



Initiative Wald & Holz 4.0

Datenvernetzung

Version 2.0 vom 25.09.2020

Autor

Prof. Rolf Baumann

Mitwirkende

Dr. Andreas Eigenheer

Filipp Wirth

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Projekthintergrund	5
2 Projektergebnisse	5
3 Folgeprojekte	5
Projektdefinition	6
4 Ziele	6
4.1 Verständigung	6
4.2 Quantifizierung	6
4.3 Qualifizierung	6
4.4 Handlungsfelder	6
5 Rahmenbedingungen	6
5.1 Initiative Wald & Holz 4.0	6
5.2 Abgrenzungen	7
Grundlagen	8
6 Definitionen des Datenaustauschs	8
6.1 Richtung des Datenaustauschs	8
6.2 Technologien des Datenaustauschs	9
7 Treiber und Bremser des Datenaustauschs	9
7.1 Treiber des Datenaustauschs	9
7.2 Bremser des Datenaustauschs	10
8 Entwicklungsrichtungen infolge digitaler Transformation	12
8.1 Grösse	12
8.2 Nische	13
8.3 Kooperation	13
8.4 Rückzug	13
8.5 Plattform	13
9 Identifikationsmethoden von Handlungsfeldern	14
9.1 Identifikation über modellbasierten Ansatz	14
9.2 Identifikation über technologieorientierten Ansatz	14
9.3 Identifikation über Zielbild-Ansatz	14
9.4 Identifikation über Fast Follower-Ansatz	14
9.5 Identifikation über Partneranalyse	15
9.6 Identifikation über visionären Ansatz	15
10 Modellierung	15
10.1 Grundmodell	15
Identifikation und Priorisierung von Handlungsfeldern	16
11 Interne Datenvernetzung	16

11.1 Analysetool	16
11.2 Analyse	16
11.3 Ergebnisse	17
11.4 Priorisierung von Umsetzungsprojekten	19
11.5 Priorisierung von Entwicklungsprojekten	20
12 Externe Datenvernetzung	20
12.1 Vernetzungsmodell	20
12.2 Evaluation	21
13 Interviewergebnisse	26
Handlungsempfehlungen	27
14 Nutzung bestehender Möglichkeiten	27
14.1 Weiterentwicklung des Analysetools für internen Datenaustausch	27
14.2 Vernetzungsmodell als Tool für externen Datenaustausch	27
14.3 Praxisbeispiele, Use Cases	27
14.4 Wissens- und Technologietransfer	28
15 Innovationen schaffen	28
15.1 Neue Technologien der Datenvernetzung	28
15.2 Komplexitätsparadoxon durchbrechen	28
15.3 Neue Leistungen aufgrund der Datenvernetzung	29
16 Kooperation	29
Anhang A: Modellierung	30
17 Zweck der Modellierung	30
18 Modell-Typen	31
18.1 Referenzarchitekturmodelle	31
18.2 Reifegradmodelle und Toolboxen	32
18.3 Datenmodelle	33
19 Bieler Unternehmensdatenmodell	33
19.1 Aufbau	33
19.2 Vernetzung	37
19.3 Informationsfluss	38
Anhang B: Anwendungsfälle für Datenvernetzung	39
20 Möglichkeiten der Datenvernetzung	39
20.1 Schnittstelle als Herausforderung	39
20.2 Technologische Möglichkeiten	40
20.3 Interviews	42
20.4 Beispiele neuer Möglichkeiten	44
20.5 Praxisbeispiele	44
21 Identifikation von Anwendungsfällen	48
21.1 Methoden zur Identifikation von Anwendungsfällen	48
21.2 Vernetzungsmöglichkeiten nach Partnern	49

21.3 Beispiele differenzierter Anwendungsfälle	50
Anhang C: Grundlagen der Informationstechnologie	51
22 Informationssysteme	51
22.1 Gegenstand	51
22.2 Kommunikation	51
22.3 Komponenten	52
22.4 Datenbankeigenschaften	54
22.5 Datenbankbasiert versus dateibasiert	57
23 Anwendungssysteme	59
23.1 Allgemeine Bürosoftware	59
23.2 ERP	61
23.3 CAD/CAM	65
23.4 14.4 CRM	68
23.5 E-Business	70
23.6 Wissensmanagement	74
23.7 Business Intelligence	76
23.8 Fachanwendungen	78
24 Integration	78
24.1 Gegenstand der Integration	79
24.2 Art der Integration	80
24.3 Optimaler Integrationsgrad	81
24.4 Typische Schnittstellen in der Holzwirtschaft	82
24.5 Industrie 4.0-Integration	86
24.6 BIM-Integration	86
25 Megatrends der Informationstechnologie	86
25.1 Digitale Durchdringung	86
25.2 Big Data	87
25.3 Digitale Vernetzung	88
25.4 Cloud-Computing	91
25.5 Mobile	92
25.6 Industrie 4.0	92
25.7 Blockchain	93
25.8 Künstliche Intelligenz	94
25.9 Virtualisierung	94
Verzeichnisse	96
26 Abbildungsverzeichnis	96
27 Quellennachweis	97

Zusammenfassung

1 Projekthintergrund

Im Zuge der digitalen Transformation trifft man häufig auf die Aussage: Daten sind das neue Öl. Google liefert dazu 44.8 Millionen Einträge¹. Die besondere Bedeutung der Daten liegt in den technologischen Möglichkeiten, sie zu generieren, verarbeiten, speichern, und transportieren. Zudem sind sie entmaterialisiert und globalisiert. Durch den Datenaustausch in Produktionsnetzwerken sind neue Konzepte möglich, welche die Wirtschaft nachhaltig verändern dürften.

Ein Trend liegt in der durchgängigen Digitalisierung der gesamten Wertschöpfungsprozesse. Weniger Fehler, kürzere Durchlaufzeiten, geringerer Bearbeitungsaufwand, mehr Transparenz bis hin zur Selbststeuerung sind Treiber dieser Entwicklung. Aber auch neue Serviceangebote werden möglich und können mitunter Geschäftsmodelle beeinflussen. Ein weiterer Trend liegt in der dezentralen Produktion und in projektweisen Kooperationen.

2 Projektergebnisse

Der vollständige Vernetzungsgedanke ist eine Vision, die vielleicht nie Wirklichkeit wird. Aber einzelne konkrete Schritte können gemacht werden. Ein solcher Schritt ist dieses Teilprojekt aus der Initiative Wald & Holz 4.0.

Für den betriebsinternen Datenaustausch wurde eine Methode entwickelt, um Anwendungsfälle zu identifizieren und priorisieren. Damit wird ersichtlich, welche Tätigkeiten wieviel Aufwand generieren und bei welchen Tätigkeiten wieviel Sparpotential besteht. Die Methode wurde in Workshops angewandt und ein erstes Benchmarking durchgeführt. Das Analysetool steht auf der Website der Initiative Wald & Holz 4.0 zur Verfügung.

Für den betriebsübergreifenden Datenaustausch mit Partnern wurde ebenfalls eine Methode entwickelt, Anwendungsfälle zu identifizieren und über eine Portfolioanalyse zu priorisieren. Dabei werden auch technologische Möglichkeiten des Datenaustauschs mitbetrachtet.

Zusätzlich wurden Informationen aufbereitet, welche Grundlagen für ein besseres Verständnis der Datenvernetzung liefern.

3 Folgeprojekte

Die Projektergebnisse liefern Grundlagen und erste Tools. Damit sind noch längst nicht alle Möglichkeiten des Datenaustauschs im Produktionsnetzwerk ausgeschöpft. Für das weitere Vorgehen wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Vernetzung ist das Hauptthema von Industrie 4.0. Es braucht eine Reihe weiterer Massnahmen, um diese Komplexität zu meistern. Dabei geht es nicht nur um Technologie und effizientere Prozesse, sondern zunehmend auch um verbesserte Kundenerlebnisse, neue Geschäftsmodelle und flexiblere Arbeitsformen. Alleine sind diese Herausforderungen nicht zu meistern. Daraus folgt die wichtigste Handlungsempfehlung: Kooperation!

¹ Abfrage am 03.02.2019

Projektdefinition

4 Ziele

4.1 Verständigung

Für den Datenaustausch im Produktionsnetzwerk wird ein gemeinsames Verständnis aufgebaut und wichtige Begriffe definiert.

4.2 Quantifizierung

Auf Basis eines Unternehmensdatenmodells wird der Aufwand für die Datengenerierung approximativ ermittelt. Daraus wird abgeleitet, in welchem Tätigkeitsbereich welches Rationalisierungspotential besteht. Darüber hinaus dient dieses Instrument auch der unternehmensspezifischen Priorisierung von Optimierungsmassnahmen.

4.3 Qualifizierung

Der Datenaustausch kann auch Möglichkeiten eröffnen, die bisher technisch nicht möglich oder nicht wirtschaftlich waren. Solche Möglichkeiten, beispielsweise neue Geschäftsmodelle oder neue Kooperationsformen, werden in Interviews qualitativ ermittelt.

4.4 Handlungsfelder

Aus den Erkenntnissen werden mögliche Anwendungsfälle abgeleitet, Handlungsfelder priorisiert und Anstösse für weiterführende Arbeiten gegeben.

5 Rahmenbedingungen

5.1 Initiative Wald & Holz 4.0

Die Initiative Wald & Holz 4.0 ist ein Netzwerk aus Wirtschaft und Wissenschaft. Sie bearbeitet Fragestellungen rund um die digitale Transformation der Wald- und Holzbranchen, vom Endkunden zurück bis in den Wald. Das Projekt wird vom Bundesamt für Umwelt BAFU im Rahmen des Aktionsplans Holz unterstützt und umfasst:

- den Aufbau des Netzwerkes mit der Wirtschaft und der Branchenorganisationen;
- die Erarbeitung von Grundlagen über Literaturrecherchen und Experteninterviews;
- die Durchführung gemeinsamer Workshops;
- die Entwicklung von Tools für die priorisierten Themen;
- den Wissensaustausch über Fachpublikationen und Veranstaltungen.

Aus dem breit erarbeiteten Themenspektrum wurden sechs Themen priorisiert. Eines davon ist die Datenaustausch im Produktionsnetzwerk. Es ist somit kein klassisches Forschungsprojekt, sondern ein Teilergebnis aus der Initiative Wald & Holz 4.0.

5.2 Abgrenzungen

5.2.1 Fokus auf zweite Verarbeitungsstufe

Die Workshops mit den Wirtschaftsvertretern verdeutlichten die unterschiedlichen Herausforderungen in den verschiedenen Verarbeitungsstufen, technisch, ökonomisch, regulatorisch und sozial. Aus diesem Grund fokussiert sich das vorliegende Teilprojekt auf die zweite Verarbeitungsstufe, insbesondere auf Schreinereien und Holzbauer mit den vor- und nachgelagerten Bereichen.

5.2.2 Verbindung von Wald und erste Verarbeitungsstufe als eigenes Teilprojekt

Die Verbindung zwischen der ersten Verarbeitungsstufe und dem Wald stellt ein eigenes Teilprojekt innerhalb der Initiative Wald & Holz 4.0 dar und wird durch die BFH-HAFL im Forschungsbereich Multifunktionale Waldwirtschaft erarbeitet.

5.2.3 Wegweiser für Folgeaktivitäten

Innerhalb dieses Teilprojektes können keine technologischen oder regulatorischen Lösungen erarbeitet werden. Vielmehr ist es eine Verständigungsgrundlage und soll der Priorisierung und Formulierung von Folgeaktivitäten dienen.

5.2.4 Smartfactory

Gemäss ursprünglicher Definition sollte sich in der Initiative Wald & Holz 4.0 der Datenaustausch im Produktionsnetzwerk widmen, also den Austausch von Daten mit Kunden, Lieferanten, Behörden, Partnern.

Demgegenüber nahm sich das Thema Smartfactory der innerbetriebliche Datenvernetzung an. Dazu wurde eine Vision «Werkstatt der Zukunft» erarbeitet und bereits ein erstes von Innosuisse gefördertes Folgeprojekt gestartet.

Die Unterscheidung zwischen diesen beiden Themen erwies sich in den Diskussionen als schwierig. Einerseits ist die innerbetriebliche Datenvernetzung meist eine Voraussetzung für den Datenaustausch mit Partnern, andererseits ist die Datenvernetzung generell derart komplex und vielschichtig, dass Begriffe unterschiedlich aufgefasst wurden und somit eine klare Abgrenzung schwierig war. Entsprechend greift die vorliegende Arbeit in beide Themenbereiche ein.

Grundlagen

6 Definitionen des Datenaustauschs

Für den Datenaustausch gibt es unterschiedliche Definitionen und Interpretationen. Ziel ist nicht nur der Austausch von Daten, sondern auch die Automatisierung dieses Austauschs. Dafür hat sich in der Wirtschaftsinformatik der Begriff Integration etabliert. Gegenstand der Integration sind in vorliegenden Fall die Daten. Darüber hinaus könnten auch Funktionen oder Bedienungsoberflächen integriert werden (vgl. Anhang, 24.1 Gegenstand der Integration), was aber nicht Bestandteil dieses Teilprojektes ist.

6.1 Richtung des Datenaustauschs

Die Richtung der Integration sorgte in den Workshops wiederholt zu Verwirrung. Ursache ist die Verwendung der gleichen Begriffe für zwei unterschiedliche Betrachtungen. Es gilt zu unterscheiden zwischen innerbetrieblicher und betriebsübergreifender Integration.

6.1.1 Innerbetriebliche Integration

- Horizontale Datenvernetzung: Vernetzung verschiedener Bereiche auf gleicher Ebene (Beispiele: Einkauf, Verkauf, Produktion, ...)
- Vertikale Datenvernetzung: Vernetzung unterschiedlicher Ebenen (Beispiele: Unternehmensebene, Betriebsleitebene, Prozessleitebene, ...)

Die Entwicklung geht von der hierarchischen Automatisierungspyramide hin zu kommunikativen Netzwerken. Die innerbetriebliche Integration ist ein Schwerpunkt innerhalb des Themas Smartfactory, das in der Initiative Wald & Holz 4.0 ebenfalls behandelt wurde (vgl. 5.2.4 Smartfactory).

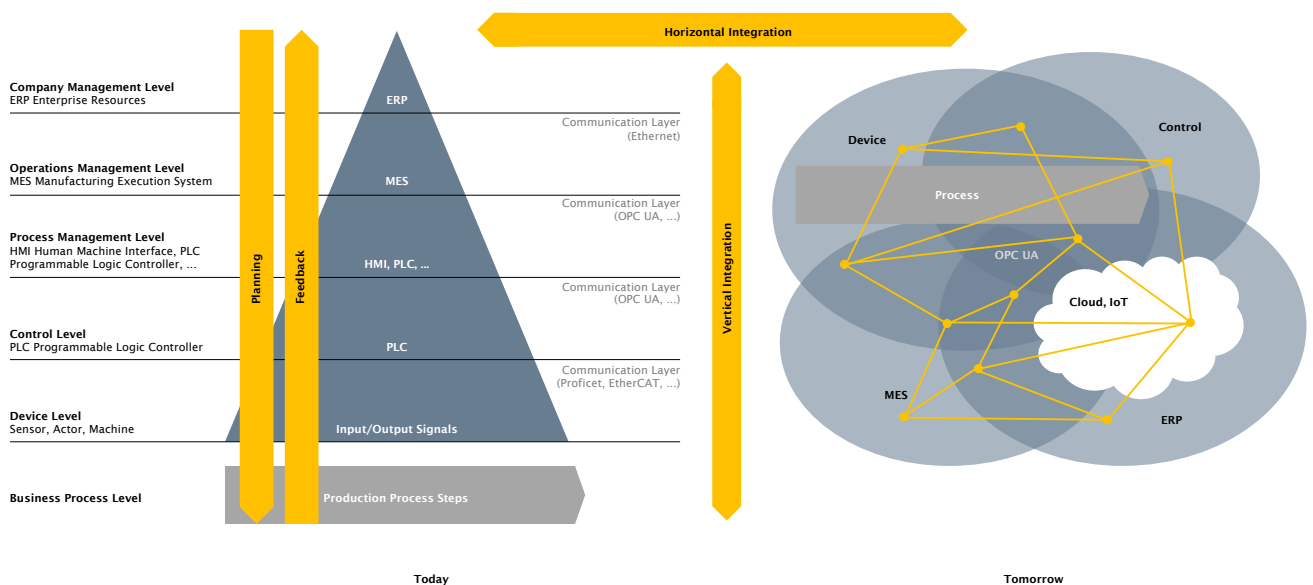


Abbildung 1: Automatisierung heute und morgen

6.1.2 Betriebsübergreifende Integration

- Horizontale Datenvernetzung: Vernetzung gleicher Stufe (Partner, Kooperationen, Geldgeber, Behörden)
- Vertikale Datenvernetzung: Vernetzung vor- und nachgelagerter Produktionsstufen (Kunden, Lieferanten)

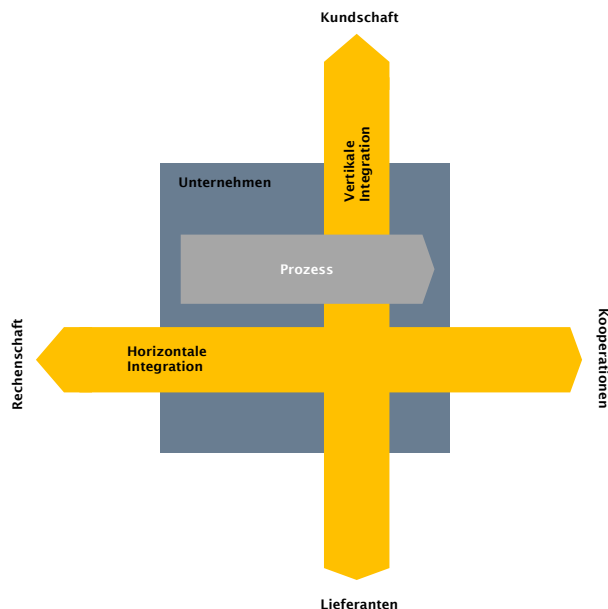


Abbildung 2: Externe Integration, horizontal und vertikal

6.2 Technologien des Datenaustauschs

Für die Realisierung des Datenaustauschs oder der Datenintegration gibt es eine Vielzahl technologischer Möglichkeiten. Ihre Eigenschaften bestimmen jeweils die Einsatzmöglichkeiten. Eine Auswahl der wichtigsten Methoden und Begriffe findet sich im Anhang (vgl. 20.2 Technologische Möglichkeiten).

7 Treiber und Bremser des Datenaustauschs

7.1 Treiber des Datenaustauschs

7.1.1 Steigerung der Effizienz

Wie können die bestehenden Tätigkeiten optimal erfüllt werden?
Mögliche Vorteile, die man anstreben könnte:

- weniger Bearbeitungsaufwand
- weniger Doppelerfassungen
- höhere Automatisierung
- kürzere Durchlaufzeit
- weniger Aufwand für Kontrolle und Fehlerkorrektur

7.1.2 Steigerung der Effektivität

Welche Tätigkeiten sollen überhaupt erfüllt werden?

Mögliche Vorteile, die man anstreben könnte:

- höhere Produktqualität
- gesteigerte Termintreue
- klarere Prozesse
- mehr Transparenz
- belastbarere Entscheidungsgrundlagen
- weniger Datenpflege (Bibliotheken)
- vermeiden von Datenfriedhöfen

7.1.3 Innovation

Welche neuen Möglichkeiten sich eröffnen sich, die ohne Datenvernetzung gar nicht realisierbar wären?

Mögliche Vorteile, die man anstreben könnte:

- besseres Kundenerlebnis
- zusätzliches Serviceangebot
- neues Geschäftsmodell
- neue Kooperationsmöglichkeiten
- Veränderung der geografischen Reichweite

7.2 Bremser des Datenaustauschs

7.2.1 Komplexität

7.2.1.1 Technische Komplexität

Der Datenaustausch zwischen zwei oder mehr Systemen wird von Anwendern erfahrungsgemäss oft als einfacher angesehen, als es in Wirklichkeit ist. Ursache sind Faktoren, die für Anwender nicht sichtbar sind, aber durch Entwickler gelöst werden müssen²:

- unterschiedliche Feldformatierungen
- unterschiedliche Semantik
- gleichzeitige Benutzung durch mehrere User
- Zeitpunkt und Richtung des Datenaustauschs
- Datenkonsistenz und Konfliktbereinigung
- Security (Datensicherheit, Datenschutz, Betriebssicherheit)

Im Anhang (vgl. 24.2.1 Schnittstellen) wird die Problematik am einfachen Beispiel einer Ortsbezeichnung geschildert.

7.2.1.2 Systemische Komplexität

Für den Datenaustausch aus verschiedenen Systemen müssen sich unterschiedliche Parteien mit eingeschränkten Kenntnissen der jeweils anderen Parteien sehr detailliert einigen, was genau vernetzt und wie es genau gelöst werden soll. Das ist bereits sehr anspruchsvoll. Die Vernetzung betrifft oft nicht nur eine Anforderung, sondern mehrere. Das erhöht die Komplexität enorm.

² Basis: langjährige Erfahrung des Autors als Nachfrager (Schreinerei) und Anbieter (Branchensoftware), Bestätigung durch geführte Interviews mit Lösungsanbietern.

Beispiel: Die Arbeitsvorbereitung befasst sich mit einem Beschlägeartikel. Benötigt wird die Geometrie für die Konstruktion und Werkzeichnung, sowie Artikel und Menge für die Stückliste. Die Beschränkung auf den Austausch dieser Daten ist unzureichend, weil auch Lagerplatz, Kreditor, Kalkulation, Lieferantenbewertung und andere Aufgaben mit dem gleichen Beschlägeartikel zusammenhängen.

7.2.1.3 Zeitliche Komplexität

Die verschiedenen Systeme werden individuell durch die Anbieter weiterentwickelt, was Auswirkungen auf die Funktionsweise von Datenaustauschlösungen (Schnittstellen, Plattformen etc.) haben kann. Das Zusammenspiel von Hardware, Software, Anwendung in einem dynamischen, sich rasch entwickelnden Umfeld kann zu instabilen Systemen und unklaren Zuständigkeiten führen. Die Update- und Wartungsfähigkeit sollte auch für die noch unbekanntere Zukunft sichergestellt werden.

7.2.1.4 Ökonomische Komplexität

ICT kann enorme ökonomische Konsequenzen mit sich bringen, sowohl in die positive wie auch in die negative Richtung. Es braucht viel Wissen und Erfahrung, ökonomisch optimale Entscheidungen zu treffen und Projekte erfolgreich zu führen.

7.2.2 Machbarkeit

Die Idealform der Integration verschiedener Lösungen zu einem durchgängigen, transparenten, sicheren Gesamtsystem mit einem guten Benutzungserlebnis ist technologisch oft gar nicht möglich. Es bleibt letztlich immer ein Kompromiss aus verschiedenen Faktoren.

7.2.3 Wirtschaftlichkeit

Entwicklung, Einführung und Wartung eines automatischen Datenaustauschs ist mit Kosten verbunden. Übersteigen diese den Nutzen, ist der Datenaustausch ökonomisch nicht sinnvoll. Dabei sind Unsicherheiten insbesondere in der Kostenrechnung oft erheblich und müssen gesetzten Falles zusätzlich mit Risikofaktoren belastet werden.

7.2.4 Sicherheit

7.2.4.1 Datenschutz

Vernetzte Systeme können den Zugriff auf sensible Informationen ermöglichen. Sollen die Informationen bestimmten Personen nicht zur Verfügung stehen, muss das über Zugriffsberechtigungen sichergestellt werden können. Neben der technischen Sicherheit spielen auch Verwaltungs- und Bedienungsfreundlichkeit wichtige Rollen.

7.2.4.2 Betriebssicherheit

Mit zunehmender Vernetzung steigen die Ausfallrisiken. Es besteht die Gefahr, dass bei einer Störung eines Systems weitere Systeme beeinträchtigt werden, im Extremfall bis zu einem kompletten Stillstand des Unternehmens.

7.2.4.3 Datensicherheit

Vernetzte Systeme bieten mehr Sicherheitslücken mit gleichzeitig höherem Schadenpotential. Hackerangriffe, Datendiebstahl, Viren oder Trojaner können für ein Unternehmen im Extremfall existenzbedrohend wirken.

7.2.5 Weitere Faktoren

Neben den oben genannten Faktoren dürften noch weitere Faktoren bremsend wirken. Hier ist eine nicht abschliessende Auswahl:

- Fehlendes Bewusstsein für das Optimierungspotential
- Fehlendes Fachwissen für die Umsetzung von Integrationsprojekten
- Fehlende Investitionsbereitschaft oder Investitionsfähigkeit
- Angst vor Arbeitsplatzverlust durch Automatisierung
- Fehlende Änderungsbereitschaft

8 Entwicklungsrichtungen infolge digitaler Transformation

Im Rahmen der Initiative Wald & Holz 4.0 lässt sich aus Literaturrecherche, Experteninterviews und Workshops mit Wirtschaftspartnern ableiten, dass durch die digitale Transformation vier Entwicklungsrichtungen möglich sind. Wir gehen davon aus, dass sich alle Unternehmen bewusst oder unbewusst in eine dieser Richtungen bewegen.

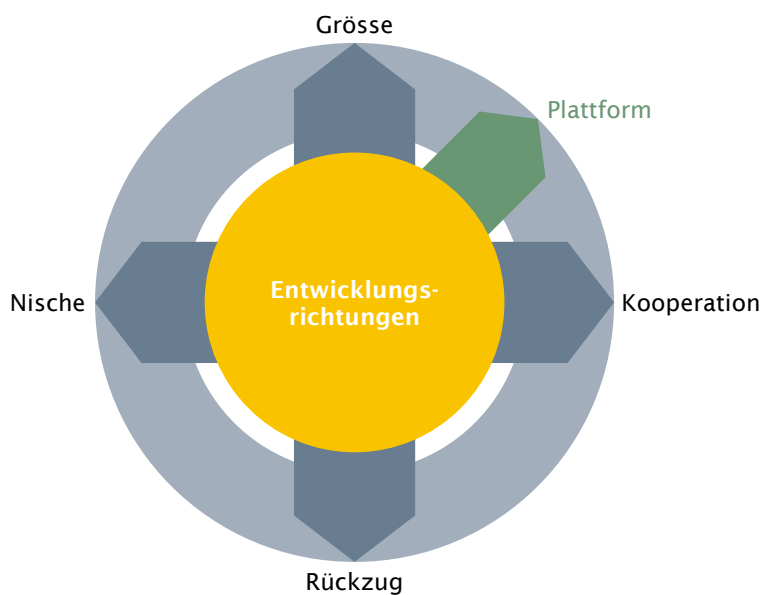


Abbildung 3: Entwicklungsrichtungen für Unternehmen infolge der digitalen Transformation.

8.1 Grösse

Die bremsenden Faktoren des Datenaustauschs (vgl. 7.2 Bremser des Datenaustauschs) sind grosse Herausforderungen. Kleine Unternehmen sind diesbezüglich technisch, finanziell und personell stärker limitiert, als grosse Unternehmen. Zusammen mit anderen bekannten Faktoren sind grosse Unternehmen im Volumenmarkt im Vorteil. Durch die Digitalisierung wird zudem eine höhere Individualisierung möglich, was den Volumenmarkt insgesamt vergrössert (Individualanfertigung zu Bedingungen der Massenproduktion – mass customization). Zusätzlich kann die einfachere Vergleichbarkeit von Angeboten zu einer weiteren Konzentration führen (the winner takes it all).

Beispiel: Ein Einbauschrank auf Mass war früher dem Schreiner vorbehalten. Durch die Digitalisierung kann auch ein grosser, internationaler Industriebetrieb den Einbauschrank herstellen.

8.2 Nische

Konzentriert sich ein Unternehmen auf einen spezifischen Teilmarkt, sind für diesen Teilmarkt sowohl Qualitätsführerschaft als auch Preisführerschaft möglich. Die Digitalisierung kann zudem die geografische Reichweite von Nischenmärkten erhöhen. Im Grunde gilt auch hier: the winner takes it all, einfach begrenzt auf den spezifischen Teilmarkt.

Bezüglich Datenaustausch gilt: mit zunehmender Funktionsvielfalt steigt die Komplexität exponentiell und damit auch der Aufwand und das Risiko. Durch die Fokussierung auf eine Nische lässt sich somit die Komplexität deutlich mildern.

8.3 Kooperation

In der Betriebswirtschaftslehre ist eine Kooperation die freiwillige Zusammenarbeit von Unternehmen, die rechtlich selbstständig bleiben. Die beteiligten Unternehmen geben somit aber einen Teil ihrer wirtschaftlichen Souveränität ab. Umgekehrt könnten Kooperationen die Existenz von kleinen und mittleren Unternehmen sichern und diese wettbewerbsfähig halten.

Es kann zwischen zwei Grundprinzipien der Kooperation unterschieden werden:

- Die synergetische Kooperation, in der Neues durch die Kooperation geschaffen wird, was durch die Einzelteile nicht möglich ist (z. B. Spezialentwicklungen, oft auch F&E-Vorhaben) und
- die additive Kooperation, in der Prozesse oder Abläufe durch die Kooperationspartner zusammengefasst werden, um einen optimierenden Effekt zu erzielen (zum Beispiel Beschaffungs-Gemeinschaften, im Handel insbesondere Einkaufsgenossenschaften und Einkaufsverbände nicht-genossenschaftlicher Rechtsform).

«Ich glaube, dass ein riesiges virtuelles Netzwerk von tausenden Kleinunternehmen letztlich obliegen wird. Gemeinsam werden sie jeden Monolithen in die Knie zwingen.»

Bob Lutz

Bezüglich Datenaustausch sind die technischen Herausforderungen grösser, als bei einem Alleingang. Allerdings sind die Mittel der Gemeinschaft auch deutlich grösser und können diesen Nachteil überkompensieren. Als wichtigste Voraussetzung kann die Bereitschaft der kooperierenden Partner betrachtet werden.

8.4 Rückzug

Wer sich nicht Richtung Grösse entwickelt, nicht auf einen Nischenmarkt spezialisiert und nicht mit anderen kooperiert, wird durch die digitale Transformation vermutlich verlieren. Das kann schleichend erfolgen indem ein Unternehmen schrumpft oder den Handelsanteil erhöht und damit die eigene Wertschöpfung senkt. Es kann aber auch abrupt erfolgen indem sich kein Nachfolger finden lässt, das Geschäft aus Wirtschaftlichkeitsgründen aufgegeben wird oder es sogar in Konkurs geht.

8.5 Plattform

Neben diesen vier Hauptrichtungen bietet die digitale Transformation eine weitere Möglichkeit: das Plattformbusiness. Plattformen schieben sich mit einem Zusatznutzen für Kunden zwischen den bisherigen Kaufprozess. Damit wandert der Kunde vom bisherigen Anbieter zur Plattform. Im Plattformbusiness gilt noch stärker als in anderen Bereichen: the winner takes it all. Künstliche Intelligenz gilt heute als Muss für die Etablierung einer Plattform. Auch Lock-in-Effekte spielen eine starke Rolle. Fast alle Beispiele der disruptiven Veränderungen der Wirtschaft durch die Digitalisierung stammen aus dem Plattformbusiness: Amazon, Alibaba, iTunes, Spotify, Airbnb, Booking, Uber, Netflix, Dropbox, usw. In der Plattform-Ökonomie bestehen nur zwei Möglichkeiten:

- Plattform selber betreiben, alleine oder in Kooperation

- Anbieter sein auf einer Plattform, die jemand anderes betreibt

Es wird sich jedes Unternehmen die Frage stellen müssen, ob seine Leistungen über eine Plattform angeboten werden können. Ist das der Fall, was sehr wahrscheinlich ist, bleibt über kurz oder lang nur eine der beiden oben genannten Möglichkeiten, wobei die Marktmacht liegt klar beim Plattformbetreiber liegt. Der Datenaustausch spielt in beiden Fällen eine entscheidende Rolle.

9 Identifikationsmethoden von Handlungsfeldern

Wie sich aus den bisherigen Ausführungen ableiten lässt, ist der Datenaustausch ein hochkomplexes Thema und betrifft verschiedenste Unternehmensbereiche und Softwarelösungen. Eine einzige Lösung für den gesamten Datenaustausch scheint nicht realistisch. Stattdessen ist zu erwarten, dass es eine Reihe verschiedener Teillösungen braucht. Ein Ansatz, wirksame Ansätze für Verbesserungen zu finden, ist die systematische Identifikation von Handlungsfeldern.

9.1 Identifikation über modellbasierten Ansatz

- Modell als vereinfachte, standardisierte Grundlage
- Systematische Schätzungen oder Messungen
- Ableiten von Hotspots

Es existieren bereits etliche Modelle mit Bezug zur digitalen Transformation. Dieser Ansatz scheint vielversprechend und wird weiterverfolgt.

9.2 Identifikation über technologieorientierten Ansatz

- Ist-Zustand der technischen Entwicklungsstufe erarbeiten
- Entwicklungspotentiale identifizieren
- Ideen zur Erhöhung der Entwicklungsstufe ableiten

Die in der Holzwirtschaft üblicherweise eingesetzten Technologien sind heterogen und werden zudem sehr unterschiedlich tief angewendet. Es wird versucht, hier eine erste konkrete, methodische Umsetzungsmöglichkeit aufzuzeigen, mit dem Ansatz der Partneranalyse (vgl. 9.5 Identifikation über Partneranalyse) zu kombinieren und gegebenenfalls Empfehlung für eine Folgeprojekt abzuleiten.

9.3 Identifikation über Zielbild-Ansatz

- Kundenbedürfnisse der Zukunft abschätzen
- Idealer Kundenprozess gestalten
- Lücken gegenüber dem Ist-Prozess identifizieren

Die oben beschriebenen Ansätze zielen auf Möglichkeiten, bestehende Daten und Prozesse zu vernetzen. Es ist aber auch denkbar, dass sich durch den Datenaustausch neue Möglichkeiten eröffnen. Für deren Identifikation können Interviews Aufschluss geben.

9.4 Identifikation über Fast Follower-Ansatz

- Sammeln existierender Anwendungsfälle
- Priorisierung der Anwendungsfälle
- Anpassen der Anwendungsfälle auf das eigene Unternehmen

Das Sammeln existierender Anwendungsfälle ist eine weitere Möglichkeit. Im Anhang (vgl. 0 Abbildung 17: Beispiele neuer Möglichkeiten

Praxisbeispiele) wurden einige Beispiele aufgeführt. Einen Beitrag hat die Initiative Wald & Holz 4.0 über die veranstalteten Konferenzen geleistet. Die Erarbeitung eines Tools für die systematische Verfolgung weiterer Möglichkeiten ist nicht vorgesehen, wird aber empfohlen (vgl. 14.3 Praxisbeispiele, Use Cases).

9.5 Identifikation über Partneranalyse

- Ermittlung der bestehenden Geschäftsbeziehungen
- Analyse des entsprechenden Datenaustauschs
- Doppelerfassungen und damit Optimierungspotential identifizieren

Das für den technologieorientierten Ansatz verwendete Vernetzungsmodell kann auch für die Partneranalyse eine erste Grundlage darstellen. Es wird versucht, die beiden Ansätze in einer konkreten Methode zu kombinieren und gegebenenfalls Empfehlung für eine Folgeprojekt abzuleiten.

9.6 Identifikation über visionären Ansatz

- Auswirkungen von Megatrends auf Kunden
- Ideales Unternehmen gestalten, welches die neuen Bedürfnisse am besten befriedigt
- Lücken gegenüber dem Ist-Unternehmen identifizieren

Für die Identifikation über den visionären Ansatz können Innovationsmethoden wie Design Thinking, Business Model Canvas oder andere eingesetzt werden. Die Methoden stehen zur Verfügung. Innerhalb der Initiative Wald & Holz 4.0 sind keine Tools mit diesem Ansatz vorgesehen.

10 Modellierung

Für den Zweck der Modellierung und Modellbeispiele sei hier auf den Anhang verwiesen (vgl. 17 Zweck der Modellierung und 18 Modell-Typen).

10.1 Grundmodell

Die beiden bekanntesten Modelle im Umfeld von Industrie 4.0 sind RAMI 4.0 (Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0) aus Deutschland und IIRA (Industrial Internet Reference Architecture) aus den USA (vgl. 18.1 Referenzarchitekturmodelle). Beide Modelle haben in der Schweizer Industrie eine geringe Bedeutung³. Ein möglicher Grund könnte sein, dass diese Modelle soweit abstrahiert wurden, dass sie theoretisch universell zutreffen und wissenschaftlich korrekt sind, aber im praktischen Einsatz kaum konkreten Nutzen stiften.

Eine pragmatischere Variante ist das Bieler Unternehmensdatenmodell (vgl. 19 Bieler Unternehmensdatenmodell), welches auf die gewerblichen oder halbindustriellen KMU der schweizerischen Holzwirtschaft ausgerichtet ist und sich in etlichen Settings als verständlich und belastbar erwiesen hat⁴. Das Bieler Unternehmensdatenmodell wird deshalb als Grundmodell für die Analyse und Evaluation verwendet.

³ Interview mit Philip Hauri, Geschäftsstelle Industrie 2025

⁴ Workshops mit Vertretern aus Lehre und Wirtschaft, Weiterbildungsanlässe

Identifikation und Priorisierung von Handlungsfeldern

11 Interne Datenvernetzung

11.1 Analysetool

Kern des Datenaustauschs ist die Vermeidung von Doppelerfassungen: Daten, die bereits irgendwo in einem System, unabhängig ob betriebsintern oder betriebsübergreifend, vorhanden sind, sollen nicht nochmals generiert werden müssen. Die Umsetzung beinhaltet eine Reihe technischer, wirtschaftlicher, rechtlicher und weiterer Fragen.

In einem ersten Schritt soll systematisch analysiert werden, welche Erfassungen wie viel Aufwand verursachen. Für diesen Zweck wurde aus dem Bieler Unternehmensdatenmodell eine Erfassungstabelle abgeleitet. Darin kann für jede Datenerfassungsaufgabe im Unternehmen abgeschätzt werden, wie viel Aufwand eingesetzt wird.

In einem zweiten Schritt soll zusätzlich geschätzt werden, wie viel des jeweiligen Aufwandes durch aktuell verfügbare Technologien eingespart werden kann. Diese Schätzung ist unter anderem stark abhängig vom Vorwissen der Schätzenden. Sie also nicht genau, kann aber trotzdem einen Anhaltspunkt liefern, insbesondere eine Größenordnung für eine mögliche Investition.

11.2 Analyse

Das Analysetool wurde in Workshops mit insgesamt 15 Personen aus acht Unternehmen⁵ getestet. Sieben Unternehmen stammten aus der zweiten, ein Unternehmen aus dem Forstbereich. Dabei haben sich folgende Annahmen bestätigt:

- Die Personen aus den Unternehmen können nach einer kurzen Instruktion und ein paar Beispielerfassungen die Tabelle eigenständig ausfüllen. Bedingung sind gute Kenntnisse der Prozesse im eigenen Unternehmen. Gegebenenfalls sind Personen aus unterschiedlichen Abteilungen notwendig.
- Instruktion und Ausfüllen der Tabelle dauern ungefähr zwei Stunden.
- Unternehmen der zweiten Verarbeitungsstufe erkennen Ihre Tätigkeiten und können die Aufwände zuordnen, vom handwerklich orientierten Kleinunternehmen bis zur industriellen Fertigung.
- Für den Forstbereich kann das Tool Anhaltspunkte zu liefern. Allerdings passen einige der aufgeführten Tätigkeiten und Begrifflichkeiten nicht optimal. Es bedingt somit eine Abstraktion durch die Schätzenden oder eine Anpassung der Tätigkeiten an den Forstbereich.
- Aufgrund der Erfahrungen aus dem Forstbereich und der zweiten Verarbeitungsstufe kann angenommen werden, dass das Tool mit kleinen Einschränkungen auch für die erste Verarbeitungsstufe eingesetzt werden könnte.

⁵ Den Unternehmen wurde Vertraulichkeit zugesichert. Sie werden deshalb hier nicht namentlich aufgeführt.

11.3 Ergebnisse

11.3.1 Aufwand für die Datengenerese

Der Gesamtaufwand setzt sich zusammen aus über 100 einzeln geschätzten Aufgabenbereichen. Verteilt man den Aufwand anteilmässig nach Kategorien auf das Bieler Unternehmensdatenmodell ergeben sich aus der Stichprobe drei Hotspots, die zusammen 56 % des Gesamtaufwandes ausmachen:

- 22 % des Gesamtaufwandes für die Datengenerese fallen auf den Verkauf
- 18 % des Gesamtaufwandes für die Datengenerese fallen auf die Produktplanung
- 16 % des Gesamtaufwandes für die Datengenerese fallen auf die Produktentwicklung

Bei den Unternehmen zeigt sich eine deutliche Streuung. Anbieter standardisierter Produkte (Möbel-fabrik) hat einen höheren Aufwand in der Produktentwicklung, Anbieter individueller Produkte (Schrei-nerie) haben einen höheren Aufwand in der Produktplanung.

Noch aussagekräftiger als die Verteilung in % sind die absoluten Beträge in CHF. Den teilnehmenden Unternehmen liegen diese Zahlen vor. Aufgrund der geringen Stückzahl (n = 7) und der Heterogenität der Unternehmen macht ein Durchschnittswert jedoch keinen Sinn.

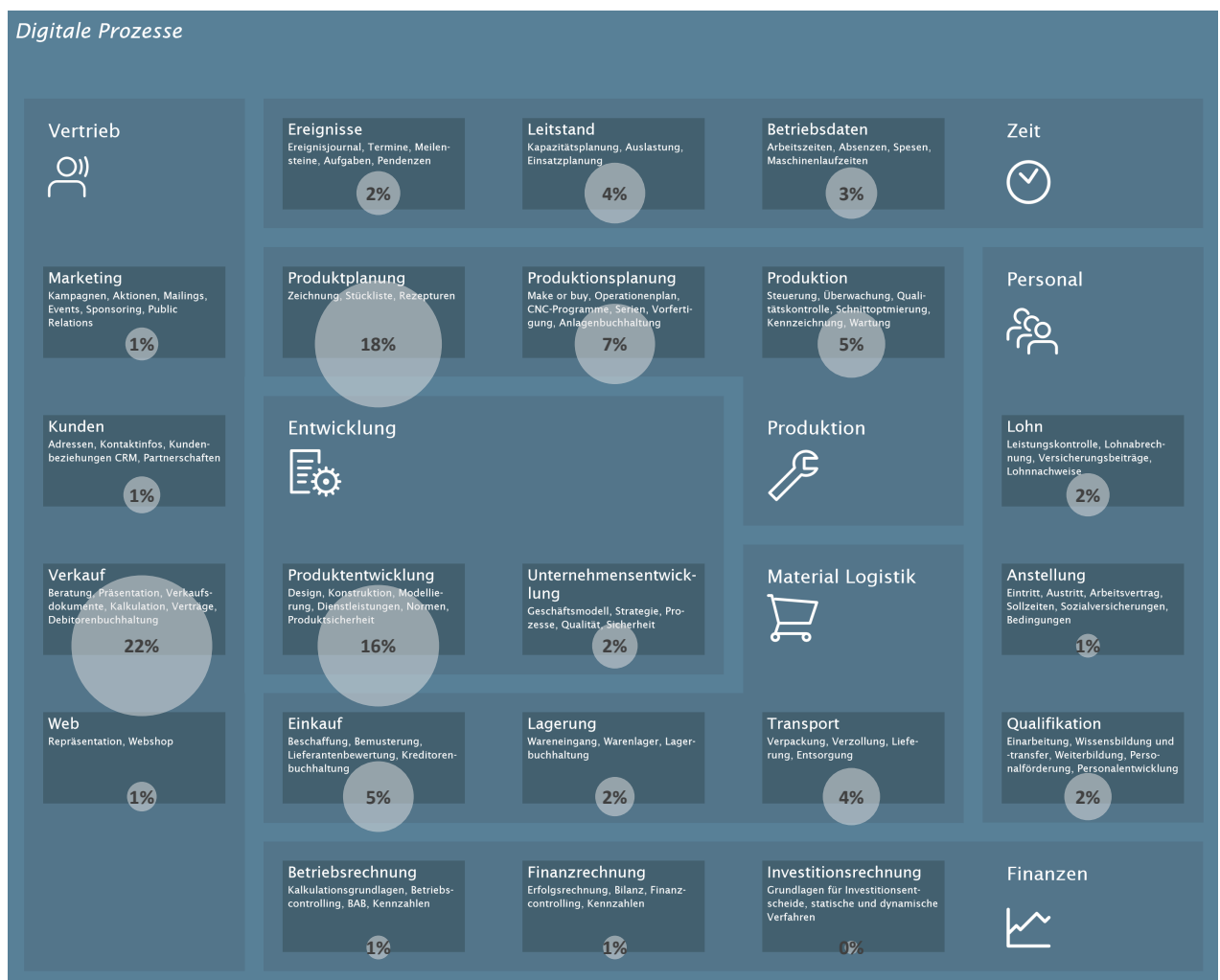


Abbildung 4: Durchschnittlicher Aufwand für Datengenerese in % (n=7)

11.3.2 Sparpotential in der Datengenese

Für alle der über 100 Aufgabenbereichen haben die Teilnehmenden auch das Sparpotential geschätzt. Verteilt man das anteilmässig nach Kategorien auf das Bieler Unternehmensdatenmodell, zeigt sich, dass in verschiedenen Kategorien etwa 20 % des Aufwandes für die Datengenese durch Einsatz aktueller Technologien und Prozesse einsparen liessen.

Noch aussagekräftiger als das Sparpotential in % sind die absoluten Beträge in CHF. Den teilnehmenden Unternehmen liegen diese Zahlen vor. Aufgrund der geringen Stückzahl (n=7) und der Heterogenität der Unternehmen macht ein Durchschnittswert jedoch keinen Sinn.

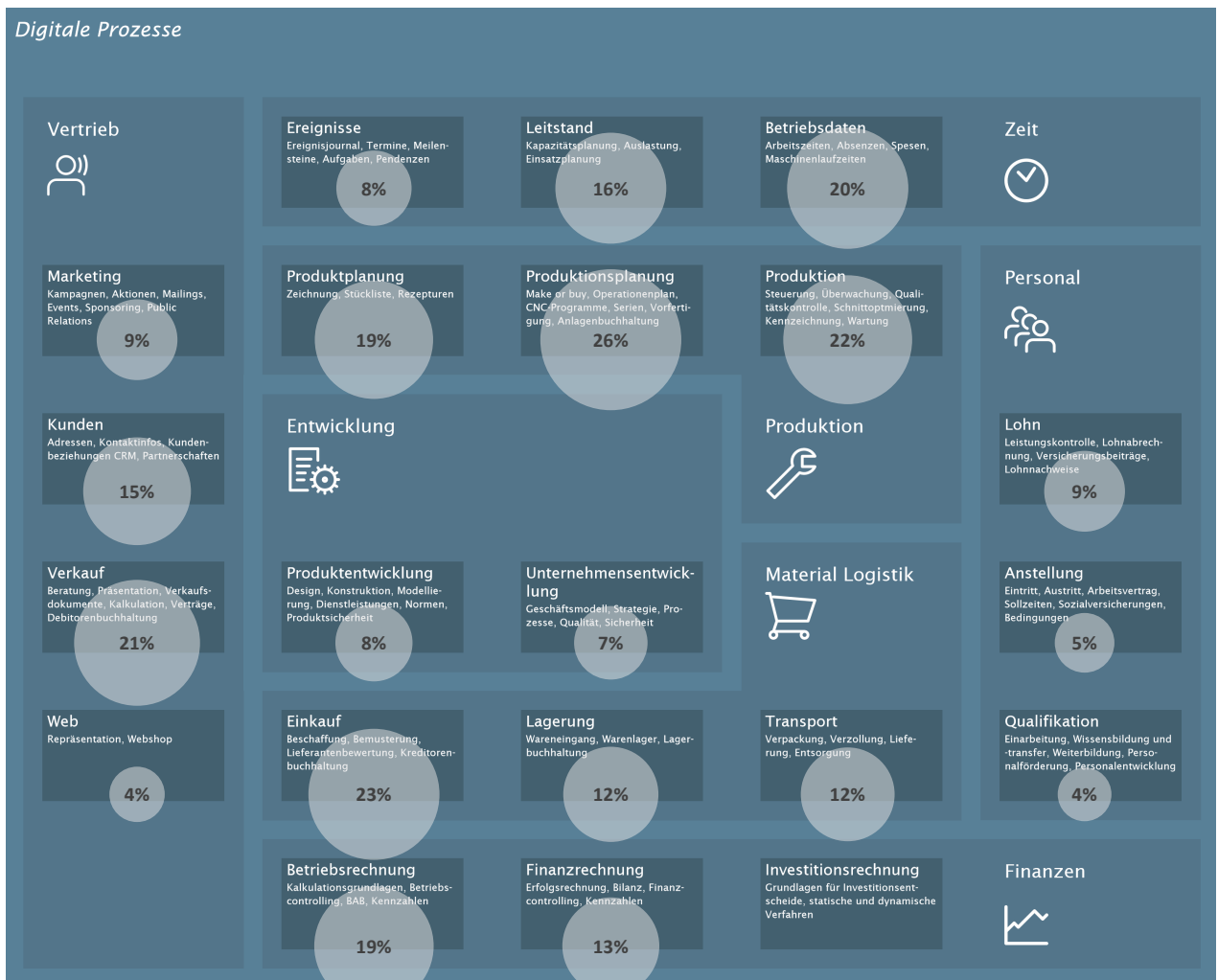


Abbildung 5: Durchschnittlich eingeschätztes Sparpotential für Datengenese in % (n=7)

Wichtige Hinweise:

- Die Aussage beruht auf Schätzungen der Unternehmen.
- Die Schätzungen beziehen sich auf den Einsatz aktuell verfügbarer Technologien.
- Die Einschätzung der aktuell verfügbaren Technologien beruht auf dem Vorwissen der Unternehmen und kann von den tatsächlichen Möglichkeiten abweichen.
- Neue Entwicklungen und Möglichkeiten wurden nicht berücksichtigt.

11.4 Priorisierung von Umsetzungsprojekten

11.4.1 Ausgangssituation analysieren

Das Analysetool steht auf der Website www.wh40.ch zur Verfügung. Nutzt es ein Unternehmen, erhält es folgende Erkenntnisse:

- Systematische Abschätzung über das gesamte Unternehmen, in welchen Tätigkeitsbereiche wie viel Aufwand für die Datengenerierung betrieben wird.
- Systematische Abschätzung über das gesamte Unternehmen, in welchem Tätigkeitsbereich nach aktuellem Kenntnis- und Technologiestand welches Sparpotential durch Datenaustausch besteht.
- Vergleich des Aufwands für die Datengenerierung in den verschiedenen Tätigkeitsbereichen des eigenen Unternehmens mit dem Branchendurchschnitt.
- Vergleich des geschätzten Sparpotentials in den verschiedenen Tätigkeitsbereichen des eigenen Unternehmens mit dem Branchendurchschnitt.

11.4.2 Projekte definieren

Durch die Analyse der Ausgangssituation lässt sich bereits eine erste Priorisierung ableiten. Tätigkeitsbereiche mit minimalem Sparpotential müssen vorerst nicht weiter betrachtet werden. Für die Tätigkeitsbereiche mit relevantem Sparpotential können konkrete Projekte abgeleitet werden.

Typisches Beispiel:

Die Programmierung des CNC-Bearbeitungszentrums verursacht einen hohen Aufwand (Betrag ermittelt) und beinhaltet erhebliches Sparpotential (Betrag ermittelt). Mögliche Projekte könnten sein:

- Programmierung über regelbasierte Konstruktionen und Umsetzung über Parametrik, Komposition, Hierarchisierung
- Programmierung aus dem CAD über ein CAM-Modul

11.4.3 Machbarkeit klären

Für die konkreten Projekte kann nun die Machbarkeit geklärt werden. Dabei scheint wichtig, dass mehrere Dimensionen geprüft werden.

Technische Machbarkeit:

- Bestehen erprobte Lösungen?
- Welche Risiken bestehen?
- Wie ist die Bindung an einen Partner?
- Ist das System updatefähig?
- Besteht ein Service?
- Sind neue Entwicklungen zu erwarten?

Personelle Machbarkeit:

- Ist genügend Know How vorhanden?
- Sind die Personen motiviert?
- Bestehen genügend personelle Ressourcen?
- Entsteht eine Abhängigkeit von Einzelpersonen?

Finanzielle Machbarkeit:

- Investitionskosten?

- Unterhaltskosten?
- Preisentwicklung aufgrund des technologischen Wandels?

11.4.4 Projekte priorisieren

Aus den vorangegangenen Schritten sind Projekte entstanden mit einer Abschätzung von Nutzen und Machbarkeit. Es kann vermutet werden, dass aus diesen Grundlagen die Prioritäten ohne weitere Analysen ersichtlich sind.

Sollte der Bedarf einer weiteren systematischen Priorisierung ergeben, bietet sich die Portfolioanalyse an, wie sie bei der externen Datenvernetzung vorgeschlagen wird (vgl. 12.2.2 Evaluation).

11.4.5 Roadmap erstellen

In einem weiteren Schritt können die Projekte auf einer Zeitachse eingetragen werden. So entsteht eine betriebsspezifische Roadmap zur Datenvernetzung.

11.5 Priorisierung von Entwicklungsprojekten

Wo es wirtschaftliche Lösungen gibt, können Projekte geplant und umgesetzt werden (siehe oben). Darüber hinaus stellt sich die Frage nach Tätigkeiten, die einen hohen Aufwand für die Datengenerierung verursachen, obwohl die Daten ganz oder teilweise in anderen Systemen bestehen und deren Austausch es keine oder keine wirtschaftlichen Lösungen gibt. Es geht also um die Entwicklung von neuen Lösungen.

Diese Frage wurde im Rahmen dieses Projektes nicht weiterverfolgt. Das Analysetool kann aber durchaus wertvolle Grundlagen liefern, insbesondere, wenn die Stichprobe teilnehmender Unternehmen grösser und die Daten damit belastbarer werden (vgl. 15.1 Neue Technologien der Datenvernetzung).

12 Externe Datenvernetzung

12.1 Vernetzungsmodell

Der partnerorientierte Ansatz (vgl. 9.5 Identifikation über Partneranalyse) lässt sich über ein Vernetzungsmodell verfolgen. Als Ausgangspunkt kann auch hier das Bieler Unternehmensdatenmodell (vgl. 19 Bieler Unternehmensdatenmodell) dienen. Das Vernetzungsmodell ist eine Ableitung davon und soll in reduzierter Form den Datenfluss über Unternehmensgrenzen hinweg darstellen. Die Informationsflüsse lassen sich in horizontale und vertikale Vernetzung unterteilen.

- Vertikale Datenflüsse gehen entlang der Wertschöpfungskette und umfassen somit die Lieferanten und vorgeschalteten Produktionsprozesse, aber auch die nachfolgenden Prozessschritte oder Kunden.
- Horizontale Informationsflüsse gehen zu Unternehmen der gleichen Wertschöpfungsebene (Mitbewerber, Konkurrenten), aber auch zu Behörden wie der Steuerbehörde oder den Sozialversicherungen.

Dabei kann nicht nur untersucht werden welche Daten, sondern auch in welcher Form diese ausgetauscht werden. Werden Bestellungen von Kunden telefonisch, via Mail, Online Shop oder Bestellformulare abgewickelt? Das Vernetzungsmodell soll als Hilfestellung dienen, die Datenflüsse besser zu sortieren.

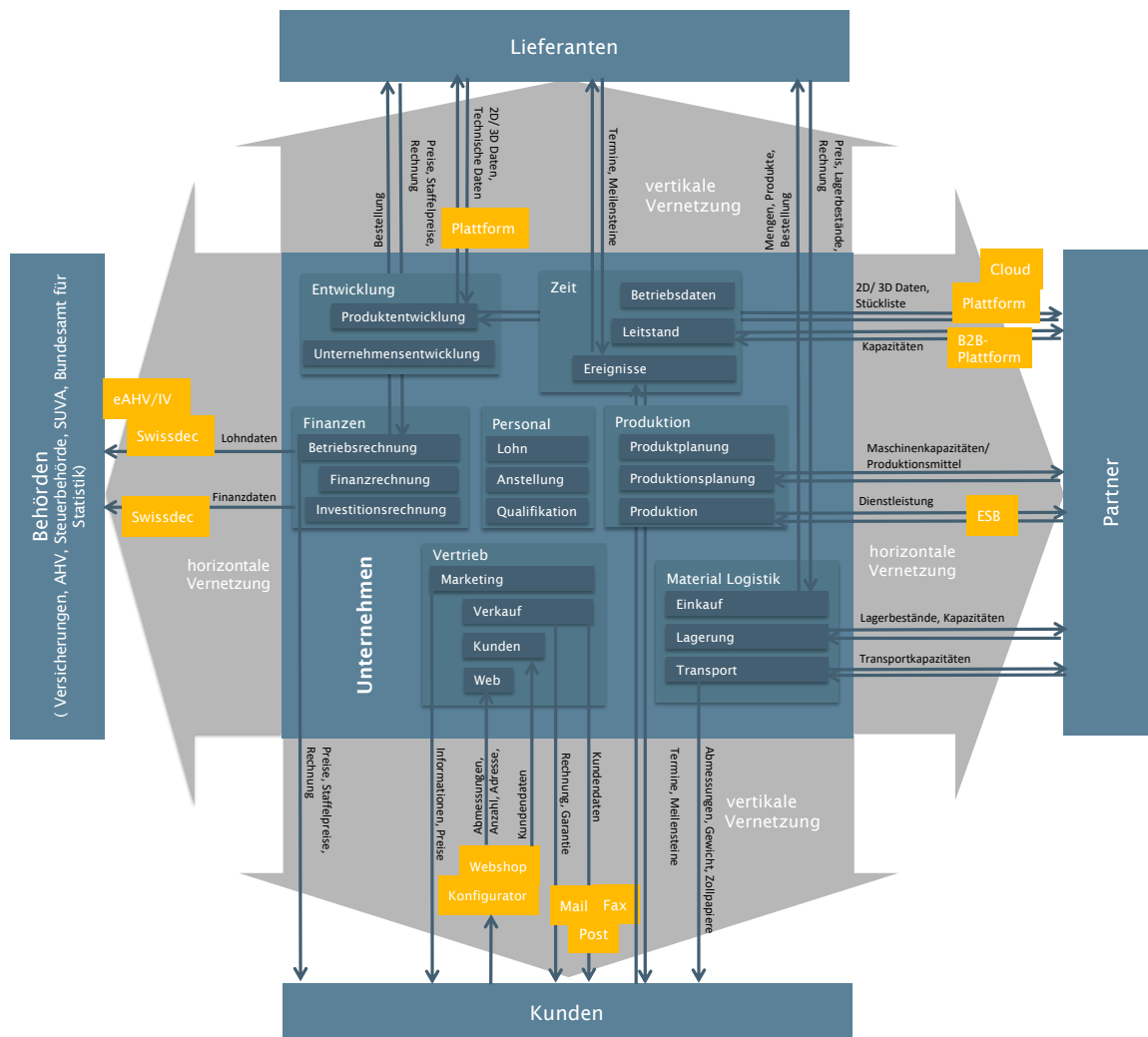


Abbildung 6: Entwurf externes Vernetzungsmodell

Die Unternehmen bilden die Knotenpunkte des Netzwerkes, die Verbindungen werden durch Daten- und Informationsflüsse erstellt. Auf Basis des Bieler Unternehmensmodells wurden die Verbindungen des Knotenpunktes eines Unternehmens erarbeitet. Diese können von Unternehmen zu Unternehmen abweichen, doch die Grundstruktur dürfte ähnlich sein. Im Anhang (vgl. 21.2 Vernetzungsmöglichkeiten nach Partnern) wurde eine Liste aus diesem Vernetzungsmodell als Erstentwurf abgeleitet.

Das oben abgebildete externe Vernetzungsmodell stellt einen ersten Entwurf dar und liefert einen konkreten, methodischen Anhaltspunkt für die Entwicklung eines praxistauglichen Tools, bei dem die Vernetzung verschiedener Unternehmen betrachtet wird. Die Ergebnisse illustrieren lediglich die Methode und sind nicht für die Realisierung konkreter Projekte gedacht.

12.2 Evaluation

Wir schlagen ein zweistufiges Verfahren vor:

- Selektion der realistischsten Anwendungsfälle (Grobprüfung und Beschränkung auf idealerweise 10, maximal 20 Anwendungsfälle)
- Evaluation in einer Vierfeld-Matrix (Prüfung der vorselektionierten Anwendungsfälle)

12.2.1 Selektion

12.2.1.1 Selektion nach Nutzen

Aus allen identifizierten Anwendungsfällen werden jene mit der grössten zu erwartenden Wirkung selektiert.

Beim Beispiel des Vernetzungsmodells erfolgt die Selektion in einem einfachen Verfahren in folgenden drei Schritten:

- Von allen identifizierten Anwendungsfällen eine Liste erstellen mit Angabe des betroffenen Vernetzungspartners und der Art der zu vernetzenden Daten.
- Häufigkeit und Arbeitsaufwand pro Fall bewerten durch eine Schätzung oder verfeinert durch eine Berechnung. Die daraus entstehende Wertung ist ein erster Hinweis über den zu erwartenden Nutzen einer Datenvernetzungsmassnahme.
- Gewichtung durch die Bedeutung im Wertschöpfungsprozess. Hier werden vor allem Erwartungen neuer Möglichkeiten berücksichtigt. In untenstehendem Beispiel kann es die Wertung um +/- 40 % beeinflussen. Man könnte dem auch ein höheres oder niedrigeres Gewicht beimessen.

Bestandsaufnahme: Datenaustausch Bewerten Sie den derzeitigen Stand des Datenaustauschs mit Partnern durch ein x an entsprechender Stelle		Häufigkeit					Arbeitsaufwand					Wertung	Bedeutung					gewichtete Wertung	
Partner	Daten	selten					gering					(Häufigk.* Aufwand)	gering					(+/- 40%) (Wertung* Wichtung)	
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
Kunde	Konfiguration, Bestellung					X						X	20					X	28
	Produktinformation, Serviceleistungen			X								X	15				X		18
	Offerten, Auftragsbestätigungen				X							X	16				X		22
	Rechnungen					X		X					10		X				10
Lieferanten	Bestellung				X							X	16				X		19
	Lagerbestand			X						X			9				X		11
	Reklamation				X							X	20		X				20
	Rechnung				X							X	16				X		19
	Lieferschein			X								X	12	X					10

Abbildung 7: Ausschnitt Selektion von Anwendungsfällen nach Nutzen

Je höher die gewichtete Wertung, je roter die Farbe, desto grösser wäre die Wirksamkeit einer Datenvernetzung. Da dieses einfache Verfahren mit Schätzungen und Annahmen arbeitet, ist eine kritische Interpretation und manuelle Verschiebung durchaus erlaubt. Es geht einzig darum, Anwendungsfälle auszuschliessen, die keinen wesentlichen Nutzen entfalten.

12.2.1.2 Selektion nach Handlungsbedarf

Die gewichteten Wertungen des Nutzens können nun mit einer Abschätzung der Realisierungsmöglichkeiten ergänzt werden. Ausgedrückt wird es über den Arbeitsaufwand, der durch die technische Umsetzung oder andere Faktoren wie Standardisierung, Projektmanagement etc. entsteht.

Bestandsaufnahme: Datenaustausch Bewerten Sie den derzeitigen Stand des Datenaustauschs mit Partnern durch ein x an entsprechender Stelle		gewichtete Wertung	Arbeitsaufwand					Handlungsbedarf (+/- 40%)
Partner	Daten		gering		gross			
			1	2	3	4	5	
Kunde	Konfigurator	28				X		22
	Onlineshop	18			X			18
	CRM-System	19			X			19
	E-Rechnung	10		X				12
Lieferanten	ERP	14			X			14
	WWS	11				X		9
	?	20						
	metafresh	19			X			19
	EDI	4				X		3

Abbildung 8: Ausschnitt Selektion von Anwendungsfällen nach Handlungsbedarf

Ein grosser Arbeitsaufwand für die Realisierung wertet den Handlungsbedarf ab. Umgekehrt wertet ein geringer Arbeitsaufwand den Handlungsbedarf auf.

Die Identifikation und Selektion von Anwendungsfällen kann für eine ganze Reihe ähnlich gelagerter Unternehmen durchgeführt und in eine Gesamtwertung überführt werden. Anwendungsfälle mit den höchsten Punktzahlen deuten auf das beste Kosten-/Nutzenverhältnis und empfehlen sich für eine genauere Evaluation.

12.2.2 Evaluation

12.2.2.1 Schritt 1: Selektierte Anwendungsfälle als Ausgangslage

Die identifizierten und selektierten Anwendungsfälle bilden die Ausgangslage für die Evaluation in einer Vierfeld-Matrix. Es ist eine Liste, die nach einfacher Abschätzung verschiedener Faktoren die plausibelsten Anwendungsfälle aufführt.

12.2.2.2 Schritt 2: Bewertungskriterien bestimmen

Um eine Bewertung vornehmen zu können, müssen die Kriterien für die beiden Achsen erstellt werden. Pro Achse sollten es nicht mehr als 6 Kriterien sein.

Beispiel von Bewertungskriterien für die Potential-Achse:

- Optimierung
Der Anwendungsfall wird bewertet nach dem Potential einer Prozessoptimierung bezüglich Aufwand- und Fehlerreduktion, Beschleunigung der Durchlaufzeit etc.

- Neue Möglichkeiten
Der Anwendungsfall wird bewertet nach dem Potential von neuen Möglichkeiten, die ohne Datenvernetzung gar nicht entstehen würden.
- Subjektive Bedeutung
Nicht alle Potentiale sind durch die oben beschriebenen Kriterien abgedeckt. Mit der subjektiven Bedeutung wird dem Bauchgefühl einen Platz eingeräumt.

Beispiel von Bewertungskriterien für die Komplexitäts-Achse:

- Standardisierbarkeit
Der Anwendungsfall wird danach bewertet, wie komplex und aufwändig die Standardisierung und Definition der auszuführenden Arbeit sind.
- Umsetzungskosten
Der Anwendungsfall wird nach den Entwicklungskosten für die Realisierung bewertet.
- Anzahl User
Der Anwendungsfall wird nach der Anzahl User bewertet. Je mehr User von einer Lösung profitieren können, desto höher darf die Komplexität sein.

Die angeführten Beispiele stellen einen ersten Vorschlag dar und können selbstverständlich ergänzt, geändert, präzisiert werden.

1.2.2.3 Schritt 3: Gewichtung der Bewertungskriterien

Nicht jedes Kriterium ist gleich wichtig. Die Gewichtung wird über einen paarweisen Kriterienvergleich vorgenommen. Ist Kriterium a ...

- wichtiger (2),
- gleich wichtig (1)
- oder weniger wichtig (0)

... als Kriterium b? Der Rest ist Mathematik.

1.2.2.4 Schritt 4: Rangierung der Anwendungsfälle

Als letzter Schritt folgt die Rangierung der Anwendungsfälle pro Kriterium. Es muss also nur die Reihenfolge bestimmt werden.

Der Rest ist wiederum Mathematik: Der erste Rang erhält so viele Punkte wie Anwendungsfälle bewertet werden, jeder folgende Rang einen weniger. Der letzte Rang erhält einen Punkt. Die Punkte der Kriteriengruppen «Potential» und «Komplexität» werden je summiert und auf eine Skala von 0 bis 6 normalisiert.

12.2.3 Ergebnis

In der Evaluation werden Anwendungsfälle in die Vierfeldmatrix eingeordnet. So wird grafisch angezeigt, mit welcher Priorität die Realisierung angegangen werden soll.

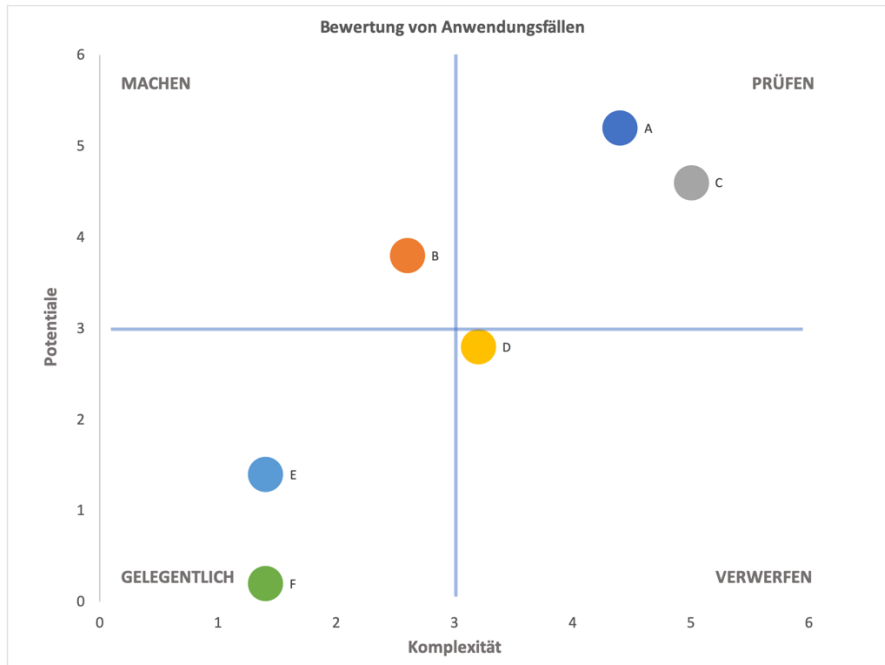


Abbildung 9: Bewertung von Anwendungsfällen

Achsen:

- Die Achse «Potentiale» bewertet den Nutzen eines Anwendungsfalls der Datenvernetzung. Je grösser das Potential, desto weiter oben liegt das Ergebnis.
- Die Achse «Komplexität» bewertet die Realisierbarkeit. Je anspruchsvoller, desto weiter rechts liegt das Ergebnis. Dabei wird nicht nur der reine Entwicklungsaufwand betrachtet, sondern auch andere Faktoren wie beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, dass sich Parteien auf einen Standard einigen können.

Felder:

- Das Feld «Machen» zeigt die Anwendungsfälle, die mit wenig Komplexität ein grosses Potential entfalten. Diese Fälle sollten zuerst realisiert werden.
- Das Feld «Gelegentlich» zeigt die Anwendungsfälle, die mit wenig Komplexität realisiert werden können, die aber auch kein grosses Potential aufweisen. Diese Fälle können realisiert werden, wenn genügend zeitliche Kapazität vorhanden ist.
- Das Feld «Prüfen» zeigt die Anwendungsfälle, die zwar ein grosses Potential aufweisen, aber in der Realisierung auch eine hohe Komplexität mit sich bringen. Diese Fälle sollten genauer geprüft werden, um insbesondere die Risiken besser abzuschätzen und nach Möglichkeit zu reduzieren.
- Das Feld «Verwerfen» zeigt die Anwendungsfälle, die mit viel Komplexität wenig Potential ausschöpfen. Diese Fälle sollten nicht realisiert werden.

13 Interviewergebnisse

Die beiden angewandten Verfahren für die interne und die externe Datenvernetzung zielen beide auf die Situationsanalyse und die Optimierung der Prozesse. Datentechnologien stehen aber nicht allein für effizientere Prozesse, sondern zunehmend für verbesserte Kundenerlebnisse, neue Geschäftsmodelle, flexible Arbeitsmodelle. Dazu braucht es andere Methoden, beispielsweise aus dem Innovationsmanagement. Die Initiative Wald & Holz 4.0 führt entsprechende Teilprojekte. Innerhalb dieses Teilprojektes über den Datenaustausch im Produktionsnetzwerk wurden zusätzlich zu den beiden oben beschriebenen Methoden qualitative Interviews geführt mit Schlüsselpersonen aus Unternehmen, welche eher die Anbieterseite von Lösungen vertreten. Dabei wurden verschiedene Lösungsansätze, Ideen und Herausforderungen diskutiert. Insgesamt liessen sich aus den Gesprächen subjektiv folgende zusammenfassende Aussagen ableiten:

- Unternehmen denken auf Angebots- und Nachfrageseite verständlicherweise primär an das eigene Geschäft und nicht an das Gesamtwohl einer Branche, was Kooperationsmodelle und Standardisierungen erschwert.
- Die Herausforderungen sind auch, aber längst nicht nur technologisch.
- Die Komplexität wird aus mangelndem Wissen oft unterschätzt.
- Verschiedene Parteien haben verschiedene Fachgebiete, Fachsprachen, Fachverständnisse. Die Kommunikation und das daraus folgende gegenseitige Verständnis ist oft nicht genügend.

Bisher wurden daraus keine konkreten Projekte identifiziert. Die einzelnen Interviewpartner und ihre Kernaussagen sind im Anhang aufgeführt (vgl. 0 Abbildung 16: Technologische Möglichkeiten Interviews).

Handlungsempfehlungen

14 Nutzung bestehender Möglichkeiten

14.1 Weiterentwicklung des Analysetools für internen Datenaustausch

Das Tool zur Analysierung der Datengenes innerhalb eines Unternehmens (vgl. 11.1 Analysetool) erwies sich grundsätzlich als hilfreich und belastbar. Es ist über die Website der Initiative Wald & Holz 4.0 erreichbar und kann durch Unternehmen genutzt werden. Zusätzlich sind weitere Optimierungen möglich und angezeigt.

14.1.1 Benchmarking durch zusätzliche Stichproben

Die aktuell vorliegende Stichprobe zeigt die Methode und liefert einen ersten Anhaltspunkt. Für ein verlässliches Benchmarking sind eine Kategorisierung der Unternehmen und deutlich mehr Stichproben nötig.

14.1.2 Weiterentwicklung des Bieler Unternehmensdatenmodells

Das Bieler Unternehmensdatenmodell hat sich als passende Grundlage erwiesen, um ein Unternehmen der Holzwirtschaft in den Bereichen Softwareeinsatz, Evaluation, Datenmanagement, Vernetzung, Know How, Prozesse ganzheitlich zu analysieren und modellieren. Mit einer Weiterentwicklung des bestehenden Grundgerüsts könnte der Nutzen noch deutlich erhöht werden.

- Modell wissenschaftlich überprüfen, weiterentwickeln und an bestehende Referenzmodelle wie beispielsweise RAMI 4.0 anknüpfen oder integrieren.
- Das auf Papier beschriebene Modell zu interaktiven Tools für die verschiedenen Einsatzzwecke weiterentwickeln (Tools statt Books).
- Modell mit Methoden des Innovationsmanagements verknüpfen, um auch auf bisher unbekannt Lösungen und neue Möglichkeiten zu stossen

14.2 Vernetzungsmodell als Tool für externen Datenaustausch

Die vorliegende Arbeit hat die Methodik beschrieben und illustriert (vgl. 12 Externe Datenvernetzung). Um daraus konkrete Massnahmen ableiten zu können, soll die Methode realisiert, getestet und in Unternehmen angewandt werden.

14.3 Praxisbeispiele, Use Cases

Für die Identifikation von Anwendungsfällen wurden innerhalb der Initiative sechs Ansätze beschrieben und zwei davon weiterverfolgt. Initiativen wie die Plattform Industrie 4.0 (www.plattform-i40.de) oder Industrie 2025 (www.industrie2025.ch) betrachten Praxisbeispiele als wirksam. Die digitale Transformation wird für die Unternehmen verständlich. Daraus wachsen Perspektiven, Vertrauen und Ambitionen steigen, es erwachsen konkrete Projekte. Konkret könnte das mit zwei Massnahmen unterstützt werden:

Verzeichnis mit von Unternehmen realisierten Beispielen auf einer Webplattform
Anmerkung: Im Anhang (vgl. 0 Abbildung 17: Beispiele neuer Möglichkeiten

- Praxisbeispiele) werden einige Beispiele aufgeführt.
- Testzentren mit Use Cases.
Anmerkung: Die BFH hat begonnen, im Techpark das Labor für digitale Fertigung zu einer

«Werkstatt der Zukunft» weiterzuentwickeln. Es soll eine offene Lern-, Entwicklungs-, Test- und Demoumgebung werden, in der sich Wirtschaft und Wissenschaft gegenseitig befruchten.

14.4 Wissens- und Technologietransfer

Aus der Erkenntnis, dass bereits heute viele Möglichkeiten verfügbar sind, aber nicht oder nur vereinzelt eingesetzt werden, lässt sich schliessen, dass im Bereich des Wissens- und Technologietransfers noch grosse Lücken bestehen. Um diese zu verkleinern, bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, die vor allem in Kombination ihre Wirkung entfalten:

- Fortführung des Netzwerks der Initiative Wald & Holz 4.0.
Mit acht Branchenorganisationen, über 60 Unternehmen, zwei Fachhochschuldepartement mit mehreren Institutionen, eine Webplattform, erste Ergebnisse mit Tools in sechs in durch die Wirtschaftspartner definierten Themen besteht eine hervorragende Ausgangslage für eine weitere Förderung der Digitalisierung in den Wald- und Holzbranchen.
- Das BFH-Zentrum Holz hat 2017 die Konferenz zur Digitalisierung im Wertschöpfungsnetzwerk Holz ins Leben gerufen. 2017 nahmen 36 Personen teil, 2018 waren es 57, 2019 stieg die Zahl auf 125, im Coronajahr 2020 wurde die Konferenz online als Serie durchgeführt mit 319 Anmeldungen. Die zweisprachige Konferenz bietet eine gute Plattform zur Sensibilisierung, Information, Motivation, Vernetzung und Austausch und sollte fortgeführt und ausgebaut werden.
- Im Bereich der Aus- und Weiterbildung besteht Nachholbedarf. Der Datenaustausch im Produktionsnetzwerk spielt hier nur eine von mehreren Rollen in der digitalen Transformation. Die Initiative Wald & Holz 4.0 führt deshalb ein umfassenderes Thema «Kompetenzen der Zukunft».

15 Innovationen schaffen

15.1 Neue Technologien der Datenvernetzung

Es bestehen noch immer grosse technologiebedingte Hürden im Datenaustausch:

- Lösungen gar nicht vorhanden (Schnittstellen, Formate, ...)
- Periodischer Datenaustausch statt in Echtzeit
- Datenaustausch in eine Richtung statt bidirektional
- Komplexität zu hoch (Verständnis, Konfiguration, Bedienung, Wartung)
- Kosten zu hoch

Die vorliegende Arbeit unterstützt die Identifikation solcher Schwachstellen und hilft bei der Priorisierung. Wo die Lösungen noch nicht befriedigend sind, sollen neue Lösungen entwickelt werden.

15.2 Komplexitätsparadoxon durchbrechen

Einerseits werden Ziele in Richtung Vereinfachung, Beschleunigung, Qualitätssteigerung verfolgt. Dazu sind Automatisierung und Vernetzung notwendig, was die Komplexität jedoch exponentiell steigert. Anders ausgedrückt: mit exponentiell steigender Komplexität soll eine Vereinfachung erzielt werden. Das nennt der Autor das Komplexitätsparadoxon. «Der Versuch, instabile und zu komplexe Prozesse mit noch komplexeren IT-Systemen zu beherrschen, wird scheitern.» Dieser Satz wird durch Experten oft zitiert, auch wenn die Quelle dieser Aussage unbekannt ist.

Es ist ein Weg denkbar, das Komplexitätsparadoxon zu durchbrechen:

- Es wird eine komplett vom Anwendungssystem getrennte, neutrale Datenbank in der Cloud geschaffen. Geregelt werden nur die für das Anlegen und Nutzen von Daten benötigten Strukturen, Formate, Berechtigungen.
- Anwendungssysteme (CAD, ERP, CRM, BDE, PPS, ...) führen keine eigene Datenbank mehr, sondern greifen auf die Datenbank in der Cloud zu. Die Anwendungen folgen somit dem Trend der Appisierung. Datenaustausch ist nicht mehr notwendig, weil alle Apps auf die gleichen Daten zugreifen. Das vereinfacht die Entwicklung von Apps. Auch der Wechsel von Apps oder der parallele Einsatz verschiedener Apps wird ermöglicht. Mitunter könnten Unternehmen sogar eigene Apps für ihre betriebspezifischen Anforderungen entwickeln.

Die grosse Herausforderung dürfte nicht die Technologie liegen, sondern die Zusammenarbeit aller Akteure und in der Entwicklung eines funktionierenden Geschäftsmodells. Während die Gesamtbeurteilung unter dem Strich ein klar positives Ergebnis zeigt, können einzelne Teilbetrachtungen zu einem negativen Ergebnis führen. Wer als einzelner Akteur mehr verliert als gewinnt, wird schwer von dieser Lösung zu überzeugen sein. Mögliche erste Schritte:

- Vision beschreiben und visualisieren
- Technische Machbarkeit überprüfen
- Entwicklungs- und Betriebskosten schätzen
- Geschäftsmodellvarianten entwickeln

15.3 Neue Leistungen aufgrund der Datenvernetzung

Die bisher geleisteten Arbeiten zielten überwiegend auf die Fragen:

- Muss ein Datensatz neu erzeugt werden oder ist er schon irgendwo im Wertschöpfungsnetzwerk vorhanden?
- Wer stellt idealerweise welche Daten wie und für wen zur Verfügung?

Noch ohne konkrete Ansätze blieb die Frage:

- Welche Daten, die irgendwo im Wertschöpfungsnetzwerk vorhanden sind, würden bei Verfügbarkeit einen zusätzlichen Nutzen stiften?

Damit wird der Fokus von effizienteren Prozessen in Richtung verbesserte Kundenerlebnisse, neue Geschäftsmodelle, flexibles Arbeiten gelenkt. Es sollen Gefässe geschaffen werden, in denen solche Themen mit Methoden des Innovationsmanagements bearbeitet werden. Einige Beispiele sind im Anhang aufgeführt (vgl. 20.4 Beispiele neuer Möglichkeiten).

16 Kooperation

Ohne Kooperation sind die meisten der oben aufgeführten Handlungsempfehlungen undenkbar. Kooperation bleibt deshalb die dringendste und wichtigste Empfehlung!

Anhang A: Modellierung

17 Zweck der Modellierung

Ein Modell ist ein vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit. [...] In der Informatik dienen Modelle zum einen zur Abbildung eines Realitätsausschnitts, um eine Aufgabe mit Hilfe der Informationsverarbeitung zu lösen. Hierunter fallen beispielsweise Modelle für zu erstellende Software sowohl für deren Architektur (Architekturmodell) als auch deren Code (in Form von beispielsweise Programmablaufplandiagrammen) und Datenmodelle für die Beschreibung der Strukturen von zu verarbeitenden Daten aus betrieblicher, fachlogischer Sicht oder aus technischer Datenhaltungssicht. Zum anderen können Modelle als Vorlage bei der Konzeption eines informatorischen Systems dienen, man spricht dann von Modellsystemen. Hierunter fallen insbesondere Referenzmodelle, die allgemein als Entwurfsmuster eingesetzt werden können. Referenzmodelle werden beispielsweise für die Konzeption konkreter Computerarchitekturen, Netzwerkprotokolle, Anwendungssysteme, Datenhaltungssysteme und Portale herangezogen. (Wikipedia, 2019)

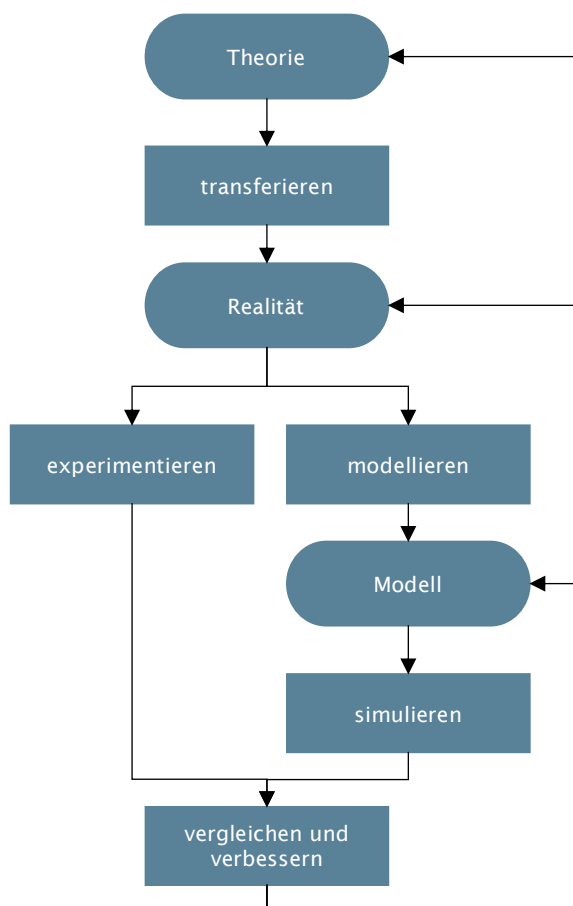


Abbildung 10: Modellierung

Das vereinfachte Abbild wird gebildet durch folgende Prozesse:

- **Abgrenzung**
Nichtberücksichtigung irrelevanter Objekte

- **Reduktion**
Weglassen von Objektdetails
- **Dekomposition**
Zerlegung, Auflösung in einzelne Segmente
- **Aggregation**
Vereinigung, Zusammenfassen von Segmenten zu einem Ganzen
- **Abstraktion**
Begriffs- beziehungsweise Klassenbildung

Soweit die theoretischen Grundlagen zu der Modellierung. Das Thema der Datenvernetzung ist derart komplex und kompliziert, dass eine Vereinfachung über ein Modell unabdingbar scheint.

18 Modell-Typen

18.1 Referenzarchitekturmodelle

Im Zuge der verschiedensten Initiativen rund um die digitale Transformation sind viele Referenzarchitektur- und Reifegradmodelle entstanden. Die meisten davon stammen aus dem Umfeld von Beratungsdienstleistern und sind auf Akquisition ausgerichtet. Darüber hinaus gibt es auch neutrale Modelle. Die beiden vermutlich bekanntesten seien hier kurz vorgestellt.

18.1.1 RAMI 4.0 und Industrie-Komponenten 4.0

Der Arbeitskreis „Referenzarchitektur, Standards und Normung“ der Plattform Industrie 4.0 hat mit dem „Referenzarchitekturmodell Industrie (RAMI) 4.0“ ein Rahmenwerk geschaffen, in dem Normen und Standards verortet werden können, um so ihren Erweiterungs- und Überarbeitungsbedarf zu ermitteln. Ergänzt wird dieses durch die Industrie 4.0-Komponente. Beide Ergebnisse werden zukünftig in der DIN SPEC 91345 beschrieben.

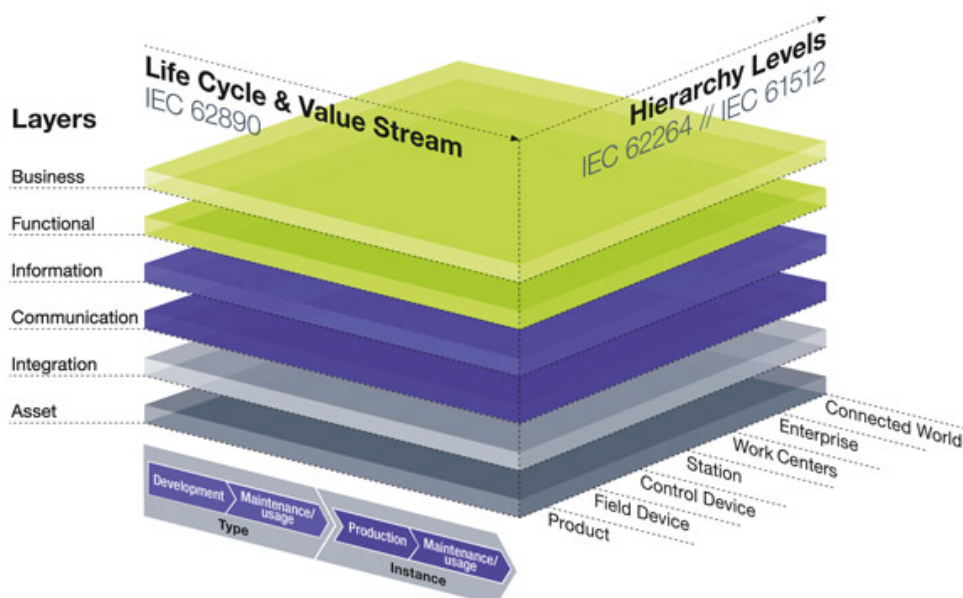


Abbildung 11: RAMI 4.0 (Quelle: Plattform Industrie 4.0)

RAMI 4.0 ist ein dreidimensionales Schichtenmodell, das den Lebenszyklus von Produkten, Fabriken, Maschinen oder Aufträgen den Hierarchieebenen von Industrie 4.0 gegenüberstellt. Ziel ist es, das

interdisziplinäre Themenfeld Industrie 4.0 anschaulich zu strukturieren und so zielgerichtete Diskussionen zu fördern.

Eine Industrie-4.0-Komponente ist die Erweiterung eines physischen Gegenstands um die Verwaltungsschale. Über solche Komponenten lassen sich Gegenstände vernetzen. Die Verwaltungsschale ist ein virtuelles Abbild des physischen Gegenstands und beschreibt dessen Funktionalitäten. Die Industrie-4.0-Komponente kann sich selbst beschreiben und führt ganze Datensammlungen über ihren Lebenszyklus mit sich. Auch die Industrie-4.0-konforme Kommunikation erfolgt über die Verwaltungsschale der Industrie-4.0-Komponente. Sie kann dabei firmenintern oder über das Internet erfolgen. Die reale Welt nähert sich der Produktion Mit der Vernetzung von Produkten, Betriebsmitteln und Prozessen auf Grundlage der Informations- und Kommunikationstechnik nähert sich die reale Welt der Produktion der virtuellen IT-Welt immer mehr an. Physische Gegenstände und die Verwaltungsschale werden zur Industrie-4.0-Komponente. Die Produkte und Betriebsmittel, die als Industrie-4.0-Komponenten ausgelegt sind, können sowohl in der Fabrik als auch unternehmensübergreifend miteinander kommunizieren.

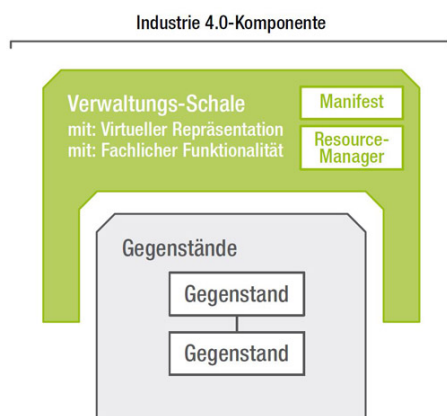


Abbildung 12: Industrie 4.0-Komponente (Quelle: Plattform Industrie 4.0)

18.1.2 IIRA

Die Industrial Internet Reference Architecture IIRA wurde vom durch amerikanische Grossfirmen gegründeten Industrial Internet Consortium entwickelt. Die IIRA verfolgt ähnliche Ziele wie RAMI 4.0. Es bestehen zudem Bestrebungen, die beiden Referenzarchitekturen kompatibel zu machen.

18.2 Reifegradmodelle und Toolboxes

Modelle für die Bestimmung des Reifegrads der Digitalisierung (digital maturity models) wurden von vielen Beratungsunternehmen als Akquisitionsinstrument entwickelt. Auch viele Hochschulen haben entsprechende Modelle entwickelt. Durch die meist kommerziellen Absichten haben Reifegradmodelle stark an Beliebtheit verloren, obwohl sie für die Identifikation von Handlungsfeldern durchaus Sinn machen können. Anstelle klassischer Reifegradmodelle treten vermehrt Werkzeuge wie beispielsweise quickstarter2025, das im Rahmen von Industrie 2025 entstanden ist. Quickstarter 2025 besteht im Wesentlichen aus drei Elementen:

- strukturiertes Vorgehensmodell
- Toolbox mit wertvollen Tipps und Informationssammlungen
- Supportangebot

Das Vorgehensmodell unterteilt sich in zwei Phasen. In der ersten Phase wird Überzeugung geschaffen, Basiswissen aufgebaut und erste Anwendungsfälle definiert. In der zweiten Phase werden die Anwendungsfälle umgesetzt und in Betrieb genommen. Damit soll schnell und praxisorientiert Wissen

und Erfahrung über Industrie 4.0 aufgebaut und die Weiterentwicklung des Unternehmens in Richtung digitale Zukunft angestossen werden.

18.3 Datenmodelle

Ein Datenmodell ist ein Modell der zu beschreibenden und verarbeitenden Daten eines Anwendungsbereichs und ihrer Beziehungen zueinander, beispielsweise Daten des Produktionsbereichs, des Rechnungswesens oder die Gesamtheit der Unternehmensdaten. In der Informatik dienen Datenmodelle dazu, die Struktur für die in den Systemen zu verarbeitenden (im Besonderen für die zu speichernden) Daten zu finden und festzulegen.

Datenmodelle werden in aufeinander aufbauenden Abstufungen erstellt, deren Ergebnisse im Allgemeinen wie folgt unterschieden werden:

- **Konzeptuelles Datenmodell:** modelliert werden die Gegenstände der realen Welt, die in der Datenbank abgebildet werden sollen, und die Beziehungen zwischen diesen Gegenständen (implementierungsunabhängiges Modell).
- **Logisches Datenmodell:** Abbildung des konzeptuellen Datenbankschemas auf die Regeln des zu verwendenden Datenbankmanagementsystems, beispielsweise ein relationales Datenmodell, bei dem alle Daten in Tabellen abgelegt werden.
- **Physisches Datenmodell:** Enthält weitere, zum technischen Betrieb erforderliche oder zweckmäßige Festlegungen, beispielsweise Indexstrukturen zur Zugriffsoptimierung. Diese bleiben dem Datenbankbenutzer verborgen.

19 Bieler Unternehmensdatenmodell

Daraus ist leicht ersichtlich: das Informationsmanagement in Unternehmen ist hochgradig komplex⁶ und kompliziert⁷. Verschiedenste Stellen benötigen oder bearbeiten die gleichen⁸ oder dieselben⁹ Informationen, als Krönung manchmal sogar gleichzeitig. Das Bieler Unternehmensdatenmodell versucht, diese Thematik losgelöst von konkreten Tools zugänglich zu machen. Es ist eine erste Grundlage und kann bedarfsweise weiterentwickelt werden.

19.1 Aufbau

Daten und Informationen sind in dem Unternehmensmodell hierarchisch zusammengefasst in

- **Ebenen**
Technologie (grau), Umwelt (orange) und Prozesse (blau)
- **Bereiche**
Inhaltliche Zusammenfassung aller Prozesse in 7 Bereiche Entwicklung, Vertrieb, Produktion, Material Logistik, Zeit, Personal und Finanzen.
- **Kategorien**
Bereiche sind inhaltlich weiter in Kategorien abgestuft.
- **Themen**
Kategorien bilden die unterste Stufe und gruppieren inhaltlich ähnliche Prozesse.

Angeordnet sind sie nach ihren wichtigsten Beziehungen. Nach welchen Kriterien die Gruppierungen erfolgten, ist nachfolgend kurz beschrieben. Die konkreten Inhalte sind hingegen auf der Modellansicht selber aufgeführt.

⁶ Komplex: unbekannte Variablen, simultan, nicht-linear, problematisierend unberechenbar. (Bischof, 2013)

⁷ Kompliziert: bekannte Variablen, sukzessive, linear, definierend, berechenbar. (Bischof, 2013)

⁸ Gleiche Informationen sind identisch, aber mehrfach vorhanden

⁹ Dieselben Informationen sind nur einmal vorhanden, stehen aber mehrfach zur Verfügung.

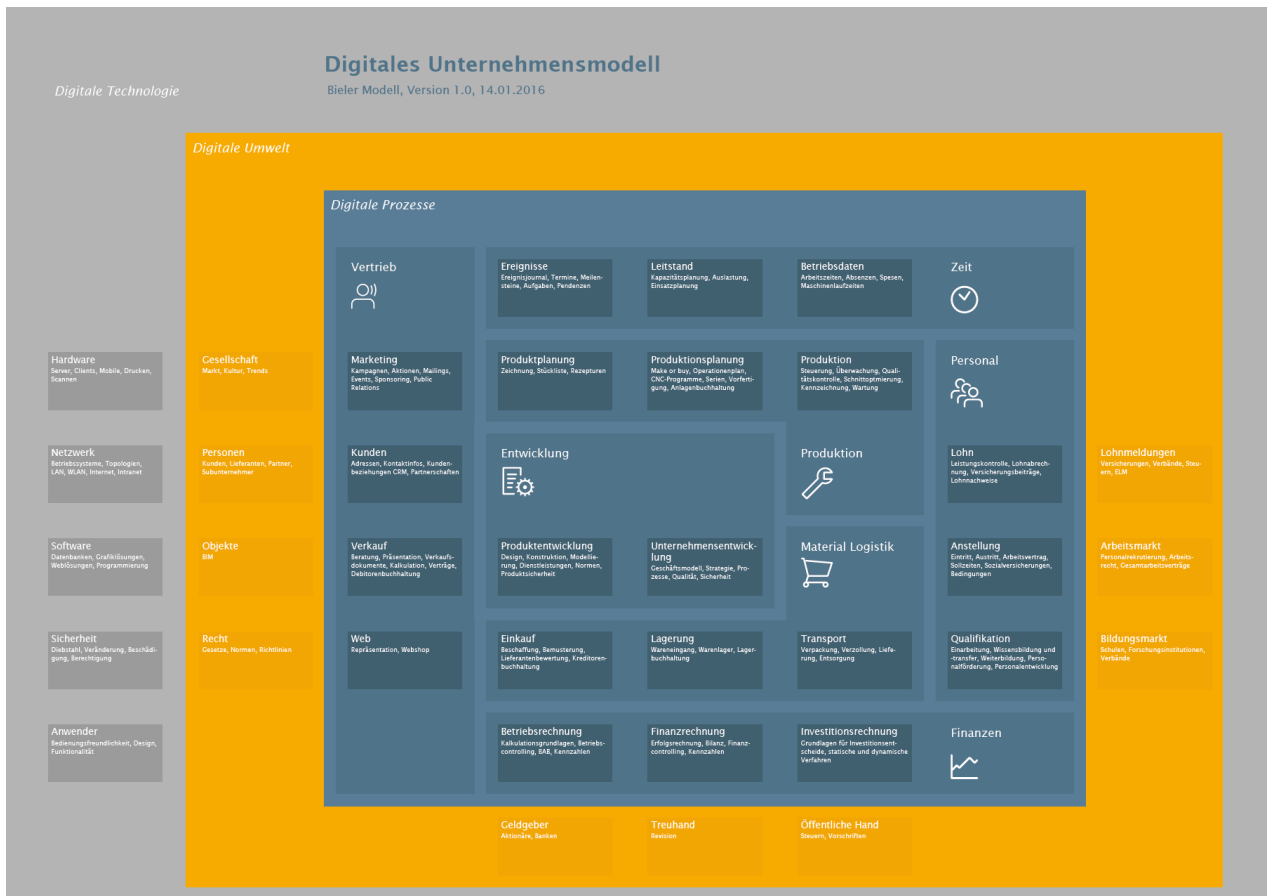


Abbildung 13: Bieler Modell (stark verkleinert)

19.1.1 Ebene digitale Technologie (grau)

Damit überhaupt Informationen digital angewendet werden können, braucht es technologische Systeme. Gemeint ist also die gesamte technische Infrastruktur, welche für die Informationsverarbeitung notwendig ist.

Innerhalb dieser Technologieebene unterscheiden wir folgende Kategorien:

- **Hardware**
Anfassbare Infrastruktur mit Eingabe-, Verarbeitungs- und Ausgabegeräten.
- **Netzwerk**
Technologie, welche zwischen Hardware und Software steht und einen vernetzten Betrieb überhaupt möglich macht.
- **Software**
Programme für die Anwendung von Funktionen und die Speicherung von Daten.
- **Sicherheit**
Betriebssicherheit, Datensicherheit, Rechtssicherheit spielen quer durch alle Bereiche eine wichtige Rolle.
- **Anwender**
Gemeint ist die Schnittstelle zwischen der Technologie und dem Menschen.

Stehen Hardware, Netzwerk und Software bereit und sind Sicherheit und Anwendbarkeit gewährleistet, sind die Voraussetzungen für eine elektronische Informationsverarbeitung gegeben.

19.1.2 Ebene digitale Umwelt (orange)

Eine Unternehmung funktioniert nie für sich alleine, sondern steht in intensivem Austausch mit der Umwelt, welche zunehmend digital agiert.

Innerhalb dieser Umweltebene unterscheiden wir wiederum Kategorien, welche bereits passend an die betrieblichen Bereiche positioniert sind.

In der Nähe des Vertriebs sind dies:

- **Gesellschaft**
Was nicht rechtlich ist oder mit bestimmten Personen oder Objekten zu tun hat, steckt in dieser Kategorie. Es geht um Markt, Kultur, Trends, aber auch Communities oder Aspekte des Big Data.
- **Personen**
Natürliche und juristische Personen.
- **Objekte**
Sie werden zunehmend Träger digitaler Informationen, sei es über die Anbindung an das Internet der Dinge¹⁰ oder durch Methoden wie BIM¹¹.
- **Recht**
Normative Vereinbarungen auf verschiedensten Stufen, Gesetze, Normen, Richtlinien, Zertifizierungen.

In der Nähe der Finanzen sind dies:

- **Geldgeber**
Private oder Institutionelle Investoren.
- **Treuhand**
Neutrale Stellen, welche sich treuhänderisch in den Dienst von Unternehmen stellen, insbesondere für die Rechnungsprüfung, aber auch mit Beratungsleistungen.
- **Öffentliche Hand**
Rahmenbedingungen in Form von Vorschriften und finanzielle Abgeltungen in Form von Steuern und Gebühren.

In der Nähe des Personals sind dies:

- **Lohnmeldungen**
Sozialversicherungswesen und Einkommenssteuern der Mitarbeitenden.
- **Arbeitsmarkt**
Arbeitsrecht, Personalrekrutierung.
- **Bildungsmarkt**
Ausserbetriebliche Stellen für die Bildung von Wissen.

19.1.3 Digitale Prozesse (blau)

Innerhalb der Prozessebene werden sämtliche betriebsinternen, operativen Prozesse strukturiert. Aus diesen operativen Informationssystemen lassen sich auch Informationen für strategische Prozesse extrahieren und verdichten. Da dieser ganze Bereich vollständig durch das Unternehmen organisiert werden, sind die Informationen besonders mannigfaltig. Um sie besser zu überblicken, wurden die Kategorien zusätzlich zu Bereichen zusammengefasst.

- **Entwicklung**
Aufbau und Weiterentwicklung der unternehmerischen Basis.

¹⁰ Internet der Dinge bezeichnet die Verknüpfung eindeutig identifizierbarer physischer Objekte mit einer virtuellen Repräsentation in einer internetähnlichen Struktur.

¹¹ Building Information Modeling BIM (Gebäudedatenmodellierung) beschreibt eine Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden durch digitale Erfassung und Vernetzung von Informationen.

- **Produktentwicklung**
Entwicklung eines Leistungsangebotes, welches aus Dienstleistungen, Handel, Produktion oder einem Mix daraus bestehen kann.
- **Unternehmensentwicklung**
Entwicklung, wie die Leistungen erbracht werden, die Qualität gesichert und wie letztlich Geld verdient werden kann.
- **Vertrieb**
Leistungen den Kunden verfügbar machen.
 - **Marketing**
Auftritt am Markt mit sämtlichen nicht auftragspezifischen Aktivitäten, insbesondere Aufbau und Pflege von Marken- und Firmenimage.
 - **Kunden**
Pflege von Geschäftsbeziehungen. Meistens geht es um Kunden und Interessenten. Wir integrieren hier jedoch auch Lieferanten und andere geschäftliche Kontakte.
 - **Verkauf**
Sämtliche Aktivitäten, um Aufträge zu gewinnen.
 - **Web**
über das Internet automatisierte Verkäufe und Einkäufe (E-Business).
- **Produktion**
Mithilfe von maschineller oder menschlicher Arbeit Güter oder Dienstleistungen herstellen.
 - **Produktplanung**
Verkaufte Leistungen technisch planen.
 - **Produktionsplanung**
Verkaufte Leistungen organisatorisch planen.
 - **Produktion**
Verkaufte Leistungen erbringen.
- **Material und Logistik**
Bereitstellung und Transport von Gütern.
 - **Einkauf**
Beschaffung von Gütern.
 - **Lagerung**
Aufbewahrung und Bereitstellung von Gütern.
 - **Transport**
Verteilung von Gütern.
- **Zeit**
Planung und Kontrolle der Abfolge von Ereignissen.
 - **Ereignisse**
Geschehen festhalten.
 - **Leitstand**
Zeitliche Planung kommender Ereignisse.
 - **Betriebsdaten**
Erfassung vergangener Ereignisse.
- **Personal**
Menschen innerhalb der Unternehmung.
 - **Lohn**
Monetäre Entschädigung von Arbeitsleistung.

- **Anstellung**
Arbeitsrechtliche und persönliche Aspekte.
- **Qualifikation**
Bildung, Erhaltung und Verbreitung von Wissen.
- **Finanzen**
Geld und Wirtschaftlichkeit.
 - **Betriebsrechnung**
Wirtschaftlichkeit eines Betriebes.
 - **Finanzrechnung**
Rechenschaftspflicht gegenüber Dritten, finanzielles Gesamtergebnis einer Unternehmung.
 - **Investitionsrechnung**
Finanzielle, aber auch weitere Konsequenzen von Investitionen.

19.2 Vernetzung

Um Informationen für die unternehmerischen Zwecke zu nutzen, muss das Modell erweitert und die Informationen vernetzt werden. Im Aufbau des Unternehmensmodells wurden die Informationen nach inhaltlichen Kriterien hierarchisch gruppiert und gleichzeitig so positioniert, dass sich daraus der Informationsfluss bei der Abwicklung von Aufträgen erahnen lässt. Blenden wir nur die Ebenen und Bereiche ein, lässt sich der Informationsfluss in stark vereinfachter Weise darstellen.

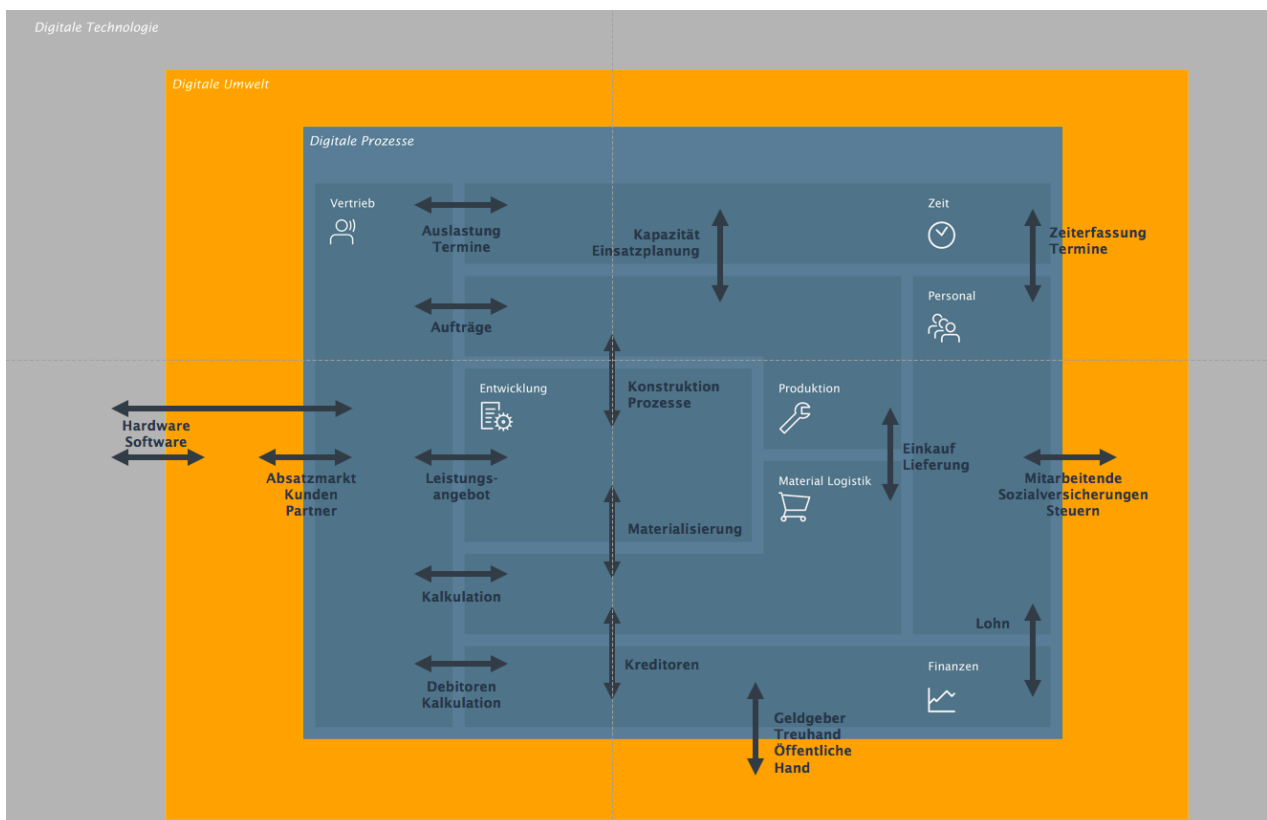


Abbildung 14: Hauptverbindungen von Informationen

Die Zusammenhänge sind offensichtlich: Die betriebliche Leistungserbringung hängt wesentlich vom *Austausch* der Daten und Informationen ab. Aus der rein statischen, aufzählerischen Darstellung lassen sich also Verbindungen skizzieren. Abbildung 14 zeigt einige Hauptverbindungen zwischen den Prozessbereichen als maximale Vereinfachung. In Wirklichkeit ist es ein riesiges Datengeflecht.

Während die groben Züge ziemlich universell anwendbar sind, kann es im Detail von Unternehmung zu Unternehmung erhebliche Unterschiede geben.

19.3 Informationsfluss

19.3.1 Informationssicht

In der Vernetzung (Kapitel 19.2) wurde deutlich, dass an verschiedenen Stellen gleiche Informationen oder Informationsteile benötigt werden. Meistens werden von einer oder mehreren Stellen Informationen geliefert oder geholt¹², in irgendeiner Form weiterbearbeitet, um sie in erweiterter oder veränderter Form wiederum einer oder mehreren Stellen zur Verfügung zu stellen.

Unabhängig davon, ob Informationen formlos, mündlich, schriftlich oder elektronisch fließen: Informationsfluss ist ein wesentlicher Wirtschaftlichkeitsfaktor! Im Idealzustand¹³ sollen jederzeit und vollautomatisch genau die Informationen empfangergerecht zur Verfügung stehen, welche für die nächste Tätigkeit benötigt oder zu sonstigen Zwecken aktuell gewünscht werden. Dank technologischen und organisatorischen Fortschritten nähern wir uns diesem Idealzustand zwar immer mehr, tatsächlich sind die allermeisten Unternehmen aber noch weit davon entfernt.

Wenn also ein so grosses Verbesserungspotenzial im Informationsbereich vorhanden ist, stellt sich die Frage, wo Optimierungen stattfinden sollen. Auf Basis des Unternehmensmodells kann der Informationsfluss analysiert oder sogar simuliert werden. Dabei stehen 3 Kriterien im Fokus:

- **Menge**
Wie oft fließen Informationen über eine bestimmte Verbindung?
- **Aufwand**
Wie gross ist der Aufwand, eine bestimmte Information in gewünschter Form zur Weiterbearbeitung bereitzustellen?
- **Qualität**
Wie hoch sind Fehlerwahrscheinlichkeit¹⁴ und Tragweite eines Fehlers beim Transport der Information?

19.3.2 Anwendersicht

Informationen müssen letztlich durch Holen oder Bringen zum Anwender gelangen, wobei letztere sowohl Menschen als auch Maschinen sein können. Oft wird auch ein gleichzeitiger Zugriff auf dieselben Daten verlangt, was die Ansprüche an ein System massiv erhöht.

- **Zeitpunkt**
Stehen die Informationen rechtzeitig zur Verfügung?
- **Inhalt**
Sind die Informationen inhaltlich und formal empfangergerecht aufbereitet?
- **Zugriff**
Haben alle berechtigten Stellen Zugriff und alle nicht berechtigten nicht?

¹² Den beiden gegensätzlichen Konzepten Bringen und Holen (engl. Push und Pull) werden in verschiedenen Kapiteln vertieft.

¹³ Für den Idealzustand wird oft das Wort Durchgängigkeit oder durchgängige Informationsverarbeitung (engl. Straight Through Processing) verwendet. Wir werden diese Begriffe noch oft antreffen.

¹⁴ Das grösste Risiko von Fehlern entsteht durch inkonsistente Daten, beispielsweise Daten, die mehrfach vorhanden sind, aber unterschiedliche Werte aufweisen. Datenkonsistenz wird uns in weiteren Kapiteln beschäftigen.

Anhang B: Anwendungsfälle für Datenvernetzung

20 Möglichkeiten der Datenvernetzung

20.1 Schnittstelle als Herausforderung

Der mögliche Nutzen der Datenvernetzung ist für viele einleuchtend und entsprechend ein Bedürfnis¹⁵. Gleichzeitig ist sie in der Holzwirtschaft noch recht wenig etabliert. Einer der Gründe liegt in der Komplexität von Schnittstellen, welche oft massiv unterschätzt wird. Das nachfolgende Beispiel soll das Verständnis für diese Komplexität schaffen.

20.1.1 Ausgangslage

In Unternehmen setzen üblicherweise mehrere Softwarelösungen ein. In unserem Beispiel nehmen wir vereinfacht folgende Applikationen an:

- Outlook
- Branchensoftware
- Finanzsoftware

In allen 3 Applikationen werden Kontakte (Adressen) benötigt. Der Wunsch nach einem automatischen Abgleich liegt auf der Hand. So können Mehrfacherfassungen und Fehler vermieden werden und Änderungen führen zu konsistenten Daten in allen 3 Applikationen.

Die Aufgabe scheint gut lösbar, weil Kontakte einfache, statische Daten sind.

20.1.2 Herausforderung Ortschaft

Für unser Beispiel nehmen wir aus den Kontakten nur die Ortschaft. Betrachten wir uns nun die Art, wie in den verschiedenen Applikationen Ortschaften erfasst werden:

Applikation	Feld(er)	Beispiel
Outlook	Textfeld für Postleitzahl Textfeld für Ortschaft	CH-2500 Biel
Branchensoftware	Auswahlfeld auf eine Ortsverzeichnis Ortsverzeichnis mit Auswahlfeld auf ein Regionenverzeichnis	2500 Biel/Bienne 6 Schweiz
Finanzsoftware	Zahlenfeld für Postleitzahl Textfeld für Ortschaft	2500 Biel/Bienne

Abbildung 15: Beispiel Herausforderung Ortschaft

- **Synchronisation unterschiedlicher Datenfelder und Konventionen:**
Text, Zahl, Feldlänge, Auswahlfeld etc.
- **Richtung der Synchronisation:**
Unidirektional von einem führenden System (Master) zum Subsystem oder bidirektionaler Abgleich zwischen gleichwertigen Systemen.
- **Zeitpunkt der Synchronisation:**
Manuell oder automatisch in Intervallen oder in Echtzeit.

¹⁵ Das Thema Datenvernetzung wurde in der Initiative Wald & Holz 4.0 durch die Partnerunternehmen in 2 Workshops entsprechend priorisiert.

- **Konfliktlösung durch Multiuser und andere Faktoren:**
Eine Person ändert einen Kontakt in einer Applikation, eine andere Person ändert den gleichen Kontakt in einer anderen Applikation. Was gilt nun?
- **Systemwartung und Updates:**
Eine Applikation erhält ein Update, welche Änderungen in der Ortschaft beinhaltet. Wie läuft die Synchronisation weiter?
- **Verständnis:**
Woher kommen die Detailkenntnisse aus den unterschiedlichen Applikationen? Jeder hat meist nur eine Perspektive.
- **Zuständigkeit:**
Es sind 3 Applikationen. Wer ist Zuständig für das reibungslose Funktionieren der Schnittstelle?

20.1.3 Herausforderung komplexer Schnittstellen

Die oben beschriebenen Herausforderungen am Beispiel der Synchronisation einer Ortschaft innerhalb eines Unternehmens sind vergleichsweise sehr einfach. In der Regel geht es um deutlich komplexere Beispiele:

- **Komplexere Daten:**
Prozesse, entscheidungsabhängige Prozessdefinitionen, hierarchische Daten, verknüpfte Daten, Datenkompositionen, Statusfelder, Pflichtfelder, berechnete Felder, Formeln usw.
- **Sicherheit:**
Welcher User darf welche Angaben sehen?
- **Betriebsübergreifende Vernetzung:**
Welche Daten dürfen an welchen Partner? Wer ist verantwortlich für Funktionsweise, Betrieb und Unterhalt der Schnittstelle?

20.2 Technologische Möglichkeiten

Die nachfolgende Tabelle erläutert glossarähnlich die wichtigsten technologischen Schnittstellen, Tools und Fachbegriffe in Zusammenhang mit dem Thema Datenvernetzung erläutern. Die Liste ist eine Auswahl und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Kürzel	Bezeichnung	Beschreibung
ABI	Application Binary Interface	Eine Binärschnittstelle definiert eine Schnittstelle zwischen zwei Computerprogrammen auf Maschinenebene.
API	Application Programming Interface	Schnittstelle zur Programmierung von Anwendungen ist ein Programmteil, der von einem Softwaresystem anderen Programmen zur Anbindung an das System zur Verfügung gestellt wird. Im Gegensatz zu einer ABI definiert eine API nur die Programmanbindung auf Quelltext-Ebene.
BIM	Building Information Modeling	Methode der vernetzten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Bauwerken mithilfe von Software.
B2B-Plattform	Business to Business Plattform	Handelsplattformen auf denen Unternehmen Waren und Dienstleistungen anbieten können.
Cloud	Cloud-Computing	Cloud-Computing ist eine IT-Infrastruktur, welche über das Internet verfügbar gemacht wird. Sie beinhaltet in der Regel Speicherung, Rechenleistung oder Anwendungssoftware als Dienstleistung.
CRM	Customer Relationship Management	CRM-Systeme sind Datenbanken zum Kundenbeziehungsmanagement.
Data-Sharing	Datenaustausch	Beschreibt das gemeinschaftliche Nutzen eines Datenpools in welchem Daten ausgetauscht und gehandelt werden können.

Kürzel	Bezeichnung	Beschreibung
ESB	Enterprise Service Bus	Mit Enterprise Service Bus (ESB) bezeichnet man eine Netzwerkarchitektur, die die Integration verteilter Dienste in der Anwendungslandschaft eines Unternehmens unterstützt.
ETL	Extract, Transform, Load	ETL ist ein Prozess, bei dem Daten aus mehreren gegebenenfalls unterschiedlich strukturierten Datenquellen in einer Zieldatenbank vereinigt werden.
IoT	Internet of Things	Sammelbegriff für Technologien einer globalen Infrastruktur der Informationsgesellschaften, die es ermöglicht, physische und virtuelle Gegenstände miteinander zu vernetzen und sie durch Informations- und Kommunikationstechniken zusammenarbeiten zu lassen.
IDE	Integrated Development Environment	<p>Eine integrierte Entwicklungsumgebung ist eine Sammlung von Computerprogrammen, mit denen die Aufgaben der Softwareentwicklung möglichst ohne Medienbrüche bearbeitet werden können.</p> <p>IDEs stellen hilfreiche Werkzeuge bereit, die dem Softwareentwickler häufig wiederkehrende Aufgaben abnehmen, einen schnellen Zugriff auf einzelne Funktionen bieten, mit denen die Arbeits(zwischen)ergebnisse verwaltet und in spätere Bearbeitungsfunktionen direkt überführt werden können. Der Entwickler wird dadurch von formalen Arbeiten entlastet und kann seine eigentliche Aufgabe, das Entwickeln/Programmieren von Software, mit Systemunterstützung effizient ausführen.</p> <p>IDEs gibt es für nahezu alle Programmiersprachen und Plattformen. Oft wird damit nur eine Programmiersprache unterstützt. Es gibt aber auch Anwendungen, die mehrere spezielle IDEs unter einer gemeinsamen Benutzeroberfläche zusammenfassen.</p> <p>Auch gibt es sie für Konzepte, die darauf zielen, mehr oder weniger „programmierfrei“ Anwendungssoftware per Konfiguration zu erstellen (z. B. Universal Application), und die somit nicht auf eine bestimmte Programmiersprache ausgerichtet sind; (deklarative Programmierung).</p>
	Konfigurator	Produktkonfiguratoren sind Programme, mit denen die Spezifikation von Produkten kundenindividuell für Angebote oder Bestellungen und Aufträge erzeugt werden kann.
MRP	Material Requirements Planning	MRP-Systeme dienen der zukünftigen Materialbedarfsplanung
	Onlineshop	Ein Onlineshop ist eine spezielle Form des Handels, bei dem ein Händler oder Hersteller gewerbliche Waren oder Dienstleistungen zum Verkauf oder zur Miete anbietet. Die Kommunikation zwischen Anbieter und Interessenten erfolgt zum grossen Teil über das Internet. Der Onlineshop übernimmt zum einen die Aufgabe der Produktpräsentation und zum anderen die Abwicklung des Bestell- und Kaufvorgangs bis hin zur Bezahlung.
OPC-UA	Open Platform Communications Unified Architecture	OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) ist eine Sammlung von Standards für die Kommunikation und den Datenaustausch im Umfeld der Industrieautomation. Mithilfe von OPC UA werden sowohl der Transport von Machineto-Machine-Daten als auch Schnittstellen und die Semantik von Daten beschrieben. Die komplette Architektur ist serviceorientiert aufgebaut.
WebEDI	Electronic Data Interchange	WebEDI ist eine WWW-Schnittstelle für den elektronischen Datenaustausch.
XML-Schnittstelle	Extensible Markup Language	Mit Hilfe einer XML-Schnittstelle lassen sich Daten für den Plattformunabhängigen Austausch zwischen Computersystemen

Kürzel	Bezeichnung	Beschreibung
		speichern und sind somit in vielen Internet Webseiten sowie Applikationen verfügbar.
Uam.		

Abbildung 16: Technologische Möglichkeiten

20.3 Interviews

Interviews wurden mit Firmen geführt, welche eher die Anbieterseite von Lösungen vertreten. Die Schlussfolgerungen aus diesen Interviews wurden in Kapitel ... dargestellt und interpretiert. Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf die Kernaussagen der einzelnen Interviewpartner.

20.3.1 Triviso

Markus Kühni, 21.05.2019

In dem Interview ging es verstärkt um den Erfahrungsaustausch zu Cloud und Plattformlösungen. Welche übergeordneten IT-Strukturen könnten den KMU helfen produktiver, effizienter, preis-günstiger und somit wettbewerbsfähiger zu werden?

Dazu erhielten wir die Folgenden Aussagen (verkürzt):

- Die Schweizer Holzindustrie zeichnet sich durch Spezialisierung und Abgrenzung durch Service und Kundenkontakt aus. Wie können diese individuell aufgebauten Strukturen mit einer Vereinheitlichung von Daten, Datenaustausch und Produktionsnetzwerken bestehen?
- Jeder versteht was Unterschiedliches unter Digitalisierung.
- Die meisten KMU in der Holzbranche sind international nicht wettbewerbsfähig.
- Cloud-Lösungen führen zu grossen Monopolkulturen. Diese Zentralisierung ist in Mode gekommen flacht aber nach und nach wieder leicht ab.
- Die Datenneutralität muss von neutraler Stelle gefördert werden. Standards können nur von Unabhängigen Institutionen definiert werden.
- Alleinstellungsmerkmale verlieren an Bedeutung, wenn es eine Vereinheitlichung der KMU gibt. Vorteile von individuellen Herangehensweisen entfallen. Die Standardisierung steht der Diversifizierung entgegen.
- Den Preiskampf kann die Schweizer Möbelindustrie nur verlieren
- XML als Einheitliches System? -strukturierte, erweiterbares Informationssystem
- Wie könnte man vertikale Schnittstellen schaffen? Wer ist die neutrale Stelle?
- Welche Informationen müssen fliessen? -Wie gestaltet man diese zeitlos, erweiterbar und neutral?
- In einem ersten Schritt sollte es ein niederschwelliges Austauschformat geben, welches wie etwa XML technologisch neutral ist und von neutraler Stelle geleitet wird.

20.3.2 Borm

Reto Conconi, 24.05.2019

Auch in dem Interview wurde das Gespräch auf gemeinsame Plattformen zum Datenaustausch gelenkt. Vor allem wurde die Frage von wem eine solche Plattform gelegt werden könne diskutiert. Nachfolgend die Aussagen und Rückfragen von Borm:

- Probleme bei der Einigung auf das gleiche System
- Produktionsschritte auslagern
- verlängerte Werkbank verlangt nach einer gemeinschaftlichen Norm
- Lagervernetzung der Unternehmen die mit einem ERP (Borm) arbeiten. -> Zusammenlegen vieler kleiner Lager zu einem grossen - gemeinsame Bestellungen?
- Technisch ist eine Datenbank für Kapazitäten möglich. Aber sind sich die Unternehmen den Konsequenzen bewusst/ dazu bereit?

- Personal-, Produktionsmittelkapazitäten auf Plattformbasis wären realisierbar doch auch hier muss es einen Neutralen Partner geben.
- Es müsste eine Gesellschaft geben, die die Norm setzt und die Plattform verwaltet -> kein Softwarehersteller (Problem der Vereinheitlichung). ComNorm wäre ein möglicher neutraler Partner.
- Was schränkt die Einigung ein? Besonders regionale unterschiedliche Vorgaben erschweren die Vereinheitlichung.
- Das wesentliche steckt in der Verknüpfung der gesammelten Daten. Die Sammlung und Vereinheitlichung dieser wäre eine Herausforderung.
- Wie viel sind die Firmen bereit aus der Hand zu geben?

20.3.3 Opo

David Froideveaux, 17.06.2019

- Welche Daten sind wichtig und für wen?
- Sehr unterschiedlicher Aufwand an Nacharbeit der Daten von Lieferanten (800 Lieferanten)
- CAD Zeichnungen, vernetzt à immer aktuelles Modell
- selber erstellen der CAD Zeichnungen (obwohl Daten bei Lieferanten) -> Redundanz
- 2D, 3D sehr unterschiedliche Anforderungen auch Maschinenseitig

20.3.4 Schilliger Holz AG

Tobias Osterwalder, 03.06.2019

- Hohe Automatisierung innerhalb des Betriebes.
- Unterschiedliche Kommunikation mit Lieferanten und Kunden.
- Es werden parallel mehrere konventionelle Kanäle angeboten und genutzt (Mail, Telefon, Fax, ...).

20.3.5 Comnorm

Roland Wick, 08.05.2019

- Austauschplattform in der Schreinerbranche
- Verband Schweizer Schreiner Software VSSS hat gemeinsam mit den Berufsverbänden VSSM und Holzbau Schweiz und einigen Lieferanten der Schreinerbranche haben die Plattform als Vorreiter vor rund 20 Jahren ins Leben gerufen.
- Erweiterungen wurden gemacht im Bereich der Bestell- und Verrechnungspapiere. In der Praxis wird das aber noch wenig eingesetzt.
- Comnorm wäre grundsätzlich bereit, weitere Bedürfnisse abzudecken.

20.3.6 VSSM Sektion Aargau

Franz Dörig, 05.07.2019

- Betreiben die Berechnungsgrundlagen des VSSM und des FRECEM und stellen Schnittstellen zur Verfügung.
- Betreiben auch eine Stellen- und früher eine Kapazitätenbörse. Die Kapazitätenbörse wurde jedoch nicht, und die Stellenbörse wird nur spärlich benutzt. Dass das auf ein grosses Bedürfnis der Branche sei, überraschte.

20.3.7 Weitere Interviews

Weitere Interviews folgen bei Weiterbearbeitung dieses Themas.

20.4 Beispiele neuer Möglichkeiten

Komponente	Einfluss auf das Geschäftsmodell
Auftragsbezogene Kooperationen	Durch auftragsbezogene Kooperationen können Kleinbetriebe gemeinsam grössere Aufträge annehmen als dies ohne eine Kooperation möglich wäre. Eine horizontale Datenvernetzung kann dabei helfen grosse Aufträge zu planen und zu steuern. Auftragsbezogene Kooperationen enden nicht selten in auftragsunabhängigen Kooperationen.
Auftragsunabhängige Kooperation	Den auftragsbezogenen Kooperationen stehen die auftragsunabhängigen Kooperationen gegenüber. Unabhängig von synergetischen oder additiven Kooperationen werden Netzwerke gebildet. Diese sind Voraussetzung, damit sich Partner für kurzfristige auftragsbezogene Zusammenarbeit schnell finden (Plüss & Huber, 2005).
Datenhandel	Daten sind zum neuen Wirtschaftsgut geworden, sodass die wertvollsten Firmen der Welt primär ihr Geld mit dem generieren, verkaufen und handeln von Daten ihr Geld verdienen. Dabei geht es primär um Kunden-/Nutzerdaten. Doch es lassen sich auch andere Daten verkaufen. Konstruktionspläne von Möbeln, Marktinformationen oder Auswertungen von Sensoren werden zum Teil schon veräussert und können als Wirtschaftsgut gesehen werden. Es gibt Plattformen (siehe IDS) auf denen Daten veräussert und gehandelt werden können. Der Datenschutz der Kundendaten aber auch von Firmen internen Daten können durch Nutzungsrechte und unabhängige Mittelmänner garantiert werden.
Kapazitätenhandel	Ebenso wie Daten lassen sich auch freie Kapazitäten verkaufen. Das Wissen um sein Unternehmerisches Umfeld (Wer hat welche Maschinen, Materialien und Personal) kann viel Wert sein. Wenn man seine freien Kapazitäten veräussert, zeigt man zwar der Konkurrenz, dass man nicht voll ausgelastet ist, tut aber auch im gleichen Atemzug etwas dagegen, indem man die freien Kapazitäten durch externe Aufträge füllt. Je mehr man preisgibt, desto mehr kann man davon profitieren.
Einkaufsgemeinschaft	Gemeinsamer Einkauf von Materialien, Halbfertig- und Fertigfabrikaten. Durch die grösseren Mengen können bessere Konditionen und Bedingungen ausgehandelt werden.
Vertriebsplattform	Entwicklung, Betrieb und Bewerbung einer gemeinsamen Vertriebsplattform. Dadurch können die Entwicklungs- und Betriebskosten für die einzelnen Betriebe gesenkt und die Umsetzungsqualität und Reichweite verbessert werden.
Dezentrales Lager	Verschiedene Partner vernetzen ihre Lagerbestände. Für alle Partner ist ersichtlich wo wieviel von welchem Material vorhanden ist. Das könnte insbesondere für C-Teile nützlich sein oder Teile, die nicht mehr hergestellt werden.
Marketingaspekte	Es gibt Möglichkeiten, die direkt vielleicht keinen Nutzen bringen, aber in der Imagebildung, Positionierung und Vermarktung eine Wirkung haben. Beispiel: E-Rechnungen sind für Schreinereien oder Zimmereien vermutlich (noch) nicht rentabel, aber das Unternehmen kann sich als innovativ und digital zeigen.
uam.	

Abbildung 17: Beispiele neuer Möglichkeiten

20.5 Praxisbeispiele

Beispiele mit Bezug zu Datenvernetzung gibt es bereits viele. Hier ist eine kleine, willkürliche Auswahl mit Bezug zur Holzbranche.

20.5.1 ComNorm

Der Verband Schweizer Schreiner Software VSSS hat in Zusammenarbeit mit den Berufsverbänden VSSM und Holzbau Schweiz sowie einigen innovativen Lieferanten der Schreinerbranche eine gemeinsame Norm für den Datenaustausch entwickelt. Dadurch können Preisanfragen, Bestellungen und sonstige Artikelauskünfte direkt aus der gewohnten Umgebung einer Branchenlösung getätigt werden. Je nach Branchenlösung wird der Artikelstamm automatisch aktualisiert.

Der Anwender muss sich nicht an die unterschiedlichen Benutzeroberflächen der einzelnen Anbieter anpassen. Er navigiert immer im Browser der ComNorm. Selbst wenn ein Schreiner über keine Branchenlösung verfügt, kann er über das Programm ComNormOrder von der Schnittstelle profitieren.

www.comnorm.ch

20.5.2 Prokalk

Prokalk ist die offizielle Kalkulationsgrundlage des VSSM und des FRECEM. Ein grosser Material- und Artikelstamm mit Preisen und Fertigungszeiten sind integriert. Artikel sind meist parametrisch aufgebaut. Betriebsspezifische Eigenheiten können über Produktivitätsfaktor, Einkaufsfaktor oder Mengenfaktor auf verschiedenen Hierarchiestufen hinterlegt werden. Prokalk kann an über eine Schnittstelle ERP-Lösungen angebunden werden.

www.prokalk.ch

20.5.3 Lignapool

Lignapool ist eine Webplattform zur Förderung von Schweizer Holz. Sie wird unterstützt von: Aktionsplan Holz des Bundesamtes für Umwelt, Berner Holzförderungsfonds, Holzindustrie Schweiz, Selbsthilfefonds der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft, Wald Schweiz. Der Online-Marktplatz verbindet Suchende und Bietende von Holzprodukten.

www.lignapool.ch

20.5.4 IoT-Plattformen, IoT-Betriebssysteme

Dem Bereich der IoT-Plattformen (manche nennen es auch Business-Plattformen) wird ein grosses Potential zugeschrieben. Entsprechend ist ein intensiver Wettbewerb verschiedener Anbieter entbrannt. Dabei handelt es sich oft um Maschinenhersteller. Treiber ist der «the winner takes it all-Effekt». Beispiele sind:

- Axoom (Trumpf)
www.axoom.com
- Virtual Fort Knox (Fraunhofer)
www.virtualfortknox.de
- Mindsphere (Siemens)
<https://siemens.mindsphere.io/de>
- IoT-Suite (Bosch)
<https://www.bosch-iot-suite.com>
- Swisscom Enterprise IoT (Swisscom)
www.swisscom.ch/m2m
- Tapio (Homag)
www.tapio.one

20.5.5 iFurn

Produktdaten-Services für Möbelkonstruktion & Fertigung (iFurn.net, GDSN Global Data Synchronisation Network).

www.ifurn.net

20.5.6 B2B-Fertigteile

Produktion von Möbelfertigteilen oder komplexen Beschlägesystemen, bestellt über Web-Konfiguratoren oder lokale Software mit oder ohne Anbindung an das ERP-System. Beispiele sind:

- Horatec
www.horatec.de
- Speedmaster
www.speedmaster.at
- Dynaplan (Blum Produktkonfigurator)
<https://www.blum.com/ch/de/services/planung-konstruktion-produktauswahl/dynaplan/>
- Boxmanufaktur
www.boxmanufaktur.ch

20.5.7 Möbelkonfiguratoren

Online-Konfiguratoren für Möbel im Direktvertrieb. Beispiel:

- ecoleo (Fust Schreinerei)
www.ecoleo.ch
- form-bar
www.form.bar
- tylko
www.tylko.com

20.5.8 CoSeDat

Daten- und Beleg austausch zwischen Geschäftspartnern im Partnernetzwerk von Egger.

www.cosedat.com

20.5.9 IDS (International Data Space)

Die Initiative zum Industrial Data Space (IDS) wurde Ende 2014 von Wirtschaft, Politik und Forschung in Deutschland ins Leben gerufen und vor kurzem in International Data Space umbenannt. Geführt wird das Projekt von der International Data Space Association der inzwischen 90 Mitglieder aus Wirtschaft und Forschung aus 18 Ländern angehören. Als Data Space kann dabei ein virtueller Datenraum angesehen werden, welcher den sicheren Austausch und die einfache Verknüpfung von Daten in einem Geschäftsökosystem erlaubt. Die digitale Souveränität der Eigentümer der Daten bleibt gewahrt. Die Idee hinter dem IDS ist, dass jedes Unternehmen und jede Institution die volle Kontrolle über Ihre Daten behalten. Wenn es gewünscht wird, können die Daten auch analysiert werden, ohne diese auszutauschen. Die Daten können über ein Verkaufssystem unter Auflagen wie Nutzungsrechte und speziellen Preismodellen angeboten werden.

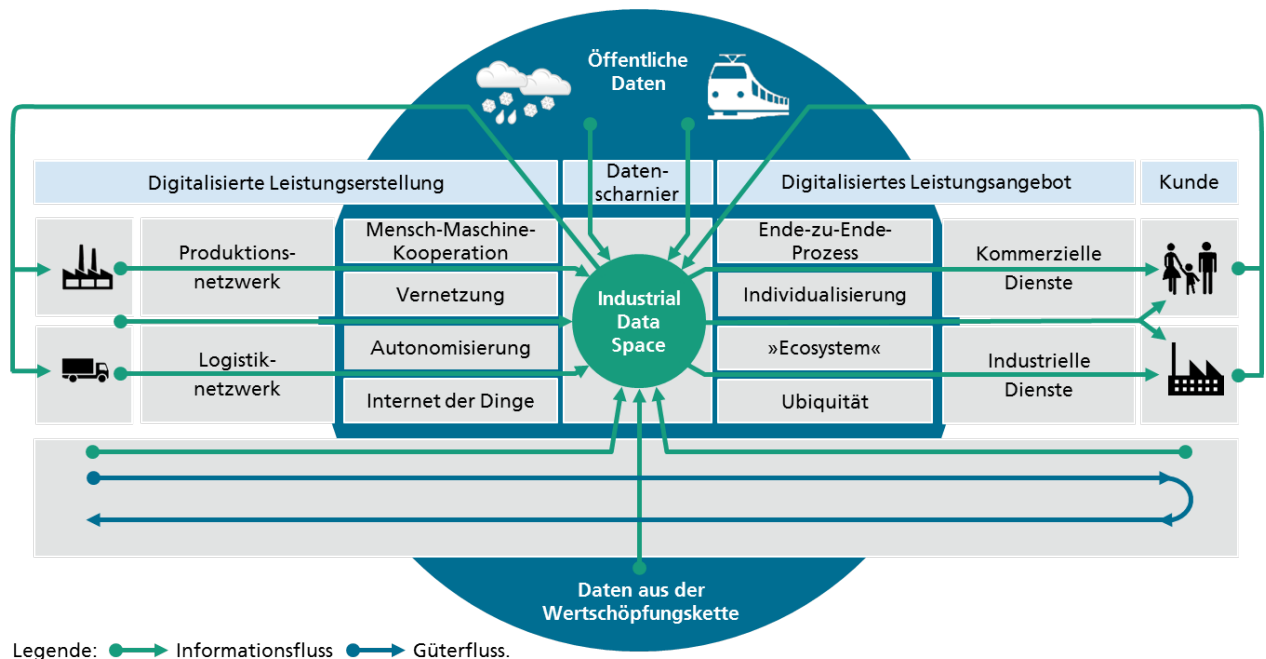


Abbildung 18: Der Industrial Data Space kann ein Bindeglied zwischen digitaler Produktion, Logistik und Smart Services sein. (Quelle: Wikipedia)

Inzwischen existiert einige erfolgreiche Projekte¹⁶ solcher Datennetzwerke, welche auf der Architektur des IDS basieren. Zu den Mitgliedern zählen grosse Unternehmen wie Audi, Bayer, Bosch, IBM aber auch Forschungseinrichtungen wie die Universität Aalto in Finnland, Chalmers University of Technology in Schweden, Leipzig Universität in Hannover oder das Fraunhofer Institut.

2017 stellt Fraunhofer AISEC Trusted Connector¹⁷ vor. Der Trusted Connector ist eine wesentliche Komponente des Industrial Data Space. Mit dem Trusted Connector stellt das Fraunhofer AISEC einen Ansatz zum sicheren Austausch von Daten über Unternehmensgrenzen hinweg vor – bei völliger Kontrolle der Datenflüsse und der Datennutzung.

www.internationaldataspaces.org

20.5.10 Opendesk

Opendesk¹⁸ ist eine globale Plattform, welche eine Bibliothek einfachster Möbeldesigns (Flatpack) anbietet. Diese können von Designern weltweit online angeboten werden. Die Möbel werden von einem globalen Netzwerk aus Herstellern hergestellt und können auf Kundenbestellung direkt lokal verschickt werden.

Partner in der Schweiz sind: Nüssli Ltd. (Thurgau), OpenLab (Ticino), La Porch Sàrl (Fribourg), Smache sàrl (Vaud)

Datenaustausch: Der Datenaustausch ist in diesem Fall vergleichsweise einfach aufgebaut, da sich dieses Produktionsnetzwerk ausschliesslich auf Möbel aus Sperrholz beschränkt.

1. Der Kunde sucht sich aus einer beschränkten Anzahl an Möbeln einen Stuhl raus.
2. Er erhält eine Preisspanne als Richtwert und kann nun eine Anfrage stellen.
3. Open Desk fragt lokale Hersteller nach freien Kapazitäten für das ausgewählte Produkt an und sendet dem Kunden eine Bestätigung.

¹⁶ <https://www.internationaldataspaces.org/success-stories/>

¹⁷ <https://www.pressebox.de/pressemitteilung/leistungszentrum-sichere-vernetzte-sytseme-muenchen/Kontrolle-von-Datenfluessen-ueber-Unternehmensgrenzen-hinweg/boxid/875331>

¹⁸ <https://www.opendesk.cc>

4. Der Hersteller kann seine freien Kapazitäten nutzen, um das bestellte Möbel herzustellen.
 5. Auftragsabwicklung, Rechnungsstellung und Zahlung werden über Opendesk abgewickelt.
- Alle nötigen Produktionsdaten (.dxf-File) lassen sich auch als Privatperson online herunterladen. Die Produktionsdaten sind zugänglich, der Designer wird pro verkauftem Produkt entlohnt und die Plattform erhält ebenfalls einen Anteil von etwa 30%.

www.opendesk.cc

20.5.11 renovero

Ausschreibungsplattform, über die Endkunden Handwerksarbeiten ausschreiben und Angebote einholen können.

www.renovero.ch

21 Identifikation von Anwendungsfällen

21.1 Methoden zur Identifikation von Anwendungsfällen¹⁹

21.1.1 Modellbasierter Ansatz

- Modell als vereinfachte, standardisierte Grundlage
- Systematische Schätzungen oder Messungen
- Ableiten von Hotspots

21.1.2 VDMA (Technologieorientierter Ansatz)

- Ist-Zustand der technischen Entwicklungsstufe erarbeiten
- Entwicklungspotentiale identifizieren
- Ideen zur Erhöhung der Entwicklungsstufe ableiten

21.1.3 Best process (Zielbild Ansatz)

- Kundenbedürfnisse der Zukunft abschätzen
- Idealer Kundenprozess gestalten
- Lücken gegenüber dem Ist-Prozess identifizieren

21.1.4 Best practice (Fast Follower Ansatz)

- Sammeln existierender Anwendungsfälle
- Priorisierung der Anwendungsfälle
- Anpassen der Anwendungsfälle auf das eigene Unternehmen

21.1.5 Trend Workshop (visionärer Ansatz)

- Auswirkungen von Megatrends auf Kunden
- Ideales Unternehmen gestalten, welches die neuen Bedürfnisse am besten befriedigt
- Lücken gegenüber dem Ist-Unternehmen identifizieren

¹⁹ In Anlehnung an Industrie 2025

21.2 Vernetzungsmöglichkeiten nach Partnern

Aus der Sicht eines Unternehmens existieren nachfolgende Partner mit welchen Daten ausgetauscht werden. Es gibt bereits Systeme, die den Datenaustausch mit einem dieser Partner übernehmen. Auch diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Im Vernetzungsmodell (vgl. 12.1 Vernetzungsmodell) sind diese Möglichkeiten auch grafisch ersichtlich.

Partner	Gegenstand	Tools
Kunde	Bestellung, Konfiguration	Online-Shop, Webkonfigurator, Schnittstellen zu ERP und/oder CAD
	Produktinformation	Website
	Serviceleistungen	Download Center
	Offerten	Online-Plattformen
	Auftragsbestätigungen	Online-Shop, Schnittstelle zu ERP
	Rechnungen	Online-Shop, Schnittstelle zu ERP, E-Rechnung, Bezahlssysteme
Lieferanten	Bestellungen	ERP, B2B-Plattform, XML-Schnittstellen
	Rechnung	E-Rechnung, Schnittstelle-ERP, Bezahlssysteme
	Wareninformation	Website, Download Center, Barcode
	Wareneingangskontrolle	ERP, QM
Objekte	Modellierung, Änderungsverfolgung, Kollisionskontrolle	BIM 3D, Schnittstellen zu Umsystemen
	Dauer, Termine	BIM 4D, Schnittstellen zu Umsystemen
	Kostenanalyse	BIM 5D, Schnittstellen zu Umsystemen
	Nachhaltigkeitsbewertung	BIM 6D, Schnittstellen zu Umsystemen
	Verwaltungsphase des Baus, Facility Management	BIM 7D, Schnittstellen zu Umsystemen
Mitbewerber	Konstruktionsdaten	.dxf, .btl
	Kapazitäten	Plattform
	Kalkulation	Kalkulationslösung (z.B. Prokalk)
	Warenbestände	
Fertigungsbetriebe, verlängerte Werkbank	Bestellungen	B2B-Plattform
	Kundendaten	WebEDI
Hardwarelieferant	Maschinendaten	WebEDI
	Fernwartung	Fernzugriff, AR
	Wartungstermine, Servicedaten, predictive Maintenance	Business-Plattform
Softwarelieferant	Hosting	Webservice, WebEDI
	Updateservice	Fernzugriff
	Stammdaten	
Behörden	Versicherungsmeldung	Meldeplattform, Schnittstellen zu Meldeplattformen, swissdec
	Lohn	E-Banking, Swissdec
	Steuer	
	Baugesuch	Plattformen

Abbildung 19: Vernetzungsmöglichkeiten nach Partnern

21.3 Beispiele differenzierter Anwendungsfälle

Manche Anwendungsfälle sind offensichtlich, andere sind etwas komplexer und bedürfen einer differenzierteren Betrachtung. Die drei nachfolgend aufgeführten Beispiele beinhalten eine technische Komponente der Datenvernetzung, darüber hinaus stellen sich aber auch rechtliche und finanzielle Fragen.

21.3.1 3D-Daten des Zulieferers

Der Datenaustausch mit Zulieferern funktioniert oft nicht wunschgemäss. Um beispielsweise ein Möbel zu planen, sind Informationen über die Beschläge notwendig, idealerweise als 3D-Modelle in einem Format, welches die jeweils eingesetzte Software lesen kann.

21.3.2 Ausmessen eines Objektes

An einem Bau sind verschiedene Gewerke beteiligt. Im Regelfall fährt aus jedem Gewerk ein Mitarbeiter zur Baustelle, um das Mass aufzunehmen. Der Architekt hat vorher den Rohbau geprüft und mit seinen Massen im Modell verglichen. Hier könnte ein Beteiligter die Baustelle vermessen und das Modell für alle Parteien anbieten.

21.3.3 Bestellung von Kunden

Kunden nutzen unterschiedliche Kanäle, um Ihre Bestellung aufzugeben und teilen Ihre Sonderwünsche per persönlich, telefonisch oder elektronisch in verschiedensten Formaten mit. Die Firma betreibt auch einen Online-Shop welcher allerdings nur von einem kleinen Teil der Kunden genutzt wird. Die Firma hat viele Kanäle, um Bestellungen aufzunehmen. Es sollten Anreize geschaffen werden speziell einen Kanal zu nutzen, über welchen die Nachbearbeitung möglichst gering ausfällt. Rabattprogramme werden daher oft und gerne dazu eingesetzt Kunden zu lenken (online-Rabatt).

Anhang C: Grundlagen der Informationstechnologie

Für das Verständnis des Themenpapiers ist dieser Anhang nicht zwingend nötig. Es handelt sich vielmehr um ein Nachschlagewerk und soll einen Beitrag für ein einheitliches Verständnis und eine gute Diskussionsgrundlage schaffen.

22 Informationssysteme

Daten sind das neue Öl! Sucht man nach dieser Aussage, zeigt Google 47.5 Millionen Suchergebnisse, die allerdings alles andere konsistent sind. Definitionen sind uneinheitlich. Es gibt viele und schnellebige Technologien mit noch mehr oft proprietären Lösungen mit jeweils eigenen Begrifflichkeiten. Was sind überhaupt Daten, Informationen, Wissen? Wie werden Informationen generiert, verarbeitet, gespeichert transportiert?

22.1 Gegenstand

22.1.1 Daten

Computerdaten sind die Darstellung von physikalischen Tatsachen oder Konzepten, die in einer durch den Computer lesbaren Form erzeugt oder in eine entsprechende Form gebracht werden, beispielsweise Messwerte, Grössen, alphanumerische Werte.

In der Informatik spricht man in Zusammenhang mit der Strukturierung von Daten auch von Syntax²⁰.

22.1.2 Information

Die Interpretation von Daten (tieferer Bedeutung) ist Information. Von Information wird gesprochen, wenn auf eine spezifische Frage eine Antwort gegeben wird, die das Verständnis der Fragenden erhöht und sie befähigt, einem bestimmten Ziel näher zu kommen. (Zehnder, 1998)

In der Informatik spricht man in Zusammenhang mit der inhaltlichen Bedeutung von Daten auch von Semantik²¹

22.1.3 Wissen

Wird Information von einem Menschen aufgenommen und in einen schon vorhandenen Wissenskontext integriert, entsteht Wissen.

Da Wissen immer auch etwas mit Wahrnehmung zu tun hat, ist die Erkenntnis nie absolut. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Pragmatismus²².

22.2 Kommunikation

Der Transport reiner Daten ist keine Kommunikation, sondern kann als physikalischer Vorgang betrachtet werden. Kommunikation findet auf der Informationsebene statt. Es ist der Transport von Information von einer Quelle zu einem Ziel.

Oft würde man lieber Wissen transportieren als bloss Informationen. Da Wissen aber auf dem individuellen Vorwissen des Informationsempfängers aufbaut, kann das nicht gelingen. Letztlich müssen aus dem Wissen des Senders möglichst geschickt Informationen extrahiert und so zum Empfänger transportiert werden.

²⁰ Syntax ist die Lehre des Satzbaus, wie aus Kombination und Anordnung von Wörtern Sätze gebaut werden.

²¹ Semantik ist die Bedeutungslehre und beschäftigt sich mit den Beziehungen zwischen den Zeichen und deren Bedeutungen.

²² Pragmatismus ist das Verhalten, das sich nach bekannten praktischen Gegebenheiten richtet.

Wenn sich zwei oder mehr Kommunikationspartner zugleich Zeit für die Kommunikation nehmen müssen, spricht man von einer synchronen Kommunikation. Beispielsweise bei Telefonie, Videokonferenz oder Chat. Ist diese Synchronisation nicht erforderlich, spricht man von asynchroner Kommunikation. Beispiele hierfür sind Postbrief, E-Mail oder SMS.

22.3 Komponenten

Üblicherweise sind Informationssysteme aus mehreren Komponenten schalenförmig gemäss Abbildung 12 aufgebaut. Die Kenntnis dieser Komponenten ist wichtig, um die IT-Systemlandschaft eines Unternehmens zu verstehen, und zwar:

- im Kontext von Hardware, Netzwerk, Installation, Datensicherung
- im Kontext von Schnittstellen und Softwareintegration²³.

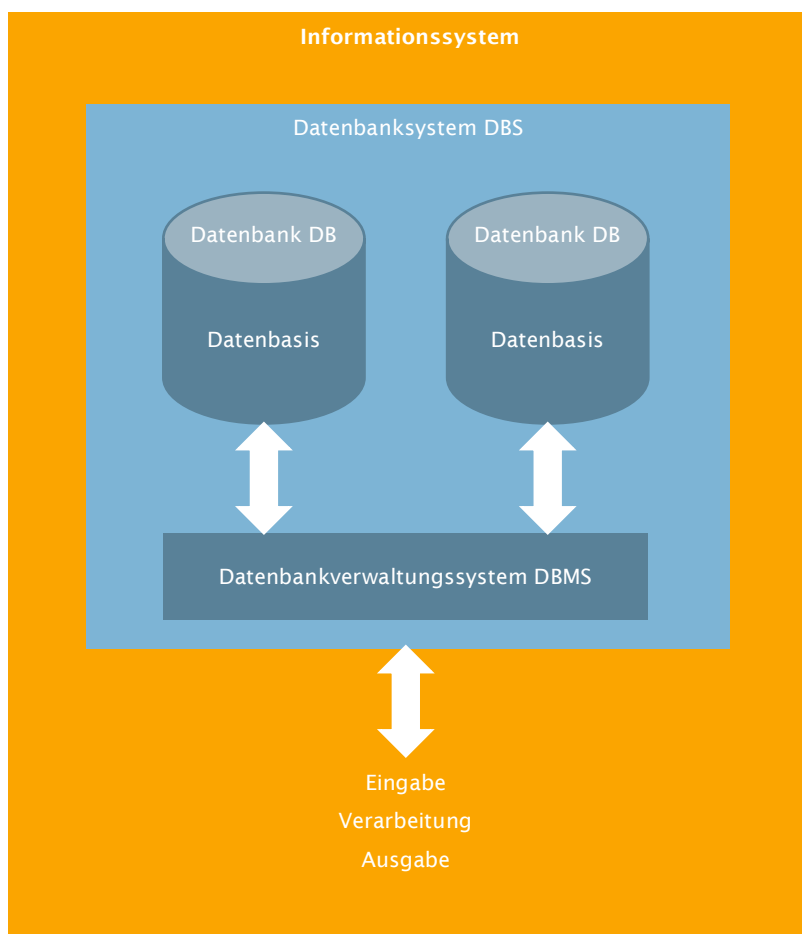


Abbildung 20: Komponenten eines Informationssystems

22.3.1 Datenbasis und Datenbank

Eine Datenbasis ist eine Menge von Daten, die in irgendeiner Weise als zusammengehörig betrachtet werden. Angereichert um weitere Daten, die das Datenbankverwaltungssystem (DBMS) zur Erfüllung seiner Aufgaben benötigt²⁴, bilden sie eine Datenbank (engl. Database oder DB).

²³ Dieser Thematik widmen wir uns in Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

²⁴ Beispiele: Metadaten, Vorkehrungen zu Datensicherheit, Datenschutz, Datenintegrität, Ermöglichung des Mehrbenutzerbetriebs, Ermöglichen von Triggern, usw.

22.3.2 Datenbankverwaltungssystem

Datenbankverwaltungssysteme (engl. Database Management System oder DBMS) sind Softwareprodukte für die dauerhafte, integre und anwendungsunabhängige Speicherung und Verwaltung sowie die flexible und bequeme Verwendung von grossen, mehrfach benutzbaren integrierten Datenbasen. Typische Beispiele für den Einsatz in Unternehmen:

- MySQL (Oracle, Open Source)
- Microsoft SQL
- Sybase (SAP)
- und andere mehr

22.3.3 Datenbanksystem

Ein Datenbanksystem (engl. Database System oder DBS) besteht aus einem Datenbankverwaltungssystem (DBMS) und einer oder mehreren Datenbanken (DB).

Hinweis:

In einem IT-Fachgespräch muss man oft aus dem Kontext erkennen (oder nachfragen), wovon er genau spricht. Ist die Unterscheidung der verschiedenen Datenbankkomponenten in einem bestimmten Kontext nicht von Bedeutung, wird anstelle eines Datenbanksystems meist einfach von Datenbank gesprochen.

22.3.4 Verschiedene Formen und Sprachen von Datenbanksystemen

22.3.4.1 Datenbankmodell

Ein Datenbankmodell ist die theoretische Grundlage für eine Datenbank und bestimmt, auf welche Art und Weise Daten in einem Datenbanksystem gespeichert und bearbeitet werden können. Es legt damit die Infrastruktur fest, die ein bestimmtes Datenbanksystem anbietet.

- **Hierarchisches Datenbankmodell**
Die Datenobjekte können ausschliesslich in einer Eltern-Kind-Beziehung zueinanderstehen. (näherungsweise Dateisysteme vieler Betriebssysteme, Bankenwelt.)
- **Netzwerkartiges Datenbankmodell**
Die Datenobjekte werden miteinander in Netzen verbunden. (Grossrechner, mehr und mehr verdrängt durch relationale Datenbank)
- **Relationales Datenbankmodell**
Die Daten werden zeilenweise in Tabellen verwaltet. Es kann beliebige Beziehungen zwischen Daten geben. Sie werden durch Werte bestimmter Tabellenspalten festgelegt.
- **Objektorientiertes Datenbankmodell**
Die Beziehungen zwischen Datenobjekten werden vom Datenbanksystem selbst verwaltet. Objekte können Eigenschaften und Daten von anderen Objekten erben.
- **Dokumentorientiertes Datenbankmodell**
Die zu speichernden Objekte werden als Dokumente mit möglicherweise verschiedenen Attributen, das heisst ohne die Voraussetzung der Strukturgleichheit, gespeichert. (z.B. IBM Notes (ehemals Lotus Notes))
- **Gemischte Datenbankmodelle**
Es existiert eine Vielzahl von Misch- und Nebenformen, wie zum Beispiel das objektrelationale Datenbankmodell. (objektorientierte Programmierung mit relationaler Datenbank)

Das relationale Datenbankmodell ist im Unternehmensbereich das bekannteste und verbreitetste. Man kann sie sich als eine Sammlung von Tabellen (Relationen) vorstellen, in welchen Datensätze (Zeilen)

abgespeichert sind. Jeder Datensatz besteht aus einer Reihe von Attributwerten, wobei Attribute (Eigenschaften) die Spalten darstellen. Das Relationenschema legt dabei die Anzahl und den Typ der Attribute für eine Relation fest. Weiterhin können Verknüpfungen genutzt werden, um beliebige Beziehungen zwischen den Daten auszudrücken.

22.3.4.2 Ausrichtung

Klassischerweise unterscheidet man zwei Systemausrichtungen:

- **OLTP (Online Transaction Processing)**
Benutzungsparadigma ist ausgerichtet auf Anwendungen, bei dem die Verarbeitung von Transaktionen direkt ohne grosse Zeitverzögerung stattfinden. Einsatzbeispiel: ERP²⁵.
- **OLAP (Online Analytical Processing)**
Benutzungsparadigma ist ausgerichtet auf Analysemethoden, welche ein sehr hohes Datenaufkommen verursachen. Einsatzbeispiel: Business Intelligence²⁶.

Es ist aber durchaus gängig, dass dasselbe System beiden Anforderungen gerecht werden muss und zum Beispiel tagsüber für den OLTP- und nachts für den OLAP-Betrieb gefahren wird.

22.3.4.3 Datenbanksprache

Mit Hilfe einer Datenbanksprache kommuniziert ein User (Mensch oder Maschine) mit der Datenbank, beziehungsweise dem DBMS. Sie ist auf den Umgang und die Abfrage von grossen Datenmengen ausgelegt. Auch wenn Parallelen ausgemacht werden können, gelten Datenbanksprachen aber nicht als Programmiersprachen. Mit einer Datenbanksprache wird keine Anwendungssoftware geschrieben. Die am weitesten verbreitete, normierte Sprache für relationale Datenbanken:

- **SQL (engl. Structured Query Language).**

22.3.5 Informationssystem (Datenbankanwendungen):

Ein Informationssystem erweitert die Datenbank um eine Reihe von Werkzeugen (engl. Software Tools) zur Abfrage, Darstellung, Transformation und Analyse von Daten. Gemäss der Unterscheidung zwischen Daten und Informationen, bereichern die Werkzeuge eines Informationssystems die Daten um semantische und pragmatische, also anwendungsrelevante Aspekte. Den einzelnen Anwendungssystemen werden in separaten Kapiteln vertieft.

22.4 Datenbankeigenschaften

22.4.1 Mehrfachnutzung

Ein Datenbanksystem erlaubt mehreren Benutzern gleichzeitig den Zugriff auf eine Datenbank. Die Beantwortung unterschiedlicher Fragestellungen durch verschiedene Benutzer auf Basis derselben Daten ist ein zentraler Aspekt eines Informationssystems. Eine solche Mehrfachnutzung erhöht auch die Wirtschaftlichkeit eines Systems. Die Datenerfassung und -haltung ist nicht redundant²⁷, das System kann zentralisiert betreut und die Daten können einfacher aktualisiert werden. Ausserdem werden auf diese Weise die oftmals sehr teuren Daten besser genutzt.

Bei einer Mehrfachnutzung von Daten stellt sich aber die Frage, wie bei konkurrierenden Transaktionen²⁸ (zum Beispiel gleichzeitiges Verändern der gleichen Daten von zwei verschiedenen Nutzern mit

²⁵ Siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

²⁶ Siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

²⁷ Mehrfache Speicherung der gleichen Daten.

²⁸ Im Fachjargon werden Datenbankänderungen Transaktionen genannt.

verschiedenen Anwendungen) vorgegangen werden soll. Ausserdem besteht auch ein grösseres Gefahren- bzw. Missbrauchspotenzial zum Beispiel im Bereich Datenschutz.

Ein Beispiel für Mehrfachnutzung ist eine Projektverwaltung, in der verschiedene Mitarbeitende aus unterschiedlichen Abteilungen oder sogar von unterschiedlichen Standorten auf dieselben Informationen zugreifen, einmal aus Sicht einer Einsatzplanung, einmal aus Sicht einer Kundenauskunft, einmal aus Sicht der Arbeitsvorbereitung. Alle haben immer den aktuellen Informationsstand zu Ausführung, Arbeitsfortschritt, Terminen.

22.4.2 Strukturierte Daten

Eine grundsätzliche Eigenschaft des Datenbankansatzes ist, dass ein Datenbanksystem nicht nur die Daten enthält, sondern auch eine komplette Definition oder Beschreibung der Daten. Diese Beschreibung besteht aus Angaben über den Umfang, die Struktur, die Art und das Format aller Daten sowie über die Beziehungen der Daten untereinander. Diese gespeicherten Informationen werden auch Metadaten (Daten über Daten) genannt.

Metadaten werden von der DBMS-Software, aber auch von Anwendungsprogrammen und Anwendern einer Datenbank verwendet. Da DBMS-Software nicht für eine spezielle Datenbankanwendung geschrieben ist, muss sie die Metadaten einer Datenbank verwenden, um deren Umfang, Struktur etc. zu kennen.

Das folgende einfache Beispiel zeigt, wie in einer Datenbank Daten beschrieben sein können.

Durch die Struktur der Tabelle (1. Spalte = Vorname, 2. Spalte = Name, 3. Spalte = PLZ, 4. Spalte = Wohnort) weiss man, dass ein Eintrag in der ersten Spalte ein Vorname als Zeichenkette (String) und ein Eintrag in der dritten Spalte eine Postleitzahl (Nummer) sein muss.

Vorname [string]	Name [string]	Postleitzahl [number]	Wohnort [string]
Franz	Eicher	2500	Biel
Fritz	Sager	3400	Burgdorf
...

Abbildung 21: Beschreibung von Datenbank-Daten

22.4.3 Trennung

Wie in der Eigenschaft Strukturierte Daten (vgl. 22.4.2) beschrieben, wird die Struktur einer Datenbank durch die Metadaten, die ebenfalls in der Datenbank abgelegt sind, beschrieben. Das Anwendungsprogramm benötigt keine Kenntnis über die physikalische Datenspeicherung (Codierung, Format, Speicherort etc.). Es kommuniziert mit dem Verwaltungssystem einer Datenbank (DBMS) über eine normierte Schnittstelle mittels einer standardisierten Sprache (zum Beispiel SQL). Den Zugriff auf die eigentlichen Daten übernimmt dabei das DBMS. Auf diese Weise können die Anwendungen völlig von den Daten getrennt werden, und datenbankinterne Effizienzverbesserungen und Reorganisationen haben keinen Einfluss auf die Anwendungsprogramme.

22.4.4 Datenintegrität

Datenintegrität ist ein Begriff für die Qualität und Zuverlässigkeit von Daten eines Datenbanksystems. Im weiteren Sinne zählt zur Integrität auch der Schutz der Datenbank vor unberechtigtem Zugriff (Vertraulichkeit) und Veränderungen.

Daten widerspiegeln Sachverhalte der realen Welt. Logischerweise wird verlangt, dass sie dies korrekt tun. Ein DBMS soll Unterstützung bieten bei der Aufgabe, nur korrekte und konsistente (widerspruchsfreie) Daten in die Datenbank gelangen zu lassen. Ausserdem wird mit korrekten Transaktionen die Konsistenz auch während des Systembetriebs aufrechterhalten. In derselben Datenbank dürfen keine widersprüchlichen Aussagen stehen.

Lagerplan		Einkaufsplan		
Material	Lagerplatz	Material	Lieferfrist	Einkaufsart
Klebstoff X	3B	Platte N	5 Tage	Lager
Platte Y	1A	Beschlag Z	1 Tag	Kommission
Beschlag Z	3A	Träger M	7 Tage	Kommission
...

Abbildung 22: Datenbanktabellen mit inkonsistenten Datensätzen

Diese Datenbank besteht aus den zwei Tabellen „Lagerplan“ und „Einkaufsplan“. In der Tabelle „Lagerplan“ ist für Beschlag Z der Lagerplatz 3A angegeben. Die Tabelle „Einkaufsplan“ besagt jedoch, dass Beschlag Z kommissionsweise eingekauft wird, also gar nicht gelagert wird. Dies ist ein Beispiel für einen Widerspruch, wie er in einer Datenbank nicht vorkommen darf.

Solche Widersprüche können verhindert werden, indem die Datenstruktur sorgfältig modelliert wird. In diesem Fall müssten man schauen, wie man die Informationen über Lagerplatz und Einkaufsart in einer Tabelle zusammenfassen könnte. Dies erleichtert auch die Nachführung, da dann nur noch eine Tabelle geändert werden muss, wenn sich an den Informationen zu einem Material etwas ändert.

22.4.5 Transaktionen

Eine Transaktion ist ein Bündel von Aktionen, die in der Datenbank durchgeführt werden, um diese von einem konsistenten Zustand wieder in einen konsistenten (widerspruchsfreien) Zustand zu überführen. Dazwischen sind die Daten zum Teil zwangsläufig inkonsistent.

Eine Transaktion ist atomar, das heisst, nicht weiter zerlegbar. Innerhalb einer Transaktion werden entweder alle Aktionen oder keine durchgeführt. Nur ein Teil der Aktionen würde zu einem inkonsistenten Datenbankzustand führen.

Ein Beispiel einer Transaktion ist das Verschieben einer bestimmten Summe Geld von einem Konto auf ein anderes. Die Abbuchung des Geldes von einem Konto und die Gutschrift auf dem anderen Konto machen zusammen eine konsistente Transaktion aus. Diese Transaktion ist ausserdem atomar. Die Abbuchung oder die Gutschrift alleine würde zu einem inkonsistenten Zustand führen. Nach Abschluss der Transaktion (Abbuchung und Gutschrift) wird die Änderung an beiden Konti dauerhaft, und der Geldgeber sieht nun einen kleineren Kontostand, während der Empfänger des Geldes sich über seinen höheren Kontostand freuen kann.

22.4.6 Datenpersistenz

Datenpersistenz meint, dass in einem DBMS einzelne Daten solange aufbewahrt werden müssen, bis sie explizit gelöscht werden. Die Lebensdauer von Daten muss also von den Benutzern direkt oder indirekt bestimmbar sein und darf nicht von irgendwelchen Systemgegebenheiten abhängen. Ebenso wenig dürfen einmal in die Datenbank aufgenommene Daten verloren gehen.

Änderungen, die eine Transaktion in einer Datenbank vornimmt, sind dauerhaft. Wenn die Transaktion abgeschlossen ist, kann auch ein darauffolgender Systemabsturz die Daten nicht mehr gefährden.

22.4.7 Datensichten

Typischerweise hat eine Datenbank mehrere Benutzer, und jeder benötigt, je nach Zugangsrechten und Bedürfnissen, eine individuelle Ansicht der Daten (Inhalt und Form). Eine solche Datensicht kann aus einer Teilmenge der gespeicherten Daten oder aus daraus abgeleiteten (nicht explizit gespeicherten) Daten bestehen.

Beispiel: In einem Unternehmen wird das Personal verwaltet. Neben Name, Adresse, Geburtstag etc. werden auch andere Informationen erfasst wie Anstellungsbedingungen, Löhne, Sollstunden, Zeugnis.

Für die Erstellung einer Personalstatistik werden keine Namen benötigt. In der Einsatzplanung sind Namen und Sollstunden nötig, hingegen dürfen heikle Daten wie die Löhne keinesfalls sichtbar sein. Die Lohnbuchhaltung braucht natürlich die Lohnangaben, aber nicht unbedingt das Zeugnis. Der Datenbankadministrator hat eine Sicht auf die gesamte Datenbank, während andere Nutzer in diesem Beispiel jeweils eine sehr eingeschränkte Sicht auf die Datenbank haben.

22.4.7.1 Skalierbarkeit

Bezeichnet die Fähigkeit eines Systems, mit unterschiedlichen Datenmengen und Benutzerzahlen bei gleichbleibender Leistung umzugehen. In einem skalierbaren System lassen sich diese mit dem Ausbau der Rechnerkapazität und ohne Programmierarbeit sehr einfach steigern.

22.4.7.2 Erweiterbarkeit

Es können neue Anwendungen und andere Ergänzungen (zum Beispiel neue Benutzeroberflächen) realisiert werden, ohne die Funktionsfähigkeit bestehender Anwendungen zu beeinträchtigen.

22.4.7.3 Vereinheitlichen und Zusammenfassen von Funktionen

Funktionen für die Datendefinition, Datenorganisation und Datenintegrität werden vereinheitlicht und zusammengefasst.

22.4.7.4 Effizienter Systemunterhalt und -weiterentwicklung

Es können effizientere Funktionen für den Systemunterhalt und die Systemweiterentwicklung bereitgestellt werden.

22.4.7.5 Zugriffskontrolle

Der Zugriff auf eine Datenbank und auf Teile davon (zum Beispiel auf einzelne Tabellen) kann sowohl für einzelne Benutzer als auch für Benutzergruppen kontrolliert und – wo nötig – eingeschränkt werden.

22.4.7.6 Recovery and Backup

Ein Datenbankverwaltungssystem verfügt über Mechanismen für die Wiederherstellung von Datenbeständen (zum Beispiel nach einer missglückten Transaktion oder nach einem Crash) und für die Sicherheitsspeicherung des ganzen Systems.

22.4.7.7 Raschere Anwendungsentwicklung

Da das Datenhandlich an das DBMS delegiert werden kann, können neue Anwendungen rasch und flexibel entwickelt werden.

22.5 Datenbankbasiert versus dateibasiert

Die Art der Datenspeicherung und Verwaltung hat im Verlauf der Jahre eine grosse Entwicklung durchgemacht – vom manuellen Karteikartensystem über die erste (dateibasierte) Computerisierung desselben bis hin zu modernen Datenbanksystemen.

Der erste Teil dieses Kapitels befasst sich mit dateibasierten Systemen im Vergleich zu Datenbanksystemen. Danach werden die Vor- und Nachteile von Datenbanksystemen aufgeführt.

Bei einem dateibasierten Ansatz kann es geschehen, dass die Administration einer Schule Daten pflegt (z. B. basierend auf einem Tabellenkalkulationssystem wie zum Beispiel Microsoft Excel), die Auskunft über die Registrierung und Gebührenbezahlung der Studenten geben. Währenddessen verwalten die

Dozenten Daten über die Studierenden und ihre Noten. Obwohl beide Anwender an Studierendendaten interessiert sind, haben sie doch unterschiedliche Dateien und unterschiedliche Programme, um diese zu verwalten und zu ändern. Diese Redundanz im Definieren und Speichern von Daten verschwendet Speicherplatz. Ausserdem ist ein mehrfacher Aufwand nötig, um die Daten zu aktualisieren. Änderungen an den Studierendendaten müssen von der Administration und von den Dozenten unabhängig voneinander vorgenommen werden.

22.5.1 Nachteile dateibasiert

Mit den Eigenschaften eines Datenbanksystems (vgl. Kapitel 22.4) und den Anwendungssystemen (vgl. Kapitel 14.1 bis 14.8) im Hinterkopf wenden wir uns den dateibasierten Systemen zu. Beim dateibasierten Ansatz definiert und kreiert jeder Anwender mit einem spezifischen Programm jeweils die Dateien, die er für eine spezielle Anwendung benötigt. Im Vergleich zum Datenbanksystemansatz ergeben sich daraus einige Einschränkungen.

22.5.1.1 Isolierung von Daten

Jedes Programm und jede Anwendung verwaltet seine eigenen Daten. Die Benützenten einer anderen Anwendung wissen möglicherweise nichts über Daten, die in anderen Systemen verwaltet werden.

22.5.1.2 Redundanz

Häufig werden die gleichen Daten von verschiedenen Anwendungen mehrfach verwaltet. Dies verursacht höhere Kosten in der Erfassung und Pflege der Daten. Inkonsistente Daten können nur schwer gefunden und bereinigt werden und sind eine mögliche Quelle von Folgefehlern. Zudem wird mehr Speicherplatz benötigt.

22.5.1.3 Abhängigkeit von Daten und Anwendungen

Da jede Anwendung ihre eigenen Dateiformate verwendet, ist es schwierig oder unmöglich, Daten oder Dateien zwischen den Anwendungen auszutauschen.

22.5.1.4 Inkompatible Dateiformate

Die Dateistruktur ist in der Anwendung genauestens definiert. Es ist schwierig oder unmöglich, die Strukturen zu verändern.

22.5.2 Nachteile datenbasiert

Neben den zahlreichen Vorteilen eines Datenbanksystems dürfen aber auch die Nachteile nicht unerwähnt bleiben.

22.5.2.1 Gefahr eines Overkills

Bei kleinen, einfachen Anwendungen für einzelne Benützende ist ein Datenbanksystem oft nicht erforderlich.

22.5.2.2 Komplexität

Ein Datenbanksystem bringt zusätzliche Komplexität und zusätzliche Anforderungen mit sich. Die Bereitstellung und der Betrieb eines Datenbankverwaltungssystems mit mehreren Benutzern und Datenbasen ist aufwändig und anspruchsvoll.

22.5.2.3 Qualifiziertes Personal

Der professionelle Betrieb eines Datenbanksystems erfordert entsprechend geschultes Personal. Ohne qualifizierte Datenbankadministratorin läuft nichts (lange).

22.5.2.4 Kosten

Durch die Verwendung eines DBS entstehen zusätzliche Kosten für das System selber, sowie für zusätzliche Hardware und das komplexere Handling des Systems.

22.5.2.5 Geringere Effizienz

Ein DBS ist als Mehrzweck-Software oft weniger effizient als spezialisierte Software, die für genau eine Aufgabenstellung entwickelt und optimiert wurde.

23 Anwendungssysteme

23.1 Allgemeine Bürosoftware

23.1.1 Büroinformationssysteme (Office)

Ein integriertes Büroinformationssystem unterstützt den Anwender an seinem Arbeitsplatz bei jenen typischen, individuellen Tätigkeiten, die nicht über Anwendungssysteme strukturiert abgewickelt werden. Solche Tätigkeiten sind Informationen erfassen, speichern, mit anderen Mitarbeitenden teilen oder sie in geeigneter Weise umwandeln und verarbeiten. Büroinformationssysteme sind lokal installiert oder stehen als Weblösung zur Verfügung. Es gibt kommerzielle Produkte wie beispielsweise Microsoft Office oder freie Produkte wie beispielsweise Apache Open Office.

- **Textverarbeitung** zum Verfassen und Gestalten von Dokumenten.
- **Tabellenkalkulation**, um Berechnungen jeder Art zu machen.
- **Präsentation** um Arbeitsergebnisse zu kommunizieren.
- **Kalender** dienen der eigenen Terminplanung und der Koordination mit Mitarbeitenden und externen Partnern.
- **Kommunikation** dienen dem Austausch von Nachrichten sowie Dateien. Dabei gibt es unterschiedliche Formen der Kommunikation und mit ihr unterschiedliche Systeme.
- **Dateiablage** zum Ordnen und Ablegen der erstellten Dateien.
- **Reader** können den Inhalt gewisser Dateien darstellen.
- **Konvertierung** wird verwendet um eine Datei in ein anderes Format zu bringen oder auch zu verpacken und komprimieren.

23.1.2 Grafiksoftware

Für grafische Text- und Bildverarbeitung steht ebenfalls ein umfangreiches Angebot an Anwendungsprogrammen zur Verfügung. Im professionellen Umfeld hat sich hier insbesondere Adobe etabliert.

- **Bildverwaltung und Bildbearbeitung** für die Dateiverwaltung, Entwicklung und Bearbeitung von Rastergrafiken (Pixel). Teilweise stehen für die unterschiedlichen Aufgaben getrennte Anwendungen zur Verfügung. Es gibt aber auch Überschneidungen der Funktionalitäten. Beispiele: Adobe Lightroom, Adobe Photoshop.
- **Grafik und Zeichnung** für die Erstellung von Vektorgrafiken, beispielsweise Logos, Diagramme oder Illustrationen. Beispiel: Adobe Illustrator.

- **Desktop-Publishing** für die Erstellung Layouts für Publikationen, Prospekte, Berichte, Broschüren, Bücher. Beispiel: Adobe InDesign.

23.1.3 Websoftware

23.1.3.1 Webbrowser

Webbrowser (Web-Client) ermöglichen die Nutzung und Interaktion mit den Ressourcen des Internets. Die gebräuchlichsten Webbrowser sind:

- Microsoft Edge
- Microsoft Internet Explorer
- Apple Safari
- Mozilla Firefox
- Google Chrome
- Opera

23.1.3.2 Webapplikation

Anders als klassische Desktopanwendungen werden Webapplikationen (kurz Web-App) nicht lokal auf dem Rechner des Benutzers installiert und ausgeführt, sondern auf einem entfernten Webserver. Nur das Ergebnis wird zur Anzeige oder Ausgabe auf das lokale Gerät (engl. Device) übertragen. Genutzt werden Webanwendungen normalerweise über einen Webbrowser. Dieser übernimmt die Kommunikation mit dem Webserver sowie die Darstellung der Benutzeroberfläche.

Im Gegensatz zu Desktopanwendungen sind Webanwendungen plattformunabhängig, benötigen also kein bestimmtes Betriebssystem auf dem Gerät des Benutzers. Unter Umständen funktionieren sie aber nur mit bestimmten Webbrowserversionen oder benötigen spezielle Laufzeitumgebungen, wie beispielsweise JavaScript oder Flash.

23.1.3.3 Content-Management-System CMS

Ein CMS ist eine Software (übrigens auch eine Webapplikation) für die Erstellung, Bearbeitung und Organisation von Inhalten (Content) auf Webseiten. Ein Redaktor mit entsprechenden Zugriffsrechten kann über eine grafische Benutzungsoberfläche Texte, Bilder, Multimediainhalte für die Publikation im Web aufbereiten. Programmier- oder HTML-Kenntnisse sind meist nicht nötig. Die Administrationsoberfläche zum Erstellen und Pflegen von Inhalten wird häufig auch als Back-End bezeichnet, während die vom CMS generierte Webseite als Front-End angesehen wird. Zu den meistverwendeten CMS zählen die Open-Source-Lösungen:

- Typo3
- Joomla
- WordPress

23.1.4 Groupware

Anwendungen, welche die Zusammenarbeit innerhalb einer Arbeitsgruppe ermöglichen, werden als Groupware bezeichnet, seltener auch als Collaborative Software. Die Groupware ist entweder lokal auf den jeweiligen Rechnern installiert oder wird als Webapplikation genutzt. Immer mehr herkömmliche Anwendungssysteme werden mit Zusammenarbeitsfunktionen erweitert und erhalten so auch einen Groupware-Charakter.

Es gibt auf dem Markt eine Vielzahl sowohl kostenpflichtiger als auch kostenloser Groupware. Die unten aufgeführte Liste ist keinesfalls abschliessen und soll lediglich einen Einblick in diese Softwaregruppe geben:

- **Microsoft Exchange** macht Microsoft Outlook zu einer Groupware.
- **Microsoft SharePoint** ist eine bekannte und erfolgreiche Collaboration Software Lösung. Sie kann sowohl lokal auf dem Rechner als auch online abgerufen werden.
- **Evernote** und **Microsoft OneNote** sind digitale Notizbücher, die persönlich oder auch in Gruppen geführt werden können.
- **Google Apps** sind kostenlose Webapplikationen mit hoher Groupware-Funktionalität.
- **Dropbox, Google Drive** sind Plattformen für die Dateiablage und den Dateiaustausch.

23.2 ERP

23.2.1 Zentrales Nervensystem

Enterprise Resource Planning ERP ist eine Bezeichnung für betriebswirtschaftliche Softwarelösungen, welche weitgehend alle Prozessbereiche abdecken. Das Bieler Unternehmensdatenmodell gibt einen guten Überblick über die Funktionsbereiche. Ziel ist die bestmögliche Steuerung und Verwaltung betrieblicher Ressourcen wie Kapital, Personal, Material oder Betriebsmittel. Heutzutage ist es für grosse und auch kleine Firmen beinahe zwingend, eine entsprechende ERP-Software. Vom Einsatz verspricht man sich eine ganze Reihe von Vorteilen:

- Vermeidung von Doppelspurigkeiten
- Mehrfachnutzung gleicher Daten
- Reduktion des Erfassungs- und Verarbeitungsaufwandes
- Verbesserung des Informationsflusses
- Verbesserung der Verfügbarkeit von Informationen
- Automatisierung
- Erleichterung von Arbeitsabläufen
- Verteilung von Wissen
- Lückenlose Rückverfolgbarkeit, Archivierung
- Qualitätssteigerung
- Erhöhte Transparenz
- Sicherere Erfüllung rechtlicher Vorgaben
- Unterstützung durch spezifische Funktionen
- Systematischer Erkenntnisgewinn durch Erfahrung
- Schnelle Durchsuchbarkeit
- Umfassende, zeitnahe Auswertungen
- Zeitnahe Führungsinformationen
- Verkürzung von Durchlaufzeiten

Dafür gibt es mittlerweile eine Vielzahl von Anbietern von einfachen bis sehr komplexen ERP-Lösungen. Meist sind sie modular aufgebaut. Die Grösse des Unternehmens sowie das zur Verfügung stehende Investitionsvolumen für Hardware, Lizenzen und Implementierung bestimmen die Anforderungen an die verschiedenen Funktionsbereiche. Unterschiedliche Wirtschaftszweige, auch die Holzbranche, haben zudem teils sehr stark abweichende Anforderungen an ein ERP-System. Somit bieten die meisten grossen Anbieter Branchenlösungen an, deren Teilpakete speziell auf bestimmte Branchen zugeschnitten sind. Es stehen auch viele Lösungen zur Verfügung, die oft nicht voll integrativ sind, dafür hochspezifische Funktionalitäten anbieten oder preislich deutlich niedriger anzusiedeln sind. Bezog sich der Begriff ERP zu Beginn vor allem auf PPS, wird dieser mittlerweile auch synonym für Warenwirtschaftssysteme oder Projektmanagement Software verwendet, die neben ihren eigentlichen Funktionen auch Finanzbuchhaltung oder CRM beinhalten. ERP hat sich somit zu einer Art zentralem Nervensystem einer Firma etabliert, welches verschiedene Untersysteme mit integriert. Zum besseren Verständnis werden nachfolgend einige Begriffe präzisiert.

23.2.2 CIM (CAx)

Die Idee einer computerintegrierten Fertigung (Computer Integrated Manufacturing CIM) stammt aus den siebziger Jahren und bedeutet die Verknüpfung verschiedener, bis dahin als Insellösung betriebener C-Technologien (Computer Aided ... CAx). Bestandteile des CIM sind:

- **PPS** Produktionsplanung und -steuerung
- **CAP** Computer Aided Process Planning
- **CAQ** Computer Aided Quality Management
- **BDE** Betriebsdatenerfassung
- **CAD** Computer Aided Design
- **CNC** Computerized Numerical Control
- **CAM** Computer Aided Manufacturing

23.2.3 PPS

Ein Produktionsplanungs- und Steuerungssystem PPS unterstützt den Anwender, Produktionsmengen und Produktionstermine zu planen und zu steuern. Kurze Durchlaufzeiten, Termintreue, optimale Bestände und die wirtschaftliche Nutzung von Betriebsmitteln stehen im Zentrum. Es gibt eigenständige PPS-Lösungen. Immer häufiger sind sie jedoch in ERP-Systemen integriert. Oft wird in diesem Zusammenhang auch der Begriff Leitstand verwendet.

23.2.4 CAQ

Diese Softwarekategorie unterstützt die Sicherstellung und die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen, Produkten und Leistungen. CAQ ist teilweise als Insellösung im Einsatz. Immer öfter wird aber auch das Qualitätsmanagement in das ERP integriert.

23.2.5 BDE

Die Betriebsdatenerfassung BDE ist eigentlich ein Sammelbegriff für die Erfassung von Ist-Daten über Zustände und Prozesse in Betrieben. Umgangssprachlich wird darunter aber meist die Zeiterfassung verstanden. Dabei kann es sich um Arbeitszeiten, Absenzen und auch Spesen von Mitarbeitenden oder um Betriebszeiten von Maschinen und Anlagen handeln. BDE-Systeme gibt es ebenfalls als eigenständige Lösungen, stationär oder mobil, mit oder ohne Schnittstelle in das ERP-System. Oft ist die Betriebsdatenerfassung aber auch ein vollintegrierter Bestandteil des ERP.

23.2.6 SCM

Auch für das Supply Chain Management SCM (dt. „Lieferkettenmanagement“) gibt es spezialisierte Software oder in das ERP-integrierte Funktionen oder Module, welche die operative Planung und Steuerung der Lieferketten-Aktivitäten unterstützen.

Supply-Chain-Management-Software tendiert neuerdings dazu, den Zustand der Lieferkette nahezu in Echtzeit darzustellen. Dazu werden die Güter entlang der Kette an bestimmten Übergabepunkten mit Hilfe von BDE-Systemen erfasst. Dies kann z. B. durch Scannen eines individuellen Barcodes oder durch Lesen eines RFID-Tags erfolgen. Durch die Möglichkeit der Verknüpfung dieser Echtzeitdaten mit im System hinterlegten Sollzeiten besteht die Möglichkeit, mit Hilfe eines Supply Chain Event Management (SCEM) gezielt in das Logistiksystem eingreifen zu können. (Wikipedia, 2016)

23.2.7 MIS

Ein Management-Informationssystem MIS stellt dem Unternehmen Informationen zur Verfügung, mit deren Hilfe ein Controlling betrieben und das Unternehmen gelenkt werden kann. Ein MIS ist in der Regel betriebswirtschaftlich orientiert.

Heute können in Zusammenhang mit MIS zwei Trends beobachtet werden:

- Integration der Funktionalität in die ERP- oder in die Finanzlösung, was flache Hierarchien und eine starke Vernetzung unterstützen kann (im Gegensatz zum St. Galler Management-Modell ²⁹)
- Eigenständige Software mit einem Data Warehouse als Datenbasis, mit oder ohne Schnittstelle in das ERP-System.

23.2.8 Betriebliches Rechnungswesen

Hier dreht sich alles um Geld. Das betriebliche Rechnungswesen plant, dokumentiert und steuert alle unternehmensbezogenen Vorgänge, die sich in Geldwerten ausdrücken lassen: Einnahmen und Ausgaben, Aktiven und Passiven. Die Finanzbuchhaltung ist gesetzlich vorgeschrieben. Je nach Governance-Anforderungen und geografischer Ausrichtung der Geschäftstätigkeit und erfolgt die Rechnungslegung branchenneutral nach definierten Standards wie beispielsweise OR, Swiss GAAP FER, IFRS, US GAAP.

Die Finanzbuchhaltung wird wohl ausnahmslos mit Hilfe entsprechender Software geführt, meistens innerbetrieblich, seltener durch eine Treuhand. Neben der eigentlichen Buchung eines Vorgangs bieten sich weitere Funktionalitäten an, die sehr eng verknüpft sind mit den Geldbewegungen. Diese führen dazu, dass gleichartige Buchungen oft in eigenen Modulen als Nebenbücher oder Hilfsbücher geführt werden. Im Wesentlichen gibt es drei Ansätze, wie Buchhaltungssoftware betrieben wird:

- Das betriebliche Rechnungswesen ist eine nicht integrierte Insellösung.
- Das betriebliche Rechnungswesen ist ein vollintegrierter Bestandteil des ERP-Systems.
- Das betriebliche Rechnungswesen ist eine eigenständige Lösung, welche über eine oder mehrere Schnittstellen mit dem ERP-System verbunden ist.

In der Holzbranche wird oft ein branchenbezogenes ERP (Branchenlösung) eingesetzt und eine branchenneutrale Finanzlösung, die mit dem ERP über Schnittstellen verbunden wird. Wo genau und mit welcher Funktionalität Schnittstellen realisiert werden, hängt von den funktionellen Möglichkeiten der beiden Programme ab (vgl. 15.4.4 ERP Finanzlösung).

23.2.8.1 Debitorenbuchhaltung

Sie bucht die ausgehenden Rechnungen als offene Posten, gleicht Zahlungseingänge mit den gestellten Rechnungen ab, führt den Mahnprozess, liefert Angaben über das Zahlungsverhalten der Kunden und bucht abgeschlossene Vorgänge in die Finanz- und Betriebsbuchhaltung.

Wer Rechnungen im ERP-System erstellt, hat sämtliche Angaben wie Kunde, Betrag, Konditionen, Mehrwertsteuer für die Buchung des Debitoreintrages und ist somit grundsätzlich in der Lage, eine Debitorenbuchhaltung zu führen oder den Eintrag an eine Debitorenbuchhaltung zu liefern.

23.2.8.2 Kreditorenbuchhaltung

Sie bucht die eingehenden Rechnungen als offene Posten, erstellt Zahlungsvorschläge und Zahlungsaufträge, liefert statistische Angaben über den Lieferanten und bucht abgeschlossene Vorgänge in die Finanz- und Betriebsbuchhaltung.

Wer Bestellungen im ERP-System erstellt, hat viele Angaben wie Lieferant, Kommission, Mengen und Preise, welche für die Buchung des Kreditoreintrages behilflich sind und mit den Zahlungsinformationen der Rechnung vervollständigt werden können. Oft werden die Rechnungen gescannt und in einer auftrags- und oder buchungsbezogenen Dokumentenverwaltung abgelegt.

²⁹ Das St. Galler Management-Modell wurde 1972 an der Universität St. Gallen gegründet und seither in mehreren Etappen weiterentwickelt. Grosse allgemeine Bekanntheit hat die 1991 hervorgehobene Gliederung der Aufgaben der Unternehmensführung in drei Ebenen gefunden: das normative Management (obere Managementebene), das strategische (mittlere Managementebene) sowie das operative Management (untere Managementebene).

Interessant ist insbesondere der Prozess der Rechnungskontrolle, bei dem geprüft wird, ob Bestellung und Rechnung übereinstimmen.

23.2.8.3 Lohnbuchhaltung

Sie erstellt die Lohnabrechnungen für das Personal, berücksichtigt Arbeitgeber- und Arbeitnehmerbeiträge an die Sozialversicherungen, ermittelt die Quellensteuer, erstellt Zahlungsaufträge, Lohnausweise, Versicherungsnachweise und bucht die Vorgänge meist pro Lohnart zusammengefasst in die Finanz- und Betriebsbuchhaltung.

Wer im ERP-System eine Betriebsdatenerfassung führt, hat bereits viele Angaben zu Personen, Arbeitszeiten, Absenzen und Spesen. Verfügt das ERP über keine integrierte Lohnbuchhaltung, bietet sich ein Export der Daten zur Weiterverarbeitung an die Lohnbuchhaltung an.

23.2.8.4 Lagerbuchhaltung

Sie bucht alle Zu- und Abgänge von Rohmaterialien, Hilfsmaterialien, Betriebsstoffen, Halb- und Fertigfabrikaten, Handelswaren, zeigt den mengen- und wertmässigen Materialverbrauch, zeigt Lagerbestände und erstellt Bestellvorschläge.

Diese Funktionen werden typischerweise im ERP geführt und gegebenenfalls mit einer Kreditorenbuchhaltung verbunden.

23.2.8.5 Anlagenbuchhaltung

Sie bucht als Zu- und Abgänge an langlebigen Vermögensgegenständen eines Unternehmens wie Maschinen, Einrichtungen, Gebäude, Fahrzeuge, unterstützt die Bewertung und bucht die jeweilige Abschreibung in die Finanz- und Betriebsbuchhaltung (oft nicht die gleichen Beträge!). Eine Anlagenbuchhaltung kann auch zusätzliche Informationen über Abmessungen, Anschlusswerte für Ver- und Entsorgung, Leistungsdaten, Serviceintervallen usw. beinhalten.

Anlagenbuchhaltungen sind teilweise in ERP-Lösungen integriert. Häufig werden sie als Insellösung betrieben. Viele Betriebe der Holzbranche führen auch gar keine Anlagenbuchhaltung.

23.2.8.6 Finanzbuchhaltung

Die gesetzlich vorgeschriebene Finanzbuchhaltung gehört zum externen Rechnungswesen und hält alle unternehmensbezogenen Vorgänge fest, die sich in Geldwerten ausdrücken lassen. Sie dient als:

- Dokumentation und Planung von Einnahmen und Ausgaben.
- Bemessungsgrundlage für Steuern, Prämien, Beiträge und Ausschüttungen.
- Informationsgrundlage für Eigentümer und Gläubiger.

Beim kaufmännischen Abschluss rücken in der Bilanz und Erfolgsrechnung steuerliche und geschäftspolitische Überlegungen in den Vordergrund. Bewertungen können innerhalb der geltenden Rechnungslegungsvorschriften (OR, Swiss GAAP FER, IFRS, US GAAP) optimiert werden, zum Beispiel mit Abschreibungen, angefangene Arbeiten, Materialvorräten, stille Reserven, usw. Zudem kann die Finanzrechnung auch betriebsfremde Aufwände und Erträge beinhalten, beispielsweise Steuern, Spenden, ausserbetriebliche Miete, usw. Aus der Finanzbuchhaltung lassen sich keine Rückschlüsse ziehen, welche Kostenträger (Leistungen) wieviel zum Ergebnis beitragen.

23.2.8.7 Betriebsbuchhaltung

Die unterschiedlichen Interessen von Öffentlichkeit und Unternehmen führen in der Praxis dazu, dass neben der Finanzbuchhaltung (extern) eine Betriebsbuchhaltung (intern) durchgeführt wird. Viele Buchungen laufen in der Finanz- und Betriebsbuchhaltung parallel. In der Betriebsbuchhaltung werden jedoch ausserbetriebliche Buchungen (Steuern, Spenden, ...) und nicht objektive Werte (Material- oder

Anlagenbewertung entspricht nicht der Realität, ...) abgegrenzt, um eine möglichst wahre Darstellung des Betriebs aus finanzieller Sicht zu erhalten. Die Ziele der Betriebsbuchhaltung können wie folgt charakterisiert werden:

- Die Kosten und Erlöse werden den einzelnen Kostenträgern (Leistungen), zugeordnet, wodurch der Erfolg der einzelnen Kostenträger ermittelt werden kann.
- Die Prozesse und Ergebnisse der Leistungserbringung werden untersucht und zuhanden der Führungsverantwortlichen ausgewertet.
- Es werden Kalkulationsgrundlagen ermittelt (Stundensätze, Zuschlagssätze, usw.).

Es gibt auch moderne Ansätze, welche die konventionelle Vollkostenrechnung in Frage stellen und stattdessen eine budgetorientierte Deckungsbeitragsrechnung propagieren. Diese Methode ist einfacher, spart viel Aufwand und liefert gleichzeitig bessere Grundlagen für kurzfristige Entscheidungen wie beispielsweise Auftragsannahme oder -ablehnung. Die meisten ERP- und Finanzlösungen haben diese Methode noch ungenügend integriert. Zentral ist die Trennung von fixen und variablen Kosten, sowie die Koppelung an ein Budget.

23.2.9 CRM

Obwohl Customer Relationship Management CRM ein integrierter Funktionsbereich oder ein modularer Bestandteil von ERP-Systemen sein kann, wird es oft als mächtige, eigenständige Anwendung eingesetzt. Wir widmen deshalb diesem Thema ein eigenes Kapitel (siehe Kapitel 14.4).

23.3 CAD/CAM

23.3.1 CAD

Die Produkte und deren Einsatzmöglichkeiten sind in der Holzbranche gut bekannt und bilden in anderen Vorlesungen einen wichtigen Bestandteil. Im Moment begnügen wir uns hier vollständigshalber mit der Erwähnung.

23.3.2 CAM

Computer Aided Manufacturing CAM (dt. rechnerunterstützte Fertigung) bezeichnet die Verwendung einer von der CNC-Maschine unabhängigen Software zur Erstellung des NC-Codes. Im Unterschied zur Erstellung des NC-Codes in der Werkstatt (WOP), wird mit dem CAM-System das NC-Programm bereits in der Arbeitsvorbereitung erstellt. CAM ist ein wesentlicher Bestandteil CIM (vgl. Kapitel 14.2.2).

An Stelle herkömmlicher Zeichnungen soll das NC-Programm für das zu erstellende Teil direkt auf Basis der am Computer hergestellten CAD-Daten erstellt werden.

In der CAM-Prozesskette gibt es mehrere Konstellationsmöglichkeiten Einige typische werden nachfolgend beschrieben.

23.3.2.1 Integrierte CAD/CAM-Lösung

Eine generalisierte Software-Lösung, bei der beide Module auf dem gleichen Geometriekern basieren. CAD und CAM werden auf der gleichen Softwarebasis entwickelt. Der volle Austausch von Daten inklusive Assoziativität (Änderungen im CAD werden vom CAM verstanden) ist vorhanden. Für die Programmierung stehen generalisierte Programmiermöglichkeiten zur Verfügung, die auf allen Arten von Maschinen funktionieren müssen.

Technologie

- Geometriedatenformat zwischen CAD und CAM ist gleich (gemeinsamer Geometriekern).
- CAM berechnet die Verfahrenswege und Maschinenbewegungen direkt auf der CAD Geometrie.
- Simulation und Kollisionskontrolle werden im CAM durchgeführt.

- Die CAM-Software gibt die Verfahrswege und Optimierungen über den Postprozessor an die Maschine.

Vorteile

- Bis zu sehr komplexen Geometrien sind bearbeitbar.
- 2D, 3D Volumen und Freiformflächen.
- Volle Assoziativität zwischen Geometrie und Programmierung in der CAM-Software.
- Alle Bearbeitungstechnologien sind verfügbar, 2.5D, 3D und 5X Simultan.
- Erweiterte Simulationsmöglichkeiten, volle Maschinenumgebung, Teilequalität, Fräsergebnisse.

Nachteile

- Programmierung ist nur offline möglich am CAD/CAM Rechner.
- Bearbeitungsmöglichkeiten der Maschine werden nicht immer 100% gesteuert.
- Änderungen an der Maschine sind nur bedingt möglich.
- Simulation deckt nicht 100% aller Maschinenelemente ab.

Eignung

- Bei komplexen Geometrien (Massivholz, Freiformflächen, Baugruppen, etc.).
- Bei Multitechnologiebearbeitungen (viele Positionierungen, 2.5D, 3D und 5X Simultan).
- Bei komplexeren Bearbeitungen (die am CAD/CAM Rechner zu machen sind).

23.3.2.2 CAD + WOP Software (NC Hops, Nexus,...)

Eine Kombination zwischen einer generalisierten Konstruktionslösung und einer maschinenspezifisch angepassten WOP-Software. Werkstattorientierte Programmierung, Lösung die direkt auf den Maschinentyp abgestimmt wird. Die Spezifikationen des Maschinentyps (Werkzeugträger, Saugeraufnahmen, etc. werden als Funktionen in der Software eingebunden und mit der Maschine abgestimmt.

Technologie

- Geometriedaten werden an die WOP-Software über die Schnittstelle übergeben.
- WOP-Software übernimmt die Geometrie vom CAD-File, meistens basierend auf 2.5D Formaten (DXF, HOP, MPR, etc....).
- Der Maschinenbediener programmiert die Bearbeitungen in der WOP-Software.
- Simulation und Kollisionskontrolle werden an der Maschine durchgeführt.
- Die WOP-Software gibt die Verfahrswege und Optimierungen über den internen Postprozessor an die Maschinen.

Vorteile

- Optimale Änderungsmöglichkeiten der maschinenbezogenen Programmierung (Werkzeugoptimierung, Saugerpositionierung, etc.).
- Optimale Kontrolle der realen Maschinenkinematik für Simulation und Kollisionskontrolle.
- Nachteile:
- Ohne Assoziativität zwischen CAD und Programmierung.
- Eine Lösung pro Maschinentyp ist notwendig.
- Ist meistens auf 2.5D begrenzt.
- Qualität und Möglichkeiten der Simulation sind begrenzt, keine volle Maschinenumgebung, die Oberflächenqualität der Teile ist nicht simulierbar

Eignung

- Bei flachen Teilen (Platten, Profile, ...).
- Bei schnellen Bearbeitungen (Bohren, Planfräsen, Taschen, Nutzen, ...).
- Wo Optimierung der Fertigung an der Maschine durch den Maschinenbediener vorteilhaft ist

23.3.2.3 Kombination Integriertes CAD/CAM + WOP-Lösung

Eine Kombination aus beiden oben erwähnten Varianten.

Technologie

- CAD und CAM wie oben.
- Die Programmierung geht sowohl im CAM als auch in der WOP-Software.
- Der Post Prozessor vom CAM gibt eine Ausgabe in WOP-Format.
- Die WOP-Software kann die Ausgabe vom CAM für Optimierung und Simulation weiterverarbeiten (in 2.5D Fräsen).
- Was die WOP-Software nicht weiterverarbeiten kann (3D und 5X Simultan), wird 1:1 (wie im CAM berechnet) an die Maschine weitergegeben, ohne Eingriff der WOP-Software.

Vorteile

- Komplexe Geometrien sind bearbeitbar, 2D, 3D Volumen und Freiformflächen.
- Assoziativität zwischen Geometrie und CAM.
- Alle Bearbeitungstechnologien sind verfügbar, 2D, 3D Volumen und Freiformflächen.
- Erweiterte Simulationsmöglichkeiten, volle Maschinenumgebung, Teilequalität, Fräsergebnisse.
- Optimierte Programmierung der 2.5D Bearbeitungen über die WOP-Software, inklusive maschinenspezifischer Funktionen, Änderungsmöglichkeiten, Simulation realer Maschinenelemente.

Nachteile

- Höhere Kosten CAM und WOP-Software.
- Höherer Schulungsaufwand.
- Zwei Postprozessoren notwendig.

Eignung

- Eröffnet die Vorteile beider obenstehenden Lösungen.
- Bedeutet aber höheren Aufwand bei Einarbeitung, Anschaffungs- und Unterhaltskosten.

23.3.2.4 Schnittstelle

Durch Schnittstellen werden Daten zwischen den Lösungen ausgetauscht. Da die Daten von der einen Lösung exportiert und in der anderen Lösung importiert werden, ist keine Assoziativität möglich (heutiger Technologiestand).

Eignung

- Nach Möglichkeit zu vermeiden, vor allem bei komplexen Geometrien oder Multitechnologiefertigung.
- Kein Problem bei Teilen, wo die Programmierung einen relativ geringen Aufwand hat gegenüber den restlichen Aufgaben.

23.3.2.5 Postprozessoren

Durch Postprozessoren werden die Verfahrswege der Programmiersoftware (WOP oder CAM) umgeschrieben in eine Sprache, die von der Maschinensteuerung verstanden wird. Der Postprozessor setzt 1:1 die Bewegungen, die die Software berechnet hat, um in Bewegungen, die die Maschine verstehen kann. Hier können nur begrenzt Maschinenspezifikationen eingebunden werden.

- Setzen die Verfahrswege der Software (egal ob WOP oder CAM) um in Maschinensprache.
- Kann aber maschinenspezifische Elemente und Aggregate nicht selber steuern (müssen in der Software eingebunden werden).

23.3.3 CAM ohne CAD

Oft wird CAD und CAM in einem Atemzug genannt. Die Maschinendaten sollen aus einer 3D gezeichneten Konstruktion generiert werden. Für parametrisch definierbare Produkte gibt es eine weitere interessante Möglichkeit, NC-Programme generieren zu lassen.

Ausgangspunkt ist ein variables NC-Programm, welches meist üblicherweise mittels WOP programmiert wird. In der Produktion geht es dann darum, das fertige NC-Programm über eine Kennung (Barcode, RFID) mit den korrekt ausgefüllten Parametern abzurufen. Das macht insbesondere dann Sinn, wenn die Produkte:

- die Produkte parametrisch standardisiert sind.
- keine Konstruktionszeichnung notwendig ist.
- die Parameter in der Auftragserfassung bereits vorhanden sind.

Typische Beispiele:

- Küchen
- Türen
- Schränke

Solche Produkte können derart digitalisiert werden, dass ab einer Auftragsbestätigung sämtlichen Produktionsdaten automatisch generiert werden können. In dieser CAM-Prozesskette gibt es typischerweise zwei Konstellationen, die nachfolgend beschrieben werden.

23.3.3.1 Parameterübergabe

Parameter werden vom ERP-System in einen Barcode codiert und den einzelnen Werkstücken auf Stücklisten oder Etiketten mitgegeben. Durch Abschliessen des Barcodes wird das NC-Programm aufgerufen und die Parameter automatisch ausgefüllt.

Eigenschaften

- Es existiert nur das jeweilige parametrische NC-Programm. Die Parameter werden von den Werkteilen überschrieben. Das spart Speicherplatz und vereinfacht die Dateiverwaltung.
- Die Anzahl Parameter sind begrenzt durch die Grösse der Barcodes.

23.3.3.2 Dateigenerierung und -verwaltung

Das ERP-System kopiert die NC-Programmvorlage, füllt die Parameter aus und verwaltet die Datei. Den einzelnen Werkstücken wird mittels Barcode lediglich der Dateipfad mitgegeben.

Eigenschaften

- Es existiert für jedes Werkteil eine Datei mit dem NC-Programm. Sie wird vom ERP-System verwaltet und steht jederzeit für eine identische Nachproduktion zur Verfügung.
- Die Anzahl Parameter sind unbegrenzt, weil nur der Dateipfad codiert werden muss.

23.4 14.4 CRM

23.4.1 Kundenorientierung

Customer-Relationship-Management, kurz CRM (dt. Kundenbeziehungsmanagement) oder Kundenpflege, bezeichnet die konsequente Ausrichtung einer Unternehmung auf ihre Kunden und die systematische Gestaltung der Kundenbeziehungsprozesse. Die dazugehörige Dokumentation und Verwaltung von Kundenbeziehungen ist ein wichtiger Baustein und ermöglicht ein vertieftes Beziehungsmarketing. Mittels CRM werden diese Kundenbeziehungen langfristig gepflegt, was sich massgeblich auf den Unternehmenserfolg auswirken soll (Wikipedia, 2016). Kundenansprachen und Kundenbindungen

nehmen einen immer höheren Stellenwert ein, da die Gewinnung von Neukunden als viel teuer gilt, als die Kundenbindung. Je nach Quelle geht man vom Faktor drei bis sieben aus.

Da das CRM im starken Zusammenspiel mit dem Marketing operiert, sollten seine konkreten Ziele aus den Marketingzielen abgeleitet sein. Im Allgemeinen geht es darum, durch Analyse des Kaufverhaltens und entsprechenden Einsatz der Instrumente des Marketing-Mix die Kundenzufriedenheit zu steigern, die Bindung der Bestandskunden mit massgeschneiderten Aktionen zu erhalten und aus Interessenten Kunden zu machen, die sogenannte Konversion. Zusätzlich sollen die Verkäufe gesteigert werden durch:

- **Up-Selling**
Verkauf von höherpreisigen Artikeln oder Ausführungen (z.B. Echtholz statt Laminat).
- **Cross-Selling**
Verkauf von ergänzenden Produkten oder Dienstleistungen (z.B. Pflegeservice zu dem neuen Parkettboden).
- **Substitute**
Verkauf von neuen Versionen (z.B. Austausch der Küchenapparate durch Geräte der neusten Generation).
- **Komplementärleistungen**
Verkauf zusätzlicher Produkte oder Dienstleistungen, die gemeinsam einen Nutzen stiften (z.B. preiswerte Betten in Kombination mit deckungsbeitragsstarken Matratzen).

23.4.2 CRM-Software

In einer CRM-Software werden bei vielen Unternehmen sämtliche Daten von Kunden und alle mit ihnen abgewickelten Transaktionen in Datenbanken gespeichert:

- Kontaktdaten
- Bonität
- Soziodemografische Daten
- Informationen über Familie, Privatleben und Hobbys
- Kontakthistorie
- Angebots- und Auftragshistorie
- Reklamationen
- Social-Media-Aktivitäten

Diese Daten können integriert und aufbereitet werden, um im Unternehmen an jeder Stelle in der passenden Zusammenstellung zur Verfügung zu stehen. So unterstützt das CRM die Kommunikation im Kundenprozess mit verlässlichen Zahlen, Daten, Fakten, um die Aufmerksamkeit in Beziehungen mit einem hohen Kundenwert zu konzentrieren und Schwachstellen im Dialog mit dem Kunden zu identifizieren.

Je nach Aufgabenstellung werden unterschiedliche Typen von CRM Systemen unterschieden:

- **Analytisches CRM** leitet möglichst viel Wissen über die Kunden aus den gesammelten Daten ab.
- **Operatives CRM** hilft den Mitarbeitenden, möglichst massgeschneiderte Angebote für den Kunden zu schaffen.
- **Kommunikatives CRM** unterstützt die verschiedenen Schnittstellen zum Kunden.
- **Kollaboratives CRM:** Kundendaten fließen abteilungsübergreifend oder sogar firmenübergreifend von allen Partnern der Wertschöpfungskette zusammen.

23.4.3 Abgrenzung ERP CRM

ERP-Lösungen bieten immer mehr Funktionen rund um die Kundenorientierung. Umgekehrt bieten CRM-Lösungen immer mehr Funktionen rund um die betrieblichen Ressourcen und Prozesse. Eine

exakte Abgrenzung der beiden Systeme ist daher nicht möglich. Daraus bieten sich verschiedene Konstellationen an.

23.4.3.1 ERP ohne CRM

Das ERP verfügt standardmässig über ausreichende CRM-Funktionalität oder kann mit entsprechenden Modulen erweitert werden. Eine separate CRM-Lösung erübrigt sich. Diese Konstellation trifft man tendenziell bei produktionslastigen Unternehmen an.

23.4.3.2 CRM ohne ERP

Das CRM verfügt standardmässig über ausreichende ERP-Funktionalität oder kann mit entsprechenden Modulen erweitert werden. Eine separate ERP-Lösung erübrigt sich. Diese Konstellation trifft man tendenziell bei vertriebslastigen Unternehmen (Handel) an.

23.4.3.3 ERP und CRM

ERP und CRM sind parallel im Einsatz und spielen jeweils ihre Stärken aus. In dieser Konstellation ist eine gute Integration sehr wichtig, damit die sich überschneidenden Daten beiden Systemen jederzeit konsistent zur Verfügung stehen und Doppelerfassungen vermieden werden. Diese Konstellation ist natürlich aufwändiger und gelangt in grösseren Unternehmen zum Einsatz, in denen spezialisierte Abteilungen die entsprechenden Möglichkeiten ausnutzen können.

23.5 E-Business

23.5.1 E-Modelle

Das Internet bringt eine Vielzahl neuer Geschäftsmodelle und Organisationsstrukturen mit sich. Hier einige wenige Beispiele von Internet-Geschäftsmodellen, die sich durch ein „E“ für „electronic“ kennzeichnen:

- **E-Commerce:** Kauf und Verkauf von Waren über das Internet
- **E-Business:** E-Commerce plus interne Verwaltungsprozesse plus Kommunikation mit Geschäftspartnern über das Internet
- **E-Government:** Dienstleistungen von Regierungs- und Verwaltungsbehörden die den Bürgern und Unternehmen online angeboten werden
- **E-Banking:** Bankdienstleistungen über das Internet
- **E-Collaboration:** Zusammenarbeit von Personen, Gruppen und Firmen über das Internet
- **E-Post:** Postdienstleistungen über das Web
- **E-Health:** Medizinische Versorgung und Sonstiges im Gesundheitswesen via Web

23.5.2 E-Partner

E-Business ist heute ein alltäglicher Bestandteil vieler Abläufe in Unternehmen. Damit wird angestrebt, möglichst viele Geschäftsprozesse über die Unternehmensgrenzen hinweg weitgehend automatisiert abzuwickeln, also ohne Medienbrüche oder menschliche Eingriffe (vertikale Integration, Durchgängigkeit, Straight Through Processing). Partner des Unternehmens im E-Business sind

- **Konsumenten**
Business to Consumer B2C
- **Unternehmen**
Business to Business B2B
- **Behörden**
Business to Administration B2A oder auch Business to Government B2G

- **Personal**

Business to Employee B2E

Je nach dem in welche Richtung die Wertschöpfungskette verläuft, dreht man die Kürzel einfach um. Also C2B wenn sich das Angebot von Konsumenten an Unternehmen richtet, oder A2B wenn Behörden ihre Dienstleistungen elektronisch den Unternehmen anbieten.

E-Business Prozesse eignen sich überwiegend in den Unternehmensbereichen, wo besonders viele Prozessschnittstellen zu unternehmensexternen Akteuren bestehen. Dazu zählen der Vertrieb, die Beschaffung sowie die Materialwirtschaft. Damit E-Business Prozesse erfolgreich in einer Unternehmung implementiert werden können, braucht es eine E-Business-Strategie.

23.5.3 Wertschöpfungsnetzwerk

In der heutigen Zeit, wo fast jeder Haushalt und beinahe jede Unternehmung mit einem Breitband-Internetanschluss ausgestattet ist, sind die Unternehmen immer mehr auch untereinander vernetzt. Sie ersetzen ihre traditionell lineare Logistikkette durch ein komplexes Wertschöpfungsnetzwerk, in welchem Sie flexibel auf Marktveränderungen reagieren können.

23.5.3.1 Supply-Chain-Management SCM

Das SCM (dt. Lieferkettenmanagement) regelt die Planung, Steuerung und Überwachung von Geschäftsprozessen in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsprozessen. Zu den strategischen Aufgaben gehören folgende Gebiete:

- Die Planung und Zusammenarbeit mit den Kunden
- Die Zusammenarbeit mit den Lieferanten
- Die Koordination aller logistischen Aktivitäten

Als Hauptaufgabe haben die SCM-Systeme, die verwendeten Daten in Echtzeit für alle Benutzer synchronisiert und harmonisiert zur Verfügung zu stellen. Dabei werden unterschiedliche Bereiche wie Produktion, Materialwirtschaft, Transport und Lager vereint. Die Hauptziele dieser Verflechtung von Absatz und Beschaffung sind:

- Kundennutzen und Kundenzufriedenheit steigern
- Liefer- und Durchlaufzeiten senken
- Kapazitätsauslastung und Lagerbestände optimieren
- Transaktions- und Transportkosten senken
- Risiken reduzieren und Flexibilität erhöhen
- Netzwerkeffekte nutzen
- Sicherstellen einheitlicher Standards
- Informationsflüsse und Prognosegenauigkeit verbessern

In einer optimalen Welt würden bei einer Bestellung eines Endkunden alle dazugehörigen Wertschöpfungsprozesse automatisch und ohne menschliches Eingreifen ausgelöst. Oft sind die Systeme heute leider noch nicht soweit. Daran wird mit Hochdruck geforscht und gearbeitet (vgl. Industrie 4.0).

23.5.3.2 Peitscheneffekte entlang der Logistikkette

Dieser Effekt besagt, dass sich bereits kleine Nachfrageschwankungen entlang der Logistikkette aufschaukeln können. So können folgende Phänomene einen Einfluss auf den Peitscheneffekt haben:

- **Nachfrageprognose-Verfahren** die auf mathematischen Modellen und historischen Daten basieren, sind oft ungenau.
- Durch die **Auftragsbündelung** entsprechen die Bestellmengen nicht immer dem tatsächlichen Bedarf der Periode. Dies führt zu Prognoseproblemen und verstärkt den Peitscheneffekt.

- Wird eine **Preisänderung** in positiver oder negativer Richtung erwartet, führt das zu einer Aufstockung oder zu einem Abbau des Vorrats. Dabei werden die effektiv benötigten Mengen verfälscht und eine Prognostizierung erschwert.
- Herrschen **Engpässe** bei der Lieferung vor, haben die Kunden Tendenz **Überbestellungen** zu tätigen, um die benötigten Mengen dennoch zu erhalten.

23.5.4 Internetökonomie verändert Rahmenbedingungen

Durch das Internet wurden die Rahmenbedingungen für Kunden, Anbieter und Handel verändert. Besonders der Vertrieb ist davon betroffen.

- Kunden haben durch hohe Preis- und Markttransparenz eine grössere Marktmacht erlangt
- Anbieter stehen einer globalen und dynamischeren Marktsituation gegenüber, bei der die Produktdifferenzierung immer schwieriger wird.
- Die Eintrittsbarrieren für neue Marktteilnehmer sind erheblich gesunken.
- Durch die Markttransparenz geschieht der Wettbewerb zusehends über den Preis.

Die bislang vorherrschende, klassische Handelskette führt vom Hersteller über Absatzmittler wie Gross- und Einzelhandel zum Verbraucher. Die Internetökonomie verändert das stark:

- **Dis-Intermediation:** Einzelne oder alle Absatzmittler werden ausgeschaltet. Wenn keine Zwischenhändler mehr involviert sind, spricht man von Direktvertrieb.
- **Re-Intermediation:** Absatzmittler agieren auf den elektronischen Märkten. Dabei bleibt die Wertschöpfungskette gleich lang.
- **Cyber-Intermediation:** Neue Absatzmittler füllen eine Lücke, die online zwischen Einzelhandel und Verbraucher entstehen kann. Diese Portale schaffen Transparenz für den Verbraucher und können Nachfragen bündeln.

23.5.5 E-Business und Social Media

Unter dem Begriff „Social Media“ werden Medienplattformen zusammengefasst, bei denen die Konsumenten gleichzeitig auch Produzent von Inhalten sind. Sie können Inhalte wie Text-, Bild-, Video- oder Audionachrichten verfassen und auf der jeweiligen Plattform publizieren.

Social Media wird nicht mehr nur von Privatpersonen genutzt. Zunehmend bauen sich auch Unternehmen eine Identität über die Sozialen Netzwerke auf. Grundsätzlich unterscheidet man in den Sozialen Medien unter drei Kategorien von Inhalten (Content):

- Bei **Paid Media** handelt es sich um Content, der gegen Bezahlung an den Plattformbetreiber angezeigt wird. Klassische Beispiele dafür sind Werbebanner und Werbetexte.
- Unter **Owned Media** versteht man Medieninhalte, welche von der jeweiligen Unternehmung ausgehen. Dazu zählen beispielsweise die Webseite der Unternehmung oder ein von der Unternehmung geführter Blog.
- Als **Earned Media** werden vorwiegend positive Medieninhalte bezeichnet, die von unabhängigen Personen über eine Unternehmung verfasst werden. Das können beispielsweise Erfahrungen von Kunden mit einem Produkt oder einer Dienstleistung sein.

Sowohl für Privatpersonen als auch für Unternehmen bergen die Sozialen Medien auch gewisse Risiken. In Zusammenhang mit den Earned Media können sich für Unternehmen sehr unangenehme Situationen ergeben. Sollte sich auf einer Plattform eine Lawine an negativen Kommentaren zu einer Unternehmung ergeben, muss sehr schnell und professionell darauf reagiert werden. Ein sogenannter „Shitstorm“ kann verheerende Folgen für eine Firma haben. Nicht selten sind die Folgen äusserst kostspielig. In diesem Zusammenhang gilt es auch zu beachten, dass die Mitarbeitenden einer Firma sowohl als Privatperson als auch als Teil der Firma in den Sozialen Medien unterwegs sein können. Hier gilt es klare Richtlinien für die Mitarbeitenden zu definieren, was sie als Mitarbeiter der Unternehmung auf Social Media Plattformen veröffentlichen dürfen und was nicht.

Es existieren mittlerweile eine Vielzahl verschiedener Social Media Plattformen. Nachfolgend werden einige davon aufgeführt und deren mögliche Nutzung für eine Unternehmung aufgezeigt.

23.5.5.1 Social-Media-Plattformen

23.5.5.1.1 Facebook

Über Facebook können unterschiedliche Inhalte wie Texte, Bilder, Audio- und Videonachrichten geteilt werden. Eine Firma kann wie eine Privatperson ein eigenes Profil von sich erstellen. Auf der Profilsseite kann sich die Firma selber präsentieren und Neuigkeiten an ihre Follower kommunizieren. Die Community kann über Facebook mit dem Unternehmen interagieren und die Inhalte kommentieren.

23.5.5.1.2 Twitter

Twitter ist ein Kurznachrichtendienst, ein Art Blog, begrenzt auf 140 Zeichen pro Tweet. Das Microblogging, wie die Nutzung von Twitter auch umschrieben werden kann, lässt sich auch für geschäftliches Netzwerken nutzen.

23.5.5.1.3 Xing und LinkedIn

Xing und LinkedIn sind soziale Netzwerke, in denen Personen und Firmen ihre vorwiegend beruflichen Kontakte zu anderen Personen verwalten und neue Kontakte finden können. Firmen können sich als Arbeitgeber präsentieren und so neue Mitarbeitende anwerben. Es sind aber auch Plattformen, in denen man sich zu Businesssthemen trifft und austauscht.

23.5.5.1.4 Youtube und Vimeo

Auf den Videoplattformen Youtube und Vimeo werden bewegte Bilder geteilt. Im geschäftlichen Umfeld können das werbende Videos sein, Videos über Produkte, Kunden, Unternehmen, Mitarbeitende oder Aktivitäten. Auch Anleitungen (Aufbau, Inbetriebnahme, Bedienung) werden immer häufiger in Form von Videos angeboten.

23.5.5.1.5 Instagram und Pinterest

Auch Plattformen für Fotos können in den Dienst von Unternehmen gestellt werden. Auf Instagram und Pinterest können eigene Profile angelegt werden. Üblicherweise erhalten die Anhänger (Abonnenten, Follower) von Unternehmen Eindrücke in den Firmenalltag oder Informationen über die angebotenen Produkte und Dienstleistungen.

23.5.5.2 Social-Media-Strategie

Häufig fehlt es an Strategie, Richtlinien und Verantwortlichkeiten. Durch die hohe Nutzerzahl und die kurzen Reaktionszeiten ist es für die Unternehmen von enormer Wichtigkeit ihre Kanäle im Griff und auch im Auge zu haben. Ohne klare Strategie bindet die Social-Media-Präsenz viele Ressourcen mit geringem oder sogar negativem Nutzen!

Die strategischen und inhaltlichen Fragen gehören eher in den Kontext des Marketings. Zum Informationsmanagement gehört jedoch die Verwaltung der Social-Media-Kanäle. Der Aufwand hierfür wird meist deutlich unterschätzt. Wer in unterschiedlichen sozialen Medien vertreten ist, muss auch regelmässig Inhalte publizieren und diese aktiv vermarkten. Das Ziel ist es, die Inhalte bei möglichst vielen relevanten Leuten auf den Bildschirm zu bringen und diese im Gespräch zu halten. Eine Social-Media-Management-Plattform unterstützt diese Workflows einer auf mehreren Plattformen verteilten Präsenzen (Stuber, 2012):

- Mehrerer Accounts auf verschiedenen Plattformen verwalten.

- Ein Beitrag gleichzeitig auf mehrere Plattformen verteilen.
- Zugang für mehrere Teammitglieder.
- Aggregation und Auswertung der Reaktionen in den sozialen Medien.
- Koordinierte Partizipation an Diskussionen.

Wie bereits für den Büroalltag gibt es auch hier unzählige kleine Helferlein. Diese unterstützen einen sowohl bei der Erstellung als auch bei der Überwachung der Inhalte auf unterschiedlichen Plattformen. Oftmals sind diese Applikationen eine Mischung aus Management und Monitoring Tools. Einige der bekanntesten sind nachfolgend aufgeführt:

- **Hootsuite** ist führend im der Social Media Marketing Management.
- **Agora Pulse** ist spezialisiert auf Facebook, Twitter und Instagram.
- **Buffer** ist ein Pionier, wenn es um das automatisierte Content Veröffentlichen geht.

23.6 Wissensmanagement

Als eine der wichtigsten Ressourcen im Unternehmen gilt das Wissen. Es befindet sich in den Köpfen und Händen der Mitarbeitenden. Wie genau sich Wissen zusammensetzt kann nicht abschliessend gesagt werden. Wissen kann komplexe Dimensionen annehmen³⁰. Oft ziehen wir für unsere Entscheidungsfindung eine Vielzahl an unterschiedlichen Daten und Informationen herbei. Das kann von Erfahrungen über Gelerntes bis hin zu Intuition gehen.

Ziel des Wissensmanagements ist es, das Wissen aus den Köpfen der Mitarbeiter in einem IT-System festzuhalten. Wir unterscheiden zwischen implizitem und explizitem Wissen. Von explizitem Wissen ist die Rede, wenn etwas niedergeschrieben, ausgesprochen, notiert, dargelegt, formuliert oder gesagt wurde. Es ist notierbar und somit auch transportierbar. Das implizite Wissen hingegen kann nicht so einfach niedergeschrieben und übertragen werden. Darunter fällt beispielsweise das Expertenwissen eines langjährigen Mitarbeiters. Sein Wissen das ihn als Experte auszeichnet ist viel zu komplex, als dass es einfach niedergeschrieben werden könnte. Zudem sind es nicht nur die reinen Informationen, die jemanden zum Experten macht, es ist vor allem das Anwenden, Interpretieren, Gewichten und Einschätzen dieser Informationen. Und solche Prozesse geschehen meist unterbewusst. Es muss also versucht werden, implizites in explizites Wissen umzuwandeln.

Die Wissenschaft hat dazu Methoden entwickelt, die versucht implizites Wissen in explizites zu transformieren und dieses damit speicherbar zu machen. Ein bekanntes Beispiel ist SECI (Socialization, Externalization, Combination, Interpretation). Wir wollten diese Thematik jedoch hier nicht vertiefen und wenden uns wieder dem Management von speicherbarem Wissen zu.

23.6.1 CSCW

Die Verteilung von Wissen ist ein Teil des Wissensmanagements. In diesem Bereich hat sich der Begriff Computer Supported Cooperative Work CSCW etabliert. Dabei denkt man häufig an Systeme, welche die Zusammenarbeit in einer Gruppe unterstützen. Doch die sogenannte Groupware (vgl. Kapitel 14.1.4 Groupware) ist lediglich ein Teil des CSCW. Zusammenarbeit wird als Herausforderung im Spannungsfeld der folgenden drei Dimensionen gesehen (**3K-Modell**):

- **Kommunikation:** Sich durch Nachrichtenaustausch gegenseitig informieren.
- **Koordination:** Seine Handlungen mit den Gruppenmitgliedern abstimmen.
- **Kooperation:** Gemeinsam am selben Projekt arbeiten.

³⁰ Einige Wissenschaftler sind davon überzeugt, dass Wissen nicht übertragen werden kann sondern in den Köpfen der jeweiligen Person entsteht. Was die lehrende Person demnach tun kann ist ihr eigenes Wissen und ihre semantischen Verknüpfungen der lernenden Person preiszugeben. Anhand von Übungen und dem Vorhandenen Vorwissen bauen dann die Lernenden ihr eigenes Wissen über den vermittelten Stoff auf.

Dimension	Unterstützung
Kommunikations-unterstützung	IT Kommunikation ist: persistent (beständig) im Gegensatz zu mündlicher, flüchtiger Kommunikation, asynchron und kann so zeitversetzt empfangen werden, Multi- oder Broadcast. Das heisst sie kann an eine Vielzahl Empfänger gerichtet werden. (Gespräch mit einer Person = Unicast) Kommunikations-Systeme: E-Mail Instant-Messaging (z.B. Whats-App) Videotelefonie (z.B. Skype) Videokonferenzfunktionalitäten Newsreader Whiteboards
Koordinations-unterstützung	Greifen aktiv in die Koordination ein (z.B. Terminverschiebungen verarbeiten) Workflow-Managementsysteme bilden Prozesse elektronisch ab und lösen automatisch die nächsten Prozessschritte aus. So sind die Dokumente immer zur rechten Zeit bei der richtigen Person. Workflow: Arbeitsablauf mit definierten Abfolgen von Aktivitäten Schritt-für-Schritt verkettet Beispiel: Reklamationsprozess
Kooperations-unterstützung	Gemeinsames Erarbeiten eines Objektes Gruppentaugliche Software wird benötigt Versionierung der Dateien Gleichzeitige Bearbeitung desselben Dokumentes Groupware: gemeinsame Kalender Abstimmen und Wählen Entscheidungsfindung Planung gemeinsamer Aktivitäten

Abbildung 23: 3K-Modell

23.6.2 DMS

Das Dokumentenmanagement-System bezeichnet die datenbankgestützte Verwaltung elektronischer Dokumente. Für eine klarere Unterscheidung von der Verwaltung von Papierdokumenten, wird oft auch der Begriff elektronisches Dokumentenmanagement (engl. Electronic Document Management EDM) verwendet.

Liegen Dokumente noch nicht elektronisch vor, werden sie mittels Scannern digitalisiert. Dokumente werden dann katalogisiert, indiziert und kategorisiert, immer mit dem Ziel, Dokumente zu archivieren und unternehmensweit zugänglich zu machen. Eine DMS-Software dient also zur Organisation und Koordination von Entwicklung, Überarbeitung, Kontrolle und Verteilung von Dokumenten. Im Unterschied zu den wesentlich umfangreicheren ECM-Systemen (vgl. Kapitel 14.6.3 ECM) beschränken sich DMS-Lösungen im eigentlichen Sinne auf die Archivierung von geschäftlichen Belegen, wie Rechnungen, Lieferscheine und Bestellungen. Der Übergang zwischen DMS und ECM ist jedoch fließend. Der Wandel von Dokumenten in Papierform hin zu elektronischen Dokumenten wurde vor allem durch die technologischen Neuerungen und das gesteigerte Informationsaufkommen verursacht. Dadurch sind Einspar- und Optimierungspotenziale entstanden, die mittlerweile automatisiert mithilfe von Dokumentenmanagementsysteme ausgeschöpft werden:

- Standardisierte Erstellung, Bearbeitung, Speicherung
- Zentrale Speicherung und problemlose Duplizierbarkeit
- Verschiedene Ordnungs- und Zugriffsmöglichkeiten, z. B. nach Relevanz, nach Kundenzugehörigkeit, nach Erstellungsdatum, etc.
- Globale und zeitlose Verfügbarkeit
- Suchfunktionen vereinfachen Wissenstransfer und Recherche

- Möglichkeit der Verlinkung zu externen Dokumenten und Verknüpfung mit Aufgaben und Prozessen möglich

Auch bei DMS-Systemen ist die Integration wesentlich. Dokumente in Zusammenhang mit Kreditoren oder Debitoren sollen auch mit den entsprechenden Buchungen verbunden sein. Dokumente im Austausch mit Kunden und Lieferanten wie zum Beispiel Verträge, Bestellungen usw. sollen den entsprechenden Projekten oder Prozessen zugeordnet sein. Manche ERP-, Finanz- und CRM-Lösungen beinhalten mehr oder weniger stark ausgebaute DMS-Funktionalität.

23.6.3 ECM

Enterprise-Content-Management ECM umfasst die Methoden, Techniken und Werkzeuge zur Erfassung, Verwaltung, Speicherung, Bewahrung und Bereitstellung von Inhalten (Content) und Dokumenten zur Unterstützung organisatorischer Prozesse im Unternehmen. ECM führt strukturierte, schwach strukturierte und unstrukturierte Informationen zusammen.

- **Enterprise** steht für eine von allen Zugriffsberechtigten einer Organisation nutzbare Lösung. Die Zugriffsberechtigung kann in Lese- und Bearbeitungsprivilegien differenziert werden.
- **Content** steht für beliebige Inhalte in elektronischen Systemen.
- **Management** steht für die Verwaltung, Verarbeitung und Kontrolle von Systemen.

Enterprise-Content-Management geht von dem Ansatz aus, alle Informationen eines Unternehmens auf einer einheitlichen Plattform zur Nutzung intern, im Partnernverbund und extern bereitzustellen (Data-Warehouse, Document-Warehouse, Content-Warehouse). ECM umfasst herkömmliche Informationstechniken wie Dokumentenmanagement, Knowledge Management (Wissensmanagement), Workflow-Management, Archivierung, etc. und integriert die Host- und Client/Server-Welt mit Portal- und anderen Internet-Techniken. Ziel von ECM ist, Daten- und Dokumentenredundanz zu vermeiden (jede Information existiert nur einmal), den Zugriff einheitlich zu regeln, unabhängig von Quelle und Nutzung beliebige Informationen bereitzustellen und als Dienst allen Anwendungen gleichförmig zur Verfügung zu stellen.

23.7 Business Intelligence

Deutschsprachige tendieren dazu, das englische Wort Intelligence mit Intelligenz zu übersetzen. In diesem Zusammenhang ist das jedoch nicht korrekt. Der englische Ausdruck stammt vom lateinischen Begriff „interlegere“, zu deutsch „verstehen“. Gemeint sind also jene Erkenntnisse, die gewonnen werden, wenn die Informationen zusammengetragen, analysiert und aufbereitet sind.

Unter Business-Intelligence-Systemen versteht man leistungsfähige IT-Systeme, die die Zusammenführung, Analyse und Auswertung grosser Datenbestände erlauben. Diese IT-Systeme haben Baukasten- und Werkzeug-Charakter. So lassen sich damit analytische Anwendungen zusammenstellen, die für unterschiedlichste Aufgabenstellungen (Berichtswesen, Kundenanalyse, Lieferantanalyse, Kennzahlenvergleiche) gezielt konfiguriert werden.

23.7.1 MIS

Managementinformationssysteme MIS versorgen die den Führungskräften in einer angemessenen Form mit Informationen, die sie für ihre Entscheidungen brauchen. Letztlich geht es darum, Führungskräften zu helfen, indem diese Systeme Informationen sammeln, verdichten, umwandeln und zielführend darstellen. Führungskräfte sollen dabei weder von der Informationsfülle erschlagen werden, noch durch Weglassen wichtiger Details unterversorgt sein. Ausserdem sollen die dargebotenen Informationen auf das Profil der Führungskraft stufengerecht zugeschnitten und übersichtlich dargestellt sein. MIS werden oft anhand des St. Galler-Managementmodells mit dem normativen, strategischen und operativen Managementebenen dargestellt.

23.7.2 Data Warehouse

Mittlere und erst recht grosse Betriebe haben heute in der Regel eine sehr grosse Zahl von operativen Systemen im Einsatz. Auch wenn der IT-Bereich eines Unternehmens stets versucht, einen starken Wildwuchs an IT-Lösungen im Unternehmen zu verhindern, so gelingt es doch nur selten, die Zahl der Anwendungssysteme nachhaltig zu reduzieren. Um die Daten in diesen vielen operativen Systemen durch ein BI-System möglichst performant für Untersuchungen verwenden zu können, müssen sie zunächst aus den operativen Systemen herausgezogen werden. Danach sind diese extrahierten Daten mit Blick auf die angestrebten Untersuchungen zu überarbeiten und schlussendlich müssen die Ergebnisse dieser Arbeit irgendwo dauerhaft abgespeichert werden.

Dieser grosse Speicher mit den extrahierten und überarbeiteten Daten wird Data Warehouse genannt und das Vorgehen des Extrahierens (E), des Transformierens (T) und anschliessenden Lagern (L) im Data-Warehouse wird als ETL-Prozess bezeichnet. Sind die Daten aus den Datenquellen (operativen Systemen) geholt und durch den ETL-Prozess in das Data-Warehouse geladen, stehen sie dort für die Datenanalyse (Online Analytical Processing OLAP) und zur betriebswirtschaftlichen Entscheidungshilfe im Unternehmen, aber auch zum Data-Mining (vgl. Kapitel 14.7.3 Data Mining) langfristig bereit. Mit dem Data-Warehouse schlägt man zwei Fliegen mit einer Klappe: Die eingelagerten Daten aus diversen verteilten und unterschiedlich strukturierten, operativen Datenbeständen werden im Data-Warehouse zusammengeführt, um damit übergreifende Auswertungen zu ermöglichen. Durch dieses intelligente Kopieren (die Daten werden dabei ja auch transformiert, also zweckmässig optimiert) und Einlagern in einer separaten Datenbank (dem Data-Warehouse) bleiben die operativen Systeme bei den folgenden Untersuchungen ungenutzt und werden damit auch nicht belastet. Wenn das Management diverse Datenanalysen zur Entscheidungsfindung durchführt, wenn Berichte erarbeitet werden oder wenn im Rahmen des Controllings Untersuchungen laufen, dann geschieht dies im Data-Warehouse. Einerseits werden so mithilfe eines Data-Warehouse managementrelevante Informationen zusammengeführt, andererseits wird der Datenbestand vom Tagesgeschäft abgetrennt.

Das Data-Warehouse als zentrale Komponente eines BI-Systems wird kontinuierlich mit Daten aus verschiedenen Quellen gespeisen, die durch Transformation bereinigt sind. Oft läuft dieser ETL-Prozess turnusmässig, sodass im Data-Warehouse insbesondere auch chronologische Aspekte zum Tragen kommen und damit Analysen über die Zeit möglich werden.

23.7.3 Data Mining

Auch die Data-Mining-Software wird üblicherweise von Entscheidern eingesetzt und dient genauso wie OLAP dem Suchen nach Zusammenhängen. Allerdings geht es jetzt darum, in den Untiefen der Datenbestände eines Unternehmens Zusammenhänge zu ermitteln, die zunächst nicht mit blossem Auge erkennbar sind. Es handelt sich dabei um Entwicklungstrends, um unbekannte Strukturen oder Muster, die – sobald man sich ihrer bewusst wird - durchaus das Potenzial haben strategische Unternehmensentscheidungen zu beeinflussen.

- Bei der **Regressionsanalyse** versucht man einen Wert aus anderen Werten zu erklären. Es geht also um das Erkennen von Beziehungen zwischen Werten. Dies ist quasi die Suche nach einer geeigneten Formel, die eine Variable von anderen her erklärt. Damit lassen sich insbesondere Prognosen erstellen.
- Bei der **Assoziationsanalyse** versucht man Regeln zwischen einzelnen Daten zu erkennen (aus A und B folgt normalerweise C), sodass man vorausschauend agieren kann und auf C vorbereitet ist, wenn A und B bereits eingetroffen sind.
- Bei der **Ausreisser-Erkennung** werden ungewöhnliche Werte als Fehler, Ausreisser, oder Änderungen identifiziert.
- **Clusteranalyse** und **Klassifikation** sind zwei eng miteinander verwandte Aufgabenstellungen des Data-Mining. In beiden Fällen geht es um das Gruppieren von Objekten. Bei der Klassifikation wird versucht, ein neues, noch nicht weiter analysiertes Objekt einer vorgegebenen Klasse von

Objekten zuzuordnen, während die Clusteranalyse umgekehrt versucht, aus gegebenen Objekten mögliche Klassifikationen abzuleiten.

23.7.4 Business-Intelligence in der Holzbranche

In der Holzbranche mit Ihren meist überschaubaren Betriebsstrukturen sind BI-Systeme noch wenig verbreitet. Das könnte sich künftig ändern, in klassischem Sinn, vielleicht aber auch im Zuge der „Appisierung“, der vermehrten Anwendungen kleiner Apps, die auf eine zentrale Datenplattform zugreifen.

23.8 Fachanwendungen

Neben den klassischen Business-Anwendungen werden in einer Unternehmung meistens weitere Anwendungen für spezielle Aufgaben eingesetzt. Es erfüllen in der Regel fachspezifische Aufgaben. Eine Integration in die Geschäftsprozesse steht dabei nicht im Vordergrund. Beispiele solcher Fachanwendungen sind Programme für:

- statische Berechnungen
- bauphysikalische Berechnungen
- Simulationen
- usw.

24 Integration

Unternehmen organisieren sich meist arbeitsteilig. Ähnliche Tätigkeiten werden zusammengefasst und spezialisiert, was zu einer Produktivitätssteigerung führt. Mitarbeitende sind für die jeweiligen Aufgaben und Prozesse ausgebildet und haben (hoffentlich) einen perfekten Blick auf ihr Themengebiet. Der Blick auf das Gesamte geht dabei aber oft verloren und damit die Erkenntnis, wie die eigene Tätigkeit in einem umfassenderen Kontext eingebunden ist.

Was interessiert es den Lohnbuchhalter, wenn der Abteilungsleiter die Einsätze seiner Monteure plant? Der Abteilungsleiter erstellt vielleicht eine Tabelle, auf der zeilenweise die verfügbaren Mitarbeiter stehen und in den Spalten die Arbeitstage mit den zugeteilten Aufträgen. Vermutlich ist das eine funktionierende Lösung, aber keine saubere Integration! Irgendwann stehen in der Tabellenkalkulation beispielsweise Namen von Mitarbeitern, die das Unternehmen verlassen haben oder Aufträge, die bereits abgeschlossen sind. Zudem liegt die Datei irgendwo auf einem Laufwerk, im schlechtesten Fall sogar auf einem lokalen Rechner ohne Datensicherung. Dieses Stück funktionierende Software hat den Status Insellösung. Es ist nicht integriert!

Integration ist in der Wirtschaftsinformatik der Schlüssel zum effizienten Zusammenwirken von Anwendungssystemen. Sie bezeichnet die Einbindung von Software in ein gegebenes System, die Einbindung von systemexternen Aufgaben oder auch die Einbindung weiterer Personen, sodass die dadurch entstehende integrierte Lösung und das Unternehmen und sein Wirken ganzheitlich berücksichtigt. Mit Blick auf die vorhin erwähnte Tabelle des Abteilungsleiters wäre ein integrierter Ansatz zum Beispiel, dass die erforderlichen Personaldaten aus dem Anwendungssystem der Lohnbuchhaltung bezogen und die Aufträge aus der Auftragsverwaltung und eben nicht selbst verwaltet werden. Dies ist ein Beispiel für Datenintegration, aber es gibt noch mehr!

- **Gegenstand der Integration**
Was soll integriert werden? Daten (Mitarbeiter xy) oder auch Funktionen (beispielsweise Mitarbeiter erfassen) oder sogar noch mehr?
- **Richtung der Integration**
Vertikale Integration (vom operativen System zu einem Managementinformationssystem) oder horizontale Integration (von einem operativen System zu einem anderen operativen System)?

- **Reichweite der Integration**
Innerhalb einer Abteilung oder unternehmensweit oder sogar unternehmensüberschreitend (zum Beispiel mit Lieferanten)?
- **Zeitpunkt der Integration**
Wird ungeachtet eines bestehenden Systems ein komplett neues System aufgebaut, ist die Integration vergleichsweise einfach. Aufgrund begrenzter Ressourcen bleibt dieses Szenario aber die Ausnahme. Bestehende Systeme ³¹bleiben und neue Systeme müssen integriert werden, bis irgendwann die älteren Systeme ihre Lebensdauer erreicht haben und ersetzt und wiederum in bestehende Systeme integriert werden müssen.
- **Grund der Integration**
Wird durch mehr Integration mehr Effizienz, einen höheren Automationsgrad, kürzere Durchlaufzeiten, weniger Fehler oder mehr Transparenz erreicht?

24.1 Gegenstand der Integration

24.1.1 Datenintegration

Eine fundamentale Art der Integration betrifft die Daten. Sind sie einmal gespeichert, sollen sie von verschiedenen Anwendungssystemen genutzt werden können. Damit soll der Aufwand der Datenerfassung und -speicherung reduziert und gleichzeitig Inkonsistenzen vermieden werden. Eine Inkonsistenz kommt vor, wenn mehrfache Datenbestände vorliegen und darin enthaltene Informationen uneinheitlich sind oder sich sogar widersprechen. Das kann durch Fehlerfassung erfolgen oder auch durch eine Änderung, die nicht in allen Datenbeständen konsequent nachgeführt wird.

In komplexen Informationssystemen in Unternehmen ist die Datenintegration also eine zentrale Aufgabe der IT-Mitarbeitenden. Eine Möglichkeit ist die Datenredundanz zu vermeiden. Das bedeutet, dass verschiedene Anwendungssysteme auf dieselben, nur einmal vorhandenen Daten zugreifen. Manchmal ist das aus technologischen Gründen nicht möglich, weil unterschiedliche Anwendungssysteme architektonisch völlig anders gebaut sein können. In diesem Fall bietet sich eine logische Integration an. Das bedeutet, jedes System hat seinen eigenen Datenbestand, der aber synchronisiert wird. Die Informationen liegen also redundant vor, bleiben aber automatisch konsistent. Leider gestaltet sich das meist nicht ganz so einfach (vgl. Kapitel 15.2.1 Schnittstellen).

24.1.2 Funktionsintegration

Ist die Datenintegration gelungen, stellt sich die Frage, ob mehrere Anwendungssysteme gleiche oder ähnliche Funktionen beinhalten, die sich integrieren lassen. Wird eine Funktionalität von einem Anwendungssystem in ein anderes Anwendungssystem eingebunden, spricht man von Funktionsintegration. Dafür gibt es den Begriff Enterprise Application Integration EAI (vgl. Kapitel 15.2.2 EAI). Die Funktionsintegration kann aber auch über die Unternehmensgrenzen hinweg erfolgen.

Wenn wir an die am Kapitelanfang beschriebene Situation mit der Einsatzplanung und der Lohnbuchhaltung betrachten, könnte die Funktion „Neues Personal erfassen“ eine integrierte Funktion darstellen.

24.1.3 Integration der Benutzungsoberfläche (Design)

Die Steuerung der Systeme mittels Kommandozeilen ist der Interaktion über Maus und Touchscreen gewichen. Für die Benutzung von Anwendungen haben sich also weitgehend grafische Oberflächen (engl. Graphical User Interface, GUI) durchgesetzt. Es geht dabei um das Benutzungserlebnis (engl. User Experience), bei dem natürlich die Ästhetik eine wichtige Rolle einnimmt. Noch wichtiger im geschäftlichen Kontext sind jedoch Ergonomie und Benutzungsfreundlichkeit (engl. Usability). Anwendungen sollten möglichst intuitiv erlernbar sein und eine effiziente Bedienung ermöglichen.

³¹ Bestehende Systeme, die in Betrieb bleiben, werden in der Wirtschaftsinformatik als Legacy-Systeme bezeichnet.

Mit einer GUI-Integration wird also nicht nur das Erscheinungsbild verschiedener Anwendungen, sondern auch deren Bedienung vereinheitlicht. Diese Bestrebungen zeigen sich beispielsweise in Microsoft Office, wo verschiedene Anwendungen gleiche oder ähnliche Bedienungskonzepte aufweisen, natürlich immer mit dem Ziel, den Zugang zu den einzelnen Anwendungen zu vereinfachen. Leider gelingt es in dem prominenten Beispiel von Microsoft Office auch nicht immer tadellos.

24.2 Art der Integration

24.2.1 Schnittstellen

Schnittstellen haben in verschiedensten Bereichen einen wichtigen Stellenwert, beispielsweise in der objektorientierten Programmierung oder in der Interprozesskommunikation IPC. Wenn wir in Unternehmen von Software-Schnittstellen sprechen, meinen wir meist Datenschnittstellen (vgl. Kapitel 15.1.1 Datenintegration). Es geht also um die Teilsynchronisierung von Datenbeständen verschiedener Anwendungssysteme.

Meistens tönt das sehr viel einfacher, als es in Wirklichkeit ist. Nehmen wir als Beispiel die Postleitzahl und Ortschaft einer Adresse:

- System A: Nummernfeld mit Postleitzahl, Textfeld mit Ortschaft
- System B: Textfeld mit Postleitzahl und Ortschaft
- System C: Textfeld mit kompletter Adresse
- System D: Verweis auf einen Wert in den Stammdaten für Ortschaften

Was für den Anwender ganz einfach als Postleitzahl und Ortschaft wahrgenommen wird, kann in Wirklichkeit auf völlig unterschiedlichen Architekturen aufbauen. Ob und wie eine Schnittstelle realisiert werden kann, hängt also von der Kompatibilität der verschiedenen Architekturen ab. Zusätzlich sind weitere Aspekte zu berücksichtigen.

24.2.1.1 Richtung der Synchronisation

- **Unidirektionale Synchronisation:** Daten werden nur in eine Richtung von einem bestimmten System (Master) an ein oder mehrere andere Systeme übertragen.
- **Bidirektionale Synchronisation:** Daten werden von verschiedenen Systemen an verschiedene Systeme übertragen.

Eine unidirektionale Synchronisation ist einfacher realisierbar, als eine bidirektionale.

24.2.1.2 Art der Synchronisation

- **Vollständig:** Synchronisiert immer die gesamten Daten.
- **Differenziell:** Synchronisiert nur veränderte Daten.

24.2.1.3 Zeitpunkt der Synchronisation

- **Manuell:** Synchronisation erfolgt auf Befehl.
- **Automatisch zeitversetzt:** Synchronisation erfolgt zu einem bestimmten Zeitpunkt, zum Beispiel über Mittag oder über Nacht.
- **Automatisch live:** Synchronisation erfolgt laufend in Echtzeit.

24.2.1.4 Konfliktlösung

Insbesondere in der bidirektionalen Synchronisation können leicht Konflikte entstehen. Ändert ein Mitarbeiter einen Datensatz in System A und eine Mitarbeiterin zeitgleich den gleichen Datensatz in System B, weiss das System nicht, was nun gilt. Hat ein System Vorrang? Wer entscheidet? Erfolgt die Konfliktbereinigung automatisch oder manuell?

24.2.1.5 Updatefähigkeit

Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Updatefähigkeit. Verschiedene Anwendungssysteme werden von verschiedenen Anbietern ohne gegenseitige Absprache weiterentwickelt. Veränderungen an einem System können deshalb grosse Auswirkungen auf die Funktionalität einer Schnittstelle haben. Entsprechende Überlegungen sollten bereits bei der Entwicklung von Schnittstellen gemacht werden. Ob eine Schnittstelle nach einem Update des einen oder anderen Systems noch einwandfrei funktioniert, gilt es vor jedem Update abzuklären und zu testen.

Damit wird klar, dass auch scheinbar so einfache Synchronisation wie Postleitzahl und Ortschaft einige Schwierigkeiten beinhalten kann.

24.2.2 EAI

Enterprise Application Integration EAI ist ein Konzept zur unternehmensweiten Integration der Geschäftsfunktionen entlang der Wertschöpfungskette. Verschiedene, auf unterschiedlichen Plattformen verteilte Applikationen werden dabei verbunden, sowohl bezüglich Daten, wie auch bezüglich Geschäftsprozessen. Das Ziel ist die integrierte Geschäftsabwicklung durch ein Netzwerk von Applikationen verschiedener Generationen und Architekturen.

EAI umfasst die Planung, die Methoden und die Software, um heterogene, autonome Anwendungssysteme – ggf. unter Einbeziehung von externen Anwendungssystemen – prozessorientiert zu integrieren. EAI ist somit die prozessorientierte Integration von Anwendungssystemen in heterogenen IT-Anwendungsarchitekturen.

Alle funktionalen Schnittstellen werden mittels Adaptern (Schnittstellenumsetzer) abstrahiert.

Auf dem verbindenden Business Bus (auch als EAI Backbone, Integration Bus oder Integrationsplattform bezeichnet) sorgen dynamisch ausgewertete Regeln und Prozessbeschreibungen dafür, dass die Daten eines Geschäftsfalls in der richtigen Abfolge an die einzelnen Funktionen übergeben und die Ergebnisse weitergeleitet werden.

Im Unterschied zur reinen Schnittstellenadaption durch klassische Middleware bietet EAI auch die Möglichkeit, Geschäftsprozesslogik abzubilden. Dies ist allerdings in vielen modernen Middleware-Produkten durch die Integration einer Business Process Engine ebenfalls möglich.

24.3 Optimaler Integrationsgrad

Eine vollständige und perfekte Integration von Daten, Funktionen und Benutzungsoberfläche über verschiedene Anwendungen hinweg ist kaum zu bewerkstelligen. Während der Nutzen mit zusätzlicher Integration immer stärker abflacht, steigen die Kosten exponentiell. Als optimaler Integrationsgrad kann somit das optimale Kosten-/Nutzenverhältnis angesehen werden (Scheer, 1990). Das Modell ist eine starke Vereinfachung und widerspiegelt die praktische Situation eigentlich nie. Dennoch sind die zugrundeliegenden Gedanken wertvoll für die Integrationsüberlegungen.

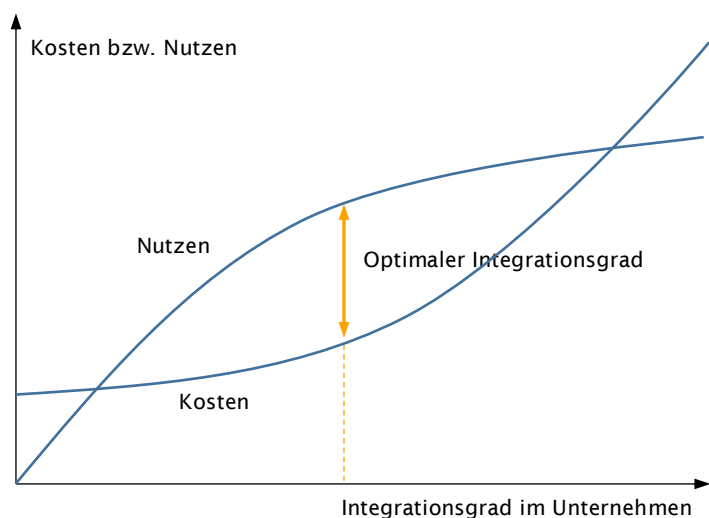


Abbildung 24: Optimaler Integrationsgrad nach Scheer

24.4 Typische Schnittstellen in der Holzwirtschaft

Innerhalb der Branchen manifestieren sich oft ähnliche Anforderungen, welche zu typischen Softwarekonstellationen mit typischen Schnittstellen führen. Häufig werden auch branchenspezifische Lösungen (Branchensoftware, Branchenlösungen) eingesetzt. Das gilt auch für Holzbau und Innenausbau. Nachfolgend werden einige branchentypische Schnittstellen thematisiert. Die kurzen Beschreibungen suggerieren fertige, allgemeingültige Standardlösungen und verleiten zu einer Vereinfachung. Das wäre jedoch eine ganz falsche Interpretation. Betrachtet man Schnittstellen mit ihren Funktionalitäten im Detail und über die gesamte Vernetzung, dann stellen sich oft erhebliche Herausforderungen. Letztlich muss jeder Einzelfall genau betrachtet und individuell gelöst werden.

24.4.1 ERP CAD

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss
Datei	CAD-Zeichnungen sind Dateien. Sie müssen bezeichnet und in einer Struktur abgelegt werden. Manche Systeme ermöglichen, direkt aus dem ERP eine neue CAD-Zeichnung aus einer Vorlage anzulegen. Das Bezeichnen und Verwalten von Ordnern und Dateien entfällt. Die Zeichnungen können direkt aus der Projektverwaltung des ERP geöffnet werden.	ERP > CAD
Projekt und Adressen	Daten zu Kunden und Projekten sind im ERP erfasst, bevor eine Zeichnung angelegt wird. Somit kann es möglich sein, den Plankopf automatisch mit den Projektangaben aus dem ERP auszufüllen.	ERP > CAD
Stücklisten	3D-Zeichnungen beinhalten automatisch mindestens einen Teil der Stücklisteninformationen. Beschaffung, Kalkulation und weitere Funktionen erfolgen jedoch im ERP. Durch eine Schnittstelle können Doppelerfassungen vermieden werden. In welcher Detaillierung, Form und Materialisierung ein Import erfolgen soll, hängt von den Produktionsanlagen und -prozessen ab. Themen wie parametrische Konstruktion, Maschinenansteuerung, Materialisierung, Kanten-, Belags- und Oberflächeninformationen spielen eine zentrale Rolle.	ERP < (>) CAD

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss
	Einige ERP-Systeme können Stammdaten aus dem CAD ansteuern und somit einen Teil der Zeichnungsarbeit erledigen.	
Material	Das ERP-System benötigt für seine Aufgaben eine ganze Reihe von Materialinformationen und führt somit einen Materialstamm. Abhängig von der Verwendung einer Zeichnung (Visualisierung, CAM,...) kann es sinnvoll sein, die Werkstücke im CAD zu materialisieren. Diese Informationen sollen dann natürlich auch über die Stücklistenschnittstelle laufen. Im Idealfall kann das CAD direkt auf den Materialstamm des ERP zugreifen. Oft ist das aus technologischen oder anderen Gründen nicht möglich und es müssen in beiden Systemen Materialstämme geführt werden. Durch die unterschiedlichen Aufgaben benötigen ERP und CAD nicht alle Informationen. Der Materialstamm im CAD kann schlanker geführt werden. Beim Stücklistenimport des ERP erfolgt dann ein sogenanntes Mapping, bei dem einem CAD Material ein ERP Material zugewiesen wird.	Lieferanten < (>) Lieferanten

Abbildung 25: Typische Schnittstelle ERP CAD

24.4.2 ERP CAM

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss
Datei	Die computerunterstützte Produktion benötigt Maschinenprogramme. Sind diese für bestimmte Produkte standardisiert, kann das ERP den Dateipfad des CNC-Programms auf der Stückliste oder Etikette mitgeben, beispielsweise als Barcode. An der Maschine entfällt so das Suchen und Aufrufen des Programms.	ERP > CAM
Parameter	Aus Leistungsbeschreibungen und/oder Stücklisten kennt das ERP Produktparameter, die auch in der computerunterstützten Fertigung benötigt werden. Die Parameter können über einen QR-Code auf der Stückliste oder auf der Etikette mitgegeben werden. An der CNC-Maschine werden die Parameter in das Programm eingelesen. Eine manuelle Parametereingabe entfällt ganz oder teilweise. Die Anzahl möglicher Parameter ist durch den QR-Code begrenzt.	ERP > CAM
Programme	Einen Schritt weiter geht die Erstellung von CNC-Programmen durch das ERP. Dabei wird eine auf das zu fertigende Werkstück passende Maschinenprogrammvorlage kopiert, die Parameter eingefüllt und die Datei projektspezifisch verwaltet, natürlich voll automatisiert. Auf der Stückliste oder der Etikette wird ein Barcode mit dem Dateipfad aufgedruckt. Das Abschiessen des Barcodes startet das CNC-Programm. Die Anzahl der Parameter ist unbegrenzt und die Datei bleibt projektspezifisch gespeichert, was die Rückverfolgbarkeit und Reproduzierbarkeit gewährleistet. Im Gegenzug wird entsprechender Speicherplatz belegt.	ERP > CAM
Steuerung	Steuerinformationen können über entsprechende Schnittstellen direkt vom ERP an eine Maschine übertragen werden. Ein typischer Fall ist der Zuschnitt auf	ERP > CAM

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss
	einer Plattensäge. Die Stückliste wird aus dem ERP an die Plattensäge übermittelt. Diese übernimmt die Schnittoptimierung und den automatischen Zuschnitt.	

Abbildung 26: Typische Schnittstelle ERP CAM

24.4.3 ERP Plattenlager

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss
Bestand	Besonders in Zusammenhang mit automatisiertem Plattenzuschnitt und der dafür notwendigen Beschickung kommt eine anlagenspezifische Lagerverwaltung zum Einsatz. Auch dabei geben sich Überschneidungen mit dem ERP, so dass sich ein Datenaustausch lohnen kann. Die anlagenspezifische Lagerverwaltung übernimmt die Einlagerung der Platten und die Verwaltung der Resten. Das Beschaffungswesen und die Lagerverwaltung aus Finanzsicht übernehmen das ERP. Über eine entsprechende Schnittstelle werden Lagerbestand und Einkauf abgeglichen und Reservationen vorgenommen.	ERP < (>) Plattenlager

Abbildung 27: Typische Schnittstelle ERP Plattenlager

24.4.4 ERP Finanzlösung

Manche ERP-Systeme haben als Kern eine Finanzbuchhaltung. In diesem Fall erübrigt sich eine Schnittstelle. Insbesondere in der Holzbranche sind jedoch auch ERP-Systeme verbreitet, welche die branchenspezifischen Prozesse in das Zentrum stellen und die Finanzbuchhaltung als branchenneutrales Element auslagern. In diesem Fall bietet sich eine Schnittstelle zwischen der ERP-Branchenlösung und der Finanzlösung an.

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss
Adressen	ERP und Finanzlösung haben eine grosse Überschneidung bei den Adressen. Meistens führen beide Systeme eigene Adressenstämme, die über eine Zuweisung eindeutiger Adresskennungen synchronisiert werden. Oft liefert das ERP die Adresse mit jedem Debitor und Kreditor mit. Es sind aber auch verschiedene andere Möglichkeiten im Einsatz.	ERP (<) > Finanzlösung
Kreditoren	Lieferantenrechnungen werden aus verschiedenen Gründen im ERP benötigt. Ein wichtiger ist die Nachkalkulation von Aufträgen. Daher werden Lieferantenrechnungen (Kreditoren) entweder im ERP-System erfasst oder direkt aus erfolgten Bestellungen erzeugt. Das ERP liefert die Angaben an die Kreditorenbuchhaltung der Finanzlösung. Eine manuelle Verbuchung entfällt.	ERP (<) > Finanzlösung
Debitoren	Rechnungen aus dem ERP beinhalten sämtlichen Debitorenangaben. Manche ERP-Systeme verwalten den offenen Posten und übergeben nach dem Zahlungseingang die Angaben an die Finanzbuchhaltung. Andere ERP-Systeme übergeben den offenen Posten an die Debitorenbuchhaltung der Finanzlösung. Eine manuelle Verbuchung entfällt.	ERP (<) > Finanzlösung

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss		
Dateien	Lieferantenrechnungen werden immer öfter elektronisch gestellt (Mail, E-Rechnung,...) oder eingescannt. Die entsprechenden Dokumente werden über das ERP-System oder über die Finanzlösung oder über beide verwaltet. Das Papierarchiv entfällt.	ERP	(<) (>)	Finanzlösung

Abbildung 28: Typische Schnittstelle ERP Finanzbuchhaltung

24.4.5 ERP/Finanzlösung Lohnbuchhaltung

Manche ERP-Systeme beinhalten eine Lohnbuchhaltung. In diesem Fall erübrigt sich eine Schnittstelle. Aus regionalen, branchenspezifischen oder anderen Gründen erfolgt die Lohnbuchhaltung erfolgt die Lohnbuchhaltung jedoch auch oft in einer separaten Lohnbuchhaltungssoftware.

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss		
Personal	Die jeweiligen Systeme führen meist eigene Personalstämme, die über eine Schnittstelle synchronisiert werden oder wenigstens minimal über eine eindeutige Zuordnung verfügen. In umgekehrter Richtung können von der Lohnbuchhaltung effektive Lohnkosten als Stundensätze für Nachkalkulationen und Personalauswertungen (Produktivität, Rentabilität, ...) in die ERP-Lösung geliefert werden.	ERP	< >	Lohnbuchhaltung
Betriebsdaten	Arbeitszeiten, Absenzen, Ferien, Spesen werden meistens im ERP erfasst oder manchmal auch von Drittsystemen importiert. Im ERP werden die Daten für die Lohnbuchhaltung aufbereitet und exportiert.	ERP	>	Lohnbuchhaltung
Geld	Nach der Verarbeitung der Lohnbuchhaltung fließen die Daten zur Verbuchung in die Finanzbuchhaltung.	Finanzlösung	<	Lohnbuchhaltung

Abbildung 29: Typische Schnittstelle ERP Finanzlösung Lohnbuchhaltung

24.4.6 ERP Lieferanten

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss		
Materialstamm	Für die Erstellung oder Erzeugung von Stücklisten greift das ERP üblicherweise auf einen Materialstamm zu. Um Pflegeaufwand und Fehler zu reduzieren, wird der eigene Materialstamm mit dem der Lieferanten abgeglichen, entweder über einen periodischen Import oder über eine Austauschplattform wie beispielsweise Comnorm ³² oder in (noch) eher seltenen Fällen über EAI ³³ .	ERP	<	Lieferant
Beschaffung	Je nach Integrationsstufe ist der gesamte Beschaffungsprozess von der Angebotseinholung bis zur Bestellung und Verrechnung möglich.	ERP	< >	Lieferant

Abbildung 30: Typische Schnittstelle ERP Lieferanten

³² Comnorm wurden vom Verband Schweizer Schreiner Software VSSS entwickelt und ermöglicht einen normierten Datenaustausch zwischen Lieferant und Verarbeiter.

³³ Enterprise Application Integration EAI, siehe Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

24.4.7 CAD CAM CNC

Schnittstelle	Beschreibung	Datenfluss
Geometrie	Im CAD werden die Geometrien der Werkstücke definiert. Diese Daten können an die Programmiersoftware der CNC-Maschinen übertragen werden. Als einfache Möglichkeit für eher seltene Fälle dient eine dxf-Schnittstelle.	CAD > CNC
Bearbeitung	Integrierte CAD/CAM-Systeme erstellen aus dem CAD CNC-Programme. Hier gibt es systemabhängig verschiedene Integrationsmöglichkeiten. Beispiele: Übergabe der Geometrien an das CAM-Modul. Dort wird das Programm erstellt und entweder zur Validierung an die Programmiersoftware ³⁴ der CNC-Maschinen übergeben oder die CNC-Maschine direkt über einen Postprozessor angesteuert. Vollständig integrierte, assoziative CAD/CAM-Software mit Simulation und direkter Ansteuerung des Postprozessors.	CAD/CAM (<) > CNC

Abbildung 31: Typische Schnittstelle CAD CAM CNC

24.5 Industrie 4.0-Integration

Technologischer Ursprung von Industrie 4.0 ist das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT). Hier sind eine ganze Reihe neuer Plattformen entstanden, meistens aus dem Umfeld grosser Maschinenhersteller. Beispiele siehe Kapitel 11.5.4 IoT-Plattformen, IoT-Betriebssysteme. Im Laufe der Zeit wurden dann alle möglichen Technologien unter das Thema Industrie 4.0 gestellt. Insgesamt ist die Thematik Industrie 4.0 im Themenbereich Smartfactory anzusiedeln.

24.6 BIM-Integration

BIM wird in einem separaten Themenpapier bearbeitet und hier nicht vertieft, mit Ausnahme eines wichtigen Hinweises: bei BIM steht ein Objekt im Vordergrund. In einer Unternehmung gibt es vermutlich parallel mehrere Aufträge zu verschiedenen Objekten mit unterschiedlichem Fortschritt und in wechselnden Partnerschaften. Ein System, das die verschiedenen BIM-Ansätze einheitlich in eine betriebliche Lösung einsteigt, ist uns bisher nur im Bereich des Closed BIM bekannt.

25 Megatrends der Informationstechnologie

Viele Autoren sehen die Zeit um 1900 als endgültigen Beginn des Informationszeitalter an. Die Produktion von materiellen Gütern in Industrie und Landwirtschaft verliert in der Wirtschaft an Relevanz. Demgegenüber ist die Intelligenz, die in ein Produkt gesteckt wird, immer entscheidender. Information ist ein wesentlicher Rohstoff geworden. Die digitale Vernetzung wird allgegenwärtig.

25.1 Digitale Durchdringung

Grundlage des unaufhaltsamen Trends in Richtung Informationsgesellschaft sind technologische Entwicklungen in der elektronischen Informations- und Netzwerktechnologie:

- **Kleiner**
Die Miniaturisierung eröffnet zunehmend neue Möglichkeiten und erweitert das Einsatzgebiet.

³⁴ Beispiele: NC-Hops, Wood WOP, Xilog, Cambium

- **Leistungsfähiger**
Trotz Miniaturisierung steigt die Leistungsfähigkeit laufend.
- **Billiger**
Die kleineren und leistungsfähigeren Komponenten benötigen weniger Material und werden gleichzeitig in höheren Stückzahlen hergestellt, wodurch die Preise sinken.

Durch diese Entwicklungen wird die physische Welt weitgehend digital vernetzt. Gegenstände können mithilfe von Sensoren ermittelte Daten mit anderen teilen. Kommunikations- und Informationstechnik werden integrale Bestandteile der Realität, der Geräte, Mitmenschen, der technischen Systeme generell, ja sogar banaler Alltagsdinge um uns herum.

25.1.1 Eingebettete Systeme

Über 90 % aller Prozessoren arbeiten nicht in einem PC, sondern im Verborgenen als eingebettetes System (engl. embedded system). Sie verrichten unscheinbar Überwachungs-, Steuerungs- oder Regelungsfunktionen oder verarbeiten Daten oder Signale in Gegenständen wie beispielsweise Antiblockiersysteme in Autos, Maschinensteuerungen, Telefonanlagen, medizinische Geräte oder allgemein alle möglichen elektronischen Geräte.

25.1.2 Smarte Systeme

Im Zusammenhang mit solchen Systemen wird oft der Begriff „smart“ gebraucht. Dabei handelt es sich um Geräte beziehungsweise beliebige physikalische Objekte, in die ein eingebettetes System samt Sensor- und Netzwerktechnik integriert wurde und die so einen Teil ihrer Umwelt wahrnehmen und sogar manipulieren können.

Die Interaktion mit smarten Systemen wird sich in den kommenden Jahren immer mehr an unser natürliches Verhalten annähern. Es wird uns nicht mehr auffallen, dass hunderte von Sensoren, Computern, Netzwerken und Displays unseren Alltag säumen, denn die Interaktion mit ihnen wird immer natürlicher und intuitiver.

Neben vielen anderen Beispielen smarterer Systeme kann auch das Zuhause ein solches System darstellen. Unter den Begriff Smart Home versteht man das Zusammenführen verschiedener Aspekte im Wohnumfeld. Neben der klassischen Gebäudeautomation spielen Messtechnik, Vernetzung von Haushaltsgeräten, Sicherheitssystemen und Unterhaltungselektronik und die Anbindung ans Internet dabei eine zentrale Rolle.

Solche Konzepte beschränken sich natürlich nicht auf das Wohnen. Sie lassen sich weiterdenken und auf andere Bauten anwenden. Unternehmensgebäude, Verwaltungen, Schulen, Spitäler, Infrastrukturbauten, Schutzbauten usw. werden zu Smart Buildings.

Ein weiteres, ganz grosses Thema aus der Energiebranche ist das Smart Grid. Darunter versteht man die Vernetzung der Stromerzeuger und -verbraucher zu einem intelligenten Stromnetz. Auf dem Weg zur Energiewende wird die dezentrale Stromerzeugung mit Sonne und Wind immer wichtiger. Aufgrund äusserer (Wetter-) Bedingungen schwankt die Energieproduktion stark. Aber auch der Verbrauch unterliegt grossen Schwankungen. Smart Grids sollen diese Schwankungen intelligent ausgleichen und so eine effiziente und ressourcenschonende Energieversorgung sicherstellen.

Smart wird auch für das Gerät verwendet, das fast jeder mit sich trägt: das Smartphone. Dieses prägt einen weiteren Megatrend, den wir später vertiefen wollen (vgl. 16.5 Mobile).

25.2 Big Data

Der Begriff Digitalisierung bedeutet im eigentlichen Sinne die Überführung analoger Grössen in diskrete (abgestufte) Werte, zu dem Zweck, sie elektronisch zu speichern oder zu verarbeiten. In einem allgemeineren Sinn kann mit Digitalisierung auch der gesamte Vorgang von der Erfassung und Aufbereitung bis hin zur Speicherung von analogen Daten auf einem digitalen Speichermedium gemeint

sein. (Wikipedia, Digitalisierung, 2016). Im Sprachgebrauch hat sich der Begriff Digitalisierung aber auch für die Einführung digitaler Datentechnik etabliert.

Unabhängig von der exakten Definition von Digitalisierung lässt sich feststellen, dass die Menge digitaler Daten weltweit rasant zunimmt. Man geht davon aus, dass 2002 die Schwelle erreicht wurde, an der mehr Daten digital als analog gespeichert wurden. Seither verdoppelt sich die Menge digitaler Daten etwa alle 2 Jahre (IDC, 2014)! Dabei lassen sich aber nur etwa 3 % der Daten über ein Schlagwort suchen, die anderen sind unstrukturiert und somit nur schwer zu nutzen.

In diesem Zusammenhang hat sich der Begriff Big Data etabliert. Er bezeichnet Datenmengen, welche

- zu gross oder
- zu komplex oder
- zu schnelllebig oder
- zu schwach strukturiert

sind, um sie mit manuellen und klassischen Methoden der Datenverarbeitung auszuwerten. Big Data generiert Potenziale zur Geschäftsprozessverbesserung in allen Funktionsbereichen des Unternehmens, vor allem aber im Bereich der Technologieentwicklung & IT sowie des Marketings. Datenmengen dienen im Allgemeinen der Umsetzung von Unternehmenszielen oder zur staatlichen Sicherheit. Bisher haben vor allem grosse Branchen, Unternehmen und Anwendungsbereiche der Wirtschaft, Marktforschung, Vertriebs- und Servicesteuerung, Medizin, Verwaltung und Nachrichtendienste die digitalen Methoden der Datensammlung für sich genutzt. Die erfassten Daten sollen weiterentwickelt und nutzenbringend eingesetzt werden. Die Erhebung der Daten dient meistens für konzernorientierte Geschäftsmodelle, sowie Trendforschung in den sozialen Medien und Werbeanalysen, um zukunftsweisende und gewinnbringende Entwicklungen zu erkennen und in diese Prognosen zu investieren. (Wikipedia, Big Data, 2016)

Quellen, aus denen digitale Daten fliessen, gibt es reichlich: Sensoren in Maschinen erfassen Betriebsabläufe, Umgebungstemperatur und Vibrationen, Nutzer sozialer Netzwerke legen ständig Informationen nach, dazu kommen E-Mails, Telefongespräche per Skype, GPS-Daten vom Smartphone sowie Bilder aus Überwachungskameras und Daten von intelligenten Stromzählern. All das liegt in digitaler Form vor, in einem Speicher irgendwo auf der Welt.

25.3 Digitale Vernetzung

25.3.1 Internet

Das Internet ist ein weltweiter Verbund von Rechnernetzwerken, den autonomen Systemen. Es ermöglicht die Nutzung von Internetdiensten wie www, E-Mail, und FTP. Dabei kann sich jeder Rechner mit jedem anderen Rechner verbinden. Der Datenaustausch zwischen den über das Internet verbundenen Rechnern erfolgt über die technisch normierten Internetprotokolle (siehe Kapitel 16.3.5 Exkurs in die Netzwerktechnik).

Die Verbreitung des Internets hat zu umfassenden Umwälzungen in vielen Lebensbereichen geführt. Es trug zu einem Modernisierungsschub in vielen Wirtschaftsbereichen sowie zur Entstehung neuer Wirtschaftszweige bei und hat zu einem grundlegenden Wandel des Kommunikationsverhaltens und der Mediennutzung im beruflichen und privaten Bereich geführt. Die kulturelle Bedeutung dieser Entwicklung wird manchmal mit der Erfindung des Buchdrucks gleichgesetzt. Der Bedeutung des Internets für die Geschäftstätigkeit widmen wir ein separates Kapitel (vgl. Kapitel 14.5 E-Business).

Ein Begriff, der aktuell die Politik beschäftigt, ist die Netzneutralität. Sie bezeichnet die Übertragung von Daten im Internet unabhängig von ihrem Inhalt, dem Absender und dem Empfänger. Diese Gleichbehandlung von Daten bei der Übertragung im Internet und den diskriminierungsfreien Zugang bei der Nutzung ist gesellschaftlich und technologisch bedeutsam. Wir wollen hier aber keinen Diskurs über die Netzneutralität veranstalten und verweisen - wie sollte es anders sein - auf das Internet.

25.3.2 Web 2.0

Unter dem Begriff Web 2.0 versteht man die Weiterentwicklung des Internets zum sogenannten „Mitmach-Web“. Die User können aktiv in das Geschehen eingreifen und tragen so zur Erstellung des Inhaltes bei. Oftmals stehen Zusammenarbeit und gemeinsame Ressourcennutzung im Mittelpunkt, daher wird auch vom sozialen Web gesprochen. Wesentliche Aspekte des Web 2.0 sind:

- Nutzer generieren Inhalten indem sie Kommentare verfassen oder Bilder und Videos veröffentlichen.
- Das Teilhaben am Geschehen, das Dabeisein und die gemeinsame Benutzung stehen im Mittelpunkt.
- Die Kommunikation geschieht interaktiv und in Echtzeit.

Eine weit verbreitete Ausprägung des Web 2.0 sind Blogs. Diese erlauben es dem Autor, ohne technische Kenntnisse Inhalte online zu veröffentlichen. Über eine Kommentarfunktion können die User die Einträge kommentieren.

Auch Wikis sind Web 2.0-Anwendungen. Bekanntester Vertreter ist die Online-Enzyklopädie Wikipedia. Ein Wiki ist ein Hypertextsystem für Webseiten, deren Inhalte von den Benutzern direkt im Webbrowser erstellt und geändert werden können. Das Ziel ist häufig, Erfahrung und Wissen gemeinschaftlich in für die Zielgruppe verständlicher Form zu dokumentieren (Kollaboratives Schreiben, E-Collaboration). Damit soll die Schwarmintelligenz (kollektive Intelligenz) genutzt werden. In Unternehmen werden Enterprise Wikis als Teil des Wissensmanagements eingesetzt und sind meist in ihrem Intranet eingebunden.

25.3.3 Social Media

Eine erweiterte Form des „Mitmach-Webs“ sind Soziale Netzwerke, Online-Gemeinschaften die sich über Webanwendungen organisieren. Es gibt unterschiedliche soziale Netzwerke mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Das zurzeit grösste soziale Netzwerk stellt Facebook dar. Waren es zu Beginn des Jahres 2009 noch knapp 200 Mio. Benutzer, waren es Mitte 2016 bereits 1.7 Mia.

Da in den sozialen Netzwerken die Benutzer oftmals bereit sind, persönliche Angaben und Vorlieben von sich preis zu geben, sind diese Plattformen sehr gut geeignet um Werbemassnahmen vorzunehmen, Marktforschung zu betreiben oder auch Personal zu rekrutieren.

Zugleich können Unternehmen über Social Media mit ihren Kunden in einen Dialog treten. Eine Frage, die viele Leute beschäftigt und die noch weitestgehend unbeantwortet geblieben ist, stellt sich in Form des Datenschutzes. Die Privaten User wollen, dass ihre Privatsphäre gewahrt bleibt. Die Unternehmen dagegen möchten über die Privatpersonen so viel wie möglich erfahren, um ihre Angebote zielgerichtet zu platzieren. Die Evolution hat an dieser Stelle erst begonnen.

25.3.4 Internet der Dinge

Das Internet der Dinge (engl. Internet of Things, IoT) bezeichnet die Verknüpfung eindeutig identifizierbarer physischer Objekte (Things) mit einer virtuellen Repräsentation in einer Internetähnlichen Struktur. Statt Gegenstand der menschlichen Aufmerksamkeit zu sein, soll das Internet der Dinge den Menschen bei seinen Tätigkeiten unmerklich unterstützen. Die immer kleineren eingebetteten Computer sollen Menschen unterstützen, ohne abzulenken oder überhaupt aufzufallen. Durch die Integration miniaturisierter Aktoren und Sensoren werden Gegenstände intelligent. Solche Gegenstände können alles Mögliche sein: Maschinen, Fahrzeuge, Gebrauchsgegenstände, Elektronik, Haustechnik oder sogar Kleidungsstücke, sogenannte Wearables.

Für die Industrie ist das Internet der Dinge ein derart starker Treiber, dass von einer vierten industriellen Revolution gesprochen wird (vgl. Kapitel 16.6 Industrie 4.0).

25.3.5 Exkurs in die Netzwerktechnik

Zwei Computer können Informationen (wie wir Menschen übrigens auch!) nur dann sinnvoll austauschen, wenn sie die Bedeutung der übertragenen Daten verstehen. Dazu bedarf es eines gemeinsamen Nenners, also einer gemeinsamen Sprache. Darüber hinaus muss auch geregelt sein, wer wann wie lange redet. Gemeinsame Sprache plus festgelegtes Regelwerk nennt man ein Protokoll.

Netzwerkprotokolle dienen dem Austausch von Daten zwischen Computern und Systemen die miteinander in einem Netzwerk verbunden sind. Die Festlegung umfasst eine definierte Menge von Regeln als auch Formatfestlegungen (Syntax), die das Kommunikationsverhalten der Kommunizierenden bestimmen (Semantik). (Burkard & Thesmann, 2016)

Damit ein einzelnes Protokoll nicht zu umfangreich wird, weil es zu viele Details der Kommunikation regeln soll, wird ein Zusammenspiel mehrerer Protokolle mit unterschiedlichen Teilaufgaben, sogenannte Protokollfamilien, organisiert. Die International Standard Organisation ISO hat eine Protokollarchitektur mit sieben Schichten erstellt, das OSI-Referenzmodell, welches sich als Internetprotokoll (IP-Protokoll) weitgehend durchgesetzt hat.

OSI-Schicht	TCP/IP-Schicht	Beispiel
1 Bitübertragung	Netzzugang	Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI, IPoAC
2 Sicherung		
3 Vermittlung	Internet	IP (IPv4, IPv6)
4 Transport	Transport	TCP, UDP, SCTP
(Zwischenschicht)		SOCKS
5 Sitzung	Anwendungen	HTTP, UDS, FTP, SMTP, POP
6 Darstellung		
7 Anwendungen		

Abbildung 32: Internetprotokollfamilie

Die aus den verschiedenen Teilaufgaben zusammengeführten Daten werden an die oberste Schicht, die sogenannte Anwendungsschicht weitergereicht. In ihr laufen die anwendungsnahen Protokolle. Die verbreitetsten Anwendungsprotokolle sind:

- HTTP (Hypertext Transfer Protocol) ist ein Protokoll zur Übertragung von Webseiten. Es regelt die Anfragen eines Clients an einen Webserver.
- FTP (File Transfer Protocol) ist ein Protokoll zur Übertragung von Dateien und ganzen Ordnern. FTP kann Dateien und Verzeichnisse anlegen, umbenennen, auslesen und auch löschen.
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) wird zur Übertragung von E-Mails verwendet. Der Clientcomputer nutzt SMTP um die E-Mail an den Mailserver weiterzuleiten. Die Mailserver nutzen ebenfalls SMTP um die E-Mails untereinander auszutauschen. Der Client greift mittels eines spezialisierten Protokolls auf sein E-Mail-Postfach auf dem Mailserver zu. Zum Beispiel das Post Office Protocol in der Version 3 (POP3) oder das Internet Message Access Protocol (IMAP).

Computer, die Daten speichern, verwalten und anbieten, werden als Server bezeichnet. Je nach Art der Daten und Dienste unterscheidet man verschiedene Servertypen. Die bekanntesten sind:

- Mailserver für die Verwaltung von E-Mails
- Webserver für die Bereitstellung von Webseiten
- Fileserver als Anbieter von Speicherplatz
- Printserver für die Verwaltung von Druckaufträgen

25.4 Cloud-Computing

Zu Beginn der Industrialisierung war es für Grossunternehmen üblich, ihren eigenen Strom zu produzieren. Doch bald einmal bezogen auch diese Firmen ihren Strom von grossen Stromkonzernen. Sie konnten sich so zum einen auf ihr Kerngeschäft konzentrieren und zum anderen von den positiven Skaleneffekten profitieren. Mit dem Cloud-Computing verhält es sich gewissermassen ähnlich. Für viele Unternehmen ist es üblich, ihre eigenen Server zu betreiben und eigene IT Leute zu beschäftigen. Doch immer mehr Unternehmen denken um und setzen auf Cloud-Computing. Cloud-Computing umschreibt den Ansatz, IT-Infrastrukturen (z. B. Rechenkapazität, Datenspeicher, Netzkapazitäten oder auch fertige Software) über ein Netz zur Verfügung zu stellen, ohne dass diese auf dem lokalen Rechner installiert sein müssen.

25.4.1 Servicemodelle

Es gibt unterschiedliche Definitionen und Interpretationen des Cloud-Computing. Eine unterscheidet drei verschiedene Servicemodelle:

- Werden Anwendungen direkt aus dem Internet bezogen, nennt sich das **Software as a Service (SaaS)**. Wer sich auf der Webseite seines E-Mail Anbieters einloggt und im Browser seine Mails bearbeitet, nutzt dabei ein solches Angebot.
- Unter **Platform as a Service (PaaS)** versteht man eine webbasierte Entwicklungsumgebung auf der Software entwickelt und angeboten werden kann.
- Noch einen Schritt weiter geht es mit der **Infrastructure as a Service (IaaS)**. Hier werden virtuelle Hardware- und Softwaresysteme angeboten, die der Nutzer nach eigenem Ermessen konfigurieren kann. So kann innerhalb weniger Minuten ein Rechner „zusammengebaut“ und in Betrieb genommen werden.

Der grösste Schwachpunkt der Cloud-Lösungen ist die Datenverwaltung. Anders als bei einem herkömmlichen Server, der innerhalb der Firma untergebracht ist, befinden sich die Firmendaten von IaaS, PaaS und SaaS ausserhalb der Unternehmen, häufig sogar in einem anderen Land mit anderer Rechtslage. So kommt es, dass sich immer noch viele Firmen gegen eine reine Cloud-Infrastruktur entscheiden um eine ihrer wichtigsten Ressourcen zu schützen: Die Firmendaten.

25.4.2 Liefermodelle

Neben den Servicemodellen definiert das NIST auch unterschiedliche Liefermodelle:

- **Public Cloud**
Die öffentliche Rechnerwolke bietet über das Internet Zugang zu IT-Infrastrukturen für die breite Öffentlichkeit. Public-Cloud-Dienstanbieter erlauben ihren Kunden, IT-Infrastruktur zu mieten auf Basis der tatsächlichen Nutzung, ohne Kapital in Rechner- und Datenzentrumsinfrastruktur investieren zu müssen.
- **Private Cloud**
Die private Rechnerwolke bietet über das Internet Zugang zu IT-Infrastrukturen, deren Hardware sich innerhalb der eigenen Organisation (Behörde, Firma, Verein) befindet.
- **Hybrid Cloud**
Die hybride Rechnerwolke bietet über das Internet einen kombinierten Zugang zu IT-Infrastrukturen aus den Bereichen von Public Clouds und Private Clouds, nach den Bedürfnissen ihrer Nutzer.
- **Community Cloud – die gemeinschaftliche Rechnerwolke**
Die gemeinschaftliche Rechnerwolke bietet über das Internet Zugang zu IT-Infrastrukturen wie bei der Public Cloud – jedoch für einen kleineren Nutzerkreis, der sich, meist örtlich verteilt, die Kosten teilt (z. B. mehrere städtische Behörden, Universitäten, Betriebe oder Firmen mit ähnlichen Interessen, Forschungsgemeinschaften, Genossenschaften).

Weiterhin gibt es Mischformen der oben genannten Cloud-Typen:

- **Virtual Private Cloud**
eine private Rechnerwolke auf prinzipiell öffentlich-zugänglichen IT-Infrastrukturen. Die Abschottung der „virtuell privaten“ Bereiche auf der öffentlichen Infrastruktur wird durch geeignete Sicherheitsmassnahmen (z.B. VPN) gewährleistet.

25.5 Mobile

Kaum eine Technologie hat sich so schnell etabliert wie der Mobilfunk. Seit der Einführung des SMS beherrschen Mobiltelefone nicht nur die synchrone Kommunikation, sondern auch die asynchrone. Mit der Vorstellung von Apples iPhone im Jahre 2007 begann der Siegeszug der Smartphones, benutzungsfreundliche Kleincomputer, die an den Mobilfunk und an das Internet angebunden sind. Eine immer bessere Netzabdeckung, stetig wachsende Übertragungsgeschwindigkeiten und gleichzeitig sinkende Preise begünstigen den Vormarsch des Mobile Commerce (kurz M-Commerce statt E-Commerce). 2010 stellte Apple das erste iPad vor, begründete damit die Gerätekategorie der Tablets und förderte die mobile Nutzung zusätzlich.

25.5.1 Verbesserung bei der Funktechnik

Einen wesentlichen Beitrag zu dieser Evolution trägt die Verbesserung im Bereich der drahtlosen Datenübertragung bei. Die Datenpakete können heute schneller über grössere Distanzen und von einer grösseren Anzahl User gleichzeitig übertragen werden. Heute werden mit dem Mobilfunknetz Long Term Evolution (LTE) Übertragungsgeschwindigkeiten erreicht, wie man sie üblicherweise in verkabelten lokalen Netzwerken (Local Area Network, LAN) gewohnt ist.

25.5.2 Mobile Energieversorgung

Die Leistungsfähigkeit von Akkus hat sich in den vergangenen Jahren ebenfalls stark verbessert. Die heutigen Lithium-Ionen-Akkus leisten ein Vielfaches von dem, was die ehemaligen Nickel-Cadmium-Akkus zu leisten im Stande waren, und die Evolution hat erst begonnen. Zudem werden die Energiespeicher immer kleiner und leichter.

25.5.3 Displaytechnik

Mit der steigenden Energiespeichermöglichkeit wurden Komponenten wie Farbdisplays in mobilen Endgeräten möglich. Diese lösten die früher verwendeten Flüssigkristall-Display (Liquid Crystal Display, LCD) ab. Die Displays wurden zudem immer grösser und schärfer und erhielten zusätzliche Touch-Funktionen.

25.6 Industrie 4.0

Das weltweite Netz und die Digitalisierung haben eine Lawine losgetreten, die vor kaum einer Branche, vor kaum einem Lebensbereich Halt macht. Und jetzt sind die Fabriken an der Reihe. Für den Wandel in den Werkhallen hat sich seit der Hannover Messe 2001 der Begriff „Industrie 4.0“ durch die gleichnamige deutsche Zukunftsinitiative durchgesetzt. Der Name drückt die Sprengkraft aus, den die Transformation in die digitale Ökonomie entwickelt: die vierte industri-elle Revolution (Jacob, 2015). Nach der Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung ist nun die Digitalisierung und Vernetzung entlang der Wertschöpfungsketten in Gang, mit dem Ziel der Optimierung von Organisation und Steuerung der Prozesse.

Grundlage dieses Wandels sind neue Technologien aus der Informations- und Kommunikationstechnik, die zunehmend in der produzierenden Industrie zum Einsatz kommen. Industrie 4.0 ist aber mehr als die Anwendung von Technologie - es ist ein Konzept und ein Denkmodell für Veränderungen in der Industrie auf der Basis von verfügbaren und künftigen Technologien. Mit der Initiative Industrie 4.0 wird die Vision einer intelligenten Fabrik innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerks verfolgt. Basis

ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen. (Initiative "Industrie 2025", 2016)

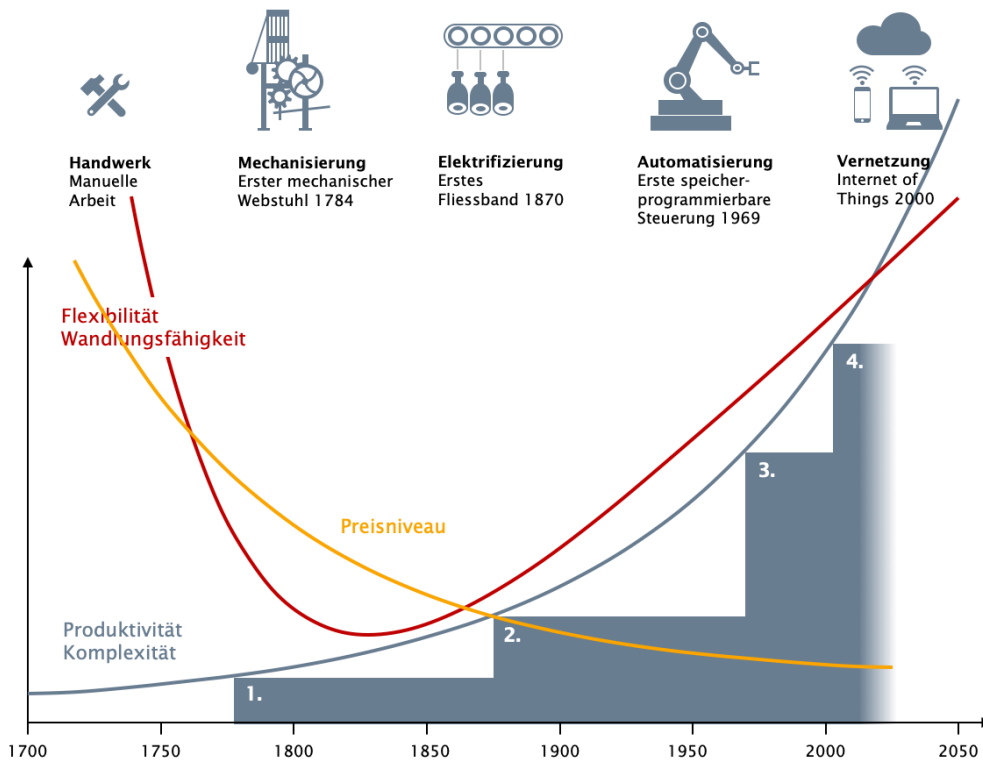


Abbildung 33: Industrielle Revolutionen

25.7 Blockchain

Blockchain (engl. für Blockkette) ist das technische Basisverfahren für sogenannte Kryptowährungen. Die Funktionsweise ähnelt dem Journal der Buchführung. Eine Blockchain besteht aus einer Reihe von Datenblöcken in einem dezentralen Netzwerk. In den Datenblöcken sind jeweils eine oder mehrere Transaktionen zusammengefasst und mit einer Prüfsumme versehen. Neue Blöcke werden in einem rechenintensiven Prozess erschaffen und anschliessend über das Netzwerk an die Teilnehmer verbreitet. Daten, die in einer Blockchain gespeichert sind, können nicht mehr geändert oder entfernt werden. Eine wesentliche Besonderheit der Blockchain ist, dass sie Einvernehmen über geschäftliche Transaktionen herstellen kann, ohne hierzu eine zentrale Instanz oder einen vertrauenswürdigen Dritten zu benötigen. Damit hat das Technologie das Potenzial, alle Intermediäre des Wirtschaftssystems abzuschaffen. Laut der Frankfurter Allgemeinen Zeitung würde dies das Ende von Banken, Börsen, Kreditkarteninstituten, Beratern oder Wirtschaftsprüfern bedeuten. Die Blockchain könnte somit – zumindest in der Theorie – klassische Konzerne, aber auch Plattformen wie Uber oder Airbnb obsolet machen.

Die Schweiz ist ein wichtiger Blockchain-Standort für Kryptowährungen. In Baar ist mit Ethereum eines der ambitioniertesten Projekte ansässig: die vom Russen Vitalik Buterin gegründete Firma will eine Plattform zur Verfügung stellen, in der alle möglichen Arten von Applikationen ohne zentralen Speicherplatz ausgeführt werden können. Bekannte Schweizer Blockchain-Firmen sind ausserdem Monegas, Xapo oder die Bitcoin Suisse AG.

25.8 Künstliche Intelligenz

Es gibt keine exakte Definition von künstlicher Intelligenz. Letztlich geht es um den Versuch, eine menschenähnliche Intelligenz nachzubilden, das heisst, einen Computer so zu bauen oder so zu programmieren, dass dieser eigenständig Probleme bearbeiten kann. Ansätze künstlicher Intelligenz werden beispielsweise in Expertensystemen, Spracherkennung, Übersetzung, Vorhersagen, Robotik, Modellierung usw. eingesetzt. Dabei werden laufend grosse Fortschritte gemacht.

Gemäss einem Bericht aus dem Jahr 2014 in der Financial Times sieht Stephen Hawking in künstlicher Intelligenz sogar eine Bedrohung für die Menschheit. Der britische Physiker und Astrophysiker glaubt, dass dadurch das Ende der Menschheit eingeleitet werden könnte. Die Aussage kam im Zusammenhang mit der Frage nach dem Sprachsystem, das Hawking braucht, um mit der Aussenwelt kommunizieren zu können. Hawking nutzt Technik von Intel und damit die rudimentären Funktionen von künstlicher Intelligenz.

Der Wissenschaftler leidet seit 1963 an Amyotrophe Lateralsklerose (ALS), einer degenerativen Erkrankung des motorischen Nervensystems. 1985 verlor er die Fähigkeit zu sprechen. Den Sprachcomputer steuert er seitdem durch Augenbewegungen. Experten für lernfähige Maschinen von der britischen Firma Swiftkey waren an der Entwicklung beteiligt. Ihre Technologie lernt, wie der Professor denkt und schlägt Worte vor, die Hawking als nächstes vermutlich nutzen würde. Hawking selber sagt, dass die primitiven Formen von künstlicher Intelligenz, die bisher entwickelt wurden, sehr nützlich sind. Er fürchte jedoch die Konsequenzen einer Entwicklung, die dem Menschen gleichkommt oder diesen sogar überunde. „Da der Mensch durch langsame biologische Evolution beschränkt ist, könnte er nicht konkurrieren und würde verdrängt werden“, so Hawking in der Financial Times.

25.9 Virtualisierung

Bei der Virtualisierung handelt es sich um den Prozess der Erstellung einer softwarebasierten (virtuellen) Komponente anstatt einer hardwarebasierten (physischen). Virtualisieren lassen sich sowohl Anwendungen als auch Server, Storage und Netzwerke (VMware, 2016). Virtualisierung spielt aber nicht nur innerhalb der eigenen Infrastrukturen eine immer wichtigere Rolle, sondern kann auch als Grundlage für das Cloud-Computing (vgl. Kapitel 16.4) angesehen werden.

VMware, ein US-amerikanisches Unternehmen, das Software im Bereich der Virtualisierung entwickelt, nennt folgende wichtige Eigenschaften virtueller Maschinen:

Partitionierung

- Ausführung mehrerer Betriebssysteme auf einem physischen Computer
- Aufteilung von Systemressourcen zwischen virtuellen Maschinen

Isolation

- Fehler- und Sicherheitsisolation auf Hardwareebene
- Erweiterte Ressourcensteuerung für gleichbleibende Performance

Kapselung

- Speicherung des gesamten Zustands virtueller Maschinen in Dateien
- Einfaches Verschieben und Kopieren von virtuellen Maschinen (so einfach wie das Verschieben oder Kopieren von Dateien)

Hardwareunabhängigkeit

- Möglichkeit, jede virtuelle Maschine auf jedem beliebigen physischen Server bereitzustellen bzw. dorthin zu migrieren

„Die Virtualisierung ist unabhängig von der Unternehmensgrösse bei Weitem der effektivste Weg zur Reduzierung der IT-Ausgaben bei gleichzeitiger Steigerung der Effizienz und Agilität.“ (VMware, 2016)

Aber ganz so klar, wie es der Anbieter verspricht, ist es dann doch nicht. Ausgerechnet im Bereich der für Unternehmen so wichtigen Datenbanken kann die Virtualisierung erhebliche Leistungseinbussen bewirken. „Je erfolgreicher eine Datenbanksoftware ihre Festplattenzugriffe optimiert, desto grösser ist der Leistungsverlust bei Virtualisierung (Kühni, 2013).“

Es gibt einen grossen Unterschied zwischen dateibasierten Applikationen, wo ein Zugriff erst beim „Datei Speichern“ erfolgt, und einer datenbankbasierten Applikation, welche extrem filigrane Datenzugriffe auf einzelne Felder und Datensätze innerhalb eines meist gigantischen Datenbergs unterstützen und transaktionell verbindlich auf der Festplatte speichern muss. Fällt in der Zwischenzeit der Strom aus oder stürzt die Applikation ab, müssen sämtliche Informationen bis zum letzten Transaktionsabschluss garantiert noch gesichert bleiben. Halb gespeicherte Transaktionen hingegen, müssen sauber zurückgerollt und der Ausgangszustand sorgfältig wiederhergestellt werden. Auf gar keinen Fall darf der Datenberg als Ganzes (die Datenbank) kompromittiert werden. Dazu betreibt sie immensen Aufwand. Daten sollen auf möglichst wenige Blöcke vereint gespeichert und diese Blöcke auf der Festplatte in einer optimierten Reihenfolge und ganz sicher nur einmal angegangen werden. Bei einer Virtualisierung geht nun vieles davon wieder verloren. Eine Festplatte in einer virtuellen Maschine existiert nicht real. Die Virtualisierungs-Software fängt also Zugriffe auf diese imaginäre Platte ab und schleust sie im Allgemeinen wieder als normale, nicht optimierte Zugriffe in die Dateiverwaltung des Gastgeber-Systems ein. Dabei konkurriert die virtuelle Maschine erst noch mit anderen virtuellen Maschinen und dem Gastgeber-System selber. Bei "Datei Speichern"-Vorgängen (also den meisten anderen Applikationen) spielt dies praktisch keine Rolle. Im Gegenteil können diese grossen, losen Schreibvorgänge mehrerer Gäste dank grosszügigerer Hardware ideal verschränkt werden, was unter dem Strich Zeiteinsparungen bringt.

Bei den filigranen Zugriffen der Datenbanken verkommt dieses Prinzip jedoch zum Bremsklotz. Vor allem die transaktionale Schreibgarantie (Synchronisation) wirkt sich dabei verheerend aus. Die virtuelle Maschine kann nicht anders, als diese Schreibgarantie wiederum vom Gastgebersystem einzufordern. Andernfalls droht Datenverlust! Weil nun aber die Garantie nicht mehr hoch-optimiert koordinierte Blockzugriffe betrifft, sondern das gemeinsam genutzte Gastgeberdatei-system und typischerweise alle ausstehenden Schreibzugriffe insgesamt, zwingt so ein Synchronisationsvorgang den virtuellen Server immer wieder ganz kurz in die Knie. Ein erheblicher Leistungsverlust im Vergleich zum direkten, physischen Computer gleicher Leistungsfähigkeit ("bares Eisen") ist unvermeidlich. Virtualisierung ist dennoch möglich. Aber sie kostet erheblich Performance. Teilweise kann dies durch leistungsfähigere und damit entsprechend teurere Hardware kompensiert werden (Kühni, 2013).

Verzeichnisse

26 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Automatisierung heute und morgen	8
Abbildung 2: Externe Integration, horizontal und vertikal	9
Abbildung 3: Entwicklungsrichtungen für Unternehmen infolge der digitalen Transformation.	12
Abbildung 4: Durchschnittlicher Aufwand für Datengenese in % (n=7)	17
Abbildung 5: Durchschnittlich eingeschätztes Sparpotential für Datengenese in % (n=7)	18
Abbildung 6: Entwurf externes Vernetzungsmodell	21
Abbildung 7: Ausschnitt Selektion von Anwendungsfällen nach Nutzen	22
Abbildung 8: Ausschnitt Selektion von Anwendungsfällen nach Handlungsbedarf	23
Abbildung 9: Bewertung von Anwendungsfällen	25
Abbildung 10: Modellierung	30
Abbildung 11: RAMI 4.0 (Quelle: Plattform Industrie 4.0)	31
Abbildung 12: Industrie 4.0-Komponente (Quelle: Plattform Industrie 4.0)	32
Abbildung 13: Bieler Modell (stark verkleinert)	34
Abbildung 14: Hauptverbindungen von Informationen	37
Abbildung 15: Beispiel Herausforderung Ortschaft	39
Abbildung 16: Technologische Möglichkeiten	42
Abbildung 17: Beispiele neuer Möglichkeiten	44
Abbildung 18: Der Industrial Data Space kann ein Bindeglied zwischen digitaler Produktion, Logistik und Smart Services sein. (Quelle: Wikipedia)	47
Abbildung 19: Vernetzungsmöglichkeiten nach Partnern	49
Abbildung 20: Komponenten eines Informationssystems	52
Abbildung 21: Beschreibung von Datenbank-Daten	55
Abbildung 22: Datenbanktabellen mit inkonsistenten Datensätzen	56
Abbildung 23: 3K-Modell	75
Abbildung 24: Optimaler Integrationsgrad nach Scheer	82
Abbildung 25: Typische Schnittstelle ERP CAD	83
Abbildung 26: Typische Schnittstelle ERP CAM	84
Abbildung 27: Typische Schnittstelle ERP Plattenlager	84
Abbildung 28: Typische Schnittstelle ERP Finanzbuchhaltung	85
Abbildung 29: Typische Schnittstelle ERP Finanzlösung Lohnbuchhaltung	85
Abbildung 30: Typische Schnittstelle ERP Lieferanten	85
Abbildung 31: Typische Schnittstelle CAD CAM CNC	86
Abbildung 32: Internetprotokollfamilie	90
Abbildung 33: Industrielle Revolutionen	93

27 Quellennachweis

- Böhle, F., Bolte, A., Pfeiffer, S., & Porschen, S. (2008). Digitalisierung der Arbeitswelt. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Bischof, A. (3. 12 2013). Science in the Making. Abgerufen am 11. 08 2016 von <http://andreasbischof.net/komplex-kompliziert/>
- Burkard, W., & Thesmann, S. (2016). Wirtschaftsinformatik für Dummies (1. Auflage, 1. Nachdruck Ausg.). Weinheim, Deutschland: Wiley-VCH Verlag.
- Fleig, J. (27. 06 2014). So funktioniert Scrum. (www.business-wissen.de, Herausgeber) Abgerufen am 10. 10 2016 von <http://www.business-wissen.de/artikel/agiles-projektmanagement-so-funktioniert-scrum/>
- IDC. (04 2014). Data Growth, Business Opportunities, and the IT Imperatives. Abgerufen am 30. 08 2016 von <http://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014view/executive-summary.htm>
- Initiative "Industrie 2025". (29. 09 2016). Industrie 2025. Abgerufen am 29. 09 2016 von <http://www.industrie2025.ch/themen/definitionen.html>
- Jacob, K. (02 2015). Aufbruchstimmung in den Fabrikhallen. (F. I. IPA, Hrsg.) interaktiv.
- Jjalocha, A. (09. 09 2007). Wikipedia Grafikstandard. Abgerufen am 30. 09 2016 von https://de.wikipedia.org/wiki/Grafikstandard#/media/File:Vector_Video_Standards2.svg
- Kühni, M. (12. 03 2013). Virtualisierung von Datenbankservern. Abgerufen am 30. 09 2016 von <http://www.triviso.ch/de/business-software/kaufen/systeme-und-anforderungen/erp-clientserver-mehrplatz/virtualisierung/>
- Lutz, J., Riedl, R., & Stelzer, D. (kein Datum). Informationsmanagement: Grundlagen, Aufgaben, Methoden (11., vollständig überarbeitete Auflage Ausg.). München, Deutschland: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Mell, P., & Grance, T. (10. 70 2009). The NIST Definition of Cloud Computing. Abgerufen am 08. 09 2016 von <http://www.slideshare.net/crossgov/nist-definition-of-cloud-computing-v15>
- Plüss, A., & Huber, C. (2005). Kooperationennetze in der Wirtschaft: Einführung, Bausteine, Fallbeispiele. Zürich: vdf Hochschulverlag AG ETH Zürich.
- Redlich, T., Moritz, M., & Wulfsberg, J. (2018). Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Scheer, A.-W. (1990). EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre, Grundlagen für ein effizientes Informationsmanagement. Berlin: Springer-Verlag.
- Soft Select. (30. 09 2016). Definition ERP. Abgerufen am 30. 09 2016 von <http://www.softselect.de/business-software-glossar/erp>
- Specker, A. (2001). Modellierung von Informationssystemen: ein methodischer Leitfaden zur Projektabwicklung. Zürich, Schweiz: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- statista. (06 2016). Das Statistik-Portal. Abgerufen am 30. 08 2016 von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/222849/umfrage/marktanteile-der-suchmaschinen-weltweit/>
- Stuber, R. (2012). Erfolgreiches Social Media Marketing (6. überarbeitete Auflage Ausg.). Düsseldorf: Data Becker.
- Triviso AG. (24. 11 2012). Triviso Datenmodell. Solothurn, Schweiz.
- University of Zürich, Departement of Geography, Geographic Information Systems Unit. (23. 06 2011). Einführung in Datenbanksysteme. (G. G. Alliance, Herausgeber) Abgerufen am 09. 08 2016 von <http://www.gitta.info/IntroToDBS/de/html/index.html>
- VMware. (30. 09 2016). Virtualization. Abgerufen am 30. 09 2016 von <http://www.vmware.com/ch/solutions/virtualization.html>
- Walz, A. (2016). Digitales Denken in der Planung. In s-win (Hrsg.), Digitale Fertigung im Holzbau, (S. 43). Weinfelden.
- Wikipedia. (29. 08 2016). Big Data. Abgerufen am 30. 08 2016 von https://de.wikipedia.org/wiki/Big_Data#cite_note-11
- Wikipedia. (16. 10 2016). Customer-Relationship-Management. Abgerufen am 21. 10 2016 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Customer-Relationship-Management>

Wikipedia. (30. 08 2016). Digitalisierung. Abgerufen am 30. 08 2016 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Digitalisierung>

Wikipedia. (18. 03 2016). Hype-Zyklus. Abgerufen am 12. 10 2016 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Hype-Zyklus>

Wikipedia. (05. 08 2016). Individualsoftware. Abgerufen am 17. 10 2016 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Individualsoftware>

Wikipedia. (03. 10 2016). Supply-Chain-Management. Abgerufen am 03. 10 2016 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Supply-Chain-Management>

Wikipedia. (12. 08 2019). Von <https://de.wikipedia.org/wiki/Modell> abgerufen

Wikipedia. (10. 07 2019). Modell. Abgerufen am 08 2019 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Modell>

Wikipedia. (10. 07 2019). Modell. Abgerufen am 08 2019 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Modell>

Zehnder, C. (1998). Informationssysteme und Datenbanken (6., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage Ausg.). Stuttgart, Deutschland: B.G. Teubner.