



Die Hochschule im Dialog: Intelligente Verpackungen

Stephanie Abels-Schlosser

Intelligente Verpackungen

Stephanie Abels-Schlösser

Dezember 2019

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Hetzenrichter Weg 15
D-92637 Weiden
s.abels-schlösser@oth-aw.de

Abstract:

Verpackungen sind wichtige Bestandteile der logistischen Supply Chain. Eine Verknüpfung von diesen mit smarten Technologien ermöglicht es, Verpackungen als aktive Bestandteile mit spezialisierten Aufgaben in die Prozesse der Logistik, der Industrie und des Handels zu integrieren. Hieraus entstehen zahlreiche, neue Anwendungsfelder, die zukünftig noch an Bedeutung gewinnen werden. Ein wesentlicher Aspekt der Nutzung ist die Akzeptanz der Nutzer. Nur ökonomisch und ökologisch, vollständig durchdachte Konzepte werden sich durchsetzen können.

English abstract:

Packing and packaging are important components of the logistics supply chain. Their combination with smart technologies makes it possible to integrate them as active components with specialized tasks into the processes of logistics, industry and commerce. This results in numerous new fields of application that will become even more important in the future. An essential aspect is user acceptance. Only economically and ecologically elaborate concepts will establish themselves.

JEL: M11, L81, L90, Q56

Schlüsselworte: Logistik, Verpackung, Identifikation, Konnektivität

1 Einleitung

Verpackungen sind im Alltag allgegenwärtig. In der Logistik stellen sie wichtige Bestandteile der weltweiten Prozessketten, der Supply Chains, dar. Sie haben vielfältige Aufgaben. Neben der Lager- und Transportfunktion sind dies der Schutz der Ware, die Identifikations- und Informationsfunktion sowie die Verwendungsfunktion. (Jünemann, 1989, S. 123 ff.) Sie sollen Güter vor mechanischen, elektrischen, klimatischen, chemischen und biologischen Beanspruchungen schützen. Spezialverpackungen werden dann eingesetzt, wenn besondere Anforderungen an den Schutz des Gutes zu beachten sind. (Ten Hompel, Schmidt, & Dregger, 2018, S. 14 ff.)

Verpackungen werden in verschiedensten Bereichen eingesetzt. Die Hauptanwendungsfelder sind Lebensmittel, Industrieverpackungen sowie Getränke. Des Weiteren werden Verpackungen vor allem im Bereich der Pharmazeutischen Industrie sowie bei Kosmetika verwendet. (Gudehus, 2012, S. 580 ff.)

Der Lebenszyklus einer Verpackung erstreckt sich dabei von der Herstellung der Verpackung, über das Abpacken der Ware, den Transport und die Lagerung, die Auslieferung an den Groß- und Einzelhandel sowie den Konsumenten und wird durch die Entsorgung abgeschlossen. (Gneuss & Lehmann, 2016, S. 3 ff.)

Ein Packstück entspricht dabei der Packung und setzt sich aus der Verpackung sowie dem Packgut zusammen. (Gudehus, 2010, S. 410 ff.) Die Verpackung ihrerseits besteht aus dem Packmittel beispielsweise einer Faltschachtel sowie dem Packhilfsmittel z.B. dem Etikett. Diese sind ihrerseits aus verschiedensten Materialien z.B. Papier, Glas, Kunststoff oder auch Metall. (Ten Hompel u. a., 2018, S. 47)

2 Verpackungen - Aktiv – Intelligent – Smart

Verpackungen können nach ihrer Funktion, Schutz, Behältnis, Zweckmäßigkeit sowie Kommunikation unterschieden werden (Günter, Bleisch, Majschak, & Weiss, 2011, S. 15 ff.). Realisiert werden diese Funktionen durch unterschiedliche Verpackungsarten.

Unterschieden werden dabei insbesondere:

- Aktive Verpackungen
- Identifizierende Verpackungen
- Interaktive Verpackungen
- Intelligente Verpackungen
- Smarte Verpackungen

Aktive Verpackungen verbessern aktiv die Umgebungsbedingungen für das verpackte Gut. (Sängerlaub & Rieblinger, 2019) Identifizierende Verpackungen kennzeichnen das verpackte Gut. (Blecker & Huang, 2008, S. 175 ff.) Interaktive Verpackungen kommunizieren mit dem Anwender. („Produkt erklären mit Augmented Packaging“, 2019) Intelligente Verpackungen besitzen diagnostische und Indikatorfunktionen. (Kaßmann & Deutsches Institut für Normung, 2011) Smarte Verpackungen kommunizieren digital über das Internet of Things (IoT). („Smart Packaging: Von der Verpackungslösung zum digitalen Multitalent“, 2018), („Logistik 4.0 – smart, vernetzt, digitalisiert“, 2016), (Ten Hompel & Schmidt, 2010, S. 51 ff.)

2.1 Aktive Verpackungen

Aktive Verpackungen werden häufig bei Lebensmitteln eingesetzt. Hier gibt es verschiedene Zielrichtungen. Ein Lichtschutz der verpackten Waren wird durch UV-Filter und filternde Materialien z.B. Farbpigmente und Farbstoffe im sichtbaren Bereich des Lichtes durchgeführt. So können chemische oder biologische Reaktionen, welche durch Licht begünstigt werden, reduziert bzw. vermieden werden. („Aktive Verpackungen: längere Haltbarkeit bei Lebensmitteln“, 2019) Eine ähnliche Zielrichtung haben teiltransparente Verpackungen mit zwei lichtundurchlässigen Schichten oder auch starker Bedruckung, die darüber hinaus auch noch zu Marketingzwecken genutzt werden kann. Ethylenabsorber binden das bei der Reifung entstehende Ethylen und verhindern so die frühzeitige Reifung beispielsweise von Bananen. Eine wichtige Aufgabe von Verpackungen ist das Absorbieren von Sauerstoff, das ansonsten vielfältige Reaktionen unterstützen würde. („Scientific topic: Stoffe in aktiven und intelligenten Verpackungen“, 2019) Beginnend beim Abpacken unter einer Atmosphäre aus Schutzgas, dem sogenannten Modified Atmosphere Packaging (MAP), über den Einsatz von Hochbarrierefolien, die das Eindringen von Sauerstoff verhindern,

bis hin zur Einbringung von Sauerstoffabsorbieren als aktive Komponenten werden zahlreiche Versuche unternommen, die verpackten Güter vom Sauerstoff abzuriegeln. Daneben gibt es Verpackungen mit antimikrobieller Oberflächenbeschichtung sowie feuchteregulierende Materialien, um ungewünschte Veränderungen der Materialien zu verhindern. (Sängerlaub & Rieblinger, 2019), („Tag der Verpackung: Hightech“, 2019), (Dantzer, 1995) Die Zulassung aktiver Verpackungen wird durch EU-Verordnungen geregelt. („Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates“, 2004), („Verordnung (EG) Nr. 2023/2006 der Kommission“, 2006), (Verordnung (EG) Nr. 450/2009 der Kommission, 2009)

Zu den aktiven Verpackungen werden auch solche mit der Sniff Seal (Riech-Siegel) - Technologie gezählt. (Ahlhaus, 1997, S. 380 f.) Direkt am Verkaufsregal kann der Kunde am Produkt riechen, ohne es vorher zu öffnen. (Marbach, Schlodder, Schmid, & Zencir, 2018) Mikrokapseln mit dem Geruchsstoff beispielsweise des Waschmittels werden direkt auf einen induktionsversiegelten Verschluss der Verpackung gedruckt. Durch Drücken, Reiben wird der Duft freigesetzt, ohne dass ein Öffnen der Verpackung notwendig wird. Haltbar ist dies bis zu einem Jahr. („Verpackungen, die riechen“, 2019)

2.2 Identifizierende Verpackungen

Barcode

Die bekannteste und verbreitetste, identifizierende Verpackungskennzeichnung ist der Barcode. Beim 1-D Barcode werden durch verschieden breite, parallele Striche und Lücken Informationen verschlüsselt. (G. Bleisch, Langowski, & Majschak, 2014, S. 398)

Er ist kostengünstig, aber platzintensiv. Probleme bereitet die Lesbarkeit in der Logistik. So muss dieser Barcode mindestens einmal vollständig erfasst werden, um ihn verarbeiten zu können. Lesefehler können durch beschädigte Barcodes, falsch liegende Ware (face down) oder die Kombination schnelle Fördergeschwindigkeit bei gleichzeitig langsamen Leseraten entstehen. (Ten



Abbildung 1 1-D Barcode (oben) - 2-D Barcode (unten)

Hompel & Schmidt, 2010, S. 116 ff.) Die Weiterentwicklung des 1-D-Barcode stellt der 2-D-Barcode, ein zweidimensionaler, quadratischer Code, dar. Dieser wurde ursprünglich in der Automobilindustrie verwendet, um Komponenten zu kennzeichnen. (Stadler, 2010, S. 23 ff.), (Westermann, 2013, S. 31 ff.) Er ist weit verbreitet, sehr robust selbst bei Beschädigungen, da die Informationen einerseits mehrfach im Code enthalten sind und er zudem eine automatische Fehlerkorrektur beinhaltet. Ein oft verwendeter 2-D-Code ist der QR-Code. (*QR Code Overview & Progress of QR Code Applications Progress of QR Code Applications*, 2009), (Clausen, Ten Hompel, & Cripina, 2019), (Ten Hompel & Heidenblut, 2011, S. 25 f.)

Digimarc Barcode

Bei dem Digimarc Barcode handelt es sich um einen unsichtbaren Barcode quasi ein digitales Wasserzeichen, welches mit einem Spezialscanner bzw. einer Smartphone-App gelesen werden kann. (Cox, 2008, S. 61 ff.) Der für das Auge unsichtbare Barcode ist mehrfach auf der Verpackung angebracht, muss daher nicht gesucht werden. Die Lesung erfolgt unabhängig von der Lage des Teils. Dadurch sind die Probleme der Lesbarkeit meist eliminiert. („Digimarc, der unsichtbare Barcode“, 2015) Er ist weitgehend fälschungssicher und kann mit allen gängigen Codearten – EAN, QR, ... - gebildet werden. (Malik, 2005, S. 101 ff.) Oft ist er auch mit Social Media Kanälen verknüpft und bietet so einen Mehrwert. („Digital Watermark Code - der unsichtbare Barcode“, 2016), („Unsichtbarer Barcode könnte Verpackungsmarkt revolutionieren“, 2019)

OLED-Technologie

Aktuell, meist zu Werbezwecken, werden Verpackungen mit integrierter OLED (organische Leuchtdioden) -Technologie ausgestattet. Hierbei handelt es sich um eine wenige Nanometer dicke, selbst strahlende, flächige Lichtquelle aus organischen Halbleitern. Die OLED wird mit allen elektronischen Komponente inklusive Batterien gedruckt. Die Leuchtkraft ist so groß, dass die so erstellten Beschriftungen oder Graphiken auch in tagheller Umgebung erkennbar sind. Sie benötigen sehr wenig Energie und können aufgrund der Drucktechnik auch auf gewölbte Oberflächen aufgebracht werden. (Mattauch, 2018) Zukünftig sollen auch Videoinhalte druckbar sein. Nachteilig sind Seltene Erden als Bestandteile. Aufgrund der Nanomengen ist ein Recycling trotzdem aktuell nicht wirtschaftlich. Gemäß einer Untersuchung des Umweltbundesamtes sind OLEDs nachhaltig und aufgrund ihrer inerten Eigenschaften,

d.h. sie reagieren nicht mit der Umgebung, umweltverträglich. (Umweltbundesamt, 2013)

Fingerprint-ID-Technologie

Zielsetzung der Fingerprint-ID-Technologie bei Verpackungen ist die Identifikation der Verpackung und damit auch der enthaltenen Ware mittels der individuellen Faserstruktur vor dem Hintergrund des Fälschungsschutzes. („Logistik 4.0: Pappe hinterlässt digitalen Fingerabdruck“, 2017) Das Prinzip ist aus der Personenerkennung bekannt und wird auch für die Handymobilfreischaltung mittels Fingerprint genutzt. (Kirchner, 2018) Ein hochauflösender Scanner erfasst die Oberflächenstruktur der Verpackung und vergleicht diese mit einer in einer Datenbank hinterlegten charakteristischen Struktur. (Verband der Wellpappenindustrie e.V., 2017, S. 4–6) So könnte das Labeling entfallen, die Identifikation zweifelsfrei sichergestellt werden und ein Plagiatsschutz gewährleistet werden. (Malik, 2005, S. 50 ff.) Nachteilig sind die spezialisierten Lese- und Auswertesysteme sowie der Datenbankabgleich, die aktuell noch die Produktion der Verpackung z.B. der Wellpappe bzw. die Geschwindigkeit der Fördertechnik bremsen würden. Zurzeit ist diese Technologie noch im Forschungsstadium, wird aber von Herstellern von Verpackungsmaschinen sowie Werkstoffwissenschaftlern erforscht bzw. intensiv beobachtet. (Hofmann, 2019)

2.3 Interaktive Verpackungen

RFID-Technik

Ein Identifikationssystem, welches berührungslos und ohne Sichtkontakt gelesen und beschrieben werden kann, ist das Radio Frequency Identifikation Device (RFID). (Rusch, 2019) Ein RFID-System besteht aus einem Transponder, auch Smart Tag oder Smart Label genannt, dem Integrated Circuit (IC) und der Antenne, dem Lesegerät mit der zugehörigen Antenne, dem sogenannten Reader oder Scanner, sowie einem Verarbeitungssystem. (Ten Hompel & Heidenblut, 2011, S. 246 f.) Bei passiven RFIDs, die über keine eigene Stromversorgung verfügen, generiert dieses ein elektromagnetisches Feld. Der Transponder wird so angeregt und das Lesegerät kann lesend und schreibend auf ihn zugreifen. (Werthmann, Brandwein, Ruthenbeck, Scholz-Reiter, & Freitag, 2017) Die Reichweite eines RFID hängt stark von der verwendeten Sendefrequenz ab und reicht von wenigen Zentimetern bis hin zu Metern.

(„RFID-Frequenz“, 2019) Aktive Transponder sind mit einer eigenen Energiequelle ausgestattet und haben auch deutlich größere Reichweiten bis hin zu mehr als 100 m. (Blecker & Huang, 2008, S. 205 f.) RFIDs haben eine sehr hohe Lesequote, bei der Pulkerfassung z.B. mehreren Warenstücken auf einer Palette können aber oft 1-2 Teile nicht erkannt werden. (Wannenwetsch, 2014, S. 290 ff.) Das Auffinden bzw. Aussortieren dieser ist dann sehr aufwändig und reduziert den Nutzen des Einsatzes. Problematisch für logistische Anwendungen sind zudem Abschattungen durch Metalle und Flüssigkeiten. (Clausen u. a., 2019) Auch sind aktuell die Probleme der Datensicherheit bzw. des Datenschutzes nicht umfassend geklärt. Viele Daten werden unverschlüsselt übertragen. Allerdings gibt es hier mittlerweile Ansätze, dies zu ändern. (Finkenzeller, 2015, S. 42 ff.)

Chiploses Etikett aus Nanosilizium

Im Rahmen des Projektes DruLDE wurde ein chiploses Etikett aus Nanosilizium entwickelt. („DruIDE-Projekt: Funketiketten der Zukunft“, 2017) Dieses Etikett hat eine vergleichbare Funktionalität und Speicherfähigkeit wie ein konventioneller RFID-Tag. (Rezaiesarlak & Manteghi, 2015, S. 67 ff.) Ein Tintenstrahldrucker druckt das Etikett mit einer speziellen Tinte, die Silizium als Nanopartikel enthält, direkt auf die Unterlage z.B. das Paket. Zu einer elektronischen Schaltung wird diese Struktur dann mittels Laser verarbeitet. (Vierjahn, 2019) Das so generierte Etikett hat kein IC-Chip, ist deshalb wesentlich preiswerter als ein herkömmliches RFID-Etikett und spart aufgrund seiner Wiederverwendbarkeit Ressourcen. Ausgelesen werden die Informationen mit einem speziellen, maximal 10 m entfernten Lesegerät. (Blecker & Huang, 2008, S. 200 ff.)

NFC-Technik

Die Near Field Communication (NFC) stellt eine Weiterentwicklung der RFID-Technologie für einen eingegrenzten Anwendungsbereich dar. Sie ermöglicht die Datenübertragung im Nahfeld (1-4 cm) mittels eines festgelegten Kommunikationsstandards auf einer vorgegebenen, nicht veränderbaren Funkfrequenz. (Langer & Roland, 2010, S. 87 ff.), („RFID vs. NFC“, 2019) So können Daten aber auch Multimediainhalte zwischen zwei aktiven NFC-Transmittern bzw. Smartphones ausgetauscht werden. (Ten Hompel & Heidenblut, 2011, S. 206), (Finkenzeller, 2015, S. 468 ff.) NFC-Tags können mit dem Smartphone gescannt werden. Im Folgenden besteht die Möglichkeit, Produktinformationen nach Aufruf der

entsprechenden Internetseite abzurufen, über Social Media Plattformen zu kommunizieren oder mit dem Smartphone bargeldlos zu bezahlen. (Wilson, 2018) Darüber hinaus ermöglichen NFC-Markierungen, aufgrund einer Serialisierung die Echtheit der Produkte zu prüfen. Dies wird speziell beim Kampf gegen Produktfälschungen und zur Analyse von Graumärkten eingesetzt. (Langer & Roland, 2010, S. 105 ff.)

Für die WM 2018 wurde von Adidas mit dem Telestar 18 der erste offizielle NFC-fähige Spielball angeboten. Er kann mit dem Smartphone verbunden werden und ermöglicht so den Anwendern die Vernetzung mit Fußballfans weltweit, die Personalisierung des Balls mit den Lieblingsspielen des Turniers, die Teilnahme an Gewinnspielen u.v.a.m. Die gleiche Technologie wird auch bei Laufschuhen, Rucksäcken etc. verwendet und ermöglichen den Nutzern, Informationen über die gelaufenen Strecken, Zeiten, Orte zu erfassen, sich mit anderen zu vergleichen oder auch individuelle Trainingspläne zu gestalten und zu kontrollieren. (Melchior, 2015), (Kühn, 2018)

Eine ähnliche Smart-Packaging-Anwendung bietet Henkel Adhesive Technologies für die bei Friseuren genutzte Haarpflegemarke „Indola“. Hier können für die Pflegeprodukte durch eine NFC-Anbindung smarte Inhalte bereitgestellt werden. Friseure und Friseurinnen auf der ganzen Welt vernetzten sich so. Anleitungsvideos von prominenten Markenbotschaftern, ein regelmäßig aktualisiertes Instagram-Profil sowie ein Twitter und Facebook Account und andere interessante Features sind weitere Bestandteile des Markenauftritts. („Smart Packaging: 300.000 Artikel per NFC-Tag miteinander vernetzt“, 2018)

Faltschachteln für Arzneimittel mit einem NFC-Chip werden sowohl zu Marketingzwecken als auch aus Sicherheitsaspekten eingesetzt. Ohne den Download einer App kann der Chip mit einem Smartphone gelesen werden. Durch eine eindeutige Identifikationsnummer wird die Verpackung bzw. ihr Inhalt fälschungssicher. In Kombination mit einer App können Einnahmehinweise bereitgestellt werden. Auch kann die NFC-Technologie eingesetzt werden, um Kühlprozesse temperaturempfindlicher Waren zu verfolgen und zu überwachen. (August Faller Gruppe, 2019c)

Augmented Reality

Augmented Reality (AR) ist definiert als Kombination von virtueller Realität und realer Umwelt, wobei auch Überlagerungen vorhanden sein können. Die virtuellen und realen Objekte haben einen dreidimensionalen Bezug. Die Interaktion erfolgt in Echtzeit. (Azuma, 1997), (Mehler-Bicher & Steiger, 2014, S. 9 ff.) Während sie Aspekte der realen Welt enthält, bewegt sich Virtual Reality (VR) komplett in einer virtuellen, computergenerierten, interaktiven Umgebung. (*Virtual und Augment. Real.*, 2019) Verpackungen mit Augmented Reality Anwendungen verbinden interaktive Elemente mit Verpackungen. So können Produkte erklärt werden, Informationen zur Nutzung oder zu Anwendungen gegeben werden sowie Services oder Events angeboten werden. (Tönnis, 2010, S. 7 ff.) Es wird eine positive Nutzererfahrung geschaffen, aus der eine verbesserte Markenloyalität oder auch die Abwerbung von Nutzern von Wettbewerbern resultieren kann. Kosten entstehen für die App-Programmierung und das Grafikdesign. („Packaging Augmented Reality, better customer engagement.“, 2019) Es sind meist keine zusätzlichen Materialien oder Redesigns notwendig und Applikationen sind für fast alle Produkte generierbar. Anbieter von Verpackungen bieten inzwischen die Erstellung kundenindividueller Apps mit eigenem digitalen Inhalt an. (Zellfelder, 2018) Die Identifikation der jeweiligen Verpackung erfolgt dabei mittels „digital watermark“ oder auch Bilderkennung. („Produkt erklären mit Augmented Packaging“, 2019), („Smart Packaging - Constantia Interactive“, 2019) Anwendungsbeispiele für interaktive Verpackungen mit Augmented Reality sind von der Firma Revell eine Universal-APP zum digitalen Modellnachbau. Ein virtuelles Modell des fertigegebauten Bausatzes wird dargestellt. Ersatzteile können mittels integrierter Fotofunktion bestellt werden. Aktuelle Neuigkeiten rund um den Plastik-Modellbau werden veröffentlicht und es gibt einen interaktiven Storefinder. (Stefan, 2017)

Eine ansprechende Augmented Reality Applikation ist die der „Mooser Liesl“ – laut Werbung das erste sprechende und sich bewegende Etikett auf einer Getränkeflasche. Die aufgedruckte Mooser Liesl erzählt den geschichtlichen Hintergrund des Getränkes und preist den Geschmack an. („Mooser Liesl App + Film“, 2018) Natürlich setzen mittlerweile auch viele andere Unternehmen Augmented Reality ein, um Produkte zu bewerben oder näher zu erklären. (Marbach u. a., 2018) Gerade im Ersatzteilwesen, der Wareneingangsprüfung oder auch bei logistischen Abwicklungen werden zukünftig vermehrt auch Verpackungen mit Augmented Reality Funktionen zu finden sein. (Mehler-Bicher & Steiger, 2014, S. 85 ff.)

2.4 Intelligente Verpackungen

Frische-Indikator

Frische-Indikatoren messen die Wechselwirkung zwischen der reaktiven Substanz des Indikators und den chemischen Verbindungen der Stoffwechselprodukte des verpackten Gutes. So wird das Wachstum der Mikroorganismen im Verpackungsinnen erkennbar. Mittels eines Farbwechsels des Siegels (grün, gelb, rot) wird der Zustand der Ware angezeigt.

Nach dem gleichen Prinzip werden beim Reifesiegel z.B. für Käse Bestandteile von Aromen gemessen und dem entsprechenden Reifegrad zugewiesen. („ViandsCare - alles frisch... Frischesiegel, Kältesiegel, Reifesiegel“, 2019)

Zeit-Temperatur-Indikator

Mittels Zeit-Temperatur-Indikator wird der „Lebensweg“ eines Produkts über die gesamte Lebensmittelkette aufgezeichnet. Speziell wird über die Zeit aufgenommene Wärmedosis angezeigt. Der Farbton des Indikators ändert sich in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit. („Zhengzhou Freshliance Electronics Corp., Ltd, Temperature data logger manufacturer“, 2019) Dazu wird die Druckfarbe mit photochromen Pigmenten durch Einstrahlung von UV-Licht aktiviert. In Deutschland wird dieser Indikator von Fluggesellschaften bei der Verpackung von Kaviar genutzt. In den USA ist der Zeit-Temperatur-Indikator für verpackte Fisch- und Meeresfrüchte verpflichtend vorgeschrieben.

Eine Spezialanwendung des Zeit-Temperatur-Indikators ist das Pharmasiegel in Form des Impfsiegels. So können die Anforderungen eines kühlpflichtigen Impfstoffes während des gesamten Transportes über alle Beteiligten hinweg lückenlos überwacht und dokumentiert werden. („ViandsCare - alles frisch... Frischesiegel, Kältesiegel, Reifesiegel“, 2019)

Zahlencode mit APP-Anbindung

Mittels APP-Anbindung könne auch einfachste Verpackungen smart werden, wie die „TOPPITS® FOODSAVER APP“ zeigt. Einem auf die Verpackung aufgedruckten vierstelligen Zahlencode wird mit dieser App der Inhalt sowie das Verfallsdatum zugeordnet. Hierzu ist es erforderlich, die App auf das Smartphone zu laden.

Wahlweise kann dann eine Anmeldung erfolgen. Im Falle einer Anmeldung ist es möglich, über vorinstallierte Waren hinausgehend zusätzliche Produkte frei zu generieren und ihnen Verfallsdaten und sonstige Informationen z.B. Produktempfindlichkeit bei bestimmten Temperaturen zuzuordnen. (Kick, 2018), („Nichts mehr vergessen mit der neuen Foodsaver App von Toppits®“, 2018) Ein ähnliches System – in diesem Fall mit QR-Code und APP - findet bei ROTHO APPMYBOX Anwendung. Neben der Applikation „Food“ für Tiefkühlware, gibt es hier auch die Anwendungen „Storage“ und „Wine“. („AppMyBox“, 2019)

Barcode mit APP-Anbindung

Smart also intelligent kann der Barcode nur durch Anbindungen an Apps z.B. Codecheck werden. (Kohm, 2016) Diese App listet Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Kosmetika auf und bewertet diese. Die Bewertungen erfolgen auf Basis renommierter Datenquellen wie der Verbraucherzentrale, dem California Department of Public Health, der WWF-Scorecard. Auch werden in Zusammenarbeit mit Greenpeace und dem BUND Spezialbewertungen erstellt. (Babbe, 2015) Mitte 2019 sind ca. 31 Mio. Produkte in den Kategorien Kosmetik, Lebensmittel, Baby/Kind sowie mehr erfasst. (Dechering, 2017)

Arzneimittelverpackungen können mit einer Notfallkarte bzw. einer Medikationskarte auf QR-Code-Basis ausgestattet werden. Durch Scannen des QR-Codes kann der Patient seine Patientendaten auf einem – nicht unumstrittenen - Online-Gesundheitskonto speichern. Zur Authentifizierung erhält er eine Kartenummer sowie einen individuellen Sicherheitscode. Auch können versorgende Angehörige sowie Notfallkontakte erfasst werden. Unter Angabe des Sicherheitscodes sollen berechtigte Personen, behandelnde Ärzte oder Notfallhelfer auf relevante Informationen zugreifen können. (August Faller Gruppe, 2019c) Kombiniert werden kann diese Applikation mit dem eRezept, so dass hier zukünftig eine digitale Durchgängigkeit der Informationsbereitstellung und -verarbeitung gegeben ist. („Digitale Patientenakte: UKSH bietet Online-Gesundheitskonto für Patienten“, 2019)

Integriertes Soundmodul

Für eingeschränkt sehende oder blinde Menschen wurden Verpackungen mit integriertem Soundmodul, analog zu Grußkarten, entwickelt. Wichtige Informationen zur Einnahme des Medikaments, Nebenwirkungen oder Kontraindikationen werden

hier beim Öffnen der Verpackung „vorgelesen“. So können auch vielen Patienten erreicht werden, welche die Packungsbeilage nicht lesen können oder wollen. (August Faller Gruppe, 2019c)

Integrierter Bildschirm

Ein in die Verpackung eingebauter Bildschirm ermöglicht die Vorführung der korrekten Anwendung oder die Einnahme eines Medikamentes mittels einer Videosequenz, die abgespielt werden kann. Da Menschen wesentlich leichter komplexe oder umfangreiche Anweisungen optisch erfassen, ist die Nachhaltigkeit der Informationsvermittlung wesentlich effektiver. (August Faller Gruppe, 2019c)

Dash Replenishment System

Mittels eines Dash Replenishment Systems (DRS) besteht die Möglichkeit der automatischen Nachbestellung von Verbrauchsmaterialien bei Erreichen eines Mindestbestandes. Hierzu muss eine Connect-App auf das Smartphone geladen und mit dem Endgerät z.B. einem Drucker, einer Spülmaschine oder einer elektrischen Zahnbürste verbunden werden. („Auto-Replenishment hilft Ihnen“, 2019), (Neth, 2018) Die Geräte messen automatisch den Verbrauch und führen eine automatische Bestellung beim Erreichen des Mindestbestandes durch. Zeitnah erfolgt dann die Anlieferung der Produkte. („Amazon.de Hilfe: Infos zu Amazon Dash Replenishment“, 2019)

Eine Vereinfachung dieses Systems erfolgte durch die Dash-Buttons. (Matta, 2018) Hierbei handelt es sich um ein kleines Gerät mit elektromechanischem Taster, mit dem angemeldete Kunden Ware automatisch bestellen können. (Gierow, 2017) Diese Waren müssen zuvor mittels Shopping-App eines Anbieters ausgewählt werden. Zum Zeitpunkt der Installation und Auswahl werden die aktuelle Preis und Konditionen in der App angezeigt. Nachfolgend ist dies bei alleiniger Verwendung des Dash Buttons nicht möglich. Bestellungen werden durch das Drücken des Dash-Buttons getätigt. Hierzu wird nur eine WLAN-Verbindung nicht aber die App benötigt. Nachdem der Kunde bei Kauf mittels dieser Technologie nur unzureichend bzw. gar nicht über die Konditionen – Preis und bestellte Ware - informiert wird, wurde in Deutschland von mehreren Gerichten entschieden, dass die Anforderungen zur Ausgestaltung des Bestellvorgangs als ausdrückliche Bestätigung einer Zahlungsverpflichtung nicht erfüllt sind. (Landgericht München I, 2018a), (Landgericht München I, 2018b) Der Anbieter

hat aktuell die Dash-Buttons in Deutschland vom System abgemeldet und den Verkauf eingestellt. (Werner, 2019) Weiterhin in Anwendung werden die physischen Varianten - der automatische Dash-Nachbestelldienst in Geräten und der virtuelle Dash-Button in der App oder auf der Website des Anbieters - bleiben. (Preker, 2019)

Das Dash Replenishment System existiert parallel zum intelligenten Lautsprecher Echo, der mit der Sprachassistentin Alexa arbeitet. („Amazon.de Hilfe: Bestellungen mit Alexa aufgeben“, 2019) Bei diesem System werden allerdings der Preis sowie die Konditionen von Alexa benannt. Problematisch ist hierbei die Mithörfunktion, die zu unbeabsichtigten Bestellungen führen kann, aber auch gehackt oder zu Marketingzwecken ausgewertet werden kann. (Kaltschmidt, 2017), (Kannenber, 2019)

2.5 Smarte Verpackungen

Pick-By-Ink (P-INK)

Das elektronische Papier "Pick-bei-Ink" von der Größe einer Kanban-Karte ist dünn, biegsam, drahtlos und energiesparend. Es zeigt ohne Verkabelung, mit einem integrierten Akku, welcher eine Energiereserve von sechs Monaten hat, wichtige Kommissionierinformationen an und soll das herkömmliche, verkabelte System des Pick by Light ablösen. Gedacht ist es für eine zeitlich begrenzte Anwendung, z.B. für Saisonlager. Die Anzeige erfolgt auf einem reaktionsschnellen und kontraststarken Display, das mit konservativen Pick-by-Light-Lösungen konkurrieren kann. Auf dem e-Paper können Quittierungen und Korrekturen erfolgen, die mittels eines Regalsenders an das übergeordnete Steuerungssystem übertragen werden. Es ist ein kabelloses System, was sich als Plug-and-Play-Lösung implementieren lässt. Des Weiteren ist es Industrie 4.0 fähig, momentan allerdings noch im Forschungsstadium. („Plug and Pick mit P-INK“, 2016), (Emmerich & Emmerich, 2017), (Tüllmann, Prasse, Sagner, & Piastowski, 2017), (Korn, Schmidt, & Hörz, 2012), (Rathmayer & Pongratz, 2015)

F-IT

Ein ähnliches System wird vom Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Zusammenarbeit mit zahlreichen, namhaften Unternehmen entwickelt. Am Beispiel der SmartF-IT-Arbeitsstation werden auch hier elektronische

Etiketten, zusätzlich aber auch Kamera- und Projektionssysteme, Dienste zur adaptiven Werkerführung und selbstorganisierende, situationsangepasste Systeme in der Intralogistik geschaffen, die on-the-fly individuell angepasst werden können. (Wahlster, 2019), („Das semantische Fabrikgedächtnis: SmartF-IT liefert Meilenstein für Industrie 4.0“, 2015)

Smart Packaging „e-Paper“

Bei dem Smart Packaging „Medical Prescription“ handelt es sich um eine digitalisierte Faltschachtel mit e-Paper-Display und elektronischen Bedienelementen. Die Einnahmeverordnung wird mithilfe einer App und Bluetooth an die Faltschachtel übertragen. Die Schachtel in Verbindung mit dem e-Paper zählt die Tabletten herunter, erinnert den Patienten an die korrekte Uhrzeit zur Einnahme und meldet sich, wenn der Bestand unter einen Mindestbestand gefallen ist und ein neues Rezept bestellt werden muss. (August Faller Gruppe, 2019b)

Eine ähnliche Funktionalität besitzt die Verpackung „Counting Device“. Auch hier verfügt die Verpackung über ein e-Paper-Display mit elektronischen Bedienelementen. Jede Entnahme wird per Knopfdruck auf dem e-Paper bestätigt und in einer integrierten Zählvorrichtung erfasst. Bei Unterschreiten des Mindestbestandes wird auf dem e-Paper eine deutlich sichtbare Warnung bzw. der Hinweis auf Nachkauf ausgegeben. (August Faller Gruppe, 2019a)

Für flüssige Substanzen existiert die Verpackung „Level Indicator“. Der Füllstand einer blickdichten Flasche mit flüssiger Substanz wird mittels Knopfdruck erfasst. Auch hier erfolgt die Bedienung über ein e-Paper-Display mit elektronischen Bedienelementen. (August Faller Gruppe, 2019)

Durch diese Verpackungen kann die Compliance, die Termintreue der Behandlung, und die Convenience, die Handhabung für den Patienten, erheblich verbessert werden. („Faller präsentiert Faltschachtel mit Füllstandmessung“, 2018)

2.6 Verpackungen mit künstlicher Intelligenz

Kommunizieren Verpackungen über das Internet of Things (IoT), können verschiedenste Auswertungen auf erfasste Daten durchgeführt werden. Das Verbrauchsverhalten kann analysiert und darauf aufbauend verschiedene auch wissensbasierte Strategien des Warennachschubs, der Kaufmotivation u.v.a.m. entwickelt, getestet und umgesetzt werden. Hierzu werden Künstliche Intelligenz (KI)-Technologien mittels Sensorik bzw. Identifikationstools über das IoT mit den Verpackungen vernetzt. (Wahlster, 2019) Inwieweit vor dem Hintergrund des Datenschutzes und der gesetzlichen Rahmenbedingungen diese Strategien ohne Abstriche realisiert werden können, ist im Einzelfall zu prüfen.

Im Zusammenhang mit Künstlicher Intelligenz (KI) und Verpackungen wurde das Projekt „Nutella Unique“ initiiert. KI-Algorithmen berechnen hier das Design von Nutella-Etiketten. So wurden 2017 für den italienischen Markt mittels eines KI-Algorithmus 7 Millionen Nutella Gläser als Unikate hergestellt, indem tausende Muster und Farben kombiniert wurden. („Mit Nutella Gemella gibt es immer etwas, das uns verbindet.“, 2019), (Schaffrinna, 2018) Das Ergebnis des Design-Prozesses ist allerdings noch nicht zufriedenstellend. Die Selektion nach Schönheit der Etiketten hat (noch) nicht funktioniert und die Ergebnisse des Design Prozesses waren nach weitläufiger Meinung hässliche Etikettendesigns ohne Kreativität. Allerdings wird sich dies im Laufe der Zeit, wenn eine größere Datenbasis vorliegt und das maschinelle Lernverfahren entsprechend verfeinert wurde, sicherlich noch verbessern. Auch in anderen Branchen, beispielsweise dem Automobil- und Industriedesign, sind die mittels KI-Algorithmen entstandenen Werke und Entwürfe als „Generative Design“ häufig anzutreffen. Auch die visuelle Identität des MIT Media Lab wurde mithilfe eines generativen, also KI-basierten, Kommunikationsdesigns erstellt und verfügt über mehr als 40.000 Permutation also Instanzen. (The, 2011)

3 Marktdurchdringung

Smarte Verpackung werden gemäß verschiedener Level unterschieden: („Smart packaging levels“, 2019)

Level 0: Verpackung enthält keine smarten oder vernetzten Funktionen

Level 1: Verpackung enthält eine Kennzeichnung. Diese ist für alle Produkte gleich. Zum Lesen ist ein spezielles Lesegerät notwendig. Die Informationen sind nur für den Fachanwender vorgesehen.

Level 2: Die Verpackung enthält eine passive Kennzeichnung, die für alle Produkte gleich ist. Anders als bei einer Kennzeichnung gemäß Level 1 kann bei dieser der Kunde die Informationen lesen.

Level 3: Die Kennzeichnung ist serialisiert, d.h. jedem Produkt ist ein einzigartiger Produktcode zugeordnet, der gescannt werden kann oder z.B. mit NFC (Near Field Communication) -Technologie ausgelesen werden kann.

Level 4: Das Produkt wird mit dem Lesegerät z.B. dem Smartphone über Sensoren verbunden. Es ist keine Eingabe oder kein Scannen notwendig.

Level 5: Das Produkt verbindet sich „Stand Alone“ mit dem Internet. Sensoren und Produktinteraktionen (UX=User Experience) sind mit dem Produkt verhaftet.

Eine Studie hat die Marktakzeptanz von smarten Produkten untersucht. Alle Anwendungen befinden sich demzufolge in der Phase der Einführung – industrielle Produkte, Nahrungsmittel, Kosmetika - bzw. des Wachstums – Liköre, Spirituosen, Pharmazeutika. Smart Packing and Packaging (P&P) habe ein riesiges Potential nicht nur Werte zu schaffen, sondern eine disruptive Innovation für traditionelle Geschäftsmodelle zu sein. Dabei werden aktuell von den Markführern aller Industriezweige die vernetzten, smarten Verpackungsarten hervorgehoben, da sie Daten generieren und zur Verfügung stellen, die Entscheidungsfindungen unterstützen und Nutzer erfreuen.

In dieser Studie werden die nachfolgenden, eindeutigen Anwendungen für smarte Verpackungen unterschieden: (Saini, Khan, & Devan, 2018)

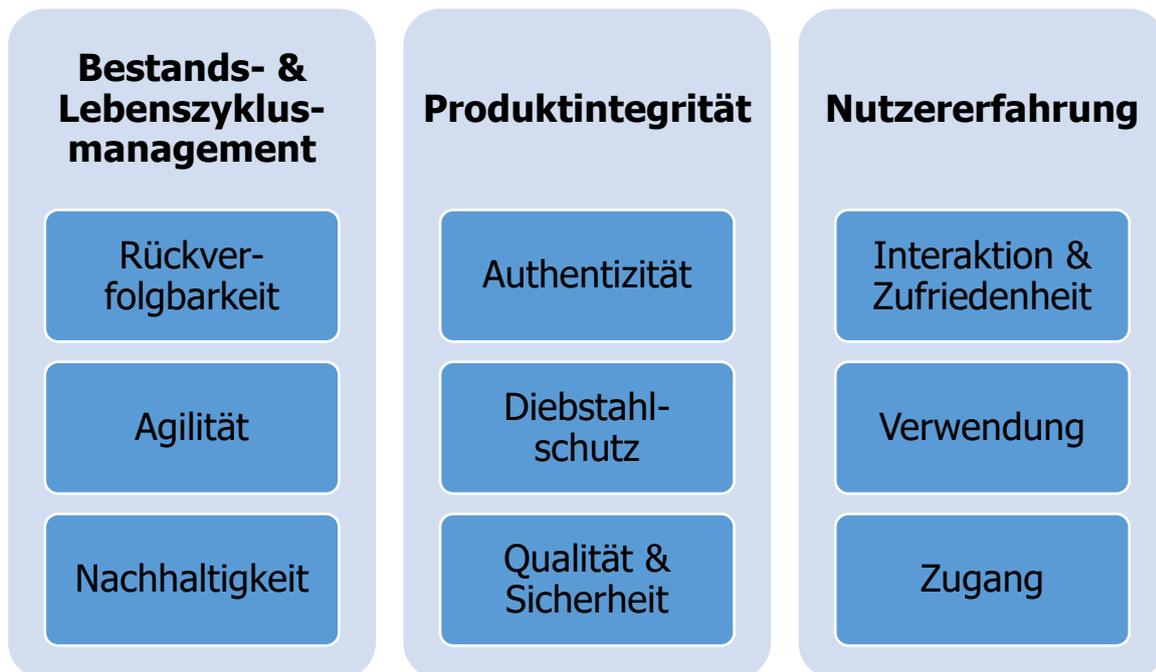


Abbildung 2 Neun unterschiedliche Anforderungen an smarte Verpackungen (in Anlehnung an Saini u.a., 2018)

Smarte Verpackungen stellen, obgleich sie zurzeit nur einen Anteil von etwa 5 % an allen Verpackungen haben, sowohl für Produzenten als auch für Nutzer zukünftig große Herausforderungen dar. Es ist daher wichtig, frühzeitig diese Technologien zu adaptieren, um den kommerziellen, gesetzlichen, technologischen, organisatorischen Anforderungen bestmöglich gerecht zu werden. So funktionieren smarte Verpackungen nur in einem Ökosystem von Partnern – Verpacker, Verbraucher, Marken, Händler, Logistiker – mit dem technologischen Subsystem, welches die ERP/SCM-Systeme, die Verwaltung und Lagerung, die Kommunikation, Sensorik und Geräte sowie die Analytik und Auswertung beinhaltet. (Saini u. a., 2018)

4 Nachhaltige Verpackungen

Das Verpackungsgesetz (VerpackG) trat zum 1.1.2019 in Kraft und regelt das Inverkehrbringen, die Rücknahme und Verwertung von Verpackungen. Insbesondere werden im § 21 die ökologische Gestaltung der Beteiligungsentgelte behandelt. Hierbei sollen insbesondere recycelfähige Materialien, die Verwendung von Recyclaten sowie von nachwachsenden Rohstoffen gefördert werden. (*Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen (Verpackungsgesetz-VerpackG)*, 2017)

Mehrere Studien haben in den letzten Jahren die Einstellung der Verbraucher hinsichtlich der Nachhaltigkeit von Verpackungen analysiert. Inzwischen befürwortet mehr als die Hälfte der Verbraucher Nachhaltigkeit bei Verpackungen. Auch sind viele bereit, mehr für nachhaltig verpackte Produkte zu zahlen. Interessant ist zudem, dass das Thema Nachhaltigkeit von Verpackungen in allen Altersgruppen als wichtig erachtet wird. („Nachhaltigkeit bei Verpackungen ist Verbrauchern wichtig“, 2015), (Reuter, 2019)

Daraus ergeben sich zahlreiche Anforderungen an die Verpackung von morgen. Der wichtigste Punkt ist sicherlich die Verpackungsvermeidung, dicht gefolgt von der Verpackungsverminderung. Mehrwegverpackungen, wenn sie ökologisch und ökonomisch sinnvoll sind, sollten Einwegverpackungen ersetzen. Eine große Bedeutung kommt der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen für Verpackungen zu. Dies sind beispielsweise Gras, Pappe, Zuckerrohr, Algen oder Mais. Aber auch recycelfähige Materialien und Verpackungen sollten zukünftig, wie auch vom Gesetzgeber im Verpackungsgesetz gefordert, andere Materialien ablösen. (*Verpackungen im Fokus Die Rolle von Circular Economy auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit*, 2018) Einkomponenten-Werkstoffe stellen hier neben funktionsfähigen Sammelsystemen wichtige Bestandteile eines solchen Systems dar. Dabei sind die Konzepte und Recyclingsysteme weltweit zu installieren, um nicht ein Verschieben von Müll in andere Länder zu ermöglichen. (Lu & De Bock, 2015, S. 37 ff.) Wenn Materialien aus nachhaltigen Quellen eingesetzt werden, ein intelligentes Design genutzt wird, können Verpackungen zukünftig recycelbar, wiederwendbar oder kompostierbar sein. („Entwicklung intelligenter Verpackungen“, 2019), (Günter. Bleisch u. a., 2011)

5 Zusammenfassung

Verpackungen haben zahlreiche Aufgaben und sind wichtige Voraussetzung für logistische Abwicklungen. Es lassen sich verschiedene Arten von Verpackungen unterscheiden, die für spezielle Anwendungsfälle entwickelt wurden und Prozesse sowie Abläufe unterstützen oder erst möglich machen. Aktive Verpackungen schützen Güter, indem sie Stoffe absorbieren, ungewollte Reaktionsmechanismen reduzieren oder auch den Zustand der Ware kennzeichnen. Im Rahmen von smarten Verpackungslösungen werden Verpackungen entwickelt, die einen verbesserten Fälschungsschutz haben, mit dem Internet of Things kommunizieren und über die reine Verpackungsfunktion hinausgehende Aufgaben wahrnehmen. Zukünftig wird sich eine autonome Verpackung agil in einer smarten Umgebung bewegen. Disruptive Veränderungen sind sowohl bei den herstellenden als auch den nutzenden Unternehmen zu erwarten. Der Stand der Marktdurchdringung ist aktuell noch im Bereich der Einführung bzw. des Wachstums. Allerdings ist zukünftig von einer vermehrten Nutzung und auch umfassenderen Marktdurchdringung auszugehen. Hierzu sind die Voraussetzungen im Unternehmensverbund zu schaffen. Nur in der Integration aller Beteiligten und genutzten Systeme können smarte Verpackungen einen Mehrwert für alle schaffen. Entscheidend für die zukünftige Nutzung von Verpackungen ist die Nachhaltigkeit der Konzepte. Nicht nur die Legislative, sondern auch der Kunde fordert hier immer energischer sinnvolle, umsetzbare und nachhaltige Gesamtlösungen, die nicht nur die Verpackung allein, sondern sämtliche Warenströme und Prozesse umfassen. Dieses Gesamtkonzept wird die große Herausforderung sein, die zukünftig das gesamten LifeCycle-Modell beeinflussen wird.

6 Literaturverzeichnis

- Ahlhaus, O. (1997). *Verpackung mit Kunststoffen : mit 91 Tabellen*. Hanser.
- Aktive Verpackungen: längere Haltbarkeit bei Lebensmitteln. (2019). Abgerufen 25. November 2019, von <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/lebensmittelproduktion/aktive-verpackungen-laengere-haltbarkeit-bei-lebensmitteln-7066>
- Amazon.de Hilfe: Bestellungen mit Alexa aufgeben. (2019). Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.amazon.de/gp/help/customer/display.html?nodeId=201807210>
- Amazon.de Hilfe: Infos zu Amazon Dash Replenishment. (2019). Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.amazon.de/gp/help/customer/display.html?nodeId=201969470>
- AppMyBox. (2019). Abgerufen 26. November 2019, von <http://www.appmybox.com/>
- August Faller Faller Gruppe. (2019). *PRESSEINFORMATION: Intelligente Faltschachtel mit Füllstandmessung Faller präsentiert die Smart-Packaging-Lösung „Level Indicator“*. Abgerufen von www.august-faller.com
- August Faller Gruppe. (2019a). *Faller präsentiert den Smart-Packaging-Prototyp „Counting Device“, der das Tablettenzählen erleichtert*. Abgerufen von www.august-faller.com
- August Faller Gruppe. (2019b). *Fallers Smart Packaging Lösung „Medical Prescription“*. Abgerufen von www.august-faller.com
- August Faller Gruppe. (2019c). *Interactive Packaging by Faller*. Abgerufen 29. November 2019, von https://www.faller-packaging.com/de/lp_interactive-packaging.html
- Auto-Replenishment hilft Ihnen. (2019). Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.siemens-home.bsh-group.com/lu/de/inspiration/innovation/verbunden/anwendungsfall/auto-replenishment>
- Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments* (Bd. 6). Abgerufen von <http://www.cs.unc.edu/~azumaW/>
- Babbe, A. (2015). Die neue Codecheck-App - Gleich herunterladen! – | ||| | || CODECHECK.INFO. Abgerufen 26. November 2019, von <https://www.codecheck.info/news/Die-neue-Codecheck-App-57106>
- Blecker, T., & Huang, G. Q. (Eds. . (2008). *RFID in operations and supply chain management : research and applications*. (T. Blecker & G. Q. Huang, Hrsg.) (1.). Berlin: Erich Schmidt Verlag.

- Bleisch, G., Langowski, H.-C., & Majschak, J.-P. (2014). *Lexikon Verpackungstechnik*. Behr's Verlag GmbH & Co.KG. Abgerufen von <https://books.google.de/books?id=e0c3BAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=de#v=onepage&q&f=false>
- Bleisch, Günter., Majschak, J.-P., & Weiss, U. (2011). *Verpackungstechnische Prozesse: Lebensmittel-, Pharma- und Chemieindustrie*. Behr.
- Clausen, U., Ten Hompel, M., & Cripina, A. (2019). *AUTOID-TECHNOLOGIEAUSWAHL FÜR DIE AUTOMATISCHE IDENTIFIKATION*. Dortmund. Abgerufen von <https://www.Impl.fraunhofer.de/content/dam/Impl/de/documents/OE150/Flyer1/AutoID.pdf>
- Cox, I. J. (Ingemar J. . (2008). *Digital watermarking and steganography*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Dantzer, H. (1995). *Techniken der Qualitätssicherung im Lagerwesen und Güterversand: Klimaschutz, Korrosions- und Feuchteschutz, Kühl- und Tiefkühl-Logistik*. Expert-Verl.
- Das semantische Fabrikgedächtnis: SmartF-IT liefert Meilenstein für Industrie 4.0. (2015). Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.dfki.de/web/news/das-semantische-fabrikgedaechtnis-smartf-it-liefert-meilenstein-fuer-industrie-40/>
- Dechering, M. (2017). Apps zum Checken von Inhaltsstoffen. Abgerufen 26. November 2019, von <https://www.natuerlich-schoener.com/apps-zum-checken-inhaltsstoffen/?cn-reloaded=1>
- Digimarc, der unsichtbare Barcode. (2015). Abgerufen 26. November 2019, von <https://www.identwerk.de/technologie/digimarc-der-unsichtbare-barcode>
- Digital Watermark Code - der unsichtbare Barcode. (2016). Abgerufen 26. November 2019, von <https://www.neue-verpackung.de/44671/digital-watermark-code-der-unsichtbare-barcode/>
- Digitale Patientenakte: UKSH bietet Online-Gesundheitskonto für Patienten. (2019). Abgerufen 29. November 2019, von <https://www.kma-online.de/aktuelles/it-digital-health/detail/uksh-bietet-online-gesundheitskonto-fuer-patienten-a-40369>
- DruIDE-Projekt: Funketiketten der Zukunft. (2017). Abgerufen 25. November 2019, von <https://www.deutschland-nederland.eu/funketiketten-der-zukunft/>
- Emmerich, J., & Emmerich, J. (2017). Besser picken mit P-INK. *Logistik entdecken*, (Nr.17), 10–11.
- Entwicklung intelligenter Verpackungen. (2019). Abgerufen 2. Dezember 2019, von https://www.henkel.de/nachhaltigkeit/positionen/verpackung#Tab-804886_3

- Faller präsentiert Faltschachtel mit Füllstandmessung. (2018). Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.neue-verpackung.de/56853/faller-praesentiert-faltschachtel-mit-fuellstandmessung/>
- Finkenzeller, K. (2015). *RFID-Handbuch. RFID-Handbuch*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. <https://doi.org/10.3139/9783446444393>
- Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen (Verpackungsgesetz-VerpackG)*. (2017). Abgerufen von www.gesetze-im-internet.de
- Gierow, H. (2017). Reverse Engineering: Mehr Spaß mit Amazons Dash-Button - Golem.de. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.golem.de/news/reverse-engineering-mehr-spass-mit-amazons-dash-button-1701-125359.html>
- Gneuss, M., & Lehmann, K. (2016, September). Intelligente Verpackungen - Wie aus Zukunft Gegenwart wurde. *Reflex Verlag*, 12. Abgerufen von https://www.verpacken-info.de/application/files/5014/7325/6247/1609_13_IntelligenteVerpackung_HB_APP.pdf
- Gudehus, T. (2010). *Logistik. Logistik*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-89389-9>
- Gudehus, T. (2012). *Logistik II. Logistik II*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-29376-4>
- Hofmann, A. (2019). Track & Trace per „Fingerabdruck“. Abgerufen 28. November 2019, von www.ipm.fraunhofer.de
- Jünemann, R. (1989). *Materialfluß und Logistik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-08532-5>
- Kaltschmidt, T. (2017). Amazon Echo: Nachrichtensprecher löst Massenbestellung aus | heise online. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Amazon-Echo-Nachrichtensprecher-loest-Massenbestellung-aus-3591039.html>
- Kannenbergh, A. (2019). Justizministerium warnt vor Zugriff auf Daten von Alexa & Co. | heise online. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Justizministerium-warnt-vor-Zugriff-auf-Daten-von-Alexa-Co-4441123.html>
- Kaßmann, M., & Deutsches Institut für Normung. (2011). *Grundlagen der Verpackung Leitfaden für die fächerübergreifende Verpackungsausbildung*. Beuth.

- Kick, I. (2018). APPSfactory entwickelt intelligente App zum Management des... - Appsfactory GmbH. Abgerufen 26. November 2019, von <http://newsroom.appsfactory.de/pressreleases/appsfactory-entwickelt-intelligente-app-zum-management-des-gefrierschranks-fuer-toppits-2598274>
- Kirchner, S. (2018). JDI: Fingerabdrucksensor für jede Oberfläche. Abgerufen 28. November 2019, von <https://www.teltarif.de/jdi-biometrie-fingerabdruck-glasscheibe/news/71440.html>
- Kohm, T. (2016). Codecheck - Inhaltsstoffe in Lebensmittel & Kosmetik aufspüren - Energieleben. Abgerufen 26. November 2019, von <https://www.energieleben.at/codecheck-inhaltsstoffe-in-lebensmittel-kosmetik-aufspueren/>
- Korn, O., Schmidt, A., & Hörz, T. (2012). Assistive systems in production environments: Exploring motion recognition and gamification. In *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/2413097.2413109>
- Kühn, I. (2018). Player: So erfährt Adidas alles über Läufer. Abgerufen 28. November 2019, von <https://etailment.de/news/stories/adidas-runtastic-Event-21432>
- Landgericht München I. (2018a). 12 O 730/17, 1–47.
- Landgericht München I. (2018b). 29 U 1091/18, 1–22.
- Langer, J., & Roland, M. (2010). *Anwendungen und Technik von Near Field Communication (NFC)*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-05497-6>
- Logistik 4.0: Pappe hinterlässt digitalen Fingerabdruck. (2017). Abgerufen 28. November 2019, von <https://logistik-heute.de/news/logistik-4-0-pappe-hinterlaesst-digitalen-fingerabdruck-14054.html>
- Logistik 4.0 – smart, vernetzt, digitalisiert. (2016). Abgerufen 15. November 2017, von <http://www.ingenieur.de/Logistik-fuer-Unternehmen/2016/Ausgabe-04-05/Topthema/Logistik-4.0-smart.-vernetzt.-digitalisiert?page=5>
- Lu, M., & De Bock, J. (2015). *Sustainable logistics and supply chains: Innovations and integral approaches*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17419-8>
- Malik, H. (2005). *Fälschungssichere Verpackungen: Sicherheitstechnologien und Produktschutz*. Hüthig.
- Marbach, E., Schlodder, C., Schmid, V., & Zencir, V. (2018). *Intelligente Verpackungen - Seminararbeit*. Weiden.

- Matta, R. (2018). Amazon erweitert automatisches Nachbestell-Programm Dash Replenishment Service (DRS) in Deutschland - Notebookcheck.com News. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.notebookcheck.com/Amazon-erweitert-automatisches-Nachbestell-Programm-Dash-Replenishment-Service-DRS-in-Deutschland.318202.0.html>
- Mattauch, C. (2018). Smarte Boxen: Wenn Faltschachteln digital werden. Abgerufen 27. November 2019, von <https://www.absatzwirtschaft.de/smarte-boxen-wenn-faltschachteln-digital-werden-140286/>
- Mehler-Bicher, A., & Steiger, L. (2014). *Augmented Reality*. München: OLDENBOURG WISSENSCHAFTSVERLAG. <https://doi.org/10.1524/9783110353853>
- Melchior, L. (2015). Adidas: Near Field Communication in Sneakers - internetworld.de. Abgerufen 28. November 2019, von <https://www.internetworld.de/onlinemarketing/near-field-communication/adidas-near-field-communication-in-sneakers-913102.html>
- Mit Nutella Gemella gibt es immer etwas, das uns verbindet. (2019). Abgerufen 1. Dezember 2019, von https://www.ogilvy.it/portfolio/nutella_gemella_c_e_sempre_qualcosa_che_ci_unisce.html
- Mooser Liesl App + Film. (2018). Abgerufen 29. November 2019, von <https://www.mooserliesl.de/mooser-liesl-app-film>
- Nachhaltigkeit bei Verpackungen ist Verbrauchern wichtig. (2015). Abgerufen 2. Dezember 2019, von https://www.sti-group.com/de/news/studien-whitepaper/article.html?tx_news_pi1%5Bnews%5D=80&cHash=c68890a7cf9d2acd19671a6a94c425c5
- Neth, A. (2018). Höhere Kundenzufriedenheit durch Integration von Amazon Dash Replenishment. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://newsroom.kyoceradocumentsolutions.de/hohere-kundenzufriedenheit-durch-integration-von-amazon-dash-replenishment/>
- Nichts mehr vergessen mit der neuen Foodsaver App von Toppits®. (2018). Abgerufen 26. November 2019, von <https://www.toppits.de/de/die-toppits-foodsaver-app-jetzt-gratis-herunterladen-342.html>
- Packaging Augmented Reality, better customer engagement. (2019). Abgerufen 29. November 2019, von <https://packagingar.com.au/>
- Plug and Pick mit P-INK. (2016). Abgerufen 1. Dezember 2019, von https://www.Impl.fraunhofer.de/de/presse_medien/pressemitteilungen/PlugandpickmitPINK.html

- Preker, A. (2019). Amazon klemmt „Dash“-Buttons bald ab - nur noch virtuell nachbestellen - SPIEGEL ONLINE. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/amazon-klemmt-dash-buttons-bald-ab-nur-noch-virtuell-nachbestellen-a-1280129.html>
- Produkt erklären mit Augmented Packaging. (2019). Abgerufen 29. November 2019, von <http://www.treffpunkt-idee.com/produkt-erklaren-mit-augmented-packaging/>
- QR Code Overview & Progress of QR Code Applications Progress of QR Code Applications.* (2009).
- Rathmayer, S., & Pongratz, H. (2015). *Adaptive und gamifizierte Werkerassistenz in der (semi-) manuellen Industrie 4.0-Montage.* German Computer Society.
- Reuter, S. (2019). Nachhaltige Verpackungen für Kosmetik, Lebensmittel & Versand - Utopia.de. Abgerufen 2. Dezember 2019, von <https://utopia.de/ratgeber/nachhaltige-verpackungen/#versand>
- Rezaiesarлак, R., & Manteghi, M. (2015). *Chipless RFID: Design procedure and detection techniques. Chipless RFID: Design Procedure and Detection Techniques.* Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-10169-9>
- RFID-Frequenz. (2019). Abgerufen 28. November 2019, von <https://www.itwissen.info/RFID-Frequenz-RFID-frequency.html>
- RFID vs. NFC. (2019). Abgerufen 28. November 2019, von <https://www.nfc-tag-shop.de/info/nfc-vergleich/rfid-vs-nfc.html>
- Rusch, B. (2019). Das Funketikett will dem Barcode an den Kragen - Logistik 4.0. Abgerufen 25. November 2019, von <https://www.hannovermesse.de/de/news/news-fachartikel/das-funketikett-will-dem-barcode-an-den-kragen>
- Saini, K., Khan, A., & Devan, P. (2018). Smart packaging: How to create and capture value | Deloitte Insights. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/retail-distribution/smart-packaging-how-to-create-and-capture-value.html>
- Sängerlaub, S., & Rieblinger, K. (2019). Aktive und Intelligente Verpackung. Abgerufen 18. November 2019, von www.ivv.fraunhofer.de
- Schaffrinna, A. (2018). Generatives Design – Co-Kreation dank künstlicher Intelligenz – Design Tagebuch. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.design-tagebuch.de/generatives-design-co-kreation-dank-kuenstlicher-intelligenz/>
- Scientific topic: Stoffe in aktiven und intelligenten Verpackungen. (2019). Abgerufen 25. November 2019, von <https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/active-and-intelligent-packaging-substances>

- Smart Packaging: 300.000 Artikel per NFC-Tag miteinander vernetzt. (2018). Abgerufen 28. November 2019, von <https://packaging-journal.de/henkel-smart-packaging-nfc-tags-indola/>
- Smart Packaging: Von der Verpackungslösung zum digitalen Multitalent. (2018). Abgerufen 18. November 2019, von <https://www.thimm.de/presse-events/aktuelles/settings-presse/News/detail/news-uid/smart-packaging-von-der-verpackungsloesung-zum-digitalen-multitalent/>
- Smart Packaging - Constantia Interactive. (2019). Abgerufen 25. November 2019, von <https://interactive.cflex.com/for-marketeers/smart-packaging/>
- Smart packaging levels. (2019). Abgerufen 25. November 2019, von <https://www.water-io.com/smart-packaging-levels>
- Stadler, N. (2010). *Mobile tagging im Marketing: ein Überblickswerk mit Schwerpunkten Near-field-communication (NFC) und QR-Code*. AVM.
- Stefan. (2017). Revell Augmented Reality - Revell Community. Abgerufen 29. November 2019, von <https://community.revell.de/viewtopic.php?t=4484>
- Tag der Verpackung: Hightech. (2019). Abgerufen 25. November 2019, von <https://www.tag-der-verpackung.de/hightech.html>
- Ten Hompel, M., & Heidenblut, V. (2011). *Taschenlexikon Logistik. Taschenlexikon Logistik*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19945-5>
- Ten Hompel, M., & Schmidt, T. (2010). *Warehouse Management. Warehouse Management*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-03185-4>
- Ten Hompel, M., Schmidt, T., & Dregger, J. (2018). *Materialflusssysteme Förder- und Lagertechnik*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56181-2>
- The, R. (2011). MIT Media Lab Identity. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://vimeo.com/20250134>
- Tönnis, M. (2010). *Augmented Reality einblicke in die erweiterte Realität. Berlin und Heidelberg*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14179-9_1
- Tüllmann, C., Prasse, C., Sagner, D., & Piastowski, H. (2017). Whitepaper Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Intralogistik. *Fraunhofer IML, 3*, 14. <https://doi.org/10.24406/IML-N-462114>

- Umweltbundesamt. (2013). *FACT SHEET NANO PRODUCTS Nanotechnology-based lighting systems: organic light-emitting diode (OLED) 1 Description of the application 1.1 Products and purpose of using nanomaterials 1*. Abgerufen von www.umweltbundesamt.de
- Unsichtbarer Barcode könnte Verpackungsmarkt revolutionieren. (2019). Abgerufen 26. November 2019, von https://www.interpack.de/de/TIGHTLY_PACKED/NEWS/NAHRUNGSMITTELVERRACKUNGEN/News/Unsichtbarer_Barcode_könnte_Verpackungsmarkt_revolutionieren
- Verband der Wellpappenindustrie e.V. (2017, Februar). Smartboard: Wellpappenverpackungen als Rückgrat der Logistik 4.0. *ausgepackt*, 2–6. Abgerufen von https://www.wellpappen-industrie.de/data/04_Verband/05_Publikationen/01_ausgepackt/ausgepackt2-2017.pdf
- Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates. (2004), 1–4.
- Verordnung (EG) Nr. 2023/2006 der Kommission. (2006), 1–7.
- Verordnung (EG) Nr. 450/2009 der Kommission, Amtsblatt der Europäischen Union § (2009). Brüssel. Abgerufen von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0450&from=DE>
- Verpackungen, die riechen. (2019). Abgerufen 25. November 2019, von https://www.interpack.de/de/TIGHTLY_PACKED/NEWS/KOSMETIKVERPACKUNG EN/News/Verpackungen,_die_riechen
- Verpackungen im Fokus Die Rolle von Circular Economy auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit*. (2018).
- ViandsCare - alles frisch... Frischesiegel, Kältesiegel, Reifesiegel. (2019). Abgerufen 25. November 2019, von <http://frischeindikator.de/Produkte/Spezialsiegel>
- Vierjahn, B. (2019). Meldungen aus der UDE. Abgerufen 25. November 2019, von <https://www.uni-due.de/2019-10-11-chiplose-funktiketten-zum-aufdrucken>
- Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*. (2019). *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58861-1>
- Wahlster, W. (2019). *Zukunft der Industrie Industrie 4.0: Das Internet der Dinge kommt in die Fabriken*. Abgerufen von www.dfki.de/~wahlster
- Wannenwetsch, H. (2014). *Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung. Springer-Lehrbuch*. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-45023-5>

- Werner, S. (2019). Amazon: Dash-Buttons werden Ende des Monats nutzlos - Notebookcheck.com News. Abgerufen 1. Dezember 2019, von <https://www.notebookcheck.com/Amazon-Dash-Buttons-werden-Ende-des-Monats-nutzlos.428585.0.html>
- Werthmann, D., Brandwein, D., Ruthenbeck, C., Scholz-Reiter, B., & Freitag, M. (2017). Towards a standardised information exchange within finished vehicle logistics based on RFID and EPCIS. *International Journal of Production Research*, 55(14), 4136–4152. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1254354>
- Westermann, N. (2013). *QR-CODEs im Mobile Marketing optimal einsetzen Alles, was Sie wissen müssen, um QR-Codes in der Praxis erfolgreich einzusetzen*. epubli GmbH.
- Wilson, E. (2018). Betritt die Welt der Nahfeldkommunikation: Wie man für NFC designt - 99designs. Abgerufen 28. November 2019, von <https://99designs.de/blog/marketing-werbung/nfc-design/>
- Zellfelder, S. (2018). Die besten AR-Apps für Android. Abgerufen 29. November 2019, von <https://www.pcwelt.de/a/die-besten-ar-apps-fuer-android,3448312>
- Zhengzhou Freshliance Electronics Corp. , Ltd, Temperature data logger manufacturer. (2019). Abgerufen 2. Dezember 2019, von <http://freshliance.com/>

Bisher erschienene Weidener Diskussionspapiere

- 1** „Warum gehen die Leute in die Fußballstadien? Eine empirische Analyse der Fußball-Bundesliga“
von Horst Rottmann und Franz Seitz
- 2** „Explaining the US Bond Yield Conundrum“
von Harm Bandholz, Jörg Clostermann und Franz Seitz
- 3** „Employment Effects of Innovation at the Firm Level“
von Horst Rottmann und Stefan Lachenmaier
- 4** „Financial Benefits of Business Process Management“
von Helmut Pirzer, Christian Forstner, Wolfgang Kotschenreuther und Wolfgang Renninger
- 5** „Die Performance Deutscher Aktienfonds“
von Horst Rottmann und Thomas Franz
- 6** „Bilanzzweck der öffentlichen Verwaltung im Kontext zu HGB, ISAS und IPSAS“
von Bärbel Stein
- 7** Fallstudie: „Pathologie der Organisation“ – Fehlentwicklungen in Organisationen, ihre Bedeutung und Ansätze zur Vermeidung
von Helmut Klein
- 8** „Kürzung der Vorsorgeaufwendungen nach dem Jahressteuergesetz 2008 bei betrieblicher Altersversorgung für den GGF.“
von Thomas Dommermuth
- 9** „Zur Entwicklung von E-Learning an bayerischen Fachhochschulen- Auf dem Weg zum nachhaltigen Einsatz?“
von Heribert Popp und Wolfgang Renninger
- 10** „Wie viele ausländische Euro-Münzen fließen nach Deutschland?“
von Dietrich Stoyan und Franz Seitz
- 11** Modell zur Losgrößenoptimierung am Beispiel der Blechteilindustrie für Automobilzulieferer
von Bärbel Stein und Christian Voith
- 12** Performancemessung
Theoretische Maße und empirische Umsetzung mit VBA
von Franz Seitz und Benjamin R. Auer
- 13** Sovereign Wealth Funds – Size, Economic Effects and Policy Reactions
von Thomas Jost

- 14 The Polish Investor Compensation System Versus EU – 15 Systems and Model Solutions
von Bogna Janik**
- 15 Controlling in virtuellen Unternehmen -eine Studie-
Teil 1: State of the art
von Bärbel Stein, Alexander Herzner, Matthias Riedl**
- 16 Modell zur Ermittlung des Erhaltungsaufwandes von Kunst- und Kulturgütern in
kommunalen Bilanzen
von Bärbel Held**
- 17 Arbeitsmarktinstitutionen und die langfristige Entwicklung der Arbeitslosigkeit –
Empirische Ergebnisse für 19 OECD-Länder
von Horst Rottmann und Gebhard Flaig**
- 18 Controlling in virtuellen Unternehmen -eine Studie-
Teil 2: Auswertung
von Bärbel Held, Alexander Herzner, Matthias Riedl**
- 19 DIAKONIE und DRG's –antagonistisch oder vereinbar?
von Bärbel Held und Claus-Peter Held**
- 20 Traditionelle Budgetierung versus Beyond Budgeting-
Darstellung und Wertung anhand eines Praxisbeispiels
von Bärbel Held**
- 21 Ein Factor Augmented Stepwise Probit Prognosemodell
für den ifo-Geschäftserwartungsindex
von Jörg Clostermann, Alexander Koch, Andreas Rees und Franz Seitz**
- 22 Bewertungsmodell der musealen Kunstgegenstände von Kommunen
von Bärbel Held**
- 23 An Empirical Study on Paths of Creating Harmonious Corporate Culture
von Lianke Song und Bernt Mayer**
- 24 A Micro Data Approach to the Identification of Credit Crunches
von Timo Wollmershäuser und Horst Rottmann**
- 25 Strategies and possible directions to improve Technology
Scouting in China
von Wolfgang Renninger und Mirjam Riesemann**
- 26 Wohn-Riester-Konstruktion, Effizienz und Reformbedarf
von Thomas Dommermuth**
- 27 Sorting on the Labour Market: A Literature Overview and Theoretical Framework
von Stephan O. Hornig, Horst Rottmann und Rüdiger Wapler**
- 28 Der Beitrag der Kirche zur Demokratisierungsgestaltung der Wirtschaft
von Bärbel Held**

- 29 Lebenslanges Lernen auf Basis Neurowissenschaftlicher Erkenntnisse
-Schlussfolgerungen für Didaktik und Personalentwicklung-
von Sarah Brückner und Bernt Mayer**
- 30 Currency Movements Within and Outside a Currency Union: The case of Germany
and the euro area
von Franz Seitz, Gerhard Rösl und Nikolaus Bartzsch**
- 31 Labour Market Institutions and Unemployment. An International Comparison
von Horst Rottmann und Gebhard Flaig**
- 32 The Rule of the IMF in the European Debt Crisis
von Franz Seitz und Thomas Jost**
- 33 Die Rolle monetärer Variablen für die Geldpolitik vor, während und nach der Krise:
Nicht nur für die EWU geltende Überlegungen
von Franz Seitz**
- 34 Managementansätze sozialer, ökologischer und ökonomischer Nachhaltigkeit:
State of the Art
von Alexander Herzner**
- 35 Is there a Friday the 13th effect in emerging Asian stock markets?
von Benjamin R. Auer und Horst Rottmann**
- 36 Fiscal Policy During Business Cycles in Developing Countries: The Case of Africa
von Willi Leibfritz und Horst Rottmann**
- 37 MONEY IN MODERN MACRO MODELS: A review of the arguments
von Markus A. Schmidt und Franz Seitz**
- 38 Wie erzielen Unternehmen herausragende Serviceleistungen mit höheren Gewinnen?
von Johann Strassl und Günter Schicker**
- 39 Let's Blame Germany for its Current Account Surplus!?
von Thomas Jost**
- 40 Geldpolitik und Behavioural Finance
von Franz Seitz**
- 41 Rechtliche Überlegungen zu den Euro-Rettungsschirmprogrammen und den
jüngsten geldpolitischen Maßnahmen der EZB
von Ralph Hirdina**
- 42 DO UNEMPLOYMENT BENEFITS AND EMPLOYMENT PROTECTION INFLUENCE
SUICIDE MORTALITY? AN INTERNATIONAL PANEL DATA ANALYSIS
von Horst Rottmann**
- 43 Die neuen europäischen Regeln zur Sanierung und Abwicklung von Kreditinstituten:
Ordnungspolitisch und rechtlich angreifbar?
von Ralph Hirdina**

- 44 Vermögensumverteilung in der Eurozone durch die EZB ohne rechtliche Legitimation?
von Ralph Hirdina**
- 45 Die Haftung des Steuerzahlers für etwaige Verluste der EZB auf dem rechtlichen Prüfstand
von Ralph Hirdina**
- 46 Die Frage nach dem Verhältnis von Nachhaltigkeit und Ökonomie
von Alexander Herzner**
- 47 Giving ideas a chance - systematic development of services in manufacturing industry
von Johann Strassl, Günter Schicker und Christian Grasser**
- 48 Risikoorientierte Kundenbewertung: Eine Fallstudie
von Thorsten Hock**
- 49 Rechtliche Überlegungen zur Position der Sparer und institutionellen Anleger mit Blick auf
die Niedrigzins- bzw. Negativzinspolitik der Europäischen Zentralbank
von Ralph Hirdina**
- 50 Determinanten des Studienerfolgs: Eine empirische Untersuchung für die Studiengänge
Maschinenbau, Medienproduktion und -technik sowie Umwelttechnik
von Bernd Rager und Horst Rottmann**
- 51 Cash Holdings in Germany and the Demand for "German" Banknotes:
What role for cashless payments
von Nikolaus Bartzsch und Franz Seitz**
- 52 Europäische Union und Euro – Wie geht es weiter? – Rechtliche Überlegungen
von Ralph Hirdina**
- 53 A Call for Action – Warum sich das professionelle Management des Service Portfolios in der
Industrie auszahlt
von Günter Schicker und Johann Strassl**
- 54 Der Studienerfolg an der OTH Amberg-Weiden – Eine empirische Analyse der Studiengänge
Maschinenbau, Medienproduktion und Medientechnik sowie Umwelttechnik
von Bernd Rager und Horst Rottmann**
- 55 Die Bewertung von Aktienanleihen mit Barriere – Eine Fallstudie für die Easy-Aktienanleihe
der Deutschen Bank
von Maurice Hofmann und Horst Rottmann**
- 56 Studie: Die Generation Y und deren organisatorische Implikationen
von Helmut Klein**
- 57 Die gesetzliche Einschränkung von Bargeldzahlungen und die Abschaffung von Bargeld auf
dem rechtlichen Prüfstand
von Ralph Hirdina**
- 58 Besser ohne Bargeld? Gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsverluste der Bargeldabschaffung
von Gerhard Rösl, Franz Seitz, Karl-Heinz Tödter**

- 59 Nowcasting des deutschen BIP
von Jens Doll, Beatrice Rosenthal, Jonas Volkenand, Sandra Hamella**
- 60 Herausforderungen und Erfolgsfaktoren bei der Einführung Cloud-basierter Unternehmenssoftware – Erfahrungen aus der Praxis
von Thomas Dobat, Stefanie Hertel, Wolfgang Renninger**
- 61 Global Recessions and Booms: What do Probit models tell us?
von Ursel Baumann, Ramón Gómez Salvador, Franz Seitz**
- 62 Feste Zinsbindung versus kurzfristig variable Zinskonditionen in Deutschland
von Jörg Clostermann und Franz Seitz**
- 63 Deferred-Compensation-Modelle: Ersatz für eine konventionelle betriebliche Altersversorgung nach dem Betriebsrentengesetz?
von Thomas Dommermuth und Thomas Schiller**
- 64 Have capital market anomalies worldwide attenuated in the recent era of high liquidity and trading activity?
von Benjamin R. Auer und Horst Rottmann**
- 65 Vorschläge des französischen Staatspräsidenten Emmanuel Macron zur Reform der Europäischen Union
von Ralph Hirdina**
- 66 Von der Troika zu einem Europäischen Währungsfonds – Welche Aufgaben und Grenzen sollte ein Europäischer Währungsfonds nach den Erfahrungen mit der Troika haben?
von Thomas Jost**
- 67 Does Microfinance have an impact on borrower's consumption patterns and women's empowerment?
von Charlotte H. Feldhoff, Yi Liu und Patricia R. Feldhoff**
- 68 Uncertainty in the Black-Litterman Model - A Practical Note
von Adrian Fuhrer und Thorsten Hock**
- 69 Produktportfolio-Management im Zeitalter der Digitalisierung
von Günter Schicker und Johann Strassl**
- 70 Evaluation eines Inverted Classroom Konzepts in der makroökonomischen Lehre
von Horst Rottmann und Christoph Voit**
- 71 Immobilienkredite in Deutschland und der Schweiz: Die Rolle von Zinsen und Zinsbindung
von Jörg Clostermann und Franz Seitz**
- 72 Intelligente Verpackungen
von Stephanie Abels-Schlosser**



Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden

Die Weidener Diskussionspapiere erscheinen in unregelmäßigen Abständen und sollen Erkenntnisse aus Forschung und Wissenschaft an der Hochschule in Weiden insbesondere zu volks- und betriebswirtschaftlichen Themen an Wirtschaft und Gesellschaft vermitteln und den fachlichen Dialog fördern.

Herausgeber:

Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Amberg-Weiden
Prof. Dr. Horst Rottmann und Prof. Dr. Franz Seitz
Fakultät Betriebswirtschaft

Presserechtliche Verantwortung:

Sonja Wiesel, Hochschulkommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
Telefon +49 (9621) 482-3135
Fax +49 (9621) 482-4135
s.wiesel@oth-aw.de

Bestellungen schriftlich erbeten an:

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Abt. Weiden, Bibliothek
Hetzenrichter Weg 15,
D – 92637 Weiden i.d.Opf.

Die Diskussionsbeiträge können elektronisch abgerufen werden unter
http://www.oth-aw.de/aktuelles/veroeffentlichungen/weidener_diskussionspapiere/

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung vorbehalten.
Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet.

ISBN 978-3-937804-74-3

- **Abteilung Amberg:** Kaiser-Wilhelm-Ring 23, 92224 Amberg,
Tel.: (09621) 482-0, Fax: (09621) 482-4991
- **Abteilung Weiden:** Hetzenrichter Weg 15, 92637 Weiden i. d. OPf.,
Tel.: (0961) 382-0, Fax: (0961) 382-2991
- **E-Mail:** info@oth-aw.de | **Internet:** <http://www.oth-aw.de>