

# Requirements Engineering lehren mit Just-In-Time-Teaching und Projekten

Ralf Reißing  
Hochschule Coburg, Fakultät Maschinenbau und Automobiltechnik

## Zusammenfassung

Requirements Engineering (RE) beschäftigt sich mit der Ermittlung, Dokumentation, Validierung und Verwaltung von Anforderungen. Im MINT-Kontext geht es typischerweise um Anforderungen an technische Systeme oder an Prozesse. Die Lehre im RE sollte erfahrungsgemäß auf zwei Säulen beruhen: ein solides methodisches Fundament und praktische Erfahrung bei der Umsetzung. Der Beitrag beschreibt das Lehrkonzept eines Master-Moduls zum RE für Ingenieur:innen und die dabei eingesetzten Lehr- und Prüfungsformen. Wesentliche Bausteine des Lehrkonzepts sind Just-In-Time-Teaching (JiTT), Mini-Praktika in Kleingruppen und ein großes Projekt in größeren Teams. Das Modul wird in dieser Form seit vielen Jahren angeboten. Daher werden auch viele Erfahrungen berichtet, die zur Bestätigung oder Weiterentwicklung des Lehrkonzepts geführt haben.

## 1. Einführung

Der Masterstudiengang Entwicklung und Management im Maschinen- und Automobilbau (MM) hat ein flexibles Konzept zur individuellen Gestaltung der Studieninhalte. Studierende können sich durch die nahezu freie Wahl der Module je nach ihren eigenen Qualifikationszielen inhaltlich breit oder auch spezialisiert ausbilden lassen. Die Module sind jeweils einem von drei Schwerpunkten zugeordnet: Technik, Management und Querschnitt (Hochschule Coburg, 2023).

Das Modul Requirements Engineering und Management (REM) ist mit 5 ECTS (4 SWS) ein Wahlpflichtmodul für MM im Schwerpunkt Technik. Ziel des Moduls ist es, Studierende mit wenig Vorkenntnissen für das eigenständige Durchführen von Projekten im RE zu qualifizieren. Dabei steht das „klassische“ RE im Vordergrund, da dieses in stark regulierten Branchen wie der Automobilindustrie weiterhin überwiegend eingesetzt wird. Dabei erworbene Kompetenzen lassen sich anschließend leicht auf agile Projektformen übertragen.

Praktisches RE gut zu lehren ist eine Herausforderung. Inspiriert von Hagel et al. (2013) wurde das Modul im Jahr 2014 von Beginn an auf der Basis von JiTT und praktischen Aufgaben konzipiert (Reißing, 2015) und kontinuierlich weiterentwickelt (Reißing, 2022). Das Modul wurde bisher bereits zehn Mal durchgeführt.

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Bausteine des Lehrkonzepts vorgestellt: Just-in-time-Teaching in Abschnitt 2, Übungen und Mini-Praktika in Abschnitt 3 sowie das RE-Projekt in Abschnitt 4. Abschnitt 5 fasst die bisherigen Erfahrungen mit dem Modul zusammen.

## 2. Just-In-Time-Teaching

JiTT ist eine Variante von Flipped Classroom (alias Inverted Classroom). Ein Teil der Vermittlung der grundlegenden Kompetenzen findet in der Selbstlernzeit mit Hilfe bereitgestellter Lehrmaterialien (Videos, Texte, Aufgaben etc.) statt, und nicht durch Vorlesungen in den Präsenzzeit. Für die Vorbereitung orientieren sich die Studierenden an den vorab gegebenen Lernzielen. Die Präsenzzeit dient im Anschluss an die Selbstlernzeit zur Klärung offener Fragen, zur Übung und zur Vertiefung. Die besondere Stärke von JiTT ist dabei, dass anhand der Rückmeldungen der Studierenden zu den Lehrmaterialien (z. B. Verständnisschwierigkeiten) und häufiger Fehler in den Abgaben zu den Selbstlernaufgaben der Inhalt der Präsenzzeit kurzfristig an die Bedarfe der Studierenden angepasst wird (Novak et al., 1999).

Im Modul gibt es pro Woche zwei Präsenzveranstaltungen zu jeweils 90 min. Die Präsenzveranstaltungen liegen idealerweise am Stück im Stundenplan – so können vorgesehene Inhalte nach Bedarf flexibel auf die beiden Präsenzveranstaltungen verteilt werden (z. B. können Übungen dann auch länger als 90 min dauern). Der ersten Präsenzveranstaltung einer Woche geht eine Selbstlernphase voraus, die aus zwei Teilen besteht. Der erste Teil ist eine Leseaufgabe zu einem Kapitel aus dem RE-Buch der Sophisten in der jeweils neuesten

Auflage (Rupp et al., 2021). Zu jeder Leseaufgabe gibt es eine Liste von Fragestellungen, die helfen, die Aufmerksamkeit beim Durcharbeiten des Kapitels auf das Wichtige zu fokussieren.

### Beispiel Leseaufgabe

Lesen Sie Kapitel 3 intensiv, es enthält viele wichtige Aspekte! Die agilen Aspekte (Scrum, Epics, User-Stories, etc.) können Sie überspringen, es sei denn, sie sind für Ihre persönlichen Projekte relevant. Fragestellungen zu Kapitel 3:

- Welche Anforderungsarten werden unterschieden?
- Welche Formen der Verbindlichkeit mit welchen Signalwörtern gibt es?
- Was bedeutet es, eine Anforderung zu verfeinern?
- Was macht gute Anforderungen aus?
- Was sind Anforderungsquellen?

Der zweite Teil der Selbstlernphase besteht zunächst aus vier Verständnisfragen, die sich auf die Inhalte der Leseaufgabe beziehen. Die Verständnisfragen sind passend zu den höheren Kompetenzstufen der Lernziele überwiegend Freitextfragen. Freitextfragen sind zwar für den Lehrenden deutlich aufwendiger in der Korrektur, sind aber besser geeignet, Denkfehler und Verständnisschwierigkeiten der Studierenden aufzuzeigen. Ankreuzfragen oder Zuordnungsfragen kommen daher selten zum Einsatz, obwohl der Aufwand für die Korrektur dann deutlich geringer wäre. Bei großen Teilnehmerzahlen könnte es aber sinnvoll sein, bei niedrigeren Kompetenzstufen vermehrt auf solche Fragentypen zu setzen.

### Beispiele Verständnisfragen

- (1) Im Buch wird als ein Hauptproblem des RE genannt: Kommunikationsprobleme. Welche Kompetenzen eines Requirements Engineer sind hilfreich, um dieses Hauptproblem angehen zu können? Nennen Sie mindestens drei Beispiele. (Typ: inhaltsorientiert, Ergebnis: Text)
- (2) Geben Sie ein Beispiel für eine funktionale Anforderung an die Aufzugsteuerung an, die ein bis drei Qualitätskriterien aus Abschnitt 3.1.3 nicht erfüllt, benennen Sie die Mängel und geben Sie eine korrigierte Anforderung an, die diese Mängel nicht mehr aufweist. (Typ: praktisch, Ergebnis: Text)
- (3) Zeichnen Sie ein Use-Case-Diagramm für das System Mensa, das drei wichtige System-Anwendungsfälle (Use Cases) mit den zugehörigen Akteuren enthält. (Typ: praktisch, Ergebnis: Modell)

Außerdem gibt es zwei Fragen, die jede Woche gleich sind. Die erste fragt nach Verständnisschwierigkeiten und offenen Fragen bei den Studierenden. Die zweite Frage regt zur Reflektion der Inhalte an (bspw. Anknüpfungspunkte zu eigenen bisherigen Erfahrungen, mögliche Anwendungen im Beruf, weiterführende inhaltliche Fragen).

Die abschließende siebte Frage bittet um die Einreichung einer selbst erstellten Quiz-Frage passend zum Inhalt, mit vier Antwortmöglichkeiten. Für hinreichend sinnvolle Abgaben zu den vier Verständnisfragen und der Quiz-Frage können Bonuspunkte für die Prüfung erworben werden, die bis zu 10% der maximal möglichen Gesamtpunktzahl ausmachen können. Diese Bonuspunkte können die Note verbessern, wenn die Prüfung bereits ohne sie bestanden ist.

### Beispiel eingereichte Quiz-Frage

Welche der unten genannten Anforderungen ist eine funktionale Anforderung?

1. Die Losgröße der im Pflichtenheft definierten Teile ist um plus/minus 20% anpassbar.
2. Die Antwortzeit des Systems beträgt max. 1 s.
3. Der Fensterheber muss eine Schnittstelle zum Mobiltelefon haben.
4. Der Fensterheber muss eine automatische Schließfunktion haben.

Die Aufgabe des Lehrenden ist es nun, die über das Lernmanagementsystem Moodle eingereichten Abgaben der Studierenden durchzusehen und auf deren Basis die erste Präsenzveranstaltung der Woche zu konzipieren. Die Präsenzveranstaltung beginnt mit einer Auswahl der eingereichten Quiz-Fragen als wiederholender Einstieg. Daran schließen sich Impulse zu den eingereichten Schwierigkeiten beim Verständnis und zu offenen Fragen an. Diese Impulse sind kombiniert mit Feedback zu den eingereichten Lösungen zu den vier Verständnisfragen. Dabei werden aus den Abgaben sowohl Beispiele guter Lösungen als auch Beispiele typischer Fehler ausgewählt, vorgestellt und mit den Studierenden diskutiert. Sofern danach noch Zeit bleibt, werden weiterführende Beispiele oder Inhalte vermittelt.

## 3. Übungen und Mini-Praktika

Die zweite Präsenzveranstaltung einer Woche dient der praktischen Anwendung der vermittelten Kompetenzen. Die Studierenden bekommen Aufgaben, an denen sie in Kleingruppen von 2-4 Personen arbeiten und die Ergebnisse dann im

Plenum vorstellen. Zu Beginn geht es vor allem darum, eine kleine Menge von Anforderungen zu bekannten Anwendungen wie dem bargeldlosen Bezahlen in der Mensa mittels Etherpad in Moodle aufzuschreiben. Später kommen praktische Anwendungen von Ermittlungstechniken in Kleingruppen dazu, bspw. Feldbeobachtung (Nutzer:innen beobachten) und Apprenticing (selbst Ausprobieren) beim Bedienen der Aufzüge in den Hochschulgebäuden. Dann dokumentieren die Gruppen eigene Anforderungen an die Aufzugssteuerung und diskutieren diese abschließend im Plenum.

Ein Beispiel für ein Mini-Praktikum ist das Review einer Anforderungsspezifikation mit der Methode formale Inspektion. In der Selbstlernphase begutachten die Studierenden individuell die Spezifikation anhand einer bereitgestellten Checkliste. In der Präsenzübung findet dann die Review-Sitzung statt; moderiert, protokolliert und kommentiert vom Lehrenden. Ein weiteres Mini-Praktikum nutzt Peer Assessment. Von den Studierenden individuell erstellte kleine Spezifikationen zur Notruf Funktion eines Aufzugs werden jeweils von zwei anderen Studierenden begutachtet und kommentiert.

## 4. RE-Projekt

In der zweiten Hälfte der Vorlesungszeit des Semesters wird die zweite Präsenzveranstaltung (bisher mit Übungen) für das RE-Projekt verwendet. Die Vermittlung von Inhalten mit JiTT in der ersten Präsenzveranstaltung läuft hingegen weiter. Im RE-Projekt bearbeiten die Studierenden in Teams zu 4-6 Personen selbstorganisiert und ganz praktisch eine große Projektaufgabe. Der Projektgegenstand wird gemeinsam mit den Studierenden festgelegt. Alle Teams bekommen dieselbe Aufgabe, dürfen sie aber in Absprache mit dem Lehrenden individuell anpassen, indem sie bspw. Schwerpunkte setzen.

Der Lehrende unterstützt in der Präsenzzeit oder in separat vereinbarten Sprechstunden die einzelnen Teams als Coach, sowohl zum Vorgehen beim RE als auch zur Beurteilung der Qualität der Zwischenergebnisse.

Wichtigstes Lernziel des RE-Projekt ist es, die erworbenen Kompetenzen möglichst selbstständig auf eine größere Aufgabe anzuwenden. Dabei müssen sowohl eine zum Projekt passende RE-Vorgehensweise entwickelt als auch die nötigen Anforderungen an den Projektgegenstand erarbeitet und dokumentiert werden. Als Prüfungsleistungen werden ein wissenschaftlicher Bericht zum Projektablauf und die erarbeitete Anforderungsspezifikation abgegeben. Der Bericht beschreibt die Organisation des Teams, die Entscheidungen zum RE-Vorgehen (mit Begründungen), die Zwischenergebnisse und das Endergebnis des Projekts. Die Studierenden sollen im Bericht dies alles aber auch bewerten und reflektieren (Lessons Learned).

Um den Praxisbezug und die Relevanz der Ergebnisse zu erhöhen, war in den ersten drei Jahren die Projektaufgabe in Kooperation mit einem Partner entstanden. Der Partner fungierte gleichzeitig im RE-Projekt als Stakeholder. Im ersten Jahr wurde für das Formula Student Team der Hochschule die Anforderungen an das neue Aerodynamik-Paket entwickelt und dokumentiert. In den folgenden zwei Jahren war der Partner einmal eine Kommune, einmal aus der Industrie. Der Ansatz mit dem Partner hat sich aber nicht bewährt, weil die Studierenden mit den speziellen Themen der Partner fachlich überfordert waren, was den Lernerfolg für die eigentlichen Lernziele zum RE/RM gefährdete. Außerdem war der Partner für den Austausch oft zeitlich nicht hinreichend verfügbar. Daher sind die Projektgegenstände nun immer im Kontext der Hochschule verortet, so dass auch Studierende als Stakeholder herangezogen werden können. Beispielsweise ging es

beim zuletzt durchgeführten Projekt um die Neuentwicklung einer Anwendung zur Recherche nach Rabattangeboten für Studierende auf Basis einer Angebotsdatenbank. Das Thema hatten die Studierenden unter Anwendung der zuvor gelernten Kreativitätstechnik „Methode 6-3-5“ in der Präsenzveranstaltung selbst entwickelt.

Als Werkzeug für die Dokumentation der Anforderungen des RE-Projekts wurde für das Requirements Management (RM) in den ersten Jahren das Werkzeug DOORS (Wikipedia, 2023) verwendet, das inzwischen von Anbieter IBM durch DOORS Next abgelöst wurde, aber in der Praxis immer noch in Gebrauch ist. DOORS kann wegen technischer Einschränkungen nur an der Hochschule, nicht aber zuhause verwendet werden. Außerdem waren Schulung und Support für DOORS durch den Lehrenden notwendig. Weil das Feedback der Studierenden zu DOORS überwiegend negativ war, wurde den Studierenden in späteren Projekten nahegelegt, stattdessen Excel auf dem Sharepoint-Server der Hochschule zu verwenden. Diese Werkzeugkombination ist zwar für RM weniger gut geeignet, aber für das Team überall und von mehreren Personen gleichzeitig nutzbar. Verschiedene Informationsarten (z. B. Ziele, Systemkontext, Anforderungen, Glossar) lassen sich auf unterschiedliche Reiter verteilen und miteinander verknüpfen. Bestimmte Attribute, die ein RM-Werkzeug automatisch erfasst (z. B. Version, Autor, Änderungsdatum) oder von sich aus unterstützt (z. B. bidirektionale Links, Baselines) müssen in Excel aber von Hand nachgebildet werden. Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass Excel für die eher überschaubaren Projektumfänge der Teams noch ausreichend ist und eine hohe Akzeptanz aufweist.

## 5. Erfahrungen

Im Schnitt nehmen an dem Modul REM jedes Jahr 10-15 Studierende teil, aufgeteilt auf 2-3 Teams (vgl. Tabelle 1). Einen Ausreißer nach oben gab es im Sommersemester 2020, als 28 Studierende in 5 Teams teilnahmen. Der Grund dafür war der von der Landesregierung angeordnete sehr spontane Übergang zur reinen Online-Lehre wegen der einsetzenden Covid-19-Pandemie. Während andere Module deutliche Startschwierigkeiten über Wochen hatten, ließ sich das bestehende Lehrkonzept im Modul REM nahezu 1:1 in ein Online-Format überführen. Deshalb entschieden sich viele Studierende für REM. Die beiden Präsenzveranstaltungen wurden gekürzt in nur eine wöchentliche Videokonferenz in Zoom überführt. In der Projektphase wurde ein zweiter regelmäßiger Termin für das Coaching, ebenfalls über Zoom, angeboten. Im Sommersemester 2022 wurde wieder zur reinen Präsenzlehre zurückgekehrt, da in Präsenz die gemeinsame Diskussion und die Arbeit in Kleingruppen deutlich besser funktionieren.

Jahr	Teilnehmende	Teams
2014	4	1
2015	5	1
2016	7	1
2017	8	1
2018	15	3
2019	11	2
2020	28	5
2021	12	2
2022	10	2
2023	13	3

**Tab. 1: Anzahl Teilnehmende und Teams im RE-Projekt pro Jahr.**

In den Lehrveranstaltungsevaluationen loben die Studierenden, dass sie viel über RE und RM gelernt haben – einschließlich richtigem und gutem Deutsch, um sich korrekt und präzise ausdrücken zu können. Die Bonuspunkte motivieren sie, sich jede Woche vorzubereiten. Die Bonuspunkte wurden im vierten Jahr eingeführt, da davor immer kritisiert wurde, dass der Aufwand für die Selbstlernphase nicht in die Prüfungsnote eingeht. Immer noch kritisiert wird aber der hohe Aufwand für die Selbstlernphase, die in der Tat im Gegensatz zu manch anderem Modul den Rahmen der 6 Stunden pro Woche für die Vor- und Nachbereitung der Präsenzlehre zumindest ansatzweise ausschöpft. Da fast alle Studierenden neben dem Studium halbtags arbeiten müssen, um ihr Studium zu finanzieren, wären sie zeitlich überfordert, wenn alle Module in dieser Lehrform durchgeführt würden.

Für den Lehrenden ist das Modul ebenfalls sehr zeitaufwendig. Für den JiTT-Anteil müssen 12 Wochen lang pro Studierender 7 Freitext-Antworten durchgesehen und ggf. kommentiert werden. Aus dem Feedback muss ein passender Ablaufplan für die erste Präsenzveranstaltung abgeleitet werden, und die nötigen Vorbereitungen wie das Beschaffen von Lehrmaterialien müssen erfolgen. Die Korrektur der Abgaben für die Prüfung ist ebenfalls sehr aufwendig. Pro Team muss im Prüfungszeitraum ein Tag eingeplant werden, um den Bericht, die Anforderungsspezifikation und ggf. zusätzlich abgegebene mitgeltende Unterlagen durchzusehen, zu kommentieren und jedes Teammitglied individuell zu bewerten. Über Moodle bekommen die Studierenden dann ein qualifiziertes Feedback. Auch hier wäre es überfordernd, alle Module in dieser Lehrform anzubieten.

Insgesamt hat sich gezeigt, dass das Selbstlernen, JiTT, Übungen, Mini-Praktika und das abschließende große RE-Projekt sich gut ergänzen und damit ein geeignetes Lehr-/Lernkonzept ergeben. Das RE-Projekt ermöglicht es den Studierenden, die erworbenen Einzelkompetenzen aus den Selbstlernphasen sowie den Übungen und Mini-Praktika zu verknüpfen, zu vertiefen, und die Tauglichkeit von Organisationsformen, Methoden, Prozessmodellen, und Dokumentationsarten für eine praktische Problemstellung mit technischem Bezug zu erproben. Aus dem, was dabei schief geht, lernen sie oft am meisten.

### Literatur

Hagel, G.; Mottok, J.; Müller-Amthor, M. (2013): Drei Feedback-Zyklen in der Software Engineering-Ausbildung durch erweitertes Just-in-Time-Teaching. In: Spillner, A.; Lichter, H. (Hrsg.): Software Engineering im Unterricht der Hochschulen (SEUH) 2013, Aachen, S. 17-26.

Hochschule Coburg (2023): Master Entwicklung und Management im Maschinen- und Automobilbau. Online: <https://www.hs-coburg.de/studium/master/technik-informatik/entwicklung-und-management-im-maschinen-und-automobilbau.html>, abgerufen am 11.07.2023.

Novak, G.; Gavrín, A.; Christian, W.; Patterson, E. (1999): Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology. Prentice Hall.

ReiBing, R. (2015): Lehren und Prüfen im Requirements Engineering am Beispiel eines Master-Kurses für Ingenieure. Workshop Studentische Ausbildung und Weiterbildung in Anforderungsspezifikationen (SAGWAS), Oktober 2015, Cottbus. In: Cunningham, D.; Hofstedt, P.; Meer, K.; Schmitt, I. (Hrsg.): Informatik 2015. LNI 246, Bonn, S. 623- 624.

ReiBing, R. (2022): Einsatz von Just-In-Time-Teaching und Projektarbeit in der Requirements-Engineering-Ausbildung. Softwaretechnik-Trends 42(3), S. 18-20.

Rupp, C.; die Sophisten (2021): Requirements Engineering und -Management. 7. Auflage, Hanser Verlag.

Wikipedia (2023): DOORS. Online: <https://de.wikipedia.org/wiki/DOORS>, abgerufen am 11.07.2023.

## Angaben zu den AutorInnen

### Prof. Dr. Ralf ReiBing

1996 bis 2002 Studium und Promotion in Informatik mit Schwerpunkt Software Engineering an der Universität Stuttgart. 2002 bis 2010 Mitarbeiter in Forschung und Entwicklung der Mercedes-Benz AG, Bereich Softwaretechnologie, mit den Schwerpunkten Test, Requirements Engineering und funktionale Sicherheit. Seit 2010 Professor für Automobilität an der Hochschule Coburg, Fakultät Maschinenbau und Automobiltechnik; seit 2013 Studiendekan der Fakultät.