinden müsste, würde dies bei manueller Verpackungstechnik zu langen Prozesszeiten führen. Automatisierte Anlagen müssten so gestaltet werden, dass diese vor dem eigentlichen Verpackungsvorgang die Kartons zuschneiden könnten. Eine Möglichkeit dieses Problem zu lösen beruht auf dem Innovationsprinzip Vor-

gezogene Aktion. Es ist möglich von Händlern vorgeschchnittene Kartons zu beziehen und somit kann das Schneiden der Kartons vor dem Verpacken entfallen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.materialzuschnitte.de/karton>

<http://www.industrystock.de/html/Kartonzuschnitte/product-result-de-122012-0.html>

10.3 Kombiniertes Verkehr

Der ungebrochene Verkehr (Direktverkehr), kommt ohne Umschlagen der Güter aus. Mit Hilfe von durchgängigen Transportketten werden die Güter vom Versender zum Empfänger (Haus-zu-Haus-Verkehr) in der Regel mit Hilfe von LKW transportiert. Der Gütertransport mit LKW hat den Vorteil der räumlichen Flexibilität. Alle Orte, die mit Hilfe von Straßen erreichbar sind, können angefahren werden. Der Nachteil dieser Verkehrsart liegt darin, dass die Vorteile von unterschiedlichen Verkehrsträgern nicht genutzt werden. So haben vor allem Züge Vorteile bei der Beförderung großer Gütermengen über lange Strecken. Auch die Belastung der Straßen durch den Gütertransport mit LKW wird zunehmend zu einem Problem. In Deutschland hat der Gesetzgeber auf diese Probleme reagiert und die LKW-Maut und Sonn- und Feiertagsverbote (§ 30 Umweltschutz, Sonn- und Feiertagsfahrverbot STVO) eingeführt. Eine Lösungsmöglichkeit, die Nachteile im Direktverkehr zu lösen, beruht auf dem Innovationsprinzip „Vorgezogene Aktion“. Im Kombinierten Verkehr werden unterschiedliche Verkehrsträger so angeordnet, dass der Vor- und Nachlauf auf der Straße mit Hilfe der LKW möglichst gering ausfällt. Der Haupttransport erfolgt somit mit anderen Verkehrsträgern und wird vor dem Nachlauf quasi „im Voraus“ ausgeführt. Ziel des kombinierten Verkehrs ist es, durch Verknüpfung verschiedener Transportmittel möglichst durchgängige Transportketten zu schaffen. Dies geschieht dadurch, dass die Verkehrsobjekte so synchronisiert werden, dass diese mit möglichst geringen Zeitverlusten vom richtigen Ort arbeiten können. Kombiniertes Verkehr wird außerdem vom Gesetzgeber gefördert und unter bestimmten Voraussetzungen auch von Sonn- und Feiertagsverboten befreit.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/___30.html

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/kombinierter-verkehr.html>

<http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/kombinierter-verkehr.html>

IP 11 - VORBEUGEMAßNAHME

11.1 Sicherheitspuffer (Mindestbestände) an Fertigbeständen/Beständen

Der Verbrauch von Lagerbeständen ist immer an Unsicherheiten gebunden. Aufgrund schlechter Planung, höheren Ausschusses oder von Produktionsproblemen kann die prognostizierte Menge (z.B. durch Stücklisten) von der tatsächlichen Verbrauchsmenge abweichen. Auch der verbuchte Lagerbestand kann vom tatsächlichen Lagerbestand abweichen. Die Wiederbeschaffungszeit kann Schwankungen unterworfen sein (z.B. durch Qualitätsprobleme oder Streiks). Diese Abweichungen können zu einer geringeren Lieferbereitschaft des Lagers und somit zu Fehlmengenkosten führen. Eine Lösungsmöglichkeit, die Risiken durch die Unsicherheiten in der Beschaffung und des Verbrauchs zu reduzieren, beruht auf dem Innovationsprinzip Vorbeugemaßnahme. Die Vorbeugung liegt darin, immer Sicherheits- und Pufferbestände (Mindestbestände) einzuplanen. Diese können die Abweichungen abfangen oder zumindest teilweise abfedern und die Lieferbereitschaft des Unternehmens erhalten.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

https://de.wikibooks.org/wiki/Materialwirtschaft:_Beschaffung:_Arten_der_Bedarfsdeckung:_Vorratsbeschaffung:_Bestellpunktverfahren

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/sicherheitsbestand/sicherheitsbestand.htm>

11.2 Löschanlagen/Feuerwarnung im Lager

Ein Lager birgt hohe Brandgefahren. Brandursachen können z.B. Defekte an elektrischen Anlagen sein oder aber auch Brandstiftung. Gegenstände im Lager wirken häufig als Brandbeschleuniger. Dicht gestapelte EURO-Paletten, leicht entzündbare Dämmstoffe oder auch sonstige Verpackungsmaterialien sind in Lagern häufig anzutreffende Elemente, die leicht entzündlich sind. Aber auch die Löscharbeiten im Lager sind durch räumliche Gegebenheiten erschwert. Lager verfügen häufig über enge Regalgassen. Um die Grundfläche besser auszunutzen, existieren Hochregallager, die bis zu 50 Meter hoch sind. Im Brandfall kann dies zu versperrten Wegen führen, da Teile von oben herabfallen und somit die Wege versperren. Eine Möglichkeit, die Risiken von Bränden, vor allem ihrer Ausbreitung zu verhindern, basiert auf dem Innovationsprinzip „Vorbeugemaßnahme“. Im Laufe der Zeit wurden unterschiedliche Schutzmaßnahmen entwickelt, die der Löschung von Bränden dienen oder zumindest ihre Ausbreitung reduzieren. Die Auswahl der Schutzmaßnahmen ist an die Bedingungen, vor allem an die gelagerten Güter geknüpft. Beispiele für solche Anlagen sind Kohlendioxid-Löschanlagen, Sauerstoffreduzierungsanlagen, Sprühwasser- oder Schaumlöschanlagen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.bvfa.de/de/194/infotehk/themen/brandschutz-in-logistikzentren/>

<https://logistikknowhow.com/hochregallager/>

11.3 Trockenmittel

Wegen der zunehmenden Globalisierung werden immer mehr Güter weltweit transportiert. Dies führt dazu, dass Container durch unterschiedliche Klimazonen bewegt werden müssen, bevor diese an ihrem Bestimmungsort ankommen. Während des Transportes ändern sich die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit. Der tatsächliche Wassergehalt in der Luft ist temperaturabhängig. Bei steigender Temperatur ist die Luft wasseraufnahmefähiger und die Luftfeuchtigkeit dadurch höher. Bei abfallender Temperatur ist dies umgekehrt. Dies führt dazu, dass Wasserdampfkondensat (Kondens- oder Schwitzwasser) entsteht, wenn die Temperatur unter den sogenannten Taupunkt fällt. Dieses Kondenswasser kann sich am Äußeren und Inneren der Verpackung niederschlagen. Mögliche Folgen sind Wasserschäden, Fäulnis, Korrosion von Metallen und Schimmelbefall. Eine Möglichkeit diese Wasserschäden zu vermeiden, liegt im Innovationsprinzip „Vorbeugemaßnahme“. Es gibt Trockenmittel, die in den Ladungsträger aber auch in Verpackungen gelegt werden, um der Luft die Feuchtigkeit zu entziehen. Häufig wird hierbei Kieselgel verwendet, welches in kleine Verpackungen gefüllt ist. Kieselgel besteht vor allem aus Siliziumdioxid (SiO₂). Kieselgel ist ein feines Pulver und verfügt als offenporiger Stoff über eine äußerst große innere Oberfläche, womit es viel Feuchtigkeit aufnehmen und binden kann.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.n-tv.de/wissen/frageantwort/Wozu-sind-die-Silikagel-Beutel-gut-article12966776.html>

<http://www.hildebrandt.de/NewsArchiv/Trockenmittel.aspx>

11.4 Backup Dateien (Datensicherung)

Durch die zunehmende Digitalisierung in der Logistik sind bestimmte Daten/Informationen nur noch digital gespeichert. Bei einem Datenverlust wären diese unwiderruflich verloren. Das wäre beispielsweise in einem Lager mit chaotischer Lagerhaltung ein riesiges Problem, da nur das IT-System den Lagerort kennt und die Artikel an keinem festgelegten Lagerplatz, sondern an beliebigen unbelegten Stellen im Lager eingelagert werden. Ein Datenverlust wäre hierbei mit erheblichen Betriebsstörungen verbunden, da für die Funktionalität des Lagers konsistente Daten über die eingelagerten Güter vorhanden sein müssen. Die häufigste Ursache für Datenverluste sind Hardwarefehler, Softwarefehler oder Bedienfehler. Eine Möglichkeit Datenverlusten vorzubeugen, besteht gemäß Innovationsprinzip 11 in der Verwendung von Backup Dateien. Im einfachsten Fall, dem Vollbackup, werden alle Daten auf einen anderen Datenträger gespeichert und dieser Vorgang nach einem zeitlich festgelegten Abstand wiederholt. Da beispielsweise in einem Lager eine Vielzahl von Daten gespeichert und bei jeder Bestandsänderung ein Backup erstellt werden müsste, ist ein Vollbackup aufgrund der Datenmenge nicht sinnvoll. Deshalb gibt es inkrementelle Backups, die nur jene Daten speichern, die sich seit dem Vollbackup geändert haben.

Wenn der Originaldatenträger ausfällt, lässt sich mit Hilfe des Backups der aktuelle Datenbestand im Lager wieder ermitteln.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.logistik-express.com/neue-studie-zeigt-defizite-bei-der-datensicherung-und-wiederherstellung-auf/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Datensicherung>

IP 12 - ÄQUIPOTENTIAL

12.1 Brücken

Damit Logistiksysteme wettbewerbsfähig eingesetzt werden können ist es notwendig, dass sie einen optimalen Warenfluss gewährleisten. Dies bezieht sich neben den Schnittstellen nach außen (z.B. Zustellfahrzeugen) auch auf interne Prozesse. Häufig kommt es in Prozessen an Schnittstellen zwischen internen Anlagen (aber auch nach Außen) zu Niveauunterschieden bezüglich der Höhe. Dies führt dazu, dass die Güter im Laufe der Prozesse mehrfach angehoben oder abgesenkt werden müssen. Eine Folge hieraus ist, dass Energie, technische Anlagen und Personal eingesetzt werden müssen, um die Höhenunterschiede auszugleichen.

Ein Prinzip, welches seit mehreren Jahrtausenden angewendet wird um Niveauunterschiede vor allem in Form von Schluchten auszugleichen, beruht auf dem Prinzip „Äquipotential“ in Form von Brücken. Brücken sind Überführungen über tieferliegendes Gelände. Bekannt sind Brücken vor allem aus dem Straßenverkehr. Neben dem Straßenverkehr werden sie auch in logistischen Anlagen z.B. als Überfahrbrücken verwendet. Mit Hilfe dieser kann beispielsweise an Verladerrampen direkt aus dem Outbound der LKW beladen werden, ohne dass die Güter mittels eines Hilfsmittels auf die Höhe der Verladefläche des LKW gehoben werden müssen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

https://www.wikilogistics.ch/begriffe_az_1de.php?buchstabe=U

<https://de.wikipedia.org/wiki/Br%C3%BCcke>

12.2 Schleusen

Für die Binnenschifffahrt ist es notwendig, dass die Flüsse an jeder Stelle befahrbar sind. Vor allem Höhenunterschiede haben eine große Auswirkung auf die Befahrbarkeit von Flüssen. Ohne technische Hilfsmittel würden Höhenunterschiede dazu führen, dass das Schiff bestimmte Steigungen nicht überwinden oder dabei beschädigt werden könnte. Daher wurden schon in der Antike bestimmte Lösungen entwickelt: Rutschen oder Rampen auf denen Schiffen bergauf gezogen werden konnten. Diese Vorgehensweisen benötigten jedoch viel Kraft und viele Schiffe wurden beschädigt. Eine Möglichkeit Höhenunterschiede in der Schifffahrt zu überwinden, beruht auf dem Prinzip „Äquipotential“ und besteht in der Verwendung von Schleusen. Schleusen bestehen aus 2 Toren und einem großen Becken. Beim Heben oder Absenken wird dieses Becken entweder mit Wasser aus dem Oberlauf gefüllt oder in den Unterlauf entleert. Dies führt dazu, dass das Schiff auf- bzw. absteigt. Nachdem Schleusungsvorgang kann nach dem Öffnen der Tore das Schiff auf der anderen Niveaustufe seine Fahrt vorsetzen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.wsa-rheine.de/wasserstrassenbereich/dhk/schleusen/funktion/index.html>

<http://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/schleuse/14277>

<http://www.naju-wiki.de/index.php/Wasserstra%C3%9Fen>

IP 13 - UMKEHR

13.1 Energierückgewinnungssysteme

Gewöhnliche Antriebe sind so gestaltet, dass diese eine Ressource (z.B. fossil Öl) während ihres Betriebes verbrauchen. Hierdurch wird die Energie bereitgestellt, die benötigt wird, um das Fahrzeug anzutreiben (es zu beschleunigen). Auf der anderen Seite bleibt häufig die Energie ungenutzt, die beim Bremsen entsteht. Diese ist unwiederbringlich verloren. Eine Möglichkeit, Teile dieser Energie zu speichern und wiederzuverwenden, beruht auf dem Innovationsprinzip „Umkehr“. Es existieren seit einigen Jahren Energierückgewinnungssysteme, die die entstehende Energie beim Bremsen speichern (z.B. in Ultrakondensatoren) und zu einem späteren Zeitpunkt wieder bereitstellen. Bei Zügen beispielsweise kann die gespeicherte Energie zur Beschleunigung des Zuges benutzt werden oder ins Netz zurückgespeist werden. Bei LKW kann mit Hilfe von Energierückgewinnungssystemen die notwendige Energie, die beim Start von großen Dieselmotoren benötigt wird, bereitgestellt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Nutzbremse>

13.2 Mitnehmstapler (Huckepackstapler)

Es gibt Situationen, in denen der LKW-Fahrer keine Be- und Entladehilfe vor Ort vorfindet. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn an diesem Ort weder Laderampen noch andere Ladehilfsmittel wie Krane oder Gabelstapler vorhanden sind. Dort wäre ein Umschlag der Waren in den LKW nicht oder nur sehr erschwert möglich. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, beruht auf dem Prinzip „Umkehr“. Ein Gabelstapler ist ein technisches Gerät, zum Transport von Gütern. Ein Mitnehmstapler hingegen ist ein Stapler, der vom Lkw „mitgenommen“ werden kann, was der genau gegenteiligen Verwendung entspricht. Diese Art von Stapler zieht sich aus eigener Kraft an der Rückseite eines LKWs hoch, wird befestigt und kann dann von diesem mitgenommen werden. Wenn der Stapler gebraucht wird, kann dieser wieder abgesetzt werden. Hierdurch kann in bestimmten Situationen die Umschlagzeit massiv verkürzt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.gabelstapler-beratung.de/lexikon/mitnehmstapler>

13.3 Verschieberegale

In gewöhnlichen Bodenzeilenregalen wird sehr viel Fläche für die Regalgänge benötigt. Dies reduziert den Flächennutzungsgrad. Ein niedriger Flächennutzungsgrad hat Auswirkungen auf die Energieeffizienz in einem Lager, da in kompakten Lagern weniger Energie zum Kühlen benötigt wird. Eine Möglichkeit, den Flächennutzungsgrad in einem Regallager zu erhöhen, beruht auf dem Prinzip „Umkehr“. Regale sind in der Regel statisch am Boden befestigt und können nicht oder nur schwer bewegt werden. Bei Verschieberegalen können die Regalzeilen stattdessen auseinander bzw. wieder zusammengezogen werden. Dies funktioniert über Schienen, auf denen die Regalzeilen montiert werden. Im Gegensatz zu anderen Regalen gibt es bei Verschieberegalen nur eine Regalgasse pro Regalblock. Dies führt zu einem hohen Flächennutzungsgrad. Um eine neue Regalgasse zu öffnen, müssen hierbei jedoch vorher die sonstigen Regalgassen verschoben werden. Dies kann zu Unfällen führen. Es existieren jedoch viele Schutzmechanismen (z.B. Freigabeschalter, Lichtschranken), die Unfälle ausschließen sollen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.lagerwiki.de/index.php/Verschieberegale>

http://www.paul-orzessek.de/lp_regalarten/verschiebe.htm

IP 14 – KRÜMMUNG

14.1 Wendelrutsche

Rutschen helfen in der Logistik häufig dabei, Niveauunterschiede auszugleichen. In einer Rutsche werden Behälter/Kisten mittels Schwerkraft, d. h. energielos, von einer höheren Ebene in eine niedrigere Ebene befördert. Der Nachteil von geraden Rutschen liegt darin, dass deren horizontale Projektion eine relativ große Fläche belegt. Auch werden beim Rutschen die Güter konstant beschleunigt und damit beim Rutschvorgang immer schneller. Dies kann an Puffern an denen die Pakete ankommen zu Schäden führen, wenn ein Gut mit zu hoher Geschwindigkeit mit seinem Vorgänger kollidiert. Eine Lösungsmöglichkeit die Nachteile der geraden Rutsche zu beheben, beruht auf dem Innovationsprinzip „Krümmung“. Bei Wendelrutschen ist der Verlauf nicht geradlinig sondern folgt einem spiralförmigen Verlauf. Dies hat neben einem deutlich geringeren Platzbedarf auch den Vorteil, dass in den Kurven mit Hilfe der Zentrifugalkraft die Fördergüter abgebremst werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://logistikknowhow.com/logipedia/wendelrutsche/>

14.2 Rollenförderer

Die Hauptaufgabe von fördertechnischen Systemen besteht darin, Einheiten von einem Ort zum anderen zu transportieren. Häufig ist die Erzeugung eines kontinuierlichen Transportstroms anzustreben, bei dem die Beförderung der Güter ohne Unterbrechungen erfolgt. Um dies zu erreichen, gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Eine einfache Variante sind Kettenförderer, bei denen auf umlaufenden Kettensträngen die zu transportierende Ware in der Regel direkt aufliegt. Hierbei spielen die Ausmaße der Güter eine wesentliche Rolle, da diese auf den Ketten aufliegen müssen. Eine weitere Alternative besteht in der Verwendung von Bandförderern. Bei diesen wird ein Band über eine oder mehrere Trommeln angetrieben, auf dem die geförderten Lasten aufliegen. Diese Variante hat den Nachteil, dass in der Regel nur geringe Lasten transportiert werden können und wie bei Kettenförderern nur das komplette Band bzw. die komplette Kette angetrieben werden können. Negativ wirkt sich das zum Beispiel in Pufferbereichen auf die Aus- und Einschleusung aus, da nicht ein spezifisches Teil bewegt wird, sondern alle, die auf dem Band/Kette aufliegenden. Auch in Kurven haben diese Förderer Probleme, da bei der Kette wie beim Band die Güter gleichmäßig (auf beiden Seiten) beschleunigt werden. Eine Möglichkeit, die Nachteile dieser Fördermittel zu umgehen, besteht gemäß Innovationsprinzip „Krümmung“ in der Verwendung von Rollen. Bei Rollenförderern werden Rollen entweder angetrieben oder eine schiefe Ebene genutzt. Die Verwendung von Rollen hat mehrere Vorteile. Durch asymmetrische Rollen können Fördergüter durch Kurven transportiert werden. Außerdem lassen sich spezifisch einzelne Rollen (bzw. Rollengruppen) antreiben, wodurch ausgewählte Güter gezielt gefördert werden können.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://logistikknowhow.com/rollenfoerderer/>

14.3 Rollboxen

Transportboxen und sonstige Kisten werden in der Logistik häufig verwendet, um mehrere Güter gleichzeitig zu handhaben. Eine Kiste besteht i.d.R. aus Boden, zwei Seitenteilen, zwei Kopfteilen und Deckel, die fest miteinander verbunden sind. Mit Hilfe dieser Boxen können Güter auch vor äußeren Einflüssen (z.B. Nässe) geschützt werden. Das Problem von einfachen Transportboxen ist, dass viel Kraft benötigt wird, um die Box zu transportieren. Dies kann vor allem bei schweren Gütern zu Problemen führen, da die Boxen vor dem Transport angehoben werden müssen. Eine Möglichkeit, die Transportfähigkeit solcher Boxen zu erhöhen, beruht auf dem Innovationsprinzip „Krümmung“. Es gibt Transportboxen, die am Boden über ein Fahrwerk und Rollen verfügen. Diese werden auch Rollboxen genannt. Mit Hilfe der Rollen können die Transportboxen einfach verschoben werden und ein Anheben der Boxen kann entfallen.

IP 15 – DYNAMISIERUNG

15.1 Automatikgetriebe

Im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges ist das Getriebe neben dem Motor der wichtigste Bestandteil. Das Getriebe wandelt das Drehmoment des Motors in die erforderliche Zugkraft der Räder um. Beim Betrieb eines Kraftfahrzeuges ist die Wahl des richtigen Ganges des Getriebes wichtig. Dieser hat Auswirkungen auf den Kraftstoffverbrauch, die Lautstärke und den Verschleiß. Bei klassischen Getrieben mit manueller Schaltung wird über die Betätigung des Kupplungspedals der Kraftschluss zwischen Motor und Getriebe getrennt. Daraufhin ermöglicht das Schalten den Gangwechsel im Wechselgetriebe. Wenn dies nicht ordnungsmäßig ausgeführt wird, können Teile im Getriebe beschädigt werden. Da das Schalten i.d.R. durch einen Schalthebel geschieht, ist in dieser Zeit nur noch eine Hand am Lenkrad, was Auswirkungen auf die Sicherheit hat. Gemäß dem Innovationsprinzip „Dynamisierung“ existieren Getriebe, die automatisch bei jeder Geschwindigkeit auf den optimalen Gang schalten. Außerdem wählt ein Automatikgetriebe die passende Übersetzung selbstständig. Das automatische Schalten hat neben einer Verbesserung der Verkehrssicherheit (das manuelle Schalten entfällt) auch positive Auswirkungen auf den Verschleiß des Getriebes.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.mein-autolexikon.de/antriebsstrang/getriebe.html>

<https://www.kfzteile24.de/magazin/ratgeber/automatikgetriebe-vorteile-nachteile>

<http://de.volkswagen.com/de/innovation-technik/technik-lexikon/automatikgetriebe.html>

<http://de.volkswagen.com/de/innovation-technik/technik-lexikon/drehmomentwandler.html>

15.2 SPS-Systeme

Der Betrieb von technischen Systemen läuft zunehmend automatisiert, z.B. durch die Verwendung von Förderbändern. Dabei kommt es immer wieder zu Situationen, in denen gezielt bestimmte Fördergüter geleitet werden müssen. Diese entstehen beispielsweise beim Ausschleusen von ausgewählten Behältern oder bei Abzweigungen. An diesen Stellen muss das System eine Entscheidung treffen, was mit den ankommenden Behältern geschehen soll. Hierbei ist es wichtig, dass das System jederzeit automatisch die Behälter/Elemente richtig erkennt und zusätzlich die richtige, d.h. für den Behälter vorgesehene, Entscheidung trifft. Ein solches System, das auf dem Innovationsprinzip „Dynamisierung“ beruht, sind SPS-Steuerungen. Eine SPS Steuerung besteht aus unterschiedlichen Elementen, die zusammen die Anlagensteuerung übernehmen. Dies sind Sensoren, die die eingehenden Informationen erfassen (z.B. Behälter angekommen). Diese Informationen werden in der eigentlichen Steuerung der SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) verarbeitet und an die Aktoren (z.B. Motoren) weitergeleitet, die daraufhin die gewünschte Aktion ausführen. Hierdurch kann eine Anlagensteuerung voll automatisch realisiert und die Fehleranfälligkeit minimiert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.sps-lehrgang.de/steuerungstechnik/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Regelungstechnik>

15.3 Kreuzgelenkketten

In der Fördertechnik besteht eine Kette aus gelenkig aneinander gereihten Gliedern. Sie übernimmt i.d.R. nur Zugkräfte. Mit gewöhnlichen Ketten ist es nur schwer möglich, räumliche Führungen zu realisieren. Diese können zum Beispiel bei Kreisförderern von Bedeutung sein, bei denen die Kette in horizontaler Richtung gekrümmt verläuft und zusätzlich eine Steigung überwinden muss. Eine Variante, raumbewegliche Ketten zu realisieren, beruht auf dem Innovationsprinzip „Dynamisierung“ und beinhaltet Kreuzgelenkketten. Diese bestehen aus jeweils paarweise über ein Gelenkglied aneinander gereihten Kettengliedern. Bei Kreuzgelenken handelt es sich um Kardangelenke, die sich allseitig bewegen lassen. Hierdurch werden die Kettenglieder deutlich beweglicher und eine Kettenführung mit kleinen Krümmungsradien in horizontaler und vertikaler Richtung möglich.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://books.google.de/books?id=vASBBwAAQBAJ&pg=PA21&pg=PA21&dq=Kreuzgelenkkette+f%C3%B6rdertechnik&source=bl&ots=He511o3xUj&sig=CzNWxMLcFRFXVgcRsAf8qjH3Atw&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwju-LLg-8jXAhVR-aQKHVVcBHYQ6AEIVzAM#v=onepage&q=Kreuzgelenkkette%20f%C3%B6rdertechnik&f=false>
<https://www.google.com/patents/EP0516614A1?cl=de>
https://books.google.de/books?id=sUubBgAAQBAJ&pg=PA160&pg=PA160&dq=kreuzgelenkkette+bestandteile&source=bl&ots=1j4touV5fB&sig=tTglE_O-193bPip5nsv6Og5k0TQ&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwj94PvlgsnXAhVLKewKHYu0BFIQ6AEIjAA#v=onepage&q=kreuzgelenkkette%20bestandteile&f=false
<https://www.kunbus.de/zentrale-und-dezentrale-automatisierungskonzepte-teil-2.html>

IP 16 – PARTIELLE / ÜBERSCHÜSSIGE WIRKUNG

16.1 Cleaning in Place

Cleaning in Place bezeichnet mechanische und chemische Reinigungsvorgänge, die in der Lebensmittelproduktion erforderlich sind. Hier müssen bei Verschmutzungen im Betrieb, in der Vorbereitung und Nachbereitung der Anlagen oder beim Rezepturwechsel die Anlagen gesäubert werden. Kennzeichnend für Cleaning in Place Prozesse ist, dass die Reinigung ohne Demontage des Produktionssystems stattfindet. Zudem ist es essentiell, dass nach Reinigung der Produktionsanlage keine Rückstände hinterlassen werden (auch kein Reinigungsmittel), durch die nachfolgende Produkte verunreinigt würden. Der Schmutz haftet an den Oberflächen der Anlage. Um diesen zu entfernen, müssen die Kräfte der Haftung überwunden werden. Das Reinigungsergebnis wird durch 4 Parameter beeinflusst. Dies sind mechanische/kinetische, thermische (Wärme) und chemische Einflüsse sowie die Wirkzeitdauer. Ein Ansatz, ein optimales Reinigungsergebnis zu erreichen, basiert auf dem Innovationsprinzip „Überschüssige Wirkung“. Es ist sehr schwierig (vor allem vollautomatisiert), die Menge an Reinigungsmitteln und Wirkdauer zu bestimmen, bei der die Anlage zu 100% gereinigt wurde. Daher werden die Einflussparameter so ausgewählt, dass diese für die meisten Selbstreinigungsvorgänge überdimensioniert sind, aber immer eine vollständige Reinigung garantiert ist.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.umweltdialog.de/de-wAssets/docs/cip-handbuch_de.pdf

16.2 Sales um Lager zu leeren

Eine zentrale Kennzahl jedes Lagers ist der Lagerbestand. Aus dem Lager werden die Kunden/Fertigung mit den benötigten Rohstoffen, Waren oder Teilen versorgt. Fehlmengen führen dazu, dass die Abläufe in der Produktion nur noch eingeschränkt möglich sind. Im Handel können Fehlmengen dazu führen, dass der Kunde die Ware bei der Konkurrenz bezieht und das Unternehmen an Umsatz verliert. Für die Versorgungssicherheit ist daher ein hoher Lagerbestand zu bevorzugen. Auf der anderen Seite führen Bestände zu Kosten. Diese fallen sowohl für die benötigte Fläche an, als auch bei Verderb, Überlagerung, Veralterung und Beschädigung der Waren sowie für zusätzliches Lagerpersonal. Es ist daher häufig notwendig, alte Lagerbestände abzubauen, um die zunehmende Alterung der Bestände und den damit einhergehenden Wertverlusten und Verderb zu vermeiden. Eine Möglichkeit Lagerbestände abzubauen, basiert auf dem Innovationsprinzip „Partielle/überschüssige Wirkung“. Gerade zu Zeiten, in denen neue Produkte eingeführt werden oder ein Sortimentswechsel ansteht, werden die vorhergehenden Produkte mit Rabatt verkauft. Hierdurch sollen die alten Bestände abgebaut werden, bevor die neuen Produkte eingelagert werden müssen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.eazystock.com/de/blog-de/2016/08/12/hoher-lagerbestand/>

IP 17 – HÖHERE DIMENSION

17.1 Knickarmroboter

Industrieroboter sind universelle, programmierbare Maschinen zur Handhabung, Montage oder Bearbeitung von Werkstücken. Ein Industrieroboter besteht in der Regel aus 3 Komponenten. Der Manipulator ist ein elektromechanisches Gebilde, das die wesentliche mechanische Arbeit des Roboters ausführt und die physikalische Interaktion mit der Umgebung ermöglicht. Außerdem verfügen Roboter über ein Bediengerät sowie eine Steuerung, mit der die einzelnen Roboterachsen gehandhabt werden. Wie flexibel sich ein Roboter im Raum bewegen kann, ist abhängig von der Anzahl der Achsen. Gerade in der Fertigung (z.B. Schweißen) ist es elementar, dass der Roboterarm sich sehr flexibel im Raum bewegen kann und mehrere Arbeitsgänge durch einen Roboter in einem Bewegungsfluss erledigt werden können. Eine Möglichkeit, einen solchen Roboterarm zu konstruieren, basiert auf dem Innovationsprinzip „Höhere Dimension“. Knickarmroboter (Gelenkarmroboter) bestehen aus mehreren gelenkig miteinander verbundenen Armgliedern. Hierdurch sind dreidimensionale Bewegungen möglich, mit denen auch aufwendige Montage- und Lackierarbeiten ausgeführt werden können.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://wiki.induux.de/Knickarmroboter>

<http://www.palettierroboter.com/technologie/kinematik/knickarmroboter/>

<http://www.xpertgate.de/produkte/Knickarmroboter.html>

17.2 Rückseite von Verkaufsverpackungen

Im Verkauf von Produkten ist es wichtig, dass sich der Kunde ein Bild über das Produkt machen kann. Dies kann über einen Aufdruck auf einer Packschachtel erfolgen oder durch direkte Sicht auf das Produkt bei Blisterverpackungen. Auf der Verpackung müssen viele Informationen untergebracht werden. Dies sind neben Produktnamen auch Dinge wie die Inhaltmenge, der Erzeugungs-/Herstellungsort, der Name des erzeugenden und verpackenden Unternehmens, die Haltbarkeits- und Produktionsdaten sowie Anwendungsempfehlungen und weitere Informationen. Um eine marketingtaugliche Verpackung zu erstellen, sollten nicht allzu viele Informationen auf die Verpackungsvorderseite gedruckt sein. Häufig findet sich dort nur ein Bild und der Markenname. Die restlichen Informationen müssen jedoch auch für den Kunden ersichtlich sein. Eine Möglichkeit diese auf der Verpackung unterzubringen, beruht auf dem Innovationsprinzip „Höhere Dimension“. Bei Verpackungen wird häufig die Rückseite verwendet, um die restlichen Informationen bereitzustellen. Hierdurch kann die Vorderseite für Werbezwecke verwendet werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.tag-der-verpackung.de/info-kommunikation.html>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sichtverpackung>

17.3 Kippchassis-Systeme

Neben Stückgut (z.B. Kisten/Paletten) existieren auch Schüttgüter. Bei diesen handelt es sich um schüttfähige Transportgüter, die nicht in fest quantifizierbaren Einheiten vorkommen, sondern als lose Ware transportiert werden. Beispiele hierfür sind mineralische Rohstoffe oder auch Nahrungsgüter wie Getreide. Das Handling der Schüttgüter bei der Ausladung unterscheidet sich von Stückgütern insofern, dass die Schüttgüter i.d.R. keine einheitlichen Größen aufweisen und über keine spezielle Transportverpackung verfügen. Hierdurch ist eine konventionelle Ausladung über Stapler und Menschen nur schwierig möglich. Eine effiziente Anwendung, Schüttgüter aus Containern zu entladen, beruht auf dem Innovationsprinzip „Höhere Dimension“. Es bestehen spezielle Kippchassis-Systeme, mit denen der Container geneigt werden kann, wodurch die Schüttgüter aus dem Container rutschen. Diese Systeme existieren für einzelne Entladestationen, aber auch als Spezialaufbau für Lastkraftwagen. Diese sogenannten Kippaufstellchassis verfügen über einen Hydraulikzylinder, mit dem der Container senkrecht nach oben gekippt werden kann.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Kippchassis>

<http://www.logistikbranche.net/glossar/schuettgut.html>

<http://www.ssb-waagen.de/de/sonderloesungen/container-kippchassis.html>

IP 18 - MECHANISCHE SCHWINGUNG

18.1 RFID-Felder

Beim Durchfluss von Objekten (z.B. im Lager/Handel) kommt es häufig vor, dass man die einzelnen Objekte identifizieren muss. Eine seit vielen Jahren eingesetzte Möglichkeit, Transporteinheiten/Güter zu identifizieren besteht in Strichcodes (Barcodes). Seit den 70er Jahren wird beispielsweise im Handel zunehmend mit Barcodes gearbeitet, die an der Kasse gescannt werden. Hierdurch kann heutzutage eine manuelle Eingabe der Preise an der Kasse entfallen. Der Nachteil von Barcodes besteht darin, dass diese gescannt werden müssen, wobei eine Sichtverbindung zwischen Scanner und Code bestehen muss. Hierdurch ist es nicht möglich einen Pulk an Objekten (z.B. alle Pakete auf einer Palette) gleichzeitig zu erfassen. Es muss jedes einzelne Objekt gescannt werden. Auch kann es bei Schmutz oder Beschädigungen am Code zu Lesefehlern kommen. Eine Möglichkeit, eine Vielzahl an Objekten zu erfassen ohne einen Sichtkontakt zu benötigen, beruht auf dem Innovationsprinzip „Mechanische Schwingung“ und besteht in der RFID-Technik. Bei der RFID-Technik (radio-frequency identification) können mithilfe elektromagnetischer Felder Daten ausgetauscht werden. Ein RFID-System besteht aus Transpondern, die an den zu identifizierenden Objekt angebracht werden und einem Erfassungsgerät. Ein Transponder ist nur wenige Millimeter groß und besteht im einfachsten Fall nur aus einem Chip und einer Antenne und besitzt keine eigene Energieversorgung (passive Transponder). Es existieren aber auch Transponder, die über eine Batterie als Energieversorgung verfügen. Die benötigte Energie bei passiven Transpondern wird über das Erfassungsgerät bereitgestellt. Die Antennenspule des Erfassungsgerätes erzeugt ein hochfrequentes elektromagnetisches Feld, welches Daten an den Transponder sendet, aber auch bei passiven Transpondern als Energieversorgung dienen kann (durch Induktion). Wenn der Transponder die Daten empfängt, wird sein Mikrochip aktiviert und die vom Lesegerät gesendeten Befehle decodiert. Daraufhin wird vom Transponder das elektromagnetische Sendefeld des Readers beeinflusst (z.B. durch Lastmodulation). Hierdurch überträgt der Transponder Daten, z.B. seine eigene unveränderliche Seriennummer.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0902021.htm>

<http://www.identwerk.de/technologie/zwei-technologien-im-blick-barcode-vs-rfid>

<https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/mod/wiki/view.php?pageid=1144#toc-8>

18.2 Ultraschallsensoren

In der Fördertechnik kommen zunehmend fahrerlose Transportsysteme zum Einsatz. In ihrem Umfeld befinden sich häufig Menschen oder sonstige Objekte. Aus Sicherheitsgründen müssen fahrerlose Transportsysteme erkennen, wenn sich Objekte in ihrem Umkreis befinden. Neben fahrerlosen Transportsystemen besteht auch bei konventionellen Flurfördermitteln (z.B. Gabelstapler) die Gefahr, dass durch Fehler oder schlechte Sichtverhältnisse Objekte nicht rechtzeitig erkannt werden. Dies können neben Objekten, die sich auf den Wegen befinden auch Objekte in Lagerplätzen sein. Eine Möglichkeit, Objekte sicher auf Wegen aber auch in Lagerplätzen zu erkennen, bieten Ultraschallsensoren, die auf dem Innovationsprinzip „Mechanische Schwingung“ beruhen. Ultraschallsensoren strahlen einen kurzen hochfrequenten Schallimpuls aus. Trifft dieser auf ein Objekt oder eine Person im Gefahrenbereich, wird er dort reflektiert und gelangt als Echo zurück zum Ultraschallsensor. Die Zeit, die dieser benötigt wird gemessen und hieraus kann der Abstand des Objektes zum Sensor bestimmt werden. So können beispielsweise mit Hilfe eines Ultraschallsensors, der an die Gabel eines Staplers montiert wurde, Lagerplätze eines Hochregals überprüft werden, ohne dass der Fahrer Einblick in das Regal benötigt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.mm-logistik.vogel.de/ultraschallsensor-macht-die-logistik-sicherer-a-583350/>

<https://www.microsonic.de/de/service/ultraschallsensoren/prinzip.htm>

<https://www.mayser.com/de/unternehmen/aktuelles/presse/weltneuheit-neu-entwickelter-ultraschallsensor-macht-logistik-sicher-und-effizient>

18.3 Magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte

In Rohrleitungssystemen, aber auch beim Abfüllen und Dosieren von Flüssigkeiten und Schüttgütern ist es notwendig, die in einem Zeitraum geförderte Menge genau zu erfassen. Die Erfassung muss je nach Anwendungsfall praktisch unabhängig von Druck, Dichte, Temperatur und Viskosität möglich sein. Eine Möglichkeit, Durchflüsse in vielen Anwendungsfällen zu messen, sind magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte. Sie basieren auf dem Innovationsprinzip „Mechanische Schwingung“. Magnetisch-induktive Durchflussmessgeräte bestehen aus einem Magnet, Elektroden und einem nicht leitenden Rohr. Die Messung erfolgt mit Hilfe des Faraday'schen Induktionsgesetzes. Dieses besagt, dass in einem Metallstab, der sich in einem Magnetfeld bewegt, eine elektrische Spannung induziert wird. Bei magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten erzeugt der Magnet ein Feld. Sobald die Flüssigkeit das Magnetfeld durchquert, wird eine elektrische Spannung induziert, welche von den Elektroden gemessen wird. Dieses Verfahren benötigt daher eine Mindestleitfähigkeit der Flüssigkeit, da ausreichend elektrisch geladene Teilchen vorhanden sein müssen. Die gemessene Spannung ist direkt proportional zur Fließgeschwindigkeit und auch zum Durchflussvolumen. Hierdurch kann die geförderte Menge errechnet werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.de.endress.com/de/messgeraete-fuer-die-prozesstechnik/Durchflussmessung-Produkt%C3%BCbersicht/Magnetisch-induktive-Durchflussmessung>

[https://www.ifm.com/ifmweb/downcont.nsf/files/ifm_PT_Stroemungssensoren_Magnetisch_Induktiv_DE_V20/\\$file/ifm_PT_Stroemungssensoren_Magnetisch_Induktiv_DE_V20.pdf](https://www.ifm.com/ifmweb/downcont.nsf/files/ifm_PT_Stroemungssensoren_Magnetisch_Induktiv_DE_V20/$file/ifm_PT_Stroemungssensoren_Magnetisch_Induktiv_DE_V20.pdf)

https://portal.endress.com/wa001/dla/5000192/0856/000/01/FA00005DDE_1816.pdf

18.4 Schwingförderer (Vibrationsförderer)

In fördertechnischen Systemen gibt es bei der Sortierung, Positionierung und Zuführung der Güter Aufgaben, die sich nicht oder nur schwierig mit stetigen Fördermitteln realisieren lassen, auf denen die Förderobjekte gleiten (z.B. Förderband). Dies kann beispielsweise bei der Bereitstellung von Schüttgütern (z.B. Schrauben) aber auch Stückgütern entstehen, die sortiert oder geordnet und für die weiteren Bearbeitungsschritte lagerichtig ausgerichtet werden müssen. Für solche Fälle existieren Lösungen in der Handhabungstechnik (z.B. Roboter mit Greifelementen). Diese sind jedoch sehr aufwendig und teuer. Eine Lösungsmöglichkeit für dieses Problem beruht auf dem Innovationsprinzip „Mechanische Schwingung“: Vibrationsförderer (Schwingförderer). Vibrationsförderer bestehen aus einer federnd eingespannten Förderfläche. Diese wird durch einen Elektromagneten in periodische Schwingung versetzt. Die Schwingfrequenz und damit die Fördergeschwindigkeit verhalten sich proportional und können durch eine Steuerung eingestellt werden. Die Förderung erfolgt durch eine periodische Schwingung, bei der die Werkstücke beim Vorschwingen abheben und nach einer kurzen Flugphase, nachdem die Förderfläche sich wieder in der Ausgangsposition befindet, auftreffen. Durch mechanischen Schikanen dienen Vibrationsförderer auch als Sortiereinrichtungen, bei der Teile ausgerichtet oder in den Vorratsbehälter zurückgefördert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.xpertgate.de/produkte/Vibrationsfoerderer.html>

<http://www.vibrationsfoerdertechnik.de/schwingfoerdertechnik/posts/2d-bewegungsformen-bei-vibrationsfoerderern-37.php>

IP 19 - PERIODISCHE SCHWINGUNG

19.1 Linearwaagen

Bei Abfüllanlagen müssen häufig Schüttgüter und kleine Güter mit schwankender Dichte (z.B. Nüsse) abgefüllt werden. Aufgrund gesetzlicher Vorschriften aber auch aus wirtschaftlichen Gründen soll die dosierte Menge nur sehr geringfügig von der vorgegebenen Menge abweichen. Eine Möglichkeit, solche Mengen mit einer sehr hohen Genauigkeit zu dosieren, basiert auf dem Innovationsprinzip „Periodische Schwingung“: Linearwaagen. Bei Linearwaagen wird das Füllgut aus einem Vorratsbehälter so lange in den Wägebehälter gefördert, bis das Sollgewicht der Messwertaufnehmer erreicht wird. Linearwaagen verfügen über eine Absperrklappe, die daraufhin ausfährt und ein weiteres Befüllen des Ausflusstrichters verhindert. Je nachdem welches Gut abzufüllen ist (z.B. Chips, Pommes), kann die konstruktive Auslegung der Fördereinrichtungen des Wägebehälter angepasst werden. Das ist von der Rieselfähigkeit und der Bruchempfindlichkeit des Füllgutes abhängig. Hierdurch ist es möglich mit Hilfe von Linearwaagen unterschiedliche Güterarten mit hoher Genauigkeit zu wiegen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.neue-verpackung.de/wp-content/uploads/migrated/docs/271_6786.pdf

19.2 Pulsierende Warn- und Kontrollleuchten

Aus sicherheitstechnischen Gründen, aber auch zu Informationszwecken, ist es notwendig, dass der Fahrer des Kraftfahrzeuges bei bestimmten Fehlern oder Zuständen des Fahrzeuges gewarnt wird. Eine Möglichkeit, die außer in Kraftfahrzeugen auch zur Warnung vor vielen sonstigen Gefahren genutzt wird, ist eine pulsierende Warnleuchte. Diese leuchten nicht kontinuierlich, sondern in periodischen Abständen und basieren daher auf dem Innovationsprinzip „Periodische Wirkung“. Der Vorteil blinkender Warn- und Kontrollleuchten besteht darin, dass diese mehr Aufmerksamkeit erzeugen und somit schneller auf Gefahrenquellen aufmerksam machen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Warnleuchte>

IP 20 - KONTINUITÄT

20.1 Power and Free Förderer

Seit vielen Jahren werden in der Fördertechnik Kreisförderer eingesetzt. Bei Kreisförderern durchlaufen die logistischen Einheiten eine geschlossene Bahn. Kreisförderer nutzen Ketten, die in einem i.d.R. unten offenen Schienenprofil geleitet werden. An diesen hängen häufig Gehänge, mit denen die Fördereinheiten transportiert werden. Durch die geschlossene Bahn bilden Power and Free Förderer somit eine Endloskette. Bei gewöhnlichen Kettenförderern werden die Gehänge in gleichmäßigen Abständen direkt an der Kette befestigt. Wenn das Gehänge Be- bzw. Entladen werden soll, muss bei gewöhnlichen Kettenförderern die komplette Kette gestoppt werden. Dies führt dazu, dass die restlichen Förderelemente in dieser Zeit nicht weiter gefördert werden können. Außerdem muss nach jedem Vorgang die komplette Kette wieder beschleunigt werden. Eine Möglichkeit, Leerläufe und Unterbrechungen bei Kreiskettenförderern möglichst zu vermeiden und somit auf dem Innovationsprinzip „Kontinuität“ basiert, sind Power and Free Förderer. Bei Power and Free Förderern wird neben der Schiene für die Kette eine weitere Schiene verwendet. Auf dieser Schiene (Free-Schiene) laufen Wagen, an denen die Fördergüter befestigt sind. Auf der ursprünglichen Schiene läuft weiterhin die Kette (Power-Kette), die die Fahrzeuge antreibt. Die Fahrzeuge und die Power-Kette sind über ein Klinkensystem formschlüssig miteinander verbunden. Hierdurch ist es möglich die einzelnen Fahrzeuge aus- bzw. wieder einzuklinken. In dieser Zeit können die restlichen Fahrzeuge und somit die einzelnen Fördergüter weiter gefördert werden. Hierdurch kann ein Stoppen der Kette bei Be- und Entladung entfallen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.schierholz.de/main/produkte/power-free/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Kreisf%C3%B6rderer>
<http://www.kws-online.de/page.php?pid=367>

20.2 Springer

In Fließprodukten werden die Fertigungseinrichtungen in Fertigungsstraßen bzw. Fertigungslinien in der Reihenfolge der zu erledigenden Prozessschritte angeordnet. Häufig verläuft der Materialfluss hierbei getaktet. Ein Ausfall nur eines Mitarbeiters gefährdet den Ablauf an der ganzen Linie. Die Zeitpunkte, zu denen Mitarbeiter fehlen, sind häufig unvorhersehbar. Um den Fertigungsdurchfluss zu gewährleisten, muss ein Ersatz bereitgestellt werden. Eine Möglichkeit, kurzfristig flexibel einen Ersatz für ausfallende Mitarbeiter zu finden und die Kontinuität des Materialflusses gemäß dem Innovationsprinzip „Kontinuität“ zu gewährleisten, ist der Einsatz von Springern. Springer sind i.d.R. besonders qualifizierte Mitarbeiter, die für eine Vielzahl der Aufgaben/Arbeiten ausgebildet sind. Sie können daher an einer Vielzahl der Arbeitsstellen der Produktionslinie eingesetzt werden. Wenn einzelne Mitarbeiter ausfallen, können die Springer für diese Mitarbeiter einspringen und den Fluss der Linie gewährleisten.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Springer_\(Arbeitnehmer\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Springer_(Arbeitnehmer))
<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/fließfertigung-fließproduktion/fließfertigung-fließproduktion.htm>

IP 21 - DURCHEILEN UND ÜBERSPRINGEN

21.1 Pasteurisation

Viele Lebensmittel enthalten krankheitserregende oder zum Verderben führende Bakterien oder Enzyme. Um gesundheitliche Risiken zu vermeiden und die Haltbarkeit zu verlängern, müssen diese (zumindest zum Großteil) abgetötet werden. Bei diesem Vorgang sollen weder das Aussehen, Geschmack oder die Zusammensetzung der Nährstoffe verändert werden. Eine Möglichkeit, um die Haltbarkeit zu verlängern und möglichst wenige Nährstoffe in Lebensmitteln zu beseitigen, beruht auf dem Innovationsprinzip „Durchleiten und Überspringen“: die Pasteurisation von Lebensmitteln. Bei der Pasteurisation werden Lebensmittel kurzfristig (in der Regel über 30 bis 40 Sekunden) bis auf eine lebensmittelspezifische Kerntemperatur erhitzt. Dabei werden jedoch i.d.R. nicht alle Mikroorganismen abgetötet wodurch pasteurisierte Lebensmittel nur keimarm und nicht keimfrei sind. Aus diesem Grund sind diese Lebensmittel nur beschränkt (einige Tage bis einige Wochen) haltbar.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Pasteurisierung>
<https://www.lebensmittellexikon.de/p0000200.php>
<http://www.ernaehrung.de/lexikon/ernaehrung/p/Pasteurisation.php>

21.2 Schockfrostern

Wie im oberen Abschnitt Pasteurisation beschrieben, ist die Erhaltung der Haltbarkeit ein Problem bei erntefrischen Lebensmitteln. Durch Bakterien, Enzyme und Pilze verderben Lebensmittel im Laufe der Zeit. Das Verfahren der Pasteurisation setzt daran an, dass durch kurzfristige Erhitzung, möglichst viele Bakterien, Enzyme und Pilze abgetötet werden, aber die wesentlichen positiven Eigenschaften der Produkte erhalten bleiben. Eine weitere Möglichkeit, Lebensmittel langfristig zu erhalten, besteht darin, die Lebensmittel einzufrieren. Durch die niedrigen Temperaturen gefriert die Flüssigkeit in und zwischen den Zellen des Lebensmittels. Schädliche Mikroorganismen können sich dadurch nicht weiter vermehren. Beim langsameren Einfrieren in gewöhnlichen Tiefkühltruhen bildet die Zellflüssigkeit beim Abkühlen große Eiskristalle, weil sich die Zellflüssigkeit beim Abkühlen ausdehnt. Am Anfang des Tiefkühlprozesses ist es im Kern der Produkte wärmer als in den äußeren Bereichen. Beim Auftauvorgang schmelzen die Kristalle. In der Auftauflüssigkeit befinden sich daraufhin Nährstoffe, die ursprünglich in der Zellstruktur vorhanden waren und gehen verloren.

Eine Möglichkeit, Lebensmittel so einzufrieren, dass sich möglichst kleine Eiskristalle während des Einfrierens bilden, beruht auf dem Innovationsprinzip „Durchheilen und Überspringen“: das Schockfrieren. In einer normalen Kühltruhe dauert es recht lange bis die Produkte bis in den Kern gefroren sind. Beim Schockfrieren werden die Lebensmittel in sehr kurzer Zeit auf eine Kerntemperatur von -18 Grad gekühlt. Das Kühlmittel besitzt jedoch eine deutlich niedrige Temperatur (bis zu -40 Grad). Hierdurch kühlen die Lebensmittel sehr schnell ab und bilden dabei weniger Eiskristalle. Gewöhnliche Verfahren des Schockfrierens sind das Kontaktfrierverfahren (mit Hilfe von Metallplatten), das Kaltluftgefrierverfahren und das kryogene Gefrierverfahren (mit Hilfe kryogener Flüssigkeiten z.B. Stickstoff).

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schockfrieren>

<http://www.schockfroster.org/>

IP 22 - SCHÄDLICHES IN NÜTZLICHES

22.1 Entsorgungslogistik

Die klassischen logistischen Subsysteme, sind die Beschaffungs-, Produktions- und Distributionslogistik. Zunehmend rückt jedoch die Entsorgungslogistik in den Vordergrund. Dies kommt daher, dass Ressourcen zunehmend knapper und teurer werden (z.B. seltene Erden). Auch rückt in vielen Gesellschaften das Thema Nachhaltigkeit und Schutz der Umwelt in den Vordergrund. Dies betrifft auch die Rückstände, die nach dem Konsum der Produkte oder in der Produktion in Form von Abfällen und sonstigen unerwünschten Nebenprodukten anfallen. Beispiele hierfür sind Produktionsrückstände, Verpackungen, Leergut oder (nicht mehr verwendbare) Lagerhüter. In den letzten Jahren entstanden daraufhin viele gesetzliche Grundlagen (beispielsweise das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)). Ziele dieser Gesetze bestehen darin, natürliche Ressourcen zu schonen und Abfälle möglichst umweltfreundlich zu beseitigen. Eine Möglichkeit bei der Beseitigung aus ungewünschten Materialien (Abfälle) gemäß dem Innovationsprinzip „Schädliches in Nützlichem umzuwandeln“, ist das Recycling von Abfällen. Bei der Verwertung (Recycling) von Abfällen sind unterschiedliche Stufen zu unterscheiden. Bei der Wiederverwendung werden gebrauchte Materialien in weitgehend unveränderter Gestalt für den gleichen Zweck eingesetzt. Bei der Weiterverwendung wird auch das Material weitestgehend weiterverwendet, jedoch zu einem anderen Zweck. Wenn das Material stofflich aufgearbeitet wird, liegt eine Verwertung vor. Durch diese Möglichkeiten können eigentlich ungewollte Rückstände wieder in etwas Nützlichem umgewandelt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/logistikbereiche/entsorgungslogistik>

<http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/entsorgungslogistik/entsorgungslogistik.htm>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Recycling>

22.2 Abwärme Nutzen

Ein Nachteil vieler Motoren von Kraftfahrzeugen ist ihr relativ niedriger Wirkungsgrad. Die Energie, die nicht in Vortrieb umgesetzt wird, entweicht hauptsächlich als Wärme. Gute Dieselmotoren kommen bei PKW kaum über 40 Prozent. Ein Großteil der Energie geht als Abwärme, also als verschenkte Energie verloren. Es existieren seit mehreren Jahren gemäß dem Innovationsprinzip „Schädliches in Nützlichem umzuwandeln“ mehrere Ansätze, um diese Energie zu nutzen und damit den Gesamtverbrauch zu senken. Beispiele hierfür wäre die Nutzung der Abwärme als Innenraumheizung. Andere Ansätze gehen weiter und versuchen die Abwärme wieder in elektrische Energie umzusetzen (beispielsweise "thermoelektrischer Generator" (TEG) von BMW). Mit dem generierten Strom können Sicherheits-, Komfort- oder Infotainmentfunktionen im Fahrzeug mit Strom versorgt werden. Hierdurch kann der Spritverbrauch des Fahrzeugs gesenkt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.heise.de/autos/artikel/BMW-nutzt-die-Abwaerme-von-Motoren-1333619.html>

IP 23 - RÜCKKOPPELUNG

23.1 Reflexionslichtschranken

In der Fördertechnik ist es an bestimmten Stellen (z.B. vor Ausschleusungen oder Pufferplätzen) notwendig, dass das System erkennt, ob ein Fördererelement einen vorgegebenen Bereich erreicht bzw. verlassen hat. Neben Förderanlagen, benötigen auch Türschranken oder sonstige Alarmanlagen solche Vorrichtungen. Hierbei ist es notwendig, dass jederzeit und unter allen Bedingungen die Objekte sicher erkannt werden können. Taster bieten die Möglichkeit zu erkennen, ob ein Objekt einen bestimmten Bereich passiert hat. Taster funktionieren über Druck und haben daher den Nachteil, dass diese nach einer Zeit verschleifen. Außerdem sind diese positionsabhängig. Es muss sichergestellt werden, dass die Objekte auch wirklich beim Passieren den Taster betätigen. Eine verschleißarme Möglichkeit, bewegliche Objekte zu erfassen beruht auf dem Innovationsprinzip „Rückkoppelung“: Reflexionslichtschranken. Eine Lichtschranke ist ein System, das aus einem Sender und Empfänger besteht. Der Sender sendet den Lichtstrahl aus, den der Empfänger, der aus einem Sensor besteht, misst. Bei einer Reflexionslichtschranke befinden sich Sender und Empfänger in einem Gehäuse. Auf der gegenüberliegenden Seite des Gehäuses muss ein Reflektor angebracht werden, der den Lichtstrahl des Senders zurückstrahlt (rückkoppelt). Der Sensor erkennt die Unterbrechung eines Lichtstrahls z.B. durch ein Förderobjekt und zeigt dies durch ein elektrisches Signal an. Auf diese Weise können automatische Vorrichtungen bewegliche Objekte berührungslos erkennen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://wiki.induux.de/Lichtschranken>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Lichtschranke>

1.23.2 Koppelnavigation (Odometrie)

Fahrerlose Transportsysteme sind hochflexible Fördersysteme, die bei der Beförderung bzw. Ein- und Auslagerung von Stückgütern verwendet werden. Da fahrerlose Transportsysteme über keine Fahrer verfügen, müssen diese selbstständig bis zu ihrem Zielort navigiert/geführt werden. Dies geschieht durch das Navigationssystem, welches auf verschiedene Arten realisiert werden kann. Eine Möglichkeit die Spurführung des fahrerlosen Transportsystems zu realisieren sind feste Bodeninstallationen (z.B. optisch mit Spurbändern oder induktiv mit Leitdrähten). Das Problem hierbei ist die mangelnde Flexibilität der Routen, da sich die Transportsysteme nicht frei im Raum bewegen können. Eine Möglichkeit, ein relativ flexibles Navigationssystem so zu realisieren, das sich durch leichte Änderungen bei Neugestaltungen realisieren lässt, basiert auf dem Innovationsprinzip „Rückkopplung“: die Koppelnavigation. Bei der Koppelnavigation werden zu jedem Zeitpunkt Position, Ausrichtung und Fahrzustand des fahrerlosen Transportsystems bestimmt. Eingangsgrößen, die zur Standortbestimmung notwendig sind, können aus dem Fahrwerk (Anzahl der Raddrehung, Richtung) und der Lenkung (Radlenkwinkel, Lenkradwinkel) stammen. Bei der Koppelnavigation geschieht jedoch immer ein kleiner Fehler bei der Genauigkeit der Positionserkennung (Beispielsweise aufgrund der Bodenbeschaffenheit und Fahrgestellgeometrie). Daher muss nach einem bestimmten Zeitpunkt die aktuelle Position des fahrerlosen Transportsystems rückgekoppelt werden (z.B. durch einen Transponder).

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://m-wissen.de/wiki/index.php?title=Navigation>

<http://www.teamplan.de/planen-beraten/fahrerlose-transport-systeme-fts/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Koppelnavigation>

http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set_ID=945&letter=F&title=Fahrerloses_Transportsystem

<https://books.google.de/books?id=wDQpBAAAQBAJ&pg=PA111&lpg=PA111&dq=fahrerlose+transportssysteme->

[me+koppelnavigation+transponder&source=bl&ots=Eh5cewtWzA&sig=EGocCzYvlqFzo7_9bWu3KoumTB8&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjAyd3-g_3XAhUI7BQKHVdVD-](https://books.google.de/books?id=wDQpBAAAQBAJ&pg=PA111&lpg=PA111&dq=fahrerlose+transportssysteme+koppelnavigation+transponder&source=bl&ots=Eh5cewtWzA&sig=EGocCzYvlqFzo7_9bWu3KoumTB8&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjAyd3-g_3XAhUI7BQKHVdVD-8Q6AEISjAH#v=onepage&q=fahrerlose%20transportssysteme%20koppelnavigation%20transponder&f=false)

[8Q6AEISjAH#v=onepage&q=fahrerlose%20transportssysteme%20koppelnavigation%20transponder&f=false](https://books.google.de/books?id=wDQpBAAAQBAJ&pg=PA111&lpg=PA111&dq=fahrerlose+transportssysteme+koppelnavigation+transponder&source=bl&ots=Eh5cewtWzA&sig=EGocCzYvlqFzo7_9bWu3KoumTB8&hl=de&sa=X&ved=0ahUKEwjAyd3-g_3XAhUI7BQKHVdVD-8Q6AEISjAH#v=onepage&q=fahrerlose%20transportssysteme%20koppelnavigation%20transponder&f=false)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Odometrie>

23.3 Kundenfeedback

Es wird immer wichtiger, die Kunden möglichst langfristig an das Unternehmen zu binden. Dies geschieht durch den Aufbau kundenorientierter Strukturen, die zu positiven Kundenerlebnissen führen sollen. Um für positive Kundenerlebnisse sorgen zu können, ist es notwendig zu wissen, was die Kunden an den derzeitigen Prozessen stört und was sie sich stattdessen wünschen. Eine Möglichkeit, die benötigten Informationen für kundenorientierte Strukturen zu erhalten, basiert auf dem Innovationsprinzip „Rückkopplung“: Kundenfeedback. Die Kunden sollen nach ihrem Kauf dazu angeregt werden, dem Unternehmen Informationen über ihr subjektives Kundenerlebnis zu geben. Durch moderne Kommunikationsmittel kann dies hauptsächlich digital erfolgen. Auch Informationen aus modernen Social-Media-Plattformen können verwendet werden. Hierzu werden Enterprise Feedback Management (EFM) Systeme genutzt, die dem Unternehmen dabei helfen sollen, die benötigten Informationen zu sammeln, zu speichern und auszuwerten. Aufgrund der Erkenntnisse können die Prozesse aus Sicht der Kunden verbessert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

https://www.de.cgi.com/sites/default/files/files_de/white-papers/cgi_kundenfeedback-studie_2013.pdf

<https://www.business-wissen.de/artikel/kundenfeedback-einholung-der-kundenmeinung-ist-wichtig-fuer-die-kundenbindung/>

IP 24 - MEDIATOR, VERMITTLER

24.1 Power and Free-Förderer

Der Power and Free Förderer wurde im Abschnitt 20.1 als Beispiel für das Innovationsprinzip Kontinuität schon näher beschrieben. Damit er funktionieren kann, wird ein Mittler gemäß Innovationsprinzip 24 benötigt, der im Leerlauf dafür sorgt, dass die Antriebskette und der Lastenwagen nicht verbunden sind. Nach dem Leerlauf muss dieser wieder eine Verbindung zwischen dem Lastenwagen und der Powerkette herstellen. Dies geschieht über sogenannte „pusher dogs“ die an der Powerkette in regelmäßigen Abständen mitgeführt werden. Die Lastenwagen haben vorne eine Verriegelung, in die sich die „pusher dogs“ einhaken können. Hinten verfügt der Lastenwagen über eine Vorrichtung, die den Mitnehmer aushakt. Wenn der Lastenwagen ausgehakt ist wird die Verriegelung geschlossen, was dazu führt dass der Mitnehmer sich nicht mit dem Lastenwagen verhakt und diesen mitzieht. Wenn die Verriegelung wieder geöffnet wird, kann sich der „pusher dog“ wieder mit dem Lastwagen verbinden und diesen mitziehen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://blog.pacline.com/anatomy-of-power-and-free-conveyors/>

http://www.webb-stiles.com/pdf/Power_Free/webb_stiles_EnclosedP&F_Specs.pdf

24.2 RFID

Die RFID-Technik wurde in Abschnitt 18.1 als Beispiel für das Innovationsprinzip Mechanische Schwingung schon näher beschrieben. Da der Transponderchip in der Regel passiv ist, also über keine eigenständige Energiequelle verfügt und das Magnetfeld für den Transponder erst in eine messbare Spannung umgewandelt werden muss, wird hierfür ein Vermittler gemäß Innovationsprinzip 24 benötigt. Außerdem muss der Transponder dem Empfänger daraufhin mit einem eigenständigen Feld antworten. Diese Aufgabe erfüllen bei Transpondern spezielle Transponderspulen. Wenn die Transponderspule mit dem Magnetfeld des Empfängers in Kontakt gerät, fließt aufgrund der elektrischen Induktion Strom durch die Transponderspule. Hierdurch wird der Chip des Transponders mit Strom versorgt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.elektronik-kompodium.de/sites/kom/0902021.htm>

<http://www.identwerk.de/technologie/zwei-technologien-im-blick-barcode-vs-rfid>
<https://moodle.ruhr-uni-bochum.de/m/mod/wiki/view.php?pageid=1144#toc-8>

24.3 Ladungssicherung (Ratschen)

Im Abschnitt 9.1 „Vorgezogene Gegenaktion“ wurde schon das Prinzip der Vorspannung der Zurrgurte in der Transportsicherung durch Ratschen beschrieben. Um die notwendige Vorspannung zu erreichen wird ein Vermittler gemäß Innovationsprinzip 24 benötigt. Dies können bei Zurrgurten Ratschen sein, durch welche der Gurt gezogen und dann gespannt wird.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://zurrgurte.de/u/bedienungsanleitung.pdf>

IP 25 - SELBSTVERSORGUNG, -BEDIENUNG

25.1 Automatische Bestellung durch ERP-Systeme

Die Bestellzeitpunkte bei der Beschaffung fallen in der Regel mit dem Meldebestand zusammen. Der Meldebestand besteht zum einen aus dem Mindestbestand, der die stochastischen Unsicherheiten in der Bestellzeit auffangen soll und dem Bestand, der der durchschnittlich verbrauchten Menge im Bestellzeitraum entspricht. Wenn der Meldebestand erreicht ist, sollten am besten direkt die benötigten Mengen bei den Lieferanten bezogen werden. Wenn die Bestellungen nicht rechtzeitig getätigt werden, senkt dies die Lieferbereitschaft des Lagers und führt zu Fehlmengenkosten. Großhandelsunternehmen bieten häufig ein Spektrum von zehntausenden Artikeln an. Dies führt dazu, dass die Disponenten in der Bearbeitung von Bestellungen viel Zeit verlieren, die Ihnen für sonstige Aufgaben wie Preisverhandlungen oder Sortimentspflege fehlt. Eine Möglichkeit, Bestellungen gemäß Innovationsprinzip 25 „Selbstversorgung“ automatisiert auszuführen, besteht im Einsatz moderner ERP-Systeme, die in der Lage sind, den optimalen Lagerbestand zu ermitteln und eine nach Lieferkonditionen und Verbrauch optimierte Bestellung zu erstellen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.bizolution.de/downloads/PM-Automatisches-Bestellwesen.pdf>

25.2 Durchlaufregale

Aus Platzgründen werden häufig Regale verwendet, die mehr als eine Einheit in ihren Regalfächern in Richtung der Regaltiefe stauen können. Wenn das Regal ausschließlich mit artikelreinen Gütern gefüllt wurde, müssen häufig nach der Entnahme einer Einheit, die restlichen Artikel nach vorne verschoben werden. Gründe hierfür können zum Beispiel sein, dass bei der Entnahme der Güter die First In First Out (FIFO) Regel eingehalten werden muss (z.B. bei verderblichen Gütern) oder dass die Beladung des Regals nur von einer Seite aus möglich ist (z.B. der Rückseite). Eine Möglichkeit, dass die nachfolgenden Güter in einem Regal ohne die Nutzung weiterer Hilfsmittel gemäß dem Innovationsprinzip „Selbstversorgung“ automatisch nach vorne verschoben werden, sind Durchlaufregale. In Durchlaufregalen bewegen sich die hintereinander liegenden Lagergüter selbsttätig auf einer geeigneten Regalebene durch die Schwerkraft (Tragrollen für schwere Lasten, Röllchenbahnen für leichte bis mittelschwere Lasten).

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.paul-orzessek.de/lp_regalarten/durchlauf.htm

<https://de.wikipedia.org/wiki/Durchlaufregal>

25.3 Selbstreinigende Anlagen

An vielen Anlagen müssen Verunreinigungen regelmäßig durch Bedienpersonal beseitigt werden, wodurch Personalkosten anfallen. Eine Möglichkeit, Anlagen möglichst ohne zusätzlichen Personalbedarf zu reinigen, basiert auf dem Innovationsprinzip „Selbstversorgung“: selbstreinigende Anlagen. Ein Beispiel hierfür sind selbstreinigende Schrottbänder, wie sie in der Automobilindustrie Anwendung finden. Dort werden sie dafür verwendet, Blechteile, die beim Zuschnitt und bei der Umformung von Karosserieble-

chen anfallen und sich mit der Fördermatte verkleben oder an der Bandmatte haften können, ohne zusätzlichen Personalbedarf von der Fördermatte zu entfernen. Dies geschieht hauptsächlich über eine spezielle Bürstenstation, die im Untertrum der Schrottförderbänder angebracht ist. Unterhalb der Bürstenstation befindet sich ein Sammelcontainer, der Blechabfälle und Verunreinigungen auffängt, welche daraufhin entsorgt werden können.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.bbr.de/index.cfm?pid=1646&pk=21083#>

IP 26 - KOPIEREN

26.1 Simulation/Modellierung über Software

Bei der Planung von neuen Anlagen/Anlagenänderungen muss vor dem eigentlichen Bau die Funktionalität der Anlage hinsichtlich der gestellten Anforderungen nachgewiesen werden. Die Anforderungen können sich beispielsweise auf den Durchsatz oder die Durchlaufzeiten der Anlage beziehen. Bei kompletten Neukonstruktionen fehlen häufig verlässliche Daten und Nachweise über die tatsächliche Leistungsfähigkeit der kompletten Anlage. Eine spezielle Einrichtung zu bauen, um daran zu testen und die Funktionsfähigkeit hinsichtlich der gestellten Anforderungen nachzuweisen, wäre sehr aufwendig und ist wirtschaftlich häufig nicht realisierbar. Eine kostengünstige Möglichkeit, die Funktionalität einer Anlage nachzuweisen, basiert auf einem digitalen Abbild bzw. einer digitalen Kopie. Dabei wird gemäß Innovationsprinzip 26 „Kopieren“, die Anlage am Computer modelliert, um die an ihr stattfindenden betrieblichen Abläufe zu simulieren. Dies kann über spezifische Software (z.B. Tecnomatrix Plant Simulation) geschehen. Änderungen lassen sich hierdurch einfach implementieren und testen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.plm.automation.siemens.com/de/products/tecnomatrix/manufacturing-simulation/material-flow/plant-simulation.shtml>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Simulation>

26.2 Bremsenprüfstand

Die Bremsen sind elementarer Bestandteil für die Funktionstüchtigkeit und Sicherheit von Kraftfahrzeugen. Damit die Sicherheit der Bremsen gewährleistet werden kann, sind diese in regelmäßigen Abständen in der Hauptuntersuchung gemäß §29 STVO zu prüfen. Da die einzuhaltenden Richtwerte streng normiert sind, müssen die Prüfungsbedingungen jederzeit übereinstimmen. Daher können die Messungen nur schwer auf der Straße durchgeführt werden. Um trotzdem die Funktionsfähigkeit der Bremsen überprüfen zu können, wird das Bremsen mit Hilfe spezieller Bremsenprüfstände (einem einfach handhabbaren Objekt) gemäß Innovationsprinzip 26 „Kopie“ geprüft.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

https://www.gesetze-im-internet.de/stvzo_2012/__29.html

<https://de.wikipedia.org/wiki/Bremsenpr%C3%BCfstand>

<http://boxenteam.com/produkt-kategorie/prueftechnik/pkw-plattenbremspruefstand/>

26.3 Crash Test Dummies

Bei Sicherheitstests von Fahrzeugen muss nachgewiesen werden, dass unter bestimmten Voraussetzungen, die Sicherheit der Insassen gewährleistet werden kann. Wenn ein Fahrzeug auf ein Hindernis prallt, wird dieses unmittelbar verformt und abgebremst. Die Massenträgheit der Insassen sorgt dafür, dass diese sich so lange weiterbewegen, bis sie von einem Rückhaltesystem (z.B. Lenkrad, Sicherheitsgurt oder Windschutzscheibe) gebremst werden. Um die Auswirkungen der Kräfte auf die Insassen während eines Unfalls bestmöglich zu simulieren, kann natürlich nicht auf lebende Menschen zurückgegriffen werden. Es muss daher eine Alternative gefunden werden, die möglichst wirklichkeitsgetreu die Menschen in Fahrzeugen simuliert und die auf sie wirkenden Kräfte misst. Eine Möglichkeit hierfür besteht gemäß Innovationsprinzip 26 in der Verwendung von menschlichen Kopien in Form von Crash Test Dummies.

Crash Test Dummies sind mechanische Puppen, die dem menschlichen Körper in Form und Gewicht nachempfunden sind und mit Sensoren ausgestattet werden, welche die auf sie wirkenden Kräfte messen. Sie werden anstelle von Menschen in die Fahrzeuge gesetzt, um die Auswirkungen eines Unfalls auf die Insassen möglichst realistisch nachzustellen und die Kräfte zu messen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.spektrum.de/magazin/unfallforschung-mit-crashtest-dummys/824117>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Crashtest-Dummy>

IP 27 - BILLIGE KURZLEBIGKEIT

27.1 Einwegpaletten

Gewöhnliche Paletten wie z.B. die EPAL/Europalette sind nicht für den einmaligen Transport gedacht, sondern sollen z.B. im Rahmen eines Tauschprogrammes (z.B. Kölner Palettentausch) langfristig verwendet werden. Es gibt viele Fälle, in denen ein Palettentausch zu aufwendig bzw. nicht möglich wäre. Dies sind beispielsweise Lieferungen an Privathaushalte, bei denen die Palette beim Empfänger verbleibt (z.B. Möbel), oder Güter die ins ferne Ausland exportiert werden. Europaletten sind relativ teuer und schwer und sind für eine Vielzahl von Anwendungen normiert, wodurch individuelle Größen und Traglasten nicht realisierbar sind. Dies wirkt sich nachteilig auf Transporte in Flugzeugen aus, in denen die Paletten möglichst leicht sein müssen. Gemäß Innovationsprinzip 27 „Billige Kurzlebigkeit“ existieren daher Einwegpaletten, welche leichter, billiger und kurzlebiger sind als die teuren und schweren Tauschpaletten. Die Einwegpaletten sind dafür angelegt, nach Lieferung beim Kunden zu verbleiben. Da sie günstig herstellbar sind, ist es für viele Anwendungen wirtschaftlicher, Einwegpaletten zu verwenden, statt die Ware auf einer teureren Mehrwegpalette zu liefern und diese zu einem späteren Zeitpunkt wieder abzuholen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.jk-lademittel.de/palettenberater/paletten-wiki-einwegpaletten.html>

<http://schrumppalette.de/ratgeber/Allgemeine-Fragen-zu-Paletten-Europaletten/was-sind-einwegpaletten/>

http://www.lagerwiki.de/index.php/K%C3%B6lner_Palettentausch

IP 28 - MECHANIK ERSETZEN

28.1 Ultraschallversiegelung

Verkaufsverpackungen aus Kunststoff müssen versiegelt werden, damit die Verpackungen nach dem Befüllen dicht verschlossen sind. Hierfür gibt es seit Jahren verschiedene Möglichkeiten, wobei hauptsächlich das Heißsiegelverfahren Anwendung fand, um Güter zuverlässig zu verpacken. Nachteilig bei diesen Verfahren waren jedoch ein hoher Energiebedarf (Kosten) sowie die während der Prozesse entstehende Hitze, die zur Folge hatte, dass Folienreste mit den Siegelbacken verschmolzen (Reinigungsbedarf) und welche die Verpackung temperaturempfindlicher Produkte wie Schokolade oder Gefrorenes erschwerte. Zudem müssen heiß versiegelte Verpackungen zuerst abkühlen, bevor sie weiterverarbeitet werden können, da die Nähte noch nicht über die maximale Festigkeit verfügen. Eine Variante, Verpackungen energieeffizient und temperaturunabhängig zu versiegeln, ist die Ultraschallversiegelung. Dieses Verfahren arbeitet basierend auf einem akustischen System und verwendet Innovationsprinzip 28 „Mechanik ersetzen“. Bei der Ultraschallversiegelung bleiben die Maschinen kühl, da die Verpackungen nicht durch Hitze sondern mit Hilfe von mechanischen Schwingungen (dem Ultraschall) versiegelt werden. Hierbei werden die Plastikmaterialien aufeinandergedrückt (z.B. durch eine Welle) und mechanischen Schwingungen ausgesetzt, deren Amplitude und Frequenz so gewählt ist, dass die zu verpackenden Produkte nicht beschädigt werden. Durch die Schwingungen entstehen Molekular- und Grenzflächenreibung, welche die notwendige Wärme im Versiegelungsbereich bereitstellt, jedoch die Temperatur in der restlichen Verpackung nicht beeinflusst, sodass temperatursensible Güter nicht beschädigt werden. Nach der Ultraschall-Einwirkung kann nach einer kurzen Abkühlzeit unter Beibehaltung des Drucks eine homogene Verfestigung erreicht werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.sonotronic.de/technologien/ultraschall/ultraschall-schweissen>

<http://www.sonotronic.de/technologien/ultraschall>

<http://prozesstechnik.industrie.de/food/good-vibrations/>

<https://prozesstechnik.industrie.de/food/verpacken-food/vier-kanten-mit-ultraschall-versiegeln/>

28.2 Magnetische Antirutschauflage für Gabelzinken

In vielen Anwendungsfällen müssen Güter, die sich nicht auf Paletten befinden, mit Hilfe von Gabelstaplern transportiert werden. Bei diesen Gütern kann es sich um sperrige oder bewegliche, nicht gesicherte Ladung, wie beispielsweise Metallbehälter oder Metallprofile, handeln, die von der Gabelzinke rutschen können. Empfindliche Oberflächen, wie etwa lackiertes oder pulverbeschichtetes Metall, können dabei verkratzt werden. Eine Möglichkeit, die Haftung der Güter auf den Gabelzinken zu erhöhen, sind magnetische Systeme gemäß Innovationsprinzip 28 „Mechanik ersetzen“ in Form von magnetischen Antirutschauflagen. Diese bestehen aus mehreren Schichten, die für Schutz und Sicherheit der Gabelzinken-Auflagen sorgen. Auf der einen Seite besitzt die Antirutschauflage eine Magnetschicht, die dafür sorgt, dass die Auflagen auf den metallischen Gabelzinken sicher befestigt sind. Auf der anderen Seite befindet sich eine Gummischicht, die die Oberflächen der zu transportierenden Materialien vor Kratzern und Verschleiß schützt und deren Haftung auf der Gabelzinke erhöht.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.pahlke-shop.de/Staplerzubehoer/Gabelzinken-Zubehoer/Gabelzinken-Antirutsch-Auflage-Gabelzinken::93.html>

<http://www.perspektive-mittelstand.de/Gabelverlaengerungen-und-Anti-Rutsch-Auflagen-steigern-die-Reichweite-des-Gabelstaplers/pressemitteilung/60426.html>

28.3 Magnetische Lagerkennzeichnung

Lagerhallen bestehen aus einer Vielzahl von Regalen und Stellplätzen, die wiederum eigene Lagerplätze enthalten können. Damit die Güter in die richtigen Lagerplätze eingelagert bzw. ausgelagert werden können, muss jederzeit für alle Beteiligten der Lagerort identifizierbar sein. Die Regale/Stellplätze werden daher mit Nummern gekennzeichnet. Bei einer Lagerumstrukturierung ändert sich die Kennzeichnung der einzelnen Regalplätze. Schilder, die aufgeklebt und nicht direkt abnehmbar sind, wären hierbei nachteilig, da sie erst abgenommen und daraufhin die Klebereste entfernt werden müssten. Bei einer Verschraubung müssten vorher die Schrauben gelöst und die neue Kennzeichnung angeschraubt werden. Bei einer Vielzahl an Lagerplätzen würde dies, vor allem bei häufigen Kennzeichnungswechseln, einen erheblichen Arbeitsaufwand bedeuten. Ein Ansatz, ohne großen Aufwand die Lagerkennzeichnung zu ändern, beruht auf einem magnetischen System gemäß Innovationsprinzip 28 „Mechanik ersetzen“ in der Form von Magnetschildern. Magnetschilder bestehen aus magnetisierter Kunststoffolie (das Regalschild ist komplett magnetisch), die an den Regalen haftet. Hierdurch müssen die Schilder weder verklebt noch verschraubt werden und sind jederzeit wieder abnehmbar und weiterverwendbar. Mit dieser Methode kann bei einer Lagerumstrukturierung schnell die Lagerbeschriftung geändert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.brewes.de/lager-und-versand/lagerkennzeichnung-magnetisch/magnetische-lagerschilder-c-profile.html>

<http://www.mms-magnet.de/lagerkennzeichnung-und-lagerbeschriftung/>

28.3 Magnetische Öffnungsstege

In logistischen Anwendungen kommt es vor, dass bewegliche elektrische Einzelteile oder große Maschinenteile mit Strom, Öl oder Daten versorgt werden müssen (z.B. bei RBG). Die Leitungen müssen hierbei gegenüber äußeren Einflüssen geschützt werden. Dies kann über bautechnische Elemente, sogenannte Energieketten, die der sicheren Führung von beispielsweise Kabeln dienen, geschehen. Durch die Verwendung einer Energiekette soll beispielsweise sichergestellt werden, dass sich bei einem RBG einzelne Kabel nicht in Regalteilen oder vorstehenden Paletten verfangen. Bei der Querbeschleunigung von

RBG besteht die Gefahr, dass die Energieketten ausschlagen. Dabei können diese auf Metallträger und Regalkonstruktionen stoßen und brechen. Die Ketten müssen daher mittels einer Führungsrinne in der Spur gehalten werden. Eine Führungsrinne bedeutet jedoch einen erhöhten Platzbedarf. Eine Möglichkeit, die Energiekette an einem vorgegebenen Lauf an einer Metallwand zu leiten, basiert auf einem magnetischen System gemäß Innovationsprinzip 28 „Mechanik ersetzen“: magnetische Öffnungsstege (beispielsweise magsnap der Firma igus). Diese Adapter können einfach an die Energieketten angeklipt werden und lassen sich schnell und einfach auch bei bestehenden Systemen nachrüsten. Sie verfügen über Magnete, welche die Energiekette z.B. an den Metallwänden eines Regalbediengerätes fixiert. Hierdurch kann ein Hin- und Herschwingen der Kette verhindert werden, ohne, dass eine komplette Führungsrinne verbaut werden muss.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.igus.de/wpck/15531/magsnap>

<https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/magnetische-adapter-halten-e-ketten-in-der-bahn-a-463080/>

<https://wiki.induux.de/Energieketten>

<http://files.vogel.de/vogelonline/vogelonline/issues/mml/2008/003.pdf>

IP 29 - PNEUMATIK, HYDRAULIK

29.1 Hydraulikstempel/zylinder

In der Logistik müssen in vielen Anwendungsfällen Objekte auf andere Ladungsträger bzw. Lagerorte umgeschlagen werden. Dabei müssen große Kräfte aufgewendet werden, um z.B. Container umzuschlagen. Eine Möglichkeit, schwere Objekte anzuheben und zu bewegen, basiert auf Kranen. Diese zeichnen sich jedoch nicht durch eine große Mobilität aus und haben i.d.R. bauartbedingt eine relativ große Bauhöhe, da sie die Objekte von oben anheben. Dies schränkt die Nutzbarkeit von Kranen in Gebäuden, bspw. in Fertigungshallen oder Werksstätten, ein. Technische Hilfsmittel, die sich durch eine kleine Bauhöhe sowie hohe Mobilität und massive Traglasten auszeichnen, sind etwa Hydraulikstempel/-zylinder, die im kleinen Ausmaß als Wagenheber Anwendung finden. Hydraulikstempel/-zylinder nutzen Flüssigkeiten (meistens Öl), die eine geringe Komprimierbarkeit für die Kraftübertragung aufweisen. Hydraulikantriebe weisen eine hohe Kraftdichte auf. Hierdurch ist es möglich, mit relativ kleinen und leichten Geräten große Lasten anzuheben. Grundsätzlich wird bei Hydraulikstempeln eine Hydraulikpumpe über einen Elektromotor angetrieben (oder auch manuell per Hand). Dadurch wird Hydrauliköl mit hohem Druck durch Schläuche in die Zylinder gepumpt, wodurch diese auseinandergedrückt werden. So können Objekte angehoben und wieder gesenkt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:PoljcdV66vsj:www.mercateo.com/kw/maschine+nheber/maschinenheber.html+&cd=18&hl=de&ct=clnk&gl=de>

29.2 Luftkissen

Bei Transporten müssen Waren unterschiedlicher Größe bewegt werden. Eine Variante, diese Waren zu transportieren, besteht in eingepackten Artikeln als Palettenware, die auf LKW verladen oder in Containern verstaut werden. Hierbei können die Ladungseinheiten ohne Hilfsmittel i.d.R. nicht formschlüssig im Container oder LKW verstaut werden, sodass beim Transport der Waren Lücken entstehen. Dies ist kritisch, weil die Ladung bei einer Vollbremsung nicht verrutschen darf, damit weder die Ladung noch die Transportmittel Schaden nehmen. Ein möglicher Grund für die auftretenden Lücken ist, dass die Palettenmaße nicht mit den Größen der Container abgestimmt sind, wodurch immer ungenutzte Fläche verbleibt. Ein anderes Beispiel sind Kartonagen, in denen unterschiedliche Güter verpackt werden müssen und daher i.d.R. stets ein Freiraum entsteht. Je nach Größe und Gewicht der zu schützenden Ladung, werden unterschiedlich große Füllmaterialien benötigt. Diese können zwischen die zu transportierenden Waren in die Lücken gesteckt werden, um eine formschlüssige Ladungssicherung zu erreichen. Ein wichtiges Kriterium hierbei ist, dass um die Kosten gering zu halten, möglichst wenig Füllmaterial verwendet wird. Außerdem ist es essentiell, dass die Füllmaterialien in der benötigten Größe vorliegen. Eine Art von

Füllmittel, das wenig Materialeinsatz braucht und in der gewünschten Größe erstellt werden kann, sind Luftkissen, die auf dem IP 29 „Pneumatik, Hydraulik“ beruhen. Die Luftkissen werden in die Lücken gelegt und so lange mit einer speziellen Füllpistole mit Luft befüllt, bis diese fest zwischen den einzelnen Paletten eingeklemmt sind. Die Ladung ist somit kraftschlüssig gesichert. Luftkissen mit Ventilen sind außerdem wiederverwendbar, da die Luft über das Ventil entweichen kann. Da das Luftkissen aus bis zu 99 % Luft und nur zu ca.1 % aus Folie (z.B. HDPE-Folie) besteht, wird im Bezug zum Volumen nur sehr wenig eigentliches Füllmaterial benötigt, wodurch Luftkissen relativ umweltfreundlich und günstig sind.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.bindemann-verpackung.de/Stausaecke-und-Fuellpistolen>

<https://www.ratioform.de/Fuellen-Polstern-Schuetzen/Fuellen/Luftkissen/Luftkissen-im-Sack-CELL-O/>

<https://www.logistra.de/fachmagazin/nfz-fuhrpark-lagerlogistik-intralogistik/fachartikel-praxiswissen/171/verpackung-und-umweltschutz>

29.3 Luftkissentransportsysteme

In der Fertigung und im Lager können Situationen entstehen, in denen sehr große Lasten möglichst bodenschonend transportiert werden müssen. Dies kann beispielsweise bei der Montage von sehr schweren Maschinen vorkommen, die auf einer Fließlinie montiert werden sollen. Andere Fälle sind z.B. innerbetriebliche Veränderungen der Fabrikationsabläufe, die das Umsetzen von Produktionsanlagen erfordern oder das Verschieben von Regalen im Lager. Dabei sind viele konventionelle Fördermittel wie Gabelstapler oder Stetigförderer nicht einsetzbar, da diese i.d.R. keine schweren Lasten fördern können oder nicht in der Lage sind, die Lasten auch durch enge Räume zu manövrieren. Für solche Anwendungsfälle können, gemäß des IP 29 „Pneumatik, Hydraulik“ Luftkissentransportsysteme verwendet werden. Die Funktionsweise eines Luftkissentransportsystems ist analog der eines Luftkissenbootes. Bei einem Luftkissentransportsystem werden Luftkissen-Module (einzelne Luftkissen) eingesetzt, die eine flexible Membran aufweisen. Dabei wird eine glatte Bodenoberfläche benötigt, da nur ein kleiner Teil der Luft zwischen Boden und der Gummidichtung des Luftkissens entweichen darf. Unter dem Pad entsteht durch den sich aufbauenden Druck der Luft ein dünner Luftfilm, wodurch das Luftkissen ein paar Zehntel Millimeter über dem Boden schwebt. Somit gibt es quasi keine Reibung zwischen dem Luftkissentransportsystem und dem Boden, sodass auch schwere Lasten / Objekte mit relativ geringer Kraft transportierbar werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.luftkissen-transportssysteme.de/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Luftkissen>

<http://luftgleitkissen.de/techniken/luftkissen>

https://www.youtube.com/watch?v=lyFVh1_3lic&feature=youtu.be

IP 30 - FLEXIBLE HÜLLEN UND FILME

30.1 Eisschutzfolie

Ab Herbst kann es zu Frost in der Nacht kommen. Bei Fahrzeugen, die nicht in einer Garage stehen, kann dies zu vereisten Türschlössern und Scheiben führen. Damit der Kraftfahrer eine freie Sicht im Verkehr hat, muss vor dem eigentlichen Fahrtritt das Eis, beispielsweise durch einen Eiskratzer, von der Scheibe entfernt werden. Dieser Vorgang kostet jedoch Zeit. Eine Alternative, die das aufwendige Entfernen von Eis im Voraus vermeidet, sind Eisschutzfolien, die auf dem Innovationsprinzip IP 30 - Flexible Hüllen und Filme beruhen. Bei Eisschutzfolien handelt es sich um dünne Folien, die i.d.R. aus Kunststoffen oder Verbundstoffen bestehen und auf die Scheiben gelegt werden können. Als Thermofolien speichern sie die warme Luft zwischen der Folie und der Windschutzscheibe, sodass sich kein Eis auf der Windschutzscheibe bilden kann. Eisschutzfolien gibt es in unterschiedlichen Ausführungen, die i.d.R. über eine Lasche oder Überlänge verfügen, die eingeklemmt werden kann.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:
<https://strawpoll.de/eisschutzfolie>

IP 31 - PORÖSE MATERIALIEN

31.1 MOF-Verbindungen

In modernen Erdgasantrieben müssen Gase sicher und effizient gespeichert werden. Diese werden später als aufbereitetes Erdgas-Luft-Gemisch in den Zylindern verbrannt. Erdgas verfügt bei atmosphärischem Normaldruck über einen geringen volumetrischen Heizwert. Daher werden Lösungen benötigt, die dazu führen, dass im Tank eine ausreichende Energiemenge bei einem vertretbaren Volumen mitgeführt werden kann. Ein Ansatz, die Energiemenge pro Liter zu erhöhen, besteht im Verdichten von Erdgas (etwa 200 bar CNG = Compressed Natural Gas). Eine weitere theoretische Möglichkeit, das Energievolumen in Gastanks zu erhöhen, sind MOF-Verbindungen, die poröse Materialien gemäß Innovationsprinzip 31 darstellen. Bei metallorganischen Gerüstverbindungen (MOF) handelt es sich um hochporöse Materialien, die sich durch sehr hohe spezifische Oberflächen auszeichnen (bis 7.000 m²/g). Sie verfügen über einen modularen Aufbau aus anorganischen Knotenpunkten und organischen Bausteinen, wodurch gezielt die Porengröße sowie die chemische Beschaffenheit der Porenwände (Funktionalität) beeinflusst werden können. Aufgrund ihrer sehr hohen spezifischen Oberfläche gelten MOFs als vielversprechende Materialien für eine effiziente Speicherung von diversen Gasen (neben Erdgas beispielsweise auch Wasserstoff). Eine Gasflasche, die mit porösem Material gefüllt ist, kann ein Vielfaches an Gas speichern im Vergleich zu einer leeren Druckgasflasche. Hierdurch kann die Reichweite von Erdgasantrieben bzw. das Volumen des Fahrzeugtanks reduziert werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.elektronikpraxis.vogel.de/nanostrukturierte-mof-fuer-industrie-und-automotive-a-272975/>
https://www.iws.fraunhofer.de/en/pressandmedia/press_releases/2010/press_release_2010-07.html
https://dechema.de/dechema_media/Roadmap_MOF_2014-p-5580-view_image-1-called_by-dechema-original_site-dechema_eV-original_page-124930.pdf
<https://de.wikipedia.org/wiki/Erdgasfahrzeug>

31.2 Mikro stabilisierte poröse Silizium-Anoden(stabile Stromspeicher)

Im Bereich der Elektromobilität werden effektive, kleine und zuverlässige Speichermöglichkeiten für elektrische Energie in den Fahrzeugen benötigt. In der Regel werden in Elektroautos entweder Lithium-Ionen-Akkus oder Metall-Hydrid-Akkus eingesetzt. Metall-Hydrid-Akkus sind im Vergleich zu Lithium-Ionen-Akkus zwar weniger effektiv, dafür jedoch kostengünstiger. Ein Lithium-Ionen-Akku verfügt i.d.R. über eine Anode aus Graphit, obwohl eine Anode aus Silizium eine höhere Kapazität besitzt. Diese hat jedoch den Nachteil einer geringeren Haltbarkeit, da sich bei Entlade- und Ladevorgängen das Volumen der Silizium-Anode zum Teil um das Dreifache verändert. Die Volumenvergrößerung der Anode entsteht durch die Aufnahme von Ionen. Eine Möglichkeit, an der vom Institut für Photovoltaik (ipv) der Universität Stuttgart geforscht wird, durch die die Ionen-Aufnahmefähigkeit der Anode vergrößert werden kann, basiert auf dem Innovationsprinzip „Poröse Materialien“. Diese haben ein Verfahren entwickelt, bei dem mit Hilfe von Laser-Bestrahlung poröse und mikro stabilisierte Silizium-Anoden hergestellt werden können. Diese haben ein hohes Potential zur Ionenaufnahme und eine hohe Energiedichte durch eine große aktive Fläche bei gleichzeitig hoher mechanischer Stabilität.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://www.tlb.de/de/presse/einzelansicht/article/groessere-reichweite-und-laengere-lebens.html>
<https://www.inventionstore.de/angebot/208/>

31.3 Geräuschmindernder Fahrbahnbelag OPA (Offenporiger Asphalt)

Der Straßenverkehr stört bzw. belästigt seit vielen Jahren, als eine der dominierenden Lärmquellen, die Bevölkerungen vieler Länder. Die dauerhafte Lärmbelastung hat negative Auswirkungen auf die betroffenen Personen, wie etwa physische (z.B. akute Gehörschäden) oder psychische Erkrankungen (z.B. Ab-

nahme des Konzentrationsvermögens und der Lernfähigkeit). Geräuschquellen sind neben Motor und Antriebsstrang auch die Reifen und der Asphalt. Um den Lärm zu verringern, gibt es die Möglichkeit, die von den Fahrzeugen verursachten Geräusche einzudämmen. Eine umsetzbare Maßnahme beruht auf dem Innovationsprinzip IP 31 „Poröse Materialien“: offenporiger Asphalt (OPA). Aufgrund eines hohen Anteils an grobkörnigen Füllstoffen besitzt offenporiger Asphalt einen großen Hohlraumanteil. Um den hohen Hohlraumgehalt zu erreichen, wird fast ausschließlich Gestein einer Korngröße verwendet. Dadurch entsteht ein Korngerüst, dessen Körner sich gegenseitig stabilisieren. Die Zwischenräume zwischen den Körnern bleiben leer. Die Schallabstrahlung zwischen Asphalt und den Reifen ist stark davon abhängig, ob dieser schallreflektierend oder schallabsorbierend wirkt. Durch die vielen Hohlräume wirken offenporige Straßenbeläge schallabsorbierend und vermindern die Schallabstrahlung deutlich.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

http://www.bast.de/DE/Verkehrssicherheit/Publikationen/Veranstaltungen/U-Russisch-Deutsche-Konferenz-2010/Ressel-Vortrag.pdf?__blob=publicationFile&v=1

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verkehrsplaerm/strassenverkehrsplaerm#textpart-1>

https://www.adac.de/_mmm/pdf/umwelt_minderung_des_verkehrsplaerms_0511_76577.pdf

https://www.lfu.bayern.de/laerm/opa/projektbeschreibung/doc/physik_der_reifen_fahrbahn_gerauesche.pdf

31.4 Metallschaum (Schiffsbau)

Im Schiffbau muss das Gerüst aus seewasserbeständigen Legierungen gefertigt werden. Neben der Seebeständigkeit ist es wichtig, dass das Gerüst und die restlichen Aufbauten ein möglichst geringes Gewicht aufweisen. Das Gewicht hat Einfluss auf den Energieverbrauch, die Transportmenge sowie den Tiefgang des Schiffes. Eine Möglichkeit, das Gewicht des Schiffes zu reduzieren, basiert auf dem Innovationsprinzip IP 31 „Poröse Materialien“: Metallschaum. Metallschaum, auch poröser metallischer Werkstoff genannt, wird als Oberbegriff für aufgeschäumte metallische Werkstoffe verwendet. Metallschäume besitzen eine zelluläre Struktur, welche durch Poren und Hohlräume eine niedrige Dichte aufweist. Im Verbund mit Stahl- oder Aluminiumblechen außen und Metallschaum dazwischen können sogenannte Sandwiches hergestellt werden, die eine vielfach höhere Biegesteifigkeit bei einem gleichzeitig niedrigeren Gewicht als gewöhnliche Bleche aufweisen. Zusätzlich absorbieren Metallschäume gut kinetische Energie (bei Stößen) und eignen sich zur Abschirmung von elektromagnetischen Wellen. Neben dem eigentlichen Gerüst können weitere Elemente eines Schiffes, wie etwa Türen, Luken, Schornsteine oder Fußbodenplatten, mit Metallschaum gefertigt werden. Damit kann das Gewicht des gesamten Schiffes um etwa 20 – 30 % gesenkt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<http://havel-mf.com/branchen/schiffbau>

<https://www.iwu.fraunhofer.de/content/dam/iwu/de/documents/Broschueren/IWU-KB-Metallische-Schaeume.pdf>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Metallschaum>

IP 32 - FARBVERÄNDERUNG

32.1 Sichtverpackung (Blisterpack)

Beim Verkauf von Produkten ist es einerseits wichtig, dass sich der Kunde vor dem Kauf ein Bild über das Produkt machen kann. Andererseits müssen die Verpackungen neben einem verkaufsfördernden Layout auch den Schutz des eigentlichen Produktes übernehmen. Neben physischen Belastungen wie Stößen müssen viele Produkte auch zuverlässig vor Verschmutzung oder sonstiger Kontamination geschützt werden. Die Schutzfunktion einer Verpackung betrifft auch den Diebstahlschutz. Die eigentlichen Produkte sollen nicht schnell ohne großen Aufwand aus der Verpackung entnehmbar sein. Eine Möglichkeit, ein Produkt vor Verunreinigungen oder physischen Schäden zu schützen, dabei trotzdem für die Kunden sichtbar darzustellen, basiert auch dem Innovationsprinzip Farbveränderung und nennt sich Sichtverpa-

ckungen. Eine Sichtverpackung (auch Blister genannt) bezeichnet eine Produktverpackung, durch welche potentielle Kunden bzw. Käufer die verpackte Ware sehen können. Diese Verpackungen bestehen aus einer i.d.R. transparenten und passgenauen Kunststoff-Form, welche die eigentliche Ware von außen umschließt. Die Kunststoffform wird auf der Rückseite entweder von einer Pappkarte oder einer Kunststoffolie verschlossen. Sichtverpackungen machen daher die Ware zum einen für den Kunden anschaulich und greifbar, auf der anderen Seite wird das eigentliche Produkt geschützt. Da Sichtverpackungen häufig deutlich größer als das eigentliche Produkt sind und sich im Geschäft nur schwierig öffnen lassen, erschweren sie dazu den Diebstahl.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

https://das-unternehmerhandbuch.de/2015/05/05/hygienisch-absatzfoerdernd-diebstahlsicher-die-vielen-vorteile-von-blisterverpackungen/#Vorteil_4_Blister_erschweren_Diebstahl

<https://www.bittner-gmbh.de/de/verpackungen/blisterverpackungen/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sichtverpackung>

32.2 Warnwesten

Wenn es im Straßenverkehr zu einer Panne auf der Autobahn oder auf der Landstraße kommt, besteht die Gefahr, dass Personen auf der Straße (beispielsweise um ein Warndreieck aufzustellen) erst spät gesehen werden. Personen und/oder Sachschaden sind in solch einer Situation häufig nicht mehr vermeidbar. Auch im Lager/Produktion ist es für die Sicherheit sehr vorteilhaft, wenn einzelne Personen in sicherheitskritischen Bereichen, in denen beispielsweise Flurfahrzeuge eingesetzt werden, frühzeitig erkannt werden. Eine Möglichkeit, die Erkennbarkeit von Personen, vor allem bei schlechten Sichtverhältnissen, zu verbessern, basiert auf dem Innovationsprinzip „Farbveränderung“ in Form von Warnwesten. Warnwesten nutzen zur Sichtweitenverbesserung unter anderem geeignete Farbzusätze in der Form von Tageslichtleuchtfarbe. Tageslichtleuchtfarbe führt dazu, dass bei Tageslicht die Warnweste besonders hell erscheint, da diese UV-Licht mittels Fluoreszenz in sichtbares Licht umwandelt. Hierdurch kann bei Tageslicht bzw. ausreichend beleuchteten Räumen die Sichtbarkeit und Sichtweite deutlich verbessert werden. Zusätzlich verfügen Warnwesten über Reflektionsstreifen, die bei Dunkelheit einfallendes Licht in Richtung der Lichtquelle zurückwerfen.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Warnweste#Funktion>

<https://www.leasingtime.de/blog/381-besser-gesehen-werden-darum-sollten-sie-eine-warnweste-im-auto-haben>

<http://kfz-kennzeichen-abc.de/warnwestenpflicht-und-der-sinn-dahinter/>

32.3 Intelligent Glass Control(Continental)

Bei der Benutzung von Kraftfahrzeugen kann es passieren, dass es während der Fahrt zu starker Sonneneinstrahlung (etwa eine tief stehende Sonne über dem Horizont) und damit einhergehender Blendung des Fahrers kommt. Um diesem Problem vorzubeugen, verfügen Kraftfahrzeuge i.d.R. über eine Sonnenblende, die der Fahrer herunter klappen kann. Diese verschlechtert jedoch die Sicht des Fahrers. Zudem muss der Fahrer für den Moment des Klappens seine Hand vom Lenkrad nehmen, was zu einer vorübergehenden geringeren Fahrzeugkontrolle führt. Eine Variante, Scheiben auf Knopfdruck zu verdunkeln, basiert auf dem Innovationsprinzip „Farbveränderung“ in Form von intelligenter Glassteuerung (beispielsweise Intelligent Glass Control der Firma Continental). Intelligent Glass Control benutzt spezielle Folien, die in das Glas eingebunden sind. Bei Knopfdruck verändern diese durch elektrische Steuersignale ihre Lichtdurchlässigkeit. Mit Hilfe der Steuerung lassen sich zum einen einzelne Scheiben ansteuern, zum anderen kann der Grad der Verdunkelung individuell eingestellt werden. Durch die Verdunkelung der Scheibe ist diese weniger lichtdurchlässig, was zu einem höheren Komfort der Insassen sowie zur Vergrößerung der Sicherheit führt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.continental-automotive.com/de-de/Passenger-Cars/Interior/Comfort-Security/Intelligent-Glass-Control>

32.4 Verpackungssicherung für Plagiate

Produktfälschungen führen jährlich zu Milliarden Schäden. Neben den wirtschaftlichen Einbußen für die Unternehmen, haben gefälschte Produkte häufig eine niedrigere Qualität, was das Image der betreffenden Marken schädigt. Gefährlich sind vor allem auch nachgemachte Medikamente, welche einen falsch dosierten pharmazeutischen Wirkstoff enthalten. Ein mögliches Sicherheitsmerkmal, welches schwierig zu kopieren ist, besteht aus modernen Etiketten, die gemäß dem Innovationsprinzip Farbveränderung über einen farbigen Barcode verfügen. Dieser wird nur ab einer bestimmten Umgebungstemperatur sichtbar sowie auslesbar. Entwickelt wurden solche Etiketten vom Bundesamt für Materialforschung und -prüfung in Berlin. Die Etiketten setzen auf den Kunststoff thermoplastisches Polyurethan, welches ein Formgedächtnis besitzt und während eines thermo-mechanischen Verfahrens programmiert wird. Dieses Verfahren ist relativ aufwendig und erfolgt in 5 Schritten: Zuerst wird der Kunststoff erwärmt, daraufhin verformt, in der aufgezwungenen Form abgekühlt, entlastet und im letzten Schritt wieder auf Raumtemperatur gebracht. Mit Hilfe dieses Vorganges kann ein grafisches Element in die Polymeroberfläche eingefügt werden, das nach Abkühlung für das Auge unsichtbar ist. Wenn zu einem späteren Zeitpunkt der Kunststoff über Erwärmung in seine ursprüngliche Form zurückspringt, ist der Code wieder auslesbar. Sollte der Produktfälscher dieses Sicherheitsmerkmal übersehen oder fehlinterpretieren, kann zweifelsfrei nachgewiesen werden, dass es sich um eine Produktfälschung handelt.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://idw-online.de/de/news524780>

<http://www.chemie.de/news/142268/gegen-produktpiraterie-hightech-etiketten-mit-eingebautem-farbschalter.html>

<https://www.bz-berlin.de/artikel-archiv/so-erkennen-sie-gefaelschte-medikamente>

IP 33 - HOMOGENITÄT

33.1 Feuchteregulierende Verpackung

Obst, Gemüse sowie Fleisch leben als organische Gewebe auch nach ihrer Ernte biochemisch weiter und atmen bzw. schwitzen. Beim Atmen (Respiration) wird Sauerstoff und Kohlendstoffdioxid verbraucht und gleichzeitig Wasser sowie Wärme an die Umwelt abgegeben. In geschlossenen Verpackungen würde dies dazu führen, dass nach einer kurzen Zeit eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit in der Verpackung bestünde. Mögliche Folgen wären Kondenswasserbildung, Wasserumverteilung im Produkt und Wachstum von Mikroorganismen (Schimmel, Bakterien und Hefen), was wiederum zu Frische- und Qualitätsproblemen führen würde. Zu offen gestaltete Verpackungen trocknen die Produkte jedoch nach kurzer Zeit aus. Eine Verpackung für frische Lebensmittel soll daher einerseits eine Kondenswasserbildung verhindern, andererseits darf es auch nicht zu einem Austrocknen der frischen Lebensmittel kommen. Eine Möglichkeit, die Luftfeuchtigkeit einer Verpackung zu regulieren, sind spezielle Schutzgas-Verpackungen (MAP), die gemäß des Innovationsprinzips „Homogenität“ annähernd analog zum abgepackten Gut atmen. Kombiniert mit Schutzgas kann in der Verpackung ein Gleichgewichtszustand hergestellt werden, bei dem die Menge an Sauerstoff und Kohlendioxid, die durch die Folie ausgetauscht wird, der Atmungsrate des Produkts entspricht. Die Atmungsrate kann aufgrund einer komplexen Gleichung durch Einflussgrößen wie Sorte, Größe sowie Reife- und Verarbeitungsgrad bestimmt werden.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

<https://www.foodaktuell.ch/59930-2/>

<http://www.maag.de/index.php?id=111>

<https://www.ivv.fraunhofer.de/de/forschung/qualitaetserhalt-lebensmittel/feuchteregulierende-verpackung.html>

IP 34 - BESEITIGUNG UND REGENERATION

34.1 Volatile Corrosion Inhibitor

Metalloberflächen korrodieren mit dem in der Luft vorhandenen Sauerstoff und Wasser. Bekanntestes Beispiel für chemische Korrosion bei Metallen ist das Rosten bei der Oxidation von Eisen oder Stahl. Besonders problematisch ist das Rosten bei Transporten über Meere, da Salze den Rostvorgang beschleunigen. Neben Transporten können Korrosionsschäden auch während Produktionsprozessen oder auch bei der Lagerung entstehen. Um Korrosionsschäden, die zu Nacharbeit oder Ausschuss führen, zu verhindern, gibt es verschiedene Arten von Korrosionsschutz. Besonders bei temporärem Korrosionsschutz ist es wichtig, dass dieser sowohl zuverlässig schützt, aber auch einfach, ohne Belastung der Umwelt, zu entfernen ist. Eine Variante eines Korrosionsschutzes, der das Gut zuverlässig schützt und gleichzeitig ohne Aufwand entfernt werden kann, besteht in VCI-Substanzen (Volatile Corrosion Inhibitor). VCI-Materialien haben gegenüber sonstigen kurzfristigen Korrosionsschutzmitteln (etwa Öle/ Wachse) den Vorteil, dass diese nach Öffnen der Verpackung selbstständig entweichen. Hierdurch muss das geschützte Objekt nicht gereinigt werden und kann sofort montiert werden. VCI-Materialien folgen somit dem Innovationsprinzip „Beseitigung und Regeneration“. Bei VCI-Materialien handelt es sich um Salze, die in Papier, Trägerfolien oder in Pulver und Spray eingearbeitet wurden. Diese Trägerfolien umschließen das zu schützende metallische Objekt. Der VCI-Stoff hat die Eigenschaft relativ kontinuierlich in die Gasphase überzugehen und sich daraufhin als Film auf dem zu schützenden Gut abzusetzen. Von Metalloberflächen werden die VCI-Substanzen stärker angezogen als die Wassermoleküle, wodurch auf den Gütern eine Schutzschicht entsteht, die Wasserdampf abhält und vor Korrosion schützt. Wenn die Trägerfolien wieder entfernt werden, verflüchtigen sich die VCI-Stoffe und Rückstände.

Beispielhafte Links zu Quellen und Fotos:

https://de.wikipedia.org/wiki/Volatile_Corrosion_Inhibitor

<http://www.tis-gdv.de/tis/verpack/korrosio/schutz/schutz.htm>

<http://www.iq-fluids.de/korrosionsschutz.html>

Zitierte und weiterführende Literatur

[1] **Altshuller, G.; Shulyak, L.; Rodman, S.:** The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000);

zitiert und aufbereitet in :

Cascini, G.; Frillici, F.S.; Jantschgi, J.; Kaikov, I.; Khomenko, N.; Muraskovska, I.: tetris Teaching TRIZ at school. Handbuch des Tetris-Projektes: www.tetris-project.org. Auflage DE 1.1, November 2009. Entwickelt mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission, Förderprogramm Leonardo da Vinci, Programm für lebenslanges Lernen.

Hinweise

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für Aktualität und die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Markennamen und geschützte Warenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber. Die Nennung von Markennamen und geschützter Warenzeichen hat lediglich beschreibenden Charakter.

Danksagung

Das vorgestellte Projekt wurde gefördert aus Mitteln des BMBF im Rahmen der „Förderung individueller Studienwege (FIS)“ für „Forschendes Lernen“.

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**