

# **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

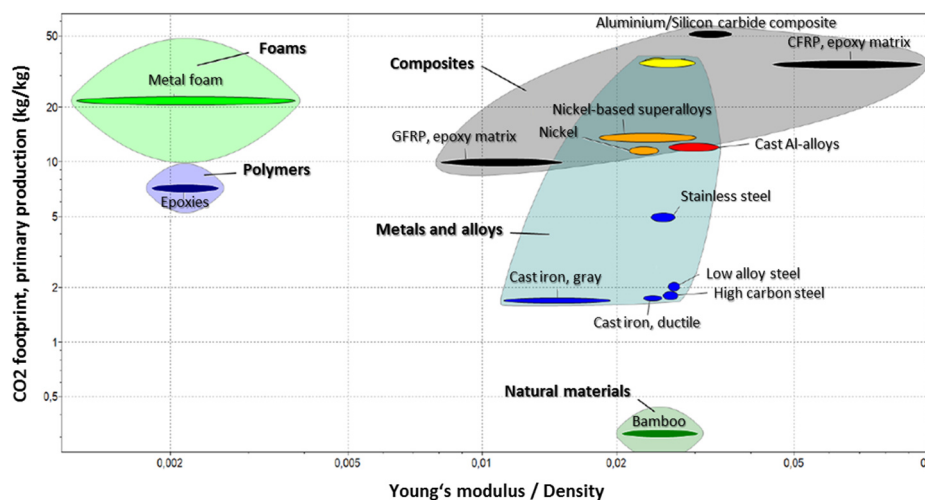
für alle Subsysteme und Komponenten mit relevanter Werkstoffauswahl

- 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 . . . . .	2
2.3	Anforderungsliste . . . . .	2
2.4	Funktionsstruktur . . . . .	3
2.5	Lösungsprinzipien . . . . .	4
2.6	Technische Prinzipskizze . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Detaillierung</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Ausarbeitung</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Prototypenbau</b>	<b>7</b>



# 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 vier unterschiedliche Vitamintablettensorten
- Automatischer Tablettenauswurf in einen Trinkbehälter
- Automatisches Auffüllen des Trinkbehälters mit Wasser
- Handlich
- Leicht

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

- Touchdisplay zur Bedienung
- Füllstandanzeige der Tablettenreservoirs
- großer Wasserbehälter

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

Marktanalysen, Wettbewerbsanalysen, Technologieanalysen und Patentanalyse

### 2.2 Projektplan

Für die Gestaltungsaufgabe mit Planung von

- 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
<b>1</b>			<b>Funktionsanforderungen</b>
1.1	F		Wirft gewünschte Vitamintablette aus
1.2	W		Tabletten werden automatisch ausgeworfen, wenn Glas platziert wird
1.3	W		Immer nur eine der Tageszeit entsprechende Tablette darf ausgeworfen werden um Vitaminbalance zu garantieren
1.4	W		Modernes Design
1.5	F		Gute Standfestigkeit oder Möglichkeit zu Wandmontage
1.6	F		Anzeige der aktuellen Uhrzeit
1.7	F		Anzeige der nächsten Tablette mit deren Uhrzeit
1.8	F		Einfache und intuitive Bedienung
1.9	W		Nutzerprofile, sodass zwischen mehreren Nutzern gewechselt werden kann
1.10	F		Vorrat-Leer Sensor um Nutzer auf Röhrchenwechsel hinzuweisen
1.11	W		Warnton, wenn Tablette vergessen wurde
<b>2</b>			<b>Mechanische/Geometrische Anforderungen</b>
2.1	F		Muss kompatibel sein mit handelsüblichen Vitaminröhrchen
2.2	F		Verwendung robuster Sensoren um Lebensdauer zu erhöhen
2.3	W		Handliches Gewicht: $< 5 \text{ kg}$
2.4	W		Maximale Abmessungen: $X \text{ cm} \times Y \text{ cm} \times Z \text{ cm}$
<b>3</b>			<b>Sicherheitsanforderungen</b>
3.1	F		Auswurfsmechanismus muss geschützt sein, sodass Finger nicht versehentlich hinein gerät
3.2	F		Standfeste Position des Glases
<b>4</b>			<b>Umwelt- und Wartungsanforderungen</b>
4.1	F		Verwendung von lebensmittelechten Materialien
<b>5</b>			<b>Produktions- und Fertigungsanforderungen</b>
5.1	F		Funktionsprototyp bis zum 07.02.2020
5.2	W		Verwendung wasserfester Materialien
<b>6</b>			<b>Sonstiges</b>
6.1	F		

**Tabelle 2.1:** Anforderungsliste (F = Festanforderung, W = Wunschanforderung)

## 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



## **Tabellenverzeichnis**

2.1	Anforderungsliste (F = Festanforderung, W = Wunschanforderung) . . . . .	3
-----	--	---