

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik



Analyse aktueller BI-Systeme

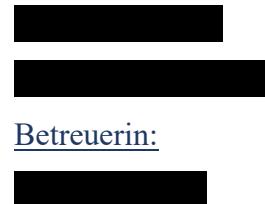
Bachelorarbeit

Zur Erlangung des Grades Bachelor of Science (B.Sc.)
im Studiengang Wirtschaftswissenschaften - Regelprofil

Eingereicht von:



Gutachter:



Betreuerin:

Jena, der 26.09.2019

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlich bei [REDACTED], seitens des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena, und [REDACTED], seitens der dotSource GmbH, für die zuverlässige Betreuung dieser Bachelorarbeit bedanken.

Außerdem möchte ich einen weiteren Dank an die zahlreichen Unterstützer, insbesondere [REDACTED], aussprechen, die stets für kurzfristige Reviews und Anregungen zu der erfolgreichen Umsetzung dieser Arbeit zur Verfügung standen.



Inhaltsverzeichnis

I	Abbildungsverzeichnis	III
II	Tabellenverzeichnis.....	IV
III	Abkürzungsverzeichnis	V
1	Einleitung	1
2	Business Intelligence	3
2.1	Historische Einordnung.....	3
2.2	Definition.....	5
2.3	Aufbau analytischer Informationssysteme	6
3	Vergleich BI-Systeme	19
3.1	Vorstellung BI-Systeme	19
3.2	Grundlagen Analytischer Hierarchieprozess.....	20
3.3	Vergleich BI-Systeme mit Hilfe des AHP.....	26
3.4	Kritische Würdigung	37
4	Schlussbetrachtung	39
IV	Literaturverzeichnis.....	VI
V	Anhang	XII

I Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Historie von entscheidungsunterstützenden Systemen.....	3
Abbildung 2: Prozesse Business Intelligence	6
Abbildung 3: Prozesse Business Intelligence – Datenbereitstellung.....	7
Abbildung 4: Darstellung Data Marts	12
Abbildung 5: Prozesse Business Intelligence – Datenanalyse	12
Abbildung 6: Cube mit drei Dimensionen.....	14
Abbildung 7: Cube an einem Beispiel.....	14
Abbildung 8: Operation Slicing.....	16
Abbildung 9: Operation Dicing	16
Abbildung 10: Prozesse Business Intelligence - Datendarstellung	17
Abbildung 11: Prozessübersicht AHP	20
Abbildung 12: Beispiel AHP Hierarchie	21
Abbildung 13: AHP - Hierarchie.....	26
Abbildung 14: Prozesse Business Intelligence	39
Abbildung 15: Ergebnis im Gitternetz.....	40

II Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufgaben Transform (ETL).....	9
Tabelle 2: Vorstellung BI-Lösungen	19
Tabelle 3: Skala zur Bewertung der Kriterien	22
Tabelle 4: Beispiel Paarvergleichsmatrix	23
Tabelle 5: Beispiel Gewichtsvektor I	23
Tabelle 6: Beispiel Gewichtsvektor II.....	24
Tabelle 7: AHP - wirtschaftliche Bedingungen.....	27
Tabelle 8: AHP - Preis.....	27
Tabelle 9: AHP – Inbetriebnahme	28
Tabelle 10: AHP – Zukunftssicherheit	28
Tabelle 11: AHP – Skalierbarkeit.....	29
Tabelle 12: Gewinn im Jahr 2018	30
Tabelle 13: AHP - Unternehmensfortbestand	30
Tabelle 14: AHP – Softwareunterstützung.....	31
Tabelle 15: AHP – Support	31
Tabelle 16: Bewertungen Apps	32
Tabelle 17: AHP - Plattformunabhängigkeit	33
Tabelle 18: AHP – Softwarefähigkeiten.....	33
Tabelle 19: Nutzerbewertungen.....	34
Tabelle 20: AHP – Benutzerfreundlichkeit	34
Tabelle 21: AHP – Schnittstellen	35
Tabelle 22: AHP - Auswahl BI-System	36
Tabelle 23: AHP - Endergebnis.....	36

III Abkürzungsverzeichnis

AHP: Analytische Hierarchieprozess

BI: Business Intelligence

CRM: Customer-Relationship-Management

DSS: Decision Support Systems

DW: Data Warehouse

EIS: Executive Information Systems

ERP: Enterprise-Resource-Planning

ETL: Extraction, Transformation, Load

KPI: Key-Performance-Indikatoren

MIS: Management Information Systems

OLAP: Online Analytical Processing

PC: Personal Computer

SaaS: Software as a Service

1 Einleitung

"Wer nichts weiß, muss alles glauben.“¹

Marie von Ebner-Eschenbach wusste, dass Wissen wichtiger als Glauben ist. Im wirtschaftlichen Kontext hat diese Aussage außerdem einen großen Stellenwert. Denn welches Management trifft wichtige Entscheidungen für das Unternehmen ohne konkretes fundiertes Wissen? In der Praxis unterstützen Daten und Erfahrungen den täglichen Geschäftsprozess. Sie sind das Wissen des Unternehmens. Schon seit 1960 versuchen Manager mit Hilfe von IT-basierten Systemen die vielfältigen Daten ihres Unternehmens zu verarbeiten. Doch die Komplexität der Informationen und der Anspruch hinsichtlich Datenqualität, Transparenz und Aktualität nahm in den letzten Jahren deutlich zu.²

Bis zum Jahr 2020 soll die Menge an betriebswirtschaftlichen Daten durchschnittlich um 42 Prozent³ pro Jahr wachsen. Das steigende Datenvolumen ist vor allem auf verbesserte Mess- und Sensortechnik, unstrukturierte Daten aus Webseiten sowie sozialen Netzwerken zurückzuführen.⁴ Um den stetig wachsenden Anforderungen gerecht zu werden, wurden leistungsstarke Instrumente entwickelt. Business Intelligence (BI) versucht dieser Flut aus strukturiertem und unstrukturiertem Wissen Herr zu werden. Ausgewertet und grafisch aufgearbeitet erhalten die Benutzer alle wichtigen und tagesaktuellen Informationen in Form von Dashboards für ihr Unternehmen.⁵

Im Rahmen dieser Arbeit sollen unter anderem folgende Fragen aufgegriffen und beantwortet werden: Können Unternehmen mit dem Wissen aus BI bessere Entscheidungen treffen und zukünftig erfolgreichere Strategien entwickeln? Inwieweit trägt BI als Controlling-System dazu bei, Unternehmen nachhaltig zu einem Wettbewerbsvorteil zu helfen?

¹ Von Ebner-Eschenbach, Marie: Gesammelte Schriften: Aphorismen. Parabeln, Märchen und Gedichte. Bd. 1. Berlin: Gebrüder Paetel, 1983, S. 21.

² Vgl. Chamoni, Peter / Gluchowski, Peter: Analytische Informationssysteme: Business Intelligence-Technologien und -Anwendungen. Bd. 5. Berlin: Springer-Verlag, 2016, S. 4.

³ Vgl. Tableau Software: Business-Intelligence-Trends. Seattle: Tableau Software, 2019, S. 21.

⁴ Vgl. Lenz, Hans-Joachim / Müller, Roland: Business Intelligence. Berlin: Springer-Verlag, 2013, S. 23.

⁵ Vgl. Gluchowski, Peter / Gabriel, Roland / Dijtmar, Carsten: Management Support Systeme und Business Intelligence. Berlin: Springer-Verlag, 2008, S. 215.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit „Analyse aktueller BI-Systeme“ ist der Vergleich aktueller BI-Lösungen. Drei kommerzielle sowie zwei Open Source Lösungen werden mittels eines Analytischen Hierarchieprozesses in Anbetracht verschiedener Kriterien untersucht.

Indessen wird folgende Hypothese geprüft: Je preisintensiver die Alternative ist, desto geeigneter ist die Wahl dieser BI-Software für Unternehmen hinsichtlich Softwareunterstützung, Softwarefähigkeiten und Zukunftssicherheit.

Außerdem soll diese Arbeit mit Hilfe von Literaturrecherche einen umfassenden Einblick in die Funktionsweise von BI-Systemen geben und bedeutende Begriffe definieren.

Im zweiten Kapitel wird der Begriff Business Intelligence interpretiert und historisch eingruppiert. Anschließend geht diese Arbeit intensiv auf den Aufbau analytischer Informationssysteme ein.

Der Beginn des dritten Kapitels beinhaltet eine Vorstellung der zu untersuchenden BI-Lösungen und das theoretische Konzept des Analytischen Hierarchieprozesses. Darauf aufbauend findet der Vergleich der fünf BI-Lösungen „Microsoft - Power BI“, „SAP – Analytics Cloud“, „IBM - Cognos Analytics“, „Pentaho - Community Edition“ sowie „JasperSoft - Community Edition“ anhand unterschiedlicher Kriterien statt. Im Fokus stehen hierbei die wirtschaftlichen Bedingungen, die Zukunftsfähigkeit, die Softwareunterstützung sowie die Softwarefähigkeiten.

Den Abschluss dieser Arbeit bildet das vierte Kapitel mit einer Rekapitulation der Thematik und einer Zusammenfassung des Ergebnisses.

2 Business Intelligence

2.1 Historische Einordnung

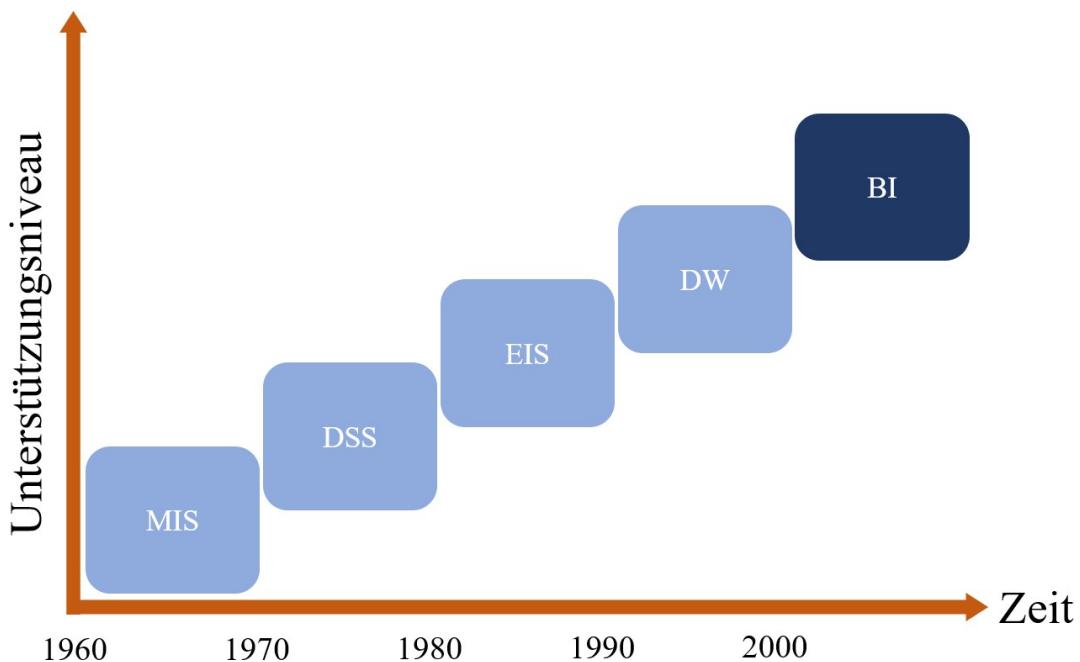


Abbildung 1: Historie von entscheidungsunterstützenden Systemen⁶

Hinter der technischen Unterstützung der Unternehmensführung verbirgt sich eine lange Historie, die bis heute nicht abgeschlossen ist. Zwischen den Jahren 1960 und 1970 begann die Verbreitung von kommerziellen elektronischen Datenverarbeitungssystemen. Mit ihr entstanden auch erste entscheidungsunterstützende Lösungen, sogenannte Management Information Systems (MIS).⁷ Diese sollten „das gesamte Unternehmen informationstechnisch abbilden und darüber hinaus Kontroll- und Steuerungsfunktionen weitestgehend automatisieren.“⁸ Die damaligen MIS-Ansätze scheiterten. Grund dafür waren die statisch ausgerichteten Organisationen und die technischen Voraussetzungen. Anlässlich dieser Niederlage wurde MIS auch umgangssprachlich als Management Misinformation Systems bezeichnet.⁹

⁶ Eigene Grafik nach: Humm, Bernhard / Wietek, Frank: Informatik Spektrum. Berlin: Springer-Verlag, 2005, S. 4.

⁷ Vgl. Kemper, Hans Georg / Walid, Mehanna / Unger, Carsten: Business Intelligence - Grundlagen und praktischen Anwendungen. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2006, S. 4.

⁸ Vgl. Gleich, Roland / Mayer, Reinhold / Möller, Klaus / Seiter, Mischa: Controlling - Relevance Lost – Perspektiven für ein zukunftsfähiges Controlling. München: Vahlen, 2012, S. 117.

⁹ Gleich / Mayer / Möller, 2012, S. 117.

Zehn Jahre später prägte der Begriff Decision Support Systems (DSS) die entscheidungsunterstützenden Systeme. Diese sollten Unternehmensführern eine individuelle Analyse anhand von Modellen, Methoden und Szenarien bieten. Mit Hilfe von fortgeschrittener Hardware war jetzt eine Auswertung der vielzähligen Daten aus den MIS möglich.¹⁰ Dennoch scheiterte auch DDS. Das Vertrauen von Managern in diese Systeme blieb aus.

Mit dem Einzug potenter Personal Computer (PC) in Unternehmen mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche und die Bedienung durch Maus entstand die Bezeichnung Executive Information Systems (EIS). Ziel von EIS war es, entscheidungsrelevante, multidimensionale Daten noch aktueller und präziser zu präsentieren. MIS und DSS waren derweil noch auf zentralen Servern installiert. Erst durch den Einsatz von EIS und den leistungsfähigen PCs konnten die Systeme individuell auf den einzelnen Arbeitsplätzen installiert werden. Die Umsetzung des EIS war somit technisch leichter als die vorherigen Systeme.¹¹ Dieser Vorteil war aber auch ein Nachteil zugleich. Aufgrund der individuellen Installationen konnte das System nur in der Abteilung eingesetzt werden, für die es entwickelt wurde. Außerdem konnten die meisten Anwender immer noch nicht von dem Einsatz entscheidungsunterstützender Lösungen überzeugt werden.¹²

Mit Beginn der Globalisierung im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts kam der Durchbruch der technischen Unterstützung für die Unternehmensführung. Durch die Internationalisierung wuchs die Menge an unterschiedlichsten Daten und die Dezentralisierung der Firmensitze erforderten den Einsatz neuer Informationssysteme. Unternehmensentscheidungen mussten möglichst zeitnah und ortsunabhängig getroffen werden. Bisherige Systeme konnten diese Voraussetzungen allerdings nicht erfüllen. Durch diese Erkenntnis entstanden erste Data Warehouse (DW) -Ansätze. Daten aus mehreren Quellen konnten so zu einem vollständigen, konsistenten Datensatz zusammengefügt werden.¹³ Zugleich etablierte sich Online Analytical Processing (OLAP) und Data Mining-Prozesse. Basierend auf diesen Systemen entstand der Begriff Business Intelligence, welcher heute das Hyperonym für die technische, betriebliche Entscheidungsunterstützung ist.¹⁴

¹⁰ Vgl. Gluchowski, Peter / Gabriel, Roland / Dittmar, Carsten: Management Support Systeme und Business Intelligence. Berlin: Springer-Verlag, 2008, S. 62.

¹¹ Vgl. Gluchowski / Gabriel / Dittmar, 2008, S. 74.

¹² Vgl. Hannig, Uwe: Knowledge Management und Business Intelligence. Berlin: Springer-Verlag, 2002, S. 4.

¹³ Vgl. Hannig, 2002, S. 5.

¹⁴ Vgl. Gleich / Mayer / Möller, 2012, S. 119.

2.2 Definition

„Data analysis, reporting, and query tools can help business users wade through a sea of data to synthesize valuable information from it – today these tools collectively fall into a category called Business Intelligence.“¹⁵

Business Intelligence ist ein „Sammelbegriff für den IT-gestützten Zugriff auf Informationen, sowie die IT-gestützte Analyse und Aufbereitung dieser Informationen. Ziel dieses Prozesses ist es, aus dem im Unternehmen vorhandenen Wissen, neues Wissen zu generieren. Bei diesem neu gewonnenen Wissen soll es sich um relevantes, handlungsorientiertes Wissen handeln, welches Managemententscheidungen zur Steuerung des Unternehmens unterstützt.“¹⁶

Neben den genannten, gibt es in der Literatur weitere und somit bis heute keine einheitliche Definition von Business Intelligence. Grund dafür sind vor allem die Softwareunternehmen, die versuchen, durch eigene Definitionen diesen Begriff zu beeinflussen. Außerdem ist die Entwicklung von BI noch keinesfalls abgeschlossen und wird durch neue Innovationen immer wieder auf das Neue geprägt.

Darüber hinaus wird der Großteil der Fachliteratur zu Business Intelligence von Informatikern geschrieben, sodass die betriebswirtschaftliche Anwendungsdomäne vernachlässigt wird. Die intelligente Auswertung der Daten spielt eine primär betriebswirtschaftliche und weniger eine technische oder naturwissenschaftliche Rolle.¹⁷

Müller und Lenz beschreiben Business Intelligence mit der Formel:

„Business Intelligence = 50% Betriebswirtschaft / Operations Research
+ 25% Data Mining/Statistik + 25% Data Warehousing“¹⁸

¹⁵ Gartner Group (1996) in: Rausch, Peter / Sheta, Alaa / Ayesh, Aladdin: Business Intelligence and Performance Management. Leicester: Springer-Verlag, 2013, S. 4.

¹⁶ Lackes, Prof. Dr. Richard: Gabler Wirtschaftslexikon, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/data-mining-28709/version-252334> (Zugriff am 23.08.2019), 2018.

¹⁷ Vgl. Lenz / Müller, 2013, S. 3.

¹⁸ Lenz / Müller, 2013, S. 3.

2.3 Aufbau analytischer Informationssysteme

Abbildung 2 zeigt den abstrakten Prozess von unsortierten Daten bis hin zum visualisierten Dashboard für den Anwender. Außerdem dient diese Grafik zur inhaltlichen Orientierung dieser Arbeit und wird daher vor den anschließenden Kapiteln erneut aufgegriffen.

In den nachfolgenden Kapiteln Datenbereitstellung, Datenanalyse und Datendarstellung werden die Voraussetzungen, das Vorgehen und die Herausforderungen der einzelnen Schritte beschrieben.

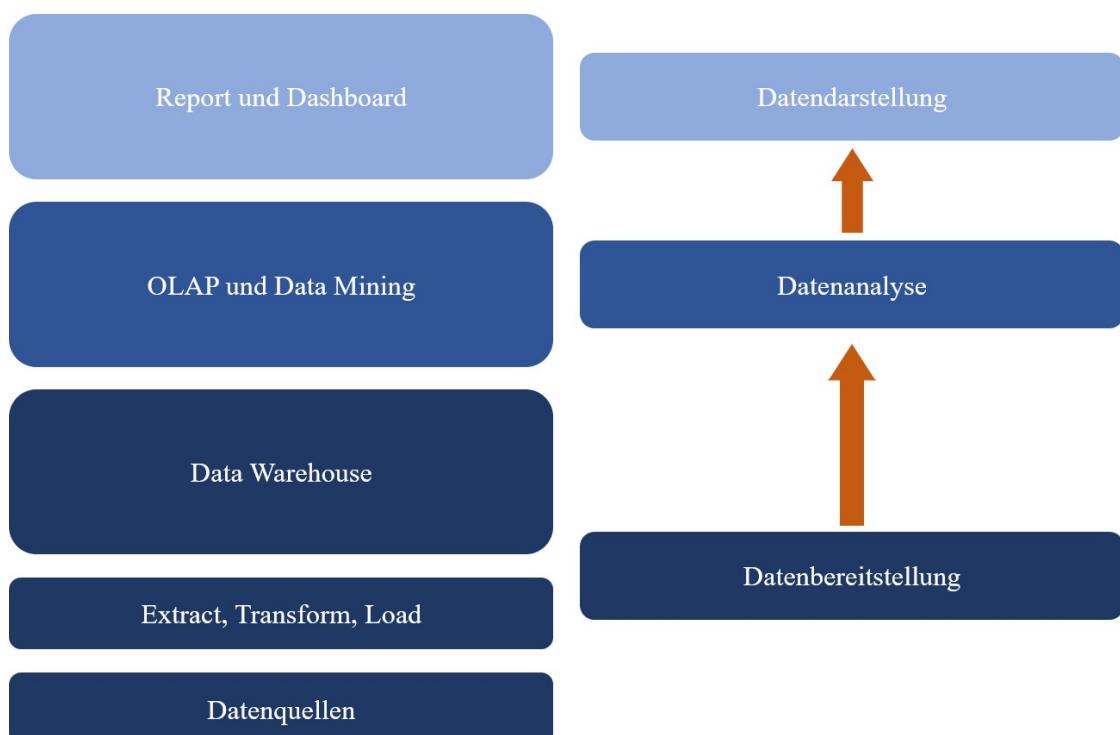


Abbildung 2: Prozesse Business Intelligence¹⁹

¹⁹ Eigene Grafik nach: SoftGuide GmbH & Co. KG: Softguide.de, <https://www.softguide.de/software-tipps/business-intelligence-definition> (Zugriff am 22.08.2019), 2016.

2.3.1 Datenbereitstellung

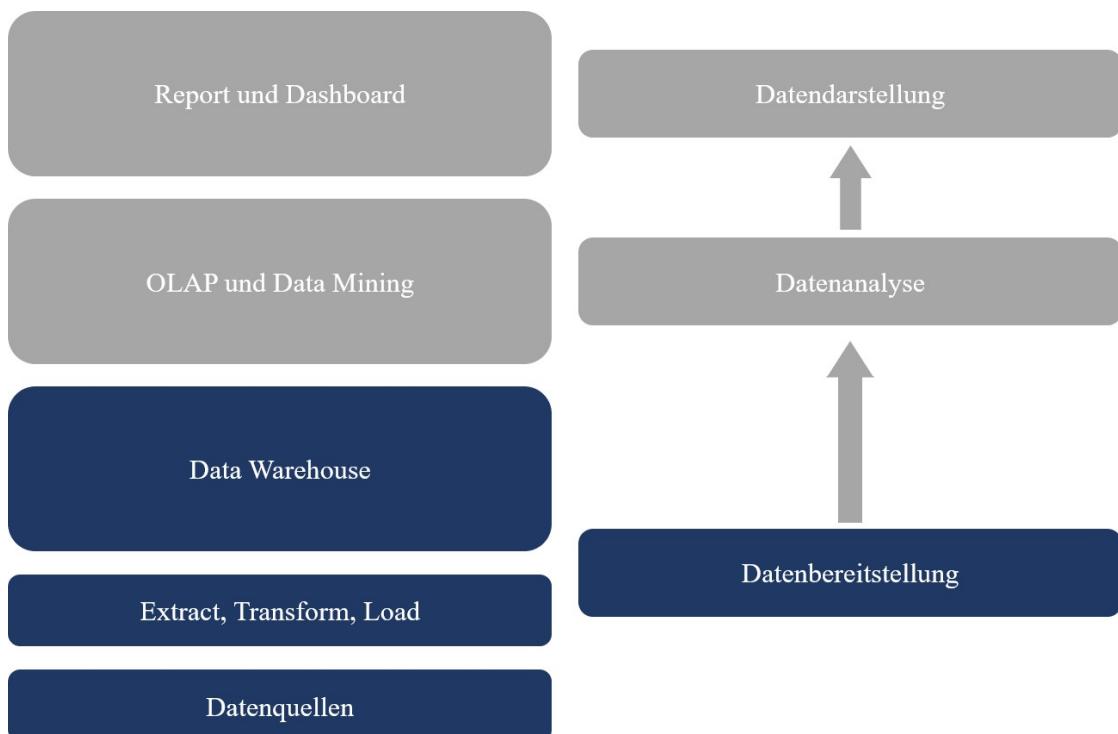


Abbildung 3: Prozesse Business Intelligence – Datenbereitstellung

Datenquellen

Daten sind die Quelle des Wissens für eine BI-Lösung. Um den Anwender einer BI-Software mit umfassenden, entscheidungsrelevanten Informationen zu versorgen, benötigt es eine unternehmensweite und konsistente Datenhaltung.²⁰ Diese Daten können aus internen sowie externen Quellen bezogen werden. Interne Datenquellen sind vor allem operative Systeme wie das unternehmenseigene Enterprise-Resource-Planning (ERP), das Customer-Relationship-Management (CRM) oder das Warenwirtschaftssystem. Die hierbei generierten Daten besitzen meistens den Detaillierungsgrad, der typischerweise für die operative Tätigkeit des Unternehmens notwendig ist.²¹

²⁰ Vgl. Gluchowski / Gabriel / Dittmar, 2008, S. 117.

²¹ Vgl. Kemper / Walid / Unger, 2006, S. 17.

Zu den externen Quellen gehören Daten, die nicht direkt vom Unternehmen produziert werden. Dies können zum Beispiel Wissensdatenbanken, Statistiken aus Social Media, Aktienkursdatenbanken oder Wetterdaten sein. Diese Daten werden gesondert in einem Zwischenspeicher gelagert. Hier findet die Transformation der Daten statt, damit größtmögliche Homogenität und die Qualität der Daten sichergestellt ist.²²

Dieser Prozess nennt sich Extract, Transform, Load (ETL).

Extract, Transform, Load

Aufgrund von Heterogenität der Datenbestände gelang es lange Zeit nicht, eine integrierte und konsistente Datenbasis zu erstellen.²³ Mit ETL ist es heute möglich, der Anforderung, an Homogenität der Datenbestände, gerecht zu werden.

Dieser komplexe und aufwendige Prozess extrahiert Daten aus externen heterogenen Systemen, transformiert diese Daten in die vorgegebene Struktur der eigenen Datenbank und lädt sie in das Data Warehouse.²⁴

Dieser Prozess muss „sowohl performant sein, um Sperrzeiten beim Zugriff auf die Datenquellen zu minimieren, als auch effektiv, um die Qualität der Daten hinsichtlich der vorgegebenen Qualitätsziele zu sichern.“²⁵

Im ersten Schritt des ETL-Prozesses werden relevante Daten aus den verschiedensten internen und externen Quellen identifiziert. Diese ausgewählten und selektierten Daten werden mittels Extract in den Arbeitsbereich, die sogenannte Staging Arena, geladen.²⁶

²² Vgl. Lenz / Müller, 2013, S. 18.

²³ Vgl. Gluchowski / Gabriel / Dittmar, 2008, S. 117.

²⁴ Vgl. Farkisch, Kiumars: Data-Warehouse-Systeme kompakt, Berlin. Springer-Verlag, 2011, S. 59.

²⁵ Lenz / Müller, 2013, S. 31.

²⁶ Vgl. Schön, Dietmar: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling. Bd. 3. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2018, S. 348.

Die Daten, welche aus den internen und externen Quellen extrahiert wurden, werden im nächsten Prozessschritt zusammengeführt. Dazu müssen die sich im Arbeitsbereich befindenden Daten an die Struktur und das Format des Data Warehouse angepasst und transformiert werden. Man unterscheidet dabei in die unterschiedlichen Teilprozesse „Filterung, Harmonisierung, Aggregation sowie Anreicherung“²⁷ mit den Aufgaben:

Aufgabe	Beispiel
Bereinigung nicht relevanter Daten	Entfernung von Duplikaten
Bereinigung syntaktischer Mängel	Anpassung des Datumformat
Vereinheitlichung unterschiedlich verwendeter Schlüssel	Anpassung der Produktnummer
Verdichtung von Datenwerten	Zusammenfassung der Produktionsdaten von einer Sekunde auf eine Stunde
Umrechnung von Maßeinheiten	Gramm in Kilogramm
Semantische Vereinheitlichungen	Name ist gleich Nachname
Hinzufügung fehlender Zusatzdaten	Anrede Herr / Frau
Themenbezogene Gruppierung der Daten nach betriebswirtschaftlichen Inhalten	Gruppierung nach Kunde

*Tabelle 1: Aufgaben Transform (ETL)*²⁸

Nachdem die Daten erfolgreich extrahiert und transformiert wurden, werden sie in das Data-Warehouse-System geladen.

²⁷ Vgl. Kemper / Walid / Unger, 2006, S. 28.

²⁸ Schön, 2018, S. 349.

Data Warehouse

Der Informatiker William Harvey Bill Inmon wird von einschlägiger Literatur als Begründer des Data Warehousing genannt.²⁹ Er definierte das System wie folgt: „A data warehouse is a subject-oriented, integrated, nonvolatile, and time-variant collection of data in support of management’s decisions.“³⁰ Demnach wird Data Warehouse durch die Merkmale Themenorientierung, Integration, Nicht-Volatilität und Zeitraumbezug geprägt.

- Themenorientierung

Im Mittelpunkt steht der Informationsbedarf des Managements und des Controllings. Daher soll es die Möglichkeit geben, direkt auf unternehmensweite Informationen zu definierten Themen zuzugreifen. Daten, welche keine geschäftsinteressanten Informationen beinhalten, werden nicht in das Data Warehouse aufgenommen. Dazu zählen unter anderem operative Daten, die zwar für abteilungsspezifische Systeme ihre Existenzberechtigung haben, aber nicht der unternehmensweiten Entscheidungsunterstützung dienen können.³¹

- Integration

Die Integration heterogener Daten aus verschiedenen internen und externen Quellen in eine einheitliche logische Datenstruktur zeichnet ein Data Warehouse aus.³²

- Nicht-Volatilität

Damit betriebswirtschaftliche Analysen über einen großzügigen Zeitraum möglich sind, bewahrt das Data Warehouse seine Daten über eine längere Distanz auf. Die gespeicherten Daten werden nur in wenigen Ausnahmefällen aktualisiert oder geändert. Daher können die Daten als beständig und dauerhaft bezeichnet werden.³³

²⁹ Vgl. Schön, 2018, S. 339.

³⁰ Schön, 2018, S. 339.

³¹ Vgl. Gluchowski / Gabriel / Dittmar, 2008, S. 119.

³² Schön, 2018, S. 440.

³³ Vgl. Gluchowski / Gabriel / Dittmar, 2008, S. 120.

- Zeitraumbezug

Im Data Warehouse verkörpern Daten oft einen bestimmten Zeitraum (zum Beispiel eine Woche oder ein ganzes Jahr) und stellen eine mittel- bzw. langfristige Betrachtung in den Vordergrund. Heute werden diese definierten Zeiträume allerdings enger gefasst, da manche Geschäftsmodelle wie stetig ändernd Aktienkurse dies erfordern.³⁴

Data Marts

Data Marts sind komprimierte Datensätze mit einem vergleichsweise kleinem Datenvolumen. Sie erhalten nur Daten eines spezifischen Benutzerkreises oder Daten, die auf eine bestimmte Aufgabe entfallen.³⁵ Dies kann zu seiner Verbesserung der Antwortzeiten von Abfragen im Data Warehouse führen. Standardmäßige Abfragen im DW können sonst oft mehrere Terabyte groß sein und sind daher viel zeitaufwändiger.³⁶

Mit Data Marts können demnach einzelne, aufgabenbezogene, begrenzte Teilmenge an Daten aus dem DW für unterschiedliche Kundengruppen oder Unternehmensbereiche wie Controlling oder Kundenservice erstellt werden.

Die Überschaubarkeit und die Zugriffsgeschwindigkeit bei der Auswertung von Daten sind somit der große Vorteil von Data Marts.³⁷ Auch der Datenschutz kann Data Marts erforderlich machen. Wenn nicht alle Anwender bzw. jede Abteilung auf alle Daten zugreifen dürfen, kann Data Marts nur einen bestimmten Teil der Daten zur Verfügung stellen.³⁸

³⁴ Vgl. Kemper / Walid / Unger, 2006, S. 28.

³⁵ Vgl. Kemper / Walid / Unger, 2006, S. 41.

³⁶ Chamoni / Gluchowski, 2016, S. 194.

³⁷ Vgl. Schön, 2018, S. 221.

³⁸ Begerow, Markus: Datenbanken verstehen, www.datenbanken-verstehen.de/lexikon/data-mart/ (Zugriff am 21.08.2019), 2019.

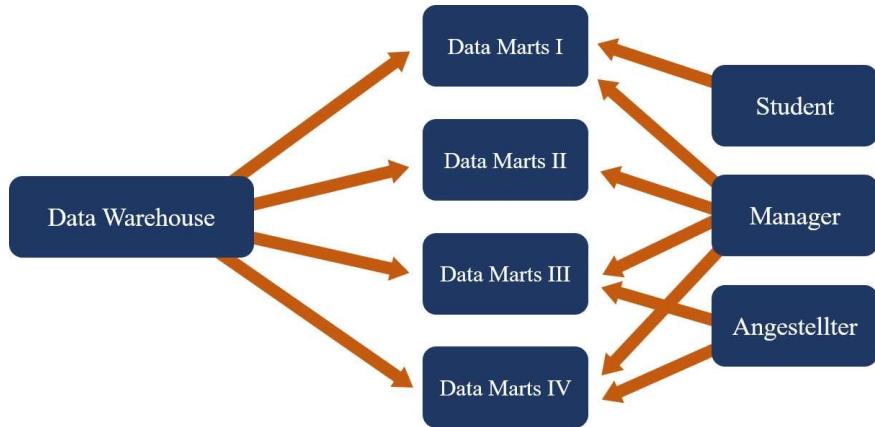


Abbildung 4: Darstellung Data Marts

In der Abbildung 4 hat der Student nur Zugriff auf den ersten Datensatz, währenddessen der Manager die Möglichkeit besitzt, auf alle Daten zuzugreifen. Der Angestellte kann demnach die Data Marts III und IV einsehen.

2.3.2 Datenanalyse

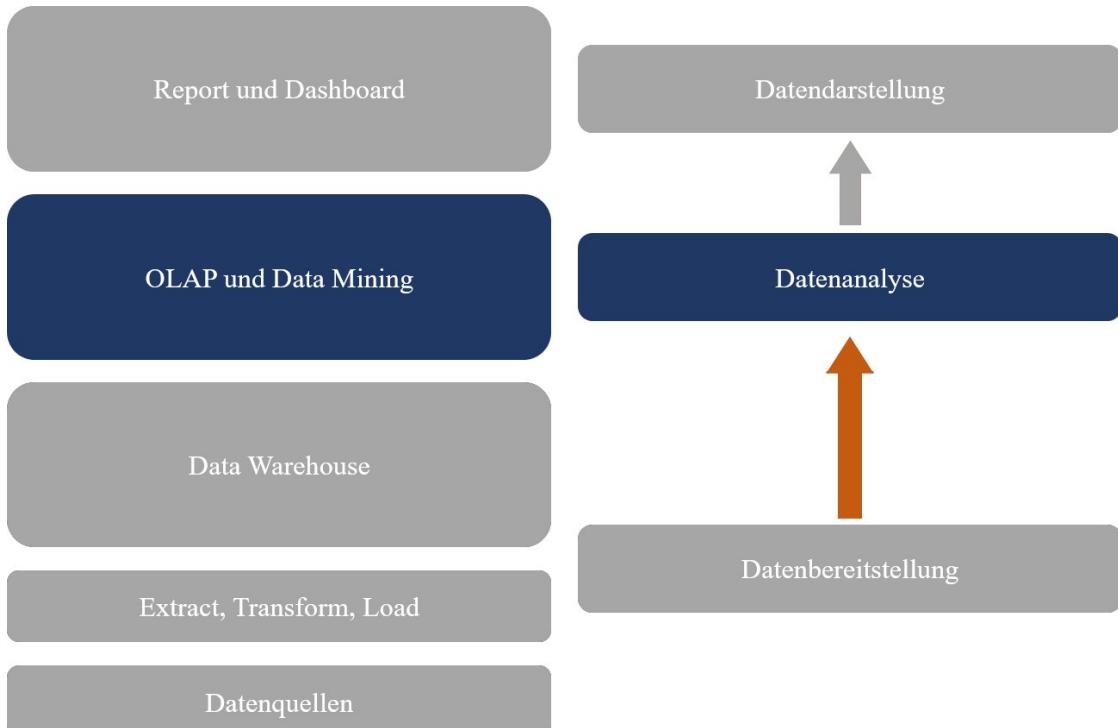


Abbildung 5: Prozesse Business Intelligence – Datenanalyse

Online Analytical Processing

Online Analytical Processing (OLAP) ist ein Prozess, der zur Datenverarbeitung genutzt wird und dabei auf multidimensionale Daten zugreift. Der Begriff wurde erstmalig 1993 von Codd und Salley definiert.³⁹ Im späteren Verlauf fassten Pendse und Creeth fünf Anforderungen an ein OLAP-System unter dem Akronym „FASMI“ mit der Bedeutung „Fast Analysis of Shared Multidimensional Information“ zusammen.⁴⁰

- Fast

Das System soll Abfragen zügig beantworten (5 bis maximal 20 Sekunden für komplexe Abfragen).

- Analysis

Das System soll eine intuitive Analyse mit der Möglichkeit von beliebigen Berechnungen anbieten.

- Shared

Mehrere Nutzer können auf das System zugreifen.

- Multidimensional

Es ist eine konzeptionelle multidimensionale Sicht umzusetzen.

- Information

Die Skalierbarkeit des Systems ist auch bei großen Datenmengen gegeben.⁴¹

Die Daten ziehen OLAP-Systeme meistens aus dem Data Warehouse oder aus Data Marts und speichern sie in mehrdimensionalen Würfeln. Diese sogenannten Cubes bestehen aus Fakten, auf die nach der Auswahl einer oder mehrerer Dimensionen, zugegriffen werden kann.⁴²

³⁹ Vgl. Schön, 2018, S. 354.

⁴⁰ Vgl. Lenz / Müller, 2013, S. 51.

⁴¹ Vgl. Kemper / Walid / Unger, 2006, S. 101.

⁴² Vgl. Kemper / Walid / Unger, 2006, S. 101.

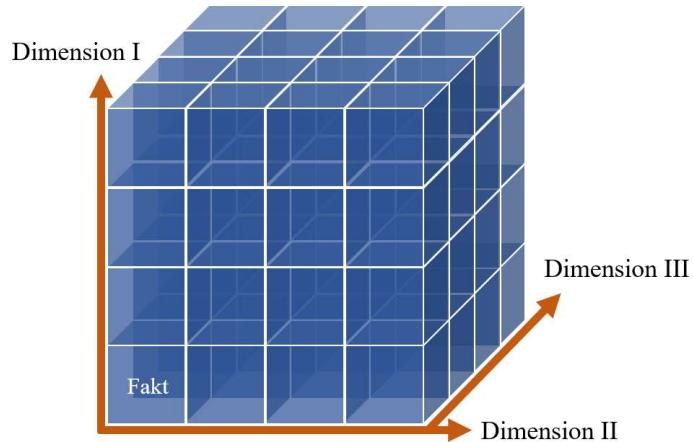


Abbildung 6: Cube mit drei Dimensionen⁴³

Der Nutzer kann sich mit Hilfe dieser Cubes gezielt Informationen aus verschiedenen Blickwinkeln anzeigen lassen. Abbildung 6 zeigt einen Würfel mit drei Dimensionen. Mit den Ausprägungen der Dimensionen lassen sich Knotenpunkte herleiten, aus denen sich Fakten bzw. Kennzahlen, ablesen lassen. Auf diese Weise lassen sich Abfragen zu gezielten Fragenstellungen formulieren.⁴⁴

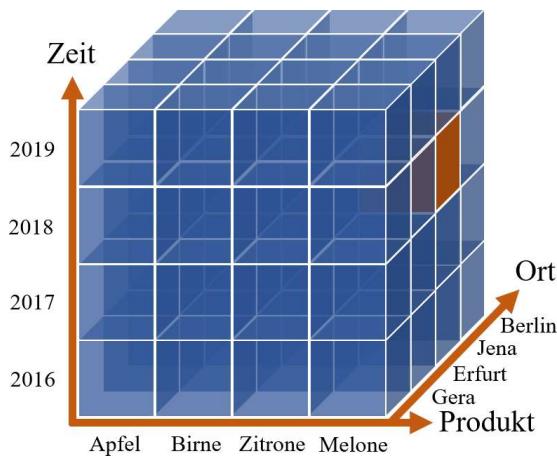


Abbildung 7: Cube an einem Beispiel⁴⁵

Abbildung 7 zeigt einen Cube mit den Dimensionen Zeit, Produkt und Ort. Möchte man beispielsweise den Umsatz aller Melonen im Jahr 2018 in Jena wiedergeben, so betrachtet man den Fakt im orangenen gekennzeichneten Würfel.

⁴³ Vgl. Farkisch, 2011, S. 18.

⁴⁴ Vgl. Müller / Lenz, 2013, S. 52.

⁴⁵ Eigene Grafik nach: Farkisch, 2011, S. 18.

Für die umfangreiche Auswertung eines Cube gibt es verschiedene Methoden⁴⁶:

- **Slicing**

Ein Teil des Würfels wird herausgeschnitten. Es entsteht eine Konzentration auf bestimmte Ausprägungen von Dimensionen. Abbildung 8 zeigt die Umsatzwerte aller Produkte in allen Jahren in Gera.

- **Dicing**

Es wird ein Ausschnitt des kompletten Würfels in einem Kleineren dargestellt. Abbildung 9 setzt den Fokus der Umsatzwerte für Zitronen und Melonen der Jahre 2018 und 2019 in Gera und Erfurt.

- **Rotation**

Der Würfel kann außerdem gedreht werden, um eine neue Sicht auf die Daten zubekommen.

- **Roll-up und Drill-down**

Beim Roll-up werden die Werte einer weiter unten liegenden Hierarchieebene mit denjenigen einer weiter oben liegenden Ebene zusammengeführt. In unserem Beispiel hieße dies, dass die Jahre zu einem Jahrzehnt zusammengefasst werden können. Die Operation Drill-down bewirkt genau das Gegenteil. Hier werden die Werte wieder in ihre Bestandteile zerlegt, zum Beispiel Jahre in Monate.

- **Drill-across und Drill-through**

Bei der Operation Drill-across wird ein weiterer zusätzlicher Datenwürfel in die Betrachtung einbezogen. So könnte neben dem Würfel für Umsatz, der Würfel für Verkaufszahlen mit in Betracht gezogen werden. Die Operation Drill-through dient zur Bereitstellung weiterer Details aus anderen Datenquellen und beantwortet in diesem Beispiel die Frage, wie der Umsatz genau zustande gekommen ist.

⁴⁶ Vgl. Farkisch, 2011, S. 40.

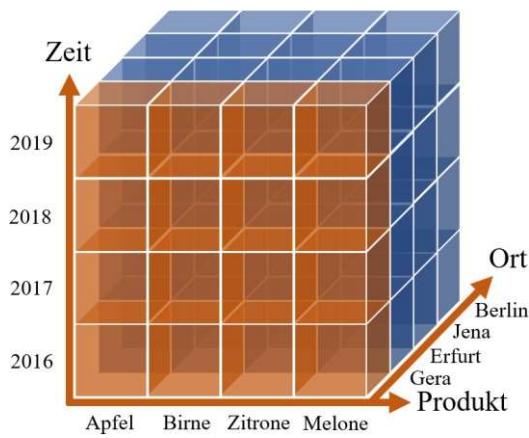


Abbildung 8: Operation Slicing⁴⁷

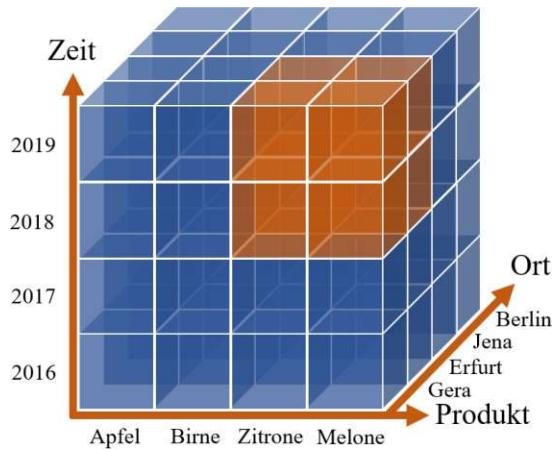


Abbildung 9: Operation Dicing⁴⁸

Data Mining

Data Mining ist eine ausführliche Datenanalyse zur Mustererkennung bei umfangreichen Datenvolumen. Die Methode erkennt automatisch Beziehungen zwischen Daten und bildet daraus Zusammenhänge.

Ziel des Data Mining ist es, weitere Informationen durch diese Zusammenhänge zu sammeln, die über die üblichen Kennzahlen hinaus gehen.⁴⁹

⁴⁷ Eigene Grafik nach: Müller / Lenz, 2013, S. 54.

⁴⁸ Eigene Grafik nach: Müller / Lenz, 2013, S. 54.

⁴⁹ Vgl. Prof. Dr. Lackes, Richard: Data Mining, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/data-mining-28709/version-252334> (Zugriff am 23.08.2019), 2018.

2.3.3 Datendarstellung

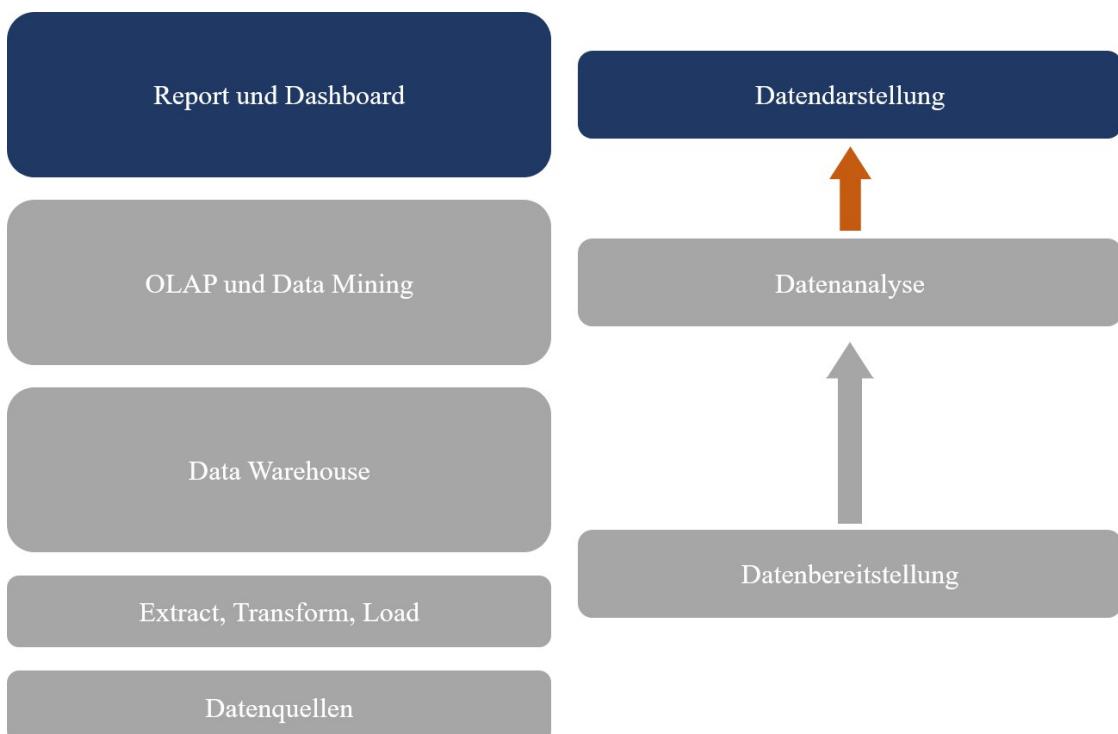


Abbildung 10: Prozesse Business Intelligence - Datendarstellung

Reporting

Unter Reporting versteht man die Ermittlung, Beschaffung, Aufbereitung und Bereitstellung von unternehmensrelevanten Informationen. Diese werden in der Form eines Berichts bzw. Dokument dargestellt.

Ziel ist es dem Anwender bedarfsgerechte Informationen zu der Geschäftslage für Planungs- und Kontrollaufgaben informativ und qualitativ bereitzustellen.⁵⁰ Dazu werden Vorlagen zu verschiedenen Themenbereichen festgelegt. Wird der Bericht erzeugt, wird dieser mit den notwendigen periodenbezogenen Daten befüllt.⁵¹

⁵⁰ Vgl. Schön, 2018, S. 27.

⁵¹ Vgl. Kemper / Walid / Unger, 2006, S. 125.

Dashboard

„A Dashboard is a visual display of the most important information needed to achieve one or more objectives, consolidated and arranged on a single screen so the information can be monitored at a glance“⁵²

Demnach ist ein Dashboard eine visualisierte Übersicht mit allen notwenigen gefilterten Unternehmensinformationen, die auf einer einzigen Seite schnell erfassbar dargestellt werden. Die verwendeten Daten werden dafür aus dem OLAP genommen. Das Dashboard zeigt die wichtigsten Key-Performance-Indikatoren (KPI) und alle geforderten Unternehmensdaten in einzelnen Elementen. Diese Elemente werden oft als farbige Grafiken wie Ampeln, Tachometer oder Diagramme dargestellt, damit der Anwender schnell die Information erhält, die er in diesem Moment benötigt. Das ist auch der Vorteil gegenüber den textbasierten Reportings. Visualisierte Grafiken mit den wesentlichsten Informationen können durch den Benutzer schneller aufgenommen werden.⁵³

Dashboards lassen sich gewöhnlich leicht bedienen. Einzelne Elemente können frei nach Belieben angeordnet und konfiguriert werden und so nach eigenem Gusto angepasst werden.

Durch die Verbreitung mobiler Endgeräte wie Tablets und Smartphones in den letzten Jahren, ist der orts- und zeitunabhängige Zugriff auf Unternehmensdaten immer relevanter geworden.⁵⁴ Spezielle Dashboard-Apps stellen die geforderten Daten jetzt auch optimiert auch auf kleinen Displays da. Damit können Manager ortsungebunden agieren und Entscheidungen treffen.

⁵² Few, Stephen: Information Dashboard Design: Displaying Data for At-A-Glance. El Dorado Hills: Analytics Press, 2013, S. 26.

⁵³ Vgl. Gluchowski / Gabriel / Dittmar, 2008, S. 215.

⁵⁴ Vgl. Müller / Lenz, 2013, S. 238.

3 Vergleich BI-Systeme

3.1 Vorstellung BI-Systeme

Für den Vergleich aktueller Business Intelligence Lösungen werden in dieser Arbeit die Systeme der weltweit drei umsatzstärksten Unternehmen dieser Branche sowie zwei Open Source Lösungen in Betracht gezogen. Die kostenpflichtigen Lösungen von Microsoft, SAP und IBM sind allesamt Software as a Service (SaaS), d.h. das dem Unternehmen eine vollständige Anwendung sowie damit verbundene Dienste zur Verfügung gestellt werden.⁵⁵ Die Lösungen werden in der Tabelle 2 vorgestellt.

Tabelle 2: Vorstellung BI-Lösungen

⁵⁵ Vgl. Schön, 2018, S. 446.

⁵⁶ Statista: Umsatz mit Business-Intelligence- und Analytics-Software weltweit von 2014 bis 2017 nach Anbieter (in Milliarden US-Dollar), (Zugriff am 29.08.2019), 2017.

⁵⁷ Vgl. Microsoft: Pricing, <https://powerbi.microsoft.com/de-de/pricing/> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

⁵⁸ Vgl. SAP: Pricing, <https://www.sap.com/germany/products/cloud-analytics/pricing.html> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

⁵⁹ Vgl. IBM: Pricing, <https://www.ibm.com/de-de/products/cognos-analytics/pricing> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

⁶⁰ Luber, Stefan: Was ist Power BI, <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-power-bi-a-676381/> (Zugriff am 29.08.2019), 2018.

⁶¹ Infocient: Was ist SAP Analytics Cloud, <https://infocient.de/blog/sap-grundlagen/was-ist-sap-analytics-cloud/> (Zugriff am 12.09.2019), 2019.

⁶² IBM: IBM Cognos Analytics V11, www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?infotype=AN&subtype=CA&htmlfid=897/ENUS215-497&appname=USN (Zugriff am 25.09.2019), 2019.

⁶³ Pentaho: Hitachi Data Systems, pentaho.com/hitachi-data-systems-completes-pentaho-acquisition (Zugriff am 25.09.2019), 2019.

⁶⁴ heise.de: Business Intelligence für jedermann, <https://www.heise.de/ct/artikel/Business-Intelligence-fuer-jedermann-222055.html> (Zugriff am 12.09.2019), 2019.

3.2 Grundlagen Analytischer Hierarchieprozess

Definition

Der Analytische Hierarchieprozess (AHP) ist eine Methode, um ein Entscheidungsprozess zu strukturieren und diesen zu lösen. Er wurde 1980 von dem Mathematiker Thomas L. Saaty entwickelt.⁶⁵ Die hierarchisch angelegte Struktur und der Vergleich von mindestens zwei Alternativen anhand von quantitativen Daten oder Einschätzungen des Verwenders ergeben zum Ende des Prozesses eine zielführende und transparente Lösung.⁶⁶ Für den Vergleich aktueller BI-Lösungen in dieser Arbeit soll diese Methode die Entscheidungsfindung und das Ergebnis nachvollzierbar darstellen.

Der Prozess umfasst folgende Schritte:



Abbildung 11: Prozessübersicht AHP⁶⁷

In den folgenden Kapiteln dieser Arbeit werden die einzelnen Prozessschritte genauer erklärt.

⁶⁵ Vgl. Saaty, Thomas: Multicriteria decision making - the analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. Pittsburgh: RWS Pubns, 1990, S. 1.

⁶⁶ Vgl. Sommerhäuser, Gereon: Unterstützung bankbetrieblicher Entscheidungen mit dem Analytic-Hierarchy-Process. Berlin: Duncker & Humblot GmbH, 2000, S. 39.

⁶⁷ Eigene Grafik nach: Mühlbacher, Axel: Der Analytic Hierarchy Process (AHP): Eine Methode zur Entscheidungsunterstützung im Gesundheitswesen. Berlin: Springer-Verlag, 2014, S. 119.

Aufstellung der Hierarchie

Das Oberziel definiert die Grundlage im Entscheidungsprozess. Um die Problemsituation zu lösen, werden Kriterien und Sub-Kriterien benötigt. Diese Einflussfaktoren werden ausgehend von dem Oberziel für jede Alternative bewertet.

Nach der Festlegung des Oberziels und der Recherche der Kriterien sowie der Alternativen kann eine Hierarchie aufgebaut werden. Konkrete Wahlmöglichkeiten, die sogenannten Alternativen, bilden die unterste Ebene. Danach folgen die Sub-Kriterien und die Kriterien. Jede Ebene wird von der höheren Ebene beeinflusst.⁶⁸

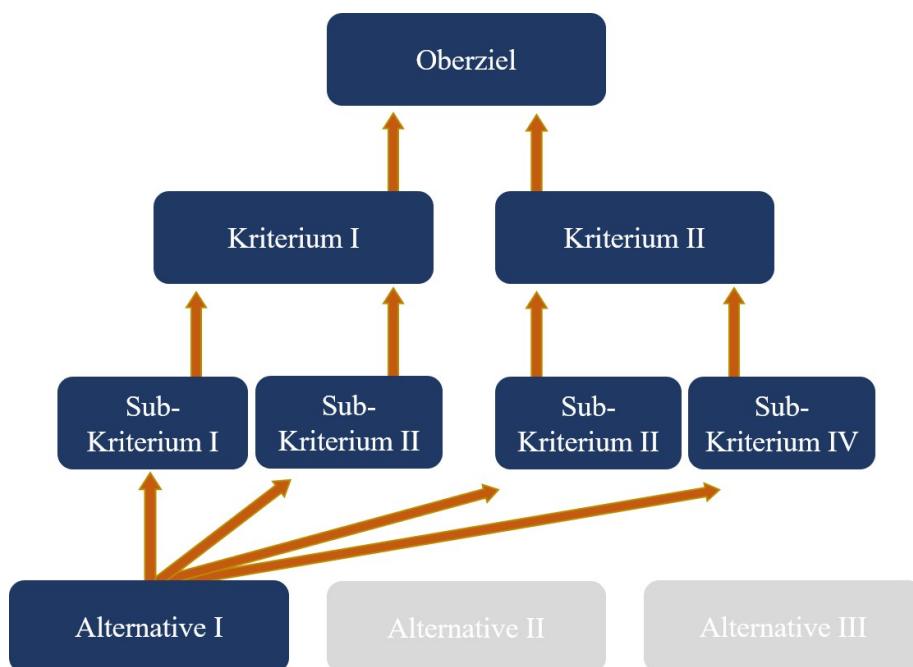


Abbildung 12: Beispiel AHP Hierarchie⁶⁹

⁶⁸ Vgl. Saaty, Thomas / Vargas, Luis: A structured scientific solution to the Israeli Palestinian conflict: The analytic hierarchy process. Heidelberg: Springer-Verlag, 2015, S. 3.

⁶⁹ Eigene Grafik nach: Mühlbacher, 2014, S. 122.

Bewertung der Hierarchieelemente

Nachdem die Hierarchie errichtet wurde, folgt die Bewertung der einzelnen Elemente. Dazu muss eine nummerische Bewertung der Kriterien und Sub-Kriterien gegeben sein. Es empfiehlt sich eine Verhältnisskala von dem Minimalwert 1 bis zu dem maximalen Wert von 9.⁷⁰

Zielbetrag	Definition	Erläuterung
1	Gleiche Bedeutung	Die zwei Kriterien besitzen für die Zielerreichung des übergeordneten Kriteriums eine gleich hohe Bedeutung.
3	Kaum größere Bedeutung	Das erste betrachtete Kriterium besitzt eine kaum größere Bedeutung für die Zielerreichung als das Zweite.
5	Etwas größere Bedeutung	Das erste betrachtete Kriterium besitzt eine etwas größere Bedeutung für die Zielerreichung als das Zweite.
7	Viel größere Bedeutung	Das erste betrachtete Kriterium besitzt eine viel größere Bedeutung für die Zielerreichung als das Zweite.
9	Sehr viel größere Bedeutung	Das erste betrachtete Kriterium besitzt eine sehr viel größere Bedeutung für die Zielerreichung als das Zweite.
2, 3, 4, 5, 6, 8		Feinabstufungen
1/2, 1/3, etc.	Reziproker Wert der obigen Zielbeträge	Kehrwerte zur Einstufung, falls das zweite Kriterium eine größere Bedeutung besitzt als das Erste.

Tabelle 3: Skala zur Bewertung der Kriterien⁷¹

Es entsteht eine Paarvergleichsmatrix mit den Bewertungen der Sub-Kriterien unter dem Kriterium. Die Hauptdiagonale wird dabei auf 1 gesetzt, da hier gleiche Kriterien verglichen werden.

⁷⁰ Vgl. Saaty / Vargas, 2015, S. 3.

⁷¹ Vgl. Saaty / Vargas, 2015, S. 4.

Die zweite Matrixhälfte besteht aus dem reziproken Wert der ersten Hälfte.⁷² Die Tabelle 4 zeigt ein Beispiel für eine Paarvergleichsmatrix. Bewertet wird das Verhältnis zwischen den Sub-Kriterien I, II und III unter dem Kriterium I.

Das Sub-Kriterium I hat eine etwas größere Bedeutung als Sub-Kriterium II und wird daher mit 5 bewertet. Demzufolge wird in der zweiten Matrixhälfte der Kehrwert 1/5 eingesetzt. Das Sub-Kriterium III hat eine viel größere Bedeutung als das Sub-Kriterium I.

Kriterium I	Sub-Kriterium I	Sub-Kriterium II	Sub-Kriterium III
Sub-Kriterium I	1	1/5	7
Sub-Kriterium II	5	1	1/4
Sub-Kriterium III	1/7	4	1

Tabelle 4: Beispiel Paarvergleichsmatrix

Berechnung der Gewichtsvektoren

Damit die Gewichtsvektoren bestimmt werden können, müssen zuerst die Spaltensummen der Matrix gebildet werden. Anschließend wird aus diesen Zahlen eine Gesamtsumme errechnet.⁷³

Kriterium I	Sub-Kriterium I	Sub-Kriterium II	Sub-Kriterium III	
Sub-Kriterium I	1	1/5	7	
Sub-Kriterium II	5	1	1/4	
Sub-Kriterium III	1/7	4	1	
Summe	6 1/7	5 1/5	8 1/4	19,59

Tabelle 5: Beispiel Gewichtsvektor I

⁷² Vgl. Brinkmeyer, Dieter / Müller, Rolf: Entscheidungsunterstützung mit AHP, Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst-, und Ernährungswirtschaft. Kiel: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1994, S. 86.

⁷³ Vgl. Mühlbacher, 2014, S. 123.

Jede Spaltensumme wird dann durch die Gesamtsumme dividiert und man erhält dadurch den Gewichtsvektor des jeweiligen Kriteriums. Dank diesem Prozedere entsteht eine Normierung der Gewichte und man erhält das Zielgewicht des Kriteriums.⁷⁴

Kriterium I	Sub-Kriterium I	Sub-Kriterium II	Sub-Kriterium III	Gewichtsvektoren
Sub-Kriterium I	1	1/5	7	0,31
Sub-Kriterium II	5	1	1/4	0,27
Sub-Kriterium III	1/7	4	1	0,42
Summe				1

Tabelle 6: Beispiel Gewichtsvektor II

Synthese der Bewertungen

„Unter Synthese ist der Vorgang der Berechnung und Zusammenfassung der in den Paarvergleichen erhobenen Bewertungen zu Gewichten für die einzelnen Kriterien und Alternativen zu verstehen.“⁷⁵

Über die gesamte Hierarchie werden die Gewichtsvektoren der Alternativen für jedes Kriterium erhoben. Eine Gewichtung unter einem Kriterium zeigt lediglich die Präferenz zu diesem Kriterium und nicht zum Oberziel.

Zur Bestimmung der Gewichtungsvektoren der nächsthöheren Ebene (Abbildung 12: Kriterium I) wird das Zielgewicht der Kriterien einer unteren Ebene (Abbildung 12: Alternative I) jeweils mit dem Zielgewicht des Kriteriums der darüber liegenden Ebene (Abbildung 12: Sub-Kriterium I) multipliziert.

Mit der Summierung der Gewichte aller einzelnen Kriterien über einer Alternative erhält man das Gesamtergebnis. Die Alternative mit dem höchsten Gesamtwert wird präferiert.⁷⁶

⁷⁴ Vgl. Mühlbacher, 2014, S. 123.

⁷⁵ Vgl. Brinkmeyer / Müller, 1994, S. 86.

⁷⁶ Vgl. Mühlbacher, 2014, S. 123.

Sensitivitätsanalyse

Mit einer Sensitivitätsanalyse kann geprüft werden, wie hoch die Auswirkungen sind, wenn sich die Gewichtungen eines Kriteriums ändern. Kehrt sich nach einer marginalen Änderung die Reihenfolge der Lösungsalternativen, dann ist das Ergebnis instabil. Bleibt das Ergebnis allerdings gleich, dann ist die Lösung demnach stabil. In sogenannten sensitiven Grenzen wird definiert, wie groß die Änderungen sein müssen, damit eine andere Reihenfolge zustande kommt.⁷⁷

Sind die Ergebnisse stabil, gibt die vorhandene Lösung die endgültige Präferenzordnung wieder.⁷⁸

⁷⁷ Vgl. Mühlbacher, 2014, S. 124.

⁷⁸ Vgl. Brinkmeyer, 1994, S. 87.

3.3 Vergleich BI-Systeme mit Hilfe des AHP

Aufstellung der Hierarchie und Festlegung der Kriterien

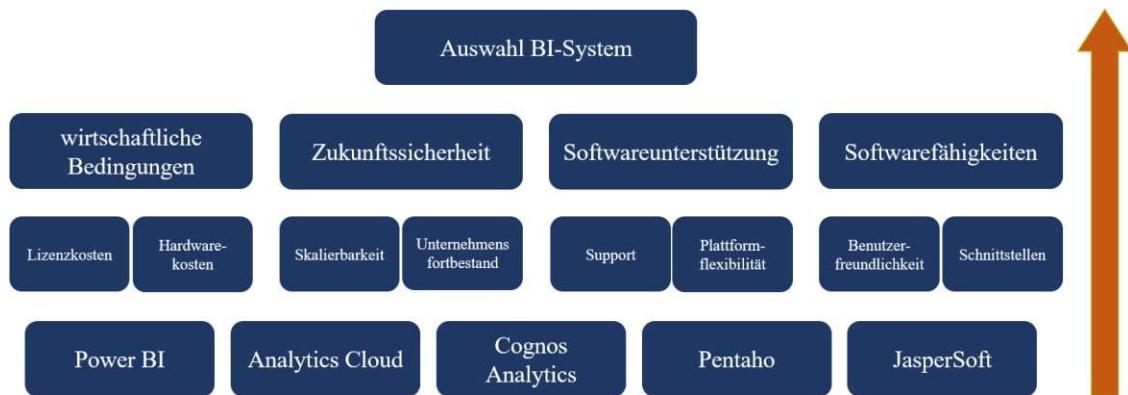


Abbildung 13: AHP - Hierarchie

Das Oberziel, die Auswahl des BI-Systems, wird auf die vier Kriterien wirtschaftliche Bedingungen, Zukunftssicherheit, Softwareunterstützung und Softwarefähigkeiten untersucht. Die wirtschaftlichen Bedingungen stellen die variablen und die fixen Kosten für die Einführung der Lösung in das Unternehmen dar. Das Kriterium Zukunftssicherheit beschäftigt sich damit, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass die Lösung auch in der bevorstehenden Zeit eingesetzt werden kann und nicht durch eine andere Lösung ersetzt werden muss. Softwareunterstützung bezeichnet die Qualität des Kundenservice sowie die Anpassungsfähigkeit der Lösung an die Bedürfnisse des Kunden. Damit die Integration der BI-Lösung in das Unternehmen effizient verläuft, muss diese hinsichtlich Bedienbarkeit und dem Bezug von Daten Softwarefähigkeiten aufweisen. Jedes Kriterium wird von je zwei Sub-Kriterien beeinflusst. Mit dieser Auswahl an Kriterien und Sub-Kriterien wird die Lösungsfindung so extrahiert, dass ein fiktives Unternehmen die passende BI-Lösung ermitteln kann. Power BI, Analytics Cloud, Cognos Analytics, Pentaho und JasperSoft stellen die möglichen Alternativen dar.

Im nächsten Schritt werden die Hierarchieelemente bewertet.

Wirtschaftliche Bedingungen

Das Kriterium wirtschaftliche Bedingungen enthält die Sub-Kriterien Lizenzkosten und Hardwarekosten. Die Lizenzkosten spielen eine etwas größere Bedeutung bei der Bewertung des Kriteriums, da sie im Gegensatz zu den einmaligen Hardwarekosten dauerhaft anfallen.

Tabelle 7: AHP - wirtschaftliche Bedingungen

Unter dem Kriterium Lizenzkosten werden die monatlichen Gebühren für eine Benutzerlizenz verglichen. Die teuerste Alternative stellt die Analytics Cloud von SAP (20,00€ je Lizenz pro Monat⁷⁹) dar. Die Cognos Analytics von IBM (14,47€ je Lizenz pro Monat⁸⁰) und Power BI von Microsoft (10,00€⁸¹ je Lizenz pro Monat) sind preiswerter. Die Open Source Lösungen Pentaho und JasperSoft sind frei zugänglich und weisen daher keine monatlichen Gebühren auf.

Tabelle 8: AHP - Preis

⁷⁹ Vgl. SAP: Pricing, <https://www.sap.com/germany/products/cloud-analytics/pricing.html> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

⁸⁰ Vgl. IBM: Pricing, <https://www.ibm.com/de-de/products/cognos-analytics/pricing> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

⁸¹ Vgl. Microsoft: Pricing, <https://powerbi.microsoft.com/de-de/pricing/> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

Für die Inbetriebnahme der cloudbasierten Lösungen von Microsoft, SAP und IBM entstehen keine weiteren Kosten für Hardware. Pentaho und JasperSoft benötigen für die Einrichtung einen zusätzlichen lokalen Server.⁸²

	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■

Tabelle 9: AHP – Inbetriebnahme

Zukunftssicherheit

Das Kriterium Zukunftssicherheit umfasst die Skalierbarkeit der Lösungen und den zukünftigen Unternehmensfortbestand des Anbieters. Beide Kriterien werden gleichermaßen wichtig eingestuft. Nur wenn die zu wählende Alternative in Zukunft den steigenden Anforderungen des Unternehmens gerecht und die Weiterentwicklung der Lösung gewährleistet werden kann, ist die Lösung zukunftssicher.

	■	■
	■	■

Tabelle 10: AHP – Zukunftssicherheit

⁸² Vgl. Pentaho: help.pentaho.com, <https://help.pentaho.com/Documentation/7.1/Installation/Manual> (Zugriff am (29.08.2019), 2019.

Skalierbarkeit besagt, dass ein System die Anforderungen eines Anwenders immer noch erfüllt, auch wenn sich die Größe oder das Volumen ändert.⁸³ Bezuglich der BI-Lösungen ist die Alternative auch dann vollkommen funktionstüchtig und gewährleistet schnelles Abfragen, wenn die Anzahl der verfügbaren Daten oder der Anwender steigt. Die SaaS-Lösungen versprechen dank ihrer Cloud-Anbindung die optimale Skalierbarkeit ihrer Produkte, da Anpassungen automatisch auf den Servern verrichtet werden. Außerdem können bei allen Anbietern zusätzliche Anwender dazugebucht werden. Die Open Source Lösungen Pentaho und JasperSoft können aufgrund der internen Installation nur kostenintensiver und aufwändiger skaliert werden, da neue Hardware benötigt wird.

	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■

Tabelle 11: AHP – Skalierbarkeit

Damit Sicherheitsupdates in Zukunft gewährleistet und neue Funktionen integriert werden können, ist der Unternehmensfortbestand des Anbieters von hoher Bedeutung. Zur Bewertung dieses Kriteriums wird der Gewinn des Unternehmens im Jahr 2018 verglichen.

⁸³ Vgl. Rouse, Margaret: Skalierbarkeit, <https://www.computerweekly.com/de/definition/Skalierbarkeit> (Zugriff am 09.09.2019), 2019.

■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■

Tabelle 12: Gewinn im Jahr 2018

■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■

Tabelle 13: AHP - Unternehmensfortbestand

Softwareunterstützung

Das Kriterium Softwareunterstützung wird von den Sub-Kriterien Support und Plattformflexibilität beeinflusst. Der Support hat eine kaum bis etwas größere Bedeutung als die Plattformflexibilität.

⁸⁴ Vgl. Statista: Nettogewinn der Microsoft Corporation in den Geschäftsjahren 2002 bis 2019 (in Milliarden US-Dollar), <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/155721/umfrage/entwicklung-des-nettогewinns-der-microsoft-corporation-seit-dem-geschaefsjahr-2002/> (Zugriff am 25.09.2019), 2018.

⁸⁵ Vgl. Statista: Nettogewinn von SAP in den Jahren von 2006 bis 2018 (in Millionen Euro), <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/190446/umfrage/nettогewinn-des-unternehmens-sap-seit-dem-jahr-2006/> (Zugriff am 25.09.2019), 2018.

⁸⁶ Vgl. Statista: Nettogewinn von IBM weltweit in den Jahren 1999 bis 2018 (in Milliarden US-Dollar), <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38590/umfrage/nettогewinn-von-ibm-seit-1999/> (Zugriff am 25.09.2019), 2018.

⁸⁷ Vgl. Macrotrends: Hitachi, <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/HTHIY/hitachi/net-profit-margin> (Zugriff am 25.09.2019), 2014.

⁸⁸ Vgl. TIBCO Software: Reports, <https://www.tibco.com/press-releases/2014/tibco-software-reports-first-quarter-results> (Zugriff am 25.09.2019), 2014.

Tabelle 14: AHP – Softwareunterstützung

Das Sub-Kriterium Support umfasst die Bereitstellung einer ausführlichen Software-Dokumentation sowie eines Kundenservices. Power BI bietet die umfangreichste Dokumentation aller Anbieter. In sogenannten Kursreihen mit unterstützenden Videos werden Benutzer in das Programm eingeführt. Außerdem besitzt Microsoft die größte Community-Plattform mit 542.000 Beiträgen.⁸⁹ Für sonstige Probleme stellt Microsoft für Kunden ein kostenloses Ticket-Support-System zur Verfügung. IBM und SAP bieten diesen Support ebenfalls, aber die Dokumentation und die Community fällt erheblich kleiner aus. Währenddessen bietet SAP auch Schulungsvideos und IBM eine Chatfunktion mit einer künstlichen Intelligenz an. Pentaho und JasperSoft verfügen über eine ausführliche Dokumentation. Individuelle Supportanfragen sind bei beiden Open Source Lösungen nicht möglich. Die Community-Plattform von Pentaho umfasst 204.669 Beiträge⁹⁰ und die von JasperSoft 56.637 Beiträge⁹¹.

Tabelle 15: AHP – Support

⁸⁹ Vgl. Microsoft: Community PowerBI, <https://community.powerbi.com/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹⁰ Vgl. Pentaho: Pentaho Forums, <https://forums.pentaho.com/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹¹ Vgl. JasperSoft: JasperSoft Community, <https://community.jaspersoft.com/answers> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

39 Prozent der Angestellten in Deutschland wünschen sich gelegentliches oder regelmäßiges mobiles Arbeiten.⁹² Die Alternativen sollten daher auf verschiedenen Plattformen laufen und unterschiedliche Bildschirmgrößen unterstützen. Sämtliche zu vergleichende Lösungen bieten eine Ansicht in den gängigsten Browsern und sind daher vom Betriebssystem unabhängig.

Für die mobile Anwendung stellen alle Anbieter bis auf Pentaho eine Applikation für Android sowie iOS zur Verfügung. Bei diesem Vergleich werden die durchschnittlichen Bewertungen im Google Play Store sowie im Apple App Store gegenübergestellt. Die Zahlen in den Klammern zeigen die Anzahl der Bewertungen.

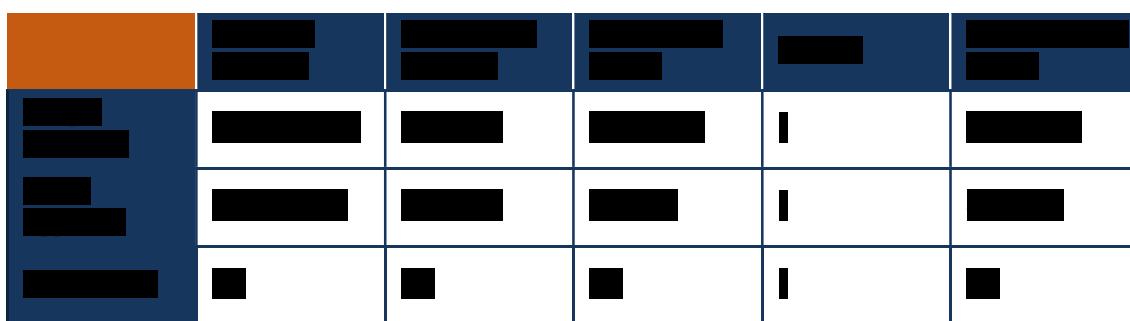


Tabelle 16: Bewertungen Apps

⁹² Vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Mobiles und entgrenztes Arbeiten. Köln: BMAS, 2015, S. 18.

⁹³ Vgl. Google Play Store: Microsoft Power BI – Geschäftsdatenanalyse, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.microsoft.powerbim&gl=DE> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹⁴ Vgl. Google Play Store: SAP Roambi Analytics, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mellmo.roambi&gl=DE> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹⁵ Vgl. Google Play Store: IBM Cognos Mobile, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ibm.cogmob.artoo> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹⁶ Vgl. Google Play Store: TIBCO JasperMobile, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jaspersoft.android.jaspermobile&gl=DE> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹⁷ Vgl. Apple App Store: Microsoft Power BI, <https://apps.apple.com/de/app/microsoft-power-bi/id929738808> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹⁸ Vgl. Apple App Store: SAP Analytics Cloud Roambi, <https://apps.apple.com/de/app/sap-analytics-cloud-roambi/id315020789> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

⁹⁹ Vgl. Apple App Store: IBM Cognos Mobile, <https://apps.apple.com/de/app/ibm-cognos-mobile/id455326089> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰⁰ Vgl. Apple App Store: TIBCO JasperMobile, <https://apps.apple.com/us/app/tibco-jaspermobile/id467317446> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■

Tabelle 17: AHP - Plattformunabhängigkeit

Softwarefähigkeiten

Damit die Alternativen erfolgreich im Unternehmen eingesetzt werden können, spielen Benutzerfreundlichkeit und die verfügbaren Schnittstellen eine Rolle. Die Schnittstellen haben eine etwas größere Bedeutung, da diese essenziell für Einrichtung im Unternehmen sind.

	■	■
	■	■

Tabelle 18: AHP – Softwarefähigkeiten

Die Benutzerfreundlichkeit beschreibt die Selbstverständlichkeit, mit der ein Benutzer durch ein technisches System navigiert wird. Je einfacher und leichter ein Nutzer seine persönlichen Ziele mit einem technischen Produkt erreichen kann, desto benutzerfreundlicher ist es.¹⁰¹ Zur besseren Einschätzung dieses Kriteriums werden Nutzerbewertungen von den Portalen Capterra und Software Advice herangezogen und in der Tabelle 19 miteinander verglichen. Die Zahlen in den Klammern zeigen die Anzahl der Bewertungen.

¹⁰¹ Vgl. Gruenderszene.de: Benutzerfreundlichkeit, <https://www.gruenderszene.de/lexikon/begriffe/benutzerfreundlichkeit?interstitial> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Tabelle 19: Nutzerbewertungen

Tabelle 20: AHP – Benutzerfreundlichkeit

¹⁰² Vgl. Capterra: Power BI, <https://www.capterra.com.de/software/176586/power-bi> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰³ Vgl. Capterra: SAP Analytics Cloud, <https://www.capterra.com.de/software/163200/sap-analytics-cloud> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰⁴ Vgl. Capterra: IBM Cognos Analytics, <https://www.capterra.com.de/software/162441/ibm-cognos-analytics> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰⁵ Vgl. Capterra: Pentaho Business Analytics, <https://www.capterra.com.de/software/78014/pentaho-business-analytics> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰⁶ Vgl. Capterra: Jaspersoft, <https://www.capterra.com.de/software/170203/jaspersoft> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰⁷ Vgl. Software Advice: Microsoft Power BI Software, <https://www.softwareadvice.com/bi/microsoft-power-bi-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰⁸ Vgl. Software Advice: SAP Analytics Cloud Software, <https://www.softwareadvice.com/bi/sap-analytics-cloud-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹⁰⁹ Vgl. Software Advice: IBM Cognos Analytics Software, <https://www.softwareadvice.com/bi/ibm-bi-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹¹⁰ Vgl. Software Advice: Pentaho Software, <https://www.softwareadvice.com/bi/pentaho-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

¹¹¹ Vgl. Software Advice: Jaspersoft Software, <https://www.softwareadvice.com/bi/tibco-jaspersoft-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Die Anbindung vielfältiger, großer und heterogener Datenquellen ist ein weiterer wichtiger Bestandteil einer Business Intelligence Lösung. Nicht nur die Informationen aus dem eigenen Data Warehouse können für eine Analyse benutzt werden, sondern auch Daten aus externen Quellen können direkt über Schnittstellen in die Business Intelligence Lösung eingespielt werden.¹¹² Die gegebenen Alternativen bieten dafür eine große Anzahl an verschiedenen Konnektoren. Microsofts Power BI¹¹³ stellt die meisten Anbindungen zur Verfügung. Es können zum Beispiel auch Daten von Facebook direkt in die BI-Lösung mit aufgenommen werden. SAP¹¹⁴ und IBM¹¹⁵ konzentrieren sich mehr auf die Integration der Daten aus dem eigenen Haus. JasperSoft¹¹⁶ und Pentaho¹¹⁷ bieten zwar die wichtigsten Konnektoren wie Google BigQuery an, stellen aber deutlich weniger Möglichkeiten wie die anderen Alternativen bereit.

	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■

Tabelle 21: AHP – Schnittstellen

¹¹² Vgl. Müller / Lenz, 2013, S. 27.

¹¹³ Vgl. Microsoft: Datenquellen in Power BI Desktop, <https://docs.microsoft.com/de-de/power-bi/desktop-data-sources> (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

¹¹⁴ Vgl. SAP: Data Connections, [https://www.sapalytics.cloud/learning/data-connections/](https://www.sapanalytics.cloud/learning/data-connections/) (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

¹¹⁵ Vgl. IBM: Datenquellen und Verbindungen, https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/de/SSEP7J_10.2.2/com.ibm.swg.ba.cognos.ug_cra.10.2.2.doc/c_datasources.html (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

¹¹⁶ Vgl. JasperSoft: Datenintegration, <https://www.jaspersoft.com/de/datenintegration> (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

¹¹⁷ Vgl. Pentaho: Supported Data Sources, <https://help.pentaho.com/Documentation/6.0/0L0/130/050/000> (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

Auswahl BI-System

Für die Berechnung des Oberziels werden die Kriterien untereinander abgewogen. Die wichtigste Bedeutung haben die Softwarefähigkeiten, gefolgt von der Zukunftssicherheit und der Softwareunterstützung.

Tabelle 22: AHP - Auswahl BI-System

Berechnung der Gewichtsvektoren und die Synthese der Bewertungen

Im Anhang dieser Arbeit befinden sich die Tabellen zur Berechnung der Gewichtsvektoren sowie die Synthese der Bewertungen. Folgendes Endergebnis liefert das AHP:

Tabelle 23: AHP - Endergebnis

Sensitivitätsanalyse

Für die Sensitivitätsanalyse werden die Zielbeträge jedes Kriteriums jeweils um einen Punkt gesenkt bzw. erhöht.¹¹⁸

Bei marginalen Änderungen der Sub-Kriterien bleibt das Endergebnis gleich und damit stabil. Werden die Zielbeträge der Kriterien in den höheren Hierarchieebenen marginal geändert, dann wechselt die Reihenfolge auf den Positionen zwei bis fünf. Nur die erste Position Power BI ist stets stabil. Damit wird das Gesamtergebnis als instabil angesehen.

¹¹⁸ Vgl. Brinkmeyer, 1994, S. 87.

3.4 Kritische Würdigung

Die vorgegebenen Arbeitsschritte des AHPs sowie die Veranschaulichung des Problems anhand einer übersichtlichen Hierarchie (Abbildung 13) ermöglichen dieser Methodik ein strukturiertes und einfach nachvollziehbares Vorgehen zur zielführenden Problemlösung. Dadurch wird die Lösung der komplexen Problemsituationen „Auswahl BI-System“ realisiert. Gleichzeitig reduziert die Unterteilung des Problems in die einzelnen Kriterien wirtschaftliche Bedingungen, Zukunftssicherheit, Softwareunterstützung und Softwarefähigkeiten sowie die dazugehörigen Sub-Kriterien die Komplexität der Entscheidungsfindung.¹¹⁹ Die einzelnen Bewertungen der Sub-Kriterien und die dazugehörigen Gewichtungen der Kriterien gestalten das Ergebnis nachvollziehbar, da einzelne Ergebnisse in den jeweiligen Tabellen klar ersichtlich sind.

Ein weiterer Vorteil des AHPs liegt in dessen flexiblen Anwendungsmöglichkeiten. In weiteren Durchläufen des Verfahrens können Alternativen oder Kriterien ausgetauscht, ergänzt oder entfernt sowie Bewertungen angepasst werden.¹²⁰ Sollten zu einem späteren Zeitpunkt weitere Kriterien wie zum Beispiel die Sprache der Software oder Barrierefreiheit zur Ergebnisentscheidung benötigt werden, können diese hinzugefügt werden.

Die definierte und begrenzte Auswahl an Kriterien anhand dessen die Alternativen bewertet werden, schafft Transparenz und gewährleistet eine einheitliche Bewertung. Kriterien, welche nicht in der Hierarchie erfasst worden sind, dürfen nicht in die Bewertung mit einbezogen werden.¹²¹

Die Gewichtung der Paarvergleiche der Kriterien Benutzerfreundlichkeit und Plattformflexibilität beruhen auf Bewertungen in diversen Portalen. Auf diesen existiert für die jeweiligen Lösungen eine unterschiedliche Anzahl an Bewertungen. Zum Beispiel besitzt die Applikation IBM Cognos Mobile aus dem Apple App Store lediglich zwei Nutzerbewertungen, währenddessen die Applikation Microsoft Power BI 1.913 Bewertungen aufweisen kann. Dieses Ergebnis wird daher als nicht repräsentativ angesehen.

¹¹⁹ Vgl. Sommerhäuser, 2000, S. 39.

¹²⁰ Vgl. Mühlbacher, 2014, S. 124.

¹²¹ Vgl. Sommerhäuser, 2000, S. 40.

Weiterhin besteht das Problem des richtigen Aufbaus der Hierarchie. Diese kann sowohl flach, d.h. mit wenigen Hierarchieebenen und vielen Kriterien in einer Ebene, oderspitz, mit vielen Ebenen und wenigen Kriterien je Ebene, gestaltet werden. Beispielsweise entsteht eine flachere Hierarchiestruktur, wenn die Ebene der Kriterien entfernt und durch die Ebene der Sub-Kriterien ersetzt wird. Reihenweise empirische Arbeiten zeigen, dass unterschiedliche Strukturen der Hierarchie starke Differenzen im Endergebnis erzeugen können.¹²²

Außerdem besteht die Möglichkeit der sogenannten Rangumkehr. Durch den Einbezug weiterer Lösungsalternativen oder Kriterien kann es zu einer Rangfolgenänderungen der Alternativen kommen und somit ist die Aussagekraft des AHPs eingeschränkt.¹²³

Ebenfalls kann davon ausgegangen werden, dass die Gewichtungen der einzelnen Kriterien und deren Auswahl nicht per se auf die Bedürfnisse aller Unternehmen zugeschnitten sind. In der Tabelle 18 werden zum Beispiel die Bedeutungen von den Schnittstellen und der Benutzerfreundlichkeit für das Kriterium Softwarefähigkeiten verglichen. Für andere Anwender könnte auch die Benutzerfreundlichkeit wichtiger als der Zugang zu Schnittstellen sein.

Ein weiterer Kritikpunkt des AHPs liegt in dessen scheinbar objektiver Methodik. Die Gewichtung wird zwar mathematisch bestimmt, aber die Paarvergleiche hingehen beruhen teilweise auf subjektiven Einschätzungen. Nach der Sensitivitätsanalyse wurde festgestellt, dass das Endergebnis instabil ist. Eine marginale Änderung der Zielbeträge der Kriterien kann zu einer Reihenfolgeänderung des Ergebnisses führen. Demnach kann eine abweichende subjektive Einschätzung durch einen anderen Anwender das ursprüngliche Ziel, die Auswahl eines geeigneten BI-Systems, wesentlich beeinflussen.

¹²² Vgl. Brinkmeyer, 1994, S. 89.

¹²³ Vgl. Brinkmeyer, 1994, S. 90.

4 Schlussbetrachtung

Diese Arbeit definierte zunächst den Begriff Business Intelligence und ordnete diesen historisch ein. Darauf basierend fand eine detaillierte Aufarbeitung des Aufbaus der analytischen Informationssysteme von der Datenbereitstellung bis hin zur Datendarstellung statt.

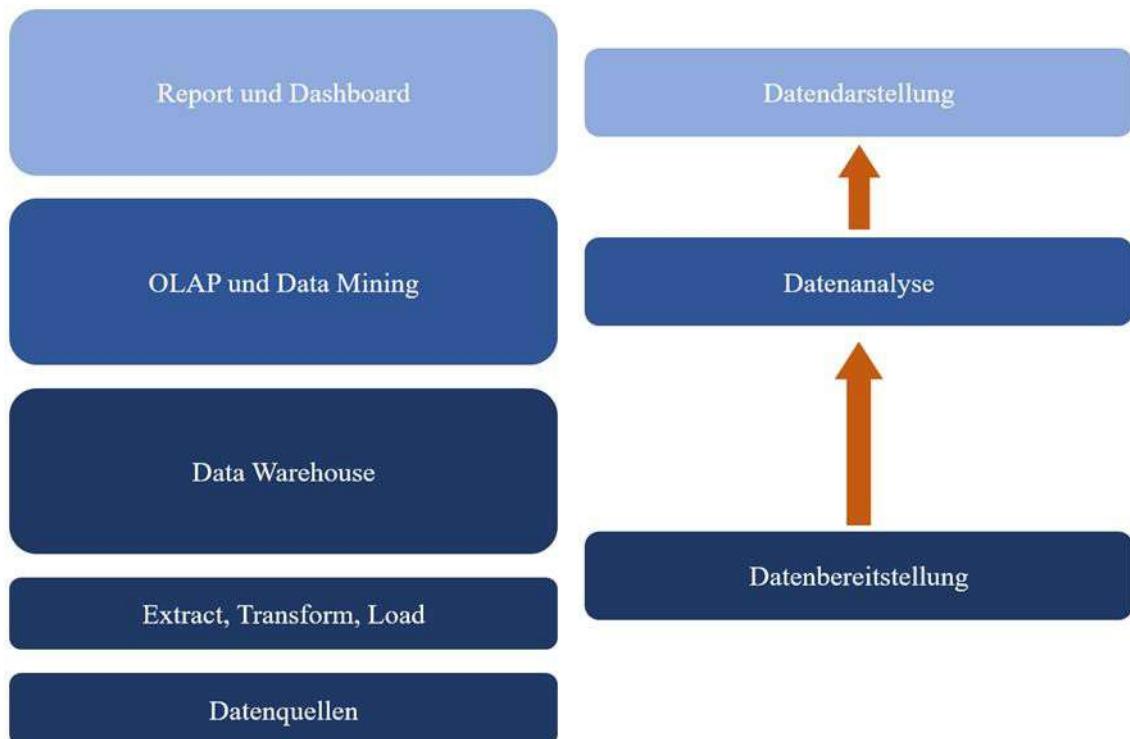


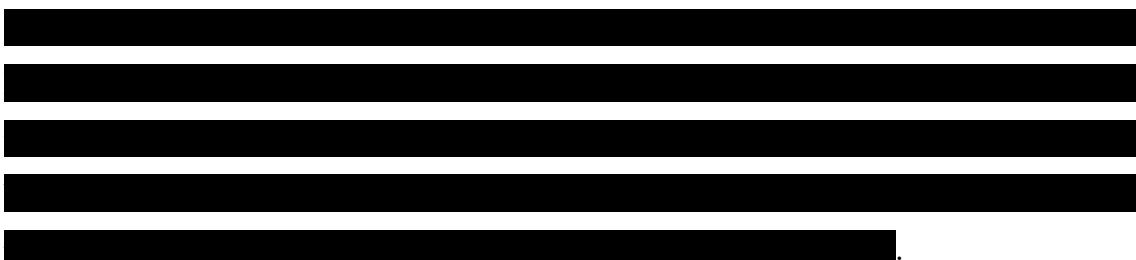
Abbildung 14: Prozesse Business Intelligence

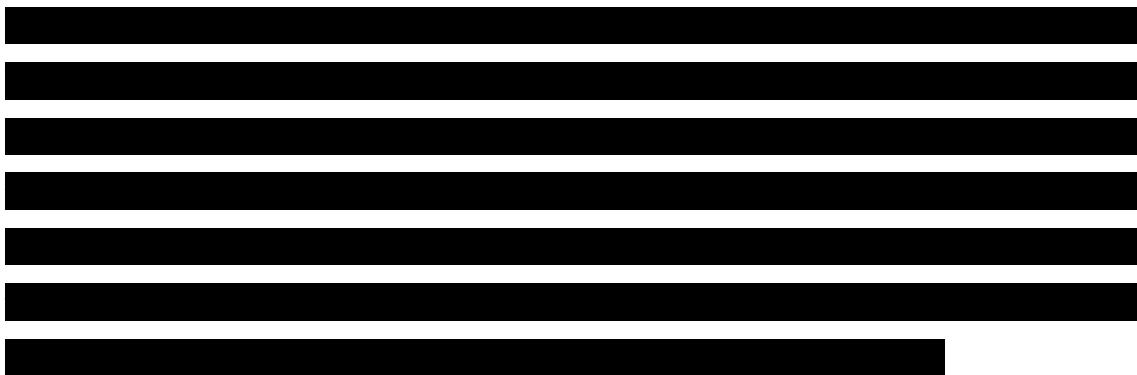
Geschäftsinteressante Daten aus internen sowie externen Quellen werden mittels eines ETL-Prozesses extrahiert sowie transformiert und anschließend in einer homogenen Struktur in das interne Data Warehouse geladen. Hier findet die Analyse der Daten mit Hilfe von OLAP statt. Dazu werden die Informationen in sogenannten Cubes, mehrdimensionale Würfel, gespeichert. Nach der Auswahl von einer oder mehreren Dimensionen kann auf zusammenhängende Fakten zugegriffen werden. Data Mining erkennt selbstständig Beziehungen zwischen diesen Daten und bildet daraus Zusammenhänge, die über die üblichen Kennzahlen hinaus gehen. Nach der Verarbeitung der Daten werden diese in einem Report, einem Dokument mit unternehmensrelevanten Informationen, oder auf einem Dashboard, einer visualisierten Übersicht, anschaulich für den Anwender zusammengefasst.

Das Ziel dieser Arbeit war der Vergleich aktueller BI-Lösungen mittels eines Analytischen Hierarchieprozesses. Dazu wurden nach dem theoretischen Einstieg die Grundlagen und die Prozessschritte des Analytischen Hierarchieprozesses von Thomas L. Saaty detailliert erklärt. Nach dem Aufbau der Hierarchie wurden die gegebenen Alternativen Power BI, Analytics Cloud, Cognos Analytics, Pentaho und JasperSoft mittels Paarvergleichen in Anbetracht der Kriterien untereinander bewertet. Sub-Kriterien dienten dazu, das Ergebnis transparent zu gestalten. Die Abbildung 15 zeigt die Gewichtsverteilung der Alternativen zu den einzelnen Kriterien Zukunftssicherheit, Softwareunterstützung und Softwarefähigkeiten.



Abbildung 15: Ergebnis im Gitternetz





Nach der Gewichtung aller Kriterien, in Einbezug der wirtschaftlichen Bedingungen, entstand das Endergebnis (Tabelle 23). Die aufgeführten Argumente in der kritischen Würdigung sowie das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse führen dazu, dass das Endergebnis kritisch gesehen werden muss. Dennoch führt die transparente Durchführung zu einem nachvollzielbaren Ergebnis.

Den Abschluss dieser Arbeit „Analyse aktueller BI-Systeme“ bildet die Beantwortung der offenen Fragen der Einleitung: Können Unternehmen mit dem Wissen aus BI bessere Entscheidungen treffen und zukünftig erfolgreichere Strategien entwickeln? Inwieweit trägt BI als Controlling-System dazu bei, Unternehmen nachhaltig zu einem Wettbewerbsvorteil zu verhelfen?

Damit BI-Systeme bei der Entscheidungsfindung und Strategieentwicklung erfolgreich unterstützen können, müssen Voraussetzungen erfüllt werden. Den Grundstein bildet neben der Akzeptanz der Manager und Controller für elektronisch unterstützende Entscheidungssysteme die Verfügbarkeit unterschiedlichster Datenquellen. Ohne diese zahlreichen, unerlässlichen Informationen kann kein BI-System dazu beitragen, Unternehmen nachhaltig zu einem Wettbewerbsvorteil zu verhelfen. Durch diese Daten können BI-Systeme neues, geschäftsinteressantes Wissen generieren. Jenes Unternehmen, welches mehr Daten und demnach mehr Wissen besitzt, muss am Ende weniger Glauben – und davon war auch schon Marie von Ebner-Eschenbach überzeugt.

IV Literaturverzeichnis

Printmedien

Brinkmeyer, Dieter / Müller, Rolf: Entscheidungsunterstützung mit AHP.

Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst-, und Ernährungswirtschaft. Kiel: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1994.

Bundesministeriums für Arbeit und Soziales: Mobiles und entgrenztes Arbeiten. Köln: BMAS, 2015.

Chamoni, Peter / Gluchowski, Peter: Analytische Informationssysteme: Business Intelligence-Technologien und -Anwendungen. Bd. 5. Berlin: Springer-Verlag, 2016.

Von Ebner-Eschenbach, Marie: Gesammelte Schriften: Aphorismen. Parabeln, Märchen und Gedichte Bd. 1. Berlin: Gebrüder Paetel, 1983.

Farkisch, Kiumars: Data-Warehouse-Systeme kompakt. Berlin: Springer-Verlag, 2011.

Few, Stephen: Information Dashboard Design: Displaying Data for At-A-Glance. El Dorado Hills: Analytics Press, 2013.

Gleich, Roland / Mayer, Reinhold / Möller, Klaus / Seiter, Mischa: Controlling - Relevance Lost – Perspektiven für ein zukunftsfähiges Controlling. München: Vahlen, 2012.

Gluchowski, Peter / Gabriel, Roland / Dittmar, Carsten: Management Support Systeme und Business Intelligence. Bd. 2. Berlin: Springer-Verlag, 2008.

Hannig, Uwe: Knowledge Management und Business Intelligence. Berlin: Springer-Verlag, 2002.

Humm, Bernhard / Wietek, Frank: Informatik Spektrum. Berlin: Springer-Verlag, 2005.

Kemper, Hans / Walid, Mehanna / Unger, Carsten: Business Intelligence - Grundlagen und praktischen Anwendungen. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2006.

Lenz, Hans-Joachim / Müller, Roland: Business Intelligence. Berlin: Springer-Verlag, 2013.

Linden, Markus: Geschäftsmodellbasierte Unternehmenssteuerung mit Business-Intelligence-Technologien. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2016.

Mühlbacher, Axel: Der Analytic Hierarchy Process (AHP): Eine Methode zur Entscheidungsunterstützung im Gesundheitswesen. Berlin: Springer-Verlag, 2014.

Rausch, Peter / Sheta, Alaa / Ayesh, Aladdin: Business Intelligence and Performance Management. Leicester: Springer-Verlag, 2013.

Saaty, Thomas: Multicriteria decision making - the analytic hierarchy process : planning, priority setting, resource allocation. Pittsburgh: RWS Pubns, 1990.

Saaty, Thomas / Vargas, Luis: A structured scientific solution to the IsraeliPalestinian conflict: The analytic hierarchy process. Heidelberg: Springer-Verlag, 2015.

Schön, Dietmar: Planung und Reporting im BI-gestützten Controlling. Bd. 3. Wiesbaden: Springer-Verlag, 2018.

Sommerhäuser, Gereon: Unterstützung bankbetrieblicher Entscheidungen mit dem Analytic-Hierachy-Process. Berlin: Duncker & Humblot GmbH, 2000.

Tableau Software: Business-Intelligence-Trends. Seattle: Tableau Software, 2019.

Webseiten

Apple App Store: IBM Cognos Mobile, <https://apps.apple.com/de/app/ibm-cognos-mobile/id455326089> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Apple App Store: Microsoft Power BI, <https://apps.apple.com/de/app/microsoft-power-bi/id929738808> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Apple App Store: SAP Analytics Cloud Roambi, <https://apps.apple.com/de/app/sap-analytics-cloud-roambi/id315020789> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Apple App Store: TIBCO JasperMobile, <https://apps.apple.com/us/app/tibco-jaspermobile/id467317446> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Begerow, Markus: Data Mart, www.datenbanken-verstehen.de/lexikon/data-mart/ (Zugriff am 21.08.2019), 2019.

Capterra: IBM Cognos Analytics, <https://www.capterra.com/de/software/162441/ibm-cognos-analytics> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Capterra: Jaspersoft, <https://www.capterra.com.de/software/170203/jaspersoft> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Capterra: Pentaho Business Analytics,
<https://www.capterra.com.de/software/78014/pentaho-business-analytics> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Capterra: Power BI, <https://www.capterra.com.de/software/176586/power-bi> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Capterra: SAP Analytics Cloud, <https://www.capterra.com.de/software/163200/sap-analytics-cloud> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Google Play Store: IBM Cognos Mobile,
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ibm.cogmob.artoo> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Google Play Store: Microsoft Power BI – Geschäftsdatenanalyse,
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.microsoft.powerbim&gl=DE> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Google Play Store: SAP Roambi Analytics,
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mellmo.roambi&gl=DE> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Google Play Store: TIBCO JasperMobile,
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.jaspersoft.android.jaspermobile&gl=DE> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Gruenderszene.de: Benutzerfreundlichkeit,
<https://www.gruenderszene.de/lexikon/begriffe/benutzerfreundlichkeit?interstitial> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

heise.de: Business Intelligence für jedermann, <https://www.heise.de/ct/artikel/Business-Intelligence-fuer-jedermann-222055.html> (Zugriff am 12.09.2019), 2019.

IBM: Datenquellen und Verbindungen,
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/de/SSEP7J_10.2.2/com.ibm.swg.ba.cognos.ug_cra.10.2.2.doc/c_datasources.html (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

IBM: IBM Cognos Analytics V11, www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?infotype=AN&subtype=CA&htmlfid=897/ENUS215-497&appname=USN (Zugriff am 25.09.2019), 2019.

IBM: Pricing, <https://www.ibm.com/de-de/products/cognos-analytics/pricing> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

Infocient: Was ist SAP Analytics Cloud?, <https://infocient.de/blog/sap-grundlagen/was-ist-sap-analytics-cloud/> (Zugriff am 12.09.2019), 2019.

JasperSoft: Installing, <https://community.jaspersoft.com/documentation/tibco-jasperreports-server-installation-guide/v630/installing-jasperreports-server> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

JasperSoft: Datenintegration, <https://www.jaspersoft.com/de/datenintegration> (Zugriff am 18. 09 2019), 2019.

JasperSoft: JasperSoft Community, <https://community.jaspersoft.com/answers> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Prof. Dr. Lackes, Richard: Gabler Wirtschaftslexikon, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/data-mining-28709/version-252334> (Zugriff am 23.08.2019), 2018.

Prof. Dr. Lackes, Richard / Dr. Siepermann, Marcus: Gabler Wirtschaftslexikon, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/business-intelligence-29438/version-253044> (Zugriff am 08.19.2019), 2018.

Luber, Stefan: Was ist Power BI?, <https://www.bigdata-insider.de/was-ist-power-bi-a-676381/> (Zugriff am 29.08.2019), 2018.

Macrotrends: Hitachi, <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/HTHIY/hitachi/net-profit-margin> (Zugriff am 25.09.2019), 2014.

Microsoft: Community PowerBI, <https://community.powerbi.com/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Microsoft: Datenquellen in Power BI Desktop, <https://docs.microsoft.com/de-de/power-bi/desktop-data-sources> (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

Microsoft: Pricing, <https://powerbi.microsoft.com/de-de/pricing/> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

Pentaho: Hitachi Data Systems, pentaho.com/hitachi-data-systems-completes-pentaho-acquisition (Zugriff am 25.09.2019), 2019.

Pentaho: Installation, <https://help.pentaho.com/Documentation/7.1/Installation/Manual> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

Pentaho: Pentaho Forums, <https://forums.pentaho.com/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Pentaho: Supported Data Sources,
<https://help.pentaho.com/Documentation/6.0/0L0/130/050/000> (Zugriff am 18.09.2019), 2019.

Rouse, Margaret: Skalierbarkeit,
<https://www.computerweekly.com/de/definition/Skalierbarkeit> (Zugriff am 09.09.2019), 2019.

SAP: Data Connections, 2019, <https://www.sapanalytics.cloud/learning/data-connections/> (Zugriff am 18.09.2019).

SAP: Pricing, <https://www.sap.com/germany/products/cloud-analytics/pricing.html> (Zugriff am 29.08.2019), 2019.

SoftGuide GmbH & Co. KG. Softguide.de: Business Intelligence,
<https://www.softguide.de/software-tipps/business-intelligence-definition> (Zugriff am 22.08.2019), 2016.

Software Advice: IBM Cognos Analytics Software,
<https://www.softwareadvice.com/bi/ibm-bi-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Software Advice: Jaspersoft Software, <https://www.softwareadvice.com/bi/tibco-jaspersoft-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Software Advice: Microsoft Power BI Software,
<https://www.softwareadvice.com/bi/microsoft-power-bi-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Software Advice: Pentaho Software, <https://www.softwareadvice.com/bi/pentaho-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Software Advice: SAP Analytics Cloud Software,
<https://www.softwareadvice.com/bi/sap-analytics-cloud-profile/> (Zugriff am 17.09.2019), 2019.

Statista: Nettogewinn der Microsoft Corporation in den Geschäftsjahren 2002 bis 2019 (in Milliarden US-Dollar),

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/155721/umfrage/entwicklung-des-nettогewinns-der-microsoft-corporation-seit-dem-geschaeftsjahr-2002/> (Zugriff am 25.09.2019), 2018.

Statista: Nettogewinn von IBM weltweit in den Jahren 1999 bis 2018 (in Milliarden US-Dollar), <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38590/umfrage/nettогewinn-von-ibm-seit-1999/> (Zugriff am 25.09.2019), 2018.

Statista: Nettogewinn von SAP in den Jahren von 2006 bis 2018 (in Millionen Euro), <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/190446/umfrage/nettогewinn-des-unternehmens-sap-seit-dem-jahr-2006/> (Zugriff am 25.09.2019), 2018.

Statista: Umsatz mit Business-Intelligence- und Analytics-Software weltweit von 2014 bis 2017 nach Anbieter (in Milliarden US-Dollar),
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/156440/umfrage/umsatz-der-anbieter-von-business-analyse-software-weltweit/> (Zugriff am 29.08.2019), 2018.

TIBCO Software: Reports, <https://www.tibco.com/press-releases/2014/tibco-software-reports-first-quarter-results> (Zugriff am 25.09.2019), 2014.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht. Ich bin mir bewusst, dass eine unwahre Erklärung rechtliche Folgen haben kann.

Veröffentlichung der Arbeit

Ich stimme der Veröffentlichung der Arbeit im Rahmen von Forschung und Lehre an der Friedrich-Schiller-Universität Jena zu.
