

Warum das nächste iPhone wieder nicht aus Deutschland kommt: Der Zusammenhang zwischen Entwicklungsmethodik und radikalen Produktinnovationen

Ein Vergleich zwischen Stanford und Deutschland

F. Kopenhagen, C. H. Wecht

INHALT In diesem Beitrag wird der Zusammenhang zwischen der Entwicklungsmethodik und der Generierung radikaler Produktinnovationen untersucht. Es zeigt sich, dass die an der Stanford Universität entwickelte „ME310“-Entwicklungsmethodik im Gegensatz zur VDI 2221 eine Koevolution von Problem- und Lösungsraum vorsieht und damit die Entwicklung eines grundlegend neuen Problemverständnisses unterstützt, aus dem radikale Innovationen hervorgehen können. Die Autoren leiten daraus Ansätze für die Weiterentwicklung der Entwicklungsmethodik und das Curriculum des Maschinenbaustudiums in Deutschland ab.

Why the next iPhone won't come from Germany again: The connection between design methodology and radical product innovations

A comparison between Stanford und Germany

ABSTRACT This paper investigates the relationship between engineering design methodology and the generation of radical product innovations. It is shown that, in contrast to VDI 2221, the ME310 engineering design methodology developed at Stanford University, allows for a co-evolution of problem and solution space, thus supporting the development of a fundamentally new understanding of problems from which radical innovations can emerge. From this, the authors derive approaches for the further development of the engineering design methodology and the curriculum of mechanical engineering studies in Germany.

1 Einleitung

Zu Beginn ihres Forschungssemesters am Center for Design Research der Stanford Universität trafen die Autoren dieses Beitrages auf einen Maschinenbaustudenten der RWTH Aachen, der seine Masterarbeit an der Stanford Universität anfertigte und bereits über mehrere Monate hinweg einen vertieften Einblick in die dortige Entwicklungsmethodik und ihre handlungsleitenden Paradigmen gewonnen hatte. Nach seinen wesentlichen Eindrücken und Erkenntnissen befragt, die sich insbesondere auf den Vergleich der Entwicklungsmethodik zwischen Stanford und Deutschland bezogen, zog dieser Studierende ein einfaches, aber zugleich prägnantes Fazit: „Wenn ich eine komplexe Maschine bis ins Detail perfekt auskonstruiert haben möchte, dann würde ich dies immer in Deutschland machen lassen. Aber das nächste iPhone kommt trotzdem nicht aus Deutschland.“ Bei den Autoren hat diese Aussage nachhaltigen Eindruck hinterlassen und sie während ihres gesamten Forschungsaufenthaltes in Stanford begleitet. Warum ist die von dem Studierenden in Deutschland verortete ingenieurwissenschaftliche Exzellenz, die sich in dieser Aussage widerspiegelt, nicht hinreichend für die Entwicklung disruptiver Innovationen, für die

das iPhone in diesem Zitat als generische Referenz steht? Der Unterschied zwischen dem Silicon Valley, dessen innovatives und wissenschaftliches Herz die Stanford Universität ist, und Deutschland in Bezug auf die Fähigkeit, radikale Innovationen hervorzubringen, wurde bereits vielfach diskutiert. Bei der Benennung der Ursachen für die größere Innovationskraft des Silicon Valley dominieren dabei stets die bessere Verfügbarkeit von Risikokapital, eine weniger stark regulierte Wirtschafts- und Gewerbeordnung sowie ein genereller Kultur- und Mentalitätsunterschied, der sich in einer größeren Risikobereitschaft sowie einer positiven Fehlerkultur ausdrückt (vgl. z. B. [1]). Obwohl alle vorgenannten Gründe wichtige contribuiende Faktoren darstellen, gibt es nach Ansicht der Autoren noch einen weiteren – vielleicht entscheidenden – Einflussfaktor, der bislang in dieser Diskussion keine Berücksichtigung fand, nämlich die in Deutschland vorherrschende Trennung von Problemverständnis und Lösungsentwicklung im Kontext der Neuproduktentwicklung, die sich sowohl in der Entwicklungsmethodik als auch im akademischen Diskurs und den Entwicklungsprozessen der betrieblichen Praxis zeigt. Der vorliegende Aufsatz soll zur Entwicklung eines neuen Problemverständnisses beitragen, das zu neuen Lösungen führen kann.

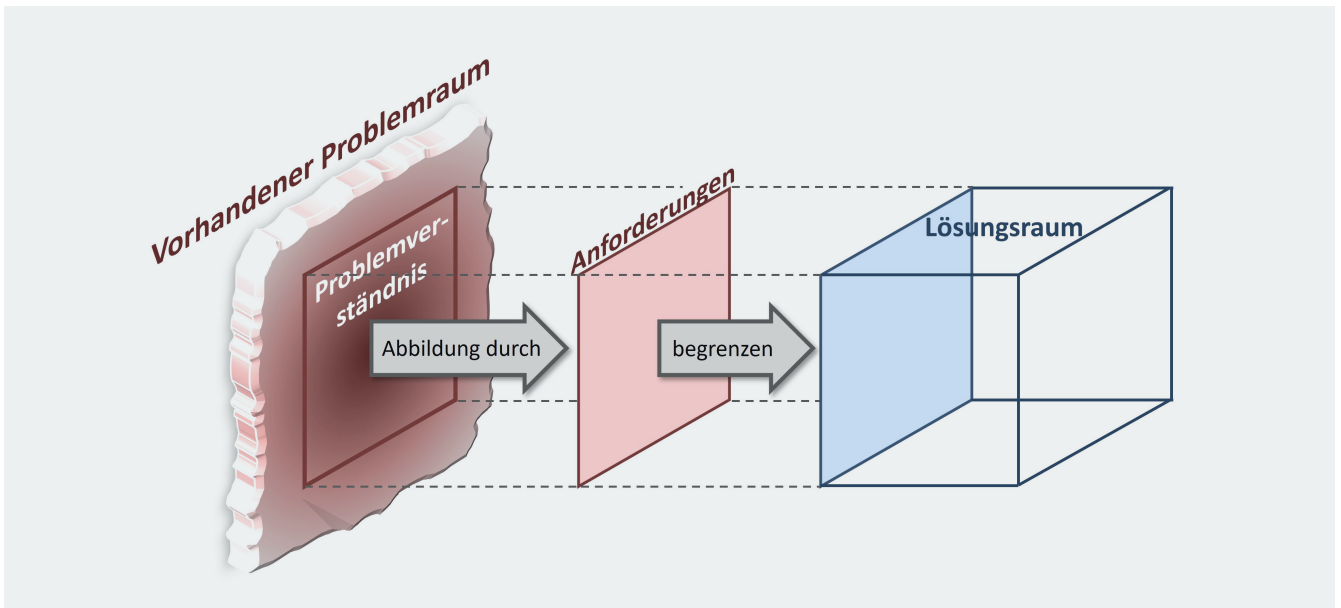


Bild 1. Problem- und Lösungsraum in der Produktentwicklung (vgl. auch [4]). Grafik: HAW Hamburg

2 Problem- und Lösungsraum in der Produktentwicklung

Produktentwicklungsprozesse sind kreative Problemlösungsprozesse, bei denen bereits das zugrunde liegende Problem häufig nicht klar und abschließend definiert werden kann. Damit ist sowohl der Problemraum, als kognitiver Verständnisraum, als auch der Lösungsraum, als technischer Möglichkeitsraum, grundsätzlich offen. Die Entwicklung von Problem- und Lösungsraum bedingt sich dabei gegenseitig, da das Problemverständnis von den bekannten oder denkbaren Lösungsmöglichkeiten abhängt [3]. Die Entwicklung eines Problemverständnisses und seine Abbildung durch Anforderungen auf unterschiedlichen Aggregationsebenen ist damit ein erster kreativer Akt, der den Lösungsraum begrenzt und bereits eine erste Vision der anzustrebenden Lösung enthält (Bild 1).

Ein Produktentwicklungsprozess kann somit als Transformationsprozess beschrieben werden, bei dem ausgehend von einem tatsächlichen Nutzerbedürfnis zunächst ein Problemverständnis entwickelt und mithilfe von Anforderungen abgebildet werden muss, bevor die eigentliche Lösung entwickelt werden kann, die schließlich das Nutzerbedürfnis befriedigen soll (Bild 2). Bei jedem Schritt dieses Transformationsprozesses kann es zu Abweichungen und Informationsverlusten kommen, die zu einer späteren Inkongruenz zwischen dem Entwicklungsergebnis und dem Nutzerbedürfnis führen können.

Die Entwicklung radikaler Innovationen erfordert in der Regel ein neues Verständnis des zugrunde liegenden Problems und der mit ihm verbundenen Nutzerbedürfnisse [5]. Da Problem- und Lösungsraum aber keine getrennten Sphären, sondern zwei Seiten derselben Medaille sind, bildet sich ein umfassendes und tiefgehendes Problemverständnis häufig erst während der Entwicklung konkreter Lösungen heraus. Grundlegende Innovationen entstehen daher in der Regel durch eine parallele iterative Entwicklung von Problemverständnis und -lösung, die von einer

„The situation is complex and uncertain, and there is a problem in finding the problem“ [2]

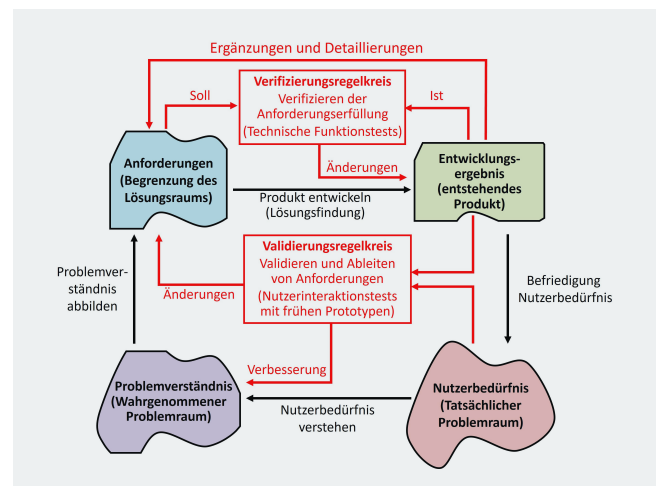


Bild 2. Verifizierungs- und Validierungsregelkreis in einem agilen Entwicklungsprozess. Grafik: HAW Hamburg

stringenten Nutzerzentrierung geleitet wird. Diese „Koevolution von Problem- und Lösungsraum“ [6] stellt das entwicklungsmethodische Grundprinzip agiler Produktentwicklungsverfahren wie Design

Thinking dar und wird in dem beschriebenen Transformationsprozess durch zwei Regelkreise gesteuert: einem Validierungsregelkreis und einem Verifizierungsregelkreis (Bild 2) (vgl. auch [7]). Der Validierungsregelkreis wird zwischen dem Entwicklungsobjekt und dem tatsächlichen

Nutzerbedürfnis etabliert. Hierbei werden von Beginn an Nutzerinteraktionstests durchgeführt, in denen Prototypen unterschiedlichen Umfangs und Auflösungsgrades verschiedene Aspekte des entstehenden Produktes repräsentieren, um Nutzerbedürfnisse zu verstehen sowie Anforderungen abzuleiten und zu validieren. Der Validierungsregelkreis bestimmt die nutzerzentrierte Entwicklung des Pro-

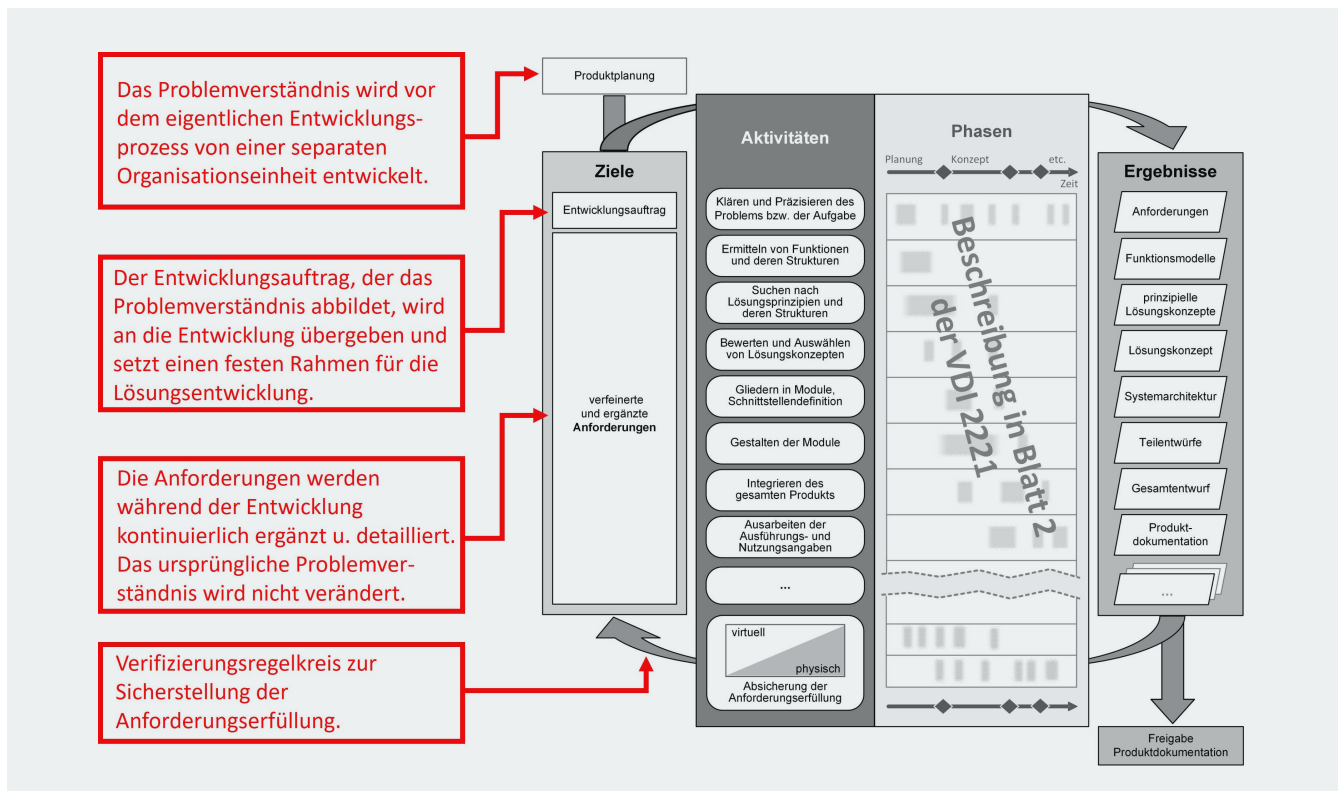


Bild 3. Allgemeines Modell der Produktentwicklung nach VDI 2221 [9] (Ergänzungen der Autoren in rot). Grafik: HAW Hamburg

blemverständnisses und definiert damit die grundlegende Richtung der Entwicklungsbemühungen. Er verhindert eine Diskrepanz zwischen dem Entwicklungsergebnis und dem Nutzerbedürfnis. Parallel dazu wird ein Verifizierungsregelkreis zwischen den Anforderungen und dem Entwicklungsgegenstand etabliert, der mit Hilfe technischer Funktionstests die Erfüllung der Anforderungen durch den Entwicklungsgegenstand absichert. Dieser Regelkreis steuert die technische Realisierung, also die konkrete Lösungsentwicklung im Lösungsraum. Bei einer agilen Produktentwicklung bleibt das zugrunde liegende Problemverständnis und damit auch die Begrenzung des Lösungsraumes während der Lösungsentwicklung grundsätzlich volatil. In der praktischen Anwendung dominiert der Validierungsregelkreis meist die frühe Phase des Entwicklungsprozesses. Nach dem Einschwingen des Validierungsregelkreises verlagert sich der Schwerpunkt auf den Verifizierungsregelkreis, der durch die kontinuierliche Ergänzung und Detaillierung der Anforderungen schließlich eine Konvergenz der Lösungsentwicklung im Lösungsraum bewirkt.

Der beschriebene Entwicklungsprozess kann jedoch nur stattfinden, wenn die Erarbeitung des Problemverständnisses und die Lösungsentwicklung weder zeitlich inhaltlich noch personell organisatorisch voneinander getrennt werden. In der betrieblichen Praxis werden das Problemverständnis und die Lösungsentwicklung bei der Entwicklung disruptiver Produktinnovationen häufig durch „Schlüsselpersonen“ [8] verbunden.

3 Der Status quo in Deutschland: die dreifache Trennung von Problemverständnis und Lösungsentwicklung

Die Neuproduktentwicklung in Deutschland ist von einer klaren Trennung von Problemverständnis und Lösungsentwicklung geprägt, die sich in drei Bereichen zeigt:

- der Entwicklungsmethodik,
- den Entwicklungsprozessen in der betrieblichen Praxis und
- dem akademischen Diskurs.

3.1 Die Entwicklungsmethodik

Die in Deutschland vorherrschende Entwicklungsmethodik basiert auf einem Systems Engineering Ansatz, dessen projekthafte Umsetzung in der Regel durch einen Stage-Gate Prozess erfolgt. In solchen Prozessen existiert eine klare Trennung zwischen den Phasen Problemanalyse und Lösungsentwicklung, wie es anhand der erst kürzlich überarbeiteten VDI 2221 [9] deutlich wird. Hier wird das zugrunde liegende Problemverständnis vor dem Start des eigentlichen Entwicklungsprozesses erarbeitet und durch einen Entwicklungsauftrag abgebildet, der an die Entwicklungsorganisation übergeben wird (Bild 3). Der Entwicklungsauftrag beschreibt auf hoher Aggregationsebene Anforderungen an das zu entwickelnde Produkt und enthält – wie jedes Anforderungsdokument – stets auch erste Vorstellungen über Lösungsprinzipien und Konzepte zu deren Verwirklichung (vgl. [10]). Er spannt damit einen festen Rahmen („Rahmenheft“) für die nachfolgende Lösungsentwicklung auf. Während der anschließenden Lösungsentwicklung wird durch das kontinuierliche Präzisieren und Ergänzen von Anforderungen lediglich der Auflösungsgrad des ursprünglichen Problemverständnisses erhöht. Eine Veränderung dieses Problemverständnisses, sprich eine Veränderung des Rahmens, der durch den initialen Entwicklungsauftrag aufgespannt wurde („Reframing“), ist in dem Prozessmodell der VDI 2221 nicht vorgesehen. Im Gegensatz zur agilen Entwicklung wird hier während der Lösungsentwicklung nur ein Verifizierungsregelkreis etabliert, der über eine virtuelle und physische Absicherung die Anforderungserfüllung des Entwicklungsgegenstandes sicherstellt.

Produktentwicklungsansätze, die wie die VDI 2221 eine Trennung von Problemanalyse und Lösungsentwicklung vorsehen, sind „spezifikationsgetrieben“ [11] und damit stark auf Konvergenz ausgerichtet. Die Stärke dieser Ansätze besteht in der systematischen Lösungsentwicklung für klar definierte Problemstellungen, wie es z. B. bei der Entwicklung einer Nachfolge-Produktgeneration der Fall ist. Sie stoßen jedoch an ihre Grenzen, wenn es um grundlegende Innovationen geht, da sie während der Lösungsentwicklung keine Veränderung des zugrunde liegenden Problemverständnisses vorsehen.

3.2 Der Entwicklungsprozess in der betrieblichen Praxis

Die Definition des Entwicklungsauftrages in der Strategie- oder Vorprojektphase wird in der industriellen Praxis in der Regel von einer Organisationseinheit mit direkter Markt- bzw. Kundenschnittstelle, wie z. B. dem Vertrieb, dem Marketing oder dem Produktmanagement, verantwortet (Bild 4). Die Entwicklung des grundlegenden Problemverständnisses in der frühen Phase der Produktentwicklung wird damit durch betriebswirtschaftlich geprägte Unternehmensbereiche bestimmt, welche nicht an der späteren Lösungsentwicklung beteiligt sind.

3.3 Der akademische Diskurs

Die disziplinäre Trennung zwischen Betriebswirtschaft und Ingenieurwissenschaften bei der Erarbeitung des Problemver-

ständnisses und der Lösungsentwicklung wird auch durch den akademischen Diskurs reflektiert. So liegt die frühe Phase der Produktentwicklung im Fokus des Technologie- und Innovationsmanagements, einer Wissenschaftsdisziplin der Betriebswirtschaft, während sich die Ingenieurwissenschaften in ihren Forschungsaktivitäten primär auf die Phase der eigentlichen Lösungsentwicklung konzentrieren.

4 Der Status quo in Stanford: Gemeinsame Entwicklung von Problemverständnis und Lösung

Sowohl das akademische Selbstverständnis als auch die Entwicklungsmethodik des Centers for Design Research (CDR) der Stanford Universität sind von einer gemeinsamen Erarbeitung von Problemverständnis und Lösungsentwicklung im Kontext der Neuproduktentwicklung geprägt (Bild 5).

Die Entwicklung eines nutzerzentrierten Problemverständnisses ist integraler Bestandteil der am CDR entwickelten ME310-Entwicklungsmethodik und wird von den Entwicklungsingenieuren selbst durchgeführt (Bild 6). Entwicklungsmethodisch handelt es sich bei dem ME310-Prozessmodell um ein agiles Stage-Gate Hybridmodell, das im Kern auf einem Design Thinking Ansatz basiert. Während Design Thinking sowohl im akademischen Diskurs als auch in der industriellen Praxis überwiegend als eine Methodik verstanden wird, die nur in der

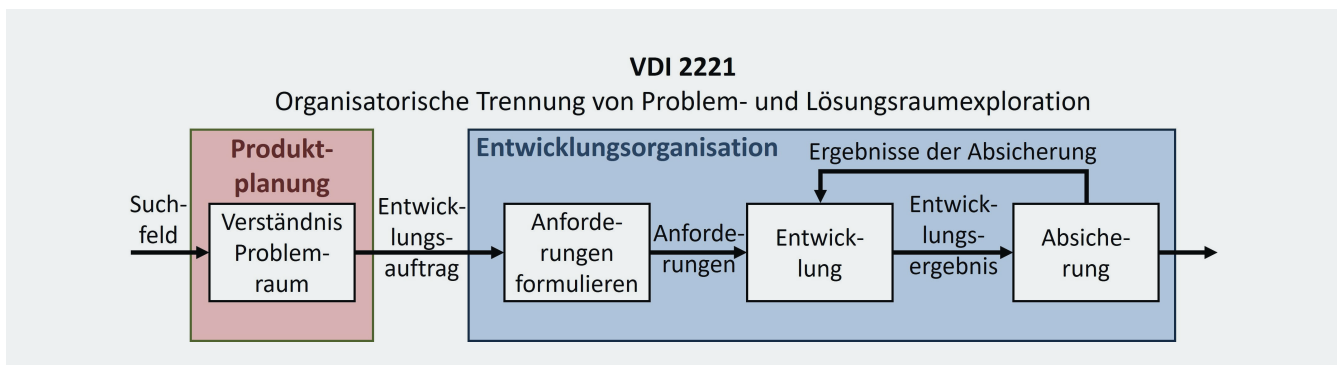


Bild 4. Organisatorische Verantwortung für Problem- und Lösungsraumexploration in der VDI 2221. Grafik: HAW Hamburg

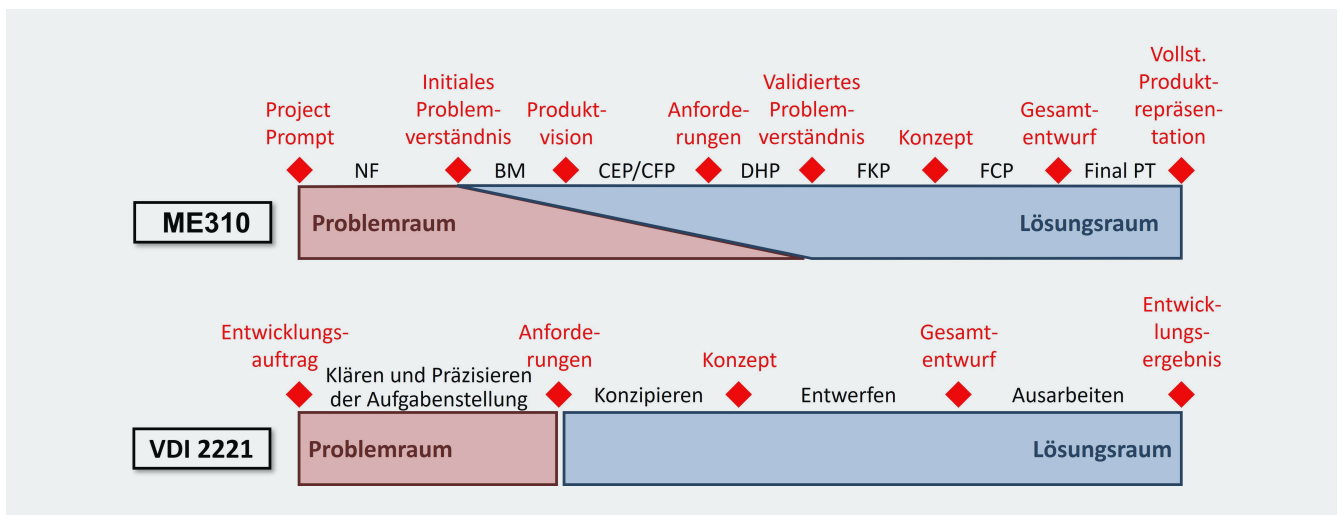


Bild 5. Problem- und Lösungsraumentwicklung im ME310-Prozessmodell und in der VDI 2221. Grafik: HAW Hamburg

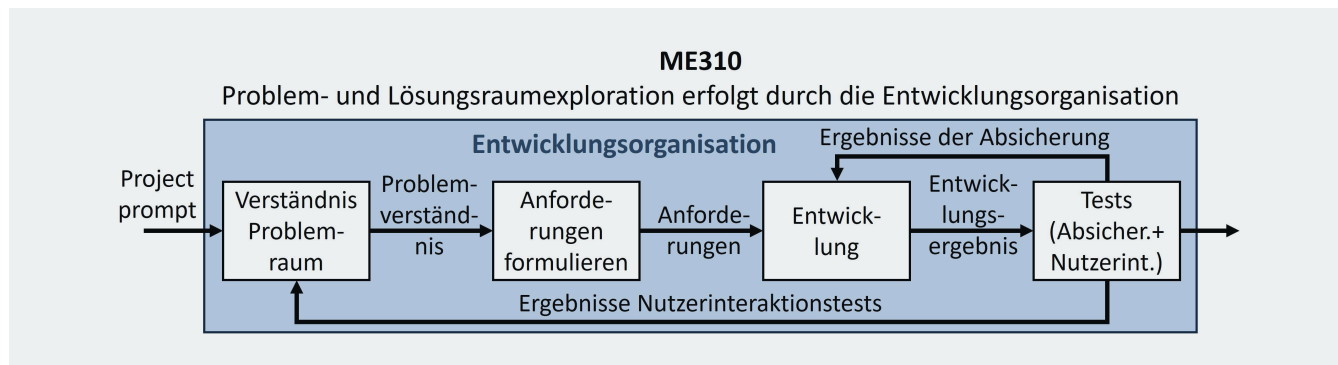


Bild 6. Organisatorische Verantwortung für Problem- und Lösungsraumexploration im ME310-Prozessmodell. Grafik: HAW Hamburg

frühen Phase der Produktentwicklung eingesetzt wird, um die Entwicklung eines Problemverständnisses und die Ermittlung von Nutzerbedürfnissen zu unterstützen (vgl. z. B. [12]), wird Design Thinking im ME310-Prozessmodell zur durchgängigen Strukturierung des gesamten Entwicklungsprozesses eingesetzt. Das bedeutet, dass die „Makro-Logik“ [13] des ME310-Prozessmodells auf den fundamentalen Prinzipien von Design Thinking basiert und eine methodische Selbstständigkeit zum iterativen Kernzyklus von Design Thinking aufweist, welcher als „Mikro-Logik“ [13] zur Lösung von Teilproblemen innerhalb der einzelnen Projektphasen genutzt wird (für eine Darstellung der unterschiedlichen semantischen Ebenen und methodischen Taxonomiestufen von Design Thinking im Kontext der Produktentwicklung sei an dieser Stelle auf [7] verwiesen). Die Lösungsentwicklung erfolgt prototypenbasiert, wobei Problemverständnis und Lösung über weite Strecken iterativ parallel entwickelt werden. Die unterschiedlichen Prototypenarten definieren gleichzeitig die Meilensteine der Makro-Logik, welche den Entwicklungsprozess strukturieren und die Konvergenz der Lösungsentwicklung steuern.

Ausgehend vom project prompt erfolgt in der Needfinding Phase (NF) zunächst eine intensive Problemaumerkundung, bei der unterschiedliche ethnografische Methoden angewendet werden, um die Nutzer, ihre Bedürfnisse und Probleme sowie den Nutzungskontext zu ermitteln. Die gewonnenen Informationen werden über das Skizzieren archetypischer Nutzer nach dem Persona-Konzept veranschaulicht und zusammengefasst. Hierbei werden in Anlehnung an das Modell des Value Proposition Canvas die wichtigsten „Customer Jobs“, existierende „Pains“ und mögliche „Gains“ formuliert. Ergebnis dieser Phase ist das Entwickeln eines initialen Problemverständnisses, das den Ausgangspunkt für den nachfolgenden Produktentwicklungsprozess darstellt. In der anschließenden Benchmarking Phase (BM) erfolgt über die Analyse bereits existierender Produkte eine erste Verbindung von Problem- und Lösungsraum: Zum einen wird das Problemverständnis verbessert, da erkennbar wird, welche Probleme noch nicht zufriedenstellend gelöst sind. Zum anderen werden über die technischen Funktionsträger der Produkte erste Einblicke in den Lösungsraum gewonnen. Über die Zusammenführung der Ergebnisse aus dem Needfinding und dem Benchmarking wird eine Produktvision erarbeitet, die eine strategische Positionierung des späteren Produktes beinhaltet.

Die eigentliche Lösungsentwicklung beginnt auf der Teilsystemebene. Die Critical Experience Prototypen (CEP) sollen kritische Kernelemente der Nutzererfahrung der entwickelten Pro-

duktvision erlebbar machen und dienen zum Ableiten und Validieren von Nutzeranforderungen. Mithilfe der Critical Function Prototypen (CFP) wird die Tauglichkeit von Wirkprinzipien lösungsbestimmender Funktionsträger eines möglichen Gesamtkonzeptes bewertet. In dieser Phase erfolgt die Entwicklung vollständig agil, sprich das Problemverständnis und damit auch die Lösungsraumbegrenzung bleiben volatil (**Bild 7**). Die CEP etablieren dabei den in Abschnitt 2 beschriebenen Validierungs- und die CFP den Verifizierungsregelkreis. Das Formulieren von Anforderungen, also die Abbildung des abschließenden Problemverständnisses, erfolgt erst nach Abschluss der Lösungsentwicklung auf Teilsystemebene zum Ende der CEP-/CFP-Phase. Dieses Problemverständnis wird in der anschließenden Dark Horse Phase zunächst kritisch überprüft, bevor es als fester Rahmen für die weitere Lösungsentwicklung auf der Gesamtsystemebene gesetzt wird. Dazu werden Prototypen aufgebaut, die ein besonders riskantes, radikales, unkonventionelles oder vielleicht auch zunächst nicht umsetzbar erscheinendes Lösungsprinzip beinhalten. Der obligatorische Aufbau dieser Dark Horse Prototypen soll die Entwickler dazu zwingen, sich von bewussten oder unbewussten kognitiven Vorfixierungen zu lösen und damit verhindern, dass Problemverständnis und Lösungsraum durch bestehende Konventionen oder dem Streben nach geringem Risiko zu früh zu stark eingegrenzt werden. Die anschließende Lösungsentwicklung auf der Gesamtsystemebene ist auf Konvergenz ausgerichtet und zeigt in ihren Hauptmeilensteinen Ähnlichkeiten zur VDI 2221. Der Funky System Prototyp (FKP) beschränkt sich als erster Systemprototyp auf die lösungsbestimmenden Hauptfunktionsträger und dient nur der Konzeptdefinition und -absicherung. Der Functional System Prototyp (FCP) verkörpert hingegen schon den Gesamtentwurf, beinhaltet also den vollständigen Funktionsumfang und weist bereits eine produktnahe Wertanmutung auf. Der Final Prototyp markiert schließlich den Abschluss der Entwicklung und repräsentiert das vollständige Nutzererlebnis eines späteren industriell realisierten Produktes.

5 Fazit: Handlungsempfehlungen für die Produktentwicklung im Maschinenbau in Deutschland

Die Überwindung der in Abschnitt 3 beschriebenen Trennung von Problem- und Lösungsraum erfordert ein neues Selbstverständnis der Produktentwicklung im Maschinenbau. Die ingenieur-

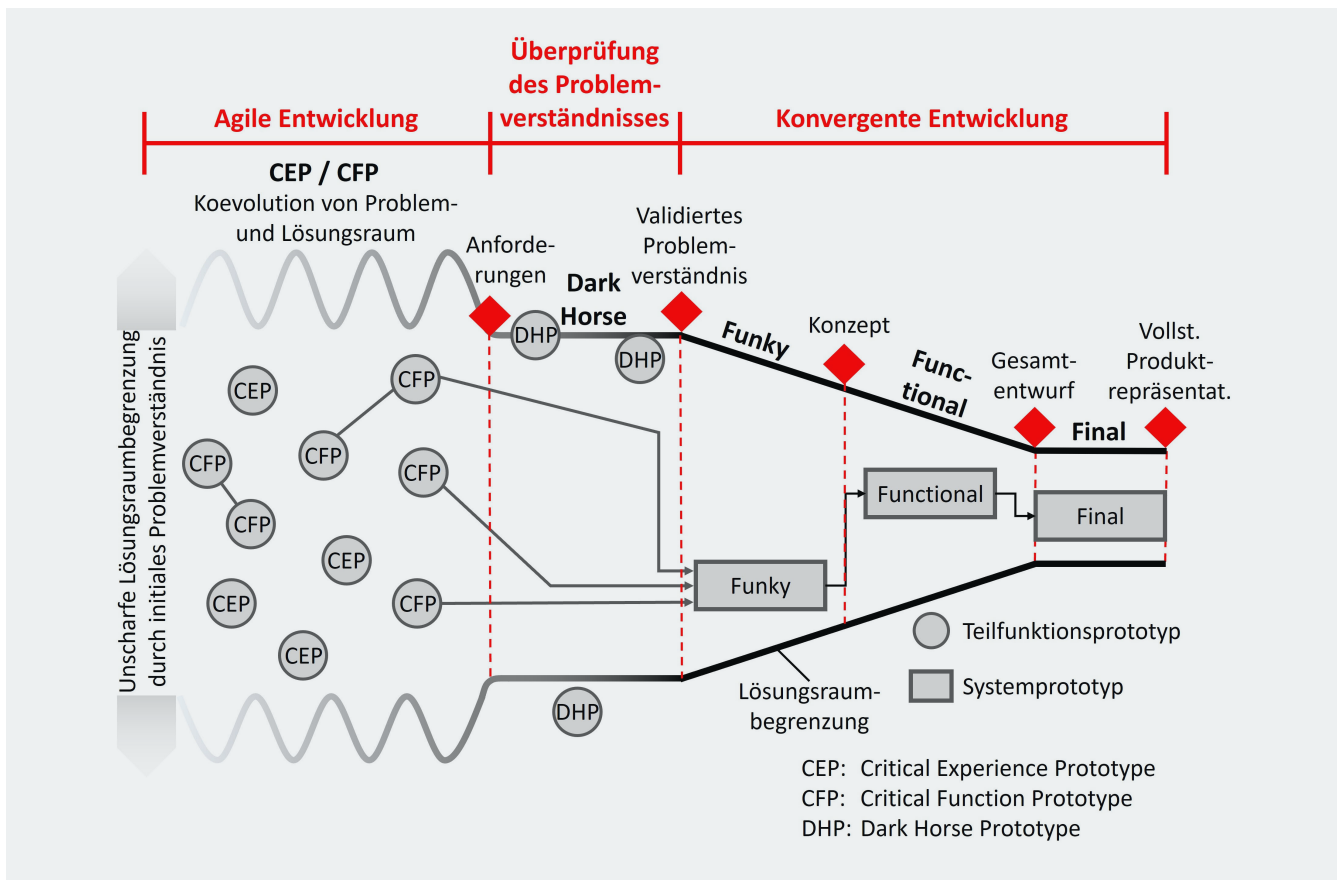


Bild 7. Agile und konvergente Entwicklung im ME310-Prozessmodell. Grafik: HAW Hamburg

wissenschaftliche Produktentwicklung darf sich nicht auf die reine Lösungsentwicklung für einen vorgegebenen Entwicklungsauftrag beschränken, sondern muss die frühe Phase der Produktentwicklung, in der ausgehend von den Bedürfnissen potenzieller Nutzer ein grundlegendes Problemverständnis erarbeitet wird, wieder als integralen Bestandteil einer ganzheitlichen Produktentwicklung verstehen und selbst verantworten. Um darauf aufbauend eine Koevolution von Problem- und Lösungsraum bei der Neuproduktentwicklung zu ermöglichen, die auch den Randbedingungen der Entwicklung diskreter physischer Produkte in der industriellen Praxis Rechnung trägt und damit praktikabel umsetzbar ist, wird eine neue Entwicklungsmethodik benötigt. Darüber hinaus müssen die Ausbildungsinhalte des Maschinenbaustudiums um die nutzerzentrierte Problemauerkundung ergänzt werden.

Im Folgenden sollen die Lösungsansätze für eine neue Entwicklungsmethodik sowie die Implikationen für das Curriculum des Maschinenbaustudiums kurz skizziert werden.

5.1 Lösungsansatz für die Entwicklungsmethodik: Hybride Entwicklungsprozessmodelle

Ein möglicher Ansatz zur Realisierung einer Koevolution von Problem- und Lösungsraum bei der Entwicklung physischer Produkte im Maschinenbau sind hybride Entwicklungsprozessmodelle. Hybride Produktentwicklungsprozessmodelle stellen eine Weiterentwicklung agiler Entwicklungsansätze dar, die den Besonderheiten der Entwicklung physischer Produkte, den sogenannten „Constraints of Physicality“ [14] Rechnung tragen.

Da die Erstellung und Erprobung physischer Prototypen mit entsprechendem Aufwand verbunden sind, kann die Entwicklung komplexer physischer Produkte auf der Gesamtsystemebene in der Regel nicht mehr vollständig agil, sprich nicht mehr hochfrequent iterativ, erfolgen. Hybride Prozessmodelle unterteilen den Entwicklungsprozess daher in eine agile und eine auf Konvergenz ausgerichtete Entwicklungsphase; ihnen ist somit ein Spannungsfeld zwischen Agilität und Konvergenz bei der Lösungsentwicklung inhärent. Der prototypenbasierte Entwicklungsansatz verstärkt darüber hinaus das generell bei der Neuproduktentwicklung bestehende Spannungsfeld zwischen Breite und Tiefe der Lösungsraumexploration. Die Erstellung und Erprobung eines Prototyps generiert zwar – bezogen auf die konkrete physisch realisierte Lösung – einen größeren Erkenntnisgewinn als eine rein virtuelle Entwicklung. Ein paralleles Aufbauen und Bewerten konkurrierender Lösungen führt bei komplexen Produkten insbesondere auf der Gesamtsystemebene jedoch schnell zu einem prohibitiven Aufwand. Prototypbasierte Entwicklungsansätze sind daher tendenziell durch eine stärkere „point-based“ [15] orientierte Lösungsraumexploration gekennzeichnet, was die Gefahr erhöht, nur ein lokales Optimum im Lösungsraum zu finden. Die aufgaben- und ressourcenadäquate Positionierung in den zwei vorgenannten Spannungsfeldern stellt eine Hauptschwierigkeit bei dem Entwurf eines praktikablen hybriden Prozessmodells dar, die bislang noch nicht zufriedenstellend gelöst ist. Auch das ME310-Prozessmodell der Stanford Universität zeigt diesbezüglich noch deutliche Limitationen bei der Lösungsraumexploration [7].

5.2 Implikationen für das Curriculum im Maschinenbaustudium: Vom Maschinenbau zur menschenzentrierten Produktentwicklung

In der projektbasierten Lehrveranstaltung „ME310 Design Innovation Course“, in der Master- und PhD-Studierende ausgehend von realen Aufgabenstellungen aus der Industrie über ein Jahr lang innovative Produkte nach dem ME310-Prozessmodell entwickeln, nimmt die nutzerzentrierte Problemraumerkundung ein Drittel der Bearbeitungszeit ein. Das Entwickeln von Empathie mit potenziellen Nutzern und die Ermittlung ihrer Bedürfnisse besitzen damit einen großen Stellenwert in der Ausbildung angehender Entwicklungsingenieure.

In Deutschland konzentrieren sich die Lerninhalte des Maschinenbaustudiums nahezu ausschließlich auf die Gestaltung des technischen Systems, also den Aufbau und die Funktionsweise sowie das Zusammenwirken seiner verschiedenen Komponenten. Der Mensch, seine Eigenschaften und Bedürfnisse sowie die ganzzeitliche Betrachtung des Mensch-Produkt-Wirksamkeitsystems nehmen dagegen nur wenig Raum ein. Studierende lernen, wie man Anforderungen formuliert, aber nicht wie man Empathie mit potenziellen Nutzern entwickelt und systematisch ihre Bedürfnisse ermitteln kann. Vor allem aber lernen die Studierenden, Lösungen für komplexe, aber bereits vorgegebene Problemstellungen zu entwickeln. Ansätze, wie das Design Thinking, die auf die multiperspektivische Entwicklung eines grundsätzlich neuen Problemverständnisses abzielen, welches zu radikal neuen Lösungen führen kann, werden kaum vermittelt.

Um angehende Ingenieure dazu zu befähigen, nicht nur inkrementelle, sondern radikale und disruptive Innovationen zu entwickeln, muss auch der Fokus des Maschinenbaustudiums auf die frühe Phase der Produktentwicklung erweitert werden. Dazu müssen Lerninhalte zur Entwicklung eines menschenzentrierten Problemverständnisses sowie das kritische Hinterfragen desselben – ähnlich wie in Stanford – in das Curriculum integriert werden. Dies könnte in Zeiten sinkender Bewerberzahlen im Maschinenbau einen Beitrag dazu leisten, das Maschinenbaustudium zu einem Produktentwicklungsstudium weiterzuentwickeln und es damit zukunftssicher aufzustellen. ■

Literatur

- [1] Zimmermann, N.: Warum das Silicon Valley nicht in Deutschland liegt, 2019. <https://p.dw.com/p/3NsXG>, abgerufen am: 10.09.2022
- [2] Schön, D. A.: The reflective practitioner. How professionals think in action. New York: Basic Books 1983
- [3] Rittel, H. W. J.; Webber, M. M.: Dilemmas in a General Theory of Planning. Policy Sciences 4 (1973) 2, S. 155–169
- [4] Ponn, J.; Lindemann, U.: Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte. Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltungsformen. Berlin: Springer 2011
- [5] Löwer, C.: Ingenieure entdecken die Kunden. VDI-Nachrichten (2017) 20, S. 31
- [6] Dorst, K.; Cross, N.: Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution. Design Studies 22 (2001) 5, S. 425–437. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00009-6)
- [7] Koppenhagen, F.; Blümel, T.; Held, T.; Wecht, C.: Zeitliche und inhaltliche Konvergenz der Lösungsfindung als zentrale Herausforderung in hybriden Produktentwicklungsprozessen – eine empirische Analyse von Stanfords ME310-Prozessmodell. In: Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021. Dresden: TUDpress 2021, S. 137–154. <https://doi.org/10.25368/2021.17>
- [8] Gemünden, H. G.; Hölzle, K.: Schlüsselpersonen der Innovation. In: Albers, S. u. Gassmann, O. (Hrsg.): Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement. Wiesbaden: Gabler Verlag 2005, S. 457–474. https://doi.org/10.1007/978-3-322-90786-8_25
- [9] VDI 2221: Entwicklung technischer Produkte und Systeme. Modell der Produktentwicklung. Blatt 1. Berlin: Beuth Verlag 2019
- [10] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Pahl / Beitz Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung; Methoden und Anwendung. Berlin: Springer 2007
- [11] Reinertsen, D. G.: Managing the Design Factory. A Product Developer's Toolkit. New York, NY: The Free Press 1997
- [12] Schüttoff, M.; Herrmann, T.; Roth, D.; Binz, H.: Analyse und Beurteilung der unterschiedlichen Einsatzzwecke und Anwendungsgrenzen von Design Thinking. In: Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung SSP 2019. Agilität und kognitives Engineering. 2019, S. 193–202
- [13] Haberfellner, R.; Weck, O. L. de; Fricke, E.; Vössner, S.: Systems Engineering. Fundamentals and Applications. Cham, Switzerland: Springer Nature 2019
- [14] Schmidt, T. S.; Chahin, A.; Kößler, J.; Paetzold, K.: Agile Development and the Constraints of Physicality: A Network Theory-based Cause-and-Effect Analysis. In: Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17). Vol. 4: Design Methods and Tools. 2017, S. 199–208
- [15] Sobek II, D. K.; Ward, A. C.; Liker, J. K.: Toyota's Principles of Set-Based Concurrent Engineering. Sloan Management Review 40 (1999) 2, S. 67–83



Prof. Dr.-Ing. Frank Koppenhagen

Foto: Autor
 Professor für Maschinenelemente und Produktentwicklung
 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
 Fakultät Technik und Informatik
 Berliner Tor 21, 20099 Hamburg
 Tel. +49 40 42875 8627
frank.koppenhagen@haw-hamburg.de
www.haw-hamburg.de



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Christoph H. Wecht

Foto: Autor
 Professor für Management
 New Design University – Privatuniversität St. Pölten
 Fakultät Technik und Wirtschaft
 Mariazeller Str. 97a, 3100 St. Pölten, Österreich
 Tel. +43 2742 851 24430
christoph.wecht@ndu.ac.at
www.ndu.ac.at/new-design-university