

Erweiterte Perspektive auf die Implementierung und den Betrieb von IT-Systemen

Soziotechnisches Informationssystem für resiliente Produktion

N. Fjodorovs, S. Panz, P. Harder

ZUSAMMENFASSUNG Unternehmensresilienz gewinnt angesichts globaler Unsicherheiten zunehmend an Bedeutung. Um auf externe Veränderungen und Krisen schnell reagieren zu können, müssen Unternehmen ihre Prozesse und Strukturen flexibel anpassen – und damit auch die IT-Systeme, auf die sie angewiesen sind, wie etwa Enterprise-Resource-Planning und Manufacturing-Execution-Systems. Die steigende Abhängigkeit der Unternehmen von diesen IT-Systemen macht ihre Anpassungsfähigkeit umso wichtiger. Viele IT-Systeme bieten zwar eine gewisse technische Flexibilität, notwendige Veränderungen werden jedoch häufig durch organisatorische und menschliche Faktoren erschwert. In diesem Beitrag werden die relevanten Elemente des soziotechnischen Systems im Kontext von IT-Systemen – des soziotechnischen Informationssystems – identifiziert und definiert. Das daraus entwickelte Modell unterstützt Unternehmen dabei, die Komplexität von IT-Systemen zu durchdringen und resilienzfördernde Anpassungen effektiv umzusetzen. Es legt die Grundlage für die Identifikation von Wechselwirkungen zwischen den Elementen, um Stellschrauben für resiliente IT-Systeme zu erkennen und zu nutzen.

Socio-technical information system for resilient production

ABSTRACT Organisational resilience is becoming increasingly important in the face of global uncertainties. To be able to react quickly to external changes and crises, companies need to flexibly adapt their processes and structures – and therefore also the IT systems they rely on, such as enterprise resource planning and manufacturing execution systems. The increasing dependence of companies on these IT systems makes their adaptability even more important. Although many IT systems offer a certain degree of technical flexibility, necessary changes are often hindered by organizational and human factors. This article identifies and defines the relevant elements of the socio-technical system in the context of IT systems – the socio-technical information system. The resulting model supports companies in understanding the complexity of IT systems and effectively implementing resilience-enhancing adaptations. It lays the foundation for identifying interactions between the elements in order to recognize and use levers for resilient IT systems.

STICHWÖRTER

Informationsmanagement, Mensch und Technik, Software

1 Einleitung

Immer mehr produzierende Unternehmen setzen auf diverse IT-Systeme wie Enterprise-Resource-Planning(ERP) oder Manufacturing-Execution-Systems (MES) zur Effizienzsteigerung ihrer Prozesse [1]. Während in der Anfangsphase der Digitalisierung bestehende Prozesse lediglich unterstützt werden (IT follows process), können die eingesetzten IT-Systeme zur Neugestaltung der Prozesse, Produkte und Wertschöpfungsketten maßgeblich beitragen (Process follows IT) [2]. Somit werden IT-Systeme zu einem integralen Teil von Unternehmen und ihren Wertschöpfungsprozessen.

Resilienzstrategien von Unternehmen können Anpassungen in Prozessen und Strukturen [3] und somit in eingesetzten IT-Systemen hervorrufen beziehungsweise erfordern. Um dies zu bewerk-

stelligen, müssen IT-Systeme veränderungsfähig sein. Auch wenn die Veränderungsfähigkeit der IT-Systeme technisch möglich ist (zum Beispiel flexible Anpassung von Workflows oder Ergänzung von Datenfeldern), reduzieren oft organisatorische oder menschenbezogene Faktoren die mögliche Veränderungsfähigkeit der eingesetzten IT-Systeme. Beispiele hierzu sind fehlende Anpassung von Unternehmensprozessen, fehlerhafte Nutzung des Systems aufgrund von fehlendem System-Know-how oder mangelnde Beratung bei der Systemkonfiguration [4]. Aus diesem Grund müssen während der Implementierung oder des Betriebs eines IT-Systems nicht nur das technische IT-System, sondern dazugehörige Akteure und Objekte berücksichtigt werden. Um zu verstehen, welche Elemente relevant sind, ist eine Definition eines soziotechnischen Systems im Kontext von IT-Systemen – des soziotechnischen Informationssystems (STIS) – notwendig.

2 Stand der Erkenntnisse

Das Thema der Veränderungsfähigkeit von IT-Systemen wurde in der Literatur bereits beleuchtet, jedoch mit einem starken Fokus auf technische Aspekte. *Andresen* und *Gronau* haben beispielsweise ein Komponentenframework eines ERP-Systems entwickelt, um die Veränderungsfähigkeit auf unterschiedlichen Ebenen des IT-Systems genauer beschreiben zu können [5]. *Furrer* stellt eine Methodik namens „Managed Evolution“ vor, mithilfe derer IT-Systeme so entwickelt werden können, dass sie sich langfristig an sich ändernde Anforderungen anpassen [6]. Auf einer übergeordneten Ebene fokussierten manche Autoren die ganze IT-Systemlandschaften: *Rennenkampf* untersuchte die IT-Agilität von IT-Systemlandschaften [7] und *Silcher* entwickelte ein Konzept für adaptive und wandlungsfähige IT-Architekturen für Produktionsunternehmen [8].

Die menschlichen und organisatorischen Aspekte der Veränderungsfähigkeit werden zwar in vielen Büchern und Studien beschrieben, jedoch ohne einen expliziten Bezug zu IT-Systemen. In Hinblick auf IT-Systeme existieren lediglich Leitfäden und Best Practices für die Implementierung von IT-Systemen oder Untersuchungen von dazugehörigen Herausforderungen, die die menschlichen und organisatorischen Aspekte grob benennen. Einen guten Überblick hierzu geben die strukturierten Literaturrecherchen von Erfolgsfaktoren oder Herausforderungen der IT-Systemimplementierung, wie beispielsweise [9, 10]. Solche Studien haben jedoch keinen expliziten Bezug zur Veränderungsfähigkeit. Aus diesem Grund wird das Modell des STIS entwickelt, das technische, menschliche und organisatorische Aspekte vereint und konkrete Elemente definiert. Diese Elemente lassen sich dann aus der Perspektive der Veränderungsfähigkeit genauer untersuchen.

3 Herleitung des soziotechnischen Informationssystems

Zur Definition des übergeordneten Ordnungsrahmens wurden Quellen von Expertinnen und Experten im Bereich IT-Systeme verwendet, wie *Gronau* [11], *Sarferaz* [12] sowie *Schubert* und *Winkelmann* [13].

Die Analyse dieser Quellen zeigt, dass zur erfolgreichen Implementierung und zum effizienten Betrieb von IT-Systemen nicht nur die technischen Aspekte (zum Beispiel Funktionalitäten oder zugrunde liegende Entwicklungstechnologien), sondern auch die beteiligten Akteure – IT-Anwender- und IT-Anbieterunternehmen – berücksichtigt werden müssen. Das resultierende Gesamtsystem ist folglich als Dreiklang zwischen den Entitäten IT-Anwenderunternehmen, IT-System und IT-Anbieterunternehmen anzusehen. Die Gewährleistung einer korrekten und effizienten Funktionsweise sowie folglich auch der Veränderungsfähigkeit der IT-Systeme obliegt diesen drei beteiligten Entitäten, siehe **Bild 1**.

Die Entität „IT-Anwenderunternehmen“ (im Folgenden „Anwender“ genannt) repräsentiert das produzierende Unternehmen, das das IT-System nutzt, und umfasst alle Elemente, die ein produzierendes Unternehmen abbilden. Dazu gehören beispielsweise die abzudeckenden Prozesse, die zu erhebenden Daten und die anzubindenden Maschinen. Der Anwender stellt Anforderungen an das IT-System und definiert gewisse Randbedingungen

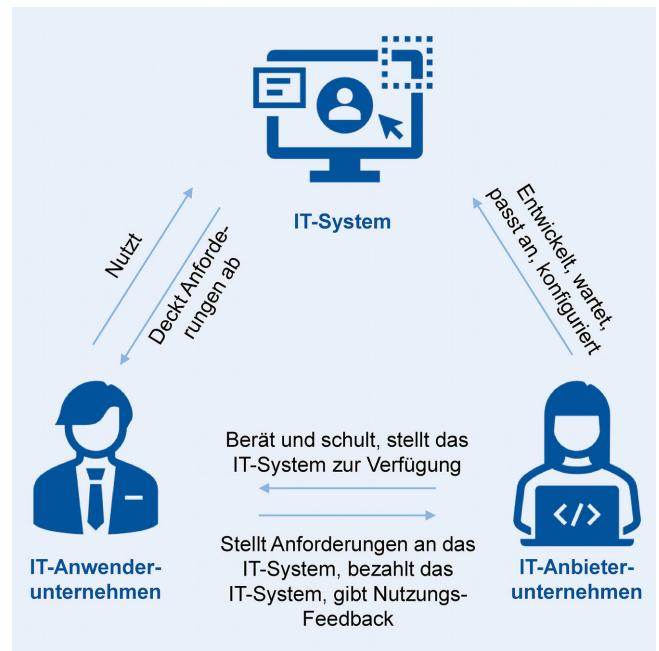


Bild 1. Beziehungen zwischen den Entitäten des soziotechnischen Informationssystems. Grafik: eigene Darstellung

(zum Beispiel in Bezug auf vorhandene Drittsysteme und strategische IT-Ausrichtung). Die Anwender müssen jedoch sicherstellen, dass das eingesetzte IT-System korrekt genutzt und mit richtigen Daten versorgt wird.

Die Entität „IT-System“ umfasst die technischen Komponenten eines IT-Systems, beispielsweise Oberflächen und Datenbanken. Diese Elemente stellen den grundlegenden Aufbau eines IT-Systems dar. Das IT-System muss die Anforderungen der Anwenderunternehmen erfüllen und ihre Prozesse abdecken. Das IT-System wird jedoch durch das IT-Anbieterunternehmen bereitgestellt, daher hängt die Leistung und Qualität des IT-Systems auch vom IT-Anbieterunternehmen ab.

Die Entität „IT-Anbieterunternehmen“ (im Folgenden „Anbieter“ genannt) umfasst die Tätigkeiten zur (Weiter-)Entwicklung, Einführung, Bereitstellung und Sicherstellung der nachhaltigen Funktionsfähigkeit eines IT-Systems seitens des Anbieters (zum Beispiel ein Entwicklungsunternehmen, IT-Systemhaus oder eine IT-Beratung). Bereits in der Implementierungsphase sind die Erfahrung und das Wissen der Beraterinnen und Berater des Anbieters wichtig, um den Anwender bei der Konfiguration des IT-Systems sowie bei der digitalen Transformation zu unterstützen. Hier gilt es zum Beispiel, stets den Trade-off zwischen Anpassungen von bestehenden Unternehmensprozessen und Anpassungen im IT-System zu beachten. Der Anbieter ist auch für die kontinuierliche (Weiter-)Entwicklung des IT-Systems zuständig: sowohl damit das IT-System dem Stand der Technik entspricht (zum Beispiel Einsatz von HTML5) als auch damit dies als Innovationstreiber durch innovative Ansätze und Technologien für die Anwender dient (zum Beispiel Einsatz von KI). Wichtig ist hier auch anzumerken, dass manche Anwender eigene IT-Abteilungen zur Unterstützung der IT-Systeme aufbauen (insbesondere für ERP-Systeme). Diese IT-Abteilungen können dann manche Aufgaben des Anbieters übernehmen.

4 Vorgehen

Mithilfe der Literaturrecherche soll die Forschungsfrage „Wie kann das soziotechnische Informationssystem umfassend beschrieben werden?“ beantwortet werden. Das Vorgehen ist in **Bild 2** zusammengefasst.

Zur Recherche wurden vorrangig die Datenbanken Web of Science, IEEE Xplore, EBSCO und Scopus genutzt. Google Scholar wurde lediglich ergänzend herangezogen, um weitere potenziell geeignete Quellen zu finden, die in den aufgeführten Datenbanken zum Beispiel aufgrund des Formats (zum Beispiel ganze Bücher) oder nicht indexierter Herausgeber (zum Beispiel Expertisen von Acatech) nicht gelistet sind.

Um eine umfassendere Datenbasis zu schaffen, wurden mehrere Begriffe aus der Forschungsfrage extrahiert und deren Synonyme abgeleitet. Bei der Durchführung der Suche wurden die Suchbegriffe auf unterschiedliche Weise mit Booleschen Operatoren kombiniert, um die Recherche präzise zu gestalten. Die Suche erfolgte sowohl auf Deutsch als auch Englisch; aus Gründen der Übersichtlichkeit werden hier nur die deutschen Begriffe aufgeführt.

- Verschiedene Suchbegriffe für IT-Systeme: Betriebliche Anwendungssysteme beziehungsweise Informationssysteme, IT-Systeme beziehungsweise Informationssysteme, Betriebssoftware, Informationssystem-Architektur, Informationsinfrastruktur;
 - Verschiedene Suchbegriffe für Wandlungsfähigkeit: Anpassungsfähigkeit, Agilität, Flexibilität, Veränderungsfähigkeit, Nachhaltigkeit, Resilienz, Wartbarkeit;
 - Weitere Suchbegriffe zum Eingrenzen der Ergebnisse: soziotechnisches System, Framework, Modell, Methode, Vorgehen.
- Für die Bewertung der Quellen wurden folgende Kriterien definiert. Insbesondere wurde nach Quellen gesucht, die entweder einzeln oder in Kombination die Perspektiven Mensch, Technik, Organisation abdecken, um dem oben genannten Ordnungsrahmen zu folgen. Darüber hinaus wurde zur Bewertung der Quellen auf den Bezug zur Produktion und Veränderungsfähigkeit geachtet. Zur weiterführenden Analyse wurde auch Wert auf die wissenschaftliche Herangehensweise und hinreiche Detailierung gelegt.

Zur Ableitung der Elemente wurde die inhaltliche Analyse nach Mayring verwendet. Aus den Aussagen in den zehn Quellen wurden mit der induktiven Technik relevante Begriffe abgeleitet, die mögliche Elemente umfassen, siehe **Tabelle 1**. Die induktiv abgeleiteten Begriffe wurden anschließend zusammengefasst und

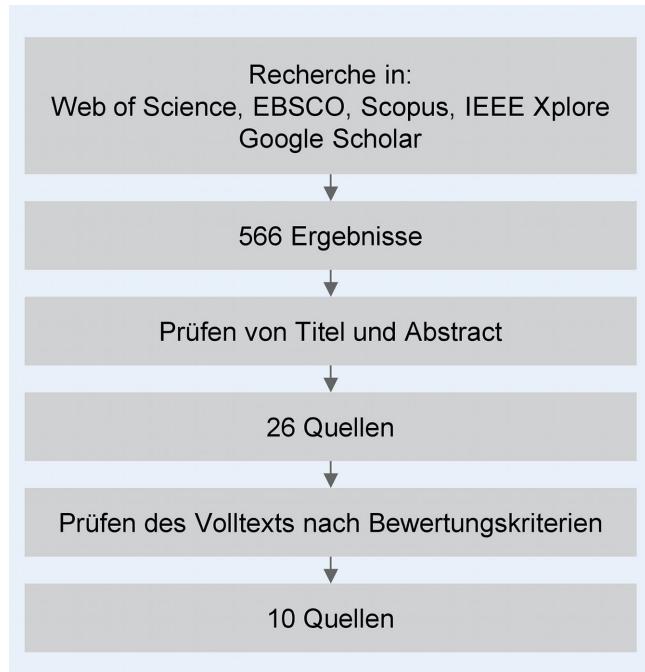


Bild 2. Vorgehen zur Identifikation von relevanten Quellen für die Ausgestaltung des soziotechnischen Informationssystems.
Grafik: eigene Darstellung

in die finale Form gebracht. So wurde aus den Beispielen der Tabelle 1 das Element „IT-Management“ mit anderen ähnlichen Elementen in „IT-Strategie“ überführt, das Element „Anwendungslandschaft“ mit dem Synonym „IT-Systemlandschaft“ ersetzt und das Element „Technologie“ in die Elemente „(Applikations-)Kern“, „IT-Systemlandschaften“ und „(Weiter-)Entwicklung“ integriert.

Die identifizierten Begriffe wurden anschließend nach inhaltlicher Überschneidung geprüft und zusammengefasst, um die Elemente zu bilden. Die abgeleiteten Elemente wurden schließlich den drei übergeordneten Entitäten Anwender, IT-System und Anbieter zugeordnet, **Tabelle 2**.

Zur impliziten Validierung wurden die Primärdaten aus Interviews zu Faktoren für einen langfristigen Einsatz von IT-Systemen [4] genutzt. Auf diese Weise wurde geprüft, ob alle identifizierten Erfolgs- oder Risikofaktoren den abgeleiteten Elementen

Tabelle 1. Auszug der Analyse relevanter Aussagen und Ableitung von Elementen.

Seite	Aussage aus [7]	Potenzielles Element
142	Hier müssen die IT-Verantwortlichen die IT-Agilität mit den Individualzielen ihrer IT-Manager in Einklang bringen.	IT-Management
156	Oft sind veraltete Technologien im Einsatz, für deren Wartung kaum noch qualifizierte Mitarbeiter zu finden sind.	Technologie, Wartung
156-157	Anwendungslandschaften wachsen oft unkontrolliert über viele Jahrzehnte. [...] So entsteht mit der Zeit ein wachsendes Konglomerat an Anwendungssystemen und Schnittstellen, basierend auf unterschiedlichsten Technologien.	Anwendungslandschaft, Schnittstellen, Technologie
162	Die Interoperabilität bezeichnet die Fähigkeit von Anwendungssystemen, miteinander verbunden zu werden (Konnektivität) und zusammenzuarbeiten. Dies wird durch die Berücksichtigung von Standards erreicht.	Anwendungssystem, Schnittstellen

Tabelle 2. Zuordnung der Elemente zu den jeweiligen relevanten Quellen gemäß deren Erwähnung.

Entität	Element	[7]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]
Anwender	Daten	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	IT-Systemlandschaft	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Produkte	x	x	x	x			x	x	x	
	IT-Infrastruktur	x	x	x	x			x	x	x	x
	Physische Assets	x	x	x	x		x	x		x	
	Mitarbeitende	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Geschäftsprozesse	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Organisationsstruktur	x	x	x	x	x			x		x
	Geschäftsstrategie	x	x	x	x						
	IT-Strategie	x	x	x	x	x	x		x	x	x
IT-System	Benutzungsoberfläche		x	x	x				x		
	Erweiterungen	x	x	x	x	x		x	x		
	Kernfunktionalität	x	x	x	x		x		x		
	Schnittstellen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	Datenbank	x	x	x	x			x	x	x	
	IT-Systemarchitektur	x	x	x	x		x	x	x	x	
Anbieter	Schulung und Beratung		x	x	x		x		x	x	x
	Support und Wartung		x	x	x	x	x		x	x	
	(Weiter-)Entwicklung		x	x	x		x		x	x	x
	Lizenzen		x	x	x				x		

zugeordnet werden können. Zur expliziten Validierung nach Niederberger wurden Expertinnen und Experten sowohl von der Anwender- als auch der Anbieterseite im Rahmen einer Gruppenbefragung einbezogen [20]. Durch die erfolgreiche überschneidungsfreie Zuordnung von ihren Praxisfällen konnte das Modell validiert werden.

5 Beschreibung der Elemente

Die identifizierten Elemente werden in Bild 3 vorgestellt und im folgenden Text beschrieben.

5.1 Elemente der Entität „IT-Anwenderunternehmen (Anwender)“

Das Element **Daten** umfasst sowohl einzelne Datenpunkte als auch aggregierte Informationen im Unternehmen. Daten speichern und protokollieren diverse Aktivitäten, Ereignisse und Prozesse. Datenbeispiele sind Stammdaten (zum Beispiel Artikeldaten oder Arbeitspläne), Bewegungsdaten (zum Beispiel Aufträge, Rückmeldungen) und Bestandsdaten (zum Beispiel Lagerbestand) [13]. Durch die fortschreitende Digitalisierung fallen in Unternehmen nicht nur interne Daten (zum Beispiel Maschinendaten), sondern auch externe Daten (zum Beispiel Produktionsdaten) an. Die steigende Anzahl an Daten [18] erfordert

ein strukturiertes Datenmanagement und redundanzfreie und eindeutige Datenhaltung im Sinne der Single Source of Truth [7].

Unterschiedliche Applikationen, Softwarelösungen und IT-Systeme sind mittlerweile für den Betrieb von Unternehmen unerlässlich, zum Beispiel für Prozessautomatisierung oder Datenverwaltung [11, 13]. IT-Systeme werden daher selten mit Greenfield-Ansatz eingeführt, sondern es müssen andere bestehende IT-Systeme berücksichtigt werden. Diese IT-Systeme werden im Element **IT-Systemlandschaft** zusammengefasst (in der Literatur unter anderem Anwendungslandschaft oder Applikationsarchitektur genannt). IT-Systemlandschaften wachsen häufig unkontrolliert über viele Jahre, während neue Anwendungen hinzukommen und alte nicht abgeschaltet werden. Begleitet durch neue Technologien und Schnittstellen steigt somit die Komplexität der IT-Systemlandschaft stetig weiter an [7]. Zukünftig wird es entscheidend sein, homogene IT-Systemlandschaften zu entwickeln, um eine konsistente Datenbasis sicherzustellen und die Pflege redundanten Systems zu minimieren [21].

Zu dem Element **Produkte** werden sowohl hergestellte Güter als auch Rohmaterialien, Komponenten, Zwischenprodukte und jegliche Artikel, die zur Herstellung der Güter benötigt werden, gezählt. In Bezug auf IT-Systeme wird der Begriff Materialwirtschaft verwendet, um den Umgang mit jeglichen Produktdaten (Artikelstamm) zu beschreiben [11]. Verkürzte Produktlebenszyklen, höhere Individualisierung und höhere Produktkomplexität

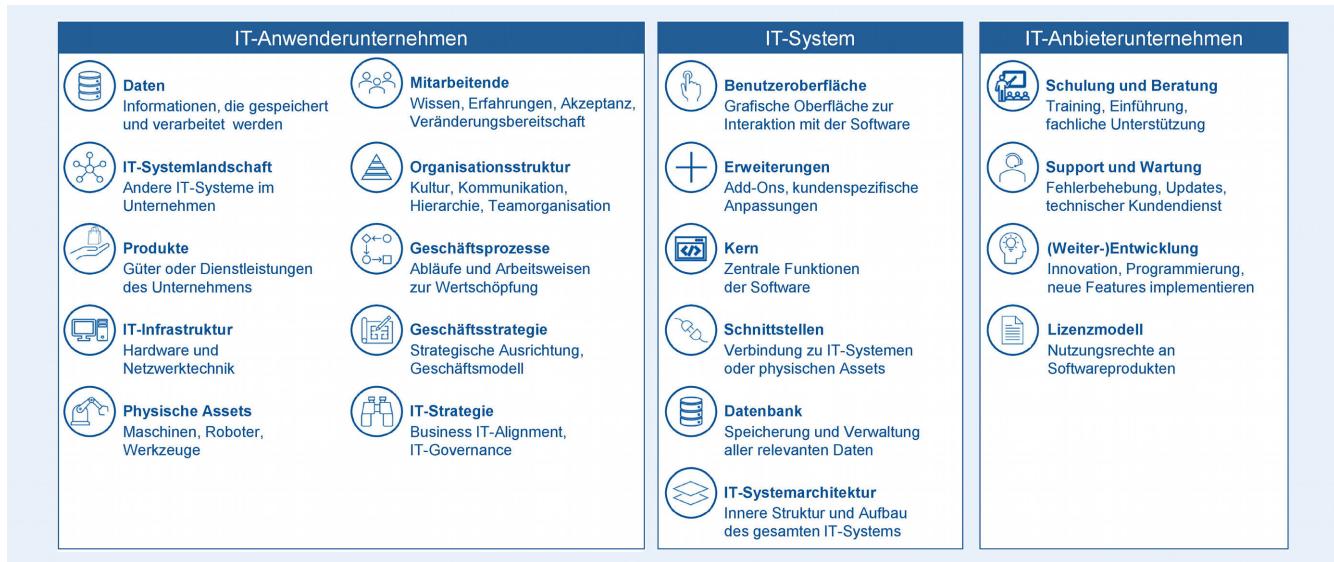


Bild 3. Übersicht der Entitäten des STIS mit den dazugehörigen Elementen. Grafik: eigene Darstellung

sind Herausforderungen, denen Anwender hinsichtlich ihrer Produkte begegnen müssen [22].

Das Element **IT-Infrastruktur** umfasst die Gesamtheit aller physischen Objekte wie Server und Netzwerktechnik, die für die Funktionsweise sowohl eingesetzter IT-Systeme als auch Anbindung von physischen Assets notwendig sind [17, 23]. Die vorhandene IT-Infrastruktur kann die Einschränkung der Softwareauswahl durch die Hardwarespezifikationen darstellen [13]. Für einen uneingeschränkten Austausch von Informationen und Ressourcen zwischen verschiedenen Systemen soll Interoperabilität gewährleistet werden, zum Beispiel durch offene Standards [16].

Im Zusammenhang mit der Produktion bezieht sich das Element **Physische Assets** auf ein Objekt oder eine Ausrüstung in der Produktion, welche im Produktionsprozess eingesetzt wird, um Produkte herzustellen, zu montieren oder zu prüfen. Beispiele für solche physischen Assets sind Maschinen wie CNC-Fräsen, Industrieroboter, die Montagearbeiten durchführen, Förderbänder zur Materialbeförderung, oder spezialisierte Werkzeuge und Vorrichtungen, die für präzise Bearbeitungs- oder Prüfprozesse benötigt werden. Im Gegensatz zum Element IT-Infrastruktur haben physische Assets einen direkten Bezug zum Produktionsprozess und weniger Bezug zum Betrieb oder zur Benutzung des IT-Systems. Physische Assets spielen mit der fortschreitenden Automatisierung eine zunehmend wichtige Rolle in der Prozessgestaltung und Datenbereitstellung. Sie generieren wichtige Daten über Produktionsabläufe, Auslastung, Wartungszustände und Leistungskennzahlen (KPIs), die für IT-Systeme unerlässlich sind, um präzise Planungs-, Steuerungs- und Entscheidungsprozesse zu unterstützen.

Im Kontext des STIS beschreibt das Element **Mitarbeitende** primär die Nutzerinnen und Nutzer des IT-Systems. Vor allem das vorhandene Wissen und ihre Fähigkeiten in Bezug auf IT-Systeme stellen einen entscheidenden Wert dar. Nutzerinnen und Nutzer sammeln mit der Zeit Erfahrung mit den IT-Systemen oder betreuen sie in der Rolle als Key-User. Insbesondere bei Legacy-Systemen ist es wichtig, das Wissen und den Umgang damit zu bewahren [17]. Eine weitere wichtige Komponente in Bezug auf die Mitarbeitenden ist deren Akzeptanz von Veränderungen. Diese hängt von mehreren Faktoren ab: der Art der

Veränderung, dem Initiator der Veränderung, der Unterstützung für die Veränderung und der Verzögerung der Veränderung [15]. Neben der Akzeptanz ist auch die Veränderungsbereitschaft von Mitarbeitenden vonnöten, um Veränderungen anstoßen und umsetzen zu können [7].

Im Fokus des Elements **Organisationsstruktur** stehen der Aufbau und die innere Ordnung eines Unternehmens, die dessen Funktionsweise und Entscheidungsbefugnisse bestimmt. Mit zunehmender Unternehmensgröße wird es nahezu unvermeidlich, Entscheidungen an untergeordnete Instanzen zu delegieren. Dadurch entsteht ein erhöhter Bedarf an qualifizierten Mitarbeitenden, die in der Lage sind, die übertragenen Entscheidungen kompetent zu treffen und sie umzusetzen (zum Beispiel im Kontext des STIS sind Key-User zentrale Personen für die Verlinkung des IT-Systems und der Prozesse). Die Organisationskultur prägt die soziale Ordnung innerhalb der Organisation, die eine einzigartige Identität schafft und das Verhalten der Mitglieder durch eine gemeinsame Ausrichtung und Ordnung bestimmt [24]. Darauf hinaus sind klare Verantwortlichkeiten in Bezug auf Prozesse und eingesetzte IT-Systeme für einen nachhaltigen Betrieb unerlässlich.

Das Element **Geschäftsprozesse** umfasst die Abfolge von Tätigkeiten oder Vorgängen, die zur Erstellung von Produkten oder Dienstleistungen führen und in einem direkten Zusammenhang zueinander stehen [25]. Geschäftsprozesse in Unternehmen werden durch IT-Systeme unterstützt. Daher ist es entscheidend, dass auftretende Änderungen in Prozessen ebenso in IT-Systemen abgebildet werden können [7]. In manchen Fällen wird jedoch die Anpassung der Geschäftsprozesse notwendig, die Laval *et al.* als Re-setup beschreiben. Neben der kontinuierlichen Prozessverbesserung können vorhandene Standardabläufe in IT-Systemen einen guten Ansatz zur Anpassung der bestehenden Geschäftsprozesse darstellen, um IT-Systeme optimal zu nutzen [15].

Alle übergeordneten Entscheidungen und die grundlegende Funktionsweise eines Unternehmens (Geschäftsmodell) werden im Element **Geschäftsstrategie** zusammengefasst. Sie definiert den langfristigen Entwicklungspfad und die Geschäftstätigkeiten eines Unternehmens. Da das Geschäftsmodell die Basis für die Gestaltung von Prozessen und IT-Systemen im Unternehmen bil-

det [26], zieht die Neuausrichtung oder die Anpassung des Geschäftsmodells in der Regel eine signifikante Anpassung der Prozesse und IT-Systeme nach sich [27]. Zudem bieten neue IT-Systeme zusätzliches Weiterentwicklungspotenzial, das sich auf bestehende Geschäftsmodelle auswirkt [28].

Das Element **IT-Strategie** umfasst die übergeordneten Planungs- und Steuerungsaspekte der IT-Aktivitäten eines Unternehmens. Langfristige IT-Strategie und kontinuierliches IT-Anforderungsmanagement sind wichtige Aspekte, insbesondere in Anbetracht der relativ langen Lebensdauer von IT-Systemen (zum Beispiel 15 Jahre für ein ERP [29]). Die Ausrichtung der IT-Strategie auf die Geschäftsstrategie (Business-IT-Alignment) sorgt dafür, dass die IT optimal an die geschäftlichen Anforderungen des Unternehmens angepasst und auf allen Ebenen integriert wird [18, 19]. IT-Governance legt Richtlinien für den Einsatz und die Kontrolle der IT fest, um sicherzustellen, dass Unternehmensziele erreicht und gesetzliche Vorgaben eingehalten werden [27]. Die IT-Strategie definiert auch die Ziel-IT-Systemlandschaft, was dafür sorgt, dass eine graduelle Weiterentwicklung der IT-Systemlandschaft in Richtung dieser Zielarchitektur erfolgt [17].

5.2 Elemente der Entität „IT-System“

Das Element **Benutzeroberfläche** einer Anwendung stellt die Schnittstelle zwischen den Benutzerinnen und Benutzern sowie dem IT-System dar. Über sie werden Daten angezeigt oder in das IT-System gepflegt. Die Benutzeroberfläche hängt eng mit der Benutzerfreundlichkeit zusammen. Letztere kann als das Ausmaß definiert werden, in dem die Anwendung einfach und ohne Komplikationen genutzt werden kann [16]. Der verwandte Begriff Usability beschreibt, wie effektiv und effizient ein Produkt von bestimmten Nutzerinnen und Nutzern zur Erreichung ihrer Ziele genutzt werden kann [30].

Das Element **Erweiterungen** umfasst sowohl die standardisierten Erweiterungen wie beispielsweise kleinere Add-ons und umfangreichere Branchenanpassungen durch IT-Systemhäuser wie auch die unternehmensspezifischen Individualprogrammierungen (zum Beispiel im SAP-Kontext als Z-Transaktionen bekannt). Erweiterungen ermöglichen es, ohne den Eingriff in den Kern eines IT-Systems Anpassungen umzusetzen, um die Releasefähigkeit und Kompatibilität zu gewährleisten. Je nach Erweiterung können kleinere Funktionen dazu geschaltet werden (zum Beispiel Synchronisierung von bestimmten Artikelstammdatenfeldern mit Lieferantenkatalogen) oder Logikanpassungen (zum Beispiel für die Ausführung bestimmter Berechnungen). In manchen Fällen wird jedoch im Rahmen der Individualisierung auch in den Kern des IT-Systems eingegriffen, um bestehende Funktionen zu erweitern oder neue zu entwickeln. Dies kann zu nachgelagerten Problemen hinsichtlich Wartung, Releasefähigkeit oder Kompatibilität führen [13].

Das Element **Kern** (Applikationskern, Kernfunktionalität) bildet das zentrale Element eines IT-Systems und besteht aus dem Quellcode, den der Anbieter entwickelt. Dieser Code definiert die grundlegenden Funktionen und Logiken des IT-Systems. Unternehmen sind bei Weiterentwicklungen und Anpassungen an die Updates und den Support des Anbieters angewiesen, da dieser die Kontrolle über den Quellcode besitzt. Anders ist es bei Open-Source-Software, bei der der Quellcode transparent dargelegt wird und vom Unternehmen selbstständig angepasst werden kann. Die Kernfunktionalität kann entweder allgemeingültig sein,

um Prozesse möglichst vieler Unternehmen abzudecken, oder spezialisiert programmiert werden, um eine spezifische Branche detailliert abzubilden.

Das Element **Schnittstellen** teilt sich in physische Schnittstellen und Softwareschnittstellen, wobei der Fokus bei STIS auf Letzterem liegt. Sie sind für die Weitergabe von Daten wichtig. Sie verbinden mehrere Komponenten oder Module eines IT-Systems, unterschiedliche IT-Systeme untereinander (zum Beispiel ERP und MES) und binden physische Assets an. Die meisten standardisierten IT-Systeme bieten Anpassungsmöglichkeiten, vordefinierte Schnittstellen oder konfigurierbare Programmaufrufe wie User-Exits [13]. Darüber hinaus muss beim Datenaustausch zwischen zwei IT-Systemen das Übertragungsformat sowohl vom Sendersystem als auch vom Empfängersystem unterstützt werden [31].

Das Element **IT-Systemarchitektur** definiert den konzeptuellen Aufbau eines IT-Systems. Dazu gehören die relevanten Einzelkomponenten (Module) sowie die Anordnung dieser, die Kommunikation und die Beziehungen untereinander. Beispiele dafür sind monolithische, Multi-Tier- (beziehungsweise Schichten-) sowie serviceorientierte Architekturen. Die Systemarchitektur beeinflusst die Flexibilität und Wartbarkeit des IT-Systems, indem sie festlegt, wie einfach neue Funktionen hinzugefügt oder bestehende Komponenten angepasst werden können [11, 12].

Das Element **Datenbank** speichert und verwaltet alle Daten, die innerhalb des IT-Systems verarbeitet und genutzt werden. Eine Datenbank ermöglicht die strukturierte Speicherung, den schnellen Zugriff und die effiziente Verarbeitung großer Datens Mengen, die für die Verwaltung der Geschäftsprozesse eines Unternehmens erforderlich sind [23].

5.3 Elemente der Entität „IT-Anbieterunternehmen (Anbieter)“

Das Element **Schulung und Beratung** bezieht sich auf die Dienstleistungen des Anbieters im direkten Kontakt mit dem Anwender. Schulungen sind von zentraler Bedeutung für die Einführung eines IT-Systems oder bei neuen Releases. Schulungen ermöglichen es den Mitarbeitenden, das IT-System und dessen Funktionalitäten kennenzulernen, zu verstehen, diese richtig und effektiv zu nutzen und dessen Vorteile ausschöpfen zu können [4, 15, 32]. Gleichzeitig ist bei der Einführung eines IT-Systems die Beratung ein zentraler Faktor, um sicherzustellen, dass die Anforderungen und Wünsche des Anwenders erfasst und umgesetzt werden [19]. Ein fundiertes Geschäftsverständnis der Beraterinnen und Berater ist hierbei ebenso wichtig wie das technische Know-how, um die Bedürfnisse des Anwenders zu verstehen und im Systemdesign zu berücksichtigen [7, 19].

Im Element **Wartung und Support** werden die unterstützenden Tätigkeiten des Anbieters nach der Implementierung zusammengefasst. Zum einen gehören hierzu die Verbesserung der Performance, die Korrektur identifizierter (Programmier-)Fehler, die Anpassung an geänderte Anforderungen oder die präventive Behebung potenzieller Probleme. Zum anderen ist die Unterstützung des Anwenders bei im Betrieb identifizierten Problemen Teil von Wartung und Support [33]. Die Reaktionsgeschwindigkeit und das Problemlöseverhalten des Anbieters spielen eine große Rolle in der Zufriedenheit des Anwenders mit dem Anbieter [34]. Oft spielt die Qualität der Wartung und des Supports eine entscheidende Rolle bei der Auswahl eines Anbieters, denn das

korrekte Funktionieren des IT-Systems ist für den Ablauf der Prozesse entscheidend [35].

Im Gegensatz zur Wartung bezieht sich das Element (**Weiter-)Entwicklung** auf die Innovation des IT-Systems statt auf die Behebung von Softwareproblemen. Dies ist eine kontinuierliche Aufgabe, um Innovationen in das IT-System zu integrieren. Dazu gehören beispielsweise die Erweiterung und Verbesserung von Kernfunktionalitäten sowie die Auswahl geeigneter Technologien (engl. Technology-Stack, beispielsweise Programmiersprachen und Bibliotheken), damit das IT-System dem Stand der Technik entspricht (zum Beispiel bei Hardwareunterstützung oder Performance). Da sich die Erneuerungszyklen von IT-Systemen immer weiter verkürzen, sind fortlaufende Updates notwendig, um den wachsenden Anforderungen durch den Einsatz neuester Technologien und Funktionen gerecht zu werden [13].

Das Element **Lizenzmodelle** gewährt dem Anwender das Nutzungsrecht am IT-System und definiert die rechtlichen sowie kaufmännischen Rahmenbedingungen. Eine starre Lizenzstruktur kann die Flexibilität in der Nutzung des IT-Systems einschränken. Ein gut gestaltetes Lizenzmodell hingegen ermöglicht es den Anwendern, Änderungen in Prozessen, wie die Anbindung einer neuen Maschine oder die Einführung einer weiteren Schicht, schnell und unkompliziert umzusetzen.

6 Zusammenfassung

Das entwickelte Modell umfasst IT-Systeme ganzheitlich, indem es neben dem IT-System selbst auch die wichtigsten Elemente der Anwender- und Anbieterseite beinhaltet. Das Modell stellt transparent dar, welche Elemente des soziotechnischen Systems im Kontext von IT-Systemen relevant sind. Somit wurde eine Basis für weitere Untersuchungen und praktische Anwendung geschaffen. Für Anwender bietet das Modell eine hilfreiche Orientierung, um den Umfang und die Komplexität von Herausforderungen, beispielsweise bei einer ERP-Implementierung, besser einzuschätzen und zu verstehen, welche Aspekte dabei mitberücksichtigt werden müssen.

In weiteren Schritten können die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen identifiziert werden, um die wichtigsten Einflusselemente (Stellschrauben) und möglichen Nebenwirkungen bei zukünftigen Anpassungen zu identifizieren. Es kann untersucht werden, welche Erfolgsfaktoren oder Best Practices es gibt, um die einzelnen Elemente möglichst veränderungsfähig zu gestalten. Darüber hinaus können Veränderungstreiber mit ihrer konkreten Wirkung auf einzelne Elemente identifiziert werden, um Unternehmen beim Risikomanagement oder strategischen Weiterentwicklung zu unterstützen.

FÖRDERHINWEIS

Das IGF-Vorhaben 23099 N der Forschungsvereinigung FIR e.V. an der RWTH Aachen wird über das DLR im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

L iteratur

- [1] Trovarit AG (Hrsg.): Marktplatz ERP/PPS 2021/2022, 14. überarb. Auflage. Aachen: Trovarit 2021
- [2] Châlons, C.; Dufft, N.: Die Rolle der IT als Enabler für Digitalisierung. In: Abolhassan, F. (Hrsg.): Was treibt die Digitalisierung? Warum an der Cloud kein Weg vorbeiführt. Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S. 27–37
- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (Hrsg.): Resilienz im Kontext von Industrie 4.0. Berlin, April 2022. https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Resilienz.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Link zuletzt geprüft: 24.10.2024)
- [4] Fjodorovs, N.; Schröer, T.; Harder, P. et al.: Faktoren für einen langfristigen Einsatz von IT-Systemen/Factors for long-term use of IT systems. *wt Werkstattstechnik online* 114 (2024) 04, S. 143–149
- [5] Andressen, K.; Gronau, N.: Adaptability Concepts for Enterprise Resource Planning Systems. A Component Framework (2005). *AMCIS 2005 Proceedings*; 150. <https://aisel.aisnet.org/amcis2005/150>
- [6] Furrer, F. J.: Zukunftsähnige Softwaresysteme. *Informatik-Spektrum* 39 (2016) 3, S. 194–202
- [7] Rennenkampff, A. v.: Management von IT-Agilität. Entwicklung eines Kennzahlensystems zur Messung der Agilität von Anwendungslandschaften. Ilmenauer Schriften zur Wirtschaftsinformatik; Bd. 2. Ilmenau: Univ.-Verl. Ilmenau 2015. – Zugl.: Ilmenau, Techn. Univ., Diss.
- [8] Silcher, S.: Adaptive und wandlungsfähige IT-Architektur für Produktionsunternehmen. Stuttgart, Univ., Diss., 2014. https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/3403/1/dissertation_silcher.pdf
- [9] Leyh, C.; Sander, P.: Critical Success Factors for ERP System Implementation Projects: An Update of Literature Reviews. In: Sedera, D.; Gronau, N.; Sumner, M. (Hrsg.): *Enterprise Systems. Strategic, Organizational, and Technological Dimensions*. Cham: Springer International Publishing 2015, S. 45–67
- [10] Coşkun, E.; Gezici, B.; Aydos, M. et al.: ERP failure: A systematic mapping of the literature. *Data & Knowledge Engineering* 142 (2022) C, S. 102090. DOI: 10.1016/j.dake.2022.102090
- [11] Gronau, N.: *ERP-Systeme. Architektur, Management und Funktionen des Enterprise Resource Planning*. München: De Gruyter Oldenbourg 2021
- [12] Sarferaz, S.: *ERP-Software: Funktionalität und Konzepte, basierend auf SAP S/4HANA*. Wiesbaden: Springer Vieweg 2023
- [13] Schubert, P.; Winkelmann, A.: *Betriebswirtschaftliche Anwendungssysteme. Enterprise Resource Planning*. Wiesbaden: Springer Gabler 2023
- [14] Byrd, T. A.; Madariaga, L. J.; Byrd, L. W. et al.: An Examination of an Information Systems Flexibility Framework. 2010 43rd Hawaii International Conference on System Sciences, Honolulu, Hawaii, USA, 2010, S. 1–10. DOI: 10.1109/HICSS.2010.52
- [15] Laval, J.; Cherifi, C.; Cheutet, V.: Towards the measurement of enterprise information systems agility to support EIS improving projects. *International Journal of Agile Systems and Management* 11 (2018) 3, S. 222–246. <https://hal.science/hal-01847787/document>
- [16] Dey, S.; Sharma, R.: Strategic alignment of information systems flexibility with organization's operational and manufacturing philosophy: Developing a theoretical framework. In: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Paris, France, July 26–27, 2018, S. 381–391. <https://www.ieomso ciety.org/paris2018/papers/72.pdf>
- [17] Murer, S.; Worms, C. et al.: *Managed Evolution: a strategy for very large information systems*. Berlin [u. a.], Springer 2011
- [18] Kumar, R. L.; Stylianou, A. C.: A process model for analyzing and managing flexibility in information systems. *European Journal of Information Systems* 23 (2014) 2, S. 151–184
- [19] Yousif, M.; Pessi, K.; Magnusson, J.: IT Agility: A Proposed and Evaluated Framework. In: *AMCIS 2016 Proceedings*. AMCIS 2016 Proceedings. <https://aisel.aisnet.org/amcis2016/ITAgil/Presentations/4>
- [20] Niederberger, M.: Methoden der Experteneinbindung. In: Niederberger, M.; Wassermann, S. (Hrsg.): *Methoden der Experten- und Stakeholder-Einbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung*. Wiesbaden: Springer VS 2015, S. 33–47
- [21] Lütkehoff, B.; Berwing, K.: Heterogene IT-Systemlandschaften homogenisieren – Der Weg zu optimierter Auftragsabwicklung. *UdZPraxis* 6 (2020) 1, S. 38–42. https://epub.fir.de/frontdoor/index/index/start/0/rows/10/score/_sortorder/_desc/_searchtype/_advanced/_title/_contains_all/_docId/357 (Link zuletzt geprüft: 24.10.2024)
- [22] Schuh, G.; Riesener, M.; Prote, J.-P. et al.: *Industrie 4.0: Agile Entwicklung und Produktion im Internet of Production*. In: Frenz, W. (Hrsg.): *Handbuch Industrie 4.0. Recht, Technik, Gesellschaft*. Berlin: Springer 2020, S. 467–488
- [23] Abts, D.; Mülder, W.: *Grundkurs Wirtschaftsinformatik. Eine kompakte und praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer Vieweg 2017

- [24] Bergmann, R.; Garrecht, M.: Organisation und Projektmanagement. 3., aktualis. u. erw. Auflage Berlin: Springer Gabler 2021
- [25] Striening, H.-D.: Prozess-Management: Versuch eines integrierten Konzeptes situationsadäquater Gestaltung von Verwaltungsprozessen, dargestellt am Beispiel in einem multinationalen Unternehmen, IBM Deutschland GmbH. Kaiserslautern, Univ., Diss., 1988.
- [26] Andresen, K.; Gronau, N.; Schmid, S.: Ableitung von IT-Strategien durch Bestimmung der notwendigen Wandlungsfähigkeit von Informationssystemarchitekturen. In: Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.; Eckert, S. et al. (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik 2005. Heidelberg: Physica-Verlag HD 2005, S. 63–82.
- [27] Heinrich, L. J.; Riedl, R.; Stelzer, D.: Informationsmanagement. Grundlagen, Aufgaben, Methoden. 11., vollst. überarb. Auflage. München [u. a.]: De Gruyter Oldenbourg 2014
- [28] Abolhassan, F.: Geleitwort. In: Abolhassan, F. (Hrsg.): Was treibt die Digitalisierung? Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S. 5–14.
- [29] Sontow, K.; Liestmann, V.; Treutlein, P.: ERP in der Praxis. Anwenderzufriedenheit, Nutzen und Perspektiven. Aachen: Trovarit AG 2022
- [30] Woywode, M.; Mädche, A.; Wallach, D. et al.: Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware als Wettbewerbsfaktor für kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Abschlussbericht des Forschungsprojekts. Mannheim: Institut für Mittelstandsforschung 2012. https://www.digitzentrum-fokus-mensch.de/kos/WNetz?art=File.download&id=3802&name=UIG_Abschlussbericht.pdf (Link zuletzt geprüft: 24.10.2024)
- [31] Weber, R.: Betriebliche Anwendungssysteme: Modelle, Integration und Betrieb. 2., überarb. u. erw. Auflage Berlin: Springer Vieweg 2021
- [32] Krcmar, H.: Informationsmanagement. Berlin [u. a.]: Springer Gabler 2015
- [33] Pfitzinger, B.; Jestadt, T.: IT-Betrieb. Management und Betrieb der IT in Unternehmen. Berlin [u. a.]: Springer Vieweg 2016
- [34] Rüedy, A.; Hänggi, R.: Servicestrategien und Service-Angebotsdifferenzierung von ERP-Dienstleistern im deutschsprachigen Raum. HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik 59 (2022) 3, S. 926–939
- [35] Law, C. C.; Chen, C. C.; Wu, B. J.: Managing the full ERP life-cycle: Considerations of maintenance and support requirements and IT governance practice as integral elements of the formula for successful ERP adoption. Computers in Industry 61 (2010) 3, S. 297–308



Nikita Fjodorovs, M. Sc.

nikita.fjodorovs@fir.rwth-aachen.de

Foto: Autor

FIR e. V. an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen
www.fir.rwth-aachen.de

Salih Panz, M. Sc.

FIR e. V. an der RWTH Aachen
Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen

Philipp Harder, M. Sc.

harder@iph-hannover.de

IPH – Institut für Integrierte
Produktion Hannover gGmbH
Hollerithallee 6, 30419 Hannover
www.iph-hannover.de

LIZENZ



Dieser Fachaufsatz steht unter der Lizenz Creative Commons
Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)