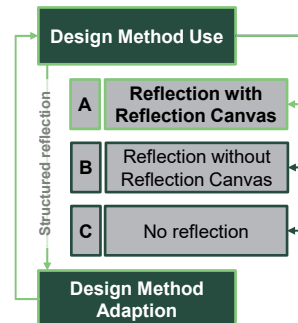


## Strukturierte Reflexion zur Anpassung von Entwicklungsmethoden – Ausschnitt einer experimentellen Studie

Ammersdörfer, T.; Bhatt, A.; Inkermann, D.

Reflexion ist wichtig für die Anwendung und Anpassung von Methoden in der Produktentwicklung, wird jedoch selten systematisch eingesetzt. Diese Studie untersucht, wie das „Reflection Canvas“ Studierende dabei unterstützt, (1) strukturierte Reflexion während der Funktionsmodellierung multimodaler Produkte durchzuführen und (2) ihre Fähigkeit zur Anpassung der Methode zu verbessern. In einer experimentellen Studie mit 87 Masterstudierenden wurden strukturierte, unstrukturierte und keine Reflexion über zwei Modellierungsaufgaben hinweg verglichen. Erste Ergebnisse zeigen, dass das Canvas leicht nutzbar ist, die Reflexionsstruktur verbessert und das Verständnis der Funktionsmodellierung vertieft. Dies deutet darauf hin, dass strukturierte Reflexionswerkzeuge die Methodenkompetenz in der Ausbildung von Ingenieur:innen stärken können.



Reflection is important for the application and adaptation of methods in product development, yet it is rarely used systematically. This study investigates how the “Reflection Canvas” supports students in (1) conducting structured reflection during functional modeling of multimodal products and (2) improving their ability to adapt the method. In an experimental study with 87 master’s students, structured, unstructured, and no reflection were compared across two modeling tasks. Initial results show that the canvas is easy to use, improves the structure of reflection, and deepens understanding of functional modeling. These findings suggest that structured reflection tools can strengthen methodological competence in engineering education.

### Einleitung

Strukturierte Reflexion ist ein wichtiger Ansatz, um komplexe Entwicklungsaktivitäten zu verstehen, kritisch zu hinterfragen und die systematische Anwendung und Anpassung von Entwicklungsmethoden zu unterstützen. Entwickler:innen werden durch die Anwendung von Reflexion dabei unterstützt, kontinuierlich aus ihren Erfahrungen zu lernen und zielgerichtet Anpassungen in Prozessen, Methoden und Ergebnissen zu planen /1/. Das Verständnis für den effektiven Einsatz und die Wirksamkeit von Reflexion für die Anpassung von Entwicklungsmethoden ist essenziell für die kontinuierliche Verbesserung von Produktentwicklungsprozessen in der Praxis, aber auch für die Lehre. Insbesondere

im Kontext der Entwicklung komplexer Produkte unterstützt Reflexion dabei, Unsicherheiten zu bewältigen und die Komplexität im gesamten Produktentwicklungsprozess handhaben zu können /2/. Jedoch wird die Reflexion oft nicht strukturiert angewendet, und es gibt wenige Hinweise auf ihre Wirksamkeit als Instrument für die Methodenlehre. Vielen Anwender:innen fehlen das Bewusstsein und das Verständnis für den Nutzen der Reflexion. Reflexionshilfsmittel wie beispielsweise strukturierte Vorlagen oder Reflexionsleitfragen unterstützen Entwickler:innen dabei, ihre Handlungen zu überprüfen, Fehler zu identifizieren und Verbesserungen zu planen. Entwicklungsmethoden spielen ebenfalls eine entscheidende Rolle im Produktentwicklungsprozess, da sie operatives Wissen für die systematische Analyse von Problemen, die Entwicklung von Lösungen und die Bewertung und Auswahl von Lösungsvarianten bereitstellen /3/. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, Wissen über Reflexion und Fähigkeiten zur Reflexion bereits in der Ingenieurausbildung zu vermitteln und ein Bewusstsein für die Wirksamkeit von Reflexion bei der Anwendung und Anpassung von Entwicklungsmethoden zu schaffen. Daher wird in diesem Beitrag im Rahmen einer experimentellen Studie mit Masterstudierenden (n = 87) untersucht, wie das Reflexionshilfsmittel „Reflection Canvas“ /4/, Studierende der Ingenieurwissenschaften befähigt, den Reflexionsprozess aktiv anzuwenden, um eine Anpassung ausgewählter Entwicklungsmethoden zur Entwicklung multimodaler Produkte, wie beispielsweise eine Waschmaschine mit „Schnellmodus“ und „Eco-Modus“ oder einen Händetrockner mit „Standbymodus“ und „Trocknungsmodus“, zu verbessern. Die Studie zielt darauf ab, das Verständnis von reflexivem Lernen in der Ingenieuraus- und Weiterbildung zu vertiefen.

## Methodeneinführung und -anpassung

Entwicklungsmethoden sind ein unverzichtbarer Bestandteil der Produktentwicklung. Eine Methode beschreibt, wie ein Ergebnis erzielt werden soll. Dazu gehören die Darstellung von Informationen, die verwendeten Ausgangsinformationen (Input) und Werkzeuge, die auszuführenden Aktionen in ihrer Reihenfolge sowie die Aufteilung der Aufgabe /5/. Methoden helfen Entwickler:innen, Anforderungen zu identifizieren, Systemverhalten zu analysieren und ihre Denkprozesse bei der Arbeit mit komplexen Produkten zu strukturieren. Bei anspruchsvollen oder vielschichtigen Entwicklungsaktivitäten erfordern diese Methoden eine sorgfältige Einführung, systematische Durchführung sowie die Fähigkeit, die Methode selbst an unterschiedliche Kontexte anzupassen. Ingenieur:innen benötigen dabei häufig Unterstützung, um Methoden an neue oder abweichende Entwicklungssituationen anzupassen.

## Reflexion im Produktentwicklungsprozess

Reflexion als dynamischer Prozess zwischen Bewusstsein und Aktivitäten /6/ wirkt sich positiv auf die Leistung, Innovationsfähigkeit und Effektivität von Entwicklerteams aus. Durch bewusstes Hinterfragen zurückliegender Aktivitäten oder Entscheidungen kann der Entwicklungs- und Innovationsprozess beeinflusst

und kritische Entscheidungssituationen aufgelöst werden /7/. Reflexionsmethoden oder -tools können die praktische Reflexion sowohl auf Team- (z.B. Teamreflexion, vgl. /8/) als auch auf Individualebene (z.B. Selbstreflexion, vgl. /9/) unterstützen. Aber auch die Ingenieurausbildung basiert häufig auf der Vermittlung, Anwendung und Reflexion von Entwicklungsmethoden. Denn durch die praktische Anwendung der Methoden und die anschließenden Reflexionszyklen können die damit verbundenen Denk- und Verhaltensweisen in der Methodenanwendung besser erlernt und verinnerlicht werden /10/.

## Funktionsmodellierung multimodaler Produkte

Funktionen definieren den Zweck eines Produkts und fassen Aufgaben oder Aktionen zusammen, die das System ausführen muss, um das gewünschte Verhalten zu erzielen. Funktionen werden in der Regel in einem Verb-Substantiv-Format ausgedrückt (z. B. *Bewegung erkennen* oder *Wasser erhitzen*) und betonen eher das „Was“ als das „Wie“ des Systemverhaltens. Ein Funktionsmodell erfasst die Funktionsweise des Produkts anhand seiner Funktionen und deren Wechselbeziehungen, die als Umwandlungen von Material, Energie und Signalen visualisiert werden /11/. Diese flussbasierte Darstellung grenzt das System ab, bildet Interaktionen mit externen Einheiten sowie Nachbarsystemen ab und organisiert Funktionen hierarchisch, um das Systemverhalten widerzuspiegeln.

Die Funktionsmodellierung ist ein strukturierter analytischer Prozess, bei dem der Zweck eines Produkts in seine Gesamtfunktion (das primäre Ziel) und Unterfunktionen (unterstützende Aufgaben) zerlegt wird. Diese Zerlegung bildet die Grundlage für die Konzepterstellung, indem funktionale Anforderungen geklärt werden, bevor Realisierungsalternativen untersucht werden. Zu den bestehenden Techniken der Funktionsmodellierung gehören unter anderem die *Function Analysis System Technique (FAST)* /12/, *Black Box Modeling* /11/, *Transformation Process* /13/ und die integrierte Funktionsmodellierung nach /14/. Diese Methoden unterscheiden sich in ihrer Darstellungsart (Syntax) und ihrem Betrachtungsschwerpunkt, zielen jedoch in der Regel darauf ab, die Produktfunktionalität systematisch zu erfassen und zu kommunizieren.

Ein komplexes Produkt kann verschiedene Zustände aufweisen, wodurch es verschiedene Funktionen ausführen kann, indem es bestimmte Unterfunktionen aktiviert, seine Struktur modifiziert oder die Art und Weise, wie seine Komponenten miteinander interagieren, verändert /15/. Wenn ein Produkt für einen bestimmten Zweck konfiguriert ist, kann diese Konfiguration als Betriebsmodus betrachtet werden /16/. Multimodale Produkte unterscheiden sich daher von einfachen Produkten, indem sie mehrere Betriebsmodi aufweisen, die oft kontextabhängige Verhaltensweisen und Funktionswechsel einschließen. Ihre Funktionsmodelle müssen daher mehrere Anwendungsfälle und Übergänge berücksichtigen sowie dynamische Funktionspfade darstellen, die über statische Funktionshierarchien hinausgehen. Da sich der Kurs „Design for Industry 4.0“ auf das Design intelligenter und komplexer Produkte konzentriert, wurde die Funktionsmodellierung

multimodaler Produkte als geeignete Wahl für die Bewertung der Wirksamkeit von Reflexionen ausgewählt. Reflexionspraktiken können somit anhand ihrer Auswirkungen auf das Verständnis und die Modellierung dieser multimodalen Produkte sinnvoll bewertet werden.

## Forschungsfokus und -ziele

Multimodale Produkte sind aufgrund ihrer vielfältigen Betriebsmodi und ihres dynamischen Verhaltens komplex, wodurch Studierenden das Verstehen und Modellieren solcher Produkte erschwert werden. Das Reflection Canvas /4/ (vgl. Abbildung 1) wurde eingeführt, um Studierende in der Reflexionsdurchführung zu unterstützen, sie zur kritischen Selbsteinschätzung ihrer Funktionsmodellierung anzuleiten und metakognitives Denken während des Entwicklungsprozesses zu fördern.

<b>REFLECTION CANVAS – Tool for carrying out structured reflection</b>			
<b>1. Feedback: Summarize the reflection scenario/ the initial situation.</b>			
Organisational Level	1.1 What happend? Describe the past initial situation to be reflected upon.	Enter the answer here:	
	1.2 What was the challenge in applying the engineering design method Functional Modeling?	Enter the answer here:	
	1.3 How do you feel about the current status of the results achieved?	Enter the answer here:	
<b>2. Reflection: Discussion (e.g. difficulties, strategy).</b>			
Team Level	Social Dimension	Process Dimension	Goal Dimension
	2.1 What did you learn from the team and individual point of view during the exercise?	2.2 What did you learn by applying the Function Modeling steps? Please address strengths and weaknesses of the method application.	2.3 How did the method application contribute to improving your understanding of the complex system?
	Enter the answer here:	Enter the answer here:	Enter the answer here:
<b>3. Planning: Alternatives, measures.</b>			
Team Level	Social Dimension	Process Dimension	Goal Dimension
	3.1 What would you change in terms of collaboration during the Functional Modeling? Please specify concrete measures.	3.2 What would you change in terms of the method procedure? Please specify concrete measures.	3.3 What measures would you take to better understand the functions in a complex system in the future?
	Enter the answer here:	Enter the answer here:	Enter the answer here:

**Abbildung 1:** Vorlage für das Reflection Canvas inklusive Reflexionsleitfragen zur strukturierten Anwendung von Reflexion basierend auf /4/

Die Reflexionen sollen damit in konkrete Strategien oder Modifikationen der Entwicklungsmethode überführt werden, um die nachfolgenden Iterationen der Methodenanwendung zu verbessern. In Abbildung 1 wird die verwendete Vorlage des Reflection Canvas, gegliedert in die drei Stufen Feedback, Reflexion und Planung, inklusive der Reflexionsleitfragen, exemplarisch dargestellt.

Ziel der Studie ist es, die Anwendbarkeit und Wirksamkeit des Reflection Canvas zur Verbesserung des Verständnisses und der Anwendung ausgewählter Methoden für die Funktionsmodellierung für multimodale Produkte durch Studierende zu evaluieren. Ausgehend von dieser Zielsetzung wurden folgende Forschungsfragen (FF) abgeleitet:

- **FF1:** Wie wirksam unterstützt das Reflection Canvas die Studierenden im Reflexionsprozess (Feedback, Reflexion und Planung) hinsichtlich der Anwendung und Ergebnisbewertung bei der Funktionsmodellierung für multimodale Produkte?
- **FF2:** Wie wirksam unterstützt das Reflection Canvas Studierende erforderliche Anpassungen der Methoden für die Funktionsmodellierung zu planen?

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurde eine experimentelle Studie mit 87 Studierenden des Masterstudiengangs Intelligent Manufacturing in der englischsprachigen Lehrveranstaltung „Design for Industry 4.0“ durchgeführt. Der detaillierte Aufbau der Studie wird im nächsten Abschnitt erläutert; in diesem Beitrag wird lediglich ein Ausschnitt der Ergebnisse aus Gruppe A präsentiert.

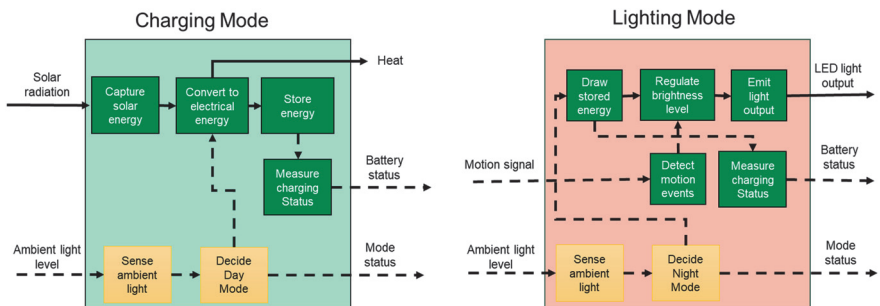
### Aufbau und Ablauf der experimentellen Studie

Die Studie untersuchte die Anwendung von Reflexion im Rahmen der methodischen Funktionsmodellierung multimodaler Produkte und deren Einfluss auf die Entwicklungsergebnisse. Die Teilnehmer setzten sich aus 87 Masterstudierenden des ersten und zweiten Semesters des englischsprachigen Studiengangs Intelligent Manufacturing im Modul *Design for Industry 4.0* zusammen. Als Grundlage diente eine 30-minütige Einführungsvorlesung, die sich auf die Eigenschaften komplexer Produkte, das Konzept multimodaler Abläufe und die Einführung einer ausgewählten Methode zur Funktionsmodellierung konzentrierte. Hierzu wurde der Ansatz von Pahl und Beitz /11/ mit Liu's „Merging Methode“ /16/ kombiniert, um Funktionsstrukturen für multimodale Produkte entwickeln und darstellen zu können. Die kombinierte Funktionsmodellierung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- **Schritte 1–4:** Erstellen Sie unabhängig voneinander Funktionsstrukturen für jeden Modus unter Verwendung der Funktionsmodellierungsmethode von /11/.
- **Schritt 5:** Führen Sie die einzelnen Funktionsstrukturen zusammen und führen Sie eine Funktionssynthese durch.

- **Schritt 6:** Bestimmen Sie die erforderlichen Funktionen und deren Übergänge für jeden Modus.
- **Schritt 7:** Führen Sie Schaltelemente ein und definieren Sie die entsprechende Steuerungslogik.

Diese Entwicklungsmethode wurde anhand eines praxisbezogenen Beispiels, der Funktionsmodellierung eines Elektrofahrzeugs, erläutert, um das Verständnis der Studierenden für den Modellierungsprozess zu verbessern. Im Anschluss an den Einführungsvortrag wurden die Teilnehmenden in drei Gruppen eingeteilt: *Gruppe A* (Experimentalgruppe: Reflexion mit Reflection Canvas), *Gruppe B* (Kontrollgruppe: Reflexion ohne Reflection Canvas) und *Gruppe C* (Baselinegruppe: Keine Reflexion). Jede Gruppe wurde in Unterteams mit je drei Teammitgliedern unterteilt, die gemeinsam an den zugewiesenen Aufgaben arbeiteten. Gruppe A und Gruppe B bestanden jeweils aus 10 Teams (30 Studierende pro Gruppe), während Gruppe C aus 9 Teams mit insgesamt 27 Studierenden bestand. Alle Gruppen führten zwei Übungseinheiten zur Funktionsmodellierung durch: erstens die Modellierung der Funktionen einer „bewegungsgesteuerten solarbetriebenen Straßenlaterne“ und zweitens die Modellierung der Funktionen eines „automatischen Händetrockners“. In Abbildung 2 wird ein Beispiel zur Modellierung der Funktionen einer bewegungsgesteuerten solarbetriebenen Straßenlaterne aus Übung 1 dargestellt.



**Abbildung 2:** Beispielhafte Darstellung der Modellierung der Funktionen einer bewegungsgesteuerten solarbetriebenen Straßenlaterne (Übung 1).

Für jede Übung erhielten die Studierenden die ersten funktionalen Anforderungen und ein strukturiertes siebenstufiges Modellierungsvorgehen. Um die Erledigung der Aufgabe zu erleichtern, wurde eine Vorlage in Form von PowerPoint-Folien zur Verfügung gestellt, wobei jede Folie einem Schritt des Modellierungsvorgehens entsprach und erforderliche Entwicklungselemente und Vorlagen enthielt. Eine Übersicht zum Ablauf und zu den eingesetzten Hilfsmitteln während der Studie ist in Tabelle 1 dargestellt. Für jede Übungseinheit standen 25 Minuten zur Verfügung, in denen die Studierenden ihre Ergebnisse entweder am Ende der vorgegebenen Zeit oder nach Abschluss der Übung hochladen konnten. Entscheidend war, dass die Reflexion in den drei Gruppen unterschiedlich eingesetzt wurde, um ihre Auswirkungen auf das Lernen und die Ergebnisqualität zu bewerten. Nach jeder

Übung nahm Gruppe A an einer Reflexionssession teil, die mit Hilfe eines strukturierten Reflexionsrahmens (Reflection Canvas) im Team durchgeführt wurde. Für jede Reflexionssession standen ca. 15 bis 20 Minuten zur Verfügung. Gruppe B reflektierte ohne das Canvas, während Gruppe C keine Reflexion durchführte. Diese Abfolge wurde nach beiden Übungseinheiten zur Funktionsmodellierung wiederholt, sodass zwei Reflexionsrunden entstanden: eine nach der Modellierungsaufgabe für solarbetriebene Straßenlaternen und eine weitere nach der Modellierungsaufgabe für automatische Händetrockner.

**Tabelle 1:** Übersicht zum Ablauf und den Hilfsmitteln der experimentellen Studie

	Gruppe	Ü1	R1	Ü2	R2	Hilfsmittel
<b>Reflexion mit RC</b>	A	0 <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	0 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Handout zur Erläuterung des RC</li> <li>▪ Vorlage für RC</li> <li>▪ Fragebogen für RC</li> </ul>
<b>Reflexion ohne RC</b>	B	0 <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	0 <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kein Handout</li> <li>▪ Leere Vorlage für Reflexion</li> <li>▪ Fragebogen für Reflexion</li> </ul>
<b>Keine Reflexion</b>	C	0 <sub>1</sub>	-	0 <sub>2</sub>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keine Informationen oder Hilfsmittel</li> </ul>
Bearbeitungsdauer		25 min.	15-20 min.	25 min.	15-20 min.	
<i>Legende: RC = Reflection Canvas, Ü = Übungseinheit, R = Reflexionssession</i>						

### Methodik für die Datenerhebung und -analyse

Um FF1 zu beantworten, wurde ein kombinierter Methodenansatz angewendet. Zunächst wurde ein Fragebogen verteilt, um die Meinung der Studierenden dazu einzuholen, wie wirksam das Reflection Canvas die Reflexion unterstützt hat. Parallel dazu wurden die schriftlichen Antworten jedes Teams im Canvas für beide Übungen analysiert. Die Analyse konzentrierte sich darauf, herauszufinden, welche Aspekte des Reflexionszyklus – Feedback, Reflexion und Planung – behandelt wurden und über welche konkreten Inhalte die Studierenden in jedem Aspekt reflektiert haben. Anschließend wurden die Antworten aus den Übungen 1 und 2 verglichen, um Veränderungen in der Tiefe, dem Fokus und der Vollständigkeit der Reflexion zu beobachten und so zu beurteilen, wie sich die Reflexionspraktiken und -fähigkeiten der Studierenden durch die wiederholte Verwendung des Canvas weiterentwickelt haben. Tabelle 2 fasst die Methodik zur Datenanalyse für FF1 und FF2 zusammen.

Um die FF2 zu beantworten, wurden die in jeder Übung erstellten Funktionsmodelle systematisch bewertet. Jeder Schritt der Funktionsmodellierung wurde anhand von Kriterien wie Vollständigkeit, Korrektheit und Strukturierung bewertet, um die Qualität der Methodenausführung zu beurteilen. Darüber hinaus wurde der Schritt „Planung“ des Reflection Canvas aus Übung 1 auf Übereinstimmung mit dem in Übung 2 entwickelten Funktionsmodell analysiert, um festzustellen, ob die von den Studierenden geplanten Verbesserungen in die tatsächliche Modellierungspraxis umgesetzt wurden. Schließlich wurden die Unterschiede zwischen den Funktionsmodellen beider Übungen untersucht, um Hinweise auf Anpassungen bei der Funktionsmodellierung durch die Studierenden zu erhalten.

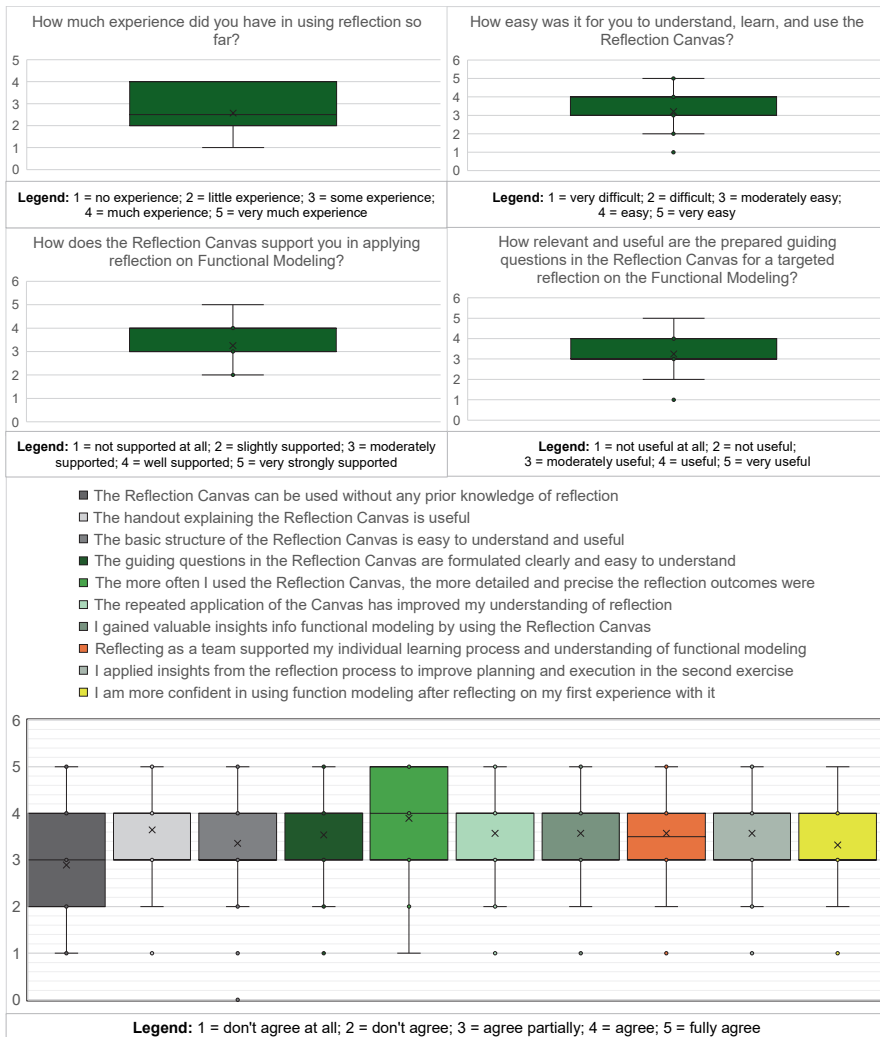
**Tabelle 2:** Übersicht für die Methodik zur Datenanalyse

Forschungsfragen	Methodik zur Datenanalyse
FF1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analyse der Umfrageergebnisse zur Wahrnehmung der Wirksamkeit des Canvas durch die Studierenden</li> <li>▪ Überprüfung der Dokumentationen jedes Teams im Canvas hinsichtlich Feedback, Reflexion und Planung</li> <li>▪ Vergleich der Antworten im Canvas aus Übung 1 und Übung 2 hinsichtlich der Veränderungen in Bezug auf Tiefe und Schwerpunkt</li> </ul>
FF2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bewertung jedes Funktionsmodells hinsichtlich Vollständigkeit, Korrektheit und Strukturierung</li> <li>▪ Überprüfung der Übereinstimmung zwischen den Planungsaussagen aus Übung 1 und dem Funktionsmodell aus Übung 2</li> <li>▪ Feststellung von Unterschieden zwischen den Modellen aus Übung 1 und Übung 2, um Verbesserungs- oder Anpassungsmöglichkeiten zu identifizieren</li> </ul>

### Ausschnitt aus den Ergebnissen des Experiments

In diesem Beitrag wird ausschließlich ein Ausschnitt aus den Ergebnissen der Studie vorgestellt. In Abbildung 3 werden die Ergebnisse der Fragebogenauswertung (n = 28) zur Anwendbarkeit und Wirksamkeit des Reflection Canvas (Experimentalgruppe A) präsentiert.

Die erste Auswertung oben links in Abbildung 3 zeigt, dass die Teilnehmenden bisher nur wenige Erfahrungen in der Nutzung von Reflexion gesammelt haben (arithmetisches Mittel = 2,57). Wie in der Auswertung oben rechts in Abbildung 3 zu sehen, war es für den Großteil vergleichsweise leicht, das Reflection Canvas zu verstehen und anzuwenden (arithmetisches Mittel = 3,21).



**Abbildung 3:** Ausschnitt aus den Ergebnissen des Fragebogens zur Anwendbarkeit des Reflection Canvas der Experimentalgruppe (Gruppe A)

Des Weiteren wird bestätigt, dass das Reflection Canvas die Teilnehmenden bei der Anwendung von Reflexion im Rahmen der Funktionsmodellierung unterstützt (arithmetisches Mittel = 3,25). Ebenso bewertet der Großteil der Studierenden die bereitgestellten Leitfragen im Reflection Canvas als nützlich für eine zielgerichtete Reflexion (arithmetisches Mittel = 3,25). Im unteren Teil der Abbildung 3 werden die Ergebnisse der zehn weiteren Statements dargestellt. Hier ist hervorzuheben, dass

die Mehrheit (arithmetisches Mittel = 3,89) bewertet, dass sich die Frequenz der Anwendung des Canvas auf die Ergebnistiefe und -qualität der Reflexion auswirkt. Ein weiterer Aspekt, der hervorgehoben werden sollte, ist, dass die Mehrheit bewertet, dass die Reflexion im Team den individuellen Lernprozess und das Verständnis für die Entwicklungsmethode Funktionsmodellierung unterstützt (arithmetisches Mittel = 3,57). Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass das Reflection Canvas unerfahrene Studierende im Reflexionsprozess unterstützt und wertvolle Einblicke in die Funktionsmodellierung bietet. Des Weiteren ist die mehrfache Anwendung der Reflexion entscheidend, um präzisere und detailliertere Reflexionsergebnisse zu erzielen. Die geplanten Maßnahmen (Schritt 3: Planung) aus der ersten Reflexionsiteration führen bereits zu einer Verbesserung der Planung und Durchführung der zweiten Methodenanwendung (Übung 2 zur Funktionsmodellierung) und damit zu einem Lerneffekt.

Die Analyse für FF2 ist noch nicht abgeschlossen. Um die Effektivität des Reflection Canvas zu evaluieren, werden die Ergebnisse der Funktionsmodellierung aus beiden durchgeführten Übungen von jedem Team verglichen, um die Verbesserung der Methodenanwendung zu beurteilen. Dabei wird geprüft, ob die Teams mehrere Betriebsmodi korrekt identifiziert, übergeordnete Funktionen definiert, Inputs und Outputs spezifiziert, Subfunktionen abgeleitet, kohärente Funktionsstrukturen entwickelt und Übergangsfunktionen zwischen den Modi identifiziert haben. Diese Veränderungen in der Modellqualität werden anschließend mit den im Canvas dokumentierten Reflexionen verglichen, um festzustellen, ob die geplanten Verbesserungen und Erkenntnisse in die Praxis umgesetzt wurden. Durch die Verknüpfung der Reflexionsabsichten der Studierenden (geplante Methoden Anpassungen) mit beobachtbaren Veränderungen in ihren Modellierungsergebnissen zielt die Analyse darauf ab, Schlussfolgerungen darüber zu ziehen, inwieweit strukturierte Reflexion die Methoden Anpassung und die Kompetenzentwicklung unterstützt.

## Schlussfolgerungen und Erkenntnisse

Strukturierte Reflexion unterstützt Studierende dabei, Anpassungspotenziale von Entwicklungsmethoden zu identifizieren. Um zu analysieren, wie wirksam eine Entwicklungsmethode ist, sollte der Reflexionsprozess (Planung, Durchführung, Analyse, Anpassung) in den Methodenbewertungsprozess integriert werden. Dabei sollten zum einen die Anwendbarkeit und zum anderen die konkreten Effekte der Methode bewertet werden. Durch die iterative Anwendung von Reflexion mit Hilfe des Reflection Canvas können Herausforderungen identifiziert, eine schrittweise Anpassung der Entwicklungsmethode auf verschiedenen Ebenen (Organisational-, Individual- oder Teamebene) und in unterschiedlichen Dimensionen (sozial-, prozess- oder zielbezogen) erfolgen. Die konkreten Maßnahmen zur Methoden Anpassung werden im dritten Schritt (Planung) des Canvas definiert und in der nachfolgenden Methodenanwendung umgesetzt, was zu einer Verbesserung der Entwicklungsmethode und zur Stärkung der Methodenkompetenz der

Studierenden führen kann. Die detaillierten Effekte sollen in der zukünftigen Forschung näher untersucht werden.

## Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über eine experimentelle Studie, die Reflexion als Hilfsmittel nutzt, um Studierenden Methodenwissen effektiver zu vermitteln und um in diesem Kontext die Wirksamkeit und Anwendbarkeit des Reflection Canvas zu bewerten. Es wird das Studiendesign erläutert, die angewendete Entwicklungsmethode vorgestellt und ein Ausschnitt der Ergebnisse präsentiert. Des Weiteren geben erste Auswertungen Aufschluss darüber, wie effektiv das Reflection Canvas Studierende bei der strukturierten Reflexion in den Phasen Feedback, Reflexion und Planung (FF1) unterstützt. Diese ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Canvas insbesondere unerfahrenen Studierenden hilft, den Reflexionsprozess zu durchlaufen. Die Analyse zur Wirksamkeit des Reflection Canvas hinsichtlich der Verbesserung der Fähigkeit von Studierenden, die Methode Funktionsmodellierung anzuwenden (FF2), ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Daher lassen sich für FF2 noch keine Schlussfolgerungen ziehen. Zukünftige Forschung wird sich auf die Vervollständigung der Analyse konzentrieren, um beide Forschungsfragen umfassend zu beantworten und eine fundierte Diskussion der Ergebnisse und ihrer Implikationen zu ermöglichen. Die ersten Auswertungen zeigen, dass das Reflection Canvas den unerfahrenen Studierenden hilft, die Reflexion strukturiert durchzuführen. Durch die iterative Anwendung der Entwicklungsmethode und die darauffolgenden Reflexionen soll der Lernprozess schrittweise unterstützt werden und dadurch die Methoden- und Reflexionskompetenzen der Studierenden gestärkt werden. In der weiteren Forschung sollen die restlichen Ergebnisse der Studie ausgewertet und interpretiert werden, um FF1 und FF2 vollumfänglich beantworten zu können. Da es sich in diesem Beitrag hauptsächlich um die Vorstellung der experimentellen Studie und um einen Ausschnitt der Auswertungen handelt, ist in der weiteren Forschung eine Erweiterung der Ergebnispräsentation und der Schlussfolgerungen unerlässlich.

## Danksagungen

In diesem Artikel wurden mit Hilfe generativer Modelle (ChatGPT, Version GPT-5.1) sprachliche und grammatikalische Überarbeitungen (z.B. Korrektur, Kürzung sowie Anpassung von Texten) vorgenommen.

## Literatur

- /1/ Reymen, I. M.; Hammer, D. K.: Structured reflection for improving design processes. In: DS 30 – Proceedings of DESIGN 2002, the 7th International Design Conference, Dubrovnik, 2002, S. 887–892.
- /2/ Adams, R. S.; Turns, J.; Atman, C. J.: Educating effective engineering designers: The role of reflective practice. In: Design Studies, Jg. 24 (2003), Nr. 3, S. 275–294.

- /3/ Jagtap, S.; Warell, A.; Hiort, V.; Motte, D.; Larsson, A.: Design methods and factors influencing their uptake in product development companies: a review. In: DS 77 – Proceedings of the DESIGN 2014, 13th International Design Conference, 2014.
- /4/ Ammersdörfer, T.; Tartler, D.; Kauffeld, S.; Inkerman, D.: Reflection Canvas – An Approach to Structure Reflection Activities in Engineering Design. In: DS 118 – Proceedings of NordDesign 2022, Copenhagen, Denmark, 16.–18.08.2022, S. 1–12.
- /5/ Gericke, K.; Eckert, C.; Stacey, M.: What do we need to say about a design method? In: Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17), The Design Society, 2017.
- /6/ Jobst, B.; Thoring, K.; Badke-Schaub, P.: Introducing a tool to support reflection through sketching and prototyping during the design process. In: Proceedings of the International Design Conference (DESIGN 2020), Bd. 1, 2020, S. 207–214. DOI: 10.1017/dsd.2020.263
- /7/ Pecquet, N.: Reflexion impliziter Anteile bei der Konzeptbewertung in frühen Phasen des Innovationsprozesses. In: DFX 2006 – Proceedings of the 17th Symposium on Design for X, Neukirchen/Erlangen, 12.–13.10.2006.
- /8/ West, M. A.: Reflexivity, revolution, and innovation in work teams. In: Beyerlein, M. M.; Johnson, D.; Beyerlein, S. T. (Hrsg.): Product Development Teams, Vol. 150, Stanford, CT: JAI Press, 2000, S. 1–29.
- /9/ Tisdale, T.: Selbstreflexion, Bewußtsein und Handlungsregulation (Fortschritte der psychologischen Forschung). Weinheim: Beltz, Psychologie-Verl.-Union, 1998. ISBN 978-3-621-27421-0.
- /10/ Lavrsen, J. C.; Carbon, C. C.; Daalhuizen, J.: Developing design mindset: how individual and contextual factors influence the development of design mindset through method teaching. In: Journal of Engineering Design, Jg. 36 (2025), Nr. 3, S. 325–354.
- /11/ Pahl, G.; Beitz, W.: Engineering Design – A Systematic Approach. Springer, 2013.
- /12/ Borza, J.: FAST diagrams: The foundation for creating effective function models. In: General Dynamics Land Systems, Nr. 1, 2011.
- /13/ Hubka, V.; Eder, W. E.: Theory of Technical Systems – A Total Concept Theory for Engineering Design. Springer, 2012.
- /14/ Gericke, K.; Eisenbart, B.: The integrated function modeling framework and its relation to function structures. In: AI EDAM, Jg. 31 (2017), Nr. 4, S. 436–457.
- /15/ Zhao, M.; Chen, Y.; Chen, L.; Xie, Y.: A state–behavior–function model for functional modeling of multi-state systems. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C – Journal of Mechanical Engineering Science, Jg. 233 (2019), Nr. 7, S. 2302–2317.
- /16/ Liu, C.; Hildre, H. P.; Zhang, H.; Rølvåg, T.: Conceptual design of multi-modal products. In: Research in Engineering Design, Jg. 26 (2015), Nr. 3, S. 219–234.