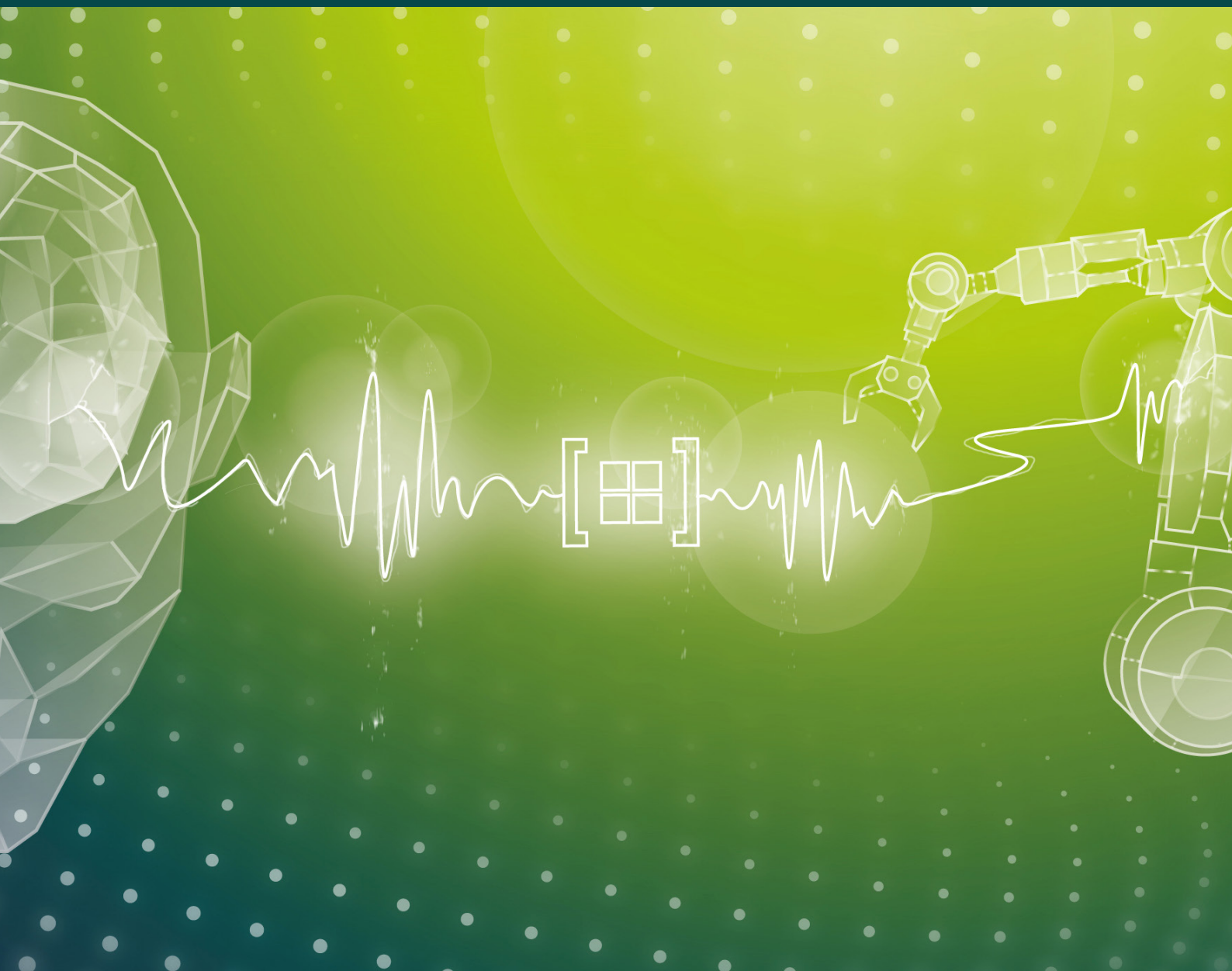


MANAGEMENT SUMMARY DES WORLD CAFÉ 2019

**18. TEILNEHMERTREFFEN DER
»WAREHOUSE LOGISTICS«-COMMUNITY**



INHALTSVERZEICHNIS

Vorstellung des Online-Portals »warehouse logistics«	3 - 4
Warehouse IT in der Silicon Economy	5 - 7
Einsatzszenarien und technische Ansätze von Personentracking in der Intralogistik	8 - 9
Echter Trend oder nur Marketing Hype? - Technologien unter der Lupe	10 - 13
Die Cloud im WMS Umfeld.....	14 - 15
Einsatz von KI im WMS - Gestaltung einer Übersicht für den WMS-Markt	16 - 19
Weitere ausgewählte Veröffentlichungen des Fraunhofer IML	20
Impressum	21

VORSTELLUNG DES ONLINE-PORTALS »WAREHOUSE LOGISTICS«

Was ist »warehouse logistics« ?

Das »Team warehouse logistics« vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund wurde im Jahr 2000 gegründet und besteht damit seit mittlerweile 19 Jahren. Das grundlegende Ziel von »warehouse logistics« liegt darin, die Kunden und Anbieter von »Warehouse Management Systemen« (WMS) anforderungsgerecht zusammenzuführen und den Prozess der Auswahl und Einführung von WMS beratend zu unterstützen. Seitdem wird eine der führenden Informationsplattformen für WMS, die internationale »WMS Datenbank« unter warehouse-logistics.com, betrieben und kontinuierlich weiterentwickelt.

Durch unsere Dienstleistungen, zu denen unsere WMS Datenbank, die WMS Online Auswahl, der Service der WMS Referenzprojekte, die WMS Beratung sowie das WMS Innovationsforum und das WMS Glossar gehören, profitieren WMS-Anbieter, WMS-Anwender und Interessenten gleichermaßen von einer nachgewiesenen Expertise im Bereich der »Warehouse Management Systeme«.

Der Nutzen für den WMS-Anbieter

Mit der Teilnahme an unserer WMS Datenbank werden die WMS-Anbieter ein Teil unserer Plattform und erhalten damit eine Vielzahl an exklusiven Vorteilen.

Auf der Plattform können WMS-Anbieter ihr Unternehmen und ihre »Warehouse Management Systeme« ausführlich darstellen und diese zugleich durch das »Team warehouse logistics« herstellerunabhängig validieren lassen. Zugleich nehmen sie damit automatisch und exklusiv an jeder Vorauswahl mittels der WMS Online Auswahl teil und können dadurch ohne eigenen Aufwand neue Kundenkreise erschließen. Neben den Kontakten zu

Anwendern und einem ausdrucksstarken Firmen- und Produktprofil auf warehouse-logistics.com profitieren die WMS-Anbieter vor allem von einem starken Netzwerk - der großen »warehouse logistics«-Community. Aber was macht die »warehouse logistics«-Community so einzigartig und besonders?

Zunächst sei auf das jährliche Teilnehmertreffen aller in der WMS Datenbank vertretenen WMS-Anbieter bei uns im Hause hingewiesen. Bei dem Treffen erfahren die Anwesenden nicht nur wesentliche Informationen über aktuelle Forschungsthemen und Entwicklungen der Logistik, sondern haben zugleich die Möglichkeit gemeinsam mit ihren Mitbewerbern über die Entwicklungen des Marktes zu diskutieren und Erfahrungen auszutauschen sowie selbst aktiv zu werden.

Ein weiterer Nutzen der »warehouse logistics«-Community ist eine gemeinsame Pressearbeit, die sowohl den Bekanntheitsgrad des Portals als auch der teilnehmenden WMS-Anbieter und ihrer Systeme steigert. Der inhaltliche Austausch über Entwicklungen und Trends auf dem WMS Markt im Rahmen der Validierung sowie das mögliche Benchmarking gegen Systeme des Wettbewerbs liefern zusätzlichen Input für die strategische Ausrichtung und Entwicklung des eigenen Produkts.

Darüber hinaus haben WMS-Anbieter als Teil der »warehouse logistics«-Community die Möglichkeit, gemeinsam mit dem »Team warehouse logistics« ein »WMS Innovationsforum« durchzuführen, zu welchem Fachleute, Kunden, Partner und Interessenten eingeladen werden können. Neben Fachvorträgen ausgewählter Experten der Logistik, besteht bei dieser Gelegenheit gleichzeitig die Option in einem geführten Rundgang durch das Fraunhofer IML Exponate und Demonstratoren live zu erleben. Zugleich verfügen Teilnehmer der WMS Datenbank über die exklusive Möglichkeit, aktuelle »logistische Fachvorträge« zu buchen. Auf Veranstaltungen des WMS-Anbieters geben diese Vorträge dem Publikum einen fachlichen und innovativen Einblick in die Logistik von morgen.

Zur Erweiterung und Stärkung der bestehenden »warehouse logistics«-Community dient der Beirat warehouse logistics, bestehend aus Mitgliedern des »Team warehouse logistics« und teilnehmenden WMS-Anbietern. Entlang seiner beratenden Tätigkeit, unterstützt und fördert das Gremium durch umfassende Kenntnisse und Erfahrungen aus dem WMS-Bereich die zukünftigen Entwicklungen des Portals und setzt diesen Prozess kontinuierlich fort.

Der Nutzen für den WMS-Anwender

Der Nutzen für die WMS-Anwender ergibt sich vorrangig durch die Verfügbarkeit wesentlicher Informationen über die verschiedenen Anbieter und Systeme und die Möglichkeit einen direkten Vergleich dieser zu unternehmen. So kann über die »WMS Online Auswahl« unter Berücksichtigung des individuellen Anforderungsprofils eine zielgerichtete Auswahl getroffen und die geeignete Software gefunden werden. Zusätzliche Unterstützung erhalten die Anwender bei diesem Prozess im Nachgang durch den Service der »WMS Referenzprojekte«, mit dem sie die Möglichkeit haben die potenziellen Anbieter und Systeme anhand bereits durchgeführter Projekte besser einschätzen und gemäß ihren Ansprüchen bewerten zu können.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch eine nachgewiesene Expertise des »Team warehouse logistics« im Bereich der WMS. Das spezifische Markt-Know-how einerseits und die Herstellerunabhängigkeit und Objektivität des Fraunhofer IML andererseits, ermöglichen eine anforderungsgerechte und passgenaue Beratung. Bei der Einführung eines WMS begleitet das »Team warehouse logistics« im Rahmen der »WMS Beratung« von der Ist-Analyse der Lagerprozesse über die Soll-Konzepterstellung bis hin zur Ausschreibung und Realisierung des geeigneten WMS für das Anwendungsfeld des Unternehmens. Der angebotene Leistungsumfang kann sich dabei über alle Projektphasen erstrecken oder nur einzelne Phasen bzw. Schritte enthalten (z. B. Lastenhefterstellung, Anbieter-

vorauswahl, Angebotsbewertung und -vergleich).

Zusätzlich geben die Veröffentlichungen der »warehouse logistics«-Community wie der »Projektleitfaden für die erfolgreiche Einführung eines WMS« oder der »WMS Marktreport Kompakt 2018«, die Durchführung von Vorträgen sowie Koordination und Erstellung der VDI-Richtlinie 3601 zum Thema »Warehouse Management Systeme« stets einen Überblick über den aktuellen Status der Forschung und Entwicklung sowie allgemeinen Markt- und Branchentrends.

Einen gemeinsamen Nutzen ziehen die WMS-Anbieter und WMS-Anwender aus dem »WMS Glossar«. Das WMS Glossar ist eine Gemeinschaftsarbeit der »warehouse logistics«-Community, in dem gemeinsame Begriffe rund um das Thema »Warehouse Management System« (WMS) definiert werden. Es beinhaltet Begriffe und deren Definitionen aus dem Bereich WMS, auf die sowohl WMS-Anbieter, als auch interessierte Außenstehende zugreifen können. Der Begriffsstamm des Glossars kann kontinuierlich durch die »warehouse logistics«-Community erweitert und validiert werden. So sollen eine einheitliche Basis und ein gemeinsames Verständnis der Begrifflichkeiten im WMS-Markt entstehen.

World Café 2019 | Management Summary

Um Ihnen einen kurzen Einblick in die »warehouse logistics«-Community und ihre Aktivitäten zu geben, dient die nachfolgende Management Summary zu den Diskussionen im Rahmen des »World Cafés«. Unter dem Motto »warehouse logistics – Intelligent vernetzt« hieß es für die Anwesenden unseres WMS-Branchentreffens 2019 dabei: 5 Themen – 5 Diskussionsrunden zu aktuellen Trends und innovativen Entwicklungen in der Logistik und im Bereich »Warehouse Management Systeme«.

Die folgenden Beiträge fassen die wichtigsten Ergebnisse prägnant für Sie zusammen:



WAREHOUSE IT IN DER SILICON ECONOMY

Moderation: Björn Krämer und Mauro Napierala

Ist diese Funktionalität eher im ERP oder im WMS anzusiedeln? Eine häufig gestellte Frage, übertragbar auf viele andere Software-Kombinationen. Die Komplexität der Antwort auf diese Fragestellung nimmt mit steigendem Integrationsgrad der Software-Lösungen zu. Zum Thema Warehouse IT in der Silicon Economy diskutierte die »warehouse-logistics«-Community drei Fragen, deren Schwerpunkte vor allem die Softwaremodularisierung und die aus dem Markt kommenden Anforderungen hatten. Dabei haben die WMS-Anbieter die Fragestellungen nicht nur aus Ihrer Sicht beantwortet und diskutiert, sondern auch die Sichtweise der WMS-Anwender eingenommen und eine gesamtheitliche Betrachtung vorgenommen.

Herausforderungen der fortschreitenden Hard- und Softwaremodularisierung

Die erste Fragestellung hatte die Blickrichtung des WMS-Anbieters und betrachtete Herausforderungen, welche mit der fortschreitenden Hard- und Softwaremodularisierung sowie dem Verschwinden von starren Grenzen zwischen Software-Komponenten auf die WMS-Anbieter zukommen. Die Community sah dabei sowohl technische Herausforderungen, wie auch offene Punkte bei den WMS-Anwendern und bei sich selbst.

Ein zentrales Thema technischer Natur ist dabei der Umgang mit Daten und deren Austausch zwischen unterschiedlichen Modulen. Hierbei spielen die Definition von Schnittstellen und deren Kompatibilität eine Rolle, wie aber auch das Thema Datensicherheit. Während beim Austausch zwischen zwei Modulen genau festgelegt werden kann, welche Informationen ausgetauscht werden müssen und welche aus Sicherheitsgründen gar nicht erst weitergegeben werden dürfen, wird es bei der Betrachtung komplexerer Zusammenstellungen schwieriger.

Neben den technischen Aspekten sehen die WMS-Anbieter auch Herausforderungen bei der Befriedigung der Kundenerwartungen. Viele WMS-Anwender möchten ihre Prozesse digitalisiert und sicher wissen, haben aber nicht immer konkrete Vorstellungen, wie dies im Detail umzusetzen ist. Erfahrungen der »warehouse-logistics«-Community zeigen, dass Kunden häufig eine umfassende Software-Lösung erwarten, die kundenindividuell gestaltet sowie cloudbasiert ist und schnell bereitgestellt werden kann. Diese Erwartungshaltung ist aus Sicht der Anbieter gerade bei Neukunden sehr hoch und muss oft neu »justiert« werden. Des Weiteren sind einige Anwender weniger daran interessiert, welches System welche Prozessschritte abbildet oder welches die Prozessentscheidung trifft. Dadurch erwächst die Herausforderung, dass, obwohl es dem zukünftigen Anwender im ersten Moment vielleicht gar nicht bewusst ist, zur Abbildung aller Kundenprozesse ggf. mehr als nur eine Softwarelösung benötigt wird.

Zusätzlich bleibt die Anforderung der Transparenz auf Seiten der WMS-Anwender erhalten. Das bedeutet Verantwortlichkeiten zwischen den Modulen und Anbietern müssen klar definiert und abgegrenzt sein. Im Fall der Fälle muss dazu die Funktionalität der einzelnen Software eindeutig sein, damit ein Austausch oder im Falle eines Fehlers eine konkrete Zuordnung möglich ist. Daran schließt sich an, dass der Anwender beim Support auch nur einen Ansprechpartner erwartet, da ihm an einer schnellen und unkomplizierten Lösung gelegen ist.

Eine wichtige Herausforderung wurde dazu bei der Bedienung, also der Usability der Software-Module auf Seiten der Anbieter gesehen. Die GUI sollte einheitlich sein (das gleiche Look & Feel besitzen) und genau dies ist eben nicht per se gegeben, aber laut Meinung der Anbieter eine Grundvoraussetzung für eine Akzeptanz auf Seiten der Anwender. Lösungsansätze sind bspw. GUI-Style-Guides, eine Vormodellierung der Masken, die dann vor der Umsetzung auf Konsistenz geprüft werden oder die direkte Einbindung eines GUI-Anbieters.



WAREHOUSE [][®] LOGISTICS

Das Thema ließ auch durchaus Zweifel an der grundsätzlichen Realisierbarkeit in Richtung Modularisierung als Angebot verschiedenster Anbieter aufkommen.

Und zu guter Letzt bleibt noch die Frage der Akzeptanz im eigenen Hause, wenn völlig neue Wege in der Entwicklung gegangen werden und notwendig sind, aber bspw. die Software-Entwickler viele Jahre etwas anderes gewohnt waren.

Integrale vs. modulare Systemarchitekturen

Im Rahmen der zweiten Fragestellung haben die WMS-Anbieter die Sicht des Anwenders eingenommen und Unterschiede bzw. Vorteile einer integralen sowie einer modularen Systemarchitektur definiert.

Aus Sicht der Anbieter werden integrale Systeme am Markt als »Allrounder« wahrgenommen, die mit geringerem Schnittstellenaufkommen, einer breiten, branchenunabhängigen Funktionalität und einem geringeren Aufwand beim Releasewechsel punkten können. Darüber hinaus benötigt diese Variante einen kleineren Kreis von Keyusern bzw. Know-How-Trägern auf Seiten des Anwenders, da es sich um eine Lösung aus einer Hand handelt. Aus Sicht des Anwenders wird gleichermaßen aber auch eine gewisse Abhängigkeit des WMS-Anwenders dem Anbieter gegenüber als Risiko identifiziert.

Modulare Systemarchitekturen versprechen aus Kundensicht hingegen eine hohe Flexibilität bei Anpassungen, branchenspezifische Funktionalitäten sowie einen attraktiven Preis, da nicht benötigte Module nicht angeschafft werden müssen. Die Rede war von spezialisierten Angeboten die auch spezialisiert in der Weiterentwicklung bleiben. Außerdem sind einzelne Module mit klar definierten Funktionalitäten in der Regel einfacher auszutauschen als eine »komplette« Softwarelösung. Allerdings sehen die Anbieter auch, dass sich Anwender von einer hohen Anzahl an Schnittstellen

verunsichern lassen und diese insbesondere bei einem möglichen Austausch einzelner Module als Risiko charakterisiert werden. Gerade hinsichtlich einer Anbindung an ältere Software oder der Einbettung in eine alte Systemlandschaft werden hier durchaus große Herausforderungen gesehen. So wird die Ausfallwahrscheinlichkeit eines Moduls insgesamt bei einem modularen Ansatz wesentlich höher eingeschätzt als bei der integralen Variante. Die Auswirkungen sind dann aber konträr dazu zu sehen, denn ein Modul kann im Zweifelsfall schnell ersetzt werden und hat ggf. kaum Auswirkungen auf die geraden relevanten Prozesse, während der Ausfall der kompletten Software immer schwerwiegend ist. Genauso verhält es sich auch in Bezug auf ein mögliches »Verschwinden« eines Anbieters.

Was sucht der WMS-Anwender: konkrete Systeme oder Funktionalitäten?

Die WMS-Anbieter sind sich einig, dass die meisten zukünftigen Kunden alle ihre Prozessanforderungen und damit Funktionalitäten innerhalb eines vollumfänglichen Systems oder einer Software-Plattform abgebildet sehen wollen. Wie die Umsetzung ausgeprägt ist und welche Systeme dabei involviert sind, wird niedriger priorisiert, als die tatsächliche Umsetzung der geforderten Prozessanforderungen.

Gleichwohl haben unterschiedliche Stakeholder (drei wurden identifiziert) auch unterschiedliche Anforderungen an diese wie auch immer geartete Softwarelösung. Die operative Lagerleitung möchte in einem einheitlichen System arbeiten, um alle Lagerprozesse ausführen zu können und erwartet keine Einschränkungen durch Systemgrenzen. Dagegen fokussiert die Kunden-IT insbesondere Sicherheitsaspekte, die Schnittstellenausprägung sowie die Lokalisierung einzelner Funktionalitäten innerhalb der Software. Die Entscheider im Management hingegen möchten primär eine Effizienzsteigerung, optimierte Kennzahlenwerte sowie ein gesteigertes Service-Level erreichen.



WAREHOUSE [][®] LOGISTICS

Es existieren auch gemeinsame Kriterien wie z. B. die kostenoptimale Beschaffung der Software, aussagekräftige Referenzen des Anbieters sowie die Maximierung der Stabilität des Systems. Insgesamt stehen die Kernfunktionalitäten als Ganzes im Fokus, während Zusatzfunktionalitäten eher als Modul oder eigenständige Lösung gesucht werden.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit Fortschreiten der Digitalisierung und der wachsenden Präsenz von Silicon Economy sowie Logistik 4.0 eine gesteigerte Erwartungshaltung der WMS-Anwender einhergeht. Der Ansatz der Modularisierung unterschiedlichster Software von unterschiedlichen Anbietern wirft weitere Fragestellungen in Richtung Zusammenspiel und Usability auf.



EINSATZSZENARIEN UND TECHNISCHE ANSÄTZE VON PERSONENTRACKING IN DER INTRALOGISTIK

Moderation: Norman Grünewald und Michael Schmidt

Moderne Technologien und Softwarelösungen bieten die Möglichkeit Gegenstände aber auch Menschen zu tracken. Hieraus ergeben sich eine Vielzahl möglicher Einsatzgebiete aber auch Fragen für Anbieter und Anwender von WMS.

Die Diskussionen im Rahmen des diesjährigen »World Café« zielten darauf ab, einen allgemeinen Überblick über Chancen und Risiken des Themas Personentracking zu erarbeiten. Hierzu wurde zunächst ein differenzierteres Bild des Personentrackings entwickelt. In diesem Rahmen wurden drei verschiedene Arten des Personentrackings im Lager der Gegenwart und der Zukunft diskutiert. Diese Szenarien sind nicht vollständig trennscharf, besitzen jedoch einen grundsätzlich verschiedenen und eigenständigen Fokus. Gleichzeitig lassen sie sich sinnvoll zu kombinierten Einsatzszenarien ergänzen. Auf dieser Basis wurden verschiedene technische Ansätze bzw. Technologien besprochen, um schließlich gegenwärtige Hemmnisse, sowohl technischer als auch organisatorischer bzw. rechtlicher Natur, zu adressieren.

Vom millimetergenauen Bewegungstracking zum »Staplerleitsystem für den Menschen« – Die unterschiedlichen Ausprägungen des Personentrackings

Personentracking kann zum einen als das millimetergenaue Erfassen menschlicher Bewegung verstanden werden. Bei dieser Form des Trackings werden bspw. mittels der räumlichen Kombination mehrerer Inertialsensoren (wie Beschleunigungssensoren oder Drehratensensoren), oder in laborartigen Umgebungen mittels Kamerasystemen in Kombination mit Motion Capturing-Technologien, Greif- bzw. Pickvorgänge, Bück- und Drehbewegungen sowie Gehen bzw. Wegstrecken erfasst. Auf dieser Basis ist es möglich, eine Rückmeldung

hinsichtlich der physikalischen Ergonomie oder der Effizienz von Arbeitsplätzen und -abläufen zu erhalten, beispielsweise zum Zweck eines Vorher-Nachher-Ableichs im Rahmen einer Prozess- bzw. Arbeitsplatzoptimierung.

Als ein weiterer Einsatzbereich wurde das Tracking von Personen im Zusammenspiel mit mobilen und kooperativen Robotern (engl.: collaborative robot, cobots) diskutiert. Hierbei steht das Erkennen der Position bzw. der Entfernung eines Menschen relativ zu Robotern im Vordergrund, etwa um »Follow Me« Funktionalitäten von fahrerlosen Transportfahrzeugen im Rahmen der Kommissionierung zu ermöglichen oder um eine Kollision von Mensch und Maschine zu vermeiden.

Das dritte und im Rahmen des »World Café« meistdiskutierte Verständnis von Personentracking in der Intralogistik kann plakativ als eine Analogie zum Staplerleitsystem, quasi als »Staplerleitsystem für den Menschen« verstanden werden. Wenngleich diese Bezeichnung sicherlich nicht sonderlich charmant ist, so liegen doch deutlich erkennbare Parallelen zu dem in der Praxis seit längerem etablierten Vorgehen des operativen Managements und Routings von Flurförderzeugen vor. Die »klassische« Zuweisung von Aufträgen zu Mitarbeitern erfolgt durch das Tracking dieser mittels der im Lager befindlichen Scan-Punkte. Durch die Verbindung dieser bereits vorhandenen Daten mit Lokalisierungsdaten unterschiedlicher Genauigkeit wurden im Zuge der Diskussionsrunden diverse Einsatzszenarien bzw. Use Cases identifiziert. Diese reichten von einer Generierung von (Echtzeit-) Heatmaps und Echtzeit-Ressourcenplanung, z. B. zu Zwecken eines aktiven Routings von Mitarbeitern und zur Vermeidung von Stauungen bzw. Überlastungen bestimmter Bereiche wie Lager- und Kommissioniergassen, über rückblickende Analysen zu Bewegungsmustern von Kommissionierern oder die Ermittlung von Standardprozesszeiten, hin zu Aufgaben der operativen, tages- oder schichtgenauen Vorausschau und Planung von Personalressourcen und der Auftragseinlastung.



Darüber hinaus wurde die Durchsetzung organisatorisch-rechtlicher Restriktionen, z. B. Zutrittskontrollen in Bereiche mit besonderen Anforderungen, wie Zoll- oder Gefahrgutlager, diskutiert.

Technische Reife und organisatorisch-rechtliche Gegebenheiten

Hinsichtlich der genannten Einsatzszenarien kann auf der Basis der Gespräche im »World Café« festgestellt werden, dass eine grundsätzliche Reife der Technologien, sowohl was die Software und Algorithmen (z. B. des maschinellen Lernens zur visuellen Erkennung und zum Verfolgen von Objekten mit Hilfe von Kameras oder zur Lokalisierung mittels Ultraweitband-Technologie) als auch die notwendige Hardware anbelangt, vorhanden ist. Eine praktische Anwendung der Technologien konnte jedoch nur punktuell und in sehr konkret umrissenen, pilothaften Szenarien festgestellt werden. Die Gründe hierfür sind mehrschichtig. Die beiden als wesentlich diskutierten Punkte stellen zum einen die Kosten für Technologie und Entwicklung bei häufig schwer zu quantifizierendem Mehrwert und zum anderen die organisatorisch-rechtlichen Rahmenbedingungen dar. Die strengen Vorgaben des Datenschutzes und der informationellen Selbstbestimmung von Mitarbeitern im Speziellen, und Bürgern der EU im Allgemeinen, lassen, insbesondere im Gegensatz zu einer Vielzahl asiatischer Länder aber auch zu Nordamerika, einen (großen) Teil der eingangs beschriebenen Szenarien bloße Gedankenspiele bleiben.

Ob laufende und zukünftige Initiativen zur Steigerung der Datensouveränität wie die »International Data Spaces« oder die jüngst durch Peter Altmaier vorgestellte europäische Dateninfrastruktur »GAIA X« praktikable und akzeptierte Lösungen anbieten, darf gespannt verfolgt werden.



ECHTER TREND ODER NUR MARKETING HYPE? - TECHNOLOGIEN UNTER DER LUPE

Moderation: Kira Schmeltzpfenning und Lea Isfort

Technologien wie Blockchain, künstliche Intelligenz, 3D-Druck und Pick-by-Vision sind in aller Munde. Doch werden diese Technologien tatsächlich Einzug in unsere Lager finden? Oder handelt es sich nur um stilisierte Begriffe und Marketing Hypes, die morgen bereits wieder vergessen sind? Im Rahmen des diesjährigen »World Café« wurden einige dieser Technologien genauer unter die Lupe genommen. Gemeinsam mit der WMS-Community wurde unter anderem über den Grad der Marktdurchdringung im Jahr 2030 sowie über die Einflussgrößen, die diese beeinflussen, diskutiert.

vorwiegend als Unterstützung für den operativen Mitarbeiter im Lager gesehen. Sowohl der Wareneingang – zur Verbringung der Ware von der Wareneingangsfäche in das Lager – als auch die Kommissionierung, die Produktionsver- und -entsorgung und der Versand – z. B. zur autonomen Beladung von LKWs – werden als potenzielle und zukunfts-trächtige Einsatzfelder gesehen. KI hingegen wird als zukunftsweisende Technologie zur Unterstützung einer effizienten Lagerplanung gesehen. Planungsaufgaben reichen dabei von der Personaleinsatzplanung über bedarfsgerechte Nachschubplanung bis hin zur vorausschauenden Planung von Wartung und Reparatur durch Predictive Maintenance.

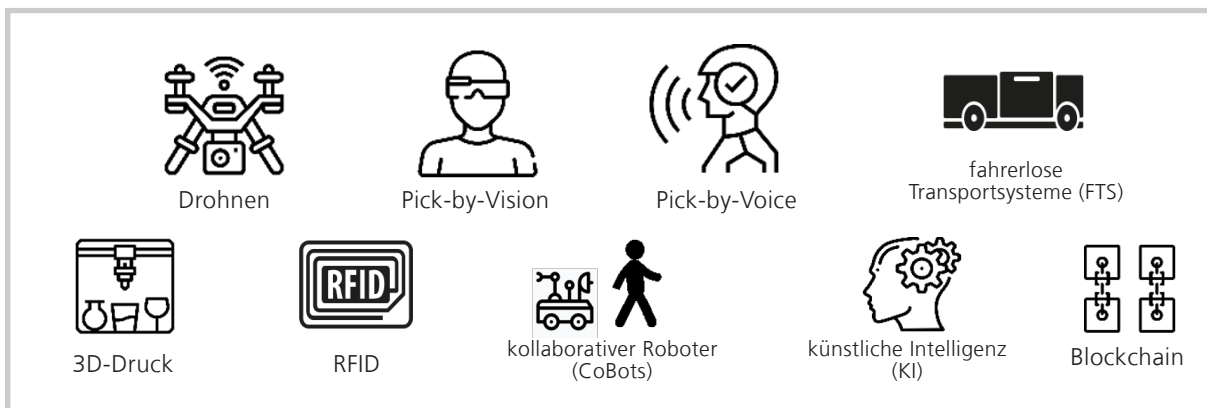


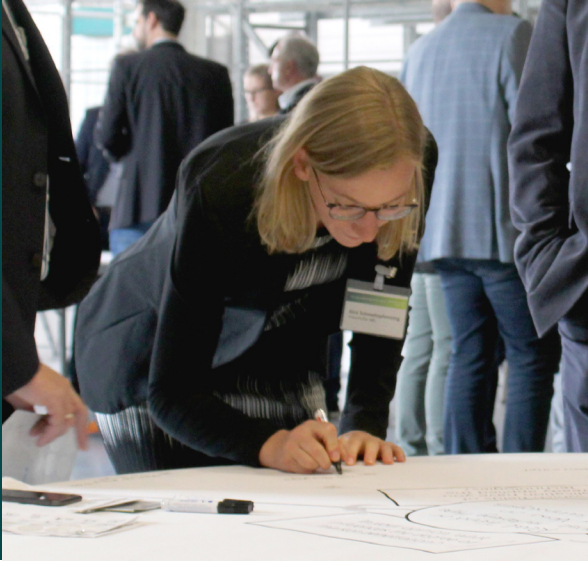
Abbildung 1: Betrachtete Technologien während des »World Cafés«

Hype oder Trend – Einschätzung der WMS-Anbieter

Auf die Frage, ob die einzelnen Technologien als Marketing Hype oder als echter Trend (also als zukunfts-trächtige Technologie für unsere Lager) anzusehen sind, antworten die WMS-Anbieter größtenteils aus dem Bauch heraus. Es wird deutlich, dass es einzelne Technologien gibt, die sich nach Einschätzung der WMS-Anbieter in jedem Fall durchsetzen werden. Hierzu gehören fahrerlose Transportsysteme (FTS), Cobots und auch die Nutzung von KI im Lager. In der Diskussion wird klar: Vor allem die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten der drei Technologien führen zu dieser Einschätzung. FTS und Cobots werden

Dennoch gibt es auch für FTS, Cobots und KI negative Stimmen, die insbesondere auf Sicherheitsbedenken der Technologien hinweisen. Diese sollten noch weiter erforscht werden. Bei der künstlichen Intelligenz be-mängeln einzelne Teilnehmer vor allem den Machtverlust und die fehlende Nachvollziehbarkeit der Entscheidungen des Systems.

Als Marketing Hype hingegen werden Technologien wie z. B. Pick-by-Vision, Blockchain und Drohnen gesehen. Im Bereich Blockchain werden die fehlenden Anwendungs-fälle sowie das fehlende Verständnis als Aspekte dieser



WAREHOUSE [][®] LOGISTICS

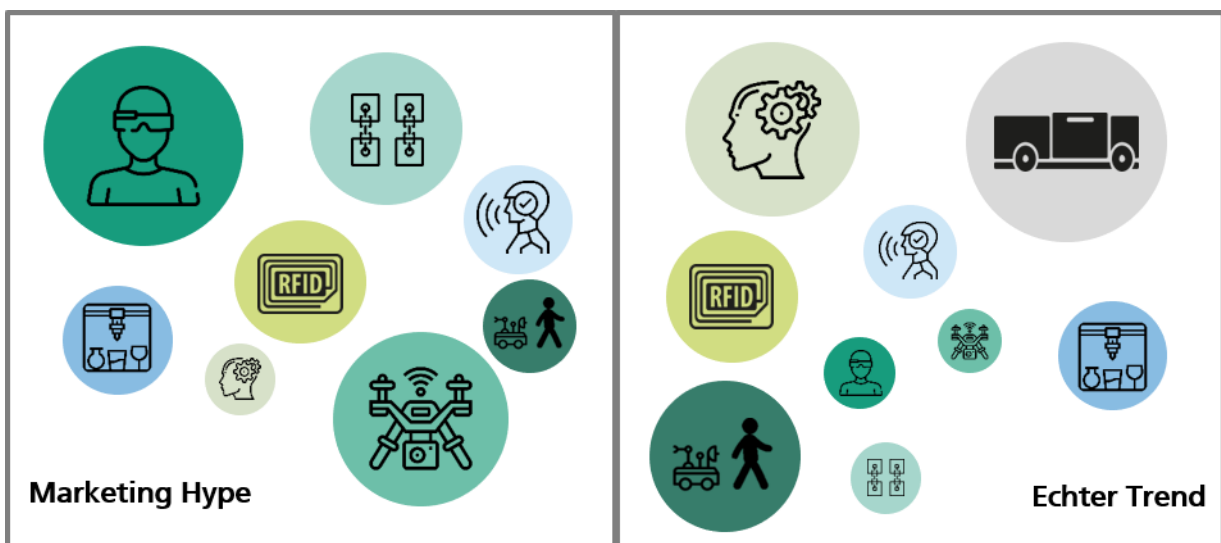


Abbildung 2: Einordnung der Technologien in »Marketing Hype« und »Echter Trend« durch die WMS-Anbieter
(Die Größe der Kreise ist proportional zur Nennung der Technologien)

Einordnung wahrgenommen. Außerdem bemängelt ein Befragter, dass heutzutage alles in Echtzeit passiere wohingegen die Blockchain-Technologie nicht in Echtzeit arbeite. »For me it is a total marketing hype!« – diese Aussage entsprach der Meinung eines Teilnehmers angesprochen auf Drohnen. Vor allem die geringe Anzahl an Einsatzgebieten sowie die engen Richtlinien und Vorschriften bekräftigen diese Aussage. So kann sich die WMS-Community nicht vorstellen, dass Drohnen in Zukunft für die Kommissionierung oder den Transport eingesetzt werden. Innerhalb des Lagers wird lediglich die Möglichkeit der Unterstützung bei einer einfachen Inventur als praktikabel angesehen. Pick-by-Vision wird aufgrund der immer noch nicht gegebenen Industrietauglichkeit und des geringen Tragekomforts der Brillen sowie der daraus resultierenden geringen Akzeptanz bei den Mitarbeitern und schwierigen Nutzung über einen längeren Zeitraum von den Teilnehmern eher als Marketing Hype denn als echter Trend eingestuft. Vorteil der Technologie ist jedoch, dass ein großes Spektrum an Informationen über die visuelle Darstellung vermittelt werden kann und die Hände bei der Kommissionierung

frei bleiben. Dies wurde auch bei der sprachgesteuerten Kommissionierung befürwortet. Pick-by-Voice wird als etablierte Technologie angesehen und sei daher aus den Lagern nicht mehr wegzudenken. Dem 3D-Druck wird skeptisch entgegengesehen. Vor allem die Gewährleistung der gedruckten Teile sei zu beachten. Zudem werden auch für den 3D-Druck kaum Anwendungsfälle im Lager gesehen, wodurch die echte, gewinnbringende Einsatzfähigkeit im Lager angezweifelt wird.

Einsatzgebiete und Implementierung der Technologien

Im Hinblick auf die betrachteten Technologien implementierten die WMS-Anbieter in den letzten 15 Jahren vorwiegend FTS, Pick-by-Voice und RFID-Systeme. Diese Technologien wurden durch ca. 40 Prozent der Befragten schon vor dem Jahr 2010 installiert. RFID-Systeme finden vor allem Anwendung in »schmutzigen« Industrien, wo der Barcode aufgrund des Drecks ständig erneuert werden müsste sowie in Bereichen wo eine hohe Anzahl von Behältern oder Vollpaletten gleichzeitig erfasst werden muss. Des Weiteren ist es für einzelne Teilnehmer vorstellbar die RFID-Technologie zum Tracking von Waren und Personen innerhalb des Lagers zu verwenden. Aufgrund der hohen Kosten wird dies allerdings als nicht wirtschaftlich angesehen.

Pick-by-Voice-Systeme sind bei den meisten Teilnehmern bereits mehr als 15-mal implementiert worden. Somit ist diese Technologie als etabliert anzusehen. Besonders in den unterschiedlichen Bereichen des Einzelhandels wurden die Systeme umgesetzt. Bei 37 Prozent der Teilnehmer sind Projekte mit künstlicher Intelligenz in Planung. Einsatz finden soll die KI in der bedarfsgerichteten Ermittlung von Nachschub, bei der Erkennung von Artikeln oder auch in der Personaleinsatzplanung sowie im Aufgabenmanagement. Drohnen und 3D-Drucker sind hingegen bei jeweils 88 Prozent der Teilnehmer, die Blockchain-Technologie bei 78 Prozent noch nie implementiert worden.

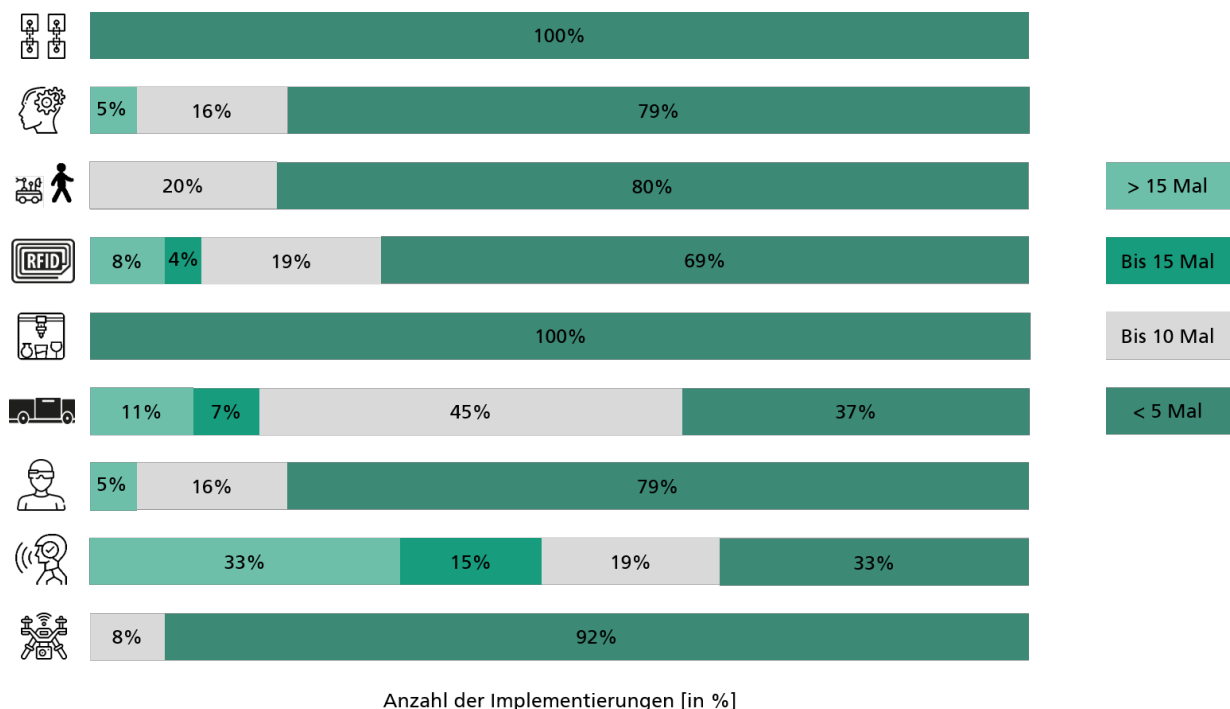


Abbildung 3: Wie oft wurde diese Technologie bereits durch Sie implementiert?

Marktdurchdringung im Jahr 2030

Die schon heute etablierten Technologien werden im Jahr 2030 auch weiterhin in unseren Lagern aufzufinden sein. 75 Prozent der WMS-Community denken, dass FTS ein absoluter Standard im Lager sein wird. Auch Cobots sowie die KI werden im Jahr 2030 Normalmaß im Lager. Diese Einschätzung gaben 48 Prozent bzw. 46 Prozent der Teilnehmer ab. Auch wenn die Technik derzeit vermeintlich ihren »dritten Frühling« erlebt, denken 64 Prozent der Befragten, dass sich die RFID-Technologie nur in bestimmten Branchen durchsetzen wird. Bei den Drohnen und dem 3D-Druck sehen die Teilnehmer die Entwicklung ähnlich. 35 Prozent sehen die Marktdurchdringung des 3D-Drucks im Jahr 2030 nur in bestimmten, ausgewählten Branchen. 31 Prozent denken es wird nur vereinzelte Pilotprojekte geben. Auch die Drohne wird nach Einschätzungen der Teilnehmer kein Regelfall im Lager sein. So meinen 44 Prozent der Befragten, dass sie nur in einigen wenigen Branchen zu finden sein wird. 33 Prozent sehen auch die Drohne in Zukunft nur in Pilotprojekten. Das Thema Pick-by-Vision scheint zu polarisieren. Zum einen erzielt es mit 24% den höchsten Wert im Bereich »Keine Marktdurchdringung« im Jahr 2030. Zum anderen sind 41% der WMS-Anbieter überzeugt davon, dass sich Pick-by-Vision in bestimmten Branchen als

zukunftssträngige Technologie etablieren wird.

Die Blockchain-Technologie sehen die Teilnehmer in knapp 10 Jahren als etabliert an, jedoch nicht als Standard im Lager. Festgemacht wird die Einschätzung bezüglich der Marktdurchdringung der unterschiedlichen Technologien vor allem durch die Anzahl verschiedener Einsatzgebiete sowie den aktuellen Stand der Technologie, aber auch die Kosten spielen eine große Rolle. So fordern die Teilnehmer, dass die Technologien intelligenter werden müssen sowie eine deutlich geringere Ausfall- bzw. Fehlerquote vorweisen. Zudem wünschen sie sich mehr Informationen und Verständnis für Themen wie z. B. Blockchain, da dieses in vielerlei Hinsicht noch eine Blackbox für den Anwender ist. Auch Sicherheits- sowie Service- und Wartungsaspekte als auch die Benutzerfreundlichkeit seien Punkte, die die Marktdurchdringung der einzelnen Technologien beeinflussen. Aus Sicht der WMS-Anbieter sollten vor allem die Kommissioniersysteme in Bezug auf die Mitarbeiterentlastung weiterentwickelt werden. Zum Teil fehlt es den WMS-Anbieter des Weiteren an Informationen, die den Nutzen der Technologien nachweislich bestätigen. Im Hinblick auf den Fachkräftemangel können einige Technologien den Menschen ersetzen. Auch sind neue und ansprechende Technologien ein Magnet für Arbeitnehmer, die mehr und mehr einen modernen Arbeitsplatz fordern.
















Keine Marktdurchdringung dieser Technologie	Einzelne Pilotumsetzungen vorzufinden	In bestimmten Branchen etablierte Technologie	Branchenübergreifend etablierte Technologie	Absoluter Standard im Lager
 24 %	 33 %	 64 %	 41 %	 75 %
 12 %	 31 %	 44 %	 32 %	 48 %
 11 %	 24 %	 36 %	 31 %	 46 %

Abbildung 4: Wie weit wird Ihrer Einschätzung nach die Marktdurchdringung der einzelnen Technologien im Jahr 2030 sein? (Darstellung der Top 3 Antworten pro Kategorie)



DIE CLOUD IM WMS UMFELD

Moderation: Günter Dietze und Theresa Fohrmann

Die Cloud scheint derzeit eine Universallösung für fast alle Aufgaben und Probleme darzustellen. Es gibt dabei im thematischen Umfeld viele Ausprägungen und Interpretationen und eine Vielzahl von Begrifflichkeiten. Was steckt hinter diesen Begriffen und welche Vor- oder Nachteile haben die einzelnen Varianten für die WMS-Anwender bzw. die WMS-Anbieter? Diese Fragestellung wurde im Rahmen des Teilnehmertreffens der »warehouse logistics«-Community im Oktober 2019 im Fraunhofer IML in Dortmund diskutiert.

Begrifflichkeiten und Unterschiede der Cloud Ausprägungen

Zunächst wurde deutlich, dass es sowohl bei den Teilnehmern der Diskussionsrunde als auch bei den Kunden der WMS-Anbieter keine eindeutige sprachliche Regelung gibt. Ein wesentlicher erster Schritt in der Kommunikation ist daher die Klärung der Begrifflichkeiten. Was ist eine Cloud-Lösung? Was ist eine Private Cloud, eine Hybride Cloud oder eine Public Cloud und was hat SaaS damit zu tun?

Hier überwog die Einschätzung, dass es sich bei SaaS (Software as a Service) vereinfacht gesagt um den angebotenen (Komplett-)Service handelt wohingegen sich der Begriff Cloud eher auf die technische Umsetzung bezieht. Es stellt sich also nicht die Frage »SaaS oder Cloud«; vielmehr werden SaaS Lösungen in einer Cloud angeboten.

Bei einer Public-Cloud kann das Angebot prinzipiell von jedem genutzt werden. Bezogen auf die WMS Thematik bedeutet dies, dass insbesondere mehrere Kunden in derselben Cloud und derselben Applikation arbeiten können (Multi-Tenancy mit gemeinsamen Ressourcen für alle Nutzer). Es wird weiterhin unterschieden, ob pro Kunde eine eigene Instanz der Anwendung läuft oder alle Kunden innerhalb einer Instanz abgedeckt werden.

Bei einer Private Cloud greift nur ein Kunde auf die Applikation zu (Single-Tenancy mit dedizierten Ressourcen für den Nutzer). Es gibt hierbei Mischformen, bei denen Teile der Anwendungen und Daten in der Public Cloud und andere Teile in der Private Cloud verwaltet werden. In diesem Fall spricht man von einer Hybriden Cloud. Ein typisches Beispiel im WMS-Umfeld ist hierbei ein Cloud-basiertes WMS in einer Private Cloud in Kombination mit einem KEP-Dienstleister in einer Public Cloud.

Die Wesentlichen Bedenken der Anwender

Die Unternehmen haben insbesondere bei Nutzung einer Public Cloud oft große Bedenken hinsichtlich der Datensicherheit. Sind die Daten ausreichend gegen Fremdzugriff geschützt und erfüllen die Schutzvorrichtungen die Anforderungen der DSGVO? Dies bezieht sich zum einen auf den möglichen Zugriff durch Wettbewerber als auch durch zum Beispiel Regierungsbehörden (Beispiel: USA PATRIOT Act). Letzteres kann durch die Wahl des Cloud Providers und den physischen Standort der Cloud beeinflusst werden. Bemerkenswert war, dass die WMS-Anbieter übereinstimmend der Meinung waren, dass der Aspekt der Datensicherheit bei deutschen Unternehmen einen viel höheren Stellenwert einnimmt als in anderen Ländern.

Ein weiterer Aspekt bezieht sich auf die Latenzzeit der Datenübertragung und damit die Reaktionszeit der Anwendung. Insbesondere in Automatisierungsprojekten muss daher im Einzelfall geklärt werden, ob eine Cloud-Lösung technisch umsetzbar ist. Es gibt jedoch bereits Anbieter, die gute Latenzzeiten gewährleisten. Im Zuge der bevorstehenden Einführung der 5. Mobilfunkgeneration (G5) ist allerdings damit zu rechnen, dass diese Einschränkung an Bedeutung verliert.

Bei Multi-Tenancy in einer Public Cloud wurde als weiteres Gegenargument genannt, dass die Lösung unflexibler ist. Wünscht ein Kunde eine spezifische Ergänzung oder Anpassung so könnte sich diese auf alle Kunden auswirken. Der Softwarehersteller wird daher viel



restriktiver bei der Erweiterung seiner Software vorgehen und kaum kurzfristige, kundenspezifische Erweiterungen einspielen. Nur wenn die Anwendung als eigene Instanz für den Kunden verwendet wird, kann dies umgangen werden. Aus Entwicklersicht kann dann aber letztendlich pro Kunde (Instanz) eine Vielfalt von Projekten zu verwalten sein.

Was sind die Vorteile einer Cloud-Lösung für den WMS-Kunden bzw. den WMS-Anbieter?

Ein Vorteil für den Kunden ist die Preis- und Kostentransparenz, da feste Gebühren für die Nutzung der Cloud-Anwendung anfallen. In der Regel werden Cloud-Lösungen zur Miete angeboten, wodurch die hohen initialen Investitionskosten entfallen.

Zudem fällt der Aufwand für ein eigenes Rechenzentrum weg, wenn sich der Anbieter bzw. Betreiber um die Skalierbarkeit der Anwendung kümmert und dies somit aus Sicht des Kunden automatisch und im Hintergrund erfolgt. Um Aspekte der Datensicherheit bezüglich des Schutzes vor unerlaubtem Zugriff, als auch die regelmäßige Durchführung von Backups und Sicherungen muss der Kunde sich nicht kümmern. Die Cloud sichert eine hohe und schnelle Verfügbarkeit und eine hohe Ausfallsicherheit.

Aus Sicht des WMS-Anbieters ergibt sich eine höhere Kundenbindung, da neben der Software auch das IT-Hosting angeboten wird. Zudem ist ein Outsourcing an einen Betreiber möglich, der dann auch die Aktualität von Betriebssystemen und Datenbanken zum Beispiel durch regelmäßiges Einspielen von Service-Packs übernimmt. Durch die einfache Skalierbarkeit der Cloud und der dynamischen Verteilung der Ressourcen auf die Kunden.

Für den WMS-Anbieter ergeben sich aber auch Einstiegsschwierigkeiten, da das Initialinvestment des

Kunden entfällt und die entsprechenden Einnahmen erst über die Vertragslaufzeit verbucht werden können. Dem gegenüber steht aber ein einfacheres Kostenmodell und die Möglichkeit, dem Kunden zukünftig weitere Cloud-Services anbieten zu können.

Fazit

Die Verwendung des Begriffes »Cloud« ist sehr uneinheitlich und sollte in jedem Falle im Gespräch mit dem Kunden hinterfragt werden. Ob Private, Public oder Hybrid muss kunden- bzw. projektindividuell abgewogen werden. Was meint der Kunde wirklich, wenn er eine Cloud-Lösung anfragt? Welche Vorteile erhofft er sich damit und wie individuell muss seine Software sein? Aufgrund der Bedenken der Unternehmen bezüglich Datenschutz und Datensicherheit wird praktisch immer eine eigene Instanz des WMS gefordert.

Im WMS-Umfeld wird aus Performance-Gründen oftmals die Anbindung von Druckern, Scannern und Fördertechnik weiterhin über einen lokalen Server abgedeckt. Tendenziell lässt sich sagen, dass ein hoher Automatisierungsgrad und eine hohe Komplexität und Individualität der gesuchten Lösung derzeit eher gegen eine Public Cloud Lösung sprechen.

Der Trend geht weiterhin klar in die Richtung von Cloud-Anwendungen.



WAREHOUSE [][®] LOGISTICS

EINSATZ VON KI IM WMS - GESTALTUNG EINER ÜBERSICHT FÜR DEN WMS-MARKT

Moderation: Maximilian Kirschner und Anike Murrenhoff

KI und ML gewinnen in der Wirtschaft aktuell rasant an Bedeutung und werden von der Bundesregierung als die wesentlichen Schlüsseltechnologien der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit Deutschlands gesehen und gefördert. Auch in der Logistikbranche steigt die Bedeutung dieser Themen schnell: Laut einer Studie von INFORM und LOGISTIK HEUTE schätzen 80% der Befragten aus verschiedenen logistischen Disziplinen KI als wichtiges Zukunfts- und Innovationsthema ein.

Im Rahmen des diesjährigen »World Cafés« des Teilnehmertreffens der »warehouse logistics«-Community wurde zusammen mit den Teilnehmern eine Übersicht über den aktuellen Stand des Einsatzes von KI im WMS-Markt erstellt. Insgesamt konnten darin 65 Entwicklungen der WMS-Anbieter aufgenommen und nach ihrem Stand der Umsetzung sowie ihrer Einsatzebene eingeordnet werden. Im Folgenden werden die grundsätzlichen Erkenntnisse zusammengefasst.

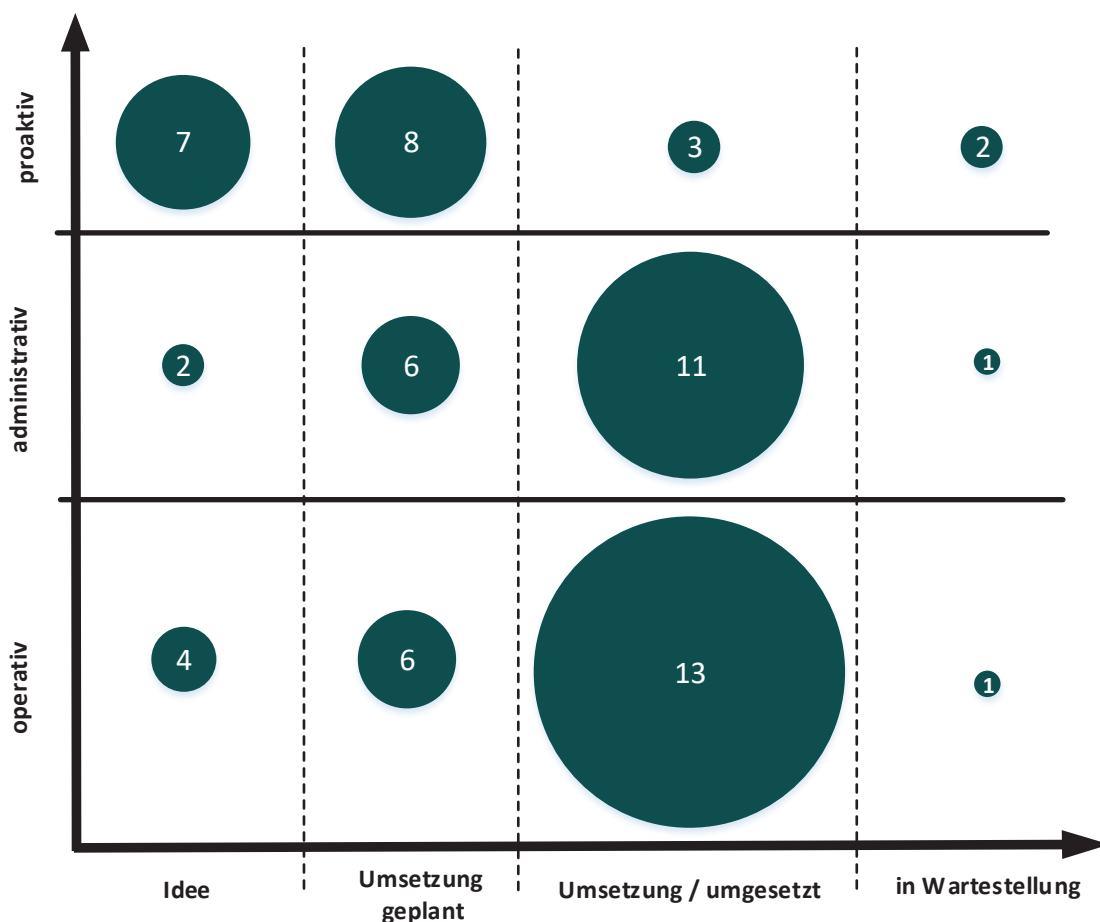


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung



Operativ ist das meiste umgesetzt, es folgen proaktive Entwicklungen

Mit einem Blick auf die Verteilung der Häufigkeit der während des »World Cafés« genannten Entwicklungen (Abb. 5) ist zu erkennen, dass die meisten der genannten Anwendungen im Cluster der operativen Ebene liegen und bereits umgesetzt sind. Diesem Cluster sind beispielsweise Anwendungen der Bilderkennung, wie die Identifikation von Produkten im Wareneingang über Fotos, und der Ressourcenplanung, wie die Planung und Steuerung von Staplerverkehren zur Vermeidung von Staus, zugeordnet (vgl. Abb. 6).

Die Abbildung der Häufigkeitsverteilung zeigt außerdem, dass die zukünftig geplanten KI-Anwendungen in WMS dem Bereich der proaktiven Ebene angehören und damit eine höhere Anzahl an Daten und Datenquellen benötigen, um Muster darin zu erkennen, darauf aufbauend zu prognostizieren und Entscheidungen im WMS zu unterstützen. In diese Cluster sind beispielsweise Entwicklungen im Bereich Predictive Maintenance einzuordnen. Das lässt darauf schließen, dass die Entwicklungen am WMS-Markt bisher vermehrt auf der operativen Ebene lagen und sich zukünftig in eine datenreichere, proaktive Ebene bewegen.

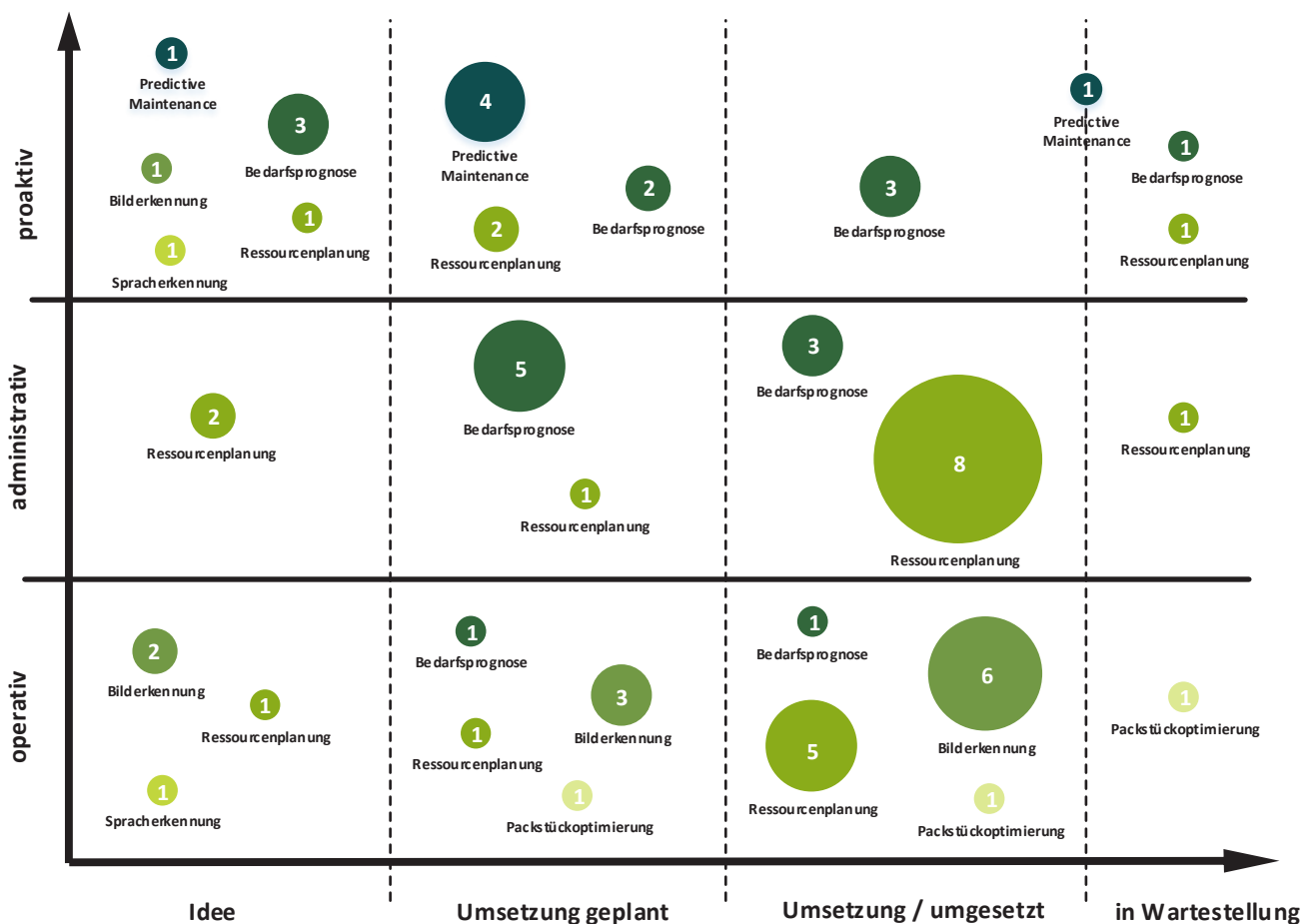


Abbildung 6: Anwendungsbereiche



WAREHOUSE [][®] LOGISTICS

Hauptanwendungsbereiche sind Ressourcenplanung und Bedarfsprognose

Die Anwendungsbereiche der KI-Entwicklungen am WMS-Markt können grundsätzlich in die Gruppen Bedarfsprognose, Bilderkennung, Ressourcenplanung, Predictive Maintenance, Spracherkennung und Packstückoptimierung eingeteilt werden (vgl. Abb. 6). Insbesondere die Bereiche Ressourcenplanung und Bedarfsprognose inkl. darauf aufbauender Optimierungen im Lager sind

besonders zahlreich vertreten (Ressourcenplanung 23 Mal, Bedarfsprognose 19 Mal), wobei insbesondere im Bereich der Ressourcenplanung bereits Anwendungen in WMS umgesetzt sind. Hier werden Verfahren der KI beispielsweise dazu eingesetzt, Bearbeitungszeiten von Aufträgen in Abhängigkeit ihrer Rahmenbedingungen vorherzusagen, um darauf aufbauend Ressourcen zu planen und Aufträge freizugeben. Die Anwendungen können dabei sowohl in das WMS integriert sein als auch als eigenständige Module realisiert sein (vgl. Abb. 7).

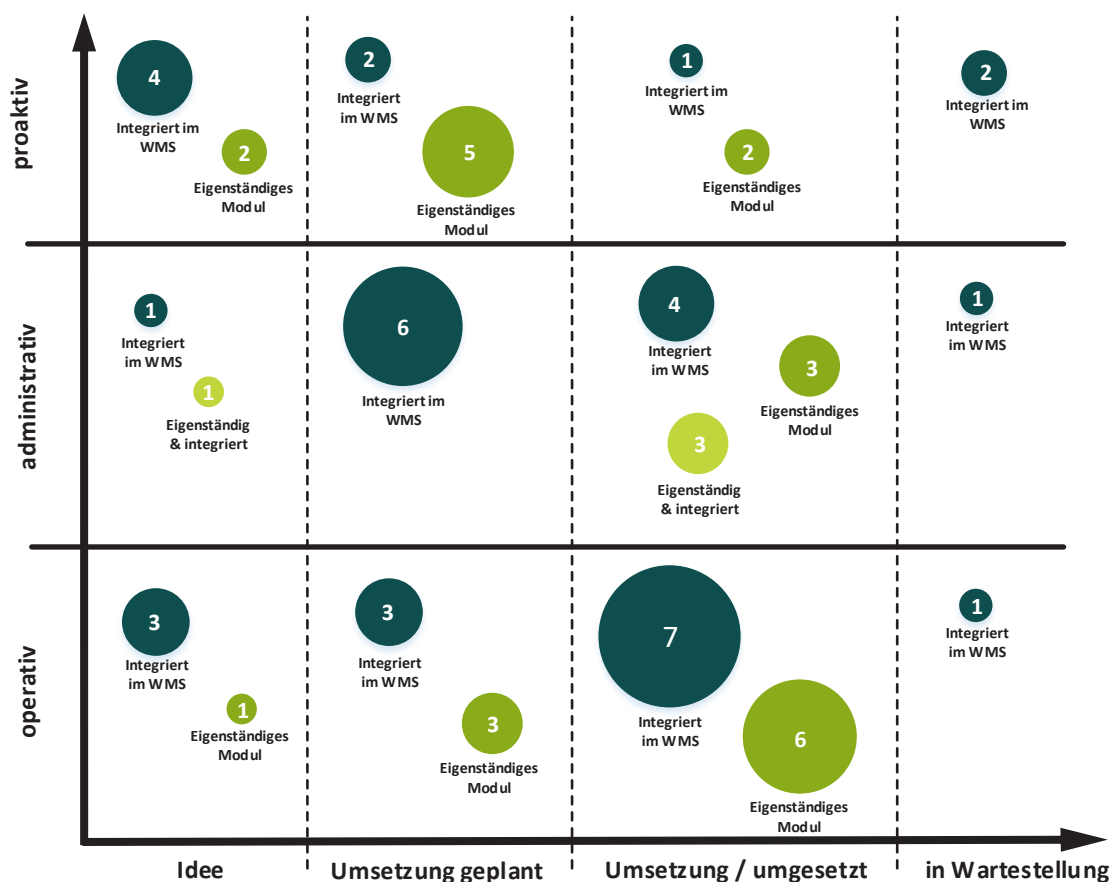


Abbildung 7: Umsetzung (eigenständig / integriert im WMS)

Einschätzung der Komplexität ist im Durchschnitt in allen Clustern ähnlich

Die verschiedenen Ebenen der KI-Übersicht im WMS-Umfeld erfordern unterschiedliche Mengen und Vielfalt an Daten. Der Datenbedarf steigt von der operativen Ebene, auf der beispielsweise Bilddaten verarbeitet werden, hin zur proaktiven Ebene, auf der taktische

Entscheidungen auf Basis eines umfangreicheren Datenpools getroffen werden. Trotz dieses Anstiegs der Komplexität der Datenbasis schätzen die WMS-Anbieter die Umsetzungskomplexität subjektiv in allen Clustern ähnlich ein (vgl. Abb. 8).

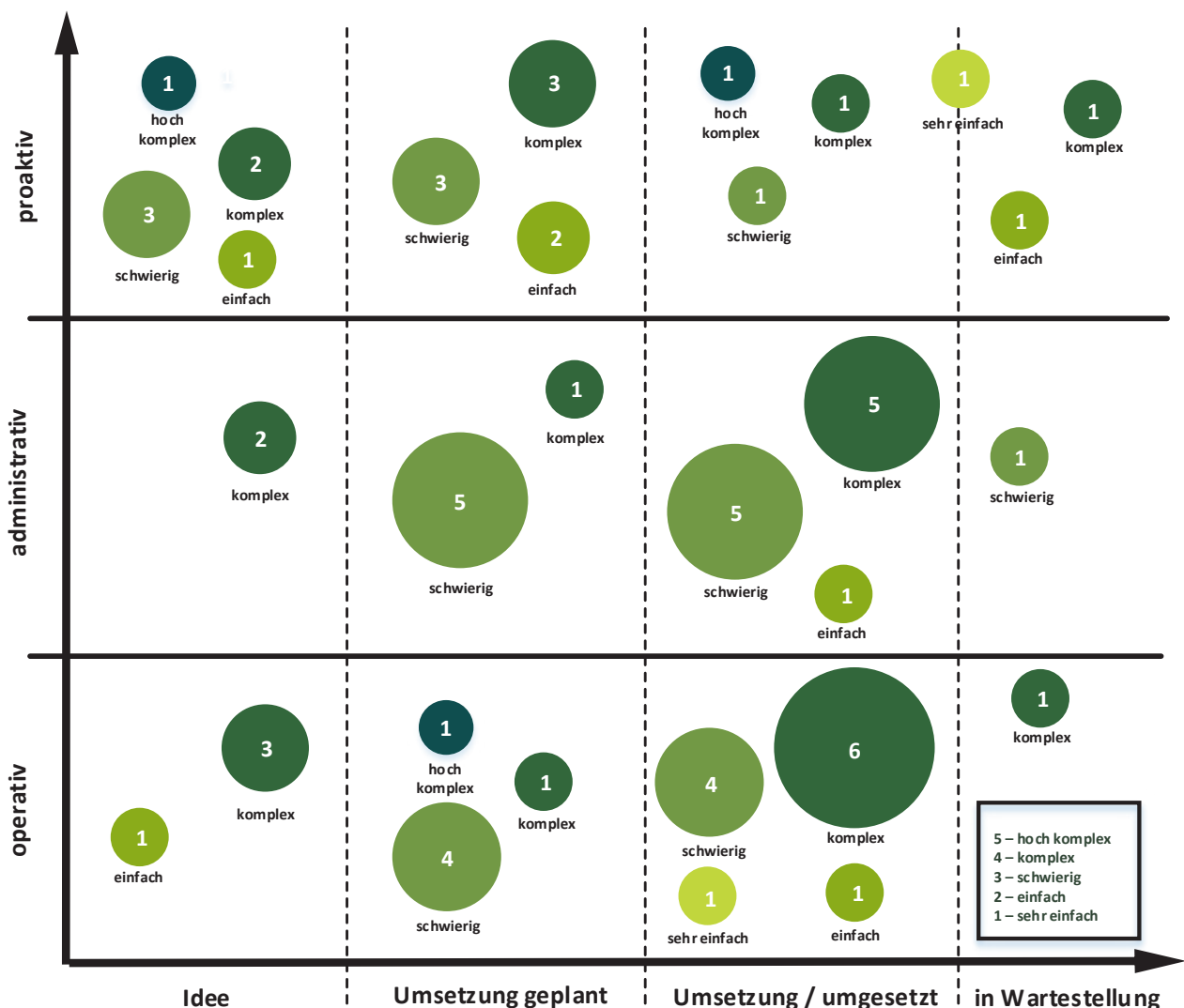


Abbildung 8: Komplexität

WEITERE AUSGEWÄHLTE VERÖFFENTLICHUNGEN DES FRAUNHOFER IML

Projektleitfaden für die erfolgreiche Einführung eines WMS

Mit der Veröffentlichung des Projektleitfadens auf Russisch liefert das »Team warehouse logistics« dem russischsprachigen Raum eine wesentliche Orientierungshilfe für die erfolgreiche Einführung eines (neuen) »Warehouse Management Systems« und stärkt damit die internationale »warehouse logistics«-Community.

WMS Marktreport Kompakt 2018

Der »WMS MARKTREPORT KOMPAKT 2018« präsentiert eine übersichtliche und transparente Zusammenfassung der Analyse des aktuellen Marktes von Warehouse-Management-Systemen und gibt mit seiner Gesamtdarstellung einen ausführlichen Überblick über die wesentlichen Erkenntnisse der Trends und Entwicklungen auf dem Markt.



Beide Whitepaper zum kostenlosen Download finden Sie hier:
<http://www.warehouse-logistics.com/152/1/whitepaper.html>

Herausgeber

© Copyright 2019
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4
44227 Dortmund

<https://www.iml.fraunhofer.de>
<http://www.warehouse-logistics.com>
info@warehouse-logistics.com
<https://doi.org/10.24406/iml-n-569520>

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen
Univ.-Prof. Dr. Michael Henke
Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Michael ten Hompel (geschäftsführend)

Rechtlicher Hinweis

Alle Firmen- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Firmen.
Alle Rechte, auch für die Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

Eine Reproduktion oder Verarbeitung des Werkes zum Zwecke der Vervielfältigung bedarf der schriftlichen Genehmigung des Fraunhofer IML. Einzelne Grafiken oder Textelemente dürfen nur unter Beibehaltung der Urheberrechtsangabe (© Fraunhofer IML, warehouse-logistics.com) verwendet werden.

Das Werk ist mit größtmöglicher Sorgfalt erarbeitet worden. Eine rechtliche Gewähr für die Richtigkeit der einzelnen Angaben kann jedoch nicht übernommen werden.

Autoren und Mitwirkende

Kira Schmelzpfenning
Norman Grünewald

Günter Dietze
Theresa Fohrmann
Lea Isfort
Maximilian Kirschner
Björn Krämer
Anike Murrenhoff
Mauro Napierala
Michael Schmidt

Marketing und Design

Martin Börsting
Florian Fey
Samira Gryzia
Jaqueline Lange
Laura Sickmann