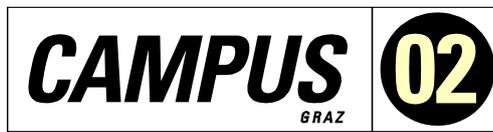


Masterarbeit

**KUND:INNENINTEGRATION IM INNOVATIONSPROZESS AM
BEISPIEL EINER LASERBEARBEITUNGSANLAGE FÜR DIE
ELEKTROMOBILITÄTSBRANCHE**

ausgeführt am



FACHHOCHSCHULE DER WIRTSCHAFT

Fachhochschul-Masterstudiengang
Innovationsmanagement

von

Ing. Denis Barkovic, BSc.

1910317001

betreut und begutachtet von

FH-Hon.-Prof. Ing. Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Koren

Irene Oswald, Msc

begutachtet von

FH-Prof. DI Dr. Michael Terler

Graz, Dezember 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, fluid strokes.

.....
Unterschrift

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal dotted line.

Unterschrift

*Mein besonderer Dank gilt meiner geliebten Ehefrau Daniela, meinen
lieben Eltern Devla & Milutin, meinen Betreuer:innen Wolfgang
Koren und Irene Oswald, meinen Arbeitskolleg:innen und der Penteq®
GmbH für die unentwegte Unterstützung*

KURZFASSUNG

Projekte im Sondermaschinenbau innerhalb der Laserbearbeitungsindustrie bringen sowohl für Kund:innen als auch Hersteller:innen große Risiken und Herausforderungen mit sich, die durch Anwendung klassischer Projektmanagement-Methoden nur bedingt vermieden werden können. Mithilfe eines in dieser Arbeit erstellten Vorgehensmodells und der damit einhergehenden, systematischen Integration von Kund:innen entlang des Projektverlaufs wird aufgezeigt, wie einerseits branchentypische Risiken von Kund:innen und Herausforderungen von Hersteller:innen verringert werden können, andererseits eine Steigerung der Kund:innenzufriedenheit und eine Stärkung der Kund:innenbindung sowie eine Verbesserung der gegenseitigen Geschäftsbeziehung erreicht werden kann. Die insgesamt vier Integrationsschritte, von denen zwei in besonders innovationslastigen Projektphasen angesetzt werden, liefern Ergebnisse, die auf ihre Relevanz für den Projekterfolg sowie ihre Auswirkung auf Hersteller:innen, Kund:innen und deren Beziehung zueinander qualitativ bewertet werden. Abschließende Handlungsempfehlungen bereiten die Verwendung des Vorgehensmodells für Hersteller:innen von Sondermaschinen auf und zeigen, wie die aktive Kund:innenintegration für Vertriebs- und Marketingzwecke zur Gewinnung von Neukund:innen genutzt werden kann.

ABSTRACT

Projects in the development of custom machines within the laser processing industry pose significant risks and challenges for both customers and manufacturers, which can only be partially mitigated through the application of classical project management methods. Utilizing a procedural model developed in this work and the associated systematic integration of customers throughout the project process, demonstrates how industry-specific risks for customers and challenges for manufacturers can be reduced. It also shows how an increase in customer satisfaction, strengthening of customer loyalty and improvement of mutual business relationships can be achieved. The four integration steps, two of which are particularly applied in innovation-intensive project phases, provide results that are qualitatively assessed for their relevance to the success of the project and their impact on manufactures, customers, and their relationship. Concluding recommendations prepare special machine manufacturers for the use of procedural model and for the integration of customers and illustrate how active customer integration can be utilized for sales and marketing purposes to attract new customers.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Forschungsfrage	2
1.2	Ziele der Arbeit	2
1.3	Methodisches Vorgehen.....	2
1.4	Grafischer Bezugsrahmen.....	3
2	Projekte im Sondermaschinenbau	4
2.1	Definition eines Projekts.....	4
2.2	Aspekte des Sondermaschinenbaus	5
2.2.1	Automatisierung und Steuerungstechnik.....	5
2.2.2	Sicherheitstechnik	8
2.2.3	Gestelle, Maschinenverkleidung und Corporate Design	11
2.2.4	Modularisierung und Industrie 4.0.....	14
2.3	Projektmanagement im Sondermaschinenbau	15
2.3.1	Schritt 1: Projekt Vorphase.....	17
2.3.2	Schritt 2: Projekt Hauptphase.....	22
2.3.3	Schritt 3: Projekt Endphase	26
2.3.4	Unterstützende Management-Techniken	29
2.4	Herausforderungen für Hersteller:innen.....	30
2.5	Risiken für Kund:innen.....	32
3	Innovationsprozesse im Sondermaschinenbau	34
3.1	Das Innovationsmanagement.....	34
3.2	Unterschied zum klassischen Projektmanagement.....	37
3.3	Innovationsmethoden und Kreativitätstechniken.....	38
3.4	Innovation in der Sondermaschinenbau-Praxis.....	42
3.4.1	Das Schaffen einer Innovationskultur	44
3.4.2	Managen von Kund:innenwissen	44
4	Kund:innenintegration in den Innovationsprozess.....	46
4.1	Die richtigen Kund:innen finden.....	46
4.2	Die geeignete Intensität wählen.....	48
4.3	Den passenden Zeitpunkt bestimmen.....	49
4.4	Ansätze zur Kund:innenintegration	51
4.4.1	Virtuelle Kund:innenintegration	51
4.4.2	Workshops und Kliniken	52
4.4.3	Regeln für erfolgreiche Kund:innenintegration.....	54

4.5	Gründe für und gegen die Kund:innenintegration	55
5	Erfolgskriterien von Projekten im Sondermaschinenbau	58
5.1	Kriterien für den Projekterfolg	58
5.1.1	Projektspezifische Erfolgskriterien	58
5.1.2	Innovationsspezifische Erfolgskriterien	59
5.1.3	Kund:innenspezifische Erfolgskriterien	60
5.1.4	Unternehmensspezifische Erfolgskriterien	62
5.2	Erfolgswirksamkeit der Kund:innenintegration.....	63
6	Ableitung eines systematischen Ansatzes zur Kund:innenintegration	65
6.1	Einbindung von Kund:innen in den einzelnen Projektphasen.....	65
6.1.1	Bedürfnisklinik (Phase der Ziele)	65
6.1.2	Virtuelles Konzept-Webinar (Phase des Konzept).....	66
6.1.3	Innovations-Workshop (Phase der Entwicklung)	67
6.1.4	Tests durch Kund:in (Phase der Vorabnahme).....	67
6.2	Messung relevanter Erfolgskriterien	68
7	Rahmenbedingungen des Bezugsprojekts	69
7.1	Die Penteq® GmbH	69
7.2	Die Lasertechnologie	69
7.3	Anforderungen an die Laseranlage	71
8	Absolvierung der Vorphase.....	75
8.1	Das Erstgespräch (Durchführung der Bedürfnisklinik)	75
8.2	Der Beginn der Prozessentwicklung	76
8.3	Das finale Lösungskonzept (Durchführung des virtuellen Konzept-Webinars).....	77
8.4	Abschlusstätigkeiten der Vorphase	79
9	Die Entwicklung der Laserreinigungsanlage	80
9.1	Problemlösung in der Entwicklung (Durchführung des Innovations-Workshops)	80
9.2	Zusätzlicher Nutzen des Innovations-Workshops	85
9.3	Anmerkungen zur Hauptphase.....	86
10	Projektabschluss in der Endphase	88
10.1	Vorabnahme mit Produktionssimulation (Durchführung der Tests durch Kund:in)	88
10.2	Abschluss des Projekts.....	89
10.3	Vorbereitungen für die Erfolgsmessung.....	90
11	Messung und Auswertung der systematischen Integration	91
11.1	Auswirkungen der Integration auf den Projekterfolg.....	91
11.2	Bedeutung der Integration für den Hersteller.....	93

11.3	Relevanz der Integration für den Kunden	96
11.4	Signifikanz der Integration für die Beziehung zwischen Kunde und Hersteller.....	98
12	Conclusio	101
13	Handlungsempfehlungen	103
	Literaturverzeichnis	105
	Abbildungsverzeichnis.....	110
	Tabellenverzeichnis	112
	Anhang 1: Die drei Phasen eines Projekts im Sondermaschinenbau.....	113
	Anhang 2: Das Vorgehensmodell zur Kund:innenintegration.....	114
	Anhang 3: Übersichtsdarstellung der Bewertungsergebnisse der Kund:innenintegration	115

1 EINLEITUNG

Trotz eines noch vorherrschenden hohen Neuheitsgrades in der industriellen Materialbearbeitung, findet die Lasertechnologie seit einigen Jahren immer mehr Einzug in produzierende Unternehmen jeglicher Größe und Branche. Die speziell in der Automobilindustrie stetig wachsenden Anforderungen an einzelne Bauteile oder auch der gerade stattfindende Wechsel zur Elektromobilität bieten für Laserbearbeitungsmaschinen ein breites Anwendungsfeld, wodurch sich ein rasanter Anstieg der Nachfrage aber auch des Angebots von Lasermaschinen verzeichnen lässt. Trotz unterschiedlicher Krisen und starker Inflation in der Eurozone steigt der Wettbewerbsdruck auf Hersteller:innen von Laserbearbeitungsmaschinen stetig an, wodurch Kund:innen niedrigere Preise und kürze Entwicklungszeiten fordern.

Fertigungsprozesse mit industriellen Lasern sind bis auf einfache Bauteilmarkierungen in den meisten Fällen Sonderentwicklungen. Reinigungen, Strukturierungen oder andere Oberflächenbehandlungen mit Lasern sind im Regelfall Prozesse, für die es keine altbewährte Standardlösung auf dem Markt gibt. Einige Hersteller:innen – darunter auch das österreichische Familienunternehmen Penteq® – bieten für solche Problemstellungen Sonderlösungen an, die es Kund:innen erlauben, ihre Prozesse durch den Einsatz von Lasern zeitlich oder qualitativ zu optimieren und sich so einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Derartige Sondermaschinen müssen einerseits mit der richtigen Lasertechnologie ausgestattet sein, um den vorab entwickelten Prozess durchführen zu können, andererseits die passende Automatisierungstechnik enthalten. Nur so kann eine vollautomatische, effiziente und in die Fertigungslinie von Kund:innen integrierte Laserbearbeitung ermöglicht werden.

Die Schwierigkeit solcher Sondermaschinenbau-Projekte spiegelt sich nicht nur durch den steigenden Konkurrenzdruck und die komplexen Anforderungen von Kund:innen wider, sondern auch durch das hohe Risiko des Scheiterns, das sowohl für Kund:innen als auch für Hersteller:innen wirtschaftlich virulente Folgen mit sich bringen würde. Risiken können durch den Einsatz von Projektmanagement-Methoden nur bedingt erkannt bzw. eingedämmt werden, da es nicht unüblich ist, dass es im Verlauf des Projekts zu Veränderungen kommt oder Kund:innen ihre Anforderungen anpassen. Hingegen müssen Kund:innen ihr volles Vertrauen in Hersteller:innen setzen, zu denen eventuell noch keine langjährige Geschäftsbeziehung besteht und deren Verlässlichkeit vorab nicht valide bewertet werden kann. Hoher Zeitdruck und knappe Budgets verringern die Toleranz für Fehlentscheidungen und die Wahl von falschen Hersteller:innen, wodurch die Entstehung von Ängsten und Zweifel stark begünstigt wird.

Eine mögliche, aber bislang in der Praxis weitestgehend ungenutzte Möglichkeit für die Minderung von Projektrisiken und die potenzielle Qualitätssteigerung einer Sonderanlage bietet die aktive Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess während des gesamten Verlaufs eines Sondermaschinenbau-Projekts. Einerseits könnte dadurch die technische Funktionalität der Anlage durch Kund:innenwissen

über die zu bearbeitenden Bauteile und die vorher- und nachgehenden Prozessschritte verbessert werden. Dies würde nicht nur eine Minderung der Projektrisiken erlauben, sondern auch Projektkosten minimieren, indem nachträgliche Änderungen auf ein Minimum reduziert werden könnten. Andererseits könnte die intensivere Kommunikation zwischen Kund:innen und Hersteller:innen während des gesamten Projekts die Kund:innenbindung steigern. Die aktive Mitarbeit von Kund:innen bei der Entwicklung von innovativen Lösungen für die Sondermaschine bietet die Chance, das Vertrauen in Hersteller:innen maßgeblich zu steigern und die Kund:innenzufriedenheit nachhaltig zu erhöhen, wodurch eine erneute, zukünftige Zusammenarbeit begünstigt werden könnte. Durch Verwendung dieser Vorgehensweise als Marketing- und Vertriebsinstrument seitens Hersteller:innen könnten Ängste und Zweifel bei potenziellen Neukund:innen gemindert werden, wodurch gegenüber dem Wettbewerb ein Vorteil geschaffen werden würde.

1.1 Forschungsfrage

Wie kann die Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess im Sondermaschinenbau zur Erhöhung des Projekterfolgs, der Kund:innenzufriedenheit und der Kund:innenbindung beitragen und welche Handlungsempfehlungen lassen sich dadurch ableiten?

1.2 Ziele der Arbeit

In dieser Arbeit soll erhoben werden, wie Kund:innen in den Innovationsprozess integriert werden können. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es, den Beitrag der Kund:innenintegration zum Projekterfolg und zur Steigerung der Kund:innenzufriedenheit und der Kund:innenbindung zu bestimmen. Es werden Handlungsmöglichkeiten festgestellt, welche die Kund:innenintegration in den Innovationsprozess als Marketing- und Vertriebsinstrument einsetzbar machen.

1.3 Methodisches Vorgehen

Zu Beginn der Arbeit wird ein Projekt-Phasenmodell entwickelt, das speziell für die Durchführung von Sondermaschinenbau-Projekten zugeschnitten ist. Dafür werden Themen des klassischen und des innovationsbezogenen Projektmanagements näher untersucht, sowie die notwendigen technischen Kenntnisse für den Bau von Sondermaschinen betrachtet. Dieses Phasenmodell wird durch Methoden erweitert, die eine systematische Integration von Kund:innen in die verschiedenen Projektphasen ermöglichen. Den Abschluss der theoretischen Ausarbeitung bildet die Analyse von Erfolgsfaktoren, mit denen der Beitrag der Kund:innenintegration zum Projekterfolg gemessen werden kann. Die anschließende Anwendung des Phasenmodells und der Integrationsmethoden an einem Bezugsprojekt bilden die Basis für die Bewertung der Nützlichkeit der Kund:innenintegration für den Erfolg des Projekts und für die Minderung der Projektrisiken auf Seiten der Kund:in und der Hersteller:in. Dies ermöglicht die

Formulierung von Handlungsempfehlungen für die erfolgreiche Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess und für die Nutzung dieser Vorgehensweise als Marketing- und Vertriebsinstrument für Hersteller:innen von industriellen Sonderanlagen (siehe dazu Abb. 1).

1.4 Grafischer Bezugsrahmen

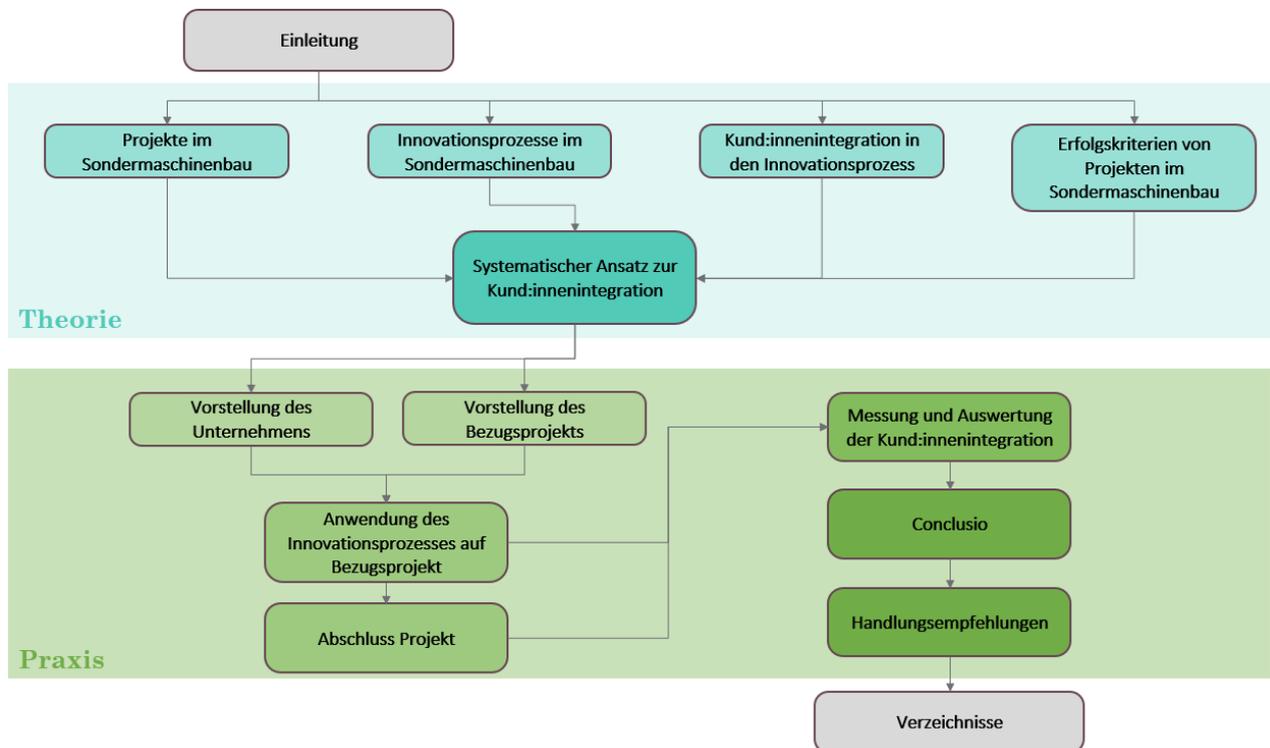


Abb. 1: Grafischer Bezugsrahmen, Quelle: Eigene Darstellung.

2 PROJEKTE IM SONDERMASCHINENBAU

Unter Sondermaschinenbau ist ein Teilbereich der industriellen Fertigung zu verstehen, der sich auf die maßgeschneiderte Entwicklung und Herstellung von speziellen Maschinen und Anlagen für neuartige Bedürfnisse von Kund:innen konzentriert. Sondermaschinenbau, speziell in der Laserindustrie, zeichnet sich besonders stark durch die benötigte Innovationskraft und Individualität aus, die es Kund:innen erlauben, den gewünschten Wettbewerbsvorteil in der Produktion ihrer Produkte zu erlangen. Besondere Aspekte bei der Umsetzung von Sondermaschinen sind die genaue Zieldefinition anhand des Lastenhefts, die enge Abstimmung mit den Kund:innen während des gesamten Projekts, eine detaillierte Konzeptausarbeitung in der Planungsphase und die Sicherung der gewünschten Qualität und Anlagenverfügbarkeit.

2.1 Definition eines Projekts

Der Begriff „Projekt“ beschreibt im wesentlichen alle Arten von Vorhaben, die einige grundlegende Gemeinsamkeiten aufweisen und unter anderem sowohl im wirtschaftlichen Sektor als auch in humanitären, wissenschaftlichen oder auch privaten Bereichen stattfinden. Der Bau des Gotthard-Basistunnels, der längste Eisenbahntunnel der Welt, das „Human Genom Project“, das das Erbgut des Menschen vollständig entschlüsseln sollte, ein Umzug einer Familie in ein neues Haus, die Organisation einer Olympiade oder auch das Schreiben eines Buches sind Beispiele für Projekte.^{1 2}

Alle Projekte beginnen mit einem Sachverhalt, der durch eine Vielzahl an unterschiedlichen Aktivitäten in einen gewünschten Zielzustand gebracht werden soll. Das Vorhandensein und die Klarheit eines Ziels sind ein wesentlicher Antrieb und eine unverzichtbare Voraussetzung für das Gelingen eines Projekts.³ Das definierte Ziel kann nur durch die Ausführung von Maßnahmen erreicht werden, die in der Regel neuartig und einmalig sind. Nicht jedes Projekt ist vollständig einzigartig, dennoch weist jedes Projekt neuartige Teilaufgaben und die damit einhergehenden Probleme und Schwierigkeiten auf. Die durchzuführenden Teilaufgaben stehen in gewisser Abhängigkeit zueinander. Manche Arbeiten können parallel, andere nur sequenziell durchgeführt werden, wenn das Ergebnis des vorherigen Arbeitsschrittes für die nächste Aufgabe benötigt wird. Ein Bündel vernetzter Arbeiten wird als „Prozess“ bezeichnet und bildet ein weiteres wichtiges Merkmal eines Projekts. Um ein großes Bündel an Aufgaben abarbeiten zu können, bedarf es einer Vielzahl an Personen, die unterschiedliche fachliche Kompetenzen aufweisen. Zusätzlich zu den benötigten fachlichen Kompetenzen erlauben es meist auch zeitliche Aspekte nicht, dass Projekte durch einzelne Personen durchgeführt werden. Um die Ziele des Projekts zu erreichen, bedarf es

¹ Vgl. Jakoby (2021), S. 2 ff.

² Vgl. Meyer/Reher (2016), S. 1.

³ Vgl. Jakoby (2021), S. 9.

zeitlicher, personeller und sachlicher Ressourcen, die in realen Projekten begrenzt sind.⁴ All diese Merkmale können zu folgender Definition zusammengefasst werden, die ein Projekt beschreibt: Ein Projekt ist ein einmaliges, durch eine Vielzahl an Personen durchgeführtes Vorhaben, das den Zweck hat, in vorgegebener Zeit und mit begrenzten Ressourcen neuartige Aufgaben zu erledigen um ein klar definiertes Ziel zu erreichen.

2.2 Aspekte des Sondermaschinenbaus

Die Abgrenzung verschiedener Arten von Maschinen in der Produktionstechnik ist nicht ganz eindeutig. Werkzeugmaschinen stellen neben Werkzeugen, Vorrichtungen, Mess- und Prüfmitteln eine Art von Betriebsmitteln dar, die für Fertigungsprozesse im Bereich der Produktionstechnik notwendig sind.⁵ Sie dienen der Produktion von Werkstücken mithilfe von Werkzeugen entsprechend der gegebenen Fertigungsaufgabe. Dem Werkstück werden so die geforderte geometrische Form, Oberflächengestalt oder Abmessungen gegeben. Heute hat sich die Werkzeugmaschine zu einem komplexen System mit hohem Automatisierungsgrad entwickelt, wodurch periphere Einrichtungen wie Speicher- und Handhabungstechnik für Werkstücke und Werkzeuge, Qualitätssicherungs- und Prozessüberwachungssysteme oder auch Möglichkeiten zur Integration in flexible Fertigungssysteme ermöglicht werden.⁶ Andere Arten von Maschinen reichen von Kraftmaschinen (Turbinen, Motoren) über Arbeitsmaschinen (Pumpen, Verdichter) bis hin zu Förderanlagen (Kran, Förderbänder, Seilbahnen) sowie Fahrzeug-, Wasser-, Luft- und Raumfahrtmaschinen.

In dieser Arbeit sollen Projekte beim Bau von Werkzeugmaschinen betrachtet werden, wozu auch Laserbearbeitungsmaschinen gehören. Die Laserstrahltechnologie ermöglicht eine gezielte Erhitzung eng begrenzter Zonen am Werkstück. Dadurch können Materialien nicht nur geschnitten bzw. geschweißt werden, sondern auch in ihren Werkstoffeigenschaften geändert werden, wodurch Prozesse wie Härten, Beschichten aber auch Beschriftungen, Reinigungen und Oberflächenstrukturierungen durchführbar sind.⁷

2.2.1 Automatisierung und Steuerungstechnik

Sondermaschinen zeichnen sich durch einen hohen Grad an Automatisierung aus. Meist fordern es die speziellen Bedürfnisse von Kund:innen, dass die Anlage einen hohen Automatisierungsgrad aufweist. Das Eingreifen von Personal soll demnach auf ein Mindestmaß reduziert werden. Dies gilt einerseits für die Herstellung der gewünschten Produkte, andererseits auch für Wartungs- und Rüstarbeiten. Der

⁴ Vgl. Jakoby (2021), S. 10.

⁵ Vgl. Hirsch (2012), S. 1.

⁶ Vgl. Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1322

⁷ Vgl. Hirsch (2012), S. 418

Produktionsprozess weist einen hohen Automatisierungsgrad auf, wenn dieser völlig oder zumindest zu einem hohen Teil autark passieren kann. Das Eingreifen von Mitarbeiter:innen soll nur dann notwendig sein, wenn der aktuelle Maschinenstatus nicht eindeutig ist. Wartungsarbeiten sollen auf ein Minimum reduziert werden, ebenso wie die Zeit für die Fehlersuche bei Ausfällen der Maschine. Rüstarbeiten – wie beispielsweise das Wechseln von Vorrichtungen – sollen entweder automatisiert durch die Anlage durchgeführt werden oder so einfach und schnell wie möglich manuell durchführbar sein. Zusätzlich stellen Kund:innen hohe Anforderungen im Bereich der Konnektivität und Kommunikation der Sondermaschine mit anderen Maschinen und Systemen in der Fertigung, die anhand der Automatisierungspyramide dargestellt werden können (Abb. 2). Die unterschiedlichen Ebenen veranschaulichen die Bereiche der industriellen Automatisierung, die besonders entscheidend für den Erfolg eines produzierenden Unternehmens sind, da durch eine effektive Gestaltung der Kommunikation rasch auf Veränderungen im Markt reagiert werden kann.⁸

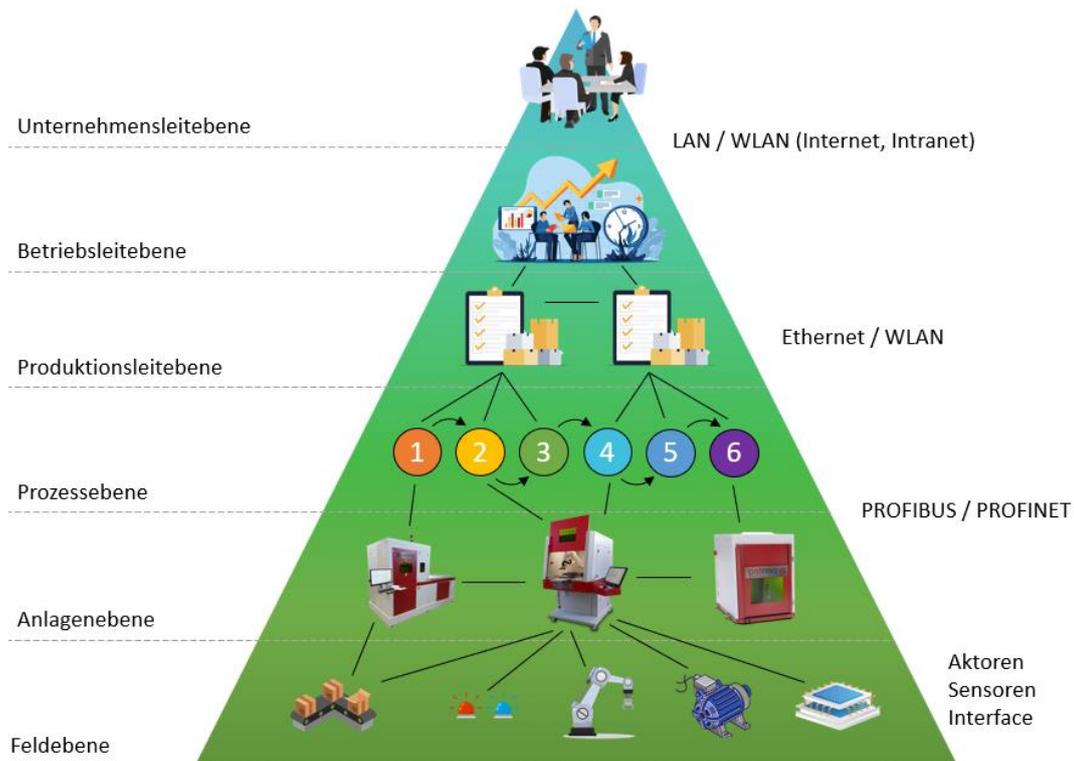


Abb. 2: Automatisierungspyramide, Quelle: In Anlehnung an Heinrich/Linke/Glückner (2020), S. 4.

Neben einer an das System der Kund:innen angepassten Kommunikation verlangt ein hoher Automatisierungsgrad auch entsprechende Sensorik, die eine volle Statuskontrolle aller in der Sondermaschine verbauten Komponenten erlaubt. Diese Komponenten bilden in der Automatisierungspyramide die unterste Ebene der Kommunikation ab und stehen meist nur mit der darüber befindlichen

⁸ Vgl. Heinrich/Linke/Glückner (2020), S. 4.

Anlagenebene direkt in Verbindung (siehe Abb. 2). Die Signalübertragung zwischen Feldebene und Anlagenebene findet in der Regel über das AS-Interface (Aktoren-Sensoren Interface) statt, welches ein Standard-Bussystem darstellt und eine Signalübertragung in Echtzeit erlaubt.⁹ Sensoren überwachen den Status einzelner Komponenten und geben der Anlage Informationen darüber, in welchem Zustand sich diverse Komponenten und Aktoren gerade befinden.

Als Aktoren werden alle Arten von Komponenten bezeichnet, die mittels elektrischer Signale eine Veränderung physikalischer Eigenschaften durchführen. Das können mechanische Bewegungen oder Veränderung von Temperatur oder Druck sein. Beispiele für häufig eingesetzte Aktoren im Sondermaschinebau sind Motoren und Linearantriebe (elektromagnetische Aktoren) sowie pneumatische Greifer und Hubzylinder (fluidtechnische Aktoren). Sie kennzeichnen sich durch aktiven Eingriff in den Prozess und stellen das Gegenstück zu Sensoren dar.¹⁰ Bei Laserbearbeitungsmaschinen kann auch der Laser als ein Aktor definiert werden, denn auch dieser greift aktiv in den Prozess ein.

Um einen prozessangepassten Gesamtablauf der Anlage zu realisieren, der es ermöglicht, das Werkstück vollautomatisch zu manipulieren und zu bearbeiten, ist der Einsatz einer speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) notwendig. Die Aufgabe einer SPS ist die Verarbeitung der von Sensoren zur Verfügung gestellten Signale, diese in den internen Datenspeichern zu verarbeiten und entsprechende Signale zu erzeugen, die an die Aktoren geleitet werden.¹¹ Sie hat somit eine Schnittstellenfunktion zwischen den Sensoren und Aktoren und kann frei programmiert werden, um den gewünschten Automatisierungsprozess zu erhalten (siehe Abb. 3).

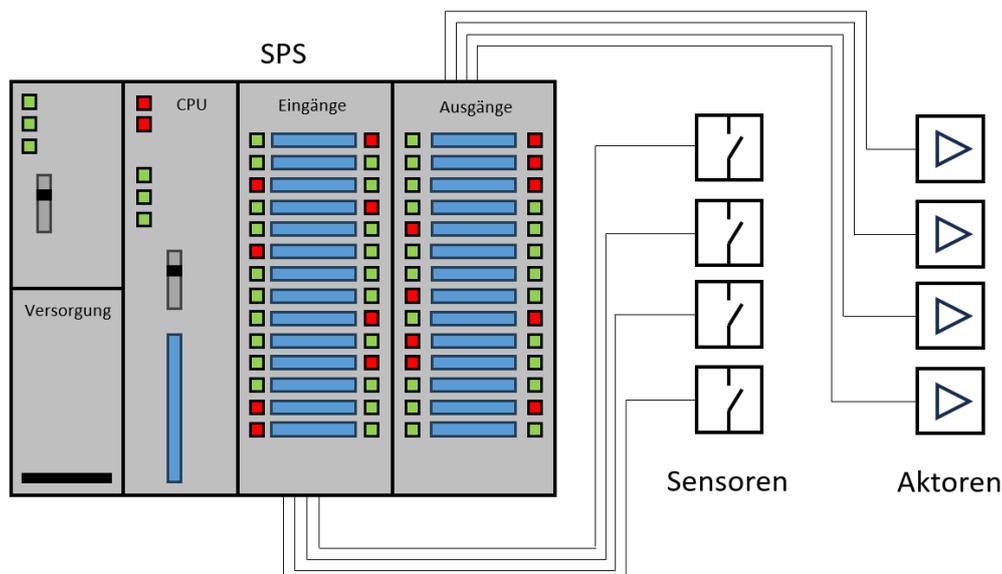


Abb. 3: Schema einer SPS, Quelle: Eigene Darstellung.

⁹ Vgl. Schnell (1999), S. 120 ff.

¹⁰ Vgl. Janocha (1992), S. 2 ff.

¹¹ Vgl. Heinrich/Linke/Glöckner (2020), S. 326.

Eingangssignale, die von Sensoren in die Eingänge der SPS gelangen, werden in der internen CPU verarbeitet und dienen der Steuerung der Ausgangssignale, die von den Ausgängen der SPS zu den Aktoren gelangen. Wenn Signalzustände funktional miteinander verbunden werden, spricht man von Verknüpfungen. Alle Verknüpfungen lassen sich mithilfe der sog. Basis-Operationen zusammensetzen. Diese umfassen die beiden Grundverknüpfungen „AND“ und „OR“, beziehungsweise deren Negation „NAND“ und „NOR“. Weiters bieten die meisten SPSen noch die „XOR“ (Exklusiv-OR) Verknüpfung.¹²

Unterschieden werden Hardware-basierte Steuerungen und PC-basierte Steuerungen. Eine Hardware-basierte Steuerung besteht neben der benötigten Stromversorgung aus einem Steuerungsprozessor (CPU), digitalen Eingabe- und Ausgabebaugruppen und einem internen Bussystem. PC-basierte Steuerungen nutzen den PC unter Betriebssystem Windows oder Linux als Steuerungsprozessor und werden mittels einer SPS-Software programmiert. Dadurch entwickelte sich für solche Systeme auch die Namensabzweigung „Soft-SPS“.¹³

2.2.2 Sicherheitstechnik

Jede Maschine ist mit einem Fehlerrisiko behaftet, das sich niemals vollständig ausschließen, jedoch durch besondere Maßnahmen bei der Entwicklung, Fertigung, Inbetriebnahme und Bedienung verringern lässt.¹⁴ Im Sinne der EG-Richtlinie – nationalstaatliche Normung in Bezug zur Sicherheit von Maschinen in der europäischen Union – gilt eine Maschine als eine Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen, von denen mindestens eines beweglich ist. Der Begriff „Sicherheit“ ist auf mögliche Folgen von auftretenden Fehlern bezogen und relativ zu sehen. Die Sicherheit einer Maschine ist möglichst so zu realisieren, dass nichts passieren kann. Trotz Ausführung aller Schutzmaßnahmen bleibt immer ein Restrisiko vorhanden, welches jedoch geringer sein muss als das tolerierbare Risiko.¹⁵ Der Gesetzgeber schreibt die Einhaltung gewisser Normen nicht vor, dennoch ist die Einhaltung bestimmter Normen meist von Kund:innen vorgeschrieben und wird in Verträgen festgehalten. Europäische Normen zur Sicherheit von Maschinen weisen eine dreigeteilte Struktur auf (Tab. 1).¹⁶

Speziell zu erwähnen sei in diesem Zusammenhang der Unterscheid zwischen Not-Aus und Not-Halt. Bei einem Not-Aus wird die Energieversorgung der Anlage in einen spannungsfreien Zustand gebracht, falls die Gefahr vor einem elektrischen Schlag besteht. Ein Not-Halt setzt lediglich den Prozessablauf still oder hält eine Bewegung auf, damit davon keine Gefahr mehr ausgehen kann. Die Ausrüstung einer Maschine mit einem Not-Halt gilt nicht als risikomindernde Maßnahme.¹⁷

¹² Vgl. Wellenreuther/Zastrow (2008), S. 58.

¹³ Vgl. Wellenreuther/Zastrow (2008), S. 9 f.

¹⁴ Vgl. Wellenreuther/Zastrow (2008), S. 753.

¹⁵ Vgl. Wellenreuther/Zastrow (2008), S. 758.

¹⁶ Vgl. Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1612.

¹⁷ Vgl. Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1616.

Norm-Typ	Beschreibung	Normen
Typ A	Sicherheitsgrundnormen, die Gestaltungsgrundsätze enthalten, die für alle Maschinen gelten.	<ul style="list-style-type: none"> • DIN EN 1050: Sicherheit von Maschinen, Leitsätze der Risikobeurteilung. • DIN EN ISO 12100-1 und DIN EN ISO 12100-2: Sicherheit von Maschinen, Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsgrundsätze.
Typ B	Sicherheitsgruppennormen, die auf unterschiedliche Maschinengruppen anwendbar sind. B1-Normen bezeichnen übergeordnete Sicherheitsaspekte, B2-Normen bezeichnen spezielle Sicherheitseinrichtung.	<ul style="list-style-type: none"> • DIN EN 60204-1: Elektrische Ausrüstung von Maschinen (B1-Norm). • DIN EN 62061 (VDE 0113-50): Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (B1-Norm). • EN 418: Not-Halt-Einrichtung, Not-Halt-Befehlsgerät mit verrastendem Schaltelement, das über zwangsöffnende Kontakte verfügt und überlastungssicher ist für Stillsetzen im Notfall (B2-Norm). • DIN EN 574: Zweihandschaltung (B2-Norm).
Typ C	Fachnormen.	<ul style="list-style-type: none"> • DIN EN 692, DIN EN 693: Pressen und Scheren. • DIN EN 81-3: Aufzüge.

Tab. 1: Klassifizierung europäischer Normen für Sicherheit von Maschinen, Quelle: in Anlehnung an Wellenreuther, Zastrow (2008), S. 755 f.

Wenn für eine Maschinenart keine C-Norm vorliegt – dies gilt für alle Maschinen außer Pressen, Scheren und Aufzüge – müssen Maschinenhersteller:innen selbst auf Grund einer Risikoanalyse die Höhe des Risikos abschätzen und Maßnahmen zur Minderung der Risiken einleiten, prüfen und dokumentieren. Die Risikobeurteilung umfasst das Festlegen von Grenzen, die Identifizierung von Gefahren, die Risikoeinschätzung für diese Gefahren und die Risikobewertung. Dabei sollten alle Lebensphasen einer Maschine, wie Herstellung, Montage, Transport, Installation, Inbetriebnahme, Einrichten, Betrieb, Reinigung, Wartung und Entsorgung berücksichtigt werden.¹⁸

¹⁸ Vgl. Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1612 f.

Zur Minderung von entdeckten Risiken einer Anlage wird ein Drei-Stufen-Verfahren angewendet, das durch die Risikominimierung nach DIN EN ISO 12100 vorgeschrieben wird (siehe Abb. 4). Zuerst soll das Risiko konstruktiv, danach technisch und schlussendlich beschreibend gesenkt werden. Ebenso sieht die Richtlinie vor, dass die Maschinenbediener:innen den Hersteller:innen erkannte Gefahren zur Verbesserung mitteilen.

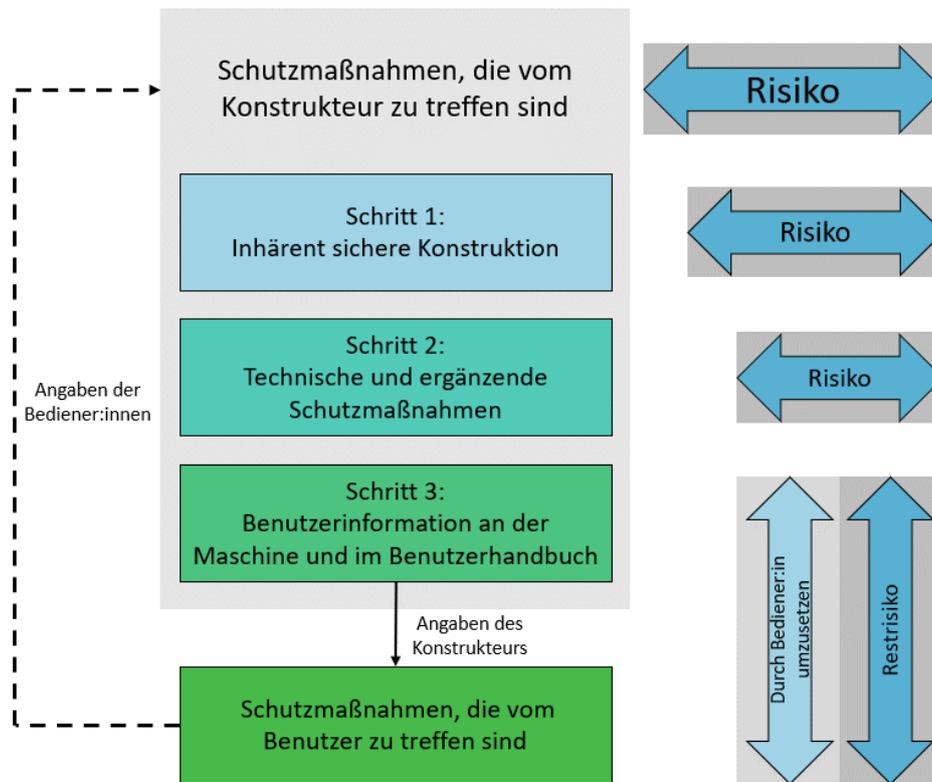


Abb. 4: Drei-Stufen-Maßnahmen zur Risikominimierung, Quelle: In Anlehnung an Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1613.

Um konstruktive Schutzmaßnahmen (Schritt 1) und technische und ergänzende Schutzmaßnahmen (Schritt 2) umzusetzen, sollten im Zweifelsfall Experten hinzugezogen werden. Den Anlagenbauer:innen stehen laut Maschinenrichtlinie eine Reihe an sicherheitsgerichteten Geräten für den Personen- und Maschinenschutz zu Verfügung. Dazu gehören einerseits bewährte Prinzipien elektromechanischer Sicherheitstechnik wie zwangsöffnende Schaltkontakte, Freigabekontakte, Rückführkreise, das Ruhestromprinzip oder das Prinzip der Zweikanaligkeit, andererseits spezielle Sicherheitskomponenten aus der Relais- und Schütz-Sicherheitstechnik, Sicherheitsschaltgeräte zur Not-Halt-Überwachung, Lichtvorhänge und spezielle Bussysteme zur fehlersicheren Kommunikation.¹⁹

Damit Produkte in Europa in den Verkehr gebracht werden dürfen, müssen diese mit einem CE-Kennzeichen (CE = Communauté Européne = Europäische Gemeinschaft) gekennzeichnet sein. Diese muss von Hersteller:innen in Eigenverantwortung angebracht werden und ist im Grunde eine

¹⁹ Vgl. Wellenreuther/Zastrow (2008), S. 773 ff.

haftungsbegründende Aussage, mit der die Sicherheit am Arbeitsplatz und im privaten Bereich verbessert werden soll. Hersteller:innen bestätigen damit, dass aus ihrer Sicht alle Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der zutreffenden EG-Richtlinien erfüllt sind und dokumentiert dies, indem eine EG-Konformitätserklärung ausgestellt wird, die typischerweise das Fabrikat mit Typenbezeichnung und Hersteller:in sowie die Aufzählung der betroffenen EG-Richtlinien und angewendeten europäischen und nationalen Normen enthält.²⁰

Neben der bisher in diesem Kapitel beschriebenen funktionalen Sicherheit – auch „Safety“ bezeichnet – wird unter dem Begriff Maschinensicherheit auch die sog. „Security“, also die Angriffssicherheit von Maschinen verstanden. Der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Hierarchiestufen der Automatisierungspyramide (siehe Kap. 2.2.1 und Abb. 2) verlangt eine unternehmensweite Vernetzung. Eine Maschine muss demnach an ein lokales Netzwerk angebunden sein und hat eine Verbindung zum Internet, womit die Anlage und weiters auch das gesamte Unternehmen allen Gefahren ausgesetzt ist, die ein Internetzugang bietet. Hersteller:innen nutzen diese Verbindung zur Ferndiagnose bzw. -wartung, um bei Anlagenproblemen eine erste Fehlerdiagnose stellen zu können oder Kund:innen Wartungshinweise vermitteln zu können. Kund:innen nutzen die Verbindung zur Datenübertragung zwischen Maschine und übergeordneten Systemen oder anderen Maschinen der Produktion.²¹ Für die Angriffssicherheit von Maschinen gibt es keine Richtlinien oder Normen, sie kann aber durch den Einsatz spezieller elektronischer Komponenten und IT-Systeme verbessert werden.²²

2.2.3 Gestelle, Maschinenverkleidung und Corporate Design

Um alle für den Bearbeitungsprozess relevanten Komponenten, Aktoren, Sensoren, elektronischen Bauteile und Vorrichtungen aufnehmen zu können, benötigt eine Maschine sowohl im Standard- als auch im Sondermaschinenbau ein Gestell, welches den tragenden und stützenden Grundkörper darstellt. Gestelle tragen und führen die einzelnen Bau- und Funktionselemente und sind in ihrer Größe und Gestalt an die geforderten Prozessaufgaben angepasst.²³ Ein Gestell muss für die erforderliche statische und dynamische Steife der Maschine ausgelegt sein, denn minimale Verformungen erzeugen Geometriefehler bei der Bearbeitung des Werkstücks.²⁴ Weitere Einflussfaktoren auf die Form des Maschinengestells sind die Lage, Größe und Gewicht der Baugruppen und Bauteile sowie die Höhe der Prozesskräfte, die Zugänglichkeit bei Montage und Wartung und mögliche Vorgaben durch Kund:innen oder an die Maschine angeschlossene weitere Anlagen innerhalb eines Produktionsprozesses.²⁵

²⁰ Vgl. Wellenreuther/Zastrow (2008), S. 757.

²¹ Vgl. Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1612.

²² Vgl. Bauernhansl et al. (2014), S. 369 ff.

²³ Vgl. Weck/Brecher (2006), S. 7.

²⁴ Vgl. Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1372.

²⁵ Vgl. Weck/Brecher (2006), S. 7.

Aus konstruktiver Sicht müssen demnach bestimmte Gesichtspunkte bei der Gestaltung von Maschinengestellen beachtet werden. Diese umfassen beispielsweise die Wahl des richtigen Werkstoffs und der richtigen Herstellungsweise. Es werden sowohl Stahl und somit Stahlschweißkonstruktionen als auch Stahl- und Grauguss verwendet.²⁶ Weitere Gesichtspunkte sind statische und dynamische Verformungsberechnungen, die Wahl der richtigen Querschnittsformen innerhalb des Gestellaufbaus und das Anbringen von Verrippungen, Versteifungen und Querverbindungen an kritisch belasteten Teilen des Gestells.²⁷ Bei gering belasteten Werkzeugmaschinen, zu denen auch Laserbearbeitungsmaschinen gehören, werden Gestelle aus Aluminiumprofilen oder als Blech-Schweißkonstruktionen ausgeführt. Diese Bauweise erlaubt eine höhere Flexibilität während der Montage der Anlage sowie eine verkürzte Fertigungszeit und geringere Kosten.²⁸

Eine wichtige Baugruppe bei Werkzeugmaschinen, speziell bei Laserbearbeitungsmaschinen, ist die Maschinenverkleidung bzw. -einhausung. Die früher übliche, frei sichtbare und offene Maschinenstruktur hat durch die moderne NC-Fertigungstechnik (vollautomatische Herstellung von Bauteilen) einen Wandel erlebt, welcher das Erscheinungsbild moderner Werkzeugmaschinen grundlegend verändert hat. Die Maschinenstruktur ist heute von Vollverkleidungen umhüllt. Der übliche Aufbau der Verkleidung besteht aus einer freitragenden Blech-Schweißkonstruktion, die mit dem Maschinengestell verbunden ist und oft ganze Baugruppen wie Schaltschränke, Wartungs- und Beladetüren, Beleuchtungen und Bedienelemente in die Kabine integriert, wie in Abb. 5 dargestellt.²⁹

Baugruppen-Integration:

Leuchten

Fronttür mit Lichtschranke

Transportband

Bedienelemente

Schaltschränke

Maschinenverkleidung:

Blech-Schweißkonstruktion,
pulverbeschichtet

Gestell:

Geschweißter Rahmen aus
Formrohren und Profil-Stahl



Abb. 5: Beispiel eines Maschinenaufbaus, Quelle: Pentec® Automatic Laser Solutions GmbH.

²⁶ Vgl. Weck/Brecher (2006), S. 12 f.

²⁷ Vgl. Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1372 ff.

²⁸ Vgl. Hirsch (2012), S. 84 ff.

²⁹ Vgl. Weck/Brecher (2006), S. 578 f.

Eine so geschaffene wasser-, ölnebel- und dampfdichte Maschinenkabine ist zudem ein wirkungsvoller Schutz gegen Lärm, dessen zulässige Obergrenze am Arbeitsplatz gegenwärtig bei 85 dB liegt.³⁰ Bei Laserbearbeitungsmaschinen dient die Vollverkleidung zusätzlich als Abschottung gegen gefährliches Laserlicht und ist Haupteinsatzmittel in der Erreichung eines Laserklasse 1 Gehäuses, welches von den meisten Kund:innen gefordert wird (siehe Kap. 7.3).

Der Markt bietet ein breites Spektrum an Produkten von verschiedenen Hersteller:innen mit gleicher Qualität, Funktionalität und zu vergleichbaren Preisen, was unweigerlich zur Standardisierung und so zu einem „Identitätsverlust“ von Produkten führt. Der Begriff „Corporate Design“ beschreibt in diesem Zusammenhang eine notwendige Designertätigkeit, die der Maschine eine unverwechselbare ästhetische Identität verleihen und eine Identifikation von Produkt und Hersteller:in ermöglichen soll. Die Maschine wird zum Repräsentant und Werbeträger des Unternehmens und soll Fortschrittlichkeit, Präzision und Zuverlässigkeit ausstrahlen. Ein klares gestalterisches Konzept ist die Voraussetzung für die Übertragung eines Maschinendesigns auf die komplette Maschinenlinie des Unternehmens.³¹ Die in Abb. 6 dargestellten Maschinen zeigen ein Beispiel für ein Corporate Design.



Abb. 6: Corporate Design des Lasermaschinenherstellers Pentec®, Quelle: Pentec® Automatic Laser Solutions GmbH.

Die Maschinenverkleidung muss auch Aspekte der Ergonomie berücksichtigen. Unter Ergonomie wird die Wissenschaft von der Anpassung der Arbeit an den Menschen verstanden und sie ist eine unverzichtbare Disziplin bei der Entwicklung von Maschinen. Ergonomische Maßnahmen betreffen das Aussehen der Maschine und das damit einhergehende physische und psychische Wohlbefinden der Bediener:innen, eine Abstimmung von Blickwinkeln, Griffhöhen, Zugänglichkeit und Bedienbarkeit von Kontrollelementen,

³⁰ Vgl. Weck/Brecher (2006), S. 578.

³¹ Vgl. Weck/Brecher (2006), S. 579 ff.

Höhe und Winkel von Bildschirmen aber auch digitale Aspekte wie Benutzerfreundlichkeit der Maschinensoftware, grafische Kollisionskontrolle und Filterung von Datenfluten.³²

2.2.4 Modularisierung und Industrie 4.0

Modularisierung im Sinne des bereichsübergreifenden Maschinenbaus beschreibt den modularen Aufbau einer Anlage, die durch den Einsatz von standardisierten Modulen und einheitlichen Maschinengestellen schnell und einfach zusammengebaut werden kann, um so definierte Prozessschritte durchführen zu können. Sie sind nach dem Baukastenprinzip flexibel miteinander kombinierbar und weisen standardisierte Abmessungen und Schnittstellen auf.³³

Eine weitere Betrachtungsweise ist die interne Modularisierung seitens der Anlagenhersteller:innen. Ein unternehmensinterner modularer Aufbau von einzelnen Baugruppen erleichtert und beschleunigt den Entwicklungsprozess von Sondermaschinen, da sowohl in der konstruktiven als auch in der elektrischen Planung auf bereits in der Vergangenheit entwickelte und somit bewährte Baugruppen zurückgegriffen werden kann, die es nur noch mechanisch und elektrisch zu verbinden gilt. Dies bringt zum einen den Vorteil, dass Risiken betreffend der Automatisierungstechnischen Machbarkeit des von Kund:innen gewünschten Bearbeitungsprozesses gesenkt werden, zum anderen vereinfacht es viele Schritte entlang des gesamten Projekts, wie die Erstellung des kaufmännischen Angebots, der Risikoanalyse und Betriebsanleitung, die Einweisung von Monteur:innen und Elektriker:innen beim Aufbau der Sondermaschine oder auch die Lagerhaltung einzelner Komponenten für Wartungen und Reparaturen.

Der Begriff „Industrie 4.0“, der im Zusammenhang mit der fortschreitenden Modularisierung eine wichtige Rolle spielt, bezeichnet im deutschsprachigen Raum einen industriellen Wandel, der die Industrie, ihre Produkte und Dienstleistungen vollständig mit Software und gleichzeitiger Vernetzung im Internet in Echtzeit durchdringt. Er steht für die vierte industrielle Revolution, die das Leben und Arbeiten aller Menschen durch neue Produkte und Dienstleistungen durch den Einsatz neuer IT-Vernetzungssysteme maßgeblich verändern soll.³⁴ Maschinenhersteller:innen werden in Zukunft gezwungen sein, die Industrie 4.0-Technologien umzusetzen, die für die jeweiligen Anwendungsfälle und die Bedürfnisse der Kund:innen notwendig sein werden, um am Markt bestehen zu bleiben und der stetig steigenden Digitalisierung von Produktionen gerecht zu werden. Auch in diesem Bereich ist eine modular aufgebaute Maschine hilfreich in der Planung und ein kostensparendes Konzept.³⁵

³² Vgl. Weck/Brecher (2006), S. 582 f.

³³ Vgl. Ripperger/Nikolaus (2020), S. 31 f.

³⁴ Vgl. Sendler (2013), S. 1.

³⁵ Vgl. Bauernhansl et al., S. 32 f.

2.3 Projektmanagement im Sondermaschinenbau

Eine erfolgreiche Umsetzung von Projekten im Bereich der Sonderfertigung von Laserbearbeitungsmaschinen erfordert abseits von spezifischem, technischen Wissen im Bereich des Werkzeugmaschinenbaus, der Automatisierungstechnik und der Sicherheitstechnik (siehe Kap. 2.2) auch Wissen und Fähigkeiten – theoretischer und praktischer Natur – hinsichtlich der Planung, Steuerung und Kontrolle aller Teilaufgaben zur Erreichung der Projektziele. Das Projektmanagement bildet ein grundlegendes Konzept, welches bei der Leitung eines komplexen Projekts Anwendung findet. Es kann als aus einer Vielzahl an erprobten Methoden bestehendes Gerüst angesehen werden, das es den Projektleiter:innen erleichtert, sachlich, zeitlich und personell abgestimmte Aufgabenzuteilungen durchzuführen, um so im Verlauf Ihrer Bearbeitung anfallende Mehrkosten oder zeitliche Verschiebungen zu verhindern.³⁶ Projektleiter:innen, die ihren Fokus auf das Projektgeschehen, das Pflegen der Schnittstellen zu Auftraggeber:innen, Projektteam, Linienorganisation, Lieferanten und vielen anderen Projektbeteiligten und der Führung des Projektteams legen und in der Literatur oft auch als Intrapreneure – also Unternehmer:innen im Unternehmen – bezeichnet werden, haben die wichtigste Rolle innerhalb eines Projekts inne.³⁷

Obwohl sich in der Literatur eine Vielzahl unterschiedlichster Phasenmodelle gebildet haben, nach denen der gesamte Projektverlauf mannigfaltig unterteilt wird, verfolgen alle das identische Ziel: einen Leitfaden zu bieten, nach dem Projekte erfolgreich von Anfang bis Ende gemanagt werden können. Abb. 7 gibt einen Überblick über verschiedene Projektmanagement-Modelle. In der Praxis lassen sich Projekte nur äußerst selten exakt nach diesen Modellen managen, jedoch dienen sie den Projektleiter:innen als Anhaltspunkt für Folgeschritte nach Erreichung von Meilensteinen oder als Methoden- und Werkzeugkoffer während bestimmter Projektphasen. Meilensteine stellen im Zuge von Projekten Ereignisse von besonderer Bedeutung dar, die zeitpunktbezogen sind und einen klar definierten, messbaren und vor allem gewünschten Zustand beschreiben. Sie werden deshalb auch als Haltepunkte, Qualitätstore oder Synchronisationstore bezeichnet.³⁸ Weiters ist das Ausarbeiten eines Projektauftrags besonders zu Beginn eines Projekts hilfreich, da die Planung, Definition und Analyse von Projektinhalten und Zielen in der Praxis oftmals zu ungenau durchgeführt werden, was den Projekterfolg und die Abarbeitung von Aufgaben in späteren Projektphasen erschweren kann. Die Betrachtung des Projektmanagements erfolgt in dieser Arbeit – so wie auch in der Praxis – nicht in streng unterteilte Einzelphasen, die durch Meilensteine abgetrennt sind, sondern in drei Schritten, die besondere Aufgaben, Hürden und Gefahren vor, während und nach einem Sondermaschinenprojekt in der Laserindustrie beleuchten sollen.

³⁶ Vgl. Ripperger/Nikolaus (2020), S. 23.

³⁷ Vgl. Meyer/Reher (2016), S. 83.

³⁸ Vgl. Meyer/Reher (2016), S. 16.

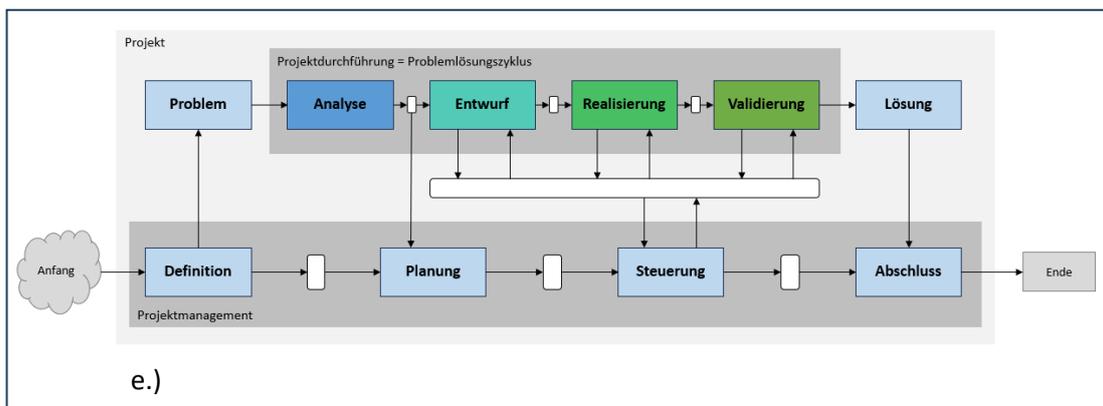
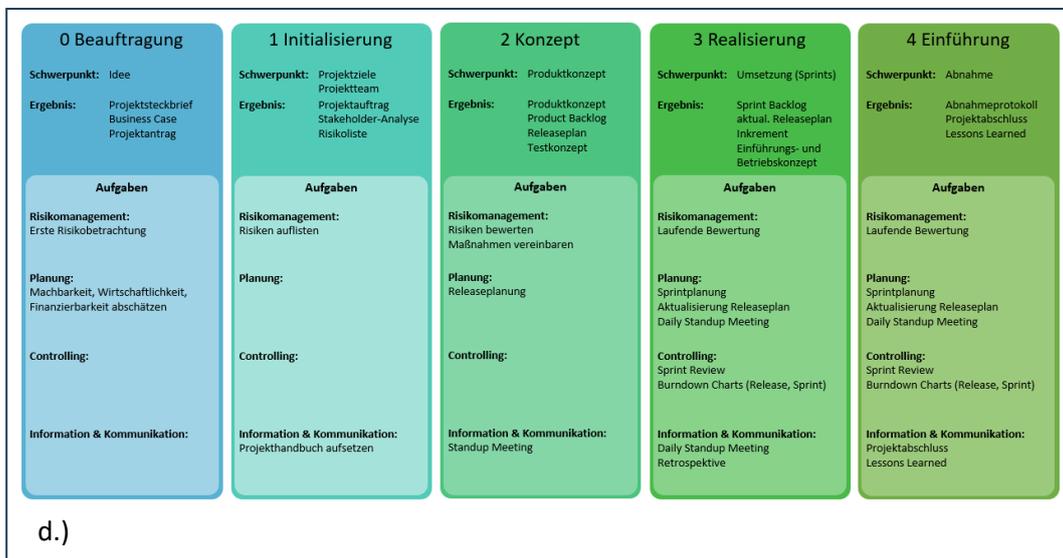
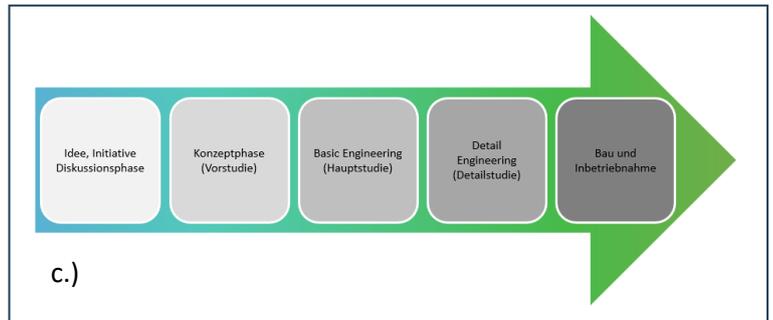
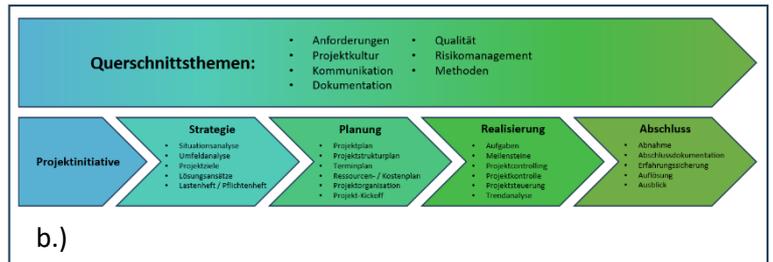
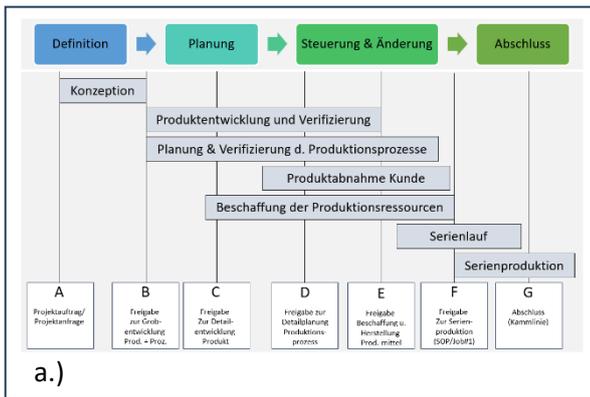


Abb. 7: Darstellung verschiedener Phasenmodelle für das Projektmanagement

- a.) Projektmanagement-Prozess, Quelle: in Anlehnung an Hab/Wagner (2017), S. 29.
- b.) Projektphasen, Quelle: in Anlehnung an Alam/Gühl (2016), S. 54.
- c.) Gliederung des Projektablaufs bei einer Anlagenplanung, Quelle: in Anlehnung an Ripperger (2020), S. 14.
- d.) Kompass für agile Projektmanagement-Vorgehensweise, Quelle: in Anlehnung an Kuster et al. (2019), S. 62 f.
- e.) Grobstruktur eines gemagneten Projekts, Quelle: in Anlehnung an Jakoby (2021), S. 30.

2.3.1 Schritt 1: Projekt Vorphase

Bevor ein Projektteam mit der Arbeit an einem Projekt beginnen kann, müssen in einem ersten Schritt bereits wichtige Arbeitsschritte erledigt werden. In dieser Arbeit zählen jene Teilaufgaben zur Vorphase eines Projekts, die durchgeführt werden müssen, bevor es seitens Kund:innen zu einer verbindlichen Auftragserteilung kommt und somit bei keiner erfolgten Auftragserteilung lediglich Kosten für Hersteller:innen verursacht haben.

Projekte im Sondermaschinenbau sind fast ausschließlich externe Projekte, die dadurch definiert sind, dass ein anderes Unternehmen als Auftraggeber:in auftritt. Die Vertriebsabteilung der Hersteller:innen akquiriert einen Auftrag, der ein Projekt notwendig macht. Dabei werden Anforderungslisten, Ausschreibungen oder Lastenhefte an das Unternehmen herangetragen, welche durch Vertriebsmitarbeiter gesichtet und in eine Projektdefinition umgeschrieben werden. Bei Bedarf zieht der Vertrieb in diesem Schritt Entwicklungsabteilungen hinzu, die bei der Ausarbeitung der Projektdefinition unterstützen sollen. Die Projektdefinition, auch Projektsteckbrief oder Projektauftrag bezeichnet, soll als Dokument zur Beantwortung der wichtigsten Festlegungen rund um das Projekt, wie Ausgangssituation, Ziele, große Arbeitspakete und kritische Faktoren dienen.³⁹

Um zweckmäßige Projektziele zu formulieren, ist es wichtig den Unterschied zwischen Zielen und Anforderungen zu definieren. Ziele sagen aus, was mit der Lösung erreicht werden soll, wohingegen Anforderungen beschreiben, in welcher Qualität eine Lösung sein soll, damit die Ziele erreicht werden können. Im klassischen Projektmanagement unterscheidet man zwischen Global- und Detailzielen, System- und Vorgehenszielen und Muss- und Wunschzielen. In der Vorphase eines Projekts ist vor allem wichtig, die Globalziele zu definieren, da diese Bestandteil des Projektsteckbriefs sind. Entlang der weiteren Projektphasen werden laufend neue, detailliertere und kleinere Ziele definiert.⁴⁰ In der Praxis hat sich gezeigt, dass unzureichende Zielplanung sehr oft die Ursache für nicht erfolgreiche Abschlüsse von Projekten ist, obwohl der Zeitaufwand für eine ausreichende Zielplanung im Vergleich zur gesamten Projektdauer verschwindend gering ist.⁴¹ Ein wesentlicher Punkt bei der Zieldefinition ist die Formulierung, da diese – unter Einhaltung einiger Regeln – aktiv dazu beiträgt, die Zielerreichung zu verbessern. Ziele sollen „SMART“, in der Vergangenheits-Form und lösungsneutral formuliert werden. Das Akronym SMART steht in diesem Zusammenhang für eine spezifische, messbare, attraktive, realistische und terminisierte Zielformulierung.⁴² Gewöhnlich müssen im Zuge eines technischen Projekts zahlreiche Ziele entwickelt werden, die drei unterschiedliche Beziehungsarten zueinander haben können. Ziele können sich komplementär zueinander verhalten, in Konkurrenz oder neutral zueinander stehen. Die

³⁹ Vgl. Jakoby (2021), S. 82 f.

⁴⁰ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 80.

⁴¹ Vgl. Lindemann (2009), S. 65 f.

⁴² Vgl. Kuster et al. (2019), S. 84 f.

Zielkonkurrenz ist in diesem Fall besonders hervorzuheben, da sie die gefährlichste Beziehung zwischen Zielen darstellt und bei der Zielplanung gesonderte Beachtung verdient. Anhand des in Abb. 8 dargestellten „magischen Zieldreiecks“ lässt sich die Konkurrenzbeziehung zwischen zwei oder mehr Zielen anschaulich darstellen. Die Erreichung eines Ziels nimmt Einfluss auf die Erreichung der jeweils anderen Ziele.⁴³

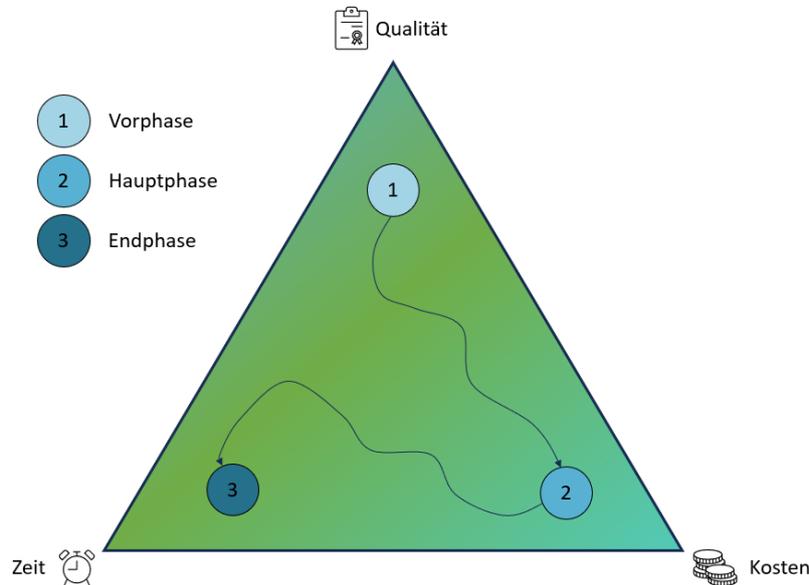


Abb. 8: Das magische Zieldreieck, Quelle: in Anlehnung an Kuster et al. (2019), S. 92.

Nachdem die Projektziele definiert und im Projektsteckbrief dokumentiert sind, gilt es ein Konzept auszuarbeiten, das alle Anforderungen aus dem Lastenheft erfüllt und es gleichzeitig ermöglicht, alle definierten Projektziele zu erreichen. Das Lastenheft enthält eine Vielzahl an Anforderungen an die gewünschte Sondermaschine und beschreibt aus Sicht der Auftraggeber:innen die Gesamtheit der Forderungen an die Liefergegenstände und Leistungen des Projekts.⁴⁴ Ausgehend von einem praxisüblichen Projekt umfassen Lastenhefte einer Sondermaschine in der Laserbearbeitungsindustrie Anforderungen rund um die Werkstückdaten und -zustände, Werkstückzuführung und -abführung, die Prozesszeit, die Qualität, die Software, mechanische / elektrische und softwareseitige Schnittstellen, zu beachtende Vorschriften, Merkmale der äußeren Erscheinung der Anlage und abschließende Nebenforderungen in den Bereichen Maschinendokumentation, Schulungen, Inbetriebnahme, Wartung und Instandhaltung. All diese Themen sind Anhaltspunkte bei der Ausarbeitung eines Maschinenkonzepts. Durch ein iteratives Vorgehen werden nach und nach Lösungskonzepte für einzelne Anforderungen entwickelt, ausgewählt und schlussendlich zu einem Gesamtkonzept zusammengebracht. Durch Rechercharbeit können bereits bestehende Lösungen herangezogen werden. Alternativ können gänzlich neue Lösungsideen durch den Einsatz verschiedenster Innovationsmethoden und Kreativitätstechniken

⁴³ Vgl. Felkai (2015), S. 54.

⁴⁴ Vgl. Jakoby (2021), S. 96.

(siehe Kap. 3.3) kreiert werden. Das fertige Lösungskonzept wird dann bei der Übermittlung des Angebots an Auftraggeber:innen beigelegt.⁴⁵ Im Zuge der Erstellung eines Lösungskonzepts wird auch eine Machbarkeitsstudie durchgeführt. In der Praxis gehen die Erstellung eines Lösungskonzepts und die Durchführung einer Machbarkeitsstudie Hand in Hand, in der Literatur sind diese beiden Projektschritte jedoch meist getrennt angeführt. Die Frage nach der Umsetzbarkeit eines Projektes kann frühestens nach dem Vorliegen der Projektziele und Detailanforderungen der Auftraggeber:innen beantwortet werden. Die Analyse der Machbarkeit eines Projekts besteht aus vier Teilanalysen und soll klären, ob und inwieweit das Projekt technisch im vorgegebenen Zeitrahmen machbar ist, rentabel und finanzierbar ist, durch Risiken gefährdet oder Chancen besonders aussichtsreich ist und durch Interessen von Stakeholdern beeinflusst wird.⁴⁶

Speziell die Analyse der Risiken in der Vorphase von Projekten im Sondermaschinenbau sollte nicht unterschätzt und gar halbherzig bzw. gar nicht durchgeführt werden. Bei einer Risikoanalyse werden Risiken identifiziert und anschließend bewertet. Ein Risiko beschreibt Gefahren und Auswirkungen in der Zukunft, die einen Einfluss auf die Erreichung eines Projektziels haben können. Es besteht Unsicherheit, ob die Auswirkungen eintreten und für den Fall, dass sie eintreten, besteht Ungewissheit über die Wirkung. Somit muss in der Risikoanalyse sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch die Auswirkung nach Eintreten abgeschätzt werden. Darauf aufbauend werden Maßnahmen definiert, die umgesetzt und deren Durchführung während des gesamten Projekts kontrolliert werden.⁴⁷ Eine nähere Betrachtung möglicher Projektrisiken werden in Kap. 2.4 und 2.5 durchgeführt.

Ein weiteres, unabdingbares Arbeitspaket in der ersten Phase eines Projekts ist die Bestimmung der Projektkosten und des terminlichen Rahmens des Projekts. Kosten und Zeitplan sind sowohl für Hersteller:innen als auch für Auftraggeber:innen wichtige Informationen und haben großen Einfluss auf die Auftragserteilung. Die Kalkulation bzw. Schätzung der Aufwände – in der Praxis ist es häufig eine Mischung aus Kalkulation und Schätzung – dienen Hersteller:innen einerseits zur Sicherstellung der wirtschaftlichen Projekteffizienz, andererseits als wichtige Informationen für die Preisuntergrenze während Verhandlungen mit Auftraggeber:innen.⁴⁸ Bei der Aufwandsermittlung sind sowohl Erfahrungswerte gefragt als auch analytische Rechenmethoden und Vergleiche mit bereits abgeschlossenen Projekten aus der Vergangenheit. Ähnlich verhält es sich auch bei der Bestimmung des zeitlichen Rahmens des geplanten Projekts. Für Auftraggeber:innen ist der Lieferzeitpunkt der Sondermaschine ein ausschlaggebendes Argument für den Entscheid über eine Bestellung, Hersteller:innen können durch einen Terminplan wiederum die Auslastung der Mitarbeiter:innen und in der Produktion effizienter

⁴⁵ Vgl. Felkai (2015), S. 142.

⁴⁶ Vgl. Felkai (2015), S. 76.

⁴⁷ Vgl. Meyer/Reher (2016), S. 145 ff.

⁴⁸ Vgl. Meyer/Reher (2016), S. 185.

gestalten. Der Terminplan wird durch eine Schätzung der Dauer von Arbeitspaketen, der Miteinbeziehung des Betriebskalenders und Zeitreserven mithilfe von unterstützenden Tools wie Terminlisten, Balkenplänen und Netzplänen erstellt.⁴⁹

Sobald alle bisher angeführten Aufgaben erfolgreich abgeschlossen worden sind, sind Hersteller:innen in der Lage ein seriöses und nachvollziehbares Angebot zu erstellen und den Auftraggeber:innen vorzulegen. Verbindliche Angebote seitens Hersteller:in dienen vorrangig als Werkverträge und können seitens Auftraggeber:in rechtlich bindend angenommen werden. Angebote dienen nicht nur dem Erhalt des Auftrags und damit dem Fortbestand des Unternehmens, sondern auch dem Aufbau eines langfristigen Unternehmensimage und geben Auftraggeber:innen einen ersten Einblick in die Arbeitsweise der Hersteller:innen.⁵⁰ Um potenziellen Kund:innen die Bewertung des Angebots zu ermöglichen, sollte ein Angebot die in Tab. 2 aufgezählten Inhalte aufweisen.⁵¹

Wichtige Bestandteile eines Angebots für technische Großprojekte im Sondermaschinenbau	
1 Einleitung	<ul style="list-style-type: none"> • Daten Hersteller:in und Auftraggeber:in • Anlass und Ziele des Projekts • Aufbau des Angebots
2 Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen und deren Erfüllung • Prinzip der technischen Lösung / des Lösungskonzepts • Merkmale der Anlage auf einen Blick
3 Technischer Teil	<ul style="list-style-type: none"> • Hauptmerkmale des Produkts • Funktionsweise des Produkts • Technische Daten • Liefer- und Leistungsumfang
4 Management Teil	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation des Unternehmens • Organisation des Projekts • Erfahrungen des Unternehmens • Vorstellung Schlüsselpersonen • Projektstrukturplan
5 Kommerzieller Teil	<ul style="list-style-type: none"> • Preis und Preistype • Zahlungsplan / Zahlungsbedingungen • Lieferungsbedingungen
6 Juristischer Teil	<ul style="list-style-type: none"> • Anzuwendende Vorschriften (Normen etc.) • Gewährleistungsfristen • Rechtswahl, Gerichtsstand • Verweis auf AGB
7 Anhang	<ul style="list-style-type: none"> • Lastenheft • Pflichtenheft • Relevante technische Zeichnungen

Tab. 2: Angebotsbestandteile, Quelle: Eigene Darstellung.

⁴⁹ Vgl. Meyer/Reher (2016), S. 173 f.

⁵⁰ Vgl. Felkai (2015), S. 120.

⁵¹ Vgl. Felkai (2015), S. 122 ff.

Im Zuge eines Angebots ist es maßgeblich ein vollständiges Pflichtenheft anzuhängen. Das Pflichtenheft ist das Pendant zum von Auftraggeber:innen übermittelten Lastenheft und umfasst alle Lieferungen und Leistungen, zu denen sich Hersteller:innen mit der Annahme des Auftrages verpflichten. Es bildet eine Art Rückmeldung der Auftragnehmer:innen an die Auftraggeber:innen, in der beschrieben wird, wie der Auftrag seitens Hersteller:in erfüllt wird. Das Pflichtenheft bildet gleichzeitig den Ausgangspunkt für die Planung der Anlage und der erforderlichen Arbeitspakete im Projekt.⁵²

Den Abschluss der ersten Phase eines Projekts bildet die Bestellung der Auftraggeber:innen. Juristisch betrachtet reicht ein einfaches mündliches „Ja“ von Auftraggeber:innen um eine verbindliche Vertragsannahme zu besiegeln, beidseitiges Unterzeichnen von Einkaufsverträgen stellen jedoch die übliche Vorgehensweise in der Praxis dar. Nach Erhalt und Prüfung des Angebots gibt es meist noch offene Fragen oder es kommt zu Nachverhandlungen zu den Themen Preis, Projektzeitraum oder Leistungsspektrum. In Verhandlungen werden Änderungen gegenüber dem vorgelegten Angebot diskutiert, verhandelt und zuletzt in einem ergänzenden Vertragsdokument oder mithilfe eines geänderten, bestellreifen Angebots festgehalten.⁵³ Häufig kommt es auch zur Übermittlung von Einkaufsverträgen seitens der Auftraggeber:innen, die gewünschte Konditionen in den Bereichen Lieferbedingungen, Zahlungsbedingungen, Regelungen bei Lieferverzug, Leistungsänderungen und Sicherheiten enthalten und sich meist nicht mit denen im Angebot decken. In diesem Fall werden bei Verhandlungen Konditionen vereinbart, die für beide Vertragsparteien akzeptabel sind und anschließend in beiden Dokumenten – also sowohl Angebot als auch Einkaufsvertrag – angepasst und auf Widerspruchsfreiheit abgeglichen werden.⁵⁴

Die finale Bestellung kann entweder durch Unterzeichnen des Angebots, des Einkaufsvertrages oder durch gegenseitige Unterzeichnung eines eigens erstellten Bestelldokuments erfolgen. Letzteres Dokument führt nochmal zusammengefasst alle vereinbarten Punkte des Angebots und des Einkaufsvertrages auf und dient als bindendes Dokument für Auftraggeber:in und Hersteller:in. In der Praxis ist es üblich, dass Hersteller:innen eine Auftragsbestätigung ausstellen und den Kund:innen übermitteln, die ergänzend den Erhalt der Bestellung attestiert. Die Bestellung leitet das Ende der Vorphase des Projekts ein und das Projekt beginnt. Abb. 9 stellt alle in diesem Kapitel angeführten Aufgaben grafisch dar und wird durch Abb. 10 und 11 (siehe Kap. 2.3.2 und 2.3.3) zu einem vollständigen Projektmanagement-Phasenmodell ergänzt (siehe Anhang 1).

⁵² Vgl. Jakoby (2021), S. 96.

⁵³ Vgl. Felkai (2015), S. 273.

⁵⁴ Vgl. Felkai (2015), S. 275.

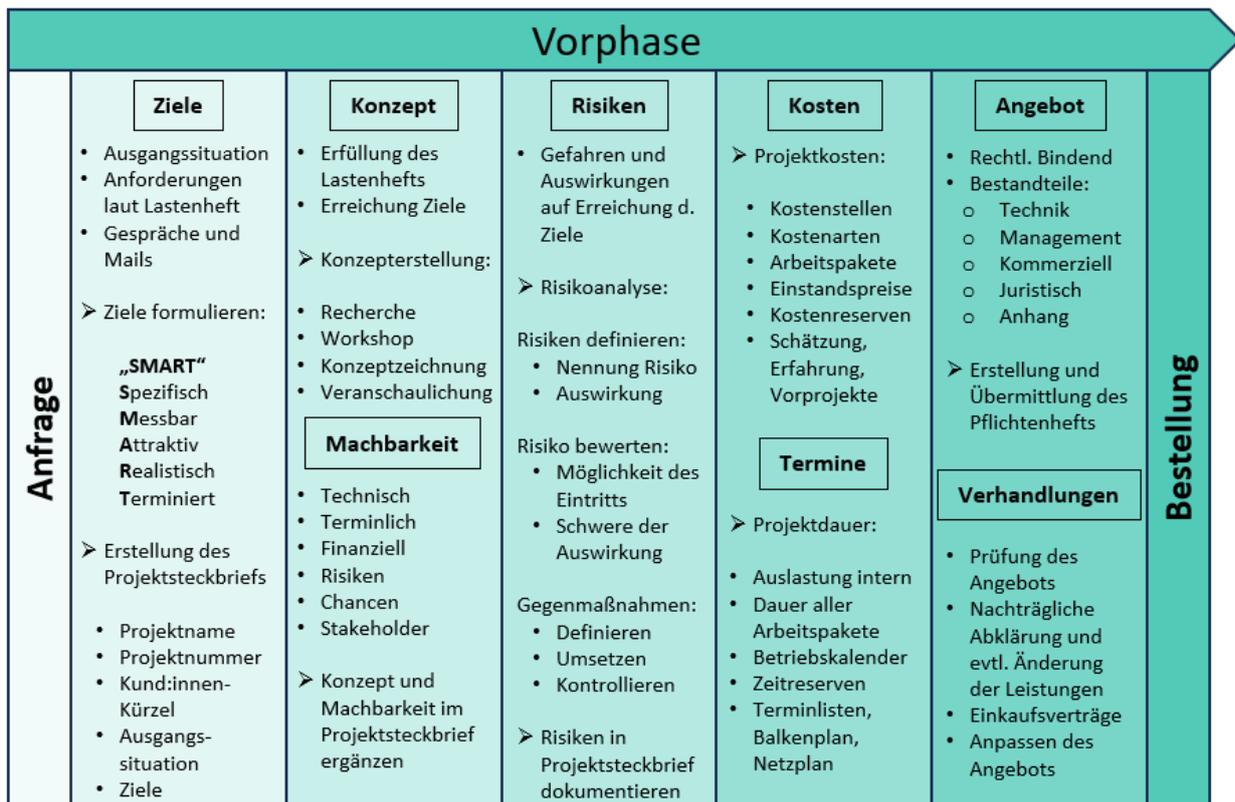


Abb. 9: Vorphase eines Sondermaschinenbau-Projekts, Quelle: Eigene Darstellung.

2.3.2 Schritt 2: Projekt Hauptphase

Die verbindliche Bestellung von Auftraggeber:innen leitet die Hauptphase eines Projekts im Sondermaschinenbau ein, deren erster Schritt die Erstellung eines detaillierten Projektplans durch die Projektleiter:innen ist. Nach dem klassischen Projektmanagement besteht ein Projektplan aus folgenden Teilplänen:⁵⁵

- Projektstrukturplan (kurz PSP)
- Terminplan inklusive Meilensteinplan
- Ressourcen- und Kostenplan

Der PSP besteht aus einer objektorientierten, ablauforientierten oder einer gemischten Gliederung aller Arbeitspakete, die notwendig sind, um das Projekt erfolgreich abzuschließen. Üblicherweise wird der PSP in produktionsorientierten Unternehmen nach Objekten, z.B. Baugruppen, durchgeführt.⁵⁶ Für jedes Arbeitspaket wird eine Arbeitspaketbeschreibung erstellt, die Angaben über Input, Tasks und Output, den benötigten Aufwand, die Verantwortlichen und die Rahmenbedingungen enthält.

Jedes Arbeitspaket benötigt eine gewisse Zeit um abgearbeitet zu werden. Der Terminplan enthält die Dauer aller Arbeitspakete innerhalb eines Projekts, fasst diese zusammen und stellt sie grafisch dar. Dies

⁵⁵ Vgl. Alam/Gühl (2016), S. 73.

⁵⁶ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 142 ff.

geschieht meist mithilfe von Balken- oder Netzplandiagrammen. Als Resultat entsteht ein Zeitplan, der die Reihenfolge und zeitliche Anordnung der Arbeitspakete festlegt. Als Optimierungsmaßnahme werden jene Arbeitspakete, die parallel zu anderen Arbeitspaketen durchgeführt werden können, entsprechend im Terminplan verankert. Jene Arbeitspakete, die als Input das Ergebnis eines vorherigen Arbeitspaketes benötigen, oder deren Output für ein folgendes Arbeitspaket benötigt wird, bilden entlang des gesamten Terminplans den sog. „kritischen Pfad“. Der kritische Pfad zeigt den Projektleiter:innen, welche Arbeitspakete die Gesamtdauer des Projekts erhöhen bzw. verringern, wenn diese später bzw. früher als geplant fertiggestellt werden. Ein ergänzender Teil des Terminplans ist der Meilensteinplan, der Ereignisse besonderer Bedeutung und somit die Erreichung von Zwischenzielen hervorhebt. Meilensteine sind wesentlicher Bestandteil des Projektcontrollings und definieren Phasenübergänge, die teilweise auch mit schriftlichen Freigaben durch Kund:innen verbunden sind.⁵⁷

Die erste Schätzung der Projektkosten, die in der Vorphase (siehe Kap. 2.3.1) stattfinden, liefert eine grobe Aussage und einen ersten Richtwert zur Orientierung und zur Angebotserstellung. Genauere und verlässlichere Schätzungen erfordern jedoch weit mehr Aufwand und sollen im Zuge der Projektplanung deshalb erst am Beginn der Hauptphase des Projekts stattfinden. Dabei werden alle Arbeitspakete des Projektstrukturplans einzeln betrachtet und deren Kosten auf die Kostenstellen verteilt ermittelt. Kostenstellen können von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich sein, betreffen in der Regel jedoch meist Personal, Material, Zukauf und Gemeinkosten. Liegen für jedes Arbeitspaket die entsprechenden Kosten vor, lässt sich in Kombination mit dem Terminplan ermitteln, in welchen Zeitperioden bestimmte Kosten anfallen, wodurch im Zuge des Kostencontrollings, welches laufend während des gesamten Projekts durchgeführt wird, sichergestellt werden kann, dass formulierte Kostenziele erreicht bzw. eingehalten werden.⁵⁸

Der vollständige PSP inklusive Termin- und Kostenplan, wird dem Projektteam in einem sog. „Kick-Off Meeting“ vorgestellt und durchbesprochen. Das eigentliche Projektteam, welches erst zu Beginn der Hauptphase zusammengestellt wird, besteht im kleinsten Rahmen aus Projektleiter:in und Projektmitarbeiter:innen aus den Abteilungen Konstruktion, Elektroplanung, Fertigung, Montage und Einkauf. Größer gefasste Projektteams können neben Projektleiter:in auch weitere Mitglieder mit eigenen Verantwortungsbereichen wie Systemleiter:in, Teilsystemleiter:in, Controller:in, Qualitätsmanager:in oder Vertragsexpert:in enthalten.⁵⁹ Auf notwendige Führungskompetenzen und Managementtechniken der Projektleitung wird in Kap. 2.3.4 näher eingegangen.

⁵⁷ Vgl. Alam/Gühl (2016), S. 85 ff.

⁵⁸ Vgl. Jakoby (2021), S. 254 ff.

⁵⁹ Vgl. Felkai (2015), S. 102 ff.

Sobald alle Projektteammitglieder eingewiesen wurden kann die Realisierung des Projekts beginnen. Im Sondermaschinenbau gibt es grundlegend drei große Teilbereiche, die bei der Entwicklung der Anlage eng zusammenarbeiten: Konstruktion, Elektroplanung und Softwareentwicklung. Dabei trägt die Konstruktion die Hauptverantwortung für die Erfüllung der Projektziele, begleitet von der Elektroplanung und der Softwareentwicklung, die die Anlage entsprechend den Konstruktionsvorgaben ergänzen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Arbeitspakete der Elektroplanung und Softwareentwicklung im Terminplan parallel zu jenen der Konstruktion anzuordnen und auch die Koordination, Kommunikation und Überwachung während der Entwicklung an der Konstruktion auszurichten.

Projektleiter:innen sind in der Realisierungsphase für das Projektcontrolling verantwortlich, welches Aufgaben wie die Termin-, Kosten- und Ressourcenkontrolle, das Berichtswesen, die Projektsteuerung und die Projektbeurteilung umfasst.⁶⁰ Eine weitere wichtige Aufgabe, die Projektleiter:innen zukommt, ist das Handhaben von Projektänderungen, das sog. „Change Request Management“. Da Projekte in einem stark vernetzten und dynamischen Umfeld stehen, können jederzeit Änderungen eintreten, die auf das Projekt große Auswirkungen haben. Dazu zählen neben Änderungen der Kund:innenwünsche – welche in der Praxis bei Projekten im Sondermaschinenbau häufig auftreten – auch Einflussfaktoren wie neue Gesetze und Vorschriften, nicht mehr lieferbare Komponenten und Materialien oder auch Fehler in der Projektplanung oder im Lösungskonzept. Änderungen sollen je nach Wichtigkeit und Dringlichkeit gehandhabt werden, indem die sie auf Aufwand, Umsetzbarkeit und Notwendigkeit geprüft werden und in Folge im Projektplan, speziell in der Risikoanalyse und der Kosten- und Terminplanung eingebunden und bei erhöhtem Mehraufwand auch durch Zusatzangebote an Kund:innen abgegolten werden.⁶¹

Parallel zur konstruktiven, elektrischen und softwareseitigen Entwicklung der Sonderanlage müssen benötigte Materialien und Komponenten bei Lieferant:innen beschafft werden. Dabei ist speziell darauf zu achten, dass die Beschaffung von Gütern rechtzeitig im Terminplan berücksichtigt wird. Bei der Entwicklung der Anlage ist es daher sinnvoll, diese Komponenten vorrangig zu betrachten und mögliche Änderungen diesbezüglich sowohl intern als auch mit Kund:innen rechtzeitig abzuklären, damit es zu keinen Leerkäufen oder Rückgaben der beschafften Komponenten kommt. Spätestens nach der Entwicklungsfertigstellung der Anlage sind alle benötigten Zukaufteile und Materialien zu beschaffen.⁶²

Beim anschließenden Aufbau der fertig entwickelten Anlage wird die konstruktiv und elektrisch geplante Maschine von Monteur:innen und Elektroinstallateur:innen mechanisch aufgestellt und elektrisch verkabelt. Den Monteur:innen dienen dabei Fertigungszeichnungen der Konstruktionsabteilung, den Elektroinstallateur:innen der Elektroplan der Anlage. Die Programmierung erfolgt in der Regel nach bzw.

⁶⁰ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 204 ff.

⁶¹ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 222 f.

⁶² Vgl. Kuster et al. (2019), S. 270 f.

kurz vor dem Abschluss der mechanischen und elektrischen Assemblierung, da zur Programmierung der SPS eine nahezu fertige Anlage mit allen prozessspezifischen Komponenten erforderlich ist. Teile der Software, die keine direkten Komponenten benötigen oder nicht die SPS betreffen, wie die Bedienoberfläche oder die Kommunikation entlang der Automatisierungspyramide (siehe Abb. 2), können bereits parallel mit der Entwicklung und Montage vorbereitet werden. Während der Montage einer komplexen Sondermaschine ist es nicht selten, dass das Projektteam auf Entwicklungs- und Planungsfehler stößt. Diese können konstruktive oder elektrische Planungsfehler sein, unpassende Zukaufkomponenten oder notwendige Erweiterungen wie zusätzliche Sensoren oder Aktoren, damit Ziele vollständig erreicht werden können. Da jedoch üblicherweise während eines Projekts ein hoher Zeitdruck herrscht, kann die Herstellung nachträglich geänderter oder neuer Fertigungsteile nicht eingeplante Zeit in Anspruch nehmen und im schlimmsten Fall den Abschluss des Projekts verzögern. Aus diesem Grund ist der Einsatz von 3D-Druckern ein nützliches Hilfsmittel, um unkritische Bauteile schnell und direkt zu produzieren und die Anlage binnen kürzester Zeit zu erweitern. Entlang der Entwicklung einer Sondermaschine hilft die 3D-Druck Technologie bei der Reduzierung von Fertigungszeiten und schützt vor Terminplanabweichungen bei Fehlentwicklungen.⁶³

Nach Beendigung der mechanischen und elektrischen Montage und während die Softwareentwicklung an der Programmierung der Anlage arbeitet, bereiten Projektleiter:innen Vorschriften, Berichte bzw. Protokolle für die Tests der Anlage vor. Diese haben den Zweck, die Erreichung der prozessrelevanten Projektziele einerseits und die Erreichung von Qualitätszielen andererseits zu messen. So können Ziele, die anhand von Forderungen im Lastenheft formuliert wurden (siehe hierzu Kap. 2.3.1) für Kund:innen nachvollziehbar auf Erfüllung überprüft werden. Zwingend notwendige Inhalte von Testprotokollen, Prüfvorschriften bzw. -berichten sind Angaben zu den gewählten Belastungsarten, Schritte der Testdurchführung und Datensammlungen aller Testergebnisse, deren Bewertung und Analyse der Abweichung von erwarteten Ergebnissen.⁶⁴

Während der gesamten Hauptphase eines Projekts sind Projektleiter:innen dafür verantwortlich die Qualität der Anlage zu überwachen. Qualität – im Sinne des Qualitätsmanagements – steht für das Ergebnis des Vergleichs zwischen den gegebenen Anforderungen und der tatsächlichen Beschaffenheit einer Einheit. Das Qualitätsmanagement stellt sicher, dass die Ergebnisse der Arbeitspakete den Projektzielen entsprechen. Dazu zählt nicht nur das Prüfen und Sicherstellen, ob Projektziele erfüllt werden, sondern auch das nachvollziehbare Anwenden definierter Methoden und das aktive Testen der Arbeitsergebnisse. Dabei müssen nicht zwingend weit verbreitete und anerkannte Methoden zum Einsatz kommen, auch unternehmensspezifische und selbst entwickelte Methoden sind übliche Praxis. Der

⁶³ Vgl. Lachmayer/Lippert/Fahlbusch (2016), S. 6.

⁶⁴ Vgl. Felkai (2015), S. 300.

Einsatz von selbst erstellten Checklisten, der definierte Umgang mit Problemen und die grundlegende Entwicklung einer lernenden Organisation können geeignete Werkzeuge sein.⁶⁵ Abb. 10 zeigt zusammengefasst alle Schritte der Hauptphase, inklusive dem phasenübergreifenden Einsatz von unterstützenden Management-Techniken.

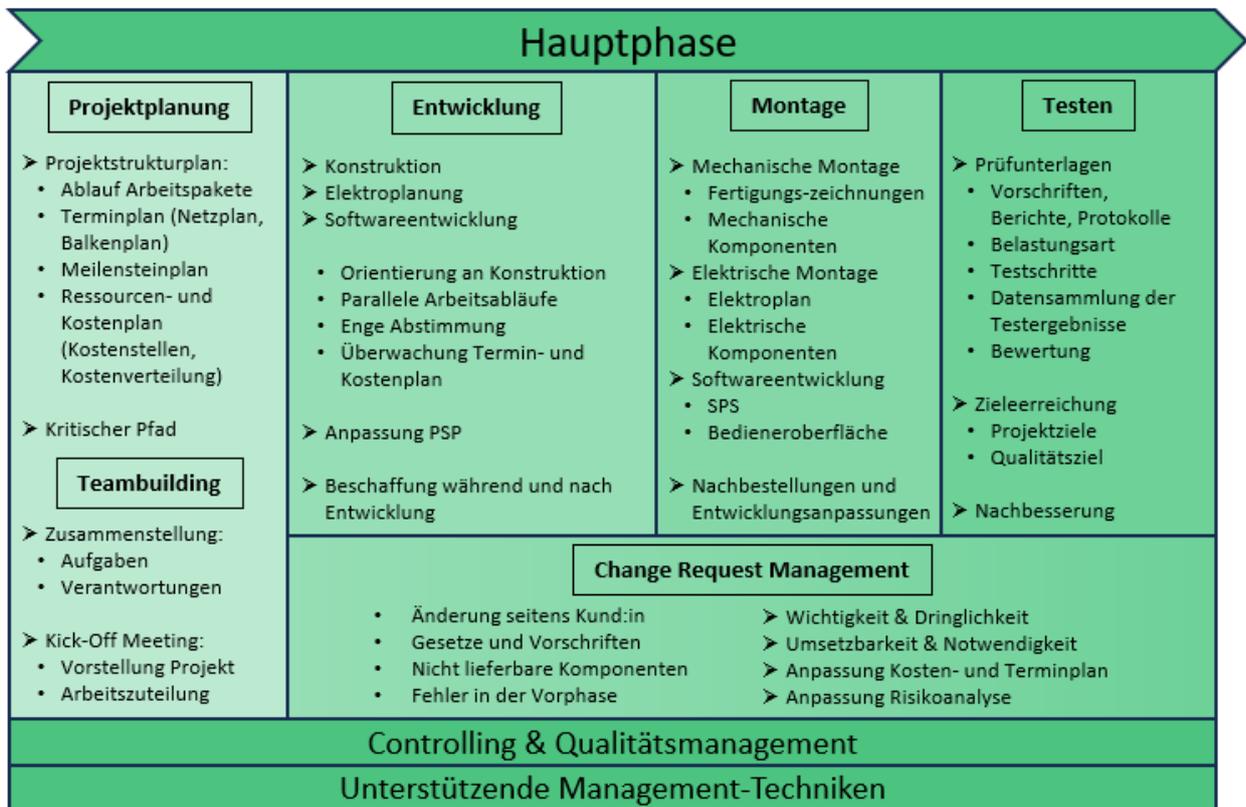


Abb. 10: Hauptphase eines Sondermaschinenbau-Projekts, Quelle: Eigene Darstellung.

2.3.3 Schritt 3: Projekt Endphase

Durch den erfolgreichen Abschluss der Testphase einer Sondermaschine, gleichbedeutend mit der Erreichung aller Projektziele und somit der Erfüllung des Pflichten- und Lastenhefts, beginnt die letzte Phase eines Projekts. Notwendige Abschlussarbeiten bereiten die Anlage auf eine mögliche Vorabnahme vor, die nicht fester Teil des klassischen Projektmanagements ist und auch in der Praxis nicht zwingend durchgeführt wird, sondern mehr auf eine in der Vorphase durchgeführte vertragliche Festlegung beruht, die meist von Kund:innen gewünscht wird. Eine Vorabnahme, die immer vor Lieferung und somit im Hause von Hersteller:innen durchgeführt wird, hat den Vorteil, dass Änderungswünsche seitens Kund:innen relativ schnell nach der Vorabnahme von Hersteller:innen durchgeführt werden können. Erst nach der Vorabnahme und der Durchführung aller Änderungswünsche wird die Maschine lieferfertig gemacht und an Kund:innen versendet. Somit wird klar, dass auch in der Endphase das Change Request Management

⁶⁵ Vgl. Alam/Gühl (2016), S. 38 ff.

noch eine wichtige Rolle spielt und für Hersteller:innen weiterhin Bedeutung behält. Im Falle einer Vorabnahme wird ein eigenes Vorabnahmeprotokoll erstellt, in dem die durchzuführenden Änderungswünsche erfasst sind.

Nach Lieferung der Anlage erfolgt die Inbetriebnahme und Endabnahme der Anlage. Sofern eine Inbetriebnahme der Anlage notwendig ist wird diese von Hersteller:innen durchgeführt, um vor Ort sicher zu stellen, dass die Anlage aufgebaut, angeschlossen und mit allen nötigen Betriebsmitteln versorgt ist. Dazu kann auch die Einbindung in das kund:innenseitige Netzwerk zählen.⁶⁶ Im Anschluss erfolgt die Endabnahme, die auch meist mit einer Benutzer:innenschulung verbunden wird. Der Ablauf der Endabnahme gestaltet sich immer bezogen auf die jeweilige Sondermaschine, umfasst aber auf jeden Fall eine Präsentation der Projektergebnisse, die neben der Produktdokumentation vor allem die Erreichung der Ziele darstellt.⁶⁷ Bei der anschließenden Benutzer:innenschulung erfolgt eine Einweisung in die hardware- und softwareseitigen Funktionalitäten der Anlage, die Erklärung von Handbüchern und Betriebsanleitungen sowie der Sicherheitsaspekte. Die Anlage wird daraufhin an die Betriebsorganisation übergeben, besiegelt durch beidseitige Unterfertigung der Endabnahmeprotokolle.⁶⁸

Aus Sicht des klassischen Projektmanagements endet das Projekt mit der erfolgreichen Endabnahme, doch gibt es im Sinne eines erfolgsorientierten Managements von Projekten noch weitere Arbeiten, die zum Abschluss eines Projekts zählen. Ein weit verbreiteter Begriff für die Reflektion des gesamten Projekts, wodurch sowohl Auftraggeber:innen als auch Auftragnehmer:innen erkennen, welche Schritte im Laufe des Projekts gut und welche schlecht verliefen, ist das sog. Lessons-Learned. Das Lessons-Learned beinhaltet eine Aufarbeitung des gesamten Projekts und die Suche nach Verbesserungspotenzialen. Dies beinhaltet auch eine Nachkalkulation der tatsächlich aufgewendeten Ressourcen, die Befragung von Auftraggeber:innen und der Teammitglieder und die Dokumentation der Erkenntnisse in einem Abschlussbericht.⁶⁹

In der Praxis endet das Projekt jedoch auch nicht mit dem Ablegen des Abschlussberichts und der Auflösung des Projektteams, denn die erfolgreiche Endabnahme leitet die Phase der Nachbetreuung der Anlage ein. Ein wesentlicher Punkt dabei sind die Gewährleistungsbestimmung, auf die sich Auftraggeber:innen und Auftragnehmer:innen im Vorfeld geeinigt haben. In diesem Zeitraum ist für Kund:innen erfahrungsgemäß mit einem geringen Instandhaltungsbedarf zu rechnen, da auftretende Frühausfälle weitgehend über die Gewährleistungs- und Garantievereinbarungen durch Hersteller:innen abgedeckt sind.⁷⁰ Nach Ablauf der Gewährleistungsfrist sind Kund:innen dafür verantwortlich, die Anlage in

⁶⁶ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 233.

⁶⁷ Vgl. Alam/Gühl (2016), S. 115 f.

⁶⁸ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 234 f.

⁶⁹ Vgl. Alam/Gühl (2016), S. 116.

⁷⁰ Vgl. Schenk (2009), S. 150.

regelmäßigen Abständen zu warten und bei Ausfällen instand zu setzen. Optional kann mit Hersteller:innen ein Wartungsvertrag vereinbart werden, der besonders bei Technologien, die dem Personal von Kund:innen unbekannt sind, eine sinnvolle Möglichkeit bietet, die Anlage durch geschultes Fachpersonal warten zu lassen. Die Lasertechnologie stellt eine solche Technologie dar, weswegen bei Laserbearbeitungsmaschinen eine Wartung durch Personal der Hersteller:innen praxisüblich ist. Weiters haben Hersteller:innen während des Betriebs der Anlage Support und Hilfestellung bei Problemen, Ausfällen oder Fragen rund um die Sondermaschine zu leisten. Ebenso ist es üblich, dass im Laufe des Betriebs Erweiterungen, Anpassungen oder Umbauten erfolgen, die in den seltensten Fällen nicht bei Hersteller:innen angefragt werden. Somit ergibt sich eine Projektlebensdauer, die der Produktlebensdauer gleich kommt und die Erkenntnis, dass Projekte im weitesten Sinne erst enden, wenn die Anlage nicht mehr betrieben wird. In Abb. 11 wird die Endphase eines Projekts im Sondermaschinenbau grafisch dargestellt.

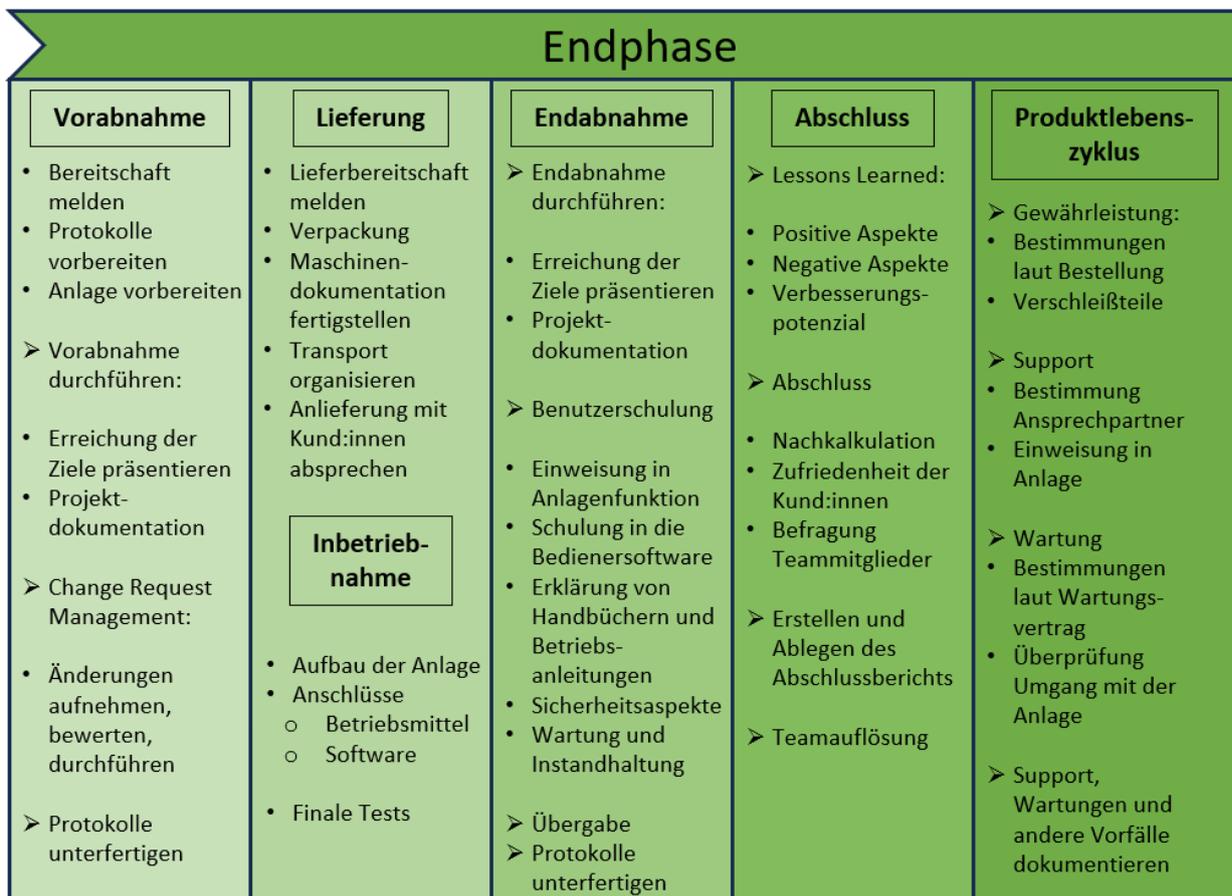


Abb. 11: Endphase eines Sondermaschinenbau-Projekts, Quelle: Eigene Darstellung.

2.3.4 Unterstützende Management-Techniken

Projektleiter:innen benötigen für das erfolgreiche Leiten eines Projekts eine Vielzahl an sog. Hardskills und Softskills. Hardskills bezeichnen fachliche Fähigkeiten, die im Laufe der individuellen Ausbildung erlernt werden. Dazu zählen neben schulischem und akademischem Wissen der Umgang mit Computern, Sprachkenntnisse, technische Fähigkeiten, Berufserfahrung und Zertifizierungen. In der Literatur werden diese Fähigkeit oft als Fach- bzw. Methodenkompetenz beschrieben. Softskills sind dagegen jene Fähigkeiten eines Menschen, welche die Persönlichkeit, den Charakter und das Verhalten betreffen. Sie werden gemeinhin als Selbst- bzw. Sozialkompetenzen bezeichnet.⁷¹ Tab. 3 listet die unterschiedlichen Hard- und Softskills auf, die Projektleiter:innen benötigen um Projekte erfolgreich abzuwickeln.

Hardskills	Softskills
<ul style="list-style-type: none"> • Methodenkompetenzen <ul style="list-style-type: none"> ○ Organisation, Planung und Steuerung von Projekten ○ Denken in Prozessen ○ Controlling-Fähigkeiten • Fachkompetenzen <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausbildung ○ Berufserfahrung ○ Technisches Know-How ○ Fähigkeit vernetzt zu denken ○ Ökonomische Denkweise 	<ul style="list-style-type: none"> • Soziale Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> ○ Macht und Autorität ○ Kommunikationsfähigkeiten ○ Konfliktmanagement ○ Führungskompetenz ○ Motivationsfähigkeit ○ Verhandlungskompetenz ○ Teamfähigkeit ○ Interdisziplinäre Zusammenarbeit ○ Multikulturelle Zusammenarbeit ○ Überzeugungsfähigkeit ○ Präsentationsfähigkeit ○ Redegewandtheit • Selbstkompetenzen <ul style="list-style-type: none"> ○ Selbstmanagement ○ Eigenmotivation ○ Umgang mit Stress ○ Persönliche Weiterentwicklung ○ Kritikfähigkeit • Problemlösungs-Kompetenz <ul style="list-style-type: none"> ○ Analytisches Denkvermögen ○ Urteilsfähigkeit ○ Entscheidungsfähigkeit ○ Ergebnisorientierung

Tab. 3: Fähigkeiten von Projektleiter:innen, Quelle: Eigene Darstellung.

Tab. 3 zeigt deutlich, dass die benötigten Softskills die Hardskills in ihrer Zahl weit überschreiten. Ein weiterer wichtiger Faktor dabei ist die Tatsache, dass Softskills im Gegensatz zu Hardskills nicht erlernbar sind und somit Fähigkeiten sind, die nur durch Selbstreflexion und der Bereitschaft sich selbst

⁷¹ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 275 f.

weiterzuentwickeln ausbaubar sind. Optimal entwickelte Kompetenzen von Projektleiter:innen steigern die Leistungsfähigkeit des gesamten Projektteams.⁷² Die Führungskompetenz von Projektleiter:innen lässt sich in die drei Unterbereiche Entscheidungsstil, Managementstil und Autoritätsstil unterteilen.⁷³ Diese drei Stile sollten nach Möglichkeit an das jeweilige Projekt und an die mitwirkenden Projektmitglieder so angepasst werden, dass die Leistungsfähigkeit, die Leistungsbereitschaft und Leistungsmöglichkeit optimal ausgeschöpft werden.⁷⁴

2.4 Herausforderungen für Hersteller:innen

Jedes Projekt trägt im Verlauf seiner Bearbeitung Risiken mit sich, die mithilfe des Risikomanagements abgebildet und mit möglichst hoher Präzision kalkuliert werden (siehe dazu Kap. 2.3.1). Damit Projekte gelingen, muss eine Vielzahl an positiv verlaufenden Aktivitäten vorausgesetzt werden. Tritt ein Risiko ein, kann es zu Qualitätsminderungen, Mehrkosten oder gar zum Misserfolg des Projekts führen. Arbeitspakete können länger dauern als geplant, Lösungskonzepte können sich als falsch herausstellen, das Lasten- oder Pflichtenheft kann fehlerhaft sein, Teile können verspätet eintreffen oder Projektbeteiligte können vorübergehend oder ganz ausfallen. All diese Risiken – die eine Art der Herausforderungen für Hersteller:innen darstellen – können jedoch analysiert, berechnet, bewertet und im Verlauf des Projekts berücksichtigt werden.⁷⁵ Fernab von solchen Projektrisiken soll in diesem Kapitel auf einige weitere, praxisrelevante Herausforderungen eingegangen werden und wie diese letztendlich durch die Integration von Kund:innen besser gehandhabt werden können.

Bereits Teile der Vorphase stellen gewisse Herausforderungen dar, die auf Unternehmen im Sondermaschinenbau zukommen. Eine dieser Schwierigkeiten, die einen finanziellen Nachteil für das Unternehmen mit sich bringen kann, ist die Aufbereitung eines bestellreifen Angebots, da hierzu eine Vielzahl an Arbeiten durchgeführt werden müssen, die Zeit und Ressourcenstärke in Anspruch nehmen und dennoch kein Garant dafür sind, dass Kund:innen den Auftrag nicht an Marktbegleiter:innen vergeben. Speziell im Sondermaschinenbau ist die Ausarbeitung eines überzeugenden Lösungskonzepts eine der wichtigsten Aufgaben in der Vorphase, wodurch der Einsatz spezieller Methoden und Werkzeuge unabdinglich ist. Je ausgefallener und einzigartiger ein Lösungskonzept ist, desto höher ist einerseits die Chance, den Auftrag für sich zu generieren, andererseits jedoch auch das Risiko, dass bei der folgenden Realisierung technische Probleme auftauchen, die dann in einem engen Zeitrahmen und mit möglichst geringen Mehrkosten gelöst werden müssen. Basierend auf Anforderungen der Kund:innen müssen innovative Lösungen generiert und unbekannte Technologien und Komponenten eingesetzt werden.

⁷² Vgl. Kuster et al. (2019), S. 277.

⁷³ Vgl. Rahman et al. (2016), S. 8.

⁷⁴ Vgl. Kuster et al. (2019), S. 276 f.

⁷⁵ Vgl. Jakoby (2021), S. 254 ff.

Meist stehen auch Kund:innen unter enormem Zeitdruck, weswegen bei Projektverträgen oftmals Klauseln und Pönalen miteingebunden sind, die den Zeitdruck auf Hersteller:innen übertragen soll. Eine Pönale ist eine Vertragsstrafe, die bei verspäteter oder unvollständiger Lieferung der Sondermaschine den Gesamtpreis der Anlage um einen gewissen Prozentsatz verringert – üblicherweise von Woche zu Woche, bis ein maximaler Strafwert erreicht ist oder die Anlage vollständig geliefert wird. Der finanzielle Druck auf Hersteller:innen wird abermals durch den Einsatz von Bankgarantien bei der Bezahlung von Teilbeträgen gesteigert. Häufig werden bei Vertragsabschluss Teilzahlungen vereinbart, die sowohl für Auftraggeber:innen als auch Auftragnehmer:innen gewisse Vorteile haben. Beispielsweise wird eine Anzahlung bei Bestellung vereinbart, so dass Hersteller:innen bereits ein gewisses Startkapital für die anfallenden Projektkosten zur Verfügung haben. Zum Vorteil von Kund:innen wird beispielsweise ein Restbetrag vereinbart, der erst nach erfolgreicher Endabnahme bezahlt wird, so dass Kund:innen eine Sicherheit haben, dass Hersteller:innen die bestellte Anlage vollständig liefern. Anzahlungen werden jedoch in der Praxis immer mit einer Bankgarantie getätigt, die verhindert, dass Hersteller:innen effektiv mit dem Geld arbeiten können, da das Geld erst freigegeben wird, wenn die Bankgarantie nach vollständiger Lieferung aufgehoben wird.

Die in Kap. 2.2.4 behandelte Modularisierung, die einen enormen Vorteil für Unternehmen beim Bau von Sonderanlagen hat, benötigt jahrelange Entwicklungs- und Verifikationszeit, bis eine Vielzahl an Modulen zur Verfügung steht und einfach eingesetzt werden kann. Für Jungunternehmen können somit beim Bau von Sondermaschinen – auch bei einfachen Anwendungen – Herausforderungen entstehen, da weder ein großer Vorrat an Standardmodulen zur Verfügung steht noch eine Vereinheitlichung der Entwicklungs- und Montageprozesse vorgenommen wurde.⁷⁶ Neben diesen Entwicklungsnachteilen haben junge und unerfahrene Unternehmen auch mit der Herausforderung der Synchronisation von Zulieferteilen zu kämpfen, wenn kein entsprechender zeitlicher Spielraum miteinkalkuliert wird. Dadurch können Arbeitspakete schlechter aufeinander abgestimmt werden, es entstehen Leerzeiten oder Engpässe in der Produktion.⁷⁷ Zusätzlich erhöht sich das Entwicklungsrisiko durch die hohen Anforderungen an die Systemplanung, da Maschinen aus einer Kombination heterogener Technologien, wie Mechanik-, Elektronik- und Softwarekomponenten bestehen, die weiters einem beschleunigten Wandel unterliegen, wodurch die Komplexität von Projekten erhöht wird und zu einem Ansteigen von Misserfolgen bei Innovationsprojekten führt.⁷⁸

Anbieter:innen von Sonderanlagen in der Laserbearbeitungsbranche zählen üblicherweise auch Standardmaschinen zu Ihrem Produktportfolio, was einerseits den Vorteil hat, Anforderungen von Kund:innen eventuell bereits mit Standardsystemen abzudecken, andererseits jedoch einen Konflikt sowohl

⁷⁶ Vgl. Haupt (1977), S. 60 ff.

⁷⁷ Vgl. Haupt (1977), S. 42 f.

⁷⁸ Vgl. Matz (2007), S. 3.

im Management als auch in der Produktion mit sich bringt. Der Konflikt im Management entsteht durch die Unterschiede in der Abarbeitung zwischen Projekten mit Standardmaschinen und jenen mit Sondermaschinen. Diese beiden Projektarten unterscheiden sich wesentlich im benötigten zeitlichen und finanziellen Aufwand sowohl in der Vorphase als auch in der Hauptphase. Dadurch kann es zu ungeplanten Überschneidungen kommen, die dazu führen können, dass Projektleiter:innen zeitweise überfordert oder unterfordert sind. Dieselbe Herausforderung herrscht auch in der Produktion, da auch dort Mitarbeiter:innen weder die Konstanz einer reinen Serienproduktion haben noch Ihren Fokus vollständig auf das jeweilige Sonderprojekt richten können. Ein ständiger Wechsel zwischen Projekten und eine damit einhergehende zusätzliche Fehlerquelle bedürfen spezieller Aufmerksamkeit der obersten Management-Ebene, damit die Qualität der Produkte und die Zufriedenheit von Mitarbeiter:innen dennoch gesichert ist.

2.5 Risiken für Kund:innen

Im Projektmanagement spricht man häufig von Risiken seitens Auftragnehmer:innen, doch bestehen auch bei Kund:innen enorme Risiken bei der Anschaffung einer neuen Produktionsanlage. Diese Risiken können sowohl von Hersteller:innen ausgehen als auch von Kund:innen selbst. Unvorhergesehene hersteller:innenbezogene Risiken treten durch eine falsche Lieferantanalyse auf, falls diese überhaupt durchgeführt wurde. Die Lieferantanalyse soll der Vorhersage der Gesamtleistung eines Lieferanten und zur Überprüfung der langfristigen Nachhaltigkeit seiner Ergebnisse dienen. Sie soll die Möglichkeiten und auch potenzielle Probleme der Lieferantenbeziehung frühzeitig erkennen und so die Lieferantenauswahl verbessern, damit Risiken vermieden werden können.⁷⁹ Die wichtigsten Risiken sind eine unzureichende Funktionalität bzw. Qualität der gelieferten Anlage, eine Verzögerung der Lieferung, unerwartete gestiegene Projektkosten die von Kund:innen getragen werden müssen oder die mangelnde Erfahrung der Hersteller:innen, die zum Abbruch des Projekts führen könnten.⁸⁰

Prinzipiell birgt die Auswahl eines neuen, unbekanntem Lieferanten ein erhöhtes Risiko im Vergleich zu Lieferanten, die bereits mehrfach Anlagen geliefert haben. Kund:innen haben demnach eine gewisse Risikoaversion, die der neue Hersteller:innen mit viel Mühe und Überzeugungskraft beseitigen müssen, damit die Kaufentscheidung positiv ausfällt.⁸¹ Die Wettbewerbsfähigkeit von Kund:innen hängt nicht nur vom Verkauf der erzeugten Produkte ab, sondern auch von der Qualität des strategischen Einkaufs bei der Beschaffung neuer Produktionsmaschinen, da nur so neuartige Produkte mit entsprechendem Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz auf den Markt gebracht werden können.⁸²

⁷⁹ Vgl. Büsch (2013), S. 63.

⁸⁰ Vgl. Loehman (1990), S. 174 ff.

⁸¹ Vgl. Farmer (1981), S. 128 ff.

⁸² Vgl. Bräkling/Oidtmann (2019), S. 4 ff.

Es gibt jedoch auch Risiken, die unabhängig der Hersteller:innen vorherrschen. Beispielsweise können im Einkaufsvertrag unklare, für Kund:innen nachteilige Vertragsbedingungen enthalten sein, die erst bei Entstehung eines Problems während des Projekts erkannt werden. Eine weitere Risikoquelle sind fehlerhaft und unzureichend formulierte Lastenhefte, die dazu führen, dass Projektziele falsch gesetzt werden. Nach Lieferung und erfolgter Abnahme können Probleme bei der Integration der Sondermaschine in den Fertigungsprozess auftauchen, die vorab nicht bedacht wurden und dazu führen, dass der erhoffte Vorteil durch die Neuanschaffung nicht eintritt. Die Durchführung einer Projektumfeldanalyse (PUA) kann sowohl Kund:innen als auch Hersteller:innen dabei unterstützen, mögliche Risiken und Einflussfaktoren auf den Projekterfolg vorzeitig zu erkennen. Dabei werden systematisch alle Stakeholder eines Projekts identifiziert, wodurch Einflüsse seitens Auftraggeber:in und Auftragnehmer:in sowie aus dem wirtschaftlichen und politisch-gesellschaftlichen Umfeld erarbeitet werden können.⁸³

Fehler können auch bereits bei der Bewertung des Angebots passieren. Es kann zu einer Fehleinschätzung des Pflichtenhefts kommen, bei der der Erfüllungsgrad der Anforderungen falsch bewertet wird, oder die Projektplanung als plausibel und glaubwürdig erscheint, obwohl es diese in Wirklichkeit nicht ist. Analysetools, wie eine Nutzwertanalyse, können durch falsche Informationen fehlerhafte Ergebnisse liefern oder es bleiben Punkte bei der Durchführbarkeitsanalyse unbeachtet.⁸⁴

Alle Risiken seitens Kund:innen bewirken Ängste und Zweifel am Erfolg eines Projekts. Hersteller:innen können durch ihr Auftreten und die Kommunikationsstärke gegenüber Kund:innen stark dazu beitragen, die entstandenen Ängste zu lindern. Diese Arbeit befasst sich in den folgenden Kapiteln sowohl mit den Innovationsprozessen im Sondermaschinenbau als auch mit der Kund:innenintegration während des Projekts mit dem übergeordneten Ziel, den Weg zum Projekterfolg zu erleichtern um so entstandene Ängste zu lindern, wodurch eine verbesserte Neukund:innengewinnung und Kund:innenbindung erzielt werden soll.

⁸³ Vgl. Felkai (2015), S. 81.

⁸⁴ Vgl. Felkai (2015), S. 120 ff.

3 INNOVATIONSPROZESSE IM SONDERMASCHINENBAU

In der Branche der Laserbearbeitung wird ein Sondermaschinenprojekt erst als solches klassifiziert, wenn Kund:innen mit neuartigen und bislang ungelösten Anforderungen an Hersteller:innen herantreten. Es ergeben sich im Laufe der Vorphase somit technische Ziele, die einzigartige und neuartige Lösungskonzepte verlangen, wodurch dem Projekt eine hohe Komplexität innewohnt. Projekte sind dann komplex, wenn das Fortschreiten und das Verhalten nicht vorhersehbar sind, seien es terminliche, kostentechnische oder qualitative Aspekte. Das Projekt besteht aus einer derart großen Anzahl an einzelnen Arbeitselementen, dass der Ausgang des Projekts und die jeweilige Abhängigkeit dieser Elemente nicht genau vorausgesagt werden kann. Ebenso wenig kann während des Projektverlaufs genau bestimmt werden, welche Auswirkungen Steuerungsmaßnahmen – im Sinne des Projektcontrollings – im Laufe des Projekts auf den Ausgang des Projekts haben werden. Bei einem komplexen Projekt kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine erhöhte Leistungserbringung und ein besonderer Einsatz des Teams automatisch zum erfolgreichen Abschluss führen.⁸⁵

Um solch komplexen Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es entsprechender Innovationskraft, die vom Projektteam erbracht werden muss. Innovationen sind neue technische, wirtschaftliche, organisatorische oder soziale Ideen und Lösungsansätze, die erfolgreich durchgesetzt werden können und für das Unternehmen einen neuartigen Wert schaffen. Ideen und Problemlösungen werden erst dann zu Innovationen, wenn sie auch ökonomisch tragfähig sind.⁸⁶

Es stellt sich somit die Frage, wie Innovationen in den Ablauf des Projektmanagements einfließen und vor allem in welchen Phasen die Innovationskraft eines Unternehmens eine wichtige Rolle spielt. In den folgenden Kapiteln soll das Thema der Innovationen rund um ein Sondermaschinenprojekt in der Laserbearbeitungsindustrie beleuchtet werden, um zu analysieren, welche Fähigkeiten Projektleiter:innen neben denen des klassischen Projektmanagements benötigen, um Innovationen erfolgreich in ein Projekt zu implementieren.

3.1 Das Innovationsmanagement

Innovationen zu managen bedeutet, die Innovationstätigkeit systematisch zu planen, durchzuführen, zu steuern und zu kontrollieren, damit die Idee effektiv und effizient realisiert wird.⁸⁷ Innovationsmanagement umfasst somit alle Planungs-, Entscheidungs-, Organisations- und Kontrollaufgaben, von der Generierung neuer Ideen bis hin zur Umsetzung zu marktfähigen Leistungen.⁸⁸ Dazu wurden in der Literatur die unterschiedlichsten Modelle entwickelt, die – ähnlich zu den Modellen des klassischen

⁸⁵ Vgl. Lange (2015), S. 17 ff.

⁸⁶ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 1 f.

⁸⁷ Vgl. Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 2.

⁸⁸ Vgl. Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 28.

Projektmanagements – Projektleiter:innen unterstützen sollen, Innovationen zielgerecht zu entwickeln. Abb. 12 zeigt das Grundschema des idealisierten Innovationsprozesses nach Vahs/Brem (2015). Dieses Modell zeichnet sich vor allem durch seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten aus. Es kann von Innovationen rund um Produkt- bzw. Prozessneuheiten, Dienstleistungen, Geschäfts- und Marketingmodelle oder in sozialen bzw. organisatorischen Bereichen mit unterschiedlichsten Auslösern, Neuheitsgraden und Veränderungsumfängen eingesetzt werden.⁸⁹

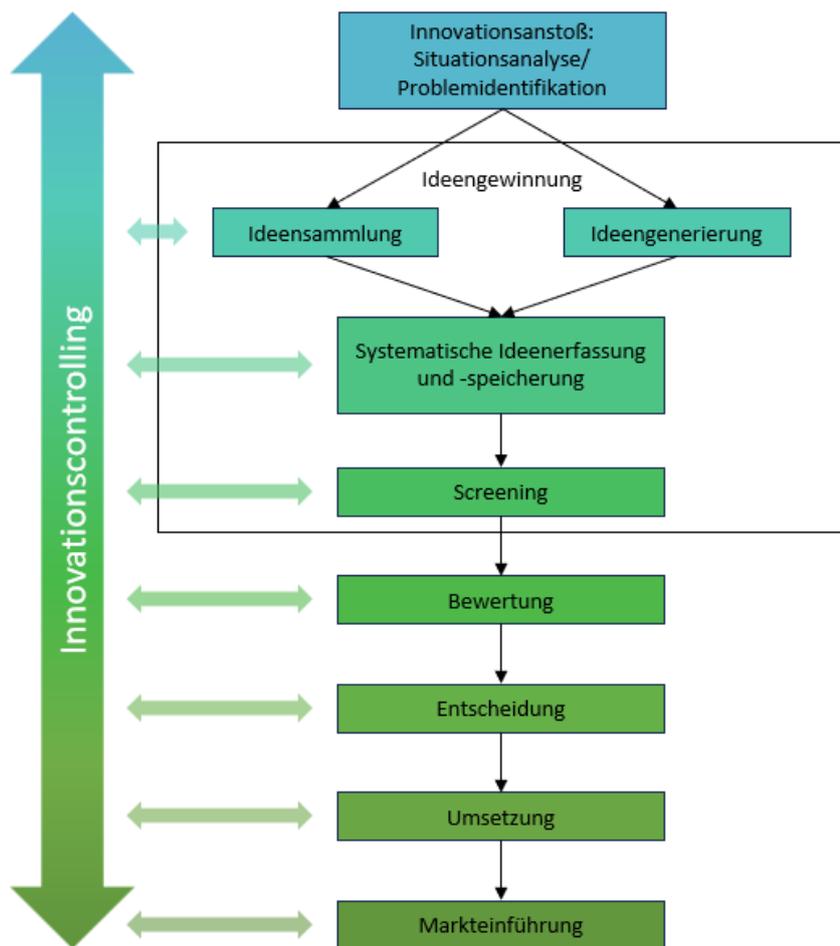


Abb. 12: Grundschema eines idealisierten Innovationsprozesses, Quelle: Vahs/Brem (2010), S. 230 (leicht modifiziert).

Im Sinne des Sondermaschinenbaus finden Innovationen meist in den Bereichen des Projektverlaufs statt, in denen neuartige, technische Lösungen entwickelt werden müssen, um die Anforderungen des Kunden erfüllen zu können. Die Innovation kann nur dann erfolgreich mit dem Gesamtprojekt umgesetzt werden, wenn auch der dazugehörige Innovationsprozess effizient und effektiv in den Prozess des klassischen Projektmanagements eingebunden wird. Im Zuge dieses parallelen Verlaufs von Innovationsprozess und Projektmanagementprozess ist es für Projektleiter:innen maßgeblich, die entsprechende Aufbau- und

⁸⁹ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 52 ff.

Ablauforganisation des Unternehmens bestmöglich zu nutzen, die in der Unternehmenspraxis untrennbar miteinander verbunden und gleichermaßen wichtig für den Erfolg des Innovationsvorhabens und damit des gesamten Projekts sind.⁹⁰ Abb. 13 zeigt weitere Einflussfaktoren auf den Erfolg von Innovationen und veranschaulicht deutlich, dass während der gesamten Dauer des Innovationsprozesses – und somit auch während des gesamten Sondermaschinenprojekts – der Faktor „Mensch“ und der Faktor „Unternehmen“ eine wichtige Rolle für eine erfolgreiche Umsetzung von Innovationen spielen. Nach dieser Betrachtungsweise entstehen vier Soft-Skills, die dem Faktor Mensch zugeschrieben werden und sieben Werkzeuge, deren Anwendung nur durch geeignete Voraussetzungen im Unternehmen möglich ist.⁹¹

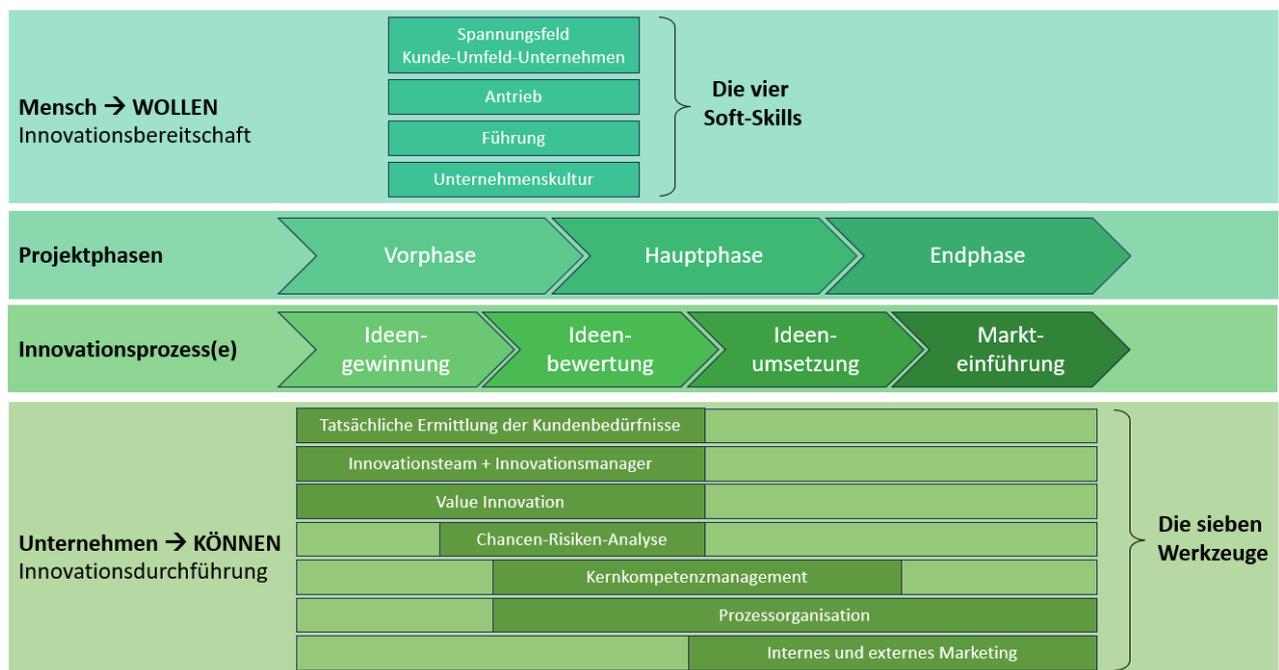


Abb. 13: Grundmuster erfolgreicher Innovationsprozesse innerhalb eines Gesamtprojekts, Quelle: in Anlehnung an Stern/Jaberg (2010), S. 20.

Die sogenannte Value Innovation ist bei Projekten im Sondermaschinenbau ein wesentliches Werkzeug zum Projekterfolg. Der Begriff Value Innovation steht für Innovationen, die speziell an zuvor ermittelte Kund:innenbedürfnisse ausgerichtet ist, anstatt Innovationen im Markt zu platzieren und zu hoffen, dass diese von Kund:innen akzeptiert und gebraucht werden. Kund:innen werden zu ihren derzeitigen und zukünftigen Bedürfnissen befragt, sie werden in den Innovationsprozess eingebunden und Projektmitglieder nehmen während des gesamten Innovationsprozesses stets den Blick von Kund:innen ein, um deren Anforderungen besser gerecht zu werden. Dies schafft sowohl für das Projekt selbst als auch langfristig für das Unternehmen einen höheren Wert und steigert so den nachhaltigen Unternehmenserfolg.⁹²

⁹⁰ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 143.

⁹¹ Vgl. Stern/Jaberg (2010), S. 18 ff.

⁹² Vgl. Kerzner (2019), S. 35 f.

3.2 Unterschied zum klassischen Projektmanagement

Um Innovationen innerhalb eines Projekts erfolgreich umsetzen zu können, müssen Projektleiter:innen die Unterscheidungsmerkmale zwischen herkömmlichen Projekten und dem klassischen Projektmanagement und denen von Innovationsprojekten verstehen. Im Sinne der Projektstätigkeit bedeutet das für das Projektteam und für Projektleiter:innen, dass zu den Tätigkeiten des Projektmanagements zusätzlich Denkweisen, Werkzeuge und Aufgaben von hoher Veränderlichkeit und Einzigartigkeit miteinfließen müssen. Weiters hat sich die Definition des Projekterfolgs maßgeblich verändert. Es genügte nicht mehr, Projekte im Sinne der Kosten, Zeit oder Qualität erfolgreich abzuschließen, da auch der Beitrag eines Projekts zum Unternehmenserfolg und zur Wertsteigerung als Erfolgsfaktor miteinbezogen wurde. Dies führte zu unterschiedlichsten Parametern zur Ermittlung von erfolgreichen Innovationsprojekten und bezog auch erstmals das Marketing in die Erfolgsmessung mit ein. Abschließend wurde auch das klassische Ende eines Projekts neu definiert. Im klassischen Projektmanagement wurde das Projekt durch abschließende Papierarbeit durch Projektleiter:innen beendet, welche anschließend zu neuen Aufgaben oder Projekten übergangen. Dadurch entfiel jedoch die Möglichkeit, den Beitrag des Projekts zum Unternehmenserfolg zu bestimmen, wodurch nun Mitarbeiter:innen „abgeschlossene“ Projekte weiterhin betrachten. So kann einerseits der derzeitige und zukünftige Beitrag zum Unternehmenserfolg gemessen werden, andererseits können notwendige, nachträgliche Änderungen und Anpassungen zeitgerecht erfasst und angestoßen werden.⁹³

Im Laufe des Jahrtausendwechsels erkannte man, dass signifikante Änderungen im Projektmanagement notwendig sind, um als Unternehmen weiterhin erfolgreich am Markt bestehen zu können. Zuerst erkannte man, dass Projektziele teilweise nicht mehr mit klassischen Vorgehensweisen erreicht werden können, wodurch agile Methoden wie Scrum, Kanban oder Design Thinking entwickelt wurden, die auch in vielen Fällen im Innovationsmanagement von Bedeutung sind. Innovationsprojekte zeichnen sich durch ein wesentlich höheres Maß an Unsicherheit und Komplexität im Vergleich zu klassischen Projekten aus. Entscheidungen im Bereich des Innovationsmanagement sind weitreichender und mehrstufig und binden meist umfangreiche finanzielle, materielle und personelle Ressourcen über lange Zeit hinweg. Es kommt zu erheblichen Widerständen von Seiten der Projektmitglieder sowie teilweise von unternehmens-externen Quellen. Erfolgreiche Innovationen erfordern weitreichende fachliche, methodische und soziale Kompetenzen von Projektleiter:innen, um den Verlauf des Innovationsprozesses nicht dem Zufall zu überlassen, sondern ihn systematisch und zielorientiert zu initiieren und zu realisieren.⁹⁴ Tab. 4 stellt Aspekte des klassischen und des innovationsorientierten Projektmanagements gegenüber.

⁹³ Vgl. Kerzner (2019), S. 160.

⁹⁴ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 27 f.

	Klassisches Projektmanagement	Innovationsmanagement
Werkzeuge und Aufgaben	PSP, PDCA-Zyklus	Scrum, KANBAN, Design-Thinking, fachliche Kompetenzen notwendig
Erreichung der Projektziele	Mit bekannten Arbeitspaketen	Mit neuen und unbekanntem Arbeitspaketen
Risiko des Scheiterns	Zu Beginn gut erfassbar	Höhere Unsicherheit und Komplexität
Einflüsse auf Projekterfolg	Weitestgehend bestimmbar	Widerstände von internen und externen Quellen wahrscheinlicher
Erfolg des Projekts	Zeit, Kosten und Qualität eingehalten	Zusätzlich Beitrag zum Unternehmenserfolg, Marketingaspekte, Wertsteigerung des Unternehmens
Abschluss des Projekts	Projektabschluss-Bericht	Ende des Projekts erst am Ende des Produktlebenszyklus

Tab. 4: Unterschiede zwischen klassischem und innovationsorientiertem Projektmanagement, Quelle: Eigene Darstellung.

3.3 Innovationsmethoden und Kreativitätstechniken

Alle Innovationen starten nach ihrem Auslöser – bei Projekten im Sondermaschinenbau in Form des Lastenhefts bzw. Pflichtenhefts – mit der Ideengewinnung. In dieser Phase des idealisierten Innovationsprozesses (siehe Abb. 12) soll eine möglichst hohe Zahl an möglichen Lösungsideen gefunden werden, sei es durch die Ideensammlung – also das Zurückgreifen auf bereits bestehende Ideen – oder durch die Ideengenerierung, bei der völlig neuartige Ideen kreiert werden sollen. Primäre Ressource bei der Generierung von Ideen ist die Kreativität jener Menschen, die gemeinsam in einem Workshop und durch Zuhilfenahme von verschiedensten Methoden und Techniken nach Ideen zur Lösung der gegebenen Probleme suchen.

Kreativität bezeichnet die schöpferische Kraft und das Vermögen, etwas Neues oder Originelles zu schaffen, das nützlich oder einsetzbar ist. Sie ist die menschliche Eigenschaft, neue Lösungen für Problemstellungen zu finden (produktive Kreativität) oder gänzlich neue Ideen zu erzeugen (expressive Kreativität). In der Literatur wird Kreativität meist als divergentes Denken beschrieben, das sich durch Offenheit und das Nichtvorhandensein von Systematik auszeichnet. Das Gegenstück dazu bildet die menschliche Intelligenz, das konvergente Denken, das alltägliche, geradlinige und streng rational-logische

Denkmuster hervorbringt.⁹⁵ Um Kreativität bei der Ideengenerierung maximal zu fördern, müssen bestimmte Grundlagen geschaffen und sogenannte Kreativitäts-Killer eliminiert werden (siehe Tab. 5).⁹⁶

Die 11 Grundlagen der Kreativität	Die 8 Kreativitäts-Killer
<ul style="list-style-type: none"> • Geistige Beweglichkeit • Aktives Problembewusstsein • Mut • Allgemeinbildung • Fachwissen • Humor • Sicherheit • Freiraum • Körperliche und geistige Fitness • Lebenserfahrung • Selbstvertrauen 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlafmangel • Angst • Denkverbote • Druck (zeitlich und hierarchisch) • Perfektionismus • Aggressivität • Falsche Technik • Mangelnde Umsetzung

Tab. 5: Einflussfaktoren auf die Kreativität, Quelle: Eigene Darstellung.

Für die kreative Generierung von Ideen kommen häufig Kreativitätstechniken zum Einsatz, welche dabei behilflich sein sollen die natürliche Kreativität zu verstärken, auftretende Denkblockaden zu überwinden und eingefahrene Denkweisen zu verlassen.⁹⁷ Solche Kreativitätstechniken werden weitestgehend nach dem Hemisphärenmodell von Nobelpreisträger Roger w. Sperry in intuitive (rechte Gehirnhälfte) und diskursive Methoden (linke Gehirnhälfte) unterteilt.⁹⁸ Bei intuitiven Methoden wird der Einsatz von Emotionen, Gefühlen und Fantasie verstärkt, diskursive Methoden liefern Ideen durch analytische, systematische Vorgehensweisen und eine Lösungssuche in einzelnen, logisch ablaufenden Arbeitsschritten.⁹⁹ Unabhängig von der eingesetzten Kreativitätstechnik müssen die vier goldenen Regeln eingehalten werden.¹⁰⁰

1. Der Fantasie freien Lauf lassen
2. Von anderen Ideen inspirieren lassen
3. Keine Bewertung der Ideen während der Ideenfindung
4. Quantität vor Qualität

Tab. 6 stellt eine Übersicht über gängige Kreativitätstechniken dar, eingeteilt in intuitive, diskursive und kombinierte Methoden inklusive deren empfohlene Einsatzgebiete und Anzahl der Teilnehmer:innen.

⁹⁵ Vgl. Boos (2014), S. 7 ff.

⁹⁶ Vgl. Boos (2014), S. 11-19.

⁹⁷ Vgl. Koltze/Souchkov (2017), S. 11 f.

⁹⁸ Vgl. Boos (2014), S. 9.

⁹⁹ Vgl. Koltze/Souchkov (2017), S. 12.

¹⁰⁰ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 286.

Methode	Häufiges Einsatzgebiet	Teilnehmer:innen
Intuitive Methoden:		
Anonymes Brainstorming	Wie Brainstorming, nur Einzelarbeit	4 - 8
Bionik	Produktentwicklungen	1 - 15
Bisoziation	Technisch-kreative Aufgabenstellungen	8 - 20
Brainstorming	Vielseitig einsetzbar, zur Auflockerung	5 - 12
Brainwriting-Pool	Spontane Ideengewinnung	4 - 8
Clustering	Ideen für den sprachlichen Gebrauch	1 oder 3 - 5
Destruktives Brainstorming	Verbesserung einer schlechten Situation	5 - 12
Flip-Flop-Technik	Impuls bei festgefahrenen Diskussionen	5 - 8
Galeriemethode	Für Gruppen aus untersch. Bereichen	3 - 12
Imaginäres Brainstorming	Produktentwicklungen, Zwischenschritt	5 - 12
Kartentechnik	Analyse von Problemen	4 - 10
Kollektives Notizbuch	Lösungssuche komplexer Fragestellungen	unbegrenzt
Methode 6-3-5	Einfache, konkrete Fragenstellung	6
Mind-Mapping	Planung; Protokollerstellung; Strukturierung	1 - 3
Reizwortanalyse	Werbung und Medien, Produktnamen	4 - 8
Semantische Intuition	Entwicklung von Produktideen und -namen	1 - 8
Synektik	Für komplexe Probleme	4 - 10
Diskursive Methoden:		
Funktionen- oder Wertanalyse	Ermittlung von Kostentreibern	5 - 15
Morphologie (Matrix & Kasten)	Produktinnovationen oder -verbesserung	1 - 10
Osborn-Checkliste	Weiterentwicklung einer bestehenden Idee	1 - 12
Progressive Abstraktion	Ideenfindung im Change-Management	1 - 8
Ursache-Wirkungs-Diagramm	Systematische Ermittlung von neg. Ursachen	4 - 12
Kombi-Methoden:		
Denkhüte nach De Bono	Für komplexe Probleme	6
TRIZ	Innovationen im technischen Bereich	unbegrenzt
Walt-Disney-Methode	Überprüfung gefundener Ideen	1 - 6
Zukunftswerkstatt	Bürgerinitiativen, soziale Einrichtungen	15 - 25

Tab. 6: Kreativitätstechniken, Quelle: in Anlehnung an Boos (2014), S. 27 f.

Die Methode nach TRIZ – Theorie des erfinderischen Problemlösens (russisch: „теория решения изобретательских задач“ - *Teoria reschenija isobretatjelskich sadatsch*) – verdient im Innovationsmanagement besondere Beachtung und ist eine weitverbreitete Methode zur Lösung technischer Problemstellungen. Der russische Ingenieur Genrich Saulowitsch Altshuller analysierte eine große Zahl an Patenten und erkannte, dass technologische Entwicklungen bestimmten Mustern und Gesetzen, sogenannten Trends, folgen. Diese Trends können genutzt werden um Systeme weiterzuentwickeln oder technische Problemstellungen zu lösen. Gemeinsam mit dem russischen Erfinder und Ingenieur Raphael Borissowitsch Shapiro formulierte er die drei Gesetzmäßigkeiten der TRIZ:¹⁰¹

1. Technische Systeme entwickeln sich nach bestimmten, wiederkehrenden Mustern und Gesetzen, sogenannten Trends, weiter.
2. Einer Vielzahl an Erfindungen liegt eine verhältnismäßig kleine Anzahl innovativer Lösungsprinzipien zugrunde.
3. Um komplexe erfinderische Aufgaben lösen zu können müssen sogenannte Widersprüche überwunden werden.

Die Methode nach TRIZ fokussiert sich schon von Beginn an auf die vielversprechendsten Ansätze und nutzt Lösungen, die in anderen Branchen bereits vorhanden sind, anstatt – wie viele klassische Kreativitätstechniken – die Denkweise in bereits bekannte Wissensgebiete oder viele unkontrollierte Richtungen zu lenken (siehe Abb. 14).

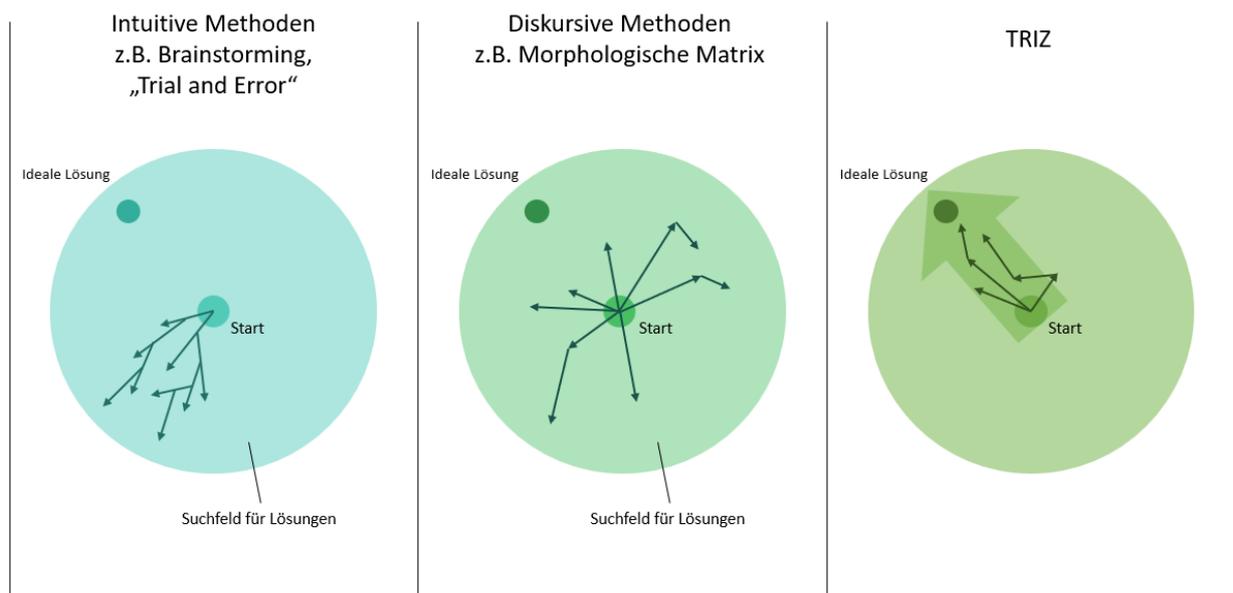


Abb. 14: Ansätze des Problemlösens, Quelle: in Anlehnung an Koltze/Souchkov (2017), S. 17.

¹⁰¹ Vgl. Petrov(2019), S. 14 ff.

Die Vielzahl an bereits vorhandenen Lösungen, mit denen vergangene Probleme gelöst worden sind, gilt es für das eigene Problem zu nutzen, in dem das Branchendenken überwunden wird und fachfremde Kenntnisse einbezogen werden.¹⁰²

Kreative Methoden und Werkzeuge werden laufend verbessert und angepasst, ebenso wie gänzlich neue Verfahren zum Thema Innovation entwickelt werden. Ein Beispiel dafür ist die Innovationsverlaufsanalyse in Kombination mit der visualisierten Darstellung des Produktlebenszyklus. Diese gliedert den Innovationsprozess in drei Schritte: den Initialworkshop, leitfadengestützte Einzelinterviews entlang des Produktlebenszyklus und einen abschließenden Feedbackworkshop.¹⁰³ Anders als klassische Innovationswerkzeuge, die nur punktuell und einmalig im Laufe des Projekts angewendet werden, steht bei dieser Methode der gesamte Produktlebenszyklus im Fokus. In der Sondermaschinenbau ist es eine weitverbreitete Praxis, beispielsweise auch nach Auslieferung Innovationen an der Anlage durchzuführen, wodurch solche Methoden häufig Anwendung finden. Aus welchen Gründen nachträgliche Innovationen auftreten können, wird im folgenden Kapitel beschrieben.

3.4 Innovation in der Sondermaschinenbau-Praxis

Innovationen entlang des gesamten Produktlebenszyklus beziehen sich nicht auf die betriebswirtschaftlichen Marktphasen (Einführung, Wachstum, Reife etc.), sondern vielmehr auf das Verständnis des Produktlebenszyklus, das den gesamten Zeitraum von der Planung über die Entwicklung, Konstruktion, Arbeitsvorbereitung, Herstellung, Vertrieb, Nutzung und Wartung bis hin zur Entsorgung des Produkts umfasst. In diesem Zeitraum entstehen in der Praxis eigenständige Innovationen, die für den gesamten Innovationsprozess wichtig sind.¹⁰⁴ Ein typisches Beispiel sind sich verändernde Kund:innenbedürfnisse, die nach der Endabnahme im Laufe des langjährigen Betriebs der Anlage auftreten können. Eine bestehende Anlage wird in diesem Fall entsprechend umgebaut, angepasst oder gänzlich verändert, wodurch Innovationen außerhalb der klassischen Projektphasen notwendig sind. Dies macht deutlich, dass ein innovatives Unternehmen nicht allein dadurch erfolgreich sein kann, dass Mitarbeiter:innen der Forschungs- und Entwicklungsabteilung gute Innovationsarbeit leisten, sondern dass alle Abteilungen und Mitarbeiter:innen innovationsorientiert und kreativ arbeiten wollen und können.

Sehr häufig kommt es bei Innovationen zu einer Vielzahl an Hürden, die den Erfolg von Innovationsprojekten erschweren oder sogar zum Scheitern der Innovation führen. Durch stetig wiederkehrende Muster und gleiche methodische Fehler im Unternehmen scheitern über alle Arten von Innovationsvorhaben 60 bis 90 Prozent. 80 Prozent der Ursachen des Scheitern finden sich in der Startphase des

¹⁰² Vgl. Hentschel/Gundach/Nähler (2010), S. 22 ff.

¹⁰³ Vgl. Pfeiffer/Schütt/Wühr (2012), S. 49 ff.

¹⁰⁴ Vgl. Wühr/Pfeiffer/Schütt/Huchler (2012), S. 75.

Innovationsvorhabens, auch wenn das Scheitern erst im weiteren Verlauf sichtbar wird. Es gibt zu viele Aktivitäten ohne klare Priorisierung, Interessenskonflikte zwischen den Beteiligten, fehlende Unterstützung des Managements, häufige Reorganisation der Unternehmensstruktur oder keine klaren Zielsetzungen.¹⁰⁵ Weitere Schwierigkeiten tauchen bei einem fehlenden Verständnis zwischen Innovationstheorie und Praxis bei technischen Mitarbeiter:innen auf, die bei Projekten im Sondermaschinenbau an Innovationen mitwirken. In diesem Zusammenhang beschreibt der sogenannte Praxisschock den Unterschied zwischen dem, was Studierende der Ingenieurwissenschaften im Laufe ihres Studiums zur Lösung von technischen Problemen lernen und der Erkenntnis, dass die technische Lösung eines Problems nur einen kleinen Ausschnitt der betrieblichen Realität ausmacht. Diese Diskrepanz entsteht aufgrund von zu viel theoretischem Wissen und dem Defizit an praktischen Erfahrungen. In jedem Unternehmen gibt es Rahmenbedingungen, auf die sich Mitarbeiter:innen einlassen müssen, ebenso muss man sich in der Innovationspraxis darauf einstellen, ständig Kompromisse ressourcentechnischer, funktionaler oder sozialer Art machen zu müssen. Der Praxisschock beschreibt den Umstand, dass im Betrieb ein sachlich technisches Argument nur eines von vielen ist und es viele andere Sichtweisen auf das Produkt und das Unternehmen gibt.¹⁰⁶

Alle Kreativitätstechniken haben einen teils mehr oder weniger vorgegebenen Ablauf. Beim Einsatz einer oder mehrerer Techniken während eines Innovationsworkshops zeigt sich jedoch, dass Abläufe nicht immer streng nach der Literatur einhaltbar und je nach Gruppe oder Aufgabenstellung durchaus anzupassen sind, um die Ideengenerierung zu verbessern. Das primäre Ziel, Lösungen für Probleme zu finden – nicht Methoden korrekt anzuwenden – ist ein weiterer Faktor, den Innovationsmanager:innen und Projektleiter:innen in der Praxis beachten müssen.

Das in Kap. 2.4 beschriebene Wechselspiel zwischen dem Sondermaschinen- und Standardmaschinenbau ist auch in der Innovationspraxis ein wichtiger Faktor, den es von Projektleiter:innen und Innovationsmanager:innen zu beachten gilt. Obwohl der Innovationsprozess innerhalb eines Sondermaschinenbauprojekts vorrangig der Erfüllung der projektspezifischen Kund:innenbedürfnisse gilt, können die so gefundenen Lösungen auch nach erfolgreichem Abschluss des Projekts für das Unternehmen nützlich sein. Eine entwickelte Sondermaschine kann zur Akquisition weiterer potenzieller Kund:innen dienen oder Teillösungen der Sondermaschine für andere Projekte und Problemstellungen genutzt werden, wodurch die unternehmensinterne Modularisierung (siehe Kap. 2.2.4) verbessert wird. Die Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess, welche in Kap. 4 ausführlich behandelt wird, findet somit auch unter dem Aspekt des nachhaltigen Unternehmenserfolgs und demnach nicht nur für den erfolgreichen Abschluss des jeweiligen Projekts statt.

¹⁰⁵ Vgl. Wannke/Storm/Liebsch (2012), S. 25 f.

¹⁰⁶ Vgl. Bolte (2000), S. 110 ff.

3.4.1 Das Schaffen einer Innovationskultur

Die Bereitstellung eines Orientierungs- und Handlungsrahmens, in dem die Generierung und Verwirklichung von neuartigen Ideen problemlos möglich ist, wird allgemein als innovationsfördernde Unternehmenskultur beschrieben. Sie hat die Aufgabe, das Engagement der Einzelperson und ganzer Teams zu fördern, eine kreativ-offene Innovationsstimmung zu verbreiten und ausreichend zeitliche, strukturelle und finanzielle Freiräume für die Entfaltung von Kreativität und Unternehmergeist bereitzustellen. Diese Unternehmenskultur ist die Gesamtheit der entstandenen und wirksamen Wertvorstellungen, Verhaltensvorschriften, Überzeugungen und Einstellungen.¹⁰⁷

Ziel einer innovationsfördernden Unternehmenskultur ist es, Veränderungsbereitschaft, Lernorientierung und teamorientierte Zusammenarbeit anstelle von Einzelkämpfertum zu etablieren, um ideal die ständig wechselnden Kund:innenbedürfnisse zu befriedigen, die der Sondermaschinebau mit sich bringt. Dazu gehört auch eine kooperative Führung, die offen kommuniziert, ein gutes Betriebsklima schafft und alle Mitarbeiter:innen motiviert und in das Betriebsgeschehen integriert.¹⁰⁸ Ein in der Literatur in diesem Zusammenhang oft gebrauchter Begriff ist die sogenannte Vertrauenskultur, die dem Gedanken folgt, dass die beidseitige Kontinuität der Beziehungen zwischen Mitarbeiter:innen und Management das Vertrauen, die Motivation, das Engagement und die Identifikation von Mitarbeiter:innen mit dem Unternehmen bestärkt, während es gleichzeitig Angst und Misstrauen lindert.¹⁰⁹

3.4.2 Managen von Kund:innenwissen

Obwohl im Sondermaschinenbau die Anforderungen von Kund:innen, die in Form von Lastenheften in der Vorphase eines Projekts zu Projektzielen definiert werden (siehe dazu Kap. 2.3.1), als hauptsächliche Innovationsauslöser angesehen werden können, gibt es noch andere Quellen zur Findung von Kund:innenbedürfnissen. Diese werden durch kund:innennahe Institutionen, die als Schnittstelle zwischen innovierendem Unternehmen und Kund:innen fungieren und sämtliche unternehmensinterne Organe mit Kund:innenkontakt sowie hersteller:innenexterne Akteure meinen, an das Unternehmen herangetragen. Sie sind infolgedessen Träger von Kund:innenwissen und müssen entsprechend sensibilisiert werden, dieses Innovationspotenzial zu erkennen und bestmöglich für das Unternehmen zu nutzen. Solche kund:innennahen Institutionen sind beispielsweise der Vertrieb bzw. Vertriebspartner:innen, das Produktmanagement, die Supportabteilung, der Kund:innendienst, das Servicepersonal oder die Marktforschung.¹¹⁰

¹⁰⁷ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 193 f.

¹⁰⁸ Vgl. Stern/Jaberg (2010), S. 77 ff.

¹⁰⁹ Vgl. Wannke/Storm/Liebsch (2012), S. 134 ff.

¹¹⁰ Vgl. Rath (2008), S. 53-58.

Damit dieses Wissen gezielt für Innovationsaufgaben genutzt werden kann, muss das Unternehmen dieses planvoll managen. Mit diesem Thema befasst sich der Ansatz des Customer Knowledge Managements, das die Zusammenführung von internem Unternehmenswissen und externem Kund:innenwissen anstrebt um damit Unternehmensbereiche mit Kund:innenkontakt gezielt für den Innovationsprozess verfügbar zu machen.¹¹¹ Hierbei ist zu verdeutlichen, dass Kund:innenwissen unterschiedliche Strukturen, Inhalte, Herkünfte, Träger, Zugänglichkeiten und Artikulierbarkeiten aufweist, die es erschweren, dieses Wissen einerseits zu systematisieren und andererseits für das Unternehmen bereitzustellen.¹¹² Der direkteste Weg von Kund:innenwissen zu profitieren, ist, Kund:innen direkt in den Innovationsprozess miteinzubeziehen. Im folgenden Kapitel soll analysiert werden, wie das Miteinbeziehen von Kund:innen in den Innovationsprozess durchgeführt werden kann und wie dadurch das Projektrisiko gemindert, Hürden während der Projekts leichter überwunden und die Kund:innen-zufriedenheit gesteigert werden kann.

¹¹¹ Vgl. Rath (2008), S. 61.

¹¹² Vgl. Rath (2008), S. 68.

4 KUND:INNENINTEGRATION IN DEN INNOVATIONSPROZESS

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Inklusion von Innovationsmanagement in das klassische Projektmanagement und welche Besonderheiten Innovationsprojekte aufweisen, soll in diesem Kapitel eruiert werden, wie Kund:innen während der Umsetzung eines Projekts im Sondermaschinenbau in Innovationsprozesse eingebunden werden können. Dies ermöglicht auch kleinen und mittelständigen Unternehmen im Bereich des Sondermaschinenbaus, deren Organisationsstruktur keine Marktforschungs- und Wissensmanagementabteilungen zulässt, durch Kund:innenwissen zu profitieren. Um als Unternehmen Kund:innen in den Innovationsprozess zu integrieren, bedarf es neben einer ausgeprägten innovationsfördernden Unternehmenskultur (siehe Kap. 3.4.1) auch den dafür geeigneten Ansatz, die richtige Kund:in, die richtige Intensität und den richtigen Zeitpunkt im Projektverlauf. In diesem Kapitel soll analysiert werden, wie Kund:innen als direkte Wissensträger in den Innovationsprozess integriert werden können, welche Vorteile sich daraus ergeben und wie dadurch nicht nur der Projekterfolg, sondern auch der nachhaltige Unternehmenserfolg gesichert werden kann.

Industrielle Märkte zeichnen sich heute durch ihren Informationsreichtum aus, der durch die Entwicklungen in der Informations- und Telekommunikationstechnologie vorangetrieben wurde.¹¹³ Um diesen Informationsreichtum nutzen zu können, sind Unternehmen gefordert, ihren Innovationsprozess gegenüber externen Instanzen wie Kund:innen, Partner:innen, Forschungseinrichtungen, Lieferant:innen und sogar Wettbewerber:innen, zu öffnen. Diese Tendenz zur Öffnung bislang unternehmensinterner Innovationsprozesse wird Open Innovation genannt.¹¹⁴ Die Open Innovation verfolgt den Ansatz, dass die für die Hervorbringung von Innovationen wertvollen Informationen zum einen aus dem Unternehmen selbst kommen, zum anderen aber auch von außen an das Unternehmen herangetragen werden müssen.

4.1 Die richtigen Kund:innen finden

Im Zuge von Innovationen, die für den Endverbrauchermarkt bestimmt sind, spricht man bei der Wahl der richtigen Kund:innen meist von sogenannten Lead Usern. Diese charakterisieren sich dadurch, dass Sie über fortschrittliches Wissen verfügen und zu einer Kooperation mit dem innovierenden Unternehmen motiviert sind.¹¹⁵ Lead User haben Bedürfnisse, die bei der Masse des Markts erst in Monaten oder Jahren auftreten werden und die derzeit nicht vom Markt befriedigt werden können. Weiters würden Lead User stark davon profitieren, wenn es am Markt eine Lösung für Ihre Anforderungen geben würde.¹¹⁶

Die Charakteristika solcher Lead User kann auch auf den Sondermaschinenbau übertragen werden. Lead User sind in diesem Fall keine Endverbraucher, sondern Unternehmen, die einen Produktionsprozess

¹¹³ Vgl. Glazer (2000), S. 32.

¹¹⁴ Vgl. Chesbrough (2003), S. 43.

¹¹⁵ Vgl. Rath (2008), S. 45.

¹¹⁶ Vgl. von Hippel (1986), S. 796.

benötigen, den ihre Konkurrenz erst in einiger Zeit benötigen wird. Sie können sich somit einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil sichern, wodurch das hohe Interesse einer erfolgreichen Umsetzung des Sondermaschinenbauprojekts und die hohe Motivation für eine Integration in den Entwicklungsprozess begründet werden kann. Sie besitzen zwar kein dezidiertes Wissen über die Lasertechnologie, aber hohe Erfahrung im Umgang mit ihren Bauteilen, was zu einem großen Vorteil für Hersteller:innen führen kann (siehe dazu Kap. 4.5).

Neben Lead Usern kommen jedoch auch andere Kund:innengruppen für eine Einbindung in den Innovationsprozess in Frage. Möglich wären etwa wirtschaftlich attraktive Kund:innen, zu denen das Unternehmen eine enge Geschäftsbeziehung pflegt.¹¹⁷ Potenzielle Innovationspartner können anhand von Lead-User-Eigenschaft, technischer bzw. wirtschaftlicher Attraktivität der Kund:innen und Enge der Geschäftsbeziehung bewertet und ausgewählt werden.¹¹⁸ Ein weiterer Ansatz, potenzielle Kund:innen für die Integration zu bestimmen, ist die Unterteilung in eine Anwendungswissensdimension und eine Objektwissensdimension. Das Anwendungswissen bezieht sich auf die praktische Erfahrung mit der Produktnutzung oder dem Fertigungsprozess und den daraus resultierenden Bedürfnissen, die eine Innovation dieses Produktes bzw. Prozesses befriedigen soll.¹¹⁹ Bezogen auf die Laserbearbeitung könnte solch ein Wissen die Erfahrung mit bisherigen Bearbeitungsprozessen durch andere Technologien sein, die nun durch die Anschaffung einer neuen Laseranlage durchgeführt werden sollen. Die zweite Dimension ist das Objektwissen, das allgemein technisches, verfahrenstechnisches oder materialtechnisches Wissen meint und typischerweise das Wissen über das zu bearbeitende Bauteil und das zu erreichende Ergebnis darstellt.¹²⁰ Durch Betrachtung dieser zwei Dimensionen ergeben sich insgesamt vier Typen von Kund:innen, die jeweils unterschiedliches Einbindungspotenzial aufweisen (siehe Abb. 15):

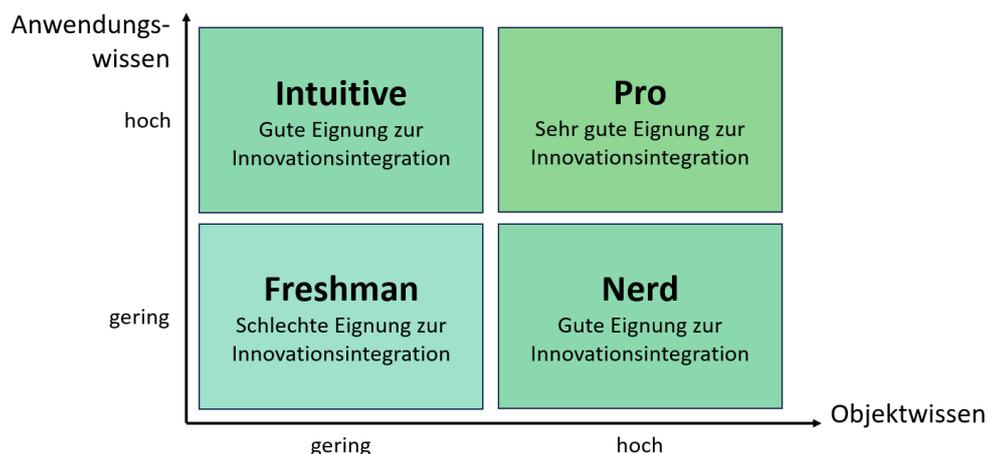


Abb. 15: Potenzial von Kund:innen zur Integration in den Innovationsprozess, Quelle: Reichwald et al. (2004), o.S.

¹¹⁷ Vgl. Rath (2008), S. 46.

¹¹⁸ Vgl. Gruner (1997), S. 185.

¹¹⁹ Vgl. Hemetsberger/Füller(2009), S. 417.

¹²⁰ Vgl. Hemetsberger/Füller(2009), S. 417.

4.2 Die geeignete Intensität wählen

Um die richtige Intensität für das jeweilige Innovationsprojekt zu bestimmen, müssen zuerst die möglichen Rollen von Kund:innen im Innovationsvorhaben definiert werden. Kund:innen können eine passiv ausgerichtete Rolle einnehmen, indem sie lediglich durch einfache Äußerung der Bedürfnisse zum Entstehen der Innovation beitragen.¹²¹ Dies ist bei Projekten im Sondermaschinenbau automatisch gegeben, da Kund:innen als direkte Auftraggeber:innen fungieren und ihre Bedürfnisse durch das Lastenheft an Hersteller:innen kommunizieren. Das andere Ende des Spektrums bilden höchst aktive Kund:innen, die ihre Anforderungen mit eigenen Innovationen erfüllen, also die Rolle von Innovator:innen einnehmen.¹²² Für Projekte im Sondermaschinenbau kommen hauptsächlich Kund:innen als mögliche Innovationspartner:innen in Frage, die zwischen vollständig passiven und aktiven Kund:innen liegen, wie in Abb. 16 dargestellt.

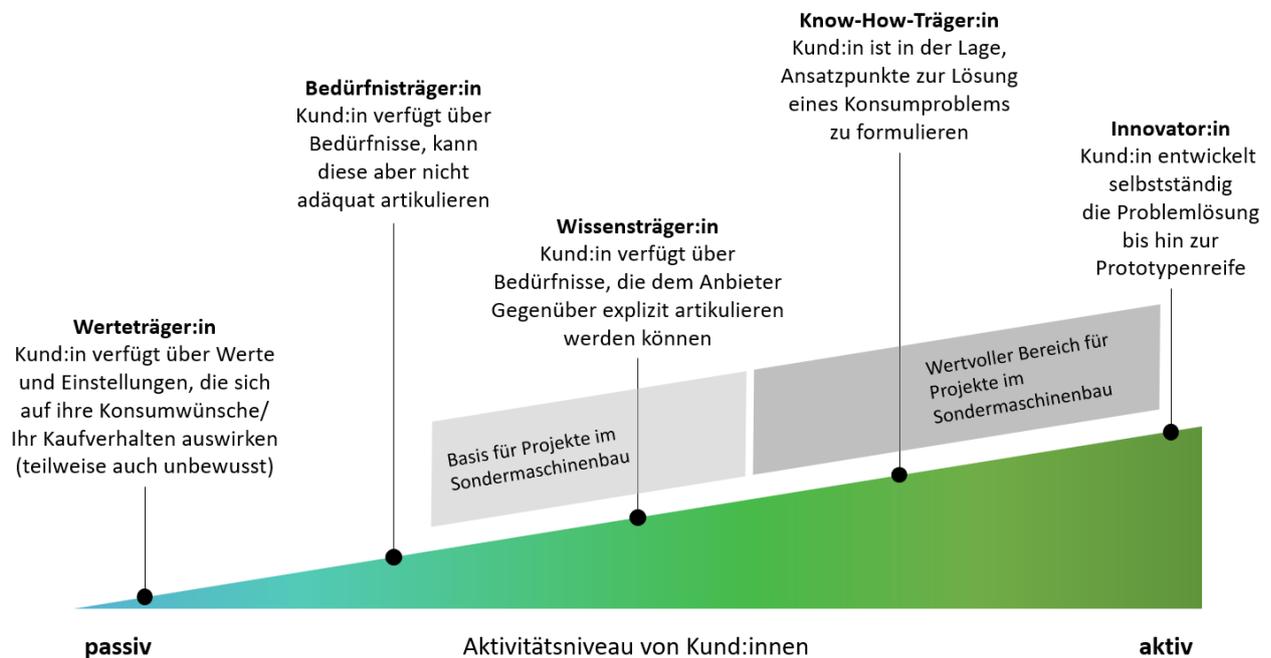


Abb. 16: Rollen von Kund:innen, Quelle: in Anlehnung an Rath (2008): S. 44 und Reichart (2002), S. 41.

Die Werteträger:in hat dabei kaum aktiven Einfluss auf den Innovationsprozess, da Werte und Einstellungen sowie das Kaufverhalten nur über psychologische Marktforschung ermittelt werden können. Hingegen stellt die Innovator:in einen typischen Lead User dar (siehe Kap. 4.1) und ist in der Lage, selbstständig Lösungskonzepte zu entwickeln.¹²³ Obwohl es unüblich ist, Kund:innen direkt mit dem Entwicklungsteam zusammenarbeiten zu lassen und so die intensivste Form der Einbindung zu wählen, soll dies dennoch im Zuge dieser Arbeit als mögliche Kooperationsform in Betracht gezogen werden. Ein

¹²¹ Vgl. Rath (2008), S. 46.

¹²² Vgl. Reichart (2002), S. 27.

¹²³ Vgl. Rath (2008), S. 44.

weitaus geläufigerer Weg ist ein niedriges Intensitätsniveau, bei dem Kund:innen lediglich eine Beraterrolle einnehmen. Ein mittleres Intensitätsniveau wäre beispielsweise die Einbindung von Kund:innen in Gruppenarbeiten und Workshops, was in der Praxis weniger häufig anzutreffen ist aber durchaus existiert.¹²⁴

Eine ebenso mögliche Betrachtung der Intensität des Kund:innenbeitrags zum Innovationsvorhaben ist die Unterscheidung in Entscheidungs-, Informations- oder Kurationsbeiträge. Obwohl diese Unterscheidung eher im Bereich von Innovationen für Endverbraucherprodukte zu finden ist, kann sie auf ein Sondermaschinenbauprojekt adaptiert werden. Kund:innen können demnach lediglich nach ihrer Entscheidung gefragt werden, welches Lösungskonzept zur Erfüllung einer bestimmten Anforderung weiter verfolgt werden soll. Sollten im Verlauf der Entwicklung von Sonderanlagen Informationen zur Lösung von bestimmten Problemstellungen notwendig sein oder persönliche Einschätzung der Innovation gewünscht sein, kann die Einbindung von Kund:innen ein möglicher Weg sein. Hierzu ist es durchaus üblich, dass Ansprechpersonen der Kund:innen Kolleg:innen aus dem Unternehmen zu Rate ziehen oder einen direkten Kontakt zwischen Entwicklungsteam der Hersteller:in und den passenden Personen mit dem nötigen Know-How seitens Kund:innen vermitteln. Sollen Kund:innen eigene Kreationen hervorbringen oder intensiv an der Ideengenerierung mit den Hersteller:innen mitwirken, so müssen sie mit entsprechenden Werkzeugen in die Lage versetzt werden.¹²⁵ Hierzu eignen sich sogenannte Toolkits, die dabei helfen, Kund:innen in einen kreativen Prozess involvieren.¹²⁶

4.3 Den passenden Zeitpunkt bestimmen

Der Einbezug von Kund:innen bringt nicht in allen Phasen des Innovationsprozesses und somit auch nicht in allen Phasen des Projektverlaufs den gleichen Nutzen. Ganz zu Beginn des Projekts – bis hin zur Erstellung des Pflichtenhefts – sind Anregungen von Kund:innen essenziell. Grundlegende Änderungen der Entwicklungsziele sind nachträglich meist mit erheblichem finanziellen Aufwand verbunden, weswegen sich der sinnvolle Kund:inneneinfluss während der Entwicklung auf Ratschläge in relevanten Detailfragen und auf eine Kontrollfunktion reduziert. Modelle, die diesen Ansatz verfolgen, empfehlen eine Beschränkung der Kund:innenintegration auf den Beginn des Projekts.¹²⁷ Im Bereich des Sondermaschinenbaus spricht man hierbei jedoch noch nicht von einer Integration von Kund:innen, da ohne deren Input und Lastenheft die Erstellung eines Pflichtenhefts nicht möglich wäre.

Andere Modelle sehen eine Einbindung von Kund:innen über den gesamten Innovations- und Projektprozess vor. In der Vorphase können Kund:innen neben den Informationen als Werte-, Bedürfnis-

¹²⁴ Vgl. Gruner (1997), S. 183.

¹²⁵ Vgl. Hemetsberger/Füller(2009), S. 417.

¹²⁶ Vgl. Hemetsberger/Füller(2009), S. 437 f.

¹²⁷ Vgl. Stern/Jaberg (2010), S. 159.

und Problemträger:innen (siehe Kap. 4.2) auch Innovationsanregungen und -ideen liefern. Während der Hauptphase können Kund:innen als Anwendungsexpert:innen der zu bearbeitenden Bauteile (siehe Kap. 4.5) dienlich sein und dabei helfen, die gewählten Lösungskonzepte zu entwickeln. In der Nachkaufphase – in der Kund:innen als Wissens- und Know-How-Träger auftreten – liefern sie Erfahrungen, Bewertungen und Beschwerden, die wertvolle Anhaltspunkte für Produktmodifikationen sind und als Anstoß für weitere Neuerungen in anderen Projekten herangezogen werden können.¹²⁸

Empirische Ergebnisse zeigen, dass eine Integration von Kund:innen in der frühen Phase des Projektes, während der Ideenbewertung und -auswahl sowie während der Endphase einen positiven Einfluss auf den Innovationserfolg haben. Die Einbeziehung von Kund:innen während der Konstruktionserstellung fällt dagegen negativ aus, weshalb für diese Phase eine Verringerung der Intensität der Kund:innenintegration vorgeschlagen wird (siehe hierzu auch Kap. 4.5 und Abb. 18).¹²⁹

Zur Thematik des richtigen Zeitpunkts für die Integration von Kund:innen sollen ebenfalls zwei wichtige Begriffe der Innovationsforschung nicht unerwähnt bleiben: der Market-pull und der Technology-push. Die Market-pull-Theorie geht davon aus, dass menschliche Bedürfnisse entsprechende Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten initiieren, die neue Produkte zur Befriedigung dieser Bedürfnisse hervorbringen. Der Begriff Technology-push steht für risikofreudige Unternehmen, die Neuerungen entwickeln und auf dem Markt durchsetzen. Deren Erfolge führen zu einer Monopolstellung am Markt, sehr hohen Profiten und Nachahmern, welche die Innovation aber ausschließlich verbreiten und auf Dauer zu einem Rückgang der Profite führen, wodurch die risikofreudigen Unternehmer zu neuen Innovationen veranlasst werden.¹³⁰

In diesem Zusammenhang ist ganz klar zu sagen, dass Projekte im Sondermaschinenbau fast ausschließlich durch einen Market-pull zustande kommen, da Auftraggeber:innen mit ihren Anforderungen auf Hersteller:innen zugehen und damit den Auslöser für die Innovation vorgeben. Die fertige Sonderanlage kann jedoch nach Abschluss des Projekts einen Technology-push darstellen, da der neu entwickelte Laserprozess bzw. die dafür notwendige Werkzeugmaschine entweder baugleich oder mit Anpassungen an andere Kund:innen herangetragen werden kann. Die Herstellung von Werkzeugmaschinen im Sondermaschinenbau – somit nach speziellen und einmaligen Anforderungen und Bedürfnissen – führt nicht zu zunehmender Komplexität und Spezialisierung bei Hersteller:innen, sondern zu einer technologischen Konvergenz. Die Fokussierung auf die Herstellungsprozesse der unterschiedlichen Kund:innen ermöglicht die Schaffung von universell einsetzbaren Maschinen, die es Anwender:innen erlauben, immer weitere neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Das Ergebnis ist ein technisches

¹²⁸ Vgl. Reichart (2002), S. 43.

¹²⁹ Vgl. Gruner (1997), S. 202 f.

¹³⁰ Vgl. Reichart (2002), S. 28 f.

Ungleichgewicht, das die fortlaufende Technikentwicklung vorantreibt. Verbesserungen der Produkte schaffen ihre eigenen Probleme, die wiederum neue Modifikationen und Revisionen nach sich ziehen.¹³¹ Abhängig davon, ob es sich um ein Pilotprojekt oder eine Anpassung einer bereits in der Vergangenheit entwickelten Anlage handelt, können Kund:innen in unterschiedlichen Phasen und mit unterschiedlichen Intensitäten in den Innovationsprozess eingebunden werden.

4.4 Ansätze zur Kund:innenintegration

Im Vordergrund sollte bei der Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess die Steigerung der Effektivität des Endproduktes sein. Unter Effektivität wird dabei die Qualität des Produktes verstanden. Ebenso werden mit der Integration akquisitorische Ziele verfolgt. In nur wenigen Fällen bewirkt die Einbindung von Kund:innen eine Steigerung der Effizienz im Sinne einer Kosten- bzw. Zeiteinsparung.¹³² Aus diesem Grund ist die Wahl der richtigen Methode von entscheidender Bedeutung. Sie soll nicht nur den lösungsbezogenen Nutzen der Integration maximieren, sondern auch mit so wenig personellem Aufwand, der richtigen Intensität und im richtigen Zeitpunkt stattfinden. In diesem Kapitel sollen theoretisch erarbeitete Modelle vorgestellt werden, die zeigen, wie Kund:innen in den Innovationsprozess eingebunden werden können.

4.4.1 Virtuelle Kund:innenintegration

Die virtuelle Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess meint eine Form der Einbindung, die lediglich über das Internet oder mit spezieller Software abgehalten wird. Dies bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten, Kund:innen phasenspezifisch und punktuell einzubinden. Es können Bild-, Ton- und Videomaterial in Kombination mit Präsentations-, Design- und Konstruktionssoftware genutzt werden, die eine verbesserte Multimedialität und Interaktivität erlauben.¹³³ Je nach Phase im Innovationsprozess und Rolle der Kund:innen können unterschiedliche Kund:innenbeiträge und Vorteile erwartet werden (siehe Abb. 17).¹³⁴ Andere Konzepte greifen nicht auf einzelne Lead User zurück, sondern möchten Produktgruppen – sogenannte Communities – mittels virtueller Integration einbinden. Communities definieren sich als Gemeinschaften von Produktinteressierten, die in sozialem Kontakt stehen und ähnliche Interessen verfolgen.¹³⁵

Eine weitere Methode ist die sogenannte „E-Customer-Innogrator“, dessen Kernstück ein dreidimensionaler Raum ist, der auf seinen drei Achsen eine zeitliche Dimension (Projektphase) eine Dimension der Einbindungsart (Interaktionen, Intensitäten etc.) und eine Dimension der Kundentypen

¹³¹ Vgl. Reichart (2002), S. 29.

¹³² Vgl. Reichart (2002), S. 88.

¹³³ Vgl. Bartl (2006), S. 38 f.

¹³⁴ Vgl. Ernst (2004), S. 196.

¹³⁵ Vgl. Bartl (2006), S. 42.

(Lead User, Neukunde etc.) abbildet.¹³⁶ Daraus ergibt sich eine derart große Vielfalt an unterschiedlichen Arten der Kund:inneneinbindung, dass dieser Ansatz eher zur morphologischen Analyse oder als strukturierter Gesprächsleitfaden geeignet ist.¹³⁷

Phase	Ideengenerierung & -bewertung	Konzeption & Projektauswahl	Entwicklung	Test	Markteinführung
Rolle der Kund:innen	<ul style="list-style-type: none"> Ideengeber:in Berater:in 	<ul style="list-style-type: none"> Co-Creator Berater:in 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklungs-partner:in Berater:in 	<ul style="list-style-type: none"> Abnehmer:in 	<ul style="list-style-type: none"> Abnehmer:in Tester:in
Kund:innenbeitrag	<ul style="list-style-type: none"> Ideengenerierung Bewertung von Ideen Verbesserungsvorschläge Beschwerden 	<ul style="list-style-type: none"> Bewertung von Konzepten Verfeinerung und Verdichtung von Konzepten 	<ul style="list-style-type: none"> Ideen für die Entwicklung Bewertung von Varianten 	<ul style="list-style-type: none"> Beurteilung des Produkts Erfüllung der Projektziele 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungserfahrungen Verbesserungsvorschläge
Zentrale Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Große Ideenvielfalt Nutzung der Kreativität der Kund:innen Frühes Feedback von Kund:innen Identifikation von Kund:innen mit dem Produkt 	<ul style="list-style-type: none"> Identifikation relevanter Produktvorteile (Value Proposition) Bessere Anpassung an Bedürfnisse von Kund:innen Mehr Testoptionen Reduziertes Risiko Feedback von Kund:innen in der entscheidenden Phase Information für einen rechtzeitigen Abbruch 	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung Kreativität und Erfahrung von Kund:innen Kontinuierliches Feedback Mehr Testoptionen Reduzierung des Entwicklungsrisikos Verbesserte Entscheidungsgrundlage 	<ul style="list-style-type: none"> Effiziente Anwendung von Marktforschungsinstrumenten Realistische Präsentation des Produkts und der neuartigen Funktionalitäten 	<ul style="list-style-type: none"> Reduktion von Markteintrittsbarrieren für sehr innovative Produkte Beschleunigung des Diffusionsprozesses Erhöhte Kund:innenbindung Verbesserte Anpassung des Produktes Verbesserte Fehlereliminierung

Abb. 17: Potenziale der virtuellen Kund:innenintegration, Quelle: in Anlehnung an Bartl (2006), S. 28 und Ernst (2004), S. 196.

Ein für den Sondermaschinenbau besonders hervorzuhebendes Konzept ist die internetbasierte Anwender:innenkooperation. Diese ist speziell auf die Produktentwicklung im Industriegüterbereich fokussiert und beinhaltet eine Kooperation mit Anwender:innen während der Konzeptionsphase. Als Anwender:innen gelten jene Personen, die mit der fertigen Anlage arbeiten und einen signifikanten Teil ihrer Arbeitszeit verbringen werden. Das Modell sieht einen Regelkreis vor, in dem erst die Kooperation inhaltlich konzipiert wird und danach die eigentliche phasen- und intensitätsbezogene Kooperation stattfindet. Dieser Regelkreis kann so oft durchlaufen werden, bis Hersteller:innen und Anwender:innen beschließen, dass die Kooperation nicht mehr hilfreich ist.¹³⁸

4.4.2 Workshops und Kliniken

Im Rahmen von Ideenworkshops können Kund:innen in das Unternehmen eingeladen werden, damit durch den Einsatz von Kreativitätstechniken (siehe Kap. 3.3) ihr kreatives Potenzial möglichst ganzheitlich zur Generierung von Ideen stimuliert wird.¹³⁹ Die passende Kreativitätstechnik ist abhängig von der

¹³⁶ Vgl. Rüdiger (2001), S. 9 f.

¹³⁷ Vgl. Hemetsberger/Füller(2009), S. 418.

¹³⁸ Vgl. Wobser (2003), S. 73-94.

¹³⁹ Vgl. Steinhoff/Schröder (2009), S. 48

spezifischen Problemstellung und dem Team inklusive Kund:innen (siehe Kap. 3.3). Speziell bei kreativen Workshops ist es wichtig, alle Teilnehmer:innen richtig einzustimmen, die nötige Konzentration und gleichzeitig Lockerheit zu schaffen, Stressfaktoren sollten weit weggeschoben werden können. Unabhängig der eingesetzten Techniken und Methoden ist es Aufgabe von Workshop-Moderator:innen alle Teilnehmer:innen über die grundlegenden Regeln für die Sitzung aufzuklären. Dabei sollten Moderator:innen besonders auf eine anhaltende Offenheit und Diskretion achten, in dem die Beteiligten aktiv dazu aufgefordert werden, ihre Ideen freimutig und ohne Vorbehalte zu äußern, ohne dabei die Ideen der anderen zu verspotten oder zu kritisieren.¹⁴⁰ Der Rahmen der Sitzung (bezüglich Tagesplanung, Pausen und anderen wichtige Uhrzeiten) sollte vorab bekanntgegeben werden, ebenso wie die geplanten Ziele des Workshops.¹⁴¹

Die Covid-19 Pandemie bewirkte generell eine Beschleunigung der Digitalisierung, wodurch auch die Innovationsarbeit vermehrt in den digitalen Raum verschoben wird. Innovationsworkshops, Online-Design-Sprints und Innovation-Sprint-Workshops finden zunehmend vollständig digital oder in einem hybriden Modus statt und können mehrere Tage andauern. Wichtig sind dabei die Erstellung einer detaillierten Zeit- und Aufgabenplanung und eine ausreichende Hardware- und Softwareausstattung seitens aller Teilnehmer:innen und besonders seitens der Moderator:innen. Dazu gehören neben einem Computer, Kamera, Lautsprecher oder Kopfhörer inklusive Mikrofon, guten Lichtverhältnissen und einem ruhigen Arbeitsplatz vor allem eine geeignete Videokonferenz-Software (Skype, Zoom, MS Teams, Webex, Google Hangouts) und Tools zur interaktiven Zusammenarbeit und Kollaboration (digitale Whiteboards wie Miro, Mural, Lucidpark, Conceptboard, Google Sheets, One Note, Padlet). Im digitalen Modus herrschen für Moderator:innen zusätzliche Herausforderungen, die es bei der Planung und während der Durchführung zu beachten gibt. Dazu zählen vor allem technische Schwierigkeiten, eine mögliche ineffektive Zusammenarbeit sowie eine erhöhte Ablenkung der Teilnehmer:innen.¹⁴²

Speziell zu Beginn eines Innovationsprojekts kann die Anwendung der sogenannten Klinik-Methode ergebnisbringend sein. Der Ursprung dieser Methode ist die Automobilklinik, eine spezielle Marktforschungsmethode der Automobilindustrie, bei der Testpersonen an einen spezifischen Ort – beispielsweise ein Laboratorium in einer Entwicklungsabteilung – eingeladen werden, damit sie dann gewissermaßen als „Patienten“ behandelt werden, als handle es sich um einen Besuch im Krankenhaus. Eine davon entstandene Abwandlung ist die Bedürfnisklinik, die der persönlichen Interaktion zwischen Kund:innen und Hersteller:innen dient, um die Bedürfnisse von Kund:innen genau zu erfassen. Dies mündet in einem anschließenden unternehmensinternen Bedürfnisworkshop, mit dem Ziel, die mit

¹⁴⁰ Vgl. Boos (2014), S. 23.

¹⁴¹ Vgl. Boos (2014), S. 24.

¹⁴² Vgl. Beckenbauer/Jud/Feuz (2021), S. 108 ff.

Kund:innen erarbeiteten Bedürfnisse zu analysieren, strukturieren und zu interpretieren, um daraus ein entsprechendes Pflichtenheft und in Folge ein Angebot erstellen zu können.¹⁴³

4.4.3 Regeln für erfolgreiche Kund:innenintegration

Aktive Kund:innenintegration leistet einen Beitrag zur Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit des Projekts. Um positive Effekte zu erreichen, ist es wichtig, die Integration von Kund:innen effizient und effektiv zu gestalten. Tab. 7 fasst zehn Regeln für eine erfolgreiche Einbindung von Kund:innen in den Innovationsprozess zusammen.¹⁴⁴

1. Kund:innen sind Wertschöpfungspartner	Kund:innen kennen oftmals nicht nur ihre Bedürfnisse, sondern auch den Weg zur Befriedigung dieser.
2. Öffnen des Unternehmens	Es reicht nicht mehr aus, allein auf die Stimme von Kund:innen zu hören. Stattdessen müssen sie Teil des Unternehmens werden.
3. Nutzen von Methoden	Kund:innenwissen „anzuzapfen“ beruht auf dem Einsatz passender Methoden in Abhängigkeit des Innovationsziels und der Projektphase.
4. Entwickeln eigener Methoden	Erlaubt ist, was funktioniert. Kombination, Anpassung oder Erstellung gänzlich neuer Methoden.
5. Nutzen moderner Technologien	Die Möglichkeit der digitalen Welt inkl. virtueller Tools hilft dabei, die Kreativität zu fördern und Wissen schneller zu teilen.
6. Akzeptanz schaffen	Alle Management-Ebenen sowie Mitarbeiter:innen müssen hinter der Kund:innenintegration stehen.
7. Schnittstellenmanagement	Genauso wichtig wie die Generierung von Kund:innenwissen ist die interne Weitergabe zu den Stellen, an denen es gebraucht wird.
8. Geeignete Anreizsysteme	Gründe schaffen, die sowohl extrinsisch als auch intrinsisch zum Mitmachen motivieren.
9. Mitarbeiter:innen sind Kund:innen	Die Kombination von internem und externem Wissen sowie das Potenzial von Mitarbeiter:innen ist ebenso von entscheidender Bedeutung.
10. Zukunftsorientierte Ausrichtung	Open Innovation besteht ebenso aus Kollaboration mit Zulieferer:innen, externen Forschungseinrichtungen oder sogar Wettbewerber:innen.

Tab. 7: Die zehn Regeln für die Kund:innenintegration, Quelle: in Anlehnung an Reichwald/Meyer/Engelmann/Walcher (2007), S. 176 ff.

¹⁴³ Vgl. Steinhoff/Schröder (2009), S. 47 f.

¹⁴⁴ Vgl. Reichwald/Meyer/Engelmann/Walcher (2007), S. 176.

4.5 Gründe für und gegen die Kund:innenintegration

Der Hauptgrund für die Einbindung von Kund:innen in den Innovationsprozess innerhalb eines Sondermaschinebauprojekts ist das Wissen über das zu bearbeitende Bauteil. Dies gilt einerseits unter dem Aspekt, dass die Verwendung der Lasertechnologie zur Oberflächenbearbeitung eine Vielzahl an möglichen Endresultaten liefern kann, die von Hersteller:innen in den meisten Fällen nicht qualitativ bewertbar sind, sondern nur durch Kund:innen bewertet werden können. Ein weiterer Aspekt ist die automatisierungstechnische Betrachtung der zu bearbeitenden Bauteile. In voll automatisierten Laserbearbeitungsanlagen muss das Bauteil meist aufgenommen, transportiert, gespannt und wieder übergeben und teilweise auch gewendet oder gedreht werden. Kund:innen sind die geeignetsten Wissensträger in Bezug auf Ihre Bauteile und können somit erfolgsrelevantes Wissen zur Manipulation liefern.

Die Einbindung von Kund:innen hat darüber hinaus sowohl im Hinblick auf den unternehmerischen Innovationserfolg als auch auf der Beziehungsebene zwischen Hersteller:in und Kund:in positiven Einfluss. Verschiedene empirische Studien belegen, dass die Wahrscheinlichkeit des Innovationserfolgs durch die Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess gesteigert werden kann.¹⁴⁵ Kund:innen identifizieren sich in einem höheren Maße mit dem Produkt, bringen ihm ein gesteigertes Engagement entgegen und bauen zu ihm bereits vor Auslieferung eine Beziehung auf. Sie tragen ebenso dazu bei, die Akzeptanz der Anlage der späteren Bediener:innen und im Unternehmen zu verbessern.¹⁴⁶

In der Regel bedeutet die Involvierung von Kund:innen auch eine Reduktion der Herausforderungen für Hersteller:innen (siehe Kap. 2.4), ebenso wie eine Verringerung der Risiken für Kund:innen (siehe Kap. 2.5). Die kund:innenseitige Angst vor unzureichender Funktionalität und Qualität der Anlage kann reduziert werden, wenn Kund:innen in den Innovationsprozess und somit in die Findung einer passenden Lösung für Ihre Anlage miteinbezogen werden. Die Risikoaversion nimmt ab, da das Vertrauen in Hersteller:innen durch offene Kommunikation und Einbindung der Kund:innen bestärkt wird. Für Hersteller:innen bietet die Kund:innenintegration den Vorteil, dass an risikoreichen Stellen im Verlauf des Projekts der Input von Kund:innen eine weitere, wertvolle unternehmensexterne Ideenquelle darstellt. Die Einbindung von Kund:innen stellt ein neuartiges Customer Relationship Management (CRM) dar. Engagierte Kund:innen, die bei der Entwicklung mitwirken, schätzen Hersteller:innen als kundenorientiert ein, fühlen sich ernst genommen, entwickeln Vertrauen und sind eher zu einer wiederholten Zusammenarbeit geneigt.¹⁴⁷

¹⁴⁵ Vgl. Gruner (1997), S. 197 ff. / Lüthje (2000), S. 159. / Reichart (2002), S. 116.

¹⁴⁶ Vgl. Füller/Mühlbacher/Rieder (2003), S. 40.

¹⁴⁷ Vgl. Füller/Mühlbacher/Bartl (2009), S. 197.

Es können jedoch auch Aspekte aufgezeigt werden, die bei gewissen Projekt- oder Unternehmensumständen gegen eine Integration von Kund:innen sprechen. Kund:innen neigen in der Praxis bei einer zu intensiven Involvierung in das Projektgeschehen dazu, den Überblick über die geforderten Projektziele zu verlieren. Dies zeigt sich vor allem dann, wenn Kund:innen auch in Detailfragen eingebunden werden bzw. wenn keine Entscheidungen mehr ohne Rücksprache mit Kund:innen getroffen werden. Während des Projekts werden mehr und mehr Anforderungen an die Anlage gestellt, welche die Flexibilität und Einsatzmöglichkeiten immer weiter steigern sollen, die jedoch große Änderungen mit weitreichendem Mehraufwand bedeuten würden und zu Missstimmungen innerhalb des Projektteams und zwischen Hersteller:in und Kund:in führen können.

Überdies kann jedoch auch eine (überschaubare) Einbindung von Kund:innen auf Ablehnung im Unternehmen stoßen, da sie organisatorische Veränderungen und Umstellungen auslöst. Bei Mitarbeiter:innen in der Entwicklung kann das sogenannte „Not Invented Here“ Syndrom auftreten, wenn sie mit marktinduzierten Kund:innenideen konfrontiert werden.¹⁴⁸ Dieses beschreibt eine systematische, ökonomisch nicht nachvollziehbare Widerstandshaltung gegenüber unternehmensextern entstandenen Ideen, Entwicklungsvorschlägen oder Technologien. Betroffene Mitarbeiter:innen sehen sich in ihrer eigenen Kompetenz zur Hervorbringung von Innovationen beschränkt und blockieren aus diesem Grund die Übernahme von Kund:innenideen.¹⁴⁹

Weiters kommt es in der Unternehmenspraxis oftmals zu Praktikabilitätsproblemen in Bezug auf die Kund:innenintegration in den Innovationsprozess. Die Umsetzung von Einbindungsmaßnahmen innerhalb mehrerer Phasen des gesamten Projektverlaufs bringt einen erheblichen zeitlichen und finanziellen Aufwand mit sich, was vor allem für kleine und mittlere Unternehmen dazu führen kann, dass aufwendige Verfahren nicht wirtschaftlich realisierbar sind.¹⁵⁰

Beiträge von technisch attraktiven Kund:innen (siehe dazu Kap. 4.1) können trotz ihrer technischen Überlegenheit negativ ausfallen. Dies lässt sich dadurch begründen, dass Hersteller:innen mit mangelndem technischen Know-How feststellen müssen, dass die Kompensation des eigenen Defizits mit den Entwicklungsfähigkeiten der eingebundenen Kund:innen nicht zum Erfolg führen kann.¹⁵¹ Das herstellende Unternehmen ist somit auch zu einem signifikanten Teil auf die internen technischen Fähigkeiten angewiesen.

Rund 74% der Unternehmen, die bei Innovationen Kund:innen miteingebunden haben, können einen hohen Markterfolg bescheinigen.¹⁵² Bei diesen erfolgreichen Projekten zeigt sich, dass Kund:innen

¹⁴⁸ Vgl. Rath (2008), S. 52.

¹⁴⁹ Vgl. Mehrwald (1999), S. 8.

¹⁵⁰ Vgl. Rath (2008), S. 53.

¹⁵¹ Vgl. Gruner (1997), S. 207.

¹⁵² Vgl. Reichart (2002), S. 92.

deutlich häufiger in den frühen Phasen (Ideenfindung und Produktkonzepterstellung) und häufiger in den späteren Phasen (Prototypbewertung und Markteinführung) integriert werden.¹⁵³ Die Kund:innenintegration wirkt sich ebenso positiv auf die Entwicklungszeit aus. Negative Auswirkungen fallen auf das Entwicklungsbudget, die Entwicklungstiefe und die Produktkomplexität aus.¹⁵⁴ Abb. 18 stellt die Abweichung der erfolgreichen von den nicht erfolgreichen Projekten und die einzelnen Auswirkungen abschließend grafisch dar.

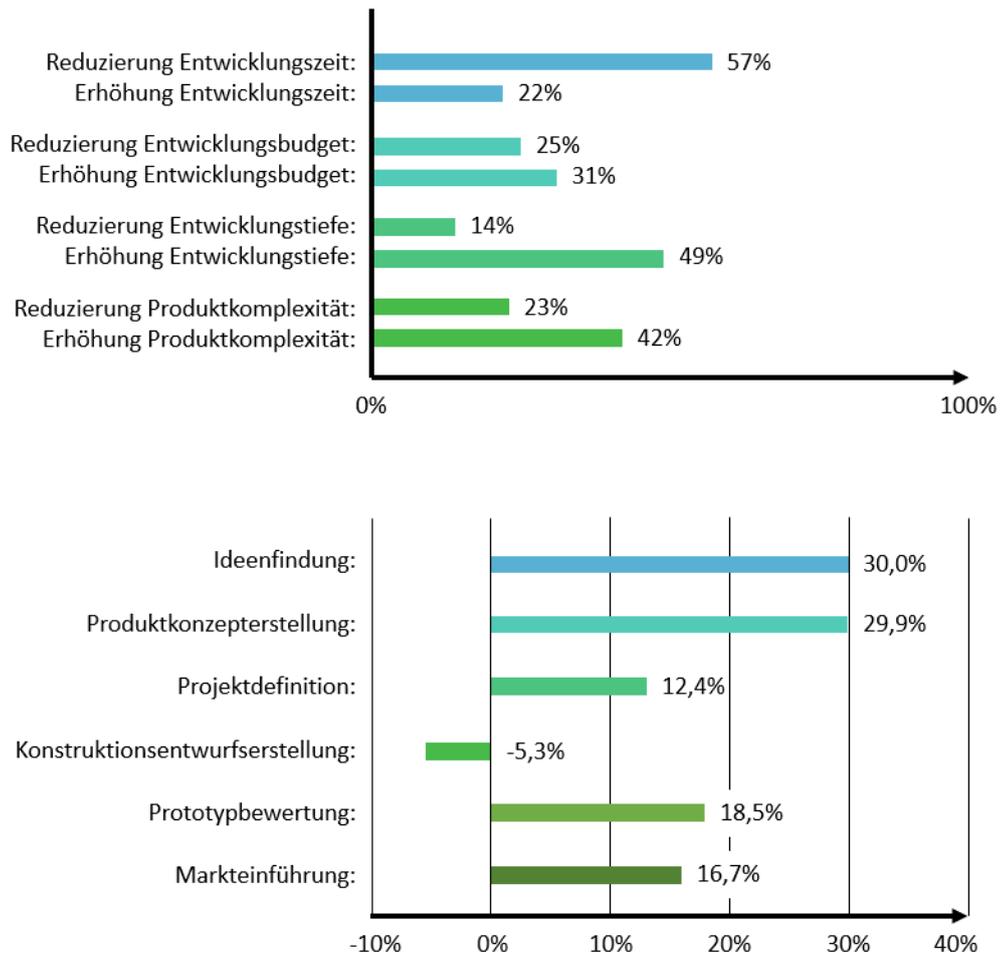


Abb. 18: Auswirkungen der Kund:innenintegration, Quelle: in Anlehnung an Reichart (2002), S. 92 und Homburg/Gruner (1996), S. 14.

¹⁵³ Vgl. Reichart (2002), S. 93.

¹⁵⁴ Vgl. Reichart (2002), S. 92.

5 ERFOLGSKRITERIEN VON PROJEKTEN IM SONDERMASCHINENBAU

Historisch gesehen hat sich das Verständnis von erfolgreichen Projekten stark verändert. Obwohl der Gedanke von Projektleiter:innen nicht zwingend falsch ist, dass es einzig darum geht Produkte und Dienstleistung erfolgreich auf den Markt zu bringen, hat sich die Art und Weise stark gewandelt wie der Projekterfolg gemessen wird. Die projektspezifischen Entscheidungen, die Projektleiter:innen im Verlauf eines Projekts treffen müssen, wurden durch Entscheidungen auf Unternehmensebene erweitert. Sie haben durch die Reichweite ihrer Projekte in Bezug auf den unternehmensweiten wirtschaftlichen Erfolg vermehrt Einfluss auf die strategische Ausrichtung des Unternehmens.¹⁵⁵ Unter diesem Aspekt sollen in diesem Kapitel jene Erfolgsfaktoren analysiert werden, durch die einerseits der Erfolg eines Sondermaschinenbauprojekts, andererseits die Einwirkung von Projekten auf die strategischen Ziele des Unternehmens bestimmt werden können. Dabei soll die Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess innerhalb eines Projekts im Sondermaschinenbau als zentraler Unterscheidungsfaktor zu unternehmensinternen Innovationsprojekten dienen.

5.1 Kriterien für den Projekterfolg

Es lassen sich in der Literatur viele unterschiedliche Unterteilungen der Erfolgskriterien in Bezug auf Projekte und Innovationen finden. Viel wichtiger ist jedoch der Umstand, dass es abhängig vom Unternehmen viele Möglichkeiten gibt den Erfolg von Projekten im allgemeinen zu beurteilen. Die Unterteilung in projektspezifische, innovationsspezifische, unternehmensspezifische und kund:innen-spezifische Erfolgskriterien folgt dem Aufbau dieser Arbeit und dient dem besseren Verständnis über die Vielzahl an Faktoren und dem zwingenden Zusammenspiel dieser für die Erreichung des Gesamterfolgs.

5.1.1 Projektspezifische Erfolgskriterien

Projekten, die Innovationen mit hohem Neuheitsgrad für Markt oder Unternehmen und hoher zeitlicher, quantitativer und qualitativer Komplexität beinhalten, wohnt ein verbreitetes Problem inne.¹⁵⁶ Verkürzte Marktzyklen stehen verlängerten Entwicklungszeiten gegenüber, wodurch sich das monetäre Problem von kürzeren Cashflow Perioden ergibt und enormer Druck auf Unternehmen aufgebaut wird, diese kurze Zeitspanne für Erlöse zu nutzen.¹⁵⁷ Dies wird durch eine Modellrechnung belegt, wonach bei Produkten für den Massenmarkt mit einer Lebensdauer von fünf Jahren eine Verzögerung des Markteintritts um sechs Monate eine Ergebnisverringering von bis zu 33% bedeutet. Eine Erhöhung der Entwicklungskosten während des Projekts um 50% verursacht hingegen nur eine Ergebnisminderung um 3,5%.¹⁵⁸ Projekte im

¹⁵⁵ Vgl. Kerzner (2019), S. 354.

¹⁵⁶ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 31 ff.

¹⁵⁷ Vgl. Milling (1993), S. 5 f.

¹⁵⁸ Vgl. Matz (2007), S. 2.

Sondermaschinenbau zielen einerseits nicht auf den Massenmarkt ab und haben andererseits eine weitaus längere Lebensdauer als 5 Jahre. Dadurch lässt sich ableiten, dass ein verspäteter Markteintritt – also eine verspätete Lieferung – keine so enormen Auswirkungen auf das Ergebnis hat, hingegen erhöhte Entwicklungskosten sehr große monetäre Einbußen mit sich bringen. Belegt wird dies durch den Umstand, dass bei Sondermaschinenbauprojekten der Umsatz weitestgehend schon vor Projektbeginn feststeht und das mögliche Pönalen (siehe Kap. 2.4) den Erlös im Falle eines Lieferverzugs nicht in einem so hohen Ausmaß schmälern.

Formelle Erfolgskriterien können als jene Faktoren angesehen werden, die projektspezifische Ziele hinsichtlich ihres Erfüllungsgrads beurteilen. Dazu zählt grundlegend die Beurteilung der Erreichung der Projektziele im definierten Rahmen bezüglich Zeit, Kosten und Qualität. Jedoch können auch die eingesetzten Methoden, Tools und Techniken, die Auswahl der passenden Ressourcen, die Einrichtung der projektspezifischen Organisation, Kommunikationsstile und Qualitätsmethoden zu den formellen Erfolgskriterien gezählt werden.¹⁵⁹ Das Gegenstück bilden informelle Erfolgskriterien, die weniger effizient mit Fakten oder Zahlen messbar sind und Projektleiter:innen teilweise sogar unbekannt sind. Es kann sich dabei um alle Arten von Einflüssen handeln, die nicht direkt angesprochen oder festgehalten werden. Ein Bereich davon sind Emotionen und Gedanken aller beteiligten Personen, sowohl unternehmensintern als auch -extern, ebenso wie die Kultur und Werte eines Unternehmens.¹⁶⁰ Informelle Einflussfaktoren können auch Informationen sein, die beispielsweise Kund:innen gegenüber Hersteller:innen nicht weitergeben, jedoch einen großen Einfluss auf den Erfolg eines Projekts haben. Dies sind unter anderem Änderungen in der Organisationsstruktur, Gespräche mit alternativen Lieferanten und Informationen über die vorherigen oder folgenden Produktionsschritte in der Herstellungskette.

5.1.2 Innovationsspezifische Erfolgskriterien

Innovationsspezifische Erfolgskriterien sollen im Rahmen des Gesamtprojekts lediglich die technischen Errungenschaften zur Erreichung der Projektziele untersuchen. In diesem Kontext kann argumentiert werden, dass ohne die erfolgreich umgesetzten Innovationen die formellen projektspezifischen Erfolgskriterien ohnehin nicht erreicht werden könnten. Hier ist jedoch zu erwähnen, dass eine gesonderte Betrachtung der innovationsspezifischen Erfolgskriterien nicht nur den Nutzen für das Projekt analysiert, sondern auch eine nachträgliche Beurteilung der innovationsstärke von Hersteller:innen und eine Abschätzung des Nutzens der umgesetzten Innovationen für zukünftige Anwendungen erlauben soll. Letzteres geht Hand in Hand mit der Untersuchung von Entwicklungstrends, aus denen sich Erfolgskriterien der Innovation für das eigene Unternehmen ableiten lassen. Relevante Entwicklungstrends für den Sondermaschinenbau sind zunehmende Arbeitssicherheitsbedürfnisse bei der Bedienung von

¹⁵⁹ Vgl. IPMA (2015), S. 79.

¹⁶⁰ Vgl. IPMA (2015), S. 17.

Anlagen, zunehmende Umweltbedürfnisse, Steigerung der Energieeffizienz, Erhöhung des Automatisierungsgrades, neue Werkstoffe und der Bedarf einer höheren Flexibilität, um Anlagen an zukünftige Prozessanforderungen anpassen zu können.¹⁶¹

Darüber hinaus gibt es Kriterien, nach denen Innovationen aus rein technischer Sicht beurteilt werden können. Für den Sondermaschinenbau können folgende Kriterien als wesentlich angesehen werden (siehe Tab. 8):

Relative Vorteilhaftigkeit	Vorteile der Innovation im Vergleich zu Lösungen von Wettbewerbern oder bisherigen Lösungen im eigenen Unternehmen
Kompatibilität	Übereinstimmung und Vereinbarkeit mit vorhandenen Prozessen und Anlagen bei Kund:innen
Komplexität	Schwierigkeitsgrad und Vielfältigkeit bei der Nutzung von Kund:innen
Erprobbarkeit	Möglichst frühe Erkennung der rel. Vorteilhaftigkeit
Reifegrad	Technische Ausgereiftheit, Fehleranfälligkeit, Qualität

Tab. 8: Innovationsspezifische Erfolgskriterien, Quelle: in Anlehnung an Vahs/Brem (2015), S. 73 ff.

5.1.3 Kund:innenspezifische Erfolgskriterien

Unabhängig der Auswirkungen der Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess, die in Kap. 5.2 näher behandelt werden, stellen Kund:innen einen wichtigen Stakeholder – wenn nicht sogar den wichtigsten – dar, deren Wahrnehmung ein kritischer Faktor bei der Definition von erfolgreichen Projekten darstellt. Kriterien dieser Dimension sollen festhalten, inwiefern das Projektergebnis vorteilhaft für das Unternehmen von Kund:innen ist und in welchem Ausmaß die Bedürfnisse von Kund:innen befriedigt worden sind.¹⁶² Die Erhebung solcher Kriterien kann entweder durch Zahlen vorgenommen werden, wie beispielsweise Einsparungszeiten im Produktionsprozess, Senkung der Produktionskosten oder verringerter Wartungs- und Instandhaltungsaufwand, oder durch Kriterien wie gesteigerte Kund:innenbindung oder Kund:innenzufriedenheit, die durch Befragungen erfasst werden können.¹⁶³

Dass Kund:innenzufriedenheit ein aussagekräftiger und zuverlässiger Indikator für die Leistungsbeurteilung und den zukünftigen Erfolg darstellt, ist weithin bekannt und kaum umstritten.¹⁶⁴ Die messbaren Kriterien können auf die Produktebene, die Serviceebene und die Beziehungsebene aufgeteilt werden. Die Produktebene, die Kriterien wie Leistung, Konformität, Haltbarkeit und Zuverlässigkeit enthält, sowie die Serviceebene mit Kriterien wie Schulung, Support und Instandhaltung stellen für

¹⁶¹ Vgl. Wannke/Storm/Liebsch (2012), S. 172.

¹⁶² Vgl. Shenhar/Dvir (2007), S. 27.

¹⁶³ Vgl. Shenhar/Dvir (2007), S. 27 f.

¹⁶⁴ Vgl. Matzler/Bailom (2009), S. 269.

Kund:innen von Sondermaschinen im Industriesektor einen äußersten wichtigen Bereich dar. Die Beziehungsebene mit ihren Kriterien der Vertrauenswürdigkeit, Freundlichkeit, Reaktionsfähigkeit und Wertschätzung sind jene Faktoren, mit denen sich Hersteller:innen am stärksten vom Wettbewerb abheben können und die Kund:innenbindung und Kund:innenloyalität bestmöglich aufgebaut und erhalten werden kann.¹⁶⁵

Zu betonen ist, dass die Kund:innenzufriedenheit nicht nur an dem gemessen werden kann, was Kund:innen sagen.¹⁶⁶ Vielmehr ist es notwendig, ein tiefes Verständnis für die Problemwelt von Kund:innen und die latenten, unausgesprochenen Bedürfnisse zu entwickeln. Dadurch leitete Noriaki Kano die Theorie ab, dass der Zusammenhang zwischen der Erfüllung eines Bedürfnisses und der Zufriedenheit bzw. Unzufriedenheit nicht notwendigerweise linear sein muss.¹⁶⁷ Er unterteilte die Kund:innenanforderungen in drei Gruppen, die einen unterschiedlichen Einfluss auf die Entstehung von Zufriedenheit haben:^{168 169}

1. Basisanforderungen (Must-be):
Setzen Kund:innen voraus, die Erfüllung erzeugt keine Zufriedenheit, die Nichterfüllung erzeugt jedoch große Unzufriedenheit.
2. Leistungsanforderungen (Satisfier):
Vergleich zu Konkurrenzprodukten, die durch Kund:innen explizit verlangt werden und messbar sind. Die Erfüllung steigert die Zufriedenheit, die Nichterfüllung bewirkt Unzufriedenheit.
3. Begeisterungsanforderungen (Attractor):
Erscheinen Kund:innen als große Qualitätsvorteile und werden nicht erwartet, begeistern jedoch stark. Bei Bereitstellung haben sie überproportionalen Einfluss auf die Zufriedenheit, hingegen jedoch keinen negativen Einfluss, wenn diese nicht bereitgestellt werden.

Im Sondermaschinenbau gilt eine ähnliche Verteilung der Anforderungen, wobei an dieser Stelle erwähnt werden muss, dass Basis- und Leistungsanforderungen eine wichtigere Rolle spielen als bei Konsumgütern für den Endverbrauchermarkt, auf dem die Theorie von Noriaki Kano beruht. Kund:innen mit unerwarteten Funktionen zu begeistern, stellt nicht dieselbe Wichtigkeit dar wie die Erfüllung aller Anforderungen des Pflichtenhefts, die in die Kategorie der Basis- und Leistungsanforderungen fallen.

¹⁶⁵ Vgl. Matzler/Bailom (2009), S. 283.

¹⁶⁶ Vgl. Matzler/Bailom (2009), S. 290.

¹⁶⁷ Vgl. Sauerwein (2018), S. 27.

¹⁶⁸ Vgl. Matzler/Bailom (2009), S. 290 f.

¹⁶⁹ Vgl. Sauerwein (2018), S. 28 ff.

5.1.4 Unternehmensspezifische Erfolgskriterien

Neben den bislang angeführten Kriterien spielen die unternehmensspezifischen Erfolgskriterien eine Hauptrolle bei der Verwirklichung von Großprojekten im Sondermaschinenbau. Dies wird deutlich bei der Betrachtung des in Abb. 19 dargestellten Überblicks von Kriterien für den Projekterfolg, bei dem die Wirkung auf das Projektteam, der Geschäftserfolg und die Vorsorge für die Zukunft den überwiegenden Teil der Kriterien ausmachen.



Abb. 19: Dimensionen des Projekterfolgs, Quelle: in Anlehnung an Shenhar/Dvir (2007), S. 27.

Effektive und effiziente Unternehmensstrukturen und Prozesse mit klarer Wertschöpfungsorientierung und der Einsatz geeigneter Koordinationsinstrumente einerseits sowie eine positive Innovationskultur mit entsprechendem Führungsverhalten, Kompetenzen der Mitarbeiter:innen, einer offenen Kommunikation und einer klaren Innovationsorientierung andererseits haben einen signifikanten Einfluss auf den Innovationserfolg.¹⁷⁰ Die Unternehmensgröße, gemessen an der Beschäftigtenzahl und des Umsatzvolumens, bewirkt aufgrund einer höheren Ressourcenverfügbarkeit und umfangreicheren Erfahrungen ebenso eine positive Korrelation zur Erfolgswahrscheinlichkeit.¹⁷¹ Ein nicht zu unterschätzender, jedoch direkt nach Projektabschluss nicht direkt messbarer Einflussfaktor ist der Wert der Innovation im Hinblick auf die Zukunft des Unternehmens. Zu möglichen Auswirkungen eines erfolgreich abgeschlossenen Projekts auf die Zukunft gehören infrastrukturelle Optimierungen, potenzielle neue Märkte, neue Produktsparten und die Verbesserung von unternehmensinternen Prozessen.¹⁷² Zu den

¹⁷⁰ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 79.

¹⁷¹ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 82 f.

¹⁷² Vgl. Shenhar/Dvir (2007), S. 28 f.

unternehmensexternen Faktoren zählen hauptsächlich die potenzielle Marktgröße und die Marktdynamik. Während die potenzielle Marktgröße als zusätzlicher Faktor bei der Projektplanung im Sinne der Auftragsgewinnung (Preisgestaltung, Mitteleinsatz etc.) und nach Projektabschluss zur Bestimmung des Mitteleinsatzes für Marketinginstrumente miteinbezogen werden kann, gibt die Marktdynamik Auskunft über die nötige Reaktionsfähigkeit auf neue Markttrends und mögliche Amortisationszeiten.¹⁷³ Einflüsse auf das Projektteam zeigen mit welcher Qualität Projektleiter:innen die Teammitglieder motiviert und inspiriert haben und ob das Projekt als wertvoll und aufregend oder als fordernd und auslaugend in Erinnerung bleibt. Eine schlechte Wirkung auf das Team kann Folgeschäden wie eine Steigerung der Fluktuation, schlechte Arbeitsmoral oder schlechte Integration in das Unternehmen nach dem Projekt bedeuten.¹⁷⁴

5.2 Erfolgswirksamkeit der Kund:innenintegration

Es stellt sich nun die Frage, wie die Integration von Kund:innen nach Abschluss des Projekts dazu beigetragen hat, die Ergebnisse des Projekts zu erreichen und ob die Einbindung grundlegend vorteilhaft oder unvorteilhaft für Hersteller:innen und Kund:innen gewesen ist. Ausgehend von der Integration von Kund:innen in die Ideengenerierung, wäre es naheliegend zu erfassen, ob erfolgsrelevante Ideen direkt durch Kund:innen oder zumindest durch Inspiration von Kund:innen entstanden sind. Jedoch ist es einerseits nicht üblich den Ursprung von der Vielzahl an Ideen während eines Kreativworkshops festzuhalten, andererseits wäre dies eine zu oberflächliche Betrachtung der Erfolgswirksamkeit der Kund:inneneinbindung, da diese auch erfolgreich sein kann, ohne dass Kund:innen in die Phase der Ideengenerierung eingebunden werden.¹⁷⁵

Gemessen werden soll einerseits der Einfluss der Integration auf das Unternehmen und die projektbeteiligten Mitarbeiter:innen. Dies geschieht durch Befragungen, die am Ende des Projekts durch Projektleiter:innen durchgeführt werden sollen. Die Ergebnisse sollen analysieren, ob das in Kap. 4.5 beschriebene „Not Invented Here“ Syndrom auftritt, ob Entwicklungsherausforderungen verringert werden konnten, ob das Risikobefinden im Laufe des Projekts geringer ausgefallen ist und ob allgemein die Integration als nützlich oder unnützlich interpretiert werden kann (siehe hierzu auch Kap 2.4). Ein ebenso wichtiger Faktor sind Ergebnisse aus dem Change Request Management und ob kund:innenseitige Änderungen während des Projekts durch die Kund:innenintegration in ihrer Zahl und ihrem Umfang verringert werden konnten. Weiters werden die Einflüsse der Kund:innenintegration auf die projektspezifischen, innovationsspezifischen und unternehmensspezifischen Erfolgskriterien untersucht.

¹⁷³ Vgl. Vahs/Brem (2015), S. 84 f.

¹⁷⁴ Vgl. Shenhar/Dvir (2007), S. 28.

¹⁷⁵ Vgl. Steinhoff/Schröder (2009), S. 43 f.

Andererseits sollen auch die Einflüsse der Einbindung von Kund:innen auf Kund:innen selbst untersucht werden. Dazu werden Kund:innen nach Abschluss des Projekts mit dem Ziel befragt, Werte zur Minderung oder Steigerung der in Kap. 2.5 beschriebenen Risiken für Kund:innen im Sondermaschinenbau zu erhalten. Es soll ermittelt werden, ob die Kund:innenzufriedenheit, der Erfüllungsgrad der Anforderungen und die Kund:innenbindung durch die Integration positiv oder negativ beeinflusst werden konnte.

6 ABLEITUNG EINES SYSTEMATISCHEN ANSATZES ZUR KUND:INNENINTEGRATION

Das in Kap. 2 ausgearbeitete Phasenmodell für Projekte im Sondermaschinenbau (siehe Abb. 7) bestehend aus Vorphase, Hauptphase und Endphase, kann nun durch eine gezielte Kund:innenintegration erweitert werden, indem die entsprechenden Phasen um Methodiken zur Einbindung von Kund:innen erweitert werden. Dies geschieht in den Phasen Ziele, Konzept, Entwicklung und Vorabnahme. Die Phase des Abschlusses wird um eine präzise und detaillierte Erfolgsmessung erweitert, die es erlauben soll neben dem Erfolg der Kund:innenintegration auch die in Kap. 5 erwähnten weiteren relevanten Erfolgswerte auszuwerten.

6.1 Einbindung von Kund:innen in den einzelnen Projektphasen

Jede ausgewählte Phase wird mittels der Methodik zur Kund:innenintegration erweitert, die Projektleiter:innen und Projektmitglieder bestmöglich dabei unterstützt, das Wissen von Kund:innen für die Durchführung der definierten Aufgaben zu nutzen. Abhängig der gewählten Methodik findet die Einbindung entweder online oder im Unternehmen von Hersteller:innen statt, dauert wenige Stunden oder bis zu zwei Tage und erfordert abteilungsübergreifende Teilnehmer:innen seitens Hersteller:in und Kund:in.

6.1.1 Bedürfnisklinik (Phase der Ziele)

Erfolgreiche Integrationen von Kund:innen zeigen, dass eine möglichst frühe Einbindung einen großen Nutzen haben kann (siehe Kap. 4.5). Aus diesem Grund werden Kund:innen bereits in der ersten Phase des Modells – in der Phase der Ziele – mittels der Bedürfnisklinik-Methode eingebunden (siehe Abb. 20.)

Bedürfnisklinik

Einladung Kund:in ins Unternehmen. Kund:in ist Patient:in → Wir heilen

- Was sind die Bedürfnisse? Welche Anforderungen gibt es?
- Welche Funktionen soll die Anlage haben?
- Welche messbaren Parameter sind zu erfüllen?
- Welchen Nutzen soll die Anlage stiften?
- Wie sehen die Rahmenbedingungen des Produktionsprozesses aus?
- Welche Schnittstellen müssen geschaffen werden?
- Wer sind die passenden Ansprechpartner beider Seiten?

- Einführung in die weiteren Integrationsschritte
- Festlegung der Kommunikationsintensität
- Interner Bedürfnisworkshop zur Analyse der Anforderungen

Abb. 20: Bedürfnisklinik, Quelle: Eigene Darstellung.

Durch diese Methodik soll die Denkweise auf die Kund:in gelegt und ihre Bedürfnisse optimal aufgenommen werden. Im Falle eines bereits übermittelten Lastenhefts können alle offen gebliebenen

Punkte, die nicht durch das Lastenheft abgedeckt wurden, besprochen werden. Sollte das Lastenheft den Hersteller:innen noch nicht bekannt sein, kann in diesem Schritt eine gemeinsame Durchsicht dieses stattfinden. Typischerweise findet die Bedürfnisklinik im Hause von Hersteller:innen statt. Dies dient einerseits dem Zwecke einer persönlichen Vorstellung aller beteiligten Personen, andererseits bietet es Kund:innen die Möglichkeit, sich ein Bild über die Gegebenheiten in den Produktionsstätten von Hersteller:innen zu machen. Ein wichtiger Schritt, der nach der Bedürfnisklinik stattfindet, ist der interne Bedürfnisworkshop, in dem die gesammelten Anforderungen der Kund:innen analysiert und zu einem ersten Konzept zusammengeführt werden. Dieses erste Konzept dient als Basis für das folgende Konzept-Webinar.

6.1.2 Virtuelles Konzept-Webinar (Phase des Konzept)

Innerhalb der Konzeptphase sollen Kund:innen mithilfe eines virtuellen Konzept-Webinars eingebunden werden (siehe Abb. 21). Sollten durch das Projektteam bereits Konzepte vorliegen, können diese im Zuge des Webinars vorgestellt und als Anhaltspunkt für weitere oder abgeänderte Konzepte dienen. Für eine sinnvolle Gestaltung des Webinars sollten (seitens Hersteller:in) Mitarbeiter:innen aus den Bereichen Konstruktion, Elektrik und Software anwesend sein, um die Konzepte direkt auf diese drei Hauptbereiche abzustimmen. Seitens Kund:innen sollen die zukünftigen Anlagenanwender:innen und jene Personen mit weitreichenden Kenntnissen über die zu bearbeitenden Bauteile miteingebunden werden.

Virtuelles Konzept-Webinar

Halbtags Veranstaltung online über MS Teams. Bedürfnisse sind aufbereitet, erste Konzepte ausgearbeitet, relevante Anlagenbereiche für potentielle Ideengenerierung definiert.

- Vorstellung und Bewertung der Konzepte
- Anpassung an Bedürfnisse und Ideen der Kund:in
- Verfeinerung und Verdichtung der Konzepte
- Beantwortung möglicher Fragen der Entwicklungsabteilung zu Schnittstellen und den zu bearbeitenden Bauteilen
- Miteinbeziehung von Anwender:innen

Hilfsmittel:

- Padlet / Ideaflip zur Ideenerfassung
- CAD-Programm zur Konzeptpräsentation und für spontane Skizzen und Sketches

➤ Anpassung und Auswahl des finalen Lösungskonzepts

➤ Erstellung Pflichtenheft und Konzept für Angebotslegung

Abb. 21: Virtuelles Konzept-Webinar, Quelle: Eigene Darstellung.

Als Kommunikationstool kann MS Teams eine geeignete Wahl sein, da einerseits die meisten Kund:innen Windows als firmeninternes Betriebssystem nutzen und es Projektleiter:innen die notwendige Flexibilität in Bezug auf Datenaustausch und Veranschaulichungen ermöglicht.

Um Ideen und Vorschläge während des Webinars vollständig zu dokumentieren, können Hilfsmittel wie Padlet oder Ideaflip herangezogen werden, auf die entweder alle Teilnehmer:innen direkten Zugriff haben oder durch Projektleiter:innen befüllt werden. Weiters sind Konstruktions- oder Zeichenprogramme

vorzubereiten, die es erlauben Konzeptideen direkt zu modellieren und so auf theoretische Machbarkeit zu prüfen. Ergebnis des virtuellen Konzept-Webinars ist ein finales Lösungskonzept, das sowohl alle Anforderungen von Kund:innen erfüllt und passend für die darauffolgende Machbarkeitsanalyse vorbereitet ist, ohne auf technische Details einzugehen.

6.1.3 Innovations-Workshop (Phase der Entwicklung)

In der Phase der Entwicklung findet die Integration von Kund:innen mithilfe eines Innovations-Workshops statt, der über einen Zeitraum von ein bis zwei Tagen und im Hause der Hersteller:innen abgehalten wird. Die Dauer wird anhand der offenen Entwicklungspunkte bestimmt, die zu diesem Zeitpunkt noch ergänzende Ideen benötigen. Der Hauptfokus liegt in der Zusammenarbeit mit Kund:innen, um Lösungen für technische Problemstellungen im Entwicklungsprozess zu finden. Ebenso wird mit Kund:innen der aktuelle Stand der Entwicklung besprochen. Dazu zählt das Anlagendesign, die bisher umgesetzten Anlagenfunktionen, das Software-Layout und die Schnittstellenanbindungen zu anderen Anlagen oder ins kund:inneninterne Netzwerk. Zur Generierung von Ideen kommen Kreativitätstechniken und Innovationsmethoden zum Einsatz (siehe dazu Kap. 3.3). Die Teilnehmer:innen sind Projektleiter:innen, Konstrukteur:innen, Softwareentwickler:innen und Elektroplaner:innen seitens Hersteller:in, sowie Anwender:innen, Projektbetreuer:innen, Produktmanager:innen und eventuell Produktionsleiter:innen und Mitarbeiter:innen der Instandhaltung seitens Kund:innen. Der Innovations-Workshop sollte gegen Ende der Entwicklungsphase angesiedelt sein. Dadurch soll der (zu) frühe Einfluss von Kund:innen unterbunden werden, der wie in Kap. 4.5 beschrieben einen negativen Einfluss auf den Projekterfolg ergeben kann. Das Ergebnis des Workshops ist eine abgeschlossene Entwicklung der Anlage und die Möglichkeit, das Projekt für die Montage vorzubereiten. Abb. 22 stellt den Innovations-Workshop und dessen Inhalte grafisch dar.

Innovations-Workshop 1-2 Tage im Unternehmen. Problemstellungen ausgearbeitet, Workshop durchgeplant und Tools vorbereitet	Kreativitätstechniken:
<ul style="list-style-type: none">• Lösung technischer Problemstellungen im Entwicklungsprozess• Feedback zum Entwicklungsfortschritt• Anpassung des bisherigen Anlagendesigns• Überarbeitung von Anlagenfunktionen• Anpassung und Feedback des Software-Layouts• Überprüfung Schnittstellen im Produktionsprozess	<ul style="list-style-type: none">• Brainstorming (normal, imaginär, destruktiv)• TRIZ (Funktionsanalyse, Widersprüche, Trends)• Osborn-Checkliste• Methode 6-3-5• Morphologie (Matrix & Kasten)
<ul style="list-style-type: none">➤ Abschluss der Entwicklung➤ Vorbereitung Montage	Teilnehmer:innen: <ul style="list-style-type: none">• Hersteller:in → Projektleitung, Konstruktion, Softwareentwicklung, Elektroplanung• Kund:in → Anwender:in, Projektbetreuung, Produktmanager:in, Produktionsleitung, Instandhaltung

Abb. 22: Innovations-Workshop, Quelle: Eigene Darstellung.

6.1.4 Tests durch Kund:in (Phase der Vorabnahme)

Typischerweise enthält die Phase der Vorabnahme keine Tests durch Anwender:innen, die nach Lieferung und Endabnahme schlussendlich mit der Anlage arbeiten werden. Durch eine enge Einbindung dieser

Anwender:innen in die Phase der Vorabnahme kann gleichzeitig mit der formellen Überprüfung der Erfüllung des Lastenhefts eine Testreihe durchgeführt werden, die es Hersteller:innen erlaubt wertvolles Feedback zur Bedienung der Anlage zu erhalten. Dazu wird Anwender:innen ein Zeitraum zwischen zwei und vier Stunden eingeräumt, in dem sie Tests und Produktionssimulationen mit Unterstützung durch Softwareentwickler:innen und Konstrukteur:innen durchführen können. So kann ein realitätsnaher Zustand der späteren Produktion simuliert werden, wodurch Anwender:innen Feedback zur Bedienung der Anlage, Benutzerfreundlichkeit der Software, Zugänglichkeiten zu relevanten Bereichen der Anlage und Produktionsergebnis und -zeit geben können. Durch dieses Feedback können noch Änderungen vorgenommen werden, während sich die Anlage noch im Hause von Hersteller:innen befindet, wodurch sich der zeitliche und kostentechnische Aufwand reduzieren lässt.

6.2 Messung relevanter Erfolgskriterien

Die Abschlussphase eines Projekts im Sondermaschinenbau wird um eine detaillierte Messung erfolgsrelevanter Kriterien erweitert. Dieser Schritt erlaubt eine valide Aussage über den Erfolg des durchgeführten Projekts unter Bezugnahme von projekt-, unternehmens- und kund:innenspezifischen Faktoren. Die Messpunkte des kund:innenspezifischen Erfolgs sind dabei unabhängig des Einflusses durch die Kund:innenintegration, da die integrationsspezifischen Einflüsse auf den Projekterfolg separat gemessen werden. Diese beinhalten den Einfluss der Integration auf Hersteller:innen und auf Kund:innen gleichermaßen und erlauben eine Analyse darüber, ob die Integration für das Projekt vorteilhaft oder unvorteilhaft war. Hauptsächlich liegt dabei der Einfluss auf die Herausforderungen für Hersteller:innen und die Risiken für Kund:innen (siehe Kap. 2.4 und 2.5) im Fokus. Zusätzlich kann ermittelt werden, ob die Einbindung von Kund:innen einen Einfluss auf die projekt- und unternehmensspezifischen Kriterien verzeichnet. Ziel ist es, die Integration für Folgeprojekte entsprechend anzupassen. Abb. 22 stellt die Messung der erfolgsrelevanten Kriterien detailliert dar.

Messung der Erfolgskriterien	Projektspezifisch:	Unternehmensspezifisch:	Kund:innenspezifisch:	Integrationspezifisch:
Von Projektleiter:innen durchzuführen • Erhebung der Erfolgskriterien zur Bewertung und Ermittlung des Projekterfolgs • Ermittlung der Erfolgswirksamkeit der Kund:innenintegration Hilfsmittel: • Nachkalkulationen • Messungen • Fragebögen • Interviews • Personalgespräche • Testberichte > Lessons Learned > Anpassungen Projektablauf und Integration	• Termine • Kosten • Qualität • Durchführung Projektplan • Planungsergebnisse • Gewähltes Team • Kommunikationswege • Infrastruktur • Change Request Management • Unterstützung durch Top-Management	• Umsatz / Gewinn / Cash Flow • Marktanteile • Zulassungen und Zertifizierungen • Zuwachs Mitarbeiter:innen • Zufriedenheit Mitarbeiter:innen • Stärkung des Images • Neue Technologien • Neues Know-How • Neue Produktlinien • Nutzung für Marketing • Neue potenzielle Kund:innen	• Erfüllungsgrad des Lastenhefts • Geschaffener Nutzen • Kund:innenzufriedenheit • Produktebene • Serviceebene • Beziehungsebene • Basisanforderungen • Leistungsanforderungen • Begeisterungsanforderungen • Kund:innenbindung • Kommunikation mit Kund:innen	• Einfluss auf Hersteller:innen • Auswirkung der Mehrkosten • Einfluss auf Mitarbeiter:innen („Not Invented Here“) • Einfluss auf Kund:innen • Zufriedenheit • Risiken & Ängste • Erfüllungsgrad • Vertrauen und Bindung • Einfluss auf projektspezifische und unternehmensspezifische Kriterien

Abb. 23: Messung relevanter Erfolgskriterien, Quelle: Eigene Darstellung.

In Anhang 2 wird das Vorgehensmodell zur Kund:innenintegration dargestellt, das in den folgenden Kapiteln auf ein Bezugsprojekt angewendet werden soll. Dadurch wird gezeigt, welche Besonderheiten eine intensive Kund:innenintegration mit sich bringt und welchen Einfluss diese auf den Projekterfolg hat.

7 RAHMENBEDINGUNGEN DES BEZUGSPROJEKTS

Der in Kap. 6 erarbeitete Ansatz zur Kund:innenintegration wird in den folgenden Kapiteln anhand eines realen Sondermaschinenbauprojekts angewendet.¹⁷⁶ Zweck ist die Ermittlung des Kundenbeitrags zum Erfolg des Projekts und die Messung der Kundenzufriedenheit und ob die systematische Integration diese beeinflusst hat. Dieses Kapitel dient der Vorstellung des herstellenden Unternehmens einerseits sowie der näheren Untersuchung der prozessrelevanten Lasertechnologie, die in dieser speziellen Sonderanlage zum Einsatz kommt, andererseits der Einführung in die Anforderungen an die Lasermaschine, die vom Kunden an den Hersteller herangetragen worden sind.

7.1 Die Penteq® GmbH

Als österreichischer Hersteller von hochspeziellen, industriellen Laserbearbeitungsanlagen besteht das Unternehmen Penteq® seit nun mehr als 10 Jahren, wobei bereits auf eine langjährige Firmengeschichte zurückgeblendet werden kann, die im Jahr 1968 im Bereich des Imports und Verkaufs von Werkzeugmaschinen zur Metallbearbeitung ihren Anfang nimmt. Mittlerweile zählt die Penteq® GmbH zu den führenden Unternehmen in Österreich hinsichtlich der Entwicklung und Produktion innovativer Systeme und Anlagen für die Laserbeschriftung und Laserfeinbearbeitung. Möglich macht dies eine Verknüpfung von jahrelangem Know-How im Bereich der Laserbearbeitung mit der hausinternen Erfahrung hinsichtlich Maschinenbau, Automatisierungstechnik und Softwareentwicklung. Auf diese Weise kann ein breites Spektrum an Standardmaschinen als auch eine Vielzahl an Sonderanlagen zum Portfolio gezählt werden.

Die Organisation im Unternehmen ist am ehesten mit der einer Projektorganisation vergleichbar. Dies trifft vor allem auf die Unternehmenssparte des Sondermaschinenbaus zu, die Projekte von der Kund:innenanfrage bis zum Ende des Produktlebenszyklus bearbeitet und in mehrere Projektteilungen gegliedert ist, die zumindest aus Projektleiter:in, Konstrukteur:in, Elektroplaner:in und Softwareentwickler:in bestehen, wobei die Projektleiter:in oftmals auch als Konstrukteur:in fungiert. Personal für die mechanische und elektrische Montage wird in den meisten Fällen flexibel und je nach Verfügbarkeit zu den verschiedenen Projekten zugeteilt.

7.2 Die Lasertechnologie

Als Licht wird gemeinhin jener Bereich der elektromagnetischen Wellen bezeichnet, der für das menschliche Auge sichtbar ist. Dieser Bereich umfasst Wellenlängen von 0,4µm (Violett) bis etwa 0,7µm (Rot). Laserlicht unterscheidet sich zu normalem Licht durch einige Besonderheiten, die in diesem Kapitel näher untersucht werden.

¹⁷⁶ Alle beteiligten Personen des Bezugsprojekts sind männlichen Geschlechts und verwenden männliche Pronomen, weshalb bei direkter Erwähnung auf das Gendern verzichtet und das generische Maskulinum verwendet wird.

Der Lasereffekt beschreibt die Lichtverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission woraus das Akronym Laser (engl.: „*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*“) entstand, welches nunmehr in den alltäglichen Sprachgebrauch eingegangen ist. Ein Laser oszilliert und verstärkt Licht, welches in einem Wellenlängenbereich von etwa $0,1\mu\text{m}$ bis 3mm liegen kann, jedoch nur einer Wellenlänge zugehörig ist (Monochromie).¹⁷⁷ Bewusst von außen zugeführte Energie wird im Kern des Lasers verstärkt und kontrolliert ausgekoppelt.¹⁷⁸ Somit ergeben sich die drei Grundkomponenten zur Erzeugung von Laserlicht: laseraktives Medium, Pumpquelle und Resonator (siehe Abb. 24).

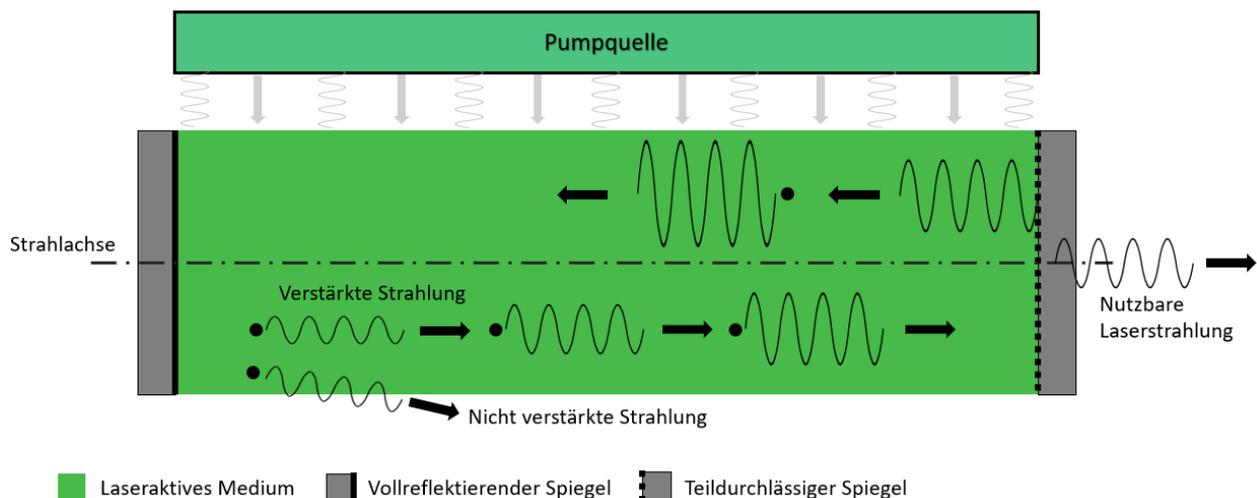


Abb. 24: Aufbau einer Laserquelle, Quelle: in Anlehnung an Sigrist (2018), S. 41.

Zwischen dem Resonator, der im Wesentlichen aus einem voll- und einem teilreflektierenden Spiegel besteht, befindet sich das laseraktive Medium, welches die Fähigkeit zur Verstärkung elektromagnetischer Strahlung – auch induzierte Strahlungsemission genannt – besitzt. Angeregt wird diese Verstärkung durch eine Pumpquelle, die Energie in Form von optischer Strahlung oder eines elektrischen Feldes in das aktive Medium „pumpt“. Photonen mit senkrechter Ausbreitungsrichtung relativ zur Spiegelfläche werden wieder in das System zurückgekoppelt, wodurch weitere Emissionen in dieselbe Richtung ausgelöst werden. Ein Teil der emittierten Strahlung wird aus der Laserquelle ausgekoppelt und zur Materialbearbeitung genutzt.¹⁷⁹ Diese emittierte Strahlung (Laserlicht) weist im Vergleich zu normalem Licht einige Besonderheiten auf (siehe Abb. 25). Neben der Monochromie ist die hohe Kohärenz eine wichtige Eigenschaft des Laserlichts. Die Kohärenz beschreibt die Phasengleichheit von Licht und steht in direktem Zusammenhang mit der Divergenz von Licht, welche die Abweichung zu einer parallelen Strahlausbreitung beschreibt. Eine geringe Divergenz ist notwendig, um den Strahl

¹⁷⁷ Vgl. Sigrist (2018), S. 1.

¹⁷⁸ Vgl. Klocke/König (2006), S. 207.

¹⁷⁹ Vgl. Klocke/König (2006), S. 207 f.

mithilfe optischer Komponenten stark fokussieren zu können um hohe Intensitäten auf der Materialoberfläche zu erzielen.

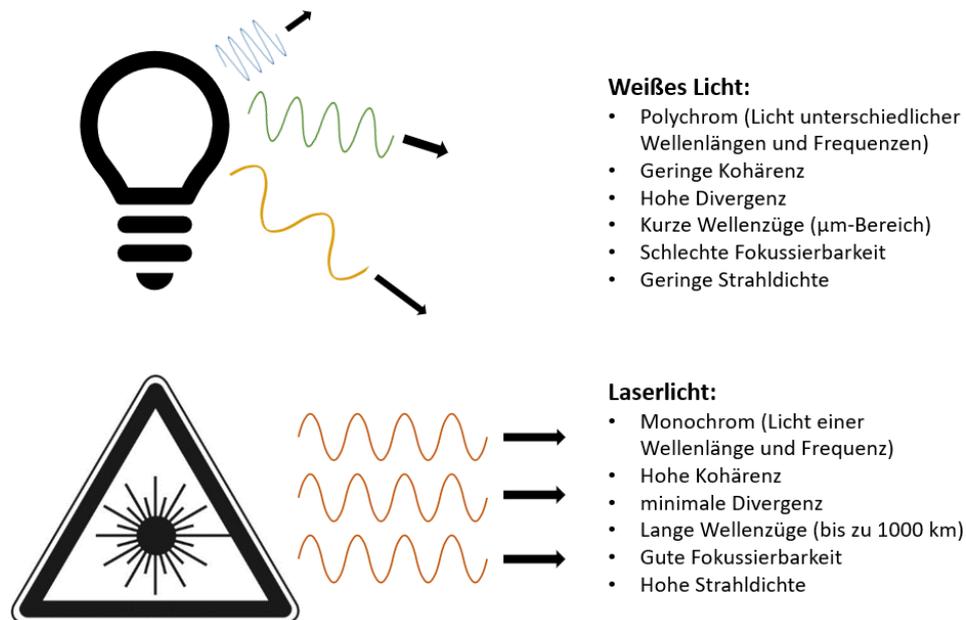


Abb. 25: Unterschiede zwischen weißem Licht und Laserlicht, Quelle: Eigene Darstellung.

7.3 Anforderungen an die Laseranlage

Die Anforderungen, die seitens Kunde herangetragen wurden, deklarieren die zu bauende Maschine als Sondermaschine, da weder Maschinen aus dem Standardportfolio noch bereits in der Vergangenheit umgesetzte Sonderanlagen zur Erfüllung des Lastenhefts geeignet sind. Dies gilt für Aspekte der Anlage betreffend Laserverfahren, Gestell, Umhausung, Automatisierung und Software. Speziell die Umhausung, die Laserstrahlen entsprechend der Laserklasse 1 abkapseln soll, stellt in diesem Projekt eine besondere Herausforderung dar.

Die Erreichung der Laserklasse 1 stellt bei Sondermaschinen nicht selten eine große Schwierigkeit dar. Unter der Laserklasse versteht man nach DIN EN 60825-1:2015-7 das Ausmaß der möglichen Gefährdung für den Menschen während des Betriebs des Lasers.¹⁸⁰ Wie in Abb. 26 dargestellt, gliedert sich die Lasersicherheit in vier Klassen, wobei Laserklasse 1 die sicherste und Laserklasse 4 die unsicherste Kategorie beschreiben. In der Praxis bedeutet die Zertifizierung einer Lasermaschine mit Laserklasse 1, dass Bediener:innen keiner Gefahr durch Laserstrahlung ausgesetzt sind und ohne besondere Laserkenntnisse oder zusätzliche Schutzausrüstung mit der Maschine arbeiten können. Aus diesem Grund stellt die Forderung nach einer Laserklasse 1 Zertifizierung durch Kund:innen die Regel dar. Erreicht wird

¹⁸⁰ Vgl. Schneeweiss/Eichler/Brose/Weiskopf (2020), S. 182 – 197.

diese durch den Einsatz spezieller, blickdichter Konstruktionsmaßnahmen beim Design der Maschinenumhausung, entsprechender elektrischer Sicherheitskomponenten mit Zweikreis-Verdrahtung und softwareseitiger Maßnahmen zur Verhinderung eines Strahlaustritts aus dem Inneren der Anlage.

Laserklasse 1	<ul style="list-style-type: none"> • Ungefährliche Laserstrahlung (CD-Player) • Gekapselter Laser einer höheren Klasse (Laserstrahl nicht zugänglich durch Maschinengehäuse) • Laserklasse 1M: Querschnitt klein durch optische Elemente (Kassen-Scanner, Lichtschranke, Richtlaser) • Laserklasse 1C: medizinische Laser (kosmetische Anwendungen, Haarentfernungslaser)
Laserklasse 2	<ul style="list-style-type: none"> • Strahlung im sichtbaren Bereich von 400nm bis 700nm (Laserpointer, Lichtschranken) • Bei kurzzeitiger Einwirkungsdauer (bis 250 ms) ungefährlich für Augen • Laserklasse 2M: Gefahr für Augen bei Betrachtung mit optischen Instrumenten (Disco-Laser)
Laserklasse 3	<ul style="list-style-type: none"> • Laserklasse 3R: Strahlung im Bereich von 302,5 nm bis 10⁶ nm (Ziellaser bei Waffen, Disco-Laser). Gefahr für Augen! Laserschutzbrille tragen! • Laserklasse 3B: Gefahr für Augen und Haut! Laserschutzbrille tragen! (Laser bei Lasershow)
Laserklasse 4	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr für Augen und Haut! Laserschutzbrille tragen! Nicht dem Strahl aussetzen! Schwere Schäden sind möglich. • Diffus gestreute Strahlung ist ebenfalls gefährlich • Keine Leistungsgrenze nach oben (Schnittlaser in Medizin, industrielle Hochleistungslaser)

Abb. 26: Laserklassen nach DIN EN 60825-1:2015-7, Quelle: Eigene Darstellung.

Die Erreichung der geforderten Laserklasse 1 bringt durch die spezielle Geometrie der kundenseitigen Bauteile besondere Schwierigkeiten mit sich. Im Normalfall befindet sich das Bauteil während der Laserung vollständig innerhalb der Maschinenumhausung, wodurch die Laserklasse 1 problemlos gewährleistet werden kann. Dabei wird das Bauteil entweder manuell oder vollautomatisch in den Maschineninnenraum befördert, Öffnungen wie Beladetüren oder Schleusen werden geschlossen, die Laserung wird durchgeführt und das Bauteil wird abschließend durch die wieder geöffneten Beladetüren oder Schleusen abgeführt. Die in diesem Projekt zu bearbeitenden Bauteile weisen jedoch eine Gesamtlänge von drei Metern auf, wodurch eine vollständige Einhausung der Bauteile für die Laserreinigung nicht in Frage kommt, da das Maschinengehäuse eine zu große Dimension annehmen würde und somit unwirtschaftlich wäre. Hinzu kommt, dass die zu reinigende Stelle am Bauteil lediglich an einer Seite des langen Bauteils durchzuführen ist (siehe Abb. 27). Es muss somit ein Lasersicherheitskonzept entwickelt werden, das eine lokale Abschirmung der Laserstrahlung ermöglicht.

In der Produktionslinie des Kunden soll der gewünschte Laserprozess zu einem bestimmten Zeitpunkt stattfinden, nämlich vor dem Aufbringen einer speziellen Beschichtung. Die drei Meter langen Bauteile kommen aus einer Vermessungsmaschine – diese stellt den vorhergehenden Prozessschritt dar – und werden nach erfolgreicher Vermessung in eine Ablagepalette geführt. Von dieser Palette sollen die Bauteile nacheinander entnommen, durch den Laser gereinigt und anschließend auf eine weitere Ablagepalette abgelegt werden, die dann an die Beschichtungsanlage angedockt wird. Die Laserreinigung

soll einerseits die Beschichtungsfläche von Verschmutzungen wie Öl-, Fett- und Lösungsmittelresten – die durch vorangehende Prozessschritte auf der Oberfläche zurückbleiben – befreien, andererseits soll eine Oberflächenstrukturierung vorgenommen werden, welche die Haftung der Beschichtung verbessern soll. Alle weiteren projektrelevanten Anforderungen, die seitens Kund:in mittels Lastenheft zusammengefasst sind, werden in Tab. 9 erläutert.

Beschreibung Prozess	Die Spezifikation definiert eine vollautomatische Laserreinigung und Laserfeinstrukturierung der Oberfläche im Randbereich des Bauteils in der Dimension von 35 x 90 [mm] (BxL). Die Laseranlage enthält das Lasersystem inklusive Teilemanipulation. Die Laseranlage ist Teil einer Gesamtfertigungslinie, die Bauteile werden der Laseranlage durch ein Fördersystem zugeführt und sollen durch die Laseranlage zur nächsten Maschine mittels Fördersystem übergeben werden. Die Laseranlage bewegt, stoppt und positioniert die Bauteile für den Laserprozess.	
Bauteil	<ul style="list-style-type: none"> • Leitungsstab lange Bauweise • Abmessungen: 15 x 40 x 3000 [mm] (HxBxL) • Material: 1.4301 (X5CrNi18-10) • Oberfläche: geschliffen 	<ul style="list-style-type: none"> • Sauberkeit: nicht trocken, leichter Fett- bzw. Ölfilm • Temperatur: 15 – 30°C • Orientierung: Zu bearbeitende Fläche zeigt nach oben
Zykluszeit	Gesamtzykluszeit: max. 60 Sekunden	
Automatisierungsgrad	Die Anlage wird in eine vollautomatisierte Fertigungslinie integriert	
Vereinzelung	Die Bauteile werden der Laseranlage einzeln zugeführt	
Fördersystem	Höhe und Type ist mit dem AG abzusprechen	
Einhausung	Laserklasse 1	
Gesamtanlage	An keiner Stelle darf die Oberfläche des Bauteils durch die Manipulation oder den Laserprozess zerkratzt oder beschädigt werden	
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Das zu lasernde Layout kann grafisch dargestellt und bearbeitet werden • Frei einstellbare Laserparameter (Geschwindigkeit, Leistung, Frequenz bei gepulsten Lasern) • Teilezähler: Die Anzahl der gefertigten Bauteile soll automatisch ermittelt und 1x täglich archiviert werden • Manueller Betrieb für Sonderbauteile soll möglich sein 	
Prozessüberwachung	Die erfolgreiche Reinigung soll mittels Kamerasystem überprüft werden. Bei einer nicht erfolgten oder nicht erfolgreichen Laserung soll eine Fehlermeldung auf dem Maschinenbildschirm erscheinen.	
Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> • Remote Zugriff: Über VPN und Netzwerk des AG • Kommunikation: Möglichkeit der Implementierung einer bidirektionalen Kommunikation mittels OPC-UA • Absaugung: Anschluss an das hausinterne Absaugungssystem (keine Absaugung des AN notwendig) 	

Tab. 9: Relevante Anforderungen aus dem Lastenheft, Quelle: Eigene Darstellung.

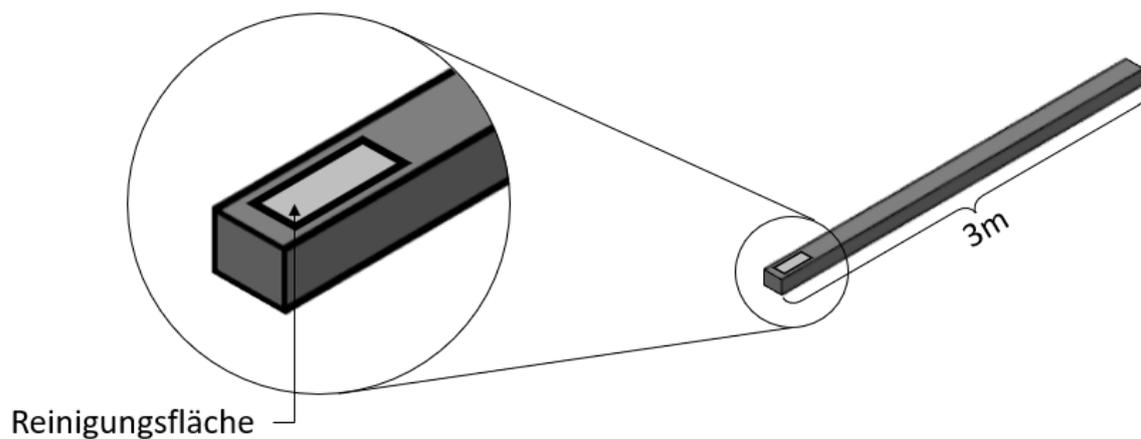


Abb. 27: Schematische Darstellung der geforderten Laserbearbeitung, Quelle: Eigene Darstellung.

Das vollständige Lastenheft enthält neben den wichtigsten, technischen Anforderungen auch eine Vielzahl an weiteren Punkten betreffend der zu beachtenden Vorschriften, vorhandenen Medien, Instandhaltung, Personalschulung, gewünschten Abnahmeart, Service Level Agreements (SLA) sowie des gewünschten Liefertermins und Aufstellungsortes inklusive diverser Verweise zu externen Dokumenten wie zum Beispiel dem Einkaufsvertrag. Teile dieser Anforderungen werden in den folgenden Kapiteln dann erwähnt, wenn sie Einfluss auf den Entwicklungsprozess, die Kundenintegration oder die Erfolgsfaktoren-messung haben.

Die besonderen technischen Herausforderungen dieses Projekts bedürfen einer kompletten Neuentwicklung der Laserklasse 1 Einhausung, die speziell für diese Bauteile (siehe Abb. 27) ausgelegt ist. Gefordert ist eine lokale Einhausung, die lediglich die Prozessstelle und nicht das gesamte Bauteil gegen die schädliche Laserstrahlung abschirmt. In Kombination mit dem geforderten Reinigungs- und Strukturierungsergebnis der Laserung eignet sich dieses Projekt ausgesprochen gut für die Integration des Kunden in den Projektverlauf mit dem Ziel, einerseits die Funktionalität der Anlage zu verbessern und andererseits die Projektrisiken im Sinne des Kunden und des Herstellers gleichermaßen zu senken, um so den Projekterfolg zu sichern und eine erneute, zukünftige Zusammenarbeit zu bestärken.

8 ABSOLVIERUNG DER VORPHASE

Die Vorphase steht ganz im Zeichen des Kunden, da es primär um die Erfassung und konzeptionelle Umsetzung der Kundenbedürfnisse geht. In dieser Phase sind seitens Hersteller hauptsächlich Personal des Vertriebs und der Projektleitung involviert, die einerseits die Kundenanfrage vertrieblich und andererseits technisch bearbeiten. Auf die Integration des Kunden wird in der Vorphase deshalb spezieller Wert gelegt, da diese innerhalb der wichtigsten Phase der Zielformulierung mithilfe der Bedürfnisklinik und der Konzeptausarbeitung mittels virtuellem Konzept-Webinar geschieht. Dadurch soll nicht nur ein Angebot entstehen, das die Bedürfnisse des Kunden optimal abdeckt, sondern auch eine frühe und intensive Bindung zwischen Kunde und Hersteller entstehen, welche schließlich die Auftragsvergabe auf den Hersteller und weg vom Wettbewerb lenken soll. Die folgenden Kapitel zeigen, wie dies schlussendlich auch gelingt. Nicht nur durch die gemeinsame Ausarbeitung eines innovativen Lösungskonzepts, sondern auch durch eine intensive und offene Kommunikation, welche das Vertrauen in den Hersteller verstärkt und Ängste des Kunden lindert.

8.1 Das Erstgespräch (Durchführung der Bedürfnisklinik)

Bereits im ersten Teilschritt der Vorphase – der Zielformulierung – ist der erste Integrationsschritt mithilfe der Bedürfnisklinik angesetzt (siehe hierzu Kap. 6.1.1). Im Zuge des Erstgesprächs wird der Kunde in das Unternehmen der Herstellers eingeladen, wodurch sich bereits die Möglichkeit und der geeignetste Zeitpunkt zur Anwendung der Bedürfnisklinik-Methode ergibt. Das im Vorfeld bereits übermittelte Lastenheft dient als Anhaltspunkt für das Erstgespräch und ist zu diesem Zeitpunkt vom Projektleiter und vom Vertriebspersonal bereits genau studiert worden.

Ziel der Bedürfnisklinik ist die Erkennung und Protokollierung aller projektrelevanten Bedürfnisse des Kunden. Obwohl die Vermutung naheliegt, dass Kund:innen bei einem Erstgespräch ohnehin all ihre Bedürfnisse klar und deutlich schildern, ist dies in der Praxis häufig nicht der Fall. Die Gründe dafür können unterschiedlicher Natur sein, jedoch liegt es hauptsächlich an einer unklaren Kommunikation zwischen Kund:innen und potenziellen Hersteller:innen, wodurch Dinge vergessen oder falsch interpretiert werden. Nur selten wissen Kund:innen nicht genau über ihre Anforderungen Bescheid.

Durch Betrachtung des Erstgesprächs mit den Grundgedanken der Bedürfnisklinik – Kunde ist Patient in einem Krankenhaus und der Hersteller behandelt die Symptome – entwickelte sich das Gespräch weitaus mehr in Richtung des Kunden. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der Schwerpunkt bei persönlichen Erstgesprächen im Regelfall in der Beantwortung von Fragen seitens der Kund:in liegt. Die Hersteller:in hält Präsentationen zu den bereits verwirklichten Projekten, beantwortet Fragen rund um das mögliche Leistungsangebot, man spricht über Preise und Liefertermine oder über vorerst unwichtige Kleinigkeiten. Durch die Anwendung der Bedürfnisklinik konnte die zur Verfügung stehende Zeit des Erstbesuchs

effizienter genutzt werden. Zu Beginn wurde das bereits vorab übermittelte Lastenheft durchbesprochen. Gegen Ende des Gesprächs wurde ein kurzes Resümee gebildet, in dem alle erfassten und im Lastenheft mittels Notizen festgehaltenen Informationen erneut erläutert wurden. So konnte sichergestellt werden, dass bis zu diesem Zeitpunkt keine wichtigen Informationen vergessen wurden. Im Anschluss wurde die weitere Vorgehensweise seitens Hersteller präsentiert, die in Rahmen dieses Projekts auch die weiteren Integrationsschritte beinhaltet und wann diese durchgeführt werden. Im Zuge dessen wurde auch über die Kommunikationsintensität außerhalb der Integration gesprochen. Diese wurde mit mindestens einmal alle zwei Wochen festgelegt und sollte im Regelfall mittels Online-Meeting stattfinden.

8.2 Der Beginn der Prozessentwicklung

Da es sich bei dieser Laseranwendung um einen Reinigungsprozess handelt, dessen Qualität nur durch den Kunden bestimmt werden kann, folgte auf das Erstgespräch ein erster Prozessentwicklungsschritt. Die auf den Reinigungsprozess folgende Beschichtung verlangt eine ausreichend gereinigte Fläche – Entfernen von Öl-, Fett- und Lösungsmittelrückständen – und eine Strukturierung der Oberfläche, welche die Haftung der Beschichtung verstärkt. Dafür gibt es vom Hersteller Erfahrungswerte, die mittels einer Versuchsreihe an Musterteilen verifiziert wurden. Die Musterteile wurden vom Kunden beim Erstgespräch mitgebracht und vom Hersteller in dessen Versuchslabor entsprechend belastet. In der Laserbranche wird ein solches Vorgehen als Applikation bezeichnet. Nach erfolgter Applikation wurden dem Kunden die Musterteile retourniert, damit eine Beschichtung aufgebracht und die Haftung dieser vom Kunden getestet werden konnte.

Die gewünschte Haftung konnte erst nach einer zweiten Applikation erreicht werden. Dabei wurde die Leistungsklasse des Lasers erhöht, wodurch mehr Energie für den Reinigungs- und Strukturierungsprozess zur Verfügung stand. Dies verminderte einerseits die Rückstände nach dem Reinigen und vertiefte die Oberflächenstrukturierung, verringerte andererseits die notwendige Prozessdauer, wodurch verhindert werden konnte, dass die Laseranlage innerhalb der Produktionslinie die längste Zeit in Anspruch nehmen und so einen sog. „Flaschenhals“ bilden würde.

Für Hersteller:innen bieten Applikationen wichtige Informationen, die zur Erstellung des Pflichtenhefts und Angebots notwendig sind. So kann beispielsweise der richtige Laser in Bezug auf Wellenlänge und Leistungsklasse ausgewählt werden, wodurch ein wichtiger Kostenpunkt bestimmt werden kann. Die maximal zulässige Prozessdauer, die sich aus Laserzeit und Manipulationszeit zusammensetzt, gibt Aufschluss über die benötigten Automatisierungskomponenten.

8.3 Das finale Lösungskonzept (Durchführung des virtuellen Konzept-Webinars)

Nach erfolgreicher Applikation und abgeschlossener Bedürfnisklinik kann der Hersteller mit der Ausarbeitung von Lösungskonzepten beginnen. Im Regelfall passiert dies ohne die Einbeziehung von Kund:innen, wodurch es zu vermehrten Rückfragen und Änderungen kommen kann, bis schlussendlich ein finales Lösungskonzept angeboten werden kann. Dies erfordert beidseitigen Mehraufwand durch benötigte Online-Meetings oder weitere persönliche Gespräche, wodurch sowohl zeitliche als auch finanzielle Ressourcen verbraucht werden. Das Ziel des virtuellen Webinars ist es, den benötigten Aufwand für das finale Lösungskonzept so gering wie möglich zu halten und gleichzeitig einen optimal auf die Kund:innenbedürfnisse zugeschnittenen Entwurf zu generieren.

Im Falle der Laserreinigungsanlage wurde vom Hersteller ein erstes, grobes Konzept erarbeitet, das als Anhaltspunkt im virtuellen Konzept-Webinar dienen soll. Am Beginn des Webinars wurde dem Kunden jedoch mitgeteilt, dass auch völlig neuartige Ideen und Konzepte erwünscht sind. Die Wichtigkeit der Abhaltung des virtuellen Konzept-Webinars und der damit erfolgten Integration des Kunden in die Phase der Konzeptentwicklung wird durch zwei Aspekte deutlich:

Einerseits wurde klar, dass die Ausarbeitung des finalen Konzepts nicht mit den im Lastenheft angeführten Informationen möglich gewesen wäre. Während des Webinars brachte der Kunde laufend wichtigen Input zu softwareseitigen, mechanischen und elektrischen Schnittstellen, die im Lastenheft nicht erwähnt worden sind. Ohne die Einbeziehung des Kunden hätte dies im späteren Verlauf des Projekts, vor allem in der Phase der Entwicklung und am Beginn der Endphase, zu einem großen Mehraufwand geführt, da viele Änderungen hätten vorgenommen werden müssen. Auch dem Kunden wurde während des Webinars bewusst, dass bei der Erstellung des Lastenhefts auf eine Vielzahl von kleinen, jedoch projektrelevanten Informationen vergessen wurde. Dadurch wird ebenso die Auswirkung der Teilnehmerwahl eines solchen Konzept-Webinars deutlich. Es war von entscheidender Bedeutung, die richtigen Schlüsselpersonen am Webinar teilnehmen zu lassen, die durch Ihre praktische Erfahrung und ihr detailliertes Wissen über die Fertigungslinie und den Herstellungsprozess des Kundenbauteils sicherstellen, dass bereits in der Konzeptphase auf wichtige Details geachtet wird.

Andererseits macht die Integration des Kunden in der frühen Phase des Projekts deutlich, welchen positiven Effekt eine derart enge und intensive Kommunikation auf die Beziehungsebene zwischen dem Hersteller und dem Kunden hatte. Durch den offenen Austausch von Ideen und Informationen entstand nicht nur eine höchst produktive Arbeitsumgebung, sondern auch eine sehr kollegiale, beinahe freundschaftliche Projektkultur, die sich über die gesamte Dauer des Projekts fortsetzen wird. Im Laufe des Projekts wird deutlich werden, dass der Grundstein für die Kommunikations- und Umgangskultur zwischen Hersteller und Kunde in diesem Webinar gelegt worden ist.

Das finale Lösungskonzept sieht eine Anlage vor, die mithilfe eines Glockenaufsatzes, welcher direkt auf dem Laserkopf befestigt ist, eine Laserung in Laserklasse 1 ermöglicht. Der Strahlaustritt wird durch ein Unterdrucksystem überwacht, wodurch gewährleistet werden kann, dass das Kundenbauteil plan auf der Glocke aufsitzt und somit kein Laserstrahl aus der Glocke austreten kann. Durch die Überwachung des Unterdrucks kann eine lokale Abschirmung der Prozessstelle gegen gefährliche Strahlung ermöglicht werden. Die Manipulation der Bauteile sieht eine Förderstrecke vor, die an den vorherigen Prozessschritt andockt und das Bauteil mithilfe von pneumatischen Aktoren gegen einen Anschlag positioniert. Nach erfolgter Positionierung senkt sich der Laserkopf mit dem Glockenaufsatz von oben auf das Bauteil herab und die Reinigung kann durchgeführt werden. Eine Kamera detektiert die gereinigte Fläche, die durch die Reinigung und Strukturierung abweichende Reflexionseigenschaften aufweist. So wird gewährleistet, dass der Laserprozess erfolgreich war. Abb. 28 stellt das Lösungskonzept grafisch dar.

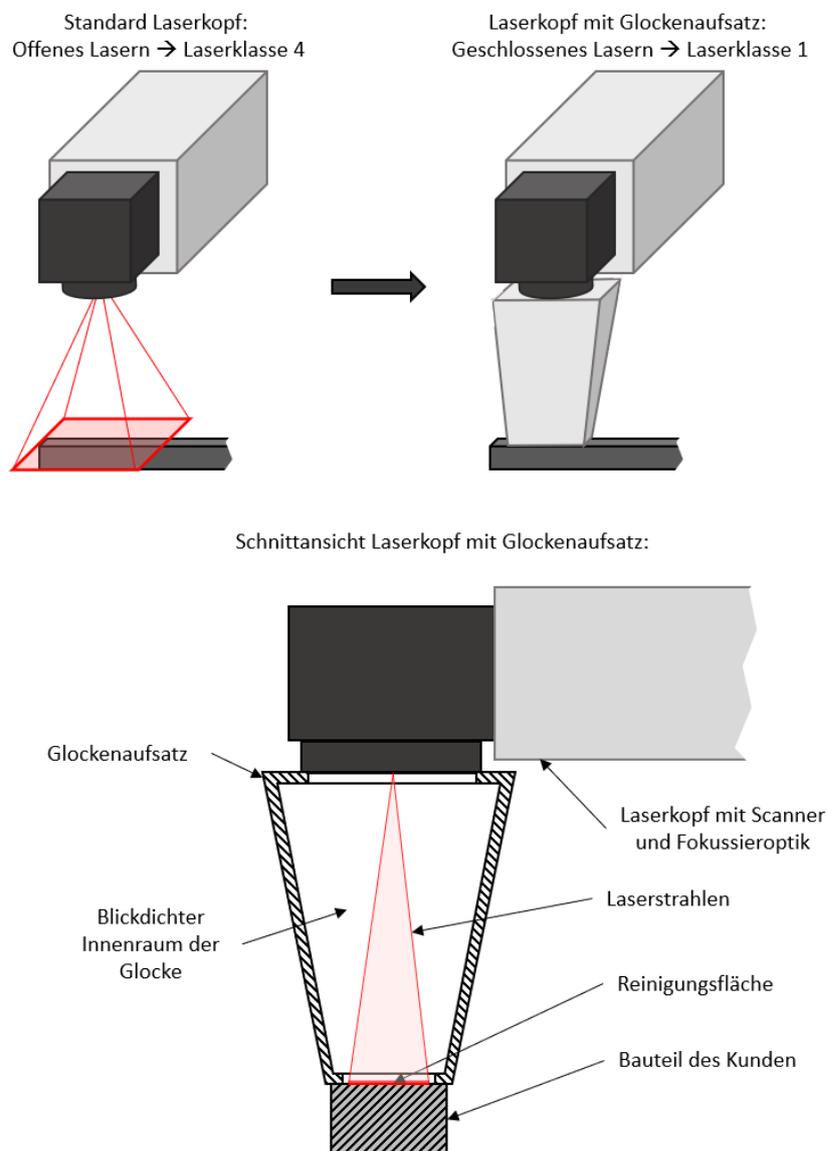


Abb. 28: Finales Lösungskonzept zur lokalen Laserabschirmung, Quelle: Eigene Darstellung.

8.4 Abschlusstätigkeiten der Vorphase

Der Projektsteckbrief, der seit dem Erstkontakt mit dem Kunden geführt wird, wird um eine Machbarkeits- und Risikoanalyse erweitert. Diese Analysen werden vom Hersteller intern und ohne Einbindung des Kunden durchgeführt. Die anschließende Kosten- und Terminplanung führt schlussendlich zu einem Angebot, das dem Kunden übermittelt wird. Auf die Erstellung eines gesonderten Pflichtenhefts wurde in diesem Projekt verzichtet, da das Angebot bereits alle Informationen eines Pflichtenhefts enthält. Durch die Schilderungen im Angebot war für den Kunden klar ersichtlich, wie jegliche Anforderungen des Lastenhefts durch den Hersteller erfüllt werden sollen. Zusätzlich wurde unter Anbetracht der Tatsache, dass der Kunde selbst bei der Entwicklung des Lösungskonzepts beteiligt war, die Erstellung eines Pflichtenhefts als überflüssig erachtet. Das Angebot enthält ebenso technische Beschreibungen des Lasers und dessen Funktionsweise bei Reinigungen und Strukturierungen sowie des gemeinsam mit dem Kunden ausgearbeiteten Lösungskonzepts zur Gesamtanlage. Neben den technischen Details sind im Angebot auch management-technisch, juristisch und kaufmännisch relevante Informationen enthalten (siehe hierzu Kap. 2.3.1 und v. a. Tab. 2), wodurch dem Kunden ein transparenter Einblick in das Projekt gewährt werden sollte. Nach Preisverhandlung und der Klärung einiger kleiner technischer und kaufmännischer Fragen wurde das Angebot vom Kunden schlussendlich bestellt, womit die Hauptphase des Projekts beginnt.

9 DIE ENTWICKLUNG DER LASERREINIGUNGSANLAGE

Im Zuge der Entwicklung einer Laseranlage sind in der Regel Mitarbeiter:innen aus Konstruktion, Elektroplanung und Softwareentwicklung stark am Projektgeschehen beteiligt. Dabei wird vorrangig darauf geachtet, dass alle drei Abteilungen parallel an der Ausarbeitung ihrer jeweiligen Arbeitspakete arbeiten. Der simultane Ablauf spart nicht nur wertvolle Zeit, sondern hat auch einen anderen wichtigen Grund: Harmonisierung. Würde beispielsweise die Konstruktion der Anlage abgeschlossen sein, bevor mit der Planung der Elektrik oder mit dem Aufbau der Softwarestruktur begonnen worden wäre, käme es mit großer Wahrscheinlichkeit zu Änderungen betreffend der Konstruktion, wodurch diese nachträglich angepasst werden müsste. Im schlimmsten Fall wären zu diesem Zeitpunkt bereits Fertigungszeichnungen erstellt worden und die Herstellung müsste nachträglich und kurzfristig angepasst werden, was einen Zeitverlust und eine Erhöhung der Kosten bedeuten würde. Durch die simultane Abarbeitung der Arbeitspakete kann die Anlage optimal entwickelt werden und notwendige Anpassungen fließen sofort in die Entwicklung mit ein.

Die Neuartigkeit des Lösungskonzepts rund um die lokale Strahlungsabschirmung mithilfe eines Glockenaufsatzes warf während der Entwicklung viele Fragen auf. Speziell die Erreichung und Detektion des Unterdrucks ergaben sowohl konstruktive als auch sicherheitstechnische und somit elektrotechnische Umsetzungsschwierigkeiten. Streng nach den Regeln der Kreativitätstechniken, die eine möglichst inhomogene Gruppe an Personen aus unterschiedlichen Abteilungen und mit unterschiedlichen Berufserfahrungen vorschreiben, eignet sich diese Problemstellung optimal für die Durchführung eines Innovations-Workshops, bei dem Hersteller und Kunde gemeinsam Ideen erarbeiten. Dazu wurde ein eintägiger Workshop im Unternehmen des Herstellers angesetzt, bei dem insgesamt 8 Personen inklusive Projektleiter – dieser übernahm die Rolle des Workshop-Moderators – mit unterschiedlichen Methoden und Werkzeugen eine Lösung für das Unterdruckproblem fanden.

9.1 Problemlösung in der Entwicklung (Durchführung des Innovations-Workshops)

Die Problemstellungen rund um den Glockenaufsatz und wie dieser funktional so ausgeführt werden kann, dass er eine laser- und prozesssichere Bearbeitung innerhalb der Gesamtanlage ermöglicht, sollen mithilfe des Kunden durch eine systematische Vorgehensweise gelöst werden. Um alle Unklarheiten in einem ersten Schritt zu erfassen, wurde eine Situationsanalyse durchgeführt. Die grafische Ausarbeitung dieser und die daraus resultierende, intensive Beschäftigung mit dem Prozessablauf lieferten neben den relevanten Fragestellungen – die es im Verlauf des Workshops zu lösen galt – bereits erste Ideen, die separat für die spätere Verwendung gesammelt wurden. Die nachfolgende Abb. 29 zeigt das Ergebnis der Situationsanalyse und die daraus erstellten Leitfragen für den Workshop.

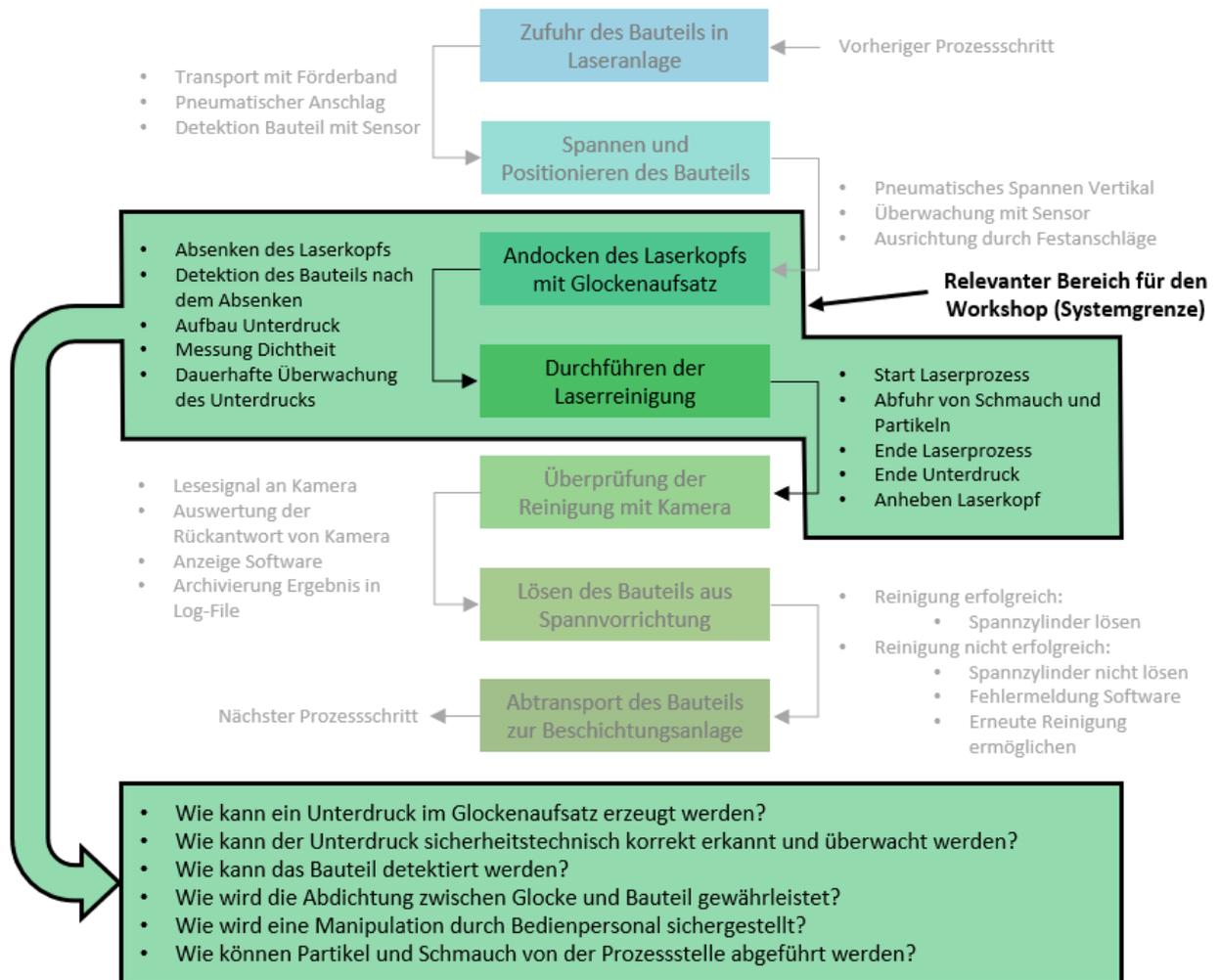


Abb. 29: Situationsanalyse und daraus resultierende Leitfragen, Quelle: Eigene Darstellung.

Auf die Situationsanalyse folgte die Anwendung mehrerer Kreativitätstechniken. Begonnen wurde mit einem Brainstorming, unterstützt durch die Anwendung der Osborn-Checkliste. Obwohl die Osborn-Checkliste eher für die Findung neuer Perspektiven und Ideen für bestehende Produkte bzw. Verfahren verwendet wird, half diese dabei, die Denkmuster der Teilnehmer weitreichender zu gestalten und neuartige Ideen zu generieren, welche laufend in die Ideensammlung aufgenommen wurden. Tab. 10 zeigt die wesentlichen Inhalte der Osborn-Checkliste.

Adaptieren:	Was ist ähnlich? Was könnte man nachahmen? Gibt es einen anderen Zusammenhang?
Modifizieren:	Bedeutung, Farbe, Bewegung, Form, Klang, Geruch verändern?
Vergrößern:	Größer, höher, länger, dicker? Häufiger, wertvoller, übertriebener?
Verkleinern:	Kleiner, kürzer, dünner, feiner? Aufspalten, aufteilen? Etwas weglassen?
Substituieren:	Material ändern? Prozess anders gestalten? Dinge aus anderen Bereichen?
Umgruppieren:	Teile, Abschnitte vertauschen oder umordnen? Reihenfolge ändern?
Umkehren:	Rollen vertauschen? Prozess oder Idee ins Gegenteil verkehren? Positiv und negativ tauschen?
Kombinieren:	Lassen sich Teile oder Ideen verbinden? Eigenschaften oder Elemente kombinieren?

Tab. 10: Inhalte der Osborn-Checkliste, Quelle: in Anlehnung an Boos (2014), S. 109

Stark unterstützt wurde die Suche nach Lösungsideen durch die Betrachtung der Idealität eines technischen Systems. Den aus dem Bereich der TRIZ stammende Denkansatz beschreibt Genrich Altshuller als einen Zustand, den jedes (technische) System anzustreben versucht. Jegliche Entwicklungsschritte bringen das System näher an die Idealität heran, bei der es sich um einen theoretischen Zustand handelt, in dem Produkte zur Erfüllung ihrer Funktionen weder Gewicht, Volumen noch Interaktionsraum benötigen. Das ideale System ist zum benötigten Zeitpunkt am richtigen Ort, führt die Aufgabe selbstständig und ohne den Einsatz von Ressourcen, Energie oder Zeit durch und verschwindet dann wieder.¹⁸¹ Dem gegenüber steht jede reale Maschine, die Gewicht, Volumen und Interaktionsraum einnimmt und Systemkomponenten enthält, die keine direkte Funktion erfüllen, sondern lediglich dazu dienen die Anlage als solches möglich zu machen. Obwohl der Zustand der Idealität ein rein theoretischer Zustand bleibt und niemals erreicht werden kann, half eine in diese Richtung gesteuerte Denkweise und die daraus resultierende Inspiration stark bei der Findung von innovativen Ideen zur Lösung der Problemstellungen.

Die durch eine Vielzahl an Ideen gewachsene Ideensammlung des Workshops wurde abschließend durch die Betrachtung des Ideal Final Result (IFR) in Kombination mit der Ressourcen-Checkliste erweitert. Während die Idealität einen theoretischer Zustand einer idealen Maschine meint, bezieht sich das IFR auf eine ideale Lösung. Diese ideale Lösung soll durch möglichst geringe Änderungen und geringen Ressourceneinsatz erreicht werden. Der Unterschied zur Idealität besteht somit darin, dass das ideale Endresultat weiterhin bestehen darf bzw. soll.¹⁸² Das Hauptaugenmerk des IFR liegt auf folgenden Grundsätzen:¹⁸³

- Schlechte Funktionen eliminieren
- Funktion an der richtigen Stelle verbessern
- Das System verbessern ohne es komplizierter zu machen
- Nur Funktionen verbessern, die zur Zielerfüllung beitragen
- Funktion verbessern oder andere zu verschlechtern
- Selbstständigkeit der Funktion ermöglichen
- Funktion zum gegebenen Zeitpunkt verbessern

Ähnlich wie bei der Osborn-Checkliste wurde die Idealität und das IFR zweckentfremdet eingesetzt, da sie hauptsächlich zur Verbesserung bereits bestehender Produkte eingesetzt werden. Innerhalb des Innovations-Workshops konnte jedoch so die Vielzahl an Ideen kombiniert werden, wodurch entweder vielversprechendere Lösungsideen kreiert wurden oder viele ähnliche Ideen zu einer kombiniert werden konnten. Dazu wurde auch die Ressourcen-Checkliste hinzugezogen, die es den Teilnehmern erlaubte,

¹⁸¹ Vgl. Altshuller (1999), S. 77 ff.

¹⁸² Vgl. Koltze/Souchkov (2017), S. 41 f.

¹⁸³ Vgl. Petrov (2019), S. 59.

bereits vorhandene Ressourcen der Gesamtanlage und der Fertigungslinie für die Erfüllung von Funktionen zu nutzen. Ressourcen bezeichnen im Kontext von TRIZ alle Mittel, die im Laufe eines Prozesses für die Funktionserfüllung genutzt werden können. Jedem technischen System stehen eine Vielzahl an Ressourcen zur Verfügung, die einen gewissen Wert (kostenlos, günstig, teuer), eine bestimmte Qualität (schädlich, neutral, nützlich), eine messbare Quantität (uneingeschränkt, ausreichend, nicht ausreichend) und eine Bereitschaft zur Anwendung (fertig, veränderlich, zu entwickeln) haben.¹⁸⁴ Damit Funktionen erfüllt werden können, muss sich ein System seiner Ressourcen bedienen. Die Ressourcen-Checkliste unterstützt bei der Identifikation und idealeren Nutzung vorhandener Ressourcen und gliedert diese in sechs Teilbereiche:

- Stoffliche Ressourcen: Objekte, Materialien, Werkstoffe und deren Eigenschaften
- Feldförmige Ressourcen: Mech., therm., elektr., magnet., chem. und biolog. Felder
- Räumliche Ressourcen: Anordnungen, Schichten, Strukturen, Leerräume, Oberflächen
- Zeitliche Ressourcen: Vor, während, nach dem Prozess, Wartezeiten, Phasen, Intervalle
- Informations-Ressourcen: Zustände, Eigenschaften, Messwerte, Berichte, Erfahrungen
- Funktionale Ressourcen: Haupt- und Nebenfunktionen, schädliche, unerwünschte Funktionen

Alle gesammelten Ideen wurden am Ende des Workshops sortiert und bewertet, wodurch eine abschließende Gesamtlösung definiert werden konnte. Die Sortierung erfolgte mithilfe eines Affinitätsdiagramms, welches den Glockenaufsatz in seine Teilbereiche Unterdruckeinheit, Bauteilüberwachung und Glockenabdichtung unterteilt und die Ideen den entsprechenden Teilbereichen zuordnet. Durch diese Vorgehensweise wurden alle Ideen erneut betrachtet und bei Bedarf aussortiert oder zusammengefasst, wodurch der Pool an Ideen verkleinert und somit besser für eine Bewertung vorbereitet wurde. Die Bewertung erfolgte qualitativ, in dem jeder Workshop-Teilnehmer zwei Ideen pro Teilbereich für die engere Wahl auswählen konnte. Die finalen Lösungsideen je Teilbereich wurden durch Diskussion und nähere technische Betrachtung gemeinsam ausgewählt.

Das finale Lösungskonzept sieht einen aus Aluminium gefrästen Kubus vor, der von unten an den Laserkopf geschraubt werden kann. Zwischen allen Frästeilen des Kubus kommen Flachdichtungen aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) zum Einsatz, die eine vollständige Dichtheit des Kubus garantieren. An der Unterseite des Kubus, wo sich eine Öffnung für die Laserbearbeitung befindet und die Lasereinheit auf das Bauteil ansetzt, wird eine Gummi-Lippe angebracht, die durch das Andrücken an das Bauteil eine Luftleckage verhindert. Die Detektion des Bauteils erfolgt mittels zweier induktiver Sensoren, wodurch ein händisches Verschließen und somit eine Manipulation durch Bediener:innen und deren Gefährdung verhindert wird, da induktive Sensoren lediglich durch metallische Werkstoffe aktiviert werden können.

¹⁸⁴ Vgl. Koltze/Souchkov (2017), S. 51 f.

Der Unterdruck wird mithilfe eines Volumenstromverstärkers erzeugt, der mithilfe des Coandă-Effekts einen hohen Luftdruck mit geringem Volumenstrom in einen geringen Druck mit hohem Volumenstrom umwandelt. Dadurch kann Luft aus dem verschlossenen Kubus gesaugt werden, wodurch ein Unterdruck entsteht, der mithilfe von zwei Unterdrucksensoren (Prinzip der Zwei-Kreisigkeit) gemessen und während des gesamten Laserprozesses überwacht werden kann. Sollte während der Laserung der Unterdruck abfallen, beispielsweise weil die Glocke nicht mehr dicht auf dem Bauteil aufsitzt, wird der Laser sofort abgeschaltet, womit ein ungewollter Strahlaustritt verhindert wird. Die abgesaugte Luft des Volumenstromverstärkers wird direkt in eine Laserrauchabsaugung geleitet, wodurch die beim Lasern anfallenden Partikel und Schmauchspuren abgesaugt werden können. Abb. 30 stellt die Lösung für den Glockenaufsatz und das Unterdrucksystem, welches auch so umgesetzt worden ist, grafisch dar.

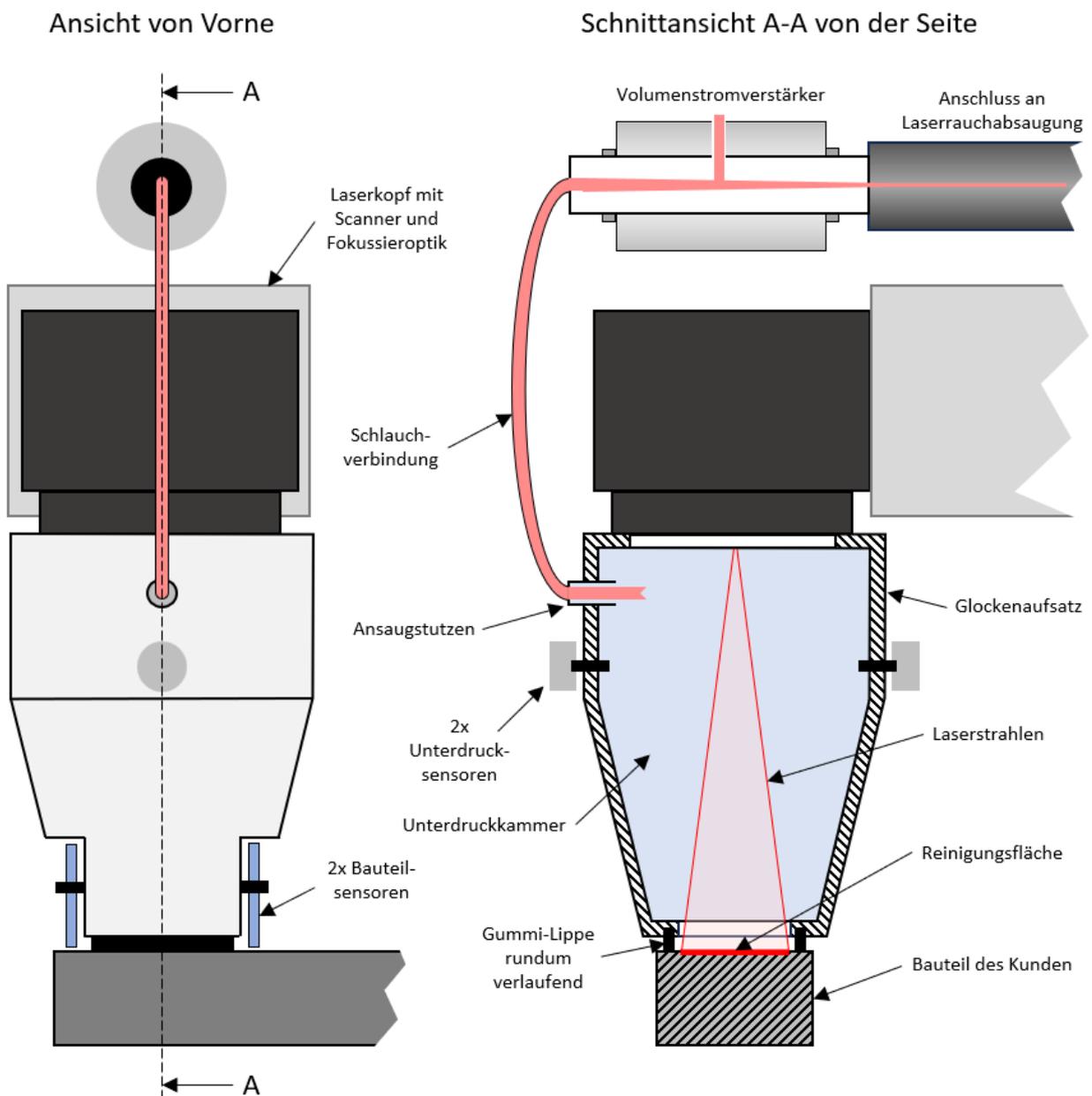


Abb. 30: Finale Lösung des Glockenaufsatzes mit Unterdrucksystem, Quelle: Eigene Darstellung.

9.2 Zusätzlicher Nutzen des Innovations-Workshops

Abgesehen von der Lösung für die Probleme rund um den Glockenaufsatz, das Unterdrucksystem und die sichere Laserung in Laserklasse 1, brachte der Innovations-Workshop gemeinsam mit dem Kunden zwei weitere positive Änderungen mit sich. Diese betreffen einerseits den Laserprozess selbst, andererseits die elektrische und softwareseitige Schnittstellenabstimmung zwischen der Lasermaschine und der restlichen Fertigungsanlage sowie dem kundenseitigen Datenverarbeitungssystem.

Während des Innovations-Workshops wurde beiläufig darüber gesprochen, dass die fertig beschichteten Bauteile im letzten Arbeitsschritt mit einem Produktaufkleber versehen werden, der Informationen über das Bauteil enthält und per Hand aufgebracht wird. Solche Aufkleber beinhalten üblicherweise die Typenbezeichnung, die Seriennummer, das Produktionsdatum, ein Firmenlogo sowie Daten zum Produkt selbst, beispielsweise Maßangaben, Abmessungen oder Verwendungszweck. Das Aufbringen solcher Informationen hat sich im letzten Jahrzehnt stark in die Richtung der Laserbeschriftung entwickelt, wo alle relevanten Informationen direkt auf das Bauteil gelasert werden, anstelle eines klassischen ausgedruckten Aufklebers. Dies ist vor allem dem Wunsch nach flexibleren Gestaltungsmöglichkeiten und strengeren Anforderungen an die Produktnachverfolgung geschuldet, welche durch den Einsatz von Lasern zur direkten Produktkennzeichnung eingehalten werden können. Wohingegen Laser eine dauerhafte und abriebfeste Beschriftung des Bauteils durchführen, können handelsübliche, selbstklebende Aufkleber mit der Zeit ihre Haltekraft verlieren, verloren gehen oder sogar manipuliert werden, weswegen der Laser eine nicht nur sicherere und schnellere Alternative darstellt, sondern gleichzeitig auch Kleinstmüll und Plastik einspart.

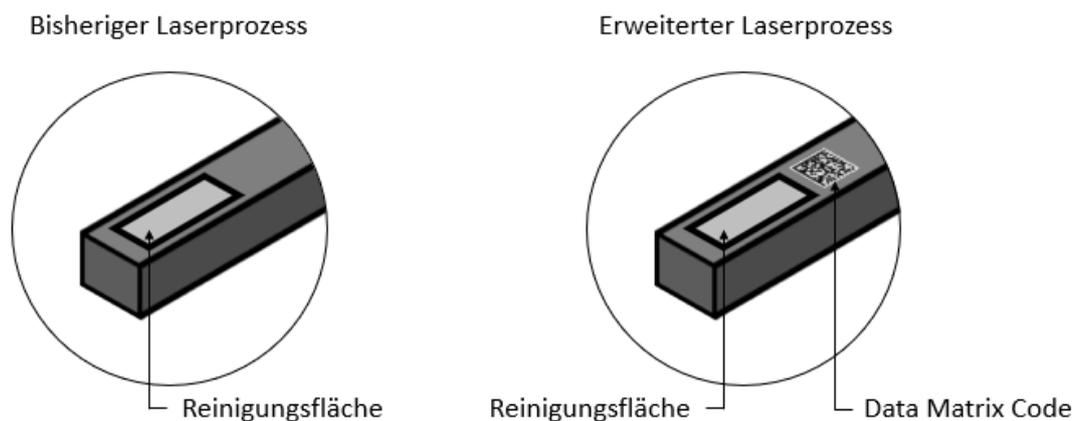


Abb. 31: Erweiterung des Laserprozesses um einen Data Matrix Code, Quelle: Eigene Darstellung.

Aus diesem Grund wurde der Laserprozess während des Workshops um eine Beschriftung erweitert, die vom selben Laser und in einem Arbeitsgang direkt neben der gereinigten Fläche durchgeführt werden soll. Die einzig notwendigen Änderungen, die eine solche Beschriftung ermöglicht, ist die Verbreiterung des Glockenaufsatzes um genau den Wert, der für die Beschriftung benötigt wird. Alle Informationen, die

bislang auf dem Aufkleber ersichtlich waren, sollten nun mithilfe eines Data Matrix Codes (DMC) auf das Bauteil gelasert werden (Abb. 31). Zusätzlich sollte der gelaserte DMC mithilfe des Kamerasystems, das bereits für die Überprüfung der gereinigten Fläche eingesetzt wurde, auf Richtigkeit und Qualität überprüft werden.

Durch Einbeziehung der Softwareabteilung des Herstellers in den Innovations-Workshop konnte die gefundene Lösung auch softwareseitig betrachtet werden, indem alle benötigten Schnittstellen und Kommunikationsabläufe direkt mit dem Kunden, der ebenfalls einen Mitarbeiter der IT-Abteilung am Workshop teilnehmen ließ, abgestimmt werden. Dieses Vorgehen garantierte, dass bei der späteren Programmierung der Anlage keine unerwarteten Schwierigkeiten entstehen, wie es in der Praxis häufig der Fall ist, wenn der Kunde erst spät oder gar nicht in das Projektgeschehen einbezogen wird.

9.3 Anmerkungen zur Hauptphase

Die nach der Entwicklung folgende Montage und das abschließende Testen der Anlage schließen die Projekthauptphase ab. Durch die Neuheit der entwickelten Lösung des Glockenaufsatzes war bei der Montage besonders auf die Ausführung der Monteure zu achten, die durch zusätzliche Einweisungen und detaillierte Montagezeichnungen unterstützt worden sind. Nach vollendetem mechanischen und elektrischen Aufbau wurde die vorbereitete Maschinensoftware aufgespielt und anschließend finalisiert. Vorgefertigte und bewährte Prüfprotokolle zur Überprüfung der Anlagenfunktionen sind ein wichtiger Bestandteil der Qualitätskontrolle und verhindern unerwartete Probleme im weiteren Projektverlauf.

Der Abschluss der Projekt-Hauptphase bis hin zur Vorabnahme (Beginn der Endphase, beschrieben in Kap. 10) erlaubt einen Rückblick auf das Change Request Management, das im Vergleich zu vergangenen Projekten, welche ohne die Integration von Kund:innen stattgefunden haben, merklich geringer ausfiel. Somit erfüllte die Integration des Kunden in den Entwicklungsprozess eine zentrale Aufgabe, nämlich die Anlagenfunktionen in dem Projektfortschritt anzupassen, wo sie entwickelt werden. Dadurch können spätere Anpassungen vermieden und Kosten gespart werden. Für die Findung von Lösungsideen für Anlagenteile, die noch nicht fertig entwickelt sind, ist es von entscheidender Bedeutung, eine klare Systemgrenze um den zu betrachtenden Bereich zu ziehen. Dies ermöglichte einerseits ein konstruktives und fokussiertes Arbeiten an Problemlösungen, andererseits verhinderte es das Eingreifen vom Kunden in bereits fertig entwickelte oder standardisierte Bereiche der Anlage.

Die Erweiterung der Anlage um die Beschriftung des Data Matrix Codes stellte nur einen geringen Eingriff in die bestehende Lösung dar und war mit nur sehr geringen zusätzlichen Kosten behaftet. Es ist durchaus denkbar, dass Kund:innen, die in dieser Phase integriert werden, einen zu starken Einfluss auf die Anlagenfunktionen nehmen möchten und den Rahmen des Lastenhefts so sehr verlassen, dass für die

Umsetzung aller Wünsche und Vorstellungen ein Zusatzangebot oder eine Neuaufrollung des Projekts notwendig wäre, was ebenso durch das Ziehen einer definierten Systemgrenze vermieden werden kann.

Eine weitere interessante Dynamik zwischen Kunde und Hersteller, die sich während der Ideensortierung und -bewertung ergab, betrifft die Differenzen in der Auffassung der Kosten zur Realisierung von Lösungsideen. Es ist nachzuvollziehen, dass Kund:innen in erster Linie nicht auf die Kosten für die Umsetzung von potenziellen Lösungsideen achten, wodurch Differenzen und Spannungen entstehen können, wenn Hersteller Lösungsideen aufgrund der Umsetzungskosten verwerfen möchten. Ein möglicher Umgang mit einer solchen Situation wäre eine von Kund:innen unabhängige Bewertung und Auswahl der generierten Ideen durch Hersteller:innen.

10 PROJEKTABSCHLUSS IN DER ENDPHASE

Das Vorgehensmodell sieht in der Endphase die letzte Kund:innenintegration vor, nämlich in der Phase der Vorabnahme. Dieses Vorgehen erlaubt valide Tests durch das Bedienpersonal und unterstützt somit bei der Finalisierung und Anpassung der Software und Anlagenfunktionen, die durch Hersteller:innen aufgrund von Betriebsblindheit übersehen werden können. Ebenso kann dadurch noch mehr auf die Kund:innenbedürfnisse eingegangen werden, speziell auf die des Bedienpersonals. Nach Abschluss der Vorabnahme kann das Projekt abgeschlossen und mit den Vorbereitungen für die Erfolgsmessung begonnen werden.

10.1 Vorabnahme mit Produktionssimulation (Durchführung der Tests durch Kund:in)

Die Integration von Kund:innen, wie sie in dieser Phase vorgenommen wurde, wird in der Literatur nur dann behandelt, wenn es um Massenprodukte geht, die vor ihrem Marktstart durch eine Vielzahl an Produkttester:innen geprüft werden. Dadurch erlangen Hersteller:innen wertvolle Rückmeldungen zu Produktfunktionen und zur Akzeptanz des getesteten Produkts im Markt. Im Falle eines Sondermaschinenbau-Projekts, bei dem es sich um ein einzigartiges Produkt für nur eine Kund:in handelt, wäre die Phase des Produkttests wohl am ehesten mit der Phase der Vorabnahme zu vergleichen. Dort sehen Kund:innen das Produkt zum ersten Mal und haben die Gelegenheit dieses zu testen und Feedback zu geben. Von diesem Produkttest werden jedoch die tatsächlichen „Endkund:innen“, nämlich das Bedienpersonal, das mit der Anlage schlussendlich arbeiten soll, in den meisten Fällen ausgeschlossen, womit auch das durch die Vorabnahme erlangte Feedback in Frage gestellt werden kann.

Aus diesem Grund wurde die Vorabnahme durch Tests erweitert, die speziell von jenem Bedienpersonal durchgeführt wurden, die nach Lieferung und Inbetriebnahme auch mit der Anlage arbeiten werden. Der Fokus war dabei nicht auf die grundlegenden Anlagenfunktionen gerichtet – beispielsweise Laserqualität, Zykluszeiten etc. – da diese auch unabhängig vom Bedienpersonal ermittelt werden konnten. Vielmehr ging es um Rückmeldung zur Bedienungsfreundlichkeit der Software. Obwohl Bereiche der Software wie Oberflächen, Menüs, Prozessabfolgen oder Eingabemöglichkeiten durch jahrelange Erfahrung des Herstellers in der Softwareentwicklung immer weiter optimiert worden sind, können erfahrene Bediener:innen, die viele unterschiedliche Maschinen bedient haben, wertvolles Feedback liefern, das nicht nur die kund:innenspezifische Sondermaschine verbessert, sondern auch für zukünftige und produktübergreifende Verbesserungen hilfreich sein kann.

Da die restliche Fertigungslinie, in welche die Laseranlage eingebettet werden soll, nicht für Tests zur Verfügung stand, wurde ein manueller Fertigungsbetrieb simuliert. Dazu führte eine Person der Anlage neue Bauteile in jenem Tempo zu, welches dem der späteren Fertigungslinie entsprach. Fertige Bauteile

wurden auf der gegenüberliegenden Maschinenseite durch eine zweite Person entnommen und abgelegt. Der Bediener wurde somit in eine Lage versetzt, wie sie auch später im Haus des Kunden während der normalen Produktion sein wird. Somit konnten verschiedenste Aufgaben des Bedienpersonals realistisch getestet werden. Dies umfasste einerseits reguläre Tätigkeiten wie beispielsweise das Laden von neuen Aufträgen, das Starten und Herunterfahren der Anlage, die Eingabe von benötigten Maschinendaten zur Steuerung der Anlage oder auch das Erstellen von Laserlayouts. Andererseits wurden jedoch auch Fehlersituationen simuliert, die der Bediener ohne vorherige Einweisung beheben musste. Dies umfasste das fehlerhafte Handling der Bauteile, diverse Fehler rund um Sensoren und Aktoren innerhalb der Anlage oder auch Softwarefehler, die durch vorab erstellte Testprogramme ausgelöst wurden. Parallel wurden Anmerkungen und Anpassungsvorschläge vom Bediener aufgenommen und deren Implementierung besprochen. Somit konnten nicht nur Softwarefehler, die bei der Programmierung entstanden, behoben werden, sondern auch einige Funktionen und Bereiche der Oberfläche nach den Wünschen des Bedieners angepasst werden. Ebenso wurden geringe mechanische Anpassungen an der Anlage vorgenommen, wie beispielsweise die Montage des Bedienarms samt Monitor, Maus und Tastatur auf die andere Maschinenseite, da dies besser zum Layout der gesamten Fertigungslinie passte und die Zugänglichkeit zur benachbarten Produktionsmaschine verbesserte. Alle Änderungen wurden im Anschluss an die Vorabnahme umgesetzt und die Maschine wurde anschließend final verpackt und für den Versand vorbereitet.

10.2 Abschluss des Projekts

Trotz des relativ kleinen Aufwands dieser Änderungen konnte damit ein hoher Zufriedenheitsfaktor beim Bedienpersonal erzielt werden. Die Einbeziehung des Bedienpersonals verbesserte nicht nur die Bedienbarkeit der Laseranlage an sich, sondern auch das Zusammenspiel mit den restlichen Maschinen der Fertigungslinie. Durch das tiefe Wissen des Bedieners über den Produktionsablauf und das Bauteil wurden die notwendigen Änderungen frühzeitig aufgedeckt, wodurch deren Umsetzung mit sehr geringem Aufwand noch im Hause des Herstellers stattfinden konnte. Im Regelfall lernen Bediener:innen die Anlage erst bei der Inbetriebnahme und Endabnahme kennen. Dies führt dann dazu, dass notwendige Änderungen nachträglich und mit erhöhtem Aufwand umgesetzt werden müssen, oder dass diese abgelehnt werden müssen, was zu einer Minderung der Kund:innenzufriedenheit und zu Frustration beim Bedienpersonal führen kann.

Die Anlage wurde zeitgerecht geliefert, beim Kunden aufgestellt und in Betrieb genommen. Ebenso wurde eine positive Endabnahme erzielt und der Abschluss des Projekts konnte vom Projektleiter eingeleitet werden, welcher um die Messung der Erfolgskriterien durch die Kundenintegration erweitert wurde (siehe dazu Kap. 11). Die Lessons Learned und der Abschlussbericht des Projekts stützen sich stark auf die

Integration des Kunden in das Projekt, wodurch diese erst nach der Messung des Projekterfolgs abgeschlossen werden.

10.3 Vorbereitungen für die Erfolgsmessung

Zur Auswertung des Nutzens der in diesem Projekt vorgenommenen Integration des Kunden wurden Daten erhoben, die einen Vergleich zu Projekten ohne Kund:innenintegration ermöglichen. Dazu sollten jene in Kap. 6.2 (siehe auch Abb. 23) angeführten, möglichen Erfolgsfaktoren in Betracht gezogen werden, die eine valide Aussage über den Erfolg der Integration erlauben. Diese unterteilen sich in projekt-, unternehmens-, kund:innen- und integrationspezifische Erfolgsfaktoren und beziehen dabei sowohl kundenseitige als auch herstellerseitige Personen zur Befragung mit ein. Tab. 11 beschreibt die Personenwahl bei der Befragung für die vier Erfolgsfaktorengruppen. Zwei getrennt voneinander stattfindende Befragungen, einmal mit allen Integrationsteilnehmern des Kunden und einmal mit den Projektmitarbeitern des Herstellers bilden die Basis für die in Kap. 11 durchgeführte Messung und Auswertung des Projekterfolgs. Die Befragten werden auf negative und positive Erfahrungen mit der Integration befragt und bewerten dabei den Einfluss der einzelnen Integrationschritte mit geringem, mittleren oder hohem Wert, jeweils für positive und negative Gesichtspunkte.

Bereich	Themengebiete	Personen
Projektspezifischer Einfluss	<ul style="list-style-type: none"> • Termine, Kosten, Qualität • Durchführung Projektplan • Kommunikation im Team • Zufriedenheit im Team • Change Request Management 	Projektmitarbeiter (Software, Elektrotechnik, Konstruktion) Projektleitung
Unternehmensspezifischer Einfluss	<ul style="list-style-type: none"> • Minderung der Herausforderungen • Aufwand vs. Nutzen • Neues Know-How 	Top-Management Projektleitung
Kundenspezifischer Einfluss	<ul style="list-style-type: none"> • Ängste und Risiken • Unsicherheiten • Kundenzufriedenheit • Kommunikation 	Kunde (Projektleitung, Bediener, IT-Mitarbeiter, Instandhaltung)
Einfluss auf die Beziehung	<ul style="list-style-type: none"> • Geschäftsbeziehung • Kundenbindung • Vertrauen 	Kunde (Projektleitung, Bediener, IT-Mitarbeiter, Instandhaltung) Projektmitarbeiter (Software, Elektrotechnik, Konstruktion)

Tab. 11: Leitthemen und Personen für die Befragungen, Quelle: Eigene Darstellung.

11 MESSUNG UND AUSWERTUNG DER SYSTEMATISCHEN INTEGRATION

Ob der Integration des Kunden ein positiver, neutraler oder negativer Beitrag beigemessen werden kann, soll in diesem Kapitel abhängig vom Integrationsschritt eruiert werden. Alle vier durchgeführten Integrationen – Bedürfnisklinik, virtuelles Konzept-Webinar, Innovations-Workshop und Tests durch Kund:in – werden einerseits auf ihre Mitwirkung zum erfolgreichen Abschluss des Projekts, andererseits auf den Einfluss auf die Beziehung zwischen Kunde und Hersteller, die Kundenzufriedenheit und die Kundenbindung bewertet. Die Auswirkungen der Kundenintegration werden mittels Befragungen aller am Projekt beteiligten Personen ermittelt und in den folgenden Kapiteln aufbereitet und analysiert.

11.1 Auswirkungen der Integration auf den Projekterfolg

Grundlegend kann festgehalten werden, dass das Projekt im Sinne des Projektmanagements positiv abgeschlossen werden konnte. Die am Projektbeginn definierten Ziele, basierend auf dem Lastenheft und dem gelegten Angebot samt Pflichtenheft, konnten erfüllt werden. Der Einfluss der Integration des Kunden auf den Projekterfolg kann lediglich durch die subjektive Einschätzung von Projektleitung und Projektmitarbeitern bestimmt werden und durch den Vergleich mit vergangenen Projekten ähnlichen Umfangs, bei denen keine Integration von Kund:innen stattgefunden hat. Zu differenzieren ist dabei auch der Einfluss des jeweiligen Integrationsschritts, so dass keine Gesamtbewertung der Integration vorgenommen wird, sondern eine getrennte Betrachtung der Einflüsse aller vier Integrationsschritte. Diese Betrachtungsweise erlaubt die Schlussfolgerung, dass die Bedürfnisklinik und die Tests durch den Kunden wenig Einfluss auf den Projekterfolg hatten, wohingegen das virtuelle Konzept-Webinar und der Innovations-Workshop einen sehr großen Einfluss hatten.

Die Bedürfnisklinik brachte zwar den Vorteil, dass einige, vorab nicht kommunizierte Bedürfnisse des Kunden bereits beim Erstgespräch erfasst wurden, jedoch fällt der Einfluss dieses Vorteils auf den Projekterfolg gering aus. Vergangene Projekte zeigen, dass nur in Ausnahmefällen nicht bekannte Bedürfnisse zu einem negativen Projekterfolg führen oder den Abschluss des Projekts verzögern. Früher oder später sind alle Bedürfnisse bekannt und können umgesetzt werden, auch wenn Kosten höher ausfallen oder Terminpläne nicht eingehalten werden. Anders als bei Produkten für Endverbraucher zielt der Sondermaschinenbau nicht darauf ab, Begeisterungsanforderungen zu schaffen, die die Erwartungen von Kund:innen übertreffen, sondern lediglich auf eine funktional ausreichende Umsetzung der gestellten Anforderungen. Viel bedeutsamer war der Einfluss der Bedürfnisklinik auf den Kunden und die Beziehung zwischen Kunde und Hersteller, wie ab Kap. 11.3 genauer beschrieben. Eine ähnliche Schlussfolgerung lässt sich auch für die Tests durch den Kunden in der Phase der Vorabnahme bilden. Zu diesem Zeitpunkt war der Bau der Anlage bereits abgeschlossen, das Feedback aus den Tests hatte lediglich kleine

Softwareanpassungen und minimale, für die Funktion der Anlage unrelevante Änderungen zur Folge. Somit kann auch hier lediglich ein geringer Einfluss auf den Projekterfolg verzeichnet werden.

Sowohl die Projektleitung als auch die Projektteammitglieder sehen im Gegenzug dazu einen großen und wichtigen Erfolgsfaktor im virtuellen Konzept-Webinar und dem Innovations-Workshop. Speziell das Konzept-Webinar hatte bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt einen großen Einfluss auf den weiteren Verlauf des Projekts, da das erarbeitete Konzept maßgeblich für die Entwicklung der gesamten Anlage war. Viele Aspekte der mechanischen Konstruktion, der elektrischen Planung und der Softwareentwicklung bauten auf dem Grundkonzept einer lokalen Abschirmung durch eine Unterdruckglocke auf. Der hohe Einfluss auf den Projekterfolg wohnt auch dem Innovations-Workshop inne, da die generierten Ideen zur Umsetzung des Glocken-Konzepts lediglich dadurch entstanden sind, dass durch die Integration eine heterogene, kreative Gruppe entstand, die sich in Know-How, Erfahrungen und Ideen besser ergänzte als die reine, herstellerseitige Projektgruppe. Obwohl keine Aussage darüber möglich ist, ob die gleiche oder funktional äquivalente Lösung auch ohne das Einbeziehen des Kunden entstanden wäre, sind sowohl Projektleitung als auch Projektmitglieder davon überzeugt, dass die Integration des Kunden großen Einfluss auf die Entwicklung der Endlösung hatte. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Vergleich dieser Ergebnisse mit denen von Homburg/Gruner¹⁸⁵, da dort der Einfluss einer Integration von Kund:innen in den Entwicklungsprozess negativ ausfällt. Grund dafür sind die unterschiedlichen Zielgruppen der betrachteten Produkte, da der Fokus bei den Ergebnissen von Homburg/Gruner auf Gebrauchsgütern für den Massenmarkt liegt, wohingegen Sondermaschinen einzigartige, technisch hochentwickelte Maschinen für die Industrie darstellen.

Die Wirksamkeit der Integration über den klassischen Abschluss des Projekts hinaus kann zu diesem Zeitpunkt lediglich abgeschätzt werden. Fakt ist jedoch, dass die Erweiterung der Anlagenfunktion um die Beschriftung des Data Matrix Codes ein klassisches Beispiel für eine nachträgliche Anpassung ist, die hier jedoch bereits während der Entwicklung implementiert werden konnte. Es ist nicht auszuschließen, dass auch in Zukunft noch Innovationen an der Anlage durchgeführt werden. Jedoch ist zu erwarten, dass diese aufgrund der Integration des Kunden und dessen vertieftes Wissen über die Anlagenfunktionen mit weniger Aufwand oder durch den Kunden selbst durchgeführt werden könnten, wodurch auch hier ein positiver Einfluss der Integration auf den Projekterfolg verzeichnet werden kann. Durch die flexible Ausführung der Anlage und die Berücksichtigung von potenziellen Anwendungen auf zukünftige Bauteile während des Innovations-Workshops ist nicht davon auszugehen, dass der Laserprozess oder das Bauteilhandling in naher Zukunft umgebaut werden muss, was ebenso ein häufiger Grund für

¹⁸⁵ Siehe hierzu Kap. 4.5 und Abb. 18.

nachträgliche Änderungsarbeiten bei vergangenen Projekten ist. Abb. 32 stellt die Bewertung der Einflüsse der vier Integrationschritte auf den Projekterfolg grafisch dar.

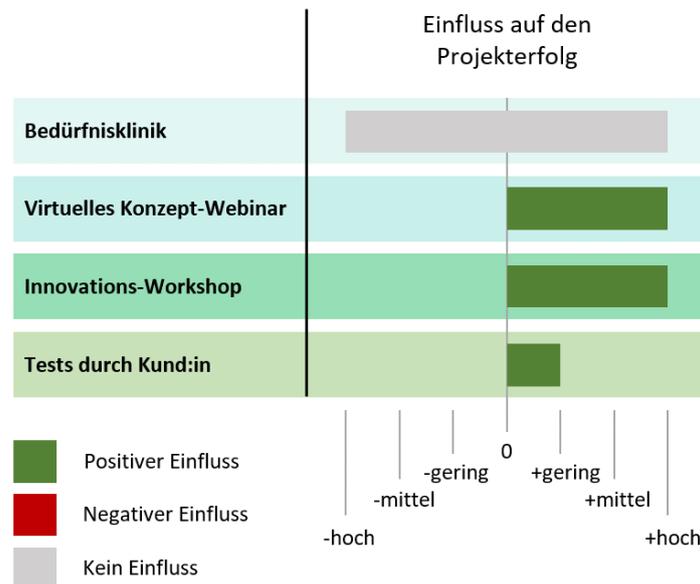


Abb. 32: Einfluss der Integration auf den Projekterfolg, Quelle: Eigene Darstellung.

11.2 Bedeutung der Integration für den Hersteller

Die Bewertung des Integrationseinflusses auf den Hersteller wird getrennt von der auf den Projekterfolg vorgenommen, da ein positiver Projekterfolg dennoch negative Auswirkungen auf den Hersteller haben kann, oder trotz eines positiven Projekterfolgs in Zukunft davon abgesehen wird das Integrationsvorgehen zu wiederholen. Fokus der Bewertung sind einerseits die in Kap. 2.4 ausgearbeiteten Herausforderungen und ob diese durch die Integration leichter bewältigt werden konnten, andererseits die Auswirkungen der Integration auf das Projektteam und das Unternehmen.

Das zu Wege bringen der größten Herausforderung, nämlich der hohe Aufwand in der Vorphase eines Projekts ohne die Sicherheit einer Bestellung durch Kund:innen, wird durch die Bedürfnisklinik und das virtuelle Konzept-Webinar stark positiv beeinflusst. Durch die zweifache Einbindung des Kunden in sehr frühen Projektphasen entstand bei diesem bereits zu Beginn der Kontaktaufnahme ein klarer Fokus auf den Hersteller und nicht auf Marktbegleitende, wodurch sich auch der Mehraufwand für die Integration rechtfertigen lässt. Dadurch lässt sich die Bedürfnisklinik als äußerst wirksames Kund:innengewinnungstool definieren, dass dem Hersteller mehr Chancen auf die Auftragserteilung verspricht. Das virtuelle Konzept-Webinar bietet neben der frühen Bindung des Kunden und der Erhöhung der Auftragserteilungschancen zwar den Nachteil, dass ein erhöhter Aufwand für die Vorbereitung und Ausführung zustande kommt, jedoch gleichzeitig den Vorteil der Minderung von späteren Entwicklungsrisiken und der Ablehnung des Konzepts durch den Kunden, da dieser selbst bei der

Entwicklung des Lösungskonzepts mitwirkt. Durch den Einsatz dieser beiden Integrationsmethoden ging auch eine starke Verbesserung der Beziehung zwischen Kunde und Hersteller einher, wie in Kap. 11.4 genauer beschrieben.

Ein höher Aufwand als bei Projekten ohne Kund:innenintegration kann auch bei der Durchführung des Innovations-Workshops verzeichnet werden, wobei auch hier relevante Vorteile geschaffen werden konnten. Bezogen auf projektunabhängige, unternehmerische Tätigkeiten aller Mitarbeiter:innen bringen nachträgliche Änderungen, die durch die Integration des Kunden verringert werden konnten, meist große negative Aspekte mit sich. Betroffene Mitarbeiter:innen müssen die Arbeit an laufenden Projekten unterbrechen, da sie Anpassungen an einer bereits gelieferten Anlage bearbeiten müssen, in die sie sich erst wieder eindenken müssen. Kommunikationen dauern länger und sind weniger effizient, ebenso verursachen nachträgliche Änderungen mehr Kosten. Darüber hinaus wurde die Kommunikation zwischen Hersteller und Kunde auch während des Projekts als effizienter erachtet, da offene Punkte der Entwicklung und Probleme an einem Tag und abteilungsübergreifend besprochen und gelöst werden konnten. Insgesamt sah das Projektteam zwar einen deutlichen Mehraufwand in den Phasen des Projektablaufs, die eine Integration vorsahen, jedoch auch einen reduzierten Aufwand in der Phase des Change Request Managements.

Anders ist dies jedoch bei der Betrachtung der Tests durch den Kunden, die in der Phase der Vorabnahme durchgeführt wurden. Obwohl die Tests einen sehr wichtigen Aspekt bezüglich der Kundenzufriedenheit darstellen (siehe hierzu Kap. 11.3), steht dem sehr hohen Aufwand dieses Integrationsschrittes ein nur geringer Mehrwert für das Unternehmen gegenüber. Die Vorbereitung auf die Tests waren um ein vielfaches höher als es die für eine übliche Vorabnahme sind, ebenso dauerte die Vorabnahme durch die zusätzlichen Tests um ein vielfaches länger. Obwohl durch den Input des Bedienpersonals auch für zukünftige Projekte Wissen ins Unternehmen getragen wurde, fällt durch den sehr hohen Aufwand die Gesamtbewertung des vierten Integrationsschritt bezogen auf das Unternehmen des Herstellers negativ aus. Einzig für die Projektleitung ergibt sich durch die Tests ein geringer, aber dennoch erwähnenswerter Vorteil, der sich auf die nach der Lieferung folgende Endabnahme bezieht. Diese findet im Haus von Kund:innen statt und ist bei Projekten ohne Integration der erster Berührungspunkt des Bedienpersonals mit der Anlage, bei Projekten ohne Vorabnahme der Kund:innen generell. Dadurch erhöht sich der Druck auf die Projektleitung, die in der Regel die Endabnahme durchführt. Durch die Integration des Kunden und im speziellen des Bedienpersonals bei den Tests konnte der Druck auf die Projektleitung dahingehend verringert werden, als das die Anlage dem Kunden in ihrer Funktionsweise bereits bekannt war und wenig bis keine negative Überraschungen zu erwarten waren. Durch die Tests war die Anlage auch dem Bedienpersonal bekannt, wodurch die Endabnahme mehr den Charakter eines offiziellen Übergabeakts ähnelte und nur dem Zwecke der detaillierten Schulung von Wartungs- und weiterem Bedienpersonal diente.

Neben allen bereits erwähnten Vor- und Nachteilen soll abschließend noch auf die im Zuge der Integration generierte Problemlösung der lokalen Laserabschirmung im Hinblick auf ihre weiteren Verwendungsmöglichkeiten im Sinne einer Standardisierung hingewiesen werden. Das durch dieses Projekt aufgebaute Wissen stellt einen großen Nutzen für das Unternehmen dar, womit auch bei zukünftigen Projekten rund um große Bauteile, die in Laserklasse 1 gelasert werden müssen, gearbeitet werden kann. Ebenso können vermehrte Bedarfsfälle dieser technischen Lösung zu der Entwicklung einer Standardmaschine führen, die in größeren Stückzahlen und geringeren Anschaffungskosten am Markt angeboten werden könnte. Trotz der Tatsache, dass in der Vergangenheit auch ohne die Integration von Kund:innen Lösungen geschaffen wurden, die später wiederverwendet oder zu Standardlösungen entwickelt wurden, ist die in diesem Bezugsprojekt geschaffene Lösung stark der Integration des Kunden zuzuschreiben, da ohne dessen Mitwirkung bei der Konzepterstellung und der Entwicklung der Neuheitsgrad der Lösung geringer einzustufen wäre. Dies zeigen Vergleiche mit vergangenen Projekten, durch die hervorgeht, dass vermehrt auf bekannte Lösungen und geringe Adaptierungen dieser mit kleinerem Risiko zurückgegriffen wird. Zusammengefasst lassen sich die Einflüsse der Integration auf den Hersteller wie in Abb. 33 dargestellt ableiten.

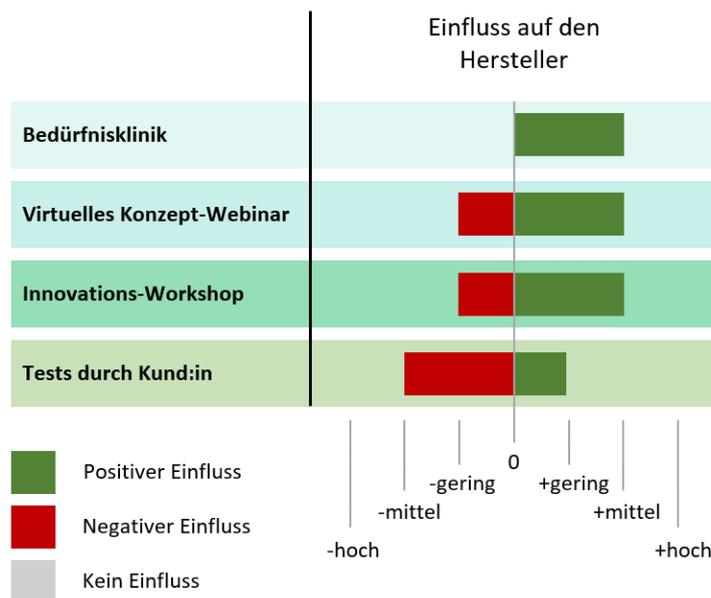


Abb. 33: Einfluss der Integration auf den Hersteller, Quelle: Eigene Darstellung.

11.3 Relevanz der Integration für den Kunden

Die dritte Betrachtungsebene des Integrationseinflusses bewertet die Relevanz aus der Sicht des Kunden. Auch hier sollen vordergründig die Risiken des Kunden bei der Anschaffung einer Sondermaschine betrachtet werden (siehe hierzu Kap. 2.5) und inwiefern die Integration diese vermindern oder abschaffen konnte, ebenso wie die Auswirkung der Integration auf Ängste des Kunden im Verlauf des Projekts.

In den Mittelpunkt des Geschehens rückte den Kunden die Bedürfnisklinik, was als äußerst positiv aufgefasst wurde. So wurde der Hersteller als professionell und seriös wahrgenommen, wodurch sich der Kunde verstanden und wertgeschätzt fühlte, da Interesse an seinen Bedürfnissen gezeigt wurde und nicht der Eindruck entstand, als lege das Hauptinteresse des Herstellers daran, unter allen Umständen und möglich unkompliziert etwas verkaufen zu wollen, was bei vertrieblichen Terminen der Regelfall sei. Da durch die Bedürfnisklinik auch Anforderungen aufgedeckt wurden, die vom Kunden nicht im Lastenheft festgehalten worden waren, entstand bereits beim ersten Kennenlernen ein Gefühl der Sicherheit. Bestärkt wurde dies durch das ebenfalls im Zuge der Bedürfnisklinik vorgestellte weitere Vorgehen in der Vorphase, das die Integration in der Phase des Konzepts vorsah und dem Kunden den Wunsch nach einer offenen und engen Kommunikation während des Projekts nahelegte. Ebenso konnte durch die Befragung des Kunden in Erfahrung gebracht werden, dass die Bedürfnisklinik den entscheidenden Vorteil zum Wettbewerb darstellte und die Kaufentscheidung im Grunde genommen bereits vor dem virtuellen Konzept-Webinar feststand. Lediglich völlig enttäuschende Ergebnisse des Konzept-Webinars oder ein massiv höherer Preis hätten die Auftragsvergabe verhindern können. Damit kann gezeigt werden, dass die Bedürfnisklinik massiv daran Anteil nehmen kann, die Ängste von Kund:innen frühzeitig zu senken und die Kaufentscheidung stark zu beeinflussen.

Das kurze Zeit nach der Bedürfnisklinik erfolgte Konzept-Webinar begünstigte zwar in seinen Grundzügen auch die Projektvergabe an den Hersteller, jedoch nicht so stark wie die Bedürfnisklinik. Als positiv wurde wahrgenommen, dass bereits bei der Konzepterstellung auf Details wie Schnittstellen und Maschinenlayout geachtet wurde, ebenso wie die Tatsache, dass durch das Mitwirken des Kunden das Konzept vollständig verstanden wurde und im späteren Rückblick bei der Prüfung des Angebots keine Fragen oder Unklarheiten auftauchten. Dennoch war es zum Zeitpunkt des virtuellen Konzept-Webinars für den Kunden schwierig, einen passenden Zeitpunkt zu finden, bei dem alle relevanten Personen teilnehmen konnten. Weiters wurde angemerkt, dass das generierte Konzept der lokalen Abschirmung zwar als plausibel, aber auch als unsicher wahrgenommen wurde, da die Funktionsweise noch nicht in ihren Einzelheiten feststand. Erst bei der Lösungsfindung während des Innovations-Workshops war der Kunde maßgeblich davon überzeugt, dass die Anlage funktionieren wird.

Der Nutzen des Innovations-Workshops lag jedoch nicht nur darin, Unsicherheiten beim Kunden zu beseitigen, sondern auch der Addition einer zusätzlichen Funktionalität, was große Vorteile für den

Kunden bedeuteten und als sehr wertvoller, vorab nicht geplanter Erfolgsfaktor angesehen werden kann. Dies war nur möglich, weil der Kunde sich im Zuge des Workshops intensiv mit der Laseranlage aber auch mit der restlichen Fertigungslinie beschäftigte. Als weiterer Nutzen wurde angeführt, dass das Vertrauen in den Hersteller einerseits durch die Vielzahl der angewendeten Innovationsmethoden verstärkt wurde, andererseits durch die frühzeitig erlangten Kenntnisse über die Funktionsweise der Anlage und die Integration in den Fertigungsprozess, wodurch der Kunde nochmals die Gelegenheit erlangte, seine Schnittstellen zur Anlage zu überprüfen, was vor allem Relevanz für die kundenseitige IT-Abteilung hatte. Diese konnte so bereits frühzeitig und mit klarem Ziel alle Vorbereitungen zur Implementierung der Anlage treffen. Ebenso wurde der Workshop als ein weiterer Schritt in der Minderung der Ängste und Zweifel beim Kunden angesehen. Auch beim Innovations-Workshop war es für den Kunden schwierig, einen möglichen Termin für alle Teilnehmer zu finden, speziell bedingt dadurch, dass der Workshop beim Hersteller stattfand, wodurch An- und Abreise zusätzliche Zeit benötigten, wodurch ein geringer, negativer Aspekt erhalten bleibt.

Da sich Kund:innen auch intern vor Bediener:innen regelmäßig für Neuanschaffungen, die wenig Freude beim Bedienpersonal auslösen, rechtfertigen müssen, fiel das Feedback auf die erweiterten Tests während der Vorabnahme sehr positiv aus. Das Bedienpersonal, das im Normalfall wenig Mitspracherecht erhält, fühlte sich wertgeschätzt und ernst genommen, da auch ihre Vorschläge zur Anpassung der Software aufgenommen und umgesetzt worden sind, wodurch die Akzeptanz der Anlage in der Produktion verbessert wurde und keine Rechtfertigung notwendig war. Durch dieses Ergebnis entsteht ein interessanter Kontrast zu den auf den Projekterfolg und Hersteller bezogenen Bewertungen, bei denen der Einfluss der Tests durch den Kunden keinen bzw. einen negativen Einfluss ergab. Somit lässt sich schlussfolgern, dass die Tests ein aufwendiges, aber wirksames Mittel darstellen können, die Kund:innenzufriedenheit zu erhöhen, bei zeitkritischen Projekten aber auch weggelassen werden können, ohne großen Einfluss auf den Projekterfolg zu nehmen. Ebenso könnte bei Bestandskund:innen auf die Tests verzichtet werden, da das Bedienpersonal in diesem Fall bereits mit den grundlegenden Aspekten der Software vertraut ist und sowohl Kund:innen als auch Hersteller:innen weniger von den positiven Aspekten der Tests abhängig sind.

Die intensive Zusammenarbeit während des gesamten Projektverlaufs nahm großen Einfluss auf die Kundenzufriedenheit, ebenso wie auf die Kundenbindung, die in Kap. 11.4 näher betrachtet wird. Es zeigte sich, dass der Kunde gerne am Projektgeschehen teilgenommen hat und die umfassende, systematische Einbindung des Kunden bereits zu Beginn die Kundenzufriedenheit steigerte und diese im Laufe des Projekts stetig verbesserte. Die abschließenden Tests brachten den Kunden zu dem Entschluss, fortan auch bei anderen Hersteller:innen dieses Vorgehen einzufordern. Abb. 34 zeigt eine Übersicht der Bewertung des Integrationseinflusses auf den Kunden.

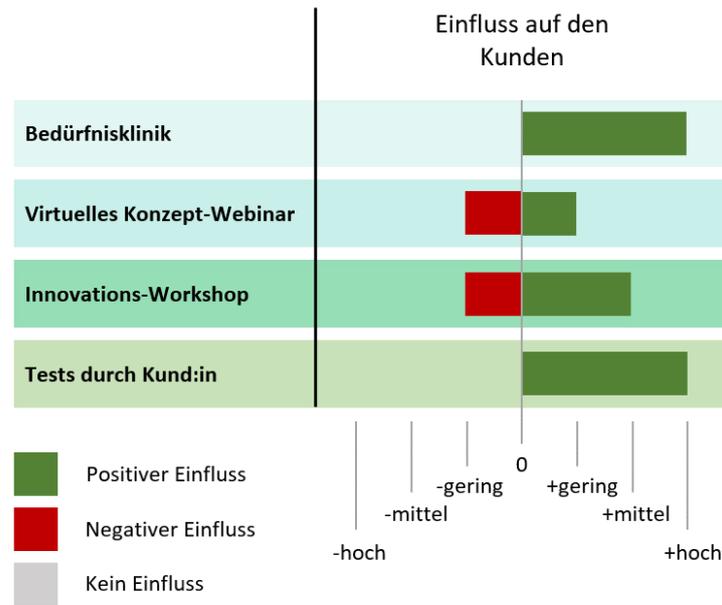


Abb. 34: Einfluss der Integration auf den Kunden, Quelle: Eigene Darstellung.

11.4 Signifikanz der Integration für die Beziehung zwischen Kunde und Hersteller

Die Befragung von sowohl herstellerseitigen als auch kundenseitigen Projektteilnehmern ergab einen klaren positiven Nutzen der Integration auf die Beziehung zwischen Hersteller und Kunde. Alle vier Integrationsschritte verzeichneten einen klaren und stetigen Zuwachs in der Bewertung der Bindung und des Vertrauens des Kunden gegenüber dem Hersteller, ohne dabei negative Einflüsse erzeugt zu haben.

Unter Kund:innenbindung wird jene Beziehung zwischen Kund:innen und Hersteller:innen verstanden, die ein wiederholtes Kaufverhalten auslöst und Laufkundschaften zu Stammkundschaften transformiert. Diese kann in der Theorie durch drei Perspektiven beleuchtet werden, nämlich die Perspektive von Kund:innen, die von Hersteller:innen und die der Geschäftsbeziehung. Aus der Sicht von Hersteller:innen werden als kund:innenbindende Maßnahmen meist Marketingoperationen verstanden, die zur Herstellung und Intensivierung der Bindung zu aktuellen Kund:innen beitragen sollen.¹⁸⁶ Die Perspektive der Geschäftsbeziehung dagegen beeinflusst die Kund:innenbindung durch das zwischenmenschliche Interaktionsgeschehen und die Geschäftsatmosphäre, welche im Falle des Bezugsprojekts den relevantesten Anteil an der Erhöhung der Kundenbindung hatte. So lässt sich durch die produktive und intensive Zusammenarbeit eine Verbesserung der Geschäftsbeziehung verzeichnen, was den Kunden weiter an den Hersteller gebunden hat, als es ein üblicher Projektverlauf getan hätte. Dies zeigt sich durch die durchweg positive Bewertung des Kunden im Hinblick auf die Geschäftsbeziehung und die Zusammenarbeit während des Projekts. So äußerte sich der Kunde gegenüber dem Hersteller, dass dieser

¹⁸⁶ Vgl. Jaritz (2008), S. 28 ff.

auch bei zukünftigem Bedarf an Laserbearbeitungsmaschinen der erste Ansprechpartner sei und man die Geschäftsbeziehung im Sinne der engen Zusammenarbeit fortführen möchte. Das Vertrauen sei durch die Kundenorientierung am Beginn des Projekts und durch die abschließenden Tests sowie durch die systematische und methodengestützte Vorgehensweise bei der Findung von Lösungen während der Entwicklung über das normale Maß hinweg gestiegen. Ebenso ließen sich Ängste und Zweifel am Scheitern des Projekts früher als bei normalen Projekten ohne Integration beseitigen, was gleichermaßen die Kundenbindung bestärkte. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist die Geschäftsbeziehung, die der Hersteller mit dem kundenseitigen Bedienpersonal aufbaut, da dieses in der Regel nach der Endabnahme weiteren Kontakt zum Hersteller hat, wenn es um Probleme, Fragen oder Wünsche bzgl. der gelieferten Lasermaschine geht. Auch hier konnte die Beziehung einerseits bereits früher als bei herkömmlichen Projekten aufgebaut werden, andererseits durch die kundenorientierte Vorgehensweise bei den Tests in einem höheren Ausmaß als üblich bestärkt werden.

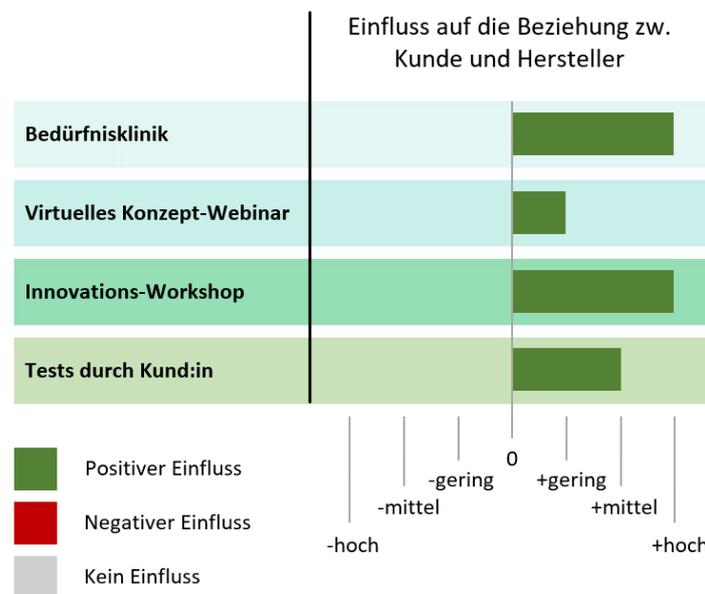


Abb. 35: Einfluss der Integration auf die Beziehung zwischen Kunde und Hersteller, Quelle: Eigene Darstellung.

Ein interessanter Vergleich entsteht bei der Betrachtung des Einflusses auf die Kundenbindung und des Einflusses auf den Projekterfolg (siehe Kap. 11.1). In den Integrationsschritten, in denen die Kundenbindung am meisten gestärkt werden konnte, kann gleichzeitig der geringste Einfluss auf den Projekterfolg verzeichnet werden. Beispielsweise hatte die Bedürfnisklinik keinen Einfluss auf den Projekterfolg, hingegen einen maximal hohen Beitrag zur Kundenbindung und Kundenzufriedenheit. Ähnlich verhält es sich bei den Tests durch den Kunden, bei denen nur ein geringer Anteil am Projekterfolg, aber ein hoher Anteil an der Stärkung der Beziehung festgestellt werden konnte. Dies erlaubt die Schlussfolgerung, dass Unternehmen den Aspekt der Kund:innenbindung und -zufriedenheit in diesen Phasen des Projekts außer Acht lassen, da es einen erkennbaren Mehraufwand bedeutet, jedoch keinen

bzw. nur einen geringen Einfluss auf den Projekterfolg hat. Durch zunehmenden Druck am Lasermarkt und den stetig wachsenden Anforderungen an Hersteller:innen, könnte diese Vorgehensweise jedoch den entscheidenden Wettbewerbsvorteil darstellen und Kund:innen länger binden, wodurch auch ein zukünftiger Unternehmenserfolg gesichert werden kann. Abb. 35 zeigt abschließend die Gesamtbewertung des Integrationseinflusses auf die Beziehung zwischen Kunde und Hersteller, unterteilt in die vier Integrationsschritte im Verlauf des Projekts. Unter Anhang 3 wird das ganzheitliche Bewertungsergebnis als Übersichtsdarstellung ersichtlich.

12 CONCLUSIO

Abhängig von der Intention hinter einer Kund:innenintegration ist diese mit unterschiedlichen Vorteilen und Einflussmöglichkeiten behaftet. Die Steigerung des Projekterfolgs durch die systematische Integration von Kund:innen ist ebenso ein mögliches Ergebnis wie die Verbesserung der Kund:innenbindung und -zufriedenheit oder die Erweiterung des unternehmensinternen Wissens. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen dabei auf, welche Integrationsmethoden zu welchem Zeitpunkt im Verlauf des Projekts für das jeweils gewünschte Resultat herangezogen werden können. Beispielsweise kann die Integration von Kund:innen mithilfe einer Bedürfnisklinik am Beginn des Projekts, oder die Durchführung von erweiterten Tests durch Kund:innen im Zuge der Vorabnahme zwar dazu beitragen, die Kund:innenbindung stark zu verbessern, hat jedoch wenig Einfluss auf den Projekterfolg und nur geringen Nutzen für Hersteller:innen. Im Gegenteil dazu können Integrationsmethoden während der Konzepterstellung und der Entwicklung einer Sondermaschine großen Einfluss auf den Projekterfolg nehmen, stellen aber gleichzeitig nur schwache Methodiken für die Chancenerhöhung einer Auftragserteilung oder zur Steigerung des Vertrauens von Kund:innen dar.

Parallel zu diesen Überlegungen müssen bei der Wahl der richtigen Integrationsmethode weitere Faktoren wie der passende Zeitpunkt, die geeignete Intensität und die Kompatibilität mit Kund:innen berücksichtigt werden. Ein Beispiel dafür stellt das Vorgehen beim Innovations-Workshop dar, dass durch einen bereits fortgeschrittenen Stand der Entwicklung und klare Systemgrenzen dazu führte, dass der Kunde sich nicht in Einzelheiten verloren fühlte, sondern ein überschaubarer Teil der Vielzahl an vorhandenen Anlagenfunktionen als Thema für die Lösungsfindung definiert wurde. Dies schränkte die Integration derart ein, dass sie sowohl für den Kunden als auch für den Hersteller nützlich und produktiv war. Die Kompatibilität von Kund:innen mit Hersteller:innen bleibt bei der Wahl ob und inwiefern die Integration stattfinden kann ein wichtiger Gesichtspunkt und kann beim Erstkontakt bzw. im Zuge der Bedürfnisklinik eruiert werden. Somit stellt die Integration von Kund:innen in den Innovationsprozess unter keinen Umständen einen festen Ablauf dar, sondern muss vielmehr in Abhängigkeit der Rahmenbedingungen projektspezifisch geplant und durchgeführt werden.

Die Integration von Kund:innen in die Phase der Konzepterstellung und die der Entwicklung trägt dazu bei, das Change Request Management im Verlauf des Projekts deutlich zu reduzieren. Dies zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit im Vergleich zu vergangenen Projekten des Herstellers, bei denen auf die Integration von Kund:innen verzichtet wurde. Durch die laufende, intensive Auseinandersetzung der Kund:innen mit dem Aufbau und der Funktionsweise der Anlage werden kleinere Änderungswünsche oder große Anpassungen frühzeitig erkannt, wodurch sie bereits während der Entwicklung der Anlage implementiert werden können, anstatt in der Endphase zu mühevollen und kostenintensiven Umgestaltungen zu führen. Anders als bei den Ergebnissen von Homburg/Gruner, bei denen die

Einbindung von Kund:innen in den Entwicklungsprozess von Produkten für Endverbraucher als negativ und damit nicht empfehlenswert bewertet wird, kann die Kund:innenintegration für Projekte im Sondermaschinenbau während der Entwicklung durchaus als nutzbringend definiert werden, wie die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen.

Die langfristige Bindung von Kund:innen kann durch die Integration begünstigt werden, wenn diese in jenen Phasen vorgenommen wird, in denen die Unsicherheiten und Ängste von Kund:innen besonders hoch sind, was vor allem auf den Beginn eines Projekts zutrifft. Integrationsmaßnahmen, die bereits beim Erstkontakt zu einer Differenzierung zum Wettbewerb führen, tragen nicht nur maßgeblich dazu bei, die Chancen der Auftragserteilung zu erhöhen, sondern auch die Geschäftsbeziehung nachhaltig zu stärken.

Großes Potenzial besteht ebenso darin, die entwickelte Lösung der lokalen Laserabschirmung für zukünftige Problemstellungen oder auch für den Bau einer standardisierten Lösung zu verwenden. Sowohl der Prozess der Laserreinigung als auch der Bedarf an Laserbearbeitungen von großen, sperrigen Bauteilen hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen, wodurch sich der Projekterfolg auch für zukünftige Anwendungen einsetzen lässt. In diesem Zusammenhang ist die Innovationsbereitschaft von Hersteller:innen und die Akzeptanz der Mitarbeiter:innen von unternehmensexternen Ideen und Lösungsvorschlägen – Stichwort „Not Invented Here“ Syndrom – ebenso von entscheidender Bedeutung wie die Kommunikations- und Vertriebsstärke von Hersteller:innen, die das neu erlangte Wissen an die richtigen Kund:innen bringen und den nachhaltigen Nutzen der Integration maximal ausschöpfen soll. So konnte durch diese Arbeit gezeigt werden, dass eine Kund:innenintegration auch stark zur Ausweitung des unternehmensinternen Wissens beitragen kann, wodurch auch zukünftige, projektunabhängige Neuentwicklungen möglich gemacht werden.

In der Laserbearbeitungsindustrie sind Kund:innen für Sondermaschinen mit hoch-technischen Anforderungen stark daran interessiert, sich durch die Anschaffung einen wertvollen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Somit sind sie auch darauf angewiesen, fortschrittliche Hersteller:innen zu finden, die mit innovativen Vorgehensweisen wegweisende Lösungen schaffen und die Zuversicht auf den Erfolg des Projekts an Kund:innen vermitteln. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass durch die Integration von Kund:innen in den Projektverlauf nicht nur ein projektrelevanter, sondern auch ein auf die Zukunft bezogener, geschäftlicher Vorsprung kreiert werden kann, der für beide Parteien gleichermaßen gilt und jenen Nutzen stiften kann, den sie sich von der Zusammenarbeit erwarten.

13 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Ergebnisse der in dieser Arbeit durchgeführten Kund:innenintegration erlauben die Ableitung von Handlungsempfehlen, die nicht nur eine systematische und zielorientierte Kund:innenintegration thematisieren, sondern die Einbindung von Kund:innen in den Innovationsprozess auch hinsichtlich der Verwendung als Marketing- und Vertriebsinstrument behandeln. Dies hat den Zweck, ein zusätzliches Tool für Hersteller:innen von Sondermaschinen im Bereich der Laserbearbeitung zu schaffen, mit dem Kund:innen akquiriert werden können.

Um die Kund:innenintegration sowohl für Hersteller:innen als auch für Kund:innen nützlich zu gestalten, sind noch vor Projektbeginn grundlegende Überlegungen und Analysen durchzuführen, beginnend mit der elementaren Deliberation über die Eignung des Projekts und der Kund:in zur Durchführung einer Integration. Geeignete Projekte sind jene, die Entwicklungen mit einem hohen Neuheitsgrad oder besonders kritische Herausforderungen für Hersteller:innen beinhalten. Passende Kund:innen weisen hohes Anwendungs- bzw. Objektwissen auf oder tragen ein hohes Risiko in Bezug auf die gewünschte Laseranlage. Nach positiver Eignung von Projekt und Kund:in müssen Zeitpunkt und Intensität der Integration in passender Weise gewählt werden. Der Zeitpunkt ist abhängig vom notwendigen Input für die erfolgreiche Projektabwicklung zu wählen. Dazu eignen sich Projektphasen wie die Konzepterstellung, die Entwicklung der Anlage sowie eine spätere Integration bei abschließenden Tests. Die Intensität ist derart zu wählen, dass einerseits Ängste und Risiken von Kund:innen maximal reduziert werden können, andererseits Aufwände für Hersteller:innen in einem erträglichen Ausmaß bleiben. Eine zu geringe Intensität bedeutet zwar einen reduzierten Aufwand für Hersteller:innen, zeigt bei Kund:innen jedoch auch wenig Wirkung und kann bei falsch gewähltem Zeitpunkt auch wenig Nutzen für den Projekterfolg bedeuten. Eine zu hohe Intensität reduziert Ängste und Risiken bzw. stärkt die Geschäftsbeziehung und die Bindung zu Kund:innen, verursachen allerdings hohe Aufwände für Hersteller:innen.

Für Projekte, deren Parameter nicht passend für eine Kund:innenintegration sind, kann dennoch eine beschränkte, reduzierte Form der Integration empfohlen werden. Diese sieht in den Phasen der Konzepterstellung und der Entwicklung ein webbasiertes Meeting vor, in dem Kund:innen Feedback und weiteren Input geben können, ohne dabei noch offene Projektbereiche aktiv mitzugestalten. Damit reduziert sich der Aufwand für Hersteller:innen auf ein Minimum, gleichzeitig kann jedoch von Kund:innenwissen profitiert und die Geschäftsbeziehung verbessert werden, ebenso wie das Change Request Management verringert werden.

In jedem Fall ist bei Projektbeginn die Anwendung der Bedürfnisklinik zu empfehlen. Diese kann sowohl bei persönlichem als auch bei virtuellem Kontakt mit Neukund:innen durchgeführt werden, jedenfalls aber bei Erstkontakt im Zuge der Anfrage, bei der Besprechung des Lastenhefts bzw. der Projektziele. Durch ihre einfache Anwendung, die in ihren Grundzügen lediglich ein Umdenken von Hersteller:innen

gegenüber Neukund:innen zur Erfassung von nicht direkt kommunizierten Anforderungen und Bedürfnissen verlangt, kann sie für jede Art von Projekt und bei jeglichen Kund:innen eingesetzt werden, ohne dabei für Hersteller:innen einen messbaren Mehraufwand zu erzeugen. Ebenso sind auf Basis der Ergebnisse dieser Arbeit durch die Anwendung der Bedürfnisklinik keine negativen Auswirkungen zu erwarten, weder auf den Projekterfolg noch auf die Zufriedenheit von Kund:innen oder die Beziehung zwischen Hersteller:innen und Kund:innen.

Zur Gewinnung von Neukund:innen ist die beidseitige Verringerung der Projektrisiken durch offene und aktive Kommunikation klar in den Vordergrund zu stellen, was neben den persönlichen Anfragegesprächen auch durch vermehrte Bekanntmachung der Vorgehensweise erreicht werden kann. Dazu sind sowohl Mittel wie direkte Werbung auf sozialen Medienportalen als auch die Erstellung eines Imagefilms geeignete Mittel, ebenso wie die Teilnahme an innovationsorientierten Veranstaltungen oder die Fokussierung der Kund:innenintegration bei Messeauftritten oder auf der Webseite.

LITERATURVERZEICHNIS

- Alam, Daud; Gühl, Uwe (2016): *Projektmanagement in der Praxis – Ein Leitfaden und Werkzeugkasten für erfolgreiche Projekte*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Deutschland
- Altshuller, Genrich (1999): *The Innovation Algorithm – TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*, Technical Innovation Center, Inc., Worcester, England
- Bartl, Michael (2006): *Virtuelle Kundenintegration in die Neuproduktentwicklung*, Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland
- Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael ten; Vogel-Heuser, Birgit (2014): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Springer Vieweg, Wiesbaden, Deutschland
- Beckenbauer, Angela; Jud, Silvana; Feuz, Martin (2021): *Digital Innovation Sprints – Wie Innovationsworkshops digital funktionieren*, in: Zeitschrift Führung + Organisation, Ausgabe 02/2021, Schaeffer-Poeschel Verlag, Baden-Baden, Deutschland, S. 108 – 110
- Böge, Alfred; Böge, Wolfgang (2017): *Handbuch Maschinenbau – Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-Technik*, 23. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, Deutschland
- Bolte, Annegret (2000): *Ingenieure zwischen Theorie und Praxis: zum Umgang mit Unwägbarkeiten in der Innovationskraft*, in: *Jahrbuch sozialwirtschaftliche Technikberichterstattung 2000, Schwerpunkt: Innovation und Arbeit*, Ed Sigma (Hrsg.), Berlin, Deutschland, S. 107 – 147
- Boos, Evelyn (2014): *Das große Buch der Kreativitätstechniken*, 5. Auflage, Compact Verlag GmbH, München, Deutschland
- Bräkling, Elmar; Oidtmann, Klaus (2019): *Beschaffungsmanagement – Erfolgreich einkaufen mit Power in Procurement*, 2. Auflage, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature, Deutschland
- Büsch, Mario (2013): *Praxishandbuch Strategischer Einkauf – Methoden, Verfahren, Arbeitsblätter für professionelles Beschaffungsmanagement*, 3. korrigierte Auflage, Springer Fachmedien, Wiesbaden, Deutschland
- Chesbrough, Henry (2003): *Open Innovation – The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Publishing Corporation, Boston, Massachusetts, USA
- Ernst, Holger (2004): *Virtual Customer Integration – Maximizing the Impact of Customer Integration on New Product Performance*, in: Sönke, Albers (Hrsg.): *Cross-functional Innovation Management – Perspectives from Different Disciplines*, Gabler Verlag, Wiesbaden, Deutschland, S. 192 – 208
- Farmer, David (1981): *Buyers and Risk*, in: *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, MCB UP Ltd, Bingley, England, Volume 11, Ausgabe 2/3, S. 128 – 134
- Felkai, Roland; Beiderwieden, Arndt (2015): *Projektmanagement für technische Projekte – Ein Leitfaden für Studium und Beruf*, 3. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, Deutschland
- Füller, Johann; Mühlbacher, Hans; Bartl, Michael (2009): *Beziehungsmanagement durch virtuelle Kundeneinbindung in den Innovationsprozess*, in: Hinterhuber, Hans H.; Matzler, Kurt (Hrsg.): *Kundenorientierte Unternehmensführung*, 6. Auflage, Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland, S. 197 – 222

- Füller, Johann; Mühlbacher, Hans; Rieder, Birgit (2003): *An die Arbeit, lieber Kunde!*, in: Harvard Business manager, manager magazin Verlagsgesellschaft mbH, Hamburg, Deutschland, Ausgabe 8/2003, S. 32 – 44
- Glazer, Rashi (2000): *Vom Wissen der Kunden profitieren*, in: Harvard Business manager, manager magazin Verlagsgesellschaft mbH, Hamburg, Deutschland, Ausgabe 5/2000, S. 32 – 44
- Gruner, Kjell E. (1997): *Kundeneinbindung in den Produktinnovationsprozeß – Bestandsaufnahme, Determinanten und Erfolgsauswirkungen*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Deutschland
- Hab, Gerhard; Wagner, Reinhard (2017): *Projektmanagement in der Automobilindustrie – Effizientes Management von Fahrzeugprojekten entlang der Wertschöpfungskette*, 5. Auflage, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, Deutschland
- Haupt, Reinhard (1977): *Reihenfolgeplanung im Sondermaschinenbau*, Band 4, Dr. Th. Gabler-Verlag, Wiesbaden, Deutschland
- Hemetsberger, Andrea; Füller, Johann (2009): *Qual der Wahl – Welche Methode führt zu kundenorientierten Innovationen?*, in: Hinterhuber, Hans H.; Matzler, Kurt (Hrsg.): *Kundenorientierte Unternehmensführung*, 6. Auflage, Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland, S. 413 – 448
- Hirsch, Andreas (2012): *Werkzeugmaschinen – Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele*, 2. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, Deutschland
- Homburg, Christian; Gruner, Kjell (1996): *Kundenorientiertes Innovationsmanagement: Bestandsaufnahme, Erfolgsfaktoren, Instrumente*, Institut für Marktorientierte Unternehmensführung, Universität Mannheim, Deutschland
- IPMA – International Project Management Association (2015): *ICB – Individual Competence Baseline für Projektmanagement*, Version 4.0, österreichische Fassung, Zürich, Schweiz
- Jakoby, Walter (2021): *Projektmanagement für Ingenieure*, 4. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, Deutschland
- Janocha, Hartmut (1992): *Aktoren – Grundlagen und Anwendungen*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Deutschland
- Jaritz, Sabine (2008): *Kundenbindung und Involvement – Eine empirische Analyse unter besonderer Berücksichtigung von Low Involvement*, 1. Auflage, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland
- Kerzner, Harold (2019): *Innovation Project Management – Methods, Case Studies, and Tools for Managing Innovation Projects*, John Wiley & Sons (Hrsg.), Hoboken, New Jersey
- Klocke, Fritz; König, Wilfried (2006): *Fertigungsverfahren 3, Abtragen, Generieren, Lasermaterialbearbeitung*, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Deutschland
- Koltze, Karl; Souchkov, Valeri (2017): *Systematische Innovation, TRIZ-Anwendungen in der Produkt- und Prozessgestaltung*, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München, Deutschland
- Kuster, Jürg; Bachmann, Christian; Huber, Eugen; Hubmann, Mike; Lippmann, Robert; Schneider, Emil; Schneider, Patrick; Witschi, Urs; Wüst, Roger (2019): *Handbuch Projektmanagement – Agil – Klassisch – Hybrid*, 4. Auflage, Springer Verlag GmbH – Teil von Springer Nature, Deutschland

- Lachmayer, Roland; Lippert, Rene Bastian; Fahlbusch, Thomas (2016): *3D-Druck beleuchtet – Additive Manufacturing auf dem Weg in die Anwendung*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Deutschland
- Lange, Sabrina (2015): *Komplexität im Projektmanagement – Methoden und Fallbeispiele für erfolgreiche Projekte*, Springer Fachmedien, Wiesbaden, Deutschland
- Lindemann, Udo (2009): *Methodische Entwicklung technischer Produkte – Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden*, 3. korrigierte Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Deutschland
- Loehman, Edna (1990): *Economic Principles of Risk Management in Production*, in: Cox, Louis A.; Ricci Paolo, F (Hrsg.): *New Risks, Issues and Management. Advances in Risk Analysis*, Springer, Boston, Massachusetts, USA, Volume 6, S. 173 – 184
- Lüthje, Christian (2000): *Kundenorientierung im Innovationsprozess – Eine Untersuchung der Kunden-Hersteller-Interaktion in Konsumgütermärkten*, Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, Wiesbaden, Deutschland
- Matz, Stefanie (2007): *Erfolgsfaktoren im Innovationsmanagement von Industriebetrieben*, Deutscher Universitäts-Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland
- Matzler, Kurt; Bailom, Franz (2009): *Messung von Kundenzufriedenheit*, in: Hinterhuber, Hans H.; Matzler, Kurt (Hrsg.): *Kundenorientierte Unternehmensführung*, 6. Auflage, Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland, S. 267 – 298
- Mehrwald, Herwig (1999): *Das ‚Not Invented Here‘-Syndrom in Forschung und Entwicklung*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Deutschland
- Meyer, Helga; Reher, Heinz-Josef (2016): *Projektmanagement – Von der Definition über die Projektplanung zum erfolgreichen Abschluss*, Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, Deutschland
- Milling, Peter (1993): *Forschung und Innovation in der Industrie*, in: Freunde der Universität Mannheim e. V. (Hrsg.): *Standort Bundesrepublik Deutschland*, Mannheim, Deutschland, 42. Jg., Nr. 2, S. 5 – 7
- Petrov, Vladimir (2019): *TRIZ. Theory of Inventive Problem Solving*, Springer Verlag, Cham, Schweiz
- Pfeiffer, Sabine; Schütt, Petra; Wühr, Daniela (2012): *Smarte Innovation erfassen. Innovationsanalyse und Visualisierung – Vorgehen und Samplebeschreibung*, in: Pfeiffer, Sabine; Schütt, Petra; Wühr, Daniela (Hrsg.): *Smarte Innovation – Ergebnisse und neue Ansätze im Maschinen- und Anlagenbau*, VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Deutschland, S. 49 – 74
- Rahman, Nayem; Wittman, Alexis; Thabet, Sallam (2016): *Managing an Engineering Project*, in: Wang, John (Hrsg.): *International Journal of Information Technology Project Management*, IGI Global, Pennsylvania, USA, Volume 7, Ausgabe 1, S. 1 – 17
- Rath, Verena (2008): *Kundennahe Institutionen als Träger innovationsrelevanten Kundenwissens – Vertrieb und Handel als potenzielle Integratoren bei Produktinnovationen*, Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland
- Reichart, Sybille V. (2002): *Kundenorientierung im Innovationsprozess – Die erfolgreiche Integration von Kunden in den frühen Phasen der Produktentwicklung*, Deutscher Universitäts-Verlag GmbH, Wiesbaden, Deutschland

- Reichwald, Ralf; Seifert, Sasha; Walcher, Dominik, Piller, Frank (2004): *Customers as Part of Value Webs: Towards a Framework for Webbed Customer Innovation Tool*, Technische Universität München, Deutschland
- Ripperger, Siegfried; Nikolaus, Kai (2020): *Entwicklung und Planung verfahrenstechnischer Anlagen*, Springer Vieweg, Wiesbaden, Deutschland
- Rüdiger, Mathias (2001): „E-Customer-Innagation“ – Potenziale der internetbasierten Kundeneinbindung in Innovationsprozesse, in: Krafft, Manfred (Hrsg.): *Wissenschaftliche Schriftenreihe des Zentrums für Marktorientierte Unternehmensführung an der WHU*, Nr. 20, Vallendar, Deutschland
- Sauerwein, Elmar (2018): *Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit – Reliabilität und Validität einer Methode zur Klassifizierung von Produkteigenschaften*, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Deutschland
- Schenk, Michael (2009): *Instandhaltung technischer Systeme – Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Deutschland
- Schneeweiss, Claudia; Eichler, Jürgen; Brose, Martin; Weiskopf, Daniela (2020): *Leitfaden für Fachkundige im Laserschutz*, Springer Spektrum Verlag, Berlin
- Schnell, Georg (Hrsg.) (1999): *Bussysteme in der Automatisierungstechnik*, 3. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Wiesbaden, Deutschland
- Sendler, Ulrich (Hrsg.) (2013): *Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Deutschland
- Shenhar, Aaron J.; Dvir, Dov (2007): *Reinventing Project Management – The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, USA
- Sigrist, Markus W. (2018): *Laser: Theorie, Typen und Anwendungen*, 8. Auflage, Springer Spektrum Verlag, Berlin, Deutschland
- Steinhoff, Fee; Schröder, Annika (2009): *Systematische Kundenintegration zur Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen der Telekommunikationsindustrie*, in: Gelbrich, Katja; Souren, Rainer (Hrsg.): *Kundenintegration und Kundenbindung – Wie Unternehmen von ihren Kunden profitieren*, Gabler | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Deutschland, S. 43 – 54
- Stern, Thomas; Jaberg, Helmut (2010): *Erfolgreiches Innovationsmanagement – Erfolgsfaktoren – Grundmuster – Fallbeispiele*, 4. Auflage, Gabler Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Deutschland
- Vahs, Dietmar; Brem, Alexander (2015): *Innovationsmanagement*, 5., überarbeitete Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag für Wirtschaft – Steuern – Recht GmbH, Stuttgart, Deutschland
- von Hippel, Eric (1986): *Lead Users: A Source of Novel Product Concepts*, in: *Management Science*, INFORMS, USA, Volume 32, No. 7, S. 791 – 805
- Wannke, Michael; Storm, Manfred; Liebsch, Ursula (2012): *Innovationskompetenz in Unternehmen – Wie erfolgreiche Ideen entstehen und umgesetzt werden*, Gabler Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Deutschland

Weck, Manfred; Brecher, Christian (2006): *Werkzeugmaschinen – Konstruktion und Berechnung*, 8. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Deutschland

Wellenreuther, Günter; Zastrow, Dieter (2008): *Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis*, 4. Auflage, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, Deutschland

Wobser, Gunther (2003): *Produktentwicklung in Kooperation mit Anwendern – Einsatzmöglichkeiten des Internets*, Deutscher Universitäts-verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden Deutschland

Wühr, Daniela; Pfeiffer, Sabine; Schütt, Petra; Huchler, Norbert (2012): *Innovation im Maschinenbau entlang des Produktlebenszyklus (PLC)*, in: Pfeiffer, Sabine; Schütt, Petra; Wühr, Daniela (Hrsg.): *Smarte Innovation – Ergebnisse und neue Ansätze im Maschinen- und Anlagenbau*, VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Deutschland, S. 75 – 98

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

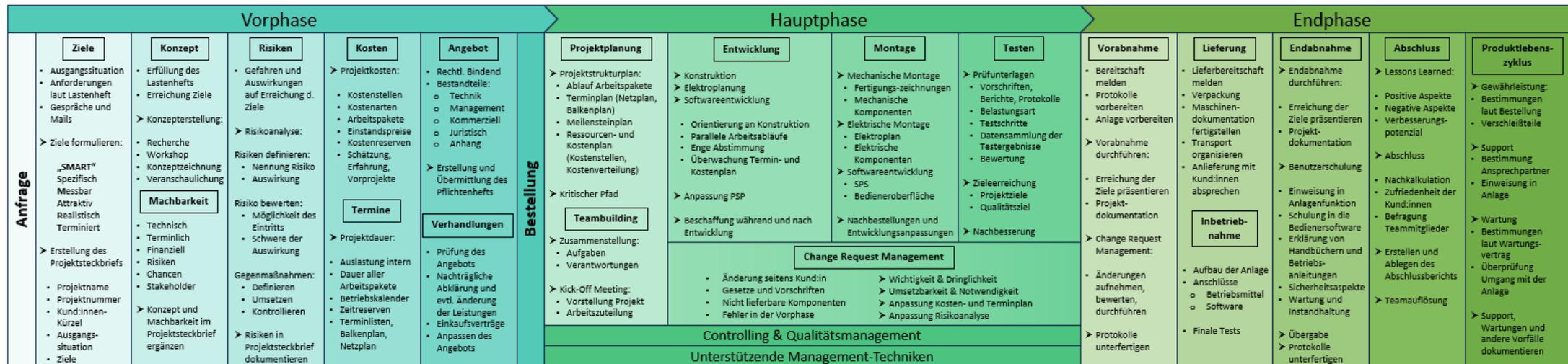
Abb. 1: Grafischer Bezugsrahmen, Quelle: Eigene Darstellung.	3
Abb. 2: Automatisierungspyramide, Quelle: In Anlehnung an Heinrich/Linke/Glöckner (2020), S. 4.	6
Abb. 3: Schema einer SPS, Quelle: Eigene Darstellung.	7
Abb. 4: Drei-Stufen-Maßnahmen zur Risikominimierung, Quelle: In Anlehnung an Böge, A./Böge, W. (2017), S. 1613.	10
Abb. 5: Beispiel eines Maschinenaufbaus, Quelle: Penteq® Automatic Laser Solutions GmbH.	12
Abb. 6: Corporate Design des Lasermaschinenherstellers Penteq®, Quelle: Penteq® Automatic Laser Solutions GmbH.	13
Abb. 7: Darstellung verschiedener Phasenmodelle für das Projektmanagement	16
Abb. 8: Das magische Zieldreieck, Quelle: in Anlehnung an Kuster et al. (2019), S. 92.	18
Abb. 9: Vorphase eines Sondermaschinenbau-Projekts, Quelle: Eigene Darstellung.	22
Abb. 10: Hauptphase eines Sondermaschinenbau-Projekts, Quelle: Eigene Darstellung.	26
Abb. 11: Endphase eines Sondermaschinenbau-Projekts, Quelle: Eigene Darstellung.	28
Abb. 12: Grundschema eines idealisierten Innovationsprozesses, Quelle: Vahs/Brem (2010), S. 230 (leicht modifiziert).	35
Abb. 13: Grundmuster erfolgreicher Innovationsprozesse innerhalb eines Gesamtprojekts, Quelle: in Anlehnung an Stern/Jaberg (2010), S. 20.	36
Abb. 14: Ansätze des Problemlösens, Quelle: in Anlehnung an Koltze/Souchkov (2017), S. 17.	41
Abb. 15: Potenzial von Kund:innen zur Integration in den Innovationsprozess, Quelle: Reichwald et al. (2004), o.S.	47
Abb. 16: Rollen von Kund:innen, Quelle: in Anlehnung an Rath (2008): S. 44 und Reichart (2002), S. 41.	48
Abb. 17: Potenziale der virtuellen Kund:innenintegration, Quelle: in Anlehnung an Bartl (2006), S. 28 und Ernst (2004), S. 196.	52
Abb. 18: Auswirkungen der Kund:innenintegration, Quelle: in Anlehnung an Reichart (2002), S. 92 und Homburg/Gruner (1996), S. 14.	57
Abb. 19: Dimensionen des Projekterfolgs, Quelle: in Anlehnung an Shenhar/Dvir (2007), S. 27.	62
Abb. 20: Bedürfnisklinik, Quelle: Eigene Darstellung.	65
Abb. 21: Virtuelles Konzept-Webinar, Quelle: Eigene Darstellung.	66

Abb. 22: Innovations-Workshop, Quelle: Eigene Darstellung.....	67
Abb. 23: Messung relevanter Erfolgskriterien, Quelle: Eigene Darstellung.....	68
Abb. 24: Aufbau einer Laserquelle, Quelle: in Anlehnung an Sigrist (2018), S. 41.	70
Abb. 25: Unterschiede zwischen weißem Licht und Laserlicht, Quelle: Eigene Darstellung.	71
Abb. 26: Laserklassen nach DIN EN 60825-1:2015-7, Quelle: Eigene Darstellung.....	72
Abb. 27: Schematische Darstellung der geforderten Laserbearbeitung, Quelle: Eigene Darstellung.	74
Abb. 28: Finales Lösungskonzept zur lokalen Laserabschirmung, Quelle: Eigene Darstellung.....	78
Abb. 29: Situationsanalyse und daraus resultierende Leitfragen, Quelle: Eigene Darstellung.....	81
Abb. 30: Finale Lösung des Glockenaufsatzes mit Unterdrucksystem, Quelle: Eigene Darstellung.	84
Abb. 31: Erweiterung des Laserprozesses um einen Data Matrix Code, Quelle: Eigene Darstellung.....	85
Abb. 32: Einfluss der Integration auf den Projekterfolg, Quelle: Eigene Darstellung.	93
Abb. 33: Einfluss der Integration auf den Hersteller, Quelle: Eigene Darstellung.	95
Abb. 34: Einfluss der Integration auf den Kunden, Quelle: Eigene Darstellung.....	98
Abb. 35: Einfluss der Integration auf die Beziehung zwischen Kunde und Hersteller, Quelle: Eigene Darstellung.	99

TABELLENVERZEICHNIS

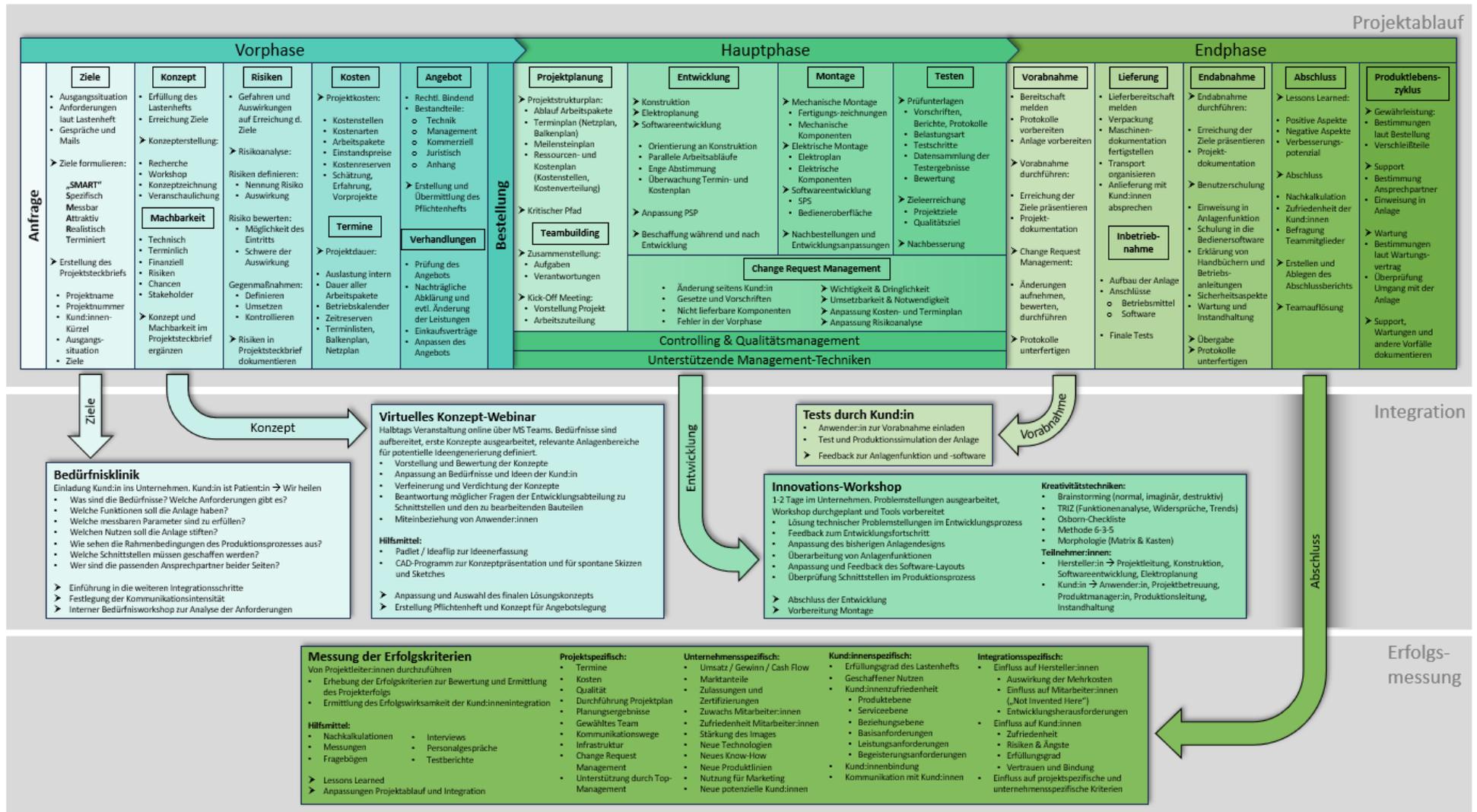
Tab. 1: Klassifizierung europäischer Normen für Sicherheit von Maschinen, Quelle: in Anlehnung an Wellenreuther, Zastrow (2008), S. 755 f.	9
Tab. 2: Angebotsbestandteile, Quelle: Eigene Darstellung.	20
Tab. 3: Fähigkeiten von Projektleiter:innen, Quelle: Eigene Darstellung.	29
Tab. 4: Unterschiede zwischen klassischem und innovationsorientiertem Projektmanagement, Quelle: Eigene Darstellung.	38
Tab. 5: Einflussfaktoren auf die Kreativität, Quelle: Eigene Darstellung.	39
Tab. 6: Kreativitätstechniken, Quelle: in Anlehnung an Boos (2014), S. 27 f.	40
Tab. 7: Die zehn Regeln für die Kund:innenintegration, Quelle: in Anlehnung an Reichwald/Meyer/Engelmann/Walcher (2007), S. 176 ff.	54
Tab. 8: Innovationspezifische Erfolgskriterien, Quelle: in Anlehnung an Vahs/Brem (2015), S. 73 ff.	60
Tab. 9: Relevante Anforderungen aus dem Lastenheft, Quelle: Eigene Darstellung.	73
Tab. 10: Inhalte der Osborn-Checkliste, Quelle: in Anlehnung an Boos (2014), S. 109	81
Tab. 11: Leitthemen und Personen für die Befragungen, Quelle: Eigene Darstellung.	90

ANHANG 1: DIE DREI PHASEN EINES PROJEKTS IM SONDERMASCHINENBAU

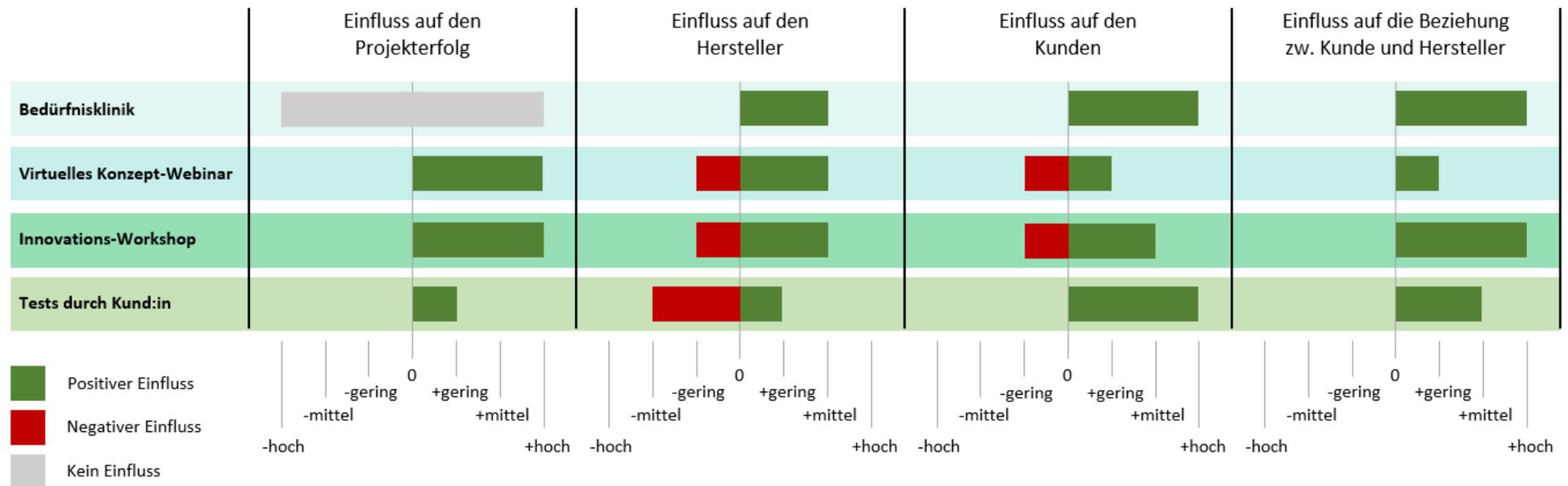


Quelle: Eigene Darstellung

ANHANG 2: DAS VORGEHENSMODELL ZUR KUND:INNENINTEGRATION



ANHANG 3: ÜBERSICHTSDARSTELLUNG DER BEWERTUNGSERGEBNISSE DER KUND:INNENINTEGRATION



Quelle: Eigene Darstellung