



Masterarbeit

Klassifizierung von Artikeln zur optimalen Nachschubsteuerung

bei Systemen mit **Übervorratsspeichern**
in Verbindung mit
Kommissioniersystemen mit Pufferspeichern

eingereicht an der
Montanuniversität Leoben

erstellt am
Lehrstuhl Industrielogistik

Vorgelegt von:

Gudrun Fischer, BSc.
m01235378

Betreuer/Gutachter:

Dr. Susanne Altendorfer-Kaiser
Ing. Robert Lackner

Leoben, am 20. Mai 2018

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

Affidavit

I declare in lieu of oath, that I wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Leoben, am _____

Datum

Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während der Verfassung meiner Masterarbeit begleitet und unterstützt haben. Dazu gehört allen voran mein Betreuer Ing. Robert Lackner von der KNAPP Systemintegration GmbH, dem ich auf diesem Wege für die ausgezeichnete Betreuung danken möchte.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei meiner Betreuerin vom Lehrstuhl für Industrielogistik, Dr. Susanne Altendorfer-Kaiser, die mich mit ihrem logistischen Fachwissen während dem Verfassen dieser Arbeit tatkräftig unterstützt hat, sowie Univ.- Prof. Dr. Helmut Zsifkovits, der mir die Betreuung von Seiten des Lehrstuhls für Industrielogistik ermöglicht hat.

Ebenso gilt mein Dank der KNAPP Systemintegration GmbH, die mir durch eine Anstellung im Unternehmen und der Ausschreibung dieses Themas erst die Verfassung meiner Masterarbeit ermöglicht hat.

Mein besonderer Dank gilt meinem Vater und meiner Schwägerin für das Korrekturlesen meiner Arbeit und ebenso meiner gesamten Familie, die immer ein offenes Ohr für Diskussionen aufkommender Probleme während meiner Arbeit hatte.

Schließlich danke ich meinen Freunden und Studienkollegen, die mich während meines gesamten Studiums begleitet haben. Allen voran meiner langjährigen Mitbewohnerin, Studien- und Schwammerlgruppenkollegin und Freundin Tanja. Danke, dass du mich all die Jahre ertragen hast, für die gegenseitige Motivation (oder auch manchmal Demotivation) und dass ich mich immer bei dir beschweren durfte, wenn wieder mal etwas nicht ganz so funktioniert hat, wie ich mir es erhofft hatte.

Kurzfassung

„Handel im Wandel“ - dem kann sich auch der mit Abstand größte Bereich des Einzelhandels, die Lebensmittelindustrie nicht entziehen. Höhere Ansprüche, geänderte Anforderungen und permanente Verfügbarkeit stellen auch Logistikzentren vor eine große Herausforderung. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden bedarf es einer optimierten Logistik, sowohl außerhalb als auch innerhalb der Lager. Ein wichtiger Teil ist dabei die Nachschubsteuerung zwischen Pufferlager und Übervorratslager. Während einerseits aus Platz- und Kostengründen so wenig wie möglich von jedem Artikel im Pufferlager sein soll, muss jedoch trotzdem immer genug vorhanden sein, damit keine Engpässe entstehen.

Um auch bei plötzlichen Bedarfsänderungen rechtzeitig reagieren zu können und Engpässe zu vermeiden, beschäftigt sich diese Arbeit mit der Klassifizierung von Artikeln zur optimalen Nachschubsteuerung. Dabei soll eine Bedarfsschwankung für einen Artikel bereits vor ihrem Eintreten prognostiziert werden, um so frühzeitig höhere Stückzahlen des Artikels ins Pufferlager nachschieben zu können. Basierend auf einer Literaturrecherche und einer umfassenden Datenanalyse werden in dieser Arbeit Möglichkeiten zur Klassifizierung evaluiert. Anschließend erfolgt eine Darstellung der Klassifizierung als Pseudo-Code und eine beispielhafte Anwendung auf die Daten, die bereits umfassende Ergebnisse liefert.

Abstract

Retail is changing and even the biggest sector, the food industry, can't evade itself from this change. Higher requirements, different demands and permanent availability are only some examples of the challenges logistic centres are facing. To fulfill those requirements an excellent logistic, inside and outside warehouses, is needed. A very important part of the logistic processes is the replenishment between buffer stock and overstock. On the one hand costs and used area should be as low as possible and therefore as few pieces as possible of each article should be in buffer stock. On the other hand, it's mandatory that there are enough pieces, so that no stockouts occur.

To react immediately to changes in requirements and avoid stockouts, this thesis is dealing with the classification of articles for an optimized replenishment. Therefore, changes in requirements should be prognosed even before they occur, so that a higher number of articles can be replenished in time. Based on a literature research and data analyses possibilities for classification are evaluated in this thesis. Furthermore, the classification is illustrated in a pseudo-code, which exemplary application on the data already shows some very interesting results.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Danksagung	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einführung	1
1.1 Ausgangssituation	4
1.2 Problemstellung	7
1.3 Aufbau der Arbeit	8
2 Theoretische Grundlagen	10
2.1 Methoden zur Klassifizierung	11
2.1.1 ABC-Klassifizierung	11
2.1.2 XYZ-Klassifizierung	13
2.1.3 Clusteranalyse	14
2.2 Bedarfsermittlung	16
2.2.1 Prognosen	17
2.2.2 Probleme bei der Bedarfsermittlung	18
2.3 Gründe für Absatzschwankungen	19
3 Analyse der Datensätze	22
3.1 ABC-Analyse	24
3.1.1 ABC-Analyse nach Jahresbedarf	25
3.1.2 ABC-Analyse nach Wochenschnitt	26
3.2 XYZ-Analyse	30

3.3	X-Artikel	30
3.4	Y- und Z-Artikel	34
3.4.1	Analyse der YZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf	37
3.4.1.1	Produktgruppe Beers	38
3.4.1.2	Produktgruppe Weine	39
3.4.1.3	Produktgruppe Suppen	40
3.4.2	Analyse der YZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf	41
3.4.2.1	Produktgruppe Gefrierfach	43
3.4.2.2	Produktgruppe Soda	44
3.4.3	Analyse der Peaks der YZ-Artikel	45
3.4.3.1	Peaks der YZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf	46
3.4.3.2	Peaks der YZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf	48
3.5	Aufgetretene Schwankungen	53
4	Klassifizierung	54
4.1	Pseudo-Code	55
4.2	Voraussetzungen und Erweiterungen	59
5	Anwendung	61
5.1	Silvester	62
5.2	Ostern	63
5.3	Wetter	64
5.4	Nikolaus	65
5.5	Weihnachten	66
6	Zusammenfassung	67
6.1	Diskussion der Ergebnisse	68
6.2	Diskussion der vorgenommenen Vereinfachungen	70
6.3	Ausblick	71
	Literatur	XII

Abbildungsverzeichnis

1.1	Verkaufsfläche in Relation zum Umsatz pro m ²	3
1.2	Elemente des Lagerhauses	5
1.3	Aufbau der Arbeit	8
2.1	Lorenzkurve für die ABC-Analyse	12
2.2	XYZ-Klassifizierung	14
2.3	Clusterverfahren	15
2.4	Beispiel einer Clusteranalyse	16
3.1	Lorenzkurve für die ABC-Analyse nach Jahresbedarf	26
3.2	Lorenzkurve für die ABC-Analyse nach Wochenschnitt	27
3.3	Darstellung der Artikel nach ihrem VKoeff	31
3.4	Bedarfskurven von X-Artikeln mit verschiedenen VKoeff	32
3.5	Bedarfskurve für einen Artikel mit einem VKoeff von 4,12	34
3.6	Bedarfskurven von YZ-Artikeln mit einem VKoeff von 0,41	35
3.7	Bedarfskurven von YZ-Artikeln mit einem VKoeff von 1,21	36
3.8	Vergleich der Bedarfskurven für Bier und Radler	39
3.9	Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Weine	40
3.10	Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Suppen	41
3.11	Bedarfskurven von Artikel mit unterschiedlicher Anzahl nachgefragter KW	42
3.12	Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Gefrierfach	44
3.13	Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Soda	45
3.14	Artikel mit verschiedenen Peakanteilen (1)	46
3.15	Artikel mit verschiedenen Peakanteilen (2)	49
3.16	Bedarfskurve für einen Artikel der Produktgruppe Gewürze	51
3.17	Bedarfskurve für einen Artikel der Produktgruppe Körperpflege	52

Tabellenverzeichnis

3.1	Produktgruppen	23
3.2	Produktgruppen der A-Artikel	29
3.3	Produktgruppen der X-Artikel	33
3.4	Verteilung des Bedarfs auf die KW (1)	38
3.5	Verteilung der Bedarfsmaxima auf die KW (2)	43
3.6	Peaks der YZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf	47
3.7	Peaks der YZ-Artikel ohne wöchentlichem Bedarf	50
5.1	Von Silvester beeinflusste Artikel	62
5.2	Von Ostern beeinflusste Artikel	63
5.3	Vom Wetter beeinflusste Artikel	64
5.4	Von Nikolaus beeinflusste Artikel	65
5.5	Von Weihnachten beeinflusste Artikel	66

Abkürzungsverzeichnis

Anz. Anzahl
KW Kalenderwoche
VKoeff Variationskoeffizient

1 Einführung

„Handel im Wandel“ - Der Einzelhandel hat in den letzten Jahren und Jahrzehnten immer wieder kleinere oder größere Revolutionen durchlebt und auch aktuell gibt es eine Vielzahl an Gründen, die eine Veränderung im Handel notwendig machen. Die Gründe für Veränderung sind so zahlreich, wie sie vielfältig sind und betreffen, in unterschiedlichen Ausprägungen, alle Branchen des Einzelhandels. Daher kann sich auch der mit Abstand größte Teilbereich des Einzelhandels, die Lebensmittelbranche, diesem Wandel nicht entziehen. Die Veränderungen betreffen jedoch nicht nur die Geschäfte selbst, die bei großen Händlern in Filialen unterteilt sind, sondern haben vor allem Auswirkung auf die Belieferung dieser. Bei Filialsystemen ist meist ein großes Logistikzentrum für die Belieferung aller Filialen in einem gewissen Umkreis zuständig, und daher müssen diese Logistikzentren so organisiert sein, dass sie den veränderten Anforderungen des Marktes entsprechen.¹

Im Folgenden eine Aufzählung aktueller Veränderungen, sowie deren Bedeutung für Logistikzentren:

- **Ergonomie am Arbeitsplatz:** Trotz einem heutzutage hohen Maß an Automatisierung sind Arbeiter in vielen Bereichen der Warenverteilung durch die Notwendigkeit manueller Lastenverteilung gesundheitlichen Risiken ausgesetzt. Das betrifft vor allem mögliche Schädigungen der Wirbelsäule, die durch das Heben großer Lasten wie z.B. Paletten unter ungünstigen ergonomischen Verhältnissen auftreten können. Um dem entgegenzuwirken, kann ein noch höheren Grad an Automatisierung angestrebt werden oder, in Bereichen in denen Automatisierung nicht möglich ist, eine Einrichtung ergonomischer Arbeitsplätze erfolgen (z.B. durch Vorrichtungen, die es ermöglichen, dass der Mitarbeiter die Paletten zieht/schiebt, anstatt diese zu heben). Dadurch können gesundheitliche Schäden der Arbeiter vermieden und gesetzliche Vorschriften dahingehend erfüllt werden.²

¹Vgl. KPMG 2012, S.42.

²Vgl. Schäfer et al. 2009, S.107.

- **E-Commerce:** Hat der Online-Handel in anderen Branchen etliche Geschäfte fast komplett von der Bildfläche verschwinden lassen, so scheint die Lebensmittelbranche davon fast unbehelligt. Es gibt zwar, gerade in den letzten Jahren, ein vermehrtes Aufkommen von Onlineshops auch für Lebensmittel, teilweise sogar von den Lebensmittelketten selbst, jedoch liegt die Akzeptanz für diesen Vertriebsweg in der Lebensmittelbranche deutlich unter der in allen anderen Branchen. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Konsumenten die Lebensmittel sehen wollen, bevor sie sie kaufen. Ganz entziehen kann sich jedoch auch der Lebensmitteleinzelhandel dieser Entwicklung nicht. Gerade im Non-Food Bereich gibt es einen Trend zum Onlinekauf, was dazu führen könnte, dass sich die Händler vermehrt nur noch auf Lebensmittel fokussieren, oder eigene Onlineshops aufbauen bzw. erweitern müssen.³

Im Falle eines Ausbaus des Onlinehandels im Lebensmittelbereich, müssen sich die Logistikzentren damit beschäftigen, wie sie die Kundenaufträge effizient bearbeiten können. Besonders die Strategie des Omni-Channel Geschäftsmodells ist immer mehr gefragt. Dabei werden zum einen die Filialen direkt beliefert, zum anderen haben Kunden die Möglichkeit Bestellungen online abzugeben. Die Bestellungen werden dann entweder direkt zum Kunden geliefert oder werden vom Kunden in der Filiale abgeholt. Eine besondere Herausforderung ist dabei, den Marktanforderungen gerecht zu werden, was Kundenservice und Verfügbarkeit der Waren angeht. Gerade bei der direkten Belieferung einzelner Kunden müssen viel mehr kleinere Lieferungen getätigt werden, was die Herausforderung mit sich bringt, dass bei einer Beibehaltung der hohen Auslastung der LKWs gleichzeitig schnell und flexibel geliefert werden soll. Aber auch bei der Abholung der Ware in der Filiale müssen Kundenaufträge separat kommissioniert werden, wodurch es zu zusätzlichem Aufwand im Logistikzentrum kommt.

- **Sortiment:** Obwohl der Umsatz pro m² in den Geschäften, wie in Abbildung 1.1 zu sehen, in den letzten Jahrzehnten abgenommen hat, hat sich das Sortiment allein zwischen 1990 und 2000 um durchschnittliche 70% vergrößert. Das lässt sich einerseits dadurch erklären, dass die Geschäfte mehr an Fläche zugelegt haben, als der Umsatz pro m² abgenommen hat, womit gesamt trotzdem mehr Artikel angeboten werden. Zum anderen stehen die Händler bei der Masse an Artikel, die es heute gibt, unter Zugzwang ein möglichst großes Sortiment anzubieten, da der Kunde sein gewünschtes Produkt ansonsten woanders kauft. Bei weit mehr als 1000 Produktneueinführungen pro Jahr steht der Handel vor der Herausforderung, die „richtigen“ Produkte auszuwählen.⁴

³Vgl. KPMG 2013, S.42.

⁴Vgl. Klock 2011, S.9f.

Für die Logistikzentren bedeutet das, dass auf meist ohnehin schon sehr begrenztem Platz noch mehr Artikel gelagert werden müssen. Um zu bestimmen, wie viel von welchem Artikel wo gelagert werden muss, bedarf es einer ausgezeichneten Lagerlogistik.

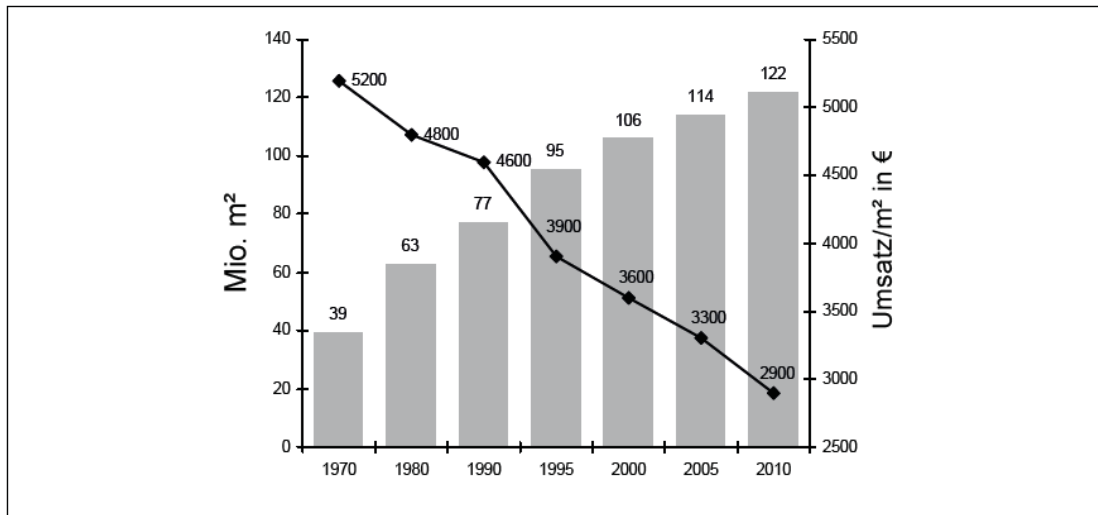


Abbildung 1.1: Verkaufsfäche in Relation zum Umsatz pro m² ⁵

- **Betriebsformen:** Bei gleichbleibendem bzw. leicht steigendem Umsatz hat sich die Anzahl der Geschäfte in den letzten Jahren deutlich verringert. Davon betroffen waren vor allem kleinere Geschäfte mit einer Verkaufsfläche unter 400m². Im Wachstum waren vor allem Discounter, aber auch großflächige Betriebsformen konnten einen Zuwachs verzeichnen, dabei sind Flächen von bis zu 4000m² keine Seltenheit mehr. Gründe dafür sind z.B. die fortschreitende Ballung der Bevölkerung oder auch deren Bequemlichkeit, und der damit einhergehende Wunsch alles in nur einem Geschäft kaufen zu können. Desweiteren können durch größere Betriebsformen Skaleneffekte und damit Kostenvorteile erlangt werden, die notwendig sind, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Für Logistikzentren ist dieser Trend eher positiv zu sehen, da dadurch weniger Standorte mit jeweils mehr Menge beliefert werden müssen und Lieferungen besser konsolidiert werden können. Gleichzeitig gibt es aber in den letzten Jahren ein vermehrtes Aufkommen an Tankstellenshops, die flächenmäßig deutlich kleiner sind. Da diese nur mit relativ geringen Mengen beliefert werden, stehen Logistikzentren vor der Aufgabe, deren Belieferung trotz kleiner Mengen effizient zu gestalten.⁶

⁵KPMG 2006, S.18.

⁶Vgl. *Handel ist Wandel: - Entwicklungen in der Handelsstruktur 2017.*

- **Nachhaltigkeit:** Die Konsumenten fordern Nachhaltigkeit und der Handel muss dem natürlich nachgehen. Neben der Herkunft der Produkte gibt es gerade in Logistikzentren sehr viel Potential nachhaltig zu handeln. Durch zentrale Standorte, eine optimale Routenplanung und eine hohe Auslastung der LKWs, können allein bei der Auslieferung enorme Reduktionen an CO² realisiert werden. Weitere Möglichkeiten bieten hier eine nachhaltige Bauweise, sowie Immissions- und Naturschutz vor Ort.⁷
- **Trends:** Heutzutage folgt ein Trend dem anderen. Sei es Vegetarismus/Veganismus, die Rückkehr zu regionalen Produkten oder auch das vermehrte Aufkommen von Intoleranzen und Unverträglichkeiten. Die Logistikzentren müssen in der Lage sein, flexibel auf Nachfrageschwankungen zu reagieren, um rechtzeitig die vom Handel benötigten Mengen ausliefern zu können. Um schnellstmöglich auf solche Schwankungen reagieren zu können, bedarf es guter Prognosemodelle, die in der Lage sind, den zukünftigen Bedarf so gut wie möglich vorhersagen zu können.
- **Weitere Einflüsse:** Natürlich gibt es noch zahlreiche weitere Gründe, die Einfluss auf den Wandel haben, auf die hier jedoch nicht weiter eingegangen wird. Dazu zählen z.B.:
 - Demographischer Wandel
 - Digitalisierung
 - Innovation
 - Energiepreise und deren Auswirkung auf die Mobilität

1.1 Ausgangssituation

Unter Berücksichtigung all der genannten Aspekte, müssen Logistikzentren so geplant und organisiert werden, dass sie den Marktanforderungen gerecht werden können. Knapp bietet seinen Kunden Komplettlösungen und liefert daher nicht nur die Lagersysteme sondern übernimmt auch die gesamte Steuerung der Prozesse im Lager. Ein wichtiger Prozess im Lager ist die Nachschubsteuerung, mit der sich die vorliegende Arbeit befasst. Durch eine optimale Nachschubsteuerung soll zum einen garantiert werden, dass der Kunde die volle Kommissionierleistung nutzen kann, des Weiteren können dadurch die Pufferlager so klein wie möglich gehalten werden. Die Pufferlager sind durch einen hohen Grad an Automatisierung sehr kostenintensiv, wodurch eine kleinere Dimensionierung des Pufferlagers eine Einsparung an Kosten mit sich bringt.

⁷Vgl. Deckert 2016, 187ff.

Um einen besseren Überblick über die Abläufe in einem solchen Lager zu bekommen, sind die grundlegenden Prozesse in Abbildung 1.2 schematisch dargestellt. Dabei ist anzumerken, dass es sich bei der Darstellung und auch bei der folgenden Beschreibung der Prozesse um ein Beispiel handelt und Logistikzentren je nach Anforderungen auch anders aufgebaut sein können.

Das Lager ist im Allgemeinen in die zwei folgenden Bereiche gegliedert:

- Frischdienst
- Trockensortiment

Die beiden Bereiche des Lagers sind vom Aufbau her gleich gestaltet, sie unterscheiden sich lediglich hinsichtlich gewisser Rahmenbedingungen (Temperatur etc.).

Wie in Abbildung 1.2 zu sehen, beginnt die Prozesskette mit dem Wareneingang, hier werden die angelieferten Waren der automatischen Fördertechnik übergeben. Danach gelangen die Artikel entweder direkt in ein System zur Sonderkommissionierung oder werden im Übervorratslager zwischengelagert.

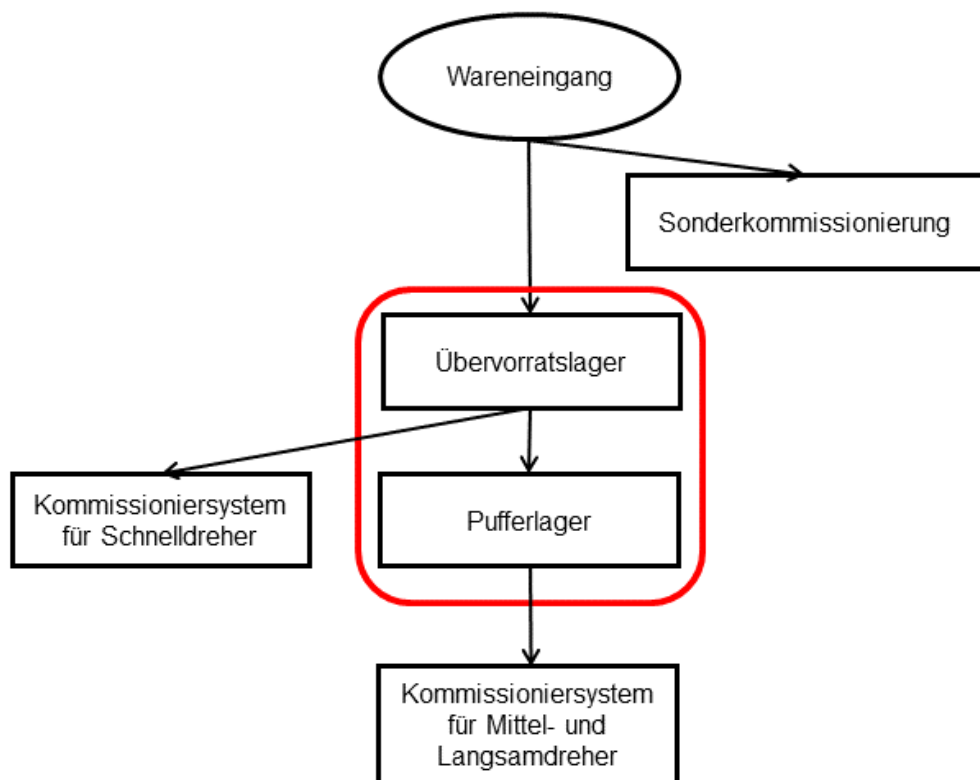


Abbildung 1.2: Elemente des Lagerhauses

Vom Übevorratslager ausgehend gibt es zwei Möglichkeiten:

- **Schnelldrehende Artikel:** Als Schnelldreher werden jene Artikel bezeichnet, die einen sehr hohen Umschlag, also einen sehr hohen Verbrauch haben. Diese Artikel gelangen direkt vom Übevorratslager in ein Kommissioniersystem für Schnelldreher, wo sie anschließend kommissioniert und abtransportiert werden.
- **Mittel- und langsamdrehende Artikel:** Artikel, deren Verbrauch nicht so hoch ist, werden in einem Kommissioniersystem für Mittel- und Langsamdreher kommissioniert. Davor gelangen diese Artikel vom Übevorratslager noch in ein zwischengelagertes Pufferlager, von dem die Artikel anschließend bei Bedarf auf die Kommissionierplätze transportiert werden.

Bei der Wahl, in welchem System ein Artikel kommissioniert wird, ist der Absatz des Artikels maßgebend. Es gibt jedoch Artikel, die nicht nur in einem System, sondern zu bestimmten Teilen in jedem der beiden Systeme kommissioniert werden. Um den Nachschub steuern zu können, wird für jeden Artikel festgelegt, ab welchem Bestand ein Nachschub ausgelöst werden soll und welche Menge nachgeschoben wird. Der Nachschub erfolgt im Normalfall automatisch und bestandsorientiert, kann aber auch bei Bedarf für bestimmte Artikel auf manuell umgestellt werden.

Fokus der Arbeit ist die Nachschubsteuerung für die Kommissionierung der Mittel- und Langsamdreher und betrifft hauptsächlich die zwei in Abbildung 1.2 rot markierten Bereiche. Aufgabe des Nachschubes ist es, dass im Pufferlager die benötigten Mengen der jeweiligen Artikel zur Verfügung stehen. Der Nachschub wird aufgrund von Prognosedaten ermittelt, die der Kunde zur Verfügung stellt. Der Nachschub kann jedoch nur dann zuverlässig geplant werden, wenn diese Prognosedaten ausreichend genau sind. Das hat folgende Nachteile:

- **Kurzfristigkeit:** Die Prognosedaten müssen bis zu einem fixen Zeitpunkt vor dem Kommissionierbeginn (z.B. 12 Stunden) übertragen werden und enthalten jeweils nur die erwarteten Tagesdrehungen für den nächsten Tag. Kommt es bei vielen Artikeln zu massiven Schwankungen im Bedarf und ist die Zeit bis zum Kommissionierbeginn zu kurz, kann es unter Umständen zu Performance Problemen kommen. Durch eine Mehrzahl an nötigen Umlagerungen kann es zu Engpässen bei Mitarbeitern und Maschinen kommen und selbst bei zusätzlichen Schichten kostet dieser Mehraufwand viel Zeit, wodurch die rechtzeitige Bereitstellung der Artikel im Kommissionierbereich verzögert werden kann.
- **Automatische Prognosedaten:** Die Prognosedaten müssen vom Kunden bereitgestellt werden. Es wäre einfacher und effizienter, wenn das System selbst Prognosedaten berechnen könnte.

- **Qualität der Prognosen:** Unter Umständen wurden bei den Prognosen gewisse Einflüsse und Gründe für Schwankungen übersehen, und die Prognosen sind daher nicht ausreichend zutreffend.

Die Arbeit beschäftigt sich daher mit der Klassifizierung der Artikel, um ohne eine Abhängigkeit von diesen Prognosedaten zu ermitteln wann, und wie viel von einem Artikel vom Übevorratslager ins Pufferlager nachgeschoben werden muss. Nicht genauer eingegangen wird jedoch auf die Entscheidung, welche Artikel über die Zwischenlagerung im Pufferlager im Kommissioniersystem für Mittel- und Langsamdreher kommissioniert werden und welche direkt vom Übevorratslager zur Kommissionierung für Schnelldreher gelangen. Dies wird nach Bestelleingang für jeden Tag einzeln entschieden, wobei manche Artikel auch durch beide Kommissioniersysteme kommissioniert werden. In der vorliegenden Arbeit wird die Einteilung anhand einer ABC-Analyse getroffen und vereinfacht dargestellt, wobei die Einteilung nur einmal für das gesamte Jahr getroffen wird und jeder Artikel ausschließlich in einem der beiden Systeme kommissioniert wird.

1.2 Problemstellung

Wie schon aus der Beschreibung der Ausgangssituation hervorgeht, hängt die Nachschubsteuerung stark von der Qualität der Prognosedaten ab. Ziel der Arbeit ist es daher, eine Möglichkeit zu finden, wie das System selbst aufgrund von Absatzdaten zuverlässige und auch längerfristige (mehrere Tage im Voraus) Prognosedaten errechnen kann. Gerade im Lebensmittelbereich stellt das jedoch eine sehr große Herausforderung dar.

Neben Absatzschwankungen zwischen den einzelnen Wochentagen gibt es unter anderem auch saisonbedingte Schwankungen. Dazu zählen z.B. Weihnachten oder Ostern, wo es spezielle Saisonartikel gibt, oder auch Schwankungen aufgrund der Jahreszeiten, wo es gerade bei Gemüse und Obst je nach Saison ein anderes Angebot gibt. Des Weiteren unterliegen einige Produkte auch unregelmäßigen Schwankungen, die sich auf Faktoren wie z.B. Wetter (Eis), Feiertage (Hamsterkäufe) oder Aktionen zurückführen lassen. Daher wird eine Nachschubplanung angestrebt, bei der die Artikel, unter Berücksichtigung dieser und noch weiterer Faktoren, klassifiziert werden. Daraus lässt sich folgende Forschungsfrage mit zwei dazugehörigen Unterfragen für diese Arbeit ableiten:

- **Kann man aufgrund von Absatzdaten zuverlässige und längerfristige Prognosen errechnen?**
 - Welche Konzepte zur Klassifizierung von Artikeln gibt es?
 - Welchen Schwankungen unterliegen Artikel in der Lebensmittelbranche?

Die beiden Unterfragen werden im Kapitel „Theoretische Grundlagen“ genauer erläutert. Die Antwort auf die eigentliche Forschungsfrage, ob damit auch tatsächlich sinnvolle Prognosen möglich sind, wird - nach einer umfangreichen Analyse der möglichen Varianten - erst die tatsächliche Anwendung an den Daten bringen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit ist in Abbildung 1.3 zu sehen und ist thematisch in sechs Bereiche gegliedert.

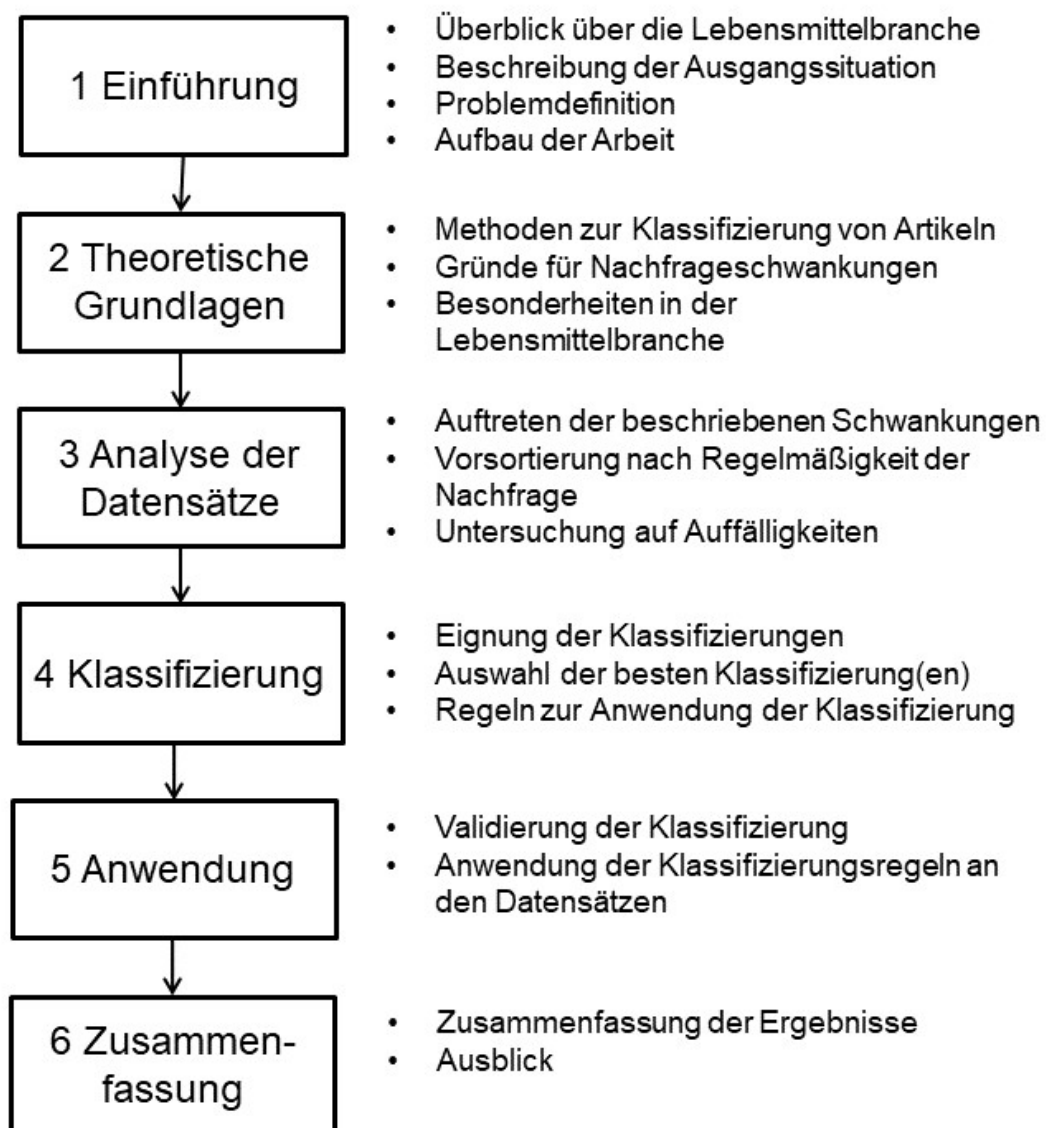


Abbildung 1.3: Aufbau der Arbeit

In diesem Kapitel wurde ein kurzer Überblick über die Lebensmittelbranche im Allgemeinen gegeben sowie auf deren Eigenheiten und die dadurch bedingte Problematik beim Klassifizieren von Artikeln eingegangen. Das nächste Kapitel befasst sich mit den theoretischen Grundlagen und Möglichkeiten zur Klassifizierung von Artikeln. Des Weiteren wird auf mögliche Gründe für Nachfrageschwankungen eingegangen und hierbei die Besonderheit im Bereich der Lebensmittelbranche hervorgehoben.

Der Praxisteil der Arbeit umfasst die Kapitel 3, 4 und 5. In Kapitel 3 werden die zur Verfügung gestellten Datensätze genauer untersucht. Dabei handelt es sich um Absatzdaten von mehreren zehntausend verschiedenen Artikeln. Diese werden anhand ihrer Nachfrage vorsortiert und dann auf die in Kapitel 2 beschriebenen Schwankungen untersucht. Basierend auf dieser Analyse der Daten, werden die in Kapitel 2 vorgestellten Methoden auf ihre Anwendbarkeit untersucht. Anschließend wird eine oder mehrere dieser Methoden ausgewählt, die am besten dazu geeignet sind die Artikel zu klassifizieren. Um diese Klassifizierung auch umsetzen zu können, müssen Regeln definiert werden, nach denen ein Algorithmus vorgehen kann, um Artikel nur auf Basis ihrer Absatzdaten in die gewünschten Kategorien zu unterteilen. Für eine Validierung der Gültigkeit dieser Klassifizierung werden die Regeln im Anschluss auf die Datensätze angewandt und die Ergebnisse evaluiert.

Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse, eine kurze Diskussion über aufgetretene Schwierigkeiten und unerwartete Probleme, sowie ein Ausblick über die Möglichkeiten, die sich durch die Anwendung dieser Klassifizierung ergeben, aber auch über mögliche Schwachstellen und damit einhergehendes Weiterentwicklungspotential.

2 Theoretische Grundlagen

Ein wesentlicher Zweck eines Lagers ist die Bestandshaltung. Bestände sind notwendig, um temporäre Schwankungen zwischen Produktion und Bedarf – hier zwischen den angelieferten Waren und den auszuliefernden Waren – auszugleichen. Mithilfe hoher Bestände kann die erwartete Leistung trotz Engpässen in der Belieferung oder bei kurzzeitig höheren Nachfragen aufrechterhalten werden. Hohe Bestände binden jedoch auch viel Kapital, benötigen Lagerfläche und bergen ein hohes Risiko. Daher ist es wichtig, Bestände so zu kalkulieren, dass bei einer bestmöglichen Ausführung ihrer Ausgleichsfunktion die Kosten möglichst gering gehalten werden.⁸

Grundlegend wird nach Gudehus⁹ aufgrund von Funktionen, Zielen und Merkmalen zwischen drei Bestandsarten und den dazugehörigen Lagertypen unterschieden:

- **Puffern:** Beim Puffern wird durch die Bereithaltung eines Arbeitsvorrates die Auslastung einer Leistungsstelle garantiert. Wie der Name schon sagt, dient ein Pufferlager zum Puffern der Waren. Das hier behandelte Pufferlager dient zur Bereitstellung der Waren an den Kommissionierplätzen und sorgt dafür, dass es dort zu keinen Unterbrechungen kommt. Des Weiteren wird zwischen Pufferlagern mit und ohne Disposition unterschieden. Da der Nachschub hier verbrauchsorientiert ist und nach einem Pull-Prinzip vorgeht, handelt es sich um ein Pufferlager mit Disposition.
- **Lagern:** Unter Lagern versteht man das Bevorraten eines größeren Sortiments für einen längeren Bedarf. Diese Bestandsart wird beim Übervorratslager angewandt, und auch hier wird verbrauchsorientiert und nach einem Pull-Prinzip vorgegangen. Das bedeutet, dass der Nachschub vom Übervorratslager ins Pufferlager dann stattfindet, wenn die Bestände im Pufferlager zu niedrig sind und nachgefüllt werden müssen.
- **Speichern:** Speichern dient hauptsächlich dem Ansammeln von Waren und Materialien, um Fertigung- und Transportkapazitäten bei minimalen Kosten voll auszulasten. Diese Bestandsart wird in den behandelten Elementen des Lagerhauses nicht angewandt.

⁸Vgl. Gudehus 2012, S.319.

⁹Vgl. Gudehus 2012, S.321ff.

Bei der Anordnung von Lagern unterscheidet man des Weiteren zwischen einstufigen und mehrstufigen Lagerstellen. Ist ein Lager z.B. durch Produktionsschritte von anderen Lagern getrennt, handelt es sich um eine einstufige Lagerstelle. Befinden sich zwei oder mehrere Lagerstellen direkt hintereinander, spricht man von einer mehrstufigen Lagerstelle. Da hier das Pufferlager direkt auf das Überratslager folgt, handelt es sich hierbei um eine zweistufige Lagerstelle.

Bei mehrstufigen Lagerstellen wird bei der Nachschubplanung so vorgegangen, dass zuerst der Verbrauch für die letzte Stelle ermittelt wird. Dieser Verbrauch dient als Grundlage für die Nachschubmenge von der nächsten Stelle. Um also die Nachschubmenge vom Überratslager zum Pufferlager ermitteln zu können, muss der Verbrauch des Pufferlagers errechnet werden. Entscheidend sind also die Mengen an Artikeln, die im Kommissioniersystem für die Auftragserfüllung gebraucht werden, und von dort mittels Pull-Prinzip aus dem Pufferlager angefordert werden.¹⁰

2.1 Methoden zur Klassifizierung

Klassifizierungen dienen dem Zusammenfassen gewisser Objekte nach bestimmten Eigenschaften. Bei der Klassifizierung von Lagerartikeln kann z.B. eine Einteilung nach Absatzvolumen, Regelmäßigkeit, gewissen Eigenschaften (z.B. Temperaturempfindlichkeit oder Verderblichkeit) oder nach Lagervolumen vorgenommen werden. Dabei ist anzumerken, dass die meisten Klassifizierungen sowohl einzeln, aber auch kombiniert miteinander angewandt werden können. Folgend einige der wichtigsten und für die Problemstellung relevantesten Möglichkeiten zur Klassifizierung:

2.1.1 ABC-Klassifizierung

Die ABC-Analyse gibt an, welche Produkte am stärksten am Absatz beteiligt sind. Dies kann sowohl wertmäßig, als auch mengenmäßig verstanden werden. Als Grundlage dient das Paretoprinzip, nach dem 80% des Ergebnisses mit nur 20% des Gesamtaufwands erreicht werden können. Die Artikel können in die drei folgenden Kategorien eingeteilt werden:¹¹

- **A-Artikel:** A-Artikel gelten als die wichtigsten Teile. Sie stellen zwar nur einen relativ kleinen Anteil des Sortiments dar, sind jedoch maßgeblich am Absatz beteiligt. Ein typischer A-Artikel in der Lebensmittelbranche ist z.B. Mineralwasser. Diese Artikel sind besonders intensiv und sorgfältig zu betreuen und werden daher auch größtenteils in einem eigenen Kommissioniersystem kommissioniert.

¹⁰Vgl. Gudehus 2012, S.330.

¹¹Vgl. Gudehus 2012, S.128ff.

- **B-Artikel:** Zu dieser Artikelklasse gehören zwar mehr Artikel als zur Kategorie A, jedoch stellen diese Artikel mengen- bzw. wertmäßig einen geringeren Anteil dar. Zu den B-Artikeln gehören spezielle Produkte wie z.B. Rosé Weine, die zwar in gewissen Mengen gekauft werden, jedoch nicht so häufig wie Rot- und Weißweine.
- **C-Artikel:** Diese Artikelklasse macht den kompletten Rest des Sortiments aus. Die sogenannten Langsamdreher machen einen großen Teil des Sortiments aus, tragen jedoch, da sie z.B. seltener oder in geringeren Mengen benötigt werden, nur relativ wenig zum Absatz bei. Beispiele für C-Artikel sind Körperpflegeprodukte, bei denen durch die große Vielfalt verschiedener Produkte, die einzelnen nur in geringen Mengen gekauft werden.

Die grafische Darstellung dieser Analyse wird Lorenzkurve genannt und ist in Abbildung 2.1 zu sehen.

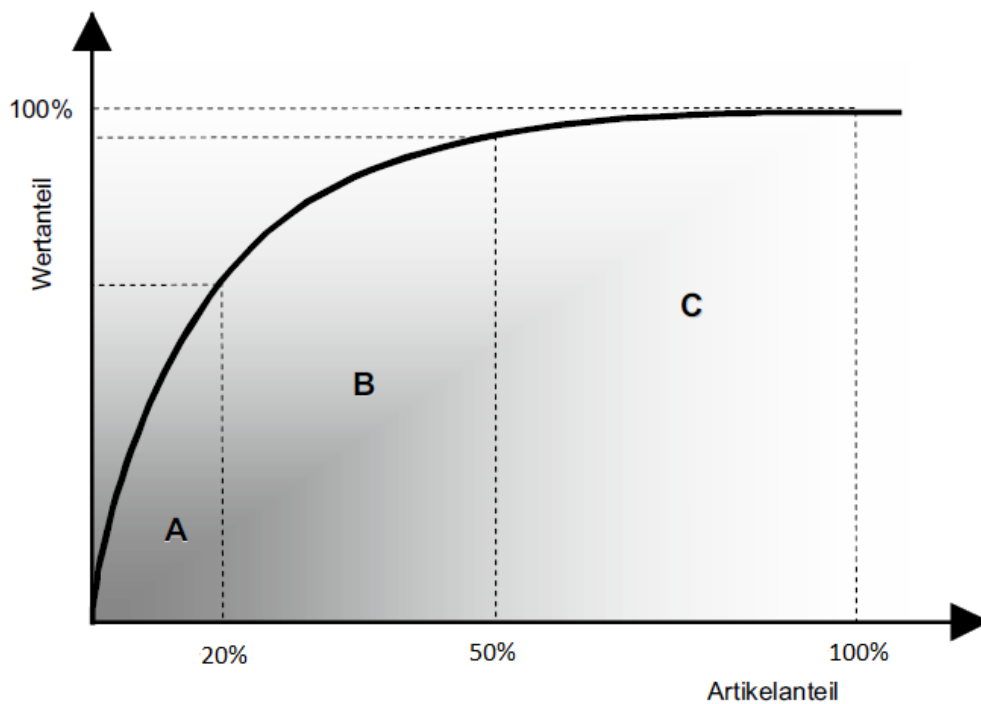


Abbildung 2.1: Lorenzkurve für die ABC-Analyse ¹²

Die in der Abbildung zu sehende Einteilung, dass die A-Artikel mit einem Anteil von nur 20% der gesamten Produktpalette 80% des Absatz ausmachen, B-Artikel mit 30% Anteil einen Absatz von 15% und C-Artikel mit einem Anteil von 50% nur 5% ausmachen, gilt zwar als Faustregel, ist aber in der Praxis nicht zwingend notwendig. Die realen Werte können durchaus um mehrere Prozent schwanken, maßgebend ist jedoch, dass nur sehr wenige unterschiedliche Produkte einen sehr großen Teil des Absatzes ausmachen.

¹²Schuh et al. 2013, S.85.

Artikel der Kategorie A machen einen hohen Anteil des Absatzes aus, werden oft nachgefragt und zählen daher zu den sogenannten Schnelldrehern. B- und C- Artikel gehören zu den Mittel- und Langsamdrehern. Da von den A-Artikeln mengenmäßig auch am meisten kommissioniert werden muss, macht es durchaus Sinn, diese Artikel separat in einem eigenen Kommissioniersystem zu behandeln. Daher ist die ABC-Analyse sinnvoll, um zu evaluieren, welche Artikel über ein Kommissioniersystem für Schnelldreher und welche über das hier relevante Kommissioniersystem für Mittel- und Langsamdreher kommissioniert werden.

2.1.2 XYZ-Klassifizierung

Mithilfe der XYZ-Klassifizierung (auch als RSU-Klassifizierung - Regelmäßig, Saisonal, Unregelmäßig - bezeichnet) werden Artikel anhand ihrer Verbrauchsstruktur, d.h. der Regelmäßigkeit des Verbrauchs über eine Planungsperiode klassifiziert. Je nach Regelmäßigkeit des Verbrauchs können Teile dadurch auch besser oder schlechter prognostiziert werden und daher gibt die XYZ-Analyse auch Auskunft über die Vorhersagegenauigkeit eines Artikels. Folgend die drei möglichen Einteilungen eines Artikels anhand der XYZ-Analyse:

- **X-Artikel:** X-Artikel haben einen gleich bleibenden Bedarf und sind daher sehr leicht prognostizierbar. Beispiele dafür sind Artikel, die das ganze Jahr über gleichmäßig gekauft werden wie z.B. Toilettenpapier oder Tierfutter.
- **Y-Artikel:** Y-Artikel haben einen schwankenden Bedarf, der z.B. saisonal bedingt sein kann. Klassische Beispiele hierbei sind Oster- oder Weihnachtswaren wie z.B. Schokohasen, die ausschließlich zur Osterzeit verkauft werden, aber auch Backartikel, die in der Vorweihnachtszeit verstärkt gekauft werden.
- **Z-Artikel:** Die am schwersten prognostizierbaren Artikel gehören zur Kategorie Z. Diese Artikel haben einen unregelmäßigen Bedarf und können daher mit herkömmlichen Methoden nur sehr schwer vorhergesagt werden. Ein typischer Z-Artikel ist z.B. Streusalz, bei dem bei bestimmten Wetterbedingungen (Schneefall oder Eis) eine besonders starke Nachfrage herrscht.

In Abbildung 2.2 wurden die einzelnen Segmente in Beziehung zur Streuung ihres Bedarfs gebracht. Die Einteilung, wie viele Artikel je einem Segment angehören ist dabei nicht fixiert. Erfahrungswerte haben jedoch gezeigt, dass bis zu 50% aller Artikel in die Kategorie X fallen, 20% in die Kategorie Y und die restlichen 30% in die Kategorie Z.¹³ Die genaue Einteilung kann sich individuell für jedes Unternehmen unterscheiden

¹³Vgl. Wannenwetsch 2007, S.83f.

und hängt natürlich auch davon ab, ab wann man von einer Schwankung spricht. Bevor eine XYZ-Klassifizierung durchgeführt wird, muss festgelegt werden bis zu welchem Schwankungsgrad ein Bedarf noch als konstant gilt und wann ein Artikel nicht mehr in die Kategorie X eingeteilt werden kann.

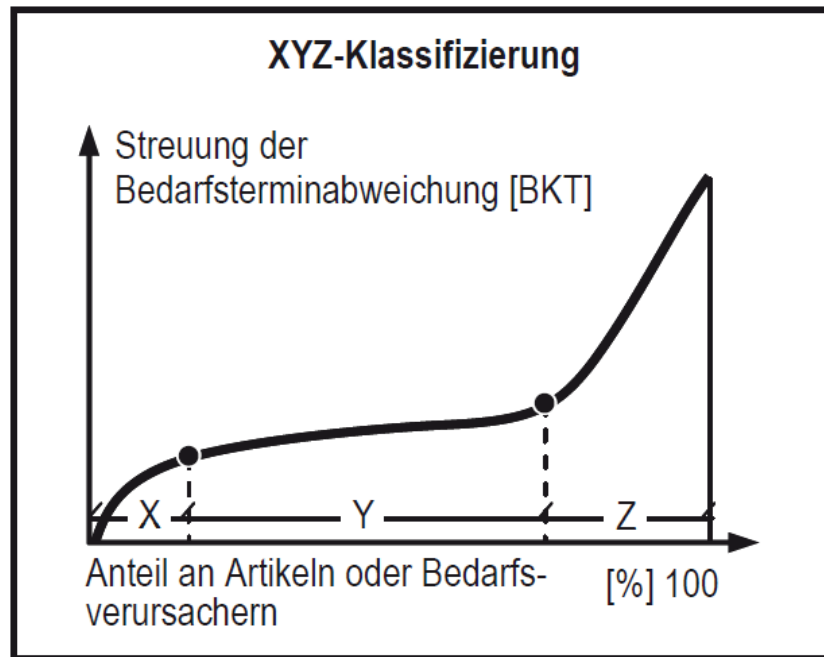


Abbildung 2.2: XYZ-Klassifizierung ¹⁴

Die XYZ-Klassifizierung kann sehr hilfreich sein, um Artikel vorzusortieren und dann anhand ihrer Regelmäßigkeit zu bestimmen, welche Verfahren für die weitere Bedarfsermittlung angewandt werden können. Da bei X-Artikeln der Bedarf konstant ist, werden hier einfache Methoden zur Bedarfsermittlung reichen. Schwieriger wird es für Y- und Z-Artikel bei denen oft komplizierte Prognosemodelle angewandt werden müssen.

2.1.3 Clusteranalyse

Die Clusteranalyse ist eine Methode aus der Statistik und wird den multivariaten Verfahren zugeordnet. Das bedeutet, dass gleichzeitig mehrere Variablen eines Objekts untersucht werden. Das Grundprinzip des Clusterverfahrens ist es, wie der Name schon sagt (engl. to cluster → gruppieren), Objekte (hier Artikel) nach bestimmten, ihnen zugeordneten Merkmalen zu gruppieren bzw. klassifizieren und darauf basierend in Gruppen einzuteilen. Diese Gruppen sollen so beschaffen sein, dass die Artikel innerhalb einer Gruppe möglichst homogen in Bezug auf die Clustermerkmale sind.¹⁵

¹⁴Schuh et al. 2012b, S.41.

¹⁵Vgl. Eckstein 2012, S.401.

Für die Anwendung von Clusteranalysen gibt es verschiedene Verfahren, die in Abbildung 2.3 dargestellt sind.

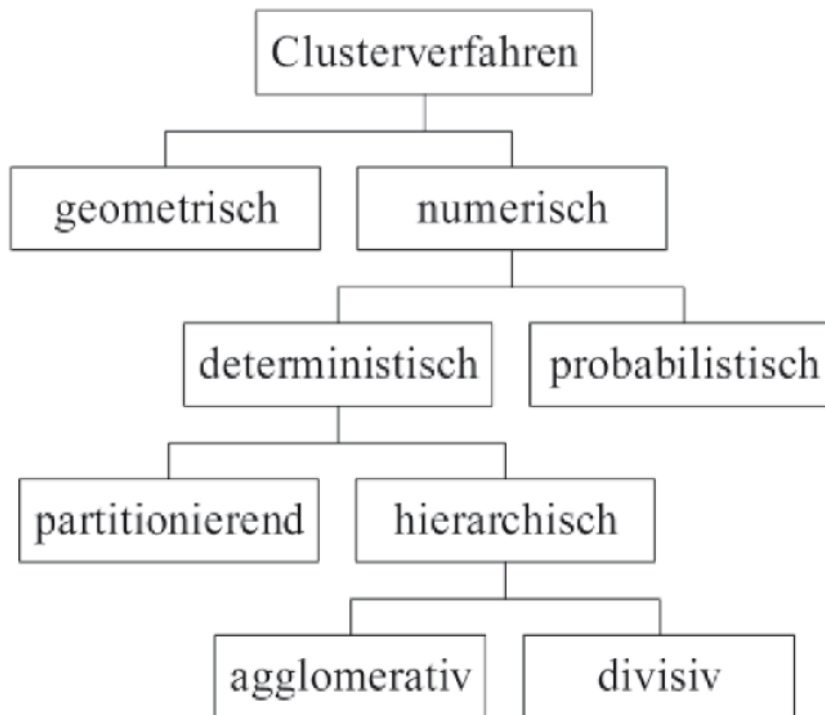


Abbildung 2.3: Clusterverfahren¹⁶

Während geometrische Verfahren nach bildlichen Ähnlichkeiten klassifizieren, wird bei numerischen Verfahren nach numerischen Merkmalen gruppiert. Die numerischen Verfahren können des Weiteren in deterministisch und probabilistisch eingeteilt werden, wobei bei der Artikelklassifizierung im Lager die deterministischen Verfahren von größerer Bedeutung sind. Probabilistische Verfahren beruhen auf Wahrscheinlichkeiten, da die Klassifizierung aber aufgrund von vergangenen Absatzdaten durchgeführt wird, kommt dieses Verfahren hier nicht zum Einsatz. Bei den deterministischen Verfahren wird wiederum zwischen partitionierend und hierarchisch unterschieden. Bei der hierarchischen Variante ist vorher nicht bekannt, welche Gruppen es gibt, während bei den partitionierenden Verfahren die Cluster vorher festgelegt werden müssen.¹⁷

Bei den oben erwähnten ABC- und XYZ-Klassifizierungen handelt es sich im eigentlichen Falle ebenfalls um Clusteranalysen. Da bei beiden Methoden die genaue Gruppierung (ABC oder XYZ) bereits vorher bekannt ist, handelt es sich hierbei um partitionierende Clusterverfahren.

¹⁶Eckstein 2012, S.403.

¹⁷Vgl. Eckstein 2012, S.403ff.

In Abbildung 2.4 ist eine mögliche Anwendung der Clusteranalyse zu sehen.

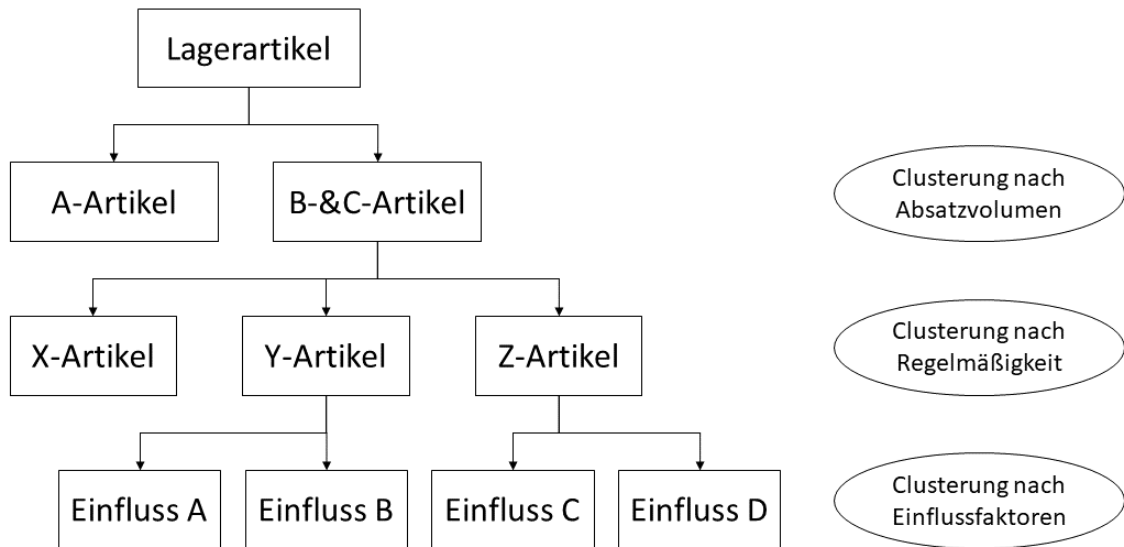


Abbildung 2.4: Beispiel einer Clusteranalyse

Zuerst werden die Lagerartikel aufgrund ihres Absatzvolumens gemäß der ABC-Klassifizierung in A-, B- oder C-Artikel eingeteilt. Für die relevanten Artikel (Langsam- und Mitteldreher bzw. B- und C-Artikel) wird eine weitere Clusterung aufgrund der Regelmäßigkeit des Bedarfs durchgeführt. Hierbei werden die Artikel gemäß der XYZ-Klassifizierung in X-, Y- und Z-Artikel eingeteilt. Um genauere Informationen über die Gründe für Schwankungen bei Y- und Z-Artikeln zu erhalten, können diese wiederum aufgrund von Einflussfaktoren weiter gruppiert werden. Artikel einer Gruppe verhalten sich gemäß Definition der Clusteranalyse homogen in Bezug auf ihre Merkmale. Das kann z.B. bedeuten, dass für alle Artikel die sich im Cluster für Einfluss D befinden bei extrem heißen Temperaturen eine Absatzsteigerung erwartet wird.

2.2 Bedarfsermittlung

Um die Artikel nach den beschriebenen Klassifizierungen einordnen zu können, bedarf es gewisser Methoden, um den zukünftigen Bedarf prognostizieren zu können. Generell kann zwischen zwei Arten der Bedarfsermittlung unterschieden werden:¹⁸

- **Deterministische Bedarfsermittlung:** Bei der deterministischen oder programmorientierten Bedarfsermittlung wird der Bedarf anhand vorliegender Absatz- oder Produktionsprogramme ermittelt. Dabei wird mithilfe von Stücklisten auf die Produktstruktur zurückgegriffen und dadurch der Teilebedarf berechnet.

¹⁸Vgl. Schuh et al. 2012a, S.203.

- **Stochastische Bedarfsermittlung:** Die stochastische oder auch verbrauchsorientierte Bedarfsermittlung greift bei der Ermittlung des zukünftigen Bedarfs auf Verbrauchswerte der Vergangenheit zurück, wobei angenommen wird, dass die künftige Bedarfsentwicklung analog der vergangenen ist. Diese Methode kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn die geforderten Lieferzeiten kleiner sind, als die Durchlaufzeiten.

Basis der deterministischen Bedarfsermittlung sind Kundenaufträge, die dann weiter aufgeschlüsselt werden. Da der Kunde im Lebensmittelgeschäft spontan kauft, entsteht der Kundenauftrag erst in dem Moment, in dem der Kauf getätigt wird. Daher liegt dieser Kundenauftrag zum Zeitpunkt, in dem der Bedarf ermittelt werden muss, noch gar nicht vor. Aus diesem Grund wird in der Lebensmittelbranche auf die verbrauchsorientierte Bedarfsermittlung zurückgegriffen. Da diese Methode der Bedarfsermittlung auf statistischen Daten beruht, ist es essentiell, dass sowohl die Anzahl, als auch die Qualität der Vergangenheitsdaten ausreichend ist.¹⁹

2.2.1 Prognosen

Da die in Kapitel 2.1 vorgestellten Methoden hauptsächlich auf den Vergangenheitsdaten der Artikel basieren, können diese Einteilungen dafür genutzt werden um im Zuge der stochastischen Bedarfsermittlung Bedarfsprognosen zu erstellen. Je nach Regelmäßigkeit des Bedarfs eines Produkts, ist es unterschiedlich schwer, genaue Prognosen zu erstellen. Da sich die XYZ-Analyse auf die Regelmäßigkeit des Bedarfs bezieht, ist es daher sinnvoll die Prognosen ebenso für diesen drei Kategorien einzuteilen und für jede Kategorie separat zu betrachten.

- **X-Artikel:** Für X-Artikel ist es relativ einfach möglichst genaue Prognosen zu erstellen. Da der vergangene Bedarf verhältnismäßig konstant war und davon ausgegangen wird, dass der Bedarf mit der gleichen Regelmäßigkeit auch in Zukunft so anfallen wird, kann für den zukünftigen zu erwartenden Tagesbedarf der bisherige durchschnittliche Tagesbedarf herangezogen werden.
- **Y-Artikel:** Da bei Y-Artikeln der Bedarf unregelmäßig ist, sind selbst bei einem systematischen Zeitverlauf nur ungenaue Prognosen möglich. Wenn sich jedoch aus Vergangenheitsdaten ableiten lässt, dass sich gewisse Schwankungen in bestimmten Zyklen wiederholen, können Zyklusverfahren zur Prognose herangezogen werden.

¹⁹Vgl. Arnold et al. 2008, S.319.

- **Z-Artikel:** Der Bedarf von Z-Artikeln tritt sporadisch auf und dadurch kann der zukünftige Verlauf auch nur ungenau oder gar nicht prognostiziert werden. Konventionelle Rechenverfahren können hier kaum eingesetzt werden, jedoch gibt es z.B. die Möglichkeit mit einem Abgleich der Schwankung und möglicher Gründe für Schwankungen festzustellen, wodurch, wann und wie viel der Bedarf bei einem bestimmten Ereignis schwankt. Sind gewisse Ereignisse oder Gründe für Schwankungen prognostizierbar oder vorhersehbar, können darauf basierend entsprechende Änderungen im Bedarf dieser Artikel abgeleitet werden. Diese Methode, bei der das Auftreten von Ereignissen mit Änderungen im Bedarf verglichen wird, funktioniert ebenfalls bei Y-Artikeln.

2.2.2 Probleme bei der Bedarfsermittlung

Bei der Prognose von zukünftigen Verläufen bzw. eines Bedarfs wird bei der Anwendung mathematischer Verfahren vorausgesetzt, dass sich der zeitliche Verlauf der Vergangenheit auch in der Zukunft so fortsetzt. Gibt es im Absatzverhalten keine wiederkehrende Regelmäßigkeit, oder es treten unvorhersehbare Einflüsse auf, die den Bedarf kurzfristig verändern können, so sind grundsätzlich keine Prognosen möglich.²⁰

Selbst die genauesten Prognosen werden jedoch nie ganz zutreffend sein, da einfach nicht immer jeder einzelne Faktor berücksichtigt werden kann. Trotzdem ist es wichtig Prognosen so genau wie möglich zu erstellen, da schlechte Prognosen sich negativ auswirken können: Entweder wird der Bedarf durch falsche Prognosen unterschätzt und es kommt zu Fehlmengen, Lieferverzögerungen etc. oder aber es wird durch übertriebenes Sicherheitsdenken und zu hoch angesetzte Prognosen zu viel Material beschafft. Durch hohe Bestände steigen auch die Lagerkosten und damit die Kapitalbindung.

Ein weiterer Faktor ist die begrenzte Kapazität des Pufferlagers. Wie bereits in Kapitel 1.1 erwähnt, wird das Pufferlager aus Kostengründen so groß wie nötig aber so klein wie möglich dimensioniert. Werden durch falsche oder ungenaue Prognosen zu hohe Stückzahlen von Artikeln eingelagert, die den tatsächlichen Bedarf übersteigen, ist unter Umständen kein Platz für andere Artikel, wodurch deren Bedarf nicht mehr gedeckt werden kann, was zu Fehlmengen führt. Sowohl zu hohe Kapitalbindung als auch Fehlmengen können zu erheblichen Mehrkosten führen, die es zu vermeiden gilt. Das Ziel ist daher, durch zuverlässige Prognosen, die Bedarfsmengen möglichst genau zu ermitteln, sodass einerseits die Lieferungen zeitgerecht getätigt werden können, aber andererseits auch keine Fehlmengenkosten entstehen.²¹

²⁰Vgl. Gudehus 2012, S.254.

²¹Vgl. *Bedarfsermittlung* 2017.

Des Weiteren hängt die Genauigkeit der Prognosen vor allem von der Genauigkeit der Vergangenheitsdaten ab. Um z.B. zu erkennen, ob es sich tatsächlich um eine wiederkehrende saisonale Schwankung handelt, sind unter Umständen Daten von mehreren Jahren erforderlich. Sind entsprechende Daten nicht vorhanden und treten z.B. mehrere Einflüsse gleichzeitig auf, muss anhand genauer Analysen und Zuhilfenahme der Kenntnis gewisser Zusammenhänge bestimmt werden, welcher Einfluss tatsächlich tragend ist.

2.3 Gründe für Absatzschwankungen

Grundsätzlich kann zwischen zwei möglichen Ursachen für Nachfrage- und somit Bedarfsänderungen unterschieden werden:²²

- **Zufällige Nachfrageänderungen:** Durch unkorreliertes Verhalten voneinander unabhängiger Marktteilnehmer kommt es zu zufälligen Nachfrageänderungen. Die daraus entstehenden Schwankungen im Bedarf können nicht vorhergesehen werden und daher gibt es hier auch keine Möglichkeit Prognosen zu erstellen. Aus diesem Grund werden die zufälligen Nachfrageänderungen hier nicht weiter behandelt.
- **Systematische Nachfrageänderungen:** Durch erklärbare oder unerklärbare und mehr oder weniger beeinflussbare Einflussfaktoren entstehen systematische Änderungen der Nachfrage und somit auch des Bedarfs. Es gibt verschiedene Einflussfaktoren die mal mehr, mal weniger beeinflussbar bzw. vorhersehbar sind.

Die systematischen Nachfrageänderungen können weiter unterteilt werden in:²³

- **Fundamentalzyklen:** Dazu zählen die Umlaufzeiten von Mond und Erde und die daraus abgeleiteten Jahreszeiten. Fundamentalzyklen sind weitgehend vorhersehbar, jedoch nicht beeinflussbar.
- **Demografie:** Zu den demografischen Einflüssen zählt z.B. der Aufbau der Altersstruktur einer Bevölkerung, die mengenmäßige Veränderung der Bevölkerung oder deren Bedarfszyklen. Ebenso wie die Fundamentalzyklen sind demografische Einflüsse zwar vorhersehbar, jedoch nicht beeinflussbar.
- **Angebotsänderungen:** Angebotsänderungen beziehen sich auf Änderungen der Angebotsmengen, -qualität, -preise oder auch der Anbieterzahl. Diese Einflussgröße ist teils beeinflussbar, aber nur bedingt vorhersehbar.
- **Beschaffungsstrategien:** Als Reaktion auf Angebotsänderungen passen Nachfrager ihre Beschaffungsstrategien an. Da dies eine unmittelbare Reaktion auf die

²²Vgl. Gudehus 2015, S.126.

²³Vgl. Gudehus 2015, S.126ff.

Angebotsänderung ist, ist dieser Einfluss ebenfalls teils beeinflussbar, aber nur bedingt vorhersehbar.

- **Innovationen:** Zu den Innovationen zählen neben neuen Produkten ebenso Produktverbesserungen oder neue Märkte, die bisher Bestehendes verdrängen und neuen Bedarf generieren. Innovationen sind weitgehend unvorhersehbar, haben jedoch sehr starke Auswirkungen.
- **Absatzmärkte:** Zu einer Veränderung der Absatzmärkte kommt es primär durch gesättigten oder neuen Bedarf. Dieser Einfluss ist ebenfalls kaum vorhersehbar.
- **Konsumentenverhalten:** Es gibt viele Faktoren, die das Konsumentenverhalten grundlegend beeinflussen, aber auch verändern können. Dazu zählen neben Änderungen im Einkommen und der Zahlungsbereitschaft ebenso die Bedarfsverschiebung im privaten Bereich aufgrund von z.B. Eitelkeit oder irrationalen Wünschen. Das Konsumentenverhalten ist sehr schwer zu verstehen und daher auch schwer zu prognostizieren.
- **Investitionsverhalten:** Ähnlich wie mit dem Konsumentenverhalten verhält es sich auch mit dem Investitionsverhalten. Die Bereitschaft zur Investition in bestimmten Bereichen wie Anlagen, Kapazitäten, Forschung etc. hängt neben der Verschuldungsbereitschaft auch z.B. von den Absatzerwartungen und Produkt- bzw. Prozessinnovationen ab.
- **Weitere Einflussfaktoren:** Neben den oben genannten Einflüssen können Bedarfsänderungen auch noch durch andere Faktoren wie z.B. durch allgemeinen Optimismus oder auch Pessimismus verursacht werden. Durch Paniken kann z.B. ein Massenandrang ausgelöst werden, wohingegen Skandale zu einem Ausbleiben der Nachfrage führen können. Auch der Wettbewerb zwischen den einzelnen Unternehmen kann zu Bedarfsänderungen führen.

Im Folgenden werden die Fundamentalzyklen genauer erläutert. Einerseits weil diese zumindest bedingt vorhersehbar sind und Prognosen nur für vorhersehbare Einflüsse einen Sinn machen. Andererseits verursachen Fundamentalzyklen kurzfristige Schwankungen die innerhalb von Tagen, Wochen oder Monaten auftreten. Daher können Schwankungen, die aufgrund von Fundamentalzyklen auftreten, im Gegensatz zu z.B. demografischen Entwicklungen auch bei der Betrachtung kürzerer Zeiträume ausgemacht werden. Fundamentalzyklen decken die meisten, wenn nicht sogar alle Einflüsse auf Bedarfsschwankungen ab, die es im Lebensmittelbereich gibt, und erklären somit die charakteristischen Bedarfsverläufe der X-,Y- und Z-Artikel.

Fundamentalzyklen werden nach Gudehus grundsätzlich in fünf verschiedene Kategorien unterteilt, von denen manche externer Natur sind und manche internen Ursprung haben und somit auch vom Unternehmen veränderbar sind²⁴:

- **Natürliche Fundamentalzyklen:** Die Umlaufzeiten von Mond und Erde und die daraus abgeleiteten Jahreszeiten stellen die natürlichen Fundamentalzyklen dar. Die Einflüsse die sich aus den natürlichen Fundamentalzyklen ergeben sind z.B. Wetter und Witterung (Temperatur, Regen Schnee,...) sowie die Tageslänge und Vegetationszeiten.
- **Kalendarische Fundamentalzyklen:** Kalendarische Fundamentalzyklen leiten sich aus den natürlichen Fundamentalzyklen ab und sind Jahres-, Monats-, Wochen- und Tageszyklen. Mit den kalendarischen und natürlichen Fundamentalzyklen können die meisten anderen Zyklen erklärt und vorhergesagt werden. Die kalendarischen Fundamentalzyklen sind zudem eng mit den kulturellen Fundamentalzyklen verknüpft und umfassen Feiertage, Arbeitstage oder Ferien.
- **Kulturelle Fundamentalzyklen:** Wie oben erwähnt ergeben sich die kulturellen Fundamentalzyklen aus den kalendarischen. Dazu zählen Feiertage, die jedes Jahr wiederkehren (Ostern, Weihnachten, Ramadan, Allerheiligen,...) und Schulferien, aber auch Zeitpunkte von bestimmten Zahlungen (Dividenden, 13. und 14. Gehalt, Steuerausgleich, etc.).
- **Volkswirtschaftliche Fundamentalzyklen:** Zu den volkswirtschaftlichen Fundamentalzyklen zählen Angebots- und Nachfragezyklen, sowie Konjunkturzyklen, die jedoch nicht genau vorhersagbar sind.
- **Geschäftspolitische Fundamentalzyklen:** Die geschäftspolitischen Fundamentalzyklen lassen sich, anders als die anderen Zyklen, vom Unternehmen beeinflussen. Sie entstehen durch Betriebs- und Ladenöffnungszeiten, Aktionen und Kataloge oder der generellen Einteilung des Geschäftsjahres.

In den nächsten Kapiteln werden die vorliegenden Daten auf die beschriebenen Fundamentalzyklen untersucht. Da die geschäftspolitischen Fundamentalzyklen vom Unternehmen selbst gesteuert werden und die volkswirtschaftlichen Fundamentalzyklen nicht wirklich vorhersehbar sind, wird der Fokus im Weiteren auf den natürlichen, kalendarischen und kulturellen Fundamentalzyklen liegen. Die Betrachtung von Produkten wie Adventskalender, Streusalz oder Schultensilien (Hefte, Stifte, etc.) lässt erwarten, dass vor allem Wetter, Feiertage und Ferien einen starken Einfluss auf den Bedarf von Artikeln in der Lebensmittelbranche haben.

²⁴Vgl. Gudehus 2012, S.257.

3 Analyse der Datensätze

Die vorliegenden Daten stellen mit über 13.000 Artikeln ein Vollsortiment in der Lebensmittelbranche dar. Dabei sind für jeden Artikel die Menge der Colli (Versandeinheit, Erläuterung siehe unten) pro Tag über einen Zeitraum von etwas über einem Jahr vermerkt.

Um Analysen durchführen zu können, wurden die Daten zuerst bereinigt, d.h. Einträge die nicht vollständig sind bzw. Artikel die nur in Zuge von Kampagnen (z.B. in Form von Gratisproben) vorkommen wurden aus den Datensätzen entfernt. Damit reduziert sich die Anzahl der Artikel von 13.536 auf 13.209.

Des Weiteren wurde der Betrachtungszeitraum auf exakt ein Jahr also 52 Kalenderwochen (KW) festgelegt und zwar von KW 19 eines Jahres bis KW 18 des Folgejahres. Dadurch fallen weitere 21 Artikel weg, die nur außerhalb dieses einen Jahres einen Bedarf hatten, und die Artikelzahl reduziert sich somit auf 13.188 Artikel. Insgesamt lag in diesem Jahr der Gesamtbedarf der 13.188 Artikel bei 71.496.262 Colli, was im Schnitt einen Bedarf von 5421 Colli pro Artikel pro Jahr bzw. knappe 15 Colli pro Artikel pro Tag ausmacht. Ein Colli oder auch Kolti bezeichnet dabei eine Versandeinheit für den Einzelhandel, die im Durchschnitt aus 8 einzelnen Stück eines Artikels besteht.²⁵ Eine Palette setzt sich durchschnittlich aus 48 Colli zusammen (die Stückzahlen pro Colli und Colli pro Palette werden im Folgenden als Näherung mit diesen Zahlen angenommen). Der Bedarf ist jedoch klarerweise nicht gleich auf die Artikel verteilt, sondern reicht von einem Tagesbedarf von nur einem Colli für einen wenig nachgefragten Artikel bis hin zu einem Tagesbedarf von über 20.000 Colli, was über 400 Paletten entspricht, für andere, sehr stark nachgefragte Artikel.

Neben den täglichen Bedarfszahlen der Artikel ist des Weiteren die Produktgruppe der Artikel vermerkt, wobei jeder Artikel eindeutig einer Produktgruppe zugeordnet ist. In Summe gibt es 51 verschiedene Produktgruppen (z.B. Soda, Körperpflege oder Suppen), wobei die Gruppengrößen, also die Artikel, die zu einer Produktgruppe zugeordnet sind, stark variieren. Die kleinsten Gruppen bestehen nur aus einem einzigen Artikel, wohingegen die größeren Produktgruppen mehrere hundert Artikel umfassen.

²⁵Vgl. Klaus et al. 2012, S.273.

Bei der Analyse der einzelnen Artikel können die Produktgruppen hilfreich sein, um festzustellen ob es innerhalb einer Produktgruppe gewisse Ähnlichkeiten zwischen den Artikeln gibt. Eine Möglichkeit dafür wäre z.B., wenn alle Artikel einer gewissen Produktgruppe einen erhöhten Bedarf zu Weihnachten aufweisen, kann angenommen werden, dass auch weitere, neue Artikel, die dieser Produktgruppe zugeordnet werden, einen erhöhten Bedarf zu Weihnachten haben. In Tabelle 3.1 sind alle Produktgruppen dargestellt. Daneben ist vermerkt, wie viele verschiedene Artikel der jeweiligen Produktgruppe zugeordnet sind, wie viel Prozent von der Gesamtartikelzahl somit in einer Produktgruppe ist und wie viel Prozent des Gesamtbedarfs durch den kumulierten Bedarf der Artikel dieser Produktgruppe verursacht wird.

Tabelle 3.1: Produktgruppen

Gruppe	Anz.	Anz. %	Bedarf	Gruppe	Anz.	Anz. %	Bedarf
Beers	365	3%	9%	Lektüre	1	0%	0%
Brot / Aufbackware	144	1%	2%	Mehl	271	2%	1%
Brotscheibe	257	2%	2%	Non Food	55	0%	0%
Drogerieartikel	3	0%	0%	Obstkonserven	93	1%	0%
Eier	29	0%	1%	Papierwaren	99	1%	2%
Emballage	48	0%	0%	Reinigungsmittel	427	3%	2%
Ersatzstoffe Frühstück	370	3%	4%	Reis und Nudeln	718	5%	4%
Finanzverwaltung	1	0%	0%	Sales Support-Material	21	0%	0%
Fisch	1	0%	0%	Saure Saucen	495	4%	3%
Fleisch	239	2%	1%	Schokolade	594	5%	1%
frisches Fleisch	22	0%	0%	Service Artikel	84	1%	0%
frisches Gebäck	9	0%	0%	Shop-Supplies	167	1%	0%
Fruchtsäfte	246	2%	5%	Snacks	463	4%	4%
Gefrierfach	854	6%	7%	Soda	453	3%	14%
Gelbe Fette	72	1%	1%	Sorbo	60	0%	0%
Gemüsekonserven	264	2%	3%	Spirituosen	31	0%	0%
Gesunde Ernährung	224	2%	0%	Suppen	365	3%	3%
Gewürze	513	4%	2%	Süßwaren	700	5%	2%
haltbare Milch	213	2%	3%	Tabak	7	0%	0%
inländisch	161	1%	1%	Tierfutter	369	3%	3%
Kaffee Tee	478	4%	3%	Waschmittel	266	2%	1%
Kaffemilch	55	0%	1%	Weine	561	4%	4%
Käse AV / AGM	15	0%	0%	Wertpapiere	5	0%	0%
Kekse	730	6%	3%	Windeln	106	1%	0%
Kinderernährung	313	2%	1%	Zucker	64	0%	1%
Körperpflege	1087	8%	2%	Summe	13188	100%	100%

Der in Tabelle 3.1 rot markierten Produktgruppe sind am meisten Artikel zugeordnet. Da mit über 1000 Produkten nur 2% des Bedarfs abgedeckt werden, lässt sich daraus schließen, dass es sich bei Artikeln aus der Produktgruppe Körperpflege primär um C-Artikel handelt, und keine oder nur wenige Artikel aus dieser Produktgruppe einen signifikanten Anteil vom Gesamtbedarf ausmachen. Dahingegen markiert der blaue Bereich die Pro-

duktgruppe, in der der kumulierte Bedarf der zugeordneten Artikel den höchsten Anteil am Gesamtbedarf ausmacht. Da die Produktgruppe Soda mit einem Artikelanteil von nur 3% einen Anteil von 14% des Gesamtbedarfs ausmacht, besteht die Vermutung, dass die meisten Artikel dieser Produktgruppe einen sehr hohen Bedarf haben und somit vermehrt zu den A-Artikeln zählen.

Im Folgenden werden die Daten anhand einer ABC-Analyse vorsortiert um herauszufiltern welche Artikel im Kommissioniersystem für Mittel- und Langsamdreher kommissioniert werden und welche Artikel als Schnelldreher zählen und durch ihre separate Kommissionierung daher für die Nachschubsteuerung des Pufferlagers nicht relevant sind. Anschließend werden die Daten mit einer XYZ-Analyse auf ihre Regelmäßigkeit untersucht. Dabei werden als erstes die X-Artikel, die durch einen regelmäßigen Bedarf gekennzeichnet sind, aussortiert, um im folgenden die Y- und Z-Artikel genauer analysieren zu können. Relevant sind dabei die unterschiedlichen Typen von Bedarfskurven und ob anhand dieser Unterteilungen zwischen verschiedenen Artikelklassen gebildet werden können. Abschließend werden die vorliegenden Schwankungen analysiert, wobei ein Vergleich mit den aus der Literatur herausgearbeiteten Gründen für Absatzschwankungen gezogen wird. Ebenso wird untersucht, ob in den vorliegenden Daten noch weitere, in der Literatur nicht betrachtete Schwankungen auftreten, und welche Einflüsse und Gründe dafür in Betracht gezogen werden können.

3.1 ABC-Analyse

Für die Durchführung einer ABC-Analyse ist es zunächst notwendig, die Daten, also die Artikel und deren relevante Parameter so darzustellen, dass sinnvoll klassifiziert werden kann. Die vorliegenden Daten sind so aufgestellt, dass es für jeden Artikel und für jeden Tag an dem es einen Bedarf für diesen Artikel gab einen separaten Eintrag gibt. Um eine bessere Übersicht zu erhalten wurden die täglichen Bedarfswerte der einzelnen Artikel jeweils wochenweise zusammengefasst, sodass es für jeden Artikel nur mehr maximal einen Eintrag pro KW gibt. Zusätzlich wurde der Jahresbedarf sowie der durchschnittliche Wochenbedarf für jeden Artikel berechnet. Dabei ist anzumerken, dass sich der durchschnittliche Wochenbedarf nicht auf alle 52 KW bezieht, sondern für jeden Artikel nur mit den Wochen gerechnet wurde, in denen auch tatsächlich ein Bedarf angefallen ist. Der Grund hierfür ist, dass es bei einer ABC-Analyse aufgrund des durchschnittlichen Wochenbedarfs Artikel, die nur in wenigen Wochen nachgefragt wurden, in diesen aber einen überdurchschnittlich hohen Verbrauch hatten, ebenfalls als A-Artikel klassifiziert werden sollen.

Wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben gibt eine ABC-Analyse an, wie viele Artikel welchen Wertanteil verursachen. Der Wertanteil kann dabei als Umsatz, Menge, Volumen, etc. definiert sein. Da in diesem Fallbeispiel keine Preise oder Umsätze und auch keine Volumina gegeben sind, bietet es sich an, aufgrund von nachgefragten Stück- bzw. Collizahlen zu klassifizieren. Im Folgenden werden zwei verschiedene Varianten der ABC-Analyse genauer betrachtet. Beide Varianten beziehen sich auf den Artikelanteil im Bezug zur nachgefragten Bedarfsmenge (in Colli), jedoch arbeitet eine Variante mit dem Jahresbedarf, während sich die andere Variante auf den durchschnittlichen Wochenbedarf bezieht.

3.1.1 ABC-Analyse nach Jahresbedarf

Bei der ABC-Analyse nach Jahresbedarf wird anhand des gesamten Jahresbedarfs der Artikel klassifiziert. Dafür wurden die Artikel zunächst absteigend nach ihrem Jahresbedarf sortiert. Bei einer Gesamtanzahl von 13.188 Artikel würde bei einer Gleichverteilung des Bedarfs, jeder Artikel nur 0,008% des gesamten Bedarfs ausmachen. Dass es sich jedoch keineswegs um eine Gleichverteilung handelt, zeigt, dass allein der Artikel mit dem höchsten Bedarf mit annähernd 50 Paletten pro Tag über 1% zum Gesamtbedarf beiträgt.

Der Artikel mit dem höchsten Jahresbedarf stammt aus der Produktgruppe Beers, die wie in Tabelle 3.1 zu sehen ist, die Produktgruppe mit dem zweithöchsten Anteil am Bedarf ist. Dass beiden Produktgruppen mit dem höchsten Bedarf (Beers und Soda) in Relation zu ihrem Bedarf keine besonders hohe Anzahl an Artikeln zugeordnet ist, deutet daraufhin, dass die meisten Artikel dieser Produktgruppen einen hohen Bedarf haben. Diese Vermutung wird zum einen dadurch bestätigt, dass der Artikel mit dem höchsten Bedarf aus der Produktgruppe Beers stammt, zum anderen sind unter den Artikeln mit dem höchsten Bedarf hauptsächlich Artikel aus den Produktgruppen Beers und Soda zu finden. Die zehn Artikel mit dem höchsten Jahresbedarf sind sogar ausschließlich aus diesen beiden Produktgruppen und unter den ersten 25 Artikeln befinden sich lediglich fünf Produkte, die einer anderen Produktgruppe angehören.

Wird der Jahresbedarf der einzelnen Artikel kumuliert, ergibt sich, dass bereits die vom Bedarf her ersten 26 Artikel, die nur rund 0,2% der Gesamtartikelanzahl darstellen, rund 10% des gesamten Jahresbedarfs ausmachen. Jeder einzelne dieser Artikel hat einen Jahresbedarf von mehreren tausend Paletten, wobei der durchschnittliche Tagesbedarf je Artikel bei mindestens sieben Paletten liegt. Insgesamt stellt der kumulierte Bedarf dieser 26 Artikel mit 10% über 150.000 Paletten pro Jahr, bzw. knapp 3.000 Paletten pro Woche und über 400 Paletten pro Tag dar.

In Abbildung 3.1 ist die Lorenzkurve für die ABC-Analyse nach Jahresbedarf dargestellt. Wie in der Abbildung zu sehen, machen 20% der Artikel ca. 72% des Bedarfs aus, womit annähernd das Paretoprinzip mit der 80/20 Regel erfüllt ist.

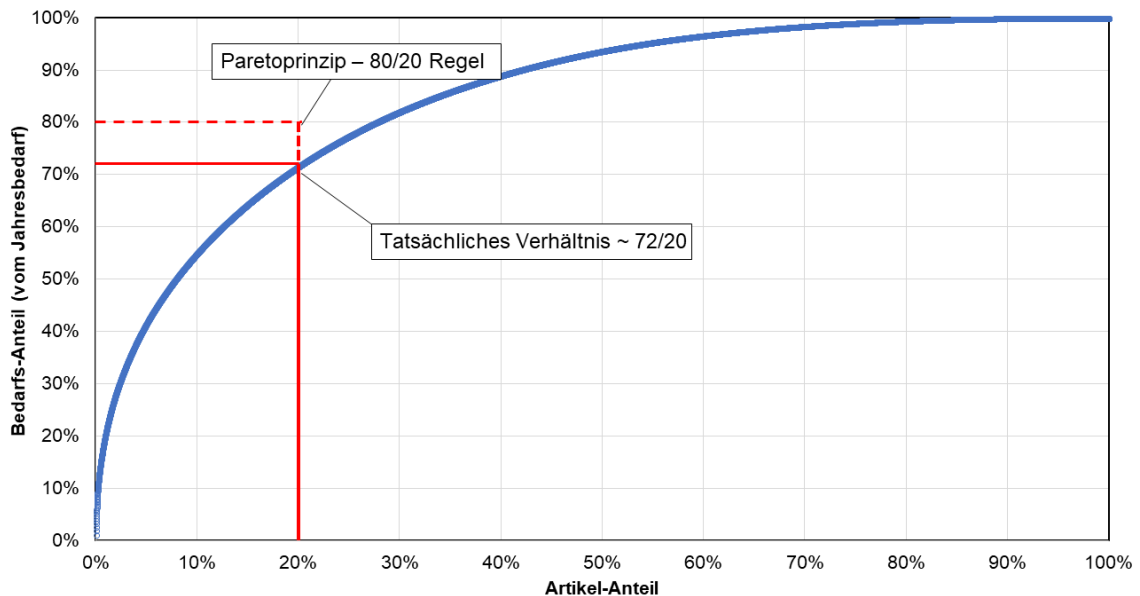


Abbildung 3.1: Lorenzkurve für die ABC-Analyse nach Jahresbedarf

Zu diesen 20% zählen die 2638 Artikel mit dem höchsten Jahresbedarf, deren Wochenbedarf im Durchschnitt bei mehreren Paletten liegt. Die Artikel mit dem niedrigsten Jahresbedarf wurden teilweise nur einmalig nachgefragt und die 40 am seltensten nachgefragten Artikel ergeben aufs Jahr gerechnet zusammen nur eine knappe Palette. Ca. 600 der Artikel, also weniger als 5% weisen einen Jahresbedarf von weniger als einer Palette auf. Die restlichen 75% der Artikel liegen zwischen diesen beiden Extremen und haben im Schnitt einen Jahresbedarf von ca. 42 Paletten auf, was nicht ganz einer Palette pro Woche entspricht.

3.1.2 ABC-Analyse nach Wochenschnitt

Einige Artikel werden nicht das ganze Jahr über oder sogar nur in wenigen Wochen nachgefragt, haben in diesen jedoch einen sehr hohen Bedarf. Auf das Jahr gerechnet fallen diese Artikel zum Teil nicht stark ins Gewicht, in den Wochen, in denen sie in so hohen Mengen nachgefragt werden, sollten sie jedoch als A-Artikel behandelt und somit im Kommissioniersystem für Schnelldreher kommissioniert werden. Damit nicht nur Artikel mit einem hohen Jahresbedarf, sondern auch diese Artikel als A-Artikel gezählt werden, empfiehlt es sich, statt dem Jahresbedarf den Wochenschnitt als Kriterium zur Einteilung für die ABC-Analyse festzulegen.

In Abbildung 3.2 ist die Lorenzkurve für eine ABC-Analyse nach Wochenbedarf dargestellt. Dadurch, dass die Artikel nach Wochenschnitt und nicht nach Jahresbedarf sortiert wurden, ergibt sich kumuliert bei der gleichen Artikelanzahl ein etwas geringerer Anteil am Jahresbedarf als bei der ABC-Analyse nach Jahresbedarf. Im Vergleich zur ABC-Analyse nach Jahresbedarf ergeben nicht nur 26 sondern 39 Artikel (0,3% der Gesamtartikelanzahl) einen Anteil vom Gesamtbedarf von ca. 10%. Folglich ergeben die ersten 20% mit dem höchsten durchschnittlichen Wochenbedarf auch bei 71,57% wie bei der ABC-Analyse nach Jahresbedarf, sondern stellen mit 67,64% etwa 4% weniger Anteil am gesamten Jahresbedarf dar. Da die Artikel nach ihrem durchschnittlichen Wochenbedarf sortiert wurden, ergeben die ersten 20% der Artikel auf den durchschnittlichen Wochenbedarf gerechnet mit 68,01% einen minimal höheren Anteil als auf das Jahr gerechnet. Dieses Verhältnis ist in Abbildung 3.2 als rote gestrichelte Linie dargestellt.

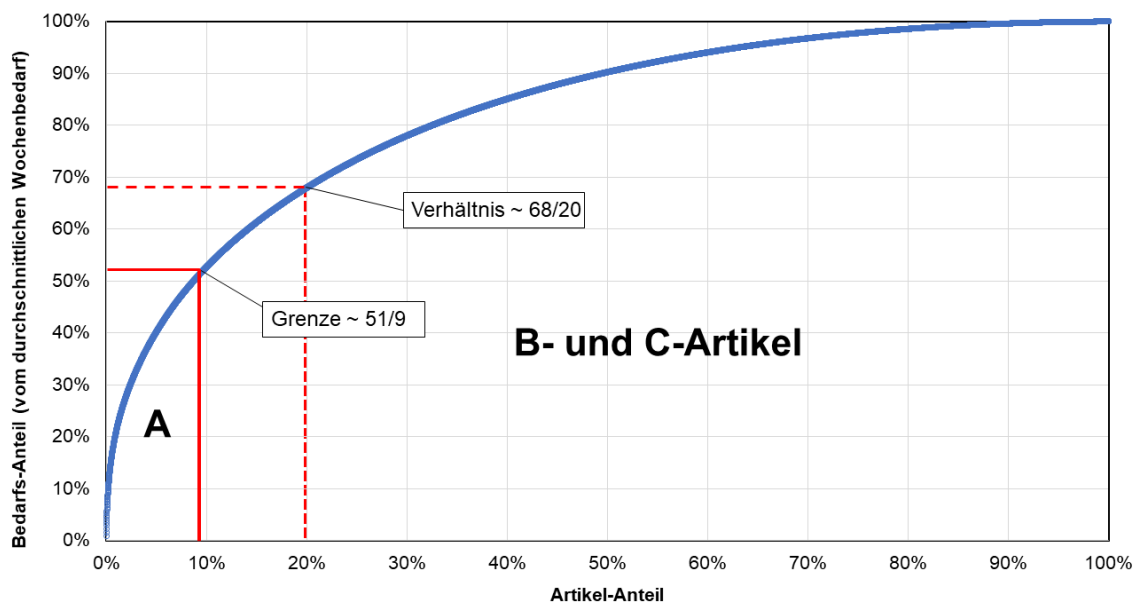


Abbildung 3.2: Lorenzkurve für die ABC-Analyse nach Wochenschnitt

Was den Artikel mit dem höchsten Bedarf betrifft, gibt es keinen Unterschied bei den beiden Varianten der Analyse. Der Artikel aus der Produktgruppe Beers mit dem höchsten Jahresbedarf, hat einen so hohen Verbrauch, dass er auch auf die Wochen gerechnet immer noch an erster Stelle steht. Ähnlich verhält es sich mit der Zugehörigkeit der Artikel mit hohem durchschnittlichem Wochenbedarf zu den Produktgruppen. Auch hier sind unter den 25 Artikeln mit dem höchsten durchschnittlichen Wochenbedarf nur 8 Artikel die weder der Produktgruppe Soda noch der Produktgruppe Beers angehören.

Da aufgrund der Einteilung nach A-, B- und C-Artikel unterschieden wird, welche Artikel in welchem System kommissioniert werden, muss bei der Einteilung auf die Gege-

benheiten der jeweiligen Systeme eingegangen werden. Aufgrund einer gleichmäßigeren Auslastung und Nutzung der Kapazitäten werden in Logistikzentren für die Lebensmittelbranche nur etwas 8-10% der Artikel als Schnelldreher deklariert und somit über ein gesondertes Kommissioniersystem kommissioniert. Bei einer Klassifizierung von beispielsweise 20% als A-Artikel würde nur noch ein knappes Drittel der Artikelanzahl über das Kommissioniersystem für Mittel- und Langsamdreher kommissioniert, womit dieses zu wenig und das für Schnelldreher zu stark ausgelastet wäre.

Für dieses Fallbeispiel wurde festgelegt, dass ein Artikel, damit er als A-Artikel klassifiziert werden kann, mindestens im Durchschnitt einen Wochenbedarf von 288 Colli (entspricht sechs Paletten) aufweisen muss. Dies trifft auf 1239 Artikel (9,39%) zu, die damit 51,50% des durchschnittlichen Wochenbedarfs ausmachen, womit die Regel zur Abgrenzung von A- und BC-Artikeln ungefähr 50/10 (10% der Artikel ergeben die Hälfte des durchschnittlichen Wochenbedarfs) entspricht. Somit wird in jedem der beiden Kommissioniersysteme in etwa die Hälfte der Gesamtanzahl an Artikeln kommissioniert, wodurch eine gleichmäßige Auslastung gegeben ist. Da sowohl B- als auch C-Artikel im gleichen Kommissioniersystem bearbeitet werden, ist eine weitere Unterteilung zwischen den beiden Kategorien nicht notwendig.

Die Zugehörigkeit der A-Artikel zu den jeweiligen Produktgruppen ist in Tabelle 3.2 dargestellt. Neben der Anzahl der jeweiligen Artikel sind in der Tabelle noch die Anteile dargestellt. Im Gegensatz zur Tabelle, in der alle Artikel enthalten sind und die Anteile der Anzahl und des Bedarfs auf die gesamte Stückzahl und den gesamten Bedarf aller Artikel gerechnet wurde, wurden die Zahlen hier in Bezug zur jeweiligen Produktgruppe gerechnet. Das bedeutet z.B., dass 63 verschiedene Biere nur 17% der Artikelanzahl in der Produktgruppe Beers darstellen, jedoch von diesen Artikeln 88% des Bedarfs ausmachen.

In nur 43 der insgesamt 51 Produktgruppen finden sich A-Artikel. Die Produktgruppen ohne A-Artikel sind rot markiert. Zu den Produktgruppen Drogerieartikel, Finanzverwaltung, Fisch und Lektüre sind nur vereinzelt Artikel zugeordnet, die alle nur einen geringen Bedarf haben und daher nicht als A-Artikel klassifiziert wurden. Den anderen vier Produktgruppen Gesunde Ernährung, Käse AV/AGM, Sorbo und Spirituosen, in denen kein A-Artikel zu finden ist, sind zwar mehr Artikel zugeordnet, diese Produktgruppen tragen jedoch jeweils weniger als 1% zum Gesamtbedarf bei. Alle 336 Artikel dieser 8 Produktgruppen haben gesamt nur einen Jahresbedarf von 447.259 Colli, was einen Tagesbedarf von 25 Paletten und einen Anteil am Gesamtbedarf von 0,63% ausmacht. Die sieben A-Artikel mit dem höchsten durchschnittlichen Wochenbedarf haben jeweils alleine einen höheren Bedarf pro Woche als diese 336 Artikel zusammen, womit sich auch erklären lässt, warum in diesen Produktgruppen kein A-Artikel zu finden ist.

Die blau markierten Produktgruppen hingegen sind jene, bei denen entweder ein Großteil der Artikel zu den A-Artikeln zählt, oder bei denen der Bedarf der A-Artikel überdurchschnittlich hoch ist. Bei den Produktgruppen Eier, Papierwaren und Soda zählen jeweils ein Drittel bis zur Hälfte aller Artikel zu den A-Artikeln, wodurch auch der Anteil am Jahresbedarf dieser Produktgruppen sehr hoch ist. In den Produktgruppen Beers, Non Food, Tabak und Wertpapiere wird ein weitaus geringerer Anteil der Artikel den Schnelldrehern zugeordnet, dieser geringe Anteil stellt jedoch fast den gesamten Jahresbedarf der jeweiligen Produktgruppe dar. Das deutet darauf hin, dass der Bedarf der einzelnen Artikel in diesen Produktgruppen sich stark voneinander unterscheiden. Einige wenige Artikel weisen einen extrem hohen Bedarf auf, der Rest der Artikel dahingegen hat einen sehr niedrigen Bedarf.

Tabelle 3.2: Produktgruppen der A-Artikel

Gruppe	Anz.	A	A%	Bedarf	Gruppe	Anz.	A	A%	Bedarf
Beers	365	63	17%	88%	Lektüre	1	0	0%	0%
Brot / Aufbackware	144	27	19%	72%	Mehl	271	10	4%	15%
Brotscheibe	257	16	6%	26%	Non Food	55	4	7%	95%
Drogerieartikel	3	0	0%	0%	Obstkonserven	93	2	2%	14%
Eier	29	15	52%	91%	Papierwaren	99	33	33%	82%
Emballage	48	2	4%	59%	Reinigungsmittel	427	22	5%	21%
Ersatzstoffe Frühstück	370	55	15%	40%	Reis und Nudeln	718	35	5%	21%
Finanzverwaltung	1	0	0%	0%	Sales Support-Material	21	6	29%	72%
Fisch	1	0	0%	0%	Saure Saucen	495	22	4%	22%
Fleisch	239	11	5%	26%	Schokolade	594	10	2%	8%
frisches Fleisch	22	2	9%	56%	Service Artikel	84	1	1%	51%
frisches Gebäck	9	1	11%	39%	Shop-Supplies	167	1	1%	10%
Fruchtsäfte	246	88	36%	69%	Snacks	463	74	16%	46%
Gefrierfach	854	102	12%	45%	Soda	453	203	45%	88%
Gelbe Fette	72	24	33%	67%	Sorbo	60	0	0%	0%
Gemüsekonserven	264	28	11%	36%	Spirituosen	31	0	0%	0%
Gesunde Ernährung	224	0	0%	0%	Suppen	365	29	8%	29%
Gewürze	513	22	4%	22%	Süßwaren	700	33	5%	14%
haltbare Milch	213	40	19%	63%	Tabak	7	1	14%	91%
inländisch	161	3	2%	18%	Tierfutter	369	16	4%	29%
Kaffee Tee	478	52	11%	39%	Waschmittel	266	25	9%	19%
Kaffemilch	55	18	33%	68%	Weine	561	68	12%	50%
Käse AV / AGM	15	0	0%	0%	Wertpapiere	5	1	20%	99%
Kekse	730	43	6%	16%	Windeln	106	2	2%	0%
Kinderernährung	313	10	3%	25%	Zucker	64	10	16%	65%
Körperpflege	1087	9	1%	4%	Summe	13188	1239	9%	50%

Da die A-Artikel in einem eigenen Kommissioniersystem kommissioniert werden, wurden diese Artikel aussortiert und von der weiteren Betrachtung ausgenommen. Die übrigen Artikel, die den Klassen B und C angehören, werden im nächsten Schritt mit einer XYZ-Analyse weiter analysiert.

3.2 XYZ-Analyse

Der Bedarf der Artikel an einzelnen Wochentagen unterliegt gewissen Schwankungen, die auf das Kaufverhalten der Konsumenten zurückgeführt werden kann. Da die meisten Filialen Sonntags geschlossen sind, ergibt sich daraus z.B. ein erhöhter Bedarf am Montag, ebenso können Wochentage vorm Wochenende einen erhöhten Bedarf haben.²⁶

Um die Schwankungen zwischen den einzelnen Wochentagen auszugleichen, wird hier ebenso wie bei der ABC-Analyse mit dem durchschnittlichen Wochenbedarf gerechnet. Dies ermöglicht einen Vergleich der Wochen untereinander, wodurch festgestellt werden kann, wie regelmäßig sich der Bedarf eines Artikels von Woche zu Woche verhält. Durch den Ausgleich der täglichen Schwankungen, wird jedoch ebenso der Einfluss von Feiertagen, an denen kein Bedarf anfällt, sowie den bedarfsstarken Tagen vor den Feiertagen, ausgeglichen.

Ein häufig verwendetes Maß zur Einordnung der Artikel in die einzelnen Klassen bei der XYZ-Analyse ist der Variationskoeffizient.²⁷ Der Variationskoeffizient beschreibt die Standardabweichung in Relation zum Mittelwert einer Variable, in diesem Fall dem Bedarf und wird wie folgt berechnet:²⁸

$$VKoeff(Artikel) = \frac{\sqrt{Varianz(Artikel)}}{Mittelwert(Artikel)}$$

3.3 X-Artikel

Die in der Literatur verwendeten Grenzen für die Einteilung von X-, Y- und Z-Artikeln sind sehr verschieden und je nach Beschaffenheit der vorliegenden Daten werden Artikel teilweise nur bis zu einem Variationskoeffizienten von 0,1 als X-Artikel eingestuft, in anderen Beispielen wiederum werden Artikel bis zu einem Variationskoeffizienten von über 0,5 zu den X-Artikeln gezählt. Für dieses Fallbeispiel wurde aufgrund der vorhanden Daten und der Eigenschaften der einzelnen Artikel ein Variationskoeffizient von 0,3 als Grenze festgelegt. Somit zählen alle Artikel, die einen Variationskoeffizienten kleiner als 0,3 haben zu den X-Artikeln.

In Abbildung 3.3 sind die Artikel sortiert nach ihren Variationskoeffizienten als Kurve dargestellt. Der maximale Variationskoeffizient beträgt dabei 7,2. In der Kurve ist zu sehen, dass der Variationskoeffizient der einzelnen Artikel zunächst langsam ansteigt,

²⁶Vgl. EHI Retail Institute 2018.

²⁷Vgl. Conze et al. 2012, S.727.

²⁸Vgl. Schröder 2018.

die Kurve ab einem Variationskoeffizienten von 2 steiler wird, und im Maximum wieder abflacht. Das bedeutet, dass bei den regelmäßigeren Artikeln viele Artikel einen ähnlichen Variationskoeffizienten haben, die Variationskoeffizienten dann weiter auseinander liegen. Das Abflachen der Kurve am Ende, nahe dem Maximum, zeigt an, dass aber wiederum viele Artikel einen Variationskoeffizienten haben der annähernd dem Maximum von 7,2 entspricht.

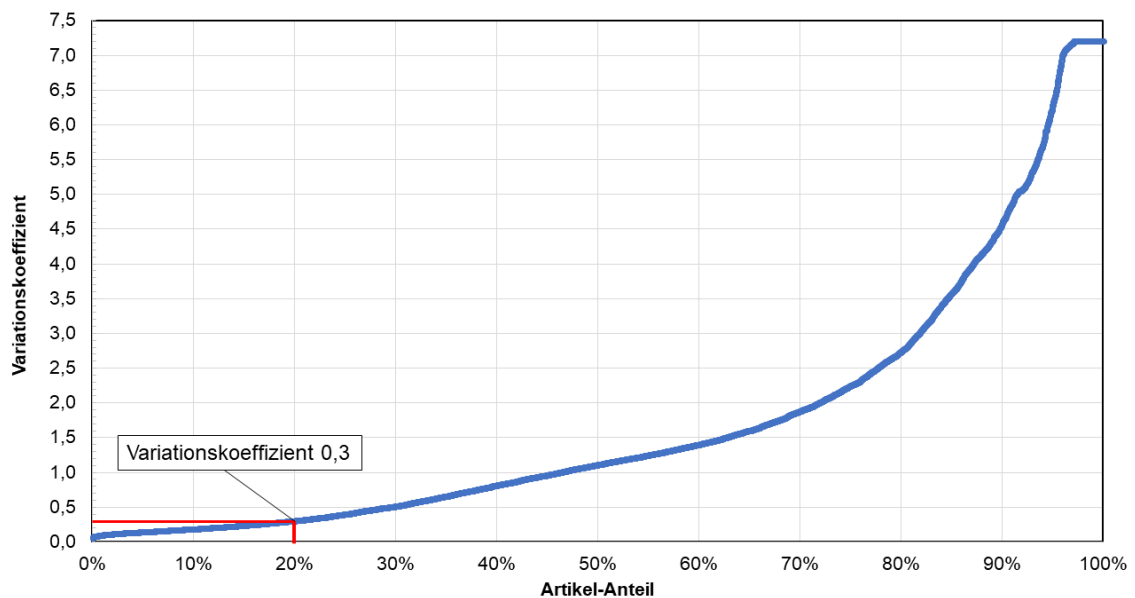


Abbildung 3.3: Darstellung der Artikel nach ihrem VKoeff

In Abbildung 3.4 sind zwei verschiedene Artikel dargestellt, die beide zu den X-Artikel zählen, jedoch unterschiedliche Variationskoeffizienten aufweisen. Die blau gestrichelte Linie zeigt einen Artikel der mit einem Variationskoeffizienten von nur 0,06 einen über das gesamte Jahr nahezu konstanten Bedarf hat. Die rote Linie zeigt einen Artikel, der mit einem Variationskoeffizienten von 0,27 gerade noch in die Klasse der X-Artikel fällt, dessen Bedarf jedoch trotzdem noch als mehr oder weniger regelmäßig klassifiziert werden kann.

Ebenfalls als X-Artikel klassifiziert wurden Artikel, deren Standardabweichung auf das Jahr gesehen weniger als zwei Colli beträgt. Artikel mit einem hohen durchschnittlichen Wochenbedarf und einer so geringen Standardabweichung haben ebenfalls einen sehr niedrigen Variationskoeffizienten. Bei Artikeln, die einen geringen durchschnittlichen Wochenbedarf haben, fällt diese geringe Abweichung im Bezug auf den durchschnittlichen Wochenbedarf stärker ins Gewicht, was sich durch einen deutlich höheren Variationskoeffizienten zeigt. Absolut gesehen haben solche geringen Schwankungen für die Pufferlagerung und Nachschubsteuerung nur einen geringen Einfluss, weswegen diese Artikel ebenfalls als X-Artikel betrachtet werden.

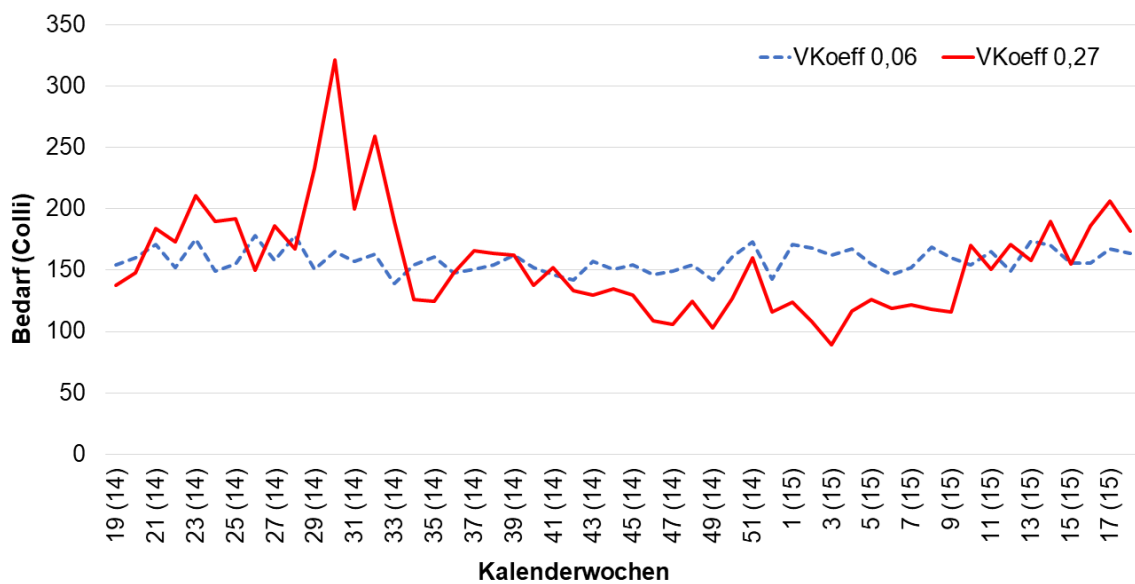


Abbildung 3.4: Bedarfskurven von X-Artikeln mit verschiedenen VKoeff

Insgesamt trifft zumindest eines dieser beiden Kriterien auf 2.796 Artikel zu, womit diese Artikel als regelmäßig gelten und zu den X-Artikeln zählen. Bezogen auf die Gesamtheit der 13.188 Artikel ergibt sich dadurch ein X-Anteil von ca. 21%. Wie bereits erwähnt wurden jedoch nicht alle Artikel einer XYZ-Analyse unterzogen sondern nur solche, die als Mittel- und Langsamdreher gelten und somit als B- oder C-Artikel klassifiziert wurden. Die 1.239 Schnelldreher, die zu den A-Artikeln zählen, wurden nicht auf die Regelmäßigkeit ihres Bedarfs untersucht. Es ist jedoch möglich und durchaus auch sehr wahrscheinlich, dass der Bedarf einiger A-Artikel so regelmäßig ist, dass sie als X-Artikel klassifiziert werden können. Unter Ausschluss der A-Artikel und alleiniger Betrachtung der 11.949 B- und C-Artikel stellen die X-Artikel somit einen höheren Anteil von über 23% dar.

Die Zugehörigkeit der X-Artikel zu den jeweiligen Produktgruppen ist in Tabelle 3.3 dargestellt. In fast allen der 51 Produktgruppen gibt es zumindest einen Artikel, der als X-Artikel klassifiziert werden kann. Lediglich in fünf Produktgruppen gibt es keinen einzigen X-Artikel. Die Produktgruppen ohne X-Artikel sind rot markiert (Drogerieartikel, Finanzverwaltung, Fisch, frisches Gebäck, Lektüre) und haben gemeinsam, dass sich generell nur sehr wenige Artikel in diesen Produktgruppen befinden. Ebenso, wie dadurch erklärt werden kann, dass in vier von diesen Produktgruppen (außer frisches Gebäck) kein einziger A-Artikel zu finden ist, ist ein Auftreten eines X-Artikels bei nur so wenigen Artikeln in einer Produktgruppe deutlich unwahrscheinlicher als in anderen, größeren Produktgruppen. Das ist dadurch begründet, dass bei 23% im Schnitt nur jeder vierte bis fünfte Artikel ein X-Artikel ist, bei Produktgruppen mit nur einem Artikel ist das

Auftreten für einen einzigen X-Artikel somit bei 23% und nicht sehr wahrscheinlich. Bei der Produktgruppe frisches Gebäck hingegen, müssten unter acht Artikeln mindestens ein bis zwei X-Artikel sein. Da dies nicht der Fall ist, kann angenommen werden, dass die Artikel dieser Produktgruppe einen eher unregelmäßigen Verbrauch aufweisen.

Tabelle 3.3: Produktgruppen der X-Artikel

Gruppe	Anz.	X	X%	Bedarf	Gruppe	Anz.	X	X%	Bedarf
Beers	302	26	9%	13%	Lektüre	1	0	0%	0%
Brot / Aufbackware	117	28	24%	25%	Mehl	261	36	14%	20%
Brotscheibe	241	114	47%	61%	Non Food	51	9	18%	1%
Drogerieartikel	3	0	0%	0%	Obstkonserven	91	16	18%	25%
Eier	14	6	43%	39%	Papierwaren	66	20	30%	47%
Emballage	46	24	52%	10%	Reinigungsmittel	405	66	16%	23%
Ersatzstoffe Frühstück	315	107	34%	38%	Reis und Nudeln	683	140	20%	28%
Finanzverwaltung	1	0	0%	0%	Sales Support-Material	15	10	67%	95%
Fisch	1	0	0%	0%	Saure Saucen	473	127	27%	33%
Fleisch	228	42	18%	21%	Schokolade	584	94	16%	24%
frisches Fleisch	20	1	5%	0%	Service Artikel	83	11	13%	21%
frisches Gebäck	8	0	0%	0%	Shop-Supplies	166	69	42%	25%
Fruchtsäfte	158	40	25%	30%	Snacks	389	88	23%	40%
Gefrierfach	752	123	16%	17%	Soda	250	59	24%	34%
Gelbe Fette	48	21	44%	48%	Sorbo	60	12	20%	41%
Gemüsekonserven	236	85	36%	42%	Spirituosen	31	1	3%	0%
Gesunde Ernährung	224	55	25%	37%	Suppen	336	79	24%	30%
Gewürze	491	167	34%	49%	Süßwaren	667	153	23%	22%
haltbare Milch	173	43	25%	41%	Tabak	6	3	50%	22%
inländisch	158	52	33%	48%	Tierfutter	353	147	42%	58%
Kaffee Tee	426	83	19%	22%	Waschmittel	241	30	12%	11%
Kaffemilch	37	16	43%	57%	Weine	493	104	21%	26%
Käse AV / AGM	15	9	60%	60%	Wertpapiere	4	1	25%	4%
Kekse	687	131	19%	28%	Windeln	104	43	41%	49%
Kinderernährung	303	161	53%	65%	Zucker	54	16	30%	49%
Körperpflege	1078	128	12%	19%	Summe	11949	2796	23%	32%

Wie bereits erwähnt, wurden nur die B- und C-Artikel einer XYZ-Analyse unterzogen und daher ist zu beachten, dass der prozentuale Artikelanteil bzw. Bedarf sich nur auf jene 11.949 Artikel bezieht, die als B- oder C-Artikel klassifiziert wurden. Allgemein ist in Tabelle 3.3 zu sehen, dass es anders als bei der Produktgruppenverteilung der A-Artikel keine Produktgruppen gibt, die einen extrem hohen Anteil an X-Artikeln haben. Da in den meisten Produktgruppen Artikel zusammengefasst sind, die zum Teil sehr unterschiedliche Merkmale aufweisen, gibt es fast überall Artikel mit sehr regelmäßigem aber auch sehr unregelmäßigem Bedarf. Auch auf den Jahresbedarf bzw. den durchschnittlichen Wochenbedarf bezogen, gibt es sowohl X-Artikel mit einem sehr niedrigem Bedarf als auch welche mit sehr hohem.

Wie in Kapitel 2.1.2 erwähnt, sind typische X-Artikel Toilettenpapier oder Tierfutter, was sich auch in den Daten widerspiegelt. Bei den fünf Artikeln mit dem niedrigsten Variationskoeffizienten (0,06 und 0,07) handelt es sich ausschließlich um Tierfutter und

Toilettenpapier. Aber auch in anderen Produktgruppen gibt es vereinzelt Artikel die mit unter 0,1 einen sehr geringen Variationskoeffizienten haben und deren Bedarf damit das ganze Jahr annähernd gleich ist.

X-Artikel sind gekennzeichnet durch eine hohe Regelmäßigkeit und dadurch, dass keine großen Schwankungen auftreten. Dadurch ist es möglich X-Artikel das ganze Jahr über in den gleichen Mengen im Pufferlager einzulagern bzw. deren Nachschub gleich zu steuern, ohne dass es zu signifikanten Fehlmengen kommt. Aufgrund dieser Eigenschaft wurden die X-Artikel aus den Datensätzen aussortiert da eine weitere Analyse und Einteilung für die Lagerung und den Nachschub nicht relevant ist. Da sich die Planung der Y- und Z-Artikel dahingegen weitaus schwieriger gestaltet, werden diese Artikel im Folgenden genauer analysiert.

3.4 Y- und Z-Artikel

Die restlichen 9.153 Artikel zählen zu den Y- und Z-Artikeln. Die Gruppe der BCYZ-Artikel macht somit gesamt 69% aller 13.188 Artikel und 77% der 11.949 mit XYZ-Analyse analysierten B- und C-Artikel aus. Die Y- und Z-Artikel starten bei einem Variationskoeffizienten von 0,3 und manche Artikel erreichen sogar Variationskoeffizienten von über 4. Das bedeutet, dass die Standardabweichung bei über 400% des durchschnittlichen Wochenbedarfs eines Artikels liegt.

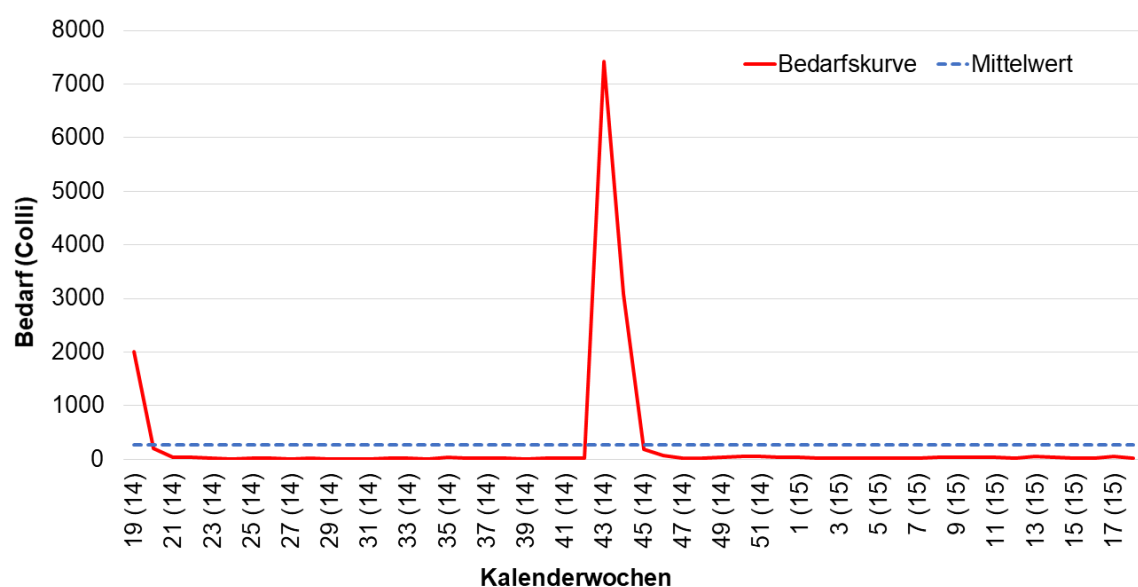


Abbildung 3.5: Bedarfskurve für einen Artikel mit einem VKoeff von 4,12

In Abbildung 3.5 ist ein Beispiel für einen Artikel zu sehen, der mit einem Variationskoeffizienten von 4,12 eine der größten Unregelmäßigkeiten aufweist. Der wöchentliche Bedarf reicht dabei von fünf Colli in der schwächsten bis zu 7.414 Colli in der Woche mit dem höchsten Bedarf. Der Peak in KW 27 erhöht dabei den durchschnittlichen Wochenbedarf so stark, dass dadurch in jeder anderen KW eine starke Abweichung vom Mittelwert vorliegt, wodurch die Standardabweichung und damit auch der Variationskoeffizient dieses Artikels überdurchschnittlich hoch ist.

Kann man bei Artikeln mit einem Variationskoeffizienten von bis zu 0,3 noch von einem regelmäßigen Bedarf sprechen, gestaltet es sich mit zunehmendem Variationskoeffizienten immer schwieriger, Artikel nur anhand von ihrem Variationskoeffizienten zu klassifizieren. Eine Einteilung in Artikel mit saisonalem Bedarf (Y-Artikel) und unregelmäßigem Bedarf (Z-Artikel) ist daher nur anhand des Variationskoeffizienten nicht möglich.

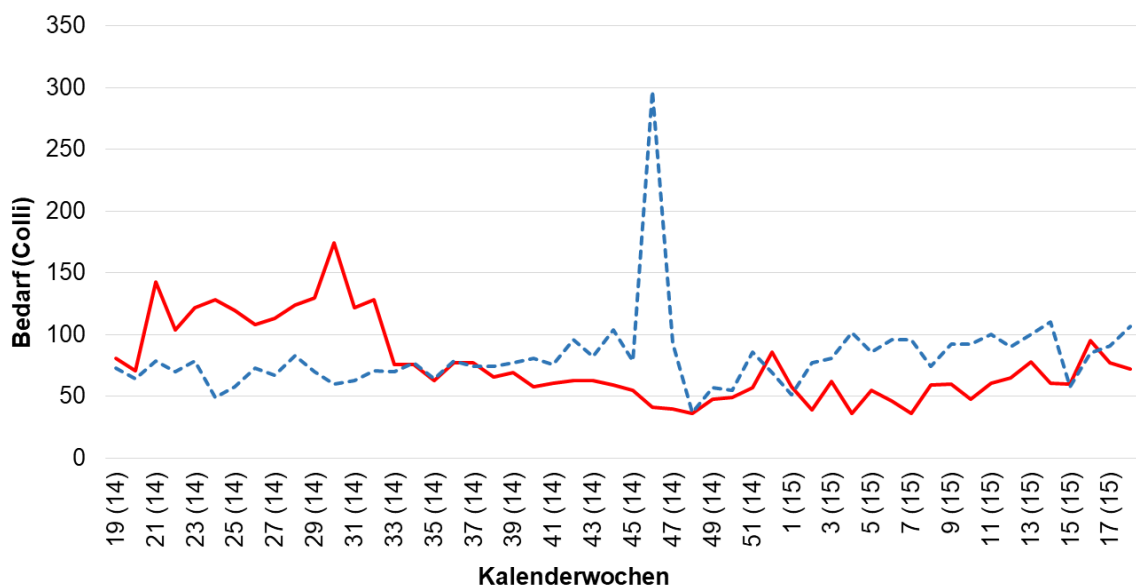


Abbildung 3.6: Bedarfskurven von YZ-Artikeln mit einem VKoeff von 0,41

In Abbildung 3.6 sind zwei Artikel dargestellt, die annähernd den gleichen Variationskoeffizienten haben. Wie zu sehen ist, sind beide Artikel über einen längeren Zeitraum relativ regelmäßig, der eine Artikel weist jedoch einen Peak in KW 46 auf, während der andere Artikel saisonal für ca. zehn Wochen einen höheren Bedarf hat. Damit handelt es sich trotz gleichem Variationskoeffizienten um genau die zwei Formen von Bedarfskurven die voneinander unterschieden werden sollen.

Mit zunehmendem Variationskoeffizienten wird der Unterschied der Bedarfskurven noch gravierender. Wie in Abbildung 3.7 zu sehen ist, unterscheiden sich die beiden Bedarfskurven zweier Artikel mit einem Variationskoeffizienten von 1,21 noch extremer. Die rote

Linie repräsentiert einen Artikel, der eindeutig als saisonal eingestuft werden kann, wohingegen der Bedarf des Artikels mit der blau gestrichelten Linie vollkommen unregelmäßig ist.

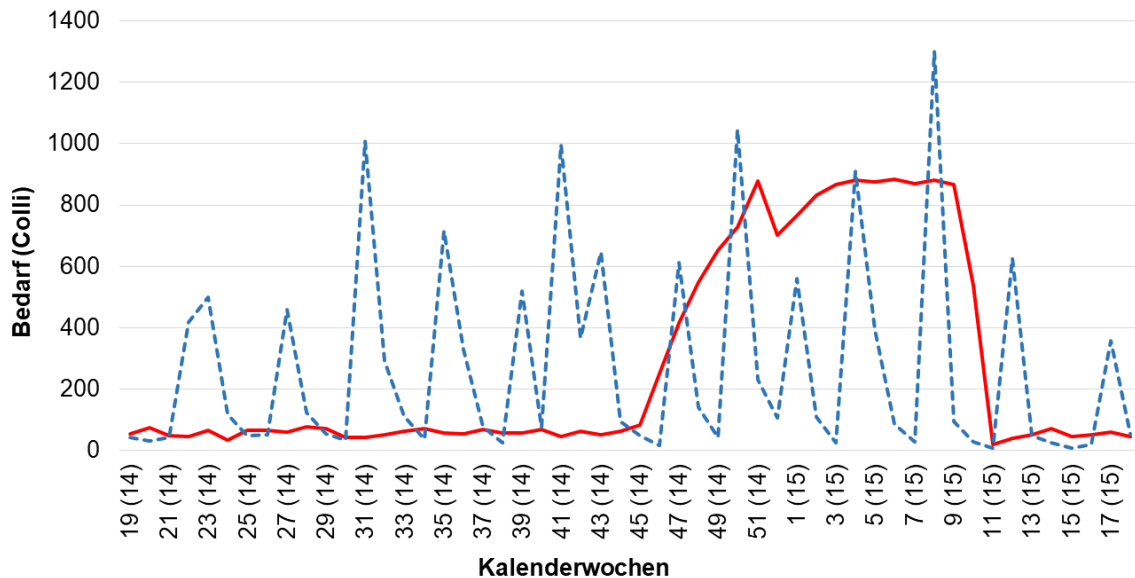


Abbildung 3.7: Bedarfskurven von YZ- Artikeln mit einem VKoeff von 1,21

Wie in den beiden Beispielen zu sehen, ist daher eine Einteilung in saisonale und unregelmäßige Artikel anhand des Variationskoeffizienten nicht möglich. Auch mithilfe anderer Parameter wie z.B. die Steigung der Bedarfskurven, Mittelwerte ohne Extrema, etc. können die Artikel nicht eindeutig zugeordnet werden. Ein Grund dafür ist, dass sich bei vielen Artikeln mehrere Einflüsse überlagern und dadurch die Bedarfskurven mancher Artikel sowohl eine saisonale Komponente als auch vollkommen unregelmäßige Komponenten aufweisen.

Um eine genauere Betrachtung der Y- und Z-Artikel zu ermöglichen, besteht die Möglichkeit die Artikel nach der Häufigkeit ihres Bedarfs zu unterscheiden. Unter den 9.153 Y- und Z-Artikeln weist etwas weniger als die Hälfte aller Artikel (4.066 Artikel) einen wöchentlichen Bedarf in allen 52 KW des Betrachtungszeitraums von einem Jahr auf. Bei allen übrigen der 5.087 Artikel gibt es für jeden Artikel zumindest eine KW in der für diesen kein Bedarf vorliegt. Fast 200 der Artikel weisen sogar nur einen Bedarf in einer einzigen Woche auf. Die Artikel mit wöchentlichem Bedarf weisen daher einen wöchentlichen Grundbedarf mit saisonalen und/oder unregelmäßigen Komponenten auf, die Artikel ohne wöchentlichen Bedarf bestehen ohne Grundbedarf nur aus solchen Komponenten. Um diese beiden Möglichkeiten separat betrachten zu können werden die Y- und Z-Artikel im Folgenden in YZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf und YZ-Artikel ohne wöchentlichem Bedarf weiter unterteilt und getrennt voneinander analysiert.

3.4.1 Analyse der YZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf

Wie bereits erwähnt haben in Summe 4.066 der Y- und Z-Artikel einen wöchentlichen Bedarf. Sowohl der Jahresbedarf als auch der maximale und minimale Wochenbedarf und somit auch die Standardabweichungen und Variationskoeffizienten dieser 4.066 Artikel sind dabei sehr unterschiedlich. Der Bedarf in den einzelnen Wochen reicht dabei von einem Colli bis hinzu über 7.000 Colli (über 150 Paletten). Die regelmäßigsten Artikel haben einen Variationskoeffizienten von 0,3 womit sie gerade nicht mehr als X-Artikel eingestuft werden, wohingegen der höchste Variationskoeffizient bei 4,62 liegt. Der durchschnittliche Variationskoeffizient aller Artikel liegt bei 0,94, was in etwa einer durchschnittlichen Standardabweichung in Höhe des durchschnittlichen Wochenbedarfs entspricht.

Bei der genauen Analyse der Artikel fällt auf, dass innerhalb der Produktgruppen gewisse Schwankungen vermehrt auftreten und die Artikel untereinander manche Gemeinsamkeiten aufweisen, wie z.B. dass viele Artikel in bestimmten Wochen einen erhöhten Bedarf hatten. Dennoch sind die Bedarfskurven der einzelnen Artikeln bei der Betrachtung des gesamten Zeitraumes sehr unterschiedlich, wodurch das Artikelverhalten innerhalb einzelner Gruppen nicht verallgemeinert werden kann. Für ein besseres Verständnis der aufgetretenen Schwankungen und Eigenheiten einzelner Artikel werden im Folgenden die drei Produktgruppen Beers, Weine und Suppen ausführlicher beschrieben.

In Tabelle 3.4 ist eine Verteilung des Bedarfs auf die einzelnen Wochen gegeben. Die prozentualen Angaben unter den Produktgruppen stehen dabei für den Anteil am Bedarf in einer Woche gemittelt über alle Artikel der Produktgruppe. 5,8% bei den Bieren bedeutet dabei z.B., dass alle Artikel der Produktgruppe Beers im Mittel 5,8% ihres Gesamtbedarfs in KW 32 hatten. Die Spalte „Anz.“ bezieht sich auf alle Produktgruppen und zeigt an, wie viele der gesamt 4.066 Artikel in dieser KW ihr Maximum hatten.

Die rot markierten Wochen sind die Wochen in denen entweder am seltensten Artikel ihre Maxima hatten oder der durchschnittliche Bedarf einer Produktgruppe am niedrigsten war. Dabei gab es in KW 42(14) auf alle Produktgruppen bezogen, die wenigsten Bedarfsmaxima, in den KW 3(15), 24(14) und 3(15) war das Gesamtbedarf im Mittel in den Produktgruppen Beers, Suppen und Weine am geringsten. Die blau markierten Wochen hingegen sind jene Wochen mit der jeweils höchsten Maximaanzahl bzw. dem größten durchschnittlichen Bedarf. KW 51(14) weist die höchste Maximaanzahl auf und in den KW 30(14), 7(15), 52(14) ist bei den Artikeln der Produktgruppen Beers, Suppen und Weine im Mittel der höchste Anteil am Gesamtbedarf angefallen.

Wie bereits erwähnt, hatten in der blau markierten KW 51 die meisten Artikel bezogen auf alle Produktgruppen ihr Bedarfsmaximum. Im Jahr 2014 war das die Woche vor Weihnachten, was darauf schließen lässt, dass besonders viele Artikel unmittelbar vor Weihnachten am häufigsten gekauft werden und Weihnachten daher einen großen Einflussfaktor darstellt.

Tabelle 3.4: Verteilung des Bedarfs auf die KW (1)

KW	Anz.	Beers	Suppen	Weine	KW	Anz.	Beers	Suppen	Weine
19 (14)	72	1,71%	1,38%	1,50%	45 (14)	58	1,28%	1,73%	1,64%
20 (14)	70	1,62%	1,54%	1,56%	46 (14)	61	1,26%	2,13%	1,31%
21 (14)	80	2,81%	1,38%	2,05%	47 (14)	67	1,92%	2,27%	1,74%
22 (14)	60	2,75%	1,49%	3,06%	48 (14)	48	1,76%	3,21%	2,18%
23 (14)	90	3,16%	2,13%	2,27%	49 (14)	95	1,50%	2,46%	1,90%
24 (14)	56	2,84%	1,04%	1,53%	50 (14)	80	1,34%	2,41%	2,74%
25 (14)	61	2,84%	1,40%	1,75%	51 (14)	262	1,79%	2,86%	2,66%
26 (14)	57	2,96%	2,12%	2,35%	52 (14)	88	2,29%	1,74%	3,72%
27 (14)	71	2,69%	1,50%	2,11%	1 (15)	73	2,08%	1,61%	2,10%
28 (14)	99	2,26%	2,34%	2,08%	2 (15)	83	1,03%	2,78%	1,13%
29 (14)	98	3,54%	1,20%	1,61%	3 (15)	60	0,99%	1,98%	1,07%
30 (14)	141	5,80%	1,77%	3,12%	4 (15)	47	1,29%	2,53%	1,39%
31 (14)	73	2,80%	1,27%	1,44%	5 (15)	84	1,42%	2,10%	1,74%
32 (14)	94	2,84%	1,66%	1,57%	6 (15)	55	1,39%	2,78%	1,91%
33 (14)	52	2,06%	1,54%	1,39%	7 (15)	159	1,35%	3,45%	1,51%
34 (14)	58	1,59%	1,71%	1,42%	8 (15)	104	1,63%	1,56%	1,57%
35 (14)	88	1,57%	2,00%	2,14%	9 (15)	121	1,45%	2,34%	1,56%
36 (14)	44	1,70%	1,37%	2,14%	10 (15)	127	1,24%	1,70%	1,77%
37 (14)	78	1,65%	1,64%	1,60%	11 (15)	85	1,36%	1,39%	1,71%
38 (14)	46	1,76%	1,94%	1,88%	12 (15)	63	1,65%	1,63%	2,26%
39 (14)	75	1,58%	1,34%	2,12%	13 (15)	63	1,55%	1,56%	2,57%
40 (14)	43	1,44%	1,60%	1,83%	14 (15)	96	1,61%	2,75%	2,07%
41 (14)	31	1,40%	1,51%	1,46%	15 (15)	65	1,33%	1,98%	1,93%
42 (14)	26	1,26%	2,61%	1,66%	16 (15)	77	1,72%	1,35%	1,71%
43 (14)	54	1,91%	2,32%	2,39%	17 (15)	88	1,82%	2,12%	2,17%
44 (14)	65	1,86%	2,14%	1,51%	18 (15)	75	1,52%	1,62%	2,39%

3.4.1.1 Produktgruppe Beers

Die Produktgruppe Beers liegt mit einem durchschnittlichen Variationskoeffizienten von 0,83 etwas unter dem Durchschnitt aller Produkte. In Abbildung 3.8 sind die Bedarfskurven für zwei Artikel aus der Produktgruppe Beers gezeigt.

Die blau gestrichelte Linie zeigt einen Radler, der sein Bedarfsmaximum in KW 30 hat, in jener Woche, in der ebenso im Mittel der höchste Anteil am Bedarf jedes Artikels der Produktgruppe Beers angefallen ist. Diese extreme Spitze in KW 30 weisen vor allem

Radler auf, normale Biere können in dieser Woche nur einen minimal höheren Bedarf aufweisen. In der Vorwoche (KW 29) waren die Temperaturen in der betrachteten Region überdurchschnittlich hoch, was augenscheinlich zum vermehrten Kauf und damit in den darauffolgenden Tagen zu einem erhöhten Bedarf an Radler in den Filialen geführt hat. Aufgrund dieser extremen Spitzen, haben in der Produktgruppe Beers auch Radler die mit Abstand höchsten Variationskoeffizienten. Wo manche Radler einen Variationskoeffizienten von über 3 aufweisen, liegen die der normalen Biere unter 2.

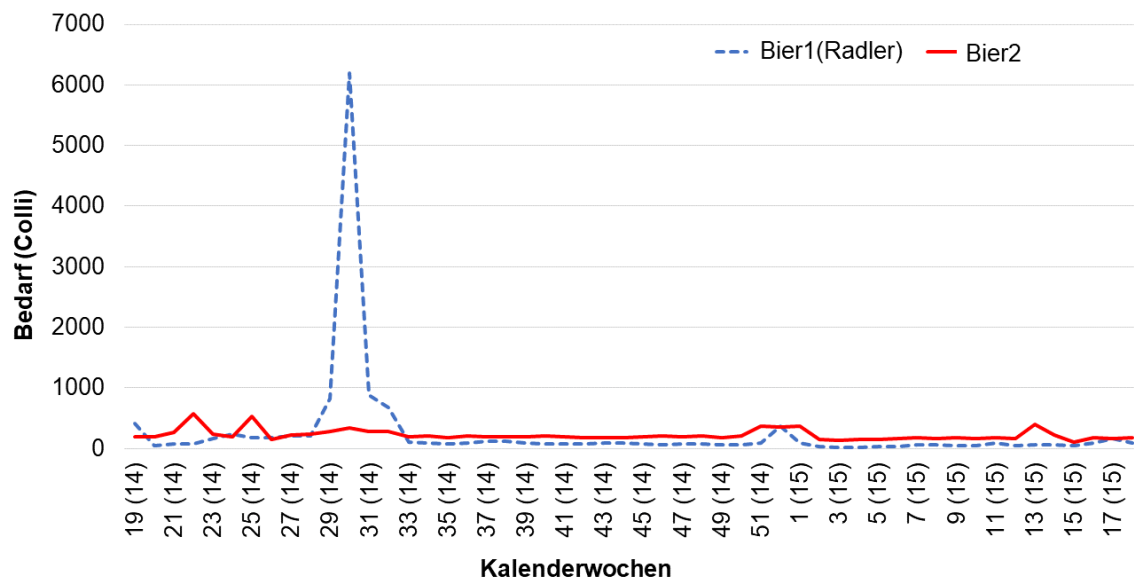


Abbildung 3.8: Vergleich der Bedarfskurven für Bier und Radler

Die rote Linie zeigt ein normales Bier, das neben den KW 22 (14), 25 (14) und 30 (14), was auf Feiertage wie Pfingsten, Christi Himmelfahrt oder auch erhöhte Temperaturen zurückgeführt werden kann, auch in den KW 51 (14), 52 (14) und 1 (15) einen erhöhten Bedarf hatte. Neben den Sommermonaten und Feiertagen sind diese Wochen ebenso typisch für einen erhöhten Verbrauch der Artikel der Produktgruppe Beers, was daran liegt, dass Biere vor und um Weihnachten und Silvester vermehrt nachgefragt werden.

3.4.1.2 Produktgruppe Weine

Die Produktgruppe Weine liegt mit einem durchschnittlichen Variationskoeffizienten von 1,24 deutlich über dem Durchschnitt aller Artikel, was sich bei den Bedarfskurven durch häufig auftretende extreme Spitzen zeigt. Ebenso wie die Produktgruppe Beers hat die Produktgruppe Weine im Allgemeinen um Weihnachten und Silvester einen erhöhten Bedarf, was sich auch dadurch zeigt, dass in KW 52 der größte Anteil des Bedarfs angefallen ist. Ein Großteil der Artikel der Produktgruppe Weine weist jedoch extreme Bedarfsspitzen in Wochen auf, in denen keine speziellen Gründe dafür vorliegen.

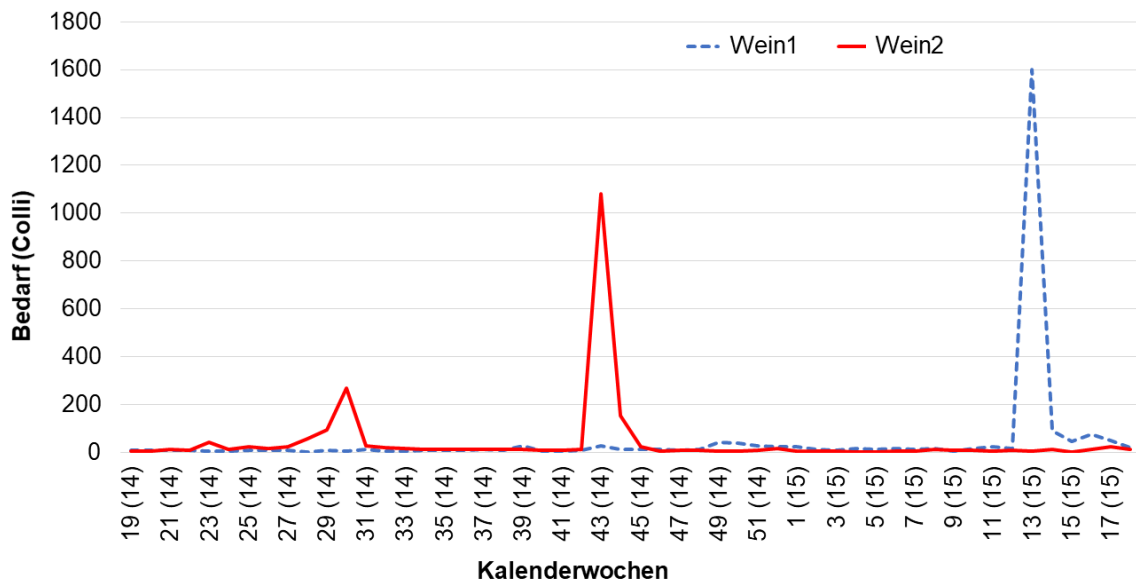


Abbildung 3.9: Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Weine

In Abbildung 3.9 sind die Bedarfskurven von zwei verschiedenen Weinen gezeigt, welche ihre Bedarfsspitzen zu völlig unterschiedlichen Zeitpunkten haben. Bei der Betrachtung anderer Weine erscheinen die vorkommenden Schwankungen relativ zufällig, da es kaum Übereinstimmungen zwischen den einzelnen Artikeln gibt. Ein möglicher Grund für derartige Schwankungen sind Aktionen auf bestimmte Weinsorten, die die Kunden zum Kauf animieren. Da keine Daten über Aktionszeiträume vorhanden sind, dies jedoch die plausibelste Erklärung ist, kann angenommen werden, dass der größte Einflussfaktor für Schwankungen in der Produktgruppe Weine Aktionen sind, womit der Grund für diese Schwankung den geschäftspolitischen Fundamentalzyklen zugeordnet werden kann.

3.4.1.3 Produktgruppe Suppen

Die Produktgruppe Suppen liegt mit einem durchschnittlichen Variationskoeffizienten von 0,94 genau im Durchschnitt aller Y- und Z-Artikel mit wöchentlichem Bedarf und es hat sich gezeigt, dass im Schnitt ein höherer Bedarf eher in den kälteren Jahreszeiten aufgetreten ist. In Abbildung 3.10 sind die Bedarfskurven für zwei Artikel aus der Produktgruppe Suppen gezeigt. Beide Artikel weisen eher zufällige Bedarfsspitzen auf, wodurch angenommen werden kann dass es sich entweder um zufällige Schwankungen oder um Schwankungen aufgrund von Aktionen handelt.

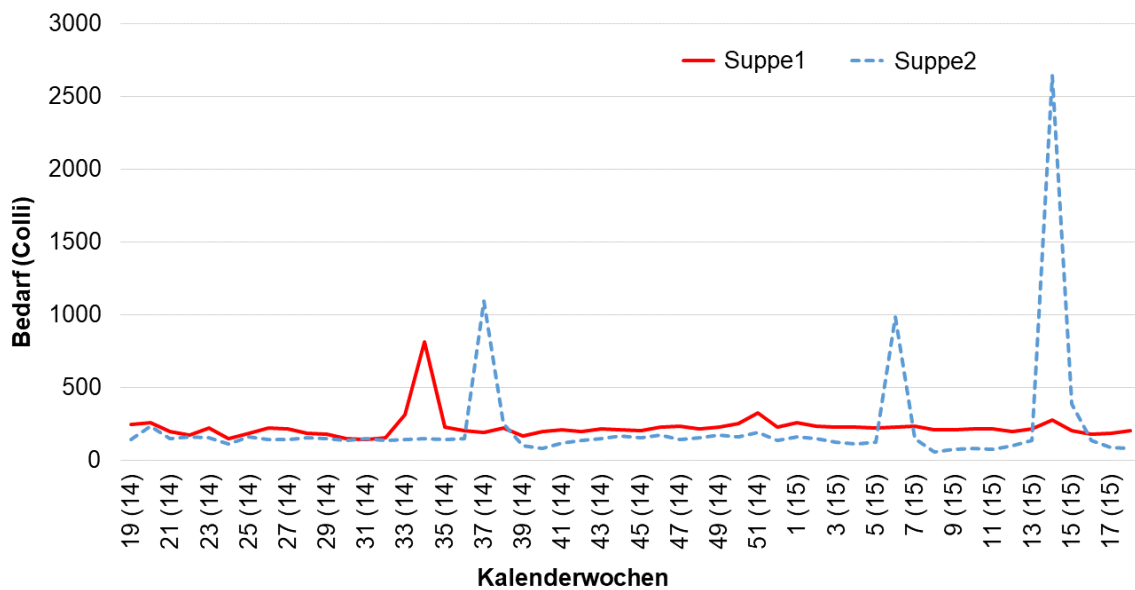


Abbildung 3.10: Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Suppen

3.4.2 Analyse der YZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf

Für die Auswahl der X-Artikel wurden der durchschnittliche Wochenbedarf und damit auch der Variationskoeffizient für jeden Artikel bezogen auf alle KW des gesamten Jahres berechnet, was bedeutet, dass bei Artikeln mit Wochen ohne Bedarf in diesen Wochen eine null mit berechnet wurde. Aus diesem Grund sind durch diese Art der Berechnung die Variationskoeffizienten der Y- und Z-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf im Schnitt deutlich höher als bei den Y- und Z-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf. Die Variationskoeffizienten reichen dabei von 0,3 bis 7,21 wobei der durchschnittliche Variationskoeffizient aller 5.087 Artikel mit 2,82 dreimal so hoch ist, wie der der Y- und Z-Artikel mit wöchentlichem Bedarf. Durch diese Art der Berechnung ist es durchaus möglich, dass Artikel, die über viele Wochen einen konstanten Bedarf haben, aber für die nicht in jeder Woche ein Bedarf angefallen ist, einen extrem hohen Variationskoeffizienten haben. Vor allem Artikel, die eventuell erst später ins Sortiment aufgenommen oder vorzeitig aus dem Sortiment genommen wurden, können daher mit dieser Rechenmethode einen sehr hohen Variationskoeffizienten haben, obwohl sie ansonsten als X-Artikel gelten würden. Da jedoch keine Daten vorliegen, wann Artikel in oder aus dem Sortiment genommen wurden, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob es sich um einen X-Artikel mit späterer Einführung oder tatsächlich um einen Y- oder Z-Artikel handelt, der nur in bestimmten Zeiträumen einen Bedarf hat.

In Abbildung 3.11 sind zwei Artikel gezeigt, deren Verlauf in den nachgefragten Wochen zwar sehr ähnlich ist, die aber unter Einberechnung der Wochen ohne Bedarf einen sehr unterschiedlichen Variationskoeffizienten haben. Die blau gestrichelte Linie stellt einen

Artikel dar, der nur in 11 Wochen nachgefragt wurde, und somit aufs Jahr gerechnet einen Variationskoeffizienten von 1,95 hat. Die rote Linie stellt einen Artikel dar, der durch einen Bedarf in 42 Wochen nur einen Variationskoeffizienten von 0,5 hat. Rechnet man bei beiden Artikeln mit einem durchschnittlichen Wochenbedarf der sich nur aus den nachgefragten Wochen zusammensetzen, haben beide Artikel einen Variationskoeffizienten von 0,08.

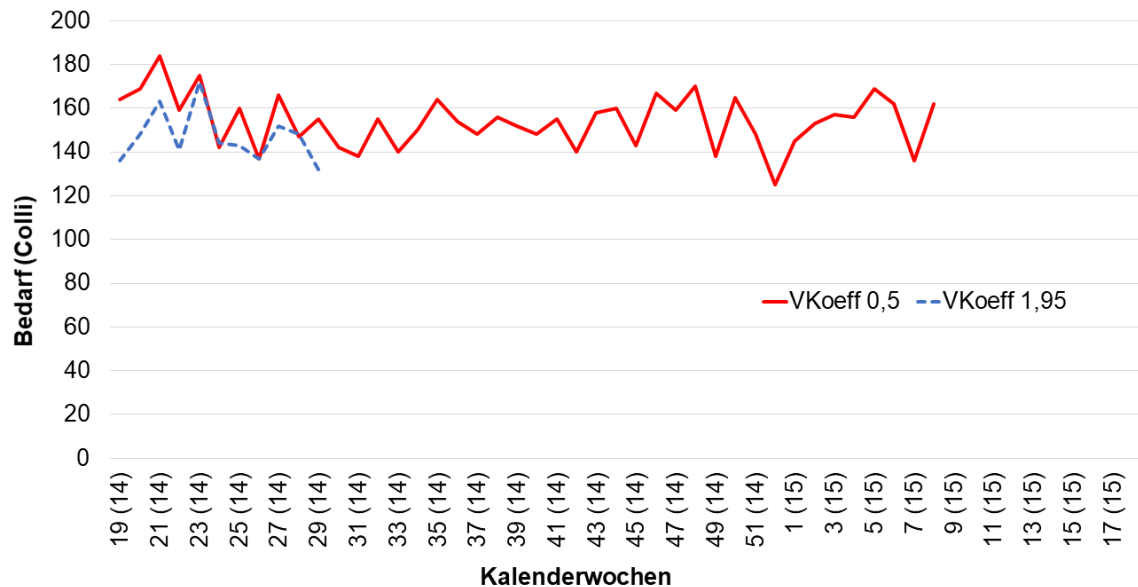


Abbildung 3.11: Bedarfskurven von Artikel mit unterschiedlicher Anzahl nachgefragter KW

Um auch bei den Y- und Z-Artikeln ohne wöchentlichen Bedarf Peaks herausfinden zu können, und damit nicht jede Woche, in der es überhaupt einen Bedarf gab als Peak gilt, werden für die weitere Analyse der Y- und Z-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf die Mittelwerte und Variationskoeffizienten nur aus den Wochen mit Bedarf berechnet. Dadurch reichen die Variationskoeffizienten nur mehr von 0 (bei Artikeln mit Bedarf in nur einer einzigen Woche) bis 4,79, womit sich der durchschnittliche Variationskoeffizient der Artikel auf 0,95 reduziert und damit annähernd gleich wie der durchschnittliche Variationskoeffizient der Y- und Z- Artikel mit wöchentlichem Bedarf ist.

Für einen besseren Überblick der aufgetretenen Schwankungen werden hier ebenfalls im Folgenden die Produktgruppen Gefrierfach und Soda genauer betrachtet. Tabelle 3.5 zeigt wiederum die Häufigkeitsverteilung der Maxima sowie den Anteil am Bedarf der einzelnen Wochen. In der rot markierten Woche (KW 52) hatten nur 38 der 5.087 Artikel ihr Bedarfsmaxima während in der blau markierten KW 11 195 Artikel und somit fast 4% der 5.087 Artikel ihr Bedarfsmaxima hatten. In der Produktgruppe Gefrierfach ist der durchschnittliche Anteil am Gesamtbedarf der einzelnen Artikeln über die Wochen

relativ regelmäßig und befindet sich in einer Spanne von 0,57% in KW 2 die ebenfalls rot markiert ist und 5,33% in KW 15, die in Tabelle 3.5 blau hinterlegt ist. Die Bedarfsverteilung bei Soda hingegen ist weitaus unregelmäßiger und reicht von 0,58% in KW 7 bis zu 12,82% in KW 17.

Tabelle 3.5: Verteilung der Bedarfsmaxima auf die KW (2)

KW	Anz.	Gefrierfach	Soda	KW	Anz.	Gefrierfach	Soda
19 (14)	112	2,68%	1,32%	45 (14)	94	0,70%	0,93%
20 (14)	140	2,83%	1,52%	46 (14)	82	1,13%	2,64%
21 (14)	133	3,37%	1,85%	47 (14)	110	0,62%	0,96%
22 (14)	121	2,64%	1,45%	48 (14)	137	0,85%	1,65%
23 (14)	145	3,09%	1,64%	49 (14)	92	1,65%	0,68%
24 (14)	44	2,18%	1,52%	50 (14)	97	1,98%	0,70%
25 (14)	115	1,91%	1,07%	51 (14)	126	2,28%	1,03%
26 (14)	99	3,55%	0,98%	52 (14)	38	1,00%	0,64%
27 (14)	87	2,12%	1,62%	1 (15)	49	0,64%	0,71%
28 (14)	89	2,19%	1,59%	2 (15)	51	0,57%	0,59%
29 (14)	78	1,94%	1,70%	3 (15)	46	0,68%	0,60%
30 (14)	97	1,92%	1,27%	4 (15)	41	0,81%	0,82%
31 (14)	68	1,49%	1,82%	5 (15)	69	0,91%	0,76%
32 (14)	69	1,56%	2,43%	6 (15)	116	0,77%	0,69%
33 (14)	68	1,74%	2,20%	7 (15)	81	0,93%	0,58%
34 (14)	78	1,82%	0,90%	8 (15)	86	0,77%	1,17%
35 (14)	78	1,82%	2,20%	9 (15)	96	0,96%	0,84%
36 (14)	96	1,35%	0,81%	10 (15)	97	1,00%	7,12%
37 (14)	116	2,64%	1,13%	11 (15)	195	5,16%	2,82%
38 (14)	100	1,60%	0,98%	12 (15)	179	3,01%	2,48%
39 (14)	113	1,67%	0,86%	13 (15)	95	2,31%	3,72%
40 (14)	116	1,54%	0,79%	14 (15)	135	2,64%	2,46%
41 (14)	60	1,16%	1,08%	15 (15)	72	5,33%	4,94%
42 (14)	73	1,89%	1,03%	16 (15)	130	4,23%	5,96%
43 (14)	161	1,16%	1,09%	17 (15)	128	3,67%	12,82%
44 (14)	105	0,75%	0,62%	18 (15)	84	2,78%	6,29%

3.4.2.1 Produktgruppe Gefrierfach

Der Variationskoeffizient der Produktgruppe Gefrierfach beträgt inklusive der Wochen ohne einen Bedarf 2,66. Er ist also etwas geringer als der durchschnittliche Variationskoeffizient aller Y- und Z-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf. Der Variationskoeffizient, nur auf die Wochen mit Bedarf bezogen, liegt mit 0,95 genau im Schnitt. Die Anzahl der Wochen mit Bedarf liegt in dieser Gruppe zwischen einer und 51 Wochen, wobei jede Wochenanzahl vertreten ist, und die durchschnittliche Anzahl nachgefragter Wochen bei 22 liegt.

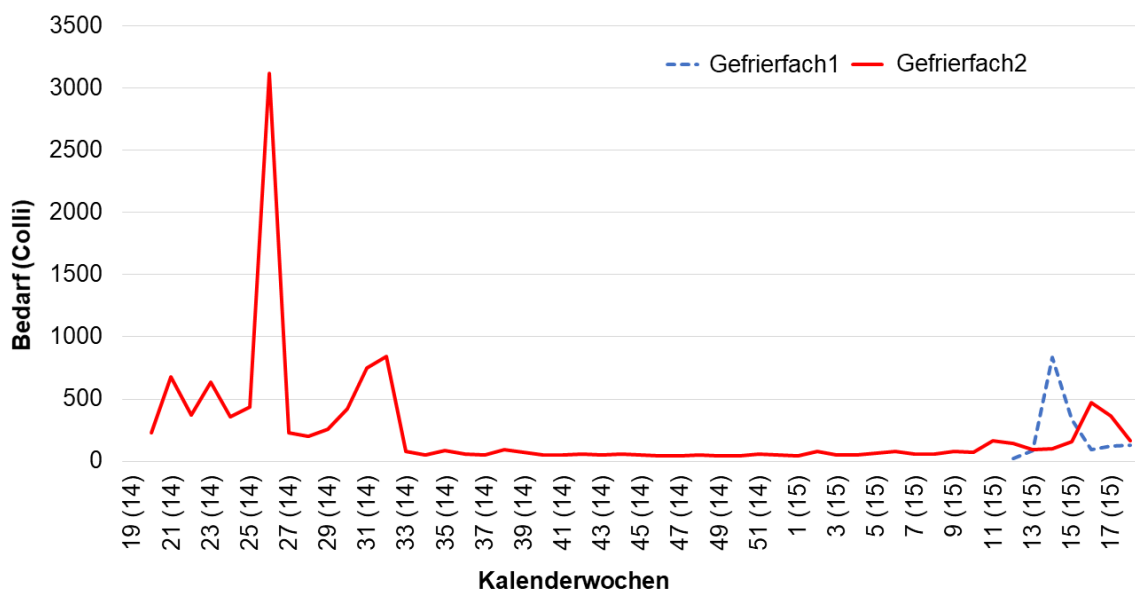


Abbildung 3.12: Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Gefrierfach

In Abbildung 3.12 sind zwei Artikel der Produktgruppe Gefrierfach dargestellt. Die rote Linie zeigt dabei einen Artikel, der in 51 Wochen einen Bedarf hatte, die blau gestrichelte Linie stellt hingegen einen Artikel dar, der nur in 7 Wochen nachgefragt wurde. Der Artikel, der nur in 7 Wochen nachgefragt wurde, hat relativ am Anfang eine Bedarfsspitze, die durch eine Aufnahme ins Sortiment und Bestellung eines Anfangsbestands bedingt sein kann. Ansonsten ist der Zeitraum zu kurz um starke Veränderungen zu sehen. Der Artikel, der durch die rote Linie dargestellt ist, hat einige Bedarfsspitzen, denen zwar keine genauen Ereignisse zugeordnet werden können, jedoch fällt auf, dass die höchsten Bedarfsspitzen zwischen Anfang Mai (KW 19) und Ende August (KW 35) angefallen sind, was dem Allgemeinen Trend der Produktgruppe entspricht.

3.4.2.2 Produktgruppe Soda

Bei der Produktgruppe Soda liegt der Variationskoeffizient mit Null-Wochen bei 2,96, also etwas über dem Variationskoeffizienten aller Produktgruppen. Der Variationskoeffizient ohne Null-Wochen ist mit 0,64 dafür sogar etwa ein Drittel geringer, als jener aller Produktgruppen. Das kann darauf hindeuten, dass Artikel der Produktgruppe Soda viele Wochen ohne Bedarf haben, innerhalb der Wochen mit Bedarf aber sehr regelmäßig sind. Die nachgefragten Wochen reichen hier ebenso wie bei der Produktgruppe Gefrierfach von einer Woche bis zu 51 Wochen mit einem Durchschnitt von 20 Wochen, womit bestätigt ist, dass die Artikel dieser Produktgruppe zumindest öfter Wochen ohne Bedarf haben, als die Artikel der Produktgruppe Gefrierfach.

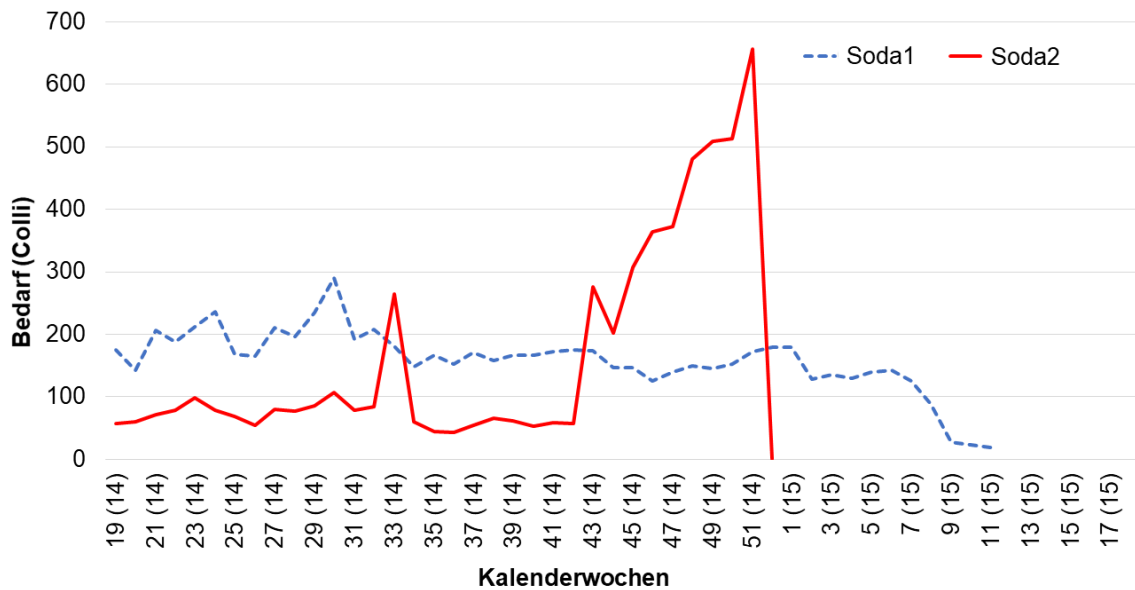


Abbildung 3.13: Bedarfskurven von zwei Artikeln der Produktgruppe Soda

In Abbildung 3.13 sind zwei Artikel aus der Produktgruppe Soda dargestellt. Bei der roten Linie handelt es sich um eine Limonadensorte. Der plötzliche Einbruch des Bedarfs am Jahresende könnte z.B. darauf hinweisen, dass der Artikel aus dem Sortiment genommen wurde. Der auffallend hohe Bedarf am Jahresende ist eher untypisch für die Produktgruppe Soda, kann aber ebenfalls durch einen Sortimentswechsel bedingt sein. Die blau gestrichelte Linie ist ebenfalls eher untypisch, da der Artikel in KW 17 in der die Produktgruppe im Schnitt den höchsten Bedarf hatte, keinen Bedarf mehr aufweist. Dies kann ebenfalls ein Hinweis darauf sein, dass der Artikel aus dem Sortiment genommen wurde.

3.4.3 Analyse der Peaks der YZ-Artikel

Um herauszufinden welche Artikel wann einen besonders hohen Bedarf hatten, wurden für jeden Artikel die Peakwochen berechnet. Eine Woche mit einem Peak ist dabei so definiert, dass der Wochenbedarf in dieser Woche mindestens doppelt so hoch wie der durchschnittliche Wochenbedarf war. Dabei ist anzumerken, dass bei der Berechnung des durchschnittlichen Wochenbedarfs wie in Kapitel 3.4.2 nur der Durchschnitt des Bedarfs jener Wochen gebildet wurde, in denen auch ein Bedarf angefallen ist. Dies ist für die Y- und Z-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf relevant, da damit verhindert wird, dass bei YZ-Artikel, die nur in wenigen Wochen einen Bedarf, jede Woche automatisch als Peak gilt.

Im Folgenden werden sowohl die Y- und Z-Artikel mit als auch ohne wöchentlichen Bedarf auf das Auftreten von Peaks untersucht. Dabei wird neben einer Allgemeinen Analyse des Vorkommens und der Anzahl der Peaks ebenfalls auf die Verteilung der Peaks innerhalb der Produktgruppen sowie die Verteilung der Peaks auf die einzelnen KW eingegangen, um so festzustellen, in welchen Wochen bei besonders vielen Artikeln ein überdurchschnittlich hoher Bedarf angefallen ist.

3.4.3.1 Peaks der YZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf

Bei den Y- und Z-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf ist durch deren Variationskoeffizienten von mindestens 0,3 bereits eine gewisse Unregelmäßigkeit vorausgesetzt und somit ist es sehr wahrscheinlich, dass Artikel aus dieser Kategorie zumindest einen Peak aufweisen. Es gibt zwar durchaus Artikel, die keinen Peak aufweisen, dabei handelt es sich jedoch nur um Artikel mit einem sehr niedrigen Variationskoeffizienten, die gerade nicht mehr als X-Artikel eingestuft werden. Allgemein ist zu erkennen, dass die Anzahl an Peaks mit steigendem Variationskoeffizienten ebenfalls steigt. Mit nur 250 von über 4.000 Artikeln weisen in der Gruppe der Y- und Z-Artikel mit wöchentlichem Bedarf gerade einmal 6% keinen Peak auf.

Die maximale Anzahl an Peaks bei den Y- und Z-Artikeln liegt bei 18, was bei insgesamt 52 KW einen prozentualen Anteil von 35% bedeutet. Eine so hohe Anzahl an Peaks weist jedoch nur ein einziger Artikel auf, wohingegen die höchsten Peakanteile bei 14 und somit bei 27% liegen. Die durchschnittliche Peakanzahl der Y- und Z-Artikel mit wöchentlichem Bedarf beträgt 3,4 und liegt damit bei etwas über 6%.

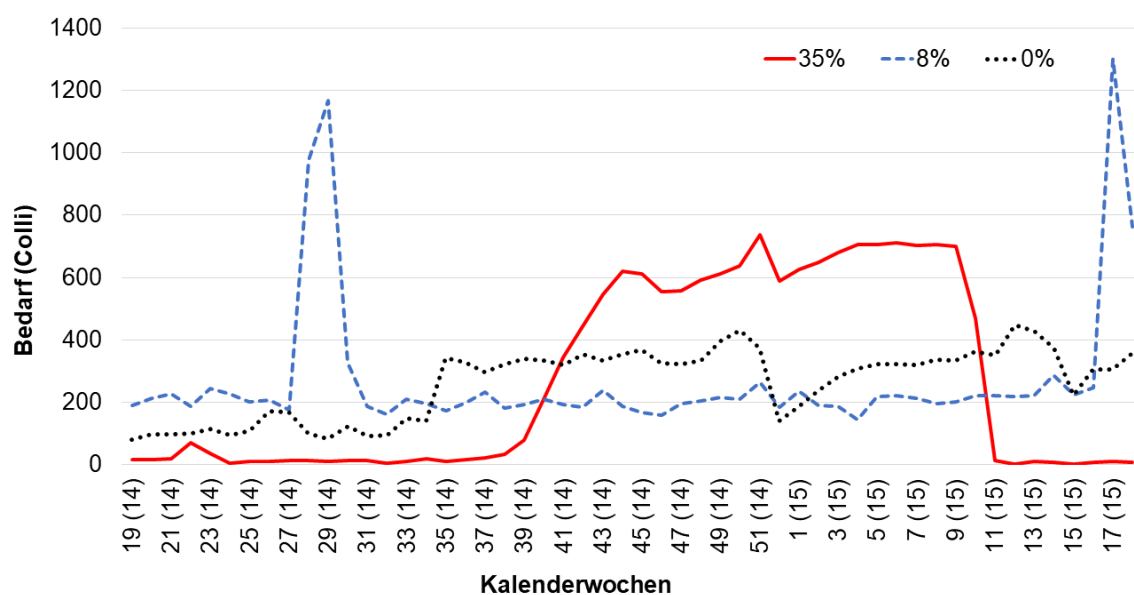


Abbildung 3.14: Artikel mit verschiedenen Peakanteilen (1)

In Abbildung 3.14 sind drei Artikel der Kategorie Y- und Z-Artikel mit wöchentlichem Bedarf dargestellt, die eine unterschiedliche Anzahl von Peaks aufweisen. Die rote Linie stellt dabei den Artikel mit 18 Peaks (35%) und somit mit den meisten Peaks dar. Die blau gestrichelte Linie zeigt einen Artikel, der mit vier Peaks und 8% in etwa die durchschnittliche Peakanzahl darstellt und die schwarz gepunktete Linie ist ein Artikel ohne Peaks.

Tabelle 3.6: Peaks der YZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf

Gruppe	Anz.	Anteil (1)	Anteil (2)	Gruppe	Anz.	Anteil (1)	Anteil (2)
Beers	217	2%	6%	Lektüre	0	0%	0%
Brot / Aufbackware	110	1%	9%	Mehl	307	2%	4%
Brotscheibe	127	1%	4%	Non Food	3	0%	1%
Drogerieartikel	0	0%	0%	Obstkonserven	138	1%	6%
Eier	11	0%	4%	Papierwaren	28	0%	4%
Emballage	7	0%	2%	Reinigungsmittel	555	4%	7%
Ersatzstoffe Frühstück	359	3%	5%	Reis und Nudeln	1123	8%	6%
Finanzverwaltung	4	0%	8%	Sales Support-Material	0	0%	0%
Fisch	0	0%	0%	Saure Saucen	513	4%	6%
Fleisch	294	2%	7%	Schokolade	355	3%	5%
frisches Fleisch	20	0%	10%	Service Artikel	44	0%	6%
frisches Gebäck	8	0%	8%	Shop-Supplies	92	1%	6%
Fruchtsäfte	308	2%	9%	Snacks	399	3%	5%
Gefrierfach	1418	10%	9%	Soda	181	1%	5%
Gelbe Fette	39	0%	6%	Sorbo	49	0%	4%
Gemüsekonserven	442	3%	7%	Spirituosen	0	0%	0%
Gesunde Ernährung	182	1%	5%	Suppen	563	4%	8%
Gewürze	295	2%	4%	Süßwaren	685	5%	6%
haltbare Milch	84	1%	4%	Tabak	4	0%	3%
inländisch	114	1%	5%	Tierfutter	325	2%	6%
Kaffee Tee	592	4%	8%	Waschmittel	576	4%	13%
Kaffemilch	20	0%	5%	Weine	724	5%	6%
Käse AV / AGM	9	0%	9%	Wertpapiere	5	0%	10%
Kekse	750	5%	7%	Windeln	87	1%	8%
Kinderernährung	205	1%	4%	Zucker	37	0%	7%
Körperpflege	1457	11%	7%	Summe	13865	100%	6%

In Tabelle 3.6 ist die Anzahl der Peaks in den einzelnen Produktgruppen der Y- und Z-Artikel mit wöchentlichem Bedarf dargestellt. Anteil(1) steht dabei für den prozentualen Anteil an Peaks in einer Produktgruppe bezogen auf alle 13.865 Peaks, die bei den Y- und Z-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf aufgetreten sind. Anteil(2) steht für den prozentualen Anteil bezogen auf die maximal mögliche Anzahl an Peaks in einer Produktgruppe (Anzahl Artikel einer Produktgruppe multipliziert mit 52). Absolut den höchsten Anteil an Peaks (Anteil(1)) haben die beiden blau markierten Produktgruppen Körperpflege (1457 Peaks = 11% der gesamten Peakanzahl) und Gefrierfach (1418 Peaks = 10% der gesamten Peakanzahl). Bezogen auf die maximal mögliche Anzahl an Peaks in einer Produktgruppe (Anteil(2)) weist die ebenfalls blau markierte Produktgruppe Waschmittel mit 13% den höchsten Anteil auf. Gesamt gibt es bei den Y- und Z-Artikel

mit wöchentlichem Bedarf 13.865 Peaks und der durchschnittliche Mittelwert an Peaks in einer Produktgruppe, gemessen an der Anzahl an maximal möglicher Peaks, liegt bei 6%.

Den fünf rot markierten Produktgruppen (Drogerieartikel, Fisch, Lektüre, Sales Support-Material, Spirituosen) ist von den Y- und Z-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf kein Artikel zugeordnet, weswegen auch keine Peaks vorkommen. Die übrigen Produktgruppen, die einen Anteil von nahezu 0% der gesamten Peakanzahl aufweisen, fallen im Vergleich zu den anderen Produktgruppen mit vielen Peaks so wenig ins Gewicht, dass sie prozentual kaum etwas ausmachen. Bezogen auf die maximal mögliche Anzahl der Peaks der jeweiligen Produktgruppe ergibt die Anzahl der Peaks jeweils zumindest einen 1%igen Anteil. Da in der Produktgruppe der Wertpapiere z.B. nur ein Artikel vorkommt, und die maximale Anzahl an Peaks somit bei 52 liegt, ergibt die aufgetretene Peakanzahl von 5 bereits einen Anteil von 10%.

Bei einer Analyse in welchen KW die Peaks am häufigsten auftreten, fällt auf dass es in zwei Wochen mit jeweils über 3% der Peaks bei besonders vielen Artikel einen überdurchschnittlich hohen Bedarf gab. Die KW mit den meisten Peaks war KW 52 mit 3,59% aller Peaks. Da diese Woche in die Adventszeit fällt und nur einige Tage vor Weihnachten liegt, ist es nicht verwunderlich, dass in dieser Woche besonders häufig bei Artikeln der Produktgruppe Mehl, worunter ein Großteil der Backartikel fällt, ein Peak vorkommt.

Die KW mit den zweitmeisten Peaks war hingegen KW 30 mit 3,13% aller Peaks. In dieser Woche gab es keine besonderen Ereignisse oder Feiertage, jedoch war die Temperatur in der Vorwoche überdurchschnittlich heiß, weswegen bestimmte Artikel vermehrt nachgefragt und daher öfters von Filialen nachbestellt wurden. Artikel, die in KW 30 einen überdurchschnittlich hohen Bedarf hatten, gehören fast alle zur Produktgruppe Beers.²⁹

3.4.3.2 Peaks der YZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf

Da es bei den Y- und Z-Artikeln ohne wöchentlichen Bedarf durchaus Artikel gibt, die in den nachgefragten Wochen sehr konstant waren, gibt es hier auch Artikel ohne Peaks. Außerdem gibt es durchaus Artikel, die nur in einer einzigen Woche einen Bedarf hatten, da hier der Wochenbedarf auch gleichzeitig dem Durchschnitt entspricht, kann es sich dabei natürlich nicht um einen Peak handeln. Verglichen mit den Y- und Z-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf gibt es hier mit über 1.500 Artikeln weitaus mehr Artikel ohne einen Peak. Bezogen auf die über 5.000 Artikel ohne wöchentlichen Bedarf ergibt sich damit ein prozentualer Anteil von fast 30% von Artikeln ohne Peak.

²⁹Vgl. *Wetteronline* 2018.

Bei den Y- und Z-Artikeln ohne wöchentlichen Bedarf reicht die Anzahl der Peaks pro Artikel von 0 bis 14 Peaks wobei prozentual bei manchen Artikeln in bis zu über 40% der Wochen ein Peak vorlag. Die durchschnittliche Peakanzahl beträgt 1,7 was bezogen auf die nachgefragten Wochen einem prozentualen Anteil von 8% entspricht.

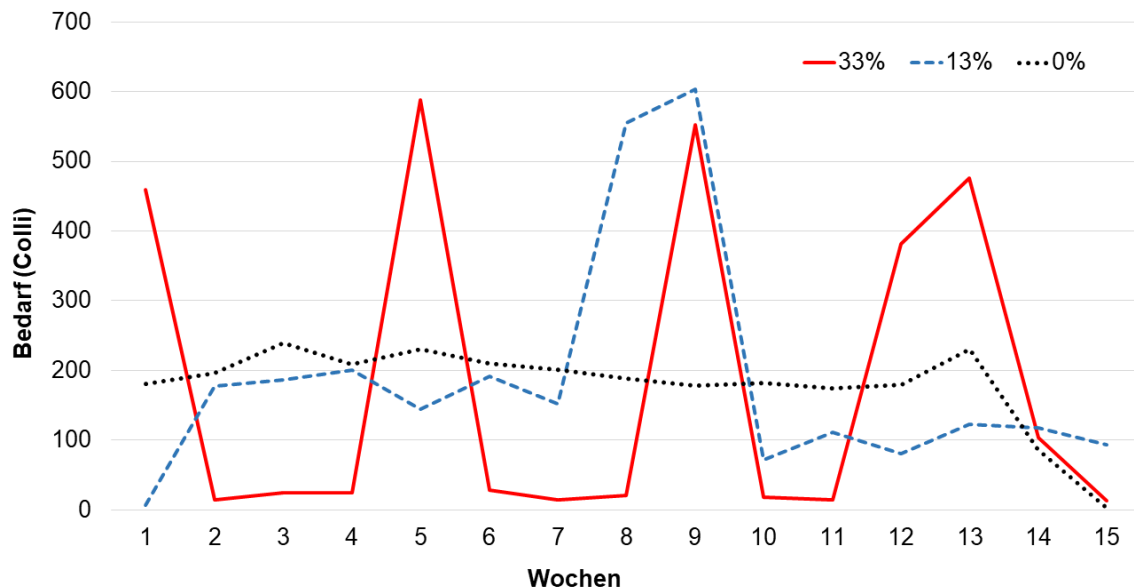


Abbildung 3.15: Artikel mit verschiedenen Peakanteilen (2)

In Abbildung 3.15 sind drei Artikel dargestellt die alle jeweils in 15 KW einen Bedarf hatten. Der Bedarf dieser drei Artikel ist zwar nicht in den gleichen KW angefallen, die Bedarfskurven wurden jedoch zur besseren Vergleichbarkeit übereinandergelegt und somit bedeutet Woche 1 auf der X-Achse lediglich, dass dies die erste Woche war, in der dieser Artikel angefragt wurde. Die rote Linie stellt dabei einen Artikel dar, der mit 33% und in 5 von 15 Wochen eine hohe Anzahl an Peaks aufweist. Die blau gestrichelte Linie zeigt einen Artikel, der mit nur zwei Peaks in 15 Wochen einen Anteil an Peaks von 13% hat und der Artikel, der durch die schwarz gepunktete Linie dargestellt wird, weist keinen einzigen Peak auf.

In Tabelle 3.7 ist die Anzahl der Peaks in den einzelnen Produktgruppen der Y- und Z-Artikel ohne wöchentlichem Bedarf dargestellt. Ebenso wie bei den Y- und Z-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf steht Anteil(1) hier für den Anteil an der Gesamtpeakzahl und Anteil(2) für den Anteil an Peaks, der bezogen auf die in einer Produktgruppe maximal möglichen Peaks, erreicht wurde.

Die höchste Anzahl an Peaks und somit den höchsten Anteil(1) hat hier ebenfalls die blau markierte Produktgruppe Körperpflege mit 1.168 Peaks und 13% der gesamten Peakanzahl.

zahl. Anders als bei den Y- und Z- Artikeln mit wöchentlichem Bedarf errechnet sich hier die maximale Anzahl an Peaks nicht durch Artikelanzahl multipliziert mit 52, sondern es wurden für alle Produktgruppen die nachgefragten KW für jeden Artikel aufsummiert. Da in der blau markierten Produktgruppe Wertpapiere nur ein Artikel vorkommt, der in nur acht KW nachgefragt wurde, erreicht diese Produktgruppe mit nur zwei Peaks einen Anteil von 25% an der maximal möglichen Peakanzahl. Umgekehrt ist es bei der Produktgruppe Körperpflege, die zwar absolut die meisten Peaks aufweist, jedoch stellen diese 1.168 Peaks bei insgesamt 563 Artikeln und 14.001 möglichen Peaks nur einen Anteil von 8% der maximal möglichen Peakanzahl dieser Produktgruppe dar.

Tabelle 3.7: Peaks der YZ-Artikel ohne wöchentlichem Bedarf

Gruppe	Anz.	Anteil (1)	Anteil (2)	Gruppe	Anz.	Anteil (1)	Anteil (2)
Beers	284	3%	9%	Lektüre	0	0%	0%
Brot / Aufbackware	127	1%	10%	Mehl	134	2%	6%
Brotscheibe	92	1%	6%	Non Food	8	0%	9%
Drogerieartikel	9	0%	17%	Obstkonserven	101	1%	8%
Eier	2	0%	7%	Papierwaren	15	0%	3%
Emballage	39	0%	10%	Reinigungsmittel	416	5%	9%
Ersatzstoffe Frühstück	112	1%	5%	Reis und Nudeln	359	4%	7%
Finanzverwaltung	0	0%	0%	Sales Support-Material	18	0%	12%
Fisch	0	0%	0%	Saure Saucen	333	4%	7%
Fleisch	204	2%	8%	Schokolade	333	4%	8%
frisches Fleisch	43	0%	14%	Service Artikel	154	2%	7%
frisches Gebäck	7	0%	9%	Shop-Supplies	200	2%	8%
Fruchtsäfte	107	1%	7%	Snacks	271	3%	7%
Gefrierfach	644	7%	9%	Soda	130	1%	5%
Gelbe Fette	6	0%	2%	Sorbo	39	0%	10%
Gemüsekonserven	79	1%	7%	Spirituosen	2	0%	4%
Gesunde Ernährung	177	2%	7%	Suppen	201	2%	7%
Gewürze	355	4%	6%	Süßwaren	376	4%	6%
haltbare Milch	126	1%	5%	Tabak	0	0%	0%
inländisch	112	1%	8%	Tierfutter	145	2%	5%
Kaffee Tee	426	5%	7%	Waschmittel	454	5%	14%
Kaffemilch	14	0%	4%	Weine	328	4%	8%
Käse AV / AGM	3	0%	5%	Wertpapiere	2	0%	25%
Kekse	488	5%	8%	Windeln	124	1%	13%
Kinderernährung	69	1%	6%	Zucker	42	0%	6%
Körperpflege	1168	13%	8%	Summe	8878	100%	8%

Gesamt gibt es bei den Y- und Z-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf 8.878 Peaks und der durchschnittliche Mittelwert an Peaks in einer Produktgruppe an der Anzahl an maximal möglicher Peaks liegt bei 8%. Die Tatsache, dass bei mehr Artikeln in Summe weniger Peaks auftreten, lässt sich dadurch erklären, dass es in Summe durch weniger nachgefragte Wochen auch eine geringere maximale Peakanzahl gibt, was sich auch im höheren prozentualen Anteil widerspiegelt.

Bei den Y- und Z-Artikeln ohne wöchentlichen Bedarf gab es in Summe nur zwei Produktgruppen, denen kein Artikel zugeordnet ist. Diese beiden Produktgruppen sind Finanzverwaltung und Tabak und in Tabelle 3.7 rot markiert. Hier gibt es ebenso einige Produktgruppen, in denen zwar Peaks vorkommen, die jedoch nahezu 0% der gesamten Peakanzahl ausmachen. Wie bereits erwähnt bedeuten diese 0% mit nur zwei Peaks in der Produktgruppe der Wertpapiere dennoch einen prozentualen Anteil von 25% an der maximal möglichen Peakanzahl. Selbiges gilt für die Produktgruppe Drogerieartikel, in der nur neun Peaks bei einer maximalen Peakanzahl von 52 einen Anteil von 17% ausmachen.

Bei einer Analyse in welchen KW die Peaks am häufigsten auftreten, fällt auf, dass es hier ebenso zwei KW gab, in denen es mit über 3% der Peaks bei besonders vielen Artikel einen überdurchschnittlich hohen Bedarf gab. Es handelt sich hierbei um zwei andere Wochen als bei den Y- und Z-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf. Die KW mit den meisten Peaks war KW 43 mit einem Anteil von 3,22% aller Peaks. Da es sich bei den Artikeln mit den höchsten Peaks primär um Artikel der Produktgruppe Gewürze handelt, und in dieser Woche zwar Herbstferien waren, wodurch der überdurchschnittlich hohe Verbrauch dieser Artikel aber nicht erklärt werden kann, kann angenommen werden, dass diese Peaks durch andere Einflussfaktoren wie z.B. Aktionen entstanden sind.

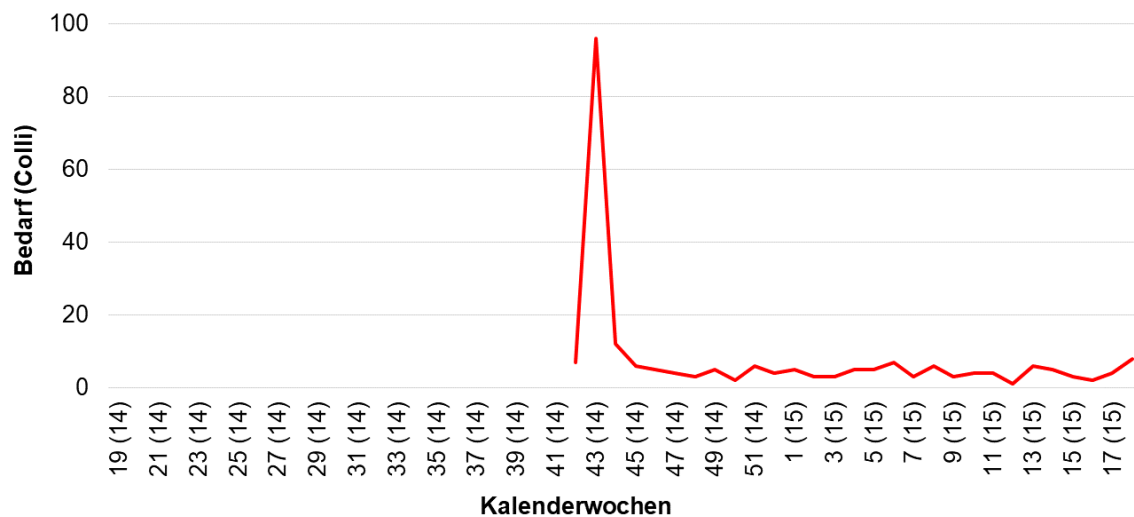


Abbildung 3.16: Bedarfskurve für einen Artikel der Produktgruppe Gewürze

In Abbildung 3.16 ist ein Artikel der Produktgruppe Gewürze dargestellt, der ebenfalls, wie viele andere Artikel dieser Produktgruppe in KW 43, einen mehr als zehnfach so hohen Bedarf hatte wie im Durchschnitt. Dabei fällt auf, dass der Artikel erst ab KW 42 einen Bedarf hatte. Es ist daher möglich, dass dieser Artikel erst in diesen Wochen in das Sortiment aufgenommen wurde, und daher zu Beginn eine sehr große Menge von den Filialen geordert wurde, um die Regale zu füllen.

Mit 3,11% an Peaks und damit nach KW 43 der zweithöchsten Peakanzahl in allen Produktgruppen, war KW 11 ebenfalls eine Woche mit einer enorm hohen Peakanzahl. Der Artikel mit dem höchsten Peak in KW 11 weist in dieser Woche einen 18-fach so hohen Bedarf, verglichen zu seinem durchschnittlichen Wochenbedarf, auf und stammt aus der Produktgruppe Körperpflege. Die Bedarfskurve des Artikels ist in Abbildung 3.17 dargestellt und es ist zu sehen, dass dieser Artikel zum einen, bis auf KW 49 in jeder Woche einen Bedarf hatte, was darauf hindeuten kann, dass es in dieser Woche eventuell Lieferprobleme gab. Zum anderen hatte der Artikel in den meisten Wochen einen relativ regelmäßigen Bedarf mit kleineren Spitzen in einigen Wochen aber nur in KW 11 eine extreme Spitze.

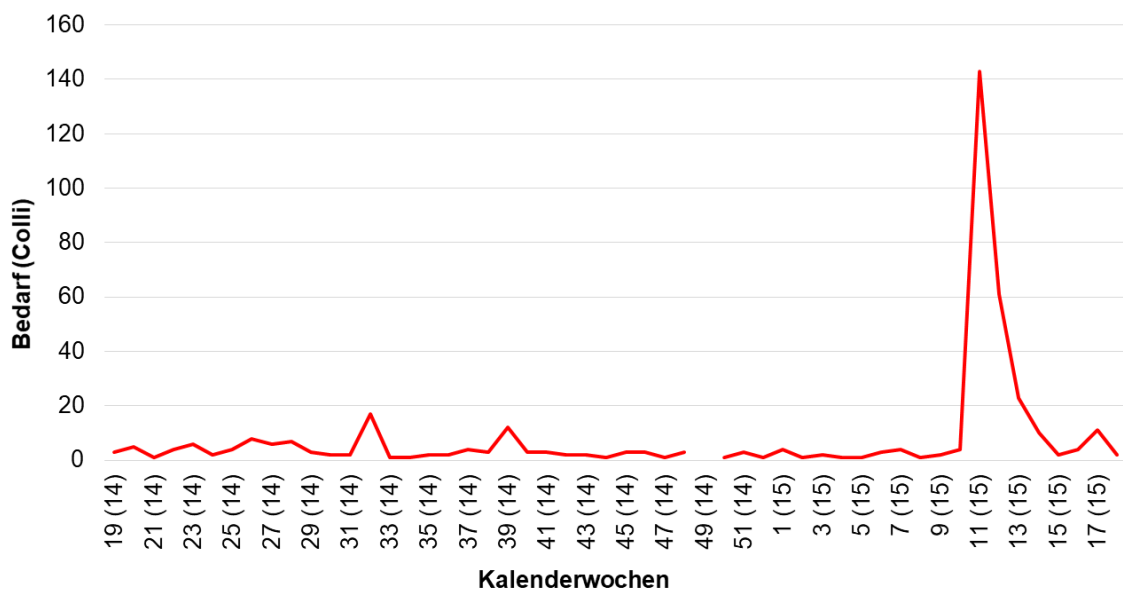


Abbildung 3.17: Bedarfskurve für einen Artikel der Produktgruppe Körperpflege

In KW 11 gab es ebenso wie in KW 43 keine besonderen Ereignisse oder Feiertage, und da die Artikel mit höchsten Peaks in dieser Woche fast ausschließlich aus der Produktgruppe Körperpflege stammen, die wie der oben beschriebene Artikel plötzliche Bedarfsextrema in dieser Woche haben, ist anzunehmen, dass es sich hier ebenfalls um Aktionen oder zufällige Einflussgrößen handelt.

3.5 Aufgetretene Schwankungen

Wie die genaue Analyse der Daten gezeigt hat, weisen die Artikel diverse Bedarfsschwankungen auf, die auf verschiedene Gründe zurückgeführt werden können. Wie in Kapitel 2.3 beschrieben sind aufgrund der vorhandenen Daten vor allem die Fundamentalzyklen, die zu den systematischen Nachfrageänderungen gehören, relevant. Im Folgenden wird genauer auf die Fundamentalzyklen eingegangen, die den vorgekommenen Bedarfsschwankungen der Artikel zugeordnet werden können.

- **Natürliche Fundamentalzyklen:** Wie vor allem der Vergleich bei den Artikeln mit wöchentlichem Bedarf zwischen Bier und Radler (Abbildung 3.8) gezeigt hat, hängt der Bedarf einiger Artikel stark vom Wetter und von Temperaturen ab. Neben Radler reagieren ebenso einige Eissorten aus der Produktgruppe Gefrierfach mit einer erhöhten Nachfrage auf heiße Temperaturen, wohingegen Salz z.B. in einer Woche mit hohen Minustemperaturen vermehrt nachgefragt wurde. Neben den Artikeln die nur auf Extremtemperaturen mit einem Peak im Bedarf reagieren, gibt es ebenso Artikel, die saisonal in gewissen Jahreszeiten öfter nachgefragt werden. Dazu gehört z.B. Soda, dessen Bedarf in den warmen Jahreszeiten etwas ansteigt. Umgekehrt verhält es sich z.B. mit Suppen, die in den kalten Jahreszeiten häufiger nachgefragt werden.
- **Kalendarische und kulturelle Fundamentalzyklen:** Weihnachten, Ostern oder Silvester haben mitunter den stärksten Einfluss auf den Bedarf vieler Artikel. Besonders bei der Produktgruppe der Eier, in der die meisten Artikel ansonsten das ganze Jahr über einen relativ konstanten Bedarf haben, weisen viele Artikel einen deutlich höheren Bedarf vor Ostern auf. Vor Weihnachten gibt es eine besonders hohe Nachfrage an Gutscheinen und auch Mehl und frisches Fleisch weisen einen erhöhten Bedarf vor Weihnachten auf. Bedarfsschwankungen aufgrund einzelner Feiertage konnten nicht festgestellt werden. Dies könnte allerdings daran liegen, dass mit dem durchschnittlichen Wochenbedarf gerechnet wurde, und sich damit ein verkaufstärkerer Tag vor einem Feiertag und der verkaufsfreie Feiertag wieder ausgleichen.
- **Geschäftspolitische Fundamentalzyklen:** Die meisten Artikel weisen Schwankungen auf, die sich nicht zu den natürlichen, kalendarischen oder kulturellen Fundamentalzyklen zuordnen lassen. Da für dieses Fallbeispiel keine Daten über Angebote und Aktionen vorhanden sind, kann man nur annehmen, dass ein Großteil der nicht zuordenbaren Schwankungen dadurch verursacht wird.

4 Klassifizierung

Die Analyse der Daten hat ergeben, dass es aufgrund zu vieler Überlagerungen von Einflussfaktoren und nicht zuordenbaren Schwankungen nicht möglich ist, mithilfe von statistischen Kennzahlen eindeutige Artikelklassen zu bilden. Zwar konnte eine ABC-Analyse durchgeführt werden und ebenso die X- von den YZ-Artikeln getrennt werden, jedoch ist sowohl eine weitere Aufspaltung zwischen Y- und Z-Artikeln, als auch eine genauere Clusterung basierend auf den Bedarfskurven der Artikeln nicht möglich. Um dennoch brauchbare Informationen für die Pufferlagerung und Nachschubsteuerung der Artikel zu bekommen, bietet sich folgende Vorgehensweise an:

1. Festlegen von Ereignissen, die auf den in Kapitel 3 gewonnenen Einflussfaktoren (Weihnachten, Ostern, Wetter,...) basieren
2. Bei einer Datenbasis von mehreren Jahren (mindestens 2-3 Jahre) für jedes Jahr eine oder mehrere KW dem jeweiligen Ereignis zuordnen
3. Festlegen, ab wann ein Peak vorliegt (z.B. ab einem Bedarf der doppelt so hoch ist wie der durchschnittliche Wochenbedarf)
4. Einen Artikel nach Peaks durchsuchen: Liegt für jedes der mindestens 2-3 Jahre ein Peak in der KW eines bestimmten Ereignisses vor, so wird dieses Ereignis dem Artikel zugeordnet.
5. Aus dem Mittelwert der Peaks über alle Jahre ableiten, wie viel höher der Bedarf eines Artikels bei einem bestimmten Ereignis ist
6. Schritte vier und fünf für alle Artikel und Ereignisse wiederholen

Eine Datenbasis von mehreren Jahren ist insofern wichtig, da dadurch zufällige Bedarfschwankungen eliminiert werden können. Des Weiteren kann beim Vergleich mehrerer Jahre auch festgestellt werden, ob es noch weitere Einflussfaktoren gibt, die als Ereignis festgelegt werden können und die sich im vorliegenden Fall z.B. mit anderen Ereignissen überlagert haben und daher nicht erkannt wurden. Beispielhaft hierfür wäre ein Sportereignis, dessen Einfluss nicht erkannt werden konnte, da z.B. in der gleichen KW überdurchschnittlich hohe Temperaturen vorlagen, deren Einfluss den des anderen Ereignisses überdeckt haben.

Bei dieser Vorgehensweise ist anzumerken, dass es nicht notwendig ist A- oder X-Artikel vorher auszusortieren, da auch diese den Ereignissen zugeordnet werden können. Obwohl X-Artikel im Allgemeinen sehr regelmäßig sind, kann es doch vorkommen, dass vereinzelt in einer KW ein Peak auftritt. Im Folgenden wird die Vorgehensweise anhand eines Pseudo-Codes dargestellt.

4.1 Pseudo-Code

Basierend auf der Datenanalyse in Kapitel 3 wurden die Ereignisse E1 bis E5 als Einflussfaktoren festgelegt, denen unter der Annahme einer Klassifizierung über einen Zeitraum von drei Jahren, die KW für die Jahre 2014, 2015 und 2016 zugeordnet wurden³⁰:

- **E1: Silvester**
 - 2013/2014: KW 1 (2014)
 - 2014/2015: KW 1 (2015)
 - 2015/2016: KW 53 (2015)
 - 2016/2017: KW 52 (2016)
- **E2: Ostern (Karwoche)**
 - 2014: KW 16
 - 2015: KW 14
 - 2016: KW 12
- **E3: Wetter (überdurchschnittlich heiße Wochen:)**
 - 2014: KW 29 und KW 30
 - 2015: KW 27
 - 2016: KW 34
- **E4: Nikolaus**
 - 2014: KW 49
 - 2015: KW 49
 - 2016: KW 49
- **E5: Weihnachten**
 - 2014: KW 52
 - 2015: KW 52
 - 2016: KW 51

³⁰Vgl. *Feiertagskalender* 2018.

Pseudocode – Klassifizierung

```
1: For (All Ereignisse E1 bis E5)
2:   Erstelle neue Liste(Artikel)
3:   Erstelle neue Map(Jahre-KW)
4:   For (All Jahre 2014 bis 2016)
5:     Füge Jahr und KW zu Map hinzu
6:   End For
7: End For
8:
9: For (All Artikel A1 bis A13188)
10:  Erstelle neue Map (Ereignis-Bedarf)
11:  For (All Jahre 2014 bis 2016)
12:    Berechne durchschnittlichen Wochenbedarf
13:    For (All KW 1 bis 52/53 )
14:      If (Bedarf(KW) >2*durchschnittlicher Wochenbedarf)
15:        KW=Peakwoche
16:      End If
17:    End For
18:  End For
19:  For (All Ereignisse E1 bis E5)
20:    Counter=0
21:    SumBedarf=0
22:    For (All Jahre 2014 bis 2016)
23:      If (KW(Ereignis) = Peakwoche)
24:        Counter++
25:        SumBedarf = SumBedarf
                + Bedarf(KW)/durchschnittlicherWochenbedarf(Jahr)
26:      End If
27:    End For
28:    If (Counter = Anzahl Jahre)
29:      Map(Ereignis-Bedarf) füge Ereignis SumBedarf/AnzJahre
30:      Liste(Artikel) füge Artikel hinzu
31:    End If
32:  End For
33: End For
34: Return Liste(Artikel)
```

In **Schritt 1** bis **Schritt 7** wird für jedes der fünf oben genannten Ereignisse eine Liste und eine Map erstellt. **Schritt 1** gibt dabei an, dass die folgenden Schritte nacheinander für jedes Ereignis durchgeführt werden. In **Schritt 2** wird dann für das jeweilige Ereignis eine zunächst leere Liste erstellt. Diese Liste dient zur Abspeicherung der Artikel, auf die das Ereignis einen Einfluss hat. Die Map, die in **Schritt 3** ebenfalls für jedes Ereignis erstellt wird, dient zur Abspeicherung in welchen KW das Ereignis in den einzelnen Jahren aufgetreten ist. Eine Map besteht dabei immer aus einem Key (in diesem Fall Jahr) und einem dazugehörigen Value (in diesem Fall eine oder mehrere KW). **Schritt 4** startet wiederum eine Schleife, die für alle zu untersuchenden Jahre durchlaufen wird. Innerhalb dieser Schleife wird in **Schritt 5** für jedes Jahr ein Eintrag in der Map mit den dazugehörigen KW hinzugefügt. In **Schritt 6** und **Schritt 7** werden die Schleifen über die Jahre und die Ereignisse wieder geschlossen.

In den nächsten Schritten wird nun evaluiert, welche Artikel in ihrem Bedarfsverhalten von welchen Ereignissen beeinflusst werden. Dafür wird in **Schritt 9** zuerst eine Schleife über alle Artikel gestartet, wodurch alle weiteren Schritte (**Schritt 10** bis **Schritt 32**) bevor die Schleife über die Artikel in **Schritt 33** wieder geschlossen wird, für jeden Artikel hintereinander durchgeführt werden. Das bedeutet, dass die äußere Schleife in Summe 13.188 mal durchlaufen wird. Zuerst wird in **Schritt 10** für jeden Artikel eine Map erstellt, in der später für jedes Ereignis, das einen Einfluss auf das Artikelverhalten hat ein Eintrag hinzugefügt wird. Des Weiteren wird neben dem Ereignis ebenso abgespeichert, um wie viel höher der Bedarf in dieser Woche / diesen Wochen tatsächlich war.

Von **Schritt 11** bis **Schritt 18** wird erneut eine Schleife durchlaufen, in der für jedes Jahr die Peakwochen evaluiert werden sollen. Die Schleife wird für jedes der betrachteten Jahre durchlaufen, wobei in **Schritt 12** zunächst für jedes Jahr der durchschnittliche Wochenbedarf berechnet wird. Bei der Berechnung des durchschnittlichen Wochenbedarfs werden, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, nur jene Wochen berücksichtigt, in denen auch tatsächlich ein Bedarf angefallen ist. Der durchschnittliche Wochenbedarf wird in den nächsten Schritten für die Berechnung der Peaks benötigt.

Schritt 13 bis **Schritt 17** wird durch eine weitere Schleife für jede KW des gerade betrachteten Jahres, also 52 mal, durchlaufen. Dabei wird in **Schritt 14** mit einer If-Anweisung überprüft, ob der Bedarf in dieser Woche mindestens doppelt so hoch war, wie der durchschnittliche Wochenbedarf in diesem Jahr. Ist dies der Fall, so wird diese Woche als Peakwoche markiert. In **Schritt 16**, **17** und **18** werden dann nacheinander zuerst die If-Anweisung, dann die beiden Schleifen geschlossen.

In den folgenden Schritten, wird überprüft, ob Peakwochen in den den Ereignissen zugeordneten KW aufgetreten sind. Dafür wird über **Schritt 19** bis **Schritt 32** eine Schleife über die Ereignisse gelegt, womit **Schritt 20** bis **Schritt 31** hintereinander für jedes der fünf Ereignisse durchlaufen wird. In **Schritt 20** wird ein Counter gesetzt, der zu Beginn den Wert 0 annimmt. Dieser Counter soll mitzählen, in wie vielen der drei Jahre ein Peak in der dem Ereignis zugeordneten KW auftritt. Nur wenn der Counter später den Wert 3 angenommen hat, was bedeutet dass zu jedem Jahr ein Peak in der dem Ereignis zugeordneten Woche aufgetreten ist, wird der Artikel auch tatsächlich von diesem Ereignis beeinflusst. Tritt z.B. nur in einem Jahr ein Peak auf, also ist der Counter auf 1, kann dies ebenso zufällig sein, und muss nicht bedeuten, dass der Artikel von dem Ereignis beeinflusst wird. Tritt aber in drei aufeinanderfolgenden Jahren immer eine Übereinstimmung der Peaks und der KW des Ereignisses auf, so ist ein Zufall eher unwahrscheinlich und es kann davon ausgegangen werden, dass der Bedarf des Artikels tatsächlich von diesem Ereignis beeinflusst wird. In **Schritt 21** wird eine weitere Variable (SumBedarf) eingeführt, zu der für jedes Jahr dazugerechnet wird, das Wievielfache vom durchschnittlichen Wochenbedarf in dieser Woche angefallen ist.

Schritt 22 bis **Schritt 27** ist erneut eine Schleife über die betrachteten Jahre, in der für jedes Jahr für jedes Ereignis ermittelt wird, ob ein Peak in den dazugehörigen Wochen angefallen ist. Diese Bedingung wird in **Schritt 23** mit einer If-Anweisung überprüft. Liegt in der vom Ereignis beeinflussten KW tatsächlich ein Peak vor, so wird einerseits in **Schritt 24** der Counter erhöht, und andererseits in **Schritt 25** das Vielfache des in dieser Woche angefallenen durchschnittlichen Wochenbedarfs zu SumBedarf dazu addiert. In **Schritt 26** und **Schritt 27** werden die If-Anweisung und die Schleife über die Jahre wieder geschlossen.

Abschließend wird in **Schritt 28** überprüft, ob in allen drei Jahren ein Peak vorlag, also der Counter auf 3 gesetzt wurde. Ist dies der Fall wird einerseits in **Schritt 29** in der Map, die diesem Artikel zugeordnet ist, das Ereignis, mit dem durchschnittlichen Vielfachen des Wochenbedarfs dieser Woche, eingespeichert. Außerdem wird der Artikel in **Schritt 30** in die Liste der Artikel, die von diesem Ereignis beeinflusst werden, hinzugefügt.

In **Schritt 31**, **32** und **32** werden alle noch offenen Anweisungen und Schleifen geschlossen. Als Rückgabewert werden in **Schritt 34** für jedes Ereignis die Listen mit den davon beeinflussten Artikeln zurückgegeben.

4.2 Voraussetzungen und Erweiterungen

In der oben beschriebenen Vorgehensweise werden die Artikel nur auf Peaks untersucht, egal ob es sich um Artikel mit oder ohne wöchentlichen Bedarf handelt. Als Erweiterung können den Artikel ohne wöchentlichen Bedarf nicht nur die Ereignisse zugeordnet werden bei denen Peaks vorliegen, sondern es könnte ebenso die Saison festgelegt werden, wenn der Artikel nur zu einer bestimmten Saison nachgefragt wird. Da es sich bei den Artikeln ohne wöchentlichen Bedarf jedoch in einigen Fällen um Artikel handelt, die entweder erst ins Sortiment aufgenommen, aus dem Sortiment genommen wurden oder es sich generell um Saisonware handelt, ist das nicht unbedingt notwendig. Bei Saisonware, die nur zu bestimmten Zeiten überhaupt angeboten wird, sind die Artikel im Normalfall auch nur dann im Lager vorhanden, und man muss sich ansonsten keine Gedanken um die Pufferlagerung und Nachschubsteuerung dieser Artikel machen.

Wie bereits erwähnt werden Datensätze von mehreren Jahren benötigt, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Dadurch können Bedarfsschwankungen aufgrund von Aktionen oder Werbungen ausgefiltert werden. Gibt es Artikel, bei denen bekannt ist, dass sie erst später ins Sortiment aufgenommen, oder früher aus dem Sortiment genommen wurden, macht es Sinn für diese Artikel nur die Jahre zu betrachten, in denen der Artikel das ganze Jahr über im Sortiment war. Das gilt natürlich nicht für Artikel, wie Weihnachtsartikel, die aufgrund ihrer Saisonalität jedes Jahr nur für einen bestimmten Zeitraum im Sortiment sind, sondern nur für solche Artikel, die nach ihrer Einführung ein permanenter Bestandteil des Sortiments sind.

Ein weiterer Punkt, den es zu beachten gilt, ist, dass die aus den Daten gewonnen Einflussfaktoren nicht pauschal für jeden anderen beliebigen Datensatz als Ereignisse festgelegt werden können, sondern für einen anderen Datensatz vorab überprüft werden muss, welche Einflussfaktoren tatsächlich auch gelten, und ob es z.B. noch andere regional oder lokal abhängige Einflussfaktoren gibt. Je nach Region oder Land kann es durchaus verschiedene Einflussfaktoren geben. Zum einen sind die Zeitpunkte gewisser Ereignisse (z.B. Hitze) je nach Standort unterschiedlich, zum anderen kann aber auch die Definition von „Hitze“ durchaus an verschiedenen Orten eine andere sein. Der Zeitpunkt stellt kein großes Problem dar, da für jedes Ereignis sowieso die Kalenderwochen zugeordnet werden, in denen das Ereignis in einem bestimmten Jahr an einem bestimmten Ort aufgetreten ist. Zur genauen Definition von Wetter- und Temperaturparametern empfiehlt es sich, z.B. Durchschnittstemperaturen in einer Region mit den tatsächlich auftretenden Temperaturen zu vergleichen und ab einer gewissen prozentualen Abweichung einen Tag als überdurchschnittlich heiß oder kalt anzusehen.

Kritischer verhält es sich mit Events, die nur in bestimmten Regionen auftreten und nicht jedes Jahr abgehalten werden. Ein Beispiel dafür ist die Fußball-Weltmeisterschaft im Jahr 2014: In Ländern, deren Nationalmannschaft bei der WM dabei waren, hatte dieses Ereignis Einflüsse auf bestimmte Artikel wie Bier oder Snacks. In anderen Ländern, die nicht teilgenommen haben, ist der Einfluss der WM dahingegen geringer. Ebenso macht es hier keinen Sinn mehrere Jahre miteinander zu vergleichen, da manche Events nur einmalig oder in großen Zeitabständen voneinander auftreten. Daher ist diese Art der Klassifizierung vor allem für jene Einflussfaktoren gedacht, die regelmäßig und mindestens einmal im Jahr auftreten.

Ebenso zu beachten ist, dass sowohl Feiertage als auch Ferien starke nationale und regionale Unterschiede aufweisen. Allein innerhalb von Österreich gibt es z.B. drei verschiedene Termine für Semesterferien und die Sommerferien in Deutschland beginnen wochenweise mit Unterschieden von über einem Monat - während die Ferien in einer Region erst anfangen, sind die in einer anderen Region schon wieder so gut wie vorbei. Feiertage sind zwar innerhalb von Europa relativ ähnlich, jedoch gibt es auch hier Unterschiede, ob ein Land z.B. katholische, evangelische oder überhaupt keine kirchlichen Feiertage hat. Des Weiteren sind die Geschäfte nicht in allen Ländern, wie in Österreich, an Sonn- und Feiertagen geschlossen, wodurch sich wiederum die Auswirkungen dieser Einflüsse verändern können. Da es jedoch genaue Informationen darüber gibt, wann wo ein Feiertag oder Ferien sind, müssen diese Informationen über Ferien und Feiertage vor einer Anwendung der Klassifizierung länder- und regionspezifisch erfasst und berücksichtigt werden.

Ein weiterer Effekt, der durch Ferien ausgelöst wird, ist die Verschiebung des Bedarfs innerhalb der Länder zwischen einzelnen Regionen oder auch zwischen den Ländern. Ein Kunde der Knapp AG hat beobachtet, dass in den bayrischen Sommerferien ein vermehrter Bedarf an normalerweise typisch bayrischen Produkten in Norddeutschland auftritt. Als Grund hierfür sieht der Kunde, dass in den Ferien viele Bayern in Norddeutschland Urlaub machen und dann dort, statt in der Heimat, ihre präferierten Produkte kaufen.

5 Anwendung

In diesem Kapitel erfolgt eine Anwendung, der in Kapitel 4 beschriebenen Klassifizierung. Gemäß der vorliegenden Daten wird die Zuteilung der Einflussfaktoren auf die einzelnen Artikel jedoch nicht für drei Jahre vorgenommen, sondern beispielhaft für den Zeitraum von einem Jahr (KW 19 im Jahr 2014 bis KW 18 im Jahr 2015) durchgeführt. Wie bereits in Kapitel 4.2 angeführt, kann es durch die Betrachtung eines solch kurzen Zeitraumes unter Umständen zu Verfälschungen kommen, für den Fall, dass Aktionen oder andere zufällige Einflussfaktoren auf die gleiche Woche wie eines der untersuchten Ereignisse gefallen sind. Dennoch kann bereits eine Klassifizierung, die nur die Daten von einem Jahr repräsentiert, erste Auskünfte über das Bedarfsverhalten der Artikel geben.

Im Folgenden werden die Ergebnisse für jedes Ereignis getrennt betrachtet. Dabei wurde zum einen zwischen Artikel mit und ohne wöchentlichen Bedarf und zwischen Artikelklassen unterschieden. Da es, wie in Kapitel 4 erwähnt, bei einer solchen Klassifizierung nicht notwendig ist, A- und X-Artikel auszusortieren, wurden diese ebenfalls ausgewertet. Daher wurde bei den Artikelklassen zwischen A- und BC- sowie zwischen X- und YZ-Artikel differenziert. Kombiniert ergeben sich daraus folgende Artikelklassen:

- AX
- AYZ
- BCX
- BCYZ

Wie auch in den vorhergehenden Kapitel wurden auch hier die BC- bzw. die YZ-Artikel nicht separiert. Bei der Auswertung wird für jedes Ereignis angegeben, wie viele Artikel der jeweiligen Artikelklassen zu der/den KW des Ereignisses einen Peak hatten. Ebenso wird die Gesamtzahl an Artikel in diesen Artikelklassen angegeben (Spalte „Anz.“) und darauf basierend ein prozentualer Anteil ermittelt, wie viele dieser Artikel von diesem Ereignis beeinflusst werden. Des Weiteren wird für jede Artikelklasse das durchschnittliche Vielfache vom Wochenbedarf, der in dieser/diesen KW angefallen ist, angegeben. Zum Schluss werden die Artikel mit Peaks, sowie die Gesamtartikelanzahl und der prozentuale Anteil an Artikeln mit Peaks ermittelt. Das durchschnittliche Vielfache des Wochenbedarfs wird gewichtet über die Artikelanzahl berechnet.

5.1 Silvester

Zu Silvester, aber auch zu allen anderen Ereignissen, gab es keinen Artikel ohne wöchentlichen Bedarf, der als AX-Artikel eingestuft wurde, der einen Peak hatte. Zählt ein Artikel trotz einer oder mehreren Nullwochen, müssen die restlichen Wochen sehr konstant sein, um bei einer Berechnung, bei der die Wochen ohne Bedarf mitgerechnet werden, um den geforderten Variationskoeffizienten noch zu erreichen. Daher ist es auch selbsterklärend, warum bei diesen Artikeln kein einziger Peak vorkam.

Tabelle 5.1: Von Silvester beeinflusste Artikel

Silvester KW 1 (2015) - ohne wöchentlichen Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	-	86	-	-
AYZ	7	308	2%	2,58
BCX	1	494	0%	2,32
BCYZ	134	5087	3%	3,84
Summe / Mittelwert	142	5975	2%	3,77

Silvester KW 1 (2015) - mit wöchentlichem Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	5	299	2%	2,27
AYZ	67	546	12%	3,83
BCX	11	2302	0%	2,20
BCYZ	306	4066	8%	3,67
Summe / Mittelwert	389	7213	5%	3,64

Ansonsten ist in Tabelle 5.1 zu sehen, dass das Vielfache des Wochenbedarfs bei den X-Artikeln deutlich geringer ist, als bei den YZ-Artikeln. Dies ist ebenso naheliegend, da durch zu hohe Peaks, der Variationskoeffizient ebenfalls ansteigt, und solche Artikel dann nicht mehr als X-Artikel klassifiziert werden. Daher haben auch generell nur wenige dieser Artikel einen Peak und die Anzahl der BCX-Artikel mit Peak ergibt sowohl bei den Artikel mit wöchentlichem Bedarf, als auch bei den Artikel ohne wöchentlichen Bedarf einen prozentualen Anteil nahe Null.

Außergewöhnlich hoch hingegen ist die Anzahl von Artikeln mit Peaks bei den AYZ- und BCYZ-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf. Zu diesen Artikelklassen zählen Artikel des täglichen Bedarf, die das ganze Jahr über konsumiert werden, jedoch zu Silvester in einer höheren Anzahl. Ein Beispiel hierfür sind alkoholische Getränke, wie Bier und Wein. Bei den AYZ-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf sind die drei Artikel mit dem höchsten Peak aus der Produktgruppe Weine, und weisen jeweils ca. ein Zehnfaches von ihrem Wochenbedarf in dieser Woche auf.

5.2 Ostern

Die Situation zu Ostern ist ähnlich wie zu Silvester. Wie in Tabelle 5.2 zu sehen gibt es hier ebenfalls wenige X-Artikel mit Peaks und auch das Vielfache dieser Artikel ist vergleichsweise gering.

Tabelle 5.2: Von Ostern beeinflusste Artikel

Ostern KW 14 (2015) - ohne wöchentlichen Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	-	86	-	-
AYZ	10	308	3%	2,70
BCX	6	494	1%	2,68
BCYZ	174	5087	3%	3,95
Summe / Mittelwert	190	5975	3%	3,84

Ostern KW 14 (2015) - mit wöchentlichem Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	2	299	1%	2,18
AYZ	66	546	12%	3,52
BCX	8	2302	0%	2,27
BCYZ	287	4066	7%	4,09
Summe / Mittelwert	363	7213	5%	3,93

Ebenso wie zu Silvester haben auch hier die AYZ- und BCYZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf eine hohe Anzahl an Peaks. Besonders sticht heraus, dass die BCYZ-Artikel mit wöchentlichem Bedarf in der Karwoche einen über vierfach so hohen Wochenbedarf hatten, wie normalerweise. Bei den Artikeln mit dem höchsten Vielfachen handelt es sich jedoch, was naheliegend wäre, nicht um Eier, Fleisch oder frisches Gebäck sondern um Artikel aus verschiedensten Produktgruppen wie z.B. Service-Artikel, Suppen oder Kaffee und Tee. Bei dem Artikel, der mit 16,81 das höchste Vielfache von seinem Wochenbedarf hatte, handelt es sich um einen Geschenkgutschein, wodurch sich der erhöhte Bedarf vor Ostern erklären lässt. Der überdurchschnittlich hohe Bedarf von Suppen hingegen, kann nicht eindeutig diesem Ereignis zugeordnet werden. Hier handelt es sich um einen der Fälle, in denen es, um festzustellen, ob Suppen vor Ostern tatsächlich immer stärker nachgefragt werden, notwendig ist, mehrere Jahre miteinander zu vergleichen.

Bei den AX-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf, gab es zwei Artikel die in KW 14 einen Peak hatten. Bei einem dieser Artikel handelt es sich um Eier, wie man bei diesem Ereignis auch vermuten würde. Bei den Artikeln ohne wöchentlichen Bedarf, gab es keinen Artikel der Produktgruppe Eier mit Peak in KW 14. Dabei ist jedoch anzumerken, dass von den 29 Artikeln der Produktgruppe Eier nur neun keinen wöchentlichen Bedarf hatten, wovon wiederum einige mit einem regelmäßigen Bedarf zu den X-Artikel zählen.

5.3 Wetter

Im Unterschied zu den anderen Ereignissen, wurden dem Ereignis Wetter zwei KW zugeordnet. Damit ein Artikel vom Ereignis Wetter als beeinflusst gilt, muss er in beiden dieser Wochen einen Peak aufweisen. Da Peaks mit dem doppeltem Wochenbedarf in zwei Kalenderwochen den Variationskoeffizienten der Artikel deutlich erhöhen, hatte kein einziger X-Artikel in beiden dieser Wochen einen Peak und daher gilt kein X-Artikel von diesem Ereignis beeinflusst.

Tabelle 5.3: Vom Wetter beeinflusste Artikel

Wetter KW 29 & 30 (2014) - ohne wöchentlichen Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	-	86	-	-
AYZ	2	308	1%	2,42
BCX	-	494	0%	-
BCYZ	48	5087	1%	4,21
Summe / Mittelwert	50	5975	1%	4,14

Wetter KW 29 & 30 (2014) - mit wöchentlichem Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	-	299	-	-
AYZ	34	546	6%	4,23
BCX	-	2302	-	-
BCYZ	150	4066	4%	4,39
Summe / Mittelwert	184	7213	3%	4,36

Im Allgemeinen kann Tabelle 5.3 entnommen werden, dass durch das Kriterium, dass in zwei Wochen ein Peak vorliegen muss, viel weniger Artikel von diesem Ereignis betroffen sind. Prozentual am meisten Peaks kamen bei den AYZ-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf vor. Der Artikel mit dem höchsten Peak stammt aus der Produktgruppe Beers und die Hälfte seines gesamten Jahresbedarf ist nur in einer dieser beiden Wochen angefallen. In der zweiten Woche hatte der Artikel zwar nur einen 2,6fachen höheren Bedarf als im Durchschnitt, dies zählt jedoch trotzdem noch als Peak. Die Produktgruppe, in der die meisten Artikel in diesen beiden Wochen einen Peak hatten, ist Gefrierfach. Da am Wochenende zwischen diesen beiden Wochen die höchsten Temperaturen in diesem Jahr gemessen wurden, ist es nicht verwunderlich, dass es sich dabei fast ausschließlich um Eis handelt.

5.4 Nikolaus

Zu Nikolaus gab es, wie in Tabelle 5.4 zu sehen ist, zwei Besonderheiten die im Vergleich zu den anderen Ereignissen auffallend sind. Zum einen gab es keinen Artikel der Artikelklasse AX mit wöchentlichem Bedarf, der in KW 49 einen Peak hatte. Zum anderen gab es bei den AYZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf auffallend viele Peaks in dieser Woche. Während der prozentuale Anteil an AYZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf mit Peaks bei den anderen Ereignissen zwischen 1% und 3% liegt, beträgt er zu Nikolaus sogar 5%. Ca. ein Drittel dieser Artikel stammt aus der Produktgruppe Weine, wobei bei keinem Artikel das Vielfache des Wochenbedarfs so extrem hoch war, wie bei anderen Ereignissen (max. 3,82).

Tabelle 5.4: Von Nikolaus beeinflusste Artikel

Nikolaus KW 49 (2014) - ohne wöchentlichen Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	-	86	-	-
AYZ	16	308	5%	2,61
BCX	9	494	2%	2,42
BCYZ	166	5087	3%	3,65
Summe / Mittelwert	191	5975	3%	3,50

Nikolaus KW 49 (2014) - mit wöchentlichem Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	-	299	-	-
AYZ	42	546	8%	3,27
BCX	3	2302	0%	2,22
BCYZ	307	4066	8%	3,84
Summe / Mittelwert	352	7213	5%	3,76

Im Gegensatz zu den AYZ-Artikeln gibt es sowohl bei den BCYZ-Artikeln mit wöchentlichen Bedarf als auch bei jenen ohne wöchentlichen Bedarf durchaus Artikel, die in besagter Woche einen mehr als zehnfach so hohen Bedarf hatten als im Schnitt. Mit dem 15,45-fachen des normalen Wochenschnitts lag das höchste Vielfache bei einem BCYZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf vor. Es handelt sich dabei um einen Artikel der Produktgruppe Mehl, genauer gesagt um eingelegte Kirschen. Dieser hohe Bedarf könnte tatsächlich durch Nikolaus begründet sein, da in vielen Rezepten speziell für Nikolaus, genau diese Kirschen benötigt werden. Bei diesem Artikel fällt auf, dass er zu Weihnachten ebenfalls einen annähernd hohen Bedarf hatte, dessen Begründung ebenso durch die Notwendigkeit des Artikels in vielen Weihnachtsrezepten liegt.

5.5 Weihnachten

Die Anzahl der Artikel, die von Weihnachten beeinflusst werden, ähnelt im Groben der bei den anderen Ereignissen. Auffällig war lediglich, wie Tabelle 5.5 zu entnehmen ist, dass die BCYZ-Artikel ohne wöchentlichen Bedarf zu Weihnachten verglichen mit ihrem durchschnittlichen wöchentlichen Bedarf und auch im Vergleich zu anderen Ereignissen, einen deutlich höheren Bedarf hatten. Die Artikel mit dem höchsten Vielfachen liegen bei einem mehr als 20fach so hohen Bedarf wie normalerweise, wobei der Artikel mit dem größten Vielfachen sogar einen über 26fach so hohen Bedarf hatte wie im Wochenschnitt. Auffallend ist dabei, dass die sechs Artikel mit dem höchsten Vielfachen alle aus der Produktgruppe Weine sind. In Kapitel 3.4 wurde zwar beschrieben, dass bei einem Großteil der Peaks der Produktgruppe Weine davon ausgegangen werden kann, dass sie von Aktionen verursacht werden, jedoch handelt es sich bei den Artikeln aus der Produktgruppe Weine, die zu Weihnachten einen so hohen Bedarf hatten, fast ausschließlich nur um Schaumweine. Das lässt vermuten, dass dieser außerordentliche hohe Bedarf tatsächlich von Weihnachten verursacht wurde.

Tabelle 5.5: Von Weihnachten beeinflusste Artikel

Weihnachten KW 52 (2014) - ohne wöchentlichen Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	-	86	-	-
AYZ	9	308	3%	2,89
BCX	3	494	1%	2,36
BCYZ	109	5087	2%	4,28
Summe / Mittelwert	121	5975	2%	4,13

Weihnachten KW 52 (2014) - mit wöchentlichem Bedarf				
Artikelklasse	Peaks	Anz.	%	Vielfaches
AX	2	299	1%	2,27
AYZ	51	546	9%	2,76
BCX	6	2302	0%	2,12
BCYZ	291	4066	7%	3,82
Summe / Mittelwert	350	7213	5%	3,63

Bei den BCYZ-Artikeln mit wöchentlichem Bedarf sind sogar die elf Artikel mit dem höchsten Vielfachen aus der Produktgruppe Weine. Ebenso wie bei den BCYZ-Artikeln ohne wöchentlichen Bedarf handelt es sich hierbei fast ausschließlich um Schaumweine, was die Vermutung eines Einflusses von Weihnachten auf den Bedarf von Schaumweinen nur bestätigt.

6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit der Optimierung der Nachschubsteuerung zwischen Übervorratslager und Pufferlager und mit der Klassifizierung der gelagerten Artikel, auf Basis welcher frühzeitig auf Bedarfsschwankungen mit einem entsprechenden Nachschub reagiert werden kann. Zu diesem Zweck wurde nach einer allgemeinen Einleitung über die Lebensmittelindustrie, die in dieser Arbeit thematisiert wird, zuerst eine Literaturrecherche durchgeführt, in der neben logistischen Grundlagen zur Lagerhaltung und Bedarfssteuerung zum einen mögliche Konzepte zur Klassifizierung vorgestellt wurden und zum anderen die Ursachen für Bedarfsschwankungen evaluiert wurden. Von diesen Gründen wurden jene näher beschrieben, deren Einfluss einerseits tatsächlich auf Ereignisse zurückzuführen sind (die nicht zufällig sind) und die auch nicht selbst vom Unternehmen beeinflusst werden können. Die kalendarischen Fundamentalzyklen begründen dabei Ereignisse wie Feiertage oder Ferien und da es möglich ist, für diese genaue Daten festzulegen, kann ihr Einfluss genauer gemessen werden, als der anderer Einflussfaktoren.

Anschließend wurden die Daten vorsortiert und analysiert. Bei den Daten handelt es sich um ein Vollsortiment von 13.188 Artikeln, eingeteilt in 51 verschiedene Produktgruppen, wobei für jeden Artikel für jeden Tag der Bedarf vermerkt ist. Für eine sinnvolle Analyse wurden unvollständige Artikel weggelassen, der Betrachtungszeitraum auf genau ein Jahr festgelegt, sowie der tägliche Bedarf für jeden Artikel auf Kalenderwochen aufsummiert. Zuerst wurde eine ABC- und XYZ-Analyse durchgeführt, wobei aus Gründen der Relevanz die A- und X-Artikel außen vorgelassen wurden. Genau betrachtet wurden daher nur jene Artikel, deren Bedarf so gering ist, dass sie zu den Mittel- oder Langsamdrehern zählen und deren Bedarf durch zu hohe Schwankungen nicht mehr als regelmäßig gilt. Für einen besseren Überblick wurden diese Artikel als zwei getrennte Gruppen betrachtet, eine Gruppe von Artikeln, die in jeder KW einen Bedarf hatten und eine weitere Gruppe von Artikeln die in maximal 51 der gesamten 52 KW einen Bedarf hatten.

Die BCYZ-Artikel (Mittel- und Langsamdreher mit eher unregelmäßigem Bedarf) wurden im weiteren Verlauf auf aufgetretene Schwankungen und die Gründe dafür untersucht. Dabei wurden die Artikel zum einen einzeln betrachtet, es wurde jedoch auch versucht, Regelmäßigkeiten innerhalb der Produktgruppen und auch zwischen einzelnen Artikeln zu finden, um dadurch eine Grundlage für eine Klassifizierung

schaffen zu können. Durch zu viele verschiedene Einflussfaktoren, die sich gegenseitig überlagern, und dadurch stark voneinander abweichenden Bedarfskurven, war es jedoch nicht möglich, die Artikel in saisonale und unregelmäßige Artikel einzuteilen. Ebenso sind die Bedarfskurven der einzelnen Artikeln innerhalb einer Produktgruppe trotz gewisser Ähnlichkeiten noch zu verschieden, um allein anhand der Produktgruppen klassifizieren zu können. Daher wurden alle Artikel in einer abschließenden Analyse noch auf ihre Peaks untersucht (Wochen mit mindestens doppelt so hohem Bedarf als im Durchschnitt), um durch diese Art der Analyse Ansätze zur Klassifizierung finden zu können.

Durch die Analyse der Peaks konnten gewisse Muster erkannt werden, in welchen Wochen besonders viele Artikel einen hohen Bedarf hatten. Daraus wurden Ereignisse abgeleitet, die als Ursache dieser Schwankungen in Betracht gezogen werden können. Basierend auf fünf dieser Ereignisse (Silvester, Ostern, Wetter, Nikolaus und Weihnachten) wurde ein Konzept zur Klassifizierung mithilfe von Peaks ausgearbeitet. Das Konzept wurde mithilfe eines Pseudo-Codes ausführlich beschrieben, wobei ein Betrachtungszeitraum von drei Jahren festgelegt wurde. Abschließend wurde dieses Konzept an den vorliegenden Daten beispielhaft für ein Jahr durchgeführt.

6.1 Diskussion der Ergebnisse

Wie bereits mehrfach erwähnt, war es zum einen weder möglich zwischen Y- und Z-Artikel zu trennen, noch genau nach Bedarfskurvenverlauf zu klassifizieren. Dennoch konnten durch die Analyse der Daten mit ihren Peaks und der Klassifizierung der Peaks nach Ereignissen wichtige Erkenntnisse gewonnen werden.

Eine wichtige Erkenntnis ist, dass primär Feierlichkeiten wie z.B. Ostern oder Weihnachten einen Einfluss auf den Bedarf der Artikel haben. Einzelnen Feiertagen wie z.B. Christi Himmelfahrt oder Pfingsten konnte nicht direkt ein Einfluss auf den Bedarf nachgewiesen werden. Bei Feiertagen kann davon ausgegangen werden, dass ein vermehrter Bedarf primär dann auftritt, wenn Geschäfte an einem Tag geschlossen sind und dadurch am Vortag vermehrt eingekauft wird. Da am eigentlichen Feiertag jedoch kein Bedarf anfällt, und in dieser Arbeit nur mit dem Wochenbedarf gerechnet wird, kann davon ausgegangen werden, dass sich der erhöhte Bedarf am Vortag mit dem Feiertag ohne Bedarf auf die Woche gesehen wieder ausgleicht. Ebenso auffallend war, dass kein wirklicher Einfluss aufgrund von Schulferien wie Sommerferien oder Herbstferien festgestellt werden konnte. Jedoch ist es durchaus möglich, dass vor allem in Touristenregionen durch das erhöhte Aufkommen von Touristen zu Ferienzeiten auch

dadurch der Bedarf vieler Artikel durchaus erhöht wird.

Ein weiterer Faktor, der bei der Analyse aufgefallen ist, ist die Auswirkung davon, dass der Bedarf des Kunden und der der Filialen zeitversetzt sind. Die vorliegenden Daten stellen den Bedarf der einzelnen Filialen und nicht den des Endkunden dar! Besonders bei unvorhergesehenen bzw. spontanen Ereignissen bedeutet das einen großen Unterschied. Ein Beispiel hierfür sind überdurchschnittlich hohe Temperaturen: Ist ein Samstag besonders heiß, kauft der Endkunde vermehrt Radler und Eis ein, in den Daten ist jedoch an diesem Tag vom Mehrbedarf noch nichts zu sehen. Erst wenn die Filiale die Produkte wieder nachordert, was, da der Bedarf an einem Samstag angefallen ist, erst in der darauffolgenden KW möglich ist, scheint der Bedarf in den Daten auf. Sind solche Ereignisse unter der Woche, ist die Auswirkung nicht so stark, da noch in der gleichen KW nachbestellt werden kann. Aber gerade bei Ereignissen die auf einen Samstag fallen, muss diese zeitliche Verzögerung beachtet werden. Noch extremer fällt diese zeitliche Verzögerungen bei Neuaufnahmen ins Sortiment oder Saisonware aus. Spezielle Weihnachtsartikel wie Adventskalender oder Schokoweihnachtsmänner sind zum Teil schon Monate vor Weihnachten im Regal, wodurch durch die Bestellung der Filialen schon ein Bedarf weit vor Weihnachten in den Daten aufscheint. Der tatsächliche Bedarf des Endkunden dieser Artikel ist jedoch im Normalfall erst einige Wochen vor Weihnachten. Ähnliches geschieht bei Neuaufnahmen ins Sortiment: Zu Beginn bestellen alle Filialen eine bestimmte Menge eines Artikels um die Regale aufzufüllen, wobei jedoch keinerlei Verbindung zum tatsächlichen Bedarf des Endkunden vorliegt.

Betreffend die Produktgruppen ist aufgefallen, dass es innerhalb der Gruppen durchaus vermehrt zu einem bestimmten Bedarfsverhalten der einzelnen Artikel unter Einflüssen kommt. Dieses Verhalten trifft aber bei keiner Produktgruppe auf die gesamte Gruppe zu, womit keine zuverlässige Aussage nur aufgrund der Produktgruppe möglich ist. Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei 13.188 und nur 51 Produktgruppen manchen Gruppen mehrere hundert Artikel zugeordnet sind, die sich teilweise sehr voneinander unterscheiden. Eine Aufspaltung der Produktgruppen in kleinere Subgruppen, deren Artikel sich zueinander sehr ähnlich in ihrem Bedarf verhalten, wäre eine Möglichkeit, jedoch ist die Schwierigkeit dabei, geeignete Subgruppen zu finden.

Allgemein konnten zwar viele Einflussfaktoren identifiziert werden, es gab jedoch auch häufig Bedarfsschwankungen, die keinem Ereignis zugeordnet werden konnten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass ein Großteil dieser nicht identifizierbaren Bedarfsschwankungen aufgrund von Aktionen oder Werbungen aufgetreten ist. Um diese Annahme zu verifizieren empfiehlt es sich daher, Aktionen der Artikel herauszufinden und mit den vorgekommenen Schwankungen zu vergleichen.

6.2 Diskussion der vorgenommenen Vereinfachungen

In der Arbeit wurden im wesentlichen zwei Vereinfachungen vorgenommen, die beide die Schnelldreher also A-Artikel betreffen:

- Für dieses Fallbeispiel wurden die A-Artikel gesamt den Schnelldrehern zugeordnet und bei der Datenanalyse außen vorgelassen, da sie in einem eigenen Kommissioniersystem für Schnelldreher kommissioniert werden. In der Praxis werden aber meist nicht alle dieser Artikel separat kommissioniert, sondern nur jener Teil der A-Artikeln, bei dem die Mengen, die an einzelne Filialen geliefert werden, groß genug sind. Gibt es z.B. A-Artikel bei denen 90% der Filialen jeweils mit einer Menge dieses Artikels beliefert werden, die einer Mindestmenge entspricht, werden nur diese 90% über des Kommissioniersystem für Schnelldreher kommissioniert. Die restlichen Stück dieses Artikels, die z.B. nur in sehr geringen Mengen an die restlichen 10% der Filialen geliefert werden, werden ebenso wie die B- und C-Artikel über das Kommissioniersystem für Langsam- und Mitteldreher kommissioniert. Da bei der endgültigen Klassifizierung der Artikel jedoch wieder alle A-Artikel mit klassifiziert werden, hat diese Vereinfachung im Endeffekt keine Auswirkung.
- Als A-Artikel ausgewählt wurden jene Artikel, die aufs Jahr gesehen in den angefragten Wochen den höchsten durchschnittlichen Wochenbedarf hatten. Die eigentliche Vorgehensweise ist jedoch, dass immer erst am Vortag, wenn die Bestellungen der einzelnen Filialen eingegangen sind, festgelegt wird, welche Artikel in welchen Menge über das Kommissioniersystem für Schnelldreher kommissioniert werden. Aus Gründen der besseren Übersicht und um es nicht unnötig kompliziert zu machen, wurde hier jedoch nicht 365 mal für jeden Tag eine ABC-Analyse durchgeführt, sondern nur einmal auf das gesamte Jahr gerechnet. An einzelnen Tagen oder Wochen ist es durchaus möglich, dass bei der eigentlichen Vorgehensweise dadurch andere Artikel als Schnelldreher klassifiziert werden, jedoch wird auch durch die vereinfachte Variante die Mehrheit der Artikel gleich zugeordnet, wie es bei einer täglichen Analyse der Fall wäre. Durch den hohen geforderten Wochenschnitt der A-Artikel, haben diese auch an den einzelnen Tagen einen sehr hohen Bedarf und werden dadurch auch bei einer täglichen Analyse als A-Artikel klassifiziert. Lediglich in Wochen, in denen manche A-Artikel nicht nachgefragt wurden, ergeben sich durch diese Vereinfachung Abweichungen.

6.3 Ausblick

Wie bereits erwähnt empfiehlt es sich für eine Verifizierung der Annahmen eine Klassifizierung über mehrere Jahre durchzuführen. Des Weiteren sind neben Daten über Aktionszeiträume und Werbungen auch Bedarfsdaten der einzelnen Filialen von Vorteil. Durch das Wissen, wann der Bedarf in den einzelnen Filialen angefallen ist, kann die in Kapitel 6.1 beschriebene Zeitverzögerung umgangen werden, und der angefallene Bedarf direkt mit den Ereignissen in Verbindung gebracht werden.

Für eine Betrachtung über einen längeren Zeitraum besteht des Weiteren die Möglichkeit, Trends oder den Einfluss von Social Media miteinzubeziehen. Ein Beispiel hierfür ist die bereits in Kapitel 1 beschriebene Nachhaltigkeit, wodurch die Konsumenten immer mehr nachhaltig produzierte Produkte bevorzugen und sich somit auch der Bedarf in den nächsten Jahren immer stärker zu diesen Produkten hin verschiebt.

Neben einer größeren Datenbasis bzw. Daten über Aktionen, einzelne Filialen etc. bietet sich für eine sinnvolle Klassifizierung ebenso Maschinelles Lernen an. Maschinelles Lernen ist ein Teilbereich der künstlichen Intelligenz und lehrt im wesentlichen Computern Aufgaben zu lösen, indem sie aus vorgegebenen Daten lernen.³¹ Bei der hier betrachteten Problemstellung besteht die Möglichkeit, dem Computer beizubringen, anhand der Bedarfskurvenverläufe der einzelnen Artikel zu erkennen, wie der vorliegende Artikel klassifiziert werden soll. Ganz grundlegend können dadurch z.B. die Y- und Z-Artikel getrennt werden, indem der Computer erkennt, ob es sich um eine saisonale oder unregelmäßige Schwankung handelt. Dabei gibt man dem Computer einige Testdaten, bei denen bereits definiert wurde, um welche Kategorie es sich handelt, der Computer sucht dann basierend darauf aus den Daten gewisse Gesetzmäßigkeiten und erstellt daraus Regeln zur Klassifizierung. Bei der Anwendung bei weiteren Artikeln sollte der Computer dann in der Lage sein, von selbst die richtige Kategorie auszuwählen.

³¹Vgl. Beierle et al. 2008, S.98f.

Literatur

Arnold, D., Isermann, H., Kuhn, A., Tempelmeier, H. , Furmans, K. (2008). *Handbuch Logistik*. 3., neu bearbeitete Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

Bedarfsermittlung (2017).

https://wuecampus2.uni-wuerzburg.de/moodle/pluginfile.php/201625/mod_resource/content/2/Logistik1_Modul_3/content/2_210_000.html,
Zugriff: 25.12.2017. 19:00 (UTC +1)

Beierle, C. , Kern-Isberner, G. (2008). *Methoden wissensbasierter Systeme: Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen*. 4., verbesserte Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden

Conze, M., Bystron, K. , Günthner, W. A. (2012). „XYZ-Analyse für volatile Produktionsprogramme“. In: *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb* 107.10, S. 727–730

Deckert, C. (2016). *CSR und Logistik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

Eckstein, P. P. (2012). *Statistik für Wirtschaftswissenschaftler: Eine realdatenbasierte Einführung mit SPSS*. Wiesbaden: Gabler Verlag

EHI Retail Institute (2018). *Verteilung der Umsätze im deutschen Einzelhandel auf die Wochentage: Im Jahr 2013 nach Branchen (in Prozent)*.

<https://www.handelsdaten.de/deutschsprachiger-einzelhandel/verteilung-der-umsaetze-im-deutschen-einzelhandel-auf-die-wochentage>, Zugriff: 15.02.2018. 10:00 (UTC +1)

Feiertagskalender (2018).

<https://www.feiertagskalender.ch/>, Zugriff: 06.05.2018. 13:00 (UTC +1)

Gudehus, T. (2012). *Logistik 1: Grundlagen, Verfahren und Strategien*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

Gudehus, T. (2015). *Dynamische Märkte: Grundlagen und Anwendungen der analytischen Ökonomie*. 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Springer Gabler

Handel ist Wandel: - Entwicklungen in der Handelsstruktur (2017).

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/handel-ist-wandel-entwicklungen-in-der-handelsstruktur.html>, Zugriff: 05.11.2017. 18:00 (UTC +1)

Klaus, P., Krieger, W., Krupp, M. (2012). *Gabler Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse*. Wiesbaden: Gabler Verlag

Klock, S. (2011). *Verkaufsflächenmanagement im Einzelhandel: Modelle und Verfahren für das Regal- und Sortimentsmanagement: Zugl.: Bamberg, Univ., Diss., 2010*. Bd. 2. Produktion & Logistik. Bamberg: Univ. of Bamberg Press

KPMG (2006). *Trends im Handel 2010*

– (2012). *Trends im Handel 2020*

– (2013). *Die Zukunft des Einkaufens: Perspektiven für den Lebensmitteleinzelhandel in Deutschland und der Schweiz*

Schäfer, K., Schick, R., Rokosch, F., Schwarzmann, K., Kany, H.-P., Weiner, U. (2009). „Verbesserung der Arbeitsbedingungen beim Kommissionieren durch Einsatz eines Palettenwendegerätes“. In: *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie* 59.4, S. 106–118

Schröder, A. (2018). *XYZ-Analyse: Optimale Materialwirtschaft Schritt für Schritt*.

<https://axel-schroeder.de/xyz-analyse-optimale-materialwirtschaft-schritt-fuer-schritt-fallstricke-beispieldateien/>, Zugriff: 22.02.2018. 11:00 (UTC +1)

Schuh, G., Stich, V., Hrsg. (2012a). *Produktionsplanung und -steuerung 1: Grundlagen der PPS*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

– Hrsg. (2012b). *Produktionsplanung und -steuerung 2: Evolution der PPS*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

– (2013). *Logistikmanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg

Wannenwetsch, H. (2007). *Integrierte Materialwirtschaft und Logistik: Beschaffung, Logistik, Materialwirtschaft und Produktion*. 3., aktualisierte Auflage. VDI-Buch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Wetteronline (2018).

<https://www.wetteronline.de/>, Zugriff: 06.05.2018. 13:00 (UTC +1)