



Value Management bei Eisenbahninfrastrukturprojekten

Analyse des Einsatzes von Value-Management-
Methoden im Bauprojektmanagement von
Eisenbahninfrastrukturvorhaben bei der DB Netz AG

Diplomarbeit
Sommersemester 2018

Jens Heeren, B.Eng.
BM161807

Fachliche Betreuung: Dipl.-Ing. Friedrich Pech

Formale Betreuung: FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Rüger

Vorwort

Von 2016 bis 2018 durfte ich an der Fachhochschule St. Pölten, Österreich den berufsbegleitenden Masterstudiengang „Bahntechnologie und Management von Bahnsystemen“ studieren.

Auf das Thema der „Wertanalyse“ bin ich in einem Buch gestoßen, welches mir von einem Kollegen geschenkt wurde. Das faszinierende an der Wertanalyse und am Value Management ist die Möglichkeit durch einen strukturierten Prozess völlig neue und kreative Ideen zu entwickeln. Meine Tätigkeit im Projektmanagement der DB Netz AG weckte das Interesse daran, zu überprüfen, ob dies auch im Kontext von Eisenbahninfrastrukturvorhaben möglich wäre.

Ohne das Zutun einiger besonderer Personen wäre es mir nicht möglich gewesen das Studium zu absolvieren um nun diese Diplomarbeit verfassen zu dürfen. Ich möchte diese Stelle nutzen um mich bei einigen Personen zu bedanken, die mich diese zwei Jahre begleitet und unterstützt haben:

- Herr Dipl.-Ing. Friedrich Pech, herzlichen Dank für seine Betreuung dieser Arbeit und die in positiver, motivierender Art vermittelten Impulsen und stets kritischen Rückmeldungen.
- Frau Dr.-Ing. Ariane Witter, M.A., ihr danke ich für die vielen wertvollen Gespräche und Diskussionen über das Thema. Ihre kreative und von Schranken losgelöste Art zu denken hat mir hilfreiche Anregungen gegeben.
- Meine Eltern Waltraud und Eduard Heeren haben mir immer ein offenes Ohr angeboten und den Rücken gestärkt. Für diese liebevolle Art mich seelisch und moralisch zu unterstützen danke ich ihnen sehr.
- Meine Führungskräfte bei der DB Netz AG haben mir dieses Studium ermöglicht, wodurch ich nun meine Diplomarbeit verfassen darf. Sie und meine Arbeitskollegen haben mir die nötige Flexibilität eingeräumt und das erforderliche Verständnis gezeigt. Dafür bin ich sehr dankbar.
- Meine Freunde und alle mir sehr nahestehenden Personen danke ich für die nötige Portion Ablenkung, sowie das Verständnis und die Geduld, die sie mir während des Studium und besonders während der Zeit des Verfassens der Diplomarbeit entgegengebracht haben.

Jens Heeren

St. Pölten, im November 2018

Erklärung zur Veröffentlichung

Der Autor erklärt sich damit einverstanden, dass die FH St. Pölten die vorliegende Arbeit in geeigneter Weise unter Nennung des Autors bzw. in der vorliegenden Originalform als .pdf-Datei oder in gedruckter Form veröffentlichen darf.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Zusammenfassung

In die deutsche Schieneninfrastruktur werden bis 2019 rund 28 Mrd. € investiert um die Bestandsanlagen zu erneuern und die Schiene wettbewerbsfähig zu halten. Dies sorgt für umfangreiche Bauaktivitäten im Bestandsnetz.

Die Wertanalyse als Methode des Value Management greift den funktionenbasierten Ansatz und den Wertgedanken auf um Produkte, Dienstleistungen und Prozesse in einem strukturierten Prozess im Wert zu optimieren. Der Wert ist beschrieben durch die Herstellungs- oder Errichtungskosten, sondern als Verhältnis zwischen der Befriedigung von Bedürfnissen und dem Einsatz von Ressourcen.

Eisenbahninfrastrukturprojekte stehen insbesondere bei großen und komplexen Vorhaben oft im Spannungsfeld verschiedener Interessenlagen. Die Berücksichtigung dieser Bedürfnisse in Form von Interessen ist bei der Planung mit Aufwand verbunden. Die Wertanalyse verspricht durch ihren wert- und funktionenbasierten Ansatz die Kreativität in der Lösungsfindung zu fördern.

Daher soll im Rahmen dieser Arbeit überprüft werden, ob die Wertanalyse als Methode bei Eisenbahninfrastrukturprojekten eingesetzt werden kann um solche Vorhaben nachhaltig im Wert zu steigern.

Abstract

Until 2019 the german government is investing 28 billion € for renewing the german railway network and to remain as competitor to other transport carriers in the transportation market. This leads to more intensive construction activities on the tracks.

The value analysis is a method within the value management, that follows the function- and value-based approach to optimize products, services and processes due to a structured problem-solving process. The value of objects can be understood as the relation between the satisfaction of interests and the use of resources.

Construction projects in the railway infrastructure take place in the conflict area of different stakeholders' interests. Considering these different interests during the planning phases of high complexity projects is extremely difficult. Value analysis tries to satisfy most of these objectives with a minimum use of resources. The function- and value-based approach supports the creativity in the problem-solving process in addition.

This diploma Thesis verifies the applicability of value analysis in railway infrastructure Projects as an appropriate method for a sustainable improvement of asset values.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Erklärung zur Veröffentlichung	II
Eidesstattliche Erklärung	II
Zusammenfassung	III
Abstract	III
Inhaltsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Herleitung und Beschreibung der Problemstellung	1
1.2 Darstellung der Vorgehensweise	4
2 Beschreibung de Value Managements	6
2.1 Allgemeine Beschreibung des Value Managements	6
2.2 Funktionenanalyse	10
2.3 Funktionenkostenanalyse	16
2.4 Wertanalyse	17
3 Analyse des Projektmanagementprozesses bei der DB Netz AG	25
3.1 Abwicklung von Bauprojekten bei der DB Netz AG	25
3.1.1 Organisation des Bauprojektmanagements bei der DB Netz AG	25
3.1.2 Verkehrliche und Betriebliche Aufgabenstellung	27
3.1.3 Leistungsphasen-Modell nach Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)	27
3.1.4 Qualitätssicherung bei der Abwicklung von Bauvorhaben	32
3.2 Integration der Wertanalyse in die Projektabwicklung	33
4 Validierung des Anwendungsvorschlages am Fallbeispiel	40
4.1 Beschreibung des Fallbeispiels	40
4.2 Anwendung der Wertanalyse bei der Projektabwicklung	44
4.2.1 Projektierung des Eisenbahninfrastrukturprojektes	44
4.2.2 Technische Lösungsfindung	54
4.2.3 Realisierung	60
5 Bewertung der Ergebnisse	61

5.1	Einfluss der WA auf das Magische Dreieck im Projektmanagement	61
5.1.1	Termine.....	61
5.1.2	Kosten.....	62
5.1.3	Qualität	62
5.2	Anwendungsbedingungen der Wertanalyse bei Eisenbahninfrastrukturprojekten.....	63
5.3	Potentiale der Wertanalyse im Projektumfeld	64
6	Conclusio und Ausblick.....	66
	Literaturverzeichnis	VI
	Abbildungsverzeichnis	IX
	Tabellenverzeichnis	X
	Abkürzungsverzeichnis	XI

1 Einleitung

1.1 Herleitung und Beschreibung der Problemstellung

Die DB Netz AG ist eine 100 %ige Tochter der Deutschen Bahn AG (DB AG) und betreibt mit 33.348 km Betriebslänge Europas größtes Schienennetz. Dazu zählen 66.110 Weichen und Kreuzungen, 13.800 Bahnübergänge, 25.136 Eisenbahnbrücken und 2.746 Stellwerke.¹

Dieses Verkehrsnetz muss betriebsfähig gehalten werden, hierfür sind Instandhaltungs- und Modernisierungsvorhaben unabdingbar. Außerdem muss das Verkehrsnetz den Bedürfnissen der Nutzer (Güter- und Personenverkehr) angepasst werden, wodurch umfangreiche Neu- und Ausbauprojekte erforderlich sind.

Hierfür besteht zwischen dem Bund und dem DB-Konzern eine sog. Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV), welche die Finanzierung für die Modernisierung von Gleisen, Weichen, Tunneln, Brücken und Stellwerken sichert. Von 2015 bis 2019 werden durch diese LuFV insgesamt 28 Mrd. Euro in die Modernisierung der Eisenbahninfrastruktur investiert.²

Werden die Transportleistungen im Güter- und Personenverkehr des Basisjahres 2010 mit dem Prognosejahr 2030 verglichen, so stellt sich für den Schienengüterverkehr ein Anstieg der Transportleistung von 42,9 %³ ein, im Personenverkehr von 19,2 %⁴. Diese Entwicklung zeigt die Wichtigkeit der Modernisierung und des Ausbaus der Eisenbahninfrastruktur auf.

Die gestiegenen Zuwendungen durch den Bund und die verkehrliche Entwicklung zeigen, dass zukünftig eine Vielzahl von Infrastrukturvorhaben realisiert werden. Bei der Realisierung von Verkehrsprojekten spielen unternehmensinterne, strategische Erwartungen eine ebenso wichtige Rolle wie die Interessen und Erwartungen unternehmensexterner Projektstakeholder (z.B. Fahrgast- und Umweltverbände, AnwohnerInnen, Verkehrsunternehmen, etc.). Diese internen und externen Erwartungen können unter den Begriffen Termine, Kosten und Qualität, dem „Magischen Dreieck“ zusammengefasst werden. Das Magische Dreieck (siehe Abbildung 1, S. 2) im Projektmanagement bildet die Beziehungen dieser Erwartungen zueinander ab und zeigt auf, dass durch die Priorisierung einer Erwartung, z.B. „Qualität“ die anderen Erwartungen „Termine“ und „Kosten“ beeinflusst werden.

¹ Vgl. DB Netz AG, 2018.

² Vgl. DB Netz AG, 2017, S. 2.

³ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014, S. 5.

⁴ Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014, S. 8.

Unter „Termine“ bzw. an anderen Stellen auch „Zeit“ wird der Fertigstellungstermin und die Stabilität hinsichtlich der Projektlaufzeit verstanden. Der Parameter „Kosten“ stellt die gesamten Projektkosten dar, inklusive Planung und Realisierung. Die „Qualität“ beschreibt den Inhalt und den Umfang und die Aspekte der Stakeholdererwartungen, die sich nicht in Form von Termine oder Kosten ausdrücken lassen.⁵

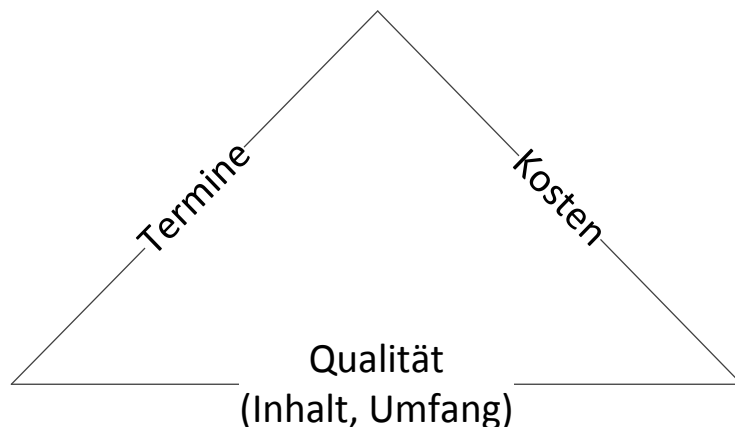


Abbildung 1: Stakeholdererwartungen im Magischen Dreieck⁶

Durch die Veränderung eines Projektparameters (Termine, Kosten oder Qualität) wird mindestens ein anderer Parameter auch verändert. Z.B. hat das Vorziehen von Terminen in der Regel Auswirkungen auf die Kosten, wenn nicht sogar auch Auswirkungen auf die Qualität.⁷

Bei Eisenbahninfrastrukturprojekten lassen sich die Kanten dieses Dreiecks wie folgt veranschaulichen: Die Termintreue eines Projektes zeichnet sich zum einen durch den Fertigstellungstermin, zum anderen durch die Stabilität der genutzten Sperrpausen aus. Sperrpausen sind erforderlich um Bauaktivitäten durchzuführen, welche die Befahrbarkeit der Eisenbahninfrastruktur erheblich einschränken (z.B. Einbau von Ersatzschienen oder Anpassung von Fahrleitungsanlagen). Diese zeitlichen Arbeitsfenster, wo keine Züge fahren bzw. der Zugverkehr stark eingeschränkt wird, werden bis zu zwei Jahre im Voraus angemeldet. Können Arbeiten an der Eisenbahninfrastruktur in diesem Arbeitsfenster nicht fertig gestellt werden, so ergeben sich Beeinträchtigungen für den Zugverkehr, welches schlussendlich in Verspätungsminuten oder Zugausfällen resultieren kann. Somit ist die Termintreue der Inbetriebnahme und die Einhaltung der Sperrpausen eine wichtige Einflussgröße des Magischen Dreiecks.

⁵ Vgl. wikipedia.org, 2018.

⁶ Quelle: wikipedia.org, 2018.

⁷ Vgl. wikipedia.org, 2018.

Detaillierte und hochwertige Planungen und Bauphasenplanungen sind die Faktoren, welche die vorher genannte Termintreue beeinflussen, präzise Planungen von Arbeitsmethoden und gute Grundlagenanalysen sorgen für geringere Risiken in der Ausführungsphase. Dies lässt auf die Kante „Qualität“ des Magischen Dreiecks überleiten: Sicherheit und Langlebigkeit sind besondere qualitative Ansprüche an Eisenbahninfrastrukturvorhaben. Dies liegt vor allem an der langen Nutzungsdauer der Anlagen. Wegen der langen Nutzungsdauer ist die Berücksichtigung der Stakeholderinteressen ebenfalls ein wichtiger Aspekt, der bei der Realisierung von Infrastrukturprojekten im Verkehrsbereich berücksichtigt werden sollte. Mögliche Stakeholder an solchen Vorhaben könnten neben den Eisenbahnverkehrsunternehmen sein:⁸

- Geldgeber (Kommune, Land, Staat)
- Ministerien
- Kreuzungspartner
- Verbände (Umwelt-, Verkehrs- und BürgerInnenverbände)
- Träger öffentlicher Belange (TÖB)
- BürgerInnen
- Geschäfte und Unternehmen

Im Idealfall können alle Stakeholderinteressen durch das Projekt ohne Kompromisse realisiert werden. Allerdings stellt sich dies umso mehr als Utopie ein, je größere und Komplexer das Vorhaben ist, weil dadurch auch das Interesse der Stakeholder und die Vielfalt der Stakeholderinteressen steigt.

Die teils sehr divergenten Stakeholderinteressen lassen sich in diesem Zusammenhang als unterschiedliche Gewichtung der Kanten im Magischen Dreieck verstehen. Wird das Projekt nun so realisiert, dass die Kantengewichtung im Magischen Dreieck der Kantengewichtung eines Projektstakeholders entspricht, so ergibt sich für diesen speziellen Projektstakeholder ein maximaler Wert aus dem Vorhaben. Der Wert eines Projektes ist somit nicht ausschließlich durch die Projektkosten beschrieben. Der Wert kann als Quotient aus Bedürfnisbefriedigung der Projekt-Stakeholder und den eingesetzten Ressourcen verstanden werden.⁹

Eisenbahninfrastrukturprojekte sind häufig medialem und öffentlichem Druck ausgesetzt, weil sie in der Öffentlichkeit stattfinden und letztendlich für die Öffentlichkeit vorgesehen sind. Hieraus resultieren sehr individuelle Vorstellung hinsichtlich des Wertes des Projektes. Diese externen Wertevorstellungen mit den internen, meist wirtschaftlichen, Wertevorstellungen des DB-Konzerns zu kombinieren, ist das Spannungsfeld im Projektmanagement worin sich Eisenbahninfrastrukturprojekte bewegen.

⁸ Vgl. Spang, 2016, S. 225f.

⁹ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 5.

Das Value Management (VM) greift diese Wertevorstellung im Projekt auf. In der DIN EN 12973 wird der durch VM erzielte Effekt wie folgt beschrieben: „(...) Anspruchsgruppen (Stakeholder) (...) können jeweils unterschiedlicher Ansicht darüber sein, was Wert bedeutet. Das Ziel von VM ist, diese Unterschiede miteinander in Einklang zu bringen und (...) den größtmöglichen Fortschritt in Richtung der festgelegten (Projekt-)Ziele unter Einsatz eines Minimums an Ressourcen zu erreichen. (...)“¹⁰

Durch die genannte DIN EN 12973 wird ein systematischer Prozess beschrieben, welcher die Wertverbesserung von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen zum Ziel hat. Der Unterschied zwischen Produkten, Dienstleistungen und Prozessen und Verkehrsinfrastrukturprojekten liegt in der Stückzahl, in der Produkte, Dienstleistungen und Prozesse produziert, erbracht oder durchlaufen werden. Verkehrsinfrastrukturprojekte sind meist, bedingt durch ihren spezifischen, systemischen und geografischen Bezug im Netz der Verkehrsinfrastruktur, sehr einzigartig. Allerdings ist die Nutzungsdauer sehr hoch. Daraus resultiert, dass sich über die Nutzungsdauer der Anlage die wertoptimierte Konstruktionsweise amortisiert und nicht wie bei Produkten oder Dienstleistungen über die Stückzahl. Mit der Amortisation ist nicht nur der Nutzen für das Unternehmen gemeint, sondern auch der öffentliche Nutzen, der aus der Wertoptimierung Verkehrsinfrastrukturprojekten gezogen werden kann.

Aus diesem Grund liegt es nahe, dass die Anwendbarkeit des Value Management, im speziellen die Wertanalyse, bei Verkehrsinfrastrukturprojekten überprüft wird um diese Vorhaben nachhaltig im Wert zu optimieren.

Im Rahmen der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit soll nun analysiert werden ob das Modell der Wertverbesserung, im Speziellen die Methode der Wertanalyse, in der Projektrealisierung von Eisenbahninfrastrukturprojekten eingesetzt werden kann und ob eine Ausweitung des Einsatzes von VM-Methoden möglich und sinnvoll ist.

1.2 Darstellung der Vorgehensweise

Um darzustellen was sich unter Value Management verbirgt wird zunächst ein kurzer geschichtlicher Abriss gegeben. Im Anschluss daran wird dann auf das Value Management eingegangen. Die Wertanalyse (WA) bildet ein Kernelement des VM und kombiniert unterschiedliche Techniken und Methoden, daher wird auf diese Methode im Rahmen dieser Arbeit fokussiert. Der WA-Arbeitsplan beschreibt die Systematik mit welcher ein Objekt (Produkt, Dienstleistung oder Prozess) hinsichtlich der Wertverbesserungspotentiale untersucht werden kann.

¹⁰ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 5.

Der Begriff Value Management umfasst verschiedene Techniken, u.a. auch die im deutschsprachigen Raum bekannte Wertanalyse, welche auf den werte- und funktionenbasierten Ansatz aufsetzt.¹¹ Daher wird zunächst der funktionenbasierte Ansatz anhand der Funktionenanalyse und der Funktionenkostenanalyse näher beschreiben. Im Anschluss daran erfolgt eine genauere Beschreibung der Wertanalyse, welche sich der Funktionenanalyse und die Funktionenkostenanalyse bedient. Die Herausstellung der Wertanalyse wird in diesem Zusammenhang vorgenommen, weil diese das Kernelement des Value Managements bildet und einen strukturierten Entwicklungsprozess beschreibt.¹²

Der Anwendbarkeit der WA im Bauprojektmanagement der DB Netz AG ist die zentrale Fragestellung, weshalb der theoretische Verlauf von Infrastrukturprojekten kurz umrissen wird. Dies bedingt auch die kurze Darstellung der Leistungsphasen (Lph) null bis neun nach Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Darauf basierend kann ein Integrationsvorschlag für die Wertanalyse ausgearbeitet werden.

Zur Überprüfung der Anwendbarkeit und besseren Nachvollziehbarkeit soll dieser Integrationsvorschlag an einem reellen Projekt getestet werden. Hierfür wurde ein Erneuerungsprojekt für einen Bahnübergang (Bü) gewählt. Im Rahmen dieser theoretischen Studie erfolgt eine Beschreibung dieses Fallbeispiels und eine Darstellung der Interessen und Interessengruppen. Weitergehend wird die Integration der Wertanalyse am Fallbeispiel beschrieben.

Die Erkenntnisse aus der Studie können nun kritisch bewertet werden und es werden die Chancen und Risiken der Anwendung dieser Methode im Umfeld von Eisenbahninfrastrukturvorhaben genauer dargestellt.

Die abschließende Conclusio fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen und eröffnet einen Ausblick für die weitere Anwendung dieser Methode.

¹¹ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 26f.

¹² Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 25.

2 Beschreibung de Value Managements

2.1 Allgemeine Beschreibung des Value Managements

Value Management kann als Management Stil verstanden werden, welcher basierend auf dem Wert- und Funktionenansatz die Befriedigung vieler unterschiedlicher Interessen an Produkten, Dienstleistungen oder Prozessen verfolgt¹³. Die Value Management Rahmenstruktur beschreibt die Implementierung der Wertverbesserung Managementorganisation des Unternehmens und bedient sich in der Umsetzung u.a. der Methode der Wertanalyse, welche in den Kontext eines VM-Arbeitsplanes gegossen ist¹⁴.

Nach Beendigung des zweiten Weltkrieges entstanden in der amerikanischen Wirtschaft Produktionsengpässe und Materialknappheiten. Bei der General Electric Company wurde versucht durch die Substitution von Ressourcen das Produkt weiterhin herstellen zu können. Die Geschäftsführung stellte fest, dass bei niedrigeren Kosten die Qualität gleich oder besser war. Diese Steigerung des Produktwertes durch Absenkung der Produktkosten, war der Anlass von General Electric dafür Lawrence D. Miles mit der Forschung auf diesem Gebiet zu beauftragen. Das Ergebnis war ein Portfolio an Techniken, welche systematisch Produktionskosten senken. Dies war die Geburtsstunde der Value Analysis (VA) bzw. der Wertanalyse. Lawrence D. Miles beschreibt diese Technik: „Value Analysis ist eine Philosophie gestützt von einer Reihe von spezifischen Techniken, eine Mischung aus Wissen und angelernten Fähigkeiten. Es ist eine organisierte Anstrengung, die die Aufgabe hat, solche Kosten eines Produktes aufzuspüren, die weder der Qualität, dem Gebrauch, der Lebensdauer, noch dem guten Aussehen und der Verkaufskraft des Produktes etwas nützen.“¹⁵

In den USA verbreitete sich die Wertanalyse in den späten 50er Jahren über verschiedene Wirtschaftsvereinigungen. Die von diesen Vereinigungen durchgeführten Tagungen sprachen sich für die Anwendung der WA Methoden in Industrie und Staatsverwaltung aus. General Electric beriet die Regierung auf in diesem Themenfeld, wodurch auch das amerikanische Heer und die Luftwaffe kurz danach für die Wertanalyse Anwendung fanden.¹⁶

In Europa wurde die Wertanalyse im Jahr 1964 das erste Mal in der Automobilindustrie angewandt um nach der Beendigung des zweiten Weltkrieges als Industrienation wieder wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zurück zu erlangen. Das damalige Verständnis der

¹³ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 3.

¹⁴ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 19.

¹⁵ Hoffmann, 1993, S. 20.

¹⁶ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 22.

Wertanalyse war primär auf die Rationalisierung und auf die Identifikation von Kostensenkungspotentialen fokussiert.¹⁷ Das heutzutage angewendete Value Management umfasst zwar die Wertanalyse als eines der Kernelemente, doch steht der Wertbegriff und der funktionenbasierte Ansatz im Vordergrund. Es kann als Wertoptimierungsvorgang verstanden werden.¹⁸

Das aus der Wertanalyse hervorgegangene Value Management weist folgende fünf Charakteristiken auf:

- Wertekonzept
- Funktionenkonzept
- Ganzheitliche Betrachtungsweise
- Starkes Einbeziehen des Menschen und seiner Verhaltensweisen sowie
- Interdisziplinäre Teamarbeit

Der Wert eines Produktes oder einer Dienstleistung ist das Verhältnis der Befriedigung von Bedürfnissen zu den eingesetzten Ressourcen:¹⁹

$$\text{Wert} = \frac{\text{Befriedigung von Bedürfnissen}}{\text{Einsatz von Ressourcen}}$$

Als Bedürfnis versteht sich die von den NutzerInnen des Systems gewünschte Funktion bzw. Funktionenzusammenstellung. Diese können sich als Gebrauchsbedürfnisse und Geltungsbedürfnisse darstellen. Ein Gebrauchsbedürfnis ist eine gewünschte Funktion, die zwangsweise vom System erfüllt sein muss, z.B. dass ein Auto vorwärtsfährt. Das Geltungsbedürfnis ist eine Funktion, die nicht direkt von den NutzerInnen des Systems gefordert wird, oder subjektiv, attraktiv oder moralisch ist. Zum Beispiel, dass ein Auto eine besondere Ergonomie oder Ästhetik aufweist.²⁰

Dieser Zusammenhang macht deutlich, warum Bestrebungen zur Rationalisierung und zur Kostenoptimierung Ausgangspunkt der Wertanalyse und damit auch des Value Managements waren. Wird der Ressourceneinsatz für die Produktion verringert, durch technische, organisatorische Maßnahmen, so erhöht sich der Wert für das Unternehmen. Die Umkehrung besagt, dass durch einen höheren Grad der Bedürfnisbefriedigung bei gleichbleibendem Ressourceneinsatz der Wert ebenfalls steigt. Allerdings sind dies nur einseitige Betrachtungsweisen: Das Wertkonzept in Bezug auf ein Produkt oder auf eine Dienstleistung kann sehr individuell sein, insbesondere bei Infrastrukturvorhaben, die sich durch viele, vor

¹⁷ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 23ff.

¹⁸ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 2.

¹⁹ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 12.

²⁰ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 13.

allen externe Stakeholder auszeichnen, weisen teils untereinander kontroverse Wertvorstellungen auf.²¹

Dieser funktionenbasierte Ansatz ist elementar für die Wertanalyse. „(...) eine Funktion ist eine Wirkung eines Produktes oder eines seiner Bestandteile.“²² Die Funktion eines Produktes wird benötigt um das Bedürfnis der NutzerInnen teilweise oder komplett zufriedenzustellen. Der funktionenbasierte Ansatz wird im Rahmen der Funktionenanalyse in Abschnitt 2.2 ab Seite 10 genauer erläutert, weil er für das Verständnis der Wertanalyse elementar ist.

Ferner wird zusätzlich zwischen nutzerbezogenen Funktionen und produktbezogenen Funktionen unterschieden. Die nutzerbezogenen Funktionen werden direkt den NutzerInnen erwartet, während die produktbezogenen Funktionen erst die Verwendung nutzerbezogener Funktionen ermöglicht. Die NutzerInnen haben somit keinen direkten Zugang zu den produktbezogenen Funktionen, weshalb die nutzerbezogenen Funktionen im Value Management vordergründig sind, da nur diese für die Bedürfnisbefriedigung herangezogen werden können. Gleichzeitig bedeutet dies aber auch, dass über die produktbezogenen Funktionen Freiräume im Systemdesign entstehen. Diese Freiräume werden durch das Value Management und durch die Wertanalyse genutzt um das entstehende Produkte oder die Dienstleistung z.B. hinsichtlich des Ressourceneinsatzes zu optimieren.²³ Ein wichtiges Instrument bildet in diesem Zusammenhang die Verknüpfung der interdisziplinären Teamarbeit mit dem funktionenbasierten Ansatz.

Bei Ressourcen im Sinne des Value Managements handelt es sich um alles, was benötigt wird um Bedürfnisse zu befriedigen, dies sind Kosten, Zeit, Material, Personal und andere Eingangsgrößen²⁴.

Im Rahmen des VM und vor allem bei der WA werden die Funktionen zwar einzeln betrachtet und hinsichtlich ihrer Wirkung auf das untersuchte bzw. wertoptimierte Objekt bewertet. Dennoch ist es erforderlich, dass die Gesamtheit der Funktionen betrachtet wird und somit auch die Wechselwirkung der Funktionen zueinander berücksichtigt werden. Dies ist die ganzheitliche Betrachtungsweise, welche die Zusammensetzung von Funktionen berücksichtigt.

Die Entwicklung einer ganzheitlichen Betrachtungsweise bedingt auch das Einnehmen verschiedener Perspektiven. Dies erfolgt im VM durch die interdisziplinäre Teamarbeit. Der funktionenbasierte Ansatz ermöglicht es, dass die Beschreibung des zukünftigen Objektes in Funktionen erfolgt. Dadurch können unterschiedliche Disziplinen im Team über dieselbe

²¹ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 44.

²² Deutsches Institut für Normung e.V., 2014, S. 10.

²³ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 39.

²⁴ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 15.

Funktion des Objektes sprechen, unabhängig von technischen Lösungen, welche erst im weiteren Vorlauf eine Rolle spielen.

Die Abbildung 2 auf Seite 9 zeigt den gesamthaften Methoden-Pool des Value Managements. Es wird deutlich, dass die Wertanalyse das Kernelement bildet. Im Zentrum der des Kreises stehen die Kernelemente, die im Value Management Arbeitsplan zum Tragen kommen. Diese Kernelemente setzen sich aus sieben Kreissegmenten zusammen und bilden das Methodenportfolio, welches im WA-Arbeitsplan abgearbeitet wird.

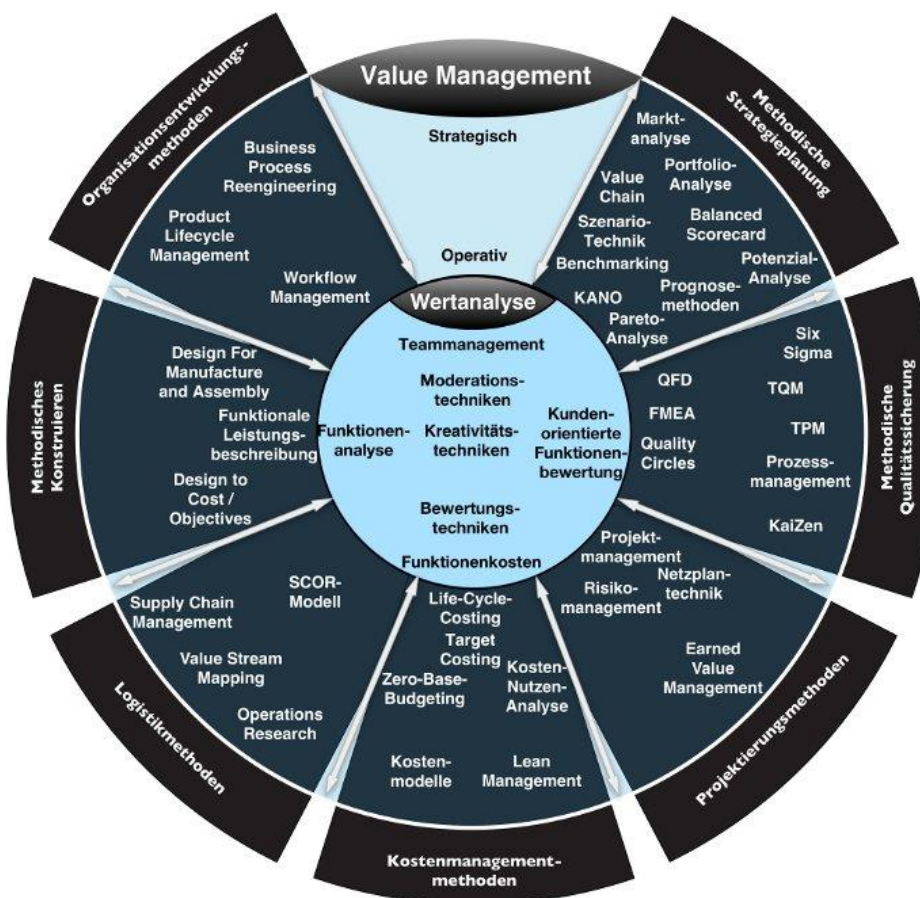


Abbildung 2: Methodenpool des Value Managements²⁵

Nach der Etablierung der Wertanalyse in der Automobilindustrie wurde in der 1973 die erste deutsche Industrienorm zu dieser Methode veröffentlicht. Die DIN 69910:1973 wurde später durch die DIN EN 1325:2014 (Value Management – Wörterbuch) und die DIN EN 12973:2000 (Value Management) abgelöst^{26, 27}

²⁵ Quelle: Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 26.

²⁶ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 29ff.

²⁷ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 23ff.

Die DIN EN 12973:2000 enthält neben der bekannten Wertanalyse auch den VM-Arbeitsplan sowie weitere Ausführung zur VM-Rahmenstruktur.

Die DIN EN 1325:2014 definiert bestimmte Begriffe um deren einheitliche Anwendung im Rahmen des VM sicherzustellen.

Eine weitere Norm, die DIN EN 1325:2014 („Value Management – Funktionale Beschreibung der Bedürfnisse und funktionale Leistungsbeschreibung“) beschreibt den Umgang und die Verfahrensweise mit funktionalen Leistungsbeschreibungen. Eine funktionale Leistungsbeschreibung sieht die Beschreibung einer auszuführenden Leistung durch Funktionen und nicht durch in der Leistungsbeschreibung detailliert aufgeführte Vorgaben vor.

2.2 Funktionenanalyse

„Die Funktionenanalyse besteht im Erkennen (der Identifizierung) von Funktionen, ihrer Validierung mithilfe klarer logischer Elemente und ihrer Charakterisierung.“²⁸

Die Funktionenanalyse ist ein wichtiger Bestandteil der Wertanalyse und trägt maßgeblich zur kreativen Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten bei. Daher wird im Vorlauf zur Erläuterung der des Wertanalyse-Arbeitsplanes (siehe Abschnitt 2.4, S. 17ff) die Funktionenanalyse erklärt. Für den Einstieg in die Funktionenanalyse wird zunächst der Begriff „Funktion“ und dessen Klassifizierung erläutert. Dies bildet die anschließende Grundlage um die Funktionen-/Funktionenkostenanalyse zu erläutern.

Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen sind Objekte, die eine oder mehrere Wirkungen aufweisen. Diese Wirkungen können im Sinne des VM auch als Funktionen bezeichnet werden. Im weiteren Sinne kann bei Funktionen auch von Anforderungen ausgegangen werden, die ein Objekt erfüllen sollte²⁹.

Das Beispiel des Fernsehers zeigt, dass Funktionen maßgeblich beim Erwerb von Produkten oder Dienstleistung sind: Es werden zwar technische Komponenten (z.B. Kabel, Leiterplatten, etc.) erworben, die allerdings ohne die nötige Systemintegration keinen Nutzen erfüllen. Somit erwerben die KonsumentInnen in Summe u.a. die Funktion „Fernsehen ermöglichen“³⁰.

Eine Funktion wird durch ein Substantiv und ein Verb im Infinitiv beschrieben, siehe hierzu das Beispiel „Fernsehen ermöglichen“. Eine wirkungsbestimmende Größe kann die Funktion ergänzen, z.B. beim Fernseher: „Auflösung 1080p“. Durch die Verwendung dieses einfachen verbalen Modells, wird u.a. die Kommunikation im Projektteam vereinfacht.³¹

²⁸ Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 26.

²⁹ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 46.

³⁰ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 57.

³¹ Vgl. Akiyama, 1994, S. 67.

Eine Ist-Funktion gibt an, welche Funktion ein Objekt aufweist, die Soll-Funktion gibt an, welche Funktion ein Objekt aufweisen sollte. Im Rahmen der Wertanalyse werden Soll-Funktionen für ein Objekt aufgestellt. Diese können einen Teil der Ist-Funktionen enthalten, sofern eine Objektverbesserung angestrebt wird.

Funktionenarten geben wieder, welchen primären Zweck eine Funktion erfüllt. Hier wird zwischen Gebrauchs- und Geltungsfunktionen unterschieden. Gebrauchsfunktionen geben eine Wirkung wieder, welche für die technische und wirtschaftliche Nutzung des Objektes erforderlich ist. Investitionsgüter sind hier anzuführen, z.B. die Investition einer Bäckerei in einen neuen Brotbackofen. Geltungsfunktionen stellen ästhetische oder prestigeorientierte Ansprüche dar, dies ist bei Konsumgütern (z.B. Fernseher, Einrichtungsgegenstände, etc.) oder bei Mode und Schmuck der Fall. Geltungsfunktionen sind schlecht quantifizierbar, da sie sehr subjektiv bzw. individuell bewertet werden.³²

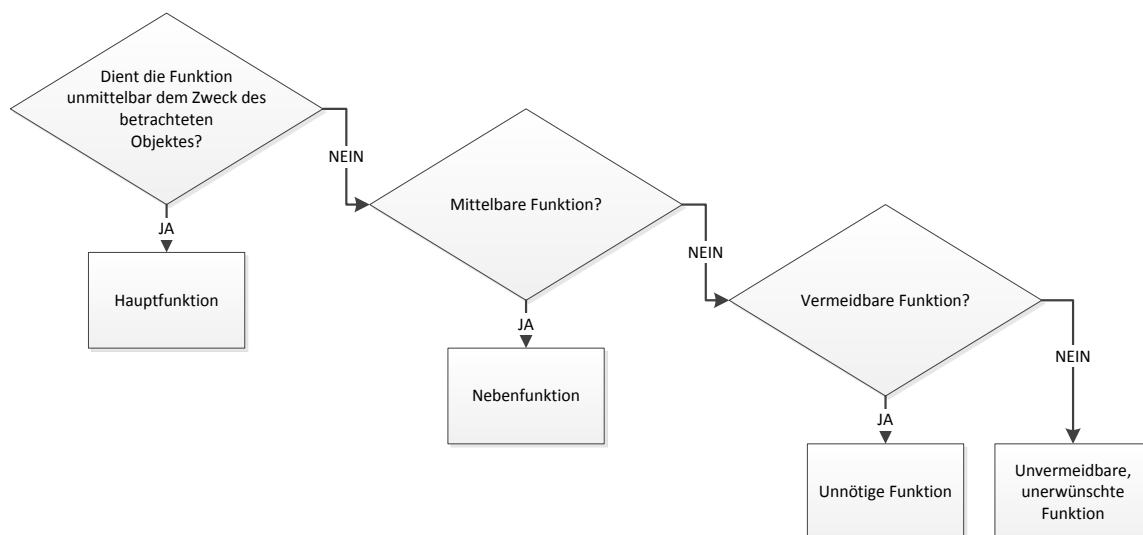


Abbildung 3 Haupt- und Nebenfunktionen³³

Die Daseinsberechtigung für ein Produkt, eine Dienstleistung oder einen Prozess ist die Hauptfunktion. Die Funktionenanalyse beginnt mit der Bestimmung der Hauptfunktion bzw. der Hauptfunktionen, ohne diese würde das Objekt nicht existieren. In Abbildung 3 (S. 11) kann dies durch die Beantwortung der Frage „Dient die Funktion unmittelbar dem Zweck des betrachteten Objektes?“ festgestellt werden.

Die Hauptfunktion sollte sehr allgemein gehalten werden, weil hierdurch der kreative Freiraum zur Lösungsfindung gelassen wird. Das Beispiel der Heizung soll es verdeutlichen: Durch die Hauptfunktion „Wärmeenergie bereitstellen“ sind alle Energieträger (Gas-, Holz-, Öl- oder

³² Vgl. Hoffmann, 1993, S. 63ff.

³³ Quelle: Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 61.

Elektroheizung) gleichermaßen angesprochen. Würde die Hauptfunktion „Gas verbrennen“ sein, so würde dies nur den Energieträger „Gas“ berücksichtigen und andere Lösungen könnten nicht berücksichtigt werden. Genau diese kreative Lücke wird in der Wertanalyse zur Wertoptimierung genutzt.³⁴

Nebenfunktionen unterstützen die Hauptfunktion und bilden eine Spezifizierung der Hauptfunktion, z.B. in Bezug auf Aussehen, Form, Handlichkeit, etc. Daher kann eine Nebenfunktion auch nicht gleichzeitig eine Hauptfunktion sein. In Abbildung 3 kann dies durch die zweite Frage „Mittelbare Funktion?“ festgestellt werden. Dies macht deutlich, dass diese Funktion keine direkte Wirkung erzeugen soll. Nebenfunktionen können in abnehmerorientierte und herstellerorientierte Nebenfunktionen aufgeteilt werden. Die abnehmerorientierte Nebenfunktion ist für die KundInnen noch erkennbar und stellt für die KundInnen ggf. ein Kaufentscheidungskriterium dar. Die herstellerorientierte Nebenfunktion dienen lediglich der Umsetzung und werden vom Hersteller definiert. Wird die Hauptfunktion „Wärmeenergie bereitstellen“ wieder als Beispiel verwendet, so sind „Temperatur regeln“ und „Energie sparen“ die Nebenfunktionen, welche die Hauptfunktion unterstützen.^{35,36}

Eine unnötige Funktion liegt dann vor, wenn es weder eine Haupt- noch eine Nebenfunktion ist. Nun stellt sich nur die Frage, ob diese Funktion vermeidbar ist (siehe Abbildung 3, S. 11). Sollte die Funktion nicht vermeidbar sein, so handelt es sich um eine „unvermeidbare, unerwünschte Funktion“.

Unnötige Funktionen tragen zur Wertoptimierung nichts bei und können, sofern möglich, weggelassen werden.³⁷

Die nachfolgende Abbildung 4 auf Seite 13 fasst zusammen, was Funktionenarten, Funktionenklassen sind und wie Nebenfunktionen unterschieden werden können.

Nach der Einführung in das Funktionenmodell kann nun mit der Erläuterung der Funktionenanalyse begonnen werden.

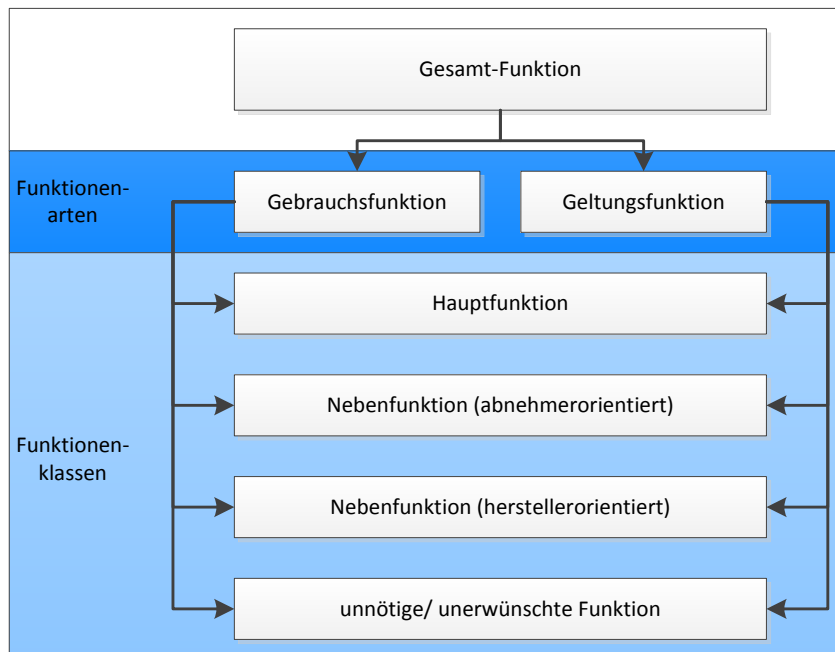
Eine Funktionenanalyse wird in erster Linie durchgeführt, wenn die Wirkung bzw. die Funktionen eines Objektes bestimmt werden sollen. Dies ist bei der Wertverbesserung besonders der Fall, weil ein vorhandenes Objekt bzw. eine vorhandene Zusammenstellung von Funktionen, optimiert werden soll.

³⁴ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 63f.

³⁵ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 64.

³⁶ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 61.

³⁷ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 64f.

Abbildung 4 Abnehmer- und herstellerorientierte Funktionen³⁸

Erkennen und Auflisten der Funktionen

Die Funktionenanalyse selbst beginnt zunächst mit dem Erkennen und Auflisten der Funktionen, die am vorhandenen Objekt implementiert sind. Dadurch kann der Ist-Zustand festgehalten werden.

Ziel ist das Objekt durch das Funktionenmodell möglichst genau zu beschreiben. In der ersten Phase sollte Wert auf die Vollständigkeit der beschreibenden Funktionen gelegt werden.³⁹

Systematisieren der Funktionen

Im Anschluss daran erfolgt die Systematisierung der Funktionen und die Analyse der Beziehungen zueinander. Dadurch werden die Funktionen in einem Baum durch eine Zweck-Mittel-Logik in einer Ordnung gebracht, dies ist dem Funktionenbaum in Abbildung 5 auf Seite 14 erkennbar. Die Funktionen-Analyse-System-Technik (F.A.S.T.), welche eine Diagrammtechnik verwendet.⁴⁰

Durch die leichte graphische Darstellung des Funktionenbaums ist dieser mit einer kurzen Erklärung leicht verständlich. Im linken Bereich sind die Funktionen dargestellt, welche für das

³⁸ Quelle: Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 62

³⁹ Vgl. Akiyama, 1994, S. 30.

⁴⁰ Vgl. Akiyama, 1994, S. 66.

untersuchte Objekt unbedingt erforderlich sind, die sog. Hauptfunktionen. Die Nebenfunktionen dienen als Unterstützung zur Hauptfunktion und sind in den Ästen der Hauptfunktionen dargestellt.

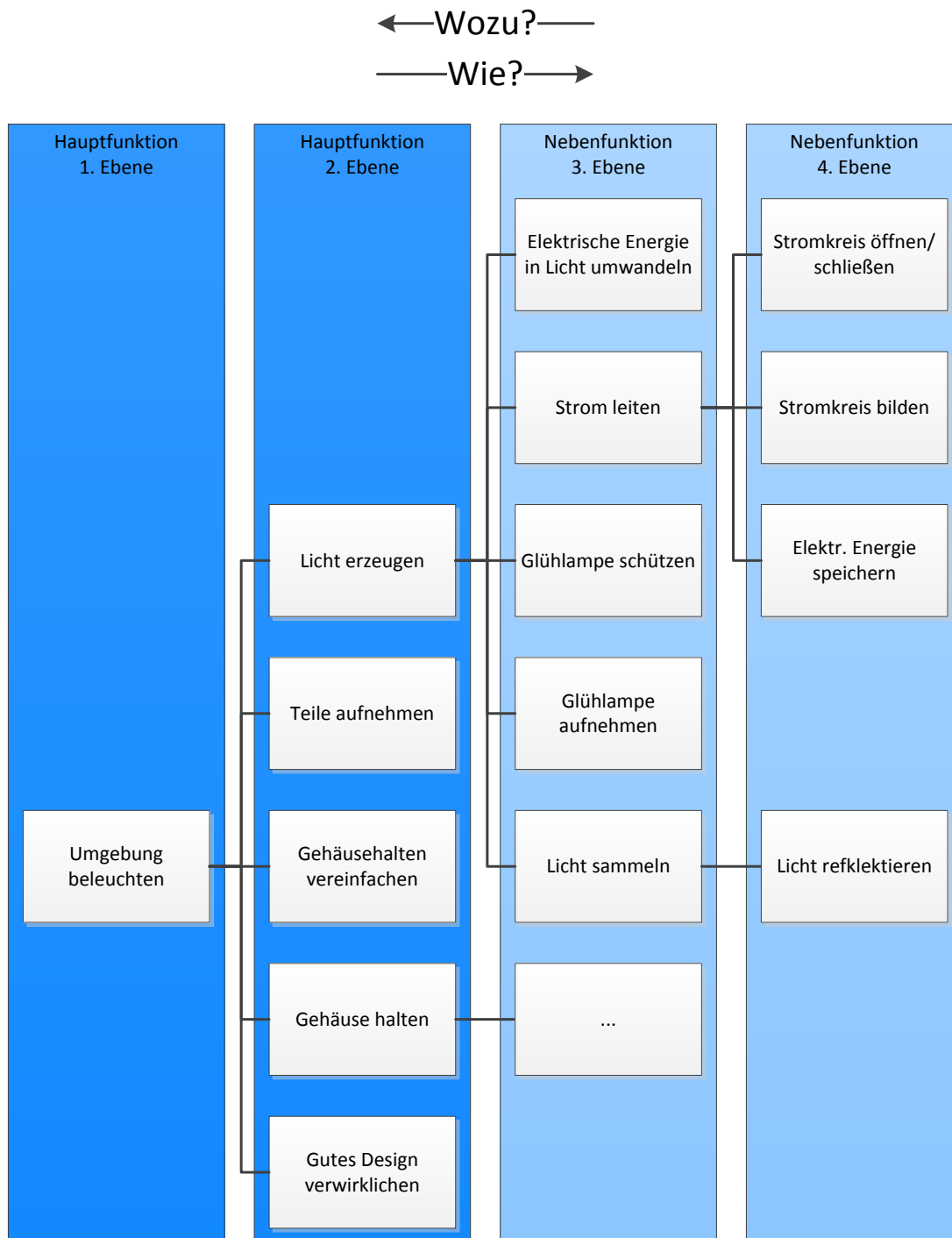


Abbildung 5 Funktionenbaum am Beispiel einer Taschenlampe⁴¹

⁴¹ Quelle: Modifiziert übernommen aus Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 64.

Durch gezielte Fragestellung lässt sich die Beziehung der einzelnen Funktionen zueinander klären:⁴²

- „Wie wird die betrachtete Funktion erfüllt?“ gibt Aufschluss über eine untergeordnete Funktion
- „Wozu wird die betrachtete Funktion erfüllt?“ gibt Aufschluss über eine übergeordnete Funktion

In Abbildung 5 auf Seite 14 sind diese Fragen durch die Pfeile im oberen Bereich der Abbildung dargestellt. Am Beispiel der Funktion „Strom leiten“ in derselben Abbildung soll dies verdeutlicht werden:

- Feststellen der untergeordneten Funktion von „Strom leiten“:
Wie wird die Funktion „Strom leiten“ erfüllt?
Durch die Funktionen „Stromkreis bilden“, „Stromkreis öffnen/ schließen“ und „Elektrische Energie speichern“
- Feststellen der übergeordneten Funktion von „Strom leiten“:
Wozu wird die Funktion „Strom leiten“ erfüllt?
Um die Funktion „Licht erzeugen“ zu ermöglichen

Charakterisierung der Funktionen

Bei der Charakterisierung der Funktionen wird eine Einschätzung vorgenommen, wann der Erfüllungsgrad maximal ist. Eine Abstufung der Funktionencharakteristiken können hierbei helfen: Z.B. schafft es eine Heizungsanlage die Betriebskosten für einen bestimmten zu beheizenden Raum um 50 % zu senken, so kann dies als 100 % Zielerfüllung angesehen werden. 25 % Prozent Kosteneinsparung lägen nur 50 % Zielerfüllung vor, usw.

Aufstellen einer hierarchischen Funktionenordnung

Bevor die abschließende Bewertung erfolgen kann, wird ein Zwischenschritt gemacht, in dem die Funktionen entsprechend der Bedeutung für den Nutzer gereiht werden. Wichtig ist dabei die Bedürfnisse des Marktes und der Nutzer möglichst genau widerzuspiegeln.

Bewertung der Funktionen

Nach der Reihung kann die Gewichtung der Funktionen vorgenommen werden. Die Gewichtung erfolgt unabhängig der Funktionenkosten und sieht vor die Nutzererwartungen zu

⁴² Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 62f.

detaillieren. Die Funktionenkosten spiegeln die Kosten zur Implementierung der Funktion wider, geben aber keinen Aufschluss darüber, welche Gewichtung diese Funktion für die Bedürfnisbefriedigung beim Nutzer hat.

2.3 Funktionenkostenanalyse

Ein Funktionsträger ist ein Bauteil oder eine Gegebenheit, welches eine oder mehrere Funktionen erfüllt. Z.B. erfüllt das Feuer in einem Kamin gleichzeitig die Funktionen „Wärmeenergie bereitstellen“ sowie „Umgebung beleuchten“.⁴³

Die Kosten ergeben sich aus dem Ressourceneinsatz, welcher für die Implementierung dieser Funktion erforderlich ist. Am Beispiel des Kamins wird deutlich, dass der Funktionsträger „Feuer“ zwei Funktionen verbindet. Somit müssen die Kosten des Funktionsträgers anteilig auf die Funktionen „Wärmeenergie bereitstellen“ und „Umgebung beleuchten“ aufgeteilt werden. Zusammenfassend ist der Funktionenkosten-Ansatz eine andere Zusammenfassung der Bauteilkosten. Für beide Kostenrechnungsverfahren wird Kenntnis über den Ressourceneinsatz bei der Produktrealisierung verlangt.

Zunächst werden die aus der Funktionsanalyse zu bewertenden Funktionen ausgewählt. Der Detaillierungsgrad der Funktionenkostenanalyse richtet sich nach der Ebene im Funktionenbaum, welche für die Abbildung der Kosten gewählt wird. Kostentechnisch unrelevante Zweige des Funktionenbaumes müssen nicht betrachtet werden.

Sind die Funktionen ausgewählt, so kann die anteilige Zuordnung zu den einzelnen Bauteilen erfolgen unter der Berücksichtigung der Relevanz des Bauteils für die Erfüllung der Funktion. Dies erfolgt mithilfe einer Matrix wie sie in Tabelle 1 dargestellt ist. Die Werte aus Tabelle 1 sind willkürlich gewählt und dienen nur der Veranschaulichung dieser Thematik. Der Tabellenkopf enthält die ausgewählten Funktionen, in der ersten Spalte von links sind die Bauteile berücksichtigt. Durch die anteilige Zuordnung der Funktionen zu den Bauteilen, können die Funktionenkosten bestimmt werden, welche sich in der letzten Zeile abbilden.

	Bauteilkosten	Funktion 1		Funktion 2		Funktion 3		Summe
	in €	in %	in €	in %	in €	in %	in €	in %
Bauteil 1	40,00 €	20%	8,00 €	30%	12,00 €	50%	20,00 €	100%
Bauteil 2	60,00 €	10%	6,00 €	60%	36,00 €	30%	18,00 €	100%
Bauteil 3	30,00 €	40%	12,00 €	30%	9,00 €	30%	9,00 €	100%
Bauteil 4	40,00 €	10%	4,00 €	5%	2,00 €	85%	34,00 €	100%
Summe	170,00 €	18%	30,00 €	35%	59,00 €	48%	81,00 €	100%

Tabelle 1: Berechnung der Kostenanteile der Funktionen⁴⁴

⁴³ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 69.

⁴⁴ Quelle: Modifiziert übernommen aus Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 71.

Diese gibt nun Aufschluss darüber welche Funktion wieviel kostet und zugleich welchen Anteil der Produktgesamtkosten sie einnimmt.

Im Rahmen der Funktionenanalyse erfolgt die Bestimmung des Wertes für den Nutzer, hier erfolgt die Bewertung des Ressourceneinsatzes. Somit kann mit diesen beiden Instrumenten das WA-Objekt untersucht werden, ob eine Wertoptimierung durch das Weglassen einer Funktion oder durch das hinzufügen einer Funktion wirtschaftlich sinnvoll ist.

2.4 Wertanalyse

Aus der Wertanalyse ist das Value Management hervorgegangen, das Value Management bildet den Management Stil ab, während die Wertanalyse eine Methode dieses Portfolios darstellt. Die Wertanalyse bildet zugleich die auch am häufigsten genutzte Methode des Value Managements. Aus diesen Gründen wird in diesem Abschnitt näher darauf eingegangen.⁴⁵

Die Wertanalyse stützt sich, wie alle VM-Methoden auf dem Wertekonzept. Das Hauptunterscheidungsmerkmal zu anderen VM-Methoden ist der funktionenbasierte Ansatz, welcher über den Entwurfszeitraum einen maximalen Freiheitsgrad zur Lösungsfindung gewährleistet. Im nachfolgenden ist von Wertanalyse-Projekt (WA-Projekt) die Rede, dies bezeichnet die Optimierungsbestrebung durch eine WA selbst, welches bei dem Produkt, der Dienstleistung oder dem organisatorischen Ablauf unter Berücksichtigung folgender Kriterien angewendet werden kann:⁴⁶

- Das WA-Projekt für das Produkt, die Dienstleistung oder der organisatorische Ablauf weist eine entsprechende Komplexität auf, so dass mehrere Experten erforderlich sind, welche in interdisziplinärer Teamarbeit das WA-Projektziel erreichen
- Das Thema des WA-Projektes hat einen strategischen Einfluss auf das Unternehmen, z.B. Reduzierung von Life Cycle Costs, Generierung von Skaleneffekten durch Vereinheitlichung von Abläufen, Bauteilen, etc.
- Es wird ein ganzheitlicher Lösungsansatz gefordert und somit auch die Anwendung des gesamten zehnstufigen WA-Arbeitsplanes
- Das WA-Projekt sollte nicht als Alibi-WA-Projekt durchgeführt werden, weil dadurch Unternehmensressourcen unnötiger Weise gebunden werden. Steht die Entscheidung für die Durchführung einer Wertoptimierungsmaßnahme schon vor Durchführung des WA-Projektes fest, so kann auf das WA-Projekt verzichtet werden.

⁴⁵ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 27.

⁴⁶ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 53ff

Der WA- Arbeitsplan umfasst zehn Stufen, welche unbedingt in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen sind. Die Tabelle 2 auf Seite 18 zeigt diesen Arbeitsplan und zeigt im rechten Bereich der Tabelle, welche Personengruppe in einer Organisation für welchen Arbeitsschritt zuständig ist. Deutlich wird, dass die Organisation die Durchführung der Wertanalyse mittragen muss, weshalb bei regelmäßiger Anwendung die Integration der Wertanalyse durch die Value Management-Rahmenstruktur (siehe Abschnitt 2.1, S. 6) in diesem Fall unbedingt erforderlich ist.

Die EntscheidungsträgerInnen sind maßgeblich an der Initiierung des WA-Projektes beteiligt und stellen zum Projektende die Realisierung sicher. In den übrigen Arbeitsschritten sind die WA-Projektleitung bzw. die Arbeitsgruppe und die ausführenden Abteilungen gefragt.

Grundschrift		EntscheidungsträgerInnen	WA-Projektleitung	Arbeitsgruppe	Ausführende Abteilungen
0	Vorbereitung des Projektes	•			x
↓					
1	Projektdefinition	•	x		x
↓					
2	Planung		•		
↓					
3	Umfassende Daten über die Studie sammeln		•	x	x
↓					
4	Funktionen-/ Kostenanalyse/ Detailziele		•	•	x
↓					
5	Sammeln und Finden von Lösungsideen		•	•	x
↓					
6	Bewertung der Lösungsideen		x	x	•
↓					
7	Entwicklung ganzheitlicher Vorschläge		•	•	x
↓					
8	Präsentation der Vorschläge	•	•	•	x
↓					
9	Realisierung	•	x		•

- Verantwortung
- x Mitwirkung

Tabelle 2: Darstellung des WA-Arbeitsplanes und die Zuständigkeiten in der Organisation⁴⁷

⁴⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 40

0 Vorbereitung des Projektes

Die Vorbereitung des WA-Projektes erfolgt durch das Management, welches zunächst die Abwägung durchführt oder durchführen lässt, ob es sinnvoll ist ein WA-Projekt durchzuführen. Ein WA-Projekt kann einen erheblichen Entwicklungsaufwand nach sich ziehen, vor allem die Fachdisziplinen sind dann sehr stark eingebunden. Zwar kann das WA-Projekt zu jedem Zeitpunkt qualifiziert abgebrochen werden, jedoch sind dann die eingesetzten Ressourcen verschwendet worden. Im Idealfall kann eine Kostenschätzung durchgeführt werden. Diese quantifiziert das Risiko und kann aufzeigen, ob sich das WA-Projekt durch die Wertoptimierung amortisiert.⁴⁸

Neben dieser Risikobetrachtung sollte zum Abschluss dieses Prozessschrittes eine WA-Projektleitung benannt sein, welche über Kenntnisse im Value Management vorweisen kann und über geeignete Moderationsfähigkeiten verfügt.⁴⁹

1 Projektdefinition

Anhand der Fragen aus der „Vorbereitung des Projektes“ ist es nun möglich das Projekt zu beschreiben. Hierfür sollten zunächst die Rahmenbedingungen festgelegt werden. Dies sind meist Vorgaben, welche aus der Strategischen Ausrichtung der Organisation oder dem gesetzlichen Rahmen resultieren. Es ist zu beachten, dass durch die Definition der Rahmenbedingungen auch im späteren Verlauf die kreative Freiheit genommen werden kann.⁵⁰

Das Projektziel sollte klar beschrieben werden können, mögliche Ziele können u.a. Kostensenkung, Qualitäts-/Funktions-/Terminverbesserung oder die Kapazitätssteigerung sein. Im Idealfall lassen sich diese Ziele quantifizieren und somit kann zum Ende des WA-Projektes festgestellt werden, wie hoch der Grad der Zielerreichung ist.

Bei der Beschreibung der Projektziele können folgende Fragestellungen weiterhelfen:⁵¹

- „Welche Produkte, welche Technologien, welche Organisationsstrukturen, welche internen und externen Dienstleistungen werden von aktuellen und zukünftigen Märkten bzw. Kunden nicht mehr akzeptiert?
- (..)
- Wo muss innoviert werden?
- Wo muss verändert werden?
- Wo muss erneuert werden?
- Wo muss repariert werden?

⁴⁸ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 41.

⁴⁹ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 32.

⁵⁰ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 42f.

■ (..)“⁵¹

Die Ressourcenplanung findet ebenfalls in diesem Arbeitsschritt des WA-Arbeitsplanes statt. Hierunter fallen Überlegung welche Ausrüstung und welche Arbeitskräfte bzw. Mitwirkende benötigt werden. Die Zusammensetzung des WA-Arbeitsteams erfolgt dann in Phase zwei bzw. je nach Problematik auch in Phase drei oder vier.⁵²

2 Planung

Wichtig bei der Zusammensetzung des WA-Projektteams ist die Vielfältigkeit der Teammitglieder, weil dadurch die Interdisziplinarität des Projektteams gesteigert wird und so Lösungen aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden können. Dies können FachexpertInnen aus Planung, Konstruktion und Entwicklung sein oder aber auch EinkäuferInnen, BetriebswirtInnen sowie VerantwortungsträgerInnen in der Organisation. Durch die Teamarbeit im WA-Projekt können die unterschiedlichen Blickwinkel der WA-Teammitglieder in einen Konsens überführt werden, wodurch ggf. andere Lösungen als üblich produziert werden. Elementarer Bestandteil des WA-Teams sollte eine Person mit der Möglichkeit zur Abschätzung von Kosten sein. Im weiteren Verlauf des Arbeitsplanes wird deutlich warum die Kostenabschätzung ein wichtiger Bestandteil ist.⁵²

Im Rahmen dieses „Kick-Offs“ für die WA-Projektarbeit sollte die Art der Zusammenarbeit und ein Zeitplan festgelegt werden.⁵²

3 Umfassende Daten über die Studie sammeln

Nach der Zusammensetzung des WA-Projektteams kann die eigentliche Projektarbeit aufgenommen werden. Hierfür werden zunächst alle relevanten Daten für das WA-Projekt gesammelt. Dies sind meist Informationen über die Produkte des Mitbewerbers, Marktforschung, Ist-Kosten-Sätze und der immaterielle Nutzen (z.B. Qualität, Beschränkungen durch Gesetze, Richtlinien, etc.). Hier ist es wichtig, dass alle bei der Erstellung des Produktes beteiligten Abteilungen eine Zuarbeit liefern, damit eine möglichst vollständige Beschreibung des WA-Objektes erfolgt.⁵³

Außerdem können Daten aus der Historie des Produktes ausgewertet werden: Insbesondere Qualitätsmängel, Schwachstellen oder Kapazitätsengpässe in der Produktion des Produktes.

4 Funktionen-/ Kostenanalyse/ Detailziele

⁵¹ Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 42.

⁵² Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 33.

⁵³ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 76.

In diesem Schritt setzt die Funktionenanalyse ein.

Zunächst wird das vorhandene Produkt hinsichtlich der vorhandenen Funktionen analysiert. Daraus kann eine Funktionenhierarchie abgeleitet werden, welche dann das bestehende Produkt beschreiben.

In einem weiteren Schritt werden die gesammelten Daten aus Marketing- und KundInnenanalysen, bzw. bekannte Probleme hinsichtlich Qualität, Schwachstellen, etc. berücksichtigt.

Weitere Ideen und Anregungen können aus dem interdisziplinären Teamgedanken gewonnen werden. Beispielhaft kann hier die Einkaufsabteilung genannt werden, welche z.B. durch das Weglassen eine Funktion andere Einkaufsbedingungen vom Markt erzielen könnte.

Die Abbildung 6 fasst diese Einflüsse zusammen.

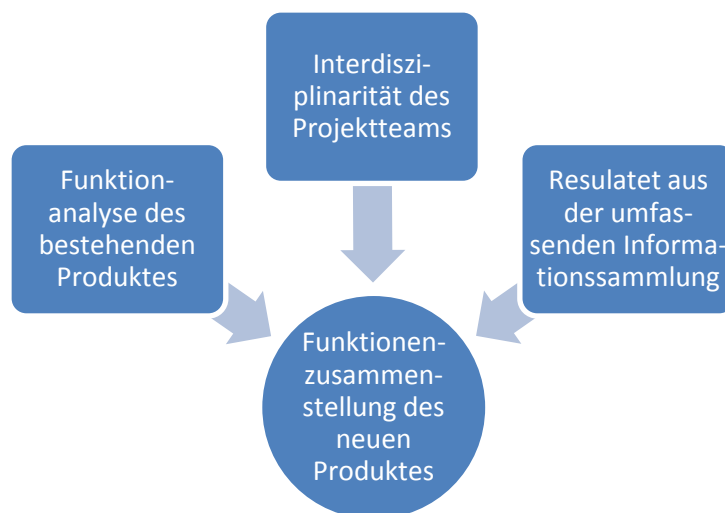


Abbildung 6: Einflussfaktoren bei der Produktentwicklung in der Wertanalyse⁵⁴

Dieser Vorgang erzeugt eine sehr umfassende Darstellung der Funktionen des neuen Produktes. Daher sind nun die Funktionen hinsichtlich der Bedürfnisbefriedigung bei den NutzerInnen kritisch zu hinterfragen.

Zusammen mit der Funktionenkostenanalyse können dann zum einen die Effekte der Funktion auf die Produktkosten und zum anderen die Effekte der Funktion auf die Bedürfnisbefriedigung dargestellt werden. Auf dieser Basis können die Funktionen kritisch hinterfragt und ggf. als

⁵⁴ Quelle: Eigene Darstellung

unnötig oder nicht zielführende Funktion eliminiert werden. Als Resultat entsteht eine hierarchische Funktionengliederung in Form eines Funktionenbaumes.^{55,56}

5 Sammeln und Finden von Lösungsideen

In diesem Abschnitt beginnt die kreative Phase der Findung von Lösungsideen. Dadurch dass die Detailziele in Funktionen definiert wurden, kann es für eine Funktion mehrere verschiedene Lösungen geben. Um die Kreativität in dieser Phase zu steigern, können neben dem WA-Team auch Außenstehende (Lieferanten, Technologien, Kunden, etc.) eingebunden werden. Als Lösungsideen müssen nicht nur neue Ansätze verwendet werden, existierende Lösungen finden genauso eine Anwendung, sofern sie zur Erreichung der Detailziele beitragen. Die Kombination von verschiedenen Ideen kann auch eine Option zur Entwicklung von Lösungsansätzen sein und sollte in jedem Fall überprüft werden. Wichtig ist das Bewusstsein, dass keine zusätzlichen, unnötigen oder unerwünschten Funktionen im WA-Objekt entstehen. Gängige Hilfsmittel sind Techniken wie Brainstorming oder Brainwriting oder auch die Anwendung von Best-Practice-Ansätzen.⁵⁷

Für die Kombination von Lösungsansätzen eignet sich unter anderem die morphologische Matrix sehr gut. Hierfür werden die nutzerbezogenen Funktionen in einer Tabelle untereinander geschrieben. In den Spalten daneben können in derselben Zeile der Funktion nun verschiedene Lösungsideen niedergeschrieben werden. Wichtig ist, dass die Lösungsideen untereinander anwendbar sind und keinen technischen Ausschluss bewirken. Über die Verbindung der Lösungsideen von oben nach unten entstehen Zusammenstellungen von Funktionen, welche die Lösungsvarianten wiedergeben.⁵⁷

Abbildung 7 zeigt beispielhaft eine morphologische Matrix für einige der Hauptfunktionen einer Taschenlampe. Die grüne und die rote Verbindungslinie erzeugen die Varianten aus der Zusammenstellung der Funktionen.

Funktion	Lösungsideen		
	1	2	3
Licht erzeugen	Glühlampe	LED	Natriumdampf Lampe
Energie speichern	Batterie	Brennstoffzelle	-
Ein-/ Ausschalten ermöglichen	Sprachbefehle	Schalter	Touchscreen
Tragekomfort sicherstellen	rund, kleiner Durchmesser	Tragegriff	Seil

●—● Lösungsvariante 1

●—● Lösungsvariante 2

Abbildung 7 Morphologische Matrix einer Taschenlampe (nicht vollständig)⁵⁸

⁵⁵ Vgl. Hoffmann, 1993, S. 77f.

⁵⁶ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 46f.

⁵⁷ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 49.

⁵⁸ Quelle: Modifiziert übernommen aus Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 139.

Als Resultat dieses Arbeitsschrittes entstehen im besten Fall verschiedene Varianten, welche unterschiedliche Funktionen enthalten. Über die Funktionenkosten-Analyse können dann die unterschiedlichen Varianten monetär abgeschätzt werden.

6 Bewertung der Lösungsideen

Idealerweise wird vom WA-Projektteam versucht durch den Weg „vom Groben in das Detail“ die Lösungsvarianten auszuwerten. Die Zielsetzung und Ausrichtung des WA-Projektes durch den ersten Arbeitsschritt ist dabei im Hinterkopf zu behalten. Nachdem durch wenige, einfache Kriterien ein Teil der Lösungsideen ausgesiebt werden konnte, kann nun mit der detaillierteren Bewertung fortgesetzt werden. Hierbei können dann Kriterien wie Qualität oder Effizienz eine Rolle spielen. Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Lösungsvariante können Analysen wie Break-Even-Point-Analyse oder die Kosten-Nutzen-Analyse herangezogen werden. Sollen andere wichtige, qualitative Aspekte berücksichtigt werden, so bietet sich die Nutzwertanalyse an.⁵⁹

7 Entwicklung ganzheitlicher Vorschläge

Bislang war nur die Rede von der Erstellung von Lösungsvorschlägen. Nun gehen diese Lösungsvorschläge in die Entwicklung über. Dies bedeutet, dass die Organisation eine präzise Kalkulation der Kosten, ein Mengengerüst und detailliertere Konstruktionsvorschläge unterbreiten. Des Weiteren werden Realisierungszeiten und Risiken berücksichtigt. In Summe hat das Lösungskonzept einen höheren Detaillierungsgrad als die Lösungsvorschläge.⁶⁰

8 Präsentation der Vorschläge

Für die Vorbereitung der Präsentation ist es notwendig, dass die vorzuschlagenden Lösungen ausgewählt wurden. In der Präsentation vorgestellte Realisierungsprogramme unterstreichen die Machbarkeit der Umsetzung und zeigen, dass dies bei den Lösungsmöglichkeiten berücksichtigt wurde. Hier ist auch wieder das Management bzw. die EntscheidungsträgerInnen der Organisation gefragt, welche bei der Präsentation mitwirken. Um die Überlegungen bei Rückfragen möglichst transparent erläutern zu können, ist es sinnvoll, dass alle WA-Teammitglieder bei der Vorstellung des Resultates anwesend sind.⁶¹

⁵⁹ Vgl. Verband Deutscher Ingenieure e.V., 2011, S. 50.

⁶⁰ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 36.

⁶¹ Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 36.

9 Realisierung

Die Realisierung setzt auf dem Ausführungspflichtenheft bzw. Maßnahmenkatalog auf. Die Zustimmung des Managements bzw. der EntscheidungsträgerInnen in der Organisation kann die Umsetzung in die Praxis erfolgen. Projektmanagementtechniken unterstützen bei der Umsetzung der Resultate. Ggf. kann es auch erforderlich sein, dass Teile des WA-Teams auch noch bei der Realisierung mitwirken. Dies kann erfolgen, wenn Änderungen aufgrund von Komplikationen erforderlich sind. Um die Arbeit des WA-Teams kontinuierlich zu verbessern ist der Rücklauf über die tatsächlichen Ergebnisse wichtig.⁶²

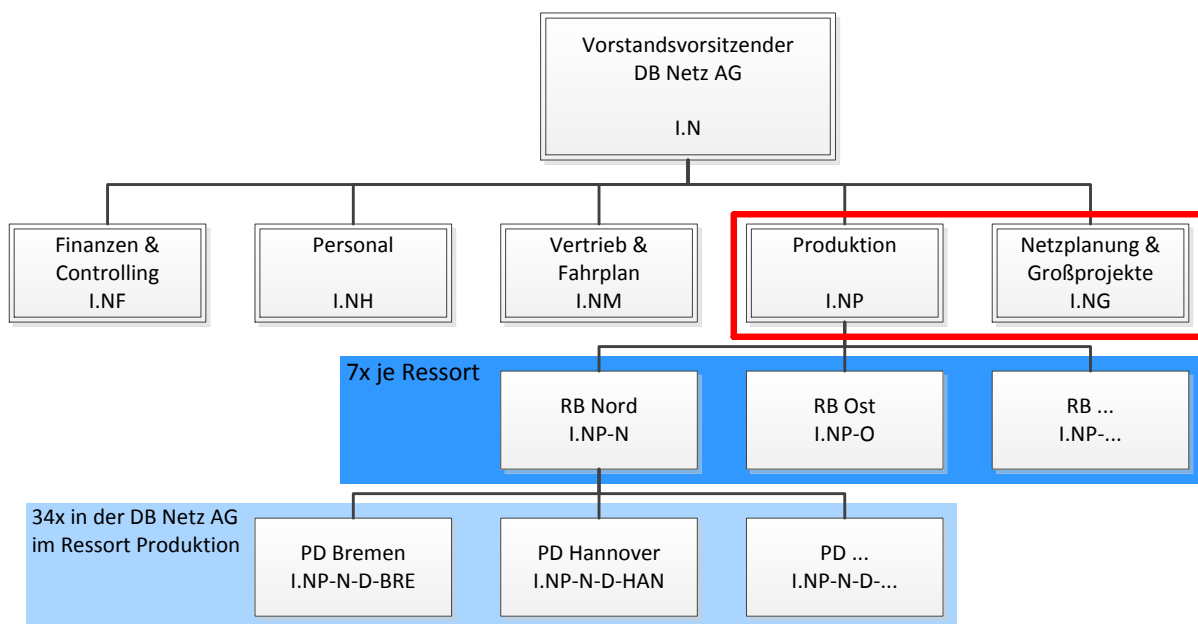
⁶² Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 37.

3 Analyse des Projektmanagementprozesses bei der DB Netz AG

3.1 Abwicklung von Bauprojekten bei der DB Netz AG

3.1.1 Organisation des Bauprojektmanagements bei der DB Netz AG

Ein Bauprojekt bezeichnet bei der DB AG die Absicht eine Infrastrukturanlage zu erneuern, zu modernisieren oder den neuen verkehrlichen und betrieblichen Anforderungen anzupassen. Die Erneuerung und Modernisierung findet im Idealfall zum Ende des Lebenszyklus der Infrastrukturanlage statt. Die Anpassung an die verkehrlichen und betrieblichen Anforderungen werden angestoßen durch Verkehrsprognosen. Dies ist ebenso bei Neubauvorhaben (wie z.B. die VDE 8 Strecke) der Fall.



Regionalbereich (RB), Produktionsdurchführung (PD)

Abbildung 8 Konzernstruktur der DB Netz AG⁶³

In Abbildung 8 sind die Vorstandsressorts „Produktion“ und „Netzplanung & Großprojekte“ mit einem roten Kasten gekennzeichnet, weil diese sich primär mit der Durchführung von Bauprojekten befassen. Jedes Vorstandsressort weist eine regionale Untersetzung auf, den Regionalbereich (RB). In Abbildung 8 ist dieser für das Ressort „Produktion“ angedeutet,

⁶³ Eigene Darstellung in Anlehnung an: DB Netz AG, 2017

gleiches gilt für „Netzplanung & Großprojekte“ sowie anderen Ressorts. In diesen Regionalbereichen werden die Projekte der Regionen betreut und umgesetzt.

Die im Ressort „Netzplanung & Großprojekte“ abgewickelten Vorhaben sind Aus- oder Neubauvorhaben größerer Dimension. Die Projektlaufzeit ist länger, weil der Realisierungsaufwand größer ist. Initiator dieser Bauvorhaben ist meist der Bund durch den Bundesverkehrswegeplan⁶⁴, weshalb oft ein verkehrliches und verkehrspolitisches Interesse hinter diesen Projekten steht.⁶⁵ Beispielhaft sind hier die Projekte „Stuttgart 21“, „VDE 8“ oder die „Fehmarn-Belt-Querung“ zu nennen.

Genauso wie bei Vorhaben, die bei „Netzplanung & Großprojekte“ abgewickelt werden, besteht bei Vorhaben im Ressort „Produktion“ zusätzlich zum verkehrlichen Interesse auch ein technisches oder öffentliches Interesse. Allerdings umfassen die Projekte im Ressort „Produktion“ häufig die Umrüstung und Erneuerung von Infrastrukturanlagen in im Bestandsnetz, deren Lebenszyklus sich dem Ende zu neigt (z.B. Erneuerung von Brücken, Bahnübergängen, Stellwerken, etc.). Ebenso sind kleinere Optimierung der Gleisanlagen aufgrund von Änderungen in den Betriebsabläufen des Eisenbahnverkehrs möglich. Die Finanzierung dieser Projekte erfolgt überwiegend aus der LuFV sowie aus Eigen- und Dritt-Mitteln.

Das Ressort „Produktion“ ist für die Leistungserbringung bei der DB Netz AG verantwortlich, es stellt somit die physische Infrastruktur zur Verfügung, hält diese instand und gewährleistet die sichere Betriebsabwicklung. In Abbildung 8 auf Seite 25 im hellblauen Bereich sind die operativ damit betrauten Organisationseinheiten gekennzeichnet, die Produktionsdurchführungen (PD). Diese sind an 34 Standorten bundesweit verteilt und übernehmen das Streckenmanagement und damit auch die „Bauherren-Funktion“.

Die Projektrealisierung erfolgt im Fern- und Ballungsnetz⁶⁶ übernimmt die Organisationseinheit „Regionales Projektmanagement“ am Sitz des Regionalbereichs, im Regionalnetz übernimmt dies die Anlagenplanung der Regionalnetze. Nachfolgend sind durch den Begriff „Projektrealisierungsabteilung“ beide Einheiten gleichermaßen gemeint.

⁶⁴ Der Bundesverkehrswegeplan legt die Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen (Straße, Schiene, Wasserstraße) im Bestandsnetz und für Neu- und Ausbauprojekte der nächsten 10 bis 15 Jahre fest.

⁶⁵ Vgl. Spang, 2016, S. 132.

⁶⁶ Das Fern und Ballungsnetz ist das Leistungsnetz der DB Netz AG und umfasst die leistungsfähigsten Strecken, das Regionalnetz stellt das Pendant dar und umfasst Strecken mit regionaler Erschließungsfunktion.

3.1.2 Verkehrliche und Betriebliche Aufgabenstellung.

Die Formulierung des Projektauftrages erfolgt bei Projekten im Ressort „Produktion“ durch die Produktionsdurchführung. Daher wird nach der Machbarkeitsstudie, welche ggf. auch als Grobcheck ausgeführt werden kann, eine Aufgabenstellung (formuliert, welche das Projektziel detailliert und somit eines der wichtigsten Unterlagen im Projektverlauf bildet. Im Bereich der DB AG wird zwischen betrieblicher und verkehrlicher Aufgabenstellung unterschieden.⁶⁷

Eine Verkehrliche Aufgabenstellung legt den Schwerpunkt auf die verkehrliche Entwicklung und das zukünftige Betriebsprogramm. Eine Betriebliche Aufgabenstellung stellt dagegen alle Informationen zum Projektauftrag bereit, inkl. der verkehrlichen Anforderungen.

Im Anschluss daran wird die Betriebliche Aufgabenstellung an das Bauprojektmanagement übergeben, welches dann die weiteren Schritte von der Planung, Realisierung bis hin zum Projektabschluss organisiert und betreut.⁶⁸

Aus diesem Grunde ist es wichtig, dass eine Aufgabenstellung folgende Informationen gut aufbereitet vorhält:⁶⁹

- Beschreibung des Soll- und Ist-Zustandes der Infrastrukturanlage
- Projektziele
- Randbedingungen
- Schnittstellen zu andern Projekten
- Weitere Schnittstellen (intern/ extern)
- Terminplan
- Erforderliche Genehmigungen
- Anforderungen an die Qualität bzw. an die Qualitätslenkung/ -Sicherung
- Anforderungen an die Projektorganisation und das Berichtswesen

Die Qualität der Aufgabenstellung spiegelt sich im Projektverlauf wieder, weil durch unzureichende Informationen über das Projektziel Verzögerungen beim Projektstart eintreten können. Des Weiteren kann ein unklares Projektziel zu häufigen Änderungen im Projekt führen, wodurch Kosten und Termine in Gefahr gebracht werden.

3.1.3 Leistungsphasen-Modell nach Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)

Die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) „(..) regelt die Berechnung der Entgelte für die Grundleistungen der Architekten und Architektinnen und der Ingenieure und

⁶⁷ Vgl. DB Netz AG - Interoperabilität und Projektrealisierung, 2018, S. 1f.

⁶⁸ Vgl. Spang, 2016, S. 76f.

⁶⁹ Vgl. Spang, 2016, S. 78f.

Ingenieurinnen (Auftragnehmer oder Auftragnehmerinnen) mit Sitz im Inland, soweit die Grundleistungen durch diese Verordnung erfasst und vom Inland aus erbracht werden.“⁷⁰

In diesem Zusammenhang existiert auch das Leistungsphasen-Modell, welches ein Projekt mehrere zeitlich aufeinander folgende Arbeitsabschnitte unterteilt. Für diese Leistungsphasen (Lph) sind in der HOAI konkrete Grundleistungen niedergeschrieben, um den Leistungsinhalt je Lph für eine Beauftragung von Architekten- und Ingenieurleistungen festzulegen.

Wegen der Verbindlichkeit dieser Verordnung findet dieses Leistungsphasen-Modell in der Bauwirtschaft Anwendung, weshalb es auch bei der DB Netz AG die Grundlage des Bauprojektmanagements bildet. Viele konzerninterne Prozesse sind auf die in Abbildung 9 dargestellten Phasen ausgerichtet.

Durch die HOAI nicht berücksichtigt werden DB Netz AG-interne Freigabeprozesse für Planung und Finanzmittel sowie Abläufe für die verkehrliche Einplanung des Vorhabens.

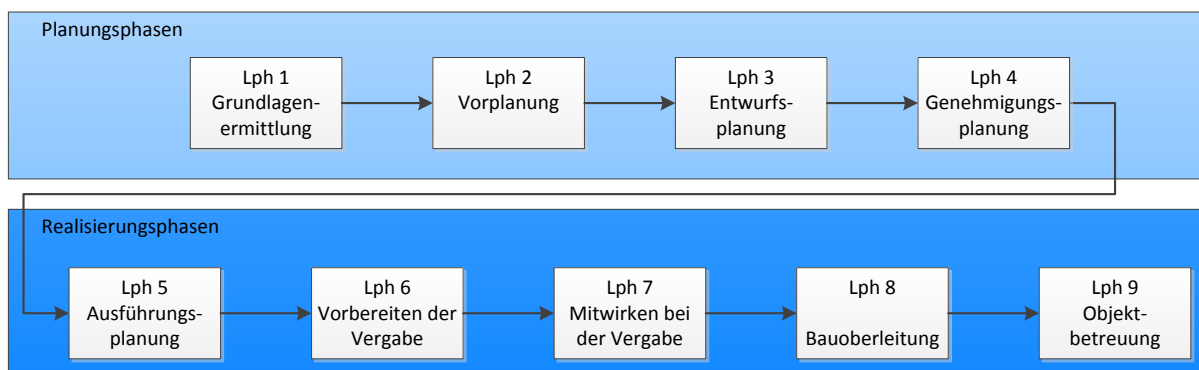


Abbildung 9 Leistungsphasen-Modell nach §§47 und 48 HOAI⁷¹

Die Planungsphase spiegelt sich in den Leistungsphasen 1 bis 4 wieder, die Realisierung beginnt ab einschließlich Leistungsphase 4 und endet mit der Objektbetreuung in Leistungsphase 9. Im Anschluss zur Leistungsphase 8 stellt sich die wirtschaftliche Nutzung der Anlage ein, sobald die Anlage übergeben worden ist. Die Leistungsphase 9 beschreibt die Mängelhaftung in der Gewährleistungsfrist.

Die Projektleitung des Eisenbahninfrastrukturunternehmens wird spätestens ab Leistungsphase 2 involviert. Ihre Tätigkeit endet mit Abschluss der Leistungsphase 8 und ihre Aufgabe ist es, das Projekt durch die Leistungsphasen zu führen und die entsprechenden behördlichen Genehmigungen und Abstimmungen mit anderen Projektstakeholdern herbeizuführen oder zu veranlassen.

⁷⁰ Honorarordnung für Architekten und Ingenieure vom 10. Juli 2013 (BGBl. I S. 2276), 2013, S. 3.

⁷¹ Quelle: Modifiziert entnommen aus Spang, 2016, S. 146.

Leistungsphase 1 – Grundlagenermittlung

Im Zuge der Ermittlung der Grundlagen werden die Vorgaben des Auftraggebers als auch der Projekthalt bzw. die Aufgabenstellung geklärt. Zusätzlich wird analysiert, welche Fachplanungsdisziplinen für die weiteren Planungen benötigt werden. Das Ergebnis der Grundlagenermittlung ist die Betriebliche Aufgabenstellung, welche von der Produktionsdurchführung bzw. vom Ressort „Netzplanung und Großprojekte“ verfasst wird.⁷²

Leistungsphase 2 – Vorplanung

Neben der Betrieblichen Aufgabenstellung müssen zum Vorplanungsbeginn unter anderem zu folgenden Themen Aussagen getroffen werden:⁷³

- Termine
- Zielkosten der Planung
- Qualität
- Ggf. Umweltschutz
- Ggf. Baugrund

Nach der detaillierteren Analyse der Grundlagen und der Beschaffung der Bestandsdokumentation sind vom Planer bzw. vom beauftragtem Planungsbüro Lösungsmöglichkeiten auszuarbeiten, welche den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Im weiteren Verlauf sind dem Auftraggeber bzw. dem Bauherrn bis drei Planungsvarianten vorzulegen.

In diesem Zuge macht es Sinn die Träger öffentlicher Belange (TÖB)⁷⁴ anzuhören bzw. einzubeziehen, sowie ggf. weitere Dritte (z.B. Straßenbulasträger, Kommune, Land etc.)

Es sind ebenso Untersuchungen von Lösungsmöglichkeiten durchzuführen sowie Planungsvarianten darzustellen.

Gegen Abschluss dieser Leistungsphase erfolgt ebenfalls die Anmeldung zur integrierten Bündelung. Dies ist im Eisenbahnverkehr eine Besonderheit, durch die geringere Netzmaschendichte und durch geringere Streckenredundanzen im Vergleich zum Straßenverkehr sind Bauvorhaben bei der Fahrplangestaltung zu berücksichtigen. Der Begriff integrierte Bündelung umschreibt dies grob.

⁷² Vgl. DB Netz AG - Interoperabilität und Projektrealisierung, 2018, S. 1f.

⁷³ Vgl. Honorarordnung für Architekten und Ingenieure vom 10. Juli 2013 (BGBl. I S. 2276), 2013, S. 99.

⁷⁴ TÖB: Verwaltungen öffentlicher Sachbereiche bzw. Behörden, welche im Rahmen von Bauvorhaben angehört und/ oder einbezogen werden müssen.

Leistungsphase 3 – Entwurfsplanung

In der Entwurfsplanung werden die Lösungen dargestellt, welche technisch realisierbar sind und zugleich optimale betriebliche Bedingungen abbilden. Außerdem berücksichtigt diese Planung umweltschutzrechtliche Belange. Die Vorgaben hinsichtlich des Realisierungszeitraumes sind konkreter, ebenso die Kostenberechnung liegt in einer höheren Detailschärfe vor als in früheren Leistungsphasen. Auf Basis der Kostenberechnung kann dann eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt werden.⁷⁵

Die Auflagen der TÖB, interner und externer Projektpartner sowie die anerkannten Regeln der Technik einschließlich konzerninterner, nationaler und internationaler Regelwerke werden in der Entwurfsplanung berücksichtigt. Sollten Regelwerksabweichungen identifiziert werden, so kann in diesem Planungsschritt eine Ausnahmegenehmigung beantragt werden.

Die Anmeldung zur integrierten Bündelung kann in diesem Planungsschritt spezifiziert und überarbeitet werden. Eventuelle Änderungen werden dann im Rahmen des Baukapazitätsmanagements berücksichtigt. Vom Planer ist zusätzlich ein Bauphasenplan vorzulegen, welche das Projekt in sinnhafte Realisierungsabschnitte unterteilt.

Leistungsphase 4 – Genehmigungplanung

Diese Leistungsphase fokussiert die Abstimmung mit zuständigen Behörden. Es ist zu prüfen, welche Verfahren und Genehmigung während des Projektes einzuholen sind, diese können unter anderem folgende Rechtsmaterien betreffen:⁷⁶

- Bundeswasserhaushalts- bzw. Landeswassergesetz,
- Bundes- bzw. Landes-Naturschutzgesetz,
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz,
- Bundesbodenschutzgesetz,
- Bundes- bzw. Landeswaldgesetz,
- Immissionsschutzgesetze des Bundes und der Länder
- sowie Regelungen zur Nacht-/Sonntags- und
- Feiertagsarbeit,
- Baustellenverordnung usw.

In dieser Leistungsphase wird auch das Planfeststellungs- bzw. Plangenehmigungsverfahren durchgeführt. Bei kleineren Maßnahmen kann dies schon parallel zur Entwurfsplanung durchgeführt werden. Die Änderungen aus dem Planfeststellungs- oder Plangenehmigungsverfahren sollten in der Ausführungsplanung berücksichtigt werden. Daher

⁷⁵ Vgl. DB Netz AG - Interoperabilität und Projektrealisierung, 2018, S. 10.

⁷⁶ Vgl. DB Netz AG - Interoperabilität und Projektrealisierung, 2018, S. 16.

ist die parallele Durchführung zu Ausführungsplanung nur dann sinnvoll, wenn keine größeren Änderungen durch das Verfahren zu erwarten sind.

Leistungsphase 5 – Ausführungsplanung

Die Ausführungsplanung ist Bestandteil der Realisierungsphase. Die Ergebnisse der Leistungsphasen drei und vier werden hier eingearbeitet und berücksichtigt. Darüber hinaus erhält die technische Planung eine entsprechende Detailtiefe, so dass darauf basierend ein Auftragnehmer beauftragt werden kann. Dies schließt eine konkrete Mengenermittlung sowie die Erstellung detaillierter Konstruktionszeichnungen ein.⁷⁷

Leistungsphase 6 – Vorbereitung der Vergabe

Zur Vorbereitung einer marktwirtschaftlichen Vergabe der Bauleistung wird das Leistungsverzeichnis und die Baubeschreibung erstellt. Zusätzlich dazu gehören die besonderen Vertragsbedingungen (z.B. Vertragsstrafen, Abnahmeformen, Ausführungsfristen, Nachunternehmer).⁷⁷

Leistungsphase 7 – Mitwirkung bei der Vergabe

Nach Vervollständigung der Vergabeunterlagen in Leistungsphase sechs kann nun die Vergabe erfolgen, hierfür werden Angebote eingeholt bzw. gesammelt und Preisspiegel erstellt. Außerdem erfolgen hier die Bietergespräche, welche den Bietern die Möglichkeit eröffnet die angegebenen Angebote zu detaillieren.⁷⁷

Die Auftragserteilung und Zusammenstellung der Vertragsunterlagen bildet den Abschluss dieser Leistungsphase.

Leistungsphase 8 – Bauoberleitung

Die Bauoberleitung fällt während der Realisierungsphase an und beschreibt die Bauüberwachung während der Errichtungsphase. Die Bauoberleitung überwacht das Objekt und den Baufortschritt, überprüft die tatsächlich angefallenen Kosten gem. Angebot aus Leistungsphase sieben und nimmt die Bauleistungen und Lieferungen mit einer Abnahmeniederschrift ab.

⁷⁷ Vgl. Honorarordnung für Architekten und Ingenieure vom 10. Juli 2013 (BGBl. I S. 2276), 2013, S. 101.

Der Abschluss dieser Leistungsphase bildet die Anfertigung der Bestandsdokumentation sowie die Übergabe des Objektes an den Bauherrn.⁷⁷

Leistungsphase 9 – Objektbetreuung

Nach der Übergabe des Objektes und der Abnahme beginnt die Gewährleistungsfrist, welche durch die neunte Leistungsphase beschrieben ist. In der Regel beträgt diese fünf Jahre.⁷⁸

Zusammenfassung

Die Anforderungsentwicklung beginnt bei kleineren bis mittelgroßen Vorhaben im Bestandsnetz im Bereich der Produktionsdurchführungen. Die Betriebliche Aufgabenstellung wird dann im Rahmen der Grundlagenermittlung erstellt und an die Projektrealisierungsabteilung übergeben, welche über die Leistungsphasen Vor-, Entwurfs- und Ausführungsplanung den Detaillierungsgrad der Planung erhöht, so dass darauf basierend eine marktwirtschaftliche Vergabe der Bauleistung erfolgen kann.

Der Planungsprozess kann sich wie ein Trichter vorgestellt werden. Die Grundlagenermittlung hält in Form der Betrieblichen Aufgabenstellung noch keine konkreten Lösungsvarianten vor. Die erste Detaillierung erfolgt durch die Vorplanung, wo eine Variantenuntersuchung erfolgt. In diesem Zuge werden auch interne Zeichnungsläufe durchgeführt. Die Zeichnungsläufe dienen der Beteiligung von internen und externen Projektstakeholder, die in den Planungsprozess eingebunden werden sollen. Dies sind meist die Anlagenverantwortlichen der betroffenen Gewerke und Geldgeber bzw. weitere Projektpartner.

Die Vorzugsvariante und die Änderungswünsche aus der Vorplanung werden durch die Entwurfsplanung berücksichtigt, wodurch ein weiterer Schritt in Richtung Detaillierung getätigt wird. Darauf basierend erfolgen erste Schritte, wie z.B. die Anmeldung im Baubetriebsmanagement sowie die Erstellung der Unterlagen für die Genehmigungsplanung. Es ist nicht unüblich, dass die Entwurfsplanung auch schon für die Vergabe von Bauleistungen zur Hand genommen wird. Ggf. erfolgt sogar eine Vergabe der Ausführungsplanung und Bauleistung in einem Paket.

3.1.4 Qualitätssicherung bei der Abwicklung von Bauvorhaben

Infrastrukturvorhaben sind durch ihre Komplexität und durch die häufig sehr hohe Anzahl an Schnittstellen sehr risikobehaftet. Eine gute Qualität in der Planung und Realisierung wirkt sich

⁷⁸ Vgl. Honorarordnung für Architekten und Ingenieure vom 10. Juli 2013 (BGBl. I S. 2276), 2013, S. 103.

positiv auf den Projektverlauf auf, wodurch geringere Risiken für Termine und Kosten entstehen.

Quality Gates werden bei der DB Netz AG zur Qualitätssicherung im Bauprojektmanagement eingesetzt. Dies sind fest in Abhängigkeit zur Projektphase gesetzte Termine, in denen der Status eines Projektes anhand von Checklisten festgestellt wird.⁷⁹

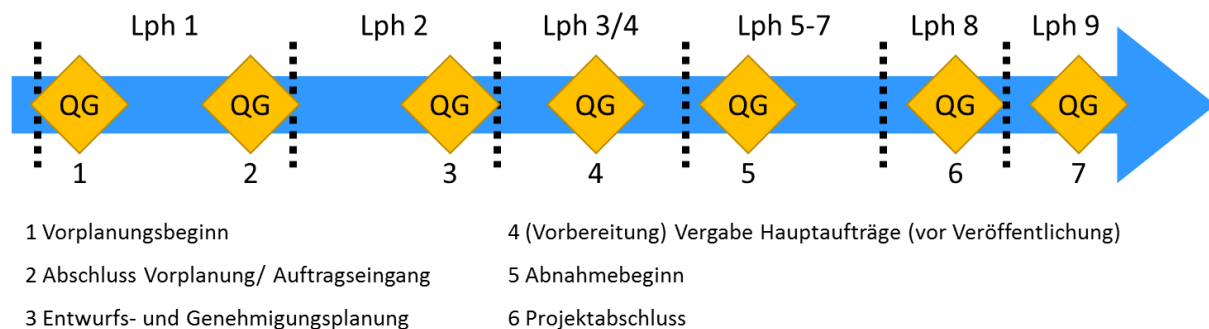


Abbildung 10 Quality Gates bei der Qualitätssicherung im Bauprojektmanagement⁸⁰

Die Abbildung 10 zeigt die sechs Quality Gates im Leistungsphasen-Modell nach HOAI. Ungefähr nach jeder Leistungsphase wird ein Quality Gates absolviert. Entscheidend ist, dass die nächste Leistungsphase erst dann begonnen werden kann, wenn das vorherige Quality Gate bestanden wurde. In den Quality Gate-Checklisten sind somit die notwendigen Bedingungen für den danach folgenden Abschnitt definiert. Eine Ampellogik entscheidet darüber, ob das Projekt fortgeführt, mit Auflagen fortgeführt oder gestoppt wird.⁷⁹

Die Anzahl der Quality Gates, die während der Projektlaufzeit durchlaufen werden müssen kann variieren. Bei größeren Vorhaben kommt die gesamthafte Logik zur Anwendung, bei kleineren Vorhaben eine reduzierte Form.

3.2 Integration der Wertanalyse in die Projektabwicklung

In diesem Abschnitt wird der Ablauf des Bauprojektmanagements von Eisenbahninfrastrukturprojekten untersucht und aufgezeigt, wo die Wertanalyse integriert werden kann um ggf. eine Optimierung des Projektergebnisses in Form einer Wertverbesserung bewirken zu können.

Das Value Management selbst beschreibt einen Managementstil, welcher in der Organisation verankert sein sollte, damit Wertoptimierungen im Sinne der kontinuierlichen Verbesserung

⁷⁹ Vgl. Spang, 2016, S. 149.

⁸⁰ Quelle: Modifiziert entnommen aus Spang, 2016, S. 149.

einer Organisation durchgeführt werden können. Die Integration dieses Managementstils setzt voraus, dass zunächst die Auswirkungen des Einsatzes von VM-Methoden, im speziellen der Wertanalyse, analysiert wurden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Annahme getroffen, dass es sich bei Eisenbahninfrastrukturprojekten um Produkte handelt, die einmal entwickelt, hergestellt und genutzt werden und sehr individuell auf den Verwendungszweck zugeschnitten sind. Dies lässt die Überprüfung des Einsatzes der Wertanalyse im Bauprojektmanagement zu.

Im Detail soll nun überprüft werden, ob die Wertanalyse ein geeignetes Tool des Value Management ist um Eisenbahninfrastrukturprojekte hinsichtlich des Wertes zu optimieren.

Eine neu zu errichtende Infrastrukturanlage kann als Neuentwicklung betrachtet werden, welche in ein vorhandenes Systemumfeld integriert werden muss. Eine erneuerte, umgebaute oder modernisierte Infrastrukturanlage kann als Wertverbesserungsprojekt verstanden werden, in der eine vorhandene Bestandsanlage am erneuert oder umgerüstet wird um den neuen Anforderungen zu entsprechen.

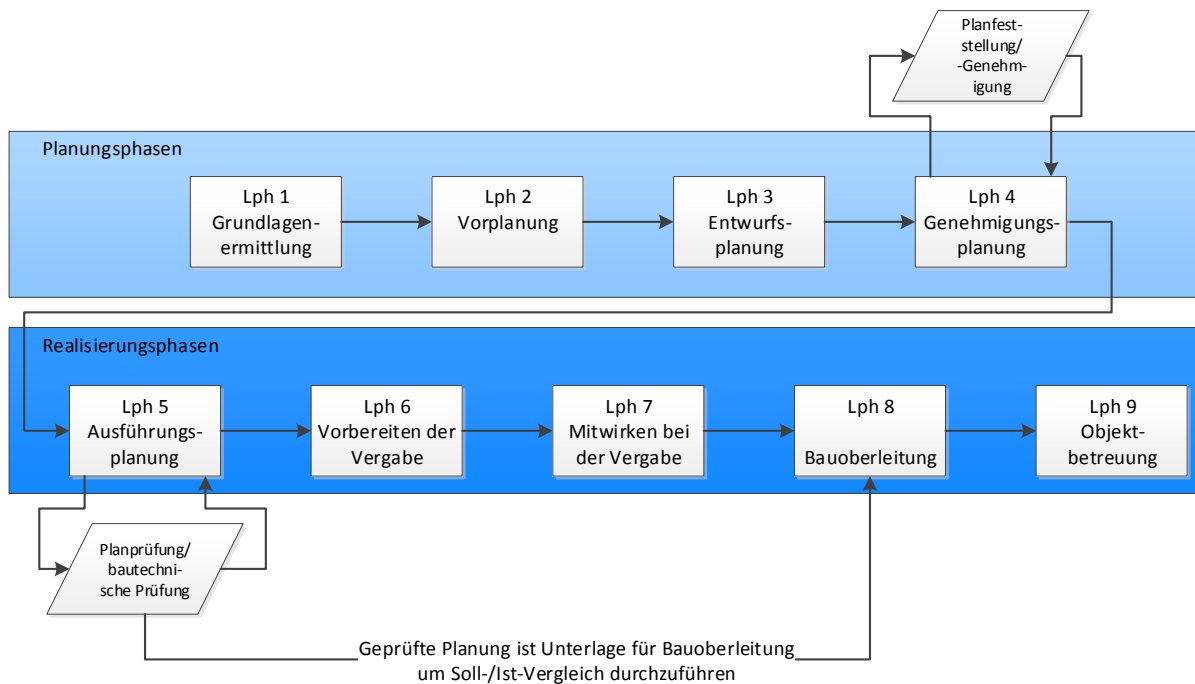
Die Realisierungsphase befasst sich mit der Erstellung der Anlage, hier sind keine großen Unterschiede zum konventionellen Projektverlauf zu finden, daher liegt der Fokus in diesem Abschnitt auf den planerischen Leistungsphasen (Leistungsphasen eins bis vier).

Die Abbildung 11 (S. 35) zeigt zunächst die Aufteilung der Leistungsphasen nach HOAI in Planungs- und Realisierungsphasen. Die Leistungsphasen eins bis vier sind davon Planungsphasen, im unteren Bereich sind die Leistungsphasen fünf bis neun die Realisierungsphasen. Erkennbar ist, dass in den Leistungsphasen vier und fünf Dokumente zu erzeugen sind.

In der Leistungsphase vier wird die Genehmigungsplanung beim Eisenbahn-Bundesamt, der für die deutschen Eisenbahnen des Bundes zuständigen Planfeststellungsbehörde eingereicht.

Das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) ist in Deutschland die zuständige Planfeststellungsbehörde für Neubauten sowie Änderungen und Umrüstungen im Bereich der Eisenbahn des Bundes und für Magnetschwebebahnen.⁸¹

⁸¹ Vgl. Eisenbahn-Bundesamt, 2018.

Abbildung 11: Leistungsphasen-Modell mit den wichtigsten Ausgangsdokumenten⁸²

Die „Richtlinien über den Erlass von Planrechtsentscheidungen für Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes nach §18 AEG⁸³ sowie der Magnetschwebbahnen nach §1 MBPIG⁸⁴ (Planfeststellungsrichtlinie)“ definiert in Kapitel II Abschnitt 8 „Grundsätze für die Aufstellung des Planes“ die erforderlichen Informationen in der Genehmigungsplanen wie folgt:⁸⁵

- Rechtfertigung des Nutzens des Vorhabens und des damit verbundenen öffentlichen Interesses
- Nachweis der Einhaltung bestimmter Rechtsnormen durch die Planung
- Nachweis der Einhaltung der allgemeinen anerkannten Regeln der Technik
- Allgemeine anerkannte Regeln der Technik
- Darstellung abwägungserheblicher privater und öffentlicher Sachverhalte, hierunter fallen:
 - Auswirkungen auf die Nachbarschaft, Belastungen mit Immissionen
 - Öffentliche Belange (z.B. Verkehrs- und Betriebssicherheit, Katastrophenschutz, Netzzugang, Wirtschaftlichkeit,
 - Belange der Umwelt, Wasserwirtschaft, Immissionsschutz, Naturschutz, Bodenschutz und Denkmalschutz

⁸² Quelle: Modifiziert entnommen aus Spang, 2016, S. 146.

⁸³ Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG).

⁸⁴ Magnetschwebbahnplanungsgesetz (MBPIG).

⁸⁵ Vgl. Eisenbahn-Bundesamt, 03. 2017, S. 21ff.

- Belange andere Planungsträger

Aus den o.g. Punkten der Planfeststellungsrichtlinie wird deutlich, dass in der Phase der Genehmigungsplanung bereits konkrete technische Lösungen vorliegen müssen. Die Wertanalyse verfolgt im Vergleich zum konventionellen Projektverlauf ein Funktionenmodell, wodurch erst bei der technischen Lösungsfindung in Phase fünf erst eine technische Idee vorliegt. Somit stellt sich dies als ersten Zwangspunkt dar und ist somit eine Leistungsphase welche zwangsweise durchlaufen werden sollte.

Ähnlich verhält es sich mit der Ausführungsplanung, welche in der Leistungsphase fünf erstellt geprüft und freigegeben wird. Dieses bauaufsichtliche Verfahren ist vom EBA in den Verwaltungsvorschriften für die modifizierte Bauaufsicht (VV Bau⁸⁶ und VV Bau-STE⁸⁷) so vorgesehen.

Die Ausführungsunterlagen stellen den höchstmöglichen technischen Detaillierungsgrad dar und werden von Prüfsachverständigen auf Konformität mit den anerkannten Regeln der Technik überprüft. Für die Bauoberleitung dient die geprüfte Ausführungsplanung dem Soll-/Ist-Vergleich während der Realisierungsphase, zum Ende der Realisierungsphase wird anhand den Ausführungsunterlagen geprüft, ob die realisierte Anlage mit dieser übereinstimmt und somit der anerkannten Regeln der Technik entspricht. Diese Planung kann im Sinne der Wertanalyse als bestätigtes Lösungskonzept verstanden werden, wodurch die Implementierung in das vorhandene Umfeld möglich ist.

Schließlich verbleiben nur die Leistungsphasen eins bis drei, in denen die Wertanalyse platziert werden kann. Die Abbildung 12 auf Seite 37 zeigt eine Gegenüberstellung der Arbeitsschritte aus dem WA-Arbeitsplan (siehe Abschnitt 2.4, S. 17) und der HOAI-Leistungsphasen (siehe Abschnitt 3.1.3, S. 27). Die Leistungsphasen sechs bis neun werden nicht weiter betrachtet. Die beiden Vergabe-Leistungsphasen (Leistungsphasen sechs und sieben) werden oft nicht linear durchlaufen, teilweise wird die Vergabe auf Basis der Entwurfsplanung durchgeführt. Dies ist abhängig von der Komplexität und der Auftragsvergabestrategie im Projekt. Die Leistungsphasen acht und neun sind für den Einsatz der Wertanalyse weniger interessant, weil hier schon eine Anlage existiert bzw. realisiert wird.

Beide Modelle lassen sich in drei Abschnitte einteilen:

- Projektierung
- technische Lösungsfindung
- Realisierungsphase

⁸⁶ Verwaltungsvorschrift über die Bauaufsicht im Ingenieurbau, Oberbau und Hochbau (VV BAU).

⁸⁷ Verwaltungsvorschrift für die Bauaufsicht über Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (VV Bau-STE).

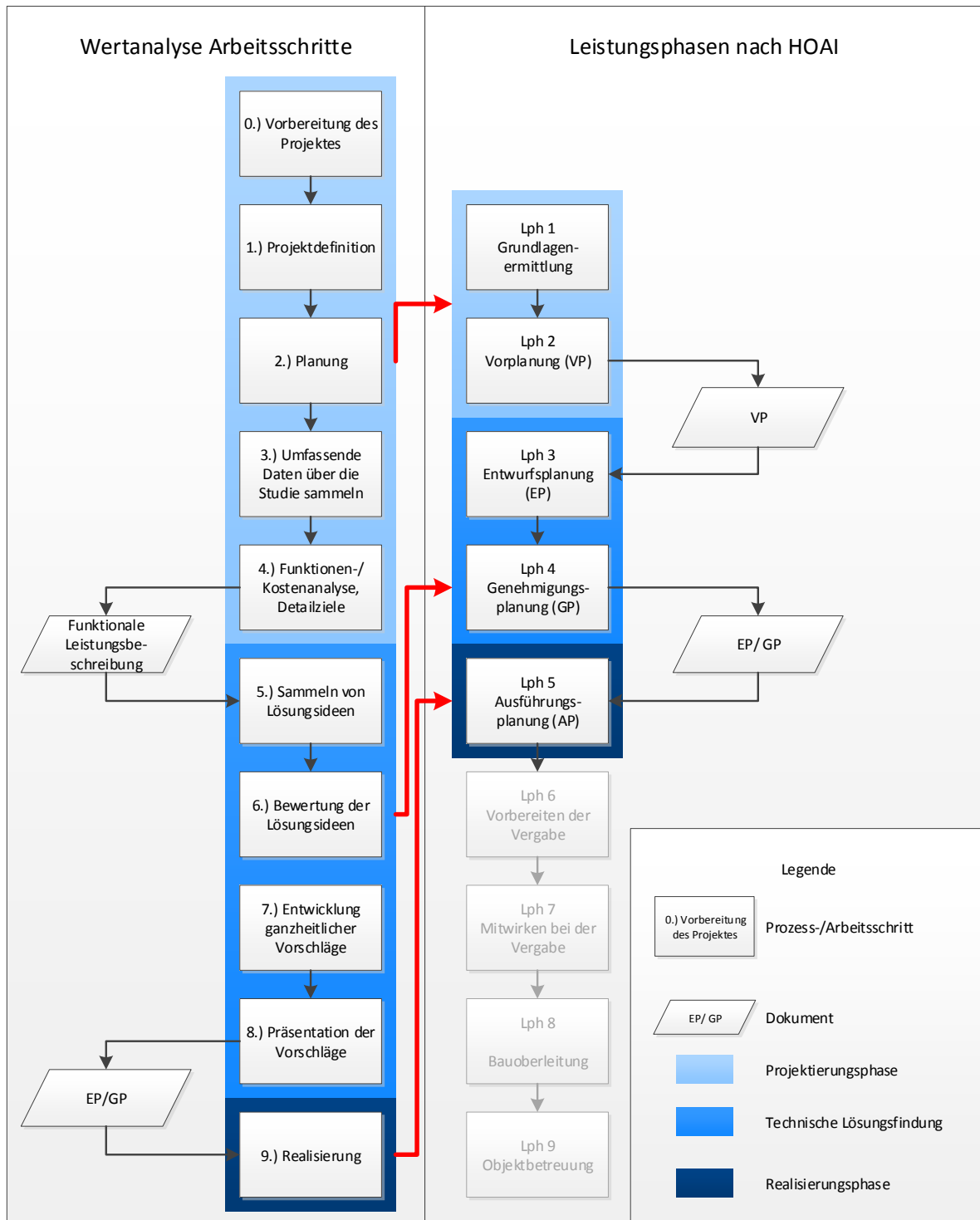


Abbildung 12: Gegenüberstellung von WA-Arbeitsplan und Leistungsphasen nach HOAI⁸⁸

⁸⁸ Quelle: Eigene Darstellung.

Während der Projektierung werden die Projektziele, Organisation, Umfang und Zeitplan definiert. Im Leistungsphasen-Modell umfasst dies zunächst die Grundlagenermittlung, welche durch die BAst abgeschlossen wird. Während der Vorplanung wird eine erste grobe Planung entworfen und Varianten vorgeschlagen, welche dann bewertet werden. Die Vorzugsvariante wird dann in die Entwurfsplanung übernommen, wo der technische Detaillierungsgrad erhöht wird. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Entwurfsplanung bereits zum Abschnitt der technischen Lösungsfindung gezählt, weil hier die Detailschärfe so hoch ist, dass in der Regel schon weitere Schritte eingeleitet werden können. Auf Basis der Entwurfsplanung können die Sperrpausenbedarfe für die baubetriebliche Einordnung in den Fahrplan ermittelt werden und erste Baukonzepte erstellt werden. Außerdem wird der Umfang der Maßnahme schon sehr deutlich.

Im Vergleich zum WA-Ansatz existiert zu Beginn des Projektierungsabschnitts noch keine konkrete Aufgabenstellung. Diese wird erst im weiteren Verlauf durch interdisziplinäre Teamarbeit erarbeitet. Dies hat den Vorteil, dass der Einfluss der Projektstakeholder auf den Planungsprozess und damit auch auf das Projektziel vergrößert wird. Dies wiederum sorgt dafür, dass das Potential von Änderungen im Projektverlauf und damit auch das Risiko von Kosten für Planänderungen, reduziert wird. Im konventionellen Planungsverlauf nach HOAI werden die Projektstakeholder durch die Zeichnungsläufe eingebunden.

Am Ende des Projektierungsabschnittes steht als Schnittstellendokument eine funktionale Leistungsbeschreibung welche dann in den Abschnitt „technische Lösungsfindung“ überleitet. Es werden somit keine konkreten technischen Lösungen übergeben, sondern eine Zusammenstellung von nutzerbezogenen Funktionen, welche in der Planung berücksichtigt werden sollen. Im Leistungsphasen-Modell ist die Vorzugsvariante der Vorplanung als das Schnittstellendokumente für die Entwurfsplanung.

Diese von technischen Lösungen losgelöste Vorgehensweise hat mehrere Vorteile: Zum einen ist durch die Anwendung des Funktionenmodells das Projektziel für alle Projektstakeholder verständlich formuliert, zum anderen erhält der Planer, welcher die Funktionen mit technischen Lösungen hinterlegt, mehr kreative Freiheiten. Diese Freiheiten können sich in bautechnologisch, wirtschaftliche oder funktionalen Vorteilen darstellen.

Im WA-Ansatz beginnt die kreative Phase der technischen Lösungsfindung. Das WA-Team, bestehend aus den wichtigsten Projektstakeholder und entsprechender Planungskompetenz, beginnt die Funktionen aus der funktionalen Leistungsbeschreibung mit möglichen technischen Lösungen zu hinterlegen. Dabei werden die Funktionen zunächst separat betrachtet. Im weiteren Verlauf erfolgt dann die Entwicklung ganzheitlicher Vorschläge.

Die interdisziplinäre Teamarbeit zieht konstant durch den Planungsverlauf durch. Dadurch können die Projektstakeholder in der Kreativitätsphase Einfluss auf die Planungen nehmen. Bei der Entwicklung ganzheitlicher Vorschläge werden dann die einzelnen

funktionenspezifischen Lösungen zu Lösungsvarianten zusammengetragen. Welche dann bewertet werden können. Es entstehen somit zwar auch Varianten. Die Bewertung der Varianten erfolgt dann durch die zuvor festgelegte Wertigkeit der nutzerbezogenen Funktionen, wodurch unpassende Lösungsmöglichkeiten eliminiert werden. Der Vorteil des WA-Ansatzes ist, dass durch die Erstellung der funktionalen Leistungsbeschreibung die nutzerbezogenen Funktionen sehr präzise die spätere Anlage beschreiben. Dies kann dazu führen, dass die Variantenauswahl geringer ist, weil die Projektziele durch die nutzerbezogenen eindeutiger definiert sind. Dies reduziert den Planungsaufwand, wodurch die Entwurfsplanung die Projektziele sehr präzise wiederspiegeln kann.

Auf dieser Basis kann nun eine Entwurfsplanung erstellt werden, welche die Lösungsmöglichkeiten integriert, die aus Sicht des WA-Teams am wertvollsten sind. Im Rahmen der Entwurfsplanung werden dann die Projektkosten ermittelt und ersten Planunterlagen erstellt.

Der interdisziplinäre Ansatz ermöglicht es, dass die Ansprüche der Träger öffentlicher Belange von Beginn an berücksichtigt werden. Voraussetzung dafür ist, dass ein WA-Teammitglied auf diesem Gebiet kundig ist. Die auf der Entwurfsplanung aufsetzende Genehmigungsplanung ist somit hinsichtlich der Ansprüche der TÖB weniger risikobehaftet.

Der Übergang von Entwurfs- zu Ausführungsplanung ist bei der Anwendung der Wertanalyse wieder identisch mit dem Leistungsphasen-Modell. Die technische Lösungsfindung ist mit der Entwurfsplanung abgeschlossen, wodurch nun die „Realisierungsphase“ beginnt.

Nach der bautechnischen Prüfung bzw. der Planprüfung kann diese Maßnahme beim Eisenbahn-Bundesamt angezeigt oder vorgelegt werden, wodurch dann eine Baugenehmigung erwirkt werden kann. Dieser Planungsstand mit der höchsten technischen Detaillierung bildet nun auch die Ausführungsunterlage.

4 Validierung des Anwendungsvorschlages am Fallbeispiel

4.1 Beschreibung des Fallbeispiels

In diesem Abschnitt wird die Anwendbarkeit der Wertanalyse nach den Vorgaben aus dem vorangegangenen Abschnitt gezeigt. Als Beispiel kommt hier die technische Erneuerung des Bahnüberganges km 160,115 „Glücksburger Straße“ auf der VzG⁸⁹-Strecke 2992 zwischen Rheine und Osnabrück zur Anwendung. Dieses Beispiel wurde gewählt, weil an höhengleichen Eisenbahnkreuzungen das Verkehrssystem Eisenbahn mit anderen Verkehrssystemen aufeinandertrifft, wodurch auch verschiedene Projektstakeholder sich begegnen.

Grundsätzlich ist der Infrastrukturbetreiber daran interessiert, diese Kreuzung kostengünstig und für den Bahnverkehr und sicher zu gestalten. Zudem sollten die Einschränkungen auf den Bahnbetrieb so gering wie möglich sein. Aus technischer Sicht sollten die Lebenszykluskosten sehr gering sein, somit sollten die Aufwendungen für Instandhaltung und Wartung angemessen sein.

Der Anspruch des Straßenbaulasträgers besteht grundsätzlich darin, dass eine Kreuzung mit dem Schienenverkehr in erster Linie ein hohes Sicherheitsniveau für Straßenverkehrsteilnehmer bietet und den Verkehr wenig bis gar nicht beeinträchtigt.

Konstruktive Lösungen in Form von Eisenbahn- oder Straßenüberführungen lassen sich häufig schlecht im innerstädtischen Bereich umsetzen, wie es auch im Falle des Bahnüberganges „Glücksburger Straße“ der Fall ist.

Bei der Glücksburger Straße handelt es sich um eine Landstraße (L504), die Straßenbaulasträgerin ist „Straßen.NRW“. Für den Fuß- und Radweg ist die Stadt Ibbenbüren zuständig, ebenso wie für die nördlich des Bahnüberganges einmündende Gillmannstraße.

In der Abbildung 13 (S. 41) ist ersichtlich, dass sich der Bahnübergang auf der VzG-Strecke 2992 in km 160,155 (roter Pfeil) befindet.

Die Abbildung 14 (S. 41) zeigt einen Straßenkartenausschnitt und die Kreuzung der Glücksburger Straße (L504) mit der VzG-Strecke 2992 (roter Pfeil). Auf der Nordseite zweigt die Einbahnstraße Gillmannstraße von der der Glücksburger Straße ab (blauer Pfeil).

Die Abbildung 15 (S. 42) zeigt ein Foto, welches von der Glücksburger Straße von der südlichen Seite des Bahnüberganges in Richtung Norden aufgenommen wurde. Hinter der

⁸⁹ Verzeichnis der zugelassenen Geschwindigkeiten (VzG), diese Unterlage trifft Aussagen über die Streckennummern und -Abschnitte der Eisenbahnstrecken im Netz der deutschen Eisenbahnen des Bundes

Bahntrasse im rechten Bereich des Bildes verläuft der Abzweig der Gillmannstraße (blauer Pfeil).

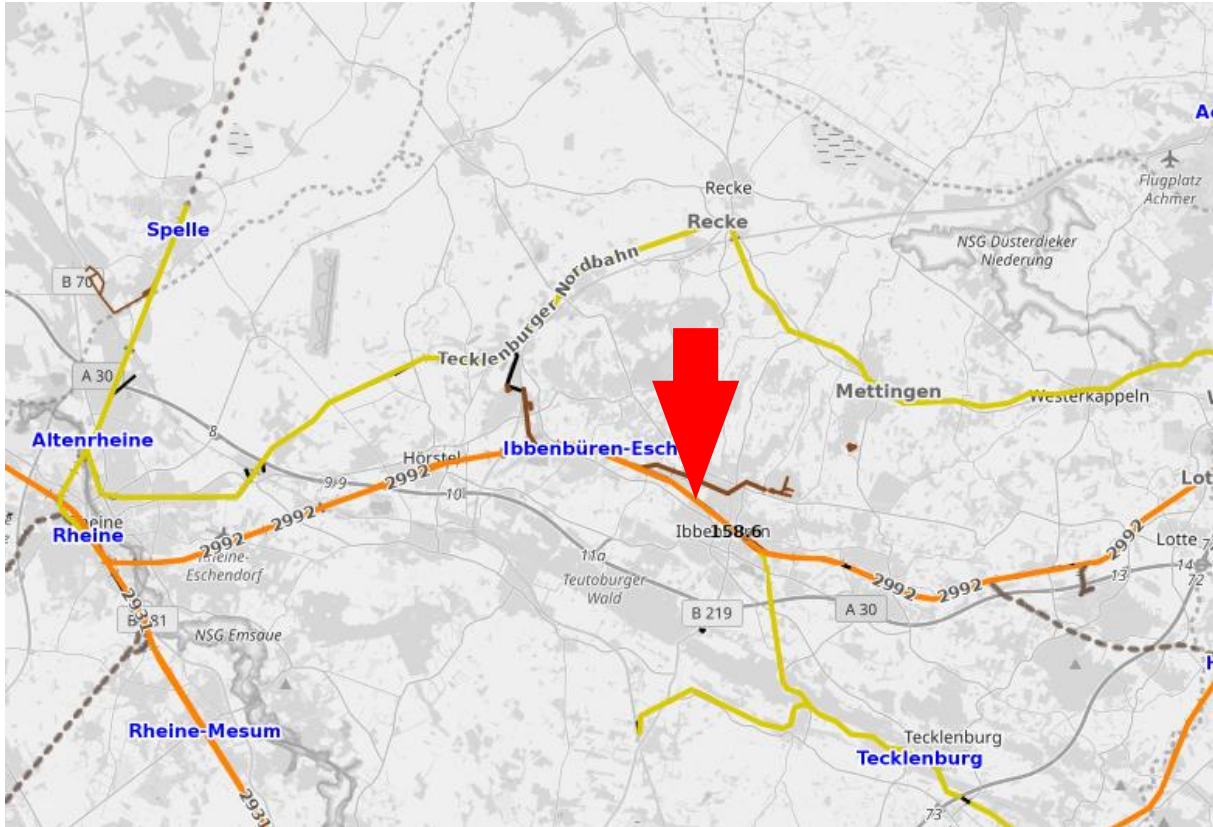


Abbildung 13: Lage im Netz des Bahnübergang km 160,115 "Glücksburger Straße"⁹⁰

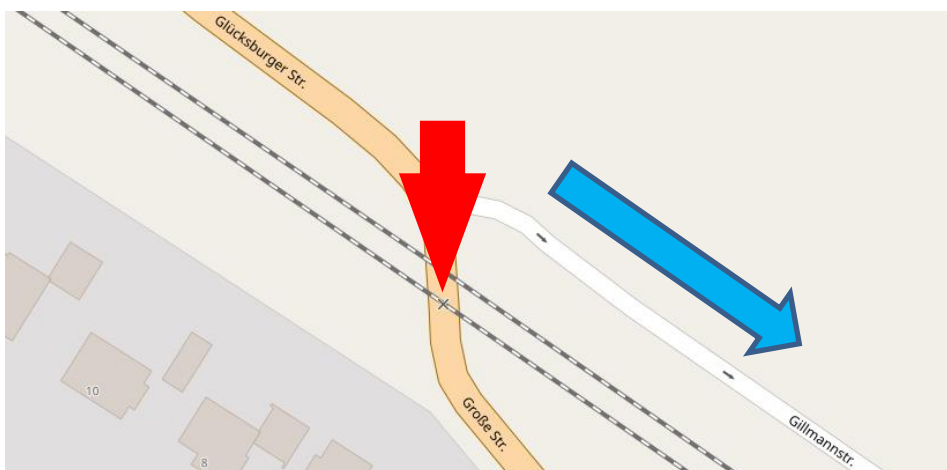


Abbildung 14: Bahnübergang „Glücksburger Straße“ mit Einbahnstraße „Gillmannstraße“⁹¹

⁹⁰ Quelle: Modifiziert entnommen aus Matheisen, 2018.

⁹¹ Quelle: Modifiziert entnommen aus: FOSSGIS e.V., 2018.



Abbildung 15: Bahnübergang "Glücksburger Straße", Blickrichtung Norden⁹²



Abbildung 16: Bahnübergang „Glücksburger Straße“ mit Blick in Richtung Gillmannstraße⁹³

⁹² Quelle: Eigene Aufnahme.

⁹³ Quelle: Eigene Aufnahme.

In Abbildung 16 (S. 42) ist die Nordseite des Bahnüberganges zusehen in Blickrichtung Nordosten, der Abzweig „Gillmannstraße“ ist nun eindeutiger zu erkennen.

Bislang ist das Projekt wie folgt verlaufen:

- 12.10.2016 Übergabe der Betrieblichen Aufgabenstellung an den Regionalbereich, in dieser fordert die DB Netz AG insbesondere, dass die Technik „BUES 2000“ der Firma Scheidt & Bachmann zur Anwendung kommt und dass eine Geschwindigkeit auf der VzG Strecke 2992 von 160 km/h angenommen wird.⁹⁴
- 04.10.2016 Erste Besprechung mit Straßenbaulastträgern (Straßen.NRW, Stadt Ibbenbüren) und DB Netz AG zum Planungsbeginn⁹⁵
- Teilnehmer verständigen sich darauf, dass eine höhengleiche Kreuzung an der gleichen Stelle nach wie vor die beste Lösung ist.
- 17.05.2017 Zweite Besprechung mit Straßenbaulastträgern und DB Netz AG:⁹⁶
- Forderung der Stadt Ibbenbüren, dass im Zuge dieser Erneuerung auch Kurvenradien anzupassen sind, um den Verkehr besser abzuwickeln
- Vorstellung der Varianten:
- 1.) Erneuerung des Bahnüberganges an derselben Stelle, Installation von Halbschranken, Anlage eines neuen Fuß- und Radweges
 - 2.) Erneuerung des Bahnüberganges an derselben Stelle, Installation von Halbschranken mit Vollabschluss, Anlage eines neuen Fuß- und Radweges
 - 3.) Verlegung des Bahnüberganges in Richtung Osten, Installation von Halbschranken, Anlage eines neuen Fuß- und Radweges, Anpassung von Gillmannstraße und Glücksbürger Straße
- 26.01.2018 Dritte Besprechung mit Straßenbaulastträgern und DB Netz AG⁹⁷
- Die genauere Betrachtung der Variante 3 ergab, dass durch die Verlegung des Bahnüberganges die Anbindung des Wohnhauses „Große Straße 121“ nicht möglich ist. Problematik kann durch Verlegung des Kreuzungspunktes um 10m Richtung alter Bahnübergangsanlage beseitigt werden
- 17.04.2018 Vierte Besprechung mit Straßenbaulastträgern und DB Netz AG⁹⁸

⁹⁴ Vgl. DB Netz AG - Produktionsdurchführung Osnabrück, 2016, S. 14.

⁹⁵ Vgl. Stadtverwaltung Ibbenbüren - Baudezernat, 2016.

⁹⁶ Vgl. DB Netz AG - Regionales Projektmanagement RB Nord, 2017.

⁹⁷ Vgl. Stadtverwaltung Ibbenbüren - Baudezernat, 2018.

⁹⁸ Vgl. Straßen.NRW., 04. 2018.

Die Teilnehmer halten weiter an der Variante drei fest. Die DB Netz AG erhält den Prüfauftrag, ob durch Anpassung der Kurvenradien die einmündende Gillmanstraße wieder für den Gegenrichtungsverkehr freigegeben werden kann. Straßen.NRW fordert darüber hinaus, dass die Radien der L504 richtlinienkonform angepasst werden. Darüber hinaus sollte die Planung beidseitige Fuß- und Radwege berücksichtigen.

24.07.2018 Fünfte Besprechung mit Straßenbaulastträgern und DB Netz AG⁹⁹

Es wird festgehalten, dass die Varianten eins und zwei die Radien-Problematik der L504 nicht lösen, die Variante drei verursacht Probleme bei der Anbindung des Wohnhauses „Große Straße 121“. Zur Optimierung der Schließzeit wird eine rechtwinkelige Kreuzung des Fuß- und Radweges auf der Westseite angestrebt. An der Variante drei wird weiterhin festgehalten.

Anhand der zusammengefassten Besprechungsinhalte wird deutlich, dass die Phase der Lösungsfindung einen langen Prozess eingenommen hat. Ausschlaggebend waren in diesem Fall nicht die Vorgaben der DB Netz AG, sondern die Anforderungen der Straßenbaulastträger. Die Projektziele waren erst im Rahmen der fünften Besprechung klar formuliert.

4.2 Anwendung der Wertanalyse bei der Projektabwicklung

In diesem Abschnitt soll nun theoretisch gezeigt werden, wie die Lösungsfindung unter Einsatz der Wertanalyse hätte erfolgen können. In diesem Zusammenhang soll die Integration der Wertanalyse wie in Abschnitt 3.2 (S. 33) beschrieben erfolgen. Außerdem werden die Unterschiede und Vorteile gegenüber dem regulären Projektverlauf dargestellt. Der Fokus liegt hier auf den Leistungsphasen der Grundlagenermittlung bis einschließlich der Ausführungsplanung, weil hier die wichtigsten Entscheidungen für die spätere Realisierung getroffen werden durch die Festlegung der Projektziele.

4.2.1 Projektierung des Eisenbahninfrastrukturprojektes

Der Abschnitt Projektierung befasst sich mit der Auflegung des Projektes. Hierzu werden die Rahmenbedingungen, Anforderungen und Projektziele definiert. Im Leistungsphasen-Modell umfasst dies die Leistungsphasen eins und zwei und berücksichtigt die WA-Arbeitsschritte null bis vier. Diese Schritte werden in diesem Abschnitt kurz beschrieben.

⁹⁹ Vgl. Straßen.NRW., 07. 2018.

0 Vorbereitung des Projektes

Die Produktionsdurchführung hat anhand ihres anlagenbuchhalterischen Systems festgestellt, dass der Bahnübergang km 160,155 „Glücksburger Straße“ abgängig ist und somit erneuert werden muss. Die Erneuerung ist finanziell für das Jahr 2020 vorgesehen.

Eine Aufgabenstellung existiert zu diesem Zeitpunkt noch nicht. Um die Vorbereitung des Projektes voranzutreiben werden zunächst nur der Infrastrukturmanager aus der Produktionsdurchführung und die zukünftige Projektleitung aus der Projektrealisierungsabteilung im Regionalbereich eingebunden.

Das Infrastrukturmanagement ist kompetent hinsichtlich der örtlichen Gegebenheiten und bildet die Schnittstelle zu den ggf. externen Projektbeteiligten.

Die Projektleitung auf Regionalbereichs-Ebene stellt die Schnittstelle zu den internen Funktionen dar, vor allem die kaufmännischen Prozesse und Projektmanagementangelegenheiten werden über diese Person abgewickelt.

Bislang wurde der Projektleitung eine Aufgabenstellung aus der Produktionsdurchführung übergeben, welche der Projektleitung den Einstieg in das Projekt in Leistungsphase eins ermöglichte. In diesem Fall unterscheidet sich dieser Projektverlauf vom bisherigen, die frühere Einbindung der Projektleitung hat mehrere Vorteile: Die Grundlagenermittlung kann basierend auf der Erfahrung und dem Wissen der Projektleitung zielgerichteter durchgeführt werden und die spätere Projektrealisierungsabteilung kann Einfluss auf die Qualität der des Projektauftrages nehmen, es sind somit weniger Rückfragen aus dem Projekt erforderlich.

Im weiteren Verlauf übernimmt die Projektleitung die Treiberrolle in Bezug auf das Projekt und somit auch auf den Wertanalyse-Vorgang. Daher sollte die Projektleitung auch über Kenntnisse dieser Methode verfügen. Auf diese Weise kann die Projektleitung direkt Einfluss auf die Ergebnisse nehmen und Nachschärfungen veranlassen, sofern die Resultate für die Realisierungsphase nicht ausreichend sind.

1 Projektdefinition

Im Zuge der Projektdefinition soll der Rahmen der Lösungsfindung abgesteckt werden. Dies ist erforderlich, damit von Beginn an unpraktikable Lösungen eliminiert werden und somit keine Ressourcen in diesem Zusammenhang verschwendet werden.

Zunächst ist das Projektumfeld abzustecken, „Was soll erneuert werden?“ kann hier die Leitfrage sein. In diesem Zuge kann auch die Überlegung getroffen werden, ob andere Vorhaben, die sich in technischer, betrieblicher oder anderweitiger Abhängigkeit zur zu

erneuernden Anlage befinden, miteinander verknüpft werden, um Synergien (z.B. Sperrpausen) zu nutzen. Hierdurch kann der Umfang des Vorhabens definiert werden.

Im weiteren Verlauf sind die Schwachstellen der vorhandenen Anlage zu identifizieren. Hier kann die Leitfrage „Was soll verbessert werden?“ weiterhelfen. Zu diesem Zeitpunkt sind nur das Infrastrukturmanagement und die Projektleitung am Projekt beteiligt, insofern können nur die internen Interessen berücksichtigt werden. Das Infrastrukturmanagement knüpft an den internen Projektstakeholdern (z.B. Instandhaltung, Vertrieb, Betrieb, etc.) an und überträgt diese Interessen in die Projektdefinition. Dadurch offenbaren sich Schwachstellen an der vorhandenen Anlage z.B. Potentiale zur Verbesserung der Sicherheit, des Arbeitsschutzes oder der Ergonomie: Ein Beispiel kann die verbesserte Position des Technikgebäudes sein, damit dieses mit dem Fahrzeug besser erreichbar ist.

Im Falle des Bahnüberganges „Glücksburger Straße“ soll die komplette Anlage erneuert werden, hierzu zählen die Bahnübergangssicherungsanlage inkl. Schrankenanlage und der Fahrbahnbelag für den Straßenverkehr.

Außerdem stellt der Vertrieb fest, dass die Dimensionierung der Strecke für 160 km/h strategisch sinnvoll ist, somit ist die Geschwindigkeitserhöhung von 140 km/h auf 160 km/h ebenfalls bei der Erneuerung des Bü zu berücksichtigen.

Die örtliche Instandhaltung der DB Netz AG favorisiert als Sicherungstechnik den Typ „BUES 2000“ von der Firma Scheidt & Bachmann. Durch die Vereinheitlichung der Sicherungstechniken kann die Ersatzteilverhaltung reduziert werden und der Qualifizierungsaufwand der MitarbeiterInnen ist geringer, weil jede Sicherungstechnik eine eigene Aus- und Fortbildung der Personale erfordert.

Zu diesem Zeitpunkt sind nur die Anforderungen der Produktionsdurchführung bekannt, die nutzerbezogenen Funktionen des Kreuzungspartners werden erst in den nächsten Schritten herausgearbeitet.

Ein weiterer Schritt ist die Festlegung des Projektteams. Dies kann je nach Projektanforderung variieren. Es ist wichtig, dass eine geeignete Größe des Projektteams gefunden wird. Die Literatur geht dabei von bis zu acht Personen aus. In Bezug auf Eisenbahninfrastrukturprojekten sind die beiden wichtigsten Akteure im Projekt das Infrastrukturmanagement, in Vertretung für den Bauherrn, und die Projektleitung, als treibende Rolle im WA-Vorgang und Moderation.

Weitere Mitglieder im WA-Projektteam sollten so gewählt werden, dass sie entsprechend ihrer Betroffenheit die Möglichkeit haben das Projekt im Wert zu verbessern. In jedem Fall sollten Planungsexperten der Hauptgewerke in diesem Vorhaben vertreten sein. Diese unterstützen vor allem bei der Bestandsanalyse. Externe Projektpartner und unter Umständen auch

Geldgeber sind ebenfalls zu beteiligen, weil diese ein starkes Interesse an der Zielausrichtung des Vorhabens haben.

Ferner können weitere Interessenten am Projekten auch diverse Verbände sein (Umwelt, Naturschutz, BürgerInnen, etc.) oder aber auch interne MitarbeiterInnen wie z.B. InstandhaltungsmitarbeiterInnen, InfrastrukturentwicklerInnen oder FahrplankonstrukteurInnen. Bei der Zusammensetzung des Projektteams ist stets zu beachten, dass das Ziel der Wertoptimierung der Infrastrukturanlage fokussiert bleibt und dass die WA-Teammitglieder dieses Ziel auch einheitlich konstruktiv verfolgen.

Für die Phase des Sammelns von Daten über die Studie sind Planungsexperten erforderlich. Diese Expertise können am ehesten einschätzen, welche Daten für die Planung benötigt werden.

In dem konkreten Beispiel der Erneuerung des Bahnüberganges „Glücksburger Straße“ kann das WA-Projektteam wie folgt zusammengesetzt sein:

- Projektleitung
- Infrastrukturmanagement
- Kreuzungspartner 1 „Straßen.NRW“
- Kreuzungspartner 2 „Stadt Ibbenbüren“
- PlanungsexpertInnen

Die Kreuzungspartner nehmen stellvertretend für die RadfahrerInnen und FußgängerInnen (Stadt Ibbenbüren) und die KraftfahrerInnen (Straßen.NRW) die Position ein. Im Rahmen der Analyse des Projektes wird die Planungsexpertise benötigt, weshalb diese auch schon zu Beginn am Projekt beteiligt ist.

Im bislang angewendeten Leistungsphasenmodell werden im Rahmen der Vorplanung PlanungsexpertInnen beauftragt, welche dann nach Maßgabe der Aufgabenstellung Vorplanungsentwürfe unterbreiten, welche dann von den Projektbeteiligten näher gesichtet und geprüft werden. Die Änderungswünsche daraus werden in einer überarbeiteten Planung berücksichtigt, wodurch sich dem Projektziel genähert wird. Es erfolgt somit eine Spezifizierung der Projektziele durch Planungsentwürfe.

Im WA-Ansatz existiert zum Zeitpunkt der Zusammensetzung des WA-Teams nur eine Projektdefinition. Im Rahmen der Teamarbeit werden dann die nutzerbezogenen Funktionen aufgestellt, wodurch das Projektziel klarer wird. Dieser Weg reduziert das Risiko von Fehlentwürfen und berücksichtigt durch die Teamarbeit von Beginn an die Anforderungen aller Beteiligten, wodurch auch das Potential von Änderungen reduziert werden kann.

2 Planung

Um terminliche Verbindlichkeit in der Projektstruktur zu erzeugen ist es erforderlich das Projekt zeitlich zu planen. Vor allem bei externen WA-Teammitgliedern besteht das Risiko, dass sich Planungsprozesse bedingt durch die Vorstellung in externen Entscheider-Kreisen verzögern, z.B. in Bauausschüssen. Diese Terminschiene sollte mit allen Beteiligten abgestimmt sein, damit davon ausgegangen werden kann, dass die Termine auch realistisch gehalten werden.

Sowohl im hier geschilderten WA-Ansatz, als auch im bislang angewandtem Planungsprozess hat es sich als sinnvoll erwiesen, den frühestmöglichen Baubeginn anzunehmen und von diesem ausgehend rückwärts zu rechnen:

Die Produktionsdurchführung fordert eine Umsetzung im Jahr 2020, wodurch als fiktiver Baubeginn der 01.01.2020 angenommen werden kann. Eine Anmeldung muss bis zu zwei Jahre im Voraus erfolgen, weshalb die Anmeldung bis 03/2018 getätigt sein sollte. Zu diesem Zeitpunkt sollte somit eine Entwurfsplanung oder im Idealfall eine Ausführungsplanung vorliegen. Durch eine hohe Planungstiefe und -Qualität lassen sich die baubetrieblichen Einschränkungen besser bestimmen.

Die Phase der Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten ist die komplexeste Phase, weil hier die nutzerbezogenen Funktionen technisch umgesetzt werden müssen. Wird davon ausgegangen, dass in 03/2018 eine Entwurfsplanung vorliegt, welche von internen und externen Projektbeteiligten mitgetragen wird, so sollte spätestens in 05/2017 mit dem Sammeln und Finden von Lösungsideen, also mit dem Abschnitt „Technische Lösungsfindung“ begonnen werden.

In 10/2016 wurde die Betriebliche Aufgabenstellung an den Regionalbereich übergeben, dies kann als Zusammenfassung der Phasen „Vorbereitung des Projektes“ und „Projektdefinition“ interpretiert werden. Somit bleibt für die Projektierungsphase und die Aufstellung von nutzerbezogenen Funktionen von 10/2016 bis 05/2017 Zeit.

In diesem Fallbeispiel sind die Straßenbaulastträger als Beteiligte involviert, weshalb die Ermittlung der nutzerbezogenen Funktionen und die Findung von Lösungsideen mehr Zeit in Anspruch nimmt. Dies liegt an den verwaltungsinternen Abstimmungsgesprächen und - Terminen.

Zusammengefasste Terminschiene:

10/2016	Abschluss der Phasen „Vorbereitung des Projektes“ und „Projektdefinition“, Beginn mit der „Sammlung von Daten“ und der „Funktionenanalyse“
05/2017	Beginn mit dem Abschnitt „Technische Lösungsfindung“
03/2018	Abschluss Entwurfsplanung
03/2018	Anmeldung zum Baubetriebsmanagement

08/2018	Beginn der Planprüfung
12/2019	Abschluss Ausführungsplanung

Es ist anzunehmen, dass durch den Ansatz der interdisziplinären Teamarbeit in den frühen Phasen des Projektes eine größere Klarheit über die Projektziele besteht im Vergleich zu dem bislang angewandten Planungsprozessen, wodurch sich die Kosten von Änderungen und Fehlentwürfen reduziert.

3 Umfassende Daten über die Studie sammeln

Die Datensammlung über das Vorhaben ist genauso wie im bisherigen Planungsverlauf nach HOAI elementarer Bestandteil. Im Falle des Bahnübergangs werden die Schwachstellen aus den Blickwinkel der Projektstakeholder analysiert und als Daten gesammelt.

Das mit der Planung beauftragte Ingenieurbüro befasst sich schwerpunktmäßig mit der Erhebung von Daten am Bahnübergang. Hierzu zählen die straßenverkehrliche Belastung und derzeitige Straßenverlauf. Aus dem Blickwinkel des Straßenverkehrs werden sicherheitsrelevante Aspekte wie z.B. die Sicht auf den Bahnübergang bzw. auf die Signale oder den Verlauf von Kurvenradien bewertet. Die Verkehrszählung am Bahnübergang „Glücksburger Straße“ hat ergeben, dass 5.669 Fahrzeuge und 352 Radfahrer pro Tag den Bahnübergang überqueren. Aus dem hohen Radverkehrsverkehrsaufkommen resultiert die Notwendigkeit von abgesetzten Fuß- und Radwegen, welche derzeit auf derselben Fahrbahn mit dem Straßenverkehr verlaufen.

Aus der Instandhaltung können Informationen geliefert werden, wie die neue Anlage für Instandhaltungszwecke optimiert werden können, falls dies in der Projektdefinition noch nicht enthalten ist (z.B. die Verwendung der Technik „BUES 2000“). Hierzu zählen auch technische und bauliche Änderungen, welche sich ggf. positiv auf den Lebenszyklus oder die Instandhaltbarkeit auswirken.

Der Vertrieb versorgt das Projekt mit Informationen über die zukünftige verkehrliche Belastung dieser Strecke. In diesem Fallbeispiel soll die Streckengeschwindigkeit in Zukunft von 140 km/h auf 160 km/h angehoben werden.

Die internen Schnittstellen werden durch die Projektleitung oder das Infrastrukturmanagement angefragt, sofern nicht bereits im Rahmen der Projektdefinition diese Aspekte betrachtet wurden.

Grundsätzlich sind bei jeder Grundlagenermittlung im Bereich von Eisenbahninfrastrukturanlagen Kataster über Leitungskreuzungen und Grundstückseigentümer-Verhältnisse einzuholen, sowie Auskünfte über Kampfmittelverdachtsflächen zu beantragen.

Der WA-Ansatz verfolgt primär das Ziel der Wertoptimierung, diese Ausrichtung spiegelt sich in der Schwachstellenanalyse wieder. Im Leistungsphasen-Modell wird diese nicht explizit durchgeführt, es wird in diesem Modell davon ausgegangen, dass die Schwachstellen bereits in der Aufgabenstellung berücksichtigt wurden und somit in der Planung berücksichtigt werden. Die weitere Schwachstellenanalyse ergibt sich dann durch die Zeichnungsläufe im Rahmen der Planungsläufe in Vor-, Entwurfs- und Ausführungsplanung.

4 Funktionen-/Kostenanalyse/ Detailziele

Nachdem wichtige Informationen aus der Schwachstellenanalyse gewonnen werden konnten beginnt nun die Phase der Funktionenanalyse. Das bedeutet, dass die nutzerbezogenen Funktionen aus dem Projekt zusammengestellt werden, welche dann das Detailziel beschreiben.

Weil das Projekt „Erneuerung BÜ Glucksburger Straße“ auf herkömmliche Art und Weise durchgeführt wurde, liegen der Funktionenanalyse nur die bereits weiter oben erwähnten und zusammengefassten fünf Besprechungsprotokolle zugrunde. Weitere Projektziele gehen aus Betrieblichen Aufgabenstellung hervor. Darauf basierend wurde die hier beschriebene Funktionenanalyse durchgeführt. In der Praxis führen Workshops im WA-Team zu der Zusammenstellung der Funktionen und Detailziele.

Im Rahmen der Wertverbesserung wird von einem bestehenden Produkt ausgegangen, welches verbessert wird. In diesem Fallbeispiel existiert bereits ein Bahnübergang. Aus städtebaulichen Gründen haben sich die Kommunen gegen eine höhenfreie Kreuzung (z.B. Brücke) entschieden.

Die Schwachstellenanalyse hat schon Aufschluss darüber gegeben, welche Punkte unter anderem zu behandeln sind. Diese Ergebnisse fließen zusammen in gemeinsamen Workshops mit den WA-Teammitgliedern. Es ist davon auszugehen, dass mehrere Workshops für die Konzeptionierung des Funktionenmodells erforderlich sind. Auch Phasen „3 Umfassende Daten über die Studie sammeln“ und „4 Funktionen-/Kostenanalyse/ Detailziele“ dürfen nicht komplett getrennt betrachtet werden. Ggf. kann es erforderlich sein, dass im Rahmen der Ermittlung der Detailziele eine Nachschärfung der Grundlagenermittlung erforderlich ist.

Durch das Funktionenmodell ist es möglich, dass die Kommunikation der WA-Teammitglieder, und damit auch unterschiedlicher ExpertInnen untereinander, in den Workshops erleichtert wird, weil technische Lösungen zunächst noch nebensächlich sind. Dadurch wird den Teammitgliedern die Möglichkeit gegeben aus ihrer Sicht die Ansprüche an das Vorhaben in Form von Funktionen zu definieren. Normative Anforderungen, wie z.B. Regelwerke und

andere anerkannten Regeln der Technik spielen erst bei der technischen Lösungsfindung eine Rolle.

In mehreren Workshops entsteht somit eine Funktionenhierarchie, welche dann ggf. in Form einer funktionalen Leistungsbeschreibung an einen fortführenden Planungsauftragnehmer weitergereicht werden könnte.

Zunächst erfolgt nur einer Auflistung der nutzerbezogenen Funktionen. Diese sind nachfolgend nach den Projektstakeholdern gegliedert:

Nutzerbezogene Funktionen der Projektauftraggeberin

- Bahnübergangssicherungsanlage erneuern
- Geschwindigkeit von 160 km/h ermöglichen
- BUES 2000-Technik realisieren
- Zugverkehr bewältigen (89 Züge pro Tag und Richtung)

Nutzerbezogene Funktionen des Straßenbaulastträgers „Straßen.NRW“ (Landesstraße L504)

- Kreuzungspunkt beibehalten
- Geschwindigkeit 50 km/h ermöglichen
- starkes Verkehrsaufkommen bewältigen (5.669 Kfz/Tag)
- Schließzeit optimieren

Nutzerbezogene Funktionen des Straßenbaulastträgers „Stadt Ibbenbüren“ (Gillmannstraße, Fuß- und Radweg am Bahnübergang)

- Aufhebung der Einbahnstraßenregelung der Gillmannstraße (2.500 Kfz/ Tag)
- Hohes Radverkehrsaufkommen ermöglichen (352 Radfahrer/ Tag)
- Zufahrt zu Wohnhaus „Große Straße 121“ ermöglichen
- Schließzeit optimieren

Zur Strukturierung und Festlegung der Hierarchie müssen die Funktionen in einen Funktionenbaum überführt werden, dieser ist in Abbildung 17 (S. 52) dargestellt.

Die Hauptfunktion dieses Bahnüberganges ist es den NutzerInnen der L504 (Glücksburger Straße) den Querung der Eisenbahntrasse zu ermöglichen. Weil hier maßgeblich zwei Kreuzungspartner involviert sind, teilt sich dieser in zwei Äste auf, dies sind „Straßenverkehr ermöglichen“ und „Eisenbahnverkehr ermöglichen“. Die hellblau markierten Funktionen stammen aus der Analyse des Ist-Zustandes. Diese Funktionen wurden im Rahmen der Analyse der vorhandenen Anlage ermittelt. Weil die Workshops in diesem Zusammenhang nicht durchgeführt werden konnten, mussten die Funktionen aus den o.g. Protokollen und der Betrieblichen Aufgabenstellung entnommen werden.

Die mit weißer Farbe hinterlegten Funktionen resultieren aus der Schwachstellenanalyse und sind die Funktionen, die bei der Planung der neuen Anlage zu berücksichtigen wären.

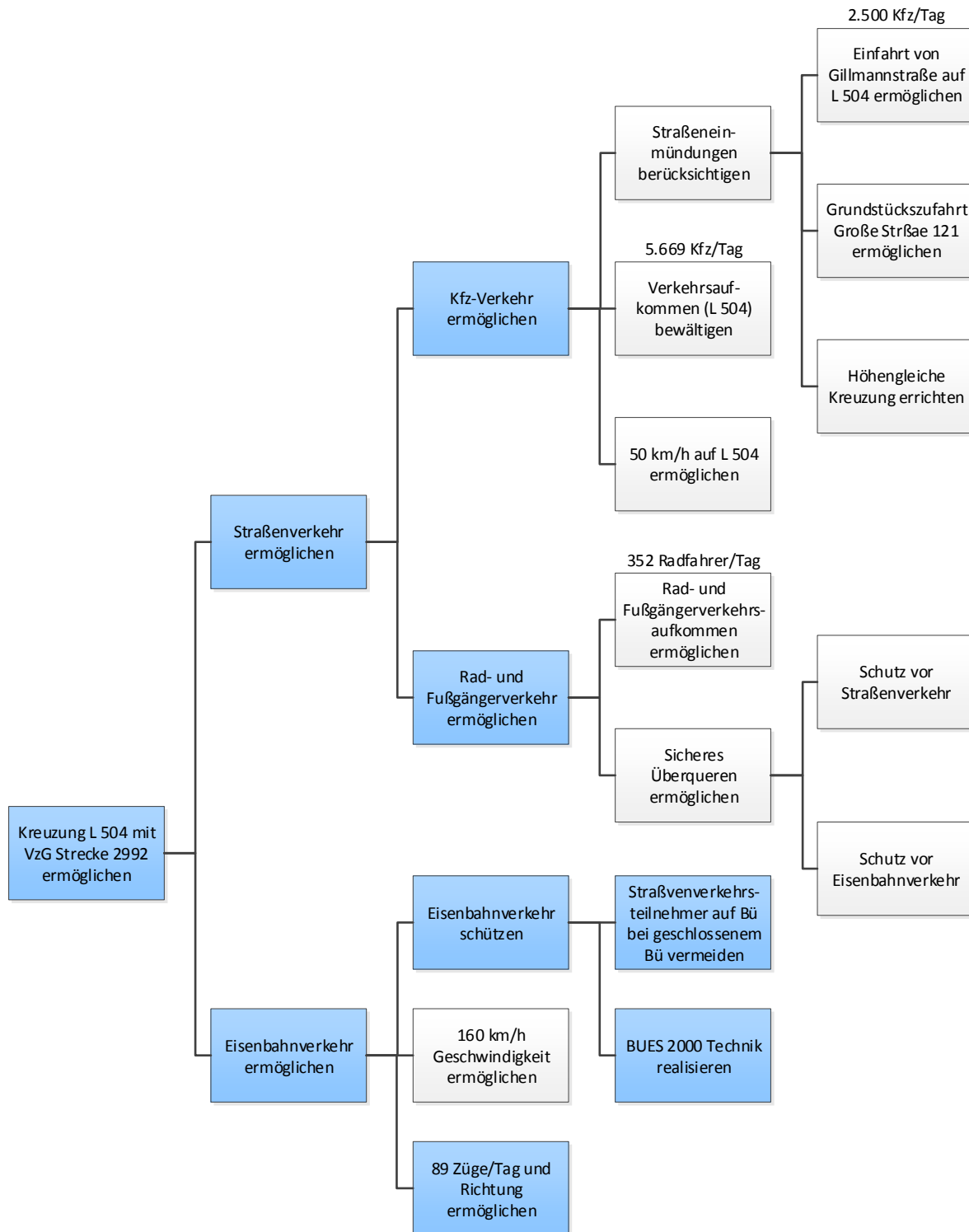


Abbildung 17: Funktionenbaum Erneuerung Bahnübergang "Glücksburger Straße"¹⁰⁰

¹⁰⁰ Quelle: Eigene Darstellung

Die Einmündung „Gillmannstraße“ befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Bahnübergang, von der Gillmannstraße auf die Glücksburger Straße abbiegende Fahrzeuge hatten durch die Nähe eine schlechte Sicht auf den Bahnübergang, wodurch ein erhöhtes Risiko bestand. Aus diesen Gründen beschloss die Stadt Ibbenbüren diese Straße als Einbahnstraße zu betreiben.

In der vierten Ebene des vorigen Funktionenbaumes beginnen die Nebenfunktionen. Diese unterstützen die Hauptfunktionen. Die Hauptfunktionen der zweiten und dritten Ebene sind sehr allgemein gewählt, dadurch lassen sich die Nebenfunktionen den Hauptfunktionen besser zuordnen. Es wird deutlich, dass diese die eigentlichen nutzerbezogenen Funktionen sind und dass die Nebenfunktionen als produktbezogene Funktionen die Hauptfunktionen unterstützen.

An dieser Stelle wäre es erforderlich, dass die Funktionen in eine Hierarchie gebracht werden, um die Wertigkeit der Funktionen zu überprüfen. Ebenso ist es erforderlich, dass die für den Funktionenerfüllungsgrad quantifizierbaren Kriterien dargelegt werden.

Eine Priorisierung durch eine Auflistung ist an dieser Stelle nicht zielführend, weil alle Funktionen an oberste Stelle stehen würden. Vor dem Hintergrund, dass in der Wertanalyse auch Workshops durchzuführen sind und dass an diesen Workshops auch die Instandhaltung mitbeteiligt wird, ist davon auszugehen, dass hier Bedürfnisse sekundärer Art geäußert werden, dies könnte z.B. eine bestimmte Ausrichtung des Technik-Gebäudes sein, damit der Zugang einfacher ist. Diese Funktionen können als optionale Funktionen betrachtet werden, welche einen Komfortgewinn darstellen, aber nicht für die Unterstützung der Hauptfunktionen erforderlich sind. Diese Bedürfnisse können aus den interdisziplinären WA-Workshops gewonnen werden.

Aus dem o.g. Funktionenbaum können nun die Funktionen gewonnen werden, welche bei der funktionalen Leistungsbeschreibung zu berücksichtigen sind. Die Funktionale Leistungsbeschreibung kann genutzt werden um den Übergang vom Projektierungsabschnitt in den Abschnitt „technische Lösungsfindung“ zu ermöglichen.

Die DIN EN 12973:2000 beschreibt die funktionale Leistungsbeschreibung wie folgt: „Eine Funktionale Leistungsbeschreibung ist ein Dokument, mit dessen Hilfe der Antragsteller seine Bedürfnisse darstellt (...), und zwar in Bezug auf die nutzerbezogenen Funktionen und Vorgaben.“¹⁰¹ Die Leistungsbeschreibung erfolgt somit lediglich durch Funktionen ohne Nennung von spezifischen technischen Lösungen. Dies erhöht die Flexibilität bei der Lösungsfindung.¹⁰²

¹⁰¹ Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 27.

¹⁰² Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V., 2000, S. 27f.

Der Teil A der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB/A)¹⁰³ unterscheidet nach §7 zwischen Leistungsbeschreibung durch Leistungsverzeichnis und Leistungsbeschreibung durch Leistungsprogramm. Das Leistungsverzeichnis beschreibt detailliert die auszuführenden Tätigkeiten und exakt welche Komponenten zu verwenden sind. Die Leistungsbeschreibung durch Leistungsprogramm dagegen entspricht der funktionalen Leistungsbeschreibung:

Es kann von der Beschreibung durch Leistungsverzeichnis abgewichen werden, wenn Ausführungsplanung und Bauausführung zusammen erstellt werden sollen und dabei die „(...) technisch, wirtschaftlich und gestalterisch beste sowie funktionsgerechteste Lösung der Bauaufgabe (...)“ (§7c VOB/A)¹⁰⁴ ermittelt werden soll. Dies zeigt den funktionalen Ansatz dieser Leistungsbeschreibung durch Leistungsprogramm bzw. durch eine funktionale Leistungsbeschreibung.

Schließlich ist es nach der maßgeblichen Vergabeordnung für den öffentlichen Bereich und damit auch für die Eisenbahnen des Bundes möglich mittels funktionaler Leistungsbeschreibung die Leistungen zu vergeben.

Im Gegensatz zum konventionellem Projektverlauf wird nun die Leistungsbeschreibung durch Leistungsprogramm durchgeführt. Das bedeutet, dass der Planungsauftragsnehmer die Freiheit hat entsprechende technische Lösungen zu finden und Lösungsvarianten auszuarbeiten.

4.2.2 Technische Lösungsfindung

Je nach Vergabestrategie kann an dieser Stelle das Planungsbüro fortsetzen, welches die vorherigen Phasen auch betreut hat. Der Vorteil liegt darin, dass diese die Örtlichkeit gut kennen. Der entscheidende Nachteil ist, dass dadurch ein geringerer Anreiz besteht kreative und wirtschaftlich und technisch günstigere Lösungen zu produzieren und kein Druck aus dem Wettbewerb aufgebaut werden kann. Dies liegt vor allem daran, dass reine Planungsbüros zwar Kenntnis über die Bauverfahren und -technologien haben, aber die Zwänge der ausführenden Unternehmer hinsichtlich der Einkaufspreise etc. nicht kennen. Um den wirtschaftlichen Effekt der Wertanalyse bzw. Wertoptimierung zu fördern ist es somit sinnvoll, dass Entwurfsplanung, in diesem Falle besonders die technische Lösungsfindung zusammen mit der Erstellung der Genehmigungs- und Ausführungsplanung sowie der Durchführung der Bauleistung an den Bau-Auftragnehmer übergeben werden.

¹⁰³ In der VOB/ A werden allgemeine Vorgaben für die Vergabe von Bauleistungen getroffen. Bei der VOB handelt es sich um eine Ordnung, die bindend bei Vergaben der öffentlichen Hand anzuwenden sind, bei privaten Bauverträgen ist die Anwendung optional möglich.

¹⁰⁴ Deutschen Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen (DVA), 2016, S. 13.

Die unternehmerischen Zwänge (z.B. Einkaufspreise, Bautechnologie, Fahrzeug- und Personalverfügbarkeit) können somit bei der Planung Einfluss finden. Das starre Korsett, welches durch die anerkannten Regeln der Technik, die Normen und Regelwerke im Straßen- und Eisenbahnbau geschnürt wird, ist stellt sicher, dass zum Schluss eine regelkonforme Anlage entsteht. Daher können die Risiken, die durch zu viele Freiheitsgrade bei der Planung entstehen, darüber beherrscht werden und Innovationen bzw. andere Lösungsansätze werden gefördert.

Zu berücksichtigen ist insbesondere, dass der Prozess der technischen Lösungsfindung weiterhin intensiv durch das WA-Team betreut wird. Der ggf. neue Planungsauftragnehmer ist als Mitglied des WA-Teams zu verstehen. Sind mehrere verschiedene Eisenbahngewerke betroffen, so sind natürlich die Planungskompetenzen der anderen Gewerke ebenfalls im WA-Team aufzunehmen.

Die Tabelle 3 zeigt die Lösungsvarianten einer jeden Funktion am Beispiel des Bü „Glücksburger Straße“. In der linken Spalte sind die wichtigsten Funktionen niedergeschrieben während der recht Teil die Lösungsvarianten zu den Funktionen vorhält. Jeweils unter den Lösungen sind ist der Grad der Zielerreichung erkennbar. Hier wurden in Bezug auf das Fallbeispiel Annahmen getroffen. Diese Annahmen spiegeln den Grad der Bedürfnisbefriedigung durch die Lösungsmöglichkeit wieder und sind eine Abschätzung welche durch das WA-Team getroffen wird. Im Idealfall sind die Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich der Zielerreichung quantifizierbar. Die Zielerreichung oder auch der Funktionenerfüllungsgrad ist dann erreicht, wenn die Funktion zu 100 % erfüllt werden kann.

Hinsichtlich der Quantifizierbarkeit stellt sich die Frage, ob die einzelne Funktion eine so hohe Wertigkeit aufweist, dass die Erhebung von Daten über die Bedürfnisbefriedigung hinsichtlich des damit verbundenen Aufwandes gerechtfertigt ist. Entscheidungen zwischen der Errichtung einer höhengleichen oder höhenfreien Kreuzung können nur bei den NutzerInnen (z.B. StraßenverkehrsteilnehmerInnen) erfragt werden durch Umfragen. Einhergehend mit der Tatsache, dass eine höhenfreie Kreuzung einen erheblichen finanziellen Aufwand bedeutet, ist somit die Präferenz hinsichtlich der Lösungsfindung klar. So ist in diesem Fall ggf. eine Diskussion im Team über die Abschätzung der Funktionenerfüllungsgrades sinnvoller.

Die Tabelle 3 dient in diesem Zusammenhang nur als beispielhafte Darstellung und soll den Lösungsfindungsprozess andeuten. Konkretere technische Lösungsvorschläge sind aus den Workshops mit den WA-Teammitgliedern durch Brainstorming oder Brainwriting zu entnehmen. Die rot markierten Lösungsvorschläge stellen dabei die Lösung dar, welche den größten Grad der Bedürfnisbefriedigung erzeugt und aus diesem Gesichtspunkt zu realisieren wäre. Dies ist im Verhältnis zu sehen mit dem Einsatz der Ressourcen, welche sich in diesem Fall als Finanzmittel darstellen.

Funktion	Technische Lösung		
	Lösung 1	Lösung 2	Lösung 3
Einfahrt von Gillmannstraße auf L 504 (2500 Kfz/Tag)	Zusätzliche Lichtzeichen und Schranken	Gillmannstraße teilweise verschwenken	-
	50%	100%	
Grundstückszufahrt Große Straäe 121 ermöglichen	Bei Straßenverlauf berücksichtigen	Zufahrt anders planen	-
	100%	60%	-
Höhengleiche Kreuzung errichten	Höhengleiche Kreuzung erstellen	Höhenfreie Kreuzung erstellen	-
	100%	0%	-
Verkehrsaufkommen (L 504) bewältigen (5.669 Kfz/Tag)	Kurvenradien anpassen	Höhenfreie Kreuzung erstellen	Kurvenradien belassen (Bestandsschutz)
	70%	10%	40%
50 km/h auf L 504 ermöglichen	Kurvenradien anpassen an Richtlinie	Kurvenradien belassen (Bestandsschutz)	-
	100%	0%	-
Rad- und Fußgängerverkehrsaufkommen bewältigen (352 Radfahrer/Tag)	Höhenfreie Kreuzung erstellen	Fuß- und Radweg	-
	10%	100%	-
Schutz vor Straßenverkehr	Einseitiger Fuß- und Radweg	Beidseitiger Fuß- und Radweg	-
	50%	100%	-
Schutz vor Eisenbahnverkehr	Schließzeit ausreichend lang wählen	Räumstrecke minimieren	Höhenfreie Kreuzung erstellen
	100%	100%	10%
Straßenverkehrs-teilnehmer auf Bü bei geschlossenem Bü vermeiden	Kurvenradien anpassen (27m Bereich)	Vollschrankenabschluss mit Gefahrenraum überwachung	-
	100%	30%	-
BUES 2000 Technik realisieren	BUES 2000 Technik realisieren	andere Bü-Technik realisieren	-
	100%	0%	-
Straßenverkehrs-teilnehmer auf Bü bei geschlossenem Bü vermeiden	Halbschranken-Abschluss und Kurvenradien anpassen	Vollschrankenabschluss mit Gefahrenraum überwachung	Halbschranken-Abschluss
	80%	30%	50%
160 km/h Geschwindigkeit ermöglichen	Einschaltstrecken anpassen	Signalüberwachte Anlage erstellen	Höhenfreie Kreuzung erstellen
	100%	30%	10%
89 Züge/Tag und Richtung ermöglichen	Zugzahlen berücksichtigen	Höhenfreie Kreuzung erstellen	-
	100%	10%	-

Tabelle 3: Morphologische Matrix für die Lösungsvarianten des Bü „Glücksburger Straße“ (Bedürfnisbefriedigung)¹⁰⁵

¹⁰⁵ Quelle: Eigene Darstellung.

Funktion	Technische Lösung		
	Lösung 1	Lösung 2	Lösung 3
Einfahrt von Gillmannstraße auf L 504 (2500 Kfz/Tag)	Zusätzliche Lichtzeichen und Schranken	Gillmannstraße teilweise verschwenken	-
	40.000,00 €	200.000,00 €	
Grundstückszufahrt Große Straäe 121 ermöglichen	Bei Straßenverlauf berücksichtigen	Zufahrt anders planen	-
	20.000,00 €	50.000,00 €	-
Höhengleiche Kreuzung errichten	Höhengleiche Kreuzung erstellen	Höhenfreie Kreuzung erstellen	-
	190.000,00 €	4.500.000,00 €	-
Verkehrsaufkommen (L 504) bewältigen (5.669 Kfz/Tag)	Kurvenradien anpassen an Richtlinie	Höhenfreie Kreuzung erstellen	Kurvenradien belassen (Bestandsschutz)
	250.000,00 €	4.500.000,00 €	40.000,00 €
50 km/h auf L 504 ermöglichen	Kurvenradien anpassen an Richtlinie	Kurvenradien belassen (Bestandsschutz)	
	200.000,00 €	40.000,00 €	-
Rad- und Fußgängerverkehrsaufkommen bewältigen (352 Radfahrer/Tag)	Höhenfreie Kreuzung erstellen	Fuß- und Radweg	-
	4.500.000,00 €	20.000,00 €	-
Schutz vor Straßenverkehr	Einseitiger Fuß- und Radweg	Beidseitiger Fuß- und Radweg	-
	20.000,00 €	40.000,00 €	-
Schutz vor Eisenbahnverkehr	Schließzeit ausreichend lang wählen	Räumstrecke minimieren	Höhenfreie Kreuzung erstellen
	20.000,00 €	40.000,00 €	4.500.000,00 €
Straßenverkehrs-teilnehmer auf Bü bei geschlossenem Bü vermeiden	Kurvenradien anpassen (27m Bereich)	Vollschrankenabschluss mit Gefahrenraum überwachung	-
	90.000,00 €	200.000,00 €	-
BUES 2000 Technik realisieren	BUES 2000 Technik realisieren	andere Bü-Technik realisieren	-
	450.000,00 €	380.000,00 €	-
Straßenverkehrs-teilnehmer auf Bü bei geschlossenem Bü vermeiden	Halbschranken-Abschluss und Kurvenradien anpassen	Vollschrankenabschluss mit Gefahrenraum überwachung	Halbschranken-Abschluss
	550.000,00 €	200.000,00 €	50.000,00 €
160 km/h Geschwindigkeit ermöglichen	Einschaltstrecken anpassen	Signalüberwachte Anlage erstellen	Höhenfreie Kreuzung erstellen
	50.000,00 €	150.000,00 €	4.500.000,00 €
89 Züge/Tag und Richtung ermöglichen	Zugzahlen berücksichtigen	Höhenfreie Kreuzung erstellen	-
	15.000,00 €	4.500.000,00 €	-

Tabelle 4: Morphologische Matrix für die Lösungsvarianten des Bü „Glücksburger Straße“ (Kostendarstellung) ¹⁰⁶¹⁰⁶ Quelle: Eigene Darstellung

Nachdem nun die Bewertung der Lösungsvarianten hinsichtlich der Bedürfnisbefriedigung bei den NutzerInnen bewertet worden sind, kann nun eine monetäre Bewertung vorgenommen werden, indem die einzelnen Lösungsmöglichkeiten mit Kostensätzen belegt werden.

Die Tabelle 4 auf Seite 57 zeigt eine weitere Morphologische Grafik. Allerdings wird hier nicht die Bedürfnisbefriedigung dargestellt, sondern die Kostensätze der einzelnen Lösungsmöglichkeiten zu den Funktionen, also den Ressourceneinsatz. Die dargestellten Kostensätze sind als Annahmen zu verstehen, weil zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Diplomarbeit keine konkreten Kostensätze vorlagen, aus denen diese Daten hätten abgeleitet werden können.

Im Verlauf der Wertanalyse werden diese Kostensätze durch die PlanungsexpertInnen ermittelt. Dadurch können die Funktionenkosten je Lösungsvariante ermittelt werden. Die Kombination der günstigsten Lösungen (siehe rote Markierungen) ergibt dann die wirtschaftlichste, aber nicht wertoptimierteste Lösungsvariante.

In dieser Konstellation würden sich die Kosten aus dem funktionspezifischen Anteil auf circa 975.000,00 € belaufen, während die Variante mit der höchsten Bedürfnisbefriedigung 2.450.000,00 € kosten würde. Die Lösung zur Errichtung einer höhenfreien Kreuzung in Form einer Brücke hat die geringste Bedürfnisbefriedigung, weil diese aus stadtplanerischen Gründen nicht realisiert werden kann.

Aus der Tabelle 3 können nun die Bedürfnisbefriedigungen der wirtschaftlichsten Variante (910 %) und der Variante mit der höchsten Bedürfnisbefriedigung (1.250%) entnommen werden. Werden diese in das Verhältnis zu den Kosten gesetzt so ergibt sich für die wirtschaftlichste Variante ein Quotient von 0,000913 und für die Variante der höchsten Bedürfnisbefriedigung ein Quotient von 0,00051.

Anhand Tabelle 3 und Tabelle 4 sollte gezeigt werden, wie die Bedürfnisbewertung und die Funktionenkostenanalyse in Bezug durchgeführt wird und dass zwischen dem Optimum der Bedürfnisbefriedigung und dem wirtschaftlichsten Ergebnis sehr große Unterschiede bestehen.

Durch das WA-Team erfolgt nun eine Auswahl der passendsten Lösungsideen. Dies ist ein Teamprozess, der durch Abwägungen und Einflüsse der einzelnen Teammitglieder erfolgt. Dies macht folgendes Beispiel sehr deutlich:

Wird die wirtschaftlichste Variante genommen und für die Funktion „BUES 2000 Technik realisieren“ statt der Lösungsvariante „Andere Bü-Technik realisieren“ die Lösungsvariante „BUES 2000 Technik realisieren“ genommen, so teigen die Kosten zwar um 70.000 € aber die Bedürfnisbefriedigung um 100% auf 990 %, wodurch der Quotient aus Bedürfnisbefriedigung und Kostensatz auf 0,00095 ansteigt. Es liegt somit eine wertvollere Lösung vor.

6 Bewertung der Lösungsideen

Die technischen Lösungsvarianten, die aus der Kombination unterschiedlicher funktionsspezifischer Lösungsvorschläge entstehen, können nun in diesem Vorschlag bewertet werden. Wichtig ist, dass alle realistische Vorschläge in Erwägung gezogen werden, damit die Dokumentation der Entscheidungsfindung und Bewertung lückenlos nachvollzogen werden kann.

7 Entwicklung ganzheitlicher Vorschläge

Aus den Varianten aus dem sechsten Arbeitsschritt können nun ganzheitliche Konzepte entwickelt werden. Im Idealfall geht aus der Bewertung der Lösungsideen ein Lösungskonzept hervor, welches nun durch eine Entwurfsplanung technisch spezifiziert werden kann. Dies ist zugleich der Zeitpunkt wo in das konventionelle Leistungsphasenmodell übergeleitet werden kann.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des funktionalen Ansatzes ist, dass für eine Funktion teilweise mehrere Lösungsmöglichkeiten vorhanden sind. Sollten sich in der Entwurfsplanung oder Genehmigungsplanung Komplikationen ergeben, so sind bereits technische Lösungsideen vorhanden, die in die Planung integriert werden.

8 Präsentation der Vorschläge

Das Lösungskonzept ist nun den Bauherren und allen anderen Projektstakeholdern vorzustellen. Zu diesem Zeitpunkt ist die Planung ausgereift und technisch detaillierter als zuvor im Funktionenmodell.

Durch die Präsentation wird der Vorschlag bestätigt oder ggf. geringfügig abgewandelt.

In Abschnitt 3.1.4 (S. 32) wurde auf die Qualitätssicherung im Rahmen von Bauvorhaben eingegangen. Diese Quality Gates stellen zu einem definierten Zeitpunkt den Stand eines Projektes fest. Daher empfiehlt es sich im das dritte Quality Gate „Entwurfs- und Genehmigungsplanung“ zur erneuten Überprüfung der Berücksichtigung der Funktionen aus der funktionalen Leistungsbeschreibung zu verwenden. Hierdurch wird das Risiko gemindert, dass durch kreative technische Lösungen die funktionale Anforderung nicht mehr berücksichtigt wird. Nach dem erfolgreichen Verproben des Funktionenmodells gegen die Entwurfsplanung kann in die Phase der Realisierung übergeleitet werden.

4.2.3 Realisierung

Auf Basis der Entwurfsplanung können nun die Ausführungsunterlagen erstellt werden. Dies knüpft dann im Leistungsphasenmodell bei der Leistungsphase fünf an. Je nach Vergabestrategie kann dann auf Basis der Ausführungsplanung die Vergabe der Bauleistung durchgeführt werden, sofern dies nicht bereits getätigt worden ist.

Während der Realisierungsphase besteht die Möglichkeit, dass im Rahmen von Komplikationen oder Abweichungen auf den Abschnitt der technischen Lösungsfindung zurückgegriffen wird. Sollte sich eine Lösung als nicht praktikabel herausstellen, so kann im Rahmen des Änderungsmanagements eine bereits in gefunden Lösung in die vorhandene Planung integriert werden. Dies kann Zeit beim Umplanungsaufwand sparen und so unnötige Stillstandskosten bedingt durch Planungsänderungen reduzieren.

Im Rahmen der letzten Leistungsphase neun sollte darauf geachtet werden, dass die funktionale Beschreibung der Anlage mit in die Bauwerksdokumentation übernommen wird. Dadurch lässt zu einem späteren Zeitpunkt leicht ableiten, für welchen Zweck die Anlage konzipiert war und wo ggf. Nachbesserungen vorzunehmen sind.

5 Bewertung der Ergebnisse

5.1 Einfluss der WA auf das Magische Dreieck im Projektmanagement

Am vorgenannten Fallbeispiel wird deutlich, dass die Wertanalyse in den konventionellen Projektverlauf integrierbar ist. Wie bei jeder neu eingeführten Methode bilden sich Stärken und Schwächen ab, welche in diesem Kapitel genauer betrachtet werden sollen.

Das Magische Dreieck im Projektmanagement definiert Projekte unter den Parameter Termine, Kosten und Qualität. Nachfolgend sollen anhand dieser Oberbegriffe die Auswirkungen der Anwendung der Wertanalyse beschrieben werden.

5.1.1 Termine

Die Wertanalyse und dessen Ansatz der interdisziplinären Teamarbeit setzen am Anfang der Projektierung des Vorhabens an. Durch die frühzeitige Einbindung aller Projektstakeholder und der PlanungsexpertInnen ist es möglich die Aufgabenstellung sehr schnell und sehr detailliert darzustellen. Übertragen auf das Leistungsphasenmodell bedeutet dies, dass die Phase der Entwurfsplanung einen längeren Zeitraum einnimmt, weil erst hier die technischen Lösungen integriert werden. Die Phasen „Grundlagenermittlung“ und „Vorplanung“, wo die Wertanalyse integriert wurde, wird dagegen Zeit gewonnen, weil diese wegen des funktionenbasierten Ansatzes eine geringere technische Komplexität und wenig technischen Planungsaufwand erfordern. Der Beginn der technischen Planung ist somit später aber setzt auf einer detaillierteren und weniger konfliktbehafteten Grundlagenermittlung auf.

Im Fallbeispiel „Glücksburger Straße“ wird deutlich, dass innerhalb von zwei Jahren fünf Besprechungen erforderlich waren um die Aufgabenstellung hinsichtlich der Projektziele zu schärfen. Durch die interdisziplinäre Teamarbeit in den einzelnen Workshops können die Anforderungen zu Beginn des Projektes schneller und klarer definiert werden. Dies erzeugt früher Detailziele, die für die Planung verwendet werden können.

Durch die Beteiligung der Projektstakeholder können Planrechtsentscheidungen auch schneller abgewickelt werden, weil je nach Zusammensetzung des WA-Teams schon vor Erstellung der Unterlagen für die Genehmigungsplanung ein Konsens erzeugt werden konnte. Dies wirkt sich positiv durch ein geringeres Risiko von Umplanungen auf den Planungsverlauf aus. Zudem wird das Risiko von nicht eingeplanten, zusätzlichen Auflagen aus der Planrechtsentscheidung geschmälert.

Die Leistungsbeschreibung durch Leistungsprogramm bzw. die funktionale Leistungsbeschreibung lässt den Planungsunternehmen die Freiheit zur technischen

Lösungsfindung. Der größte Effekt tritt in diesem Zusammenhang ein, wenn die Bauleistung in einem Paket mit Entwurfs- und Ausführungsplanung vergeben wird. Der ausführende Bauleistungs-Auftragnehmer kann in die Kreativitätsphase Lösungen anbieten, die aus seiner Sicht wirtschaftlicher oder bautechnologisch besser umsetzbar sind. Durch diese bautechnologische Optimierung, die auf der Erfahrung des Bauleistungs-Auftragsnehmers basiert, lässt sich der Bauablauf entzerren bzw. das Risiko von Überschreitungen der Sperrpausen im Bahnbetrieb verringern.

5.1.2 Kosten

Im konventionellen Projektverlauf erfolgt in jeder Leitungsphase eine Aufstellung der Projektkosten. Über den Projektverlauf erhöht sich somit die Prognosequalität der Kosten.

Im WA-Ansatz können erst mit der technischen Lösungsfindung Projektkosten ermittelt werden, weil dann konkrete Lösungskonzepte vorliegen. Dies ist zum Zeitpunkt der Entwurfsplanung der Fall. Vor der Entwurfsplanung können nur grobe Kostenschätzungen auf Basis der Erfahrung der Projektbeteiligten getroffen werden. Eine valide Kostenschätzung liegt somit später vor, als im konventionellem Projektverlauf. Andererseits werden im Rahmen der Grundlagenermittlung und der Vorplanung Projektkostenaufstellungen anderer, vergleichbarer Projekte zur Hilfe genommen um eine erste Abschätzung treffen zu können. Unter Einsatz lässt dieser Vorgehensweise lassen sich auch im Rahmen des WA-Ansatzes die Projektkosten bestimmen. Der Fokus ist dabei auf die Funktionalität der Vergleichsanlage zu legen.

In Abschnitt 5.1.1 wurde bereits der positive Einfluss der frühen Beteiligung der Projektstakeholder erwähnt. Auch dies macht sich in den Kosten bemerkbar. Durch die intensive Beteiligung der Projektstakeholder sind die Kosten für Planänderungen geringer. Die technische Planung kann somit auf einer stabileren Version der Projektziele aufsetzen, die zudem noch detaillierter beschrieben sind.

Ein weiterer Kosteneffekt tritt durch die Flexibilität im Rahmen der funktionalen Leistungsbeschreibung ein. Dadurch können technische Lösungen Anwendung finden, die für den Auftragnehmer wirtschaftlicher sind, aber dennoch den Normen und Regelwerken entsprechen.

5.1.3 Qualität

Durch die Reduzierung des technischen Detaillierungsgrades in den frühen Leistungsphasen und durch die Vergabe der Planungsleistungen in Form einer funktionalen Leistungsbeschreibung liegt die Vermutung nahe, dass dadurch der Freiheitsgrad für die Planung zu hoch ist, wodurch nicht anwendbare Lösungen produziert werden.

Im Verkehrssystem Eisenbahn ist der überwiegende Teil der Eingriffe in die Infrastrukturtechnik sicherheitsrelevant, daher existiert ein sehr starrer Rahmen an anerkannten Regeln der Technik, welche sich in den Planungsregelwerken der DB AG widerspiegeln. Unter der Prämisse, dass die Umsetzung der nutzerbezogenen Funktionen in technischen Lösungen unter Berücksichtigung der anerkannten Regeln der Technik erfolgt, können somit keine Lösungen produziert werden, die nicht anwendbar sind.

Dies lässt den Schluss zu, dass gerade durch den starren normativen Rahmen der funktionenbasierte Ansatz geeignet ist um Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln.

Außerdem gewinnt die Definition der Detailziele eine bessere Qualität, weil die Funktionenzusammenstellung allgemeinverständlich ist und somit auch WA-Teammitglieder, die technisch nicht versiert sind, ihre Anforderungen verständlich an das Projekt formulieren können. Gleichzeitig verstehen die PlanungsexpertInnen, was mit dieser Anforderung gemeint ist und können diese im Rahmen ihrer Möglichkeiten umsetzen. Dies fokussiert Abstimmungsgespräche und vermeidet Fehlkommunikation.

5.2 Anwendungsbedingungen der Wertanalyse bei Eisenbahninfrastrukturprojekten

Die Fallstudie zeigt, dass der funktionenbasierte Ansatz im Rahmen der Wertanalyse durchaus Anwendung finden kann. Auch am Beispiel der Erneuerung eines Bahnüberganges konnte gut dargelegt werden, dass durch die Wertanalyse die Zusammenarbeit mit externen, nicht aus dem Bahnumfeld stammenden Projektbeteiligten besser zusammengearbeitet werden kann, weil die Zielvorstellungen so klarer definiert werden können.

Ein weiterer Effekt ist die Nachvollziehbarkeit der Lösungsentwicklung. Die Produkte der einzelnen Prozessschritte der Wertanalyse stellen die Entscheidungsfindung transparent dar und können auch im Nachgang ohne große Mühen rekapituliert werden. Im Falle dieses Bahnüberganges wäre somit der Einsatz der Wertanalyse sinnvoll gewesen.

Weil der Einsatz dieser Methode Ressourcen bindet, stellt sich die Frage der Verhältnismäßigkeit dieses Methodeneinsatzes.

Grundsätzlich ist die Anwendung der Wertanalyse im Bereich der Eisenbahninfrastrukturprojekte immer sinnvoll. Dies Ausnahme bilden Vorhaben deren technischer Planungsaufwand gering ist. Dies sind meist Vorhaben, die einen geringen Wertumfang haben oder geringe Komplexität vorweisen. Beispielsweise können hier Vorhaben zu Oberbauerneuerung genannt werden. Bei diesen Maßnahmen steht die Wiederherstellung des Soll-Zustandes im Vordergrund, wodurch sich der Planungsaufwand und die Komplexität in Grenzen hält. Weitere Beispiel wäre der eins-zu-eins Tausch von Komponenten im Rahmen von Instandhaltungsprogrammen.

Bei größeren Vorhaben, wo viele Projektstakeholder involviert sind und eine schwierige Konsensbildung zu erwarten ist, kann diese Methode helfen den Projektverlauf und die Definition des Projektzieles zu beschleunigen.

5.3 Potentiale der Wertanalyse im Projektumfeld

Die Abbildung 18 (S. 65) zeigt die ersten vier Ebenen des o.g. Funktionenbaumes aus Abbildung 17 (S. 52).

Deutlich wird, dass die ersten vier Ebenen dieses Funktionenbaumes noch keinen örtlichen Bezug zu der Anlage haben. Dieser wird erst in der fünften Ebene konkret dargestellt. Maßgeblich hierfür ist die Art der Beschreibung der Funktion, die dem örtlichen Bezug (z.B. zur Gillmannstraße) übergeordnet ist.

Dies eröffnet die Möglichkeit der Standardisierung. Durch die Standardisierung dieser Funktionenbäume können je Anwendungsfall Funktionenbäume definiert werden, welche die Projektleitung bei der Lösungsentwicklung unterstützen.

Im Beispiel der Abbildung 18 würde dieser Funktionenbaum für den Anwendungsfall der kompletten Erneuerung eines Bahnüberganges passend sein. Die Spezifika hinsichtlich der Geschwindigkeit von Eisenbahn- und Straßenverkehr sowie der verwendeten Bü-Technik müssen auf die Örtlichkeit angepasst werden.

Standardisierte Funktionenbäume wirken sich positive auf die Phase der Funktionsanalyse aus, weil dadurch gezielt Sachverhalte dem Projektteam auffallen, die ggf. keine Berücksichtigung finden. Am Fallbeispiel des Bü „Glücksburger Straße“ ist in der fünften Besprechung aufgefallen, dass das Wohnhaus „Große Straße 121“ nicht angebunden werden kann durch die Planung. Diesem hätte durch einen Standardfunktionenbaum entgegen gewirkt werden können. Außerdem kann diese Phase verkürzt werden, weil die Funktionen nicht erst ermittelt werden müssen.

Außerdem lassen sich die Projektkosten besser abbilden. Durch die Ermittlung der Funktionskosten im Rahmen der technischen Lösungsfindung werden jeder Funktion Kosten zugeordnet. Bei wiederkehrenden Projekten finden diese Funktionen ebenfalls Anwendung wodurch zum einen die Funktionskosten über alle Projekte vergleichbarer werden und zum anderen die Funktionskosten bereits bei der Funktionsanalyse zur Kostenschätzung herangezogen werden können.

Um die standardisierten Funktionenbäume und im weiteren Sinne ggf. auch standardisierte funktionale Leistungsbeschreibung, die aus den Funktionenbäumen resultieren, umzusetzen ist es erforderlich, dass in der Organisation die Wertanalyse stärker verankert wird. Eine

Möglichkeit ist hier die Anwendung der Value Management Rahmenstruktur aus DIN EN 12973:2000.

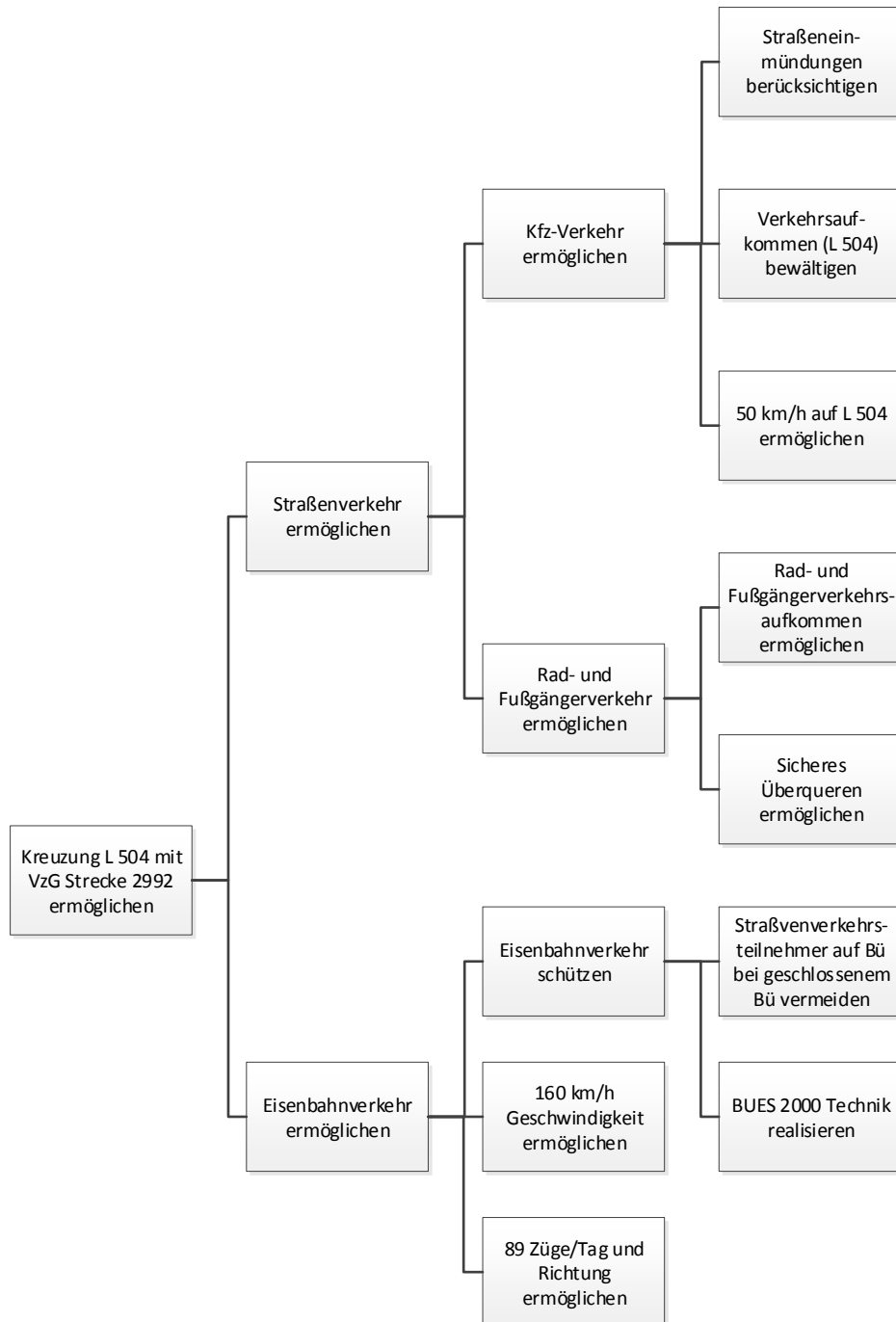


Abbildung 18: Standardfunktionenbaum für Bahnübergänge¹⁰⁷

¹⁰⁷ Quelle: Eigene Darstellung.

6 Conclusio und Ausblick

Die umfangreichen Bauaktivitäten im Bestandsnetz der DB Netz AG schließt die Beteiligung verschiedener Projektstakeholder ein, deren Interessen in Form von Bedürfnissen im Projekt weitestmöglich berücksichtigt werden sollten. Insbesondere Zuwendungsgeber wie der Bund, die Länder und die Kommunen sind daran interessiert, dass die finanziellen Mittel durch die DB Netz AG gut investiert werden.

Das Value Management als Managementstil und die Wertanalyse als Methode greifen diese Thematik durch das wert- und funktionenbasierte Denken auf. Dazu ist das Bewusstsein erforderlich, dass Wert nicht allein durch die Herstellungskosten definiert sind, sondern vielmehr das Verhältnis der berücksichtigten Interessen der Stakeholder zu den eingesetzten Ressourcen ist. Eingesetzt wird diese Methode im Bereich der Wertoptimierung und Entwicklung von Prozessen, Dienstleistungen und Produkten. Im Zuge dieser Arbeit wurde daher überprüft, ob die Wertanalyse im Bauprojektmanagement anwendbar ist um Bauvorhaben nachhaltig im Wert zu steigern.

Als Fallbeispiel wurde die Erneuerung eines Bahnüberganges herangezogen. Bei der Planung tritt der Straßenbaulastträger als Projektbeteiligter auf. Aus der Fallstudie wird ersichtlich, dass der Abstimmungsprozess über die Vor- und Entwurfsplanung zwei Jahre gedauert hat und während dieses Prozesses einige Umplanungen erforderlich waren, weil die Projektbeteiligten zusätzliche Projektziele formulierten.

Im Rahmen von gemeinsamen Workshops und Teamarbeitsphasen hätte schneller ein Konsens über die zu realisierenden Funktionen herbeigeführt werden können als im konventionellem Projektverlauf. Dies liegt zu einen am strukturierten Ablauf der Wertanalyse zum anderen am funktionenbasierten Ansatz. Durch die Formulierung der Ansprüche in Funktionen sind diese im Rahmen der Projekt Zusammenarbeit leichter verständlich, weil technische Lösungen zunächst nebensächlich sind.

Die anschließende gemeinsam mit allen Projektstakeholdern vorgenommene Funktionenbewertung stellt den Konsens über die Wichtigkeit der Funktionen her. Das Resultat daraus ist eine Funktionenzusammenstellung, welche als funktionale Leistungsbeschreibung an den Auftragnehmer für die Entwurfs- und/oder Ausführungsplanung weitergegeben werden kann.

Die funktionale Leistungsbeschreibung eröffnet dem Auftragnehmer mehr Flexibilität bei der Hinterlegung der Funktionen mit technischen Lösungen. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Planungsleistungen für Entwurfs- und Ausführungsplanung zusammen mit der Bauleistung im Paket vergeben wird, kann der spätere Auftragnehmer die Flexibilität nutzen um für ihn passende technische Lösungen zu finden. Dies technischen Lösungen können dann

beeinflusst sein durch die Ressourcen, Bautechnologien oder Einkaufsstrategien. Diese Flexibilität des Auftragnehmers wirkt sich schließlich positiv auf Termine, Qualität und Kosten aus.

Kritisch betrachtet werden kann beim Einsatz der Wertanalyse die recht lange Phase der Festlegung der Projektziele und die geringe Kostentransparenz in der Anfangsphase (Leistungsphase eins und zwei). Durch die Verankerung des Value Managements in der Organisation bietet sich die Möglichkeit wiederkehrende Bauvorhaben im Bereich der DB Netz AG zu kategorisieren und unter Anwendungsfällen zusammenzufassen. Diese Anwendungsfälle können mit standardisierten Funktionenbäumen und funktionalen Leistungsbeschreibungen hinterlegt werden. Dies hat den Vorteil, dass wichtige Parameter in der Projektrealisierung automatisch mitbetrachtet werden und dass sich die Projektkosten über die Funktionskosten darstellen lassen. Über die Funktionskosten lässt sich dann auch in der Leistungsphase eins und zwei eine Kostenschätzung erstellen. Die Phase der Funktionsanalyse kann durch die standardisierten Funktionenbäume ebenfalls zeitlich gekürzt werden.

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass die Wertanalyse durchaus für den Einsatz bei Bauprojekten praktikabel ist. Die theoretische Fallstudie hat erste Erkenntnisse geliefert und die Anwendbarkeit nachgewiesen. Um die geschilderten Effekte der Wertanalyse bemerkbar zu machen ist aber eine breiter angelegte Studie über mehrere sich ähnelnder Projekte empfehlenswert.

Literaturverzeichnis

Gedruckte Quellen

- Akiyama, K. (1994). *Funktionenanalyse - Der Schlüssel zu erfolgreichen Produkten und Dienstleistungen*. (F. Gierse, Hrsg.) Landsberg/Lech: Verlag Moderne Industrie.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (11. 6. 2014). *Verkehrsverflechtungsprognose 2030 - Zusammenfassung der Ergebnisse*. (B. f. Infrastruktur, Hrsg.) Abgerufen am 18. 8. 2018 von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/verkehrsverflechtungsprognose-2030-zusammenfassung-los-3.pdf?__blob=publicationFile
- DB Netz AG - Interoperabilität und Projektrealisierung. (02. 04. 2018). Richtlinie 809.0201. *Grundlagenermittlung, Vor- Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung*. (E. Pless, Redakteur) Frankfurt (Main).
- DB Netz AG - Produktionsdurchführung Osnabrück. (12. 10. 2016). Betriebliche Aufgabenstellung (Bü). *Technische Erneuerung BÜ Ibbenbüren km 160,115*. (A. Eichler, Redakteur)
- DB Netz AG - Regionales Projektmanagement RB Nord. (17. 05. 2017). Besprechung zu Vorplanung Erneuerung BÜ Glücksburger Straße; Strecke 2992, km 160,115. *Protokoll*. (J. Waschkes, Redakteur) Ibbenbüren.
- DB Netz AG. (2017). *Geschäftsbericht 2017*. Frankfurt am Main: Deutsche Bahn AG. Abgerufen am 31. 10. 2018 von https://www1.deutschebahn.com/resource/blob/1642022/48f3484219bb6e3bece49bbf16210dff/2017_gb_dbnetz_de-data.pdf
- Deutschen Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen (DVA). (2016). Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil A. Abgerufen am 07. 10. 2018 von <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/themen/bauen/vob-teil-a.html>
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2000). DIN EN 12973:2000. *Value Management*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2014). DIN EN 1325:2014. *Value Management - Wörterbuch*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Eisenbahn-Bundesamt. (03. 2017). Richtlinien über den Erlass von Planrechtsentscheidungen für Betriebsanlagen der Eisenbahnen des Bundes nach § 18 AEG sowie der Magnetschwebbahnen nach § 1 MBPBG. (Eisenbahn-Bundesamt, Referat 51, Hrsg.) Bonn. Abgerufen am 11. 10. 2018 von https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/PF/Planfeststellung/51_pf_richtlinien.pdf?__blob=publicationFile&v=5
- Hoffmann, H. J. (1993). *Wertanalyse - Die Antwort auf Kaizen*. München: Wirtschaftsverlag Langen Müller / Herbig.

- Honorarordnung für Architekten und Ingenieure vom 10. Juli 2013 (BGBl. I S. 2276). (10. 07. 2013). juris GmbH. Abgerufen am 07. 10 2018 von https://www.gesetze-im-internet.de/hoai_2013/
- Spang, K. (. (2016). *Projektmanagement von Verkehrsinfrastrukturprojekten*. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Stadtverwaltung Ibbenbüren - Baudezernat. (04. 10. 2016). Bahnübergang Glücksburger Straße (L 504). *Vermerk* . (Borgmann, Redakteur) Ibbenbüren.
- Stadtverwaltung Ibbenbüren - Baudezernat. (26. 01. 2018). Protokoll über die Besprechung zum Sachstand und der weiteren Vorgehensweise Bahnübergang Glücksburger Straße. (Wesselmann, Redakteur) Ibbenbüren.
- Straßen.NRW. (04. 2018). Abstimmungsgespräch Erneuerung Bahnübergang (BÜ) L 504 "Glücksburger Straße in Ibbenbüren, Strecke 2992, km 160,115. *Vermerk*. (Bendieck, Redakteur) Gelsenkirchen.
- Straßen.NRW. (07. 2018). Abstimmungsgespräch Erneuerung Bahnübergang (BÜ) L 504 „Glücksburger Straße“ in Ibbenbüren, Strecke 2992, km 160,115. *Protokoll*. (Bendieck, Redakteur) Gelsenkirchen.
- Verband Deutscher Ingenieure e.V. (2011). *Wertanalyse - das Tool im Value Management* (6. Ausg.). (V.-G. P.-u. Prozessgestaltung, Hrsg.) Heidelberg: Springer.

Internetquellen

- DB Netz AG. (2017). *Der Vorstand der DB Netz AG*. Abgerufen am 31. 10. 2018 von https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/unternehmen/db_netz_ag/unternehmen-1368640
- DB Netz AG. (5. 2018). *DB Netz AG - Wir über uns*. Abgerufen am 31. 10. 2018 von https://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/unternehmen/db_netz_ag/wirueberuns-1368710
- Eisenbahn-Bundesamt. (2018). *Thema Infrastruktur - Planfeststellung*. Abgerufen am 31. 10. 2018 von https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Planfeststellung/planfeststellung_node.html;jsessionid=9D9C9D9E70620963E0130ECFEB0E2750.live11291
- FOSSGIS e.V. (31. 10. 2018). *OpenStreetMap - Deutschland (Straßenkarten online)*. Abgerufen am 31. 10. 2018 von <https://www.openstreetmap.de/karte.html#?%23%3F=&zoom=18&lat=52.28597&lon=7.70325&layers=B000TT>
- Matheisen, A. (31. 10 2018). *OpenRailwayMap.org (Eisenbahnkarten online)*. Abgerufen am 31. 10. 2018 von <https://www.openrailwaymap.org/?lang=null&lat=52.28538239734524&lon=7.707424163818359&zoom=12&style=standard>

wikipedia.org. (31. 10. 2018). *Wikipedia Artikel "Projektmanagement - Stakeholdererwartungen"*. Abgerufen am 19. 8. 2018 von <https://de.wikipedia.org/wiki/Projektmanagement#Stakeholdererwartungen>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stakeholdererwartungen im Magischen Dreieck	2
Abbildung 2: Methodenpool des Value Managements	9
Abbildung 3 Haupt- und Nebenfunktionen	11
Abbildung 4 Abnehmer- und herstellerorientierte Funktionen	13
Abbildung 5 Funktionenbaum am Beispiel einer Taschenlampe	14
Abbildung 6: Einflussfaktoren bei der Produktentwicklung in der Wertanalyse	21
Abbildung 7 Morphologische Matrix einer Taschenlampe (nicht vollständig)	22
Abbildung 8 Konzernstruktur der DB Netz AG	25
Abbildung 9 Leistungsphasen-Modell nach §§47 und 48 HOAI	28
Abbildung 10 Quality Gates bei der Qualitätssicherung im Bauprojektmanagement	33
Abbildung 11: Leistungsphasen-Modell mit den wichtigsten Ausgangsdokumenten	35
Abbildung 12: Gegenüberstellung von WA-Arbeitsplan und Leistungsphasen nach HOAI	37
Abbildung 13: Lage im Netz des Bahnübergang km 160,115 "Glücksburger Straße"	41
Abbildung 14: Bahnübergang „Glücksburger Straße“ mit Einbahnstraße „Gillmannstraße“ ..	41
Abbildung 15: Bahnübergang "Glücksburger Straße", Blickrichtung Norden	42
Abbildung 16: Bahnübergang „Glücksburger Straße“ mit Blick in Richtung Gillmannstraße ..	42
Abbildung 17: Funktionenbaum Erneuerung Bahnübergang "Glücksburger Straße"	52
Abbildung 18: Standardfunktionenbaum für Bahnübergänge	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berechnung der Kostenanteile der Funktionen	16
Tabelle 2: Darstellung des WA-Arbeitsplanes und die Zuständigkeiten in der Organisation .	18
Tabelle 3: Morphologische Matrix für die Lösungsvarianten des Bü „Glücksburger Straße“ (Bedürfnis-befriedigung)	56
Tabelle 4: Morphologische Matrix für die Lösungsvarianten des Bü „Glücksburger Straße“ (Kostendarstellung)	57

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
AP	Ausführungsplanung
Ast	Aufgabenstellung
BAst	Betriebliche Aufgabenstellung
Bü	Bahnübergang
DB AG	Deutsche Bahn AG
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EP	Entwurfsplanung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
Lph	Leistungsphasen
LuFV	Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung
MBPlG	Magnetschwebebahnplanungsgesetz
PD	Produktionsdurchführung
RB	Regionalbereich
TÖB	Träger öffentlicher Belange
VAst	Verkehrliche Aufgabenstellung
VE	Value Engineering
VM	Value Management
VOB/A	Teil A der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VP	Vorplanung
VV Bau	Verwaltungsvorschrift über die Bauaufsicht im Ingenieurbau, Oberbau und Hochbau
VV Bau-STE	Verwaltungsvorschrift für die Bauaufsicht über Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen
VzG	Verzeichnis der zulässigen Geschwindigkeiten
WA	Wertanalyse