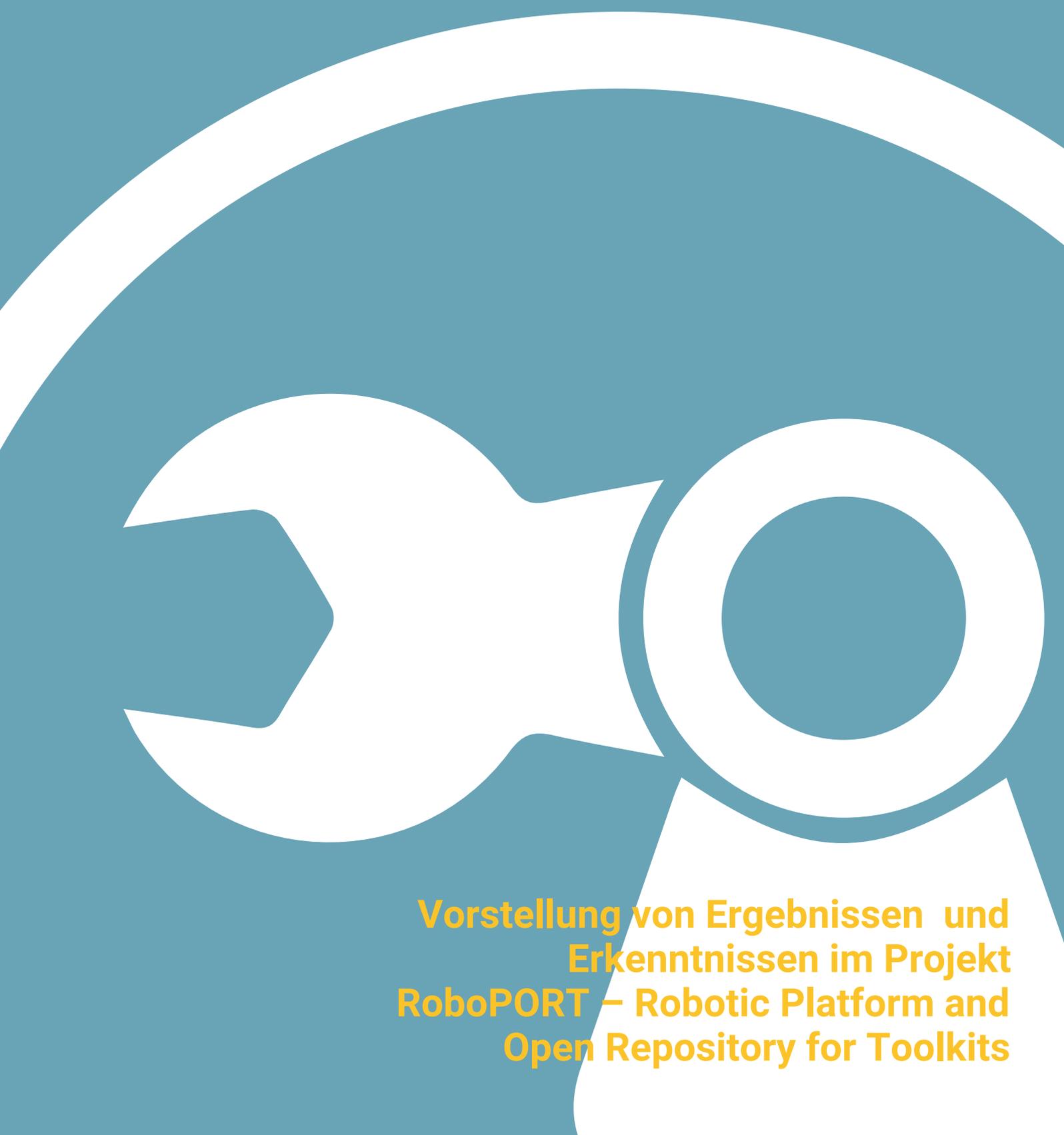


Crowd-Engineering

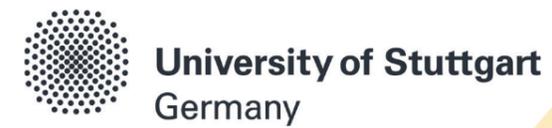
Ein neuer partizipativer Ansatz,
(Robotik-)Produkte zu entwickeln
und zu realisieren



**Vorstellung von Ergebnissen und
Erkenntnissen im Projekt
RoboPORT – Robotic Platform and
Open Repository for Toolkits**

Crowd-Engineering

Ein neuer partizipativer Ansatz, (Robotik-)Produkte zu entwickeln und zu realisieren



B/S/H/



Das Förderprojekt RoboPORT – Robotic Platform and Open Repository for Toolkits ist Teil des Technologieprogramms „Digitale Technologien für die Wirtschaft (PAiCE)“, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert wird.

Gefördert durch:



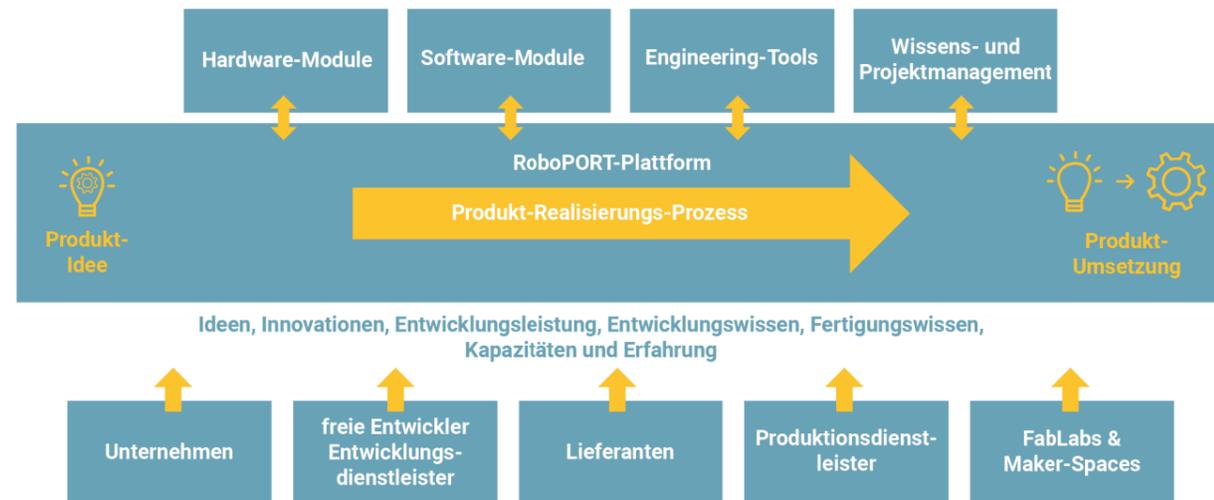
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Inhalt

Inhalt	2		
Vorwort	4		
Trends in der Produktentstehung	8	Case Studies	63
Agile TAF	9	TechFest	63
Systems Engineering - Funktionsorientierte Produktentwicklung	12	Think.Make.Start	66
		Xiaomi Ökosystem	68
Co-Creation in der Produktentwicklung	14	Zusammenfassung	70
Co-Creation Formate	14	Quellennachweise	72
Crowd-Engineering	16	Projektkonsortium	77
Klassifizierung und Beschreibung von Communities	17	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.	77
Typisierung der Community	17	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO	78
Community-Rollen	18	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA	80
Plattform-Nutzer	20	Universität Stuttgart	82
Veränderungen in der Produktentwicklung	22	Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT	82
Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung von Crowd Engineering	22	B/S/H Hausgeräte GmbH	84
Anpassung der Workflows	24	Innosabi GmbH	85
Entscheidungsmanagement	27	General Interfaces GmbH	86
Anwendungsbereiche	38	UnternehmerTUM GmbH	88
Geeignete Produkte und Produktsegmente	38	Photocredits	90
Geeignete Branchen	42	Impressum	95
Use-Cases	45		
rob@work mini	45		
Laundry-Care Robot	47		
Roboy	58		

Einleitung



Unsere Gesellschaft hat sich immer wieder angepasst und weiterentwickelt. Dabei gab es immer exogene und endogene Aspekte, die zu dieser Weiterentwicklung geführt haben. Die Digitalisierung, die wir auch immer stärker im privaten Kontext nutzen, kann als exogenen Einfluss wahrgenommen werden. Denn Digitalisierung verändert unsere Gesellschaft.

Welche Auswirkung die Einführung des ersten iPhones im Jahr 2007 durch Steve Jobs haben würde, haben nur wenige erkannt. Heute sind diese tragbaren Alleskönner nicht mehr aus unseren Händen und Taschen wegzu-denken. Inzwischen vereinen diese Geräte so viele Funktionen, dass für Einzelne ein Leben ohne diese Geräte schier undenkbar ist.

Die Diffusion der Digitalisierung ist schneller im privaten als im beruflichen Kontext. Damit einher gehen aber weitere Implikationen für die Art, wie auch der berufliche Kontext Veränderungen unterworfen sein wird. Mit

Industrie 4.0 und Digitaler Transformation erleben wir bereits heute gravierende Veränderungen an der Art, wie wir Produkte herstellen und wie Produktionsprozesse organisiert und gesteuert werden.

Wie auch unerwartete Einflüsse auf die Art des Arbeitens einen großen Einfluss nehmen, mussten wir alle im Jahr 2020 durch die Corona-Pandemie erleben. Zwischenzeitlich ist das komplette wirtschaftliche Leben in Stillstand geraten, weil Lieferketten nicht mehr aufrechterhalten werden konnten und der Kontakt zwischen Individuen begrenzt oder signifikant reduziert wurde. Da bot die Digitalisierung eine Möglichkeit für Bürotätigkeiten, indem die Mitarbeitenden im Homeoffice ihren Tätigkeiten nachgingen.

Einen Schritt entgrenzter sind digitale Normaden. Diese Menschen wollen nicht mehr an einem von einem Arbeitgeber oder einer Arbeitsstelle ihren Tätigkeitsort vorgegeben bekommen. Diese Menschen arbeiten über-

all; über das Internet sind sie mit Kunden, Auftraggebern und Gleichgesinnten in Kontakt. Das Tätigkeitsumfeld sind vielfach sehr kleinteilige Aufgaben, die wenig Interaktion und Zusammenarbeit bedürfen. Damit haben diese Tätigkeiten wenig Abhängigkeiten von Kompetenzen Dritter.

Durch die Verbindungen dieser Strömungen – Entgrenzung der Arbeitswelt, Verfügbarkeit von Daten und Informationen überall und jederzeit über das Internet und der Neuausgestaltung von Prozessen der Produktentstehung – kommt wie automatisch die Frage auf, wie das für technisch anspruchsvolle Produkte aussieht. Roboter stellen faszinierende und herausfordernde Produkte dar. Denn einerseits lassen sie uns Menschen träumen, alle unliebsamen Aufgaben zu automatisieren. Andererseits erfordert deren Komplexität die Kompetenz verschiedener Expertisen, um zuverlässige und gut funktionierende Produkte zu realisieren.

Um verschiedenste Expertisen auch über Unternehmensgrenzen hinweg gemeinsam an Projekten arbeiten zu lassen, ist im Rahmen des Projektes „RoboPORT – Robotic Platform and Open Repository for Toolkits“ ein Ansatz für verteilte Entwicklungsprozesse entwickelt und untersucht worden – Crowd-Engineering. Mit Crowd-Engineering sollen alle interessierten Stakeholder am Produktentwicklungsprozess beteiligt werden. Unabhängig von Fähigkeit, institutioneller Zugehörigkeit und Motivation sollen alle Teilnehmer gleichermaßen eine aktive Rolle bei der Realisierung einer Produktidee einnehmen können, um durch ihre eigene Expertise, Fähigkeiten und Erfahrungen das zu entwickelnde Produkt besser zu machen. Im besten Fall ist dieser Prozess trotz größerer Komplexität aufgrund verschiedener Beteiligter schneller und resultiert in einer optimalen Passung von Anforderung und Resultat.

Trends in der Produktentstehung

Die Produktentstehung hat sich immer wieder durch die Einführung neuer Methoden und Technologien gewandelt. So änderte die Einführung von digitalen Werkzeugen in Konstruktion und Simulation das Vorgehen in der Produktentwicklung. Ebenso waren diese Werkzeuge die Grundlage für komplexe design-getriebene Produkte, die nur durch große Entwicklungsgruppen realisiert werden konnten. Neue Methoden der Visualisierung, zum Beispiel immersive Methoden, erlaubten die verstärkte Virtualisierung der Erprobung und Entscheidung anhand von Prototypen. Ebenso einen Einfluss auf die Produktentstehung hat die Entwicklung und Einführung neuer Fertigungstechnologien, wie z.B. Hochfrequenzbearbeitung oder Additive Technologien.

Wird die Produktentwicklung aktuell betrachtet, so können die Trends und Themen, welche die Organisationen und Unternehmen beschäftigen, in drei Kategorien eingeteilt werden: Methodisch, organisatorisch und technisch.

Methodische Trends beziehen sich verstärkt auf die Veränderung der Arbeitsweise. So verändert sich der Weg, wie Produkte ersonnen, entwickelt und ausdetailliert werden. Wurden bisher verstärkt Einzelteile zu Baugruppen zum Produkt kombiniert, so werden Produkte zunehmend als Systeme in einem Wertschöpfungs-system betrachtet. Gab es zwischen den Bauteilen und Baugruppen klare Schnittstellen und eng umrissene Funktionsumfänge, sollen die Sub-Ebenen des Gesamtsystems Bestandteil der Erbringung von Haupt und Nebenfunktionen sein. Begriffe wie Model-based Systems Engineering und Advanced Systems Engineering sind deshalb im Begriff, ihren Weg aus der Forschung in Anwendung zu finden.

Werden die Prinzipien für die Zusammenarbeit und Organisation der Arbeitsabläufe angepasst, so sind dies organisatorische Anpassungen. Unternehmen befinden sich aktuell aufgrund der sich ändernden Rahmenbedingungen in einem Transformationsprozess. So müssen sie schneller belastbare Entwürfe gegenüber Kunden präsentieren können. Damit hängt ebenso die Beschleunigung der Arbeitsabläufe und Entscheidungsprozesse zusammen. Deshalb versuchen Unternehmen, flache Hierarchien zu realisieren und durch den Einsatz agiler Ansätze die Abstimmung und damit Entwicklungsroutinen zu verkürzen.

Technisch spielen neue Lösungen eine wichtige Rolle, die Veränderungen in der Organisation oder Methodik unterstützen oder gar erst ermöglichen. Dabei stellt die Digitalisierung eine Basis dar. Durch Aspekte wie Cloud-Speicher-Technologien und Software-as-a-Service Infrastrukturen können Mitarbeiter verbessert verteilt arbeiten. Gleichzeitig bietet die gesteigerte Rechenleistung in den tragbaren Arbeitsgeräten zu einer Lokalisierung von Arbeit bei, da die Ortsgebundenheit der Werkzeuge immer unwichtiger wird.

Agile TAF

Dimensionen eines Produktes

Das richtige Produkt muss viele Anforderungen erfüllen. Es benötigt Kunden, die sich danach sehnen (Desirability), es muss tatsächlich gebaut werden können (Feasibility), und es muss so angeboten werden, dass damit ein erfolgreiches Geschäft aufgebaut werden kann (Viability). Darüber hinaus muss sichergestellt sein, dass alle rechtlichen Hürden genommen werden können.

Das TAF Agile Framework ist eine Kombination aus den



Abbildung 1: TAF Dimensionen

drei Kategorien. Zum ersten kombiniert es neue Methoden, welche die Arbeitsweise verändern. Zum zweiten werden die Prinzipien der Zusammenarbeit neu definiert, und zum dritten ist die Aufnahme und Verwendung aller technisch möglichen Ansätze gefordert. Durch die Abbildung der Entwicklung über die Dimensionen der „Desirability“ – Begehrtheit, „Feasibility“ – technische Umsetzbarkeit, „Viability“ – betriebswirtschaftliche Umsetzbarkeit und Nachhaltigkeit und „Legal“ – rechtliche Durchführbarkeit wird die klassische Entwicklung aufgebrochen und einem zyklischen abteilungsübergreifenden Arbeiten unterworfen.

Klassische Entwicklungsprozesse

Das Problem, welches zu der Entwicklung des TAF geführt hat, ist mit der Hardware Entwicklung nach dem klassischen V Modell anschaulich zu erklären. So funk-

tioniert dieses sehr gut, wenn das gesamte Wissen über die Technologie, das Produkt, den Prozess und den Markt vorhanden ist.

Mit der Verkürzung der Entwicklungszyklen durch technologischen Fortschritt und Softwareentwicklung entsteht ein großer Unterschied zwischen elektronischen und mechanischen Entwicklungselementen. Die unterschiedlichen Innovationszyklen führen dazu, dass das Produkt, welches zum Schluss aus allen Elementen bestehen, nicht synchron analysiert und eingesteuert werden kann. Um ein Produkt mit der neuesten Technik zu erzeugen, ist der Einsatz agiler Entwicklung (basiert auf dem Agilen Manifest) empfehlenswert. Mit dem Ursprung in der Software Entwicklung ermöglicht es Individuen, die Interaktionen einem Prozess oder Werkzeuge zu priorisieren. Hier steht funktionierende Software im Vordergrund und nicht die umfassende Dokumentation. Es wird eine Zusammenarbeit mit dem Kunden mehr als Vertragsverhandlungen betont. Außerdem ist das Reagieren auf Veränderung wichtiger als das Befolgen eines Plans, wie es im V-Modell vorgesehen ist.

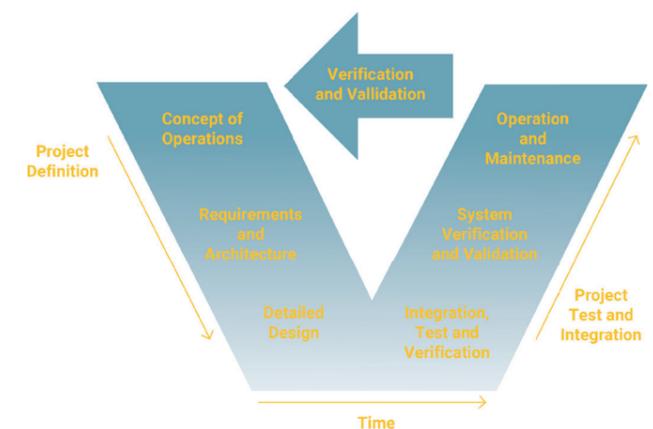


Abbildung 2: Klassisches V-Modell der Produktentwicklung

TAF Agile Framework

Eine innovative Einbindung unterschiedlichster Methoden verändert die Arbeitsweise eines jeden Nutzers. Das TAF Agile Framework schreibt keine Verwendung eines speziellen Werkzeuges vor, jedoch bietet es für jeden Schritt der Entwicklung über alle Dimensionen hinweg mögliche Methoden und Werkzeuge an. Mit der Verbindung aller Dimensionen werden die Prinzipien der Zusammenarbeit neu definiert. Da die Arbeit nicht mehr in klassischen Silos und Entwicklungsabteilungen, sondern interaktiv gemeinsam in interdisziplinären Teams durchgeführt wird, entsteht ein gemeinsames Verständnis über die Durchführbarkeit und deren Herausforderungen im gesamten Team. Die Verwendung aller technisch möglichen Ansätze fördert außerdem die Entwicklung von radikalen Innovationen sowie eine holistischere Betrachtung durch das Einnehmen unterschiedlichster Perspektiven.

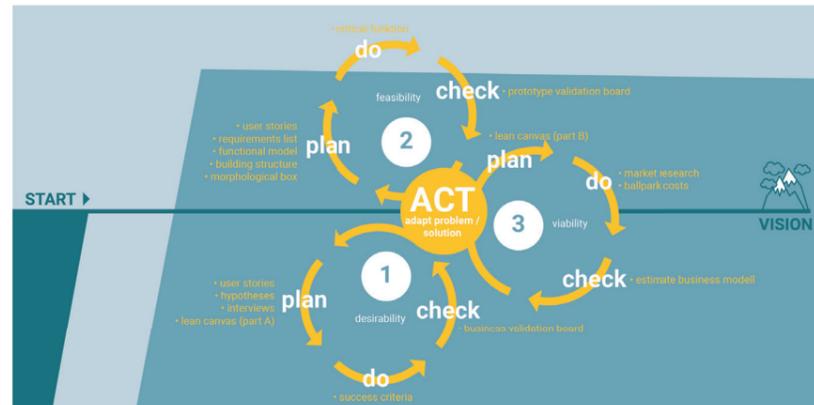


Abbildung 3: Das TAF Agile Framework als Prozesslandschaft (TAF.expert)

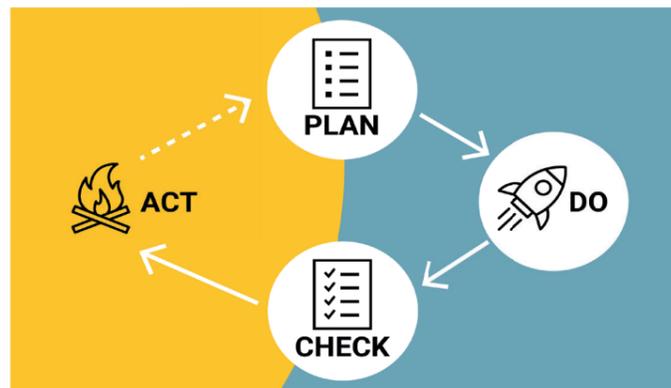


Abbildung 4: PDCA-Zyklus

Im Vordergrund steht die prototypische Entwicklung. Möglichst kurze Entwicklungsschleifen mit Testung in Sub- und Gesamtsystemen durch eine ständige Einhaltung des PDCA-Zyklus („Plan, Do, Check, Act“ – Planen, Durchführen, Überprüfen, Verändern) machen TAF zu einem agilen Framework, welches einen starken Fokus auf den organisatorischen Trends und schnelleren Kundenfeedbackschleifen setzt. (Siehe Trends in der Produktentstehung.)

Funktionsschritte beim TAF

Der Prozess des TAF startet in der Mitte auf der ‚Insel des Wissens‘. Hier werden alle bisher vorhandenen Informationen zusammengetragen und festgehalten. In jedem Fall beginnt der Prozess nun mit dem Planen einer Überprüfung der Begehrtheit des Projektes bzw. der Innovation. Ohne ein konkretes Interesse an der Problemlösung sollte diese überprüft oder das Problem revalidiert werden. Je

nach Informationsstand wird nun ein passendes Werkzeug zur Durchführung ausgewählt, ob Kundeninterview, die Erzeugung eines Prototyps, das ‚5-mal-Warum‘ fragen oder die Erzeugung eines Story Boards. Das Fragen von Projektfremden steht hier im Vordergrund, da nur die Einbeziehung von neuen Informationen einen Fortschritt bedeutet. Ist die Durchführung erfolgt, wird evaluiert, und entweder konnte eine neue Insel mit Wissensvorsprung im Ozean der Unsicherheit erzeugt werden, oder es muss zurück auf die Basis gesprungen werden. Mit dem neuen Kenntnisstand wird das weitere Vorgehen festgelegt. Ist im Check ein Fortschritt verzeichnet worden, wird sich der nächsten Dimension zugewandt. Wurde eine Bestätigung der Untauglichkeit festgestellt, erfolgt eine neue Evaluation und grundsätzliche Überprüfung der Idee.

eingeleitet. In iterativen Durchläufen geschieht die Überprüfung in allen Dimensionen. Immer wenn neue Informationen generiert wurden, wird das Produkt, die Idee oder das Projekt angepasst und in die nächste Dimension geführt.

Anwendungsraum für TAF

Zur Anwendung von Innovations- und Produktentstehungsprozessen kann das TAF Agile Framework immer herangezogen werden. Gerade bei neuen oder auch radikalen Produktinnovationen ist dies empfehlenswert, da erst wenige Informationen vorhanden sind.

Beispiele für die Anwendung des TAF sind das „THINK.MAKE.START.“ und das humanoide Roboterentwicklungsprojekt „ROBOY“, welche später behandelt werden. Darüber hinaus sind einzelne Use-Cases bei Großkonzernen sowie mittelständischen Unternehmen erprobt und übernommen worden.

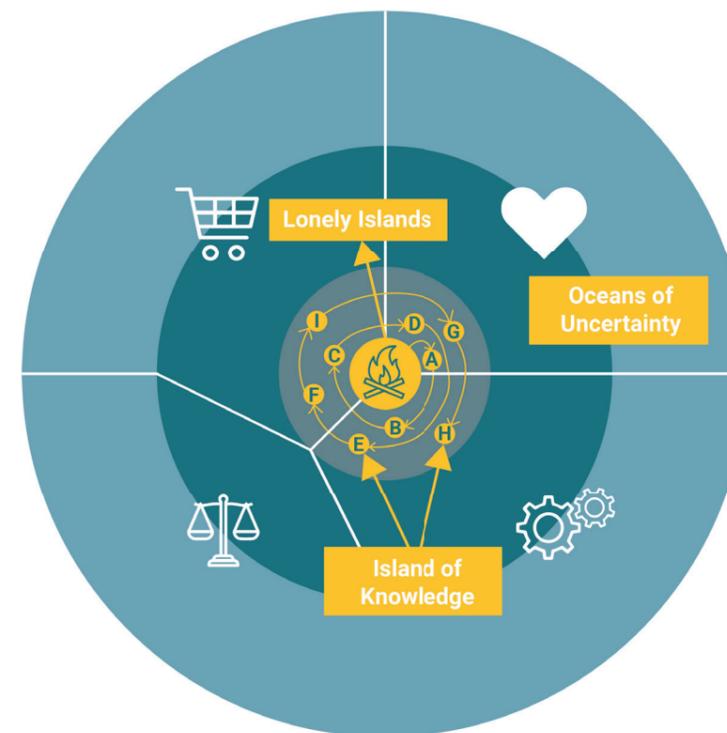


Abbildung 5: Die TAF Inseln und der Ozean der Unwissenheit

In der Überprüfung der nächsten Dimension erfolgt das gleiche Vorgehen mit einem veränderten Fokus auf die Umsetzbarkeit auf dem technischen Stand. Auch hier werden verschiedene Werkzeuge und Methoden gesucht, durchgeführt, überprüft und der nächste Schritt

Systems Engineering - Funktionsorientierte Produktentwicklung

Im Kontext der Produktentwicklung waren in den letzten Jahrzehnten die Unternehmen damit beschäftigt, digitale Werkzeuge einzuführen und zu etablieren. Diese Werkzeuge stellen die Basis für aktuelle Methoden der Entwicklung dar. Die Methoden haben sich nur geringfügig verändert, und aktuell werden viele Produkte nach konventionellem Muster entwickelt und erzeugt. Das Produkt wird in abgeschlossene Funktionsstrukturen (Baugruppen) gegliedert und entwickelt. Die Schnittstellen zwischen den Funktionsgruppen sind meist klar definiert, was auch die Einbindung von externen Dienstleistern er-

laubt. Denn die Anforderungen an die Module lassen sich hervorragend formulieren und bei größeren Änderungen anpassen. Doch mit wachsender Komplexität der Produkte kommt der Ansatz der bauteilorientierten Entwicklung an Grenzen. Gründe für die wachsende Komplexität sind unterschiedliche Kundenanforderungen, die jeweils eine Variante oder Derivate nach sich ziehen. Durch die zunehmende Kombination von Mechanik, Elektrik, Elektronik, Software und zukünftig Geschäftsmodellen und Diensten werden Systeme unterschiedlicher Lebenszykluszeiten verbunden [Trippner et.al 2016]. Erfolgt die Verfolgung der Grundprodukte längerfristig, steigt die Komplexität.

Mit dieser Komplexität wird auch der Bedarf an interdisziplinärer Zusammenarbeit wichtiger. Denn nur, wenn die

Entwickler die Bedürfnisse, Rahmenbedingungen und Anforderungen der anderen Domänen verstehen, kann die reibungsarme zielgerichtete Zusammenarbeit gelingen. Damit verbunden ist auch ein Paradigmenwechsel. Zunehmend wird versucht, das Produkt systemisch zu verstehen. Das Produkt wird als System betrachtet, welches gewisse Anforderungen von Kunden erfüllen muss oder soll. Davon werden anschließend die Systemkomponenten abgeleitet und gegliedert. So ist die Überzeugung, man kann selbst komplexe Produkte mit hohem Individualisierungsgrad realisieren, ohne die unendlich wachsende Komplexität die Funktionsfähigkeit zu verlieren [Kübler et.al. 2018].

Die Verknüpfung von Systems Engineering mit Model-based Systems Engineering und Human-Centered Systems Engineering stellt den Weiterentwicklungspfad zum Advanced Systems Engineering dar [Albers et.al 2012]. Dabei wird das übergeordnete Verständnis des Produktes als System aus Sub-Systemen genutzt. Aufbauend auf dem Prinzip "System-of-Interest" bezieht sich die Betrachtung immer auf die Elemente und Beziehungen, die für den jeweiligen Akteur bedeutsam ist. Diese Betrachtung berücksichtigt immer alle relevanten Aspekte hierarchischer, struktureller und funktionaler Perspektiven. Durch die Schaffung von Synergiepotenzial wird die Systemtheorie mit der modellbasierten Methoden vernetzt. Das Modell stellt ein Artefakt dar, welche Systemspezifikationen und den Systementwurf konsistent darstellen. Dabei stehen verschiedene Modellierungstechniken bereit. Die Konsistenz bedeutet in dieser Konsequenz, dass alle modellierten Objekte mit Bezug zum gleichen "System-of-Interest", auch wenn durch verschiedene Domänen modelliert, in sich keine Widersprüche enthalten. Die Modellierung orientiert sich stark an der technischen Machbarkeit. Durch die Verknüpfung mit einem mensch-zentrierten Ansatz wird das sozio-technisches System vervollständigt (siehe Abb.). Denn die Methode räumt menschlichen Überlegungen im Entwicklungsprozess Raum ein, denn der Mensch ist Entwickler, Nutzer und Lehrer am und mit dem System. Ebenso bietet die Methode die Skalierbarkeit auf verschiedene Fragestel-

lungen. Für die Realisierung spielt zunehmend die Vernetzung verschiedenster Werkzeuge eine Rolle, um ein in sich konsistentes Datenkonstrukt zu haben [Masior et.al 2019]. Dieses Datenkonstrukt muss von allen Beteiligten im Produktentwicklungsprozess gleichermaßen im Zugriff sein, um die Konsistenz und Datendurchgängigkeit entlang des Produktlebenszyklus sicherzustellen.

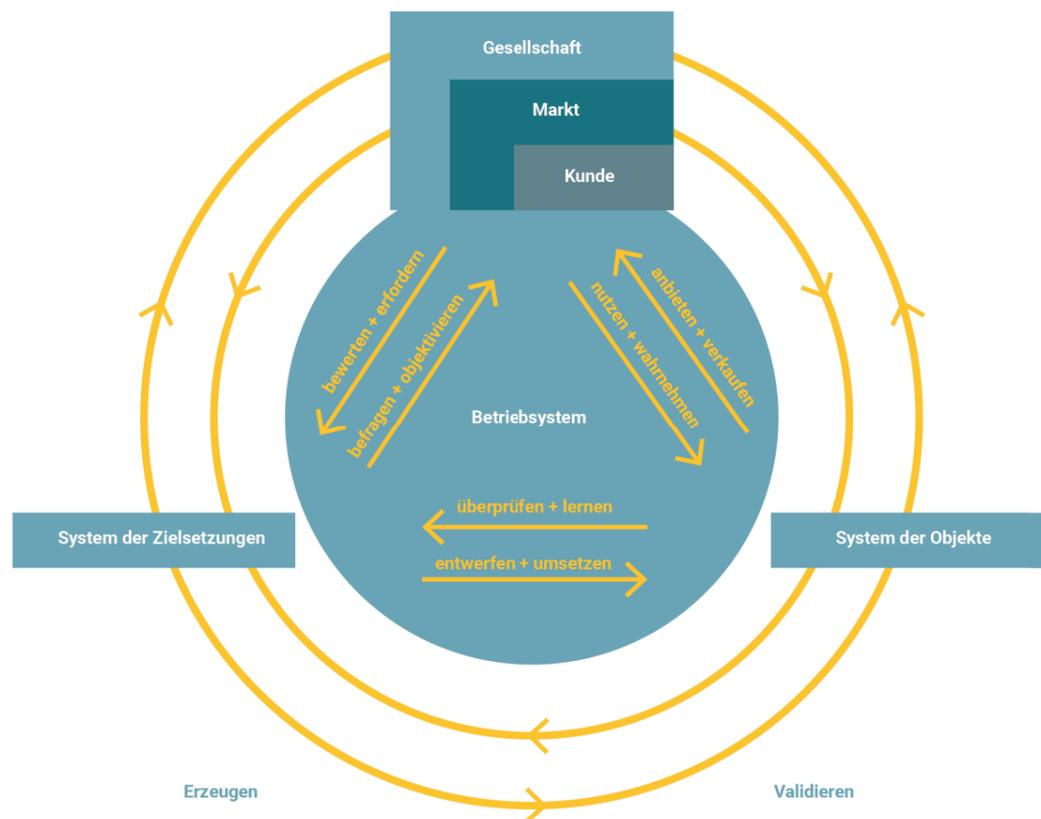


Abbildung 6: System-Tripel als Beschreibung eines sozio-technisches System [Albers et.al 2012]

Co-Creation in der Produktentwicklung

Co-Creation Formate

Co-Creation ist ein Ansatz, bei dem im Designprozess beteiligte Parteien aktiv integriert werden. Mögliche Parteien sind Mitarbeiter, Kunden, Bürger, Endverbraucher, Nutzer oder Experten. Es stellt eine neue Form der Wertschöpfung dar, denn eine motivierte Community kreiert, entwickelt, produziert und (indirekt) verkauft zusammen mit einem oder mehreren Unternehmen. So werden zum Beispiel Kunden in Entwicklungsschritte aktiv eingebunden. Dabei gestalten sie Prozesse, digitale oder physische Produkte oder Dienstleistungen mit. Eingesetzte Formate sind vielfältig und können Workshops, Usability Tests und Umfragen beinhalten [Prahalad et.al 2004].

Ziel der Co-Creation ist es, alle Stakeholder, die an Unternehmensaktivitäten direkt oder indirekt beteiligt sind oder an diesen Aktivitäten Interesse haben, in die Gestaltung eines Produkts oder einer Dienstleistung einzubinden. Es sollen die Expertise, Erfahrungen, Bedürfnisse und Vorgaben dieser Stakeholder in den Innovations-, Entwicklungs- und Fertigungsprozess implementiert werden, um das Endergebnis im Sinne der Kunden (Kundenzufriedenheit, Kundenbindung) und aller anderen Abteilungen zu optimieren.

Die Motivation, welche ein Unternehmen für die Kooperation hat, sind Erkenntnisse. Diese Erkenntnisse beinhalten Kundenerfahrungen, -bedürfnisse und -wünsche, die es ermöglichen, die Produkte mit:

- höheren Umsätzen und Rentabilität,
- besserem Marktwert,
- verbesserten Markt-Performance-Treibern und
- stabilerer Kundenbindung

im Markt zu etablieren.

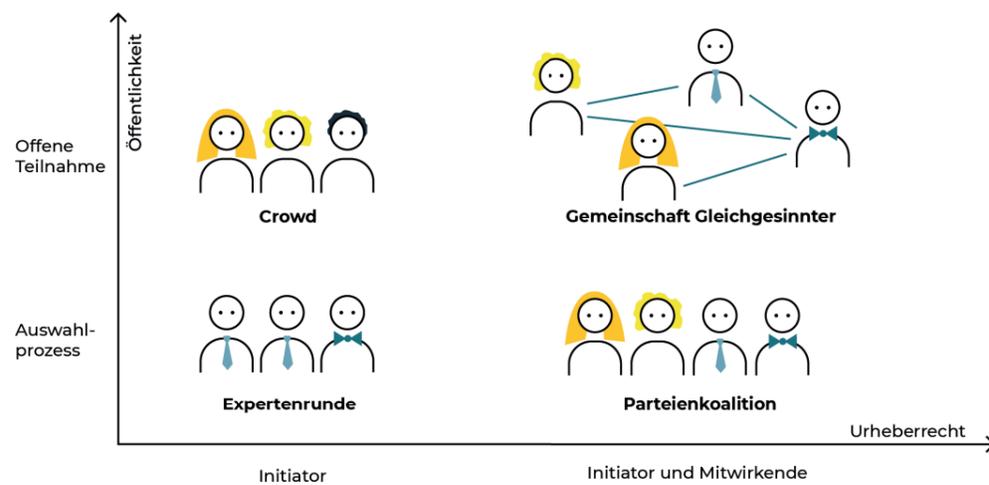


Abbildung 7: Gestaltung der Öffnung von Prozessen für Dritte

Die verschiedenen Formen der Co-Creation unterscheiden sich nach Problem- oder Zielstellung. Ebenso spielt bei der Ausgestaltung des Co-Creation-Formats auch die Art der Herausforderung eine wichtige Rolle. Die Initiation kann durch Unternehmen und Organisationen oder Einzelpersonen und Community-Mitglieder erstellt werden. Die Gestaltung der Prozessöffnung wird von der Öffentlichkeit und der Ausprägung von Eigentumsrechten gekennzeichnet (Abbildung 7) [P2P-Foundation 2020].

Crowd: "Crowdsourcing" oder "Wisdom of the crowd" bezeichnet die Auslagerung von Teilaufgaben an eine Gruppe. Die Auslagerung erfolgt meist an freiwillige Nutzer, indem die Aufgabe im Internet publiziert wird.

Expertenrunde: Bei spezifischen und meist zeitlich begrenzten Herausforderungen wird auf eine Expertenrunde zurückgegriffen. Diese werden durch ein Verfahren ausgewählt, da ihr Wissen und Erfahrung optimal zur Lösung der Herausforderung beitragen können.

Gemeinschaft Gleichgesinnter: Eine Gruppe Gleichgesinnter kann auch als Community bezeichnet werden. Sie organisieren sich teilweise selbst, denn sie verbinden gleiche Werte und ein gemeinsames Ziel. Die Resultate der Entwicklung in der Community können von allen Mitgliedern genutzt und weiterentwickelt werden, auch ohne Beteiligung der Community.

Koalition der Parteien: In komplexen Systemen oder Situationen ist die Schaffung einer Gemeinschaft oder von Teams wichtig. Das Ziel ist es, Ideen und Investitionen zu teilen, um so ggf. interdisziplinär zusammenzuarbeiten. Meist ist dies auch ein Keim für technischen Fortschritt und Innovation.

Bei der Betrachtung von Unternehmen und Organisationen zeigen sich drei Dimensionen, die als Garant für Erfolg, Veränderung und Anpassungsfähigkeit wirken können [Creaffective 2020].

Die drei Perspektiven (Abbildung 8) sind:

- interne Strukturen,
- internes Wissen und Erfahrung (internes Know How),
- externes Wissen und Erfahrungen (externes Know How).

Durch Co-Creation wird es möglich, alle drei Perspektiven auszuprägen. Damit kann bei richtigem Management ein größerer Impact erzeugt werden als mit aktuell etablierten Ansätzen.

Die Modelle, die wie kollaborativ ausgeprägte Prozesse organisiert sind, sind vielfältig. Diese Modelle können in 6 Hauptmodelle kondensiert werden. Diese stellen die Basis für die individuelle Ausprägung von Co-Creation abhängig von angestrebtem Ziel und gestellter Herausforderung.

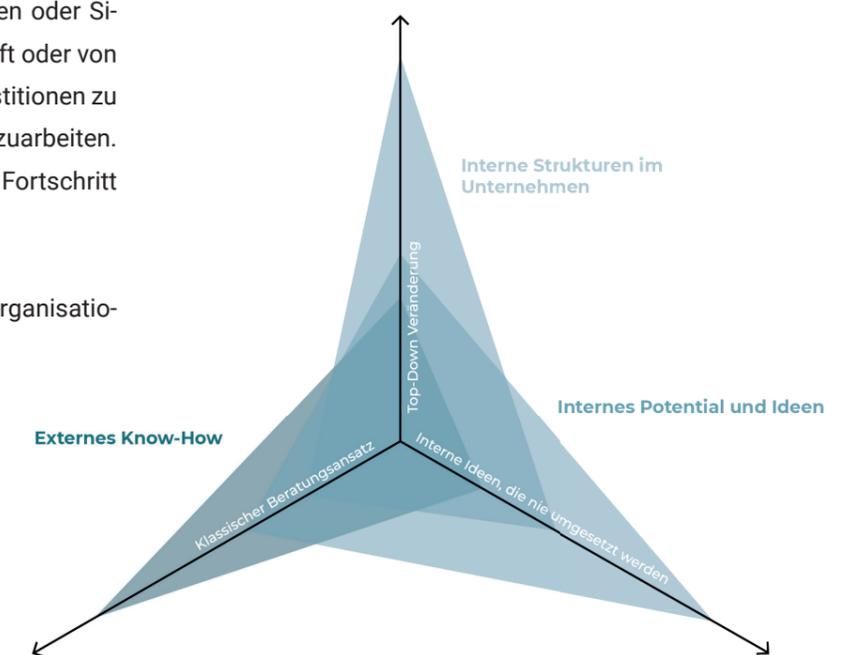


Abbildung 8: Dimensionen für Ansätze zur erfolgreichen Weiterentwicklung

Crowd-Engineering

Wachsendes Interesse von Kunden und Nutzern, sich zu beteiligen, wird durch die Zunahme von Open-Innovation-Formaten deutlich sichtbar. Es ist nicht verwunderlich, dass insbesondere Ingenieure und technische Entwickler nicht nur Konzepte erstellen wollen. Es wird die Beteiligung an der Entwicklung konkreter technischer Lösungen interessant.

Der Begriff des Crowd-Engineerings besteht aus zwei Teilen: "Crowd" und "Engineering". Der Begriff "Crowd" wurde im vorherigen Abschnitt bereits beleuchtet und bezieht sich – wie beim Crowdsourcing – auf eine bunt zusammengemischte Gruppe von Individuen, jeder mit seinen eigenen Zielen, Perspektiven und Kompetenzen. Unter „Konstruieren“ oder „Entwickeln“ versteht man üblicherweise alle Tätigkeiten, welche zur Schaffung technischer Produkte erforderlich sind [Koller 1994]. Crowd-Engineering befasst sich folglich mit Methoden, Prozessen und Ansätzen, die es ermöglichen, eine interdisziplinäre Gruppe von Individuen in den Produktentwicklungsprozess nicht nur peripher einzubinden, wie dies bei anderen Ansätzen der Co-Creation der Fall ist, sondern sie aktiv am Design- und Entwicklungsprozess teilhaben zu lassen.

Bereits 2015 brachte Panchal die Idee auf, Konstruktion als crowd-basierten Prozess weiterzuentwickeln [Panchal 2015]. Dabei beleuchtet er besonders die Herausforderungen, welche Crowd-Engineering mit sich bringt. Kernaussagen dazu sind:

1. Es benötigt Expertisen verschiedener Fachrichtungen und Domänen, um komplexe Engineering-Projekte erfolgreich durchzuführen. Interdisziplinarität ist ein bedeutender Erfolgsfaktor des Crowd-Engineerings.

2. Komplexe Aufgabenstellungen müssen in kleinere Teilaufgaben zerlegt bzw. gegliedert werden, um handhabbare Aufgaben für die Community-Mitglieder zu schaffen,

denn nur durch Reduktion der Komplexität kann ein belastbares Ergebnis erreicht werden. Die Teilergebnisse müssen sich zum Gesamtergebnis zusammenführen lassen.

3. Es bedarf kompatibler Entwicklungswerkzeuge, Ressourcen und Methoden, auf die alle Community-Mitglieder gleichberechtigt Zugriff haben. Nur so kann diskriminierungsfreie Beteiligung aller Stakeholder realisiert werden. Im Kern müssen die Entwicklungswerkzeuge und Datenformate kompatibel und austauschbar sein, um ein Gesamtergebnis aus den Teilergebnissen zu erstellen.

4. Es müssen klare Ansätze hinsichtlich der Rechteverteilung vorliegen, um Eigentums-, Verwertungs- und Nutzungsrechte für alle Beteiligten transparent darzustellen. Wichtig ist auch die Klärung des Intellectual Property und wie die Vergütung dieser insbesondere im kommerziellen Verwertungsfall strukturiert ist.

Um die Zusammenarbeit von größeren verteilten Gruppen sicherzustellen, müssen die Entwicklungsprozesse mehrheitlich in der Cloud erfolgen. Eine Plattform, die der Zusammenarbeit einen strukturellen Rahmen und die Möglichkeit der Kommunikation der Beteiligten gibt, erlaubt die virtuelle Produktentwicklung und stellt eine Basis für das Crowd-Engineering dar [Eigner et.al 2017].

Crowd-Engineering hat das Ziel, technische Entwicklungen durch die Partizipation einer großen Zahl von interdisziplinärer Akteure hervorzubringen. Weiterhin kann und an bereits existierenden Projekten in der Community weiterentwickelt werden in diesem Feld zu fördern. Die Leistungserbringung geschieht ortsunabhängig und arbeitsteilig unter Verwendung von Informations- und Kommunikationssystemen mit einer dafür angepassten Entwicklungsumgebung und geeigneten Werkzeugen. Das Netzwerk der Akteure leistet reaktiv basierend auf externen Impulsen oder proaktiv durch Einbringung von identifizierten Bedarfslücken und Möglichkeiten Entwicklungsarbeit am Leistungsobjekt [Hertwig et.al 2020].

Klassifizierung und Beschreibung von Communities

Communities sind Gemeinschaften, die ein gemeinsames Ziel oder Vision teilen [Preece 2000]. Eine Community kann auch als Sammlung von Menschen unterschiedlicher Fähigkeiten und Qualifikationen sein. Diese Gruppe aus Experten, Amateuren, Bastlern und Interessierten am Thema besitzt eine gemeinsame zusammenführende Identität [Scacchi 2004].

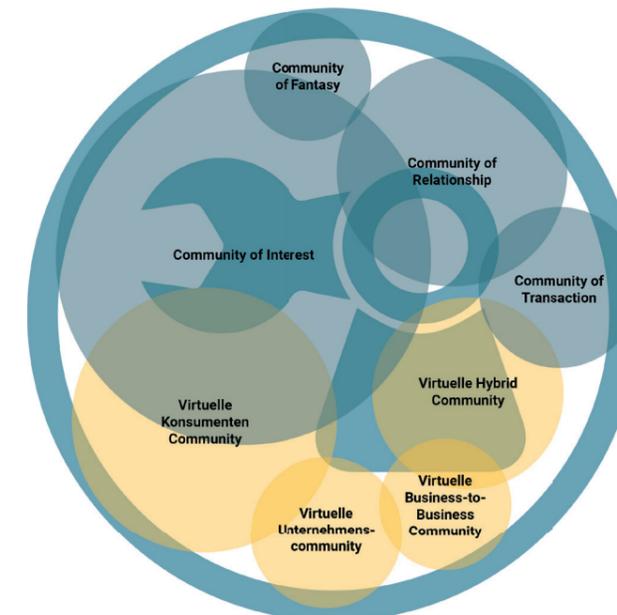


Abbildung 9: Klassifikation der Community

Typisierung der Community

Es existieren verschiedene Arten, Communities in Kategorien einzuteilen [Markus 2002]. Abhängig von der Perspektive können sich die Kategorien überschneiden oder gar komplementär sein. Da im Projekt RoboPORT das Crowd-Engineering im Fokus steht, erscheinen drei Betrachtungsperspektiven sinnvoll.

Die erste Perspektive nimmt eine Einteilung der Community aus der Sicht des Community-Mitglieds bzw. eines Teilnehmers in der Community vor. Damit entspricht die Einteilung der Community nach dem Teilnahmemotiv, damit spiegeln die Gründe der Teilnahme die individuellen Bedürfnisse der Mitglieder wider [Hagel et.al 1997]. Für die Crowd-Engineering Plattform RoboPORT kann die Community-Einteilung wie in Abbildung 9 (blau) vorgenommen werden.

Die zweite Perspektive betrachtet die Community aus der Sicht des Community-Betreibers bzw. für eine Plattform aus der Sicht des Plattform-Betreibers. Dabei wird in Konsumenten, Business-Interaktionen, unternehmensintern oder eine Mischung dieser Ausprägung unterschieden [Zupancic 1999]. Ein wichtiger Aspekt bei Communities stellt die soziale Interaktion als Motiv an den Rand [Schmidt 2019]. In Abbildung 9 (grün) ist die Zuordnung der Community von RoboPORT zu den Aspekten zu finden.

Aus Sicht der Verhaltensforschung erfolgt die Einteilung nach der Art des Mitgliederverhaltens. Die Einteilung der Community erfolgt in drei Aspekten zur Ausprägung: "Grad der personellen Interaktivität", "Schärfe der Fokussierung" und "Zusammenhalt der Mitglieder" [Figallo 1998]. Dabei fehlt die Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Fragestellung, welche für Community-Betreiber von Bedeutung sind [Schmidt 2019].

Community-Rollen

Bei der Betrachtung einer virtuellen Community werden entsprechende Werkzeuge eingesetzt, um das Zusammenwirken und den Austausch der Community sicherzustellen. Diese unterstützenden digitalen Werkzeuge werden üblicherweise durch geeignete Plattform-Lösungen

bereitgestellt. Auf diesen Plattformen werden verschiedene Benutzerrollen und Berechtigungen definiert und festgelegt. Abhängig von der Rolle und den zugeordneten Rechten sind die bereitgestellten Funktionalitäten und Aufgaben entlang der Crowd-Engineering Entwicklung unterschiedlich. Dabei werden die Rollen ggf. Zugriffsrechte eingeschränkt.

Da Crowd-Engineering einen komplexen Prozess widerspiegelt, werden verschiedene Aufgaben durch unterschiedliche Rollen ausgeführt. In der Abbildung 10 sind die 5 wichtigen Rollen im Crowd-Engineering zu finden [Drechsler et.al. 2004, Nilles et.al 2018, Sheard 1996, Anantamula 2010].

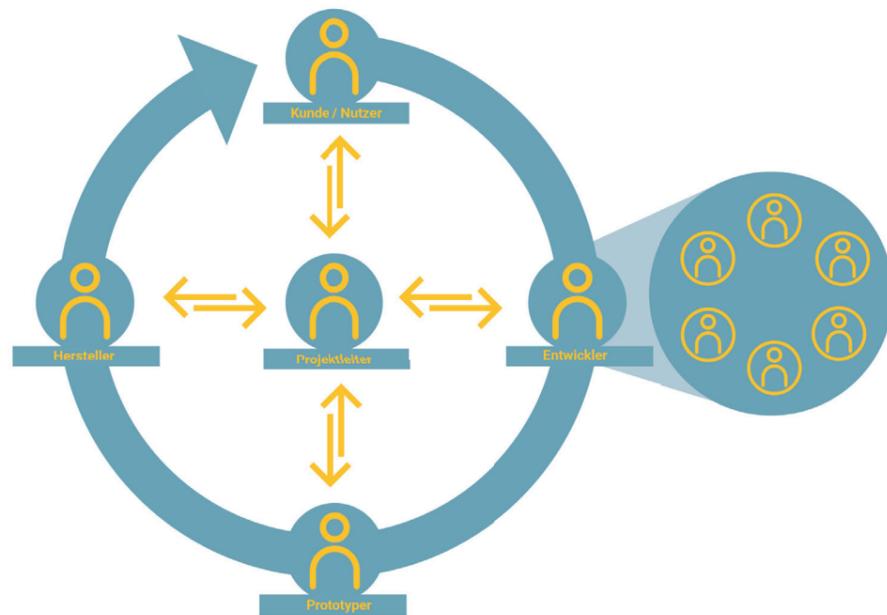


Abbildung 10: Community-Rollen im Crowd-Engineering

- Projektleiter**
 - Teamführung - inkl. Motivationsfähigkeit, positives Arbeitsumfeld, Kommunikation und Kooperation
 - Planung, Organisation, Steuerung und Koordination des Teams
 - Direktkontakt zu Kunden und Interessenvertretern
 - Erfassung der Kundenbedürfnisse, die Problemanalyse und die Pflege der Systemanforderungen (teilweise, wenn nicht von anderen Rollen übernommen)
- Prototyper**
 - Simulation für die Produktion
 - Sicherstellung der technischen Realisierbarkeit aller erforderlichen Produktionsschritte
 - Aufbau von physischen Prototypen für Test- und Validierungszwecke
- Kunde / Nutzer**
 - Planung, Entwicklung und Auslegung von Schaltungen
 - Konzeption und Kombination von elektrischen Geräten und Systemen
 - Funktionsprüfung und Validierung des elektrischen Systems
- Hersteller**
 - Herstellung von Einzelteilen oder Teilkomponenten
 - Vertrieb der produzierten Bauteile und Komponenten
 - Distributor für die Community - Zugang zu Bauteilen und Komponenten (Potentielle Rolle)

Die Rolle des Entwicklers kann in verschiedene Ausprägungen unterteilt werden (Abbildung 11). Diese Unterteilungen zeigt auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Crowd-Engineering, denn nur bei Vernetzung von Expertisen der beteiligten Domänen lassen sich komplexe Produkte und Projekte erfolgreich abschließen.

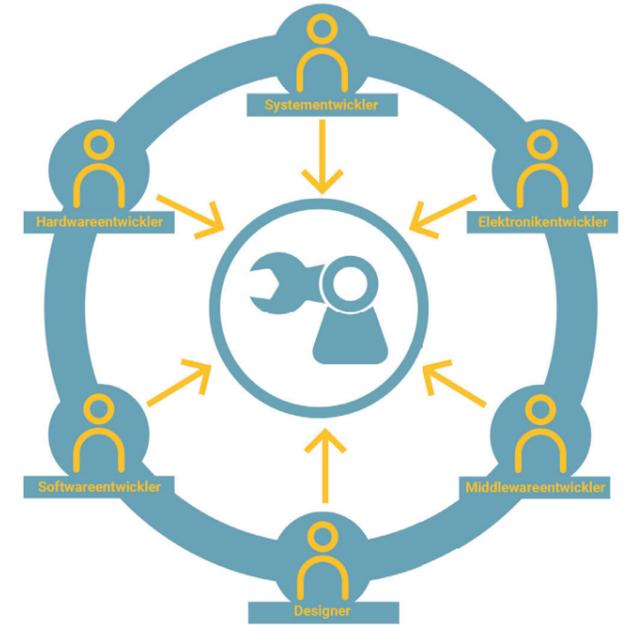


Abbildung 11: Domänenspezifische Unterteilung der Entwicklerrolle

- Systementwickler**
 - Ermittlung und Konsolidierung von Kundenwünschen und Anforderungen
 - Sicherstellung von konsistent, vollständig und korrekten Anforderungen
 - Überwachung und Verifizierung, die Einhaltung und Erfüllung der Anforderungen
- Hardwareentwickler**
 - Entwicklung, Detaillierung und Auslegung von Physischen Bauteilen und Komponenten
 - Entwurf von Konzeptvarianten und Erweiterungen
 - Definition von Hardwareschnittstellen
 - Simulation und Planung des Fertigungsprozesses
- Softwareentwickler**
 - Strukturierung der Software
 - Entwicklung von Softwarekomponenten
 - Kernaufgaben der Programmierung
- Elektronikingenieur**
 - Planung, Entwicklung und Auslegung von Schaltungen
 - Konzeption und Kombination von elektrischen Geräten und Systemen
 - Funktionsprüfung und Validierung des elektrischen Systems
- Designer**
 - Gestaltung ästhetischer und künstlerischer Produktformen
 - Einbringung von Prinzipien der Mensch-Computer-Interaktion
- Middlewareentwickler**
 - Sicherstellung der Kommunikation und Informationsaustausch zwischen allen beteiligten Anwendungen
 - Konzeption der eingebetteten Systeme als Funktionseinheiten
 - Entwicklung von Informations- und Datenschnittstellen
 - Sicherstellen der störungsfreien Funktionsfähigkeit der verschiedenen Subsysteme

Plattform-Nutzer

Neben den Rollen und Aufgaben können Nutzer der Plattform für Crowd-Engineering klassifiziert werden. Dabei konnten im Rahmen von RoboPORT Nutzertypologien erstellt werden.

Gast:

Als Gast wird ein Benutzer ohne Benutzerkonto auf der Plattform bezeichnet. In der Nutzerrolle Gast können auf der Plattform offene Projekte betrachtet werden. Teil davon sind frei zur Verfügung gestellte Dateien und Inhalte, auf die ein Gast Lesezugriff hat. Keinen Zugriff erhält er auf interne Inhalte und Einstellungen. Diese Art von Benutzer erhält eine sehr begrenzte Einsicht, kann veröffentlichte Beiträge lesen und ist vordergründig Beobachter [Dinc 2019].

Privater Nutzer:

Dies ist eine Standardrolle eines einfachen Nutzers, der ein Plattform-Profil erzeugt hat – eine registrierte Person. Dieser Nutzer nutzt die Plattform ohne kommerziellen Zweck. Als registrierter Nutzer können Beiträge gelesen und kommentiert werden. Auf der Plattform sind sie zunächst passiv und können nur durch den Beitritt zu Channels (themenspezifischen Bereichen) aktiv werden [Füller et.al. 2014]. Sind sie beigetreten, können sie eigene Beiträge oder Projekte erstellen und erhalten Zugang zur themenspezifischen Bibliothek.

Kommerzieller Nutzer:

Als kommerzielle Nutzer werden die Konten bezeichnet, die mit dem Crowd-Engineering kommerzielle Zwecke verfolgen bzw. Geld durch Einbringung ihrer Arbeitskraft verdienen. Die Rechte des kommerziellen Nutzers sind identisch wie die des privaten Nutzers, es werden aber zusätzliche Funktionen und Dienste angeboten.

Problemlöser:

Dem Problemlöser (Problem Solver) kommt eine wesentliche Rolle bei der Entwicklung und Erarbeitung von Lö-

sungsergebnissen zu [Füller et.al. 2014, Guo et.al. 2017]. Diese Rolle wird privaten Nutzern zugewiesen, die sich für die aktive Teilnahme an einem Projekt registrieren. In diesem Fall werden zusätzliche Funktionen freigeschaltet. Ein Problemlöser agiert als aktiver aufgabenorientierter Projektmitarbeiter und reicht hauptsächlich Lösungen ein. Dies ist besonders wichtig bei geschlossenen Projekten.

Projekthinhaber:

Beim Crowd-Engineering tritt der Projekthinhaber (Project Owner) als Eigentümer des Problems auf. Er fungiert als Urheber des Crowd-Engineerings Projekts, da er als Initiator automatisch in der Rolle des Eigentümers und Verantwortlichen ist. In dieser Rolle übernimmt er die Koordination des Projektteams oder delegiert diese Rolle an eine andere Person bzw. andere Teammitglieder (z.B. Problemlöser) [Guo et.al. 2017]. Projekthinhaber können standardmäßig nur offene Projekte anlegen.

Kommerzieller Projektverantwortlicher:

Kommerzielle Projektverantwortliche haben die gleichen Rechte wie Projekthinhaber, doch aufgrund der Ausrichtung auf kommerziell verwertbare Ergebnisse zahlen sie für zusätzliche Funktionen. Im Vergleich zu nicht-kommerziellen Projekthinhabern stehen damit zusätzliche Funktionen für Projektmanagement, Organisation, Koordination und andere weitere Dienstleistungen zur Verfügung. Es ist möglich, Beteiligungsbereiche entweder intern bzw. geschlossen oder offen zu kreieren. Die geschlossenen Beteiligungsbereiche gewährleisten Sicherheit und Datenschutz.

Channel-Manager:

Ein Channel-Manager hat umfangreiche Rechte in einem bestimmten Modul der Plattform. Channel-Manager haben die volle Kontrolle über die gesamten Teilnahmebereiche (z. B. Channel, Projekt, Challenge und Community-Forum), die ihnen zugewiesen sind. Innerhalb der Bereiche können die Channel-Manager auf administrative Werkzeuge zugreifen.

Administrator:

Administratoren sind Plattform-Entwickler oder administrieren Funktionen im Hintergrund (Backend). Sie haben vollen Zugriff auf alle Funktionen und internen Einstellungen. Bei Bedarf können die Administratoren Fehler und Irrtümer beheben. Ihre Hauptfunktion ist es, den Betrieb sicherzustellen, Probleme aufzulösen und die Wartung der Plattform zu planen, zu organisieren und durchzuführen.

Veränderung in der Produktentwicklung

Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung von Crowd-Engineering

Soll eine Community in die Produktentwicklung integriert werden, ist es sinnvoll, zuvor einige organisatorische und technische Voraussetzungen zu berücksichtigen, die die Zusammenarbeit mit einer Community erleichtern bzw. ermöglichen. Die wichtigsten Grundpfeiler werden im Folgenden dargestellt.

Organisatorisch:

Adressierung der richtigen Zielgruppe:

Eine der wichtigsten Voraussetzungen bei der Zusammenarbeit mit einer Community ist es, die richtige Zielgruppe zu adressieren. Wird an dieser Stelle eine falsche Zielgruppe identifiziert, wird die nachfolgende Zusammenarbeit nur schleppend ablaufen oder schlicht nicht erfolgreich.

Bereitschaft zur Zusammenarbeit:

Weiterhin ist es unabdingbar, dass alle beteiligten Parteien eine grundsätzliche Bereitschaft zur Zusammenarbeit zeigen. Hilfreich sind Incentivierungsmaßnahmen bzw. Anreizstrukturen, um die Community im Voraus zur Mitarbeit zu motivieren [Simperl 2015]. Extrinsische Motivation kann beispielsweise über monetäre Anreize erreicht werden, z.B. über Preisgelder oder Vergütungen. Angestrebt werden sollte aber vor allem eine intrinsische Motivation, da diese für eine Beteiligung der Community eine weitaus größere Rolle spielt [Zheng et.al 2011].

Community Management:

Meist ist es nicht sinnvoll, eine Community ohne jegliche Lenkung auf Aufgaben und Projekte "loszulassen". Schnell flacht die Motivation ab, und Ergebnisse könnten in die falsche Richtung abdriften. Die Einführung eines Community Managements erscheint daher nicht nur deshalb als sinnvoll. Die Motivierung der Community über kleine Challenges und neue interessante Aufgaben kann die Beteiligung der Crowd daher fördern. Eine transparente Kommunikation erhöht weiterhin das Vertrauen und damit die Akzeptanz bei den Community Mitgliedern. Wird ein Community Manager bestimmt, kann dieser zusätzlich zur Pflege der Plattform als Moderator bei Diskussionen eingesetzt werden, und außerdem kann er weitere Experten zu Diskussionen hinzuziehen [Rohmann et.al 2018].

Tauglichkeit der Aufgaben:

Der Community muss die Möglichkeit gegeben werden, die zu erledigenden Aufgaben überhaupt lösen zu können. Vor allem im Bereich des Crowdsourcings haben sich die Merkmale Modularität (Zerlegbarkeit der Aufgabe in kleinere Teilaufgaben sowie Verteilbarkeit auf mehrere Akteure) und Granularität (Größe der Teilaufgaben und entsprechendem Arbeitsaufwand) der Aufgaben bewährt [Benkler 2006]. Außerdem müssen die Teilnehmer über die entsprechenden Qualifikationen verfügen, um die Aufgaben zu lösen und die Aufgaben an sich detailliert beschrieben werden [Blohm et.al 2014].

Kompatibilität:

Eine weitere Voraussetzung für erfolgreiches Crowd-Engineering stellt die Kompatibilität mit der Organisation dar. Vor allem die Unternehmensstrategie, hauptsächlich die "Kultur" und das "Branding" müssen im Einklang mit

dem Ansatz stehen [Gassmann et.al 2013]. Eine flache Organisationsstruktur ist außerdem sehr von Vorteil. Wenn diese nicht vorliegen, müssen Unternehmensprozesse reorganisiert werden (z.B. durch weniger Managementebenen).

Rechtssicherheit:

Bei der Zusammenarbeit mit externen Akteuren ist die Rechtssicherheit von großer Bedeutung. Vor allem Eigentums- und Nutzungsrechte sollten im Voraus abgesichert werden, das gleiche gilt für Geheimhaltungsvereinbarungen [Herstatt et.al 2014]. Möglichkeiten für die Absicherung stellen Verträge oder im Fall einer Online-Plattform die Bereitstellung von ausführlichen AGBen dar.

Qualitätssicherung:

Nicht jeder Beitrag der Community ist qualitativ hochwertig. Um eine gleichbleibende Qualität der Entwicklungsergebnisse sicherzustellen, ist es sinnvoll, eine Qualitätssicherung einzuführen, entweder über andere Community-Mitglieder oder den Projektverantwortlichen bzw. das Unternehmen. Durch eine transparente Kommunikation über benötigte Kompetenzen und Fähigkeiten für ein Projekt oder eine Aufgabe wird den Community-Mitgliedern schon vorab die Möglichkeit des Vergleiches zwischen geforderten und eigenen Qualifikationen gegeben.

Technisch:

Gemeinsame Plattform:

Eine gemeinsame Plattform zur Zusammenarbeit, die optimalerweise online zur Verfügung gestellt wird, erleichtert die Kooperation der einzelnen Community-Mitglieder. So wird ihnen u.a. die Möglichkeit gegeben, gleichzeitig an Aufgaben und Projekten zu arbeiten.

Bereitstellung einer Funktionsvielfalt:

Damit sich eine eigenständige und kreative Community entwickelt, sollte den Mitgliedern eine große Funktionsvielfalt zur Verfügung gestellt werden. Wichtig ist daher größte Flexibilität, und man sollte der Community ermöglichen, eigenständig Inhalte generieren zu können, optimalerweise durch eigenes Anlegen und Bearbeiten von Projekten und Gruppen [Rohmann et.al 2018].

Senkung der Eintrittsschwelle:

Um die Benutzung der Plattform sicherzustellen, müssen die Eintritts- und Nutzungsbarrieren gesenkt werden. Durch vertraute Benutzeroberflächen kann beispielsweise der Bedienkomfort erhöht werden, weiterhin sinnvoll ist ein einfaches Layout und eine verständliche Bedienung [Rohmann et.al 2018].

Anpassung der Workflows

Die Organisation der Produktentwicklung richtet sich nach den Bedürfnissen des jeweiligen Unternehmens und ist angepasst an dessen Produkte [Engeln 2006]. 1993 vom VDI veröffentlicht, stellt die Konstruktionsmethodik nach VDI 2221 die klassische der Vorgehensweisen dar (siehe Abbildung 12).

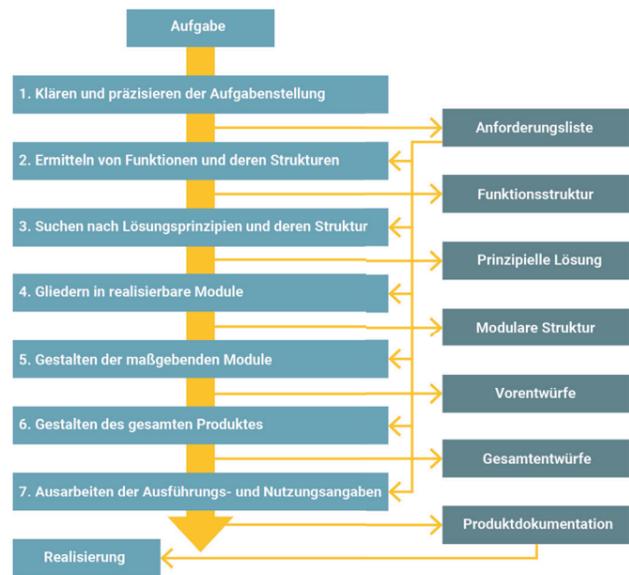


Abbildung 12: Konstruktionsmethodik nach VDI 2221 [VDI 2221-1993]

Fortlaufend neue Anforderungen in der Produktentwicklung führten zur Durchsetzung neuer Herangehensweisen, beispielsweise des Stage-Gate Modells, des V-Modells oder gar des agilen Engineerings. Im Stage-Gate Modell, das von Robert Cooper entwickelt wurde, wird die Produktentwicklung in drei bis sechs Segmente, sogenannte Stages aufgeteilt – meistens werden allerdings fünf Stages gewählt. Zwischen diesen Stages befinden sich Tore (Gates), die durchschritten werden müssen. Die Gates dienen der Qualitätsprüfung, und die im Voraus definierten Kriterien entscheiden über Fortführung oder Einstellung des Projektes [Engeln 2006].

Das V-Modell hingegen wurde anfänglich für die Soft-

wareentwicklung konzipiert, zwischenzeitlich wurde es aber auch für mechatronische Produkte etabliert [Engeln 2006]. Weiterhin werden zunehmend agile Methoden in der Produktentwicklung angewendet. Durch Herausforderungen, wie kurzfristige Kundenanforderungen an Produkte und eine daraus resultierende Unsicherheit in der Produktentwicklung im Allgemeinen wird ein verstärktes Augenmerk auf eine Unterstützung bisheriger sequenzieller Ansätze durch agile Vorgehensweisen gelegt [Schuh et.al 2020].

Um eine Community optimal in die Produktentwicklung zu integrieren, muss eine Anpassung der Vorgehensweisen ermöglicht werden. Ein Vorschlag für eine Entwicklung mit der Community erfolgt in vier Phasen: Konzept-Phase, Planungsphase, Entwicklungsphase und Testphase.

Die einzelnen Phasen gestalten sich wie folgt aus:

Phase 1: Konzept-Phase

Das Ziel der Konzept-Phase (siehe Abbildung 13) ist es, das gemeinsame Produktkonzept zu entwickeln. Die Basis und damit den Beginn der Entwicklung bildet die Marktforschung, anhand deren der Zielmarkt bestimmt wird und Kundenanforderungen identifiziert werden. Die Auswahl des plausibelsten Konzepts erfolgt aufgrund von Nutzeranforderungen, der Konzeptentwicklung, Vergleiche und Evaluierung der Konzepte. Traditionell wird die Konzeptentwicklung durch das Unternehmen initiiert und geleitet. Um die Community miteinzubeziehen, muss an dieser Stelle die richtige Community bzw. geeignete "Nutzer" ausgewählt werden, hier als Hauptnutzer bezeichnet. Diese Bezeichnung schränkt die Community nicht auf die Endnutzer der Produkte ein, sondern soll auf die User (einer Online-Plattform) in einer Online-Community referenzieren. Hauptnutzer haben starke Problemlösungseigenschaften, engagieren sich stark in der Community und kennen die Produkte gut. Weiterhin haben sie gute Ideen (ähnlich des Lead User Konzepts [von Hippel

1986]). Natürlich werden auch Anforderungen und Ideen der restlichen "normalen" Nutzer berücksichtigt. Außerdem werden bereits eingereichte Konzepte gesichtet und evaluiert, und es folgt die Entscheidung für ein finales Konzept.

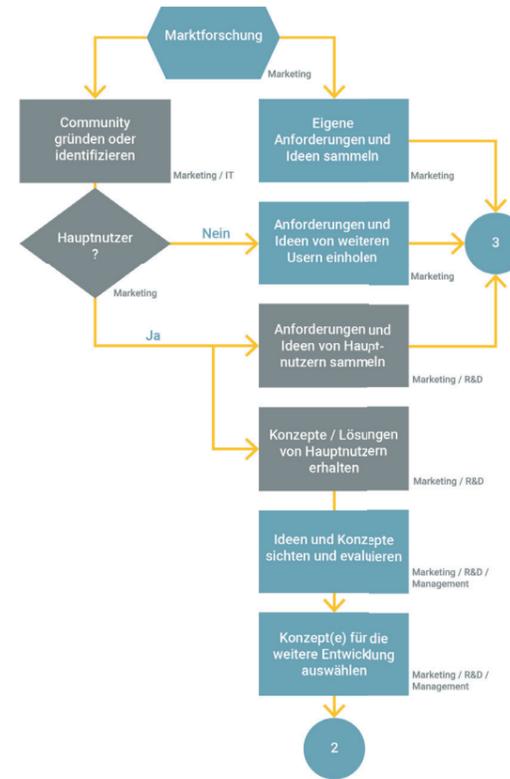


Abbildung 13: Konzept-Phase der Community-Entwicklung (in grau: Abläufe, die mittels der Community ablaufen)

Phase 2: Planungsphase

Das Ziel der Planungsphase (siehe Abbildung 14) ist die Erarbeitung eines Entwicklungsplans des Produkts. Es erfolgt eine Diskussion über Produktkonzepte, die Community und vor allem die Hauptnutzer werden in Entscheidungsprozesse eingebunden. Auch werden entwickelte Lösungen von Hauptnutzern in Betracht gezogen. Wenn es Nutzern schwerfällt, Anforderungen in Worte zu fassen, oder sich diese mitunter stark unterscheiden, ist es sinnvoll, ihnen eine Entwicklungsumgebung zur Verfügung zu stellen, mit deren Hilfe sie sich besser ausdrücken können.

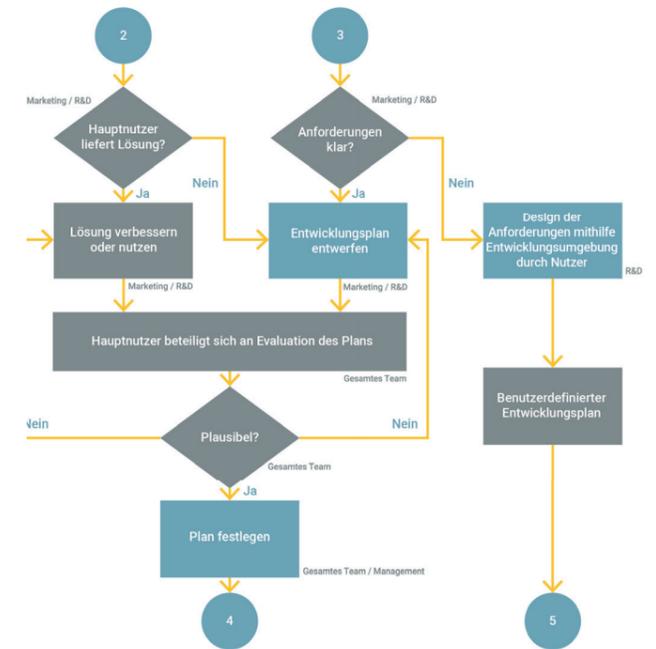


Abbildung 14: Planungsphase der Community-Entwicklung

Phase 3: Entwicklungsphase

Das Ziel der Entwicklungsphase (siehe Abbildung 15) ist die Entwicklung eines Prototyps. In dieser Phase werden zwei Möglichkeiten berücksichtigt: Die Prototypenentwicklung durch das Unternehmen selbst oder die Nutzer. In beiden Wegen werden die Nutzer eng miteinbezogen, auch was die Entscheidungsfindung betrifft.

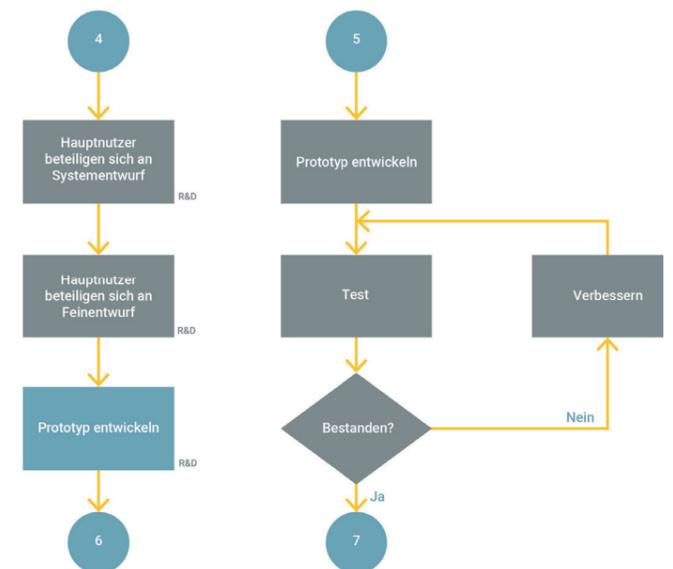


Abbildung 15: Entwicklungsphase der Community-Entwicklung

Phase 4: Testphase

Das Ziel der Testphase (siehe Abbildung 16) ist die Durchführung und Abnahme von Prototypentests. Der α -Test bezieht sich auf einen frühen Prototypentest, ein β -Test bezieht oft den/die Kunden mit ein. Hauptnutzer können schon in der frühen Phase miteinbezogen werden, um die Effizienz zu erhöhen und auch die Lösungen, die durch die Community entwickelt wurden, durch Hauptnutzer zu testen. Sind alle Tests bestanden, können neue Produkte, die mithilfe der Community entwickelt wurden, auf den Markt gebracht werden.

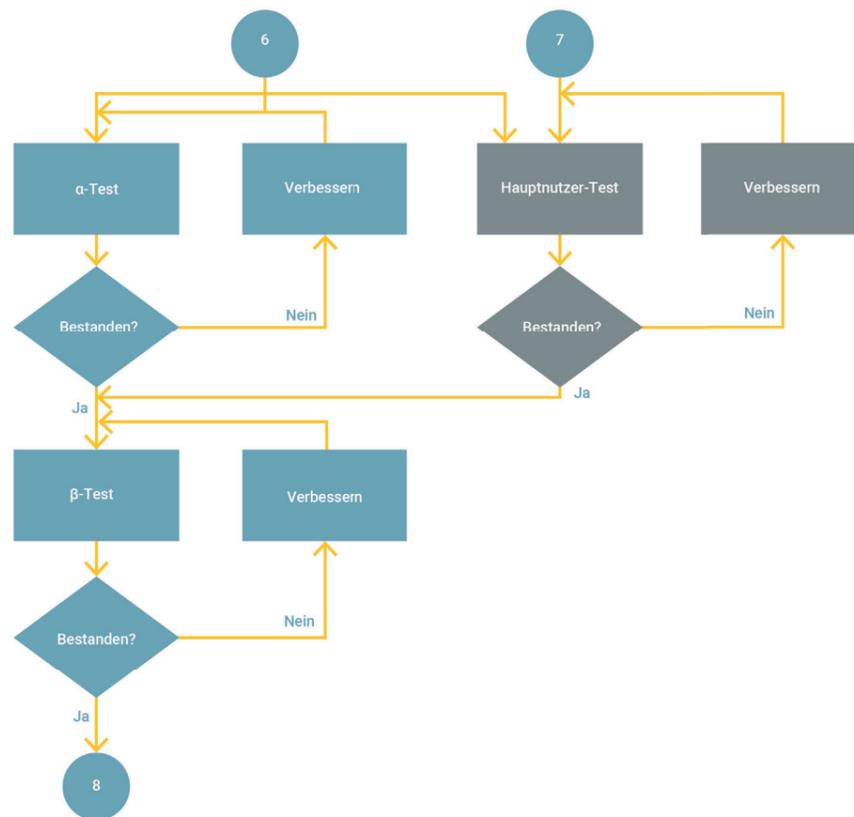


Abbildung 16: Testphase der Community-Entwicklung

Entscheidungsmanagement

Beiträge von Usern auf einer Crowd-Engineering Plattform sind sehr wertvoll. Klassischerweise werden technische Konzepte, Entwicklungen und Innovationen von einem Unternehmen selbst hervorgebracht, um mit ihnen Geld zu verdienen. Diesen Bereich einer Community zu öffnen, um die Beteiligung von Externen zu ermöglichen, birgt neben den vielen Vorteilen auch Gefahren, z.B. den Verlust der Kontrolle über die Inhalte, die von den Community-Mitgliedern zur Verfügung gestellt werden [Di Gangi et.al. 2009]. Ein weiteres Thema ist ein mögliches Konfliktpotential zwischen dem Projektinhaber und der Community. Schon allein aus diesen Gründen sollte sorgfältig ausgewählt werden, welche Ideen, Konzepte und Entwicklungen übernommen werden und welche nicht. Wie aber können solche Entscheidungen in einer Community getroffen werden?

In einer Studie [Di Gangi et.al. 2009] zur Bewilligung von Ideen auf der Plattform IdeaStorm kamen die Forscher zu dem Ergebnis, dass Ideen mit dem größten Potential für einen relativen Vorteil nicht zwingend übernommen werden, wie zuvor vermutet. Weiterhin unterschieden sich angenommene Ideen, anders als erwartet, statistisch nicht von den nicht übernommenen, aber beliebten Ideen (in Bezug auf die Fähigkeit, aus den bereits im Besitz befindlichen Vermögenswerten Kapital zu schlagen). Auch die letzte Hypothese, dass die populärsten Ideen angenommen würden, konnte nicht bestätigt werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Entscheidung zur Annahme einer Idee auch auf weiteren Faktoren basiert, die vergleichbar wichtig sind, wie bspw. Komplexität, Beobachtbarkeit und Erprobbarkeit.

Im Crowd-Engineering Ansatz spielt die Crowd bei solchen Entscheidungen, nämlich welche Ideen und Konzepte weiter verfolgt werden, eine große und wichtige Rolle. Dabei unterscheiden sich die Aufgaben bzw. die Funktion der Community, je nach dem, in welcher Phase der Entscheidungsfindung sie sich befindet [Chiu et.al 2014].

Das Team um Chiu nutzte das Entscheidungsprozessmodell, welches von Herbert Simon entwickelt wurde, um die Rolle der Crowd in Entscheidungsprozessen zu analysieren [Chiu et.al 2014]. Dieser Ansatz kann auf das Crowd-Engineering gut übertragen werden.

Das Modell von Simon beinhaltet 3 Hauptphasen vor der Umsetzung:

- Aufklärung (Sammlung von Informationen bzgl. des Problems – Chancen, Problemidentifizierung und Bedeutung des Problems),
- Entwurf (Ideengenerierung, aber auch Entwicklung alternativer Ideen),
- Auswahl (Bewertung der Lösungen und Empfehlung oder Auswahl der besten Lösung).

Die Community kann in verschiedenen Phasen zu unterschiedlichen Aufgaben beitragen. In der Phase Aufklärung kann die Crowd bei der Suche (Problemsuche oder Problemursachen), zur Meinungsbildung, für Prognosen oder zur Wissensanhäufung nützlich sein. Vor allem durch Ideengenerierung, "Co-Creation" und Kreativität trägt die Community zur Phase Entwurf bei, und durch Aktivitäten wie Wählen bzw. Abstimmen, Evaluieren von Ideen und Identifizieren von Präferenzen ist sie hilfreich in der Phase Auswahl.

Abbildung 17 zeigt den Entscheidungsfindungsprozess im Crowdsourcing nach Chiu. Dieser Prozess kann auf das Konzept des Crowd-Engineerings übertragen werden und bedeutet das für die einzelnen Phasen (Konzeptphase, Planungsphase, Entwicklungsphase und Testphase, s. Kapitel Anpassung der Workflows).

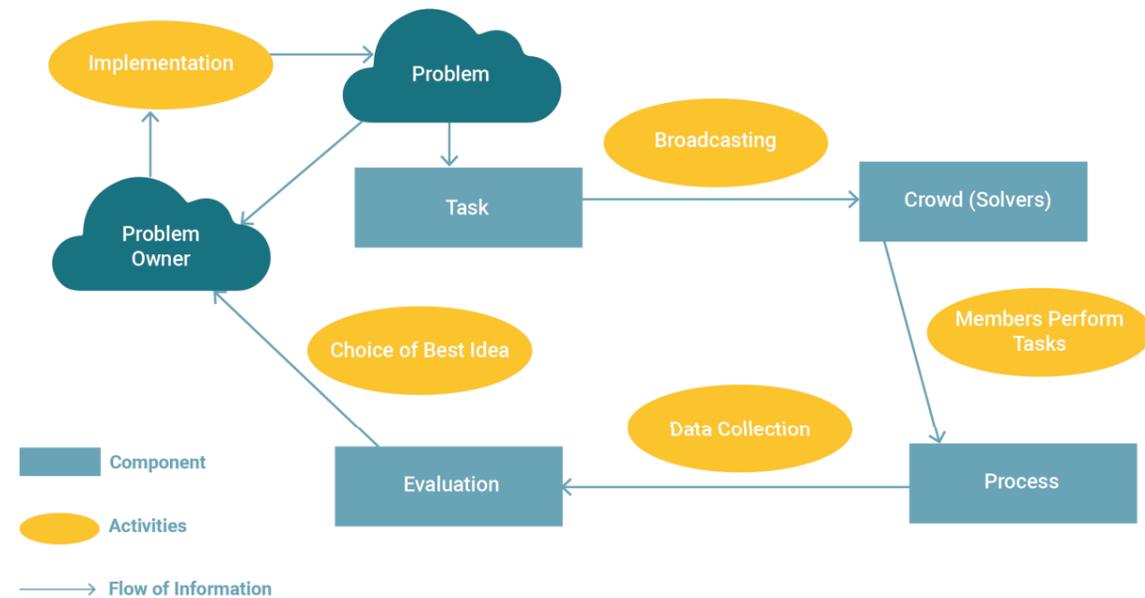


Abbildung 17: Entscheidungsfindungsprozess für Crowdsourcing (wird in diesem Kontext übertragen auf den Crowd-Engineering-Ansatz) [Chiu et.al 2014]

IT-gestützte Kooperation im Crowd-Engineering

Es existieren Formate, die auf die physische Arbeit vor Ort setzen. Diese Formate sind erfolgreich erprobt. Unter Begriffen wie Hackathons oder Makeathons werden Interessierte zusammengerufen, um an einer Fragestellung zu arbeiten.

Durch den Einsatz von Informationstechnologie kann die Tragweite deutlich erweitert werden. Dazu bedarf es passender digitaler Werkzeuge, die eine virtuelle Zusammenarbeit ermöglichen. Um die benötigten Funktionen zu verknüpfen, gibt einen virtuellen Backbone – eine Plattform, – an der alle digitalen Werkzeuge, Funktionen und Erweiterungen vernetzt werden.

Idee der RoboPORT-Plattform

Crowd-Engineering soll Enthusiasten, Technikfreaks, Experten mit Personen oder Institutionen zusammenbringen, die einen gewissen Bedarf an externer Expertise verspüren. Durch den Einsatz von IT-basierter Technologie sollen alle Interessierten ortsunabhängig zusammen an Problemen oder Fragestellungen arbeiten können.

Im Unterschied zu bereits existierenden technischen Plattformen stehen alle Aspekte bei der Community-basierten Zusammenarbeit im Fokus. Alle Stakeholder sollen barrierefrei Zugriff erhalten können (siehe Abbildung 18). Die Community lebt von Austausch und Interaktion, demnach muss auch diese Funktionalität verfügbar sein.

Technische Herausforderungen besitzen eine erhöhte Komplexität. Zudem je konkreter die technische Lösung der Realisierung kommt, desto wichtiger wird die Validierung und der Zugriff auf physische Fertigungskapazitäten.

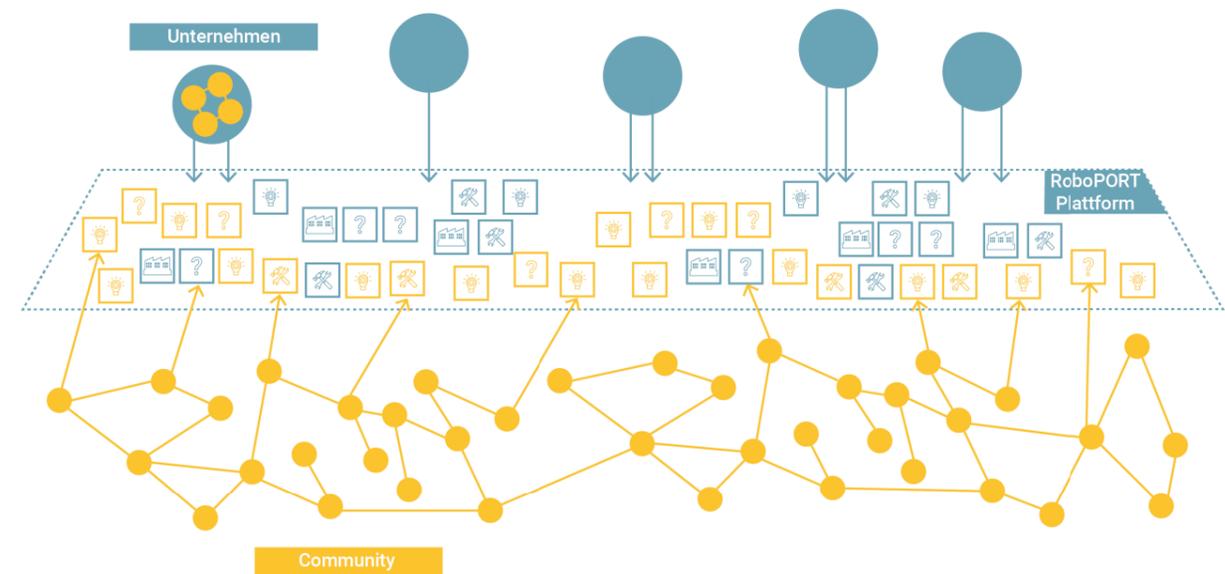


Abbildung 18: Verständnis der entwickelten Crowd-Engineering Plattform RoboPORT

Identifizierte Funktionen für das Crowd-Engineering

Um Crowd-Engineering optimal zu unterstützen, müssen verschiedene Funktionen im Rahmen der Plattform bereitgestellt werden. Ziel dieser zusätzlichen Funktionen ist es, eine reibungsarme Bearbeitung von konkreten Aufgabenstellungen zu ermöglichen.

Um Crowd-Engineering zu ermöglichen, sind verschiedene Funktionen von Bedeutung. Diese Funktionen werden benötigt, um verschiedene Handlungen zu unterstützen sowie den Zugriff auf Informationen und Entscheidungen von einzelnen Personen oder Personengruppen loszulösen. Dies ist nötig, um auch bei großen verteilten Teams eine reibungsarme Zusammenarbeit zu etablieren. Die Funktionen lassen sich in 8 Bereiche gruppieren oder zusammenfassen (Abbildung 19).

Kommunikation

Wie bereits beschrieben, ist bei der kollaborativen Produktentwicklung der Austausch und die Kommunikation untereinander sehr wichtig. Nur wenn die Community-Mitglieder ihre Gedanken teilen, Fragestellungen diskutieren und sich gegenseitig über Erkenntnisse informieren, können Fehler und Missverständnisse reduziert und eliminiert werden. Die Funktionen, welche eine Crowd-Engineering Plattform bieten sollte, sind der individuelle Austausch mittels Chat, Messenger, Video-Telefonie

oder VoIP-Telefonie. So können die Community-Mitglieder den Austausch aktiv führen und durch Diskussion geeignete Lösungen schaffen. Zusätzlich könnten Foren oder Informationsbereiche ähnlich einem digitalen "Schwarzen Bretts" zum Informationsaustausch dienen.

Zusammenarbeit

Zusammenarbeit lebt von Austausch, Diskussion und möglichen Zusammenkünften. Für die Zusammenarbeit

müssen geeignete Bedarfe mit potenziellen Angeboten zusammengebracht werden, beim Bezug auf Kompetenzen und Fähigkeiten wird ein Kompetenz- oder Talent-Matching in Fokus gerückt. Durch Zugriff auf die Skill-Landkarte – auf der RoboPORT-Plattform als Skill-Fingerprint genannt – können Community-Mitglieder mit benötigten Fähigkeiten und Erfahrungen identifiziert werden. Ebenso können Community-Mitglieder nach Bedarf nach offenen Projekten und Challenges suchen, die zu ihrem Skill-Fingerprint passen.

Durch projektöffentliche Whiteboards und Notizbücher werden Diskussionsergebnisse, Erkenntnisse und andere Gedanken aus der Zusammenarbeit auch für nicht direkt Beteiligte zugänglich. So können auch später hinzugekommene Community-Mitglieder Entwicklungen nachverfolgen und ihre Expertise einbringen. Durch die Schaffung von Empfehlungen und Beiträgen zur Entwicklung können der aktuelle Entwicklungsstand ergänzt und Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt werden, welche denn in die Diskussion integriert werden können.

Um aus vielen Impulsen, Ideen und Entwicklungsvorschlägen eine Konvergenz zu erzeugen, ist immer wieder eine Bewertung von Ideen nötig. Nur durch die Priorisierung ist es möglich, dass langfristig die Community die Impulse zusammenführt und an einem Entwicklungsstrang weiterentwickelt. Demnach muss die Funktion eines Votings geboten werden. Für unterschiedliche Entscheidungen gibt es angepasste Bewertungsmechanismen, welche von einfachen "positiv"/"negativ"-Bewertungen bis zu komplexen in sich verschränkten Methoden reichen können [Schmidt 2019]. Aber so lässt sich eine Konvergenz mit hoher Zustimmung der aktiven Community-Mitglieder erzeugen, was ein wichtiges Kriterium für eine erfolgreiche Crowd-Entwicklung darstellt.

Da auch virtuelle Communities eine soziale Einheit darstellen, kann auch der soziale Austausch zwischen den Mitgliedern unabhängig von der aktuellen Entwicklungsaufgabe interessant sein. So bieten Veranstaltungen eine Möglichkeit, sich zu verabreden und im physischen

Leben zu treffen, auszutauschen, gemeinsam zu arbeiten und so fest Verknüpfungen zu schaffen. Mit einer Event-Map, einer Darstellung von durchgeführten, anstehenden und geplanten Events lassen sich gemeinsame Teilnahmen planen, oder die Historie der Teilnahmen gibt ein "Wir-Gefühl" und stärkt so den Zusammenhalt.

Projektmanagement

Losgelöst von der Begrifflichkeit und der Organisationsform werden beim Crowd-Engineering Projekte bearbeitet. Gemäß der Definition von Projekten haben sie ein Ziel und sind zeitlich limitiert [DIN 69901-2009]. Es bedarf demnach auch steuernder Komponenten, um die Zielerreichung sicherzustellen. Dazu gibt es vielfältige Ansätze zum Management und Nachverfolgung von Fortschritten im Projekt. Für aktive Crowd-Entwickler erzeugt die Übersicht durch Projektplan und Projektroadmap eine Möglichkeit, die eigenen Beiträge zeitlich einzuordnen oder zu planen. So ist auch die Erwartungshaltung der bereits aktiven Community besser einzuschätzen und erlaubt eine einfachere Einbettung. Dies bietet auch bei größeren Projekten mit Beteiligung von Unternehmen eine Ressourcenplanung, sowohl die Bereitstellung von Software-Funktionen als auch die Menge aktiver Entwickler, was ggf. Auswirkungen auf Projektfortschritt und Ergebnisqualität haben kann. Die Aufgabenplanung kann mittels Projektplanung beschrieben sein. Aber bei agilen Entwicklungen, die auch in der Mehrheit Crowd-Entwicklung ablaufen, haben sich Kanban-Boards oder ähnliche Strukturierungsmethoden durchgesetzt.

Projektdarstellung

Das Ziel bei Community-Projekten ist es, immer wieder geeignete Mitstreiter und Experten für das Projekt zu begeistern. Dann abhängig vom Projektfortschritt benötigt ein Projekt unterschiedlichste Kompetenzen in verschiedenen Phasen. Das lässt sich nur realisieren, wenn das Projekt für andere Community-Mitglieder, die noch nicht aktiv beteiligt oder unschlüssig über ihre Möglichkeiten

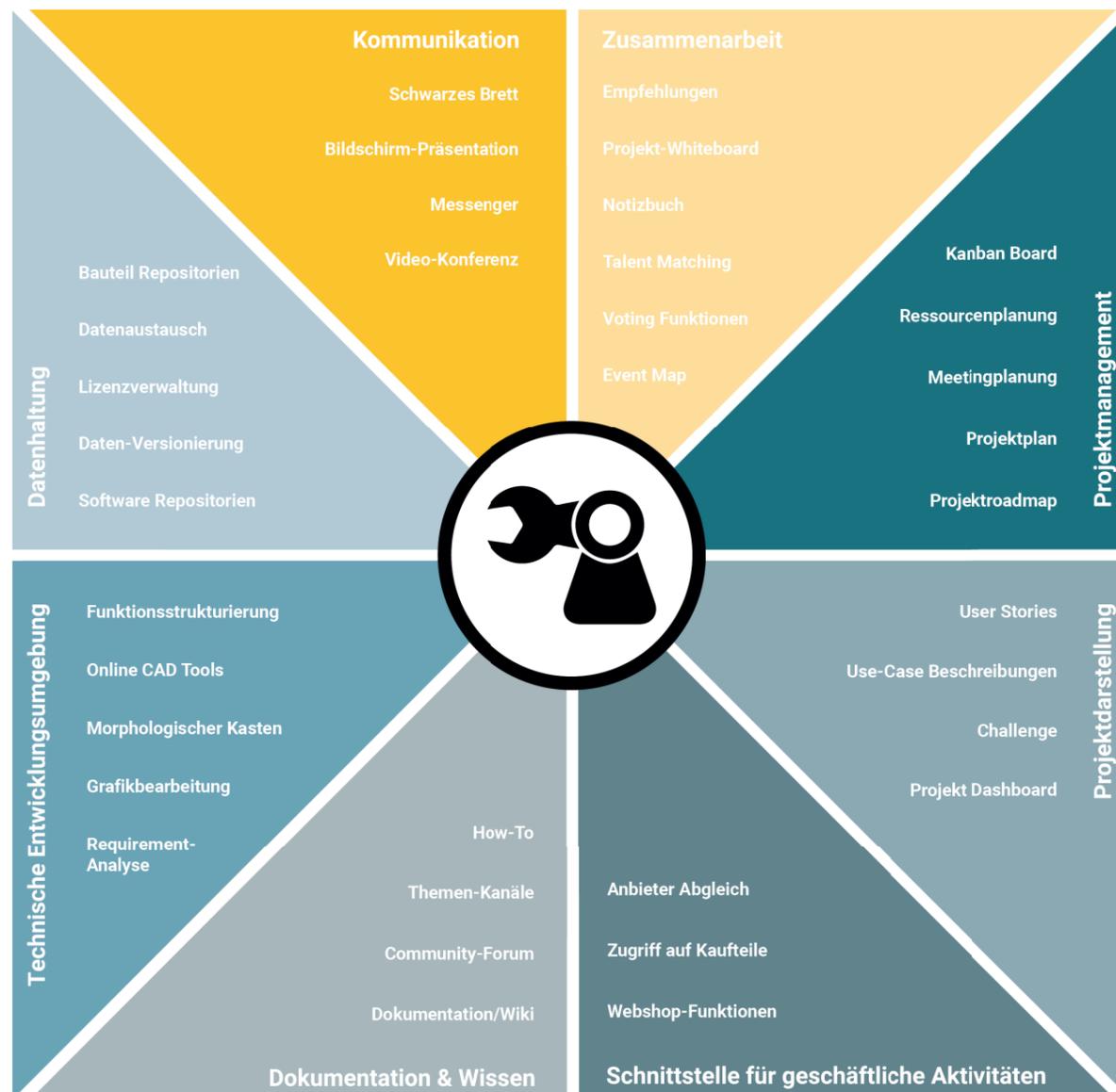


Abbildung 19: Übersicht an identifizierten Funktionsumfängen benötigt für das Crowd Engineering

Beiträge zu leisten sind, sichtbar und attraktiv ist. Ein Projektdashboard kann dazu dienen, einen Überblick zu gewähren.

Durch die Präsentation des Projektes in anschaulicher Form soll die aktuelle Aufgabe bzw. das (Teil-)Projektziel interessant und verständlich dargestellt werden, um so Lust auf die Beteiligung zu machen. So können User-Stories als Ansatz genutzt werden, um die Fragestellung anschaulich zu beschreiben. Außerdem bringen UserStories die Perspektive des potenziellen Nutzers mit Bedürfnissen und impliziten Rahmenbedingungen ein. Außerdem wird damit der Anwendungsfall in kleine Inkremente zerlegt. Dies macht es auch unerfahrenen Community-Mitgliedern möglich, in einer agilen Produktentwicklung aktiv zu werden. Zusätzlich sollten als Folge aus den User-Stories Use-Cases abgeleitet werden können, um verschiedene Probleme zu beleuchten.

Eine weitere einfache Möglichkeit, Aktive zu gewinnen, liegt in der Kreation einer Challenge (Herausforderung). Den Nutzern wird ein relativ generisches, aber vielleicht auch ambitioniertes Problem beschrieben, das bei Lösung mit einem Benefit belohnt wird. Vielfach wird es als Wettbewerb gestaltet, wobei die favorisierte Lösung die Belohnung erhält. Es kann aber ebenfalls genutzt werden, sich um verfügbare Ressourcen zur Vervollständigung zu bemühen.

Schnittstellen für geschäftliche Aktivitäten

Wiederverwendung beginnt beim Einsatz bereits verfügbarer Elemente, so auch kommerzielle Baugruppen. Durch die Einbindung von Anbietern relevanter technischer Funktionselemente wie Lager, Elektromotoren, Displays, Sensoren kann auf diese Elemente in der Entwicklung zurückgegriffen werden. Die Bereitstellung von digitalen Repräsentationen erlaubt die maßgerechte Integration sowie Überprüfung der Funktionsfähigkeit durch Simulation. Auch lassen sich passende Elemente so schnell identifizieren, welche die benötigten Anforderungen erfüllen bzw. bei welchen ein Vergleich möglicher

Funktionselemente leicht möglich ist.

Ebenso können Entwickler ihre Entwicklungen vermarkten. Sie könnten Lizenzgebühren für die kommerzialisierte Nutzung ihrer Entwicklungen erhalten. Ebenso könnte aus einem Entwickler ein Produzent werden, wenn die richtige Infrastruktur (z.B. eine Maschine der additiven Technologie) zur Verfügung steht.

Dokumentation & Wissen

Für eine hohe Wiederverwendung von Erkenntnissen während eines Projektes müssen diese dokumentiert und im besten Fall einfach aufzurufen sein. Aber ebenso betrifft das die Weiternutzung von Projektergebnissen in Folgeaktivitäten, immer dann ist es wichtig, einerseits das Ergebnis im Zugriff zu haben. Aber ebenso wichtig ist andererseits der Zugang zu korrespondierenden Informationen. Einfache Ansätze sind Wiki-Formate oder Foren. Einfacher kann es aber durch die Erzeugung einer Kurzbeschreibung zur aktuellen Variante sein. Indem der Autor bei der Ablage einer veränderten Version aufgefordert wird, Informationen zu teilen, lassen sich inkrementell die Änderungen nachvollziehen.

Alternativ ist es ebenso möglich, die Entwickler um eine Dokumentation zu bitten. Da aber Aufgaben der Dokumentation eher repetitiv sind, wird die Herausforderung darin bestehen, eine qualitativ hochwertige, verständliche und nachvollziehbare Dokumentation zu erhalten, die auch Aussagen über die Änderungsgründe und Iterationen zulässt. Denn viele der Änderungen lassen sich nach längerer Projektzeit nicht mehr eindeutig nachvollziehen.

Neben der Dokumentation zu Entwicklungsergebnissen spielt bei einer großen Community auch immer der Wissensaustausch eine große Rolle. Im besten Fall werden öffentliche Quellen zur Beschreibung von Funktionen eingebunden. So nutzen bereits heute ca. 50 % der Nutzer auf Plattformen wie YouTube dafür, Dinge zu erlernen [PEW Research Center 2018]. Neben diesen externen In-

halten sollten auch Nutzer ihr Wissen, Erfahrungen und Erkenntnisse mit der Community und laufenden Projekten teilen können.

Technische Entwicklungsumgebung

Im Betrachtungsraum der technischen Produktentwicklung sind schnell Abkürzungen wie CAD, CAE, CAM im Kopf. Demnach alles Werkzeuge, die es benötigt, ein technisches Produkt digital zu entwerfen, zu modellieren, auszulegen und abzusichern. Da aber im Rahmen von Crowd-Engineering alle Entwicklungsschritte digital unterstützt bzw. abgebildet werden müssen, muss die technische Entwicklungsumgebung alle dazu benötigten Funktionen umfassen. Beginnend bei den Anforderungen müssen diese gesammelt und orchestriert werden, dazu benötigt es Funktionen des Anforderungsmanagements oder Requirement Managements. Nur so gelingt es, auch alle vom Kunden/Nutzer formulierten Bedarfe und Anforderungen bei der Entwicklung nicht aus dem Blick zu verlieren (Requirement Analyse).

Insbesondere in der Design-Phase können sowohl Grafik-Funktionen wie auch Skizzier-Werkzeuge einen großen Mehrwert bieten. Damit werden alle Beteiligten in die Lage versetzt, Entwicklungsschritte hin zum Ergebnis nachzuvollziehen. Außerdem erlaubt die grafische Aufbereitung von Gedanken eine vereinfachte Kommunikation in der Community, wie sich auch durch die Erprobungen im Rahmen der RoboPORT-Makeathons gezeigt hat.

Das zu entwickelnde Produkt muss gemeinsam in Funktionseinheiten unterteilt und gegliedert werden, um die in sich abgeschlossenen Entwicklungsaufgaben gemeinsam ableiten zu können. Durch die Funktionsstrukturierung lassen sich auch Unterstützungswerkzeuge für die systematische Produktentwicklung nutzbar machen. So kann ein morphologischer Kasten bei der Auswahl von Lösungsansätzen helfen. Der morphologische Kasten kann ggf. durch bereits existierende Teillösungen vorgelegt werden. So kann die Annäherung an funktionale Lösungen schneller und strukturiert ablaufen.

Ein wichtiger Bestandteil ist die Anbindung von Entwicklungswerkzeugen, die bei der Modellierung von Baugruppen und Komponenten zum Einsatz kommen. Spannend sind hierbei Online-CAD-Werkzeuge. Die eingebundenen Werkzeuge können sowohl open source als auch proprietär sein. Wichtig ist, dass die Daten beim Einsatz unterschiedlicher Werkzeuge in offenen Austauschformaten (z.B. STEP, IGS, JT [Friedewald et.al 2011]) ausgetauscht werden. Im besten Fall einigen sich alle Teilnehmer auf ein gemeinsames Tool, wobei der Zugang über den Single-Sign-On gelöst werden kann. Auch könnte die Bearbeitung lokal anhand von heruntergeladenen Kopien erfolgen. In diesem Fall muss aber systemseitig sichergestellt sein, dass eine Dopplung von Ergebnissen, die sich nicht zusammenführen lassen, verhindert wird. Im besten Fall werden dazu Funktionen wie in etablierten Produktlebenszyklusmanagement-Systemen (PLM-Systemen) genutzt: Bearbeitung sperren und Versionieren der Datensätze. Unter den Themenkomplex der Entwicklungswerkzeugen und -funktionen fallen Konstruktion, Berechnung, Simulation, virtuelle Erprobung. Die Plattform sollte die Ein- und Anbindung von diesen Systemen durch geeignete Schnittstellen erlauben, wie es die RoboPORT-Plattform vorsieht.

Datenhaltung

Selbstverständlich gehört zu online durchgeführten Projekten auch ein Cloud-Speicher. Die Anforderungen übersteigen jedoch die eines reinen Speichers. Es sollte möglich sein, Datensätze zu versionieren. Um Änderungen von Community-Mitgliedern nachverfolgbar zu machen. Ebenso sollte eine Lizenzverwaltung existieren. Neben der Zugriffsberechtigung regelt diese, welche Daten weitergenutzt werden können. Bei entsprechender Lizenzgestaltung sollten die freigegebenen Lösungen in Form von Repositorien (Bauteil-, Baugruppen- und Software-Repositorien) gut auffindbar bereitgestellt werden. Optimal ist die Datenhaltung in neutralen (nicht-proprietären) Formaten, da damit die größtmögliche Austauschbarkeit und Nutzbarkeit sichergestellt wird.

Technische Umsetzung der RoboPORT-Plattform

Der Vorteil der Schaffung einer Plattform ist, dass existierende Elemente nicht mehr neu entwickelt werden. Es werden bestehende Elemente durch geeignete Schnittstellen verknüpft und verbunden. Demnach stellt die Plattform den Backbone dar. Die Plattform muss es ermöglichen:

- Das Management der Community durchzuführen,
- Das Community-Building und die soziale Interaktion der Community-Mitglieder zu ermöglichen,
- als Management der Crowd-Engineering Projekte zu ermöglichen,
- Einbindung von zusätzlichen Funktionen.

gurierte Single-Sign-On Lösung (SSO). In dieser werden die Zugriff-Credentials aller Einzelaccounts zusammengefasst. Damit wird sichergestellt, dass ein Wechsel zwischen verschiedenen Plattform-Elementen oder auch externen Funktionen möglich ist.

Der Community-Bereich dient dazu, den Austausch zwischen den Mitgliedern der Community in Form eines Social-Netzwerks zu organisieren. Damit wird ähnlich zu proprietären Plattformen eine Umgebung zur Selbstpräsentation, zum Informationsaustausch und zu aktuellen Statusinformationen geboten. Durch die Erstellung von Profilen mit vielen Details erhalten Interessierte Einblicke zum jeweiligen Nutzer, dessen Kompetenzen, Interessen und aktuell bestehenden Netzwerk. Es bietet auch die Möglichkeit der In-Plattform Direktkommunikation der Mitglieder untereinander. Ebenfalls interessant ist die Möglichkeit, Veranstaltungen zu organisieren und managen. In Summe stellt dieser Bereich die Basis eines virtuellen sozialen Miteinanders, losgelöst von Projekten und aktuell laufenden Aufgaben.

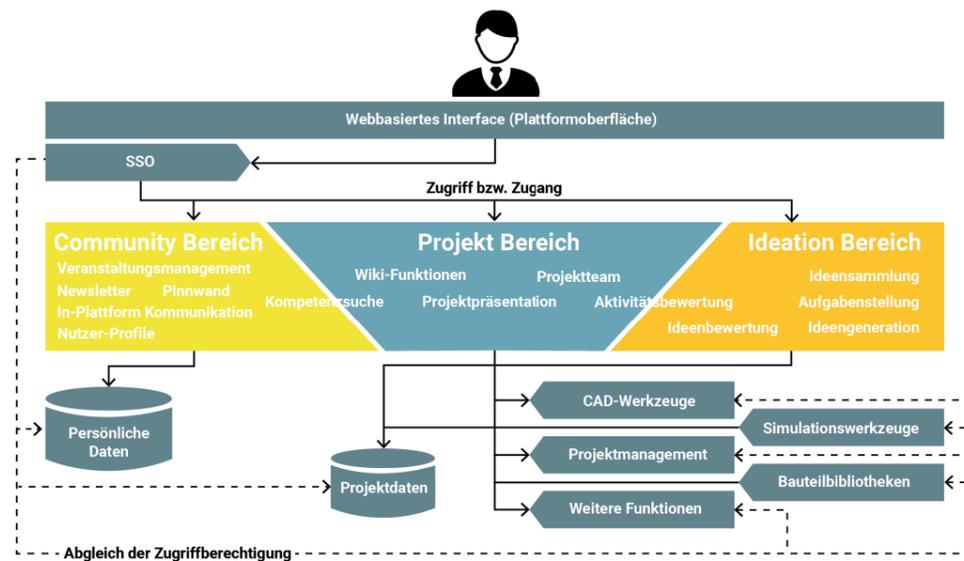


Abbildung 20: Aufbau der entwickelten Crowd-Engineering Plattform

In Abbildung 20 ist der Aufbau der entwickelten Crowd-Engineering Plattform RoboPORT dargestellt. Die Plattform ist für jede Art von Usern aus dem Internet erreichbar. Dies wird mittels der web-basierten Oberfläche ermöglicht. Um einen einheitlichen Zugriff auf alle Funktionen und Plattform-Elemente zu erlauben und damit eine barrierefreie Nutzung der Funktionalität sicherzustellen, erfolgt der Login über eine entsprechend konfi-

Da Crowd-Engineering sinnvollerweise in Projekten organisiert ist, stellt der Projektbereich hierfür den Arbeitsraum bereit. Die Strukturierung ist hierarchisch, wobei eher die Informationsdetaillierungstiefe gemeint ist. Diese Detaillierung lässt sich in vier Ebenen einteilen, wie in Abbildung 20 dargestellt.

Channel:

Ein Channel stellt eine thematische Klammer dar oder kann ein Unternehmen oder ein Initiative repräsentieren. So sind die im Projekt bearbeiteten Use-Cases als Channel angelegt. Im Channel kann der Channel-Eigentümer, der ebenfalls in der Rolle Channel-Manager aktiv ist, Projekte erstellen. Der Channel dient zur Außendarstellung des Themas, des Unternehmens oder der Initiative und ist somit immer sichtbar für die Community-Mitglieder. Auch werden Informationen zu Channel-Inhalten als Teaser für die Community-Mitglieder sichtbar gemacht. Um aber Details und im Channel verortete Detailebenen zu sehen, muss das Community-Mitglied ebenfalls Channel-Mitglied werden. Der Zutritt bzw. die Mitgliedschaft können offen (ohne Zulassungsbeschränkung) oder mit Moderation (Prüfung der Anfrage durch Channel-Manager) oder gar ausschließlich auf Einladung erfolgen.

Projekt:

Als erste Strukturierung stellt das Projekt eine digitale Repräsentation eines Crowd-Projekts dar. Es wird an einer Aufgabenstellung mit einem klaren Ziel sowie einer zeitlichen Richtschnur gearbeitet. Die Visualisierung von projektspezifischen Informationen unterstützt das Projektmanagement des Crowd-Engineering Projektes. So können Zeitpläne erstellt, Aufgaben geplant, Fortschritte analysiert und Interaktionen angestoßen, durchgeführt und getrackt werden. Wichtig ist die weitere Unterteilung des Projektes in Tasks und Sub-Tasks.

Task:

Ein Projekt wird in einzelne Aufgabenpakete oder Teilaspekte untergliedert. Diese Untergliederung, die auch mit einer zeitlichen Planung und ggf. sogar Eigenverantwortlichkeiten verknüpft sein kann, ist ein Task. Abhängig vom Umfang und Komplexität eines Tasks können diese in Sub-Tasks untergliedert werden. Erfolgt keine Untergliederung, entspricht ein Task der Funktion des Sub-Task bzw. vice versa.

Sub-Task:

Ein Sub-Task ist die kleinste Granularität der Unterteilung. Es ist eine Aufgabenstellung, welche durch die Crowd bearbeitet werden soll. Das Bearbeitungsschema kann ganz einfach abstrahiert werden. Die Aufgabe wird erstellt. Es finden sich Interessierte. Diese Community-Mitglieder erarbeiten Ansätze zur Lösung der Aufgabe gemeinsam, in Kleingruppen oder einzeln. Die Ansätze werden bewertet. Entweder folgt eine Überarbeitung des Ansatzes, oder der priorisierte Ansatz ist der Lösungsvorschlag der Community auf die Aufgabe.

Für die Arbeit im Projektbereich stehen verschiedene Werkzeuge und Funktionalitäten zur Verfügung. Diese können ebenso erweitert oder eingeschränkt werden. Sinnvollerweise dienen diese Funktionen direkt der Erreichung von zielführenden Lösungsvorschlägen. Dabei können neben Design-Funktionen auch Validierungs- und Berechnungsfunktionen eingesetzt werden, um so die Lösungsqualität weiter zu erhöhen.

In frühen Phasen des Crowd-Engineering Projektes, wenn das Ziel klar ist, aber Anknüpfungspunkte für einen Lösungsansatz fehlen, können im Ideationsbereich Prozesse der Open Innovation genutzt werden. Dies kann helfen, Anknüpfungspunkte zu generieren, oder aber Impulse aus der Community zu sammeln. Wann immer Prozesse der Open Innovation zielführend erscheinen, lassen sich Abläufe im Ideationsbereich nutzen.

Exkurs Ideation mit innosabi

Wie von klassischen Ideen- oder Innovationstrichtern beschrieben, geht es bei frühen Ideation-Phasen oder bei der Lösungssuche vor allem darum, kontinuierlich konkreter zu werden, um die Ideen letztendlich in die Umsetzung zu überführen. Ideation umfasst folglich nicht nur das Sammeln von Ideen, sondern auch deren Ausarbeitung, Anpassung, kritisches Hinterfragen und Verknüpfen mit anderen Ansätzen. Eines der ausgewiesenen Ziele der Crowd-Engineering-Plattform ist es, dass diese Form von Ideation in Kollaboration zwischen den Community-Mitgliedern erfolgt. Ideen sollen nicht zwingend von einzelnen Ideengebern als vollständig ausgearbeitete Konzepte auf der Plattform eingereicht werden, sondern schon im Frühstadium ihren Weg in die Community finden, um dort im Austausch mit anderen Mitgliedern zu reifen – oder gegebenenfalls verworfen zu werden. Um dies mit einer größeren Zahl Community-Mitgliedern zielführend und strukturiert umzusetzen, kommen verschiedene Funktionen und Mechanismen zum Einsatz. Ähnlich wie bei Brainstorming- oder Design Thinking-Formaten in kleineren Gruppen oder Workshops, ist es auch bei digitaler Co-Creation wichtig, dass die Ideen zu Beginn möglichst einfach platziert

und geteilt werden können. Indem die Bewertung der Ideen am Anfang einer Ideation-Phase (und somit auch die Gefahr mit einem Beitrag auf Ablehnung zu stoßen) eine untergeordnete Rolle einnimmt, wird die Hürde zu Teilnahme bewusst gesenkt. Direkt als Antwort auf die Beschreibung eines Problems können die Community-Mitglieder Ideen in Form von Social Media-ähnlichen Posts teilen. Das Anhängen von Bildern, Verlinkungen von anderen Mitgliedern über einfache „@-Tags“ sowie die minimalistisch gestalteten Eingabefelder grenzen die Ideeneinreichung stark von klassischen Wettbewerbs- oder Juryformaten ab. Die Teilnehmer begreifen dadurch schnell, dass offener Austausch und das Teilen von un- ausgearbeiteten Ideen ausdrücklich erwünscht ist. Durch die niedrige Einstiegshürde wird im Idealfall schnell ein Fundament an ersten Ideen geschaffen, welches den anderen Community-Mitgliedern Anknüpfungspunkte, Inspiration oder Hintergrundwissen für weitere Ideen liefert. Da in der Regel alle Beiträge für die Community sichtbar sind, wird eine Art Schneeballeffekt begünstigt: Die geteilten Ideen signalisieren, dass sich andere Mitglieder bereits mit dem Thema befassen, was wiederum die Hürde für andere Teilnehmer senkt und zu weiteren Ideen führt, die auf den bereits erarbeiteten Ansätzen

aufbauen können. Der Austausch von Wissen und Kollaboration rund um einzelne Ideen erfolgt in Form von Kommentaren – ebenfalls angelehnt an die gängigen Social Media-Formate. Jede eingereichte Idee wird somit zum potentiellen Startpunkt für eine Diskussion mit anderen Ideengebern oder Anknüpfungspunkt für Ergänzungen und Erweiterungen. Der ursprüngliche Beitrag wird zusammen mit allen Kommentaren als eine Idee verstanden und auf der Plattform weitergeführt. So wird die kontinuierliche Konkretisierung im Ideation-Prozess unterstützt. Bei jeder Form von zielgerichteter Ideation ist erfolgsentscheidend, dass die Menge von Ideen nicht stetig anwächst und Diskussionen sowie neue Beiträge nicht zu weit vom Thema abweichen. Neben Moderatoren, die die Diskussionen begleiten und Rückfragen an die Ideengeber stellen, können auch Funktionalitäten der Plattform dazu beitragen, Strukturen zu schaffen. Damit sich potentielle Lösungen oder „gute“ Ideen im Laufe der Ideation herauskristalisieren, können verschiedene Evaluationsmöglichkeiten parallel zur Ideation eingesetzt werden. Beispielsweise können schon einfache „Likes“, die von den Teilnehmern vergeben werden, dabei helfen besonders gute Beiträge herauszufiltern. Weitere

Möglichkeiten reichen von detaillierten Bewertungsskalen und Voting-Mechanismen bis hin zur Interpretation von Nutzeraktivitäten wie z.B. die Anzahl der Kommentare oder der involvierten Teilnehmer. Durch die Kombination aus Sortierfunktionen, welche die besonders aktiven Diskussionen im Ideenpool präsent platzieren, und Textanalyse, die schon bei der Eingabe neuer Ideen überprüft, ob gleiche oder ähnliche Inhalte bereits vorhanden sind, wird die digitale Ideation auf der Plattform ganz einfach skalierbar – für potenziell unendlich viele Teilnehmer.

Anwendungsbereiche

Geeignete Produkte und Produktsegmente

Crowd-Engineering ist ein neuartiger Ansatz. Damit fehlt bei vielen Unternehmen oder Community-Mitgliedern die Erfahrung zur Eignung ihres Projekts für die Entwicklung in der Community.

Für Community-Mitglieder ist diese Hürde wenig kritisch. Durch den einfachen und barrierefreien Zugang zu anderen Community-Mitgliedern können sie auf die Erfahrung und das Wissen der Community setzen. Vielfach wird dies auch als "Wisdom of the Crowd" bezeichnet und wurde erstmals von James Surowiecki postuliert [Surowiecki 2004].

Für Institutionen und Unternehmen ist die Situation um ein Vielfaches schwieriger. Aufgrund ihrer wirtschaftli-

chen Denkweise – Aufwand muss einen Nutzen erzeugen. Fehlgeschlagene Initiativen sind fast immer als Verlust zu werten, außer die Initiative hat langfristig den Aufbau und die Betreuung einer eigenen Community geplant. Dann haben Rückschläge einen direkten Mehrwert, da die Organisation daraus lernt.

Um die Eignung eines Produktes für Crowd-Engineering Prozesse besser einzuschätzen, lassen sich Kriterien für die Bewertung heranziehen [Afuah et.al 2012]. Diese Bewertungskriterien lassen sich in förderliche und hemmende Kriterien einteilen, wie aus der nachfolgenden Darstellung zu entnehmen.

Förderliche Kriterien



Wissensstand der Community zur Entwicklungsaufgabe

Um viele Unterstützer für eine Crowd-Engineering Aufgabe zu motivieren, muss eine belastbare Anzahl der Community zur Aufgabe beitragen können. Dazu bedarf es eine ausreichende Übersicht über das Themenfeld und eine ausreichende Qualifikation. Selbstverständlich sind nicht alle Crowd-Worker Experten im Themenfeld, im Mittel muss die Community aber auf eine ausreichend belastbare Expertise zugreifen können. Sonst kann das erzielte Ergebnis niemals den Anforderungen entsprechen [Afuah et.al 2012].

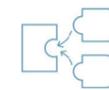
Hemmende Kriterien



Komplexität der Entwicklungsaufgabe

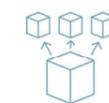
Je größer die Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren, desto größer die Komplexität. Aufgaben mit hoher Komplexität haben eine eingeschränkte Kommunizierbarkeit. Dies kann das Verständnis bei den Community-Mitgliedern erschweren. Damit wird die Bearbeitung abstimmungsintensiv und fehleranfällig [Afuah et.al 2012]. Extrembeispiele sind "immobile Problemstellungen", die nur durch Analyse vor Ort erfassbar sind.

Förderliche Kriterien



Modularität der Entwicklungsaufgaben

Produkte mit einer modularen Produktarchitektur können unabhängig von entwickelt werden [Afuah et.al 2012]. Diese Entkopplung erlaubt eine Verteilung von Unteraufgaben auf verschiedene Akteure. Da die einzelnen Teilergebnisse durch klare Schnittstellen zusammenwirken, können Entwicklungsgeschwindigkeit und Iterationen für jedes Modul frei festgelegt werden, was die Flexibilität erhöht [Benkler 2006].



Granularität der Entwicklungsaufgaben

Die Granularität je Teilaufgabe (Task) reduziert den Arbeitsaufwand je Arbeitsschritt (Sub-Task). Damit können die Crowd-Worker schneller erfolgreiche Ergebnisse teilen. Viele Crowd-Worker arbeiten in Arbeitspausen oder der Freizeit an so sogenannten "Pet-Projects" [YourDictionary 2020], was die gesamt verfügbare Arbeitszeit limitiert. Bei geringem Zeitaufwand für ein positives Ergebnis ist der benötigte Anreiz (Incentivierung) deutlich geringer [Benkler 2006] und es finden sich mehr Beteiligungswillige [Tran et.al 2012].

Hemmende Kriterien



Implizites Wissen - Rahmenbedingungen und Interessen

Implizites Wissen sind Informationen, die nicht kommuniziert werden und damit nicht allen Beteiligten gleichermaßen zugänglich sind. Gründe sind vielfältig. Entweder es fällt den Verantwortlichen schwer relevante Zusammenhänge verständlich darzustellen oder eine Vorenthaltung unterstützt eigene Interessen. Dazu können aber auch von Dritten gesetzte Rahmenbedingungen zählen [Afuah et.al 2012].



Geheimhaltung

Werden aufgrund von Geheimhaltungsvereinbarungen Informationen oder bereits existierende Gedanken oder Ansätze nicht kommuniziert, schränkt das den Erfolg des Crowd-Engineering ein. Denn durch das eingeschränkte Wissen zur Aufgabe können die Entwicklungsergebnisse außerhalb des angestrebten Lösungsraums liegen [Dawson et.al 2012].

Förderliche Kriterien



Bedeutsamkeit der Aufgabe

Um eine intrinsische Motivation zu entwickeln spielt die Sinnhaftigkeit der Entwicklungsaufgabe durch die Community-Mitglieder eine wichtige Rolle. Denn wenn eine Aufgabe aus Sicht des Mitarbeitenden bedeutsam ist, identifiziert sich diese Person damit und übernimmt Verantwortung. Ebenso ist die Erkenntnis, welchen Beitrag leistet die Einzelaufgabe zur Erreichung der übergeordneten Aufgabe, für die Sinnstiftung wichtig. Damit steigt der Wertbeitrag des Einzelnen und dies hat positiven Einfluss auf das Gesamtergebnis [Hackman et.al 1975].



Autonomie der Entwicklungs-Community

Bei der Autonomie stehen die gebotenen Freiheitsgrade bei der Arbeitsverrichtung im Vordergrund. Je größer die Autonomie bei der Bearbeitung der Entwicklungsaufgaben, desto stärker lassen sich Interessen und Ideen der Community-Mitglieder im Ergebnis verwirklichen. Damit steigt die Bereitschaft der Bereitstellung von Arbeitskraft [Nerdinger 2011]. Außerdem erlauben größere Freiräume die volle Ausschöpfung des denkbaren Lösungsraums, was zusätzliches, bisher nicht betrachtetes Potenzial birgt.

Hemmende Kriterien



Einschränkung durch Gesetzgebung und Regulation

Abhängig vom Einsatzzweck existieren Regularien, die Rahmenbedingungen für die Inverkehrbringung, die Anwendung oder die Qualität und Umfang der Dokumentation. Damit haben Einschränkungen, die aus Richtlinien, Gesetzen oder hoheitlichen Anordnungen gravierende Auswirkung auf die Entwicklung von Baugruppen oder Produkte. Nicht immer kann eine Konformität zwischen Anforderung aus der Richtlinie/Gesetz und der Art der Community-basierten Entwicklung hergestellt werden, was den Einsatz von Crowd-Engineering limitiert [Harer et.al 2018].

Förderliche Kriterien



Rückmeldung

Eine Bewertung des Beitrags ist für den Einzelnen wichtig. Dabei spielen Güte, Qualität der geleisteten Arbeit ebenso eine Rolle wie die Art wie die Ergebnisse in die weiteren Schritte der Entwicklung einbezogen werden oder auch nicht. Diese Rückmeldung erlaubt eine Selbsteinschätzung der eigenen Arbeitsleistung inkl. Abgleich mit eigenen Leistungsparametern. Eine fehlende Kommunikation wirkt sich schnell negativ auf die Leistungsfähigkeit der Community aus, da die Motivation des Einzelnen abnimmt.

Neben der Untersuchung der allgemeinen Anwendbarkeit des Crowd-Engineerings muss jede Institution überprüfen, welche Mehrwerte der Einsatz des Crowd-Engineerings erzeugt. Dabei kann eine Nutzen-Risiko-Abwägung wichtige Erkenntnisse bringen. Dabei zeigen Trends und Entwicklungen potenzielle Ansatzpunkte (siehe Abbildung 21) [Gassmann 2006].

Potenzielle Mehrwerte müssen immer gegenüber den Risiken abgewogen werden. Und ein wichtiger Aspekt ist dabei die Öffnung des Entwicklungsprozesses, was abhängig von Technologie und institutioneller Kultur einen Wissensabfluss oder externen Zugriff auf internes Know-How bedeutet.

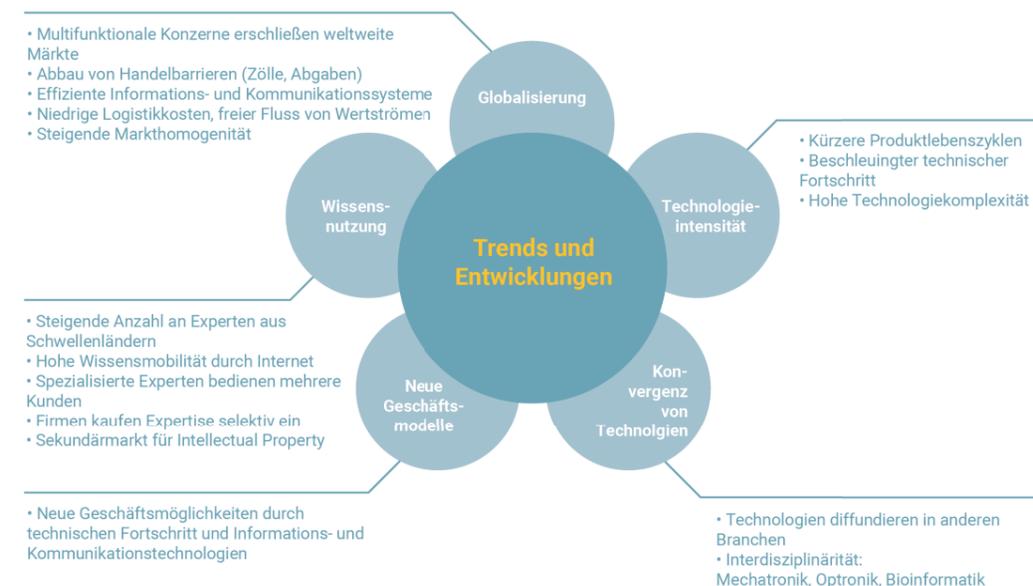


Abbildung 21: Trends und Ansätze als Treiber für Crowd-Engineering (basierend auf Crowdsourcing gemäß [Gassmann 2006])

Geeignete Branchen

Auch wenn der Einsatz von Crowd-Engineering sehr stark vom jeweiligen Produkt bzw. der Entwicklungsaufgabe abhängig ist, kann die Eignung von Branchen im Allgemeinen bewertet werden (Abbildung 22). Dabei stellt die Klassifizierung nur eine allgemeine Perspektive dar, die immer auch durch Ausnahmen aufgelöst werden kann.

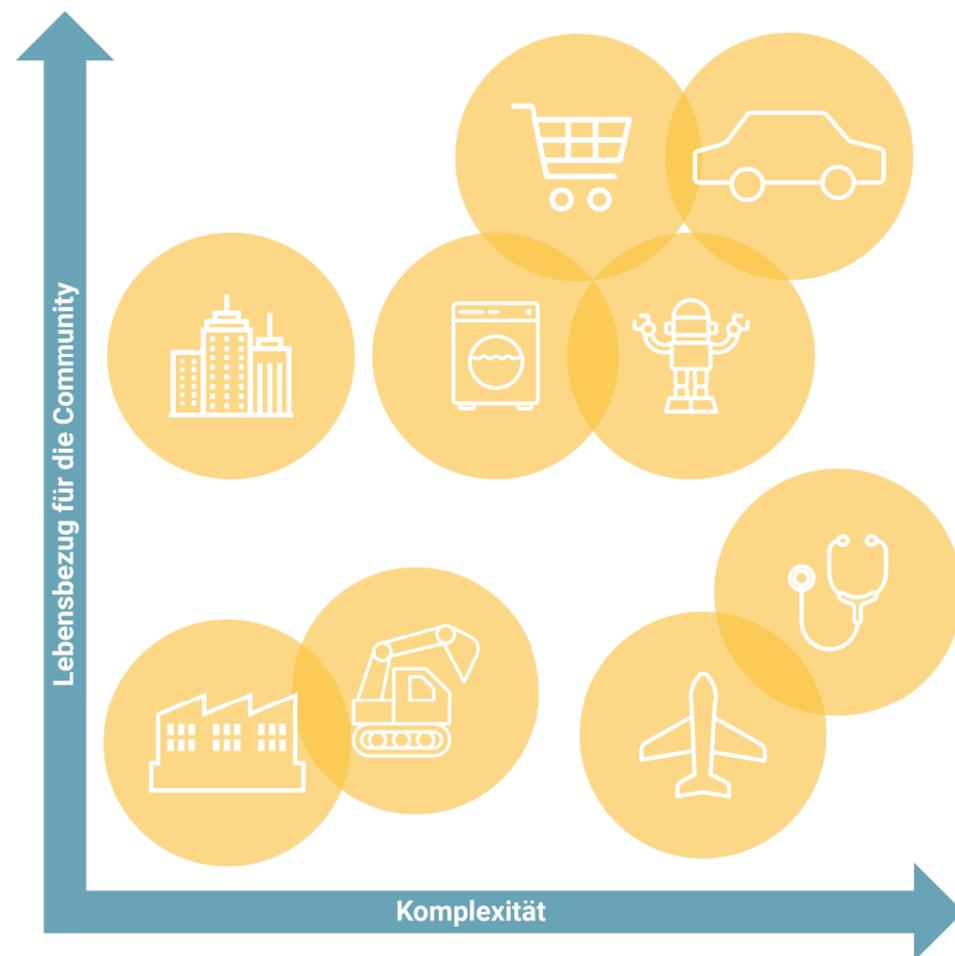


Abbildung 22: Brancheneinteilung hinsichtlich Eignung für Crowd-Engineering

Eine hohe Eignung liegt vor, wenn die Komplexität in der jeweiligen Branche nicht zu hoch ist. Komplexität entsteht in diesem Kontext durch Regulierungsanforderungen, hohe Anzahl verschiedener Technologien und das Zusammenspiel verschiedener Domänen. Mit zunehmender Komplexität wird es schwieriger, alle Rahmenbedingungen verständlich aufzubereiten und zusätzlich

sicherzustellen, dass diese auch berücksichtigt werden.

Die zweite Dimension ist die Lebenswirklichkeit der Community-Mitglieder. Je interessanter es für die Community ist, einen Beitrag zu leisten, desto eher sind sie bereit, sich selbst mit Rahmenbedingungen, Regularien

und Begrenzungen zu beschäftigen. So sind Themenfelder, die Entwickler auch im Privaten beschäftigen, interessant für die intrinsisch motivierte Entwicklung von Funktionen, Baugruppen und technischen Lösungen. Insbesondere Kraftfahrzeuge üben eine hohe Faszination und Attraktivität aus, wie auch der Fall Local Motors (siehe Exkurs Local Motors) zeigt. Es gibt aber immer mehr Unternehmen, die einen Mehrwert in der Interaktion mit Kunden bzw. Nutzern sehen. So ist ein prominentes Beispiel der Spielzeughersteller Lego (siehe Exkurs Lego).

Jede der Dimensionen lässt sich auf die zuvor genannten Kriterien zurückführen. Denn nur unter Anwendung dieser Kriterien nach Afuah und Tucci kann auch ein Freischneiden von potenziell interessanten Produkteinheiten erfolgen [Afuah et.al 2012].

Exkurs Local Motors

Das von Jay Rogers gegründete Unternehmen war das erste, welches sich den Community-Ansatz zunutze machte. Local Motors startete in USA mit Online-Wettbewerben, diesen waren offen für alle, waren gleichzeitig aber die jeweiligen örtlichen Rahmenbedingungen angepasst. Mit jedem Event steigen die Zahlen der Einreichungen und der aktiven Teilnehmer. Ausgehend. Innerhalb eines halben Jahres kommt man soweit, dass ausreichend Impulse gesammelt wurden und die Produktion des Community-Fahrzeugs angekündigt werden. Aufbauend auf Skizzen und Konzeptzeichnungen beginnen die Entwicklungsiterationen. So werden aus Skizzen Designentwürfe. Diese werden ausgearbeitet, um Proportionen und Abmessungen festzulegen. Die Community bleibt weiterhin stark eingebunden. Auch wenn ein kleines Team sicherheitskritische Elemente definiert und vorgibt, kann die Community wichtige Bestandteile autonom entwickeln, wobei feststehende Informationen aus früheren Phasen als Rahmenbedingungen dienen. So gelingt es innerhalb von 2 Jahren und mit einer Entwicklungsinvestition von 3,6 Millionen Euro ein taugliches Fahrzeug zu entwickeln.

So zeigt das Beispiel von Local Motors, dass es sehr wohl funktioniert ein komplexes Produkt zur Marktreife zu entwickeln. In der Welt des Web 2.0 und der Do-it-yourself-Welle funktioniert die Mischung aus konventioneller Entwicklung und Beiträgen aus der Community. So werden sicherheitskritische Elemente durch ein Expertenteam festgelegt, wodurch aber die Kreativität der Community nicht völlig limitiert wird.

Der Rally Fighter ist das erste Fahrzeug überhaupt, welches unter "Creative Commons" lizenziert ist. Die Entwicklungsdaten sind Open Source und stehen zur Verfügung. Die Fahrzeugbesitzer können jederzeit Änderung und Anpassungen am Produkt vornehmen. Alle Elemente des Rally fighters wurden durch die 2900 Community-Mitglieder aus 100 Ländern entwickelt. In Summe vereint der Rally Fighter somit die besten Ideen aus 35000 Designentwürfen. Auch wenn der Rally Fighter von Local Motors ist ein spezielles Fahrzeug ist, wurde er innerhalb des ersten Jahres bereits 22 mal gebaut [Buhse et.al 2011].



Abbildung 23: Entwicklungsstufen des Rally Fighters (Quelle: Local Motors [Buhse et.al 2011])

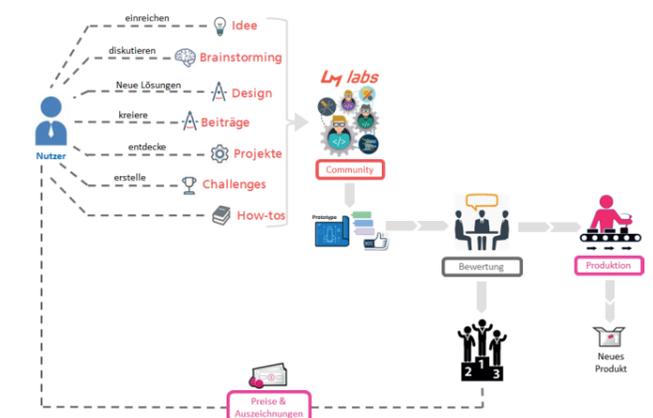


Abbildung 24: Darstellung des Co-Creation Prozesses von Local Motors (Erstellung basierend auf www.localmotors.com und [Buhse et.al 2011])

Exkurs Lego

Ein anderes interessantes Beispiel stellt der Spielzeughersteller Lego dar. In 2008 startete Lego die Plattform Lego Cusoo, welche in 2014 als Lego Ideas ein relaunch erhielt. Auf der Plattform haben die Kunden des Herstellers die Möglichkeit neue Ideen für Bausätze oder Produktserien einzureichen. Das Besondere ist, dass jeder seine Idee platzieren kann. Um aber wirklich als relevant wahrgenommen zu werden, müssen Interessierte zu Unterstützern werden. Nur wenn es dem Einreicher gelingt mindestens 10.000 Unterstützer/Interessenten für den Bausatz oder die Baureihe zu mobilisieren, prüft die Lego-Entwicklungsabteilung den Vorschlag. Entspricht die Einreichung den Lego-internen Kriterien für Bausätze und Produktserien, erfolgt die Überarbeitung des Konzeptes, um für Produktion und Vertrieb geeignet zu sein. Erfolgt der Vertrieb erfolgreich, so werden Anteile des Ertrages in Form von Preisen und Auszeichnungen ausgeschüttet.

Damit gelingt es dem Hersteller aktuelle Trends und Interessen frühzeitig zu erkennen. Durch das bessere Adressieren von Kundenbedürfnissen kann auch die Kundenbindung gestärkt werden. Außerdem werden die Community-Mitglieder immer wieder ermutigt, mit anderen potenziellen Kunden in Austausch zu treten. So nutzt Lego die bestehende aktive Community zur Bewerbung von neuen Impulsen.

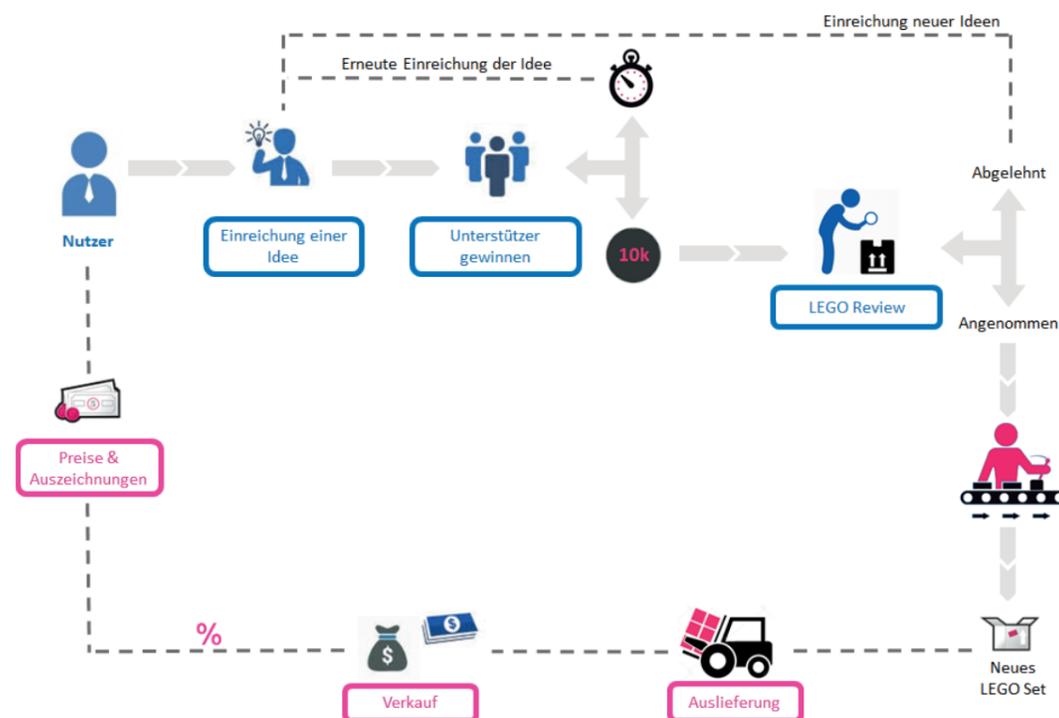


Abbildung 25: Darstellung des Co-Creation Prozess LEGO ideas (Erstellung nach [Tidd et.al 2013, Academic Assist 2015, Panda 2019])

Use-Cases

Die Beschreibung von Use-Cases stellt die Bedeutung des Crowd-Engineering in den gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Kontext. Beispiele zeigen konkrete Anknüpfungspunkte auf und bieten so einen haltbaren Ansatz.

Drei Beispiele kommen direkt aus dem Projekt RoboPORT. Sie haben das Projekt immer wieder mit Impulsen angetrieben. Gleichzeitig konnten an ihnen die Nutzung des Ansatzes Crowd-Engineering konkret erprobt und direkte Erkenntnisse erzeugt werden. Diese Erkenntnisse sind nachfolgend aufbereitet dargestellt.

rob@work mini

Das rob@work mini Projekt ist ein vom Fraunhofer IPA auf der RoboPORT-Plattform Open-Source aufgestelltes Entwicklungsprojekt, das die Entwicklung einer miniaturisierten mobilen Roboterbasis zum Ziel hat. Der ur-

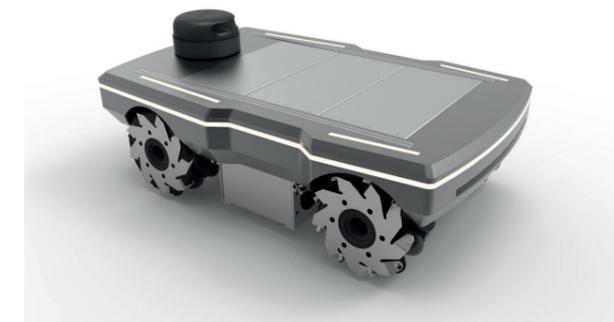


Abbildung 26: 3D-Rendering der Robotikbasis rob@work mini

sprüngliche Anwendungsfall, für den die Roboterbasis entwickelt wurde, ist das Veranschaulichen einer am Fraunhofer entwickelten autonomen und kollaborativen Navigationssoftware für AMR (Autonomous Mobile Ro-

bots). Beispielsweise auf Messen oder bei Kundengesprächen wird dabei mittels einer Flotte dieser kleinen günstigen rob@work minis das kollaborative Verhalten von mehreren Robotern demonstriert. Über diesen Einsatz als Demonstrator hinaus gab es keine Bestrebungen, die Plattform am Fraunhofer IPA weiter zu verwenden.

Nachdem die Konstruktions- und Entwicklungsdaten des rob@work mini Projekts auf der RoboPORT-Plattform der Community zur Verfügung gestellt worden waren, diente diese Roboterbasis schon nach kurzer Zeit als Ausgangspunkt und technologische Grundlage für mehrere weitere Projekte und neue Use-Cases. Wegen des Lowcost-Charakters der Konstruktion, der modularen elektromechanischen Schnittstellen sowie des für zusätzliche Komponenten freigehaltenen Bauraums eignet sich die rob@work mini Roboterbasis sehr gut für Weiterentwicklungen in der Community. So wurde die Roboterbasis in mehreren Hackathons verwendet, um weitere Aufbauten darauf zu entwickeln: In der von dem Unternehmen Wagner bereitgestellten „Robo-Challenge“ wurde beispielsweise ein Prototyp eines autonomen Farbsprühsystems für Wände auf der Basis aufgebaut, und ein weiterer Prototyp als mobiles Kartographier-System, um Räume zu vermessen. Weiterentwicklungen sowie Erfahrungen, die in solchen Community-Projekten an der Roboterbasis gemacht wurden, flossen in das zugrundeliegende rob@work mini Projekt zurück. Darüber hinaus waren Download-Zahlen und Anfragen zum Kauf der rob@work mini Roboterbasis so hoch, dass damit begonnen wurde, ein verkaufsfähiges Entwickler-Kit des rob@work minis zu entwickeln und anzubieten, das von Entwicklern online gekauft und nach dem IKEA-Prinzip nach Anleitung zusammengesetzt und in Betrieb genommen werden kann.

Mithilfe der vielen hinzugewonnenen Anwender des rob@work minis wurde nicht nur die Weiterentwicklung der Roboterbasis enorm beschleunigt, auch hat sich ein neuer Business-Case und Marktzugang für das rob@work mini Entwickler-Team aufgetan: Durch die Bereitstellung der Konstruktions- und Entwicklungsdaten hat sich die Roboterbasis in der Community schnell verbreitet, und ein Netzwerk von neuen Anwendern entsteht, das dieselbe Basistechnologie verwendet. Auch im industriellen Kontext wird die Lowcost-Roboterbasis mittlerweile in Entwicklungsabteilungen verschiedener Unternehmen eingesetzt. Darauf aufbauende höherentwickelte

Technologien, wie die vom Fraunhofer IPA entwickelte autonome Navigationslösungen, erhalten mit dieser Roboterbasis leichter Zugang zu neuen Anwendungen und können im industriellen Kontext schnell und praktisch erprobt werden.

Das Ergebnis dieses erfolgreich auf RoboPORT erprobten Use-Cases zeigt anschaulich, dass frei zur Verfügung gestellte Projekte und die dahinterstehenden Technologien von einer Tech-Community schnell aufgegriffen und wiederverwendet werden können. Die zur Verfügung gestellten Technologien werden dabei oft nur als

Baustein in gänzlich neue Anwendungsfälle mit anderen Problemstellungen transferiert. Die Entwicklung der neuen Projekte beschleunigt sich dadurch erheblich, da sich die Projektteams auf neue Features, Teilsysteme und dahinterstehende Alleinstellungsmerkmale konzentrieren können. Damit auch ein Basisprojekt von darauf aufbauenden neuen Projekten profitieren und eine Weiterentwicklung zurückfließen kann, ist es wichtig, dass das Basisprojekt selbst aktiv ist und die Entwickler dahinter kontaktierbar sind. Dies umfasst Support von neuen Entwickler-Teams und das aktive Zurückspielen und Implementieren von Weiterentwicklungen.

Laundry-Care Robot

Als Unternehmen beschäftigt sich BSH Hausgeräte mit verschiedensten Anwendungen im Kontext des Haushaltes. Dabei spielen auch immer Maschinen und Geräte im Kontext der Wäschepflege eine bedeutende Rolle. Diese Themenfelder sind auch als Validierungsanwendungsfälle im Projekt RoboPORT dabei. So gab es innerhalb des Projektes zwei Validierungsansätze. In beiden Fällen wurde versucht, die Community und deren Fähigkeiten zu nutzen.

Smart Home Robotics Makeathon

Beim Makeathon "Smart Home Robot" wurde die Veranstaltung in eine größere Maker-Veranstaltung eingebettet. Die ausgerufene Challenge war es, eine Lösung für die gewaschene Wäsche zu konzeptionieren, um diese zu trocknen.

Der Makeathon wurde als Teil des Crowd-Engineerings konzipiert. Somit war sie in verschiedene Sequenzen unterteilt, welche teils virtuell teils physisch stattfanden.

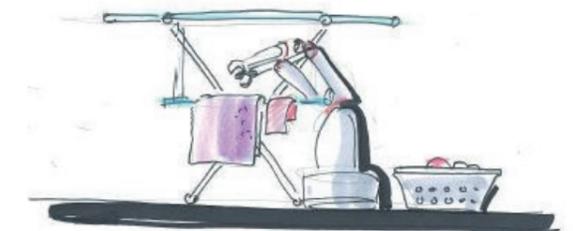
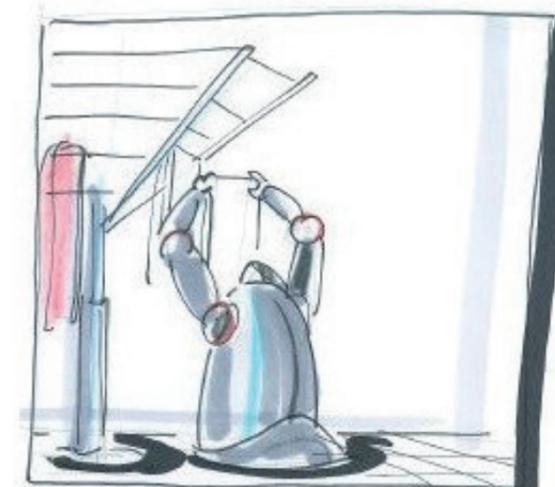


Abbildung 28: Skizzen zur Inspiration bereitgestellt auf der Plattform

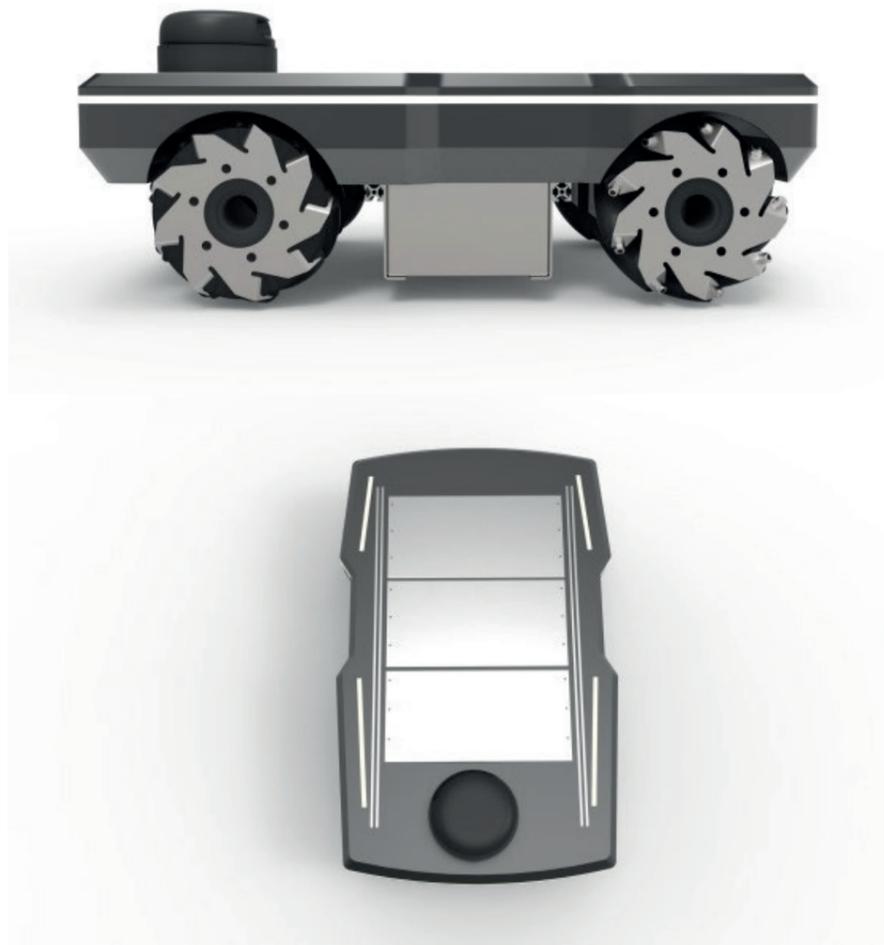


Abbildung 27: 3D-Rendering, verschiedene Perspektiven des rob@work mini

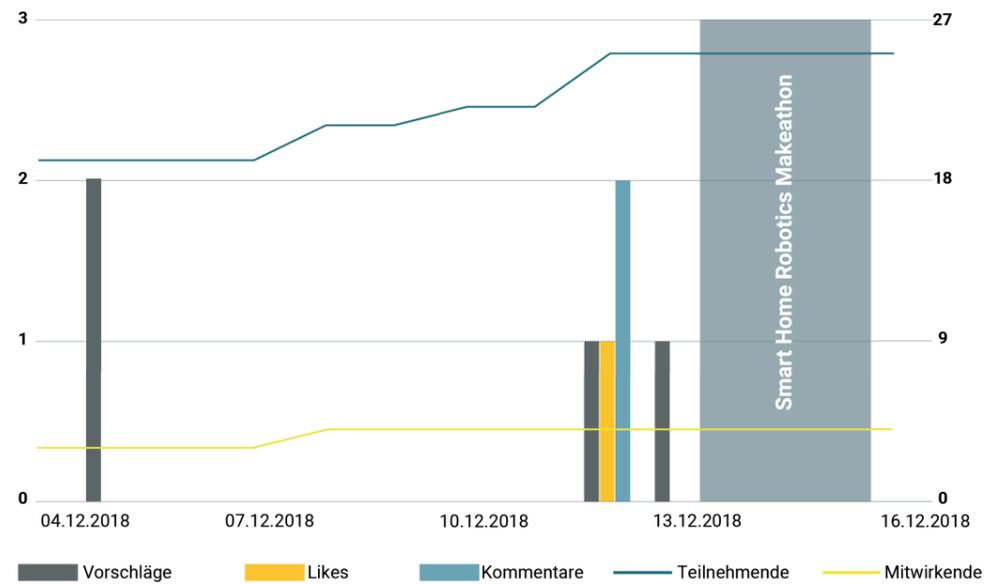


Abbildung 29: Aktivitätsstatistik in Vorbereitung zum physischen Teil des Makeathons

1. Nach dem Launch der Veranstaltung und der Veröffentlichung der Challenge waren alle Teilnehmer aufgerufen, erste Ideen, Konzeptskizzen und Impulse (Auswahl siehe Abbildung 28) auf der Crowd-Engineering Plattform hochzuladen. Über diese Konzepte erfolgten die Diskussion und der Austausch (Abbildung 29).

2. In Zusammenarbeit zwischen Fraunhofer IAO und BSH erfolgte die Umgestaltung des Digital Engineering Lab (im Zentrum für virtuelles Engineering am Fraunhofer IAO) in einen Maker-Space. Ziel war es, einen Kreativ-Raum mit verschiedenen zugänglichen Ressourcen zu schaffen. Die Maker sollten alles für die Realisierung ihrer Ideen nutzen können. So waren Entwicklungsrechner mit leistungsfähiger Entwicklungssoftware verfügbar. Ebenso standen Baukästen mit Metallkomponenten und Robotik-Elementen zur Verfügung. Außerdem konnten individuelle Bauelemente mittels Fused-Deposition-Modelling im Maker-Space produziert werden.

Um aber den Ansatz des Crowd-Engineerings zu leben, mit den agilen Komponenten, erfolgte eine Unterteilung der beiden Tage:

Begrüßung und Challenge

Das Team von BSH empfing alle Teilnehmer im Maker-Space. Es gab Getränke und Snack, um das Ankommen zu erleichtern. Außerdem hatten die Teilnehmer die Möglichkeit den Raum zu erkunden.

Das Team von BSH führte die Aufgabenstellung der Challenge nochmals aus, und welche Preise locken können. Ebenso wurde das Team des Digital Engineering Labs vorgestellt, die mit Rat und Tat unterstützen würden.

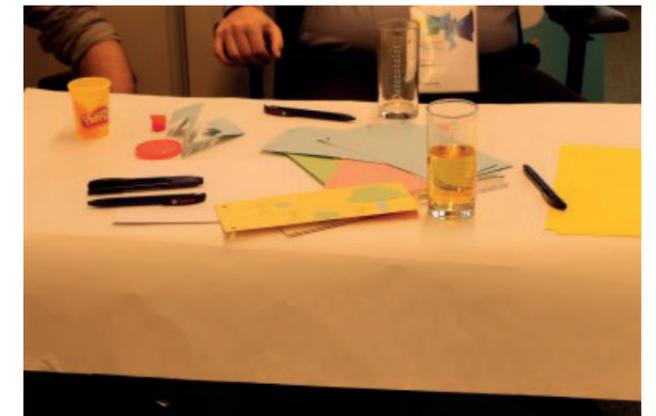
Physisches Kennenlernen

Gemäß dem Credo für die Schaffung von funktionierenden Teams "Forming, Storming, Norming, Performing" nach Tuckman [Tuckman 1965], gab es eine simple Aufgabe für das Kennenlernen untereinander. Durch die einfache Aufgabe und erste zögerlicher Zusammenarbeit im kreativen Bereich, losgelöst von der Bearbeitungsaufgabe, lernten sich die Teilnehmer kennen.

Danach erfolgte eine Hinführung zur Challenge. Dazu waren die bereits zusammengetragenen Inhalte verfügbar und wurden von den jeweiligen Beitragserzeugern vertieft. So kristallisierten sich erste Bearbeitungsgruppen heraus.

Entwickeln

Die Gruppen griffen die bereits erzeugten Impulse auf und nutzten die Zeit die Inhalte gemäß der Challenge zu strukturieren und falls nötig zu hinterfragen. So erfolgte die Freisetzung des kreativen Potenzials. Es wurden Aspekte aufgenommen, weiterentwickelt und verändert. Das Vorgehen wurde in der Gruppe strukturiert und gegliedert. Teilweise erfolgte die Festlegung von Verantwortlichkeiten. Oder es wurden Experimente mit bereitgestellten Gegenständen von BSH durchgeführt.



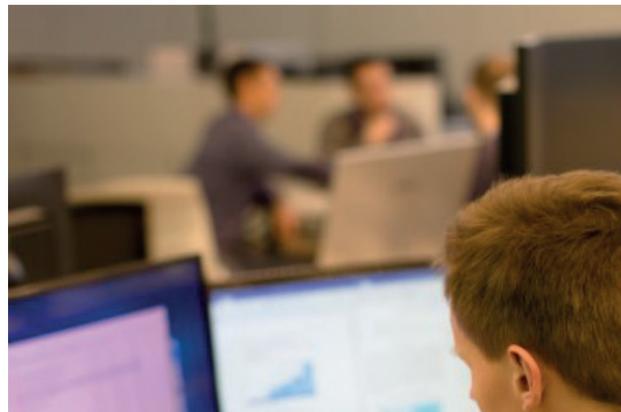
Präsentieren, Diskussion, Feedback

Der Community-Ansatz lebt auch immer davon, dass es regelmäßig zum Review der Entwicklung kommt. Darüber hinaus ist die Diskussion und Fragen zum Entwurf wichtig, um die Ergebnisse gemeinsam weiter zu entwickeln. Dafür erfolgte alle paar Stunden ein Review-Stand-Up statt. Dafür präsentierten die Gruppen ihren Entwurf oder stellten Fragen zu ihren Gedanken. So erfolgte eine gegenseitige Befruchtung.



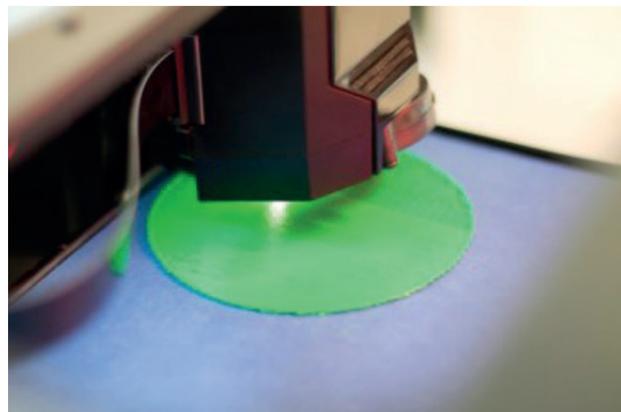
Entwicklung fortsetzen

Diese neuen Impulse wurden in die nächste Entwicklungsphase mitgenommen. Wo als Anknüpfungspunkte für Anpassungen und Überarbeitungen herangezogen wurden. Dabei wurden Konzepte verfeinert oder neu überdacht. Teilweise konnten Impulse aus anderen Teams Probleme auflösen oder für die Lösung eine neue Perspektive eröffnen. Vielfach erfolgt direkt nach Fixierung der Entwicklungsdetails die digitale Umsetzung. Dabei wurde auf Design- und Simulationssoftware zurückgegriffen, um virtuelle Modelle zu erstellen.



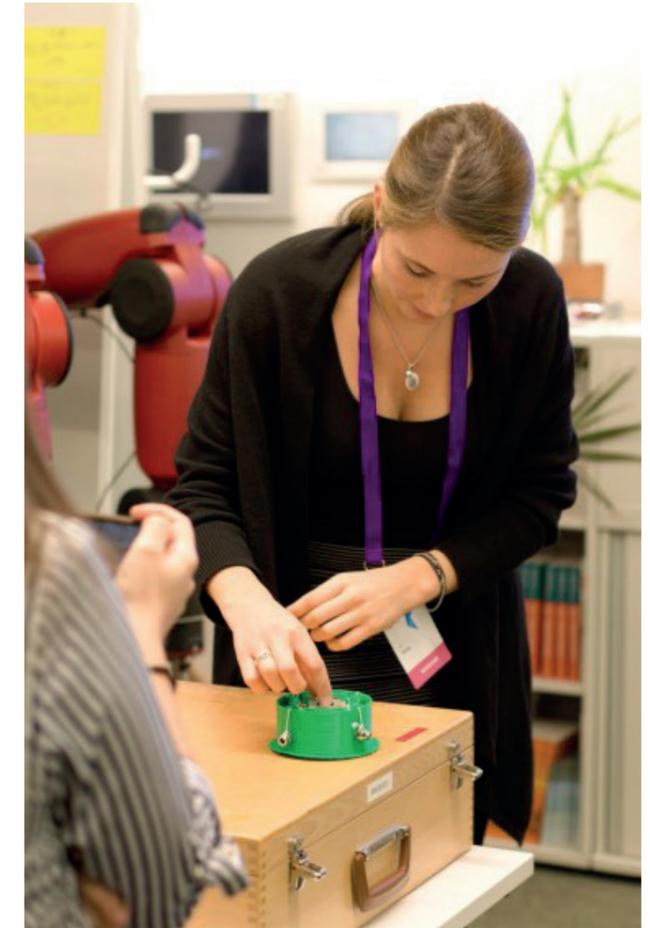
Prototypische Herstellung von Komponenten

Um die Konzepte Zum Leben zu erwecken bedurfte es spezifischer Bauelemente. Deren Form und Funktion ist im Rahmen der Entwicklungssprints konzipiert detailliert und digital konstruiert worden. So war es möglich diese speziellen Formen mittels der verfügbaren Technik Zum Beispiel 3 D Druckern in reale Bauteile zu überführen.



Demonstrator-Aufbau

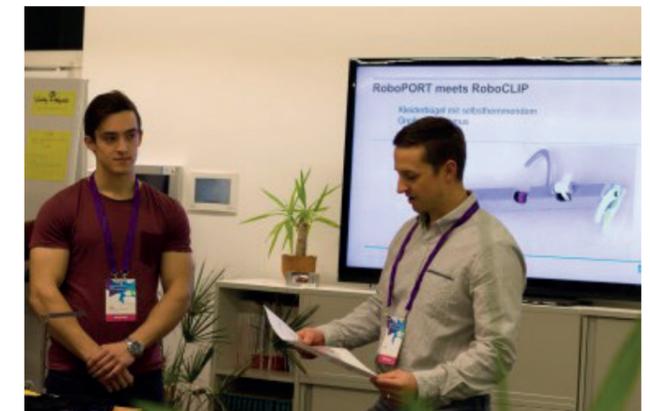
Allen Teams war viel daran gelegen, einen ersten funktionsprototypen aufzubauen. Zielführend war dabei die Kombination verschiedenster Materialien und Konstruktionselemente. Durch den Einsatz additiv gefertigter Bauteile Zug aufteilen und Lego-Elementen erfolgte der prototypische Aufbau von Funktionsmustern. Dabei ging jedes Team gemäß einem eigenen Plan vor. Meist war der Kern der Prototypen die Darstellung der Funktion wie sie im Rahmen des Makeathons ersonnen wurde. Interessant war die Verknüpfung von mechanischer, elektronischer und Software Kompetenz.



Vorbereitung und Pitch

Um die Bewertung der einzelnen Lösungen durch die Jury vorzunehmen, mussten die Lösungen und der Demonstrator präsentiert werden. Da aufgrund des engen Zeitrahmens nicht alle Entwicklungsschritte ausreichend ausdetailliert werden konnten, erfolgte eine Kurzpräsentation der Konzepte, wobei der aktuelle Stand des Demonstrators ebenso präsentiert wurde.

Hier zeigten die Teams ihre volle Schlagkraft, so wurden funktionierende Prototypen präsentiert. Ebenso nutzten Teams Simulationen, um Funktionsweise und Funktionsfähigkeit anschaulich und verständlich darzustellen.



Öffentliche Siegerehrung

BSH war es damit gelungen, neue Lösungsimpulse einzusammeln und aufzunehmen. Dabei zeigten die Crowd-Entwicklungen Schwächen und Stärken, die durch den Austausch mit den Entwickler-Teams eingegrenzt und detailliert beschrieben werden konnten.

3. Im Anschluss wurden Informationen zur Weiterentwicklung ebenso wie ein Austausch-Bereich auf der Crowd-Engineering Plattform aktiv moderiert. Durch die Bereitstellung zu den Entwicklungsschritten konnte der Diskurs über Lösungen und entwickelte Ansätze weiterverfolgt werden. Es gelang damit, die Community aktiv und interessiert zu halten. Jedoch ohne klares Folge-Event und Folge-Challenge konnte das hohe Aktivitätsniveau der Community nicht erhalten werden.

4. Es benötigt Expertisen verschiedener Fachrichtungen und Domänen, um komplexe Engineering-Projekte erfolgreich durchzuführen. Interdisziplinarität ist ein bedeutender Erfolgsfaktor des Crowd-Engineerings.

5. Komplexe Aufgabenstellungen müssen in kleinere Teilaufgaben zerlegt bzw. gegliedert werden, um handhabbare Aufgaben für die Community-Mitglieder zu schaffen. Denn nur durch Reduktion der Komplexität, kann ein belastbares Ergebnis erreicht werden. Die Teilergebnisse müssen sich zum Gesamtergebnis zusammenführen lassen.

6. Es bedarf kompatibler Entwicklungswerkzeuge, Ressourcen und Methoden, auf die alle Community-Mitglieder gleichberechtigt Zugriff haben. Nur so kann diskriminierungsfreie Beteiligung aller Stakeholder realisiert werden. Im Kern müssen die Entwicklungswerkzeuge und Datenformate kompatibel und austauschbar sein, um ein Gesamtergebnis aus den Teilergebnissen zu erstellen.

7. Es müssen klare Ansätze hinsichtlich der Rechteverteilung vorliegen, um Eigentums-, Verwertungs- und Nutzungsrechte für alle Beteiligten transparent darzustellen. Wichtig ist auch die Klärung des Intellectual Property, und wie die Vergütung dieser insbesondere im kommerziellen Verwertungsfall strukturiert ist.

BSH Laundry Care Challenge

Einleitung

Die BSH als „Industriepartner“ war natürlich von Anfang an daran interessiert, „echte“ Use-Cases über die Plattform RoboPORT vertesten und entwickeln zu lassen.

Während der „Smart Home Makeathon“ den Fokus auf ein Lösungskonzept für bereits gewaschene Wäsche legte, interessierte uns nun die Frage: Wie könnten weitere innovative Lösungen aussehen, um den Wäscheprozess weiter zu automatisieren?

Um sich dieser Aufgabe zu stellen, wurde knapp ein Jahr nach dem Makeathon eine weitere Veranstaltung unter der Federführung der BSH in Angriff genommen. Da sich das Konzept bewährt hatte, sollte auch dieses Mal eine Art Hackathon durchgeführt werden. Das Vorhaben trug den Namen „Robot, can you do my laundry?“, in dem Robotiklösungen rund um das Wäschemachen gefunden werden sollten!

Erneut wurden Begeisterte und Tech-Enthusiasten angesprochen, die für drei Tage nach München in die Labore der BSH eingeladen wurden. Für das Unterfangen war schnell klar: Ein Ort zum kreativen Entwickeln muss her! Hierfür diente das Robotiklabor der BSH, in welchem sich die 12 Teilnehmer in zwei Gruppen drei Tage austoben konnten. Die Ergebnisse sollten am Ende gepitched werden, den Gewinnern standen diverse Sachpreise in Aussicht.

B/S/H/ 

BSH Hackathon

„Robot, can you do my laundry?“
04th - 06th December 2019, Munich

Onboarding
18th November 2019, 16:00, BSH



Where?	Hackathon at BSH Headquarter & Robotics Lab Carl-Wery-Straße 34, 81739 Munich
Who?	Hackers, Coders, Makers, Creatives
What?	<ul style="list-style-type: none">Win latest tech devices and drones worth 500,- € (Goosky Drohne SG906 GPS 4k, 2x Sphero BOLT App-Robot)Get a BSH certificate for participationGuided tours to Fraunhofer Robotics Lab & Center for Virtual Engineering in StuttgartInternships / Bachelor & Master thesisExpand your network and make career relevant contacts
How?	At BSH we ask ourselves „How can robots improve our daily lifes?“ In particular, could a robot help hang up the laundry? Hanging clothes is one of the least popular tasks in the laundry care process. „Can you do my laundry?“ - Is any robot hearing this call? Together with you, we want to create solutions to further automate this process in a three day hackathon in our BSH Lab. Choose from a variety of dev-kits, sensors, microcontrollers & gadgets and build prototypes for your concepts and ideas!
Now!	How can I participate? Registration via short email with your name and your course of study to hackathon@bsh-group.com until the application deadline on 14 th of November!



Abbildung 30: Bewerbungsinformation

Die Aufgabe

Damit die Teilnehmer auf ein gemeinsames Ziel zuarbeiten, wurden von der BSH gewisse Rahmenbedingungen und Anforderungen definiert – eine konkrete Aufgabe wurde gestellt. Dies geschah auch unter dem Gesichtspunkt, dass die kurz bemessene Zeit von drei Tagen einen solchen Zielkorridor benötigt, um die Qualität der Ergebnisse sicherzustellen. Aufgrund der Tatsache, dass der Makeathon „Smart Home Robotics“ sich um Lösungskonzepte des Wäscheaufhängens kümmerte, sollte dieses Mal ein Konzept zur automatischen Auffrischung von Kleidungsstücken mittels eines dafür vorgesehenen Apparates (Roboters) elaboriert werden. Hierfür sollte Dampf und Beduftung eingesetzt werden. Anwendungsfall hierfür wären bereits getragene Kleidungsstücke oder solche, die lange im Schrank lagen. Im Folgenden sind die Rahmenbedingungen nochmals exemplarisch aufgelistet:

Die Story und Rahmenbedingungen

- Die BSH möchte ein Gerät entwickeln, welches Kleidungsstücke mit Hilfe von Verfahrenstechnik auffrischen kann.
- Das Gerät soll für mehrere Kleidungsstücke ausgelegt sein.
- Das Gerät kann weggeräumt werden. • Das Gerät verfügt über automatische Türen.
- Das Gerät muss kompatibel für alle Arten Kleider sein, die auf einen Bügel gehangen werden können.

Die Must Have-Anforderungen für den Hackathon

- Die Kleidungsstücke werden automatisch behandelt, das heißt ohne Intervention des Benutzers.
- Das Gerät wird mit Bügeln bestückt, die mit haushaltsüblichen Kleiderstangen kompatibel sind.
- Es wird gewährleistet, dass nur für das System gedachte Bügel benutzt werden.
- Das Gerät darf bei Benutzung nicht umkippen.
- Die Lebensdauer des Gerätes liegt bei mindestens 5 Jahren.

Die Konzeptphase

Um die hoch gesetzten Anforderungen in echte Ergebnisse zu gießen, wurde geplant: Ein Tag Konzept und zwei Tage Arbeiten. Die Konzeptphase (Ideation) als Startpunkt sämtlicher Lösungsvorschläge war hierbei als Workshop mit verschiedenen Kreativitätstechniken angesetzt.

Ideation Teilschritt

User Story

5-3-5 Methode

Sketches und Vernissage

Erklärung

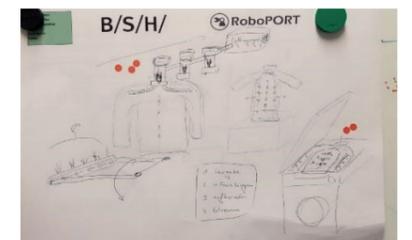
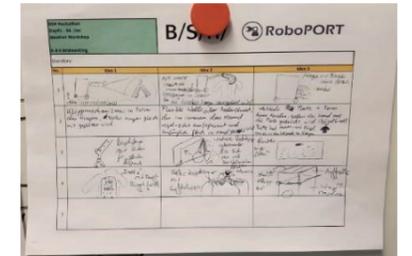
Das Team soll eine Userstory entwickeln. Es sollen Anforderungen, Bedürfnisse und/oder Probleme aus Anwendersicht gesammelt werden. Die zu stellenden Fragen sind: „Für wen und warum?“. Das Ergebnis soll ein konkreter Satz sein.

Kreativitätstechnik bei der von jedem Teilnehmer in bestimmter Zeit eine definierte Anzahl an unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten skizziert wird. Nach Ablauf der Zeit werden die eigenen Lösungen im Kreis weitergegeben und jeweils von einem anderen TN weiterentwickelt. Dies geschieht, bis die ursprünglichen Ideen einmal im Kreis gewandert sind.

Jeder Teilnehmer skizziert seine bevorzugte Lösung und präsentiert sie der Gruppe. Nach einer Abstimmung wird die favorisierte Lösung weiter fokussiert.

Beispiel

„I as a businessperson want an appliance at home that is capable of freshen up several shirts so that I don't have to go to a dry cleaner“.



Die Umsetzung

Nach Durchlaufen der Kreativitätsworkshops ging der erste Tag zu Ende, und jedes Team hatte sich für ein Lösungskonzept entschieden, welches am nächsten Tag weiterverfolgt werden sollte. Stücklisten wurden geschrieben, die letzten Teile besorgt (Spontankäufe beim örtlichen Elektrohändler), und damit konnte der Startschuss zum Prototyping gegeben werden. Beide Teams entwickelten zwei Tage lang ihre Lösungskonzepte im BSH Robotiklabor. Hierbei wurde gecoded, gemessen, geschraubt, gesägt, nochmal gemessen, geklebt, Code weggeworfen und neu geschrieben. Das BSH Labor lieferte hierbei einen großen Mehrwert, da sämtliches Werkzeug, Lasercutter, Bohrer, Sensoren und Motoren sowie 3D-Drucker genutzt werden konnten. Viele Kaffees und viele gelieferte Stücke Pizza später kam dann der Moment, an dem die Stifte niedergelegt werden mussten, und es hieß, den aktuellen Stand vorzustellen. In jeweils einem 15 Minuten Pitch wurde dem anderen Team das erarbeitete Ergebnis präsentiert (aus Gründen der Intellectual Property können die Ergebnisse leider nicht gezeigt werden). Hierzu wurde eine Jury, vertreten durch ein Komitee aus verschiedenen Fachabteilungen der BSH, berufen, welche den Sieger küren sollte.

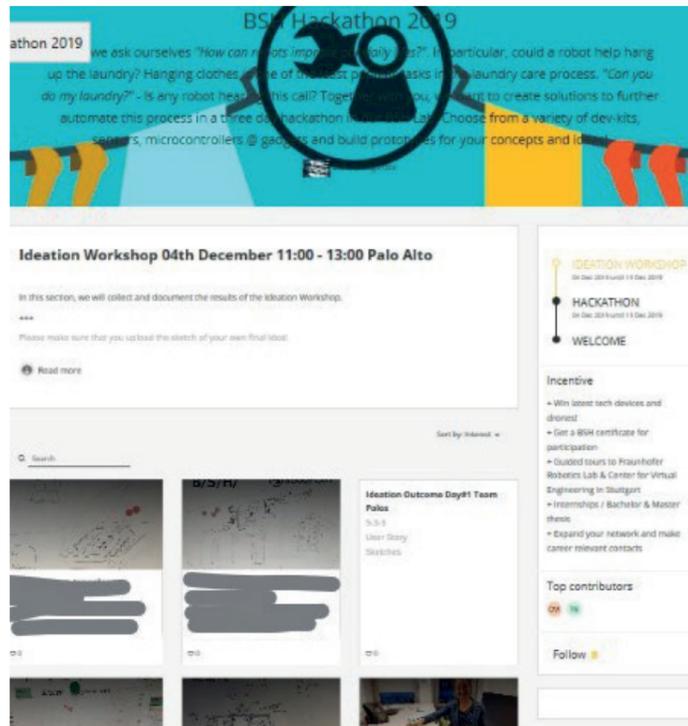


Abbildung 31: RoboPORT Ideation Maske

Ergebnisse und die Einbeziehung der Plattform RoboPORT

Im Rahmen des Hackathons konnten innerhalb von drei Tagen zwei reale und voll funktionsfähige Prototypen für den o.g. Anwendungsfall entwickelt werden. Dies zeigt einmal mehr, wie schnell Ideen durch Crowd-Engineering und kollaboratives Arbeiten umgesetzt werden können. RoboPORT als zentrale (Entwicklungs-) Plattform konnte als administratives Board die gesamten (physischen) Tage begleiten und das Onboarding, die Ideation und die gemeinsame Ablage und Bearbeitung von Dateien orchestrieren.

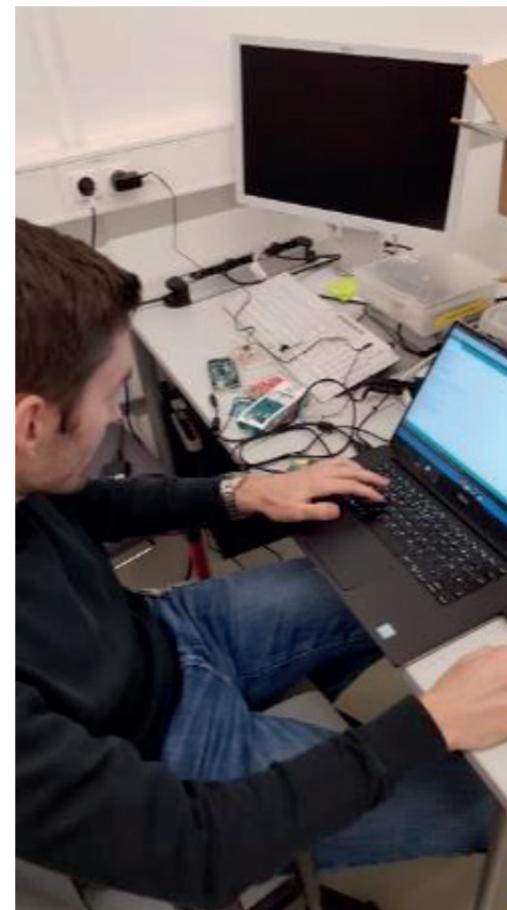


Abbildung 32: Einsichten in das Hackathon-Formate im Robotik-Lab

Roboy

Einer der dem menschlichen Körper am ähnlichsten nachempfundenen Roboter ist der des Forschungsprojektes "ROBOY".

Ein Roboter, so gut wie der menschliche Körper.

Was 2012 mit der Idee begann, einen Roboterjungen als Bote für die embodied Robotik zu bauen, wurde von Rafael Hostettler adoptiert und ist mittlerweile zu einer einzigartigen visionären Initiative geworden. Wenn man die Idee der embodied Robotik weiterführt und den menschlichen Körper mit dem Auge eines Robotikers betrachtet, erkennt man schnell, dass es sich um ein Wunderwerk der Technik handelt. Er ist schnell, wendig, geschickt, leise und selbstreparierend – einfach ein idealer Roboter. Auf dem Weg zu diesem

Ideal wurde die Vision geboren, einen Roboter zu bauen, der genauso gut ist wie der menschliche Körper. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde Roboy zu einer biologisch inspirierten Plattform für die Roboterentwicklung die Studenten, Forscher, Unternehmen und Künstler aus einem breiten Spektrum von Disziplinen vereint. Dort bringen die Studierenden ihr theoretisches Wissen in interdisziplinären Entwicklungsteams ein und lernen, es anzuwenden, Unternehmen sehen ihre Produkte in einem Zukunftsmarkt lebendig werden, und Künstler reflektieren die moralischen Implikationen der Veränderungen durch diese Technologie.

Roboy Junior wurde vom Team von Prof. Dr. Rolf Pfeifer an der Universität Zürich als letzter Höhepunkt [Wick 2013] seiner Forschung an embodied Robots gebaut: Ein vollständig in 3D gedruckter humanoider Roboter, der den Bewegungsapparat des menschlichen Körpers imitiert. Junior war eine echte Schweizer Erfindung. Angetrieben vom Schweizer Unternehmer Pascal Kaufmann und geleitet von Adrian Burri, heute Professor an der ZHAW, war das Engineering eine Zusammenarbeit

von drei Ingenieurbüros: Quo AG gestaltete den Körper, Zürich Engineering die flexible Wirbelsäule und Sedax AG den ikonischen Kopf. Junior, von Maxon Motoren angetrieben und von Baumer Sensoren mit Gefühl ausgestattet, erregte zu Recht internationale Aufmerksamkeit und Berühmtheit, als er im März 2013 erstmals bei „Robots on Tour“ präsentiert wurde. Roboy war dann auf Tournee, und verzauberte auf Messen und hochkarätigen Veranstaltungen wie der CeBit oder dem Swiss Innovation Award.

Hier tritt Rafael Hostettler in Roboys Leben, der ihn nach „Robots on Tour“ übernommen und Ende 2013 an die TU München ins Robotics & Embedded Systems Labor von Prof. Dr. Alois Knoll gebracht hat, wo die Metamorphose von einem Technologiedemonstrator zu einer visionären Initiative begann.



Abbildung 33: Roboy Team

Rafael war sich nur allzu bewusst, dass der Bau von Robotern kein Einmannprojekt ist, sondern ein Team erfordert, ein großes und interdisziplinäres Team. Dank etwas Glück zog Roboy schnell aus dem Labor in das brandneue TUM Entrepreneurship Center um. Dort wurde er zu einem Hybrid: Halb Studententeam halb Forschungsprojekt.

Dabei wurden im Laufe von drei Jahren alle Basistechnologien von Roboy von Grund auf neu entwickelt, und Semester für Semester bildete sich ein Team von Führungskräften, Roboy's Angels, das sich zusammenschloss, um die Vision zu verwirklichen, einen Roboter zu schaffen, der so gut ist wie der menschliche Körper. Und dann, im April 2018, war die Metamorphose abgeschlossen, und der Nachfolger von Junior, Roboy 2.0, bewegte erstmals seine Muskeln. Ein Roboter, der hauptsächlich von Studenten entwickelt wurde, aber technologisch so ausgereift ist, sich mit den Erwachsenen zu messen – mit einem Schuss Mut und viel Ehrgeiz. Es ist genau dieser Funke der Kreativität, die damit einhergehende Kaputt-machen-um-zu-Lernen-Einstellung, die es braucht, um Deep-Tech-Innovationen zu schaffen.

Anstatt wie üblich die Entwicklung Jahre im Voraus zu planen und dann festzustellen, dass der Markt sich weiterentwickelt hat, ist Roboy agil und prototypenzentriert – das heißt, alle Aspekte des Projekts – Technologie, Organisation und Prozesse – werden schnell iteriert, um sich anzupassen und auf die inhärenten Unsicherheiten neuer Organisationen und Produkte zu reagieren.

So hat Roboy bereits ein Tracking-System entwickelt, das um ein Zehnfaches günstiger ist als das, was auf dem Markt verfügbar ist, sowie ein FPGA-basiertes Steuerungssystem, das es ermöglicht, BLDC-Motoren mit 2,5 kHz zu steuern, eine neue flexible, aber extrem robuste Roboterhaut und ein eigenes Dialogsystem, um Roboy intelligent zu machen.

Dieser Roboter ist biologisch inspiriert und verwendet künstliche Muskeln als Aktuatoren im Gegensatz zu einer großen Mehrheit von Robotern mit Motoren in den

Gelenken. Die künstlichen Muskeleinheiten sind serienelastische Aktuatoren, die über einen BLDC-Motor, der eine Sehne mit einer in Reihe geschalteten Feder aufwickelt, eine unidirektionale Zugkraft erzeugen. Ein Encoder misst die Position, und die Verformung der serienelastischen Feder ermöglicht eine Kraftkontrolle, wodurch robuste und nachgiebige Winden entstehen. Um das Verhalten menschlicher Muskeln zu imitieren, sind die Einheiten im Inneren des Roboters montiert, und die Sehne wird über Rollen geführt, wobei der letzte Routing-Punkt dem Muskelansatzpunkt im menschlichen Körper entspricht und somit ein dynamisches Verhalten ähnlich dem eines biologischen Muskels erzeugt wird.

Dies beschreibt nur den Bewegungsapparat von Roboy. Hinzu kommen auch die Bereiche des Controllings und

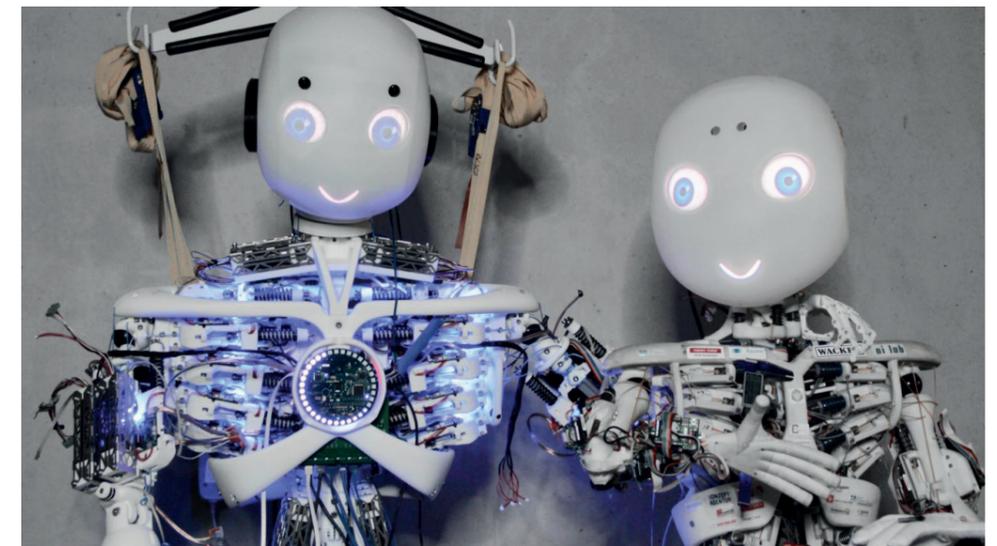


Abbildung 34: Roboy 2.0 (links) und Roboy Junior (rechts)

der Software, der Elektrik, der Künstlichen Intelligenz der Wahrnehmung sowie viele weitere Subprojekte. Das Kernentwicklungsteam um Roboy besteht aus Ingenieuren, Entwicklern und Forschern aus allen Disziplinen der Hard- und Softwareentwicklung.

Es ist diese Atmosphäre der schnellen Innovation, die Unternehmen wie Autodesk, Infineon und Wacker Chemie dazu veranlasst, mit Roboy zusammenzuarbeiten, damit sie bereits heute sehen können, wie ihre Techno-

logien in der roboterzentrierten Welt von morgen eingesetzt werden und wie die Unternehmen von morgen arbeiten werden.

Roboy 2.0 entwickelt und verbesserte sich schnell, spielte bereits erste Töne auf einem Xylophon und schlägt jeden beim Hüchenspiel. Und gerade erst jetzt kurz vor der Enthüllung von Roboy 3.0 hat eine neue Mission begonnen: Als Avatar ferngesteuert zu werden.

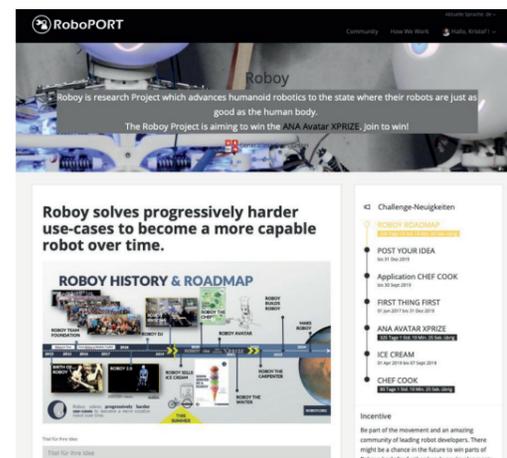


Abbildung 35: Roboy Projekt Roadmap auf RoboPORT

Unterstützt durch den Konsortialpartner die General Interfaces GmbH ist im Bereich der Prototypenentwicklung sowie Robotik-Hardwareentwicklung mit dem Use-Case ROBOY von den Mock Ups über die erste Verfestung der Funktionalitäten bis hin zur Darstellung des RoboPORT Projektes aktiv gewesen.

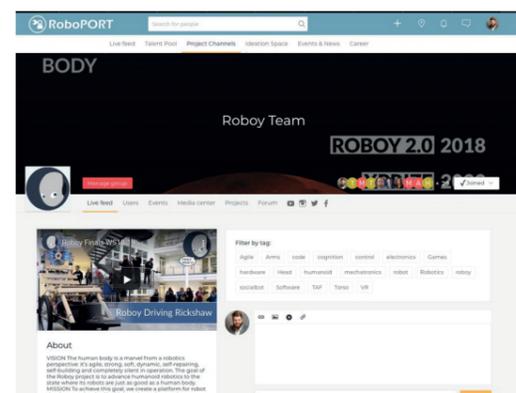


Abbildung 36: Roboy Projekt auf RoboPORT

Das Projekt Roboy wird durch die Erweiterung der Entwicklung durch die Community unterstützt. Außerdem dient das Projekt zur Anschauung eines möglichen Com-

munity Projektes aus dem Open Source Bereich. Da die Entwicklung frei zugänglich ist, kann jeder an der Entwicklung mitarbeiten oder auch ein Spinn-off kreieren. Roboy ist damit der optimale Use-Case für die Plattform. Zur Verfestung der Integration wurden die Mitarbeiter und Studenten des Projektes enger eingebunden.



Abbildung 37: Roboy Team

Die Entwicklung von Roboy 3.0 sowie die studentischen Projekte aus dem Sommersemester 2019 wurden auf der Plattform dokumentiert. Intensive Entwicklung am Prototypen ermöglicht großen Fortschritt in der Forschung.



Abbildung 38: Roboy auf dem Mobile World Congress 2019 in Barcelona

Roboy und somit auch RoboPORT wurden auf den Veranstaltungen Mobile World Congress in Barcelona sowie der Chinese International Import Exhibition in Shanghai durch Kristof Sarnes vertreten und gezeigt.

Mit dem Use-Case ROBOY wurden nicht nur Entwickler, Studenten und Ingenieure, die bereits an der Entwicklung teilhaben, enger zusammengeführt, sondern auch die

Möglichkeit geboten, dass externe Interessenten sich über das Projekt informieren, aber auch teilhaben können.



Abbildung 39: Roboy Team in Shanghai CIIE 2019

So wurde getestet, ob funktionierende Steuerung des verteilten Innovations- und Entwicklungsprozesses durch die Online-Plattform darstellbar ist. Das Hauptziel des RoboPORT-Projektvorhabens, bereits durch Co-Creation-Communities genutzten Prozessabläufe deutlich weiterzuentwickeln und mit geeigneten neuen Prozessabläufen zu ergänzen, konnte vorangetrieben werden. Dabei war die aktive Begleitung durch das Roboy Team wichtig. Diese Funktionen wurden als wichtige neue Funktionalitäten auf der Plattform integriert, die arbeitsteilige Entwicklung



Abbildung 40: Roboy 3D CAD Explosionsanimation über Autodesk Fusion360 auf RoboPORT-Plattform

deutlich verbessert sowie eine Planung und Kommunikation über die Plattform ermöglicht. Der gesamte Ent-

wicklungsworkflow, durch Moderatoren mittels digitaler Werkzeuge gesteuert und Zuordnung sowie Überblick über Arbeitspakete zusammengeführt, konnte dabei auf der Plattform abgebildet werden, um auch den Anforderungen von industriellen Anwendern und Entwicklern zu genügen.

Roboy lieferte kommerzielle und Open-Source-verfügbare Funktionsbaugruppen wie Hardware-Kits und Robotic-Teilkomponenten, welche wesentlich zum Erfolg der RoboPORT Co-Creation Plattform beitragen.

Durchgeführte Projekte erweitern die Wissens- und Erfahrungs-Datenbank, sodass die dokumentierten Erfahrungen und Lösungsansätze den Entwicklern späterer Projekte als „Ideenpool“ zur Verfügung stehen. Jetzt ist es an der Zeit, dass Sie die Welt von Roboy auf www.robey.org erkunden, die Ergebnisse der Teams auf www.robey.org/team einsehen oder die neuesten Episoden von Roboy's Research Reviews ansehen, wo Ihnen in kurzen und leicht verständlichen Videos der neuste Stand der Robotikforschung erklärt wird. Was für eine Zeit, um am Leben zu sein.

Case Studies

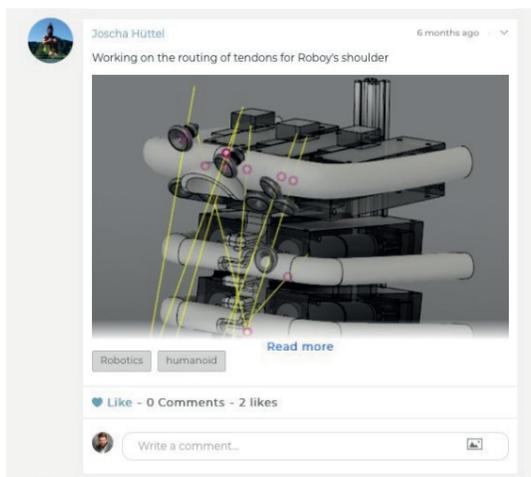
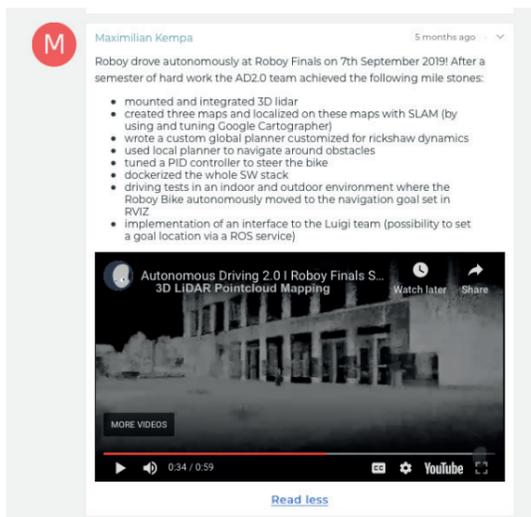
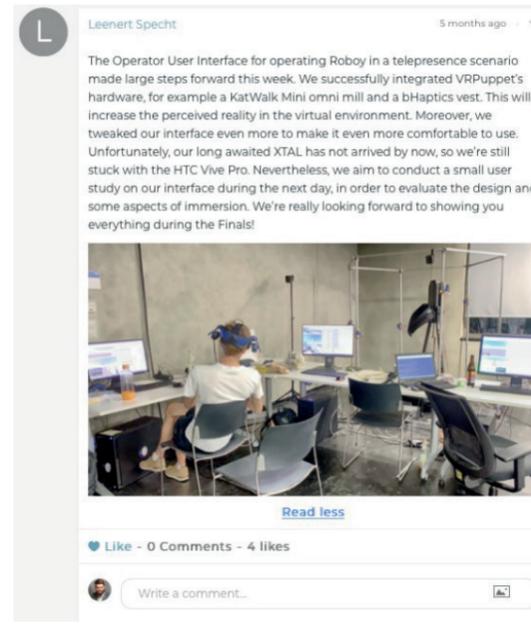
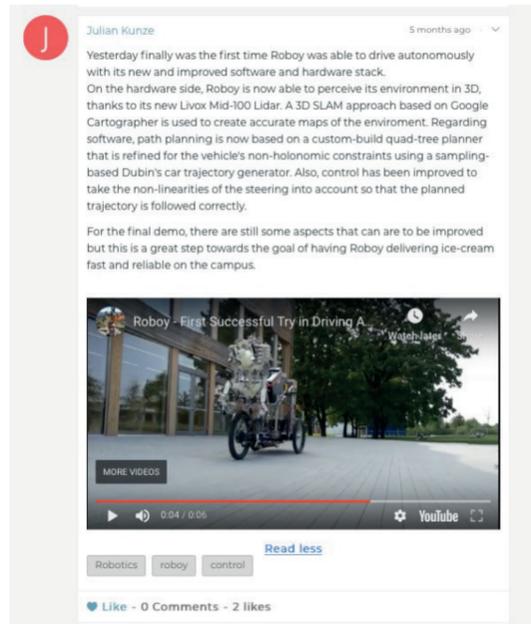


Abbildung 41 Roboy Updates der Teams und Entwicklung von 3.0 auf RoboPORT

Neben den konkreten Use-Cases, welche im Rahmen des Projekts RoboPORT vertiefend untersucht und bewertet wurden, sind andere Formate interessant. Dabei spielen Aspekte des Crowd-Engineerings eine nicht unwesentliche Rolle. Diese Formate sind Ansätze von Veranstaltungen und Unternehmen, die Community-getriebene Ansätze fest in ihr Business-Ökosystem integriert haben.

TECHFEST

TECHFEST ist ein dreitägiger Makeathon. Firmen stellen aktuelle Herausforderungen als Aufgaben für Teilnehmer zu Verfügung. Die Teilnehmer müssen sich im Vorfeld auf eine dieser Herausforderung bewerben. Firmen, Studenten und freie Entwickler kommen an einem Wochenende, um gemeinsam Lösungen in Form von Prototypen

lich gesprochen, eine offline Version von RoboPORT's Crowd Engineering. Im Folgenden werden wir darstellen, warum wir diesen Use Case gewählt und was wir gelernt haben, als wir die RoboPORT Plattform für TECHFEST Munich verwendet haben.

Das TECHFEST München als Use-Case für RoboPORT schafft Win-Win-Win-Win Situationen für RoboPORT, Firmen, Teilnehmer, und die UnternehmerTUM. RoboPORT profitiert von der Sichtbarkeit. Gemeinsam mit Firma Wagner haben wir eine Robotik Challenge für den Use-Case Automatisierung von Malerarbeiten durchgeführt. Im Rahmen



Abbildung 42: Übersicht der anderen Partnerfirmen des TECHFEST

zu bauen. TECHFEST verbindet so externe und interne Entwickler, um Co-Creation zu betreiben. Am Ende des Events bewerten Top Manager die Ergebnisse, um gegebenenfalls die Projekte fortzuführen. TECHFEST ist, bild-

der Challenge wurde RoboPORT vor, während und nach dem Event online und offline beworben wie alle anderen Firmenpartner.



Abbildung 43: TECHFEST auf der RoboPORT Plattform



Abbildung 47/2: Projektarbeit



Abbildung 44: Social Media Werbung für RoboPORT



Abbildung 48: Abbildung: Messestand direkt neben der Hauptbühne



Abbildung 45: Pitch von RoboPORT auf der Hauptbühne vor 500 Teilnehmern



Abbildung 49: Job Wall mit Recruiting für RoboPORT Projekte von der Plattform



Abbildung 46: Abbildung: Ideation Workshop für Robotik Projekte



Abbildung 50: Live Demos der Roboter mit Filmteam



Abbildung 47/1: Projektarbeit



Abbildung 51: Pitches der Projekte



Abbildung 52: TECHFEST schafft Atmosphäre durch zusätzliche Aktivitäten und Überraschungen

UnternehmerTUM ist eine NGO mit dem Ziel, 50 neue high-tech Startups pro Jahr hervorzubringen. UnternehmerTUM ist deshalb eine offene Plattform für Unternehmen, Universitäten, und Innovatoren. Im Rahmen des TECHFEST stellen wir unsere Prototypenwerkstatt, Arbeitsräume, Personal zu Verfügung. Darüber hinaus nutzen und mobilisieren wir unsere Community aus offline Formaten, wie zum Beispiel Lehrveranstaltungen, Incubatoren, Acceleratoren, damit sie am Hackathon teilnehmen.

TECHFEST dient vielen Teilnehmern als Startpunkt, um neue Freunde, Teammitglieder, Ideen, Projekte und Startups zu finden.

Firmen haben die Möglichkeit, mit diversen und interdisziplinären Personen in Kontakt zu treten, Kundenerfahrungen, -bedürfnisse und -wünsche zu erfahren und mit ihnen neue Produkte zu erschaffen. Dies ermöglicht Ihnen, die Produkte mit höheren Umsätzen, besserem Marktwert, verbesserten Markt-Performance-Treibern und stabilerer Kundenbindung zu erschaffen.

Think.Make.Start

Think.Make.Start (www.thinkmakestart.com) ist ein praxisnaher Prototyping-Kurs, der interdisziplinäre Teams von vier bis sechs Studenten in nur zwei Wochen in Start-ups mit rentablen Business-Möglichkeiten verwandelt.

Unter der Anleitung von GI wurden vier große Use-Cases auf RoboPORT angelegt und vertestet. Neben Roboy, Roboy&Lucy wurden auch die TMS Projekte durch GI für die TUM integriert. Es erfolgte die Erzeugung, Gestaltung und Umsetzung des Use-Cases. Mittels der Vorphase des Workshops konnten auf RoboPORT Ideen und Probleme intensiv diskutiert und die physischen Events so



Abbildung 53: TMS Demo Day Teilnehmer und Organisatoren

So wurde der Kurs schnell zu einem der berühmtesten an der Technischen Universität München. Der Kurs ist beliebt für seinen praktischen prototypengetriebenen Ansatz bei der Produktentwicklung, der alles-ist-möglich Atmosphäre und der konsequenten Interdisziplinarität; er hat Individuen zu Teams geformt, welche den Unsicherheiten des Geschäfts trotzen und funktionierende und preisgekrönte Start-ups wie Solos Smart Mirrors (www.solosmirrors.com) oder Kewazo (www.kewazo.com) wurden. Er war auch die Grundlage für das TAF agile Framework (www.taf.expert), das speziell entwickelt wurde, um eine agile Entwicklung für mechatronische Produkte zu ermöglichen, indem Best Practices aus dem System Engineering mit bewährten Start-up-Tools kombiniert wurden, die von Lean Start-up, Design Thinking und Scrum inspiriert wurden.

vorbereitet werden. Diese Arbeit wurde auch für weitere Use-Cases des Fraunhofer IAO, IPA und der Universität Stuttgart sowie dem internen Hackathon von der BSH verwendet.

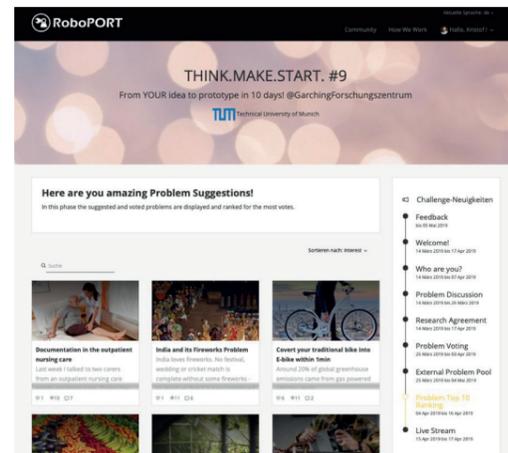


Abbildung 54: TMS #9 auf RoboPORT Übersicht

Im Rahmen des RoboPORT Projekts wurden drei TMS Veranstaltungen mit der Unterstützung der RoboPORT Plattform durchgeführt. Dies unterstützte die Teams, um ihr Projekt zu bewerben, die Teamstruktur abzulegen und zu organisieren. Hinzu konnten die Organisatoren wichtige Informationen durch einen gezielten Kanal an alle Teilnehmer verteilen, Informationen bündeln und eine Ideensammlung von den Teilnehmern erstellen lassen, diese durch ein Abstimmungsprozess begleiten und zum Schluss nach der Anzahl an Interessenten ordnen. Die Durchführung durch die GI wurde auch im physischen Event weitergetragen und so wertvolles Feedback durch die Nutzer generiert. Diese umfangreichen Anforderungen von über 150 Personen ermöglichte die Ausrichtung des Project-Spaces an einer sehr diversen und interdisziplinären Nutzergruppe.

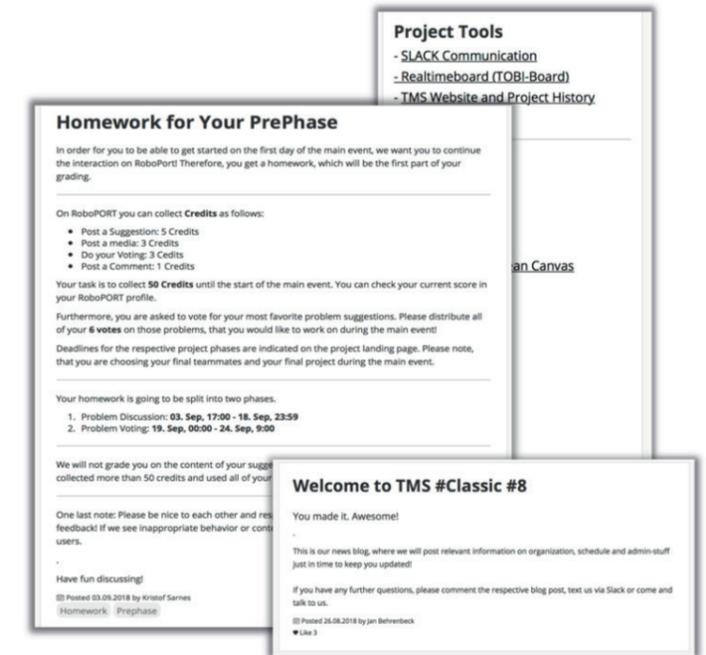


Abbildung 55: TMS Organisatorische Informationen für die Teilnehmer

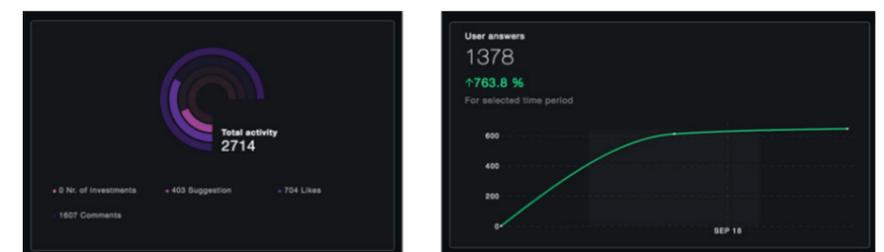


Abbildung 56: TMS Plattformnutzungsanalyse

Xiaomi Ökosystem

Xiaomi wurde im April 2010 gegründet. Das Gründungsteam von acht Gründern wird vom ehemaligen Kingsoft CEO Lei Jun angeführt. Der Fokus des Start-Ups lag bereits zu Beginn im Aufbau eines Ökosystems, das die Produkte unterstützen sollte. Xiaomi wurde bis einschließlich 2015 noch als Software-Unternehmen klassifiziert. Bereits im Jahr 2013 wurden ungefähr 10 Milliarden US-Dollar an Umsatz durch etwa 3.000 Mitarbeitern generiert [Lee 2014]. Bei der Gründung wurde das Geschäftsmodell auf drei Säulen aufgebaut, bestehend aus Hardware, Software und Vertrieb/Handel. Bereits zu Beginn der Expansion stand die Schaffung des Ökosystems im Fokus, so war Crowdsourcing für die Sammlung von Ideen für das Betriebssystem ein wichtiger Bestandteil.

Im hart umkämpften Smartphone-Markt, das wusste Xiaomi, musste sich das Unternehmen auf zwei Wegen differenzieren. Es musste einen inhaltsgetriebenen Service bereitstellen und ein nachhaltiges global ausgerichtetes Geschäftskonzept etablieren. Denn neben Design, Hardwarekonfiguration und Preis stellte der Nutzerinhalt einen wichtigen Treiber für die Nutzerzufriedenheit dar.

Der Hardware-Bereich von Xiaomi war fokussiert auf Smartphones. Die Designer des Gründungsteams brachten ihre Expertise im Hardware-Design und der Gestaltung der Bedienung ein. Damit realisierte Xiaomi ansprechende, qualitativ gute Smartphones, die mit den Marktführern von Apple und Samsung vergleichbar waren. Gleichzeitig begann Xiaomi mit der Entwicklung des MIUI-Systems. Das auf Android basierte Smartphone Betriebssystem wurde speziell auf die chinesischen Nutzer abgestimmt, weshalb bereits früh ein gigantischer Markt angesprochen werden konnte. Durch den eingerichteten Chatroom konnten Nutzer Aspekte der Software mitgestalten. So können die Community-Mitglieder angeben, was sie sich wünschen in den neuen Generationen der Smartphones oder der zugehörigen Software-Funktionen. 200 Mitarbeiter analysieren die Beiträge täglich, um

wichtige Trends und Bedürfnisse zu detektieren [Ideas4all 2020]. Selbst Top-Führungskräfte wie der CEO Lei Jun postet bis zu 100 Kommentare und Statusmeldungen auf unterschiedlichen Social Media Plattformen wie Facebook und Sina Weibo. Sie interagieren damit an vorderster Front mit den Fans und stellen so einen direkten Kontakt her [Shih et.al 2014]. Das Unternehmen wird so fassbarer für die Community, und damit wird die Attraktivität der Beiträge gesteigert. So gelang es auch Xiaomi, gravierende Sprünge bei der Innovation der Produkte und Services zu machen. Bereits in den ersten Jahren steigerte Xiaomi die Innovationsfähigkeit gewaltig und hatte in 2014 ca. 1.300 Patentanmeldungen [Panigrahi 2019].

Bereits im ersten Jahr wuchs die Community so auf 600.000 Nutzer, ohne dass größere Ausgaben für Werbung und Marketing nötig gewesen wären. Die Community ist aktuell auf 10 Mio. User angewachsen, die jeden Tag ca. 100.000 Einträge erzeugen [Ideas4all 2020]. Diese Integration der Community in die Produktentwicklung half Xiaomi nicht nur dabei, Kosten zu reduzieren, es half auch, die Beteiligung als wertvollen Beitrag zu kultivieren und damit technikaffinen Mitgliedern eine Plattform zu bieten [Dong et.al 2016]. Diese leichtgewichtige Interaktion mit den Community-Mitgliedern war ebenfalls Teil der Marketing-Strategie von Xiaomi [Yang et.al 2017]. So wird die Interaktion mit der MIUI-Community auch incentiviert. User können Punkte und Medaillen sammeln, ebenso besteht die Möglichkeit, virtuelle Währungseinheiten zu kollektivieren. Werden gewisse Punktzahlen oder Zählerstände erreicht, kann damit auch ein Produkt erworben werden, oder die Beteiligung an einer Aktivität wird ermöglicht. So gibt es Events, zu denen Xiaomi interessante Persönlichkeiten einlädt, zu denen Mitglieder eingeladen werden oder gar VIP-Zutritt erkaufen können [Dong et.al 2016]. Konkret bietet Xiaomi 4 Hauptinteraktionen den Community-Mitgliedern an: Vorschläge für neue Funktionen, Fehlerreport, Abstimmung und Beta-Release (Abbildung 57) [Pee et.al 2020]. Die Community kann Vorschläge für neue Funktionen unterbreiten, dabei können das soft-

ware-seitige Ergänzungen und Überarbeitungen sein. Ebenso sind hardware-seitige Vorschläge denkbar. Ebenso können Fehler und Software-Bugs eingetragen werden, die sofern bedeutsam genug mit der nächsten Software-Revision behoben oder auf die Liste der offenen Punkte genommen werden. Bei Abstimmung werden unterschiedliche Aspekte für die Community zur Bewertung oder Abstimmung gestellt. Ziel ist es hierbei, eine Meinung der Community einzufangen, um Präferenzen und Bedürfnisse zu erkennen, die in die Entwicklung zurückgeführt werden. Die Beta-Releases sind wöchentliche

zu erschwinglichen Preisen wurden die verhältnismäßig niedrigen Gewinne von nur 2 % an der Hardware realisiert. Damit konnten Kundenbeziehungen deutlich ausgebaut werden [Tian 2018]. Parallel begann Xiaomi ebenfalls, in Start-Ups zu investieren, die „smarte“ Geräte entwickelten. Durch die enge Zusammenarbeit mit Xiaomi konnte ein Ökosystem auf der gleichen Plattform der „mi Home“ App geschaffen werden. Daraus ergibt sich ein Geräte-Ökosystem und ein Unternehmen-Ökosystem. Der Vertrieb erfolgt neben Zwischenhändlern im Direktvertrieb über mi.com und Mi Home Geschäften,

die Steuerung der smarten Geräte erfolgt über eine gemeinsame IT-basierte Plattform, was die Community nochmals vergrößert [Ortiz et.al. 2019].

Um die hohe Dynamik auch in geschäftsrelevanten Entscheidungen zu ermöglichen, hat Xiaomi eine flache Hierarchie etabliert und behält diese trotz des Wachstums weiter bei. Die flache Organisationsstruktur zeichnet sich durch ausschließlich 3 Hierarchieebenen aus [Yang et.al 2017, Wang et.al. 2020].

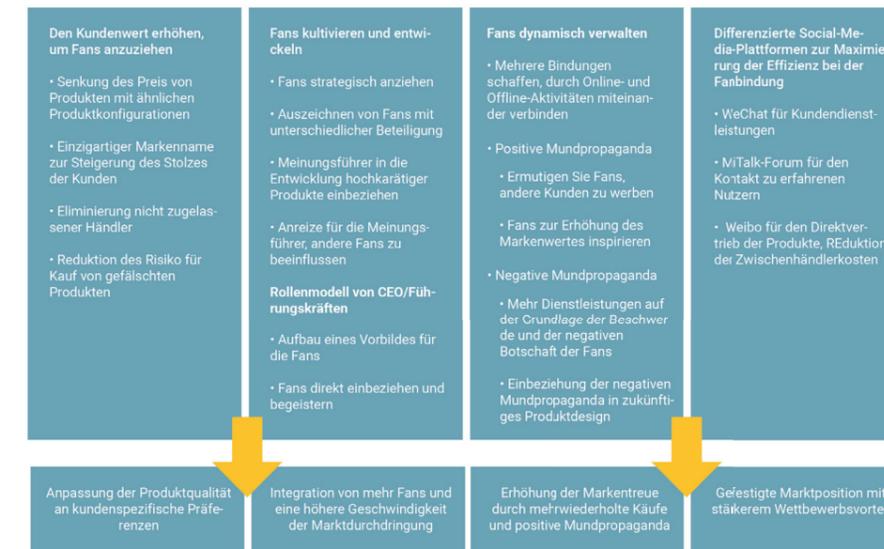


Abbildung 57: Xiaomis Fan-Kultur und Wertesystem (nach [Cao et.al 2018])

Updates der Software, auf die die Community-Mitglieder reagieren können. Abhängig vom Feedback werden die Veränderungen in das offizielle Release übernommen oder nicht weiterverfolgt und verworfen [Wang et.al. 2020].

Xiaomi setzt bei den Kernaktivitäten auf ein nutzerzentriertes Geschäftsmodell (siehe Abbildung 58) [Shia et.al 2014]. Zusätzlich teilt Xiaomi die Erkenntnisse aus der Kunden- bzw. Nutzerinteraktion ebenso mit dem Lieferanten-Ökosystem, was zu einer Stärkung des gesamten Wertschöpfungsnetzwerkes führt [Kuo et.al 2018]. Damit ließen sich trotz sehr geringer Aufwendungen für Marketing und Werbung dramatische Steigerungsraten erzielen [Lun et.al 2018]. Unter dem Paradigma guter Produkte

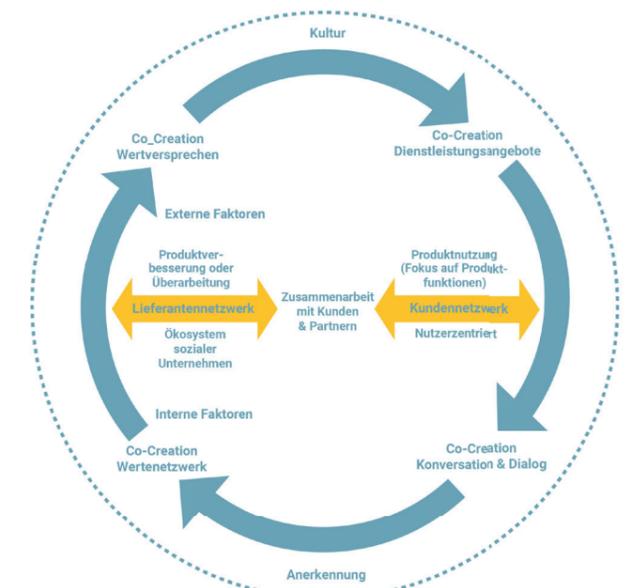


Abbildung 58: Xiaomi-Geschäftsmodell – zwischen Nutzer-Community und Lieferantenökosystem [Kuo et.al 2018]

Zusammenfassung

Im Projekt RoboPORT ist es gelungen, einen neuen Ansatz der Produktentwicklung für den Anwendungsbereich der Robotik zu untersuchen. Der gewählte Ansatz ist Crowd-Engineering, da die aktiven Entwicklungsbeteiligten als Community oder Crowd beschrieben werden können. Sie eint das Interesse, an technischen Herausforderungen zu arbeiten und so neue Lösungen aufzuzeigen. Dabei besteht diese Community aus unterschiedlichen Fachexpertisen, die interdisziplinär an einer technischen Problemstellung tüfteln, entwickeln, verwerfen, aufgreifen und weiterentwickeln. Diese dynamische Vorgehensweise kombiniert verschiedene Paradigmen, die aktuell in der Produktentwicklung diskutiert werden und teilweise Anwendung finden. Somit ist es möglich, schnell iterative Schleifen in der Produktentwicklung zu realisieren. Durch die Größe des Pools an Wissen und Kreativität werden zwar viele Ansätze und Erkenntnisse

ohne direkten Nutzen für das Endresultat erzeugt. Da diese aber weiterhin verfügbar sind, können sie im Rahmen neuer Initiativen weitergenutzt, oder es kann darauf aufgebaut werden.

Für ein erfolgreiches Crowd-Engineering benötigt es einerseits eine Community. Diese gilt es zu etablieren. Denn nur wenn eine kritische Masse an Beiträgen erzeugt wird, ist die gegenseitige Befruchtung positiv und führt schneller zum Ergebnis. Dieser Aufbau der Community ist sehr aufwandsintensiv. Um eine interdisziplinäre und interessenoffene Community zu schaffen, müssen unterschiedliche Formate, unterschiedliche Herausforderungen und verschiedene Detailgrade an angestrebtem Entwicklungsergebnis genutzt werden, um so eine organisch wachsende Interessensgemeinschaft zu etablieren. Denn eine gesunde längerfristig aktive Com-

munity repräsentiert ebenfalls die aktuelle Entwicklungslandschaft in Altersverteilung, Erfahrungsumfängen und Interessensgebieten neben den Motivationskriterien. Existiert eine lebendige Community, werden neben den extrinsischen Impulsen (z.B. Challenges, Hack-Events und Entwicklungsaufgaben aus der Industrie) auch zunehmend intrinsische Impulse gesetzt. Die Community diskutiert eigene Fragestellungen und stellt sich selbst Aufgaben, indem ein Community-Mitglied eine Aufgabe oder Fragestellung aufwirft. Gelingt dies, so wird die Community selbsterhaltend, da ausreichend Austausch die Attraktivität auch für neue Mitglieder schafft.

Zum anderen bedarf es für das erfolgreiche Crowd-Engineering ein passendes Umfeld. Im Kontext des Crowd-Engineerings wird auf eine verteilte virtuelle Community gesetzt. Demnach ist eine digitale IT-gestützte

Plattform nötig, um dieses Umfeld zu schaffen. Das Umfeld muss alles an Funktionen bereitstellen, um die Community-Mitglieder arbeitsfähig zu machen. Im Rahmen des Projektes wurde eine Plattform als Kern entwickelt, wobei kommerziell verfügbare Funktionen eingebunden wurden, um so schnell eine funktionsfähige und schlagkräftige Basis zu schaffen. Durch die Erprobung der verschiedenen Plattform-Bestandteile konnten diese iterativ auf den Erkenntnissen die Funktionen angepasst und ergänzt werden. Die entwickelte Lösung steht nach Abschluss des Projektes RoboPORT als Open-Source-Software zur Verfügung und kann somit in ergänzenden Kontexten weitergenutzt werden.

Quellennachweise

- Afuah, A.; Tucci, C. L.: Crowdsourcing As a Solution to Distant Search [online]. In: *Academy of Management Review*, 37(3), S. 355-375, 2012.
- Albers, A.; Lohmeyer, Q. (2012): *Advanced Systems Engineering – Towards a Model-Based and Human-Centered Methodology*, Proceedings of TMCE 2012, May 7–11, 2012, Karlsruhe, Germany, Edited by I. Horváth, Z. Rusák, A. Albers and M. Behrendt, ISBN 978-90-5155-082-5
- Anantmula, V.S.: Project manager leadership role in improving project performance. *Engineering Management Journal* 22(1), 13–22 (2010)
- Bartneck, C., Hu, J.: Rapid prototyping for interactive robots. In: *The 8th conference on intelligent autonomous systems (IAS-8)*. Pp. 136–145 (2004)
- Benkler, Y.: *The wealth of networks – How social production transforms markets and freedom*. New Haven: Yale University Press (2006), S.100-101.
- Blohm, I., Marco, L. J., & Zogaj, S.: Crowdsourcing und crowd work – Ein Zukunftsmodell der IT-gestützten Arbeitsorganisation?. In *Wirtschaftsinformatik in Wissenschaft und Praxis* (pp. 51-64). Springer Gabler, Berlin, Heidelberg (2014), S.57.
- Buhse, W.; Reppesgaard, L.; Henkel, S.; Lessmann, U. (2011): *Der Case Local Motors: Co-Creation und Collaboration in der Automotive-Industrie*, Band 1: Wie Local Motors funktioniert, doubleyou, Oktober 2011, Niederlande
- Cao, Y.; Gong, J.: Build brand community to expand the market – a case study of Xiaomi’s market expansion in China, *International Journal of Economics, Business and Management Research* Vol. 2, No. 04; 2018, ISSN: 2456-7760, pp. 356-363
- Chiu, C.-M.; Liang, T.-P.; Turban, E.: What can crowdsourcing do for decision support?, *Decision Support Systems* 65 (2014) 40-49.
- <http://www.creaffective.de/de/creaffective/arbeitsweise/co-creation-ansatz/>, zuletzt aufgerufen 19.03.2020, 13:24 Uhr
- Dawson, R.; Bynghall, S.: Getting results from crowds. *The definitive guide to using crowdsourcing to grow your business*, 2. Ed.; Sydney: Advanced Human Technologies, 2012.
- Di Gangi, P. M. & Wasko, M.: Steal my idea! Organizational adoption of user innovations from a user innovation community: A case study of Dell IdeaStorm, *Decision Support Systems* 48 (2009) 303-312.
- DIN 69901-1: 2009, *Projektmanagement – Grundlagen*, Beuth Verlag, Berlin, 2009
- Dinc, S.: *Conceptual Development of Crowd-Engineering Workflows for Service Robotics*, Master’s Thesis at Ulm University, 2019
- Dong, J.; Zhang, Y.: When Customers Become Fans, *MIT Sloan Management Review*, Winter 2016, http://sloanreview.mit.edu/article/when-customers-become-fans/?use_credit=c24f9ae141fa02c7fa1deea7e1149557
- Drechsler, R.; Breiter, A.: Hardware project management- What we can learn from the software development process for hardware design? *ICSOFT (SE)* pp. 409–416 (2004)
- Eigner, M.; Eiden, A. Apostolov, H.: Crowd-Engineering – bringing full cloud cad into the lab, *International Conference on Engineering and Product Design Education 7 & 8 September 2017*, Oslo and Akershus University College Of Applied Sciences, Norway, 2017
- Engeln, W.: *Methoden der Produktentwicklung*. Oldenbourg Industrieverlag (2006), S. 16.
- Figallo, C.: *Hosting Web communities. Building relationships, increasing customer loyalty, and maintaining a competitive edge*. New York: Wiley (Mecklermedia), 1998.
- Friedewald, A.; Lödding, H.; von Lukas, U.; Mesing, B.; Roth, M.; Schleusener, S.; Titov, F.: *Benchmark neutraler Formate für den prozessübergreifenden Datenaustausch im Schiffbau; Bericht 11rp001 – FIGDR, Förderkennzeichen 03SX273*, August 2011, Fraunhofer
- Füller, J., Hutter, K., Hautz, J., Matzler, K.: User roles and contributions in innovation-contest communities. *Journal of Management Information Systems* 31(1), 273–308 (2014)
- Gassmann, O.: Opening up the innovation process: towards an agenda [online]. In: *R and D Management*, 36(3), S. 223-228, 2006.
- Gassmann, O.; Winterhalter, S.; Wecht, C. H.: Crowdsourcing: Tipps, damit es gelingt. *IO Management*, 74. Jg., Nr. 3, S. 44-50. (2013), s. 46-47.
- Guo, W., Zheng, Q., An, W., Peng, W.: User roles and contributions during the new product development process in collaborative innovation communities. *Applied ergonomics* 63, 106–114 (2017)
- Hackman, J. R.; Oldham, G. R.: Development of the job diagnostic survey. In: *Journal of Applied Psychology*. 60, 2, 1975, S. 159–170.
- Hagel III, J.; Armstrong, A. G.: *Net Gain – Profit im Netz. Märkte erobern mit virtuellen Communities*. Wiesbaden: Gabler, 1997
- Harer, J.; Baumgartner, C. (Hrsg.): *Anforderungen an Medizinprodukte. Praxisleitfaden für Hersteller und Zulieferer*, 3. Vollständig überarbeitete Auflage; München: Hanser, 2018.
- Herstatt, C., Nedon, V.: Open Innovation – Eine Bestandsaufnahme aus Sicht der Forschung und Entwicklung. In: *Motoren der Innovation*. Springer Gabler, Wiesbaden, S. 247-266 (2014), S.259.
- Hertwig, M.; Barwasser, A.; Lentjes, J.; Adam, F.; Kalkuhl, J.; Siee, M.: Crowd Engineering – Produktentwicklung in der Community: Innovation in der Produktentwicklung durch die Einbindung einer Community. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb : ZWF*, Vol.115 (2020), No.1-2, pp.36-39. 2020. DOI 10.3139/104.112226.

Ideas4all innovators: Xiaomi creates client loyalty through cocreation in their customer journey, <https://www.ideas4allinnovation.com/innovators/xiaomi-miui-cx-customer-journey-cocreation/>, letzte Prüfung 5.10.2020 um 14:19 Uhr

Koller, R.: Konstruktionslehre für den Maschinenbau – Grundlagen zur Neu- und Weiterentwicklung technischer Produkte, 3. Auflage 1994, Springer-Verlag, S.68.

Kübler, K.; Scheifele, S.; Scheifele, C.; Riedel, O.: Model-Based Systems Engineering for Machine Tools and Production Systems (Model-Based Production Engineering), *Procedia Manufacturing* 24 (2018), Science Direct, p. 216–221

Kuo, H.-C.; Luarn, P.; Chen, I.-J.: Value co-creation of Xiaomi in China, *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research (IJBESAR)*, ISSN 2408-0101, Eastern Macedonia and Thrace Institute of Technology, Kavala, Vol. 11, Iss. 1, pp. 26-33, 2018; <http://dx.doi.org/10.25103/ijbesar.111.03>

Lee, Y. F. L. (2014). When Google meets Xiaomi: Comparative case study in western and eastern corporate management. *Journal of International Technology and Information Management*, 23(3), 5.

Lun, O. K.; Yazdanifard, R.: How could Xiaomi success in online phone purchase persuasion influence other phone manufacturer, *European Journal of Business and Innovation Research*, Vol.6, No.2 (2018), pp.18-24

Markus, U.: Integration der virtuellen Community in das CRM. Konzeption, Rahmenmodell, Realisierung. Lohmar, Köln: Joseph Eul Verlag, 2002.

Martin, N.; Lessmann, S.; Voss, S.: Crowdsourcing: Systematisierung praktischer Ausprägungen und verwandter Konzepte, 2008, pp.1251.

Masior, J.; Schneider, B.; Riedel, O.: Design of consistent scenarios for IT technologies in system creation based on multiple domain matrices, R&D Management Conference 2019, 17th to 21st June, Paris, France, <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-589612.html>

Nerdinger, F. W.; Blickle, G.; Schaper, N.: Arbeits- und Organisationspsychologie; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011.

Nilles, A.Q., Shell, D.A., O’Kane, J.M.: Robot design: Formalisms, representations, and the role of the designer. arXiv preprint arXiv:1806.05157 (2018)

Okuka, A.-M.: Methoden zur Produktauswahl für die Entwicklung mittels Crowd Engineering unter Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen, Masterarbeit, Universität Stuttgart, 2019, Stuttgart

Ortiz, J.; Ren, H.; Li, K.; Zhang, A.: Construction of Open Innovation Ecology on the Internet: A Case Study of Xiaomi (China) Using Institutional Logic, *Sustainability* 2019, 11, 3225; doi:10.3390/su11113225

https://wiki.p2pfoundation.net/Four_Types_of_Co-Creation, zuletzt aufgerufen 17.04.2020, 15:19 uhr

Panchal, J. H.: using crowds in engineering design – towards a holistic framework, In: Weber, C. et.al., Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (ICED 15) Vol 8: Innovation and Creativity, Milan, Italy, 27-30.07.15, 2015, pp. 41-50

Panigrahi, A.: A Case Study on Marketing Strategy of Xiaomi, *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences (IJMTS)*, 4(2), pp. 46-52, 2019; <http://doi.org/10.5281/zenodo.3466131>.

Pee, L. G.; Pan, S. L.; Li, M.; Suling, J.: Social Informatics of Information Value Cocreation: A Case Study of Xiaomi’s Online User Community, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 71(4), pp.409–422, 2020

PEW Research Center (2018): Many turn to YouTube for Children’s Content, Erhebung unter US-Erwachsenen durchgeführt im Zeitraum 29.05.-11.06.2018

Prahalad, C.K.; Ramaswamy, V.: Co-creation experiences – The next practice in value creation, *Journal of Interactive Marketing*, Volume 18, Issue 3, 2004, Seiten 5-14, ISSN 1094-9968, <https://doi.org/10.1002/dir.20015>.

Rohmann, S.; Schumann, M.: Best Practices für die Partizipation in der Produktentwicklung. Springer Fachmedien Wiesbaden (2018), S. 16.

Scacchi, W.: Free and open source development practices in the game community, *IEEE Software*, vol. 21, no. 1, Jan.-Feb. 2004, pp. 59-66

Schmidt, Y.: Entwicklung von Community-basierten Bewertungsprozessen für Crowd-Engineering, Masterarbeit, Universität Stuttgart, 2019

Schuh, G.; Riesner, M.; Prote, J.-P.; Dölle, C.; Molitor, M; Schloesser, S.; Liu, Y., Tittel, J.: Industrie 4.0: Agile Entwicklung und Produktion im Internet of Production in Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft. Springer, Berlin, Heidelberg (2020), S.467-488.

Sheard, S.A.: Twelve systems engineering roles. In: INCOSE International Symposium. Vol. 6, pp. 478–485. Wiley Online Library (1996)

Shih, C.-C.; Lin, T. M.Y.; Luarn, Pin: Fan-centric social media: The Xiaomi phenomenon in China, *Business Horizons*, Volume 57, Elsevier, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bushor.2013.12.006> (2014), p. 349–358

Simperl, E.: How to use crowdsourcing effectively: Guidelines and examples. *Liber Quarterly* 25.1 (2015), S.34.

Sommerville, I.: Software Engineering, Global Edition. Pearson, 10 edn. (2016)

Surowiecki, J.: The wisdom of crowds. Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies and nations, Little, Brown, London 2004, ISBN 0-316-86173-1.

Tian, J.-M.: Customer Engagement in Value Co-creation of Xiaomi: A Case Study, 2018 International Conference on Education Reform, Management and Applied Social Science (ERMAS 2018), pp.127-131, 2018; ISBN: 978-1-60595-012-9

Tran, A.; Hasan, S.; Park, J.: Crowd Participation Pattern in the Phases of a Product Development Process that Utilizes Crowdsourcing [online], 2012.

Trippner, D.; Theis, K.: Agile PLM Strategy Development - Methods and Success Factors. In: Stelzer, R. (Hrsg.) Entwerfen Entwickeln Erleben 2016 - Beiträge zur virtuellen Produktentwicklung und Konstruktionstechnik. Dresden, TUDpress - Verlag der Wissenschaften GmbH, (2016) S. 143-160.

Tuckman, B. W.: Developmental sequence in small groups. In: *Psychological Bulletin*. 63, 1965, S. 384–399.

UNHCR: A Community-based Approach in UNHCR Operations, Office of the United Nations High Commissioner for Refugees, Genf (2008), p.4

Richtlinie VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1993

Von Hippel, E.: Lead Users: A Source of Novel Product Concepts. *Management Science* 32(7): 791-805 (1986).

Wang, Y.; Wu, J.; Zhang, R.; Shafiee, S.; Li, C.: „A “User-Knowledge-Product” Co-Creation Cyberspace Model for Product Innovation“, Complexity, vol. 2020, Article ID 7190169, 20 pages, (2020). <https://doi.org/10.1155/2020/7190169>

Wick, H.: Rolf Pfeifer geht, Roboy bleibt, SRF, 2013, online <https://www.srf.ch/wissen/technik/rolf-pfeifer-geht-ro-boy-bleibt>, veröffentlicht 8.03.2013, zuletzt aufgerufen 3.11.2020 um 11:42 Uhr

Yang, S.; Wos, A.: Case Study 3: Co-create a Smart Phone Brand with Consumers via Social Media: A Case Study of Xiaomi in China. In: Roy S., Mutum D., Nguyen B. (eds) Services Marketing Cases in Emerging Markets. Springer, Cham (2017); http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-319-32970-3_4

<https://www.yourdictionary.com/pet-project> [online], letzte Prüfung 17.07.2020 um 9:38 Uhr

Zheng, H.; Li, D.; Hou, W.: Task Design, Motivation, and Participation in Crowdsourcing Contests. In: International Journal of Electronic Commerce, Jahrgang 15, Ausgabe 4 (2011), p. 57-88.

Zupancic, D.: Ein Blick in die Zukunft Virtueller Gemeinschaften. Interessante Perspektiven für das Online Marketing. In: IO-Management 68 (1999) Nr. 5, S. 42–46.

Projektkonsortium

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 26 600 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,6 Milliarden Euro. Davon fallen 2,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft

eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

Stand der Zahlen: Januar 2019

www.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO wurde 1981 aus der Hauptabteilung »Arbeit und Organisation« des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA heraus gegründet. Prof. Hans-Jörg Bullinger wurde nach der Gründung des Fraunhofer IAO im Jahr 1981 zu dessen Institutsleiter berufen und übernahm an der Universität Stuttgart den Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft. Zu Beginn des Jahres 1991 übernahm er zusätzlich die Leitung des an der Universität Stuttgart neu eingerichteten Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT, das durch einen Kooperationsvertrag mit dem Fraunhofer IAO verbunden ist.

Nach seiner Berufung zum Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft übergab Prof. Bullinger im Jahr 2002 sein Amt an Prof. Dieter Spath, der beide Institute über zehn Jahre lang erfolgreich leitete. Nachdem Prof. Spath im Jahr 2013 zur WITTENSTEIN AG wechselte, übernahm der langjährige stellvertretende Institutsleiter Prof. Wilhelm Bauer die Leitung des IAO. Stellvertretende Insti-

tutsleitung der Institute IAO und IAT ist Prof. Anette Weisbecker. Nach drei Jahren kehrt Prof. Dieter Spath erneut an das Institut zurück. Damit verbunden übernimmt Prof. Spath auch wieder die Leitung des kooperierenden IAT. Seit 2018 ergänzt Prof. Oliver Riedel die Institutsleitung mit dem Forschungsschwerpunkt »Digitale Produktentstehung«.

Heute arbeiten an beiden Instituten ca. 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf mehr als 14 200 m² interdisziplinär zusammen. Die Institute waren und sind für viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ein Sprungbrett in Wirtschaft oder Wissenschaft. Nach erfolgreicher Promotion wechseln diese in der Regel in die Wirtschaft und bringen dort ihr Wissen und ihre Erfahrung ein. Zahlreiche Abgänger sind mittlerweile in leitenden Positionen tätig. Hinzu kommen Unternehmensneugründungen ehemals Beschäftigter, die ihrerseits wieder neue Arbeitsplätze schaffen. So sind inzwischen über 30 Spin-Offs mit über 650 Arbeitsplätzen entstanden.



Dipl.-Ing. Joachim Lentjes

Joachim Lentjes ist Leiter Digital Engineering am Fraunhofer IAO und Lehrbeauftragter an der Universität Stuttgart. Er ist Gutachter für internationale Konferenzen und Zeitschriften wie das International Journal of Production Research. Joachim Lentjes war operativer Leiter des Fraunhofer-Innovationsclusters Digitale Produktion und initiiert und leitet seit vielen Jahren Forschungsvorhaben für die Europäische Kommission, nationale Fördergeldgeber sowie namhafte Industrieunternehmen im In- und Ausland. Mit über 70 wissenschaftlichen Veröffentlichungen hat Joachim Lentjes Preise wie den Best Paper Award der International Conference for Production Research ICPR2019 und der IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems APMS2014 gewonnen. Seine Forschungsarbeit adressiert insbesondere die Produktentwicklung der Zukunft mit innovativen Strategien, Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeugen.



Dipl.-Ing. Michael Hertwig

Michael Hertwig hat Maschinenbau und Produktionstechnik an der Universität Stuttgart studiert und in den Fachrichtungen Mikrosystemtechnik und Produktionstechnik vertieft. Nach 1,5 Jahren Tätigkeit im Bereich Mikrosystemtechnik ist er an das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation gewechselt.

Am Institut beschäftigt er sich mit Digitalisierung in der Industrie und Produktion im urbanen Raum. Im Rahmen von Projekten für die Industrie und öffentliche Einrichtungen beschäftigt er sich mit Werkzeugen für die Digitalisierung von Entwicklungs- und Produktionsprozesse. Als Projektleiter im Forschungsfeld »Engineering 4.0« entwickelt er zusammen mit Kollegen Maßnahmen für die fortschreitende Digitalisierung in der Entwicklung von Produkt und Produktion und deren Impact aufs Unternehmen. Weiterhin erforscht er, wie sich die Produktentwicklung langfristig verändert und welchen Einfluss dies auf die aktuellen Kompetenzen und Tätigkeiten hat.

Er ist ehrenamtliches Vorstandsmitglied im VDI Württembergischer Ingenieurverein. Neben der Entwicklung von Formaten und Angeboten für die Mitglieder, beschäftigt er sich aktiv mit der Weiterentwicklung des Vereins durch die Digitalisierung. In dieser Rolle sitzt er im »Beirat für Digitalisierung« im Verein. Dabei ist er immer wieder in verschiedenen Formaten zur Einbindung des Ingenieur Nachwuchses aktiv.



Dipl.-Ing. Nikolas Zimmermann

Nikolas Zimmermann ist Forscher und Projektleiter am Fraunhofer IAO und verfügt über mehr als 8 Jahre Erfahrung. Er ist Diplom-Ingenieur für Maschinenbau und verfügt über eine breite Erfahrung mit produzierenden Unternehmen. Insbesondere in den Bereichen Prozessoptimierung, Produktionsplanung, Additive Manufacturing und IT-basierte Engineering-Unterstützung. Darüber hinaus verantwortet er das Digital Engineering Lab, ein Demonstrationszentrum für Forschungsaktivitäten und Demonstratoren in Stuttgart.

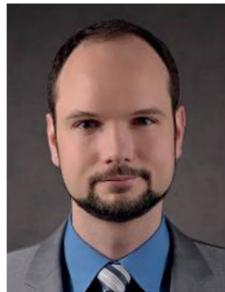
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Das Fraunhofer IPA – eines der größten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft – wurde 1959 gegründet und beschäftigt annähernd 1.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Unsere Zukunfts- und Leitthemen sind Biointelligente Wertschöpfung, Digitale Transformation im Rahmen von Industrie 4.0, Energiespeicher, Frugale Produktionssysteme, Künstliche Intelligenz in der Automatisierung, Leichtbau und Ressourceneffizienz.

Organisatorische und technologische Aufgabenstellungen aus der Produktion machen die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte des Fraunhofer IPA aus. Methoden, Komponenten und Geräte bis hin zu kompletten Maschinen und Anlagen werden von uns entwickelt, erprobt und exemplarisch eingesetzt. Die 15 Fachabteilungen des Fraunhofer IPA decken den gesamten Bereich der Produktionstechnik ab. Sie werden koordiniert durch sechs Geschäftsfelder und arbeiten interdisziplinär mit

Industrieunternehmen der Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik und Mikrosystemtechnik, Energie, Medizin- und Biotechnik sowie Prozessindustrie zusammen.

Unsere Forschung und Entwicklung orientieren wir daran, nachhaltige und personalisierte Produkte wirtschaftlich zu produzieren. Zwei strategische Initiativen sind dafür wichtig: »Mass Sustainability« soll einen möglichst niedrigen Ressourcenverbrauch mit möglichst hohem Wohlstand verbinden. Durch »Mass Personalization« versprechen wir uns die Kostenvorteile, die sich durch Massenproduktion ergeben (»Economies of Scale«), mit denen, die sich durch Flexibilisierung ergeben (»Economies of Scope«) zu vereinen. So wollen wir individualisierte Produkte in Losgröße 1 zu Kosten der Massenfertigung ermöglichen.



Dipl.-Ing. Maik Siee

Dipl.-Ing. Maik Siee, geboren 1985, studierte in Ulm Mechatronik und war von 2011 bis 2020 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IPA in Stuttgart auf dem Gebiet der Entwicklung von Servicerobotern für Industrie und Gewerbe. Dort leitete er die Hardware-Entwicklung in mehreren Forschungs- sowie Industrieprojekten im Bereich mobiler Robotersysteme.

Sein Forschungsinteresse galt dabei auch der digitalen Zusammenarbeit und Community gestützten Innovationsprozessen innerhalb der Entwicklung. Er initiierte das national geförderte Projekt »RoboPORT« und leitete dessen inhaltlichen Themen, mit dem Ziel, eine interdisziplinäre Entwickler-Plattform für Open-Source-Projekte zu schaffen.

Seit Frühjahr 2020 leitet er die Hardware-Entwicklung des Unternehmens Robotise in München.



David Brandt, B.Sc.

David Brandt studierte Informatik an der Hochschule Offenburg für Technik, Wirtschaft und Medien und schloss dort sein Studium im Themengebiet Angewandte Informatik ab (B.Sc.). Seit 2019 arbeitet er im Projekt RoboPort und unterstützt das Team durch seine Kenntnisse in Datenbankstrukturen und Webanwendungen maßgeblich in der Entwicklung des Project-Spaces.



Dr.-Ing. Andreas Bildstein

Dr. Andreas Bildstein leitet am Fraunhofer IPA im Kompetenzzentrum Digitale Werkzeuge die Forschungsgruppe Umsetzungsmethoden für die Digitale Produktion. Er forscht unter anderem an ganzheitlichen Produktionssystemen für die effiziente Einführung von Digitalisierungslösungen in produzierenden Unternehmen und an dynamischen Produktionsnetzwerken im Rahmen der Industrie 4.0. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Digitalisierung und Vernetzung der Produktion und produktionsnaher Prozesse auf Basis von Informationstechnologien und Konzepten aus dem Bereich des Internet der Dinge (IoT) sowie dem Software Engineering im Kontext der Digitalen Transformation. Sein Herz schlägt für die Unterstützung von KMU aus dem Produktionsbereich, die durch die Digitale Transformation oft vor erheblichen Herausforderungen stehen. Mit seiner Mannschaft unterstützt er deshalb produzierende KMU dabei ihre internen Prozesse und deren Produkte auf die notwendigen Veränderungen anzupassen und mit Hilfe von geeigneten Kooperationsformen neue Unterstützungsmöglichkeiten für diese Aufgaben zu finden.



Arthur Grigorian, B.Sc.

Arthur Grigorian studierte Informatik an der Hochschule für Technik in Stuttgart. Nach dem erfolgreich absolvierten Studium begann er 2017 am Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA zu forschen. Er ist in der Gruppe »Daten- und Anwendungsdienste für die digitale Produktion« tätig, wo er sich primär mit künstlicher Intelligenz, Big-Data-Architekturen und Projektleitung beschäftigt. Im Projekt RoboPort übernahm er die Rolle des technischen Projektleiters und war maßgeblich an der technischen Konzeption und Implementierung der Plattform beteiligt.



Florian Strieg, M.Sc.

Als multidisziplinärer Software Entwickler aus dem Gebiet der Medien- und Kommunikationsinformatik interessiert sich Florian vor allem für aktuelle Entwicklungen in der Mensch-Maschine-Interaktion. Während und nach seinem Master Studium arbeitete er daran Virtual und Augmented Reality in neuartigen, praxisorientierten Softwarelösungen einzusetzen, die Menschen in der Industrie bei ihrer Arbeit unterstützen. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IPA wurde diese Arbeit in verschiedensten Forschungsprojekten und Einsatzgebieten angewendet, um individuelle Assistenzsysteme der Zukunft zu schaffen. Am RoboPort Projekt war er als leitender Software Entwickler maßgeblich an der initialen Konzeption und der Entwicklung der Webplattform selbst und deren Anbindungen innerhalb des Ökosystems beteiligt. Seit 2020 arbeitet Florian an innovativen und kooperativen Softwarelösungen im Bereich Medizin und Biotechnologie bei pantaBio.

Das Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart ist per Kooperationsvertrag mit dem Fraunhofer IAO verbunden und beschäftigt sich mit der integrierten Planung, Gestaltung und Optimierung innovativer Produkte, Prozesse und Strukturen. Da beide Institute als gemeinsamer Betrieb organisiert sind, können diese universitäre Grundlagenforschung mit angewandter Auftragsforschung verknüpfen und in zahlreichen Projekten mit der Wirtschaft praxisnah umsetzen.

Das IAT betreut den Studiengang Technologiemanagement und bietet im Rahmen seiner Lehre das gleichnamige Hauptfach/Vertiefungsfach für zahlreiche Studiengänge an. Auskünfte zum Lehrbetrieb am IAT sowie Lehrveranstaltungen gibt das Büro für Studienangelegenheiten (BfS).



Frauke Schuseil, M.Sc.

Frauke Schuseil wurde 1990 geboren und erhielt 2017 ihren Master in Bioinformatik an der Universität Tübingen. Seit 2018 ist sie am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart im Team Digital Engineering tätig. Ihr aktueller Schwerpunkt liegt in der Erforschung von Ansätzen der Künstlichen Intelligenz für ingenieurwissenschaftliche und produktionstechnische Anwendungen. Darüber hinaus erforscht sie Prozesse und Methoden zur Unterstützung einer konventionellen Produktentwicklung mit digitalen Methoden und die Entwicklung neuer ingenieurwissenschaftlicher Ansätze.



Adrian Barwasser, M.Sc.

M.Sc. Adrian Barwasser hat an der Universität Darmstadt Maschinenbau studiert. Seit Januar 2018 arbeitet er im Team für Digital Engineering am Institut für Arbeitswissenschaften und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart, wo er sowohl an staatlich geförderten als auch an industriellen Projekten beteiligt ist. Sein Schwerpunkt liegt auf der Optimierung von Engineering- und Produktionsprozessen mit digitalen Werkzeugen und innovativen Methoden. Beispiele für aktuelle Projekte sind das von der EU geförderte Projekt „Z-BRE4K“, in dem ein digitaler Zwilling zum Zweck der vorausschauenden Wartung entwickelt wird. Im Projekt RoboPORT beschäftigt er sich mit Crowd Engineering, einem völlig neuen Ansatz von Open Innovation in der Produktentwicklung.



Andreas Werner, M.Sc.

Andreas Werner hat einen Master-Abschluss in Maschinenbau der Universität Stuttgart. Während seines Studiums hat er 18 Monate am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO gearbeitet und bereits Erfahrungen in Industrieprojekten gesammelt. Darüber hinaus war er 19 Monate lang als studentische Hilfskraft bei einem Unternehmen der Luftfahrtindustrie tätig. Heute ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Arbeitswissenschaften und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart. In Projekten mit der Industrie sammelt er Bedürfnisse und Herausforderungen zu Digitalisierungsthemen und leitet daraus Potenziale zur Optimierung produzierender Unternehmen ab, z.B. durch die Integration digitaler Zwillinge von Produktionssystemen für die vorausschauende Wartung. Darüber hinaus ist er im Forschungsfeld „Urban Production“ tätig, um zu analysieren, wie die Digitalisierung die Transformation von Produktionsunternehmen in städtischen Gebieten unterstützt.



Xiaodu Hu, M.Sc.

Xiaodu Hu hat 2013 an der Tongji-Universität in China einen M.Sc.-Abschluss in Maschinenbau erworben. Die Spezifikation seines Studiums war Logistik, insbesondere die Lagerplanung. Die damalige Masterarbeit bestand in der Entwicklung eines wissensbasierten Lagerplanungssystems zur Auswahl geeigneter logistischer Geräte (Gabelstapler, Regal, Förderer, logistische Strategie etc.), um die optimale Kombination unter Berücksichtigung der eingeschränkten Bedingungen zu finden. Nach dem Abschluss des Studiums hat er 2 Jahre in der Automobilindustrie in Shanghai gearbeitet und Erfahrungen im Projektmanagement während des gesamten Produktentstehungsprozesses gesammelt. Danach begann er ein Studium in Deutschland und erwarb 2019 einen zweiten Master-Abschluss in Technologiemanagement an der Universität Stuttgart. Während des Studiums lag der Schwerpunkt auf der Erforschung der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Produktentwicklung und der Erforschung der Integration von KI-Technologien im Digital Engineering. Seit 2019 arbeitet er am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT an der Universität Stuttgart.

B/S/H Hausgeräte GmbH

Die BSH Hausgeräte GmbH ist eines der weltweit führenden Unternehmen der Branche und der größte Hausgerätehersteller in Europa. Weltweit die erste Wahl für Konsumenten zu sein, treibt die BSH und ihre Mitarbeiter an. Ziel der BSH ist es, mit ihren herausragenden Marken, hochwertigen Produkten und erstklassigen Lösungen die Lebensqualität der Menschen weltweit zu verbessern.

Neben den Globalmarken Bosch und Siemens sowie Gaggenau und Neff umfasst das BSH-Markenportfolio die lokalen Marken Thermador, Balay, Profilo, Constructa, Pitsos und Coldex. Während die Globalmarken nahezu weltweit auf ihre jeweiligen Zielgruppen ausgerichtet sind, haben die lokalen Marken der BSH jeweils einen starken Bezug zu den Konsumenten vor Ort. Flankiert durch die wertvollen digitalen Services der Ökosystemmarke Home Connect und Servicemarken wie Kitchen Stories ist die BSH fest auf Kurs, um sich als echtes Hardware+ Unternehmen zu etablieren.

Dr.-Ing. Arne Rost



Johannes Kalkuhl, M.Sc.

Johannes Kalkuhl, 1993 geboren, erhielt 2020 seinen Master in Wirtschaftsingenieurwesen und vertiefte sich während des Studiums in der Fachrichtung Maschinenbau. Während seiner Studienzeit in Düsseldorf und München sammelte Johannes Erfahrung bei einem internationalen Flugzeughersteller in der militärischen Luftfahrt, wo er auch 2017 seine Bachelorarbeit für ein NATO-Projekt schrieb. Darüber hinaus war er in mehreren Münchner Startups tätig, die sich mit Plattformen im Bereich der Bildungsbranche beschäftigen. Seine Masterarbeit fertigte Johannes in Kooperation mit der BSH Hausgeräte GmbH an, wodurch er zum RoboPORT Konsortium dazustieß, die Plattform auf ihre Funktionalität testete und Robotik-Use-Cases über RoboPORT in reale Prototypen überführte. Seit Anfang 2020 arbeitet Johannes als Analyst in einer internationalen IT-Management Beratung.

Im Mittelpunkt aller Entwicklungen stehen die Konsumenten und ihre Bedürfnisse. So testet die BSH in User-Experience-Laboren Prototypen und Produkte unter Realbedingungen in allen Phasen der Entwicklung gemeinsam mit Konsumenten. Die Ergebnisse fließen stetig in die Entwicklung von neuen Hausgeräten und Lösungen ein. So kann die BSH auf die verschiedenen Konsumentenbedürfnisse zielgerichtet eingehen: mit innovativen und qualitativ hochwertigen Hausgeräten, die sich durch Design, Bedienfreundlichkeit und Energieeffizienz ebenso auszeichnen wie durch digitale Zusatzfunktionen.

Stand: März 2020

www.bsh-group.com/de/

innosabi GmbH

innosabi ist einer der weltweit führenden Anbieter von Softwarelösungen für kollaboratives Innovations- und Ideenmanagement. Das Unternehmen mit Sitz in München wurde 2010 gegründet und beschäftigt heute 55 Mitarbeiter. Insbesondere international agierende Großkonzerne nutzen die Software und das Methodenwissen von innosabi, um ihre Innovationsprozesse offen und digital abzubilden. Mitarbeiter, Kunden, Zulieferer, Partner oder externe Experten werden mit den spezialisierten Softwarelösungen und Methoden in die Gestaltung neuer Produkte und Dienstleistungen eingebunden. Mit der Software von innosabi können Unternehmen so ihr gesamtes Ökosystem für Innovation mit einer einheitlichen

Technologie vernetzen. Neben neuen Möglichkeiten zur Kollaboration mit einer großen Anzahl an Personen innerhalb und außerhalb des Unternehmens entwickelt innosabi kontinuierlich innovative Wege, die generierten Informationen auszuwerten, zusätzliche Datenquellen zu integrieren und wertvolle Erkenntnisse aus Data Analytics für Innovation in den Organisationen nutzbar zu machen. Zu den Kunden von innosabi gehören heute u.a. Siemens, Daimler, Postbank, Deutsche Telekom und Allianz.

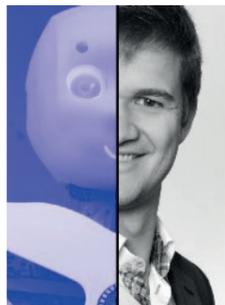


Abbildung 59: das innosabi Team

General Interfaces GmbH

gi.ai ist ein Unternehmen über die Verschmelzung von Technologie und den Menschen, die sie benutzen. Wir bauen schnell Prototypenlösungen und testen sie mit Menschen – denn Technologie, die bei Ihnen nicht funktioniert, ist es nicht wert, weiterverfolgt zu werden. Wir bauen Roboter (<https://roboy.org>), medizinische Produkte (<https://www.medicaltemplates.ch>), Plattformen und mehr – und wir bringen anderen bei, wie sie aufgrund unserer Erfahrung agiler und experimenteller werden können (<https://taf.expert>).

Die General Interfaces GmbH bietet sich durch eine vielfältige Expertise in den Bereichen Robotik Entwicklung, Medizin Technikentwicklung, Workshop und Facilitation sowie Trend- und Innovationsentwicklung nicht nur als Forschungs- und Entwicklungspartner an, sondern übernimmt auch diverse Dienstleistungsaufgaben.



Geschäftsführer Rafael Hostettler

Da Rafael Hostettler von der Komplexität und Schönheit von allem fasziniert war, fiel es ihm immer schwer, sich auf eine einzige Sache zu beschränken. Deshalb hat er einen MSc. in Computational Science von der ETH Zürich, wo er gelernt hat, so gut wie alles am Computer zu simulieren, so dass er es nicht musste. Jetzt baut er Roboter, die die Bauprinzipien des menschlichen Bewegungsapparats imitieren, und reist mit Roboy um die Welt. Der 3D-gedruckte Roboterjunge, der das Publikum mit seinen faszinierenden Geschichten in seinen Bann zieht - Geschichten, die nicht nur als seine eigene Kinderbuchreihe veröffentlicht wurden, sondern die auch aus der Welt der Hightech-Forschung in die Gesellschaft springen, um sie durch die von ihm mitgesteuerte Parallaxe-Initiative im wirklichen Leben zu spielen. Darüber hinaus hat er die General Interfaces GmbH mitbegründet, die Unternehmen dabei unterstützt, die siegreichen Spielprinzipien von Roboy auf ihre zukünftige Arbeitsweise anzuwenden, sowie die Medical Templates AG, die die Navigation in der interventionellen Radiologie revolutioniert. Letztlich laufen all seine Taten auf ein einziges Ziel hin zusammen: ein Roboter zu werden, um für immer neugierig zu bleiben.



Kristof Sarnes, M.Sc

Ein humanoider Roboter und New Work sind zentrale Themen unserer Arbeitswelt und Kristof Sarnes steckt mitten drin. Bei GI entwickelt er mit einem interdisziplinären Team den menschenähnlichen Roboter Roboy und stellt durch agile Arbeitsweise die Forschung auf den Kopf (oder besser auf die Beine). Durch kooperativ entwickelte Workshop Formate wie Think.Make.Start. und dem TAF Agile Framework werden nicht nur die eigenen Studenten der Technischen Universität München zur Prototypen orientierten Entwicklung gebracht sondern auch Großkonzerne und Forschungsinstitute gecoacht, eine nutzen-fokussierte agile Entwicklung umzusetzen. Mit einem Bachelor in Maschinenbau und einem Master in Wirtschaftsingenieurwesen bringt Kristof Sarnes die Grundlagen der Technischen Forschung und Entwicklung sowie Team- und Organisationsmanagement ein.



Maria Kiaupa

Service und User-Experience Designerin Maria Kiaupa erlernte ihre Grundlagen an der Aalto Universität mit einem Bachelor in Industrie Design. Ihre Designs legten den Grundstein für die Visuelle Ausarbeitung und Entwicklung des Project-Spaces und inspirierten die Kollegen des Forschungskonsortiums nachhaltig.



Joscha Hüttel, M.Sc.

Absolvierte seinen Master in Maschinenbau mit den Schwerpunkten Produktentwicklung und Medizintechnik an der TUM. Schon während des Studiums konnte er durch seine Tätigkeit als Werkstudent die Entwicklung eines Produktes von der Idee bis zur Marktreife begleiten und mitgestalten. Bei GI ist er seitdem für das Qualitätsmanagement und die Hardwareentwicklung im Bereich Medizinprodukte verantwortlich und auch bei der Entwicklung des humanoiden Roboters Roboy im Bereich Hardwareentwicklung stark involviert. Dabei kommen generative und konventionelle Fertigungsverfahren sowie agile Vorgehensweisen und klassische Entwicklungsmethoden zum Einsatz.

UnternehmerTUM GmbH

UnternehmerTUM ist das führende Innovationszentrum in Europa und eine einzigartige Plattform für die Entwicklung von Innovationen.

Start-ups bietet UnternehmerTUM einen Rundum-Service von der ersten Idee bis zum Börsengang. Ein Team aus 240 Mitarbeitenden unterstützt beim Aufbau des Unternehmens, beim Markteintritt und bei der Finanzierung – auch mit Venture Capital. Etablierten Unternehmen bietet UnternehmerTUM Zugang zu seinem Ökosystem.

UnternehmerTUM verfügt über langjährige Expertise bei der Entwicklung von Innovationsstrategien und der Umsetzung und Ausgründung technologiegetriebener Geschäftsideen. 2002 von der Unternehmerin Susanne Klatten gegründet, ist UnternehmerTUM mit jährlich mehr als 50 wachstumsstarken Technologiegründungen – u. a. Celonis, Konux und Lilium – das führende Zentrum für Gründung und Innovation in Europa.



Philip Schneider

Philip Schneider ist Senior Consultant bei der UnternehmerTUM und Lehrbeauftragter der Universität München. Er hat unter anderem Formate wie Think.Make.Start. oder TECHFEST Munich ins Leben gerufen. Think.Make.Start. ist ein 10 Tage Hackathon und Lehrformat an der TU München in dem ~80 Studenten alle Fachrichtungen pro Semester Startups starten. TECHFEST Munich ist ein Wochenend Hackathon für Industriepartner, Studenten und private Innovatoren mit ~500 Teilnehmern und ~10 Herausforderungen von Firmen pro Jahr. Der Fokus seiner Arbeit und Methodenkenntnis liegt auf frühphasen Startup- und Innovationsprojekten - von Ideengenerierung zu Prototypenbau und Verkauf.

Andreas Brandl

Andreas Brandl ist technischer Consultant bei der UnternehmerTUM. Er betreut seit 2017 das Lehrformat Think.Make.Start. der TU München, von der technischen Seite. Außerdem war Andreas an der Gründung des TECHFEST Munich, einem der größten Hackathons Deutschlands, beteiligt und betreut seitdem die technischen Aspekte des Formates. Vor seiner Beteiligung an diesen Formaten war Andreas Teil des Gründungsteam der UnternehmerTUM Makerspace GmbH und am Aufbau der Prototypen Werkstatt als Leiter des Elektroniklabors beteiligt. Er unterrichtet dort immer noch Studenten im Bereich SMT Fertigung.



Julia Greßler

Julia Greßler ist Consultant bei der UnternehmerTUM. Neben der Projektkoordination für das TECHFEST Munich liegt der Fokus ihrer Arbeit auf Innovationsprojekten mit mittelständischen Unternehmenspartnern im Rahmen des Design Thinking Ansatzes. Zusatzprojekte wie „mia gehn online“, die Digitalinitiative für Kleinunternehmen aus Bayern zur Rettung des stationären Einzelhandels sind Julias wesentliche Treiber für einen gesellschaftlichen Beitrag im Kontext der Unternehmensphilosophie.



Über PAiCE – Digitale Technologien für die Wirtschaft:

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) fördert mit dem Technologieprogramm „Digitale Technologien für die Wirtschaft (PAiCE)“ derzeit 16 Förderprojekte aus Wissenschaft und Industrie mit rund 50 Millionen Euro, die den Einsatz digitaler Technologien in industriellen Prozessen und Anwendungen erproben. Der Schwerpunkt des Programms liegt im Aufbau digitaler Industriepattformen sowie der Kollaboration zwischen Unternehmen über die Plattformen. Zusätzlich werden durch begleitende Forschungsmaßnahmen Fragen und Herausforderungen hinsichtlich der Themen Recht, Geschäftsmodelle und vertrauenswürdige Architekturen erörtert.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.paice.de

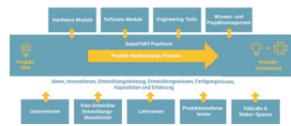
Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Photocredits



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach General Interfaces



Lea Bauer nach General Interfaces



Lea Bauer nach General Interfaces



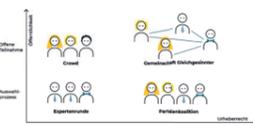
Lea Bauer nach General Interfaces



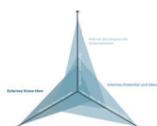
Lea Bauer nach General Interfaces



Lea Bauer nach Albers et.al 2012



Lea Bauer nach P2P-Foundation 2020



Lea Bauer nach Creaffective 2020



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



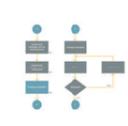
Lea Bauer nach VDI 2221-1993



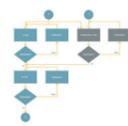
Lea Bauer nach Robo-PORT / Frauke Adam, Liang Huang



Lea Bauer nach Robo-PORT / Frauke Adam, Liang Huang



Lea Bauer nach Robo-PORT / Frauke Adam, Liang Huang



Lea Bauer nach Robo-PORT / Frauke Adam, Liang Huang



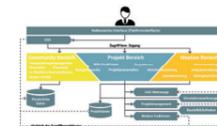
Lea Bauer nach Chiu et al. 2014



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Buhse et.al 2011



RoboPORT / Maik Siee nach Buhse et.al 2011



RoboPORT / Maik Siee nach Buhse et.al 2011



Fraunhofer IPA



Fraunhofer IPA



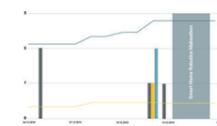
Fraunhofer IPA



BSH / Arne Rost



BSH / Arne Rost



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



Lea Bauer nach Robo-PORT / Michael Hertwig



RoboPORT / Michael Hertwig



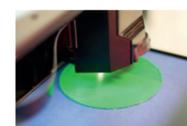
RoboPORT / Michael Hertwig



RoboPORT / Michael Hertwig



RoboPORT / Michael Hertwig



RoboPORT / Kristof Sarnes



RoboPORT / Kristof Sarnes



RoboPORT / Kristof Sarnes



RoboPORT / Kristof Sarnes



UnternehmerTUM / Philip Schneider



Fraunhofer IPA



General Interfaces



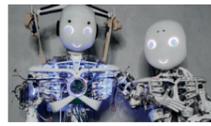
RoboPORT / Kristof Sarnes



UnternehmerTUM / Philip Schneider



Fraunhofer IPA



General Interfaces



UnternehmerTUM



General Interfaces



Fraunhofer IPA



RoboPORT / Kristof Sarnes



RoboPORT / Philip Schneider



RoboPORT / Kristof Sarnes



Fraunhofer IPA



RoboPORT / Kristof Sarnes



UnternehmerTUM / Philip Schneider



RoboPORT / Kristof Sarnes



Fraunhofer IPA



General Interfaces



UnternehmerTUM / Philip Schneider



RoboPORT / Kristof Sarnes



Fraunhofer IAIO



General Interfaces



UnternehmerTUM / Philip Schneider



RoboPORT / Kristof Sarnes



Fraunhofer IAIO



General Interfaces



UnternehmerTUM / Philip Schneider



Lea Bauer nach Cao et.al 2018



Fraunhofer IAIO



General Interfaces



UnternehmerTUM / Philip Schneider



Lea Bauer nach Kuo et.al 2018



Privat / Xiaodu Hu



RoboPORT / Kristof Sarnes



UnternehmerTUM / Philip Schneider



Fraunhofer IAIO



Privat / Johannes Kalkuhl



RoboPORT / Kristof Sarnes



UnternehmerTUM / Philip Schneider



Fraunhofer IAIO



Innosabi



RoboPORT / Kristof Sarnes



UnternehmerTUM / Philip Schneider



Fraunhofer IAIO



General Interfaces / Rafael Hostettler

Impressum



Privat / Kristof Sarnes



Privat / Maria Kiaupa



Privat / Joschua Hüttel



Privat / Philip Schneider



Privat / Julia Greßler



B/S/H Hausgeräte/
Johannes Kalkuhl



RoBoPORT / Johannes
Kalkuhl

Kontakt:

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
www.iao.fraunhofer.de

Projektleitung:

Dipl.-Ing. Joachim Lentes

Projektkoordination:

Dipl.-Ing. Michael Hertwig

Layout und Satz:

Lea Bauer

© Fraunhofer IAO, 2020