

FORSCHUNGSBEIRAT



*Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0*

# Open Source als Innovationstreiber für Industrie 4.0 – Zusammenfassung

# Management Summary

Open Source Software (OSS) ist zu einem essenziellen Bestandteil der modernen Wirtschaft geworden. Nahezu alle aktuellen Softwarelösungen setzen in kleinerem oder auch größerem Umfang auf quelloffenen Lösungen auf, betten diese ein, ergänzen oder transformieren sie. Open Source-Lösungen sind so zu einem zentralen Baustein technologischen Fortschritts geworden. Sie sind entscheidend für eine digitale Souveränität Europas und die breite Realisierung der Vision Industrie 4.0. Aktuelle Erhebungen zeigen, dass in vielen Unternehmen wie auch im öffentlichen Sektor diese zentrale Bedeutung von Open Source Software für Innovationen wahrgenommen wird. Weit über 60 Millionen Beitragende allein auf GitHub, dem weltweit umfassendsten Dienst zur Verwaltung von Software-Entwicklungsprojekten, sowie die politische Zielsetzung in der *Open Source Software Strategy* der Europäischen Kommission und dem aktuellen Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP bestätigen dies. Trotz dieser Initiativen und der damit verbundenen Aufmerksamkeit in aktuellen Debatten zeigen Erhebungen auch, dass Open Source Software bisher nur von verhältnismäßig wenigen (deutschen) Industrieunternehmen strategisch behandelt wird.

Die Expertise wurde von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik (IML) und des Lehrstuhls Industrielles Informationsmanagement der Technischen Universität Dortmund verfasst. Auf der Basis von Desk Research und den Ergebnissen der Auswertung von 22 Experteninterviews beleuchtet sie aktuelle Fragestellungen und Hemmnisse im Kontext von Open Source für Industrie 4.0. Der Schwerpunkt liegt besonders darauf, positive Erfahrungen und Strategien im Kontext von Open Source zu erfassen und Handlungsoptionen daraus abzuleiten. Die Auswahl der Expertinnen und Experten setzt thematisch wie fachlich auf Vielfalt. Sie kommen aus Start-ups, dem Mittelstand und internationalen Großunternehmen, aus Forschungseinrichtungen, Open Source-Genossenschaften, -Stiftungen und -Vereinen sowie aus Standardisierungsorganisationen, Verbänden und Bundeseinrichtungen.

In einem ersten Schritt werden allgemeine Grundlagen und aktuelle Open Source-Ansätze beschrieben. Es zeigen sich dabei sowohl eine Vielzahl an Einsatzszenarien von Open Source-Komponenten im Rahmen der Produktentwicklung als auch verschiedene funktionierende und etablierte Geschäftsmodelle für Industrie 4.0. Open Source und Themen wie Open Innovation und Open Standards teilen Schnittmengen und stehen in Wechselwirkung miteinander. Eine Betrachtung dieser gegenseitigen Einflüsse zeigt, dass die Bereitstellung von Code sowie das Engagement in Open Source Communities nicht nur direkte Mehrwerte im Sinne eines Geschäftsmodells für Unternehmen bieten, sondern vor allem indirekte, sich gegenseitig bedingende Mehrwerte für Unternehmen schaffen.

Die sich anschließende Darstellung von Messgrößen und die Klärung von Erfolgsfaktoren gesunder Open Source-Ökosysteme fördern eine Vielzahl an Möglichkeiten zutage, Projekte anhand von Kennwerten aktiv zu steuern und den Prozess der Auswahl geeigneter Open

Source-Komponenten zu unterstützen. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die hohe Bedeutung der Community und von Aktivitäten, die die Community stärken, zum Beispiel Software-Dokumentation und Foren-Kommunikation. Diese Erkenntnis hat sich im Rahmen der Experteninterviews durchgängig bestätigt.

Darüber hinaus wird im Rahmen der Expertise ein Framework zur Einordnung und Beschreibung von Open Source-Projekten in Form einer Taxonomie entlang von drei Metadimensionen (Geschäftsmodell, Ökosystem, Governance) entwickelt. Diese Taxonomie und die hierauf basierende Identifikation sogenannter Open Source-Archetypen für Industrie 4.0 ermöglicht eine kompakte Analyse und Darstellung zentraler Eigenschaften von Open Source-Projekten. Dieser Beschreibungsansatz wird in den Fallanalysen anhand der ausgewählten Projekte demonstriert.

Die dargestellten Grundlagen wurden gemeinsam mit den Expertinnen und Experten diskutiert und von diesen in ihren praktischen und betrieblichen Erfahrungshorizont eingeordnet. In der Expertenperspektive herrscht eine positive Grundhaltung gegenüber Open Source vor, die auf vielschichtigen persönlichen Open Source-Erfolgen gründet. Der im Rahmen des Desk Research gewonnene Eindruck, dass sich der Einsatz von Open Source Software nicht auf bestimmte Technologiebereiche beschränken sollte, beziehungsweise dass per se keine klare Präferenz für spezifische Technologieschwerpunkte existiert, wurde bestätigt. Formuliert wurden Präferenzen für quelloffene Lösungen in den thematisch-technologischen Bereichen Kommunikation und Konnektivität, Prozessautomation und -flexibilisierung sowie Daten und Analytik. Herausfordernd sehen die Expertinnen und Experten nach wie vor rechtliche Fragestellungen, wie Open Source-Compliance und Lizenz(in)kompatibilitäten. Darüber hinaus kann der Einsatz von Open Source-Lösungen Änderungen an Geschäftsstrategien und -modellen sowie Kooperations- und Entwicklungsprozessen erforderlich machen.

Die durch eine SWOT-Analyse ergänzten Expertenperspektiven werden zum Ausgangspunkt von Handlungsoptionen. In vier Schwerpunkten (Aufklärungskampagnen und Informationsbereitstellung, Forschungsbedarfe und Bildungsangebote, Fördermaßnahmen und Leuchtturmprojekte sowie eine fachliche und methodische Stärkung von Industrie 4.0) werden 15 potenzielle Maßnahmen beschrieben, die geeignet sind, drängende Fragen zum Umgang mit Open Source im Industrie 4.0-Umfeld zu klären, Hemmnisse in Bezug auf die Verwendung zu mindern und damit insgesamt die Innovationskraft der Industrie zu steigern. Dazu gehören der Aufbau einer europäischen Anlaufstelle für Patent- und Lizenzfragen, ein genereller „Public money, public code“-Ansatz für öffentlich geförderte Forschungsprojekte und die Stärkung von Vorhaben im Bereich offener Integrationsplattformen und Fabrik-Betriebssystemen.

Dieses Dokument fasst wesentliche Erkenntnisse der Expertise kompakt zusammen.

# Theorie und Methodik

## Verständnis von Industrie 4.0

Ermöglicht durch die rasante Entwicklung unterschiedlicher Technologiebereiche ist eine allgegenwärtige unternehmensinterne und -übergreifende digitale Vernetzung unterschiedlicher Objekte, Produktionssysteme und ganzer Industriezweige zu beobachten. Im industriellen Bereich zeichnet sich der Wandel durch eine steigende *Prozessautomation und -flexibilisierung* aus. Im Gegensatz zu visionären Vorstellungen der 1970er-Jahre, die eine vollautomatisierte Fabrik mit minimalem menschlichem Einsatz vorhersahen, sollen in der Vision von Industrie 4.0 jedoch menschliche Akteure optimal in die intelligente Fabrik eingebunden werden. Technologie soll dazu dienen, dem Menschen zu assistieren (*Mensch-Technik-Interaktion*).<sup>1</sup> Vereinheitlichende (Kommunikations-)Standards, das IoT und gemeinsame Datenräume stellen die Grundlage für die unternehmensübergreifende *Konnektivität und Kommunikation* bereit. Durch die einhergehende allgegenwärtige Datenerfassung können große Datenmengen analysiert und weiterverarbeitet werden, um wertvolles Wissen im Rahmen von Big Data und mit KI-Methoden generieren zu können (*Daten und Analytik*). Gleichzeitig werden aufgrund der veränderten Rahmenbedingungen in Unternehmensnetzwerken die Erhöhung von *IT-Sicherheit und Vertrauen* durch innovative Konzepte (zum Beispiel Blockchain-Technologie, Security by Design oder sichere Datenräume) erforderlich. Diese fünf Technologiefelder bilden das hier zugrunde gelegte Verständnis von Industrie 4.0 (siehe Abbildung 1).

Der Begriff „Industrie 4.0“ wird gemäß der Plattform Industrie 4.0 wie folgt verstanden:

*„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an den zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.“*

*Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie beispielsweise Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.“<sup>2</sup>*

Abbildung 1: Technologiebereiche von Industrie 4.0



Quelle: eigene Darstellung

<sup>1</sup> Vgl. Soder 2014.

<sup>2</sup> Siehe Bitkom et al. 2015, S. 8.

## Methodisches Vorgehen

Die grundlegende Motivation zur Erstellung dieser Expertise bildet der Mangel an richtungsweisendem Wissen zum Einsatz von Open Source in Industrie 4.0. Hieraus lässt sich die Forderung nach Vorgaben, Hilfsmitteln und Handlungsempfehlungen für den Einsatz des Open Source-Prinzips und für die Durchführung von standardisierten und strukturierten Open Source-Initiativen ableiten.

Die Entwicklung der Gestaltungsprinzipien basiert auf insgesamt 22 im Rahmen dieser Expertise durchgeführten Interviews mit Expertinnen und Experten aus Industrie, angewandter Forschung und öffentlichen Einrichtungen. Die Interviews wurden halbstrukturiert durchgeführt, das heißt sie orientieren sich an einem Fragekript, lassen jedoch auch ausreichend Freiraum für situationsbedingte Abweichungen im Gespräch.

Ausgehend von den Einzelinterviews werden die Erkenntnisse synthetisiert. Darauf aufbauend werden Handlungsempfehlungen entwickelt und mittels einer SWOT-Analyse, das heißt einer Betrachtung von Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken,

unter Berücksichtigung von politischen, wirtschaftlichen, sozialen, technologischen, ökologischen und gesetzlichen Faktoren bewertet.

## Archetypen von Open Source-Projekten in Industrie 4.0

Open Source-Projekte beziehungsweise Open Source-Ökosysteme zeichnen sich durch inhaltliche Vielschichtigkeit und eine große Bandbreite an organisatorischen Ausprägungen und strategischen Ausrichtungen aus. Zur Bestimmung von Erfolgsfaktoren oder Barrieren, die für eine bestimmte Gruppe an Projekten zutreffend sind, empfiehlt es sich, Archetypen zu bilden. Sie beschreiben strukturdominante Gruppen, die beispielsweise durch Clusteranalysen abgeleitet werden, und als reproduzierbare Muster eingesetzt werden können. Aus einer Archetypen-Sammlung von The Mozilla Foundation und Open Tech Strategies sowie der Analyse von Fallbeispielen von Open Source-Projekten im Kontext von Industrie 4.0 lassen sich folgende vier Archetypen herleiten, die im Bereich von Industrie 4.0 von Relevanz sind (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Archetypen von Open Source-Projekten mit Beispielen aus Industrie 4.0 und darüber hinaus



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Mozilla/Open Tech Strategies 2018.

# SWOT-Analyse von Open Source im Kontext von Industrie 4.0

Die Expertise bearbeitet die Frage, welche Chancen und Herausforderungen mit Open Source Software (OSS) im Kontext von Industrie 4.0 verbunden sind. Hierfür wurde nicht nur die einschlägige Fachliteratur intensiv analysiert, sondern auch die Erfahrungen und Einsichten verschiedener Expertinnen und Experten aus Unternehmen, Start-ups und Verbänden gesammelt und strukturiert. Im

Folgenden werden im Rahmen einer SWOT-Analyse die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) entlang der gängigen PESTL-Dimensionen (Political, Economic, Social, Technological, Legal) zusammengefasst (siehe Tabelle 1). Diese Art der Betrachtung erlaubt es, Handlungsoptionen abzuleiten.

Tabelle 1: SWOT-Analyse Open Source Software im Kontext von Industrie 4.0

	Stärken	Schwächen
Politisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politisches Bewusstsein für Open Source Software ist vorhanden, sowohl auf EU-Ebene als auch auf nationaler Ebene</li> <li>• Berücksichtigung in Förderbekanntmachungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderbekanntmachungen und Ausschreibungen adressieren den Aufbau eines Open Source-Verstetigungsökosystems nicht ausreichend</li> </ul>
Wirtschaftlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Kompetenz und Know-how in der industriellen Produktion sowie dem Maschinen- und Anlagenbau als Ausgangsbasis für Industrie 4.0</li> <li>• Software oft nicht das marktdifferenzierende geistige Kernigentum, daher Kombination aus Soft- und Hardware als gute Ausgangsbedingung</li> <li>• Sukzessiver Ausbau und Professionalisierung von Open Source durch OSPOs in großen Unternehmen steigert Akzeptanz</li> <li>• Nutzung von Open Source Software minimiert Transaktionskosten, stärkt Synergieeffekte und schont Ressourcen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open Source Software als Managementthema noch nicht ausgereift beziehungsweise noch nicht „angekommen“</li> <li>• Fehlendes, bereichsübergreifendes Verständnis für OSS</li> </ul>
Sozial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Wahrnehmung von Open Source Software</li> <li>• Zunehmende Internationalisierung des Arbeitsumfelds fördert Offenheit für internationale Entwickler-Communities</li> <li>• Viele vorhandene Industrie 4.0-Initiativen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielzahl an Projekten, aber ohne Communities, dadurch geringe Ausschöpfung von Potenzialen</li> <li>• Deutsche Projekte im internationalen Kontext relativ unbedeutend, dadurch fehlende Bekanntheit und Aufmerksamkeit</li> </ul>
Technologisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viele vorhandene Projekte bieten die Chance für erfolgreiche Industrie 4.0-Implementierungen</li> <li>• Open Source Software per se technologieoffen und neutral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traditionelle Produktentwicklungszyklen und Vorgehensweisen in Unternehmen stellen einen Gegensatz zur agilen und schnellen Softwareentwicklung im Open Source-Bereich dar</li> </ul>
Rechtlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Bemühungen und Initiativen, Rechtssicherheit zu stärken: OSADL, OpenChain</li> <li>• Erster Standard (ISO/IEC 5230) trägt zu Rechtssicherheit beziehungsweise Professionalisierung bei</li> <li>• Konvergenz im Lizenzbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsicherheiten in Bezug auf Patent- und Lizenzrecht stellen Unternehmen insbesondere bei eigenen Kontributionen vor Herausforderungen</li> <li>• Fehlende Synergieeffekte zwischen Standardisierungsorganisationen und Open Source-Communities</li> </ul>
	Chancen	Risiken
Politisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhandene Ansätze und Verständnis für OSS stärker in die politische Agenda integrieren: OSS als Baustein technologischer Souveränität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es gilt, Marktverzerrungen zu vermeiden, d. h. es sollte primär nicht wettbewerbsdifferenzierende Software gefördert werden</li> <li>• Fehlende Gestaltung von Förderrichtlinien im Hinblick auf ein Verstetigungsökosystem und inhaltliche Sinnhaftigkeit können eine nachhaltige Förderung verhindern</li> </ul>
Wirtschaftlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Open Source Software-Kontributionen als zukünftige Bewertungsmaßstäbe für Innovationskraft (als alternativer Indikator bei der Unternehmensbewertung zu Patenten)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OSS als öffentliches Gut, das privat bereitgestellt wird. Dadurch keine Anreize für Unternehmen Code bereitzustellen, wenn nicht ausreichend andere Unternehmen auch Code „spenden“ um ein volkswirtschaftliches Optimum zu erreichen</li> <li>• Aufkommende Free-Rider-Problematiken hemmen die Verstetigung von OSS</li> <li>• Vendor Lock-ins bestehender monopolistischer Konzerne als Risiko für neue Open Source-Kontributionen und -Projekte</li> </ul>
Sozial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zunehmende Sharing-Kultur und Purpose Economy stellen eine Chance für den Open Source-Gedanken dar und können somit Industrie 4.0-Entwicklungen stärken</li> <li>• OSS als barrierefreier Zugang zu Software für alle Gesellschaftsschichten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Risikoaversion in Bezug auf Offenheit und Open Source Software hemmt die Verbreitung und Akzeptanz</li> </ul>
Technologisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großes Entwicklungspotenzial für Fachanwendungen in der Industrie 4.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehlerhafte OSS beziehungsweise qualitativ minderwertige Software kann zu schlechten oder zum Teil sicherheitsbedenklichen Entwicklungen führen</li> </ul>
Rechtlich	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trend hin zu permissiven Lizenzen bedeutet eine vereinfachte Verwendung und ggfs. Kommerzialisierung von OSS für Unternehmen durch erhöhte Rechtssicherheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patentverletzungen und Verletzungen des Urheberrechts als Risiko für eigene Open Source-Kontributionen</li> <li>• Mangelnde Harmonisierung internationaler Rechtsrahmen erhöht Rechtsunsicherheiten z. B. in Bezug auf Haftungsfragen</li> </ul>

# Handlungsoptionen zur Stärkung von Open Source Software im Industrie 4.0-Kontext

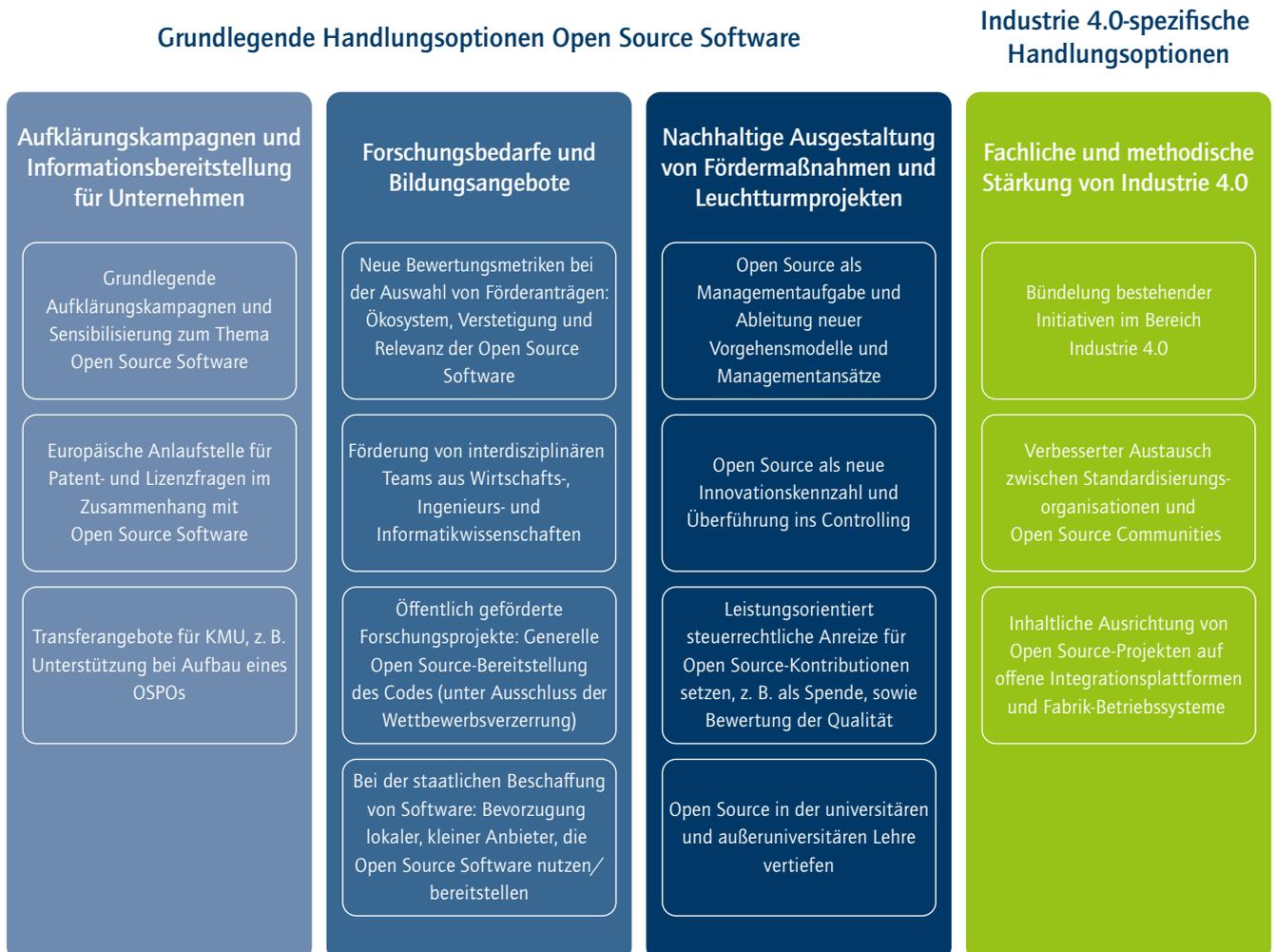
Die Ergebnisse der Expertise erlauben die Herleitung verschiedener Handlungsoptionen. Insbesondere die Schwächen und Risiken zeigen auf, in welchen Bereichen politische, forschungsgetriebene, aber auch privatwirtschaftliche Maßnahmen zur Stärkung von OSS zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0 beitragen können. Die Handlungsoptionen sind nicht nur Ergebnisse der vorliegenden Analysen und Experteninterviews, sondern auch durch den iterativen Diskurs der Autorinnen und Autoren entstanden.

Die Handlungsoptionen sollen die Rahmenbedingungen für Open Source-Ökosysteme fördern. Die praktische Umsetzung von OSS-Projekten liegt jedoch stets bei den Unternehmen. Das beginnt damit, dass OSS als strategisches Thema fest verankert werden muss. Wie das gelingen kann und welche weiteren Schritte notwendig sind, damit Open Source im Unternehmen zum Innovationstreiber werden kann, damit befasst sich dieser letzte Abschnitt. Abschließend

werden die wichtigsten Erkenntnisse dieser Expertise in Bezug auf **unternehmerisches Open Source-Handeln** zusammengefasst:

1. **Entwicklung und Kommunikation einer Open Source-Strategie:** Die eigene Open Source-Strategie sollte nicht nur die Frage beantworten, wie und welche OSS im eigenen Unternehmen eingesetzt werden soll, sondern auch, ob das Unternehmen eigene OSS-Beiträge leisten möchte und welche das sein könnten. Dazu sollte erarbeitet werden, welche Motivation und Zielstellung eigene Beiträge haben. Neben der rein intrinsischen Motivation, der Community „etwas zurückgeben zu wollen“, kann der Anreiz für die Mitwirkung an bestimmten Projekten beispielsweise auch in der Sicherung von Technologien, Gestaltung von De-facto-Standards oder der eigenen Geschäftsmodellstrategie bestehen. Die Open Source-Strategie sollte mit einem interdisziplinären Team erarbeitet werden, um innerhalb des Unternehmens

Abbildung 3: Handlungsoptionen zur Stärkung von Open Source Software im Industrie 4.0-Kontext



Quelle: eigene Darstellung

eine höchstmögliche Akzeptanz und ein breites Verständnis zu erwirken. Im Anschluss sollte die Strategie klar und verständlich aufbereitet und im Unternehmen kommuniziert werden.

2. **Aufbau eines eigenen Open Source Program Office (OSPO):** Je nach Größe und Struktur des Unternehmens bietet sich der Aufbau eines eigenen OSPO an. Das OSPO ist zentraler Ansprechpartner für alle Fragen zu den Open Source-Prozessen und trägt die Verantwortung für die Qualitätssicherung, aber auch für die Prüfung von Lizenzkompatibilitäten und möglicher Verletzungen geistigen Eigentums. Zudem erarbeitet das OSPO Leitlinien und praktische Vorgehensmodelle für die Open Source-Entwicklung und -Bereitstellung. Darüber hinaus ist es sinnvoll, im Rahmen des OSPO und in Abstimmung mit der Geschäftsführung zu definieren, welche Freiheitsgrade und Befugnisse Mitarbeitende und externe Beitragende im Kontext der gemeinschaftlichen Entwicklung haben. Auch kleinere Unternehmen, ohne große oder eigene Entwicklungsabteilungen, sollten feste Zuständigkeiten und Ansprechpersonen für die Open Source-Entwicklung in ihren Organisationen benennen. Parallel beziehungsweise durchaus auch schon vor der Gründung eines OSPO sind Qualifizierungsmaßnahmen für den Kompetenzaufbau der involvierten Beschäftigten entscheidend.
3. **Strategische Auswahl von Ökosystemen und Communities:** Eine entscheidende Aufgabe eines OSPO oder der entsprechenden Fachabteilungen ist die Bewertung und Auswahl geeigneter Projekte und der damit verbundenen Ökosysteme beziehungsweise Communities. Eine aktive und ausreichend große Community ist der wichtigste Erfolgsfaktor für eine zielgerichtete und nachhaltige Entwicklung. Sie steht für Code-Qualität und die Langlebigkeit des Projekts. Dementsprechend sollten Unternehmen ex ante sehr genau prüfen, welchen Projekten sie beitreten, in welchen Communities sie selbst Beiträge leisten möchten, aber auch welche Entwicklungen sie nutzen wollen.
4. **Schulung und Etablierung eines neuen Mindsets:** Entwicklerinnen und Entwickler sind durch ihre alltägliche Arbeit durchaus mit OSS vertraut. Oftmals jedoch fehlt es an einem tiefgehenden Verständnis für die Sicherstellung der Software-Qualität in der gemeinsamen Entwicklung innerhalb von Open Source-Ökosystemen sowie für die Wahrung der entsprechenden Coding Guidelines. Zudem ist die Kenntnis möglicher Lizenzproblematiken und -konflikte relevant. Dementsprechend

ist es die Aufgabe eines OSPO oder der Open Source-Verantwortlichen, Entwicklerinnen und Entwickler zu befähigen, eigenständig beziehungsweise in Absprache OSS-Entwicklungsprozesse durchzuführen. Dazu gehören neben der Methodik auch ein grundlegendes juristisches Verständnis für Lizenzen und Urheberrechtsfragen. Auch der Blick über den Tellerrand sollte von den Verantwortlichen initiiert werden: Im Rahmen von Schulungen sollte die Bedeutung und Relevanz von OSS entlang der Unternehmensstrategie fach- und abteilungsübergreifend vermittelt werden. Insbesondere für Industrie 4.0-Unternehmen ist die gemeinsame Entwicklung eines Verständnisses für neue Geschäftsmodelle, Methoden für Innovationsprozesse und Kollaborationsformate entscheidend. Insofern erfordert der Einsatz und die Bereitstellung von OSS ein neues Mindset in allen Unternehmensbereichen. Die Kommunikation von Open Source-Leuchtturmprojekten und Einbindung von erfahrenen Personen als Multiplikatoren innerhalb des Unternehmens können dabei helfen. Eigene Pilotprojekte können zum Beispiel anfänglich mit vertrauten Partnerunternehmen oder betrieblichen Kunden im kleinen Rahmen realisiert werden.

5. **Kontinuierliche Anpassung und Hinterfragung des Geschäftsmodells:** Unternehmen stehen heutzutage oftmals in einem schnelllebigem und anspruchsvollem Wettbewerbsumfeld. Das trifft insbesondere auch auf Industrie 4.0-Unternehmen zu. Innerhalb kurzer Abstände treten neue, oft internationale Unternehmen mit innovativen Technologien in den Markt. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Unternehmen kontinuierlich ihre Geschäftsmodelle hinterfragen und an neue Kundenbedürfnisse anpassen. Dies hat direkten Einfluss auf die Open Source-Strategie, denn geistiges Kerneigentum sollte nicht ohne guten Grund quelloffen gestellt werden. Produkte, Prozesse und Code, die nicht marktdifferenzierend sind, eignen sich hingegen für Open Source-Entwicklungen. Das gilt auch für Prozesse, Services und Produkte, die das primäre Wertversprechen komplementieren. Darum müssen Unternehmen fortwährend analysieren und verstehen, worin ihr primäres Wertversprechen und geistiges Kerneigentum bestehen und wie es am Markt bestehen kann. Entsprechend muss auch die Open Source-Strategie ausgelegt und kontinuierlich und über alle Unternehmensbereiche hinweg angepasst werden. Das Zusammenspiel von betriebswirtschaftlicher, technologischer und unternehmensstrategischer Sicht ist hier entscheidend.

## Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1:	Technologiebereiche von Industrie 4.0 .....	2
Abbildung 2:	Archetypen von Open Source-Projekten mit Beispielen aus Industrie 4.0 und darüber hinaus .....	3
Abbildung 3:	Handlungsoptionen zur Stärkung von Open Source Software im Industrie 4.0-Kontext .....	4
Tabelle 1:	SWOT-Analyse Open Source Software im Kontext von Industrie 4.0 .....	5

## Literatur

### Bitkom et al. 2015

Bitkom e.V./VDMA e.V./ZVEI e.V. (Hrsg.): *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0: Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0*, Berlin, 2015. URL: [www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie\\_4.0/2015-04-10\\_Umsetzungsstrategie\\_Industrie\\_4.0\\_Plattform\\_Industrie\\_4.0.pdf](http://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4.0/2015-04-10_Umsetzungsstrategie_Industrie_4.0_Plattform_Industrie_4.0.pdf) [Stand: 10.12.2021].

### Soder 2014

Soder, J.: „Use Case Production: Von CIM über Lean Production zu Industrie 4.0“. In: Bauernhansl, T./Hompele, M. ten/Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung · Technologien · Migration*, Wiesbaden: Springer Fachmedien 2014, S. 85-102.



GEFÖRDERT VOM



## Impressum

### Herausgeber

Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0 /  
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

### Projektbüro

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften  
Geschäftsstelle  
Karolinenplatz 4  
80333 München

### Autorinnen und Autoren

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik – IML  
Prof. Dr. Dr. h. c. Michael ten Hompele  
Dr.-Ing. Michael Schmidt  
Carina Culotta, M. Sc.  
Dr.-Ing. Marius Brehler  
Estelle Duparc, M. Sc.  
Jens Leveling, M. Sc.  
Dipl.-Inform. Andreas Nettsträter  
Hendrik van der Valk, M. Sc.

### Koordination

Lisa Hubrecht, acatech

### Redaktion und Lektorat

Karola Klatt, Berlin

### Gestaltung und Produktion

GROOTHUIS. Gesellschaft der Ideen und Passionen mbH  
für Kommunikation und Medien, Marketing und Gestaltung; groothuis.de

### Stand

Mai 2022