

# **Vitamintablettenspender**

## **Projektarbeit**

Systementwicklungsmethodik 2

WS 2019/20

im Studiengang Systems Engineering  
der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät  
der Universität des Saarlandes

von

Kristian König und Tim Goll

Matrikelnummern: 2560270, 2553050

Gruppennummer: 1

Saarbrücken, 2019





*SEM 2 – Projektaufgabe WS 2019/20*

**„Innovatives Haushalt-Gadget in AM- & Multi-Material-Design“**

Der Drang zur Individualisierung steht heutzutage mehr im Fokus denn je. Gerade auch aus diesem Grunde erleben generative Fertigungsverfahren im privaten Konsumgüterbereich einen vermehrten Einzug. Die Vorteile liegen hierbei klar auf der Hand: werkzeuglose und endkonturnahe Bauteilfertigung, theoretisch realisierbare beliebig komplexe Geometrien sowie letztlich kurze Zeiträume zwischen Entwicklung und fertigem Bauteil insbesondere für Einzelteil- oder Kleinserienfertigungen in Integralbauweise mit Funktionsintegration. Trotz alledem wird aufgrund der stets auch hier existierenden Restriktionen und Herausforderungen der Technologie (u.a. restriktive Bauteilgrößen und Werkstoffspektren, vergleichsweise lange Fertigungszeiten mit entsprechend hohen Materialkosten sowie funktionsbedingt nachbearbeitungsnotwendigen Oberflächengüten und Maßhaltigkeiten) zukünftig weiterhin ein Multi-Material-Design, d.h. der richtige Werkstoff oder eine entsprechende Werkstoffkombination unter geeignetem Technologieeinsatz an seiner nutzerspezifisch geeignetsten Stelle im Hinblick auf Funktion, Kosten, Qualität, Zeit und Nachhaltigkeit im Fokus einer optimierten Produktentwicklung stehen.

Vor diesem Hintergrund soll im Zuge der parallel zur Lehrveranstaltung „Systementwicklungsmethodik 2“ zu bearbeitenden Projektaufgabe ein technisch bedeutsames aber zeitgleich auch revolutionäres und innovatives Haushalt-Gadget im AM- & Multi-Material-Design schrittweise entwicklungsmethodisch entworfen werden. Dabei kann die Aufgabe einerseits ein intelligentes Re-Engineering eines bereits vorliegenden, funktionell noch optimierbaren Haushaltsartikels umfassen oder ebenfalls die Betrachtung einer geschickten Kombination mehrerer Funktionsgegenstände einschließen. Seien Sie kreativ und überzeugen Sie mit Ihrer Produktvorstellung!

Universität des Saarlandes  
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik  
Campus E2 9, Raum 1.09  
66123 Saarbrücken



Ansprechpartner:  
Jerome Kaspar, M.Sc.

Telefon: +49 (0)681-302-71234  
Telefax: +49 (0)681-302-71317  
Mail: [kaspar@lkt.uni-saarland.de](mailto:kaspar@lkt.uni-saarland.de)

Datum: 18. Oktober 2019



Angesichts dieser facettenreichen Aufgabenstellung sind die im Folgenden aufgeführten Teilaufgaben schrittweise durchzuführen und terminiert abzugeben:

- 1) Konzeptionierung (initiale, systematische Konzeptentwicklung)
- 2) Detaillierung (methodische Werkstoffauswahl unter partiellem AM-Technologieeinsatz)
- 3) Ausarbeitung (3D-CAD Modellierung und Dokumentation)
- 4) Prototypenbau

### **Projektablauf:**

Die Projektarbeit, bestehend aus vier Projektteilen, soll semesterbegleitend und selbstständig (*Plagiate führen zum Klausurausschluss*) innerhalb der eingeteilten 2er-Gruppe gelöst werden. Dazu sind zu den jeweiligen Abgabeterminen die nachfolgend aufgeführten Dokumente der Teilaufgaben abzugeben sowie für Projektteil 1 und Projektteil 4 die entsprechenden Ergebnisse in einer 10-minütigen Präsentation vorzustellen.

### **Äußere Form der Abgabedokumente:**

Alle Dokumente (Zeichnungen auf A4 gefaltet) sind gebunden / geheftet / in Ordner mit

- ▶ Deckblatt mit Gruppennummer, Namen und Matrikelnummern
- ▶ Inhaltsverzeichnis und Aufgabenstellung (und Lastenheft)

vollständig in aktuellster Form zum jeweiligen Abgabetermin mitzubringen und abzugeben.

### **Anforderungen – Präsentation:**

- ▶ Stellen Sie Ihre Konzeption / Konstruktion im Sinne eines **Konstruktionswettbewerbs** dar
  - Erläutern Sie die Funktionsweise Ihrer Konstruktion
  - Begründen Sie die Entscheidung für Ihr gewähltes Funktionsprinzip gegenüber anderen möglichen Funktionsprinzipien (z.B. anhand des morphologischen Kastens)
  - Stellen Sie die besonderen Vorteile Ihrer Konstruktion dar
  - Nennen Sie ggf. gerne auch bereits identifizierte Schwachstellen Ihrer Konstruktion und entsprechende Verbesserungsvorschläge
- ▶ Gestalten Sie Ihre 10-minütige Präsentation nach Ihren Vorstellungen (d.h. Anzahl der Vortragenden, Beamer und/oder Wandtafel)

**Teil 1 – Konzeptionierung:** (initiale, systematische Konzeptentwicklung)

**Abgabetermin 29.11.2019**

Die methodische Vorgehensweise ist zu dokumentieren mit

▶ Produktplanung

- Marktanalysen, Wettbewerbsanalysen, Technologieanalyse & Patentanalyse

▶ Projektplan

für die Gestaltungsaufgabe mit Planung von

- Aufgaben
- Dauer, Beginn und Ende der Aufgaben
- Abhängigkeiten zwischen Aufgaben
- ggf. kritischem Pfad

▶ Anforderungsliste

- Anforderungen des Lastenheftes präzisiert sowie um sinnvolle Anforderungen und Angaben inkl. Verweis auf Lage in Kano-Diagramm ergänzt (*min. 20 Anforderungen*)
- Konsistenzmatrix für (*mindestens 10*) Hauptanforderungen

▶ Funktionsstruktur

- Allgemeine kybernetische Black-Box-Darstellung
- Hierarchische Funktionsstruktur (*mindestens 10 Teilfunktionen*)
- Funktionsmodell mit Darstellung der (*mindestens 10*) wichtigsten Funktionen

▶ Lösungsprinzipien

- Morphologischer Kasten mit (*jeweils mindestens 4*) Teillösungsprinzipien (ggf. durch geeignete Lösungsfindungsmethoden) für diese wichtigsten Funktionen
- Verträglichkeitsmatrix für die Teilprinzipien
- Kennzeichnung von *mindestens 3* möglichen Gesamtlösungskombinationen im morphologischen Kasten
- Bewertung dieser Gesamtlösungskombinationen

▶ Grobentwurf / technische Prinzipskizze

- Anfertigung einer technischen Prinzipskizze zur Verdeutlichung des Wirkprinzips

## Teil 2 – Detaillierung: (methodische Werkstoffauswahl unter partiellem AM-Technologieinsatz)

**Abgabetermin 10.01.2020**

Das konstruktiv entworfene Produkt ist angesichts einer methodischen Werkstoff- und Technologieauswahl transparent zu dokumentieren mit

### ► Ashby-Methode

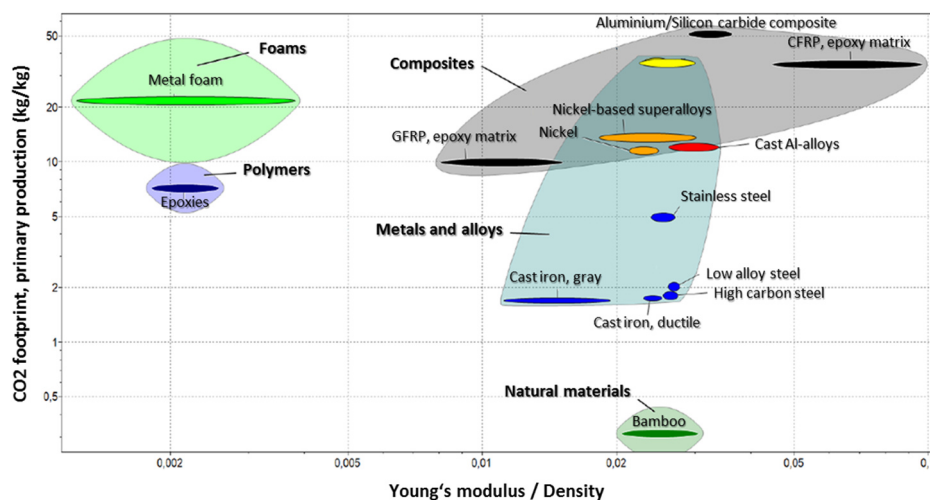
für alle Subsysteme und Komponenten mit relevanter Werkstoffauswahl

- Analyse der Gestaltvorgaben als Randbedingungen und Ziele
- Identifizierung und Ableitung sogenannter „Functions“, „Constraints“, „Objectives“ sowie „Free Variables“ zur Auflistung einfacher Randbedingungen für die Selektion
- Aufstellung einer „Performance-Rechnung“ (*mathematische/physikalische Beziehungen und Formeln zur Berechnung des Ziels*) zur Entmystifizierung der Werkstofffaktoren

### ► CES-Software

optimierte Auswahl mittels computerunterstützter Datenbank

- Erstellung sogenannter Eigenschaftsdiagramme unter Anwendung sogenannter Designgeraden (*Steigung entsprechend obiger Performance-Rechnung / Werkstofffaktoren*) zur Einschränkung gewisser Werkstofflösungen
- Ranking der besten fünf (5) grundsätzlich in Frage kommenden Lösungen
- Begründete Auswahl der finalen Werkstofflösung entsprechend der Prozesstechnologie sowie sonstiger „weicher“ Faktoren (*bspw. über „limit stages“*)





---

**Teil 3 – Ausarbeitung:** (3D-CAD Modellierung und Dokumentation)

**Abgabetermin 24.01.2020**

Das modellierte Produkt ist vollständig sortiert zu dokumentieren mit

- ▶ Dimetrischer Ansicht des modellierten „innovativen Haushalt-Gadgets“ (digital & Ausdruck)
- ▶ 3D-CAD Datensätzen der Einzelteile sowie des Zusammenbaus (\*.prt sowie \*.stp)
- ▶ Digital abgeleiteten Zeichnungssätzen (separate \*.prt sowie \*.pdf)

alle zur fertigungsgerechten (Toleranzen, Oberflächen, etc.) Herstellung notwendigen ...

- Einzelteil- und Zusammenbauzeichnungen
- Stücklisten

**Teil 4 – Prototypenbau:**

**Abgabetermin 07.02.2020**

- ▶ Eigenständiger Zusammenbau & Test des selbst konstruierten „innovativen Haushalt-Gadget in AM & Multi-Material-Design“
- ▶ Endpräsentation und Vorführung des „Haushalt-Gadgets“ mit allen teilnehmenden Studenten-Teams

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Lastenheft</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Konzeptionierung</b>	<b>2</b>
2.1	Produktplanung . . . . .	2
2.2	Projektplan . . . . .	4
2.3	Anforderungsliste . . . . .	4
2.4	Funktionsstruktur . . . . .	8
2.5	Lösungsprinzipien . . . . .	8
2.6	Technische Prinzipskizze . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Detaillierung</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Ausarbeitung</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Prototypenbau</b>	<b>12</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>15</b>
A.1	Marktanalyse zu Nahrungsergänzungsmitteln . . . . .	15



# 1 Lastenheft

Es ist die Entwicklung eines innovativen Haushalt-Gadgets in AM-&Multimaterial-Design vorgegeben. Dabei soll ein bedeutsames aber zeitgleich auch revolutionäres und innovatives Produkt entworfen werden. Vom Kunde ist ein Vitamintablettenspender gewünscht. Dieser soll über folgende Funktionen verfügen:

- Aufbewahrungsmöglichkeit für mindestens zwei unterschiedliche Vitamintablettensorten
- Automatischer Tablettenauswurf in einen Trinkbehälter
- Handlich
- Leicht

Dazu wurden zusätzliche Kundenbefragungen und Umfragen hinsichtlich wünschenswerter Zusatzfunktionen durchgeführt. Als begeisternde Kriterien wurden folgende Wunschanforderungen formuliert:

- Touchdisplay zur Bedienung
- Automatisches Auffüllen des Trinkbehälters mit Wasser
- Füllstandanzeige der Tablettenreservoirs

Das Produkt soll dem Kunden im Februar 2020 mittels einem fertigen Prototypen vorgestellt werden.

## 2 Konzeptionierung

Im Entwicklungsprozess nimmt die Suche nach der optimalen Lösung für das vom Kunden gewünschte Produkt die Hauptaufgabe ein. Das Ergebnis soll nachvollziehbar und objektiv bewertbar sein. Dafür wird im Folgenden zunächst eine umfassende Planung des Produktes hinsichtlich Markt- und Wettbewerbschancen durchgeführt.

Die Entwicklung des Konzepts erfolgt darauffolgend anhand eines Projektplans, der den vom Kunden gewünschten Termin zur Vorstellung des Produktes mit einem Prototypen berücksichtigt. In der Anforderungsliste werden die Anforderungen des Kunden aus dem Lastenheft konkretisiert und durch interne Spezifikationen ergänzt. Damit wird eine Basis zur Entwicklung von Lösungsideen geschaffen.

Hierfür werden zunächst die Zusammenhänge von Anforderungen und Funktionen abstrakt in der Funktionsstruktur dargestellt, wobei das Loslösen vom Gegenständlichen und von vorzeitigen Festlegungen auf ein bestimmtes Lösungskonzept ermöglicht wird. Zur Systematisierung der Suche und Auswahl des optimalen Lösungsprinzips wird im morphologischen Kasten alle Lösungsoptionen aller Teilfunktionen berücksichtigt und verschiedene Gesamtlösungskombinationen unter Beachtung von Konflikten untereinander gebildet. Die abgesicherte Festlegung des zu realisierenden Lösungskonzeptes erfolgt in der Nutzwertanalyse. Zuletzt wird ein Grobentwurf zur Verdeutlichung des Wirkprinzips angefertigt.

### 2.1 Produktplanung

Der Markt für Nahrungsergänzungsmittel ist riesig. Mehrere Studien und Umfragen zeigten bereits die enorme Nachfrage deutschlandweit. So wurden nach einer Studie von Insight Health [studie1], die auf der Website des deutschen Lebensmittelverbandes veröffentlicht wurde, dass im Jahr 2018 225 Millionen Packungen Nahrungsergänzungsmittel verkauft wurden. Das entspricht einem Umsatz von circa 1,439 Milliarden Euro. Dabei machen Vitamine und Mineralstoffe näherungsweise zwei Drittel des gesamten Nahrungsergänzungsmittel-Marktes aus. Das Vitamin C, zur Stärkung des Immunsystems, ist dabei in der Sparte der Vitaminprodukte mit großem Abstand am beliebtesten, sodass davon im Jahr 2019 29,2 Millionen Packungen abgesetzt wurden. Zweitplatziert sind Multivitamin-Tabletten mit Mineralstoffen, die immernoch 17,5 Millionen verkaufte Packungen vorweisen können. Aber auch Vitamintabletten, die lediglich das Vitamin B12 oder die Vitamine A/D oder B-Komplexe beinhalten, sind sehr stark gefragt. Unabhängig von Vitaminen werden einige Mineralstoffe wie Magnesium insbesondere für Sportler oder Calcium vom Markt aufgekauft. Dabei wurden im Jahr 2018 36,8 Millionen Packungen Magnesium sowie 16,4 Millionen Packungen Calcium verkauft. Die Chancen, dass ein Produkt zur automatisierten Ausgabe von Tabletten mit Vitaminen und Mineralen vertrieben wird, sind damit gegeben. Die bereits große Akzeptanz von Medikamentendispensern stellen ein gutes Beispiel für die Erfolgsaussichten des zu entwickelnden Produktes. Diese Dispenser verringern die Wahrscheinlichkeit falsche Medikamente einzunehmen und bieten dabei zeitgleich einen hohen Komfort. Mit dem Vitamintablettenspender wird ein Produkt konstruiert, das der breiten Masse der Bevölkerung zugänglich gemacht werden

kann. Aufgrund der hohen Verkaufszahlen von Nahrungsergänzungsmitteln bieten sich Chancen durch den erhöhten Komfort der Tablettenzubereitung und der damit erleichterten Einnahme. Außerdem kann die Aufbewahrung verschiedener Vitamin- und Mineralsorten die Vielfältigkeit in der Nachfrage nach Nahrungsergänzungsmitteln kompensieren.

Die Technologien zum Realisieren des Produktwunsches sind gegeben. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten zum Entwerfen eines Ausgabemechanismus von Vitamintabletten. Da technologisch größtenteils nur Motoren zum Erzeugen des gewünschten Schiebepinzips eingesetzt werden müssen, treten bei der Umsetzung ausschließlich Komponenten der Technologien aus dem Bereich der Basis- oder der Alten Technologien auf. Diese sind preislich günstig zu bekommen und können durch geschickte Kombination miteinander Gewinne einbringen. Beispielsweise wurden in Norwegen im Jahr 2018 elektronische Medikamentendispenser in Krankenhäuser in einem Pilotprojekt getestet [studie2], wodurch bestätigt wird, dass die technischen Voraussetzungen für das Produkt gegeben sind.

Im direkten Wettbewerb mit dem automatischen Vitamintablettenspender steht ein Produkt der Firma Tespo (Plymouth, England), das die automatische Ausgabe ihrer eigenen Vitaminprodukten in Pulverform ermöglicht. Dieses Produkt ist jedoch nicht für den Massenmarkt und herkömmliche Vitamintabletten geeignet. Des Weiteren gibt es Behältnisse zu Aufbewahrung von Tabletten. Diese stellen jedoch nicht die automatische Ausgabe sowie das anschließende Auffüllen des Trinkbehältnisses mit Wasser bereit. Die gewünschte Bedienbarkeit mit einem Touchdisplay sind zusammen mit der automatischen Zubereitung Alleinstellungsmerkmale. Damit ist das Produkt ein Unikat und hebt sich gegenüber der Konkurrenz deutlich ab.

In der Patentanalyse wurde mittels der Bottom-Up-Recherche-Methode sichergestellt, dass es keine vergleichbaren Patente des Produkts gibt. Dabei wurden im Depatisnet, Espacenet sowie unter Google Patents keine relevanten Produkte gefunden. Es existiert ausschließlich das deutsche Patent DE000029811862U1 mit dem Titel "Vitamin-Tablettenspender". Das im Jahr 1998 angemeldete Gebrauchsmuster beschreibt einen Spender, an dem Tablettenröhrchen befestigt werden können. Mit Hilfe eines mechanischen Schiebers können einzelne Tabletten herausgenommen werden. Für die Konstruktion ist die Montage an der Wand vorgesehen, wobei dort die einzelnen Tablettenröhrchen ausgetauscht werden können. Das Patent beinhaltet das Funktionsprinzip des zu entwickelnden Produktes nur eingeschränkt. Geschützt wird eine komplette Wandhalterung, bei der die Befestigung mittels Verschrauben der Produktschenkel erfolgt. Des Weiteren wird die direkte Montage der Röhrchen sowie der mechanischen Schieber zum Herausnehmen der Tabletten patentiert. Das zu entwickelnde Produkt erweitert das Prinzip in seiner Funktion, sodass der Wirkungsbereich des Schutzes verlassen wird. Der automatische Prozess zur Tablettenausgabe löst dabei den Schiebemechanismus ab, sollte jedoch hinsichtlich seiner Ähnlichkeit zum mechanischen Schieber überprüft und abgesichert werden. Das System ist nicht zur Montage an der Wand vorgesehen. Außerdem ist die Befüllung des Gerätes mit den Tabletten angedacht, sodass die einzelnen Röhrchen nicht direkt am Produkt montiert werden. Durch Hinzufügen von wesentlichen Produktfunktionen wie beispielsweise einem Touchscreen, einem Wasserbehälter zum automatischen Auffüllen des Trinkbehälters und einigen weiteren Zusatzfunktionen hebt sich das

System deutlich vom Patent ab und kann konstruiert werden. Die Kombination der einzelnen Komponenten für sein Anwendungsgebiet kann als Patent angemeldet werden.

## 2.2 Projektplan

- Aufgaben
- Dauer, Beginn und Ende der Aufgaben
- Abhängigkeiten zwischen Aufgaben
- ggf. kritischem Pfad

## 2.3 Anforderungsliste

- Anforderungen des Lastenheftes präzisiert sowie um sinnvolle Anforderungen und Angaben inkl. Verweis auf Lage im Kano-Diagramm ergänzt (min. 20 Anforderungen)
- Konsistenzmatrix für (min. 10) Hauptanforderungen

Nr.	F/W	Gew.	Beschreibung und Erläuterung	Faktortyp	Ver.
<b>1</b>			<b>Funktionsanforderungen</b>		
1.1	F		Automatische Ausgabe einer Vitamintablette nach Wahleingabe über einen Auswurf in einen Trinkbehälter	Basis	KK/TG
1.2	W	9	Ausgabe sollte innerhalb 15 Sekunden nach Wahleingabe erfolgen	Leistung	KK/TG
1.3	W	6	Automatische Ausgabe einer Tablette bei Platzierung eines Trinkbehälters unter den Auswurf	Begeisterung	KK/TG
1.4	W	10	Automatisches Auffüllen des Trinkbehälters mit Wasser nach Tablettenausgabe	Begeisterung	KK/TG
1.5	W	4	Es sollte nur eine der Tageszeit entsprechende Tablette ausgegeben werden, um die Vitaminbalance des Nutzers zu garantieren	Begeisterung	KK/TG
1.6	F		Aufbewahrungs- und Ausgabemöglichkeit für mindestens zwei unterschiedliche Vitamintablettensorten	Basis	KK/TG
1.7	F		Aufbewahrungsmöglichkeit für mindestens 20 Brausetabletten je Vitamintablettensorte	Basis	KK/TG
1.8	F		Anzeige der aktuellen Uhrzeit	Basis	KK/TG

1.9	W	5	Anzeige des nächsten Tablettentyps, der vom Nutzer eingenommen werden soll, um eine regelmäßigen Tabletteneinnahme zu überwachen	Begeisterung	KK/TG
1.10	W	4	Anzeige der Uhrzeit für die vom Nutzer als nächstes zu nehmende Tablette	Begeisterung	KK/TG
1.11	W	3	Warnton, wenn Uhrzeit von Anforderung 1.10 für einen Nutzer um fünf Minuten überschritten wurde	Begeisterung	KK/TG
1.12	W	2	Verschiedene Nutzerprofile, sodass die Überwachung der regelmäßigen Tabletteneinnahme für mehrere Nutzern erfolgen kann	Begeisterung	KK/TG
1.13	W	10	Bedienung per Touchdisplay	Begeisterung	KK/TG
1.14	W	10	Füllstandsanzeige der Tablettenreservoirs	Begeisterung	KK/TG
<hr/>					
<b>2</b>	<b>Mechanische/Geometrische Anforderungen</b>				
2.1	F		Kompatibel für handelsübliche Vitamintabletten mit den Abmaßen: Durchmesser $\times$ Höhe = 25 mm $\times$ 6 mm	Leistung	KK/TG
2.2	F		Maximales Gewicht: 5 kg	Leistung	KK/TG
2.3	F		Maximale Abmessungen: Länge $\times$ Breite $\times$ Höhe = 300 mm $\times$ 300 mm $\times$ 450 mm	Leistung	KK/TG
2.4	F		Geeignet für alle Trinkbehälter mit den maximalen Abmessungen: Durchmesser $\times$ Höhe = 90 mm $\times$ 180 mm	Leistung	KK/TG
<hr/>					
<b>3</b>	<b>Sicherheitsanforderungen</b>				
3.1	F		Schutz des mechanischen Tablettenauswurfs	Basis	KK/TG
3.2	F		Keine scharfen Kanten	Basis	KK/TG
3.3	F		Im Betrieb kein Zugang zu elektrischen Bauteilen möglich	Basis	KK/TG
<hr/>					
<b>4</b>	<b>Umwelt- und Wartungsanforderungen</b>				
4.1	W	3	Gehäuses soll recyclebar sein	Leistung	KK/TG
4.2	F		Wartungsintervall: 1x jährlich	Leistung	KK/TG
<hr/>					
<b>5</b>	<b>Produktions- und Fertigungsanforderungen</b>				
5.1	F		Funktionsprototyp bis zum 07.02.2020	Leistung	KK/TG
5.2	F		Gehäuse des Prototyps mittels RPT per 3D-Druck	/	KK/TG
5.3	F		Verwendung wasserfester Materialien	Begeisterung	KK/TG

5.4	F		Norm- und Zukaufteile zu bevorzugen	/	KK/TG
5.5	F		Motoren des automatischen Auswurfs als Zukaufteile	/	KK/TG
5.6	W	8	Pumpe zum Auffüllen des Trinkbehälters sollte für Anforderung 1.4 ein Zukaufteil sein	/	KK/TG
5.7	W	6	Verwendung robuster Sensoren mit einer Lebensdauer > 50.000 h	Leistung	KK/TG
<hr/>					
<b>6</b>			<b>Sonstige Anforderungen</b>		
6.1	F		Betrieb über eine haushaltsübliche 230V Steckdose	Basis	

---

**Tabelle 2.1:** Anforderungsliste (F = Festanforderung, W = Wunschanforderung, Gew. = Gewichtung, Ver. = Verantwortlicher)

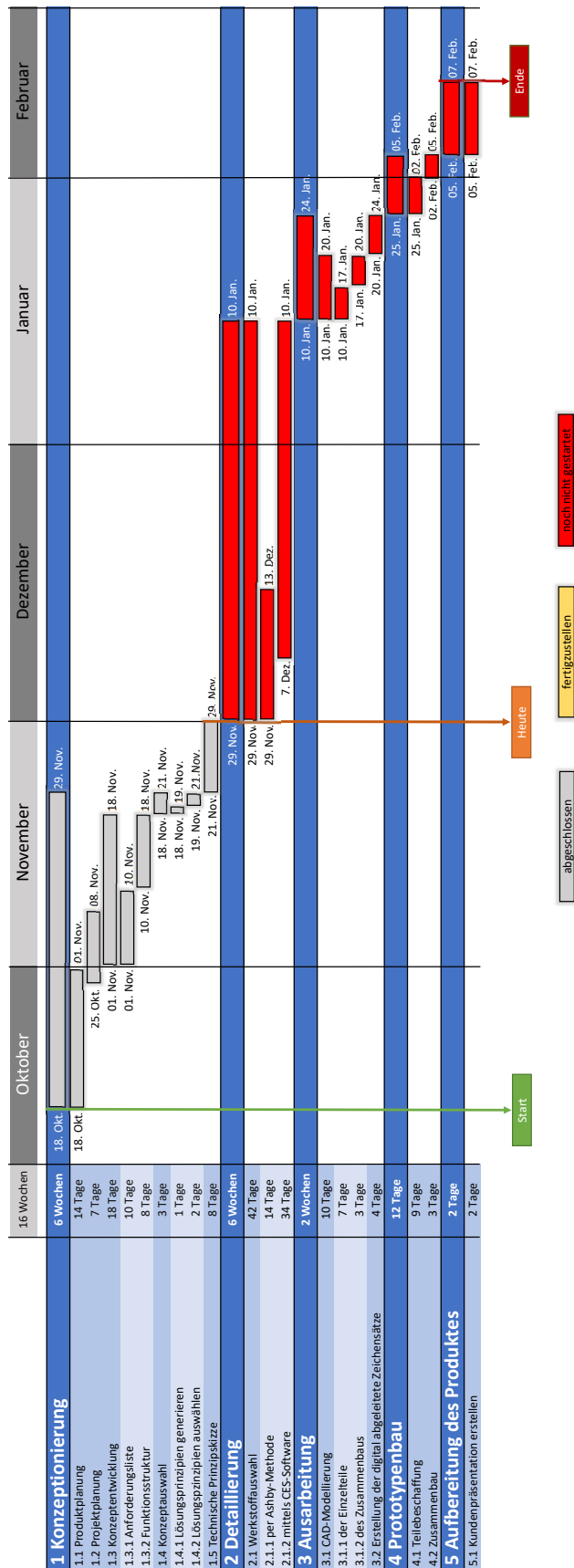
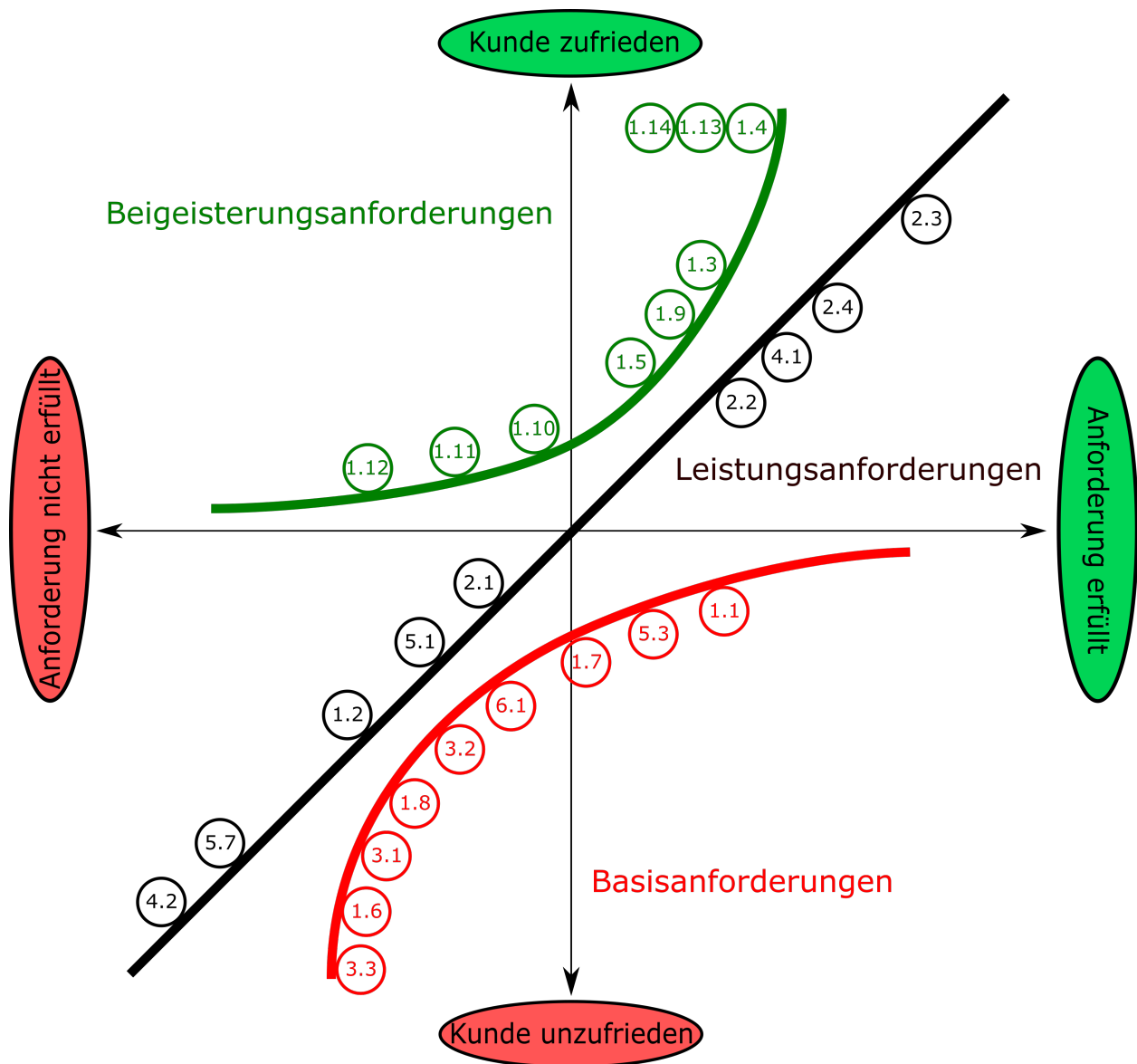


Abbildung 2.1: Projektplan



**Abbildung 2.2:** Kano-Diagramm zur Verdeutlichung der Lage der Anforderungen

## 2.4 Funktionsstruktur

- Allgemeine kybernetische Black-Box-Darstellung
- Hierarchische Funktionsstruktur (min. 10 Teilfunktionen)
- Funktionsmodell mit Darstellung der (min. 10) wichtigsten Funktionen

## 2.5 Lösungsprinzipien

- Morphologischer Kasten mit (jeweils min. 4) Teillösungsprinzipien (ggf. durch geeignete Lösungsfindungsmethoden) für diese wichtigsten Funktionen
- Verträglichkeitsmatrix für die Teilprinzipien



- Kennzeichnung von min. 3 möglichen Gesamtlösungskombinationen im morphologischen Kasten
- Bewertung dieser Gesamtlösungskombinationen

## **2.6 Technische Prinzipskizze**

Anfertigung einer technischen Prinzipskizze zur Verdeutlichung des Wirkprinzips

### **3 Detaillierung**

## **4 Ausarbeitung**

## 5 Prototypenbau

## Abbildungsverzeichnis

2.1	Projektplan . . . . .	7
2.2	Kano-Diagramm zur Verdeutlichung der Lage der Anforderungen . . . . .	8

## Tabellenverzeichnis

2.1	Anforderungsliste (F = Festanforderung, W = Wunschanforderung, Gew. = Gewichtung, Ver. = Verantwortlicher) . . . . .	6
-----	---	---

## **A Anhang**

### **A.1 Marktanalyse zu Nahrungsergänzungsmitteln**

# Gesamtmarkt für Nahrungsergänzungsmittel in Deutschland 2018\*

Werte für 2017\*\* in Klammern



**Umsatz**  
**1,439 Mrd. Euro**  
(1,31 Mrd. Euro)



**Absatz**  
**225 Mio. Packungen**  
(212 Mio. Packungen)

\* April 2017 bis März 2018

\*\* April 2016 bis März 2017

Quelle: INSIGHT Health

## Wo kaufen Verbraucher Nahrungsergänzungsmittel?

Absatz in Millionen Packungen 2018\*, Zuwachs in Prozent und  
Werte für 2017\*\* in Klammern

**1** Drogeriemärkte  
**92,9 Mio.**  
+ 10,5 % (84,1 Mio.)



**2** Lebensmitteleinzelhandel  
**73,0 Mio.**  
– 1,7 % (74,2 Mio.)



**4** Versandapotheken  
**16,5 Mio.**  
+ 23,3 % (13,4 Mio.)



**3** Apotheken  
**43,3 Mio.**  
+ 2,7 % (41,2 Mio.)



**2018\***  
**225 Mio.**  
**+ 5,5 %**  
(213 Mio.)

\* April 2017 bis März 2018

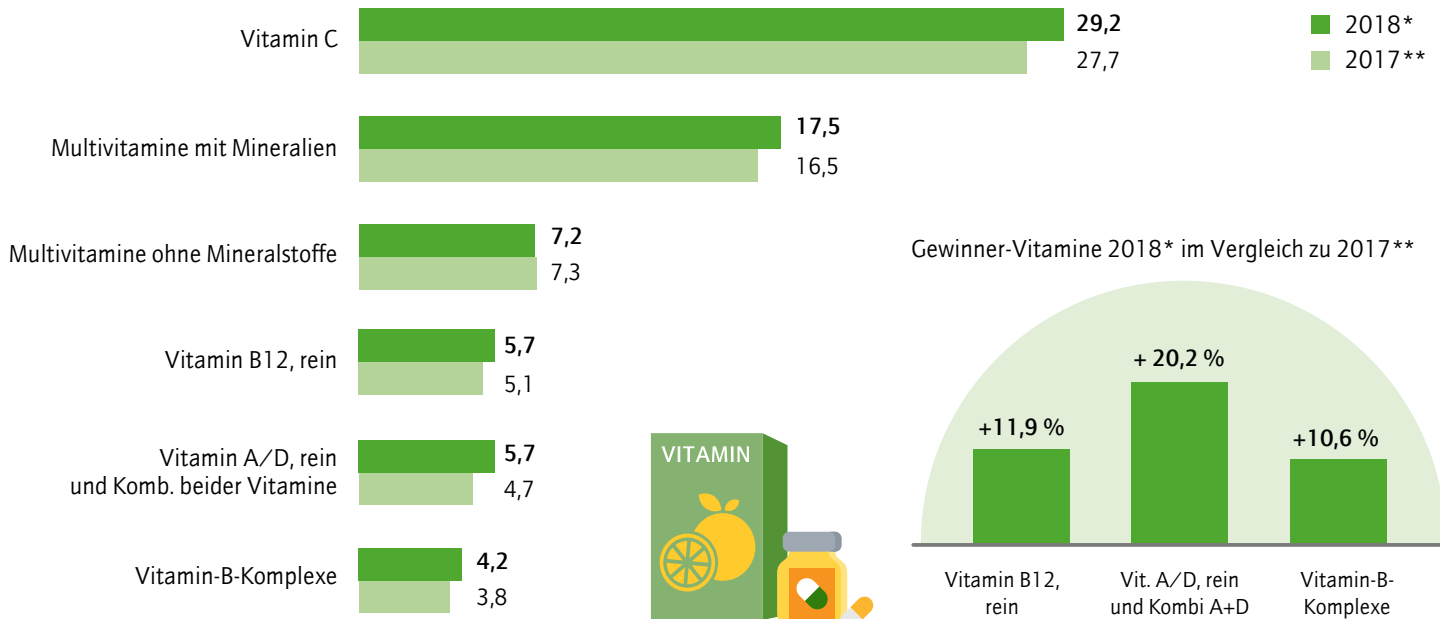
\*\* April 2016 bis März 2017

Quelle: INSIGHT Health



# Die Top 6 der Vitamine

Absatz in Millionen Packungen



\* April 2017 bis März 2018

\*\* April 2016 bis März 2017

Quelle: INSIGHT Health