

Grau, Christian; Lämmel, Uwe

Working Paper

Decision Model and Notation - ein Vergleich von Software für die Lehre

Wismarer Diskussionspapiere, No. 03/2021

Provided in Cooperation with:

Hochschule Wismar, Wismar Business School

Suggested Citation: Grau, Christian; Lämmel, Uwe (2021) : Decision Model and Notation - ein Vergleich von Software für die Lehre, Wismarer Diskussionspapiere, No. 03/2021, ISBN 978-3-948862-09-1, Hochschule Wismar, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Wismar

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/234323>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

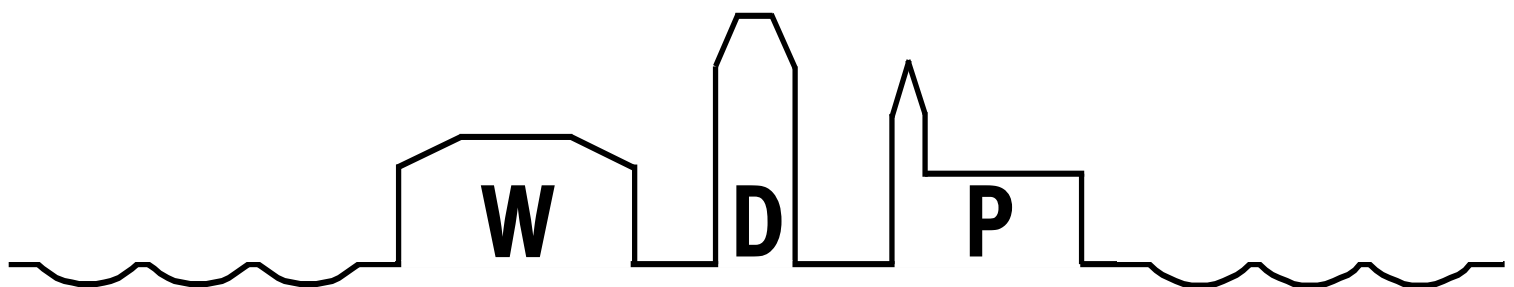


Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Wismar Business School

Christian Grau, Uwe Lämmel

Decision Model and Notation – ein Vergleich von Software für die Lehre

Heft 03/2021



Wismarer Diskussionspapiere / Wismar Discussion Papers

Die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Hochschule Wismar, University of Applied Sciences – Technology, Business and Design bietet die Präsenzstudiengänge Betriebswirtschaft, Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftsrecht sowie die Fernstudiengänge Betriebswirtschaft, Business Consulting, Business Systems, Facility Management, Quality Management, Sales and Marketing und Wirtschaftsinformatik an. Gegenstand der Ausbildung sind die verschiedenen Aspekte des Wirtschaftens in der Unternehmung, der modernen Verwaltungstätigkeit, der Verbindung von angewandter Informatik und Wirtschaftswissenschaften sowie des Rechts im Bereich der Wirtschaft.

Nähere Informationen zu Studienangebot, Forschung und Ansprechpartnern finden Sie auf unserer Homepage im World Wide Web (WWW): <http://www.wi.hs-wismar.de/>.

Die Wismarer Diskussionspapiere/Wismar Discussion Papers sind urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung ganz oder in Teilen, ihre Speicherung sowie jede Form der Weiterverbreitung bedürfen der vorherigen Genehmigung durch den Herausgeber.

Herausgeber: Prof. Dr. Hans-Eggert Reimers
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Hochschule Wismar
University of Applied Sciences – Technology, Business
and Design
Philipp-Müller-Straße
Postfach 12 10
D – 23966 Wismar
Telefon: ++49/(0)3841/753 7601
Fax: ++49/(0)3841/753 7131
E-Mail: hans-eggert.reimers@hs-wismar.de

Vertrieb: Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Hochschule Wismar
Postfach 12 10
23952 Wismar
Telefon: ++49/(0)3841/753-7468
Fax: ++49/(0) 3841/753-7131
E-Mail: Silvia.Kaetelhoen@hs-wismar.de
Homepage: <http://www.wi.hs-wismar.de/>

ISSN 1612-0884

ISBN 978-3-948862-09-1

JEL- Klassifikation C80, Z00

Alle Rechte vorbehalten.

© Hochschule Wismar, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, 2021.

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Modellierung von Geschäftsprozessen und Entscheidungen	4
1.2	Der Standard DMN	4
1.3	Entscheidungsunterstützung in der Lehre	5
1.4	DMN-Software im Vergleich	6
1.5	Aufbau der Arbeit	6
2	Geschäftsprozessmanagement und Entscheidungsunterstützung	7
2.1	Geschäftsprozessmanagement	7
2.2	Business Process Model and Notation	7
2.3	Decision Model and Notation	9
3	Markt-Analyse	16
3.1	Methodisches Vorgehen	16
3.2	Kriterien für die Lehre aus Sicht der Studierenden	16
3.3	DMN-Marktanalyse	25
3.4	Vergleich der Anbieter	25
3.5	Software-Empfehlung	41
4	Fazit	44
4.1	Zusammenfassung	44
4.2	Ausblick	44
5	Literaturverzeichnis	45

1 Einleitung

1.1 Modellierung von Geschäftsprozessen und Entscheidungen

Das Geschäftsprozessmanagement ist seit einer ganzen Reihe von Jahren in vielen Unternehmen etabliert. Dabei werden die Abläufe von Geschäftsprozessen beschrieben, analysiert und gegebenenfalls verbessert. Die einzelnen Aktivitäten innerhalb der Prozesse werden präzise dokumentiert, um sie zu implementieren oder Arbeitsanleitungen zu erstellen, vgl. Pitschke (2015). Zur Modellierung und zur Automatisierung dieser Prozesse stellt die *Business Process Model and Notation* (BPMN) aus Sicht der Wirtschaftsinformatik ein Standard dar.

Häufig sind innerhalb der Prozesse auch Entscheidungen zu treffen. Diese in BPMN zu modellieren, führt zu unübersichtlichen Prozessmodellen. Zudem hat eine Änderung in der Logik einer Entscheidungssituation unter Umständen eine Anpassung des gesamten Prozessmodells zur Folge, vgl. Pitschke (2015).

Entscheidungen können mit Hilfe von Geschäftsregeln, Business Rules, formal beschrieben werden, vgl. Business Rules Group (2021) oder Lämmel (2016). Business Rules Management Systeme (BRMS) sind in der Lage, derartige Regeln zu verwalten und aus diesen Entscheidungen abzuleiten. Diese Systeme sind zudem in der Lage, so genannte Entscheidungstabellen zu importieren, vgl. Lämmel u.a. (2007).

Entscheidungstabellen bilden das verbindende Element zwischen regelbasierter Wissensverarbeitung und Modellierung von Entscheidungen mittels der Modellierungssprache Decision Model and Notation (DMN):

Die DMN erlaubt es Entscheidungssituationen mit Hilfe von Entscheidungstabellen zu formulieren und diese in eine BPMN-Prozessbeschreibung einzubinden. Von der Object Management Group (OMG) wurde der Standard Decision Model and Notation (DMN) im September 2015 in der Version 1.0 verabschiedet. Die OMG beschreibt DMN als „*Modellierungssprache und Notation für die präzise Spezifikation von Geschäftsentscheidungen und Geschäftsregeln*“, Object Management Group (2020).

Die DMN bietet laut der OMG den Vorteil, dass sie von den verschiedenen, am Entscheidungsmanagement beteiligten, Personengruppen leicht verständlich ist, vgl. (Object Management Group). Die Lesbarkeit wird erreicht, indem technische Ausdrücke bei der Modellierung im Hintergrund der Software versteckt bleiben, vgl. Freund und Rücker (2019).

1.2 Der Standard DMN

Zum Zeitpunkt dieser Arbeit gibt es am Markt mehrere Anbieter, die diesen Standard nutzen und Software-Werkzeuge für die Modellierung und Ausführung von DMN-Modellen zur Verfügung stellen. Der DMN-Standard definiert

drei Konformitätsstufen (Conformance Levels), vgl. Object Management Group (2020), die beschreiben, welcher Funktionsumfang des DMN-Standards von Anbietern umgesetzt werden kann. Die DMN-Community-Webseite gibt diesen Funktionsumfang in Form von Konformitätsstufen nur bei wenigen Anwendungen an, vgl. Decision management Community (2015) und bei den Anbietern selbst ist diese Information oftmals nicht zu finden. Dieser Umstand wurde in einem Konferenzbeitrag auf der bpmNEXT 2016 angesprochen und folgende Fragen gestellt:

“What is the point of a standard if everyone is implementing it differently?”

“How to verify compliance to claimed/some level of the DMN Standard?”

Es stellt sich die Frage, ob das Level der Umsetzung, den ein Anbieter angibt, auch den gesamten Funktionsumfang des Standards umfasst, vgl. Tirelli (2017). Es wird darauf hingewiesen, dass ein Vergleich über die Konformitätsstufen allein nicht ausreicht, um ein genaues Bild über den aktuellen Markt der Anbieter zu generieren und so wurde das DMN Technology Compatibility Kit entworfen. Neben Testfällen stellt es auch ein Werkzeugkasten zum Testen der Anbieter-Software zur Verfügung und ermöglicht so einen aussagekräftigen Vergleich. Inzwischen wurden acht Anwendungen getestet, wobei diese teilweise nicht mehr aktuell sind, vgl. DMN Technology Compatibility Kit (2020).

1.3 Entscheidungsunterstützung in der Lehre

Bereits seit 2005 werden vom Mitautor Verfahren zur maschinellen Entscheidungsunterstützung in Lehrveranstaltungen für Wirtschaftsinformatiker aber auch in Nicht-Informatik-Studiengängen behandelt. Dabei stehen regelbasierte Systeme im Mittelpunkt, erlauben diese doch eine automatisierte Entscheidungsunterstützung. Entscheidungstabellen werden hierbei als Entwurfs- oder Entwicklungswerkzeug angesehen, da das Erarbeiten einer Tabelle im Allgemeinen leichter fällt als das Aufschreiben korrekter Wenn-Dann-Regeln.

Mit dem Aufkommen der DMN ist diese ein fester Bestandteil dieser Lehrveranstaltungen geworden, um die Studierenden zu befähigen, Entscheidungssituationen und -prozesse mittels DMN zu modellieren. Für eine praxisnahe Lehre ist der Einsatz von Software-Werkzeugen erforderlich und so wurden die Systeme Signavio, Camunda sowie der IBM Decision Composer zur Bearbeitung von Aufgaben in die Lehre integriert.

Durch ein Semesterprojekt hat sich der Autor mit der Modellierung von DMN befasst und sein Semesterprojekt mithilfe des Signavio Process Managers modelliert. Aus diesen Erfahrungen der Autoren entsteht die Frage: Welche Software ist aus Sicht der Lehre am besten geeignet, die Konzepte und Techniken der Decision Model and Notation zu vermitteln und zu trainieren?

Für einen Einsatz in der Praxis, wie in Abschnitt 1.1 angedeutet, ist die Frage

nach einem geeigneten Werkzeug erneut zu stellen. Die Autoren gehen davon aus, dass die durch die Studierenden mit DMN in der Lehre gesammelten Erfahrungen auch für eine entsprechende DMN-Werkzeug-Bewertung und -auswahl in der Praxis genutzt werden können.

1.4 DMN-Software im Vergleich

Die Auswahl des Anbieters für eine DMN-Modellierungssoftware gestaltet sich nicht so einfach: Neben der teilweise fehlenden Klassifizierung, in welchem Umfang der DMN-Standard unterstützt wird, ist häufig nicht angegeben, welche DMN-Version realisiert wird. Zudem stellt sich die Frage, ob die Software für den Einstieg in die Entscheidungsmodellierung auf Basis der DMN für Studierende geeignet ist und ob die kostenlos verfügbaren Versionen den für Lehrende und Lernenden notwendigen Funktionsumfang bieten.

In dieser Arbeit werden DMN-Werkzeuge verglichen. Dabei steht an erster Stelle die Frage nach einer Software, die für den Einsatz in der Lehre geeignet ist und Studierende beim Erlernen der Entscheidungsmodellierung mittels DMN am besten unterstützt.

Es wird ein Überblick und ein Vergleich über die derzeit für die Lehre kostenlos einsetzbaren DMN-Softwarelösungen gegeben. Funktionseinschränkungen werden berücksichtigt und der Kreis für die Auswahl eines Anbieters für die Lehre entsprechend eingeschränkt. Es werden Kriterien aufgestellt und die Werkzeuge anhand dieser Kriterien bewertet. Daraus wird eine Empfehlung abgeleitet, welches DMN-Werkzeug für den Einsatz in der Lehre am geeignetsten ist. Die Arbeit basiert zu großen Teilen auf der vom Erstautor eingereichten Bachelor-Thesis, die sich dem Vergleich der DMN-Software widmet.

1.5 Aufbau der Arbeit

In Kapitel 2 wird eine Einführung in das Geschäftsprozessmanagement und insbesondere in die grafischen Beschreibungssprachen Business Process Modell and Notation (BPMN) sowie Decision Model and Notation (DMN) gegeben.

Im Anschluss werden in Kapitel 3 unter Berücksichtigung der entsprechenden Normen die Kriterien zur Bewertung aufgestellt, die aus der Sichtweise von Studierenden beim Einsatz in der Lehre als entscheidend gelten. Danach werden durch eine Marktanalyse die verfügbaren Tools für die Entscheidungsmodellierung mithilfe der DMN recherchiert.

Die aus der Marktanalyse resultierenden DMN-Tools werden einem zweistufigen Bewertungsprozess unterzogen und es erfolgt eine detaillierte Gegenüberstellung der geeigneten DMN-Tools. Aufbauend auf dieser Bewertung wird eine Empfehlung gegeben, welches DMN-Tool sich als besonders geeignet für den Einsatz in der Lehre erweist.

2 Geschäftsprozessmanagement und Entscheidungsunterstützung

2.1 Geschäftsprozessmanagement

Debevoise (2016) definiert einen Geschäftsprozess wie folgt: „*Ein Geschäftsprozess ist ein organisierter, koordinierter Fluss von Aktivitäten, durchgeführt von Prozessteilnehmern, in dem Entscheidungen auf Grundlage von Daten und Wissen getroffen werden, mit dem Zweck, ein Geschäftsziel zu erreichen.*“

Das Geschäftsprozessmanagement (GPM) befasst sich mit der Dokumentation, der Gestaltung sowie der Verbesserung von Geschäftsprozessen und deren IT-technischen Unterstützung, vgl. Becker, Mathas und Winkelmann (2009). Dies hilft den Unternehmen, sich an Veränderungen in der Unternehmensumwelt schneller anzupassen. Des Weiteren werden durch die gewonnene Transparenz der Geschäftsprozesse Verbesserungspotenziale einfacher erkannt und können somit leichter verbessert werden.

Die Dokumentation und die Gestaltung der Geschäftsprozesse basiert in der Regel auf standardisierten Modellierungssprachen, z. B. der Ereignis-gesteuerten Prozesskette (EPK) oder der Business Process Model and Notation (BPMN). Sobald die Prozesse dokumentiert wurden, kann dies als Grundlage für die technische Umsetzung dieser Prozesse durch IT-Systeme genutzt werden, vgl. Debevoise (2016).

2.2 Business Process Model and Notation

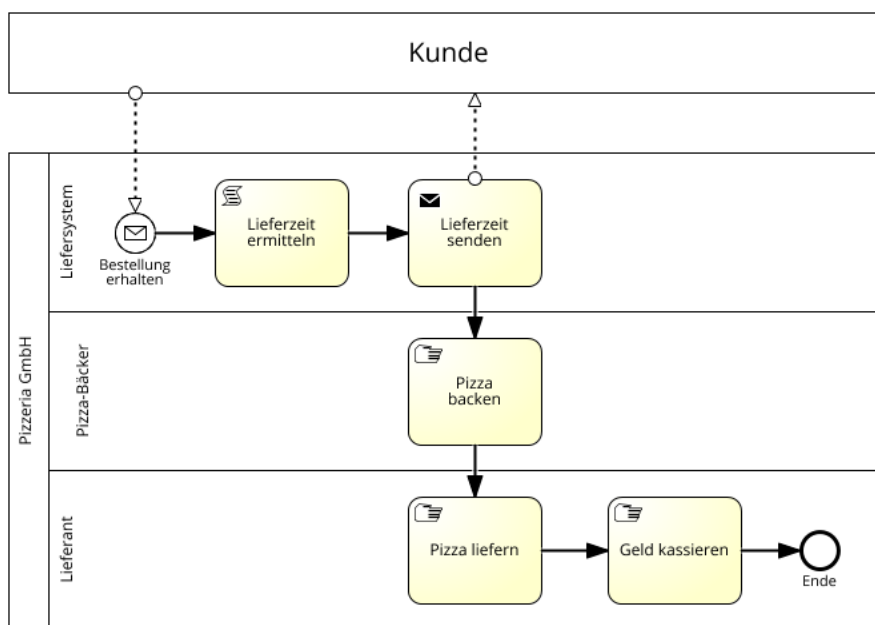
Business Process Model and Notation (BPMN) ist eine Notation für die grafische Geschäftsprozessmodellierung, eine einheitliche Sprache zur Beschreibung von Geschäftsprozessen. In dieser Notation ist festgelegt, mit welchen Symbolen die verschiedenen Inhalte von Prozessen dargestellt werden und auch die Bedeutung der Elemente sowie deren Kombinationsmöglichkeiten werden bestimmt. Die BPMN hat sich hier in den vergangenen Jahren als Standard für die Prozessmodellierung durchsetzen können, vgl. Allweyer (2015).

Der BPMN-Standard wurde im Jahr 2006 in der Version 1.0 offiziell als OMG-Standard eingeführt. Zudem wurde BPMN am 15. Juli 2013 in der Version 2.0.1 in der ISO/IEC 19510:2013 auch als ISO-Standard implementiert. Zum Zeitpunkt der Arbeit ist die Version 2.0.2, die im Januar 2014 von der OMG verabschiedet wurde, aktuell, vgl. Object Management Group (2013).

Die OMG beschreibt ihren Standard selbst als einfach zu verwendende Notation, die unabhängig von einer bestimmten Implementierungsumgebung ist. BPMN soll von allen Beteiligten, die Geschäftsprozesse entwerfen, verwalten und realisieren, direkt verwendet werden können. Es soll gleichzeitig so präzise sein, dass die BPMN-Diagramme mithilfe einer Software direkt ausführbar sind.

Eine vollständige Beschreibung der Geschäftsprozessmodellierung mithilfe der BPMN würde den Umfang dieser Arbeit übersteigen. Bei der Modellierung mithilfe von BPMN wird zwischen Aktivitäten (aktiv) und Ereignissen (passiv) unterschieden. Jeder Prozess, der mithilfe von BPMN modelliert wird, muss ein definiertes Startereignis, das den Beginn des Prozesses darstellt, und ein definiertes Endereignis, das das Prozessende abbildet, besitzen. Die Abarbeitung dieser Aktivitäten kann von verschiedenen Personen und Systemen erfolgen, die jeweiligen Zuständigkeiten werden in sogenannten Lanes dargestellt, vgl. Freund und Rücker (2019).

Abbildung 1: BPMN-Beispiel für die Bestellung und Lieferung einer Pizza



Quelle: eigene Darstellung

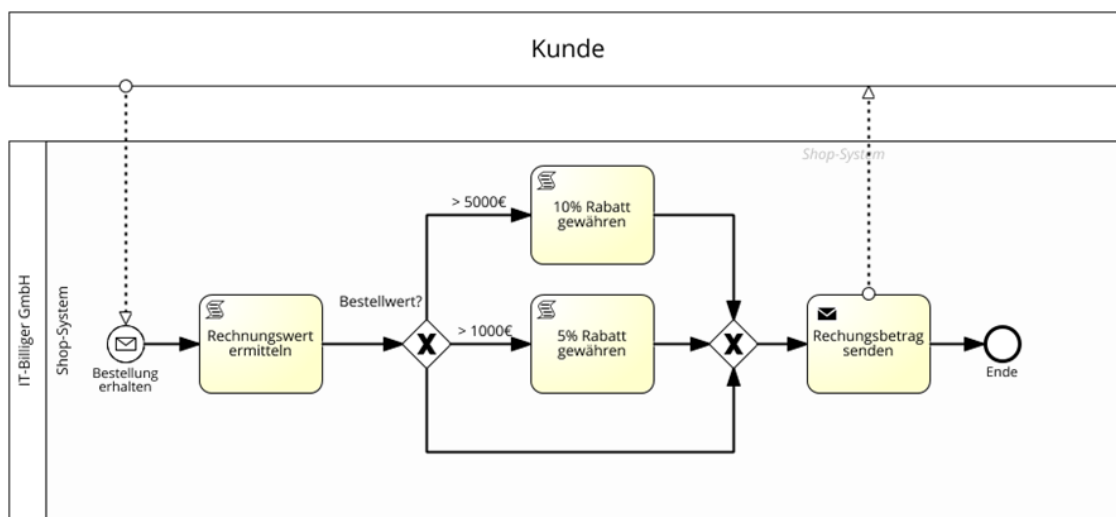
Die BPMN- und DMN-Beispiele in diesem Kapitel werden vollständig mithilfe der Academic Version des Signavio Process Managers modelliert. In Abbildung 1 ist ein vereinfachter Prozess einer Pizza-Bestellung mit Hilfe von BPMN 2.0 modelliert. Der Prozess hat ein definiertes Start-Ereignis, das als ‚Bestellung erhalten‘ deklariert ist. Der Prozess startet, sobald eine Bestellung vom Kunden im ‚Liefersystem der Pizzeria GmbH‘ eingeht. Die gestrichelte Linie vom Kunden zum Start-Ereignis stellt den Nachrichtenfluss zwischen dem Kunden und der Pizzeria dar.

Die Aktivitäten sind typisiert, erkennbar an den kleinen Symbolen in der oberen linken Ecke der jeweiligen Tätigkeit. Dies hilft, die Art der Aktivität einzuordnen. Beispielsweise bedeutet die Hand bei der Handlung ‚Pizza backen‘, dass es sich um einen manuellen Task handelt, also von einer Person ‚händisch‘ ausgeführt wird. Der Autor dieser Arbeit verwendet in Anlehnung an Freund und Rücker (2019) den Modellierungs-Knigge Objekt + Verb für eine

präzise Formulierung der Aktivitäten.

Häufig müssen innerhalb von Prozessen Entscheidungen getroffen werden, die den weiteren Verlauf des Vorgangs bestimmen. Einfache Entscheidungen können in BPMN mithilfe von ‚Gateways‘ modelliert werden. Eine solche Entscheidung ist in Abbildung 2 mithilfe eines BPMN-Prozessdiagramms dargestellt. In diesem wird nach der Aktivität ‚Rechnungswert ermitteln‘ je nach Bestellwert ein bestimmter Rabatt gewährt.

Abbildung 2: BPMN-Beispiel Rabatt



Quelle: eigene Darstellung

Der in Abbildung 2 dargestellte Prozess bestimmt, sobald der Rechnungswert ermittelt wurde, die Gewährung eines Rabatts und dessen Höhe. Soll nun zusätzlich ein Rabatt für Neukunden gewährt werden, erhöht dies die Komplexität des BPMN-Modells erheblich. Dies wiederum führt zu einem unübersichtlichen Prozessmodell, das bei jeder Änderung der Rabattkonditionen angepasst werden muss. Abhilfe schafft der DMN-Standard, der im nachfolgenden Kapitel erläutert wird.

2.3 Decision Model and Notation

2.3.1 Übersicht

Der Standard *Decision Model and Notation (DMN)* wurde im September 2015 in der Version 1.0 und im März 2020 in der Version 1.3 verabschiedet, vgl. Object Management Group (2020). Mithilfe des DMN-Standards können Entscheidungen aus den BPMN-Diagrammen ausgelagert werden. Dies führt zu einem übersichtlicheren Prozessmodell. Eine Änderung in der zugrunde liegenden Logik ist so einfacher zu verwalten, zudem können Entscheidungen mithilfe einer Decision-Engine automatisiert herbeigeführt werden.

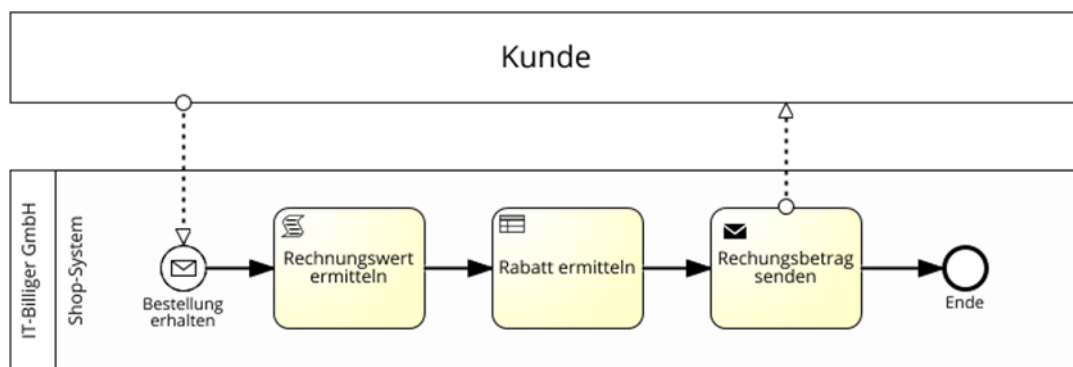
Die OMG selbst beschreibt den DMN-Standard als Modellierungssprache und Notation für die präzise Beschreibung von Geschäftsentscheidungen und Geschäftsregeln. DMN ist hierbei von einer Vielzahl von Personen, die am Entscheidungsmanagement beteiligt sind, leicht lesbar. Der DMN-Standard arbeitet mit der BPMN und dem Standard Case Management Model and Notation (CMMN) zusammen. Im DMN wird bewusst der Fokus auf operative und nicht auf strategische Entscheidungen gelegt, es sind die ‚kleinen‘ alltäglichen Entscheidungen, die automatisiert werden, vgl. Freund und Rücker (2019).

Die Vorteile des DMN-Standards liegen laut Freund und Rücker (2019) vor allem in der Transparenz, sodass Entscheidungskriterien transparenter und so leichter nachvollziehbar werden. Beim Automatisieren der Entscheidungen werden zudem Log-Dateien generiert. Dadurch ist es auch im Nachgang erkennbar, warum eine bestimmte Entscheidung getroffen wurde.

Es werden Flexibilität und Agilität erhöht, da Änderungen an der Entscheidungslogik nicht im Quellcode einer Software geändert sowie in Schulungen vermittelt werden müssen, vgl. Freund und Rücker (2019).

In Abbildung 3 wurde der Rabattprozess in BPMN aufgegriffen und die Rabattentscheidung in ein DMN-Modell ausgelagert. Das Modell wurde dadurch, auch bei der aktuell noch geringen Komplexität, deutlich übersichtlicher gegenüber dem Modell aus Abbildung 2.

Abbildung 3: BPMN-Beispiel Rabatt

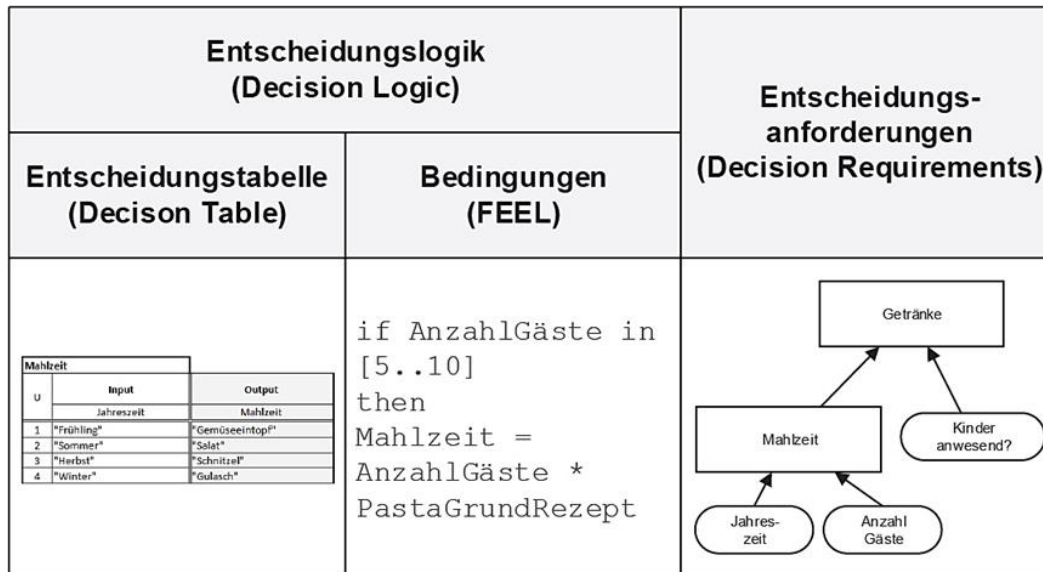


Quelle: eigene Darstellung

Um in BPMN eine Entscheidung auszulagern bzw. um diese Entscheidung mithilfe von DMN zu modellieren, muss die entsprechende Aktivität im BPMN-Prozessdiagramm typisiert und verlinkt werden. Die Typisierung in BPMN erfolgt mithilfe des Tabellensymbols, das in Abbildung 3 bei der Aktivität ‚Rabatt ermitteln‘ in der oberen linken Ecke zu erkennen ist. Diese Aktivität kann dann, sofern dies von der Software unterstützt wird, mit einem DMN-Entscheidungsmodell verlinkt werden.

In Abbildung 4 sind die Elemente des DMN-Standards dargestellt. Diese werden im Kapitel 2.3.2 bis 2.3.4 näher erläutert.

Abbildung 4: BPMN-Beispiel Rabatt



Quelle: Freund und Rücker (2019) S. 178

In der DMN-Spezifikation wurden drei sogenannte Konformitätsstufen (Conformance Levels) definiert, die den jeweiligen Funktionsumfang angeben, vgl. Object Management Group (2020). Die Konformitätsstufen sind aufeinander aufbauend: Alle Anforderungen, die in ‚Level 1‘ gefordert werden, müssen erfüllt sein, um aufbauend die Konformitätsstufe 2 zu erlangen. Nur dann kann die Software als konform zum DMN-Standard bezeichnet werden. Werden nur einzelne Teile der Konformitätsstufe aus der DMN-Spezifikation erfüllt, darf die Software nur als *basierend auf dem DMN-Standard* bezeichnet werden, vgl. Object Management Group (2020). In der Tabelle 1 sind die Anforderungen an die jeweiligen Konformitätsstufen dargestellt.

Tabelle 1: Konformitätsstufen

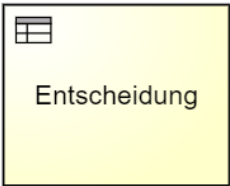
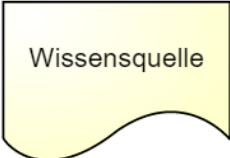
Konformitäts- stufe	Spezifikationen
Level 1	- Entscheidungsanforderungsdiagramme (DRDs) - Entscheidungslogik - Entscheidungstabellen
Level 2	S-FEEL (Simple Friendly Enough Expression Language)
Level 3	- Ausführbarkeit der Entscheidungsmodelle - FEEL (Friendly Enough Expression Language)

Quelle: Eigene Erstellung in Anlehnung an Object Management Group (2020))

2.3.2 Decision Requirements

Mithilfe von Decision Requirements Diagrams (DRD) bzw. Entscheidungsanforderungsdiagrammen lassen sich komplexe Entscheidungen modellieren und übersichtlich darstellen, indem diese in ihre Bestandteile zerlegt werden, vgl. Freund und Rücker (2019). DRDs entstehen durch die Kombination von DMN-Diagrammelementen wie Decision, Input Data, Knowledge Source oder Business Knowledge Model. Diese DRD-Elemente sind in Tabelle 2 aufgeführt.

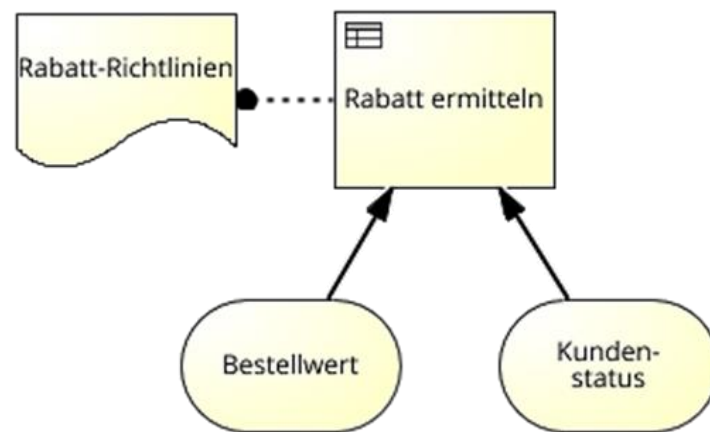
Tabelle 2: Konformitätsstufen

Element	Beschreibung	Notation
Decision	Eine Entscheidung ist der Verlauf des Bestimmens einer Ausgabe aus einer Reihe von Eingaben, unter der Verwendung von Entscheidungslogik.	 Entscheidung
Input Data	Quelle von Informationen, die für eine oder mehrere Entscheidungen benötigt wird.	 Eingangsdaten
Knowledge Source	Knowledge Source sind Wissensquellen, die einen Einfluss auf die Entscheidung haben bzw. angeben, aus welchen Quellen die Entscheidung abgeleitet wird.	 Wissensquelle
Business Knowledge Model	Ein Business Knowledge Model ist eine wiederverwendbare Entscheidungslogik.	 Business Knowledge Model

Quelle: Eigene Erstellung in Anlehnung an Object Management Group (2020)

In Abbildung 5 ist ein DRD dargestellt, welches die Verlinkung zur Rabattentscheidung aus dem vorangegangenen Beispiel (Abbildung 3) darstellt. Als Entscheidung (Decision) ist ‚Rabatt ermitteln‘ modelliert und die Eingangsdaten (Input Data) ‚Bestellwert‘ und ‚Kundenstatus‘ werden benötigt. Die ‚Rabatt-Richtlinien‘ stellen die Wissensbasis (Knowledge Source) dar, die zeigt, anhand welcher Kriterien die Entscheidung abgeleitet wurde.

Abbildung 5: Decision Requirements Rabattermittlung



Quelle: eigene Darstellung

2.3.3 Decision Table

Entscheidungstabellen sind die häufigste Form bei der Entscheidungsmodellierung mithilfe von DMN, vgl. Freund und Rücker (2019). In Abbildung 6 wird die Rabattentscheidung aus Abbildung 5 als Entscheidungstabelle modelliert. Das ‚C+‘ repräsentiert die Hit-Policy. Diese gibt an, wie viele Regeln zutreffen können und nach welcher Vorschrift diese abgearbeitet werden. Die einzelnen Spalten der Eingabewerte sind UND-verknüpft. Das heißt, dass beide Bedingungen erfüllt sein müssen. Eine Zeile stellt jeweils eine Regel dar. Die Eingabewerte können unter anderem auf Gleichheit, auf ‚Größer‘ oder auf ‚Kleiner‘ verglichen werden.

Abbildung 6: Entscheidungstabelle Rabattermittlung

C+	Eingabewerte				Ergebnisse	Anmerkungen
	Bestellwert		Kundenstatus		Rabatt	Neue Anmerkung
	Währung (€)		{Neukunde,Bestandsku...		Prozent	Info
1	≥	5000 €		-	5.00 %	ab 5000€ weitere 5%
2	≥	1000 €		-	5.00 %	ab 1000€ 5%
3	-	=	Neukunde		5.00 %	Neukunden Rabatt
4	-			-	0.00 %	

Quelle: eigene Darstellung

Hit policies werden unterschieden in ‚Single hit policies‘, bei denen nur eine Regel zutrifft und ‚Multiple hit policies‘, bei denen mehrere Regeln zutreffen können. Bei ‚Multiple hit policies‘ ist es möglich, die Resultate als Liste zurückzugeben oder das Ergebnis mithilfe einer Aggregationsfunktion zusammenzuführen. Dies steht im Gegensatz zu ‚Single hit policies‘, bei denen nur ein Ergebnis zulässig ist. In den Tabellen 3 und 4 sind die Hit-Policies zusammengefasst.

Tabelle 3: Single Hit Policies

Single Hit Policy	Beschreibung	Symbol
Unique	Genau eine Regel (Zeile) darf zutreffen	U
First	Die erste Regel, die zutrifft, wird verwendet	F
Any	Es können mehrere Regeln gleichzeitig wahr sein, sie müssen allerdings den gleichen Output liefern	A
Priority	Es werden zusätzliche Prioritäten vergeben, es können mehrere Regeln zutreffen, es wird die Regel verwendet, die zutrifft und die die höchste Priorität besitzt	P

Quelle: Eigene Erstellung in Anlehnung an Object Management Group (2020)

Tabelle 4: Multiple Hit Policies

Multiple Hit Policy	Beschreibung	Symbol
Collect	Treffer werden in beliebiger Reihenfolge zurückgegeben, mithilfe eines Operators wie dem ‚+‘ kann das Ergebnis aufsummiert werden	C, C+, C>, C<, C#
Output Ordner	Treffer werden absteigend der Priorität als Liste zurückgegeben	O
Rule Order	Treffer werden in der Regelreihenfolge als Liste zurückgegeben	R

Quelle: Eigene Erstellung in Anlehnung an Object Management Group (2020)

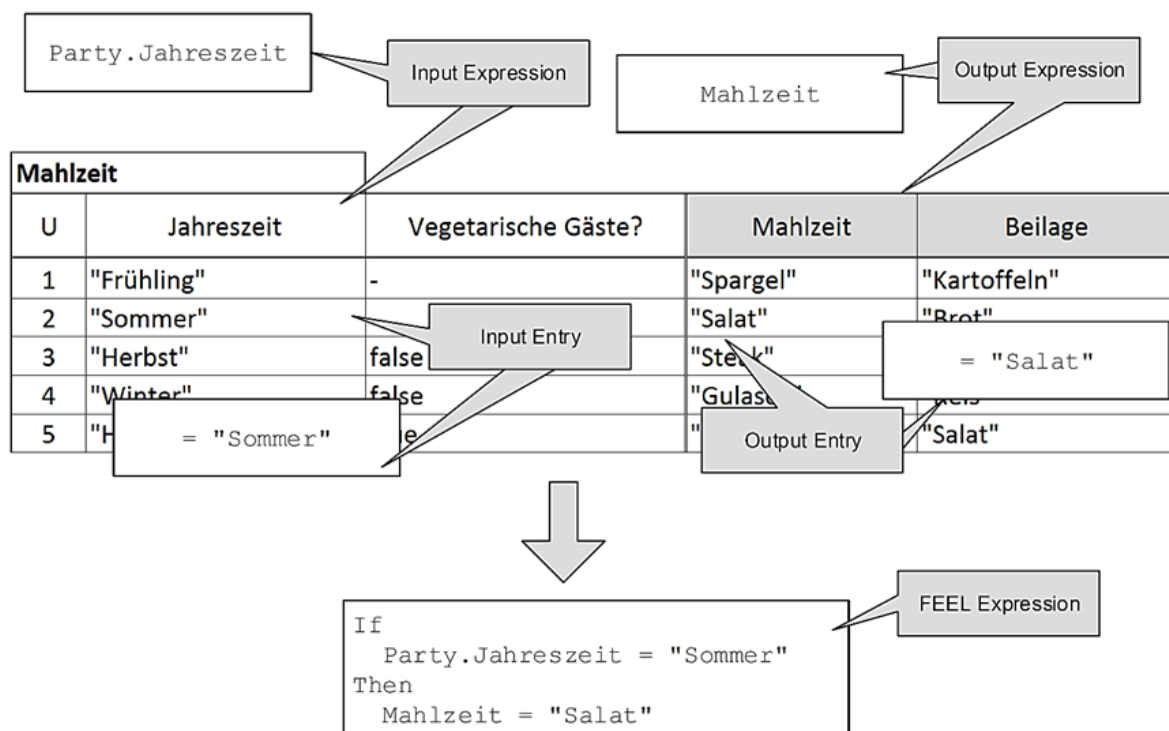
2.3.4 S-FEEL und FEEL

Die *Friendly Enough Expression Language* (FEEL) ist eine Ausdruckssprache, mit deren Hilfe DMN-Entscheidungsmodelle ausführbar werden. Eine Modellierung mithilfe von DMN-Entscheidungstabellen wird für die Ausführung in FEEL übersetzt. Die *Simple Friendly Enough Expression Language* (S-FEEL) enthält nur einfache Ausdrücke und stellt eine Teilmenge von FEEL dar. Es werden alle gängigen arithmetischen Operatoren, Zuweisungen, Vergleiche, Negationen sowie die Möglichkeit, Werte gegen Intervalle zu überprüfen, unterstützt. FEEL erweitert diesen Umfang um folgende Möglichkeiten, vgl. Allweyer (2015):

- vollständige Namen
- Parameter
- If-then-else-Bedingungen
- Schleifen
- die Verarbeitung von Texten
- logische UND/ODER-Ausdrücke sowie Verwendung von Funktionen

In Abbildung 7 ist dargestellt, wie eine DMN-Entscheidungstabelle in die formale Sprache FEEL übersetzt wird, um sie anschließend als Entscheidungsmodell mithilfe einer Decision-Engine ausführen zu können.

Abbildung 7: Übersetzung von DMN zu FEEL



Quelle: Freund und Rücker (2019) S. 182

Nach dieser Einführung in die Elemente der DMN und die Modellierung von Entscheidungssituationen mittels BPMN beziehungsweise DMN, folgt im nächsten Kapitel die Marktanalyse bezüglich der DMN-Software.

3 Markt-Analyse

3.1 Methodisches Vorgehen

Grundlage für den Vergleich der DMN-Software-Werkzeuge ist eine Marktanalyse. Dazu werden mittels einer Internet-Recherche relevante Softwareanbieter, die Werkzeuge für die DMN-Modellierung bereitstellen, identifiziert. Für die Arbeit werden ausschließlich Software-Produkte betrachtet, Individualsoftware stellt aufgrund des Kostenfaktors keine Alternative für den Einsatz in der Hochschule dar.

Die Software-Auswahl orientierte sich im Wesentlichen an Schmitz (2020). Schmitz empfiehlt, mithilfe einer Vorauswahl fünf bis acht Anbieter für die nähere Betrachtung zu identifizieren. Für diese Vorauswahl wird eine Grobbewertung durchgeführt, bei der vorher definierte K.-o.-Kriterien zum Einsatz gelangen. K.-o.-Kriterien sind Merkmale, die eine Software unbedingt erfüllen muss, um in eine nähere Betrachtung zu gelangen.

Die Software-Werkzeuge, die nach der Anwendung der K.-o.-Kriterien in der engeren Auswahl verbleiben, werden im Rahmen einer Feinbewertung durch eine Nutzwertanalyse detailliert verglichen. Hierfür werden im ersten Schritt Kriterien aufgestellt, mit denen die Tools verglichen werden, vgl. auch Brüggemann und Bremer (2020). Die Aufstellung der Kriterien orientierte sich an den relevanten Merkmalen von Abts und Mülder (2017), die auf Basis der ISO 9126 sowie der ISO 9241-110 die darin enthaltenen Kriterien präzisiert haben. Neben diesen allgemeinen Kriterien werden Erfahrungen seitens des Mitautors in der Lehre sowie Erfahrungen des Erstautors als Student für die Auswahl der Kriterien verwendet.

Die zusammengestellten Kriterien werden im Anschluss gewichtet. Im nächsten Schritt erfolgt die Bewertung der Software-Werkzeuge anhand der vorher aufgestellten Kriterien. Die Bewertung der einzelnen Merkmale basiert auf den vom jeweiligen Anbieter zur Verfügung gestellten Informationen sowie auf den Erkenntnissen bei der Bedienung der Software. Für die Bewertung der Bedienung der Software wird ein Musterbeispiel aus dem Buch von Freund und Rücker (2019) verwendet. Dieses Beispiel wird in jeder Software modelliert. Anhand der aufsummierten gewichteten Bewertungen wird eine Rangfolge der DMN-Software-Werkzeuge für den Einsatz in der Lehre aufgestellt und eine Empfehlung ausgesprochen.

3.2 Kriterien für die Lehre aus Sicht der Studierenden

3.2.1 Grundlage der Kriterien-Auswahl

Die Software soll Studierenden helfen, die Entscheidungsmodellierung mittels

der DMN zu erlernen. Damit liegt der Fokus weniger auf der Automatisierung der Entscheidungen mithilfe einer Decision-Engine. Für die Bewertung der Software-Qualität werden in der ISO 9126-Norm sechs Qualitätsmerkmale festgelegt, vgl. Abts und Mülder (2017). Diese ISO-Norm wurde 2005 in die ISO/IEC 25000 integriert und durch diese ersetzt, vgl. Droste und Merz (2019). Zur Bewertung der Software-Qualität werden nachfolgende Kriterien herangezogen:

- Funktionalität
- Zuverlässigkeit
- Benutzerfreundlichkeit
- Effizienz
- Übertragbarkeit
- Änderbarkeit

Die Qualitätsziele Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit werden als Schwerpunkt gesehen und deshalb am höchsten gewichtet. Die Benutzerfreundlichkeit ist ein subjektives Qualitätsmerkmal. Hierzu zählen Aspekte wie die Erlernbarkeit, der zeitliche Aufwand und der erforderliche Umfang an Schulungen. Für die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit von Dialogprogrammen kann anhand folgender Kriterien für Software-Ergonomie (DIN ISO NORM 9241-110) eine Bewertung durchgeführt werden, vgl. Abts und Mülder (2017):

- Aufgabenangemessenheit
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
- Steuerbarkeit
- Erwartungskonformität
- Fehlertoleranz
- Erlernbarkeit
- Individualisierbarkeit

Die beiden genannten ISO-Normen, Empfehlungen seitens der Hochschule Wismar und die Erfahrungen des Erstautors dieser Arbeit als Student stellen die Grundlage für die Zusammenstellung der Kriterien dar. Für die Bewertung der Kriterien für Software-Ergonomie wird ein DMN-Muster-Beispiel aus dem Buch von Freund und Rücker (2019) mit jedem DMN-Werkzeug modelliert. Die Quellen für die einzelnen Merkmalsausprägungen sind die Webseiten der jeweiligen Anbieter sowie unter DMN Technology Compatibility Kit (2020).

3.2.2 K.-o.-Kriterien

DMN-Werkzeuge, die nicht die K.-o.-Kriterien erfüllen, werden vorab aus der

Feinbewertung ausgeschlossen. Das Kriterium der Kosten wird in vielen Fällen als zusätzliche Bedingung zur Nutzwertanalyse betrachtet, Brüggemann und Bremer (2020). Häufig stellen die Kosten aber, wie in dieser Arbeit, ein K.-o.-Kriterium dar. Lizenzkosten sind für eine Hochschule sowie für Studierende zu vermeiden. Nur in gut begründeten Fällen sind derartige Kosten akzeptabel.

Die Nutzungsdauer der Software erstreckt sich mindestens über ein Semester, das entspricht einem Zeitraum von sechs Monaten. Daher wurden DMN-Werkzeuge, die nur eine zeitlich begrenzte kostenlose Nutzungsdauer von unter sechs Monaten bieten, ebenso nicht weiter betrachtet.

Zudem sollte die kostenlose Version eines Anbieters auch die Entscheidungsmodellierung mithilfe der DMN enthalten. Aus den genannten Gründen werden nur Anbieter in der Feinauswahl betrachtet, die ihre Software für Studierende für mindestens sechs Monate zur kostenlosen Nutzung zur Verfügung stellen.

Die Faktoren Kosten, die Nutzungsdauer sowie die Funktion, DMN modellieren zu können, sind die K.-o.-Kriterien, die in einem ersten Auswahlverfahren angewendet werden. Verbleibende Anbieter werden in der darauffolgenden Feinbewertung anhand der nachfolgend betrachteten Kriterien bewertet.

3.2.3 *Installation*

Das Kriterium der Installation wird als besonders relevant erachtet, da ein hoher Installationsaufwand einer Software für Studierende nicht leistbar ist. Erfolgt die Installation zentral seitens der Hochschule, wird ein höherer Aufwand in Kauf genommen, da diese Installation dann durch technisch versiertes Personal der Hochschule erfolgt. Die Software muss auf den üblichen Betriebssystemen lauffähig sein, um allen Studierenden den Zugang zu ermöglichen. Zum Zeitpunkt dieser Arbeit teilen sich den Markt für Desktop- und Laptop-Betriebssysteme in Deutschland: Windows (76,74 %), macOS x (18,19 %) sowie Linux (3,38 %), vgl. Statista (2021a).

Die Bewertung erfolgt auf Grundlage des Installationsaufwands und der Unterstützung der gängigen Betriebssysteme. Bei Programmen, die seitens der Studierenden zu installieren sind, wird für den Test eine Installation auf Windows 10 vorgenommen, da dies das Betriebssystem mit dem größten Marktanteil ist (siehe oben).

Bei Installationen, die seitens der Hochschule erfolgen müssten, erfolgte die Einrichtung an dieser Stelle mithilfe von Docker. Browserbasierte Anwendungen werden über den Web-Browser Google Chrome geöffnet, da dieser zum Zeitpunkt dieser Arbeit den höchsten Marktanteil (47,72 %) besitzt, Statista (2021b). Für das Kriterium Installation wird eine recht hohe Gewichtung von 25 % angesetzt, da jeder Student einen möglichst reibungslosen Zugang zur Software erhalten muss.

3.2.4 Funktionen

Im Anschluss wird der von der Software erwartete Funktionsumfang definiert, um die Qualität der einzelnen Funktionen im weiteren Verlauf bewerten zu können. Mithilfe der DMN-Software sollen Studierende im Rahmen ihres Studiums die Entscheidungsmodellierung mit der DMN erlernen. Auf Grundlage der Erfahrungen des Erstautors als Student sowie den Erfahrungen des Mitautors in der Lehre werden nachfolgende Funktionen als besonders relevant erachtet.

Import- und Exportfunktion

Die Software soll sowohl eine Import- als auch eine Exportfunktion besitzen, um den Datenaustausch zwischen Studierenden aber auch zwischen Studierenden und Lehrenden zu ermöglichen. Neben der Möglichkeit, die Modellierung in unterschiedlichen Programmen testen zu können, kann das exportierte DMN-Modell zudem mithilfe einer Decision-Engine ausgeführt werden. Hinzu kommt, dass die Entscheidungsmodelle zwischen den Professoren und den Studenten für verschiedene Zwecke getauscht werden können, was aus Sicht der Lehre eine nützliche Möglichkeit darstellt. Aufgrund der aufgeführten Aspekte wurde diese Funktion mit einer Gewichtung von 12,5 % bewertet.

Betrachtet und bewertet werden hierbei nur der Austausch von DMN-Modellen XML-Format, da dieses das nach der DMN-Spezifikation gängige Format darstellt, Object Management Group (2020). Es wird bewertet, ob eine Export- und Import-Funktion nach der DMN-Spezifikation vorhanden ist und in welcher DMN-Version diese erfolgt, da erst mit der DMN-Version 1.2 beispielsweise das DRD-Layout mitgespeichert wird. So müssen beim Öffnen eines DMN-Version-1.1-Modells manuell die Abhängigkeiten im DRD nachgetragen werden.

Simulation und Prüfung

Für den Einsatz in der Lehre besitzt die Funktion, Entscheidungsmodelle überprüfen zu können, einen besonderen Stellenwert. Beispielsweise können Fehler in der Modellierung der Entscheidungstabellen dazu führen, dass ein Entscheidungsmodell nicht ausgeführt werden kann. Ein Beispiel für einen entsprechenden Fehler ist, dass in einer Entscheidungstabelle mit der Unique Hit-Policy mehrere Regeln gleichzeitig zutreffen. Deshalb soll das Programm die Entscheidungstabellen verifizieren können und sicherstellen, dass diese in sich konsistent sind.

Neben der Sicherstellung der formalen Korrektheit eines Modells soll zudem die Möglichkeit bestehen, Entscheidungsmodelle als Ganzes simulieren zu können. In einer Simulation soll neben dem Endergebnis der Entscheidung auch der Aufbau mit eventuellen Unterentscheidungen und Zwischenergebnissen deutlich werden. Dies hilft, das Endergebnis einer Entscheidungsfindung besser

nachvollziehen zu können und vereinfacht es, gegebenenfalls Fehler in den Regeln zu finden.

Eine Möglichkeit, eine Liste von Testfällen zum Validieren des Modells laden zu können, ist ebenfalls hilfreich. Da die Software den Studierenden dabei helfen soll, die Entscheidungsmodellierung mit der DMN zu erlernen, werden der Funktionsumfang der Simulation sowie die Prüfung als wesentliche Bestandteile erachtet. Deshalb wird dieses Kriterium mit 25 % der Gesamtbewertung gewichtet.

BPMN-Modellierung

Auch wenn der Fokus auf der Entscheidungsmodellierung mithilfe der DMN liegt, ist es wünschenswert, wenn die Software ebenso eine Möglichkeit zur BPMN-Modellierung bereitstellt. Dies gibt den Studierenden einen besseren Einblick in die ganzheitliche Modellierung von Geschäfts- sowie Entscheidungsprozessen. Bewertet wird hierbei, ob die Möglichkeit besteht, mithilfe der BPMN Geschäftsprozesse zu modellieren und ob diese mit den DMN-Entscheidungsmodellen verknüpft werden können.

Wie bereits angedeutet, spielt dieses Kriterium eine untergeordnete Rolle. Deshalb erfolgte für dieses Kriterium eine Gewichtung mit anderen Kriterien zusammen (siehe unten).

Kollaboration

Für Studentenprojekte kann eine Zusammenarbeit mit Kommilitonen z. B. für Semesterprojekte erforderlich sein. Hierfür soll die Software eine möglichst komfortable Funktion zur Zusammenarbeit anbieten. Bewertet wird, neben dem Vorhandensein der Funktion, auch der subjektive Eindruck, inwieweit diese Funktion komfortabel umgesetzt wird. Die Gewichtung dieses Kriteriums erfolgte zusammengefasst mit weiteren Kriterien, da dies zwar eine nützliche, aber keine notwendige Funktion darstellt.

DMN-spezifisch

Neben den allgemeinen Kriterien werden zusätzlich DMN-spezifische Kriterien betrachtet. Hier ist die verwendete DMN-Version zu nennen. Im März 2020 wurde von der OMG die Version 1.3 verabschiedet, vgl. Object Management Group (2020). Um den vollen Funktionsumfang von DMN nutzen zu können, stellt die Version 1.3 die gewünschte Anforderung dar. In Tabelle 5 sind einige Unterschiede zwischen den jeweiligen Versionen dargestellt.

Neben der Version wird zudem die sogenannte Konformitätsstufe betrachtet. Diese gibt an, welchen Funktionsumfang der DMN-Spezifikation der Anbieter umgesetzt hat.

Für die Bewertung, inwieweit sich der Anbieter an die DMN-Spezifikation gehalten hat, werden die Ergebnisse der Technology Compatibility Kit (2020)

verwendet. Alternativ hierzu wird eine subjektive Einschätzung der Konformitätsstufe vorgenommen, da eine vollständige Prüfung der nicht gelisteten Werkzeuge zu deren Konformitätsstufe und die Nähe zur Spezifikation den Umfang dieser Arbeit überstiegen hätte.

Tabelle 5: DMN-Versionsänderungen

DMN-Version	Was ist neu?
1.3 (März 2020)	• Gruppierung von Entscheidungen in DRDs • FEEL-Funktionen für Zeitpunkte und Zeitintervalle¹
1.2 (Januar 2019)	• Diagramm-Layout wird gespeichert • Kommentarspalten in Entscheidungstabellen vorhanden
1.1 (Juni 2016)	• Ausführbarkeit der Entscheidungsmodelle • FEEL (Friendly Enough Expression Language)

Quelle: Object Management Group (2019a), (2019b)

Um Entscheidungen zu modellieren, bei denen eine einfache Entscheidungstabelle nicht mehr ausreicht, verwendet die DMN die Expression Language FEEL bzw. S-FEEL, Object Management Group (2020). Diese Expression Language ist, sofern der Anbieter sich an die DMN-Spezifikation gehalten hat, ab der Konformitätsstufe 2 als S-FEEL verfügbar. Eine Unterscheidung zwischen FEEL und S-FEEL wird bei der Bewertung nicht vorgenommen, da hierfür überprüft werden müsste, ob die Anbieterangaben tatsächlich korrekt sind.

Tabelle 6: Funktionen und deren Gewichtung

Funktion	Gewichtung
Export- Importfunktion	12,5 %
Simulation und Prüfung	25,0 %
Weiteres: - FEEL verfügbar - BPMN verfügbar - DMN-Version - Konformitätsstufe - DMN-TCK-Bewertung - Kollaboration	6,25 %

Quelle: eigene Darstellung

Für die Bewertung wird nur das Merkmal, ob die Expression Language FEEL vorhanden ist, genutzt. Auch wenn dieses Kriterium eine zentrale Rolle spielt, ist es im Vergleich zur Import- und Exportfunktion sowie zur Entscheidungs-

simulation niedriger einzuschätzen. Die Gewichtung der Kriterien DMN-Version, Konformitätsstufe sowie das Vorhandensein der Expression Language FEEL wurden zusammengefasst und unter dem Punkt ‚Weiteres‘ gewichtet, siehe Tabelle 6.

3.2.5 Benutzerfreundlichkeit

Ein wesentliches Kriterium ist die Benutzerfreundlichkeit. Das Programm zum Erlernen der DMN soll möglichst intuitiv bedient werden können. Eine lange Einarbeitungszeit oder eine Schulung für das Programm sind beim Einsatz in der Lehre nicht realisierbar. Zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit werden mithilfe der DIN ISO Norm 9241-110 präzise Kriterien erstellt. Auf Grundlage der in Abts und Mülder (2017) genannten Fragestellungen zu den einzelnen Merkmalen werden Kriterien spezifisch für die DMN-Werkzeuge erarbeitet.

Die Software soll eine effektive und effiziente Bedienung ermöglichen. Im Hinblick auf die Werkzeuge für die DMN-Modellierung werden hierbei die nachfolgenden Merkmale präzisiert.

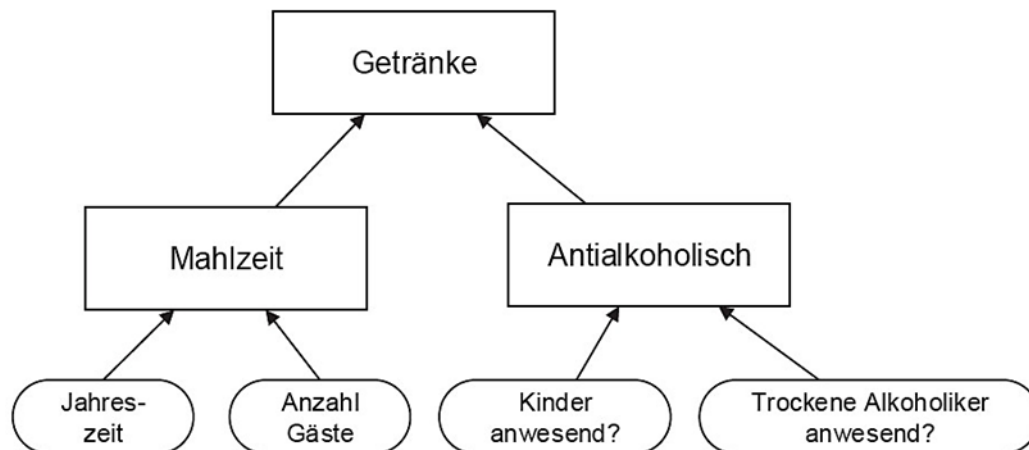
Bei der Modellierung von DRD sollten die dort modellierten Eingangsdaten mit deren Datentypen automatisch in die Entscheidungstabelle aufgenommen werden. Das Gleiche gilt, wenn zwischen Entscheidungen Abhängigkeiten bestehen, d. h. wenn eine Entscheidung Daten aus einer Unterentscheidung benötigt. Wird diese Verknüpfung nicht automatisch von der Software erstellt, ist es erforderlich, dass der Benutzer diese Abhängigkeiten nochmals als Tabellenmodell hinterlegt. Dies ist aufwändig und es kann hierbei leichter zu Fehlern kommen.

Umgekehrt ist es wünschenswert, wenn Eingangsdaten im Tabellenmodell angelegt werden, sodass diese auch mit dem richtigen Datentyp automatisch im DRD erstellt werden. Dies wird allerdings nur für Eingangsdaten erwartet, Entscheidungen müssen nicht automatisch angelegt werden.

Zudem sollen beim Datentyp ‚String‘ die Anführungszeichen möglichst automatisch im Hintergrund der Software hinzugefügt werden und nicht für jeden Wert manuell durch den Nutzer. Beim Hinzufügen neuer Elemente im Entscheidungsdiagramm sollen diese passend platziert werden und nicht überlagernd.

Darüber hinaus wird unter diesem Kriterium geprüft, ob die angewandte Hit-Policy sofort erkennbar ist. Die Bedienschritte sollen nach einem eindeutigen und nachvollziehbaren Prinzip funktionieren sowie weitere Prüfpunkte unter dem Aspekt des Bedienkomforts erfüllen. Die Bewertung der einzelnen Tools erfolgt anhand der Modellierung des Beispiels aus dem Buch von Freund und Rücker (2019), das in Abbildung 8 dargestellt ist.

Abbildung 8: Beispielmodell



Quelle: Freund und Rücker (2019)

Eine möglichst intuitive und komfortable Modellierung beim Erlernen der Entscheidungsmodellierung mithilfe der DMN ist essenziell. Der Nutzer soll beim Erlernen unterstützt und nicht unnötig belastet werden. Das Kriterium der Benutzerfreundlichkeit wird gleichbedeutend mit der Installation, der Simulation und der Testfunktion gewertet: 25 %.

3.2.6 Dokumentation

Auch die Dokumentation der Software stellt ein Merkmal dar. Sie soll dort unterstützen, wo die Software selbst nicht intuitiv bedienbar ist. Idealerweise unterstützt die Software neue Nutzer mit einer Art Einführung in das System. Neben den softwarespezifischen Hinweisen sind DMN-spezifische Hinweise, die Hilfestellung bei der Modellierung geben, wünschenswert. Diese Informationen sollen leicht zugänglich sein, sodass bei Fragestellungen nicht lange in der Dokumentation gesucht werden muss. Idealerweise stellt die Software kontextspezifische Hilfestellungen zur Verfügung, sodass der Nutzer nicht mit unnötigen Informationen belastet wird.

Bewertet werden unter diesem Gesichtspunkt unter anderem der Umfang der Dokumentation sowie die Einfachheit, diese zu beziehen. Idealerweise reagieren die Hilfetexte kontext-spezifisch, sodass dem Benutzer ohne aufwändige Suche in der Dokumentation eine Hilfestellung zur Verfügung gestellt wird. Ebenfalls wirkt sich eine Art Assistent zur Einführung in die Software positiv aus. Eine intuitiv bedienbare Software ist möglichst selbsterklärend, sodass die Dokumentation hierzu als weniger bedeutend gesehen wird. Das Kriterium wird deshalb mit 6,25 % gewichtet.

3.2.7 Zusammenfassung der Kriteriengewichtung

Insgesamt bilden die Kriterien der Installation, der Benutzerfreundlichkeit sowie der Möglichkeit zum Überprüfen der Tabellenmodelle und der Simulation der Entscheidungsmodelle mit 75 % den Schwerpunkt der Bewertung. Auf Faktoren wie die Skalierbarkeit oder Änderbarkeit wird bewusst kein Wert gelegt, da die Anforderungen beim Einsatz in der Lehre gegenüber dem produktiven Einsatz im Unternehmen in den Hintergrund treten.

Das Hauptaugenmerk lag vor allem darauf, dass Studenten die Software einfach beziehen können, sie leicht zu installieren und intuitiv bedienbar ist. Unter diesen Voraussetzungen soll die Software die Studenten zudem unterstützen, die Entscheidungsmodellierung mithilfe der DMN zu erlernen und im späteren beruflichen Alltag einsetzen zu können. In Tabelle 7 sind die Hauptkriterien mit deren Gewichtung zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 7: Kriteriengewichtung

Kriterium	Gewichtung
Installation	25 %
Benutzerfreundlichkeit	25 %
Export-/ Importfunktion	12,5 %
Simulation und Test	25 %
Dokumentation	6,25 %
Weiteres	6,25 %

Quelle: eigene Darstellung

Die Bewertung erfolgt anhand einer Punkteskala, die in Tabelle 8 aufgeführt ist. Es ist zu beachten, dass die Punktevergabe für die jeweiligen Unterkriterien erfolgt. Für die Hauptkriterien wird aus dieser Bewertung der arithmetische Mittelwert gebildet, somit die Unterkriterien gleichgewichtet.

Tabelle 8: Bewertungsskala

Punkte	Bedeutung
0	nicht vorhanden
1	teilweise vorhanden
2	vorhanden
3	vorhanden teilweise gut
4	vorhanden überwiegend gut
5	immer sehr gut

Quelle: eigene Darstellung

3.3 DMN-Marktanalyse

Die Marktanalyse vermittelt einen Überblick über die DMN-Werkzeuge der verschiedenen Anbieter. Hierfür wird eine Internetrecherche durchgeführt, die einen Großteil der verfügbaren Werkzeuge aufzeigt. Danach wird das K.-o.-Kriterium der kostenlosen Verfügbarkeit überprüft. Falls bei einem Unternehmen zuerst eine Kooperation mit der Hochschule Wismar ausgehandelt werden muss, um die Software für Studenten kostenlos zur Verfügung zu stellen, wurde die Software als kostenpflichtig gewertet.

Es wurden insgesamt 24 Tools gefunden, die angeben, die DMN zu unterstützen. Die Übersicht aller Anbieter, die im Rahmen dieser Recherche gefunden wurden, ist im Anhang zu finden. Bei diesen 24 Werkzeugen wird nun geprüft, ob eine kostenlose Version zur Verfügung gestellt wird, ob diese Version eine zeitlich begrenzte Nutzung bietet und ob bei der kostenlosen Version die Modellierung mithilfe von DMN enthalten ist.

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist in Tabelle 9 dargestellt. Unter dem Element ‚Sonstige Einschränkungen‘ werden Tools, die nicht mehr verfügbar sind, und Tools, die in der kostenlosen Version keine Modellierung mithilfe von DMN bieten, zusammengefasst.

Tabelle 9: Zusammenfassung Marktanalyse

Anzahl der Werkzeuge	Einschätzung
8	Keine kostenlose Version
6	Zeitlich begrenzt nutzbar
4	Sonstige Einschränkungen
6	Erfüllen K.-o.-Kriterien

Quelle: eigene Darstellung

Aus den insgesamt 24 Anbietern, die in der Recherche gefunden wurden, erfüllen sechs Anbieter die K.-o.-Kriterien. Diese Tools werden nachfolgend kurz vorgestellt und im Anschluss anhand des vorher erarbeiteten Kriterienkatalogs bewertet.

3.4 Vergleich der Anbieter

3.4.1 dmn-js

Das Tool dmn-js wurde nach der Initiierung von Camunda von einem kleinen Kernteam entwickelt und durch die Camunda-Community und ihre Mitwirkenden weiterentwickelt. Ziel ist es, ein kostenloses BPMN-Tool unter der Open-Source-Lizenz für alle Anwender und Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

dmn-js umfasst insgesamt drei verschiedene kostenlose Tools für die Modellierung von BPMN, DMN und CMMN, sowohl als Webversion als auch als Version, die selbst gehostet werden kann.

Das Erstellen von Entscheidungsmodellen ist mithilfe des dmn-js-Tools auf der Webseite möglich, somit ist keine Installation erforderlich. Durch die browserbasierte Lauffähigkeit des Tools funktioniert die Software auf allen gängigen Betriebssystemen. Das Tool verwendet die DMN-Version 1.3, die zum Zeitpunkt der Arbeit aktuell ist.

Die Modellierung von Entscheidungstabellen, Entscheidungsdiagrammen sowie von Ausdrücken in der Expression Language FEEL ist möglich. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, mithilfe des bpmn-js-Tools BPMN zu modellieren. Eine einfache Verlinkung zu den DMN-Entscheidungsmodellen ist allerdings nicht realisierbar. Auch wenn der Anbieter selbst keine Konformitätsstufe angibt, entspricht die Software nach Einschätzung des Autors aufgrund der Gegebenheiten wie DRDs und FEEL mindestens der Konformitätsstufe 2.

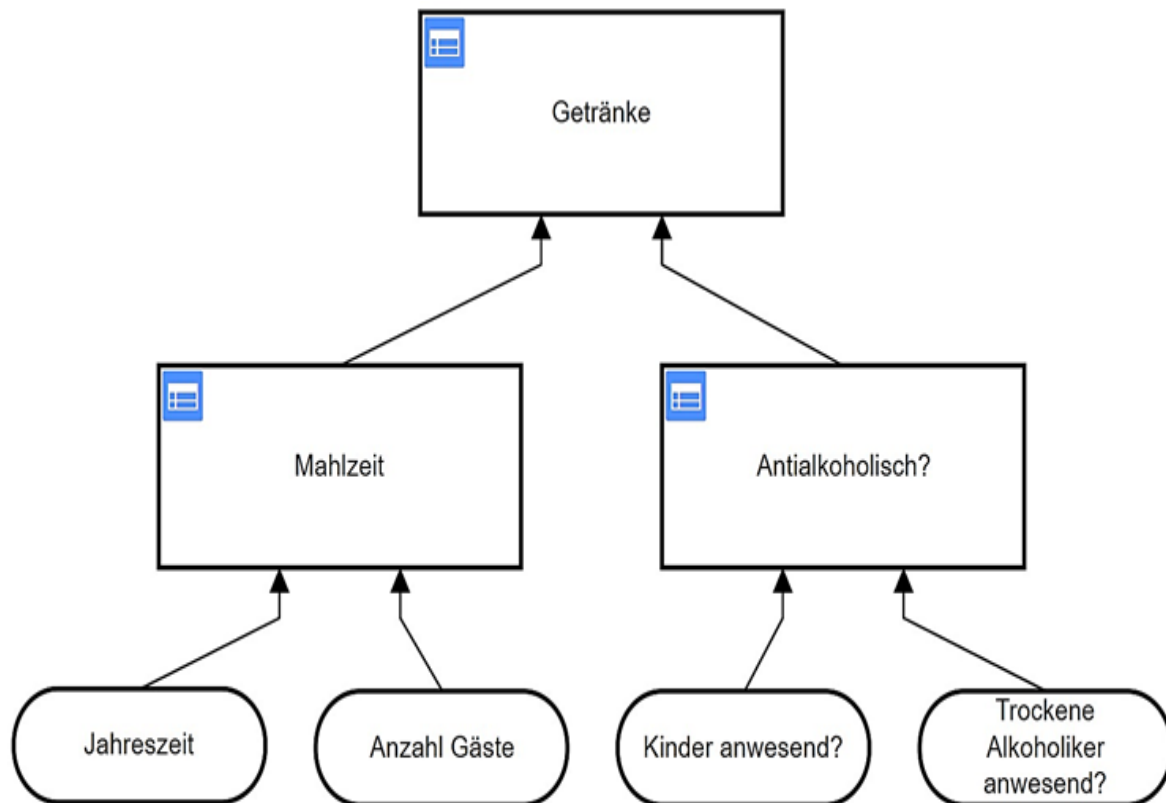
Das Tool bietet sowohl eine Import- als auch eine Exportfunktion, die nach der DMN-Spezifikation korrekt und vollständig im XML-Format stattfindet. Eine Möglichkeit zur Simulation bzw. zum Testen der DMN-Entscheidungsmodelle sowie eine Prüfung der Tabellenlogik ist nicht vorhanden. Um die DMN-Entscheidungsmodelle dennoch prüfen zu können, kann der DMN-Simulator von Camunda verwendet werden, dieser stellt allerdings keine vollständige Alternative dar. Eine Möglichkeit zur Kollaboration wird in der Software existiert nicht.

Im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit wird festgestellt, dass bei der Modellierung des Beispiels zunächst das schlichte Design auffällt. Die Positionierung neuer Elemente erfolgt sinnvoll, es werden keine Überlagerungen beim Hinzufügen neuer Elemente festgestellt. Das Modellieren von DRD-Modellen ist erwartungskonform, bei den Eingangsdaten fehlt die Funktion, einen Datentyp zu definieren. Der Datentyp kann nur in der Entscheidungstabelle definiert werden und hat keinen Bezug zum DRD.

Verlinkungen mithilfe von Informationsbedarfspfeilen, z. B. in Abbildung 9 von Jahreszeit auf Mahlzeit, werden nicht automatisch in die Entscheidungstabelle aufgenommen. Wenn umgekehrt Eingangsdaten in der Entscheidungstabelle definiert werden, sind diese auch nicht automatisch im DRD ersichtlich. Dies ist im Hinblick auf eine Unterstützung bei der Nutzung nicht gut gelöst.

In Abbildung 10 ist die Entscheidungstabelle Mahlzeit aus dem DRD der Abbildung 9 dargestellt. Bei der Modellierung der Entscheidungstabelle müssen die Werte beim Datentyp ‚String‘ in Anführungszeichen gesetzt werden. Hier fehlt eine Unterstützung der Software, die diese Arbeit abnimmt. Die Abhängigkeiten von anderen Entscheidungen sowie die Verlinkung zu Eingangsdaten müssen auch zusätzlich vom Nutzer manuell deklariert werden.

Abbildung 9: Beispielmodell als dmn-js DRD



Quelle: eigene Darstellung

Dokumentationen zum Tool sowie eine kontextbezogene Hilfe sind nur begrenzt vorhanden. Hierfür werden wenige Mouse-over-Informationen, ein Forum sowie einige wenige Hilfestellungen auf der Webseite zur Verfügung gestellt. Die Dokumentation ist nur in einem geringen Umfang vorhanden und muss auf Umwegen gesucht werden.

Abbildung 10: dmn-js Tabelle

Mahlzeit			
Hit Policy: Unique			
When	Then		
Jahreszeit	Mahlzeit	Annotations	
"Frühling", "Sommer", "Herbst", ...	string		
1 "Frühling"	"Spargel"		
2 "Sommer"	"Salat"		
3 "Herbst"	"Steak"		
4 "Winter"	"Gulasch"		
+	-		

Quelle: eigene Darstellung

Dmn-js realisiert die DMN-Version 1.3, eine vollständige FEEL-Unterstützung sowie einen einfachen Zugang durch die browserbasierte Nutzung. Eine Möglichkeit zur kollaborativen Nutzung wird nicht geboten, dafür jedoch eine Export- und Importfunktion nach der DMN-Spezifikation. Bei der Bedienung unterstützt die Software den Nutzer kaum, Abhängigkeiten müssen z. B. selbst referenziert werden. Daraus ergibt sich Bewertung in den Tabellen 10 und 11.

Tabelle 10: Pro Kontra dmn-js

Pro	Kontra
• DMN-Version 1.3 • Export- und Importfunktion • Vollständiger FEEL-Support • Webbasiert	• Aufwändige Bedienung • Keine Entscheidungssimulation • Keine Tabellenprüfung • Keine Kollaborationsfunktion

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 11: Bewertung dmn-js

Hauptkriterien	Punkte	Prozente	Nutzwert
Installation	5	100,00 %	1,25
Benutzerfreundlichkeit	2,07	41,40 %	0,52
Export-/ Importfunktion	5	100,00 %	0,63
Simulation und Prüfung	0	0,00 %	0,00
Dokumentation	2,5	50,00 %	0,16
Weiteres	3,1	62,00 %	0,19
Gesamt		54,85 %	2,74

Quelle: eigene Darstellung

3.4.2 Camunda Modeler

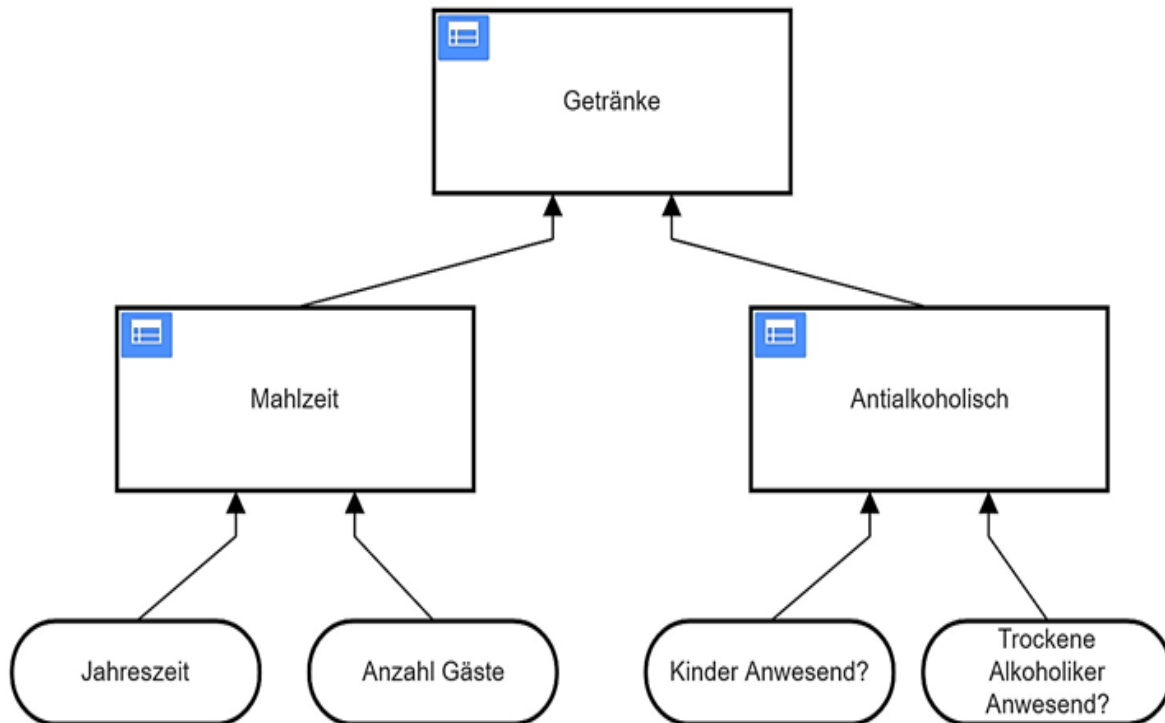
Der Camunda Modeler entstammt der Firma Camunda (<https://camunda.com>) und ermöglicht die Modellierung mithilfe von BPMN, CMMN und DMN. Der Camunda Modeler ist im Gegensatz zu dmn-js nicht webbasiert, sondern läuft auf dem jeweiligen Betriebssystem. Unterstützt werden hierbei die Betriebssysteme Windows, Linux und Mac OS.

Die Installation auf Windows erfordert beispielsweise nur das Entpacken einer ZIP-Datei, sodass der Installationsaufwand minimal ist. Die Software steht auch unter der Open-Source-Lizenz zur Verfügung und ist somit für jeden Anwender kostenlos einsetzbar.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung wird die DMN-Version 1.3 realisiert, sowie eine nach der DMN-Spezifikation konforme Export- und Importfunktion. Der Modeler unterstützt die Expression Language FEEL und es besteht die

Möglichkeit, BPMN-Diagramme mit DMN-Entscheidungsmodellen zu verlinken. Weder ist eine Funktion zum Testen der Entscheidungstabelle noch eine Funktion zur Simulation des Entscheidungsmodells vorhanden. Eine Funktion zur kollaborativen Nutzung wird nicht angeboten.

Abbildung 11: Beispielmodell im Camunda Modelle: DRD



Quelle: eigene Darstellung

Die Bedienung der Software läuft performant, die Menüführung ist übersichtlich und intuitiv nutzbar. Bei der Modellierung des DMN-Beispiels wurde festgestellt, dass die Positionierung neuer Elemente sinnvoll erfolgt, Informationsbedarfspfeile reagieren erwartungskonform. Das Hinterlegen des Datentyps bei den Eingangsdaten ist nicht vorhanden, diese werden auch nicht automatisch vom DRD-Modell in das Tabellenmodell übernommen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die modellierten DMN-Entscheidungsmodelle direkt in einer DMN-Engine ausführen zu lassen

Beim Tabellenmodell müssen die Abhängigkeiten, die im DRD-Modell modelliert werden, zusätzlich eingetragen werden. Es müssen der Datentyp, der Eingangsdatenname sowie die Verlinkung zu den Eingangsdaten hinzugefügt werden. Beim Datentyp ‚String‘ sind die eingetragenen Werte zusätzlich in Anführungszeichen zu setzen, eine Fehlermeldung bei Missachtung erfolgt nicht. Die Referenzierung zu den Eingangsdaten wird in den Tabellen nicht geprüft.

Abbildung 12: Tabelle im Camunda Modeler

Mahlzeit			
Hit Policy: Unique			
	When	Then	
	Jahreszeit	⊕ Mahlzeit	⊕ Annotations
	"Frühling", "Sommer", "Herbst", ...	string	
1	"Frühling"	"Spargel"	
2	"Sommer"	"Salat"	
3	"Herbst"	"Steak"	
4	"Winter"	"Gulasch"	
+	-		

Quelle: eigene Darstellung

Die Dokumentation zur Software sowie zur Notation ist umfangreich. Es sind einige Mouseover-Informationen in der Software hinterlegt. Allerdings stehen wenig kontext-spezifische Hilfestellungen zur Verfügung.

Tabelle 12: Pro Kontra Camunda Modeler

Pro	Kontra
• DMN-Version 1.3 • Export- und Importfunktion • Vollständiger FEEL-Support	• Aufwändige Bedienung • Keine Entscheidungssimulation • Keine Tabellenprüfung • Keine Kollaborationsfunktion

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 13: Bewertung Camunda Modeler

Hauptkriterien	Punkte	Prozente	Nutzwert
Installation	5	100,00 %	1,25
Benutzerfreundlichkeit	2,32	46,40 %	0,58
Export-/ Importfunktion	5	100,00 %	0,63
Simulation und Prüfung	0	0,00 %	0,00
Dokumentation	3,4	68,00 %	0,21
Weiteres	3,5	70,00 %	0,22
Gesamt		57,73 %	2,89

Quelle: eigene Darstellung

Der Camunda-Modeler lässt sich ohne großen Aufwand installieren bzw. entpacken. Das Tool unterstützt die DMN-Version 1.3, hat vollständigen FEEL-

Support und eine nach der DMN-Spezifikation konforme Export- und Importfunktion. Eine Möglichkeit zur Tabellenprüfung oder eine Funktion zur direkten Simulation und zum Testen des Modells fehlen vollständig. Durch die manuell notwendigen Referenzierungen der Abhängigkeiten sowie aufgrund der doppelten Pflege von Entscheidungsdiagrammen und Entscheidungstabellen ist die Bedienung der Software umständlich. Daraus ergeben sich die Bewertungen in den Tabellen 12 und 13.

3.4.3 IBM Decision Composer

Das Unternehmen IBM bietet den Decision Composer an, den IBM selbst als cloud-basiertes Tool für die Automatisierung von Entscheidungsprozessen beschreibt, vgl. IBM (2020a) und IBM (2020b). Das Tool hilft, wiederholbare Geschäftsentscheidungen zu beschreiben, zu automatisieren und zu steuern, vgl. Joubert (2017). Die kostenlose Version umfasst 1.000 Ausführungen von Entscheidungen pro Monat. Dies stellt für die Benutzergruppe der Studierenden keine Einschränkung dar. Da der Decision Composer cloud-basiert arbeitet, ist kein Installationsaufwand notwendig.

Bei der Modellierung mithilfe des Decision Composer fällt auf, dass die Modellierung nicht der DMN-Spezifikation entspricht. Der Decision Composer betrachtet die DMN nur als Inspiration. Das bedeutet, dass der Decision Composer kein Tool für die Modellierung mittels der DMN ist. Unterschiede sind vor allem in den Entscheidungstabellen sowie im Aufbau der Entscheidungsregeln zu finden. Allerdings verfügt der Decision Composer analog zur DMN auch über Entscheidungstabellen und Entscheidungsdiagramme. Auch besteht analog zu FEEL die Möglichkeit, mit Hilfe einer Art von Expression-Language-Regeln zu erstellen. Der Export und Import der Entscheidungsmodelle erfolgt über das Format ‚dproject‘ und ist nicht mit anderen DMN-Tools kompatibel.

Dafür bietet der Decision Composer die Möglichkeit, Projekte kollaborativ, beispielsweise mit anderen Studenten, zu bearbeiten. Darüber hinaus ist eine Funktion zum Simulieren der Entscheidungsmodelle vorhanden. Diese ermöglicht, einzelne Werte einzugeben oder über das JSON-Format in der Zwischenablage in ein Feld zu kopieren. Nach dem Validieren des Entscheidungsmodells werden die Ergebnisse der einzelnen Entscheidungen angezeigt. Somit ist die Zusammensetzung der Entscheidung nachvollziehbar.

Die Bedienung der Software wurde als intuitiv empfunden, auch wenn Abweichungen von der DMN-Spezifikation deutlich bemerkbar waren. Bei den Eingangsdaten konnten Datentypen hinterlegt werden, die automatisch in die Entscheidungstabellen aufgenommen und verlinkt wurden. Neue Elemente wurden passend platziert. Bei einem Fehler des Nutzers erfolgten kontextspezifische Hinweise. Nachfolgend ist in Abbildung 13 ein DRD zu sehen, das mithilfe des Decision Composers modelliert wurde.

Abbildung 13: Decision Composer DRD



Quelle: eigene Darstellung

Bei der Modellierung der Entscheidungstabelle wird der Unterschied zum DMN-Standard deutlich sichtbar. Wie Abbildung 14 zeigt, ist die Hit-Policy, die die Auswertevorschrift darstellt, nicht vorhanden. Die Entscheidungstabellen werden zwar vom Tool selbstständig geprüft, da aber keine Hit-Policies vorhanden sind, können diese nicht geprüft werden.

Das DMN-Testmodell konnte nur über Umwege modelliert werden. Da bei der First-Hit-Policy die erste Zeile, deren Regel erfüllt ist, greift, müssen bei den weiteren Zeilen nicht zwingend alle Spalten ausgefüllt werden. Es können also mehrere Regeln (Zeilen) für eine Entscheidung möglich sein, es wird aber nur der erste Treffer gewertet. Dies konnte mithilfe des Decision Composers nicht entsprechend modelliert werden. Positiv fiel auf, dass Verlinkungen im Entscheidungsdiagramm automatisch erfolgten und dass Werte vom Typ ‚String‘ automatisch in Anführungszeichen gesetzt werden.

Die Dokumentation ist umfassend. Es besteht die Möglichkeit, kontextspezifische Hilfe aufzurufen. Dabei fällt auf, dass einige fehlerhafte Verlinkungen zur Hilfeseite des Tools vorhanden sind.

Es kann festgehalten werden, dass der Decision Composer von IBM ein umfangreiches Tool zur Entscheidungsmodellierung darstellt. Da der DMN-Standard nur zur Inspiration verwendet wird, ist die Einarbeitung deutlich schwerer gefallen. Eingangsdaten werden automatisch im Tabellenmodell mit dem definierten Datentyp aufgenommen. Es lässt sich kein Tabellenmodell ohne eine vorherige Definition der Eingangsdaten erstellen. Die Funktion der Simulation der Entscheidungsmodelle wird gut umgesetzt. Daraus ergeben sich die Bewertungen in den Tabellen 15 und 16.

Abbildung 14: Decision Composer Tabelle

Mahlzeit

Beschreibung (optional)

Angaben zu dieser Regel

Vorbedingungen bearbeiten

	Jahreszeit ▼	Mahlzeit ▼
1	Frühling	Spargel
2	Sommer	Salat
3	Herbst	Steak
4	Winter	Gulasch
5		

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 14: Pro Kontra Decision Composer

Pro	Kontra
• Webbasiert • Entscheidungssimulation	• Kein DMN-Tool (nur inspiriert durch DMN)

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 15: Bewertung Decision Composer

Hauptkriterien	Punkte	Prozente	Nutzwert
Installation	5	100,00 %	1,25
Benutzerfreundlichkeit	3,58	71,60 %	0,90
Export-/ Importfunktion	0	0,00 %	0,00
Simulation und Prüfung	3,4	68,00 %	0,85
Dokumentation	4,5	90,00 %	0,28
Weiteres	1	20,00 %	0,06
Gesamt		66,78 %	3,34

Quelle: eigene Darstellung

3.4.4 Flowable Modeler

Die Flowable AG mit Hauptsitz in der Schweiz hat das Open-Source-Tool Flowable Modeler entwickelt, vgl. flowable (2020). Das Tool flowable (<https://flowable.com/de/>) ermöglicht die Modellierung mithilfe der Notationen BPMN, CMMN sowie DMN. Das Unternehmen beschreibt das eigene Tool als eine schnelle, moderne Prozess- und Fallmanagement-Engine.

Flowable unterstützt die DMN-Version 1.1. Negativ fällt auf, dass weder ein DRD modelliert werden kann, noch dass eine Unterstützung der Expression Language FEEL vorhanden ist. Die Installation selbst muss zentral durchgeführt werden, wodurch kein Aufwand für Studierende entsteht. Zur Installation steht ein Docker-Image zur Verfügung sowie ein Image für Apache Maven. Für diese Arbeit wird Docker verwendet. Eine Installation für Lehrzwecke müsste zentral über das technische Personal der Hochschule erfolgen.

Da das Tool browserbasiert ist, läuft es auf allen gängigen Betriebssystemen. Die Software bietet die Möglichkeit, DMN-konform in XML zu exportieren und zu importieren, allerdings in der DMN-Version 1.1. Eine Funktion zur Überprüfung des Tabellenmodells oder zur Simulation des Entscheidungsmodells ist nicht vorhanden. BPMN wird angeboten und kann mit den Entscheidungstabellen verlinkt werden. Zudem wird die Möglichkeit der Zusammenarbeit unterstützt.

Abbildung 15: Flowable Modeler Tabelle

Mahlzeit			
<u>U</u>	New Input Jahreszeit string		New Output Mahlzeit string
1	==	Frühling	Spargel
2	==	Sommer	Salat
3	==	Herbst	Steak
4	==	Winter	Gulasch

Quelle: eigene Darstellung

Bei der Bedienung kann nur die Modellierung der Entscheidungstabellen betrachtet werden, da eine Modellierung von DRDs nicht möglich ist. Bei den Entscheidungstabellen wird der Datentyp ‚String‘ automatisch in Anführungs-

zeichen gesetzt. Komplexe Entscheidungen können hier nicht in Unterentscheidungen zerlegt werden, da ein Referenzieren über mehrere Entscheidungstabellen nicht unterstützt wird.

Dokumentationen wie Benutzerleitfäden sind auf der Webseite des Anbieters verfügbar, allerdings nicht direkt über das Tool abrufbar. Kontextbezogene Hilfestellungen sowie Mouseover-Hilfestellungen sind nicht vorhanden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Flowable nur auf einer Grundform der DMN-Spezifikation basiert. Um Konformitätsstufe 1 des DMN-Standards zu erreichen, müsste das Tool zusätzlich DRDs unterstützen. Die Hauptkritikpunkte sind die fehlende Unterstützung der DRDs sowie die fehlende Möglichkeit zum Verlinken verschiedener Entscheidungstabellen. Zudem fehlt eine Unterstützung der Expression Language FEEL. Durch diese Einschränkungen können Studierende nicht den gesamten Umfang des DMN-Standards kennenlernen. Bewertungen sind in den Tabellen 17 und 18 zu finden.

Tabelle 16: Pro Kontra Flowable

Pro	Kontra
• Webbasiert	• Keine DRDs • Keine FEEL • Kein Verknüpfen von Entscheidungstabellen

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 17: Bewertung Flowable

Hauptkriterien	Punkte	Prozente	Nutzwert
Installation	4,2	84,00 %	1,05
Benutzerfreundlichkeit	1,65	33,00 %	0,41
Export-/ Importfunktion	2	40,00 %	0,25
Simulation und Prüfung	0	0,00 %	0,00
Dokumentation	2,5	50,00 %	0,16
Weiteres	1,85	37,00 %	0,12
Gesamt		39,69 %	1,98

Quelle: eigene Darstellung

3.4.5 Drools

Drools (<https://www.drools.org/>) ist ein Business-Rules-Management-System mit vollständiger Unterstützung der DMN. Die Software wurde von RedHat entwickelt. Laut eigenen Angaben beschreibt sich RedHat als einen weltweit führenden Anbieter von Open-Source-Softwarelösungen für Unternehmen und folgt hierbei einem Community-basierten Ansatz.

Drools ist eine Open-Source-Software, die unter der Apache 2.0-Lizenz steht und eine Modellierung mithilfe von BPMN, CMMN und DMN anbietet. Drools selbst trägt zum DMN-Technology-Compatibility-Kit bei, um das Konformitätsniveau zum DMN-Standard zu demonstrieren, vgl. Drools (2020).

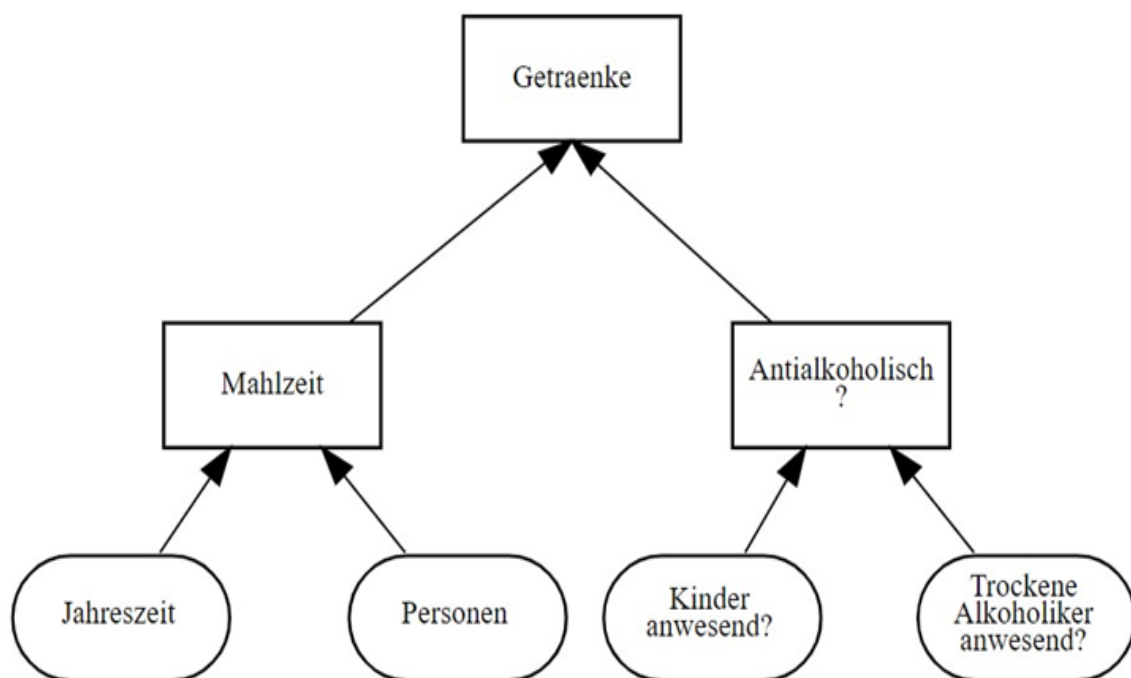
Drools verwendete zum Zeitpunkt dieser Arbeit die DMN-Version 1.2 und wurde mithilfe des DMN-TCK geprüft. Die Prüfung ergibt, dass sich Drools zu 100 % an die in der DMN-Spezifikation geforderten Faktoren hält und die Konformitätsstufe 3 umsetzt, Object Management Group (2020).

Das Tool erfordert eine zentrale Installation, die unter anderem über Docker und Apache Maven erfolgen kann. Für die Arbeit wird die Software über Docker installiert. Neben der Möglichkeit der kollaborativen Zusammenarbeit wird die Expression Language FEEL vollständig unterstützt.

Drools besitzt sowohl eine Import- als auch eine Exportfunktion im XML-Dateiformat, die der DMN-Spezifikation entsprechen. Zudem ist die Option vorhanden, Prozesse mithilfe von BPMN zu modellieren und diese mit dem DMN-Entscheidungsmodell zu verlinken. Die Software überprüft selbstständig die Tabellenmodelle und gibt Hinweise auf Fehler. Eine Möglichkeit zur Simulation der Entscheidungsmodelle ist nicht vorhanden.

Beim Modellieren des Beispiels wurde festgestellt, dass Eingangsdaten automatisch in die Entscheidungstabellen aufgenommen werden. Das Gleiche gilt für Unterentscheidungen in Entscheidungen, z. B. in Abbildung 16 Mahlzeit in ‚Getraenke‘. Negativ bei der Modellierung fällt auf, dass die Software keinerlei Umlaute verarbeiten kann. Neue Elemente werden passend platziert, Überlagerungen der Elemente wurden nicht festgestellt.

Abbildung 16: Drools DRD



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 17: Drools Tabelle

Mahlzeit (Decision Table)

U	Jahreszeit (string)	Personen (number)	Mahlzeit (string)	annotation-1
1	"Frühling"	-	"Spargel"	
2	"Sommer"	-	"Salat"	
3	"Herbst"	-	"Steak"	
4	"Winter"	-	"Gulasch"	

Quelle: eigene Darstellung

Der Datentyp ‚String‘ muss in den Tabellen in Anführungszeichen gesetzt werden, dafür funktionieren hier aber die Umlaute. Die einzelnen Felder sind, wie im Beispiel der Abbildung 17 ersichtlich, mit einem Minus vorbelegt, dies wird als störend empfunden. Die Entscheidungstabellen werden auf Richtigkeit geprüft, allerdings sind die Fehlermeldungen nicht immer verständlich.

Tabelle 18: Pro Kontra Drools

Pro	Kontra
• Webbasiert • Hohe Konformität	• DMN-Version 1.2 • Keine Entscheidungssimulation

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 19: Bewertung Drools

Hauptkriterien	Punkte	Prozente	Nutzwert
Installation	4,2	84,00 %	1,05
Benutzerfreundlichkeit	3,12	62,40 %	0,78
Export-/ Importfunktion	5	100,00 %	0,63
Simulation und Prüfung	0,8	16,00 %	0,20
Dokumentation	2,8	56,00 %	0,18
Weiteres	4,55	91,00 %	0,28
Gesamt		62,29 %	3,11

Quelle: eigene Darstellung

Eine Dokumentation zur Einarbeitung ist auf der Website des Herstellers vorhanden, kontext-spezifische Hinweise gibt es nur vereinzelt. Kontext-spezifisch helfen die Meldungen für die Modellierung weiter, die in der Software als Alarme bezeichnet sind.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Software vor allem durch ihr hohes Maß an Konformität zum DMN-Standard auffällt, auch wenn hier noch die Version 1.2 eingesetzt wird. Zudem ist hervorzuheben, dass eine Prozess-Engine, die ein Ausführen der Entscheidungsmodelle ermöglicht, integriert ist. Die erstellten DMN-Modelle können direkt in diese hochgeladen werden. Vermisst wird die Möglichkeit, Entscheidungen simulieren und anhand von Testfällen validieren zu können. Die Tabellen 19 und 20 zeigen die Bewertungen.

3.4.6 Signavio Process Manager

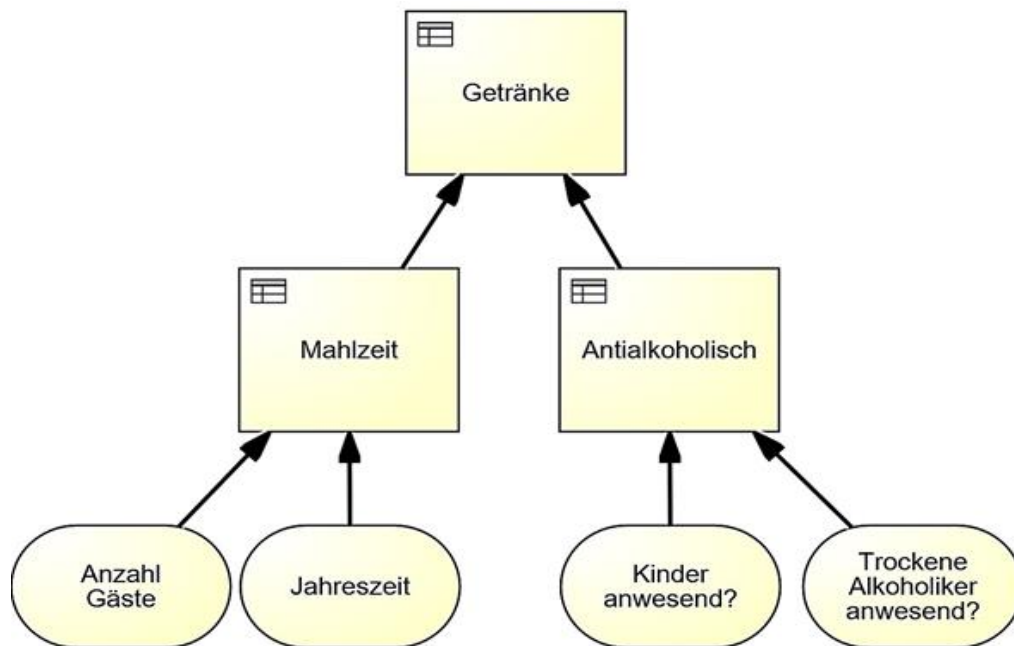
Signavio (<https://www.signavio.com>) wurde ursprünglich von vier Studenten des Hasso-Plattner-Instituts in Potsdam gegründet. Das Startup hat sich inzwischen zu einem weltweit agierenden Unternehmen entwickelt. Signavio setzt nach eigenen Aussagen den Schwerpunkt auf die Dokumentation der Unternehmensprozesse.

Die Software läuft browserbasiert, somit ist keine Installation notwendig. Lediglich eine Registrierung ist erforderlich. Der Signavio-Prozessmanager realisiert die DMN-Version 1.1, zudem wird die Expression Language FEEL unterstützt. Das Tool bietet die Möglichkeit, BPMN-Prozesse zu modellieren und diese mit den DMN-Entscheidungsmodellen zu verknüpfen.

Das DMN-Modell kann exportiert werden, ein Import von DMN-Modellen ist nach Rücksprache mit Signavio auch in näherer Zukunft nicht vorgesehen. Die Software bietet umfangreiche Optionen, Entscheidungsmodelle zu simulieren und zu validieren. Entscheidungstabellen werden automatisch auf Korrektheit geprüft.

Die Bedienung der Software wird als sehr intuitiv empfunden, Eingangsdaten aus dem DRD werden automatisch in die Entscheidungstabelle mit dem korrekten Datentyp übernommen. Werden Eingangsdaten im Tabellenmodell hinzugefügt, werden diese ebenfalls automatisch im DRD angezeigt. Beim Hinzufügen neuer Symbole werden diese teilweise überlagert. Ein manueller Aufruf einer entsprechenden Funktion platziert dann aber die Elemente passend.

Abbildung 18: Signavio DRD



Quelle: eigene Darstellung

Beim Tabellenmodell wird der Datentyp ‚String‘ automatisch in Anführungszeichen gesetzt, eine einfache Erweiterung des Tabellenmodells ist möglich. Referenzen zu Unterentscheidungen, z. B. zu Mahlzeit und Getränke, werden automatisch mit dem richtigen Datentyp übernommen. Die verwendete Hit-Policy ist sofort erkennbar und wird auf deren Anwendbarkeit überprüft.

Abbildung 19: Signavio Tabelle

Regel hinzufügen... Regel duplizieren... Regel entfernen... Eingabe hinzufügen... Ergebnis hinzufügen... Anmerkung hinzufügen... Spalte entfernen... Überprüfen...				
U	Eingabewerte		Ergebnisse	Anmerkungen
	Jahreszeit		Neue Ausgabe	Neue Anmerkung
	{Frühling,Sommer,Herbst,Winter}		{Spargel,Salat,Steak,Gulasch}	Info
1	=	Frühling	Spargel	
2	=	Sommer	Salat	
3	=	Herbst	Steak	
4	=	Winter	Gulasch	
5		*	*	
+ Neue Zeile hinzufügen				

Quelle: eigene Darstellung

Die Software verfügt über eine umfangreiche Dokumentation, die über eine externe Webseite verfügbar ist. Zudem gibt es im großen Umfang Mouseover-Hilfetexte, die jedes Element und Eigenheiten von DMN erklären.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Software gut für Einsteiger geeignet ist. Die Dokumentation ist gelungen, umfangreich und leicht zu finden. Die Bedienung ist intuitiv. Es besteht sowohl die Möglichkeit, Entscheidungstabellen zu testen als auch das gesamte Entscheidungsmodell zu simulieren und mit Testfällen zu validieren. Negativ ist, dass bisher nur die DMN-Version 1.1 unterstützt wird. Hinzu kommt die fehlende Importfunktion, die auch in naher Zukunft nicht zu erwarten ist. Die Tabellen 21 und 22 zeigen die Bewertung.

Tabelle 20: Pro Kontra Process Manager

Pro	Kontra
• Webbasiert • Entscheidungssimulation • Intuitive Bedienung	• DMN-Version 1.1 • Keine Importfunktion

Quelle: eigene Darstellung

Tabelle 21: Bewertung Process Manager

Hauptkriterien	Punkte	Prozente	Nutzwert
Installation	5	100,00 %	1,25
Benutzerfreundlichkeit	4,91	98,20 %	1,23
Export-/ Importfunktion	1,5	30,00 %	0,19
Simulation und Prüfung	5	100,00 %	1,25
Dokumentation	5	100,00 %	0,31
Weiteres	4,05	81,00 %	0,25
Gesamt		89,61 %	4,48

Quelle: eigene Darstellung

3.4.7 Zusammenfassung

Die betrachteten DMN-Software-Werkzeuge sind doch sehr unterschiedlich: Keine der geprüften Anwendungen kann alle Kriterien vollständig erfüllen. In puncto Installation liegen alle Tools noch gleichauf aber bereits bei der Exportfunktion treten die Unterschiede deutlich zu Tage.

Weiterhin wurden erhebliche Unterschiede bei der Einfachheit der Modellierung festgestellt. Darunter fällt, dass Eingangsdaten nicht automatisch in die Entscheidungstabellen übernommen werden, eine Prüfung der Korrektheit der Tabellenmodelle nur bei einigen Anbietern vorhanden ist oder nur zwei Produkte eine Möglichkeit zur Simulation des Entscheidungsmodells anbieten.

Zudem werden von den Systemen unterschiedliche DMN-Versionen realisiert. Aus den Teilbewertungen ergibt sich die in Abbildung 23 ersichtliche Gesamtbewertung aus der dann eine Rangfolge der Systeme abgeleitet werden kann.

Tabelle 22: Bewertung Process Manager

Hauptkriterien	Tools								
	dmn-js			Drools			Decision Composer		
	Pkte	in %	Nutz-wert	Pkte	in %	Nutz-wert	Pkte	in %	Nutz-wert
Installation	5	100,0	1,25	4,2	84,0	1,05	5	100,0	1,25
Benutzerfreundlichkeit	2,07	41,4	0,52	3,12	62,4	0,78	3,58	71,6	0,90
Export-/ Importfunktion	5	100,0	0,63	5	100,0	0,63	0	0,0	0,00
Simulation und Prüfung	0	0,0	0,00	0,8	16,0	0,20	3,4	68,0	0,85
Dokumentation	2,5	50,0	0,16	2,8	56,0	0,18	4,5	90,0	0,28
Weiteres	3,1	62,0	0,19	4,55	91,0	0,28	1	20,0	0,06
Gesamt		54,85	2,74		62,29	3,11		66,78	3,34

Hauptkriterien	Tools								
	Flowable			Modeler			Process Manager		
	Pkte	in %	Nutz-wert	Pkte	in %	Nutz-wert	Pkte	in %	Nutz-wert
Installation	4,2	84,0	1,05	5	100,0	1,25	5	100,0	1,25
Benutzerfreundlichkeit	1,65	33,0	0,41	2,32	46,4	0,58	4,91	98,2	1,23
Export-/ Importfunktion	2	40,0	0,25	5	100,0	0,63	1,5	30,0	0,19
Simulation und Prüfung	0	0,0	0,00	0	0,0	0,00	5	100,0	1,25
Dokumentation	2,5	50,0	0,16	3,4	68,0	0,21	5	100,0	0,31
Weiteres	1,85	37,0	0,12	3,5	70,0	0,22	4,05	81,0	0,25
Gesamt		39,6	1,98		57,7	2,89		89,6	4,48

Quelle: eigene Darstellung

3.5 Software-Empfehlung

Bei keinem der geprüften Tools konnte ein durchgehend positives Ergebnis festgestellt werden. Jedes Tool weist sowohl Stärken als auch Schwächen auf, sodass die Empfehlung auf einem Kompromiss basiert.

Die Software Flowable fällt vor allem durch die fehlende Möglichkeit der Modellierung von DRDs sowie der fehlenden Verlinkung von Entscheidungstabellen auf. Hinzu kommt, dass die Sprache FEEL nicht unterstützt wird. Somit kann für Flowable keine Empfehlung für den Einsatz in der Lehre ausgesprochen werden.

Der Anbieter Camunda hebt sich vor allem durch die aktuelle DMN-Version

1.3 bei beiden Tools dmn-js sowie Modeler hervor. Ebenso bieten beide DMN-Werkzeuge eine DMN-konforme Export- und Importfunktion an. In puncto Benutzerfreundlichkeit können beide Tools nicht voll überzeugen. Das liegt vor allem daran, dass die Elemente im DRD zusätzlich im Tabellenmodell manuell referenziert werden müssen. Darüber hinaus werden die Eingangsdaten, die vorab definiert werden, nicht in das DRD übertragen. Die fehlende Möglichkeit der Entscheidungssimulation und der Umstand, dass die Tabellenmodelle nicht geprüft werden, bilden einen weiteren Kritikpunkt. Der Modeler von Camunda schneidet dabei geringfügig besser ab als das Tool dmn-js. Jedoch kann für beide Tools keine Empfehlung für den geforderten Einsatzzweck ausgesprochen werden.

Der IBM Decision Composer fällt durch seine Strukturierung und Übersichtlichkeit positiv auf. Zudem bietet er die Möglichkeit, Entscheidungsmodelle auch zu simulieren. Die Übersichtlichkeit könnte verbessert werden. Die Tabellenmodelle werden überprüft. Es sind jedoch keine Hit-Policies, wie im DMN-Standard gefordert, vorhanden. Dadurch kann das Tabellenmodell nicht mit verschiedenen Auswertevorschriften simuliert werden. In Summe ist der Decision Composer ein gutes Instrument für die Entscheidungsmodellierung. Da er jedoch nur durch den DMN-Standard inspiriert wurde, stellt er kein Werkzeug für die eigentliche DMN-Modellierung dar und kann daher als DMN-Werkzeug nicht empfohlen werden.

Drools realisiert die DMN-Version 1.2 und zeichnet sich durch eine größtenteils intuitive Bedienung aus. Eine Möglichkeit zum Testen der Tabellenmodelle ist vorhanden. Hinweise sollten jedoch kontextspezifischer sein: So wird, falls eine Tabelle A validiert wird, dann eine Fehlermeldung in einer anderen Entscheidungstabelle angezeigt.

Drools verfügt sowohl über eine Export- als auch eine Import-Funktion. Positiv ist zudem, dass Drools die Konformitätsstufe 3 umsetzt und vollständig konform zur DMN-Spezifikation ist. Es fehlt jedoch die Möglichkeit, die entwickelten DMN-Modelle simulieren zu können. Trotz einiger Schwächen ist Drools ein gutes Werkzeug für die DMN-Modellierung. Dennoch wird es für den Einstieg in die DMN-Modellierung als nicht geeignet bewertet.

Der Process-Manager von Signavio bietet zum Zeitpunkt dieser Arbeit nur die DMN-Version 1.1 an. Es können zwar Modelle in XML exportiert werden, eine Funktion für den Import von XML-Modellen fehlt allerdings und ist auch in naher Zukunft nicht zu erwarten. Die Bedienung wird als besonders einsteigerfreundlich und intuitiv empfunden. Eingangsdaten werden problemlos mit dem definierten Datentyp in das Tabellenmodell aufgenommen. Beim Hinzufügen von Eingangsdaten in das Tabellenmodell werden diese mit dem entsprechenden Datentyp automatisch im DRD erzeugt. Modellerte Tabellenmodelle werden selbstständig auf die Anwendbarkeit der verwendeten Hit-Policy geprüft. Die dabei angezeigten Hinweise sind hilfreich und

verständlich. Die Simulation der Entscheidungsmodelle wird sehr gut umgesetzt. Die getroffenen Regeln werden visualisiert und die Resultate übersichtlich dargestellt. Zusätzlich lassen sich Testfälle für das Entscheidungsmodell im JSON-Format laden, um diese validieren zu können.

Insgesamt weist der Process-Manager Einschränkungen hinsichtlich der DMN-Version und dem Fehlen der Importfunktion auf. Allerdings ist er bei der Modellierung und bei der Simulation der Entscheidungsmodelle sowie bei den Hilfestellungen bei Fehlern in der Modellierung überzeugend. Trotz der genannten Schwächen wird dieses Tool für den Einsatz in der Lehre empfohlen, da es von den untersuchten Systemen am besten das Erlernen der Entscheidungsmodellierung mittels DMN unterstützt.

4 Fazit

4.1 Zusammenfassung

Die Arbeit gibt einen Überblick über die für die Lehre kostenlos einsetzbaren DMN-Werkzeuge und entwickelt eine Empfehlung für Studierende zum Erlernen der Entscheidungsmodellierung mittels DMN.

Nach einer Einführung in BPMN und DMN werden in Anlehnung an die ISO-Norm Kriterien für die Bewertung der DMN-Werkzeuge zusammengestellt. Mittels Internetrecherche wurde der Markt für DMN-Software analysiert und die in Frage kommenden Werkzeuge unter Verwendung eines zweistufigen Bewertungsverfahrens beurteilt. Es wurden 24 DMN-Werkzeuge identifiziert, wobei sechs Anbieter die K.-o.-Kriterien erfüllen.

Einige Anbieter kommen der DMN-Spezifikation nicht nach. Ein DMN-Werkzeug, das alle Anforderungen für den Einsatzzweck erfüllt, kann nicht angegeben werden. Die Bewertung der Werkzeuge zeigt, dass der Signavio Process Manager die geeignetste Lösung für Studierende zum Erlernen der Entscheidungsmodellierung mittels DMN darstellt.

Mit dem Signavio Process Manager können Studierende sowohl Prozesse mittels BPMN modellieren, als auch Entscheidungssituation mit der DMN formal beschreiben. Der fehlende Export wird zum Teil dadurch kompensiert, dass Modelle zwischen mehreren Nutzern geteilt werden können. So können dann auch Lehrende direkt auf studentische Arbeiten zugreifen.

4.2 Ausblick

Angesichts der großen Anzahl an Anbietern ist es nicht nur für Studierende schwierig, ein geeignetes DMN-Werkzeug für die Entscheidungsmodellierung zu finden. Zudem stellt sich die Frage, ob kostenpflichtige Anbieter einen Mehrwert bieten, der den Preis relativiert.

Mithilfe des DMN-TCK-Projekts, vgl. DMN Technology Compatibility Kit, 2020, wird bereits ein Beitrag geleistet, inwieweit sich Tools an den DMN-Standard halten. Zum Zeitpunkt der Arbeit sind dort acht Anwendungen gelistet. Aus Sicht der Unternehmen stellt sich die Frage, inwieweit sich deren Anforderungen hinsichtlich der Kriterien von den Anforderungen für Studierende unterscheiden bzw. inwieweit es durch eine Software möglich wird, beide Blickwinkel zu vereinen.

Eine weitere Frage ist die nach Alternativen zu DMN, wie den regelbasierten Entscheidungsmodellierungen. Hier sind Vor- und Nachteile dieser Alternativen gegenüber der Modellierung mit DMN in weiteren Arbeiten zu untersuchen. Die Vor- und Nachteile des IBM Decision Composer gegenüber einer reinen Implementierung der DMN sind zusätzlich zu analysieren.

5 Literaturverzeichnis

- Abts**, Dietmar; **Mülder**, Wilhelm, 2017. Grundkurs Wirtschaftsinformatik. Eine kompakte und praxisorientierte Einführung. 9. Aufl., Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Allweyer**, Thomas, 2015. BPMN 2.0 - Business Process Model and Notation. Einführung in den Standard für die Geschäftsprozessmodellierung. 3. Aufl., Norderstedt: BOD - Books on Demand.
- Becker**, Jörg; **Mathas**, Christoph; **Winkelmann**, Axel, 2009. Geschäftsprozessmanagement. Berlin: Springer (Informatik im Fokus).
- Becker**, Jörg; **Rosemann**, Michael; **Röglinger**, Maximilian; **zur Muehlen**, Michael, 2012. Prozessmanagement. In: Wirtschaftsinformatik 54 (5), S. 215–216.
- Brüggemann**, Holger; **Bremer**, Peik, 2020. Grundlagen Qualitätsmanagement. Von den Werkzeugen über Methoden zum TQM. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer-Vieweg.
- Business Roules Group**, 2021. Defining Business Rules ~ What Are They Really? Business Rules group. Online, www.businessruklesgroup.org/first_paper.htm, zuletzt geprüft am 04. 02 2021
- Debevoise**, Tom, 2016. Prozess- und Entscheidungsmodellierung in BPMN/DMN. Eine Kurzanleitung: effektivere Prozesse durch Integration der Entscheidungsmodellierung in die Prozessmodellierung. Scotts Valley: CreateSpace Independent Publishing.
- Decision Management Community**, 2015. An initial version of the DMN Tools Catalog, Online, <https://dmcommunity.org/2015/04/14/an-initial-version-of-the-dmn-catalog/>, zuletzt geprüft am: 17.02.2021
- DMN Technology Compatibility Kit**, 2020, Liste DMN-kompatibler Software, online, <https://dmn-tck.github.io/tck/>, zuletzt geprüft am 12.03.2021
- Drools**, 2020, DMN, online, www.drools.org/learn/dmn.html, zuletzt geprüft 12.03.2021.
- Droste**, Oliver; Merz, Christina, 2019, Testmanagement in der Praxis, Berlin: Springer Vieweg.
- Flowable**, 2020, Führungsteam, online, <https://flowable.com/de/ueber-uns/fuehrungsteam/>, zuletzt geprüft am 12.03.2021.
- Freund**, Jakob; Rücker, Bernd, 2019. Praxishandbuch BPMN. Mit Einführung in DMN. 6., aktualisierte Auflage, München: Hanser.
- Gadatsch**, Andreas, 2020. Grundkurs Geschäftsprozess-Management. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- IBM**, 2020a, Decision Composer, online, <https://decision-composer.ibm.com>, zuletzt geprüft am 12.03.2021.
- IBM**, 2020b, Decision Composer – Tutorial, online, <https://www.ibm.com/cloud/garage/dte/tutorial/decision-composer>, zuletzt geprüft am 12.03.2021.
- Joubert**, Jerome, 2017: Business Rules service introduces Decision Composer, online, <https://www.ibm.com/cloud/blog/announcements/business-rules-service-introduces-decision-composer>, zuletzt geprüft am 12.03.2021.
- Lämmel**, Uwe u.a. 2007. Business Rules - Die Wissensverarbeitung erreicht die Betriebswirtschaft, Einsatzmöglichkeiten und Marktübersicht, Wismarer Diskussionspapiere 05/2007, Hochschule Wismar,

<https://www.fww.hs-wismar.de/forschung-kooperationen/veroeffentlichungen/wismarer-diskussionspapiere/jahrgang-2007>, zuletzt geprüft am 17.02.2021.

Lämmel Uwe, 2016. IT-basiertes Wissensmanagement, Wismarer Diskussionspapier, 3/2016, Hochschule Wismar, <https://www.fww.hs-wismar.de/forschung-kooperationen/veroeffentlichungen/wismarer-diskussionspapiere/jahrgang-2016/>, zuletzt geprüft am 17.02.2021.

Object Management Group, 2013, Information technology - Object Management Group, Business Process Model and Notation, online, www.omg.org/spec/BPMN/ISO/19510/PDF, zuletzt geprüft am 12.03.2021.

Object Management Group, 2019a. Decision Model and Notation Version 1.3. online, <https://www.omg.org/spec/DMN/1.3/PDF/>, zuletzt geprüft am 22.11.2020.

Object Management Group, 2019b. Decision Model and Notation Version 1.2 - with change bars, online, <https://www.omg.org/spec/DMN/1.2/PDF/changebar>, zuletzt geprüft am: 12.03.2021.

Object Management Group, 2020: Decision Model and Notation - Precise Specification of Business Decisions and Business Rules, online, <https://www.omg.org/dmn/>, zuletzt geprüft am 12.03.2021.

Object Management Group (Hg.), 2020. Decision Model and Notation Specification. Version 1.3. Object Management Group. <https://www.omg.org/spec/DMN>, Zitat vom: 22.11.2020.

Pitschke, Jürgen, 2015: Business Decision Management und Business Process Management. Eine Einführung für Einsteiger. White Paper-Reihe „Business Decision Management“, online, <https://www.enterprise-design.eu/files/images/downloads-wissen/decisionmanagement/Signavio-BCS-White-Paper-DE-Decision-Management.pdf>, zuletzt geprüft am 12.03.2021.

Schmitz, Uwe, 2020. Grundkurs Electronic Business. Grundlagen, IT-Instrumente und Spezialgebiete, Wiesbaden: Springer Vieweg.

Statista, 2021a. Betriebssysteme - Marktanteile in Deutschland bis 2020 | Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158102/umfrage/marktanteile-von-betriebssystemen-in-deutschland-seit-2009/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2021, Zitat vom: 01.01.2021.

Statista, 2021b. Browser - Marktanteile in Deutschland bis September 2020 | Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/13007/umfrage/marktanteile-der-browser-bei-der-internetnutzung-in-deutschland-seit-2009/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2021, Zitat vom: 01.01.2021.

Statista, 2021c. Marktanteile der Betriebssystemversionen weltweit Oktober 2020 | Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/828610/umfrage/marktanteile-der-fuehrenden-betriebssystemversionen-weltweit/>, zuletzt aktualisiert am 01.01.2021, Zitat vom: 01.01.2021.

Tirelli, Edson; **Silver**, Bruce, 2017. Decision Model and Notation. Technology Compatibility Kit. DecisionCAMP, <https://dmcommunity.files.wordpress.com/2017/06/dc2017-dmntechnologycompatibilitykit1.pdf>, zuletzt geprüft am 12.03.2021.

WDP - Wismarer Diskussionspapiere / Wismar Discussion Papers

- Heft 03/2018: Andreas Kneule: Betriebswirtschaftliche Einsatzmöglichkeiten von Cognitive Computing
- Heft 04/2018: Claudia Walden-Bergmann: Nutzen und Nutzung von E-Learning-Angeboten im Präsenzstudium
Analyse von Daten des Moduls Investition
- Heft 05/2018: Sonderheft: Katrin Schmallowsky, Christian Feuerhake, Empirische Studie zum Messeverhalten von kleinen und mittleren Unternehmen in Mecklenburg-Vorpommern
- Heft 06/2018: Dieter Gerdesmeier, Barbara Roffia, Hans-Eggert Reimers: Unravelling the secrets of euro area inflation – a frequency decomposition approach
- Heft 07/2018: Harald Mumm: Didaktischer Zugang zur Theorie und Praxis moderner Softwarebibliotheken (Frameworks) für die Unternehmensforschung (OR)
- Heft 01/2019: Astrid Massow: Deutsche Bank AG und Commerzbank AG – Neubewertung der Unternehmen im Rahmen einer potenziellen Bankenfusion
- Heft 02/2019: Günther Ringle: Das genossenschaftliche Identitätsprinzip: Anspruch und Wirklichkeit
- Heft 01/2020: Luisa Lore Ahlers: Einführung eines Wissensmanagements in kleinen und mittleren Unternehmen am Beispiel der Stadtwerke Wismar GmbH
- Heft 02/2020: Harald Mumm: Hybrider Ansatz zur Lösung des Fahrzeugroutenproblems mit Zeitfenstern bei großer Ortsanzahl
- Heft 03/2020: Martin Seip: Automatisches Validieren von Meldedaten der EU-Bankenaufsicht

- Heft 04/2020: Friederike Diaby-Pentzlin: Deficiencies of International Investment Law – What Chances for “Critical Lawyers” to Civilize Global Value Chains and/or to Transform the Status Quo of the Economic World Order?
- Heft 05/2020: Harald Mumm: Ermittlung der minimalen Touranzahl für das Fahrzeugroutenproblem mit Zeitfenstern bei kleiner Fahrzeugkapazität und großer Ortsanzahl
- Heft 06/2020: Alica Weckwert: Umsetzung der Inklusion hörbeeinträchtigter Studierender in deutschen Hochschulen
- Heft 07/2020: Günther Ringle: Perspektiven des genossenschaftlichen Kooperationsmodells
- Heft 08/2020: Tim-Michael Kretzschmar: IT-Betreuung für Berufliche Schulen – Konzeptionierung des Einsatzes digitaler Medien
- Heft 09/2020: Nicki Lukas Erdmann: Der Weg zum Inklusiven Campus: Entwicklung von Handlungsempfehlungen zur nachhaltigen Verbesserung der Barrierefreiheit an Hochschulen in Baden-Württemberg
- Heft 01/2021: Harald Mumm: Ermittlung der kürzesten Fahrstrecke für das Fahrzeugroutenproblem mit Zeitfenstern bei großer Ortsanzahl
- Heft 02/2021: Günther Ringle: Genossenschaften und Nachhaltigkeit