



Fraunhofer
IUK-TECHNOLOGIE

Fraunhofer-Verbund Informations-
und Kommunikationstechnologie



Wertschöpfung durch Software in Deutschland

Aktueller Zustand, Perspektiven, Handlungsempfehlungen



Inhalt

1. Zusammenfassung	4
2. Zwölf Thesen zur deutschen Softwareindustrie	5
3. Hintergrund:	
Software ist die Basis der Infrastruktur des 21. Jahrhunderts	9
Produktivität und Wohlstand	9
Schutz europäischer Wertvorstellungen	10
Geopolitische Unabhängigkeit	10
4. Hintergrund:	
Struktur und Leistungsfähigkeit der Softwareindustrie in Deutschland	12
Software als Basis der Infrastruktur	12
Struktur der Softwareindustrie in Deutschland	12
Leistungsfähigkeit der deutschen Softwareindustrie	12
Die Gründerszene in Deutschland	14
Impressum	17

1. Zusammenfassung

Informationstechnologie und insbesondere Software ist ein wachsender Sektor in jeder entwickelten Gesellschaft. Softwarebasierte Produkte und Dienstleistungen sind die »digitale Infrastruktur« des 21. Jahrhunderts: Digitale Unternehmen, datenzentrierte Geschäftsmodelle und Dienstleistungen, maschinelles Lernen, Industrie 4.0, autonomes Fahren – all diese Trends basieren auf leistungsfähigen Kommunikationsnetzwerken, modernen Rechenplattformen und Software-Stacks inklusive Basisdiensten, die derzeit von den sogenannten »Big Five« aus den USA dominiert werden: Google, Amazon, Microsoft, und in geringerem Maße, Apple und Facebook.

Ein gesunder und wachsender IKT-Sektor ist die Basis für zukünftigen Wohlstand. Europa – und auch Deutschland – fallen hier in Bezug auf Innovation und Wachstum hinter die USA und Asien (China, Taiwan, Japan) zurück: Die 100 erfolgreichsten Softwareunternehmen stammen zu 90 Prozent aus den USA. Europa und der Rest der Welt importieren Leistungen dieser Unternehmen für den Betrieb der eigenen Infrastruktur. China dagegen baut mit Firmen wie Alibaba, Tencent und Baidu bereits ein eigenes unabhängiges Ökosystem auf, das digitale Infrastruktur (Online Handel, Cloud-Rechenplattformen, Soziales Internet, etc.) für die chinesische Gesellschaft und Wirtschaft bereitstellt. Insgesamt erzielen einige asiatische Länder Wachstumsraten ihrer IKT-Sektoren, die deutlich über dem Wachstum in Europa liegen. Bei der bereits erreichten und insbesondere bei der angestrebten Digitalisierung unserer Gesellschaft stellen diese beiden Sachverhalte strategische Risiken für unseren Wohlstand und unsere Unabhängigkeit dar. Bundeskanzlerin Angela Merkel kommentierte dies auf dem Digitalgipfel 2019 in Dortmund mit: »Europa muss das auch alles können!«

Die skizzierte Lage ist in Zahlen und Analysen gut dokumentiert und allgemein akzeptiert. Die entscheidende Frage ist heute, wie und wo gehandelt werden kann und muss, um in Europa beziehungsweise in Deutschland die notwendige

Stärkung und Unabhängigkeit des eigenen Software-Sektors zu erreichen.

Dieser Bericht beleuchtet den Zustand des europäischen und deutschen Software-Ökosystems, analysiert potenzielle Risiken und Bedrohungen, insbesondere durch fehlende europäische Kompetenzen im Bereich Software- und Basisdienste. Zwar wird darauf Bezug genommen, wie die Ökosysteme in den USA und in China entstanden sind und wie sie gedeihen, eine erneute Gegenüberstellung von deutscher und US-amerikanischer oder chinesischer Softwareindustrie ist jedoch nicht Gegenstand des vorliegenden Papiers. Vielmehr ist es das Ziel, pragmatisch umsetzbare Handlungsempfehlungen für die Bundesregierung zur Erhöhung der softwarebasierten Wertschöpfung in Deutschland vorzustellen, die mit den bestehenden Stärken und mit der bestehenden Struktur der Wertschöpfung in Deutschland kongruent sind.

2. Zwölf Thesen zur deutschen Softwareindustrie

Aktueller Zustand, Herausforderungen und Handlungsfelder

Dieser Abschnitt fasst den aktuellen Zustand, die Herausforderungen und Handlungsfelder in der deutschen Softwareindustrie knapp in zwölf Thesen zusammen. Hintergründe und detailliertere Betrachtungen zu den einzelnen Aspekten finden sich in den weiteren Abschnitten des Berichts.

Hintergründe und Herausforderungen der Software-Krise

I. Deutschland unterschätzt die Softwarewertschöpfung

Der Anteil der Gesamtwertschöpfung in Deutschland, der entweder direkt durch Softwareunternehmen oder indirekt durch Softwareanteile anderer Produkte erreicht wird, ist mittlerweile von struktureller volkswirtschaftlicher Bedeutung für Deutschland¹. Der Umfang softwaretechnischer Innovation in Deutschland entspricht aber nicht der volkswirtschaftlichen Bedeutung von softwarebasierter Wertschöpfung für Deutschland².

II. Die Struktur der deutschen Software-Industrie³ ist nach wie vor eine Herausforderung für die softwaretechnische Innovationskraft in Deutschland

Nur sehr wenige große Unternehmen befinden sich im deutschen Softwaresektor, der von sehr vielen kleinen bis sehr kleinen Unternehmen dominiert ist⁴. Diese Struktur führt unter anderem zu Herausforderungen bei der Finanzierung von FuE-Projekten mit einem hohen softwaretechnischen Anteil,

¹ Siehe Kapitel 3

² Siehe Kapitel 4

³ Vgl. P. Buxmann, H. Diefenbach, T. Hess: Die Softwareindustrie. Ökonomische Prinzipien, Strategien, Perspektiven. 3. Auflage, Springer Gabler 2015.

⁴ ebenda

bei der Wahrnehmung der Bedeutung des Themas, bei den Möglichkeiten der Konsortialbildung bei Forschungsvorhaben (SME-Problem) und bei der Identifizierung von relevanten Forschungsthemen (siehe unten).

III. Die deutsche Förderlandschaft füllt nicht die Lücken des *Venture Capitals*

Die geringe Größe und somit auch die verminderte Schlagkraft der deutschen Softwareentwicklungsunternehmen liegt zu einem guten Stück in der mangelnden Bereitschaft zur Investition in diese Unternehmen begründet. Während entsprechende Unternehmen in den USA und auch in China oftmals selbst bei noch sehr unklar definierten Geschäftsmodellen regelmäßig mehrstellige Millionenbeträge an Venture Capital einsammeln, müssen sich deutsche Unternehmen sogar bei deutlich höherer Innovationskraft von einer Finanzierungsrunde zur nächsten kämpfen. Gerade im Bereich der Plattformökonomie ist es aber essenziell, schnell eine professionelle Lösung aufzubauen, um große Nutzerzahlen zu erreichen. Die deutsche Förderlandschaft macht dies aktuell nicht möglich.

IV. Deutschland fehlt die *digitale Souveränität*

Die digitale Souveränität ist für Deutschland und Europa ein (geo-)politisches Problem, das mit der Verbreitung von globalen (US-amerikanischen, chinesischen, etc.) Plattformen immer größer wird⁵. Bereits jetzt durchleuchten außereuropäische Konzerne europäische Bürger und, wie in den letzten Jahren bekannt wurde, nutzen fremde Staaten diese Macht aus, um Demokratien in nie zuvor dagewesener Weise zu destabilisieren. Das bedroht den Frieden und die Einheit auch in Europa.

⁵ Siehe Kapitel 3

V. Deutschlands Software-Wahrnehmung ist nicht zeitgemäß

Softwaretechnische Themen werden in Deutschland typischerweise nicht als Domäne wissenschaftsbasierter Wertschöpfung gesehen, sondern als handwerkliches Nebenwerk («Schnittstellenbastelei») betrachtet. Dabei wird Softwareentwicklung vorwiegend als Kostenfaktor und nicht als Wertschöpfungs- oder Innovationsfaktor angesehen. Gleichzeitig kann aber ein Wahrnehmungsparadoxon festgestellt werden, zwischen einerseits der allgemeineren Wahrnehmung des Themas als trivial und andererseits der punktuellen Wahrnehmungen des Themas als allzu fortgeschritten für deutsche Verhältnisse (Wer in Deutschland könnte ein Google bauen? Wer in Deutschland hätte AlphaGo machen können? Wer in Deutschland könnte ein AWS-Stack bauen? Wer in Deutschland könnte die Software für Tesla entwickeln?).

VI. Fehlende Förderung von softwarebasierten Innovationen

Forschung zu Software-Entwicklungsmethodik und Software-Entwicklung werden bei vielen FuE-Projekten nicht systematisch oder nicht hinreichend gefördert. Dies ist ein strukturelles Problem bei der Finanzierung von softwareintensiven Innovationsprojekten in Deutschland. Relevante Förderprogramme beinhalten typischerweise keine Leistungsparameter (KPIs) für Innovationen in Software Engineering und Softwaretechnik.

VII. Deutschland unterschätzt noch immer die strategische Relevanz von Software für die Wirtschaft

In Deutschland wird noch immer zu traditionell gedacht. Die analogen Prozesse werden digitalisiert, die alten Strategien werden mithilfe von Softwarelösungen umgesetzt. Allerdings

hat Software einen ganz anderen Hebel. In Deutschland fehlt die Bereitschaft, für Software einen Platz am strategischen Entscheidungstisch frei zu machen, wie das die amerikanischen und asiatischen Konkurrenten tun. Wenn wir Strategie und Chancen bezüglich digitaler Geschäftsmodelle nicht von der Software aus denken, werden wir weiterhin hinterherlaufen.

Empfehlungen und Handlungsfelder in der Entwicklung der deutschen Software

VIII. Deutschland muss die notwendigen Strukturmaßnahmen schaffen

Plattform Software Engineering. Einrichtung von »Software Factories« (beispielsweise Plattform Industrie 4.0 und Plattform Lernende Systeme) für Software Engineering. Das Ziel ist es, dass Unternehmen und Forscher und andere gemeinsam innovative Softwareentwicklung betreiben und innovative Konzepte der Softwareentwicklung konkret ausprobieren können. Beispiele für mögliche Themenfelder sind: DevOps, DevSecOps, Serverless Computing, Transition to Cloud und Open-Source-Software Repositories.

Open-Source-Software. Deutschland benötigt ein starkes Open-Source-Ökosystem und eine Stärkung der Open-Source-Kultur. Beispiele für Themenfelder sind Lizenzen und Intellectual Property, Geschäftsmodelle, Entwickler-Communities und Community-Management-Erfahrungen.

Schutz der eigenen Interessen. Europa muss in der globalisierten Softwareindustrie die eigenen Interessen stärker wahren und durchsetzen. USA und China verlangen eine konsequentere Beteiligung an externen Marktteilnehmern und fördern die Entwicklung eigener Unternehmen aggressiver für den eigenen Markt (Beispiele: TikTok, Tencent). Europäische

Verwaltungen sollten sich selbst verpflichten, europäische Lösungen zu bevorzugen.

IX. Deutschland muss im Bereich Software seinen eigenen Weg finden und gehen, Kooperation zwischen Forschung und Industrie schaffen

Förderung von größeren Konsortialprojekten (private-public, einige Erfolgsbeispiele sind schon vorhanden: International Data Spaces, GAIA-X), um Herausforderungen der digitalen Souveränität oder Infrastrukturthemen zu adressieren, oder aber auch, um gemeinsame Architekturen zu entwickeln. Beispiele wären hier Sensor Edge Clouds oder ein Krankenhaus-Betriebssystem. Softwareentwicklung ist bei solchen Vorhaben ein essenzieller Bestandteil des Designs und der Umsetzung und muss dementsprechend gefördert werden.

Förderung von Software Engineering bei KMUs. Spitzencluster haben sich in anderen Bereichen als Software Engineering als ein effektives Instrument bewährt, um auch KMUs die Weltmarktführerschaft zu sichern. Ein ähnliches Konstrukt für Software Engineering wäre sinnvoll.

Software-based Engineering. Dieses Thema adressiert softwareintensive (Hardware-) Systeme und cyberphysische Systeme, die von vielen deutschen Produktionsunternehmen entwickelt werden und in denen softwarebasiertes Innovationspotenzial maßgeblich vorhanden ist. Es gibt nur wenige große Unternehmen der sogenannten Software-Primärindustrie in Deutschland (wie SAP). Allerdings existieren viele große Unternehmen der Software-Sekundärindustrie, in denen Software nicht eigenständiges Produkt, aber wichtiger, unverzichtbarer Produktbestandteil ist. Hier sind beispielsweise die Autohersteller und ihre Zulieferer, die Automatisierungstechnik sowie der Anlagenbau zu nennen. Software Engineering muss in diesen, für die deutsche Volkswirtschaft besonders wichtigen, Bereichen mit anderen Disziplinen kombiniert werden

können. Es ist daher besonders wichtig, Software Engineering im Kontext eines übergreifenden Systems Engineering zu sehen. Deutschland kann innovative Anwendungen im Bereich des Software-based Engineering durch die Kooperation unserer weltweit führenden klassischen Industrie mit Wissenschaftlern aus dem Bereich Software/Informatik hervorbringen. Für diese Kooperation müssen Projektformate geschaffen werden, die es Industrieunternehmen erlauben, nicht nur auf unmittelbare Verwertbarkeit zu achten.

Secure Software Engineering. Europa im Allgemeinen und Deutschland im Speziellen haben auf dem Weltmarkt den Standortvorteil, dass ihre Lösungen im Hinblick auf Datenschutzstandards verhältnismäßig hohes Vertrauen genießen. In der Forschung und Lehre zu diesem Thema ist Deutschland auch im internationalen Vergleich sehr gut aufgestellt. Leider gelingt es hiesigen Unternehmen aber oft nicht, ihre sicheren Produkte auch effizient in den Markt zu bringen. Produktzertifizierungen sind oft langwierig, ineffektiv und teuer. Es muss daher geprüft werden, wie sich Entwicklungsmethoden und Zertifizierungen für angreifssichere Softwaresysteme so skalieren lassen, dass sie in Unternehmen effizient umsetzbar werden und letztendlich sogar die Time-to-Market der Produktentwicklung beschleunigt.

Datenschutz. Es gibt sehr unterschiedliche Wertvorstellungen in der EU, in den USA und in Asien. Der europäische Datenschutz ist (sogar moralisch) wichtig. Der wirtschaftliche Umgang mit den daraus folgenden Möglichkeiten kommt zu kurz: Welche wirtschaftlichen Möglichkeiten ergeben sich daraus, dass die EU eine andere Datenschutz-Policy fährt als der Rest der Welt? Die wirtschaftlichen Potenziale der Vereinbarung von Datenschutz und anderen Anforderungen durch technische Lösungen (wie zum Beispiel privacy-enhancing technologies PET und Federated Learning) könnten verstärkt genutzt werden. Diese Themen haben einen unverzichtbaren softwaretechnischen Kern.

Vertrauen. Wie man vertrauenswürdige digitale Systeme baut, ist ein wesentliches softwaretechnisches Thema, bei dem (auch wirtschaftliche) Potenziale des »Schutzes europäischer Wertvorstellungen« erkennbar sind. Als Beispiel wäre das Thema Vertrauenswürdige KI zu nennen, das zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Papiers vielfach diskutiert wird. Die Schaffung vertrauensbildender Maßnahmen in KI-Systemen ist nur mit innovativen Methoden des Software Engineerings möglich.

X. **Deutschland muss die Ausbildung im Bereich Software ausbauen, um softwaretechnische Kompetenz zu erhalten und auszubauen**

Deutschland bildet heute vor allem Informatiker*innen und Wirtschaftsinformatiker*innen aus. Software Engineering ist nach wie vor nur ein Fach im Informatik-Curriculum. Eine erfolgreiche Software-Industrie braucht aber auch Software-Ingenieure und Software-Entrepreneure (analog zu Geologie und Bauingenieure, Physik und Maschinenbau). Software Engineering und Software Entrepreneurship müssen eigene Studiengänge werden. Auf Bundesebene sollte es einen hochdotierten Software-Innovationspreis geben. Gleichzeitig muss die Kerninformatik als eigentlich erkenntnisorientierte Wissenschaftsdisziplin stärker vermarktet werden, um das wissenschaftliche Talent in Deutschland zu halten oder gar nach Deutschland zu bringen.

XI. **Deutschland muss Förderung/VC Business und Startfonds schaffen**

Initiale Finanzierung muss noch einfacher verfügbar sein.

Skalierung von erfolgreichen Start-ups. In Europa fehlt es heute noch zu oft an der Möglichkeit, die Skalierung eines erfolgreichen Start-ups zu finanzieren. Dies führt zu frühen Exits der Gründer, wie durch Verkauf an amerikanische Konzerne (Beispiel: Das 1996 in den Niederlanden gegründete

Unternehmen booking.com gehört seit 2005 der US-amerikanischen Holding Priceline Group, nunmehr Booking Holdings).

Skalierung in Europa bedeutet, in über zwanzig Märkte einzusteigen. Jedes Start-up, das in Europa wachsen möchte, steht vor dieser Herausforderung. Deutschland und Europa sollten Beratungs- und Finanzierungsformate schaffen und ausbauen, die genau diese Herausforderung adressieren und Unternehmen kompetent dabei unterstützen, in Europa zu wachsen. Fonds mit Beteiligung von privaten und staatlichen Einrichtungen sollten etabliert werden (GAIA-X ist ein Beispiel).

XII. **Deutschland muss die Nachfrage stärken und Impulse setzen**

Der Aufbau des Silicon Valley in den USA ist anfangs stark durch Nachfrage des Militärs und des Raumfahrtbereichs nach Transistoren gefördert worden. Auch Deutschland kann das Entstehen und Wachsen eines deutschen Softwaresektors durch staatliche Nachfrage fördern, indem beispielsweise in die konsequente Digitalisierung der Bereiche Bildung, Gesundheit und Verkehr investiert wird. In diesen Bereichen kann durch Plattformen und Einsatz maschinellen Lernens unter Berücksichtigung deutscher Werte (Datensouveränität) ein großer gesellschaftlicher Mehrwert geschaffen werden.

DARPA hatte in den USA immer wieder Impulse gesetzt, welche die Entwicklung und Transformation ganzer Industrien vorangetrieben haben (beispielsweise autonomes Fahren). Die deutsche Bundesagentur für Sprunginnovation muss mit finanziellen Ressourcen ausgestattet werden und ähnlich zur DARPA Impulse für die Entwicklung einer deutschen Software-industrie setzen.

3. Hintergrund: Software ist die Basis der Infrastruktur des 21. Jahrhunderts

Software definiert die Infrastruktur des 21. Jahrhunderts: Software ist die Basis des globalen Finanzverkehrs, Software ist die Basis unserer Kommunikationssysteme, Software ist die Basis jedes Unternehmens, Software ist die Basis unserer Transportsysteme, Software ist die Basis sämtlicher Medien und Software ist die Basis der Organisation gesellschaftlicher Aufgaben. Das gegenwärtige Beispiel der Corona-App lässt erneut erkennen, wie kritisch software-basierte Infrastruktur sein kann.

Aus dieser bereits heute vorliegenden starken Abhängigkeit von der Ressource Software und aus dem immer noch immensen Potenzial für Innovation und Transformation in vielen Bereichen unseres Lebens ergibt sich die Notwendigkeit einer gesunden und leistungsfähigen Softwareindustrie: Ein starker Softwaresektor ist

- (i) **die Quelle wachsender Produktivität und Wohlstand,**
- (ii) **garantiert unsere Werte in unserem Wirtschaftsraum und**
- (iii) **macht uns geopolitisch unabhängiger.**

Insgesamt stabilisiert eine gesunde eigene Softwareindustrie unsere Gesellschaft im einundzwanzigsten Jahrhundert.

Produktivität und Wohlstand

Der Softwaresektor hat eine langfristige Zukunftsperspektive: Es wird prognostiziert, dass nicht nur die Anzahl der Arbeitsplätze im Bereich Software bis 2030 von 1,42 Prozent in 2007 auf 2,72 Prozent um 452.000 neu geschaffene Arbeitsplätze auf knapp 1,016 Millionen steigen, sondern auch der Umsatz und der Produktionsumfang⁶. Das erklärt auch, warum die Software- und IT-Dienstleistungsbranche ihren Anteil an der

⁶ <https://www.pressebox.de/pressemitteilung/bitkom-bundesverband-informationswirtschaft-telekommunikation-und-neue-medien-ev/fraunhofer-isi-studie-deutsche-schlüsselbranche-systematisch-unterschaetzt-software-und-it-dienstleistungen-sind-die-wachstumstreiber-der-deutschen-wirtschaft/boxid/327382>
Alle Interquellen: Letzter Zugriff: 31. Mai 2021

Bruttowertschöpfung verdoppeln wird, während Industrien wie der Maschinen- und Fahrzeugbau in den nächsten 15 bis 20 Jahren stagnieren werden.

Für das Jahr 2030 wird auch vorausgesagt, dass Deutschland mittels der Software- und IT-Dienstleistungsbranche bereits eine Bruttowertschöpfung von jährlich 90 Milliarden Euro erwirtschaften wird. Damit kommt man bereits in greifbare Nähe der jährlich prognostizierten Bruttowertschöpfung für den Maschinenbau mit 100,8 Milliarden und für den Fahrzeugbau mit 115,1 Milliarden Euro. Zudem werden für 2030 für den Maschinenbau (nur) etwa 0,974 Millionen und für den Fahrzeugbau (nur) 0,885 Millionen Arbeitsplätze erwartet⁷. Die Softwareentwicklung wird diese Branche in Deutschland also in nur wenigen Jahren überflügelt haben. Gleichzeitig wird softwarebasierte Innovation in diesen Branchen immer wichtiger.

Software ist an vielen Stellen die Grundlage für eine Erhöhung der Produktivität: Software ist bereits heute der Kern der Automatisierungstechnik. Mit dem flächendeckenden Einsatz von Technologien des maschinellen Lernens wird sich das Automatisierungspotenzial noch einmal dramatisch vergrößern. Diese Steigerung der Produktivität ist notwendig, um die prognostizierte Alterung der Gesellschaft zu kompensieren. Es wird erwartet, dass die Gesamtbevölkerung von 83 Millionen in 2018 bis 2024 weiter zunehmen und spätestens ab 2040 abnehmen wird. Die derzeitige Altersstruktur wird zu einem Anstieg der Anzahl an Senioren und zu einem Rückgang der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter führen: Die Zahl der Menschen im Alter von 67 Jahren und darüber ist zwischen 1990 und 2018 bereits um 54 Prozent gestiegen, von 10,4 Millionen auf 15,9 Millionen. Sie wird bis 2039 um weitere 5 bis 6 Millionen auf mindestens 21 Millionen wachsen und dann bis 2060 relativ stabil bleiben. Im Jahr 2018 lag die Bevölkerungszahl im erwerbsfähigen Alter zwischen 20 und 66 Jahren

⁷ ebenda

bei 51,8 Millionen. Bis 2035 wird sie auf 45,8 bis 47,4 Millionen zurückgehen, was einem Rückgang von etwa 4 bis 6 Millionen entspricht.

Schutz europäischer Wertvorstellungen

Software hat auf mehrere Arten eine ethisch-moralische Dimension. Zum einen kann Software Wertvorstellungen transportieren (beispielsweise in Form von Spielen und Unterhaltung). Zum anderen implementiert und manifestiert Software Werte (wie in Form des umgesetzten Datenschutzes oder durch die konkrete Umsetzung freier Meinungsäußerung, Moderation oder Zensur). Europäische Werte (Menschenwürde, Freiheit, Demokratie, Gleichheit, Rechtsstaatlichkeit und die Wahrung der Menschenrechte einschließlich der Minderheitenrechte) sind die Basis unserer freien Gesellschaft und unserer sozialen Marktwirtschaft. Es ist wichtig, dass Software europäische Werte respektiert und umsetzt, um ein Erodieren unseres gesellschaftlichen und politischen Systems zu verhindern.

Die Bruchlinien zwischen europäischen, amerikanischen und chinesischem Wertesystemen sind erkennbar und Anlass für Konflikte. Deutschland und die europäische Union versuchen, diese Konflikte durch Regeln für den Marktzugang zu lösen. Beispielsweise muss Facebook in Deutschland bestimmte Maßnahmen im Umgang mit Hassrede etablieren, während dieselben Maßnahmen in den USA eventuell gegen die, durch die Verfassung garantierte, weitreichende Meinungsfreiheit («Freedom of Speech») verstoßen würden. Facebook ist ein amerikanisches Unternehmen, das zunächst amerikanische Werte pflegt und implementiert und erst dann genau so viel der europäischen Werte in Europa umsetzt, wie für den lokalen Marktzugang notwendig ist. Damit wird in Europa jeweils nur ein gerade akzeptables Minimum unserer eigenen Werte umgesetzt. Ohne deutsche oder europäische Anbieter werden europäische Werte immer nachgelagert sein.

Der zurzeit kritischste Bruch der Wertvorstellungen zwischen verschiedenen Weltregionen vollzieht sich im Umgang mit Daten: Die Produkte sowohl chinesischer als auch amerikanischer Softwareunternehmen (wie Facebook, TikTok, Google, Huawei,) spionieren das Verhalten ihrer Benutzer umfänglich aus und verletzen dabei europäische Werte wie Privatheit und Selbstbestimmung. Dabei geht es nicht nur um die ungewollte Beeinflussung des einzelnen durch maßgeschneiderte Werbung. Vielmehr ist die totale Überwachung und Steuerung der gesamten Bevölkerung eines der primären Werkzeuge der Machtsicherung in Plutokratien und Diktaturen. Die ultimativen Konsequenzen der sogenannten »echo chambers« im Internet, in denen sich Personen mit ähnlichen Meinungen finden, bestärken und radikalisieren, ist der Zusammenbruch des gesellschaftlichen Diskurses, der Verlust der Kompromissfähigkeit und schließlich die Fragmentierung und der Zusammenbruch der Gesellschaft. Bereits heute nutzen autoritäre Regime die Macht dieser Mechanismen als Angriffswerkzeuge zur Zersetzung westlicher Demokratien.

Geopolitische Unabhängigkeit

Zentrale Funktionen unserer Unternehmen und unserer Gesellschaft fußen auf Software. Solange diese Software jedoch nicht aus Europa kommt, besteht das unausweichliche Risiko einer Abhängigkeit.

Software ist ein Wirtschaftsgut und kann als solches in Handelsbeziehungen als Machtinstrument eingesetzt werden. Die Welt hat in den letzten drei Jahren erlebt, wie einfach bestehende Handelsbeziehungen und Freihandelsabkommen instrumentalisiert und beendet werden können, wenn es mächtigen Gruppierungen opportun erscheint. Bisher ist Software nur in einzelnen Fällen betroffen (wie die Verfügung des ehemaligen US-Präsidenten zum Verkauf der chinesischen App TikTok an US-amerikanische Investoren). Es ist einfach, Szenarien zu konstruieren, in denen Software und Zugang zu

softwarebasierter kritischer Infrastruktur (beispielsweise GPS, Internet, Namensdienste, Suche, Cloud Produkte) eine geopolitische Bedeutung bekommen.

Die Corona-Pandemie hat es noch einmal deutlicher sichtbar gemacht als bisher: Europa ist auf amerikanische und chinesische Kommunikationsinfrastruktur angewiesen: Video-konferenzsysteme kommen von amerikanischen Konzernen, Mobilfunk-Infrastruktur kommt aus China, Betriebssysteme für Smartphones, Tablets und Computer kommen aus den USA. Die Corona-Warn-Apps konnten nur auf Basis von Änderungen in iOS und Android umgesetzt werden, die von Apple und Google implementiert werden mussten.

4. Hintergrund: Struktur und Leistungsfähigkeit der Softwareindustrie in Deutschland

Eine Bestandsaufnahme der Gesundheit der deutschen (und europäischen) Softwareindustrie zeigt, dass es dringenden Handlungsbedarf gibt. Ein leistungsfähiger Softwaresektor stellt digitale Infrastruktur bereit, besteht aus einem starken Ökosystem mit kleinen, innovativen und großen, schlagkräftigen Softwarefirmen und ist eine stabile Grundlage für Wirtschaftswachstum. In allen drei Dimensionen hat Deutschland Nachholbedarf.

Software als Basis der Infrastruktur

Deutsche und europäische Software bilden keinen signifikanten Anteil der heute verfügbaren digitalen Infrastruktur in Europa:

- **Soziale Medien** (Facebook, Twitter, Instagram) sind vollständig amerikanisch dominiert. Chinesische Firmen beginnen alternative Dienste anzubieten (TikTok).
- **Online Handel** ist in Europa stark amerikanisch geprägt (Amazon und Ebay). Der chinesische Markt wird von chinesischen Firmen abgedeckt (Alibaba und Baidu).
- **Suche:** Es gibt kein nennenswertes europäisches Angebot.
- **Kommunikation:** Es gibt kein nennenswertes europäisches Angebot. Alternativen zu US-amerikanischen Angeboten entstehen teilweise als Open-Source-Software, getrieben von internationalen Stiftungen (Mozilla, RocketChat, Signal)
- **Cloud:** Mit dem International Date Space und GAIA-X gibt es europäische Initiativen, die sich jedoch erst noch als tragfähige Lösungen bewähren müssen.

Auch in innovativen Technologien, die stark durch Software geprägt werden, verliert Europa den Anschluss; das betrifft den Bereich der Raumfahrt wie das autonome Fahren, aber auch den Fahrzeugbau überhaupt.

Struktur der Softwareindustrie in Deutschland

Deutschland hat aktuell viele kleine und hoch spezialisierte Softwarefirmen, beispielsweise im Umfeld von Konzernen in der Automobilindustrie. Europa brachte einige große Softwarefirmen mit speziellem Fokus hervor (wie Spotify, booking.com und Klarna). Es fehlt heute an sogenannten »Hyperscalern«, also an sehr großen Software-Konzernen, die über einen speziellen Fokus hinaus in innovative, softwareintensive Produkte und Dienstleistungen investieren können (ähnlich zu Google und Amazon).

In den Top 5 der größten Softwareunternehmen in Deutschland findet sich auf Platz eins, mit großem Abstand zu den folgenden Firmen, SAP mit einem Jahresumsatz von 24,71 Milliarden Euro im Jahr 2018. Auf Platz zwei folgt DATEV mit 978 Millionen Euro im Jahr 2017 und damit weniger als 4 Prozent des SAP-Jahresumsatzes. Software AG hat eine ähnliche Größe mit einem Jahresumsatz von 879 Millionen Euro in 2017. Auf den folgenden beiden Plätzen halbiert sich der Jahresumsatz jeweils: 400 Millionen Euro für CompuGroup Medical und auf 186 Millionen Euro für Nemetschek AG⁸.

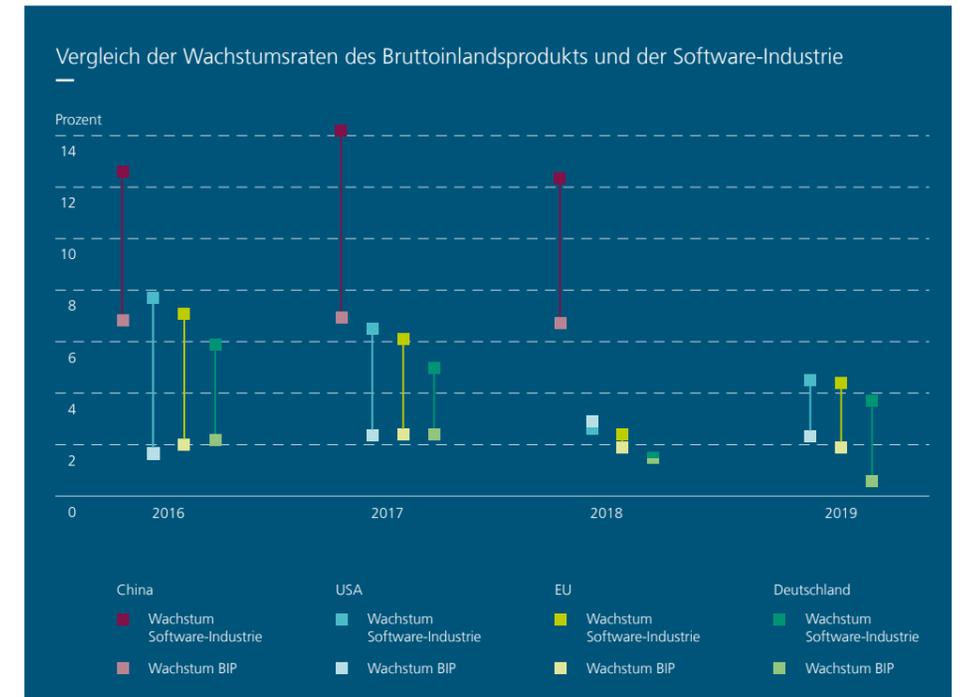
Leistungsfähigkeit der deutschen Softwareindustrie

Die Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes (BIP) im Verhältnis zum Software-Umsatz in verschiedene Weltregionen in den letzten Jahren wird in Abbildung 1 dargestellt.

Weltweit wächst die Softwareindustrie im Durchschnitt schneller als das BIP. Zusammengefasst kann man sagen, dass China im Zeitraum von 2016 bis 2018 im Durchschnitt sowohl das größte Wachstum des BIPs mit 6,85 Prozent, wie auch der

⁸ <https://www.wlw.de/de/inside-business/aktuelles/deutsche-software>

Abbildung 1. Entwicklung des BIP und der Software-Sektoren in China, den USA, der EU und in Deutschland



Software-Industrie mit 13,07 Prozent aufweist^{9, 10}. Das zweitgrößte Wachstum der Software-Industrie verzeichnen die USA mit 5,6 Prozent, obwohl das Wachstum des BIPs hinter dem weltweiten Mittel mit 3,53 Prozent liegt^{11, 12}. Weltweit und in Europa liegt das Softwareindustriewachstum bei 5,2 Prozent und damit vor Deutschland mit einem Softwareindustriewachstum von 4,13 Prozent^{13, 14, 15}. Allerdings zeigt eine zweite Studie, die die Softwareumsatzwachstumsrate für Deutschland

untersucht hat, ein anderes Bild mit einem Wachstum von 6,27 Prozent¹⁶.

Im Zeitraum von 2016 bis 2020 weist Deutschland mit einer BIP-Steigerung von 1,34 Prozent ein beeindruckendes Wachstum der Softwareindustrie von 6,3 Prozent auf. Darauf folgen die USA mit einem BIP-Wachstum von lediglich 0,67 Prozent und einem Softwareindustriewachstum von 5,1 Prozent, während Europa sowie das weltweite Softwareindustriewachstum bei ungefähr 4,82 Prozent liegen. Das Wachstum des weltweiten BIPs liegt bei 2,1 Prozent, Europas Wachstum (hier sind leider nur die Daten von 2016 bis 2019 verfügbar) ist bei 2,05 Prozent angesiedelt. Hier wird ersichtlich, dass das durchschnittliche Wachstum des BIPs aufgrund prognostizierter negativer Wachstumsraten für das Jahr 2020 vor allem für die USA und weltweit stark sinken wird. Dieser Trend ist in der Softwareindustrie nicht so deutlich zu erkennen.

Im Jahr 2015 betrug das Bruttoinlandsprodukt in Deutschland 3030 Milliarden Euro¹⁷. Der Gesamtwertbeitrag der Software-

¹⁶ ebenda

¹⁷ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1251/umfrage/entwicklung-des-bruttoinlandsprodukts-seit-dem-jahr-1991/>

industrie lag im gleichen Jahr bei 152,6 Milliarden Euro (5,2 Prozent des BIPs) und die direkte Wertschöpfung bei 62,3 Milliarden Euro (2,1 Prozent des BIPs)¹⁸. Mit ungefähr 645 000 direkten Jobs (1,5 Prozent aller Stellen in Deutschland) und 1,9 Millionen indirekten Jobs (4,5 Prozent aller Stellen in Deutschland) liegt der direkte Jobanteil damit prozentual leicht über dem europäischen Durchschnitt. In der deutschen Softwareindustrie verdient man im Mittel 54 310 Euro und damit 32,68 Prozent mehr als der durchschnittliche Deutsche. Laut Statista betrug der deutsche Anteil an der europäischen Softwareindustrie im Jahr 2015 24,4 Prozent.

Deutschland hat im Bereich Software heute nicht gerade den Status eines »Exportweltmeisters«: Die globalen ICT-Exportzahlen, worunter neben IT-Services auch noch Software und IT-Hardware fallen, lagen im Jahr 2017 weltweit bei 536 Milliarden Dollar, in Europa und Zentralasien bei knapp 304,8 Milliarden Dollar, in den USA bei 42,2 Milliarden Dollar, in Deutschland bei 37,4 Milliarden und in China bei knapp 27 Milliarden Dollar.

Im Jahr 2018 hatte Deutschland einen IT-Services-Exportwert von 32,7 Milliarden Euro und war somit um 1,7 Milliarden Euro geringer als der Importwert mit 34,4 Milliarden Euro¹⁹. Der Importwertwert von ICT-Dienstleistungen lag im selben Jahr bei 36,7 Milliarden Euro und der Exportwert bei 36 Milliarden Euro. Der Importwert steigt stetig, während beim Exportwert vor allem die vierten Quartale besonders stark sind. Jedoch wächst auch dieser Wert stetig.

Die Gründerszene in Deutschland

Insbesondere in den frühen Runden der Finanzierung hat sich Deutschland in den letzten Jahren stark verbessert. Der

¹⁸ <https://softwareimpact.bsa.org/eu/>

¹⁹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/3017/umfrage/wachstumsraten-in-der-it-branche---zeitreihe/>

wichtige Bereich der Skalierung muss in Deutschland und Europa weiter ausgebaut werden.

Laut den Untersuchungen für die Startfinanzierung, die im Jahr 2018 von dem Inkubator-Unternehmen Yostartups²⁰ durchgeführt wurden, wurden 23 000 Investitionsabkommen von Startups auf der ganzen Welt mit Gesamtinvestitionen in Höhe von 393 Milliarden US-Dollar unterzeichnet. Zusätzlich wurden weitere 6572 Deals unterzeichnet, für die die Investitionszahlen nicht offengelegt wurden. Im Vergleich zum Jahr 2017 konnte ein Anstieg der Gesamtinvestitionen um 23,3 Prozent verzeichnet werden. Es gab fast 21 000 Unternehmen aus 131 Ländern, die im Jahr 2018 Anschubfinanzierung und Investitionen aufnahmen. Die Vereinigten Staaten haben mit 157,03 Milliarden Dollar die Führung als Land mit der höchsten Startfinanzierung im Jahr 2018 übernommen, gefolgt von China mit 110 Milliarden Dollar. Es folgt Indien mit 11,2 Milliarden Dollar und 16 Milliarden Dollar Finanzierung der Firma Flipkart durch Walmart sowie dem Vereinigten Königreich mit 22,7 Milliarden Dollar.

Neugründungen in Europa brachten 2018 rund 49,1 Milliarden Dollar an Finanzmitteln auf, wobei Nord- und Westeuropa eine höhere Konzentration dieser Investitionen als die anderen Regionen aufweisen. Europa steht aufgrund geringer Investitionen in Süd- und Osteuropa weltweit hinter Asien und Nordamerika nur an dritter Stelle. Das Vereinigte Königreich verzeichnete Investitionen in Höhe von 22,7 Milliarden US-Dollar, wobei Fintech, Software und Software as a Service (SaaS), Medtech, Medien und Unterhaltung sowie Immobilien den größten Teil dieses Betrags auf sich vereinten. Während Nordeuropa (Vereinigtes Königreich, Irland, Schweden, Finnland, Dänemark, Norwegen, Litauen, Island, Estland und Lettland) Gesamtinvestitionen in Höhe von 29,8 Milliarden Dollar aufbrachte, flossen in Westeuropa (Deutschland, Frankreich, Schweiz, Niederlande, Belgien, Österreich und Luxemburg) Investitionen in Höhe von

²⁰ <https://yostartups.com>

rund 16,56 Milliarden Dollar in Neugründungen. Die Neugründungen in Deutschland und Frankreich haben als bedeutender Katalysator gewirkt, um das Wachstum der Investitionen und des Ökosystems in der Region voranzutreiben. Süd-europäische (einschließlich Griechenland) und osteuropäische Start-ups verzeichneten mit 2,1 Milliarden US-Dollar beziehungsweise 0,5 Milliarden US-Dollar ein relativ niedriges Investitionsniveau.

Wenn man bedenkt, dass das Vereinigte Königreich im Jahr 2018 mit einem BIP von 2855 Milliarden Dollar nur 73,26 Prozent des deutschen BIPs von 3938 Milliarden Dollar erreichte, dann zeigt sich eindeutig, dass Deutschland im internationalen Vergleich zu wenig in Start-ups investiert, denn das Vereinigte Königreich allein investierte 22,7 Milliarden Dollar, während Westeuropa als Ganzes es nur auf 29,8 Milliarden Dollar brachte.

Wie der Report »A Deep Dive into European Growth-Stage Tech Startup Activity« zeigt, haben sich seit 2016 die Investitionen für Start-ups, die sich in der Skalierungsphase befinden, fast verdoppelt. 2016 waren es noch 6,88 Milliarden Euro und 2018 bereits 11,66 Milliarden Euro²¹. Insgesamt haben in diesem Zeitraum mehr als 2000 Start-ups die Growth-Stage erreicht und konnten sich im Mittel eine Investitionssumme von 10 Millionen Euro sichern²². Die Start-ups in Großbritannien, Deutschland, Frankreich und Schweden haben 70 Prozent der Finanzierung erhalten. Führend war Großbritannien mit einer Investitionssumme von 8,82 Milliarden Euro, darauf folgt Frankreich mit 5,44 Milliarden Euro und auf Platz 3 liegt Deutschland mit 4,85 Milliarden Euro. Damit ist die Gesamtinvestitionssumme von 2016 bis 2017 um 47 Prozent gestiegen und von 2017 bis 2018 um 26 Prozent.

²¹ <https://www.vc-magazin.de/blog/2019/05/13/deutsche-growth-stage-start-ups-erhalten-mehr-kapital/>

²² <https://www.moneycab.com/startups/investitionen-in-europaeische-growth-stage-startups-sind-auf-historisch-hohem-niveau/>

Fintechs konnten sich in Deutschland das meiste Geld sichern. Im Zeitraum von 2016 bis 2018 haben Fintechs 1,08 Milliarden Euro, Medtechs 427 Millionen Euro und SaaS 396 Millionen Euro sichern können. Allerdings findet sich die erste Beteiligungsgesellschaft »HV Holtzbrinck Ventures« mit deutschem Sitz im Vergleich zur Anzahl der Einzelinvestitionen in europäische Wachstumsunternehmen nur auf Platz 7²³. Dies bedeutet, dass die deutschen Start-ups erfolgreich sind, sich Finanzierung zu sichern, dafür allerdings auf ausländische Kapitalgeber zugehen müssen.

²³ <https://www.vc-magazin.de/blog/2019/05/13/deutsche-growth-stage-start-ups-erhalten-mehr-kapital/>

Impressum

1. Auflage, Mai 2021

Herausgeber

Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2
10178 Berlin

Autoren

Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT
Patrick Aichroth, Joachim Bös, Christoph Sladeczek

Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM
Eric Bodden

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE
Peter Liggesmeyer

Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS
Mario Trapp

Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST
Falk Howar, Boris Otto, Jakob Rehof, Markus Spiekermann

Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT
Steven Arzt

Technische Universität Dortmund
Barbara Steffen

Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie
Alexander Nouak, Henning Köhler

Satz und Layout

Henning Köhler, Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie

Kontakt

Prof. Dr. Jakob Rehof
Institutsleiter
Tel. +49 231 97677-101
jakob.rehof@isst.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Software- und
Systemtechnik ISST
Emil-Figge-Str. 91
44227 Dortmund
www.isst.fraunhofer.de