

Leitfaden zur Planung und Durchführung von Projekt- und Abschlussarbeiten

Datum	Verfasser	Änderungen
20.04.2022	Cosima Klischat	Überarbeitung
12.03.2009	Manfred Strohrmann, Klaus Wolfrum	Erstausgabe

Inhalt

1.	Einleitung.....	2
2.	Die Methode Design for Six Sigma in Projekt- und Abschlussarbeiten	3
2.1.	Meilenstein Spezifikation.....	4
	Leitfragen Meilenstein Spezifikation.....	5
2.2.	Meilenstein Entwurf	6
	Leitfragen Meilenstein Entwurf	7
2.3.	Meilenstein Optimierung.....	8
	Leitfragen Meilenstein Optimierung.....	10
2.4.	Meilenstein Validierung.....	11
	Leitfragen Validierung.....	11

1. Einleitung

In Projekt- oder Abschlussarbeiten werden Sie mit Aufgaben konfrontiert, für die rein fachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht ausreichen werden. Es werden Kompetenzen gefordert, die Sie in Ihrer Bildungsbiographie nur teilweise erworben haben. Projekt- und Abschlussarbeiten sind besonders dafür geeignet, erworbenes Wissen wirklich zu verstehen und neues Wissen zu generieren. Durch die Zusammenarbeit mit Unternehmen oder Personen aus dem Umfeld der Hochschule erhalten Sie Einblicke in das zukünftige Arbeitsleben und lernen, gezielt mit Menschen zu kommunizieren. Abbildung 1-1 zeigt, welche Kompetenzen im Rahmen von Projektarbeiten oder Abschlussarbeiten gestärkt werden sollen. Neben der Fach- und Methodenkompetenz spielt die Sozialkompetenz eine wesentliche Rolle für eine erfolgreiche Projektdurchführung.



Abbildung 1-1: erforderliche Kompetenzen im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit. Angelehnt an Kompetenzmodell des Qualifikationsrahmens deutscher Hochschulen (KMK 2017)

Vor der Durchführung der Arbeit steht die Auswahl des Themas. Um dauerhaft motiviert zu sein, sollten Sie vor allem selbst von der Sinnhaftigkeit der Aufgabe überzeugt sein und Begeisterung für das Thema zeigen. Dazu müssen Sie über die Frage nach dem "Warum" nachdenken, die Ihren Weg leiten soll. Wenn Sie von dem Thema überzeugt sind, werden Sie weniger Schwierigkeiten haben, Hindernisse zu überwinden, die sich Ihnen in den Weg stellen könnten. Denken Sie immer daran, dass der Weg das Ziel ist und nicht unbedingt eine technisch funktionierende Lösung. Wenn die Arbeit Teil eines Forschungsprojekts ist, müssen Sie auch damit rechnen, dass die Aufgabe nicht so gelöst werden kann, wie es zu Beginn geplant oder angenommen wurde. Durch solche Reflexionen fördern Sie Ihre Selbstkompetenzen und Ihre persönlichen Fähigkeiten zur Mitbestimmung.

Projekt- und Abschlussarbeiten stärken die kommunikativen Fähigkeiten, sowohl mündlich als auch schriftlich. Um diese schon vor der Abschlussarbeit zu steigern, eignet sich das im Folgenden beschriebene Vorgehen im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit. Es gewährleistet eine gute Vorbereitung auf Gespräche mit Betreuern, auf Kolloquien und Vorträge und vor allem auf die wissenschaftliche Arbeit. Es ist wichtig, sein Gegenüber abzuholen und auf einen

Wissensstand zu bringen, der eine erfolgreiche Kommunikation und Weiterführung des Projekts ermöglicht.

2. Die Methode Design for Six Sigma in Projekt- und Abschlussarbeiten

Unterstützung für eine motivierte und qualitativ hochwertige Arbeit kann die Methode *Design for Six Sigma* (DFSS) geben. Falls Sie sich auf das nachfolgend beschriebene Vorgehen einlassen möchten, sollten Sie auch Ihre betreuenden Personen davon überzeugen. Eine Argumentationshilfe kann dabei sein, dass es sich um eine erfolgreiche und verbreitete Methode der Qualitätssicherung in der Projekt- und Produktentwicklung in Unternehmen handelt.

Die Grundidee ist das Aufteilen des Realisationsprozesses in vier charakteristische Meilensteine, die mit ständigen Reflexionsphasen verbunden sind. Diese werden in Abbildung 1-1 grafisch dargestellt und danach beschrieben.

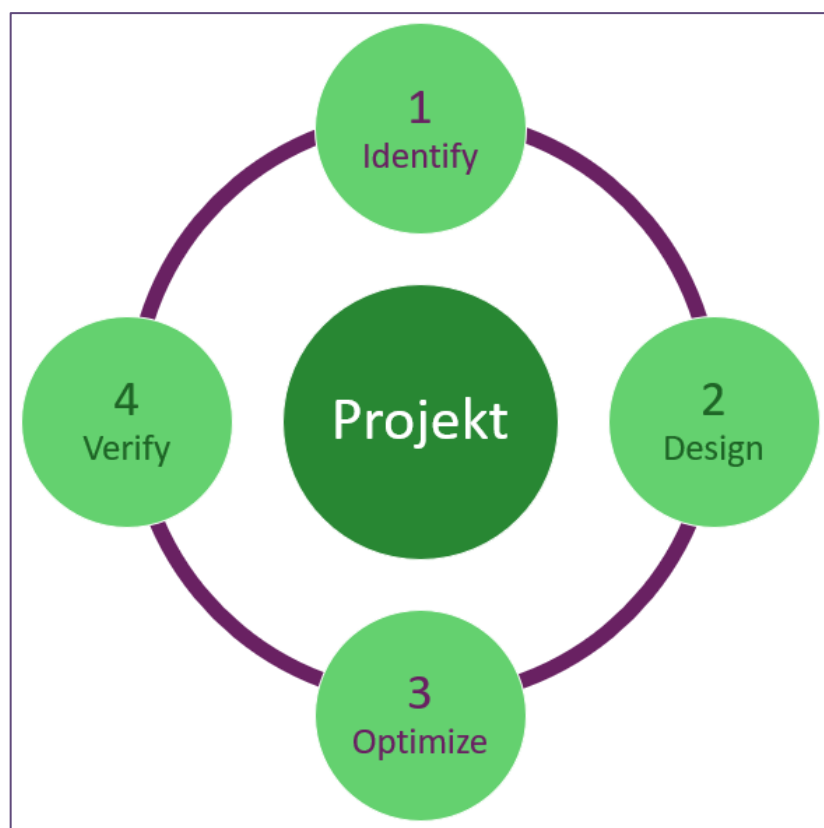


Abbildung 2-1: Die vier Phasen des DFSS in Projektarbeiten, angelehnt an (Strohrmann 2009)

Spezifikation (Identify)

In dieser Phase klären Sie zunächst mit dem Auftraggeber, meist dem Vorgesetzten, das "Warum" der Aufgabe. Dann überlegen Sie, ob die Aufgabe zu Ihnen passt. Wenn Sie sich für die Durchführung entschieden haben, beschreiben Sie das Problem oder die Aufgabe detailliert, um eine klare Vorstellung vom Ziel zu bekommen. Damit spezifizieren Sie das Problem. Ihre Beschreibung führt zu einer ersten Projektbesprechung mit dem Auftraggeber und den Projektverantwortlichen. Dieser erste Schritt wird als Spezifikations- oder Identify-Phase bezeichnet.

Entwurf (Design)

Anschließend werden verschiedene Lösungsvarianten entwickelt, die in der Lage sind, die Aufgabe im Sinne der erstellten Spezifikation zu lösen. Diese Phase wird als Entwurfs- oder Design-Phase bezeichnet.

Optimierung (Optimize)

Ein Vergleich der erarbeiteten Lösungsvarianten führt zum Lösungsansatz, der in der anschließenden Optimierungs- oder Optimize-Phase detailliert ausgearbeitet und damit optimiert wird.

Validierung (Validate)

Abschließend wird gezeigt, dass das entwickelte Produkt die Spezifikationen mit entsprechender Sicherheit erfüllt. Außerdem werden mögliche Erweiterungen oder Änderungen diskutiert.

Diese vier Schritte machen vor allem dann Sinn, wenn sie fortlaufend reflektiert, dokumentiert und kommuniziert werden. In der DFSS-Methode findet die Dokumentation in Form von Meilensteinen statt. Diese Meilensteine folgen einem festen Schema, das in diesem Handout beschrieben ist. Die Ziele der Meilensteine werden von Ihnen und den betreuenden Personen festgelegt. Für die Besprechungen großer Projektarbeiten und Abschlussarbeiten sollte der Projektfortschritt in einem kurzen Bericht über max. 3 Seiten dokumentiert werden. Dafür werden Ihnen Fragen an die Hand gegeben. Die Ergebnisse sollen gemäß Projektfortschritt mit den betreuenden Personen besprochen werden. Ziel dieses Vorgehens ist es, Sie bei Ihrem Vorhaben methodisch zu unterstützen sowie Fehlentwicklungen rechtzeitig zu erkennen und zu korrigieren. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der Mehraufwand für Sie und den Betreuer durch eine effizientere Bearbeitung aufgrund klarerer Fragestellungen und transparenterer Lösungsstrategien mindestens kompensiert wird. Die Dokumentation von Meilensteinen und die laufende Reflexion erleichtern Ihnen insbesondere auch das Verfassen der Abschlussberichte.

2.1. Meilenstein Spezifikation

In der Spezifikationsphase wird die Projektidee ausgearbeitet und bewertet. Stammt die Aufgabenstellung von einer anderen Person oder einem Unternehmen, muss dieser Auftrag mit den Verantwortlichen abgestimmt werden. Ziel ist es, die Aufgabenstellung zu verstehen und in Form einer Spezifikation zu erfassen. Dabei ist auch der Stand der Technik zu ermitteln und in Relation zu setzen. Aus dem Vergleich zwischen Aufgabenstellung und Stand der Technik, der aus Wettbewerbsprodukten, Literatur- und Internet-Recherchen ermittelt wird, ergeben sich die Handlungsschwerpunkte für Ihre Arbeit.

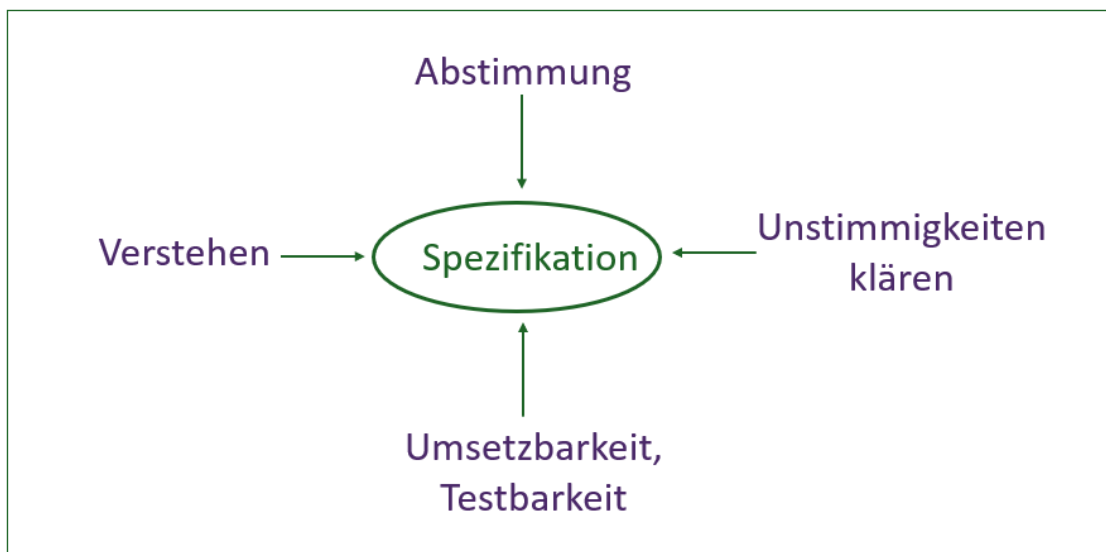


Abbildung 2-2: Die vier Schritte der Spezifikationsphase (Stormann 2009)

Abbildung 2-2 zeigt die vier Schritte, die für eine qualitativ hochwertige Spezifikation notwendig sind. Insbesondere bei der Spezifikation ist eine erfolgreiche Kommunikation notwendig. Sind die Anforderungen bei Ihnen richtig und wirklich im Detail angekommen? Können Sie sich mit

dem Thema identifizieren? Haben Sie Bedenken bezüglich Ihres Vorwissens oder des Zeitplans? Ist die betreuende Person für alle Fragen ein richtiger Ansprechpartner oder gibt es weitere Expertinnen und Experten, die hinzugezogen werden können? Es geht also um folgende Punkte:

Verstehen

Wenn Sie eine fremde Idee¹ umsetzen wollen, müssen Sie erkennen, was genau die Problemstellung ist und welche Denkweise diesem zugrunde liegt. Sonst sind zeitintensive Änderungen und Wiederholungsschleifen vorprogrammiert.

Abstimmung

Um das Projektziel genau zu definieren, muss eine Spezifikation erstellt und vereinbart werden. Die Zustimmung des Auftraggebers muss in einer Projektvereinbarung dokumentiert werden.

Umsetzbarkeit und Testbarkeit

Sie müssen die Spezifikation so detailliert wie nötig beschreiben und dabei auf Durchführbarkeit und Testbarkeit achten. Wenn die Wahrscheinlichkeit, eine Lösung in der vorgegebenen Zeit zu erreichen, gleich zu Beginn der Arbeit sehr gering ist, ist es besser, die Arbeit nicht anzunehmen.

Widersprüchlichkeiten klären

Über die Spezifikation werden die Randbedingungen des Projektes geklärt. Wenn die dort festgelegten Ziele nicht erreicht werden können, sollte dies rechtzeitig geklärt werden.

Leitfragen Meilenstein Spezifikation

Beantworten Sie die sieben W-Fragen als Vorbereitung des ersten Gesprächs zur Phase Identify.




Warum	Warum finde ich das Projekt sinnvoll und warum finden es die Personen sinnvoll, die die Aufgabe gestellt haben?
Was	Was soll erreicht werden? Welches Ziel hat meine Arbeit? Ist es klar definiert, kann es zahlenmäßig spezifiziert werden und ist es eventuell messbar? Wie ist der Erfolg zu bemessen?
Wo	Wo steht die Wissenschaft, bzw. Technik? Welche Lösungen der Aufgabe existieren bereits, sind im Unternehmen oder an der Hochschule verfügbar? Gibt es bereits Beschreibungen von realisierten Projekten oder Produkten in den verschiedenen Medien?
Wie	Wie kann die Aufgabe gelöst werden? Wie gut sind bereits existierende Lösungen? Wie hebt sich meine davon ab? Wie kann mein Fachwissen dazu eingesetzt werden, die Ziele reproduzierbar, effizient, kostengünstig und zugleich nachhaltig für Mensch und Natur zu erreichen?
Wer	Wer ist außer mir beteiligt? Wer kann hinzugezogen werden, um fehlende, fächerübergreifende Kompetenzen auszugleichen.
Wann	Wann ist Abgabeschluss?
Wieviel	Wieviel darf das Projekt kosten?

¹ Es ist durchaus möglich eigene Projektideen einzubringen und auch als Abschlussarbeit vorzuschlagen.

2.2. Meilenstein Entwurf

In der ersten Phase haben Sie Ihre Aufgaben definiert und die Ziele in Form einer Spezifikation dokumentiert. In der Entwurf-Phase arbeiten Sie verschiedene Möglichkeiten heraus, wie sie diese Spezifikationen erfüllen können. Oftmals ergeben sich mehrere Lösungsmöglichkeiten. Diese erfordern eventuell Vorversuche, um sie bewerten zu können. Um systematisch vorzugehen und um Material zu sparen, sollten vor praktischen Versuchen immer theoretische Entwürfe sowie Simulationen stehen. Während der Entwurf Phase als auch bei der der Bewertung ihrer Konzepte sind die 17 Nachhaltigkeitsziele² zu berücksichtigen. Gehen Sie immer verantwortlich mit Ressourcen um. Das gilt insbesondere für Material und Energie.

Tabelle 2-.1: Leitende Nachhaltigkeitsziele für technische Projekte

Primäre Nachhaltigkeitsziele in der Entwicklung technischer Projekte. Kriterien für Bewertung und Umsetzung von Entwürfen	
	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Materialbestellung auf Verdacht. • Klären welche Materialien bereits vorhanden sind. • Versuchsaufbauten zurückbauen. • Fachgerechte Entsorgung defekter Bauteile. • Auf kurze Transportwege achten. • Lokale Hersteller bevorzugen
	<ul style="list-style-type: none"> • Lieferketten Sorgfaltspflichten beachten. Wenn auch bisher nur in geringem Umfang, gibt es zertifizierte Quellen, die Nachhaltigkeit ausweisen.
	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizienz ihrer Entwürfe beurteilen. • Vor der Bestellung Energieeffizienz einzelner Baugruppen vergleichen.

Eine strukturierte Bewertung der unterschiedlichen Ansätze oder Konzepte hilft Ihnen bei der Identifikation der effizientesten Lösung. Eine gängige Methode ist dabei der Einsatz einer Bewertungsmatrix. Bevor Sie diese ausfüllen können, beantworten Sie die nachfolgende Leitfragen.

² Falls Ihnen diese nicht bekannt sein sollten, sind sie auf der Seite <https://17ziele.de/> oder auf der Seite der Bundesregierung <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174> nachzulesen.

Leitfragen Meilenstein Entwurf

Wie	Wie erfüllen meine Entwürfe die definierten Anforderungen? Wie lassen sie sich mit den Nachhaltigkeitszielen vereinbaren?
Welche	Welche Lösungsmöglichkeiten existieren? (Denken Sie dabei auch an Teilaufgaben, die durch unterschiedliche Lösungsansätze gelöst werden können.)
Was	Was unterscheidet die einzelnen Lösungsansätze? Durch was grenzen sie sich voneinander ab? Gibt es zu den einzelnen Lösungen Erfahrungswerte in meinem Umfeld?

Nach der Beantwortung dieser Fragen können Sie eine Bewertungsmatrix aufstellen. In Tabelle 2-2 wird eine mögliche Umsetzung dargestellt. Legen Sie für die Bewertung eigene kritische Merkmale fest und gewichten Sie diese. Dokumentieren Sie Ihre Antworten auf die Leitfragen sowie die Bewertungsmatrix, ggf. auch die Ansätze der Teillösungen. Besprechen Sie Ihre Bewertung mit den Auftraggebenden und der betreuenden Person. Das sollte bei Abschlussarbeiten ca. 2 Monate nach Beginn der Arbeit erfolgen. Das Einhalten der Nachhaltigkeitsziele kann in Konkurrenz zu Vorgaben zu den Kosten und der Geschwindigkeit der Implementierung stehen. Sollte dies der Fall sein, gilt es zu argumentieren. Dabei stärken Sie ihre Kommunikationsfähigkeiten und ihre Selbstkompetenzen.

Tabelle 2-2: Möglichkeit zur Bewertung verschiedener Konzepte

Kritische Produkt-Merkmale	Gewichtung	Konzept 1		Konzept 2		Konzept 3	
		Wertung	Gewichtete Wertung	Wertung	Gewichtete Wertung	Wertung	Gewichtete Wertung
Geschwindigkeit der Implementierung	3	5	15	5	15	3	9
Kosten der Implementierung	2	8	16	3	6	3	6
Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung	5	7	35	7	35	7	35
Kompatibilität zu heutigen Prozessen	1	2	2	6	6	6	6
Summe		68		62		56	

Am Ende dieser Phase sollte ein Lösungsansatz vorliegen, der von Ihnen zur Lösung Ihrer Aufgabe favorisiert wird.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass es neben dieser Bewertungsmethode auch andere strukturierte Methoden zur Konzeptauswahl (z.B. Pugh-Matrix), zum Produktionsdesign (Design For Manufacture and Assembly (DFMA)) und zur Zuverlässigkeitsabschätzung und -untersuchung gibt.

2.3. Meilenstein Optimierung

In der Optimierungsphase beginnt der vorwiegend praktische Teil ihrer Arbeit. Hierfür benötigen Sie sowohl Fach- als auch Methodenkompetenzen. An dieser Stelle sei nochmals an das empfohlene dreigliedrige Vorgehen in der Umsetzung technischer Entwicklungen erinnert, das mehrfach durchlaufen werden kann.

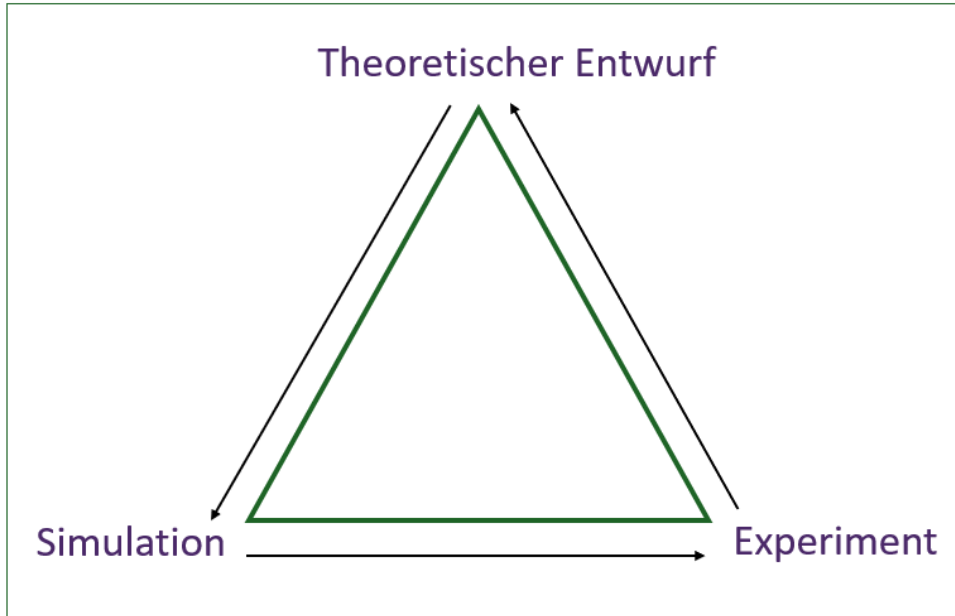


Abbildung 2.3: Empfehlung zur Vorgehensweise für technische Entwürfe

Vor dem Aufbau der Prototypen bietet es sich an, Simulationsprogramme zu verwenden, die die realen Parameter von Bauteilen nachbilden. An den erstellten Modellen können Sie leicht die Parameter variieren. Über den Aufbau von Prototypen zeigt es sich, ob Theorie und Praxis zusammenpassen. Bei Schwierigkeiten in der praktischen Umsetzung scheuen Sie sich nicht an geeigneter Stelle nachzufragen. Es ist eine qualitätssteigernde Maßnahme und spart Zeit, wenn man auf das Wissen anderer zurückgreift. Das können durchaus auch Studierende sein.

Denken Sie daran, dass technische Bauelemente Toleranzen aufweisen und berücksichtigen Sie das bei Ihrer Auslegung. Beachten Sie bei Software-Lösungen, dass die Eingangsdaten nicht immer konsistent und vollständig sind, prüfen Sie das entsprechend und fangen Sie Fehler frühzeitig ab.

Denken Sie darüber nach, wie Sie das spätere Produkt³ robust gestalten können, welche potentielle Probleme in der Praxis/Zukunft auftreten können und wie Sie diese vermeiden abfangen können. Ihr Produkt sollte später nicht zufällig funktionieren, sondern es soll die spezifizierten Funktionen unter den definierten Randbedingungen erfüllen - immer und zuverlässig. Produkte hoher Qualität sind nachhaltig und schonen Ressourcen. Denken Sie bei technischen Systemen auch an Reparierbarkeit. Im Idealfall planen Sie bereits in Richtung einer Kreislaufwirtschaft.

Zur Entwicklung technischer Produkte legt der VDI die Richtlinie 3780 vor, die auch für Ihre zukünftige Arbeit maßgeblich sein sollte. Darin werden Werte festgelegt, an denen das Produkt gemessen werden soll. Abbildung 2-4 stellt diese dar und verdeutlicht die Konkurrenz unter

³ Hier wird Produkt als Erzeugnis des technischen Entwicklungsvorgangs verstanden und nicht unbedingt als Ware.

der diese gegenseitig stehen. Versuchen Sie sich diese immer wieder während des Arbeitsprozesses vor Augen zu halten. Kommunikation über diese Werte, auch an Ihrer zukünftigen Arbeitsstelle, kann unter Umständen helfen Mensch und Natur zu schützen.

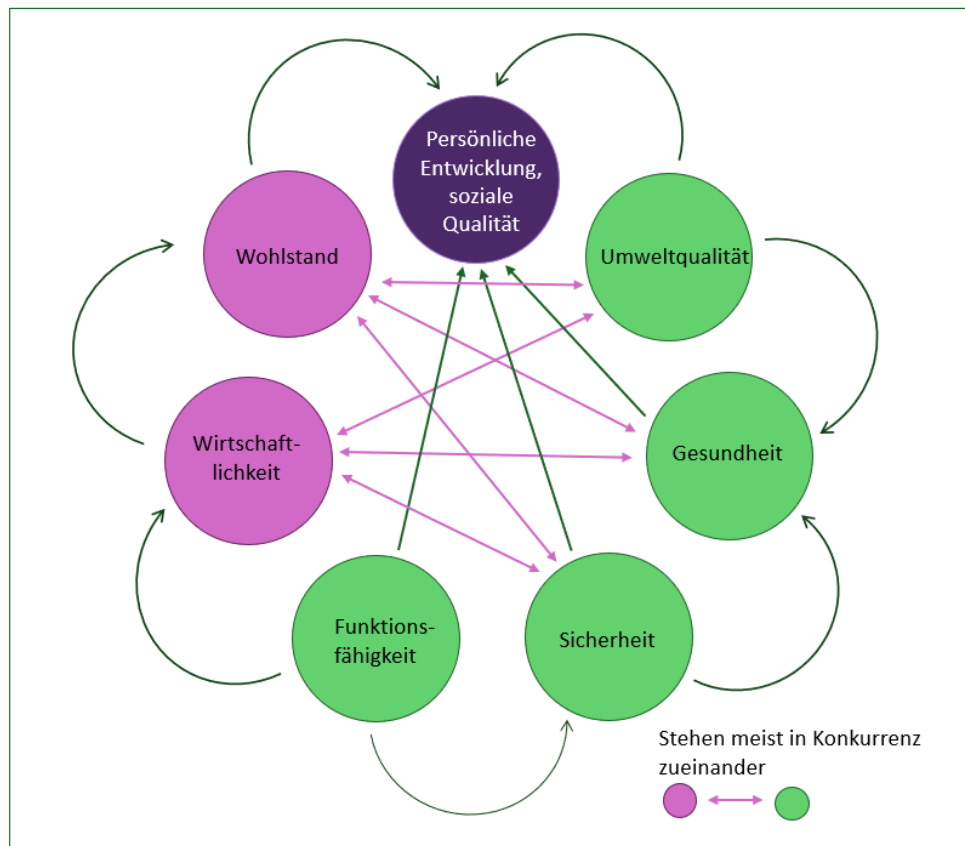


Abbildung 2-4: Werte in der Technik. Eigene Darstellung nach der VDI Richtlinie 3780

Ein großer Aspekt technischer Entwicklungen, vor allem im Bereich der Elektrotechnik, ist die Sicherheit. Es gelten sowohl Gesetzesvorgaben als auch Normen und Richtlinien. Machen Sie sich kundig, ob das für Ihr Produkt maßgeblich ist. Behalten Sie den gesamten Lebenszyklus im Auge – auch die Entsorgung.

Zur verantwortlichen Umsetzung technischer Entwicklungen kann Ihnen auch ein Ethik-Kodex behilflich sein, den der VDI in den „*Ethischen Grundsätzen des Ingenieurberufs*“ (VDI 2002)⁴ formuliert hat. Kommunizieren Sie eventuelle Bedenken mit den Auftraggebern und den betreuenden Personen, wenn welche auftreten.

Auch zu dieser Phase gibt es Leitfragen, die Sie für sich beantworten und mit den betreuenden Personen besprechen sollten. Eine entsprechende schriftliche Zusammenfassung können Sie in Ihren Projektbericht einfließen lassen.

⁴ Zum freien Download unter https://www.vdi.de/fileadmin/pages/mein_vdi/redakteure/publikationen/VDI_Ethische_Grundsaeetze.pdf

Leitfragen Meilenstein Optimierung

Was	Was können kritische Parameter für meine Lösung sein? Sind sie auf allen, für mich überschaubaren, Ebenen identifiziert?
Wie	Wie werden die technischen Parameter durch Umwelteinflüsse wie Umgebungstemperatur, elektromagnetische Felder, Feuchtigkeit usw. beeinflusst. Treten Schwankungen auf?
Wer	Wer arbeitet später mit diesem Produkt? Habe ich Aspekte der Sicherheit aber auch der Diversität beachtet?
Welche	Welche Absicherungen, sowohl auf Seiten der Hardware als auch der Software, habe ich geplant oder bereits getroffen?
Wie lange	Wie lange soll das Produkt genutzt werden können. Habe ich beachtet, dass z.B. Software verwendet wird, die langfristig einsetzbar ist?

Beantworten Sie diese Fragen und stellen Sie die Maßnahmen zusammen, die sie zur Absicherung der Funktionsweise durchgeführt haben (ca. 3 Seiten). Bei Abschlussarbeiten vereinbaren Sie einen Besprechungstermin ca. 3 - 4 Monate nach Start der Arbeit.

2.4. Meilenstein Validierung

Im Design For Six Sigma Prozess wird die Validierungsphase zur Bestätigung der Zuverlässigkeit eingesetzt. Diese Phase setzt voraus, dass die Funktionsziele gut beschrieben sind. Es gilt, sich eine geeignete Testumgebung zu schaffen, wofür ein Konzept notwendig ist, das eine Struktur vorgibt.

Beim Aufbau der Testumgebung ist darauf zu achten, dass die verwendeten Geräte eine ausreichende Genauigkeit aufweisen. Ihre Tests sollten auch Einzelkomponenten prüfen. Dadurch können Sie feststellen, welche Komponenten Ihres Produktes die Spezifikation erfüllen und welche nicht. So muss nicht das gesamte System verworfen werden.

Überlegen Sie genau, wie Sie die Validierung ausführen. Welche Tests können Sie durchführen, um die definierten Funktionsziele zu prüfen? Wie können Sie eine spätere Fehlbedienung simulieren und die Reaktion des Produktes prüfen? Wie können Sie gezielt Parameter wie z.B. Widerstandswerte variieren, um die Reaktion der Zielgrößen des Produktes zu hinterfragen? Wie können Aspekte der Nachhaltigkeit geprüft werden? (Reparaturfreundlichkeit, Schadstoffarmut, Energieeffizienz ...)

Auch hierfür werden Ihnen Fragen an die Hand gegeben, die nachfolgend gelistet sind.

Leitfragen Validierung

Was	Was bringt mich zur Annahme, dass meine Arbeit das spezifizierte Ziel erreicht hat? Was waren die wesentlichen Schritte für einen erfolgreichen Abschluss? Falls ich das Ziel nicht erreicht habe, was hat dazu geführt? Was würde ich beim nächsten Mal anders machen?
Wie	Wie stellen die Messergebnisse der Testphase die Spezifikation der Eingangsphase dar? Wie reagiert mein Produkt auf Fehlbedienung und auf Streuung der Bauelementwerte?
Welche	Welche Annahmen, die ich im Entwicklungsprozess gemacht habe, kann ich weiter präzisieren?
Welche	Welche Themen sollten in einer weiteren Arbeit aufgegriffen werden? Wäre es wünschenswert Nachfolgeprojekte zu haben, die das Produkt ausbauen, verbessern usw.

Beantworten Sie diese Fragen und stellen Sie die Tests zusammen, die sie zur Validierung der Funktionsweise durchgeführt haben (ca. 3 Seiten). Bei Abschlussarbeiten vereinbaren Sie einen Besprechungstermin ca. 4 - 5 Monate nach Start der Arbeit.

Nach Abschluss dieses Meilensteins haben Sie einen großen Teil Ihrer Arbeit hinter sich gebracht. Nun gilt es diese Arbeit in einem Abschlussbericht nach den „Regeln der Wissenschaft“ zu dokumentieren. Zu wissenschaftlichem Schreiben gibt es im Ilias unter den Angeboten des H.Er.T.Z Elektrotechnik Zentrum⁵ eine ausführliche Anleitung.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg und vor allem Freude an Ihren jetzigen und zukünftigen Projekten!

⁵ https://ilias.h-ka.de/goto.php?target=crs_307397&client_id=HSKA