



Multimediale Didaktik für Software Engineering

Dr. Ralf S. Engelschall, September 2023.

Um in der Lehre konzeptlastiger Themengebiete wie *Software Engineering* und Software-Architektur die Zielgruppe der *Generation Z*, der heute 20 bis 25 Jahre alten Studierenden, zu erreichen, ist ein signifikates Umdenken bei den Lehrenden erforderlich. Diese Zielgruppe ist für eine kurze Aufmerksamkeitsspanne bekannt und erwartet daher einprägsame, online-konsumierbare, multimediale Kommunikation. Die hier vorgestellte Didaktik nutzt deshalb zwölf gezielt eingesetzte Bausteine, um bewusst auf diese deutlich veränderte Erwartungshaltung und Kommunikationskultur zu reagieren.

Die wesentlichen Aspekte dieser Didaktik sind: ein Fokus auf das entscheidende „Warum“ hinter den Lehrinhalten, die direkte Verwendung von Unterlagen der industriellen Praxis, einprägsame, diagrammbasierte Darstellungen, die automatisierte Generierung von individualisierten Artefakten, ein bewusster *Online-First*-Ansatz, die Überblendung von virtuellen und physischen Darstellungen und der verstärkte Fokus auf Lehrinhalte über Live-Annotierungen der Materialien. Ergänzt wird dies durch bewusste Auflockerungen der Lehre über die direkte Einbeziehung der Studierenden durch regelmäßige Interaktionen, den gezielten Einsatz von *Gamification*-Aspekten und multimedialer *Special Effects*.

Wie die Anwendung dieser Didaktik über mehrere Jahre in einer Lehrveranstaltung an der *Technischen Universität München* gezeigt hat, kann dadurch die Lehre auch von der *Generation Z* als kurzweilig und attraktiv empfunden werden. Obendrein kann auch eine Präsenzveranstaltung teilweise von dieser Didaktik profitieren.

Die veränderte Welt der Lehre

In den 1990er Jahren, als das *Internet* gerade erst aufkam, hatten Vorlesungen an Universitäten und Schulungen in der Industrie noch einen ganzen anderen Charme als heute. Die Dozierenden standen an einer Tafel oder an einem Overheadprojektor und lehrten den Studierenden oder Teilnehmenden das eigene Fachgebiet. Es gab also nur drei Medien: die Sprache der Dozierenden, deren Gestik und Mimik und deren niedergeschriebene Inhalte.

Mindestens 80% der eingeschriebenen Studierenden waren vor Ort und folgten diesen Medien 45 bis 90 Minuten ohne Unterbrechung. Um die Inhalte im Anschluss besser zu verstehen, wurden zusätzlich Übungen angeboten, in denen Fallbeispiele unter Anleitung bearbeitet wurden. Die gelehrteten Fachgebiete waren zwar meist theoretischer Natur, aber das waren die Studierenden nicht anders gewohnt. Schöne alte Welt...

Was die damalige Zielgruppe als üblich und zeitgemäß empfand, wird von der *Generation Z*, der heute 20 bis 25 Jahre alten Studierenden, so wohl nicht mehr akzeptiert. Moderne Lehrveranstaltungen nutzen heute zwar *Beamer* und *PowerPoint*-Folien statt Tafel und Kreide — dennoch wird ein solcher Vorlesungsstil heutzutage als veraltet empfunden. Dass nur noch etwa 30% der Studierenden die Vorlesung besuchen, viele der Studierenden lediglich kurz vor der Klausur das Skript des Dozierenden auswendig lernen und sich kein nachhaltiger Lernerfolg einstellt, sind direkte Konsequenzen unattraktiv gewordener Lehre.

Die Grundprinzipien der Didaktik [JSC][MKE][SSC] haben sich über die Jahre zwar nicht verändert, dafür aber die Erwartungshaltung und die Kommunikationskultur der Lernenden. Ein großer Teil der Zielgruppe lehnt es heutzutage ab, für Frontal-Informationen an einer Präsenzveranstaltung teilzunehmen und bevorzugt es, diese Informationen, wie inzwischen gewohnt, online und von jedem Ort aus konsumieren zu können. Bei den Studierenden, die Vorlesungen physisch besuchen, lässt sich ein weiteres Phänomen beobachten: Sie sind „always present — somewhere else“. Bedingt durch ihre Sozialisierung mit kurzweiligen multimedialen Inhalten fällt ihre Aufmerksamkeitsspanne deutlich geringer aus. Nach spätestens 10 bis 15 Minuten gleitet ihre Aufmerksamkeit weg von den Dozierenden, hin zu den gezückten Mobiltelefonen und Notebooks.

Der alternative Didaktik-Ansatz

Durch die neue Zielgruppe der Lehre an Universitäten und in Schulungen in der Industrie sind traditionelle Didaktik-Ansätze nicht länger effektiv genug. Im Vergleich zu früheren

Jahrgängen ist die *Generation Z* durch eine geringere Aufmerksamkeitsspanne geprägt und erwartet einprägsame, online-konsumierbare, multimediale Lehre. Es ist also wichtiger denn je, die Studierenden einer Vorlesung und die Teilnehmenden einer Schulung durchgehend zu motivieren. Der Schlüssel dazu liegt in folgendem Zitat:

I learned that people will forget what you said, people will forget what you did, but people will never forget how you made them feel.

— Maya Angelou

Neben dem Wissenstransfer ist es also entscheidend, dass sich die Zielgruppe während der Lehrveranstaltung auch wirklich gut fühlt und begeistert wird. Dabei geht es auch heutzutage nicht um die subjektive Meinung oder die Erwartungshaltung der Dozierenden, sondern ausschließlich darum, wie die Lehrveranstaltung von dem meist deutlich jüngeren Publikum wahrgenommen wird und welchen Lernerfolg sie erzielt. Die vorgestellte Didaktik reagiert deshalb bewusst auf diese veränderte Erwartungshaltung der Zielgruppe.

Das Resultat sind engagierte, motivierte und begeisterte Studierende, wie unter anderem Auszüge aus der offiziellen Lehrevaluation der Vorlesung *Software Engineering in der industriellen Praxis (SEIP)* an der Technischen Universität München (TUM) zeigen, in der wir diesen Ansatz in den letzten Jahren entwickelt haben:

[...] die Balance aus informativ und unterhaltsam, eigentlich die gesamte Vorlesung ist überragend.

— TUM, SEIP, WS 22/23

Die Vorlesung ist bei weitem die aufwändigste und beste, die ich je an der TUM [...] gesehen habe.

— TUM, SEIP, WS 22/23

Die Medien und das Setup sind unfassbar gut!

— TUM, SEIP, WS 21/22

[...] eine der didaktisch besten Lehrveranstaltungen, die ich JEMALS besucht habe.

— TUM, SEIP, WS 20/21

Wie mutet so eine Vorlesung nach dieser Didaktik nun konkret an? Abbildung 1 zeigt ein Beispiel der grafischen Darstellung der Lehrinhalte in den Unterlagen und einen Screenshot der Online-Vorlesung mit dem Video-Stream (links/mittig) und dem Interaktionswerkzeug (rechts), um einen ersten Eindruck zu bekommen. Diese Didaktik verwendet bewusst Elemente, wie man sie eher in einer kurzweiligen, interaktiven TV-Show vermuten würde. Ermöglicht wird dies durch den Einsatz von zwölf gezielt eingesetzten didaktischen Bausteinen.



Abbildung 1: Anmutung der plakativen diagramm-basierten Lehrmaterialien und der multimedialen Lehrveranstaltung

Didaktik-Baustein 1/12: What-Why-Where Paradigm

Wie das *Golden Circle*-Modell von *Simon Sinek* [SSI] erklärt, ist es für Menschen essenziell, das „Warum“ zu verstehen. Wenn die Lehrinhalte („Was“) von den Adressaten angenommen und verinnerlicht werden sollen, ist deshalb auch hier das dahintersteckende „Warum“ entscheidend.

Während die ausgehändigten Unterlagen sich primär auf das „Was“ konzentrieren, fokussiert sich der Dozent oder die Dozentin während der Veranstaltung vor allem darauf, die Gründe zu erklären und die Inhalte mit illustrierenden Beispielen zu untermauern. Ein willkommener Nebeneffekt dieser Dualität ist, dass die Studierenden trotz ausgehändiger Skripten die Vorlesung größtenteils auch „live“ besuchen. Nur die Kombination aus „Was“ und „Warum“ sowie den zugehörigen Beispielen vermitteln ein vollständiges und einprägsames Gesamtbild und führen zu einem guten Lernerfolg.

Didaktik-Baustein 2/12: Practice Back-Pressure

Das Einbeziehen von Material aus der industriellen Praxis in die Lehre ist sinnvoll, da es den Lernenden praktische Einblicke und Erfahrungen bietet, die ihre Motivation steigern können. Ziel der Lehre ist es üblicherweise, einen komplexen Sachverhalt der Praxis über eine vereinfachte und somit leichter verständliche Darstellung zu erklären.

Der Nachteil dabei ist, dass die Studierenden die Lücke zwischen Lehre/Theorie und Realität/Praxis selbst schließen müssen, weshalb sie oftmals gegenüber der theoretischen Lehre skeptisch bleiben. Was wäre aber, wenn man diesen Transfer umdrehen würde, also direkt die Unterlagen der Praxis zum Lehrmaterial erhebt?

Der Nachteil ist, dass solche Unterlagen teilweise Informationen zeigen, die man in der Lehre eventuell aus didaktischen Gründen auslassen würde. Es kann außerdem sein, dass die Unterlagen die Inhalte in einer anderen Reihenfolge vorstellen, als man sie aus didaktischen Gründen anordnen würde.

Beide Probleme lassen sich aber dadurch auflösen, dass die Dozierenden in der Lehre die Inhaltsreihenfolge beim Vortrag bewusst anders wählen und un wesentliche Inhalte mit einem kleinen Hinweis überspringen. Dadurch muss die Lehre zwar ein wenig ad-hoc adaptiert werden, aber der große Vorteil ist, dass die Lücke zwischen Lehre/Theorie und Realität/Praxis geschlossen und die übliche Skepsis vermieden werden kann. Denn nichts ist so überzeugend in der Lehre, wie ein direkter Bezug zur Praxis.

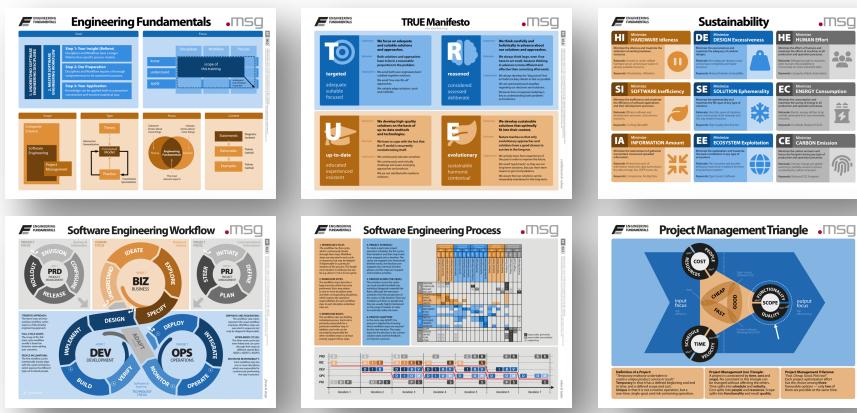


Abbildung 2: Beispiele für Diagramme aus der Diagramm-Serie Engineering Fundamentals im Branding der Lehrorganisation

Didaktik-Baustein 3/12: Diagram-Driven Education

Gut gemachte Modelle und visuelle Repräsentationen erleichtern das Verständnis komplexer Sachverhalte. Die Unterlagen einer Lehrveranstaltung sollten daher im Idealfall vor allem konzeptionelle Modelle darstellen. Da die Informatik eine Wissenschaft der Abstraktion und Modellierung ist, ist die Lehre komplexer Sachverhalte über konzeptionelle Modelle auch im *Software Engineering* folgerichtig. Denn Abstraktionen erleichtern hier grundsätzlich das Verständnis.

Da die Mehrheit der Menschen zusätzlich visuelle Darstellungen bevorzugt, bietet es sich außerdem an, diese konzeptionellen Modelle in Form von Diagrammen und grafischen Illustrationen darzustellen. Einige Beispiele solcher Diagramme zeigt Abbildung 2.

Ähnliche Darstellungen werden für Infografiken aus Zeitschriften verwendet, denn sie sind zum einen prägnant und bieten zum anderen einen hohen Wiedererkennungswert. Die Praxiserfahrung hat obendrein gezeigt,

dass es am besten funktioniert, ein Thema mit all seinen Aspekten auf einem einzigen Diagramm zusammenzufassen. Der schöne Nebeneffekt ist, dass solche Diagramme auch als Poster auf DIN A0/A1 gedruckt und an die Wand gehetft werden können. Somit bieten sie sowohl einen Blickfang für die Besucher eines Raums als auch eine permanent zugängliche Informationsquelle. Auch als Poster in virtuellen Räumen von Webcam-Hintergrundgrafiken werden solche Lehrinhalte gerne von den Teilnehmenden im Nachgang einer Schulung verbreitet.

Didaktik-Baustein 4/12: Generative Lecture Content

Die Lerninhalte werden mithilfe einer konfigurierbaren Pipeline erstellt, was eine effiziente und flexible Erstellung sowie Wartung der Materialien ermöglicht. Während die anderen Bausteine auf Vorteile für die Studierenden abzielen, steht hier der Nutzen für die Lehrenden im Vordergrund.

Dieselben Lehrinhalte werden üblicherweise in verschiedenen Varianten und Formaten benötigt, sowohl für die Dozierenden als auch für die Studierenden: Agenden existieren in unterschiedlichem Detailgrad für die Dozierenden und die Studierenden, Diagramme werden im Querformat, mit Zusatzinformationen für die Dozierenden erstellt, ohne Zusatzinformationen für die Studierenden, sowie im Hochformat für das Handout der Studierenden, und vieles mehr. Zusätzlich sollte jedes der resultierenden Artefakte das individuelle „Branding“ der Lehrorganisation und die individuelle inhaltliche Reihenfolge der Lehrveranstaltung widerspiegeln.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	AA'	AB'	AC'	AD'	AE'	AF'	AG'	AH'	AI'	AJ'	AK'	AL'	AM'	AN'	AO'	AP'	AQ'	AR'	AS'	AT'	AU'	AV'	AW'	AX'	AY'	AZ'	AA''	AB''	AC''	AD''	AE''	AF''	AG''	AH''	AI''	AJ''	AK''	AL''	AM''	AN''	AO''	AP''	AQ''	AR''	AS''	AT''	AU''	AV''	AW''	AX''	AY''	AZ''	AA'''	AB'''	AC'''	AD'''	AE'''	AF'''	AG'''	AH'''	AI'''	AJ'''	AK'''	AL'''	AM'''	AN'''	AO'''	AP'''	AQ'''	AR'''	AS'''	AT'''	AU'''	AV'''	AW'''	AX'''	AY'''	AZ'''	AA''''	AB''''	AC''''	AD''''	AE''''	AF''''	AG''''	AH''''	AI''''	AJ''''	AK''''	AL''''	AM''''	AN''''	AO''''	AP''''	AQ''''	AR''''	AS''''	AT''''	AU''''	AV''''	AW''''	AX''''	AY''''	AZ''''	AA''''''	AB''''''	AC''''''	AD''''''	AE''''''	AF''''''	AG''''''	AH''''''	AI''''''	AJ''''''	AK''''''	AL''''''	AM''''''	AN''''''	AO''''''	AP''''''	AQ''''''	AR''''''	AS''''''	AT''''''	AU''''''	AV''''''	AW''''''	AX''''''	AY''''''	AZ''''''	AA''''''''	AB''''''''	AC''''''''	AD''''''''	AE''''''''	AF''''''''	AG''''''''	AH''''''''	AI''''''''	AJ''''''''	AK''''''''	AL''''''''	AM''''''''	AN''''''''	AO''''''''	AP''''''''	AQ''''''''	AR''''''''	AS''''''''	AT''''''''	AU''''''''	AV''''''''	AW''''''''	AX''''''''	AY''''''''	AZ''''''''	AA''''''''''	AB''''''''''	AC''''''''''	AD''''''''''	AE''''''''''	AF''''''''''	AG''''''''''	AH''''''''''	AI''''''''''	AJ''''''''''	AK''''''''''	AL''''''''''	AM''''''''''	AN''''''''''	AO''''''''''	AP''''''''''	AQ''''''''''	AR''''''''''	AS''''''''''	AT''''''''''	AU''''''''''	AV''''''''''	AW''''''''''	AX''''''''''	AY''''''''''	AZ''''''''''	AA''''''''''''	AB''''''''''''	AC''''''''''''	AD''''''''''''	AE''''''''''''	AF''''''''''''	AG''''''''''''	AH''''''''''''	AI''''''''''''	AJ''''''''''''	AK''''''''''''	AL''''''''''''	AM''''''''''''	AN''''''''''''	AO''''''''''''	AP''''''''''''	AQ''''''''''''	AR''''''''''''	AS''''''''''''	AT''''''''''''	AU''''''''''''	AV''''''''''''	AW''''''''''''	AX''''''''''''	AY''''''''''''	AZ''''''''''''	AA''''''''''''''	AB''''''''''''''	AC''''''''''''''	AD''''''''''''''	AE''''''''''''''	AF''''''''''''''	AG''''''''''''''	AH''''''''''''''	AI''''''''''''''	AJ''''''''''''''	AK''''''''''''''	AL''''''''''''''	AM''''''''''''''	AN''''''''''''''	AO''''''''''''''	AP''''''''''''''	AQ''''''''''''''	AR''''''''''''''	AS''''''''''''''	AT''''''''''''''	AU''''''''''''''	AV''''''''''''''	AW''''''''''''''	AX''''''''''''''	AY''''''''''''''	AZ''''''''''''''	AA''''''''''''''''	AB''''''''''''''''	AC''''''''''''''''	AD''''''''''''''''	AE''''''''''''''''	AF''''''''''''''''	AG''''''''''''''''	AH''''''''''''''''	AI''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''	AK''''''''''''''''	AL''''''''''''''''	AM''''''''''''''''	AN''''''''''''''''	AO''''''''''''''''	AP''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''	AR''''''''''''''''	AS''''''''''''''''	AT''''''''''''''''	AU''''''''''''''''	AV''''''''''''''''	AW''''''''''''''''	AX''''''''''''''''	AY''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AA''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AB''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AC''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AD''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AE''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AF''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AG''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AH''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AI''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AJ''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AK''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AL''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AM''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AN''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AO''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AP''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AQ''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AR''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AS''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AT''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AU''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AV''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AW''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AX''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AY''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AZ''''''''''''''''''''''''''''''''''''''	AA''	AB''	AC''	AD''	AE''	AF''	AG''	AH''	AI''	AJ''	AK''	AL''	AM''	AN''	AO''	AP''	AQ''	AR''	AS''	AT''	AU''	AV''	AW''	AX''	AY''	AZ''	AA''	AB''	AC''	AD''	AE''	AF''	AG''	AH''	AI''	AJ''	AK''	AL''	AM''	AN''	AO''	AP''	AQ''	AR''	AS

Um Redundanz in den Lehrmaterialien zu vermeiden und dennoch flexibel als Dozierende die verschiedenen Anforderungen bedienen zu können, bietet es sich an, eine Generierungsstrecke zu verwenden. Diese ist vom *Software Build Process* inspiriert. Dabei werden die Diagramme, ihre Erklärungstexte und Zusatzinformationen, wie Quiz-Fragen oder einleitende Zitate, nach Thema getrennt als Quellmaterial gespeichert.

Für jede Lehrveranstaltung werden daraus dann immer ad-hoc und individuell die gewünschten PDF-Artefakte zusammengestellt. Abbildung 3 zeigt die Konfiguration dieser Generierungsstrecke, bei der eine Zuordnung von Lehrinhalten (Zeilen) zu Lehrveranstaltungen (Spalten) erfolgt und dabei die vorgesehene Zeit und Pausen (Zellen) festgesetzt werden.

Abbildung 4 zeigt die auf diese Weise erzeugten Agenden einer dreistündigen Vorlesung an der Universität und einer Zwei-Tages-Schulung in der Industrie. In beiden Agenden kommt derselbe Lehrinhalt vor, allerdings mit unterschiedlicher Dauer und somit Tiefe und an einer unterschiedlichen Stelle.

Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt eines Diagramms in drei verschiedenen Varianten. Die oberen beiden Varianten sind für die Lehrenden, die untere eine Variante für die Studierenden. Die Dozierenden-Version enthält Informationen zu den Quiz-Fragen (linke Hervorhebung, rote Elemente) sowie Zeitangaben (rechte Hervorhebung, Zahl). Zusätzlich variiert das „Branding“ (mittlere Hervorhebung, Logos) je nach Lehrveranstaltung.

ITAAP Modul 1	
Modul 1 (100% - 00000000)	Modul 1 (100% - 00000000)
09/09. 09:00 - 09:30	09/09. 09:00 - 09:30
09/09. 09:30 - 10:00	09/09. 09:30 - 10:00
10/09. 10:00 - 10:30	10/09. 10:00 - 10:30
10/09. 10:30 - 11:00	10/09. 10:30 - 11:00
10/09. 11:00 - 11:30	10/09. 11:00 - 11:30
10/09. 11:30 - 12:00	10/09. 11:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12:30
10/09. 12:30 - 13:00	10/09. 12:30 - 13:00
10/09. 13:00 - 13:30	10/09. 13:00 - 13:30
10/09. 13:30 - 14:00	10/09. 13:30 - 14:00
10/09. 14:00 - 14:30	10/09. 14:00 - 14:30
10/09. 14:30 - 15:00	10/09. 14:30 - 15:00
10/09. 15:00 - 15:30	10/09. 15:00 - 15:30
10/09. 15:30 - 16:00	10/09. 15:30 - 16:00
10/09. 16:00 - 16:30	10/09. 16:00 - 16:30
10/09. 16:30 - 17:00	10/09. 16:30 - 17:00
10/09. 17:00 - 17:30	10/09. 17:00 - 17:30
10/09. 17:30 - 18:00	10/09. 17:30 - 18:00
10/09. 18:00 - 18:30	10/09. 18:00 - 18:30
10/09. 18:30 - 19:00	10/09. 18:30 - 19:00
10/09. 19:00 - 19:30	10/09. 19:00 - 19:30
10/09. 19:30 - 12:00	10/09. 19:30 - 12:00
10/09. 12:00 - 12:30	10/09. 12:00 - 12

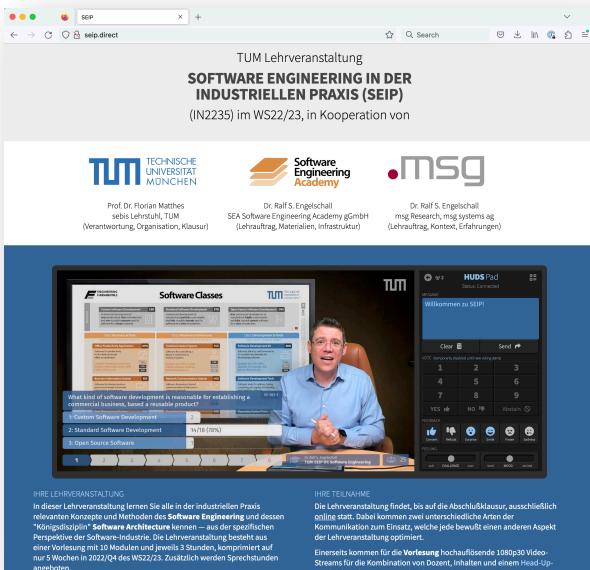


Abbildung 7: Schnappschuss der Website seip.direct, dem zentralen Zugang zu allen Ressourcen der Lehrveranstaltung „Software Engineering in der industriellen Praxis (SEIP)“

Bereits vor der Corona-Pandemie bevorzugte die Zielgruppe *Generation Z* Online-Formate in der Lehre. Während der Pandemie waren diese Formate dann sogar essenziell. Aber selbst heute, nach überstandener Pandemie, zeigen die Rückmeldungen, dass weit über die Hälfte der Vorlesungs- und Schulungs-Teilnehmenden weiterhin Online-Formate in der Lehre bevorzugen.

Eine ähnliche Präferenz beobachten wir inzwischen auch bei Dozierenden in der Industrie: Musste früher ein Teilnehmender um 4 Uhr morgens aufstehen, um aufgrund des Schulungsbegins um 9 Uhr rechtzeitig zum Tagungsort anreisen zu können, so kann er nun erholt und ohne zusätzliche Strapazen der Schulung beiwohnen. Anstatt wegen der frühen Anreise ab spätestens 13 Uhr der Ganztags-Schulung aufgrund Müdigkeit nicht mehr sinnvoll folgen zu können, sind jetzt die Teilnehmenden deutlich erholter und länger aufnahmefähig. Weniger Reisetätigkeit ist obendrein auch nachhaltiger.

Unsere Didaktik basiert auf einem *Online-First*-Ansatz. Auch wenn damit durchaus auch ein Präsenzformat durchgeführt werden kann, konzipieren wir Schulungen immer zuerst als Online-Format. Dieses lässt sich später einfacher in ein Präsenzformat überführen als umgekehrt.

Für Präsenzformate bereits etabliert, aber für Online-Formate genauso entscheidend, ist ein einfacher Zugang. Die Vorlesung *Software Engineering in der industriellen Praxis (SEIP)* an der Technischen Universität München (TUM) nutzt deshalb bewusst die eigene Domain seip.direct [RE5], damit die Studierenden darüber schnell und direkt alle zugehörigen Ressourcen erreichen können. Die zugehörige Website und die dort verlinkten Lehrmaterialien sind öffentlich zugänglich (Abbildung 7). Der Zugang zu den

Online-Vorlesungen und den Online-Sprechstunden stehen jedoch nur eingeschriebenen Studierenden zur Verfügung.

Diese Studierenden erhalten ein Token, welches diese Zugänge freischaltet. Dieses Token ist in einem ausgehändigten Hyperlink eingebettet, wie beispielsweise <https://seip.direct/#engelschall-ABCD-1234>, und erlaubt dann den Studierenden sich mit einem einzigen weiteren Klick direkt in die Online-Vorlesung oder Sprechstunde zu verbinden.

Es mag verwundern, dass man den Zugang zu einer Vorlesung bewusst so einfach gestalten muss. Es hat sich aber herausgestellt, dass ein niedrigschwelliger Zugang die Akzeptanz und Nutzung der Unterlagen wesentlich fördert.

Didaktik-Baustein 6/12: Blended Studio Reality

Blended Studio Reality trägt dazu bei, eine Lehrveranstaltung für das Publikum ansprechender zu gestalten, indem sie eine immersive und interaktive Lernerfahrung ermöglicht. Der prominenteste und populärste Baustein dieser Didaktik ist daher sicherlich die Gestaltung einer Lehrveranstaltung in Form einer interaktiven TV-Show. Dieser Stil ist stark inspiriert durch Sportveranstaltungen im Fernsehen und die Events von Video-Gamern auf dem populären Video-Streaming-Portal *Twitch*.

Dazu wird vom Dozierenden einerseits in einer Video-Mixing-Software wie *OBS Studio* [*OBS*] ein Video-Stream produziert, der in einem gut skalierenden Broadcasting-Verfahren mithilfe eines latenzarmen *YouTube Live Events* [*GOO*] oder einer dedizierten Client-Anwendung wie *Live Receiver* [*RE4*] an alle Studierenden und Teilnehmer ausgesendet wird.

Andererseits wird ein *Head-Up-Display (HUD)* und eine spezielle Client-Anwendung genutzt, um Informationen wie Quizze oder Fragen einzublenden. Über diese Client-Anwendung als Rückkanal ist insbesondere auch eine Interaktion mit dem Dozenten jederzeit und ohne Verzögerung möglich.

Um den Video-Stream zu produzieren, werden verschiedene physikalische und virtuelle Medien in einer Studio-Atmosphäre überblendet (Abbildung 8). Konkret besteht dieses Studio aus den folgenden fünf optischen Ebenen, von Hintergrund nach Vordergrund sortiert:

- (1) ein dezenter, dunkler, virtueller Hintergrund;
- (2) ein virtueller Monitor, der das Display eines Tablets spiegelt;
- (3) der Dozent, der auf einem physischen Stuhl an einem physischen Tisch sitzt und über Greenscreen-Technik freigestellt wurde;
- (4) dem Head-Up-Display (HUD) mit virtuellen Informationen; und optional verschiedenen überlagerten *Special Effects* (in Abbildung 8 nicht sichtbar).

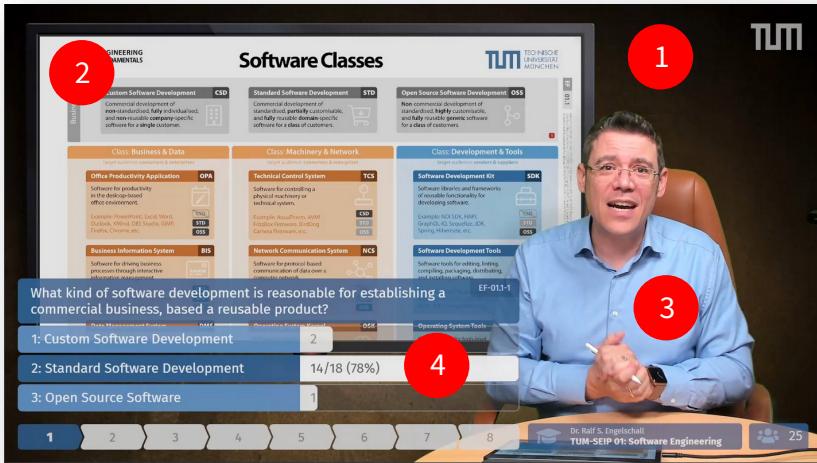


Abbildung 8: Screenshot eines produzierten Video-Streams mit den verschiedenen überblendeten virtuellen und physikalischen Ebenen

Das *HUD* hat hierbei eine ganz besondere Bedeutung: Es zeigt auf Wunsch nicht nur zahlreiche Informationen an wie die Agenda, Fortschrittsbalken, Name des Dozenten und der Lehrveranstaltung, Anzahl Teilnehmer, Logo der Lehrorganisation, und viele mehr, sondern dient auch als Plattform für die Didaktikbausteine 8 bis 11.

Das in dieser Didaktik verwendete, umfangreiche *HUD*-System wurde von uns als *Open Source Software* speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt und besteht aus einem Server-Anteil auf der Dozierenden-Seite (*HUDS*, [RE1]), dem sichtbaren *HUD* (*HUDS-HUD-Training*, [RE2]) im Video-Stream, einem zentralen Gateway in der Cloud (*Mosquitto MQTT Service* [MOS]) und der Client-Anwendung als Interaktionswerkzeug auf der Seite der Studierenden bzw. Teilnehmenden (*HUDS Pad*, [RE3]). Letztere wurde bereits in Abbildung 1 kurz erwähnt.

Dieser Didaktikbaustein ist einer der Schlüssel für die Begeisterung der Studierenden. Seine Bedeutung und Wirkung darf deshalb nicht unterschätzt werden. Indem er eine deutlich überdurchschnittliche und teilweise sogar überraschende *User Experience* bietet, trifft er direkt die Erwartungshaltung der Zielgruppe *Generation Z*.

Didaktik-Baustein 7/12: Content Zooming and Annotation

Das bewusste Zoomen auf wichtige Aspekte und die Möglichkeit zur interaktiven Annotierung durch die Dozierenden in Diagrammen sind von großer Bedeutung. Unter den Schlagworten „death by PowerPoint“ und „after 24 slides per second it's a movie“ wird oft der heutige Trend von Präsentationen karikiert, bei dem sehr viele, meist textlastige Folien in schneller Folge dargestellt werden. Dadurch verlieren die Teilnehmenden oft schon nach kurzer Zeit den Überblick. Diese Didaktik setzt explizit auf das

Gegenteil: Die Lehrinhalte sollen stark fokussiert wahrgenommen werden.

Daher wird jedes einzelne Diagramm über einen Zeitraum von 20 bis 40 Minuten angezeigt und somit stark in den Fokus gerückt. Während dieser Zeit zoomen die Lehrenden per Gestensteuerung auf dem Tablet in die verschiedenen Inhalte des Diagramms. Diese Methode des Zoomens ist inspiriert durch die Leinwand-Darstellungen bei der Präsentationssoftware *Prezi* [PRZ]. Da bei jedem Zoom-Vorgang umgebende Anteile des Diagramms wieder sichtbar werden, werden die

Studierenden regelmäßig an den Kontext und das *Big Picture* der Lerninhalte erinnert. Das ist ein nicht zu unterschätzender, wichtiger Vorteil gegenüber traditionellen Lehrmethoden.

Neben der Verwendung von Zooming annotieren die Dozierenden das Diagramm und dessen Inhalte „live“ während der Veranstaltung (Abbildung 9). Durch Zeichnungen und handschriftliche Ergänzungen lässt sich zum einen der Fokus verstärken, zum anderen ermöglichen sie, auch Zusatzinformationen ad-hoc einfließen zu lassen.

Zusammengefasst ermöglicht dieser Baustein eine neuartige Flexibilität in der Lehrdurchführung, die klassische Folien nicht erlauben. Er bietet einerseits mehr zeitlichen Gestaltungsfreiraum, und andererseits ermöglicht er es, auf Fragen oder Unklarheiten direkt einzugehen. Falls an einer Stelle inhaltlich zu tief eingegangen wurde, kann die darauf verwendete Zeit leicht an anderer Stelle wieder eingespart werden, indem dort wieder weniger tief auf die Inhalte eingegangen wird. In Summe kann durch diese Technik dieselbe Lehrinhalt in unterschiedlichen Zeitvorgaben und Tiefen gelehrt werden.



Abbildung 9: Zoom und Annotation der Lehrinhalte für verstärkten Fokus während der Lehrveranstaltung

Diese Flexibilität ist auch besonders am Ende einer langen Lehreinheit von großem Wert. Gerade bei anstrengenden Ganztagschulungen in der Industrie ist es zweifelhaft, ob die Teilnehmenden sich zumindest die wichtigsten Lehrinhalte merken konnten. Deshalb wird üblicherweise gegen Ende noch einmal eine Zusammenfassung angeboten. Mit unserer Didaktik können die Dozierenden in den letzten 10-20 Minuten der Lehrveranstaltung an den Anfang zurückgehen und alle Diagramme der Lehrveranstaltung nochmals kurz vorstellen und somit in Erinnerung rufen. Dabei zoomen, annotieren und erwähnen die Dozierenden dann aber nur noch die essenziellen Aspekte des jeweiligen Themenblocks.

Am Ende der Schulung exportiert man die annotierten Diagramme und versendet diese an die Teilnehmenden. Im Gegensatz zur Verwendung von expliziten Zusammenfassungsfolien ist hier ein hoher Wiedererkennungswert gegeben und die gelehrteten Inhalte werden noch direkter gefestigt. Diese Art der Zusammenfassung erhielt über mehrere Jahre äußerst positives Feedback.

Didaktik-Baustein 8/12: Live Questions and Answers

Fragen des Publikums und die Möglichkeit zur Interaktion mit den Dozierenden sind wichtige Bestandteile jeder Lehrveranstaltung. Wie in Baustein 6 erwähnt, stellen wir den Studierenden den Video-Stream über ein *YouTube Live Event* bereit. Alternativ kann man die Lehrveranstaltung auch über eine Konferenz-Lösung wie *Microsoft Teams*, *Zoom*, *Google Meet* oder *Jitsi Meet* anbieten. Der Vorteil hierbei ist, dass die Studierenden neben der App-basierten Interaktion auch direkt mit den Dozierenden sprechen können. Allerdings findet diese Möglichkeit ihre Grenze bei einer größeren Anzahl an Studierenden.

Überraschenderweise zeigt die Erfahrung der letzten Jahre, dass die Teilnehmenden in der Industrie so gut wie gar nicht, und auch die Studierenden an der Universität nur in sehr geringem Ausmaß, das direkte Gespräch mit den Dozierenden suchen. Stattdessen bevorzugt die *Generation Z* vor allem die Möglichkeit eines schriftlichen *Chats*. Für den direkten sprachlichen Austausch wurde in erster Linie die ergänzende Sprechstunde genutzt. Der Grund für dieses stark veränderte Verhalten scheint einerseits die Sozialisierung der *Generation Z* über *Social Media* zu sein, andererseits aber auch darin begründet zu sein, dass man sich in einem schriftlichen *Chat* tendenziell sicherer fühlt — vor allem, wenn er die Möglichkeit für anonyme Fragen bietet.

Die psychologische Hürde ist bei schriftlicher Kommunikation also deutlich niedriger. Wenn man Interaktion und Fragen fördern möchte, dann ist der schriftliche Kommunikationskanal entscheidend. Deswegen etabliert dieser Didaktik-Baustein primär einen solchen schriftlichen Kommunikationskanal, auch wenn

zusätzlich auch ein traditioneller direkter Sprachkanal angeboten werden kann.

Der schriftliche Kommunikationskanal nutzt das bereits erwähnte *Head-Up-Display (HUD)* im Video-Stream und die zugehörige Client-Anwendung *HUDS Pad*, die direkt neben dem Video-Stream eingeblendet wird. Die Teilnehmenden können eine Frage im *HUDS Pad* formulieren und an die Dozierenden schicken. Deren *HUD* blendet die eingehenden Fragen links unten im Video-Stream ein (Abbildung 10) und erzeugt einen dezenten, aber gut vernehmbaren Hinweiston.

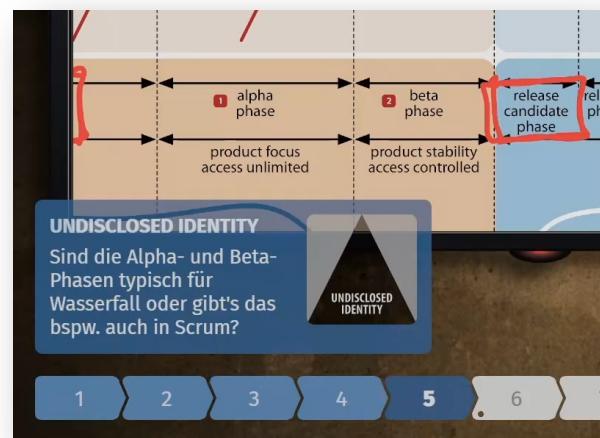


Abbildung 10: Eine eingegangene, schriftliche, anonyme Frage der Studierenden

Die Dozierenden werden dadurch nicht unterbrochen und können zunächst die aktuellen Ausführungen zu Ende führen. Danach können sie sich den eingegangenen Fragen widmen. Wenn eine Frage beantwortet ist, blenden die Dozierenden diese Frage aus und wendet sich der in chronologischer Reihenfolge nächsten Frage zu. Dabei sind alle eingehenden Fragen gleichzeitig sichtbar, sodass man Überschneidungen leicht erkennen und die Antworten zusammenfassen kann. Zusätzlich werden die Studierenden animiert, sich ebenfalls mit der konkreten Frage auseinanderzusetzen, da sie bis zur finalen Beantwortung durchgehend sichtbar bleibt.

Dieses Vorgehen hat mehrere didaktische Eigenschaften: einerseits wird die bereits erwähnte psychologische Hürde, eine Frage überhaupt zu stellen, herabgesetzt. Andererseits gibt es weniger Verständnisprobleme aufgrund der Schriftlichkeit. Durch diese Maßnahmen ist eine hervorragende Interaktion zwischen Publikum und Lehrenden gegeben. Damit fällt der wesentliche Vorteil der Konferenzlösungen gegenüber einem Broadcasting weg, weshalb wir primär auf das latenzarme Broadcasting-Verfahren *YouTube Live Events* setzen.

Didaktik-Baustein 9/12: Gamification Quizzes

Live-Quizze sorgen in der Lehre durch bewusste *Gamification* nicht nur für eine regelmäßige Auflockerung und Motivation der Studierenden, sondern erzeugen auch einen zusätzlichen Lerneffekt.

Über ein *Head-Up-Display (HUD)* werden die vorbereiteten Quiz-Fragen an vordefinierten Stellen der Schulung eingeblendet (Abbildung 11). Die Fragen sind damit exakt an der vorgesehenen inhaltlichen Stelle, unabhängig davon, in welcher Reihenfolge die Inhalte gelehrt werden. Jede Quiz-Frage läutet einen thematischen Abschnitt ein oder ergänzt ihn, geht aber absichtlich immer über die Lehrinhalte hinaus.

Eine gute Quiz-Frage versucht das Allgemeinverständnis und die Assoziationsfähigkeit anzusprechen. Die richtige Antwort darf sich daher nicht bereits durch die vorgestellten Lehrinhalte vollständig erschließen lassen. Zusätzlich werden mehrere falsche Antworten angeboten, um einen Wettbewerbsspaß zu erzeugen. Die falschen Antworten sollten dabei zu einem Teil offensichtlich falsch sein und lediglich ablenken und zu einem anderen Teil sehr nahe an der richtigen Lösung sein und somit fast wahr sein können. Gerade diese letzteren falschen Antworten erzeugen einen gewissen kniffligen Effekt.

Für ein bestmögliches Lernergebnis hat sich folgender Ablauf in der Praxis bewährt und wurde entsprechend in unserem *HUD* integriert (vergleiche erneut Abbildung 11): Die Dozierenden stellen die Frage und die ersten eingehenden Antworten werden in einem allgemeinen Balken zusammengefasst. Dadurch ist für alle Beteiligten erkennbar wie viele Antworten bereits abgegeben wurden, ohne die Studierenden durch die gegebenen Antworten zu beeinflussen. Sobald etwa 2/3 der Studierenden geantwortet haben, schalten die Dozierenden die Antworten frei und die abgegebenen Stimmen werden auf die Antwortmöglichkeiten verteilt angezeigt. Die richtige Antwort ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht erkennbar, aber die Antwort, die am meisten gewählt wurde. Nach einer weiteren kurzen Wartezeit wird auf die letzte Anzeige umgeschaltet, bei der die richtige Antwort hervorgehoben wird. So erhalten die Studierenden Feedback über ihre Antwort und haben auch einen Vergleich zur Gruppe.

Dann kommt ein didaktisch wichtiger Aspekt: Die Dozierenden erklären nun zuerst alle falschen Antworten und weshalb sie falsch sind. Anschließend wird die richtige Antwort offenbart und erläutert. Die falschen Antworten ebenfalls zu behandeln ist entscheidend, um Missver-

ständnisse und Fehlvorstellungen zu beseitigen, und damit einen zusätzlichen Lerneffekt für alle zu schaffen.

Üblicherweise existieren pro Themenblock ein bis drei Quiz-Fragen. Ein Quiz findet damit etwa alle 10-30 Minuten statt. Im Schnitt liegt die Teilnehmerquote bei einem Quiz zwischen 75% und 95%. Dies zeigt, wie populär dieser Baustein der Didaktik in der Praxis ist.

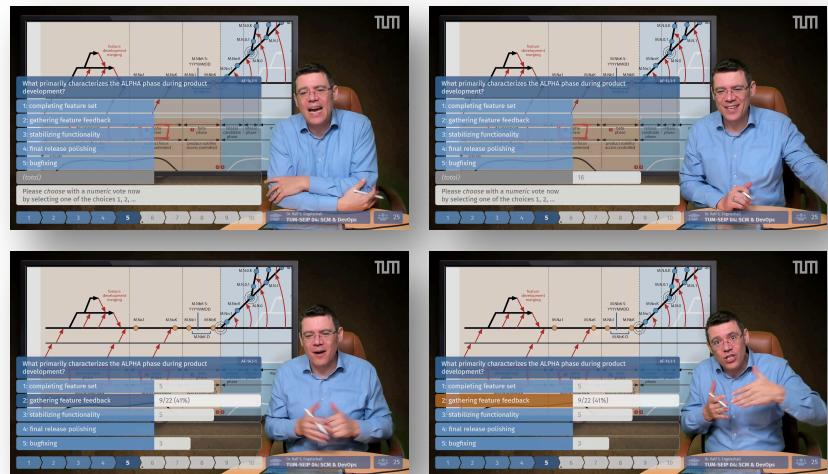


Abbildung 11: Der zeitliche Ablauf eines Quizzes, von Fragestellung, ersten Antwortmeldungen, über die Antwortverteilung, bis zur richtigen Antwort

Didaktik-Baustein 10/12: Live Attendee Feedback

Um die Lehrveranstaltung inhaltlich und stilistisch an das Publikum anpassen zu können, ist es wichtig, dessen Stimmungslage zu erfassen. Während einer 90-minütigen Vorlesung ist es vielleicht noch nicht entscheidend, bei einer dreistündigen Vorlesung bereits relevant und bei einer ganztägigen Schulung unabdingbar: die Frage, wie es den Studierenden bzw. den Teilnehmenden während dieser Zeit geht.



Abbildung 12: Feedback über Bewertungen, Gefühlsregungen, Forderungssituation und Stimmungslage

Hier hat sich in unserer Erfahrung herausgestellt, dass vier konkrete Feedbacks am interessantesten sind: eine zeitnahe Zustimmung oder Ablehnung zu den Aussagen der Dozierenden, mit den Aussagen der Dozierenden verbundene Gefühlsregungen, die inhaltliche Über- oder Unterforderung der Studierenden über eine gewisse Zeitspanne betrachtet, und die Stimmung der Studierenden.

Alle vier Feedbacks können über das *HUDS Pad* abgegeben werden, das als Interaktionswerkzeug rechts neben dem Video-Stream eingeblendet wird (Abbildung 12). Inhaltliche Zustimmung und spontane Gefühlsregungen können jederzeit über Schaltflächen artikuliert werden und werden in Echtzeit am rechten Rand des Video-Streams als animierte *Emojis* dargestellt. Die letzten beiden Feedbacks werden dagegen über Schieberegler angewählt. Zu Beginn und Ende jeder Pause wird das Stimmungsbild der Gruppe als Balkendiagramm eingeblendet und, wenn nötig, von den Dozierenden kommentiert.

Emoji-basierte Feedbacks erzeugen neben dem inhaltlichen Feedback auch eine gewisse Abwechslung und zeigen den Studierenden untereinander, wie bestimmte Aussagen der Dozierenden von den anderen Studierenden gesehen werden. Sie sind in der Praxis fast wie ein eigener Kommunikationskanal zwischen den Studierenden und werden mit großer Begeisterung genutzt. Damit der Video-Stream nicht überschwemmt wird, werden *Badges* (Annotierungen mit der Anzahl) an den *Emojis* angezeigt, falls mehr als einer der Studierenden gleichzeitig dasselbe Feedback abgibt. Zusätzlich wird nur ein Feedback pro Minute und Studierenden vom *HUDS Pad* zugelassen.

Die Forderungslage und die Stimmungslage sind dagegen jederzeit anpassbar, allerdings zunächst nur lokal für die Dozierenden sichtbar. So kann man beispielsweise bei Überforderungen mehr illustrierende Beispiele einbauen oder bei Müdigkeiten mehr untermalende Anekdoten aus der Praxis erzählen, anstatt neue Konzepte einzuführen. Die Forderungslage und die Stimmungslage fühlen sich also wie eine Art *EKG* der Lehrveranstaltung an und sind somit ein wertvoller Echtzeit-Feedback-Kanal.

Didaktik-Baustein 11/12: Special Effects

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte: Durch die Nutzung von *Special Effects* können Lehrinhalte und Aussagen der Dozierenden visuell untermauert werden, um so eine zusätzliche Ebene der Veranschaulichung zu schaffen.

Dazu kann man bei Bedarf verschiedene *Special Effects* auf den Video-Stream anwenden (Abbildung 13): schlingernde VHS-Kassetten-Optik, um das üblicherweise höhere Lebensalter der Dozierenden oder die Obsoleszenz einer Technologie zu unterstreichen; eine Nebelbank, um auf den ersten Blick undurchsichtige Lehrinhalte zu

untermalen; Schnee, falls es die Dozierenden bei so manchem Praxis-Aspekt fröstelt; Pixeldarstellung nach der Müde machenden Mittagspause; loderndes Feuer bei unschönen Aspekten; oder Konfetti für begeisternde Aspekte.

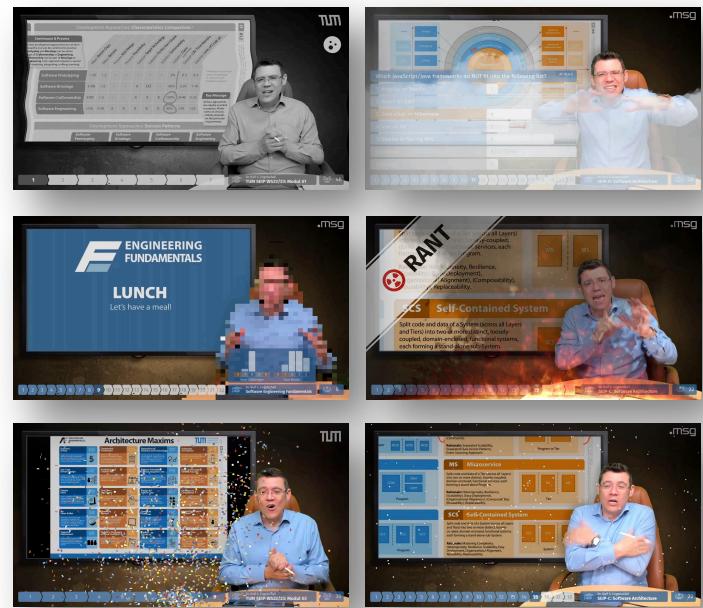


Abbildung 13: Special Effects untermauern visuell die Lehrinhalte und Aussagen der Dozierenden

Es mag verlockend sein, solche *Special Effects* als optische Spielereien abzutun. Es ist allerdings ein enormer Unterschied, ob man die Meinung der Dozierenden zu einem Architekturmuster nur hört, oder ob man eine starke negative Meinung auch *optisch* mit einem Banner „*RANT*“ und einem lodernden Höllenfeuer untermauert sieht. Bei letzterer Art der Didaktik stehen die Chancen deutlich besser, dass sich die Studierenden viel leichter an diese Aussage zurückinnern, wenn sie später in der Praxis selbst auf dieses Architekturmuster stoßen. Allerdings sollten *Special Effects* immer nur sehr dosiert eingesetzt werden, sonst verlieren sie ihre gezielte Wirkungskraft und könnten nur als *Gimmick* gesehen werden.

Didaktik-Baustein 12/12: Backstage Pass

Während einer Pause in einer Vorlesung oder Schulung erhalten die Studierenden und Teilnehmenden als gezielte persönliche Belohnung einen *Backstage Pass*. Die Dozierenden schalten hierbei vier rollierend dargestellte Kameras auf den virtuellen Monitor und gewähren somit Einblicke „hinter die Kulissen“ der Produktion (Abbildung 14). Hierbei erläutern sie die verschiedenen Geräte und Anwendungen, die zu sehen sind. Dies ist eventuell ein Baustein der Didaktik, dessen didaktischer Aspekt sich einem nicht sofort erschließt.

In unserem Umfeld geht es konkret um Didaktik im Bereich *Software Engineering*. Dadurch lässt sich auf eine überdurchschnittliche Technikaffinität des Publikums schließen. Dieses stellt sich während der Veranstaltung häufig die Frage, wie genau diese produziert wird und ob es möglich ist, bestimmte Aspekte davon für sich selbst übernehmen zu können. Durch den *Backstage Pass* erhalten sie eine Antwort auf diese Frage und werden gleichzeitig auch motiviert, bestimmte Aspekte in der eigenen multimedialen Kommunikation einzusetzen. Somit entsteht ein zusätzlicher, implizierter Lerneffekt auf der Metaebene.

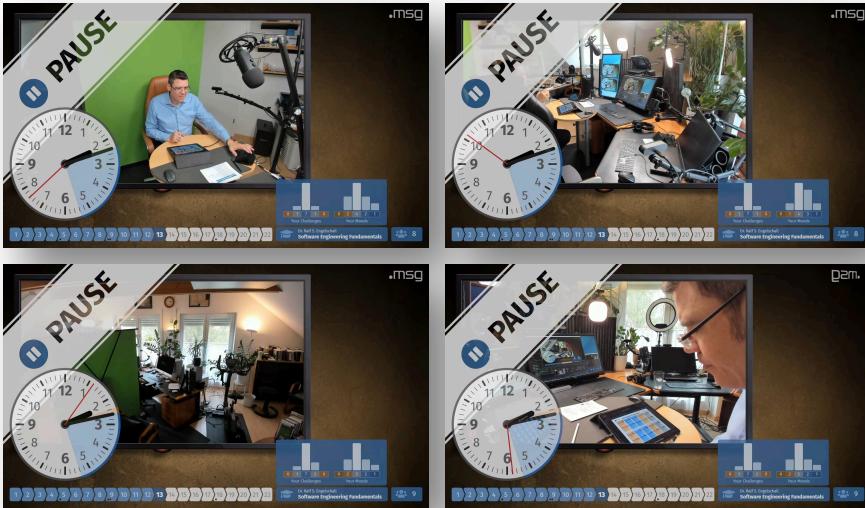


Abbildung 14: Der Blick „hinter die Kulissen“ für die Studierenden, noch während der Vorlesung

Alles hat seinen Preis

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass diese Didaktik auch gewisse Nachteile besitzt. Als Erstes ist es notwendig, dass die Lehrenden ihre Lehrinhalte weiterhin in konzeptionellen Modellen sinnvoll aufbereitet. Da die Informatik eine Wissenschaft der Abstraktion und Modellierung ist, ist dies für die meisten Lehrinhalte fast immer möglich. Im Gegensatz zu klassischer Hochschullehre liegt unser Fokus dabei auf der grafisch ansprechenden Darstellung konzeptioneller Modelle als Diagramme. Dazu ist eine gewisse Affinität zu grafischer Illustration notwendig. Die Dozierenden können deren Erstellung aber in geeignete fremde Hände geben.

Als zweite Einschränkung kann der technische Aufwand gesehen werden, der mit einer multimedialen Didaktik einhergeht. Um die verschiedenen individualisierten Artefakte gemäß Baustein 4 zu erstellen, wird eine Generatorstrecke benötigt. Diese besteht primär aus dem geeigneten Generieren, Manipulieren und Überlagern von PDF-Dateien und ist mit einer Kombination der Kommandozeilen-Werkzeuge *PrinceXML* [YES], *PDFBox* [ASF], *PDFKit* [DGO], *QPDF* [JBE] und *Cairo* [CWK] möglich.

Für die multimediale Produktion der Vorlesung oder der Schulung wird obendrein ein Video-Streaming-Setup benötigt, dessen Komplexität durchaus eine gewisse Hürde darstellen kann. Alle Software-Komponenten und Cloud-Services wie *OBS Studio*, *HUDS* und *YouTube Live Event* sind zwar frei verfügbar, benötigen aber eine umfangreiche Vorab-Konfiguration und eine Echtzeit-Steuerung während der Lehrveranstaltung. Analog zur grafischen Aufbereitung der Modelle kann jedoch auch diese Aufgabe von den Dozierenden delegiert werden.

Die hier vorgestellte Didaktik orientiert sich stark an Online-Lehrveranstaltungen.

Durch kleine Variationen in den Bausteinen *Blended Studio Reality*, *Live Questions and Answers*, *Live Attendee Feedback* und *Backstage Pass* kann man diese Didaktik allerdings mit ein paar Einschränkungen auch für eine Präsenzveranstaltung nutzen. Der Video-Stream läuft dann statt als *YouTube Live Event* über einen Beamer, der Dozent ist physisch im Raum, die Interaktion der Studierenden findet auf dem Handy anstatt über einen Desktop statt und der *Backstage Pass* enthüllt nur noch wenig Überraschendes. Ein Großteil der Didaktik kann aber sinnvoll übernommen werden.

Abschließend sei noch explizit erwähnt, dass diese Art der Didaktik einige Ansprüche an die Präsentationsfähigkeit der Dozierenden stellt. Daher ist sie womöglich nicht für jeden Lehrkörper geeignet. Die Dozierenden müssen ihre Inhalte sehr gut verinnerlicht haben, müssen gut und gerne frei sprechen und ad-hoc die Tiefe ihrer Lehre anpassen können. Dies kann durchaus eine Herausforderung darstellen. Sie lässt sich aber durch den Einsatz eines Teleprompters und eines steuernd eingreifenden, persönlichen Assistierenden sehr stark reduzieren.

Fazit

Wenn die heutigen Vorlesungen und Schulungen die aktuellen Studierenden der *Generation Z* wirklich erreichen sollen, dann sollten wir signifikant umdenken. Denn diese Zielgruppe hat eine eher geringe Aufmerksamkeitsspanne und erwartet einprägsame, online-konsumierbare, multimediale Kommunikation. Eine darauf angepasste und auf die Zielgruppe optimierte Didaktik ist aus unserer Perspektive somit unerlässlich.

Dieses Whitepaper beschreibt einen neuen Ansatz zur multimedialen Didaktik im *Software Engineering* unter besonderer Berücksichtigung der geänderten Anforde-

ungen des Publikums. Diese wird bereits seit vielen Jahren sowohl bei Schulungen in der Industrie als auch bei Vorlesungen an der *Technischen Universität München* erfolgreich eingesetzt und kontinuierlich verfeinert.

Danksagung

Dank gebührt zunächst *Prof. Dr. Florian Matthes* für den langjährigen Lehrauftrag *Software Engineering in der industriellen Praxis (SEIP)* an der *Technischen Universität München (TUM)* und den zahlreichen Studierenden der TUM für ihre rege Teilnahme an der Vorlesung und das wertvolle Feedback während der letzten zehn Jahre.

Außerdem gebührt Dank allen Teilnehmern der *msg Research-Schulungen Software Engineering Fundamentals (SEF)*, *Grundlagen der IT-Architektur (GdITA)* und *IT-Architekten-Ausbildungs-Programm (ITAAP)* der *msg*, die über die letzten 13 Jahre ebenfalls über ihre Teilnahmen und Feedbacks unsere Lehre kontinuierlich verbesserten.

Spezieller Dank gebührt *Prof. Dr. Ernst Denert* für die Mitgründung und Finanzierung der gemeinnützigen *Software Engineering Academy (SEA)*, die es seit 2021 ermöglicht, die erwähnten Lehrmaterialien kontinuierlich zu verfeinern, die zugehörigen *Open Source Software*-Komponenten zu entwickeln und die notwendige Infrastruktur zur Durchführung der Vorlesungen zur Verfügung zu haben.

Außerdem bedanken wir uns für die wertvollen Feedbacks zu diesem Whitepaper bei den Reviewern *Dr. Markus Schnappinger, Christian Reiber* und *Michael Schäfer*.

Zu guter Letzt bedanken wir uns recht herzlich bei *Prof. Dr. Helmut Balzert* und der Jury des *Balzert-Preis* der *Gesellschaft für Informatik (GI)* für die Vergabe des *Helmut- und Heide-Balzert-Preis für Digitale Didaktik 2023* an *Dr. Ralf S. Engelschall* für die *Multimediale Didaktik für Software Engineering* und der damit einhergehenden Würdigung dieser Arbeit.

Referenzen

- [ASF] Apache Software Foundation: *PDFBox PDF Manipulation Toolkit*, 2002, Website, <https://pdfbox.apache.org>
- [CWK] Carl Worth, Keith Packard: *Cairo Graphics Rendering Engine*, 2014, Website, <https://www.cairographics.org>
- [DGO] Devon Govett: *PDFKit PDF Generation Toolkit*, 2014, Website, <http://pdfkit.org>
- [GOO] Google: *YouTube Live Events*, Website, <https://www.youtube.com/howyoutubeworks/product-features/live/>
- [JBE] Jay Berkenbilt: *QPDF PDF Manipulation Toolkit*, 2005, <https://qpdf.sourceforge.io>
- [JSC] Josef Schrader: *Lehren und Lernen: in der Erwachsenen- und Weiterbildung*, Buch, 1. Auflage, 2019, ISBN 978-3825252830
- [MKE] Michael Keres: *Didaktik. Lernangebote gestalten*, Buch, 1. Auflage, 2021, ISBN 978-3825257187
- [NHI] Nele Hirsch: *Unterricht digital – Methoden, Didaktik und Praxisbeispiele für das Lernen mit Online-Tools*, Buch, 1. Auflage, 2020, ISBN 978-3834642967
- [OBS] OBS Studio Community: *OBS Studio Video-Mixing Software*, Website, <https://obsproject.com>
- [PRZ] Prezi Inc.: *Prezi Presentation Software*, Website, <https://prezi.com/>
- [RE1] Ralf S. Engelschall: *Head-Up-Display Server (HUDS)*, 2020, Source Code, <https://github.com/rse/huds>
- [RE2] Ralf S. Engelschall: *HUDS Head-Up-Display (HUD) for Training*, 2020, Source Code, <https://github.com/rse/huds-hud-training>
- [RE3] Ralf S. Engelschall: *HUDS Interaction Pad (HUDS Pad)*, 2022, Source Code, <https://github.com/rse/huds-pad>
- [RE4] Ralf S. Engelschall: *Live Video Experience (LiVE) Receiver*, 2020, Source Code, <https://github.com/rse/live-receiver>
- [RE5] Ralf S. Engelschall: *Software Engineering in der industriellen Praxis (SEIP)*, Website, <https://seip.direct>
- [SSC] Sigrid Schubert, Andreas Schwil: *Didaktik der Informatik*, Buch, 2. Auflage, 2011, ISBN 978-3827426536, <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2653-6>
- [SSI] Simon Sinek: *The Golden Circle*, <https://simonsinek.com/golden-circle/>
- [YES] YesLogic Pty. Ltd.: *PrinceXML HTML-to-PDF Rendering Engine*, 2002, Website, <https://princexml.com>