

**Universität Leipzig
Fakultät für Mathematik und Informatik
Institut für Informatik**

Phasenbezogene Klassifikation von Dienstleistungen im Bereich
erneuerbare Energien in den Sparten Windenergie, Biomasse und
Solarenergie

Masterarbeit

Leipzig, 12/2013

vorgelegt von:
Sonnenberg, Michael
(Mat.-Nr. 2061435)
Studiengang Master Informatik

Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Math. Klaus-Peter Fähnrich
Universität Leipzig, Professur Betriebliche Informationssysteme

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Motivation und Zielsetzung	2
1.2.	Methodischer Ansatz	4
1.3.	Aufbau.....	6
2.	Wissenschaftliche Einordnung und Kontext.....	7
2.1.	Service Engineering und Dienstleistungen	7
2.2.	Modellierungsmethode	8
2.3.	Klassifikation	13
2.4.	Lebenszyklus von EE-Anlagen	15
2.5.	Erneuerbare Energien.....	16
2.5.1.	Begriffsdefinition	16
2.5.2.	Erneuerbare Energiequellen.....	18
2.5.3.	Bedeutung von Dienstleistungen in der Branche	23
2.6.	Klassifikationsansätze für EE-Dienstleistungen	27
2.6.1.	Einordnung in die Umweltwirtschaft.....	27
2.6.2.	Klassifikation nach Arten	28
2.6.3.	Klassifikation nach Merkmalen	30
2.6.4.	Klassifikation auf Basis einer Branchenanalyse	31
2.6.5.	Zusammenfassung	33
3.	Klassifikationsschema für EE-Dienstleistungen	34
3.1.	Klassen der Phasen der Vorbereitung und Planung	34
3.2.	Klassen der Phase der Errichtung	36
3.3.	Klassen der Phase der Nutzung	40
3.3.1.	Betriebsführung	40
3.3.2.	Instandhaltung.....	46
3.4.	Klassen der Phase der Rückabwicklung.....	52
3.5.	Phasenübergreifende Klassen.....	54
4.	Methode für die Zuordnung von Portfolios.....	55
4.1.	Problemstellung.....	55
4.2.	Beschreibung der Methode	55
4.2.1.	Schritt 1: Modellierung eines Standardportfolios	56
4.2.2.	Schritt 2: Modellierung individueller Anbieterportfolios	57
4.2.3.	Schritt 3: Zuordnung der Portfolios	58

4.2.4.	Zusammenfassung	61
4.3.	Anwendung der Methode.....	62
4.3.1.	Ausführung von Schritt 1: Modellierung der technischen Betriebsführung als Standardportfolio	62
4.3.2.	Ausführung von Schritt 2: Modellierung des Anbieterportfolios	63
4.3.3.	Ausführung von Schritt 3: Zuordnung der Portfolios.....	65
5.	Zusammenfassung und Ausblick.....	67
	Literaturverzeichnis	70
	Anlagenverzeichnis	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Praktischer Nutzen und Zielsetzung des Ansatzes der Ausarbeitung	4
Abbildung 2: Sichten der Modellierungsmethode.....	9
Abbildung 3: Hierarchisch gegliederte Dienstleistung in Form eines Graphen.....	11
Abbildung 4: Darstellung der Prozesssicht	12
Abbildung 5: Baumdarstellung partitive relation am Beispiel einer Windenergieanlage	14
Abbildung 6: Lebenszyklus von EE-Anlagen.....	15
Abbildung 7: Dienstleistungen entlang des Lebenszyklus verfahrenstechnischer Anlagen.....	16
Abbildung 8: Struktur der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien.....	19
Abbildung 9: Transformation der erneuerbaren Energien.....	22
Abbildung 10: Geschäftsfelder von Anbietern im Bereich erneuerbare Energien	24
Abbildung 11: Dienstleistungsangebot von Anbietern im Bereich erneuerbare Energien	25
Abbildung 12: Umsätze für Anlagenbetrieb im Bereich erneuerbare Energien 2012.....	26
Abbildung 13: Dienstleistungsarten	29
Abbildung 14: Ansatz zur Typologisierung von EE-Dienstleistungen	31
Abbildung 15: Einordnung von EE-Dienstleistungen	33
Abbildung 16: Gesetze und Regelwerke mit Relevanz für die Genehmigung von WEA.....	35
Abbildung 17: Einordnung der Inbetriebnahme im Anlagenlebenszyklus	39
Abbildung 18: Kernaufgabengebiete der Instandhaltung im vereinfachten Lebenszyklus.....	49
Abbildung 19: Repowering im Lebenszyklus von EE-Anlagen.....	54
Abbildung 20: Dienstleistungsmodell Instandhaltung im Service Modeller.....	56
Abbildung 21: Modellierung eines standardisierten Portfolios der Branche	57
Abbildung 22: Modellierung eines individuellen Anbieterportfolios	58
Abbildung 23: Mapping des Anbieterportfolios auf das Standardportfolio	58
Abbildung 24: Zuordnungsart Eins-zu-Eins Zuordnung	59
Abbildung 25: Zuordnungsart Zusammenfassung.....	60
Abbildung 26: Zuordnungsart Erweiterung	60
Abbildung 27: Zuordnungsart Aufteilung	61
Abbildung 28: Ablauf der Methode	62
Abbildung 29: Modellierung des Standardportfolios	63
Abbildung 30: Dienstleistungsangebot technisches Management	64
Abbildung 31: Modellierung des Anbieterportfolios.....	64
Abbildung 32: Mapping des Anbieterportfolios auf das Standardportfolio	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Probleme bei der Präsentation von Portfolios.....	3
Tabelle 2: Beispiele für Dienstleistungsattribute.....	10
Tabelle 3: Ansätze zur Klassifikation von Dienstleistungen und Sachgütern	13
Tabelle 4: Energieinhalt von Energieträgern	17
Tabelle 5: Internationale Gruppierung für Güter und Dienstleistungen der Umweltwirtschaft...	28
Tabelle 6: Ableitung von Dienstleistungsarten aus der Regenerativen Energiewirtschaft	29
Tabelle 7: Bedeutung der Dienstleistungsarten	30
Tabelle 8: Ausprägungen zur Typisierung von EE-Dienstleistungen.....	30
Tabelle 9: Dienstleistungsarten	31
Tabelle 10: Kategorisierung der EE-Dienstleistungen nach EXPEED.....	32
Tabelle 11: Dienstleistungen für die Errichtung einer WEA nach.....	38
Tabelle 12: Personalbedarf für technische Betriebsführung in Mannjahren	44
Tabelle 13: Beispielhafte Attribute für die Komponente Störungsbehebung	65
Tabelle 14: Zuordnung des Anbieterportfolios.....	65

Abkürzungsverzeichnis

CMS	Condition Monitoring System
CPV	Common Procurement Vocabulary
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EE	Erneuerbare Energien
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ETIM	ElektroTechnisches InformationsModell
EU	Europäische Union
GW	Gigawatt
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
kV	Kilovolt
MW	Megawatt
Mrd.	Milliarde
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
TWh	Tera Wattstunden
UNSPSC®	United Nations Standard Products and Services Code®
WEA	Windenergieanlage

1. Einleitung

In den letzten Jahren entwickelte sich Umweltschutz und die damit verbundene Umweltwirtschaft in Deutschland zu einem wesentlichen Wirtschaftsfaktor. Die Unternehmen dieses Sektors stellen verschiedene Güter und Dienstleistungen bereit. Im Jahr 2008 erzielte die Produktion von Umweltschutzgütern ein Volumen von knapp 76 Milliarden (Mrd.) Euro. Vor allem die erneuerbaren Energien tragen zum steten Wachstum bei. Deutschland hatte 2009 mit 15,4 Prozent¹ den weltweit höchsten Anteil am Welthandel von Umweltschutzgütern (1 S. 9). Einen wichtigen Bereich bilden hierin die erneuerbaren Energien (EE), die seit Jahren eine stetig steigende Bedeutung für die deutsche Wirtschaft erlangen (2 S. 67). Als im Jahr 2009 die Wirtschaftskrise weltweit viele Branchen negativ beeinflusste, stieg die Produktion von Gütern im Bereich erneuerbare Energien weiter an. Neben ihrer wirtschaftlichen Relevanz gewinnen erneuerbare Energien vor dem Hintergrund sich kontinuierlich verknappender fossiler Rohstoffe zur Gewinnung von Strom, Wärme und Kraftstoffen zunehmend an Bedeutung für die Deckung des Energiebedarfs. Weltweite Bemühungen, wie die Verhandlungen eines Folgeabkommens für das in 2012 ausgelaufene Kyoto-Protokoll, zielen zudem auf die Verringerung der Belastung der Erde durch Treibhausgasemissionen aus der Energiegewinnung und stärken somit die Auseinandersetzung mit den erneuerbaren Energiequellen. Aktuelle Diskussionen bei Verbrauchern, Energieversorgern und in der Politik forcieren diese Themen zunehmend. Diese Entwicklung zeigt sich in dem überdurchschnittlichen Wachstum des Anteils von erneuerbaren Energien an der Energiegewinnung. In 2012 betrug der Anteil am Bruttoendenergieverbrauch (Strom, Kraftstoffe, Wärme) in Deutschland ca. 12,6 Prozent, der Anteil am Bruttostromverbrauch 22,9 Prozent (3). Zudem zeigen Prognosen für die nächsten Jahre eine weiter ansteigende Bedeutung. So zielt die Bundesregierung, stand heute, auf eine Erhöhung des Energieanteils aus erneuerbaren Energien auf 35 Prozent des Stromverbrauchs in Deutschland bis 2020 (4) und des Bruttoendenergieverbrauchs auf 60 Prozent bis 2050 (5). Der Anteil am Bruttoendenergieverbrauch in der Europäischen Union (EU) soll sich bis zum Jahr 2050 auf 20 Prozent steigern (5 S. 53).

Sowohl für die Industriestaaten als auch für die so genannten Entwicklungsländer ergeben sich in Folge von steigenden Rohstoff- und Materialpreisen und durch Umweltschäden vermehrt volkswirtschaftliche Problemstellungen (2 S. 17). Entsprechend wächst das weltweite Interesse an bestehenden EE-Technologien, Know-how sowie an konkreten Errichtungsprojekten. Der Fortschritt der erneuerbaren Energien bedingt eine Dezentralisierung der Energieversorgung. Zentrale Großkraftwerke werden durch kleinere Erzeugungseinheiten, wie Windkraftanlagen oder Biomasseanlagen, in der Fläche ersetzt. Aus dieser Entwicklung entstehen Anforderungen an den Betrieb von EE-Anlagen, die Infrastruktur sowie die damit verbundenen Dienstleistungen.

EE-Dienstleistungen werden gekoppelt an EE-Technologien beziehungsweise EE-Anlagen erbracht und haben einen hohen Anteil an einer effizienten Wertschöpfung. Der Ausbau der erneuerbaren Energien und damit auch das Wachstum der Dienstleistungsangebote stellen für Deutschland einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor dar. Für das Jahr 2012 ist von einem Gesamtumsatz für EE-Dienstleistungen von ca. 10 Mrd. Euro auszugehen². Neben den Märkten

¹ Die USA hatte einen Anteil von 13,6 Prozent und China von 11,8 Prozent.

² vgl. Abschnitt 2.5.3

für EE-Technologien und Energie sind entsprechend auch die Dienstleistungsmärkte von wirtschaftlicher Relevanz. Ein Hauptteil der Unternehmen in der Branche versteht sich als Anbieter von Dienstleistungen, die folglich einen großen Anteil der Angebote ausmachen. Hierzu zählen unter anderem Beratungstätigkeiten, Planung oder Instandhaltung und Betriebsführung der EE-Anlagen (6). Die Branche wird aufgrund einer stetig wachsenden Anzahl ausländischer Konkurrenzunternehmen mit einem zunehmenden Wettbewerbsdruck konfrontiert. Demgegenüber steht ein hohes Potenzial für deutsche Exporte von hochentwickelter EE-Technologie und umfassendem Spezialwissen³ in stetig wachsende Auslandsmärkte (7 S. 14). Bei vergleichsweise geringen Neuinvestitionen in Deutschland können Wettbewerbsvorteile vorwiegend durch innovative Produkte und Dienstleistungen gesichert werden.

Trotz der enormen Relevanz von EE-Dienstleistungen für inländische und ausländische Märkte, fokussieren die Betrachtungen in der wissenschaftlichen, öffentlichen und politischen Auseinandersetzung mit dieser Thematik derzeit vorrangig die Verfahren der Energiegewinnung, die EE-Technologien sowie Fragestellungen des Ausbaus (6 S. 15). Darüber hinaus ist es jedoch wichtig, den Fokus auf eine hohe technische Effizienz bei der Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien um die Sicht der technologiebegleitenden Dienstleistungen zu erweitern. Eine Auseinandersetzung mit der Thematik kann aus ökonomischer und ökologischer Sicht von Bedeutung sein. Bisher wurden jedoch vergleichsweise wenige wissenschaftliche Publikationen zum Thema *Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien* veröffentlicht (2 S. 67). Die umfangreichen Ansätze zur strukturierten Entwicklung und Erbringung von Dienstleistungen, wie sie das Service Engineering zur Verfügung stellt, kommen in der Branche nur marginal zur Anwendung. Zielsetzung der vorliegenden Ausarbeitung ist es, eine methodische Verfahrensweise bei der Entwicklung und Erbringung von EE-Dienstleistungen zu unterstützen und mit dem erarbeiteten Klassifikationsschema hierfür eine fundierte Datenbasis bereitzustellen.

1.1. Motivation und Zielsetzung

Literatur- und Praxisrecherchen zeigen, dass im Bereich erneuerbare Energien bisher keine umfängliche und allgemein anerkannte Klassifikation für Dienstleistungen existiert. Eine Thematisierung von EE-Dienstleistungen fehlt in einschlägigen **Literaturquellen** zum Themengebiet *erneuerbare Energien* gänzlich. Auf EE-Dienstleistungen wird, wenn dann nur im Kontext von Umweltdienstleistungen, marginal eingegangen. Literaturquellen, die Ansätze zur Klassifikation von EE-Dienstleistungen thematisieren, sind bis dato nur wenige vorliegend und bilden jeweils nur Teilbereiche ab.

Der Markt für erneuerbare Energien konnte in den letzten Jahren ein schnelles Wachstum verzeichnen. Eine Untersuchung⁴ in der Domäne belegt indes die fehlende Durchdringung der Branche mit **Methoden** zur strukturierten Entwicklung, Erbringung und Vermarktung von Dienstleistungen. Dies führt unter anderem dazu, dass in der Branche ein heterogenes Verständnis über die **Zusammensetzung** von EE-Dienstleistungen herrscht und die Präsentation der Portfolios von Anbieter zu Anbieter erheblich divergiert. Die Präsentation erfolgt in unterschiedlichem Detaillierungsgrad, meist nur in stichpunktartigen oder gänzlich unstrukturierten Auflistungen. Spezifika in den unterschiedlichen Sparten tragen des Weiteren zur fehlenden

³ Das Spezialwissen wird insbesondere durch Dienstleistungen repräsentiert.

⁴ Die Analyse umfasste die Verteilung und Auswertung von Fragebögen sowie Interviews mit Anbietern von EE-Dienstleistungen (19).

Vereinheitlichung bei. In Tabelle 1 werden die am häufigsten auftretenden Probleme in Kategorien eingeteilt.

Kategorie	Problem
Terminologie zur Benennung von Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Unterschiedliche Benennung der gleichen Dienstleistung zwischen Anbietern ➤ Fachlich falsche/ungünstige Benennung von Dienstleistungen ➤ Ungenaue Benennung der Dienstleistungen
Strukturierung der Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uneinheitliche Strukturierung der Dienstleistungen zwischen Anbietern ➤ Keine logische Strukturierung vorhanden ➤ Fachlich falsche/ungünstige Unterteilung der Dienstleistungsbestandteile
Form der Angebotspräsentation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Unterschiedliche Präsentationsformen zwischen Anbietern ➤ Unterschiedlicher Detaillierungsgrad zwischen Anbietern ➤ Unstrukturierte/ungenau Beschreibung der Dienstleistungen

Tabelle 1: Probleme bei der Präsentation von Portfolios

In der aktuellen Informations- und Dienstleistungsgesellschaft und im Besonderen im Bereich erneuerbare Energien, bietet eine methodische Verfahrensweise im Umgang mit Dienstleistungen erhebliche Potenziale. Im Zuge der Industrialisierung des Dienstleistungssektors (8 S. 21ff.) können Mehrwerte für Anbieter und Kunden im Bereich der Innovationskraft, Kundenorientierung, Wirtschaftlichkeit oder in einer möglichen Qualitätssteigerung bei der Erbringung entstehen (9).

Die vorliegende Ausarbeitung⁵ versucht ein möglichst umfassendes Klassifikationsschema⁶ für Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien bereitzustellen. Es kann in verschiedenen Bereichen zur Ausnutzung der Potenziale und zur strukturierten Entwicklung und Vermarktung von Dienstleistungsangeboten beitragen⁷. Die Klassifikation vereinfacht die Komponentisierung⁸ von EE-Dienstleistungen durch die Darstellung ihrer Zusammensetzung.

Durch Komponentisierung ist die Effizienz von Dienstleistungen steigerbar, da diese nicht mehr als monolithische Blöcke betrachtet werden (10). Dienstleistungen werden mit dem Ziel aufgegliedert, einzelne Komponenten separat zu planen, zu entwickeln und zu optimieren. Entsprechend wird die flexiblere Gestaltung von Dienstleistungsangeboten und deren Zusammensetzung zu Produktangeboten (Präsentation) und auch die kundenindividuelle Bildung von Varianten unterstützt. Den beschriebenen Problemen aus Tabelle 1 kann somit begegnet werden.

Aus Sicht der Dienstleistungsmärkte kann das Klassifikationsschema zu einer Erhöhung der Markttransparenz beitragen, indem Dienstleistungsangebote vergleichbar gemacht werden und somit der Auswahlprozess der Kunden unterstützt wird. Dies setzt voraus, dass das Klassifikationsschema, wie in Abschnitt 2.2 und 4.2 beschrieben, in die **Anwendung** einer Methodik integriert wird. Die folgende Abbildung 1 fasst den möglichen Nutzen der Anwendung aus Sicht von Kunden und Anbietern zusammen. Bei den Anbietern wird zwischen internem

⁵ Die Nennung des Begriffes *Ausarbeitung* bezieht sich im folgenden Text immer auf die vorliegende Masterarbeit.

⁶ Die Nennung des Begriffes *Klassifikationsschema* bezieht sich im folgenden Text immer auf das in dieser Ausarbeitung erarbeitete Klassifikationsschema (auch *Klassifikation*).

⁷ In Abschnitt 2.2 werden die möglichen Mehrwerte im Kontext der Modellierungsmethode dargestellt.

⁸ Komponentisierung bedeutet in diesem Kontext die Zerlegung monolithischer Dienstleistungen in ihre Leistungsbestandteile (20).

(interne Verwendung bei einem Anbieter) und externem (Kontakt mit Kunden) Nutzen unterschieden.

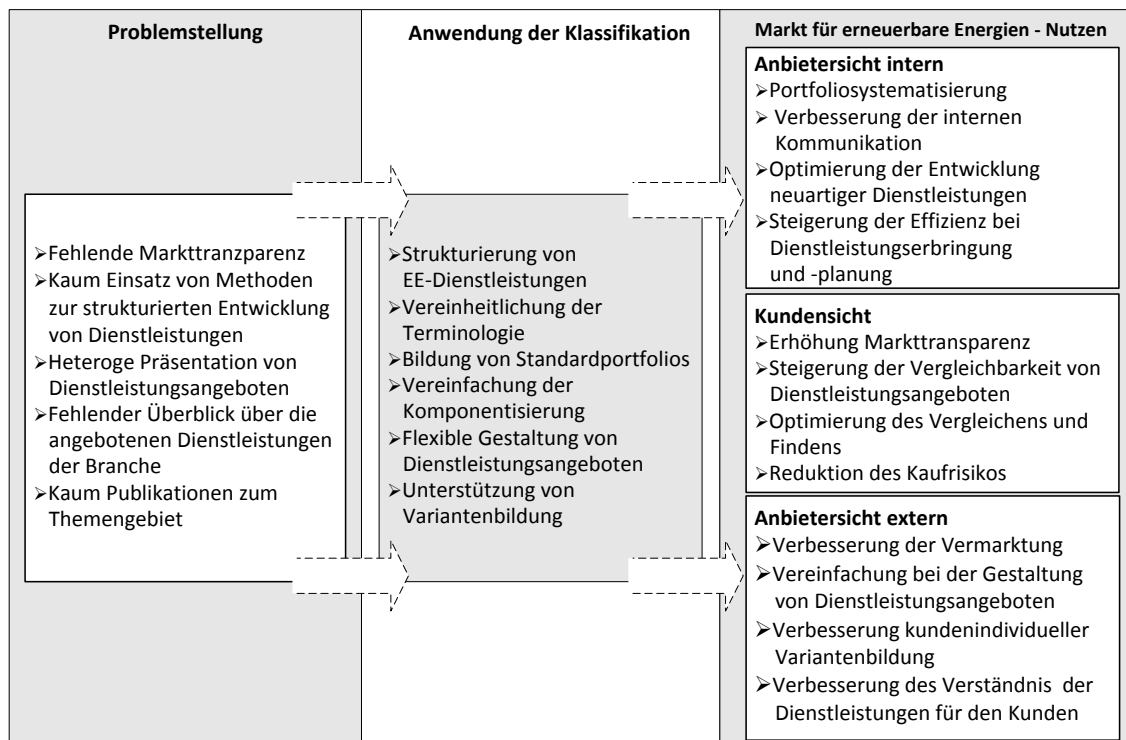


Abbildung 1: Praktischer Nutzen und Zielsetzung des Ansatzes der Ausarbeitung

Die Erarbeitung des Klassifikationsschemas hat neben dem genannten Nutzen eine konkrete praktisch motivierte Zielsetzung, abgeleitet aus dem **Forschungsprojekt** EUMONIS (11).

Das Klassifikationsschema soll in diesem Rahmen als Vorlage zur Strukturierung von Dienstleistungen, die über eine Plattform angeboten werden, dienen.

In der wissenschaftlichen Literatur sind bisher nur wenige Publikationen zum Thema EE-Dienstleistungen verfügbar. Durch die Ausarbeitung werden die **wissenschaftliche** Auseinandersetzung mit dem Thema EE-Dienstleistungen forciert und die Grundlagenarbeit im Forschungsgebiet ausgebaut. Die Ausarbeitung rückt die Thematik somit mehr in den öffentlichen Fokus, nicht zuletzt weil Teilergebnisse in die aktuelle Normungsarbeit am Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) einfließen⁹. Durch die Ausarbeitung wird entsprechend versucht, sowohl wissenschaftlich als auch praktisch, zur innovativen Entwicklung im Bereich EE-Dienstleistungen beizutragen.

1.2. Methodischer Ansatz

Basierend auf einer Literaturrecherche und Auswertung von Dienstleistungsportfolios entsprechender EE-Anbieter wurde als Kern der Ausarbeitung ein Klassifikationsschema und dessen Beschreibung erarbeitet. Mit der Klassifikation wird ein Lösungsartefakt entwickelt, dessen Plausibilisierung mittels exemplarischer Anwendungen erfolgt.

⁹ Teilergebnisse der vorliegenden Ausarbeitung werden im Rahmen der Erstellung der DIN SPEC 91310:2013-04 „Klassifikation von Dienstleistungen für die Instandhaltung und technische Betriebsführung von Erneuerbare-Energie-Anlagen“ verwendet (142).

Bei der Auswertung wissenschaftlicher **Literatur** wurden Quellen identifiziert, welche sich explizit mit dem Themengebiet erneuerbare Energien auseinandersetzen, jedoch sehr wenige, die Dienstleistungen in diesem Bereich fokussieren. Die Suche nach geeigneten Literaturquellen erfolgte in verfügbaren Publikationsreihen (online und offline, z.B. Normungsdokumente), Metasuchmaschinen (z.B. Google Scholar), Gesetzen und Vorordnungen (z.B. die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) sowie Bibliographien (z.B. der Index der Deutschen Bücherei). Zu Beginn wurden allgemeine Stichwörter, wie *erneuerbare Energien*, *EE-Dienstleistungen* und *Dienstleistungen*, verwendet. Eine Verfeinerung der Suche erfolgte im Rahmen der Erhebung der einzelnen Klassen, indem nach spezifischen Begriffen, wie beispielsweise *technische Betriebsführung*, *kaufmännische Betriebsführung*, *Instandhaltung*, *Anlagenmanagement*, *Anlagenbau* oder *Repowering*, gesucht wurde. Ergänzend zu wissenschaftlichen Quellen wurden öffentlich zugängliche Informationen im Internet, beispielsweise von Branchenverbänden, wie dem *ForschungsVerbund Erneuerbare Energien* oder dem *Wirtschaftsverband Windkraftwerke e.V.*, gesichtet. In den Abschnitten von Kapitel 3 werden die jeweils zur Klassifikation verwendeten Quellen explizit aufgeführt.

Mit dem Anspruch, praxisrelevante Gestaltungshinweise ableiten zu können, erfolgte im Anschluss an die Literaturrecherche die Untersuchung von **Portfolios** verschiedener Anbieterklassen von EE-Dienstleistungen in den Sparten Windenergie, Biomasse und Solarenergie. Zielsetzung war die Identifikation und Strukturierung konkreter Dienstleistungen, die am EE-Markt angeboten werden. Aufgrund der vielfältigen Umweltmärkte und Dienstleistungsbereiche sowie des praktischen Kontextes dieser Ausarbeitung sind die Betrachtungen speziell auf die drei Sparten begrenzt. Trotz dieser Fokussierung kann eine Übertragung auf weitere EE-Sparten möglich sein.

Die Erfassung erfolgte in Form einer qualitativ empirischen Erhebung bei Anbietern für EE-Dienstleistungen. Die Anbieter¹⁰ wurden auf Basis allgemeiner Branchenverzeichnisse ausgewählt, die nach den Sparten und Dienstleistungsangeboten (z.B. *technische Betriebsführung* oder *Instandhaltung*) gefiltert wurden. Für die Breiterhebung wurden anschließend alle öffentlich verfügbaren Anbieterinformationen aus beispielsweise Informationsportalen, Unternehmensbroschüren, Flyern oder Vertragsvorlagen untersucht.

Mit ausgewählten Anbietern wurden darüber hinaus mündliche Befragungen durchgeführt, zum einen um EE-Dienstleistungen zu erheben und zum anderen, um die Klassifikation einem steten Prozess einer praxisnahen Evaluation zu unterziehen.

Das auf dieser Datenbasis erarbeitete **Klassifikationsschema** bietet eine schrittweise Verfeinerung ausgewählter Klassen in einer hierarchischen Struktur. Die Aufführung konkreter Dienstleistungsinstanzen erfolgte nicht, da diese Sonderfälle spezifischer Verfeinerungen darstellen. Entsprechend wurden spezifische Dienstleistungen in Klassen zusammengefasst, um die angestrebte Allgemeingültigkeit zu gewährleisten. Die Beschreibung der einzelnen Klassen erfolgt in Kapitel 3 und das Klassifikationsschema ist im Anhang dargestellt.

Intention der Erhebung des Klassifikationsschemas ist sowohl die Schaffung eines Nutzens im Gebiet des Service Engineering als auch eine praktische Verwendbarkeit. Die **Klassifikation** bietet insofern eine umfassende Datenbasis für eine strukturierte Entwicklung und Modellierung von EE-Dienstleistungen. Die in Kapitel 4 beschriebene Methode bietet die Möglichkeit einer konkreten Anwendung der Klassifikation in einem praktischen Kontext. Entsprechend wird über

¹⁰ Es wurden ca. 60 Anbieter, gegliedert nach Sparte und nach Dienstleistungsangeboten, ausgewählt.

die Erarbeitung einer konkreten Methodik eine praktische Verwendung realisiert. Das Vorgehen zu dieser Zielerreichung wird im folgenden Abschnitt erläutert.

1.3. Aufbau

Hauptfokus der Ausarbeitung ist die Erarbeitung eines umfassenden Klassifikationsschemas für Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien. Eine sukzessive Annäherung an den umfassenden Themenkomplex wird durch den Aufbau der einzelnen Kapitel erreicht. Nachdem in Kapitel 1 einführend auf die Zielsetzung und den methodischen Ansatz der Ausarbeitung eingegangen wurde, bildet Kapitel 2 das Grundlagenkapitel. Es wird eine Verständnisgrundlage für das Themengebiet der Dienstleistungsforschung geschaffen und ein konkreter Ansatz zur Modellierung von Dienstleistungen vorgestellt. Die Darstellung von Klassifikationsansätzen dient der allgemeinen Einordnung von EE-Dienstleistungen und bildet den Übergang zu Kapitel 3. In diesem erfolgt, als **Hauptteil** dieser Ausarbeitung, die ausführliche Beschreibung der einzelnen Klassen des Klassifikationsschemas, welche sich anhand des Lebenszyklus von EE-Anlagen untergliedern. In Kapitel 4 wird eine Methode zur Anwendung des Klassifikationsschemas erarbeitet und dessen Gebrauch anhand eines konkreten Beispiels verdeutlicht. Neben einer Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse gibt Kapitel 5 einen Ausblick auf aufbauende Arbeiten im Themengebiet.

2. Wissenschaftliche Einordnung und Kontext

Im folgenden Kapitel erfolgt die Abgrenzung des Forschungsgebietes der Ausarbeitung mit der Beschreibung der relevanten Teilbereiche. Wie der Titel der Ausarbeitung besagt, ist der Schwerpunkt die strukturierte Darstellung von Dienstleistungen in der Domäne erneuerbare Energien. Dementsprechend werden in Abschnitt 2.1 einführend die Begriffe *Dienstleistung*, *Service Engineering* und *erneuerbare Energien* genauer definiert. Hinzu kommt die Darstellung einer **Modellierungsmethode** für Dienstleistungen in Abschnitt 2.2. An dieser Stelle erfolgt zugleich die Einordnung der Verwendbarkeit des Klassifikationsschemas für diese Methode. Nachdem in Abschnitt 2.3 eine theoretische Hinführung zur **Klassifikation** und in Abschnitt 2.4 die Herleitung des **Lebenszyklus** von EE-Anlagen erfolgt, bietet Abschnitt 2.5 eine Einführung in den Bereich **erneuerbare Energien**. Nach einer umfassenden Begriffsbestimmung erfolgt eine Darlegung der verschiedenen Sparten. Abschließend wird der Bereich **EE-Dienstleistungen** thematisiert. Neben der aktuellen Marktsituation wird deren wirtschaftliche Bedeutung dargelegt. Eine allgemeine Einordnung von EE-Dienstleistungen erfolgt in Abschnitt 2.6, indem bestehende Klassifikationsansätze beschrieben werden. Der Abschnitt bietet insofern eine Überleitung zu Kapitel 3, in dem die Beschreibung des Klassifikationsschemas erfolgt.

2.1. Service Engineering und Dienstleistungen

Trotz zahlreicher Definitionsansätze für Dienstleistungen besteht bis heute kein allgemeines Begriffsverständnis¹¹. Dienstleistungen werden in der Regel gebunden an Sachgüter erbracht (12). Das Ergebnis einer Dienstleistung ist kein materielles Gut, sondern eine immaterielle Qualität, die zumeist schwer objektivierbar und messbar ist. Produktion und Konsum der Leistung sind nicht konsequent getrennt, sondern erfolgen weitgehend parallel. Das Dienstleistungsergebnis wird während der Erstellung konsumiert und ist weder lagerfähig noch tauschbar. Dies unterscheidet die Dienstleistung von der Güterproduktion (13). Während der Dienstleistungserstellung durch den Anbieter¹² wird der Kunde häufig in den Prozess als externer Faktor integriert. Diese Integration umfasst die Bereiche von der bloßen Anwesenheit des Konsumierenden bis hin zu aktiven Kooperationsbeiträgen. Im Sinne dieser Ausarbeitung wird eine Dienstleistung folgendermaßen definiert (14; 13; 15 S. 4).

Eine **Dienstleistung** ist als immaterielle, selbstständige und marktfähige Leistung charakterisierbar, mit der für einen Kunden ein Nutzen erzielt wird, indem interne und externe Faktoren kombiniert werden.

Zum Verständnis des Forschungsgebietes, in dem sich die vorliegende Ausarbeitung bewegt, erfolgt an dieser Stelle eine Erläuterung der Dienstleistungsmodellierung als Teilgebiet des Service Engineering. Das **Service Engineering** stellt Methoden, Modelle¹³ und Werkzeuge zur Verfügung, durch deren Anwendung eine methodische und zielbewusste Entwicklung und Gestaltung von Dienstleistungen unterstützt werden (16). Für das Service Engineering werden durch (9) die vier zentralen Nutzenkategorien Innovationskraft, Kundenorientierung, Qualität und Wirtschaftlichkeit definiert.

¹¹ Das Verständnis von einer Dienstleistung ist für das Klassifizieren von Bedeutung (vgl. Abschnitt 2.3).

¹² Der Anbieter geht als interner Faktor in den Prozess der Dienstleistungserstellung ein.

¹³ Ein Modell wird definiert als: „*Repräsentation eines bestimmten Originals*“ (143 S. 129).

Die **Dienstleistungsmodellierung** zielt auf die strukturierte Beschreibung von Dienstleistungen, unter Anwendung formaler oder semiformaler Modelle (17 S. 25).

Die Dienstleistung ist das „Original“, das durch eine Modellierungssprache repräsentiert wird. Die Sprachkonzepte der Modellierungssprache werden indes durch ein Metamodell¹⁴ determiniert (18 S. 29).

Zielsetzung dieser Ausarbeitung ist es, aus diesem methodischen Wissen sowohl wissenschaftliche als auch praktische Mehrwerte zu generieren. Im folgenden Abschnitt 2.2 wird eine, auf einem Metamodell basierende, Methode zur Modellierung von Dienstleistungen vorgestellt. Die Darstellung des Nutzens der Klassifikation für die Methode erfolgt im Rahmen der Beschreibung der einzelnen Sichten. In Kapitel 4 wird, auf Grundlage der Konzepte der Modellierungsmethode, eine Methode zur Anwendung erarbeitet.

2.2. Modellierungsmethode

Im Rahmen einer Untersuchung der Domäne zum Thema Service Engineering im Bereich erneuerbare Energien wurde eruiert, dass die strukturierte Entwicklung, Zusammensetzung und Beschreibung bestehender und neuartiger Dienstleistungen von hoher Relevanz bei Anbietern sind (19). In diesem Zusammenhang liegen sowohl **Ressourcen** (Beschreibung, Zuordnung und Abrechnung) als auch **Erbringungsprozesse** (Optimierung, Vereinheitlichung, Qualitätsverbesserung und Automatisierung) im Fokus der Betrachtung. Ein inhaltlicher Schwerpunkt ist zudem in der **Zusammensetzung** und **Vermarktung** von Dienstleistungsangeboten, beispielsweise durch den Vertrieb von Dienstleistungen über eine Plattform, zu sehen.

Die Voraussetzung für die Realisierung einer ganzheitlichen Beschreibung und Zusammensetzung von Dienstleistungen ist der Einsatz einer strukturierten **Methode**. Diese kann analog zu anerkannten Vorgehensweisen für die Herstellung von Sachgütern (Komponentisierung durch Stücklisten in Erzeugnisstrukturen) erhoben werden. Das Konzept der Komponentisierung ist für Dienstleistungen um zusätzliche Beschreibungsmöglichkeiten zu erweitern. Zielsetzung der im Folgenden dargestellten Modellierungsmethode ist die ganzheitliche Beschreibung von Dienstleistungen. Diese basiert auf einem Konzept verschiedener Sichten zur strukturierten Darstellung und wird durch ein Dienstleistungsmetamodell repräsentiert. Wie in Abbildung 2 dargestellt, werden hierfür die Teilsichten *Prozesse*, *Ressourcen* sowie *Einzelleistungen* (Komponenten) und deren *Zusammensetzung* (Hierarchie) benötigt (17 S. 68ff.). Diese Konzeptionierung in vier Teilsichten (auch Teilmodelle) ist angelehnt an verschiedene wissenschaftliche Ansätze im Forschungsgebiet *Dienstleistungsmodellierung* (17; 16; 15). In den nächsten Abschnitten erfolgt eine kurze Erklärung der Teilsichten, als Basis für eine Einordnung der Ergebnisse dieser Ausarbeitung. Die folgende Abbildung 2 stellt die Sichten anhand eines vereinfachten Beispielmotells der Dienstleistung *Instandsetzung* dar.

¹⁴ Ein Metamodell wird definiert als ein „Modell, das Informationen über einen oder mehrere Aspekte eines anderen Modells oder einer Menge von Modellen abbildet“ (145 S. 49).

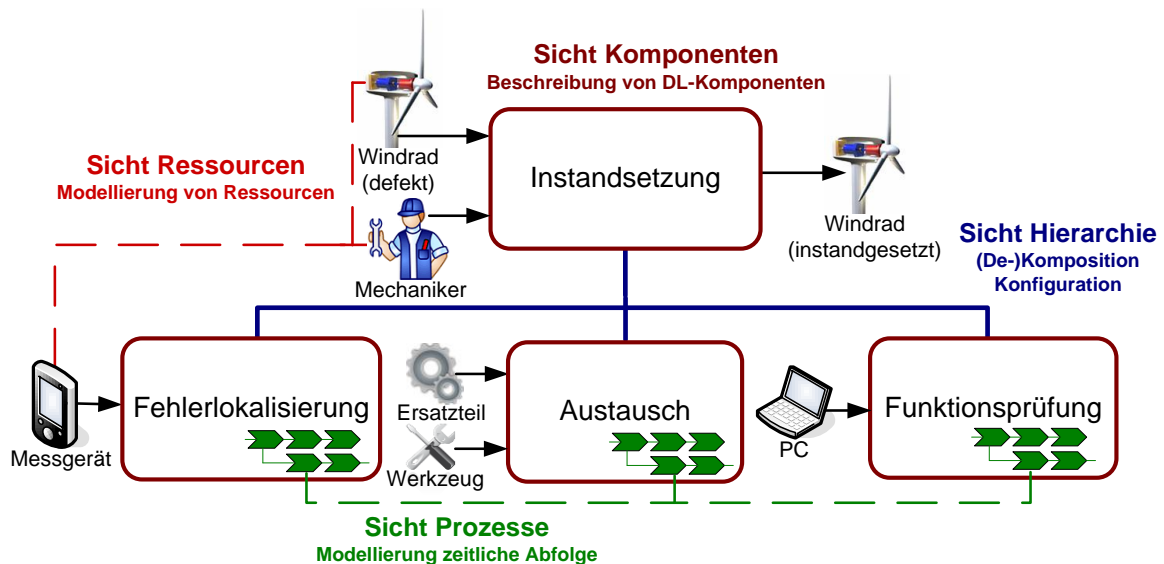


Abbildung 2: Sichten der Modellierungsmethode¹⁵

Die Dienstleistung *Instandsetzung* besteht aus den Einzelleistungen *Fehlerlokalisierung*, *Austausch* und *Funktionsprüfung*, die als **Komponenten** modelliert und in einer **Hierarchie** angeordnet sind. In die Instandsetzung, durch die ein defektes Windrad repariert wird, gehen die **Ressourcen** *Techniker*, *Messgerät*, *Werkzeug*, *Ersatzteil* und *Personal Computer* ein. Die Ressourcen, die zur Erbringung nötig sind, werden den Einzelleistungen als Input zugeordnet. Die Ressource *Windrad* hat zu Beginn den Zustand *defekt* und nach Erbringung der Dienstleistung den Zustand *instandgesetzt*. Die Ausführung von **Prozessen** innerhalb der Einzelleistungen *Fehlerlokalisierung*, *Austausch* und *Funktionsprüfung* führt zu dieser Zustandsveränderung. Die Einzelleistungen repräsentieren demzufolge auszuführende Funktionen und stellen dadurch selbst Abläufe dar. Die Prozesse bilden die zeitliche Abfolge einzelner Schritte bei der Erbringung von Dienstleistungen ab.

Beschreibung der Komponentensicht

Komplexe Dienstleistungen können, ähnlich Sachgütern oder Software, in Komponenten zerlegt werden. Komponenten stellen an und für sich Tätigkeiten dar, bei deren Ausführung ein Ergebnis erzeugt wird.

Die **Komponentisierung** ist die Zerlegung monolithischer Dienstleistungen in ihre Leistungsbestandteile. (20)

Zielsetzung ist die möglichst eindeutige Definition von Dienstleistungen und ihrer Bestandteile. Die Komponentisierung bildet die Grundlage für die Zusammensetzung von Gesamtleistungen (in Abbildung 2 setzt sich die Instandsetzung aus drei Komponenten zusammen) in hierarchischer Form.

Zusätzlich zur Bildung einer Struktur kann hierfür eine erweiterte Beschreibung durch die Aufnahme zusätzlicher Informationen anhand festgelegter **Attribute** erfolgen. Zur Einordnung der Attribute können verschiedene Perspektiven eingenommen werden. Relevant sind die

¹⁵ (17 S. 68ff.)

Perspektiven der **funktionalen** Attribute¹⁶ und der **nicht-funktionalen** Attribute¹⁷, als Möglichkeit einer strukturierten Beschreibung mittels vergleichbarer Kriterien (17 S. 83ff.; 21 S. 23ff.). Eine Übersicht mit beispielhaften Attributen bietet die folgende Tabelle 2.

Attributgruppe	Attribut
Kennung	Name
	ID
zeitliche Bereitstellung	Verfügbarkeit
	Lieferzeit
Qualität	Normen
	Richtlinien
finanzielle Beschreibung	Verkaufspreis
	Währung
	Preiseinheit

Tabelle 2: Beispiele für Dienstleistungsattribute¹⁸

Wie die Tabelle zeigt, können Dienstleistungen durch dedizierte Kriterien näher beschrieben werden. Grundsätzlich sind dies alles Eigenschaften, die ein besseres Verständnis von der Dienstleistung vermitteln.

Einordnung der Ergebnisse dieser Ausarbeitung

Das Klassifikationsschema für Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien bietet eine umfangreiche Vorlage für die Modellierung von Komponenten, indem es eine einheitliche Terminologie der Domäne zur Verfügung stellt. Es bietet weiterführend die Basis für die Erstellung von vereinheitlichten Portfolios, bestehend aus verschiedenen Komponenten, beispielsweise unter Anwendung der Methode aus Kapitel 4.

Beschreibung der Hierarchiesicht

Einzelne Komponenten beschreiben die Funktionalitäten einer Dienstleistung und werden durch eine **hierarchische Struktur** zu einer Gesamtleistung zusammengefasst. Der Ansatz aus einzelnen Teilen ein Ganzes zu formieren wird bereits auf anderen Gebieten, wie der Entwicklung von Software (Module) oder der Sachgüterproduktion (Komponenten/Stücklisten), verfolgt und hat sich praktisch bewährt (22 S. 222ff.). Entsprechend werden diese Konzepte auch für die Modellierung von Dienstleistungen genutzt (23 S. 29). Vorteile einer hierarchischen Zusammensetzung entstehen unter anderem durch eine bessere Konfigurierbarkeit und eine höhere Flexibilität bei der Angebotspräsentation. Für die Darstellung der hierarchischen Abhängigkeiten bietet sich die Strukturierung der Einzelleistungen in einem Graphen an (vgl. Abbildung 3).

¹⁶ Mit Hilfe der funktionalen Attribute lässt sich die Funktionalität der Dienstleistung beschreiben.

¹⁷ Nicht-funktionale Attribute wirken als Restriktionen (Grenzen) auf die Funktionalität der Dienstleistungen ein.

¹⁸ in Anlehnung an (17)

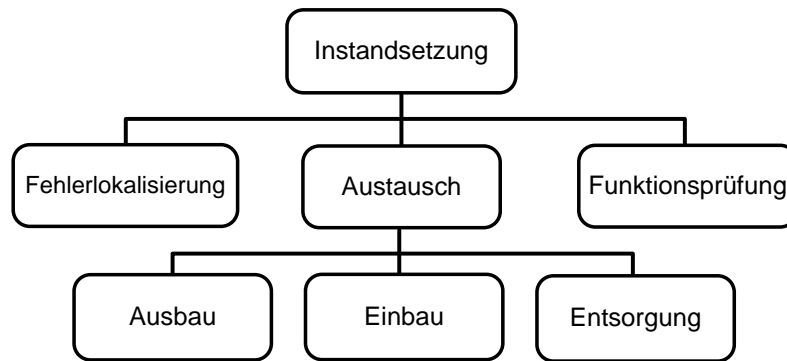


Abbildung 3: Hierarchisch gegliederte Dienstleistung in Form eines Graphen

Einordnung der Ergebnisse dieser Ausarbeitung

Das Klassifikationsschema für EE-Dienstleistungen ermöglicht eine Hierarchisierung und somit eine Modellierung komplexer Dienstleistungen, in dem es eine hierarchische Strukturierung von mehreren Hundert Klassen zur Verfügung stellt. Es unterstützt insofern die Modellierung und Zuordnung in der Methode aus Kapitel 4.

Beschreibung der Prozesssicht

Die Modellierung von Prozessen¹⁹ wird durch verschiedene **Modellierungsansätze**, wie Prozessflussdiagramme, Petri-Netze oder Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) unterstützt²⁰. Im Rahmen der Dienstleistungsmodellierung finden diese Ansätze Einsatz, um die Prozessabläufe innerhalb von Dienstleistungen darzulegen und diese um konkrete Tätigkeitsschritte zu ergänzen. Prozesse stellen in diesem Sinne logisch zusammenhängende Tätigkeiten dar, die zum Ergebnis einer Dienstleistung führen. Auch **Dienstleistungskomponenten** selbst sind als Prozessfolgen darstellbar, indem zusätzlich zur Hierarchisierung auch die Modellierung zeitlicher und sachlogischer Zusammenhänge zwischen den Komponenten erfolgt (17). Abbildung 4 verdeutlicht die beiden alternativen Möglichkeiten für Prozesssichten in einem Dienstleistungsbaum. Durch Möglichkeit 1 werden die Dienstleistungskomponenten in Zusammenhang gebracht, bei Möglichkeit 2 wird eine Komponente durch ein Prozessmodell in Form einer EPK erweitert.

¹⁹ Definition Prozess (auch Geschäftsprozess): Ein Prozess ist eine Folge von Aktivitäten (auch Einzeltätigkeiten, Aufgaben), die schrittweise ausgeführt werden, um geschäftliche oder betriebliche Ergebnisse (Output) zu erzeugen und einen Mehrwert für Kunden zu schaffen (134; 135 S. 12; 136 S. 63).

²⁰ Einen umfassenden Überblick verschiedener Ansätze bieten (138).

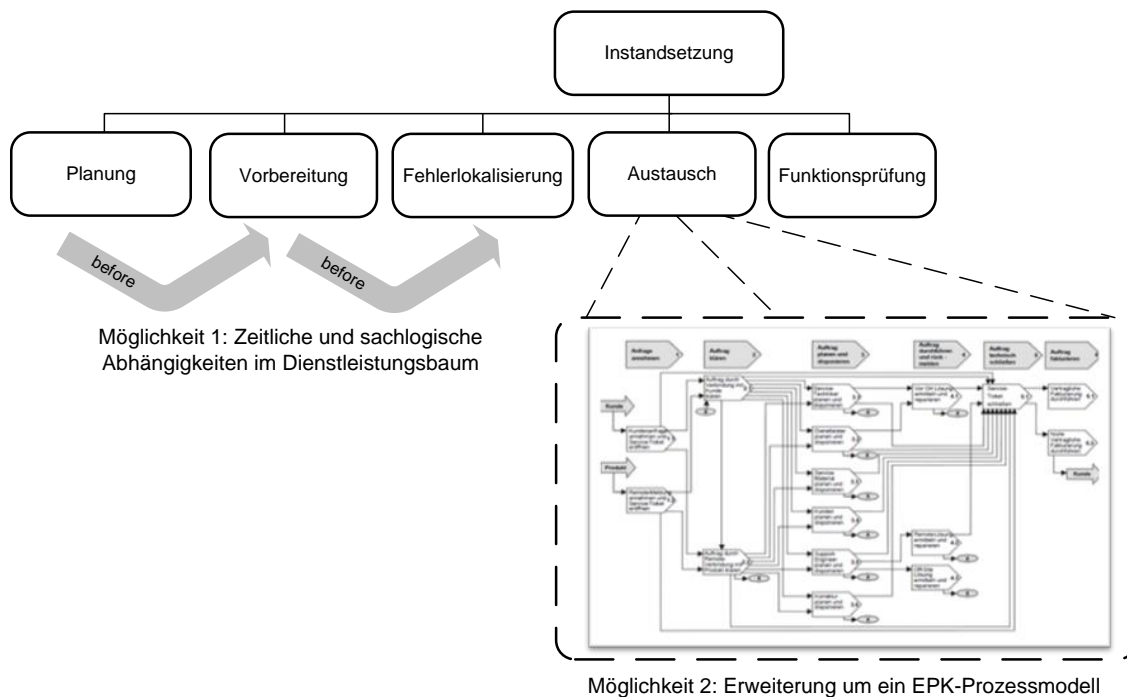


Abbildung 4: Darstellung der Prozesssicht

Einordnung der Ergebnisse dieser Ausarbeitung

Dienstleistungskonfigurationen²¹ sind theoretisch in Prozessmodelle übertragbar und somit weiterverwendbar, beispielsweise als Vorlage für die praktische Ausführung einer Dienstleistung. Entsprechend bietet die Klassifikation ebenfalls eine Vorlage für Prozessmodelle. Diese weiterführenden Betrachtungen sollen jedoch nicht Teil dieser Ausarbeitung sein, da sie auch für die Methode zur Anwendung des Klassifikationsschemas in Kapitel 4 keine Relevanz besitzen.

Beschreibung der Ressourcensicht

Die Modellierungsmethode beschreibt als vierte Sicht die Ressourcen²². Es gibt verschiedene Arten von Ressourcen (15 S. 218): **Humane Ressourcen** sind Menschen, die an der Ausführung einer Dienstleistung beteiligt sind (z.B. ein Mechaniker), **technische Ressourcen** unterstützen die Ausführung der Dienstleistung (z.B. ein Messgerät). Die Ressourcen sind bei der Modellierung von Dienstleistungen einzelnen Komponenten zuzuordnen und können sowohl von Anbietern als auch von Kunden in den Prozess der Leistungserstellung eingebracht werden. Auch das Dienstleistungsobjekt (z.B. eine WEA) wird im Modellierungsmodell als Ressource abgebildet.

Einordnung der Ergebnisse dieser Ausarbeitung

Das Klassifikationsschema bietet die Vorlage zur Modellierung von Dienstleistungskomponenten, denen dann in der Modellierungsmethode die Ressourcen zuordenbar sind. Die Ressourcensicht wird in der Methode in Kapitel 4 ebenfalls nicht betrachtet und wurde an dieser Stelle allein der Vollständigkeit halber dargestellt.

²¹ Konfiguration ist die Zusammenstellung einer Dienstleistung aus einzelnen Komponenten (133 S. 65).

²² Ressourcen sind jene Subjekte oder Objekte, die bei der Ausführung einer Dienstleistung verbunden und verändert werden.

2.3. Klassifikation

Grundsätzlich beschreibt der Begriff **Klassifikation** „eine Gruppierung oder Einteilung des gesamten Wissens, der Wissenschaft und ihrer Disziplinen nach einheitlichen methodischen Prinzipien“ (24 S. 141). Fachsprachlich wird der Begriff Klassifikation synonym für die Einteilung anhand von Merkmalen²³ beziehungsweise zur Kennzeichnung von Güteklassen verwendet (25 S. 17). Eine Klassifikation ermöglicht es sowohl implizite (Vergleich von Dienstleistungen gleichen Typs) als auch explizite (Formulierung von Kriterien, die Dienstleistungstypen voneinander differenzieren) Aussagen zu bestimmten Eigenschaften und Funktionalitäten einer Dienstleistung zu treffen. Die Gruppierung oder Einteilung bedingt gemeinsame klassifikatorische Eigenschaften, die alle Objekte einer Klasse aufweisen und eine Abgrenzung von den Objekten anderer Klassen ermöglichen. Anhand dieser Eigenschaften beziehungsweise Sachverhalte werden aus diesen Objekten Klassen gebildet. Die einzelnen **Klassen** bilden die Elemente der Klassifikation. Durch (25) wird ebenfalls festgehalten, dass Klassifikation gleichsam auch „das Produkt dieser Einteilung“ beschreibt. Im Rahmen der vorliegenden Ausarbeitung wird entsprechend von der Klassifikation (auch Klassifikationsschema) als Ergebnis (Produkt) des Klassifizierens²⁴ gesprochen, in dem alle Klassen enthalten sind. Die Klassifikation kann als das Ergebnis eines sukzessiven Strukturierungsprozesses gesehen werden, bei dem jede Klasse an einer definierten Stelle zugeordnet wird²⁵.

Im Bereich der **Dienstleistungen** kann die Klassifikation sowohl als Basis für die Darlegung von Funktionalitäten als auch zum Vergleich zwischen Dienstleistungen dienen und folgt entsprechend bestehenden Ansätzen aus der Sachgüterindustrie (17 S. 88). Eine Auswahl bestehender Klassifikationsansätze und deren Einsatzgebiete werden in Tabelle 3 aufgeführt. Diese Ansätze zielen auf die Differenzierung von Dienstleistungen entsprechend des Kriteriums **Ergebnis** (17 S. 88). Demzufolge werden Typklassen von Dienstleistungen gebildet.

Bereich	Erläuterung/Einsatzgebiet
CPV-Nomenklatur (26)	CPV ist EU-weit Vorschrift und bietet ein einheitliches Klassifikationssystem für die Beschreibung von Beschaffungsaufträgen im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen.
eCl@ss (27)	eCl@ss versteht sich als branchenübergreifender Standard zur Klassifikation/Beschreibung von Produkten und Dienstleistungen mit der Zielsetzung, den elektronischen Handel klassifizierter Produkte zu vereinfachen.
ETIM (28)	ETIM ist eine internationale Initiative im Bereich Elektrotechnik, die einen offenen Standard für die Klassifikation von Produktdaten adressiert.
Klassifikation von Nizza (29)	Die Klassifikation von Nizza ist ein international geschlossenes Abkommen über die Aufgliederung von Waren und Dienstleistungen.
UNSPSC® (30)	Der UNSPSC® ist ein global eingesetzter offener Standard in Form eines branchenunabhängigen Klassifikationssystems für Dienstleistungen und Produkte.

Tabelle 3: Ansätze zur Klassifikation von Dienstleistungen und Sachgütern²⁶

²³ Die Einteilung anhand von Merkmalen ist ein methodisches Prinzip zur Gruppierung.

²⁴ Klassifizieren kann als die Bildung von Klassen oder das Fixieren von Charakteren (z.B. Eigenschaften) definiert werden (25 S. 17).

²⁵ Eine Klassifikation erfüllt grundsätzlich eine Ordnungsfunktion (24 S. 141).

²⁶ Die Tabelle bietet eine Erweiterung der Aufzählung von (17 S. 88).

Die Erstellung der Klassifikation dieser Ausarbeitung folgt dem Ansatz der Differenzierung von Dienstleistungen entsprechend ihres Ergebnisses. So werden alle Dienstleistungen mit der gleichen Eigenschaft *Typ* einer übergeordneten *Typenklasse* zugeordnet. Die Zuordnung erfolgt monohierarchisch²⁷, d.h. jede Klasse hat genau eine Oberklasse. Es werden mehrere klassifikatorische **Ebenen** (das Klassifikationsschema wird in **sieben** Ebenen unterteilt) gebildet, die als Gesamtheit, als eine Art Koordinatensystem die Abbildung des Hierarchiegefüges der Klassifikation ermöglichen (24 S. 142).

Zum Verständnis des Aufbaus der Hierarchie und der Terminologie der Klassen wird an dieser Stelle der Ansatz von (31) aufgeführt. In diesem werden verschiedene Konzepte zur Darstellung und dem Aufbau von Beziehungen zwischen Terminologien gegeben. Es wird zwischen den Konzepten "*generic relation*", "*partitive relation*" und "*associative relation*" unterschieden.

Bei der *generic relation* ist die untergeordnete Begrifflichkeit (z.B. Dieselmotor) die Verfeinerung des Oberbegriffes (z.B. Motor). Die Merkmale des Oberbegriffes (Motor) sind hierbei ebenfalls in den Unterbegriffen enthalten und werden durch weitere Merkmale (z.B. Diesel) verfeinert. Bei der *partitive relation* sind die hierarchisch untergeordneten Begrifflichkeiten (z.B. Rotor) Bestandteile des Oberbegriffes (z.B. Windenergieanlage). Entsprechend wird eine *besteht aus* Relation zwischen den Begrifflichkeiten determiniert. In Abbildung 5 erfolgt die Darstellung einer *partitive relation* in Baumform, am Beispiel einer Windenergieanlage.

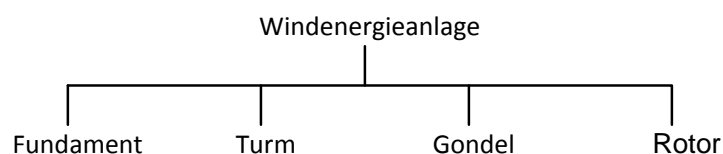


Abbildung 5: Baumdarstellung partitive relation am Beispiel einer Windenergieanlage²⁸

Um Assoziationen verschiedener Begrifflichkeiten herzustellen findet die nichthierarchische *associative relation* Verwendung. Sie wird eingesetzt, um die Findung von Beziehungen zwischen Begrifflichkeiten zu vereinfachen. Assoziationen in diesem Kontext können sein: Aktivität und Ergebnis oder Material und Produkt.

Die Bildung der Hierarchie und Terminologie im Klassifikationsschema dieser Ausarbeitung ordnet sich in das Konzept der *partitive relation* ein. Folglich weisen die Unterobjekte eine Beziehung in Form von *besteht aus* zu den Oberobjekten in einer hierarchischen Darstellungsform auf. Die Terminologie jeder Klasse wird in einem Abstraktionsprozess (24 S. 141) gebildet. Es erfolgt eine Abstraktion vom Objekt oder Sachverhalt (im Sinne dieser Ausarbeitung sind dies Tätigkeiten in Form von Dienstleistungen) zum Begriff, der die Abgrenzungsmerkmale einer Klasse bestimmt. Der Begriff wird anschließend durch eine festgelegte **Bezeichnung** für die Dienstleistungen ersetzt.

Im Rahmen der Klassenbildung spielen zudem Überlegungen zum Wesen von Dienstleistungen eine Rolle. Nicht jede identifizierte Tätigkeit ist eine eigenständige, marktfähige Dienstleistung. Nach (32 S. 50) ist die Marktfähigkeit ein unmittelbares Definitionsmerkmal von Dienstleistungen. Die Herausforderung beim Klassifizieren besteht darin, die Vielzahl an Informationen

²⁷ In der Polyhierarchie ist ein Objekt mehreren Klassen zuordenbar (24 S. 142f.).

²⁸ in Anlehnung an (31 S. 11)

über Tätigkeiten und Vorlagen aus den Portfolios zusammenzufassen und daraus konkrete Dienstleistungen zu modellieren.

2.4. Lebenszyklus von EE-Anlagen

Untersuchungen im Rahmen dieser Ausarbeitung zeigen, dass sowohl in der Literatur als auch in der Praxis Dienstleistungen, die an Sachgüter gebundene sind, häufig anhand des Lebenszyklus eingeordnet werden (vgl. Abbildung 7). Der Lebenszyklus bildet die erste Ebene zur Einordnung der Klassen im Klassifikationsschema. Als Basis hierfür erfolgt in diesem Abschnitt die Herleitung eines Lebenszyklus für EE-Anlagen.

Es gibt zahlreiche Ansätze, den Lebenszyklus von Anlagen in Phasen zu untergliedern (6 S. 136; 33 S. 23; 34 S. 11; 35; 36 S. 78; 37). Im Wesentlichen lassen sich Hauptphasen extrahieren, die in allen Ansätzen vertreten sind und eine, den Anforderungen dieser Ausarbeitung entsprechende, Vorlage bieten. Der Lebenszyklus beginnt in der Regel mit der **Vorbereitung** und **Planung** einer Anlage. In der Phase der Vorbereitung werden, auf Basis einer groben Idee von der Anlage, Bedingungen für die Planung und Errichtung geprüft und determiniert. In der Planungsphase wird das Vorhaben geplant und die Anlage konstruiert. Aufbauend auf der Planung erfolgt die **Errichtung**, bei der die Anlage und die benötigte Infrastruktur gebaut werden und die Inbetriebnahme erfolgt. Im Anschluss an die Inbetriebnahme beginnt die Phase der **Nutzung**. Im Rahmen der Nutzungsphase erfolgt im Wesentlichen die Betriebsführung und Instandhaltung sowie die stete Optimierung der Anlage²⁹. In der letzten Phase **Rückabwicklung** erfolgen der Rückbau und die Weiterverwertung der Anlage. Die Dienstleistungen für die Entwicklung und Herstellung der EE-Anlagen sind nicht Teil der Betrachtung dieser Ausarbeitung. Dementsprechend wird auf die Benennung dieser Phasen verzichtet. Abbildung 6 gibt einen Überblick über diese Phasen des Lebenszyklus von EE-Anlagen.

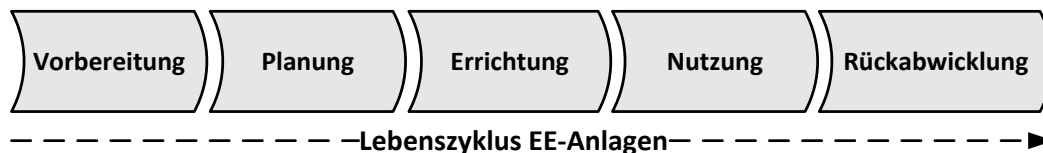


Abbildung 6: Lebenszyklus von EE-Anlagen

In jeder Lebenszyklusphase werden verschiedene Dienstleistungen bereitgestellt. Für diese Ausarbeitung bildet der Anlagenlebenszyklus insofern die erste Ebene für die Strukturierung der EE-Dienstleistungen im Klassifikationsschema. Die Orientierung am Lebenszyklus bietet eine verständliche und praxisnahe Einordnungsbasis. Eine Vielzahl der Anbieterportfolios in der Praxis weist eine phasenbezogene Strukturierung von Dienstleistungsangeboten auf. Auch Ansätze in der Literatur bieten eine Zuordnung von Dienstleistungen anhand von Lebenszyklusphasen (6 S. 36; 38 S. 23; 39; 37). Zur Veranschaulichung wird in Abbildung 7 eine grobe Zuordnung von Dienstleistungen zu den Lebenszyklusphasen verfahrenstechnischer Anlagen dargestellt. Die Zuordnung der Dienstleistungsklassen in dieser Ausarbeitung erfolgt analog solcher Ansätze.

²⁹ Der Betrieb kann als Abschnitt beschrieben werden, „in dem das Produkt genutzt, gewartet, nachgerüstet und repariert wird“ (112 S. 10).

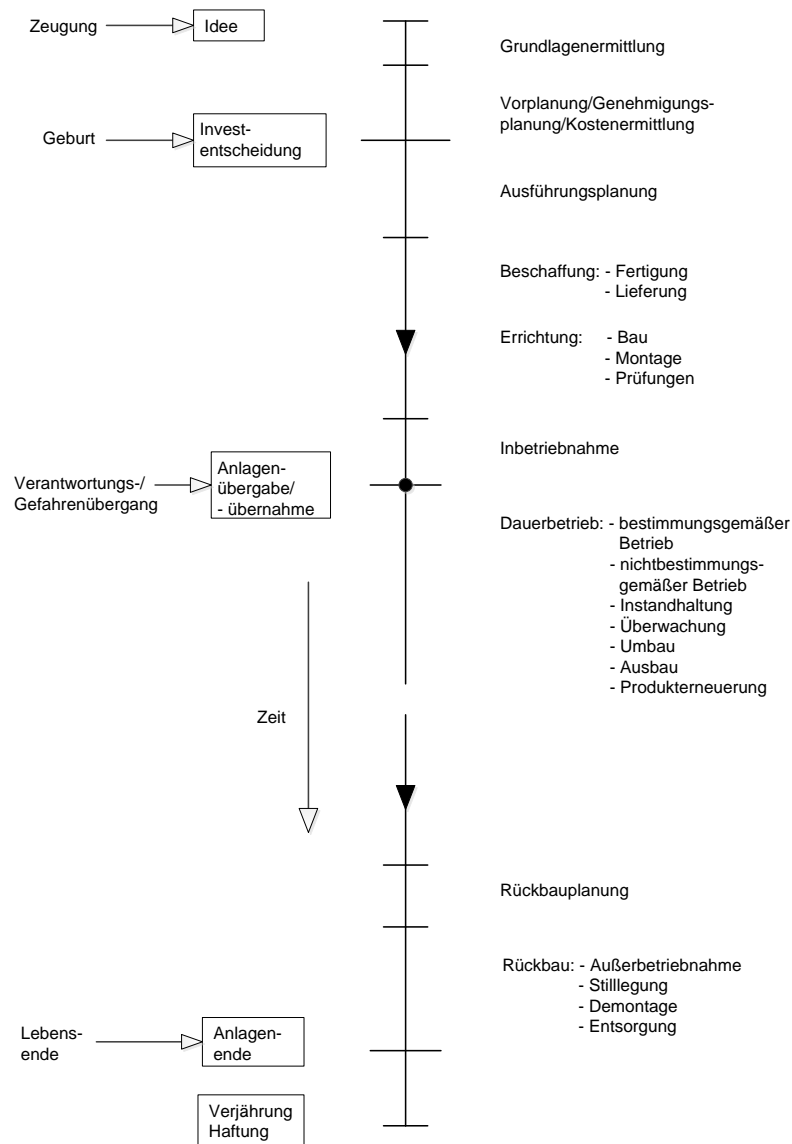


Abbildung 7: Dienstleistungen entlang des Lebenszyklus verfahrenstechnischer Anlagen³⁰

2.5. Erneuerbare Energien

In folgenden Abschnitten werden einführend der Begriff erneuerbare Energien abgegrenzt und die Bedeutung der erneuerbaren Energien für die Energiegewinnung dargestellt. Nach einem Überblick über die verschiedenen Energiequellen wird auf die Bedeutung der Dienstleistungen in der Branche eingegangen.

2.5.1. Begriffsdefinition

Aufgrund der uneinheitlichen Verwendung des Begriffes *erneuerbare Energie* erfolgt in diesem Kapitel eine begriffliche Abgrenzung. Dabei werden verschiedene Definitionsansätze betrachtet und am Ende eine, für diese Ausarbeitung geltende, Definition bestimmt.

Einführend erfolgt die allgemeine Definition des Begriffs Energie, der in der heutigen Zeit in unterschiedlichem Kontext verwendet wird.

³⁰ (37 S. 10)

Unter **Energie** kann die Fähigkeit eines Systems verstanden werden, Arbeit als Produkt aus Kraft und Weg zu verrichten (40 S. 51). Es gibt unterschiedliche Formen von Energie, wie elektromagnetische, thermische, mechanische oder Bindungsenergie (41 S. 15ff.).

Es ist möglich, die Energie zwischen verschiedenen Energieformen umzuwandeln, z.B. Wind in Elektrizität. Laut Energieerhaltungssatz bleibt jedoch die Gesamtenergie in einem abgeschlossenen System zu jeder Zeit konstant (42 S. 68; 43 S. 135). Das Adjektiv **erneuerbare** bedeutet im Kontext der Energiegewinnung demnach nicht, dass Energie erzeugt, erneuert oder vernichtet wird. Es sagt aus, dass die Energieträger, die in andere Energieformen gewandelt werden, unbegrenzt verfügbar sind.

Energieträger sind Stoffe, wie Erdgas oder Wind, aus denen unmittelbar oder durch Umwandlungsprozesse Energie gewonnen wird (44 S. 531). Energieträger werden genutzt, um den Energiebedarf der Menschheit zu decken. Wärme und mechanischer Arbeit sind die derzeit am häufigsten genutzten Energieformen (45 S. 2). Da diese in der Natur jedoch nicht ausreichend vorkommen, müssen sie durch Umwandlungsprozesse erzeugt werden. Bei diesen Prozessen erfolgt die Umwandlung von einer Energieform in eine andere und somit die Änderung des Energieinhaltes.

Energieträger haben verschiedene **Energieinhalte**, nach denen sie den drei Kategorien Primär-, Nutz- oder Endenergie zuordenbar sind (44; 45 S. 2f.). Die drei Kategorien werden in der folgenden Tabelle 4 erläutert.

Kategorie	Beschreibung	Beispiele Energieträger
Primärenergie	Energiequelle (auch Energieressource) in ursprünglicher Energieform, die noch nicht durch Umwandlungsprozesse verändert wurde.	<u>erschöpflich</u> ➤ Kohle, ➤ Uran, ➤ Rohöl <u>erneuerbar</u> ➤ Solarstrahlung, ➤ geothermische Energie, ➤ Gravitationsenergie
Endenergie	Durch Umwandlung aus Primärenergie gewonnene Energieform, die dem Endverbraucher in dieser Form zur Verfügung gestellt wird.	➤ Kraftstoff, ➤ thermische Energie, ➤ elektrische Energie, ➤ chemische Energie
Nutzenergie	Durch Umwandlung aus Endenergie gewonnene Energieform, die in dieser Form vom Endverbraucher genutzt wird.	➤ mechanische Arbeit, ➤ Licht, ➤ Heizwärme

Tabelle 4: Energieinhalt von Energieträgern³¹

Wie die Tabelle 4 zeigt, wird unter Primärenergie die ursprüngliche Energiequelle aus der Natur verstanden. Primärenergien sind in erschöpfliche und erneuerbare Energiequellen unterteilbar. Aus dieser Unterteilung geht die von (46) verwendete Definition hervor.

„Unter dem Begriff erneuerbare Energien (auch: regenerative oder alternative Energien) versteht man die Energiequellen (Primärenergien), die nach menschlichen Zeithorizonten unerschöpflich sind.“ (44 S. 532; 46 S. 34)

³¹ in Anlehnung an (48 S. 138; 44 S. 531; 46 S. 17f.; 55 S. 4)

(47) definieren in gleicher Weise erneuerbare Energien als Primärenergien. Sie schließen zudem die Endenergie und Nutzenergie aus dieser Definition explizit aus. Als Begründung verweisen sie darauf, dass die aus erneuerbaren Primärenergien erzeugten Energieträger nur verfügbar sind, solange auch die technischen Anlagen zur Umwandlung in Betrieb sind. Demnach ist beispielsweise der aus Sonnenenergie gewonnene Strom, der beim Endverbraucher Licht erzeugt, nicht regenerativ. Jedoch wird darauf hingewiesen, dass umgangssprachlich in der Regel alle „regenerativen“ Energieträger als erneuerbare Energien bezeichnet werden (47 S. 10).

Im Definitionsansatz von (48) werden unter erneuerbaren Energien die Endenergien verstanden, die bei der Umwandlung von erneuerbaren Energiequellen entstehen.

Ein weiterer Definitionsansatz wird durch (6) gegeben. Ihre Publikationen thematisieren speziell Dienstleistungen und Technologien in der EE-Branche, die zur Erzeugung von Energien eingesetzt werden. Diese Sicht geht in ihre Definition ein und so verstehen sie unter erneuerbaren Energien „Technologien zur Nutzung regenerativer Energiequellen“ (6 S. 1).

(49) verstehen unter erneuerbaren Energien allgemein alle regenerativen Energieträger und somit Primär-, End- und Nutzenergie. Sie verwenden jedoch für diese auch weitere Begriffe, wie erneuerbare Energiequellen, regenerative Energieträger, regenerativ erzeugter Strom, regenerative Energien und erneuerbare Energietechnologien.

Die Analyse der Publikationen zum Thema erneuerbare Energien hat weiterhin ergeben, dass verschiedenen Begrifflichkeiten, wie bei (49), oft synonym verwendet werden. Es wird somit deutlich, dass eine allgemeingültige Definition derzeit nicht gegeben wird. Weitere verwendete Synonyme sind beispielsweise alternative Energien oder regenerative Energieerzeugung.

Für diese Ausarbeitung wird eine definitorische Ableitung aus den Ansätzen getroffen. Wirtschaftlich relevante erneuerbare Energien sind demnach Energieformen, die unerschöpflich zur Verfügung stehen, eine ausreichend große Energiedichte besitzen, permanent verfügbar sind und mit einem hohen Wirkungsgrad in andere Energieformen wandelbar sind.

Erneuerbare Energien sind unbegrenzt verfügbare Energieträger in verschiedener Form, die dem Menschen in Verfahren und unter Einsatz von Technologien und Dienstleistungen nutzbar gemacht werden.

2.5.2. Erneuerbare Energiequellen

Erneuerbare Energiequellen bieten unterschiedliche Potenziale, um die Entwicklung zu einer ökologischeren und ökonomischeren Energiegewinnung positiv zu beeinflussen. Zur Gewinnung von Energie sind verschiedene erneuerbare Energiequellen nutzbar.

Diese sind die thermische Energie des Erdinneren (**geothermische Energie**), die Strahlung der Sonne (**Sonnenenergie**) und die wechselseitige Kraft der Planeten auf die Erde (**Gravitationsenergie**) (46 S. 34f.; 48 S. 137). Natürliche Energieumwandlungen erzeugen Energieformen, wie Wind oder Verdunstung, die dann als Basis für die Gewinnung von Endenergie genutzt werden. Auf Basis der verschiedenen Energiequellen existieren in der Gewinnung von nutzbarer Energie verschiedene Sparten. Diese werden in den folgenden Abschnitten kurz beschrieben. An dieser Stelle ist festzuhalten, dass in unterschiedlichen Publikationen andere Formen der Einteilung verwendet werden. Die hier verwendete Einteilung

wurde als eine der gängigsten und zudem als für die Zielsetzung der Ausarbeitung treffendste identifiziert (50; 47 S. 2ff.; 49 S. 7ff.; 44 S. 529ff.).

In einschlägigen Publikationen zum Thema erneuerbare Energien wird in der Regel auch der ökologische Aspekt der einzelnen Sparten betrachtet. In dieser Ausarbeitung werden jedoch eher die ökonomischen Aspekte rund um Dienstleistungen der Branche fokussiert. Daher wird auf die Beschreibung dieser Perspektive verzichtet.

Struktur der Endenergiebereitstellung

Erneuerbare Energien hatten im Jahr 2012 in Deutschland einen Anteil von 12,6 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch. Um die Bedeutung der einzelnen Sparten zu verdeutlichen, wird deren prozentualer Anteil in Abbildung 8 dargestellt. Den höchsten Anteil tragen Biogene Brennstoffe mit 39,8 Prozent für die Bereitstellung von Wärme und mit 13,7 Prozent für die Bereitstellung von Strom (zusammen mit den Biokraftstoffen ist die Biomasse entsprechend die derzeit bedeutendste Energiequelle). Die Windenergie ist mit 15,9 Prozent beteiligt und die Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie) hat einen Anteil von 10,4 Prozent.

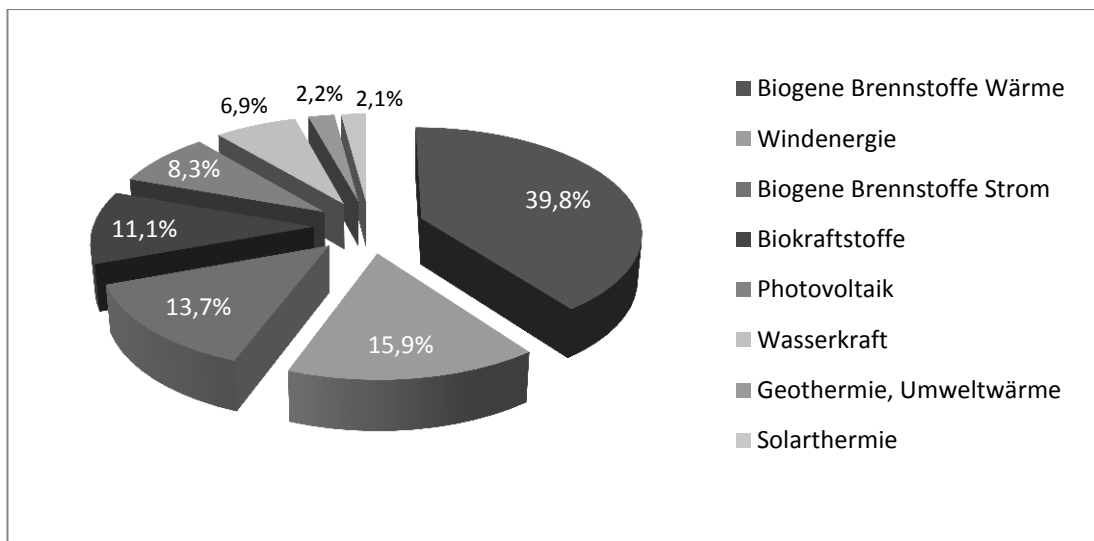


Abbildung 8: Struktur der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien³²

Solarenergie

Die Sonnenenergie ist die derzeit mächtigste erneuerbare Energiequelle, die den Menschen zur Verfügung steht. Sowohl die direkte als auch die indirekte Sonnenenergie kann genutzt werden, um daraus verwertbare Energieformen zu erzeugen. Durch die Umwandlung der Sonnenwärme in andere Energieformen, wie Wind (Windenergie), Wasser der Flüsse (Wasserkraft) oder Pflanzenwachstum (Biomasse), wird die **indirekte** Sonnenenergie nutzbar (46 S. 36).

Die **direkte** Sonnenenergie kann genutzt werden, indem die **Solarstrahlung** auf der Erde durch technische Anlagen direkt verwertet wird. Die Solarenergie wird derzeit durch die Verfahren Photovoltaik und Solarthermie nutzbar gemacht (51 S. 65).

³² (5)

Photovoltaik

Eine unmittelbare Nutzung wird durch die Photovoltaik ermöglicht, bei der die Solarenergie mittels Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt wird (51 S. 73). Solarstromanlagen sind heutzutage in der Regel aus Photovoltaikmodulen aufgebaut, die aus einer hohen Anzahl von Solarzellen bestehen. Mit etwa 90 Prozent basiert ein Großteil der eingesetzten Solarmodule auf der Silizium-Technologie (49 S. 38). Aufgrund der Rohstoffknappheit von Silizium wächst jedoch die Bedeutung alternativer Materialien und Technologien, wie die Dünnschichtsolarmodule³³. Der Marktanteil der Photovoltaik an der installierten Gesamtleistung in Deutschland ist trotz eines enormen jährlichen Zuwachses noch sehr gering. Im Jahr 2008 betrug der Anteil am Nettostromverbrauch mit 4,0 Tera Wattstunden (TWh) nur 0,7 Prozent (49 S. 38). Für das Jahr 2020 wird für die Photovoltaik ein Anstieg auf 3 Prozent Marktanteil prognostiziert (52 S. 150). Eine bedeutende Perspektive bieten Dünnschichtsolarmodule, die sich ohne weiteres in ein Stadtbild integrieren lassen, indem sie beispielsweise als Teile von Gebäuden verwendet werden.

Solarthermie

Unter Solarthermie ist die thermische Nutzung der Solarenergie zu verstehen. Mittels thermischen Kollektoren und thermischen Kraftwerken wird die Wärmeübertragung auf die Erde nutzbar gemacht (46 S. 37ff.). Durch solarthermische Kraftwerke, wie Parabolrinnen-Kraftwerke und Solarturm-Kraftwerke, wird die Wärme der Sonne in elektrische Energie gewandelt. Die Kraftwerke bieten für die zukünftige weltweite Energieversorgung beträchtliche Potenziale. Prognosen zufolge ist bis 2020 weltweit von einer installierten Gesamtleistung von 28 Gigawatt (GW) auszugehen, bis 2030 von 165 GW (53 S. 33). Am Standort Deutschland sind jedoch nicht alle Typen von Kraftwerken rentabel (54 S. 9). Solarkollektoren werden sowohl zur Erzeugung von elektrischer Energie als auch von Hochtemperaturwärme und Niedertemperaturwärme zur Erwärmung von Heizungen oder Brauchwasser eingesetzt. Derzeit nutzen bereits 6 Prozent der deutschen Haushalte die Solarthermie zur Erwärmung von Heiz- oder Brauchwasser (51 S. 71).

Windenergie

Die Windenergie (auch Windkraft) ist eine indirekte Art der Solarenergie, deren Basis der Wind ist, der durch die von der Sonne bedingten Temperaturunterschiede auf der Erde entsteht (46 S. 213). Die technische Nutzung der in den bewegten Luftmassen enthaltenen Energie erfolgt durch Windenergieanlagen zu Lande (on shore) und auf See (off shore), die diese Energie in mechanische beziehungsweise elektrische Energie umwandeln. Die Windkraft spielt eine bedeutende Rolle für den Ausgleich des Energiebedarfs der Zukunft. Sie bietet in Deutschland das zweitgrößte Potenzial zur Erzeugung von Strom nach der Photovoltaik (46 S. 213). Ende des Jahres 2009 liefen in Deutschland mehr als 22.000 Windenergieanlagen mit einem Leistungsvermögen von 25.000 Megawatt (MW) (51 S. 110). Im Jahr 2009 wurden so 45 TWh Strom ins öffentliche Netz eingespeist, was ca. 9 Prozent des deutschen Nettostromverbrauchs entsprach. Prognosen zufolge könnte der Anteil der Windenergie an der gesamten Stromerzeugung in Deutschland bis zum Jahr 2020 auf ca. 27 Prozent wachsen (52 S. 149f.). Damit würde die Windenergie im Jahr 2020 die bedeutendste erneuerbare Energie sein. Auch

³³ Dünnschichtsolarmodule bestehen aus Glasscheiben mit dünnen, solaraktiven Schichten (51 S. 76).

für den Weltmarkt gibt es Prognosen, die von einem Anteil der Windenergie von 15 Prozent an der weltweiten Stromerzeugung im Jahr 2020 ausgehen (6 S. 47).

Biomasse

Unter dem Begriff Biomasse werden Stoffe organischen Ursprungs (kohlenstoffhaltige Materie) subsumiert (46 S. 297). Die oftmals als gespeicherte Sonnenenergie bezeichnete Biomasse steht im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energien bedarfsgerecht zur Verfügung und ist auf verschiedene Weise in flüssige, gasförmige und feste Energieträger wandelbar.

Zu Biomasse zählen im Einzelnen: Pflanzen und Tiere aus der Natur (Zoo- und Phytomasse), aus diesen entstehende Überreste (z.B. Exkrememente), abgestorbene Zoo- und Phytomasse (z.B. Heu) und alle weiteren Stoffe, die durch technische Umwandlung oder stoffliche Nutzung entstehen, wie Zellstoff und Papier, Schlachtabfälle oder Pflanzenöl (47 S. 2). Aus Umwandlungsprozessen entstandene fossile Stoffe, wie Torf (als fossiles Sekundärprodukt der Verrottung), zählen allgemein nicht zur Biomasse (47). Hauptsächlich wird Biomasse über verschiedene Verfahren zur Erzeugung von elektrischer und thermischer Energie verwendet. Einen Überblick über übliche Verfahren wird durch (47) gegeben. Die Wandlung der Biomasse in elektrische oder thermische Energie erfolgt durch Verbrennung. Verbrennungsanlagen für Biomasse decken in Deutschland einen weiten Leistungsbereich ab, der von kleinen Feuerungen zur Raumbheizung bis zu großen Verbrennungsanlagen reicht (55 S. 331). 90 Prozent der derzeit aus erneuerbaren Energien erzeugten Wärme in Deutschland wird auf Basis von Biobrennstoffen, hauptsächlich Holz, erzeugt. Im Jahr 2008 deckte die Biomasse mit 27 TWh insgesamt 4,5 Prozent des Stromverbrauches in Deutschland (49 S. 8). Bis zum Jahr 2020 könnte der Anteil auf 7 Prozent wachsen (52 S. 150).

Wasserkraft

Die Wasserkraft ist als erneuerbare Energie durch den auf der Erde bestehenden Wasserkreislauf nutzbar. Die Wasserkraft ist derzeit die weltweit bedeutendste erneuerbare Energiequelle. Aus dieser wird durch unterschiedliche Verfahren in Wasserkraftanlagen, wie Laufwasserkraftwerken, Speicherkraftwerken, Gezeitenkraftwerken, Wellenkraftwerken, Meereswärmekraftwerken oder Osmosekraftwerken, elektrische Energie gewonnen (56 S. 70ff.). Der Ausbau der Wasserkraft ist in Deutschland, stand heute, mit etwa 7.500 Anlagen weit fortgeschritten, jedoch sind die Potenziale im weltweiten Vergleich eher als gering einzuschätzen (6 S. 56; 46 S. 172). Im Jahr 2008 lieferten die Anlagen in Deutschland 21,3 TWh Energie. Dementsprechend stammen etwa 4 Prozent des deutschen Gesamtstromverbrauches aus Wasserkraft (51 S. 155; 49 S. 7). Prognosen zufolge wird sich der Anteil bis zum Jahr 2020 auf gerade einmal 5 Prozent erhöhen (52 S. 150). Weltweit trägt die Wasserkraft als bisher einzige erneuerbare Energiequelle umfassend zur Versorgung mit elektrischer Energie bei. Die Nutzung der Wasserkraft hat zum Vorteil, dass die Quelle kontinuierlich zur Verfügung steht und Wasserkraftwerke langlebig sind.

Geothermie

Unter Geothermie, auch als Erdwärme bezeichnet, ist die geologisch aktive Wärme, die in tiefen Erdschichten gespeichert ist und ihre Nutzung zu verstehen (56 S. 222). Die im Inneren der Erde gespeicherte Energie stammt zum Teil aus der Zeit ihrer Entstehung und steht permanent zur Verfügung. Etwa drei Viertel der Energie entstanden und entstehen noch heute aus dem Zerfall

radioaktiver Stoffe. Vom Inneren der Erde steigt ein ständig zur Verfügung stehender Wärmestrom an die Oberfläche. Die oberen Erdschichten werden zudem durch die solare Strahlung der Sonne erwärmt. Die Geothermie wird durch Bohrungen in die Erdschichten zum Heizen, für thermale Anwendungen oder zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt. Sie wird grob in oberflächennahe Geothermie (Tiefe bis 400 Meter) und Tiefengeothermie (Tiefe ab 400 Meter) differenziert (51 S. 162f.). Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie erfolgt durch Rohre, die ca. 50 bis 150 Meter oder horizontal³⁴ in Bohrlöcher in der Erde eingebracht werden. Stand heute wird die technisch anspruchsvolle Tiefengeothermie in Deutschland nur sehr geringfügig genutzt. Sie erfordert ein hohes Maß an Forschung und Entwicklung. Im Jahr 2010 waren nur 3 Heizkraftwerke und 10 Heizwerke in Betrieb (51 S. 163). Die installierte Leistung zur Stromerzeugung soll sich jedoch bis 2020 auf 280 MW vervierzigfachen.

Energiegewinnung aus erneuerbaren Energiequellen

Wie beschrieben, stehen zur Gewinnung von nutzbarer Energie aus erneuerbaren Energiequellen mehrere Verfahren zur Verfügung, die in der Regel durch technische Anlagen, wie Windkraftanlagen, unter Erbringung verschiedener Dienstleistungen realisiert werden. In verschiedenen Umwandlungsprozessen wird durch diese Verfahren thermische, elektrische oder chemische Energie gewonnen. Diese Energien werden wiederum in die Versorgungsnetze eingespeist und so den Endverbrauchern als Nutzenergie zugeführt.

Abbildung 9 veranschaulicht abschließend diesen Prozess zur Gewinnung von Nutzenergien aus Primärenergien. Die Eingangsgröße bilden die erneuerbaren Energiequellen, die in verschiedenen Verfahren zu nutzbaren Energien gewandelt werden, die dann zum Verbrauch zur Verfügung stehen. Die aufgeführten Anlagen zur Energieumwandlung sind beispielhaft gewählt. Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass die Sonnenenergie die derzeit bedeutendste erneuerbare Energiequelle darstellt, da sie Grundlage für einen Großteil der Verfahren ist. Methoden zur Gewinnung von Treibstoffen wurden an dieser Stelle nicht betrachtet.

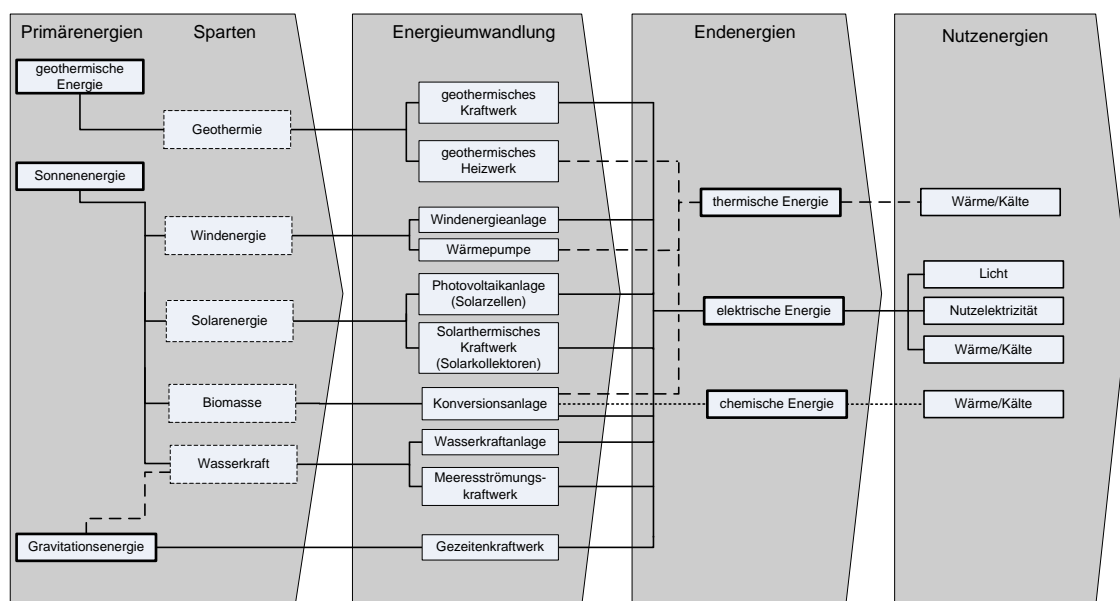


Abbildung 9: Transformation der erneuerbaren Energien³⁵

³⁴ Horizontal in die Erde eingebrachte Rohre werden als Erdwärmekollektoren bezeichnet.

³⁵ In Anlehnung an (48 S. 138; 46 S. 35f.; 55 S. 4; 49 S. 4ff.; 47 S. 31)

2.5.3. Bedeutung von Dienstleistungen in der Branche

Im folgenden Abschnitt wird ein Überblick über Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien gegeben. Neben einem kurzen Einblick in die Dienstleistungsangebote wird auf deren ökonomische Bedeutung eingegangen, um ein Verständnis von EE-Dienstleistungen und dem Markt zu schaffen.

Marktsituation

Wie bereits beschrieben, hat die Bedeutung der erneuerbaren Energien für die weltweite Energieversorgung deutlich zugenommen. Daraus ergeben sich nationale und internationale Märkte mit einem ausgesprochenen Wachstumspotential. Neben Märkten für EE-Technologien und Energiemärkten sind insbesondere die **Dienstleistungsmärkte** bedeutsam. Für die Erbringung der Dienstleistungen kooperieren verschiedene Stakeholder, wie Projektierer, Hersteller, Betreiber oder Instandhaltungsdienstleister. Im Bereich erneuerbare Energien regeln umfassende gesetzliche Vorgaben die Kooperation dieser Stakeholder mit Energieversorgern, Netzbetreibern und Energiehändlern. Maßgebende Gesetze sind unter anderem das Erneuerbare-Energien-Gesetz³⁶, das Bundes-Immissionsschutzgesetz³⁷ oder die Biomasseverordnung³⁸.

Eine Besonderheit von EE-Anlagen gegenüber Anlagen einiger anderer Technologiebranchen ist, dass schon vor der Errichtung einer Anlage diverse Dienstleistungen, wie energietechnische Gutachten oder Umweltverträglichkeitsprüfungen, erforderlich sind. Hinzu kommen verschiedene Dienstleistungen entlang des gesamten Lebenszyklus von EE-Anlagen. Das breite Spektrum an Dienstleistungen, die in der EE-Branche erbracht werden, wird in Kapitel 3 aufgezeigt. Wie eine Branchenanalyse ergab, sind die *Planung* und *Errichtung* von EE-Anlagen wesentliche Dienstleistungen in den Sparten (6 S. 36). Zudem wurde herausgestellt, dass Dienstleistungen im Rahmen des *Betriebes* der Anlagen von zentraler Bedeutung sind. Anlagenbezogene Dienstleistungen (vgl. Tabelle 7) werden am Markt oftmals als Produktbündel in Komplettpaketen *schlüsselselfertige Errichtung* angeboten. Diese Pakete umfassen jedoch mehr als die Konstruktion und Produktion oder die Beschaffung von EE-Anlagen. Energiegewinnung durch EE-Anlagen bedeutet auch immer einen Eingriff in eine vorhandene energietechnische Infrastruktur und sogar in die Umwelt der direkten Umgebung. Aus diesem Grund bewegen sich EE-Projekte oftmals in einem Spannungsfeld verschiedener Interessengruppen wie Betreibern, Bevölkerung, Behörden oder kommunalen Einrichtungen (57 S. 721). EE-Projekte erfordern folglich teilweise aufwändige Bemühungen zur Schaffung konsensfähiger Lösungen. Spezialisierte Dienstleister bieten hierfür im Rahmen der Vorbereitungsphase individuelle Dienstleistungen an. Jede Sparte im Bereich der erneuerbaren Energien hat hierbei Besonderheiten, die Einfluss auf die Vorhaben zur Errichtung haben.

Je größer eine EE-Anlage ist, desto höher ist in der Regel auch deren Komplexität. Entsprechend variiert das Spektrum an Dienstleistungen, die entlang des gesamten Lebenszyklus der Anlage erbracht werden. So wird für kleine Anlagen, die meist in privaten Haushalten betrieben

³⁶ Ein Gesetz, das die systematische Förderung von regenerativ erzeugtem Strom regelt. (140)

³⁷ „Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge“ (141)

³⁸ Eine Verordnung, die die Erzeugung von Strom aus Biomasse regelt. (148)

werden, ein weitaus geringeres Spektrum benötigt. Bei größeren EE-Anlagen sind beispielsweise sowohl die Planung und Finanzierung als auch die Errichtung und der Betrieb wesentlich komplexer und aufwändiger. Ursächlich hierfür sind unter anderem: mehr Akteure und Tätigkeiten, ein gesteigerter Organisationsaufwand, eine komplexere Anlagenstruktur, mögliche Umweltauflagen, staatliche Vergütungsmöglichkeiten und das Wirken an einem Wettbewerbsmarkt. Wie bereits beschrieben, kommen in den einzelnen EE-Sparten verschiedene Verfahren zur Gewinnung von Energie zum Einsatz. Je nach Verfahren entstehen mehr oder weniger hohe und abweichende Anforderungen und Aufwände. Dementsprechend variiert das Spektrum an unterstützenden Dienstleistungen.

Im Rahmen einer Auswertung verschiedener Studien über Geschäftsfelder von Anbietern im Bereich erneuerbare Energien, wurden folgende *Typen* von Dienstleistern definiert: *Projektentwickler, Planer, Finanzierer, Betreiber, Händler, Consultants und sonstige Dienstleister* (6 S. 37). Es wurde festgehalten, dass sich 87 Prozent aller, im Bereich erneuerbare Energien tätigen, Unternehmen als Dienstleister verstehen³⁹. Entsprechend hoch ist die Wertschöpfung von Dienstleistungen in der Branche anzusehen. In den einzelnen Sparten kann die prozentuale Aufteilung jedoch durch die unterschiedlichen Anlagentypen variieren. Im Jahr 2007 hatten Schätzungen zufolge ca. 20.000 Unternehmen in Deutschland die erneuerbaren Energien als Kerngeschäftsfeld (2 S. 73). Weiterführend wurde die Aufteilung der Anbieter in den einzelnen Geschäftsfeldern untersucht. Auch diese Ergebnisse zeigen, dass Dienstleistungen einen hohen Anteil an den Angeboten in der Branche ausmachen. Durch (6) wurden verschiedene Studien in zwei Grafiken zusammengefasst. In beiden Abbildungen (Abbildung 10 und Abbildung 11) werden zwar Geschäftsfelder und Anbietertypen vermischt, was etwas missverständlich wirken kann, jedoch wird aus ihnen die Aufteilung und damit die Gewichtung der EE-Dienstleistungen deutlich. Beide Abbildungen zeigen einen hohen Anteil an Dienstleistungen insgesamt, sowie explizit in der Vorbereitungsphase und in der Nutzungsphase. Für die vorliegende Ausarbeitung sind die Studien von Relevanz, da sie als eine Bezugsquelle in die Bildung der Klassenstruktur eingehen. Auch zeigen sie, dass die Orientierung an Lebenszyklusphasen für die Einordnung von Dienstleistungen gängige Praxis ist.

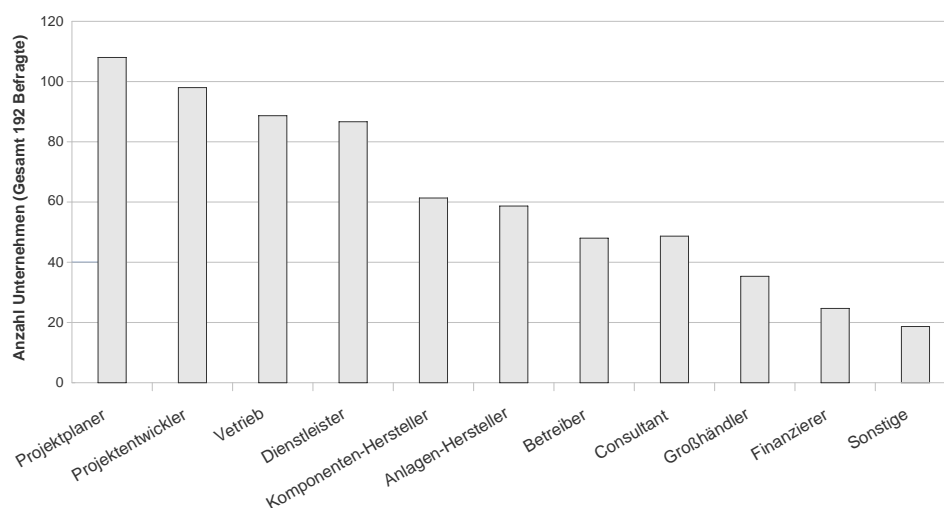


Abbildung 10: Geschäftsfelder von Anbietern im Bereich erneuerbare Energien⁴⁰

³⁹ Als reine Hersteller sehen sich 13 Prozent, als reine Dienstleister sehen sich 52 Prozent, als Hersteller und Dienstleister sehen sich 35 Prozent der Unternehmen (6 S. 37).

⁴⁰ (6 S. 39)

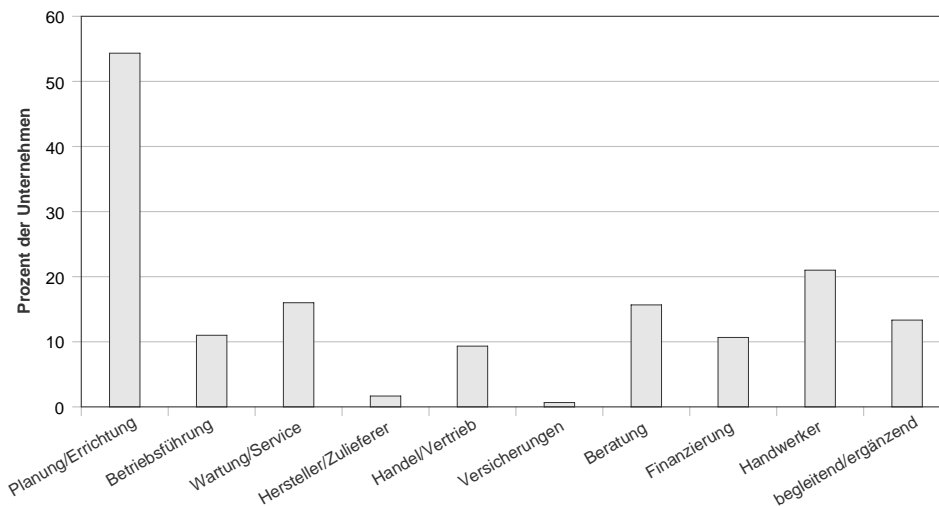


Abbildung 11: Dienstleistungsangebot von Anbietern im Bereich erneuerbare Energien⁴¹

Aufgrund der vielfältigen Dienstleistungen in den einzelnen Umweltmärkten und Sparten sowie des praktischen Kontextes dieser Ausarbeitung, beschränkt sich die Betrachtung der Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien auf die drei Energieformen **Windenergie**, **Solarenergie** und **Biomasse**. Entsprechend wurden ausschließlich Anbieterportfolios in diesen drei Sparten untersucht. Diese Einschränkung verhindert jedoch nicht die Übertragbarkeit der Klassifikation auf weitere Sparten im Bereich erneuerbare Energien. Für die drei Sparten erfolgt im folgenden Abschnitt eine Einordnung in den EE-Markt, ergänzend zu einer Gesamtübersicht der Branchenumsätze.

Ökonomische Bedeutung

Windenergie, Biomasse und Photovoltaik sind die umsatzstärksten Sparten der erneuerbaren Energien in Deutschland. Bei Gesamtumsätzen im **EE-Anlagenbetrieb** von 14,8 Mrd. Euro in 2012 machten sie mit 13,4 Mrd. Euro 90,4 Prozent aus (Abbildung 12). Im Vergleich zum Vorjahr ist eine Steigerung des Gesamtumsatzes von 1,7 Mrd. Euro zu verzeichnen. Die Gesamtumsätze setzen sich aus Aufwendungen für Betrieb und Wartung, hier besonders Personalkosten und Hilfsenergiekosten sowie Kosten für möglicherweise benötigte Brennstoffe zusammen (5 S. 95).

⁴¹ (6 S. 39)

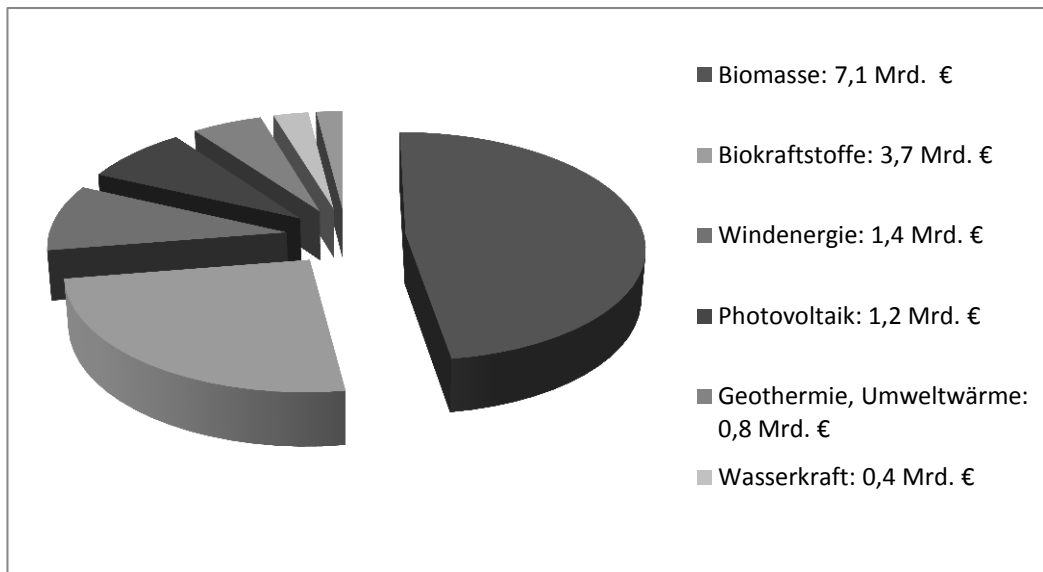


Abbildung 12: Umsätze für Anlagenbetrieb im Bereich erneuerbare Energien 2012⁴²

Die Investitionen für die **Errichtung** von EE-Anlagen in Deutschland waren im Jahr 2012 mit 19,5 Mrd. Euro im Vergleich zum Vorjahr (22,9 Mrd. Euro in 2011) rückläufig (5 S. 30). Ein Großteil der Investitionen in 2012 erfolgte in die Errichtung von Photovoltaikanlagen (11,2 Mrd. Euro).

Schätzungen entsprechend machen Dienstleistungen einen Anteil von 27-32 Prozent der Gesamtumsätze im Bereich erneuerbare Energien aus (6 S. 44). Für das Jahr 2012 wären das bei einer Summierung der Umsätze für Betrieb und Errichtung ca. 9,2 – 10,9 Mrd. Euro **Gesamtumsatz** für EE-Dienstleistungen⁴³. Bei der Berechnung ist jedoch zu beachten, dass die Prozentangaben zwischen den einzelnen Sparten variieren und somit deutlich höhere Anteile erreicht werden können (6 S. 53). So liegt im Bereich Windenergie der Anteil von Dienstleistungen an den Betriebskosten bei 45 Prozent.

Aus vorstehenden Angaben ist zu ersehen, dass **Dienstleistungen** einen gewichtigen Anteil am Gesamtumsatz beitragen. Das Wachstum der erneuerbaren Energien und damit auch der Dienstleistungsangebote bilden in Deutschland folglich einen nicht unwesentlichen Wirtschaftsfaktor (3). Die Gesamtumsätze der Branche tragen zu einer stetigen Stärkung der Wirtschaft bei, da sie entlang des Lebenszyklus, insbesondere in der gesamten Nutzungsphase⁴⁴, anfallen und mit jeder Errichtung weiter wachsen.

EE-Dienstleistungen weisen zudem ein hohes Potenzial für den **Export** auf, da Prognosen zufolge erneuerbaren Energien weltweit mittel- bis langfristig weiter ausgebaut werden (5 S. 33). Deutschland verfügt, aufgrund seiner hochentwickelten EE-Technologien und dem umfassenden Spezialwissen in der Branche, über enorme Potenziale für eine Internationalisierung (7 S. 14). Vor allem Dienstleistungen, wie Planungs- und Errichtungsleistungen sowie betriebsbezogene Dienstleistungen (z.B. Fernüberwachung oder Instandhaltung), sind Erhebungen⁴⁵ zufolge für den Export in andere Länder geeignet. Zukunftsprognosen beschreiben diverse Entwicklungen in

⁴² (139)

⁴³ Der Gesamtumsatz (34,3 Mrd. Euro) setzt sich zusammen aus den Umsätzen für Betrieb (14,8 Mrd. Euro) und den Umsätzen für Errichtung (19,5 Euro), davon wurden 27 und 32 Prozent berechnet (9,2 – 10,9 Mrd Euro).

⁴⁴ Nutzungszeit ist in der Regel 20 Jahre, je nach Anlagentyp (5 S. 30).

⁴⁵ Es wurden verschiedene Anbieter zur Exporteignung von EE-Dienstleistungen befragt (2 S. 77f.).

den Märkten für die nächsten Jahre (5 S. 33; 58). Es wird mit einer wachsenden Nachfrage, vor allem in China, Afrika, Amerika und dem nahen Osten, gerechnet⁴⁶. Zugleich bedeuten die vermehrt auftretenden ausländischen Konkurrenten, beispielsweise aus China, einen erhöhten Wettbewerbsdruck auf deutsche Unternehmen. Bei vergleichsweise niedrigeren Neuinvestitionen kann Deutschland seinen Vorsprung auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien zukünftig vorrangig durch Innovationen sichern. Diese können vor allem im Bereich der Dienstleistungen zu Wettbewerbsvorteilen führen und die Position Deutschlands am Weltmarkt festigen.

2.6. Klassifikationsansätze für EE-Dienstleistungen

Mit dem Ziel einer allgemeinen Einordnung von EE-Dienstleistungen werden in diesem Abschnitt bestehende Ansätze beschrieben. Zu Beginn erfolgt die Darstellung der Zuordnung der EE-Dienstleistungen zu der Umweltwirtschaft, um somit eine klare Abgrenzung zu Dienstleistungen verschiedener Umweltmärkte zu veranschaulichen. Nach dieser groben Einstufung in Abschnitt 2.6.1 werden in den folgenden Abschnitten verschiedene Ansätze zur Klassifikation von EE-Dienstleistungen vorgestellt. In Abschnitt 2.6.4 wird der bis dato einzige Klassifikationsansatz für EE-Dienstleistungen, mit einer Klassenbildung im Sinne dieser Ausarbeitung, vorgestellt. Durch eine Auflistung von bestehenden Klassifikationsansätzen wird eine Überleitung zu Kapitel 3 geschaffen.

2.6.1. Einordnung in die Umweltwirtschaft

Der folgende Abschnitt dient der Einordnung des Bereichs erneuerbare Energien und der hier erbrachten Dienstleistungen in das allgemeine Angebot der Umweltwirtschaft. In Deutschland ist diese in unterschiedlichen Umweltmärkten, wie der Abfallwirtschaft, der Wasserversorgung oder dem Ökotourismus, tätig. In der Querschnittsbranche Umweltwirtschaft werden verschiedene Umweltschutzgüter und Umweltschutzdienstleistungen angeboten, die Umweltbelastungen vermeiden, verringern und beseitigen sollen (1 S. 15). Erzeugt werden Güter, wie Luftfilter, Recycling-Sammelbehälter oder Anlagen zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien, wie Windenergieanlagen oder Biomasseanlagen. Die durch die Umweltwirtschaft erbrachten Dienstleistungen werden in verschiedenen Publikationen unter anderem als *umweltorientierte Dienstleistungen*, *green jobs*, *environmental services* oder auch *Umwelt-Dienstleistungen* bezeichnet (2 S. 19). Zu diesen gehören beispielsweise die Anfertigung energietechnischer Gutachten, Fernwartung oder Instandsetzungsmaßnahmen.

Die folgende Tabelle 5 veranschaulicht die international verwendete Gruppierung der OECD für Güter und Dienstleistungen der Umweltwirtschaft. Den drei Hauptgruppen 1. *Umweltschutz*, 2. *Umweltfreundliche Technologien und Produkte* und 3. *Ressourcenmanagement* werden in den Untergruppen jeweils Güter, Dienstleistungen und Bauleistungen zugeordnet. Erneuerbare Energien werden der dritten Gruppe Ressourcenmanagement zugeordnet und umfassen alle Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien. Die erneuerbaren Energien definieren sich als eigenständiger Markt mit einem hohen Wachstumspotential innerhalb der verschiedenen Umweltmärkte in Deutschland.

⁴⁶ Die Hauptpotenziale werden in den Sparten Windenergie, Biomasse und Solarenergie gesehen (2 S. 68).

Klassifizierung	Beispiele für Dienstleistungen
1. Pollution Management Group	
→ Produktion von Anlagen, Technologien und spezifischen Materialien; Bereitstellung von Bau- und Dienstleistungen	
Luftreinhaltung	Emissions- Monitoring
Abwasserbehandlung/Gewässerschutz	Dienstleistungen in der Wasserwirtschaft
Abfallwirtschaft	Transport, Sammlungen, Sortierung von Abfällen, Management von gefährlichen Abfällen
Sanierung u. Aufbereitung von Boden u. Wasser	Betrieb von Wasseraufbereitungsanlagen
Sanierung u. Aufbereitung von Boden u. Wasser	Betrieb von Wasseraufbereitungsanlagen
Lärmbekämpfung	Monitoring
Umweltforschung und -entwicklung	„saubere“ Prozesse, end-of-pipe-Lösungen
Umweltplanung; -beurteilung und -beratung	Umweltmanagement, Ökobilanzierung, Risikobewertungen etc.
Sammlung, Analyse, Bewertung v. Umweltdaten	Probenahmen, Analysen, Überwachung etc.
Erziehung, Ausbildung und Information	Informationsmanagement, Ausbildung
Sonstige	
2. Cleaner Technology and Product Group	
→ Produktion von Ausrüstung, Technologien, spezifischen Materialien und DL für:	
Saubere/ ressourceneffiziente. Technologien u. Prozesse	Dienstleistungen für Biotechnologien
Saubere/ ressourceneffiziente Produkte	Dienstleistungen für Komponenten sauberer Produkte
3. Resource Management Group	
→ Produktion von Anlagen, Technologien und spezifischen Materialien; Bereitstellung von DL und Bauleistung für:	
Luftreinhaltung in Innenräumen	Dienstleistungen in der Luftreinhaltung
Wasserversorgung	Trinkwasserversorgung und -verteilung
Recycelte Materialien	z.B. Recyclingpapier
erneuerbare Energien	Dienstleistungen in allen EE-Bereichen
Energieeinsparung und -management	Dienstleistungen zur Energieeinsparung
Nachhaltige Landwirtschaft und Fischerei	Dienstleistung in nachhaltiger Landwirtschaft und Fischerei
Nachhaltige Forstwirtschaft	Forstmanagement, Dienstleistungen zur Wiederaufforstung
Risikomanagement für Naturgefahren	Risikomanagement für Naturgefahren
Ökotourismus	Dienstleistungen im Ökotourismus
Sonstige	Erhaltungs- und Ressourcenmanagement

Tabelle 5: Internationale Gruppierung für Güter und Dienstleistungen der Umweltwirtschaft⁴⁷

2.6.2. Klassifikation nach Arten

In der Abgrenzung von (59) wurden unter dem Begriff *Regenerative Energiewirtschaft* zwei Hauptbereiche identifiziert.

„Die *Regenerative Energiewirtschaft* ist die interdisziplinäre Betrachtung der *Regenerativen Energieerzeugung und -versorgung* und des *Regenerativen Anlagen- und Systembaus* für die drei Bereiche *Strom, Wärme und Treibstoffe*“ (59 S. 2).

⁴⁷ (2 S. 24)

Aus dieser Definition lassen sich zwei Bereiche identifizieren, aus denen zwei **Dienstleistungsarten** ableitbar sind. Diese sind in der folgenden Tabelle 6 kurz erläutert. Zudem werden die wichtigsten Marktteilnehmer des jeweiligen Bereiches genannt.

Bereich	Dienstleistungsart	Definition	Marktteilnehmer
regenerative Energieerzeugung und -versorgung	Dienstleistungen zur Energieerzeugung und -versorgung	Dienstleistungen, die die Produktion und Verteilung regenerativer Energien unterstützen, z.B. Vermarktung von Energieangebot, Energieanalyse, Energiecontrolling.	Energieproduzenten, Versorgungsunternehmen (z.B. Wind oder Solarparkbetreiber), Energiedienstleister
regenerativer Anlagen- und Systembau	Dienstleistungen für den Anlagen- und Systembau	Dienstleistungen zur Unterstützung industriewirtschaftlicher Aktivitäten im Zusammenhang mit der Herstellung, Produktion, Errichtung und Wartung von EE-Anlagen, z.B. Planung und Finanzierung.	Hersteller, Zulieferer, Dienstleister

Tabelle 6: Ableitung von Dienstleistungsarten aus der Regenerativen Energiewirtschaft⁴⁸

Im Ansatz von (6) werden drei übergeordnete **Dienstleistungsarten** entlang der Wertschöpfungskette von EE-Anlagen definiert. Bei diesem Abgrenzungsansatz werden für die Wertschöpfung bereits Dienstleistungen für die Produktionsanlagen für EE-Anlagen beachtet. Diese Dienstleistungen, wie die Planung von Produktionsanlagen für Sonnenkollektoren oder Windenergieanlagen, können ebenfalls eine hohe wirtschaftliche Relevanz einnehmen. Zudem wurden Dienstleistungen identifiziert, die in direktem Bezug zum Lebenszyklus von EE-Anlagen stehen sowie übergreifende Transferdienstleistungen. Abbildung 13 zeigt eine Unterteilung der Wertschöpfungskette der Dienstleistungen nach diesen drei Arten.

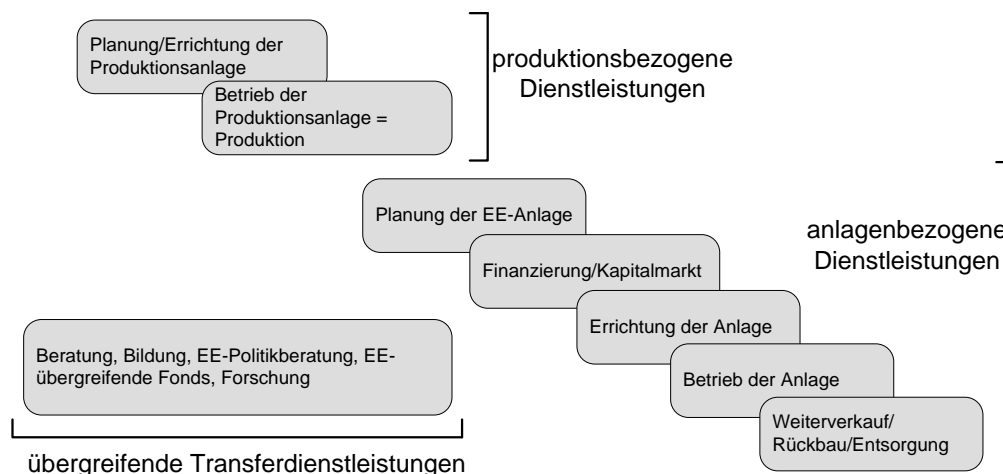


Abbildung 13: Dienstleistungsarten⁴⁹

In Tabelle 7 erfolgt an dieser Stelle eine Kurzbeschreibung der drei Dienstleistungsarten. Die folgenden Beschreibungen dieser Ausarbeitung fokussieren vorrangig die anlagenbezogenen Dienstleistungen. Deren Spektrum korreliert in den verschiedenen EE-Sparten zumeist mit der *Anlagengröße* und dem eingesetzten *Verfahren* zur Energiegewinnung (6 S. 35f.).

⁴⁸ (59 S. 2)

⁴⁹ (6 S. 36)

Dienstleistungsart	Definition
produktionsbezogene Dienstleistungen	Dienstleistungen, die entlang der Planung, der Errichtung und des Betriebes von Produktionsstätten/-anlagen wirken.
anlagenbezogene Dienstleistungen	Dienstleistungen, die entlang des gesamten Lebenszyklus von EE-Anlagen, von der Vorbereitung und Planung bis zur Demontage wirken.
übergreifende und Transferdienstleistungen	Dienstleistungen, die spartenübergreifend erbracht werden, in geringerem Maße produktions- oder anlagenbezogen sind und/oder dem Transfer von Wissen/Informationen dienen.

Tabelle 7: Bedeutung der Dienstleistungsarten⁵⁰

2.6.3. Klassifikation nach Merkmalen

Einen weiteren Ansatz zur Einordnung von EE-Dienstleistungen bietet (7). Der Fokus liegt auf der Bestimmung von *internationalen EE-Dienstleistungen*, d.h. exportfähigen Dienstleistungen. Gängige Export-Dienstleistungen dieser Branche sind beispielsweise Planung und Wartung von EE-Anlagen oder Bildung, Finanzberatung und die Erstellung von Gutachten. Im Ansatz werden Dienstleistungen aus einer zweidimensionalen Perspektive betrachtet, nach *Lokalität der Dienstleistung* und nach *Art der Dienstleistungserstellung*. Für beide Perspektiven gibt es jeweils zwei Ausprägungen (7 S. 17).

Die *Art der Dienstleistungserstellung* beschreibt das Merkmal *Erbringungsdauer* einer Dienstleistung. Diese wird mit Hilfe der Ausprägungen *diskret* und *kontinuierlich* bestimmt.

- Diskrete Dienstleistungen sind dadurch charakterisiert, dass sie einen konkreten Anfangs- und Endzeitpunkt haben. Dies können beispielsweise Studien oder Gutachten, Anlagenaufbau oder Ertragsprognosen sein.
- Für kontinuierliche Dienstleistungen ist die Dauer nicht beschränkt, sie sind dementsprechend fortlaufend. Dies können beispielsweise Monitoring von EE-Anlagen oder periodische Wartungen sein.

Die *Lokalität einer Dienstleistung* beschreibt das Merkmal *Erbringungsort* und somit, wo diese zu erbringen ist. Diese wird mit Hilfe der Ausprägungen *unabhängiger Standort* und *direkt vor Ort* bestimmt. Hierbei wird unterschieden,

- ob die Dienstleistungen direkt am Ort des Dienstleistungsobjektes zu erbringen ist, z.B. eine Anlagenreinigung,
- oder eine Erbringung aus der Ferne möglich ist, z.B. eine Fernwartung.

Die folgende Tabelle 8 fasst den Ansatz nochmals übersichtlich zusammen.

Perspektive	Ausprägung	Merkmal
Art der Dienstleistungserstellung	diskret	Dienstleistung hat konkreten Anfangs- und Endzeitpunkt
	kontinuierlich	Dienstleistung mit unbeschränkter Dauer
Lokalität der Dienstleistung	unabhängiger Standort (mobil bzw. virtualisierbar)	Erbringung aus der Ferne möglich
	direkt vor Ort	Erbringung vor Ort nötig

Tabelle 8: Ausprägungen zur Typisierung von EE-Dienstleistungen⁵¹

Die Betrachtung von Dienstleistungen aus diesen beiden Perspektiven ist hilfreich für die Bestimmung deren Eignung für den Export. Demgemäß kommen hierfür besonders Dienst-

⁵⁰ (6 S. 35f.)

⁵¹ (7 S. 17)

leistungen, die aus der Ferne erbracht werden oder eine beschränkte Dauer haben, in Betracht. Die vier Dienstleistungsarten, die sich aus der Kombination der Ausprägungen ergeben, werden in Tabelle 9 beschrieben.

Dienstleistungsart	Definition
diskret und ortsgebunden	Die Dienstleistungserstellung erfolgt vor Ort beim Dienstleistungsobjekt und hat eine begrenzte Dauer.
diskret und virtualisierbar	Die Dienstleistungserstellung erfolgt unabhängig vom Standort des Dienstleistungsobjektes und hat eine begrenzte Dauer.
kontinuierlich und ortsgebunden	Die Dienstleistungserstellung erfolgt fortlaufend vor Ort beim Dienstleistungsobjekt.
kontinuierlich und virtualisierbar	Die Dienstleistungserstellung erfolgt fortlaufend, unabhängig vom Standort des Dienstleistungsobjektes.

Tabelle 9: Dienstleistungsarten⁵²

Auf Basis dieser Dienstleistungsarten wurde durch (7) ein Typologisierungsansatz für EE-Dienstleistungen erstellt. Die Typologisierung zur Feststellung der Exportfähigkeit wird beispielhaft auf verschiedene EE-Dienstleistungen angewendet und ist in Abbildung 14 dargestellt.

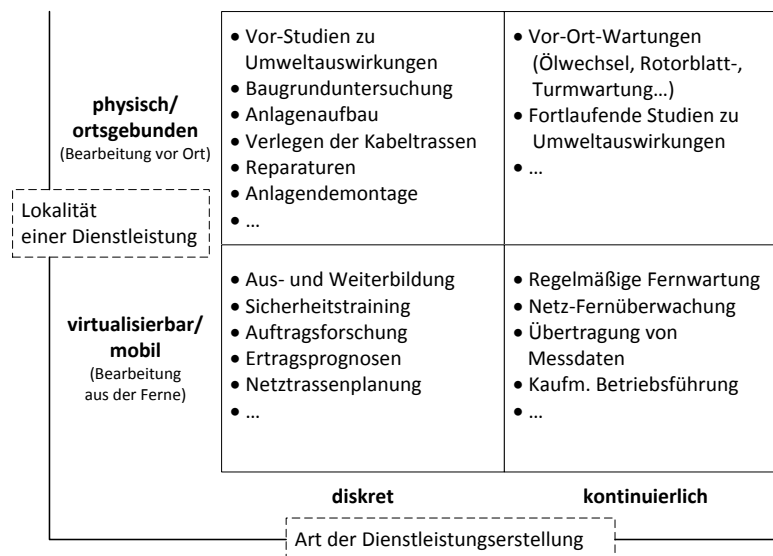


Abbildung 14: Ansatz zur Typologisierung von EE-Dienstleistungen⁵³

2.6.4. Klassifikation auf Basis einer Branchenanalyse

Für den Bereich der erneuerbaren Energien existiert momentan nur ein Ansatz zur Klassifikation von EE-Dienstleistungen in einem Schema, der dem Vorgehen zur Klassenbildung im Sinne dieser Ausarbeitung entspricht. Die Klassifikation in Tabelle 10 ist das Ergebnis des Forschungsprojektes EXPEED und stellt das Angebot an Dienstleistungen in der Branche erneuerbare Energien, eingeordnet in Dienstleistungskategorien, dar (6 S. 33ff.). Die Klassifikation resultiert aus einer umfangreichen Branchenanalyse. Der Ansatz zur Klassifikation war an dieser Stelle die Zusammenfassung ähnlicher Dienstleistungen in übergeordneten *Kategorien*. Einzelne Klassen und Strukturen wurden in das Klassifikationsschema der vorliegenden Ausarbeitung übernommen.

⁵² (7 S. 18)

⁵³ (7 S. 19)

Hauptkategorien	Dienstleistungsbeispiele
Bildung	Aus- und Weiterbildung Mitarbeiterschulung
Forschung und Entwicklung	Materialforschung Komponentenentwicklung Marktstudien
Machbarkeitsstudien	
Standortgutachten	energietechnische Gutachten (Ertragsprognosen) Bodengutachten Umweltauswirkungen (Umweltverträglichkeitsprüfung – UVP)
Projektplanung	Überwachung der Planungsphasen bis zur Baureife eines Vorhabens
Projektierung	Überwachung der Durchführungsphasen bis zur schlüsselfertigen Übergabe
Projektfinanzierung	Aushandlung von Abnahmeverträgen Fondsmanagement Management von Betreibergesellschaften
Projektversicherung	Anlagenversicherung
Beratungstätigkeiten	Wirtschaftsprüfung Steuerberatung Rechtsberatung
Bauausführung	technische Gesamtkonstruktion Anlagenbau
Netzanbindung	Netzanbindung der Anlage und Installation Installation von Übergabestationen
Netzservice, -wartung	Vor-Ort-Service Fernwartung, -überwachung
technische Betriebsführung	Vor-Ort-Wartung/Reparatur Anlagenreinigung
kaufmännische Betriebsführung	Abrechnung der Stromeinspeisung administrative Tätigkeiten
Handel	Anlagen Komponenten
Transport/Logistik	Spezialtransport sonstige Schwertransporte
Vertrieb	Anlagen Komponenten/Teile
Zertifizierungen, Messungen	Ertragskontrolle
Öffentlichkeitsarbeit	Pressemitteilungen Informationen vor Ort (Besucher, Bevölkerung)
Anlagen-Demontage	Abbau und Abfuhr der Anlage Wiederherstellung des natürlichen Zustandes

Tabelle 10: Kategorisierung der EE-Dienstleistungen nach EXPEED⁵⁴

⁵⁴ (6 S. 34f.)

2.6.5. Zusammenfassung

Aus den Erkenntnissen der vorstehenden Abschnitte lässt sich eine Darstellung (Abbildung 15) mit der allgemeinen Einordnung von EE-Dienstleistungen ableiten.

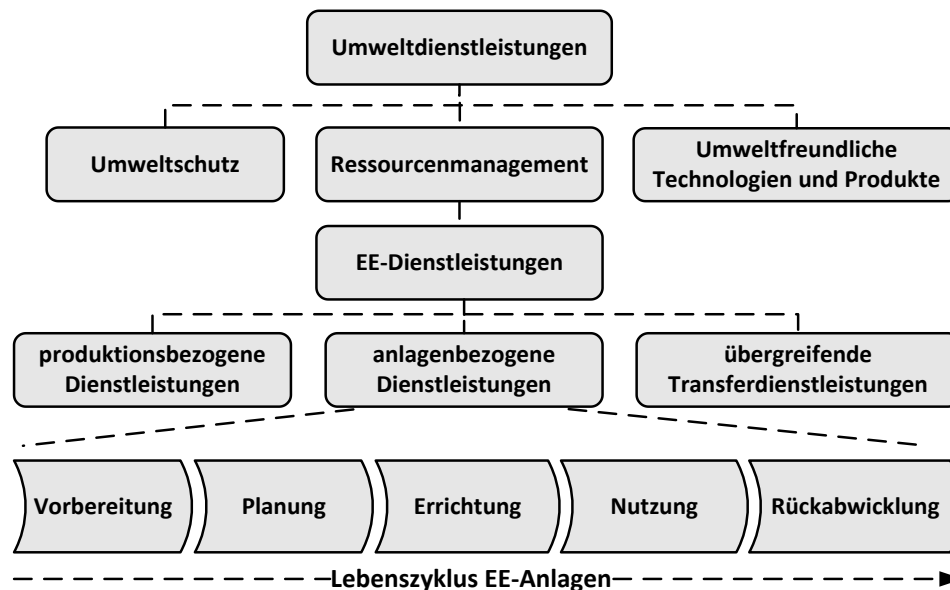


Abbildung 15: Einordnung von EE-Dienstleistungen⁵⁵

Entsprechend sind erneuerbare Energien und EE-Dienstleistungen der Gruppe Ressourcenmanagement „Produktion von Anlagen, Technologien, spezifischen Materialien; Bereitstellung von Dienstleistungen und Bauleistungen“ zuordenbar. EE-Dienstleistungen sind weiterführend entlang der Wertschöpfungskette von EE-Anlagen in die drei Arten *produktionsbezogene Dienstleistungen*, *anlagenbezogene Dienstleistungen* und *übergreifende Transferdienstleistungen* unterteilbar. In der vorliegenden Ausarbeitung wurden zur Erstellung des Klassifikationsschemas **anlagenbezogene** Dienstleistungen sowie **übergreifende** Transferdienstleistungen einbezogen. Übergreifende Transferdienstleistungen gingen als phasenübergreifende Klassen in die Klassifikation ein. Anlagenbezogene Dienstleistungen sind mit Hilfe der einzelnen Lebenszyklusphasen von EE-Anlagen unterteilbar. Die Klassen des Klassifikationsschemas wurden in der ersten Ebene anhand dieser Phasen strukturiert.

⁵⁵ (94 S. 4)

3. Klassifikationsschema für EE-Dienstleistungen

Den Ansätzen verschiedener Klassifikationsvorhaben für Dienstleistungen in anderen Branchen folgend, wird im Rahmen dieser Ausarbeitung ein Klassifikationsansatz erarbeitet, der die Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien in ein hierarchisches Klassifikationsschema überführt. Das in dieser Ausarbeitung bereitgestellte Klassifikationsschema bietet eine umfassende Datenbasis und dient der Vereinheitlichung von Strukturen und Terminologien. Durch die explizite Beschreibung der Klassen soll das Verständnis von Dienstleistungen konsolidiert und die Komponentisierung vereinfacht werden. Die Klassen sind eine Zusammenstellung und Gliederung von EE-Dienstleistungen, die in den Sparten Windenergie, Solarenergie und Biomasse angeboten werden. Das Klassifikationsschema erweitert entsprechend den einzig vorliegenden Klassifikationsansatz von (6) und integriert die Informationen unterschiedlicher Quellen zu einem umfassenden Ansatz. Die Plausibilität des Klassifikationsschemas ist durch seine Praxisnähe begründet, die durch die Auswertung der Portfolios und die Befragung von Anbietern gewährleistet ist.

Wie bereits beschrieben, stellt der Lebenszyklus von EE-Anlagen das erste Einordnungsmerkmal der Klassen dar. Entsprechend erfolgt die Gliederung der folgenden Abschnitte dieses Kapitels, beginnend mit den Phasen *Vorbereitung* und *Planung* in Abschnitt 3.1, hin zu den *phasenübergreifenden* Klassen in Abschnitt 3.5. In jedem Abschnitt werden die Klassen näher beschrieben und die, zur Klassifizierung verwendeten, Quellen explizit aufgeführt.

3.1. Klassen der Phasen der Vorbereitung und Planung

In der Phase der Vorbereitung⁵⁶ werden Dienstleistungen erbracht, die zur Einleitung der Errichtung und Herstellung der Betriebsbereitschaft einer EE-Anlage nötig sind. Beginnend mit der Idee wird im Rahmen der Grundlagenermittlung insbesondere die Machbarkeit des Errichtungsvorhabens geprüft und konzeptionell gearbeitet. Sollte daraus ein konkretes Vorhaben entstehen, schließen sich Dienstleistungen in der Planungsphase⁵⁷ an.

Im Bereich erneuerbare Energien gibt es, im Vergleich zu anderen Branchen, in den Phasen Vorbereitung und Planung besondere Leistungen, die der Errichtung einer EE-Anlage vorgelagert sind. Insbesondere das Verfahren zur Genehmigung von EE-Anlagen birgt verschiedene spezialisierte Dienstleistungen im Umfeld sich ständig ändernder Gesetzgebungen⁵⁸. So hat sich beispielsweise das formale **Genehmigungsverfahren** zur Errichtung von Windkraftanlagen in den letzten fünfzehn bis zwanzig Jahren wiederholt geändert (57 S. 724). Wie die folgende Abbildung 16 beispielhaft verdeutlicht, sind für die Umsetzung eines Projektes zur Nutzung von Windenergie sowohl auf Bundesebene als auch auf Landesebene spezifische Gesetze und Regelwerke zu beachten. Die Errichtung größerer Windparks wird, analog zu anderen Kraftwerken, unter Anwendung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) genehmigt (60 S. 721).

⁵⁶ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 1 aufgeführt.

⁵⁷ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 2, Anhang 3, Anhang 4 aufgeführt.

⁵⁸ Einen umfassenden Überblick zu Struktur und Aufbau der nationalen und internationalen Gesetzgebung gibt (62).

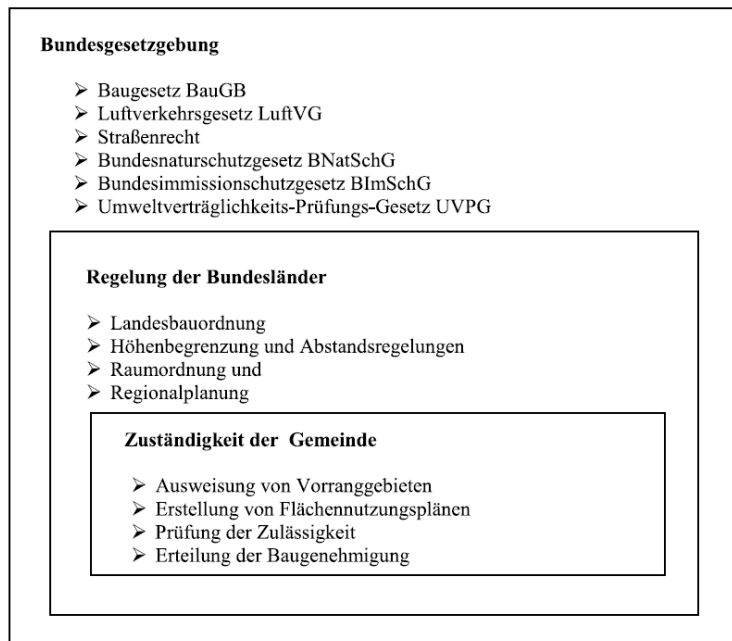


Abbildung 16: Gesetze und Regelwerke mit Relevanz für die Genehmigung von WEA⁵⁹

Im Bereich Biomasse müssen, je nach Anlagentyp, noch weitaus mehr gesetzliche Vorgaben beachtet werden, was wiederum zu weiteren Dienstleistungen im Bereich von Genehmigungen führen kann (61; 62). Neben der Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen sind bei EE-Projekten auch lokale Gegebenheiten und Interessenverbände am Standort zu beachten, um eine Akzeptanz für die Errichtung zu schaffen (57 S. 722).

Als grundlegende Orientierung zur Strukturierung und Erhebung der Dienstleistungen in der Phase Vorbereitung diene insbesondere Paragraph 15 „*Leistungsbild Objektplanung für Gebäude, Freianlagen und raumbildende Ausbauten*“ (63 S. 23ff.; 64; 65) der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Aus dem **Leistungsbild Objektplanung**, das „*die Leistungen der Auftragnehmer für Neubauten, Neuanlagen, Wiederaufbauten, Erweiterungsbauten, Umbauten, Modernisierungen, raumbildende Ausbauten, Instandhaltungen und Instandsetzungen*“ (66) umfasst, wurden Dienstleistungen extrahiert und im Klassifikationsschema hierarchisiert. Die HOAI bietet insofern eine stimmende Grundlage, da sie für Anbieter durch eindeutig abgegrenzte Dienstleistungspakete die Grundlage für die Abrechnung und Vergabe bildet und sich deren Portfolios entsprechend strukturieren. Dies wird durch eine Auswertung von Portfolios von Projektentwicklern und Ingenieurbüros im Bereich erneuerbare Energien bestätigt. Diese ergab, dass sich die einzelnen Dienstleistungen der Portfolios in die Struktur der HOAI einordnen lassen und eine Erweiterung um konkrete Ausprägungen für erneuerbare Energien erfolgt. Zusätzlich zur HOAI (66) und zur Auswertung der Portfolios wurden die Quellen (6; 60; 57; 67; 68; 69; 70; 71; 63; 72) zur Erhebung der Dienstleistungen dieser Phasen verwendet.

Konkret gliedern sich die Dienstleistungen der **Grundlagenermittlung** im Rahmen der Phase der Vorbereitung in die Oberklassen Vorhabensdefinition, Anforderungserhebung und Dokumentation. In der **Vorhabensdefinition** wird die Idee verifiziert, indem die Aufgabenstellung und der Leistungsbedarf erarbeitet werden. Während der **Anforderungserhebung** wird geprüft, ob alle

⁵⁹ (57 S. 725)

Voraussetzungen für die Durchführung eines Errichtungsprojektes an einem Standort gegeben sind. Hierzu gehören, nachgelagert zur Standortakquisition, beispielsweise die Anfertigung von Standortgutachten und energietechnischer Gutachten. Zur Prüfung der Umwelterheblichkeit und Umweltverträglichkeit des Vorhabens werden Dienstleistungen, wie die Anfertigung von Schattenwurfanalysen, Schallimmissionsprognosen oder Sichtbarkeitsanalysen, erbracht. Die **Dokumentation** erfolgt durch die Erstellung des Raumprogramms, der Betriebsplanung und des Funktionsprogramms, als Grundlage für die Planungsphase.

Die Dienstleistungen der **Durchführung von Planungsmaßnahmen** in der Planungsphase sind in die Oberklassen Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Erstellung Instandhaltungskonzept und Durchführung der Vergabe unterteilt. Im Rahmen der **Vorplanung** wird die Untersuchung der Machbarkeit des Vorhabens zur Errichtung einer EE-Anlage weiter um technische und wirtschaftliche Parameter detailliert. Im Zusammenhang mit dieser Detaillierung werden Dienstleistungen, wie die Klärung von Umgebungsbedingungen oder die Prüfung der Genehmigungsfähigkeit, angeboten. Die entstehenden Informationen bilden die Grundlage für die anschließende **Entwurfsplanung**, im Zuge derer erste technische Beschreibungen, wie Entwurfszeichnungen aber auch Wirtschaftlichkeitsberechnungen, angefertigt werden. Schwerpunkt der Klasse **Genehmigungsplanung** ist die Interaktion mit Behörden, mit dem Ziel der Vorbereitung und Einholung erforderlicher Bau- und Umweltgenehmigungen. Im Vorfeld der Genehmigung hat eine technische Vorplanung zu erfolgen, da jede Baugenehmigung anlagenbezogen ist und zumindest grob definiert beziehungsweise beschrieben sein muss (57 S. 723). Die Genehmigungen bilden eine wichtige Grundlage für die Nutzungsphase. Beispielsweise sind bei der Ausführung einer Instandhaltung Grenzparameter, wie explosionsgefährdete Gebiete oder Arbeitsschutzauflagen, zu berücksichtigen. Im Rahmen der **Ausführungsplanung** werden durch die Erstellung zeichnerischer und textueller Beschreibungen der EE-Anlage konkrete technische Lösungen detailliert. Die **Erstellung eines Instandhaltungskonzeptes** beinhaltet die Auswahl und Priorisierung von Betrachtungseinheiten als Instandhaltungsobjekte. Außerdem werden Ziele und Aufgaben der Instandhaltung sowie eine Instandhaltungsstrategie festgelegt. Zudem sind Parameter der Betrachtungseinheiten, wie deren Instandhaltbarkeit, zu prüfen und Rahmenbedingungen festzulegen, die bei der späteren Ausführung der Instandhaltung zu beachten sind (73 S. 31f.). Bei der **Durchführung der Vergabe** von Aufträgen für die Bauphase wird, auf Grundlage der vorliegenden technischen Beschreibungen, eruiert, mit welchen Quantitäten und Qualitäten die Errichtung der EE-Anlage umzusetzen ist. Hierzu werden, als Basis für eine technische und wirtschaftliche Lösung, Ausschreibungsunterlagen⁶⁰ erstellt (57 S. 724) sowie Angebote eingeholt und bewertet. Anschließend findet eine Auswahl der Anbieter statt, die alle technischen und wirtschaftlichen Parameter für das Bauvorhaben erfüllen. Mit der Vergabe der Bauaufträge erfolgt der Übergang in die Errichtungsphase.

3.2. Klassen der Phase der Errichtung

Nach Abschluss der Vorbereitung und Planung der EE-Anlage beginnt die Errichtungsphase. Die **Baumaßnahmen** können in zwei Oberklassen von Dienstleistungen unterteilt werden. Einerseits

⁶⁰ Die Unterlagen werden gegebenenfalls für einzelne „Gewerke“, wie Fundamente oder Netzanschluss, erstellt.

werden mit der Bauausführung⁶¹ verschiedene Bauleistungen zur physischen Errichtung von EE-Anlagen erbracht. Die zweite Oberklasse der Bauphase ist die Objektüberwachung⁶² (auch baubegleitende Dienstleistungen). Die Untersuchung von Portfolios verschiedener Hersteller von EE-Anlagen zeigte, dass diese zum Teil beide Klassen anbieten. Ein Beispiel hierfür ist der folgende Auszug aus dem Portfolio der Biogas Nord AG: „Wir übernehmen mit unseren Projekt- und Bauleitern, sowie unseren kompetenten und erfahrenen Montageteams die Verantwortung für die vollständige Umsetzung des gesamten Bauvorhabens.“ (74). Im Gegensatz zu Anbietern der anderen Dienstleistungsklassen ließen sich bei der Sichtung von Portfolios von EE-Anlagenbauern kaum Dienstleistungen extrahieren, da Einzelleistungen nur sehr grobgranular dargestellt werden. Folglich musste für die Erhebung dieser Phase eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt werden, um typische Baudienstleistungen zu identifizieren. Maßgebliche Quellen waren (57; 63; 75; 76; 77; 78; 72; 79; 37; 80). Die Quellen wurden dann mit den verfügbaren Informationen der Anbieter im Klassifikationsschema konsolidiert.

Der Umfang der, in der Bauphase ausgeführten, Dienstleistungen kann je nach Anlagentyp sehr unterschiedlich sein. Beispielsweise ist bei Solarkollektoren die Erbauung von Fundamenten oder Rohbauten nicht zwingend nötig, wobei bei komplexen Biogasanlagen Rohrleitungssysteme erbaut werden müssen. Im Zuge der Erhebung der Klassifikation wurde speziell in der Bauphase der Blickwinkel aus Sicht der Errichtung von multimodalen EE-Anlagen eingenommen, d.h. es werden verschiedene Anlagentypen an einem Ort errichtet. Besonders im Bereich erneuerbare Energien kann auch der Ort der Errichtung Einfluss auf die Dienstleistungen in der Bauphase nehmen. Bei Offshore-Windparks etwa wird im Wasser gebaut oder bei Solarparks gegebenenfalls in der Wüste.

Zu den Dienstleistungen der **Bauausführung** gehören grob die Errichtung der baulichen Infrastruktur und der EE-Anlage (Objekt) sowie die Inbetriebnahme. Diese Leistungen werden in der Regel durch spezialisierte Bau- und Installationsfirmen (oftmals die Hersteller der EE-Anlage) erbracht. Der Umfang dieser Dienstleistungen kann je nach Typ der EE-Anlage stark variieren. Bei der Errichtung der baulichen Infrastruktur werden Dienstleistungen erbracht, die den Standort beziehungsweise das Grundstück für den Bau der Anlage vorbereiten (76). Der Standort ist entsprechend der Notwendigkeiten für den Transport, die Errichtung und eine anschließende Instandhaltung der EE-Anlage zu erschließen (57 S. 736). Zudem werden alle Anschlüsse zur Versorgung gelegt und sichergestellt, dass die erzeugte Energie in das Versorgungsnetz gespeist werden kann. Ist die Infrastruktur errichtet, sind verschiedene Baudienstleistungen zur Errichtung der EE-Anlage nötig (57 S. 752ff.). Die Gliederung dieser Dienstleistungen im Klassifikationsschema erfolgte chronologisch nach dem Zeitpunkt der Ausführung, von der Errichtung der Fundamente über die Montage der Anlagenkomponenten bis zur Installation. Die Art und Anzahl der Komponenten einer EE-Anlage ist je nach Typ variabel. Aus diesem Grund wurde für das Klassifikationsschema eine Unterteilung nach Windenergie, Biomasse und Solarenergie vorgenommen, um hier beispielhaft die einzelnen Leistungen darzustellen. Das Vorgehen zum Klassifizieren ist an dieser Stelle abweichend zu dem der restlichen Klassen. Für den Bereich Windenergie wurde der typische Montageablauf einer WEA nach (57 S. 752ff.) eingefügt. Ein spezifischer Klassifikationsansatz für die Phase der Errichtung im Bereich Windenergie wird zudem durch (6) gegeben. Sie ordnen in die Bauphase einer WEA die in Tabelle 11 aufgeführten Dienstleistungen ein. Der Montageablauf für die

⁶¹ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 5 aufgeführt.

⁶² Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 6 aufgeführt.

Solaranlage und die Biomasseanlage wurde jeweils auf Basis von Informationen von Anbietern dargestellt, die den Aufbau der Anlagen in Form von Komponenten beschreiben (81; 82; 83; 84; 85; 86).

Dienstleistungsgruppe	Dienstleistungen
Projektierung (Projektentwicklung, bis schlüsselfertiger Inbetriebnahme)	➤ Bauausführung (Generalunternehmen)
	➤ Technische Gesamtkonstruktion und Logistik
	➤ Statik
	➤ Erdarbeiten (Fundamente, Zuwegung)
	➤ Elektrokabelverlegung, Anlagen/- Netzanschluss
	➤ Kabelverlegung Telekommunikation (Fernüberwachung)
	➤ Installation und Inbetriebnahme von Zähl- und Messeinrichtungen
	➤ Anlagenaufbau/-installation/-inbetriebnahme

Tabelle 11: Dienstleistungen für die Errichtung einer WEA nach⁶³

Die zweite Oberklasse der Errichtungsphase ist die **Objektüberwachung**. Im Bereich der erneuerbaren Energien werden diese Dienstleistungen durch verschiedene Anbieter, wie Ingenieurbüros, Planer und Projektierer, offeriert. Die Auswertung der Portfolios dieser Anbieter fand Eingang in das Klassifikationsschema. Die so in der Praxis identifizierten Dienstleistungen wurden in die Struktur der HOAI eingeordnet, die, analog zur Vorbereitungsphase, als Grundlage für die Klassifikation dieser Dienstleistungen diente (63 S. 23ff.). Die Dienstleistungen der Objektüberwachung beinhalten alle Tätigkeiten der Bauleitung, von der Bauplanung bis zur Bauabnahme. In diesem Rahmen werden alle an der Errichtung beteiligten Ressourcen koordiniert, die Bauaufsicht durchgeführt und wichtige Informationen dokumentiert, beispielsweise im Bautagebuch oder in den Wartungsanweisungen (75 S. 27ff.). Die Dokumentation ist insbesondere in Hinsicht auf die Nutzungsphase von Bedeutung, da sie alle benötigten technischen Informationen, wie Verzeichnisse, Anweisungen oder Bestandspläne, für die Betriebsführung und die Instandhaltung der EE-Anlage enthält (63 S. 247). Nach der Inbetriebnahme erfolgt eine Übergabe der Dokumentation an den Anlagenbetreiber. Nachgelagerte Dienstleistungen greifen auf diesen fortgeführten Informationsbestand zu.

Die Errichtungsphase endet prinzipiell mit der ersten Energieeinspeisung ins Netz nach einer erfolgreichen **Inbetriebnahme** (57 S. 724). Vor der Übergabe der EE-Anlage an den Betreiber wird diese, wie andere technische Anlagen, in Betrieb genommen. Entsprechend ist die Inbetriebnahme der Zeitraum zwischen Errichtung der Anlage bis zur Übergabe an einen Betreiber in dessen alleinige Verantwortung (63 S. 246). Neben der technischen Inbetriebsetzung sind auch rechtliche Vorgaben in Form von Prüfungen und zu erstellenden Dokumenten zu erfüllen. Die Klasse Inbetriebnahme wurde auf Basis der Daten aus den Portfolios verschiedener Anbieter (Hersteller und Baudienstleister) und Literaturquellen erstellt. Da die Inbetriebnahme von EE-Anlagen ähnlich der klassischer Industrieanlagen erfolgt, wurde neben spezifischer Literatur im Bereich erneuerbare Energien auch branchenfremde Literatur zum Thema Baudurchführung einbezogen. Maßgebliche Quellen waren (57; 68 S. 42ff.; 37; 63; 75; 78; 37). Die Inbetriebnahme setzt sich grob aus der Montage- und Funktionsprüfung, der Durchführung eines Probetriebs mit anschließender technischer Begutachtung und der Abnahme und Übergabe zusammen (57 S. 766). Bei der Montage- und Funktionsprüfung erfolgt die Prüfung sämtlicher Systeme der EE-Anlage. Anhand der Unterlagen aus der Planung und Errichtung wird hierbei die korrekte Montage und Funktion aller Systeme sichergestellt. Im

⁶³ (6 S. 50)

Anschluss erfolgt ein Probetrieb, dessen Umfang je nach Typ der EE-Anlage stark variieren kann. Dieser erstmalige Betrieb der Anlage zielt auf die Stabilisierung und Optimierung der Anlagenfahrweise zur Sicherstellung der Nutzungsfähigkeit im Dauerbetrieb (37 S. 14). Der Garantiversuch (auch Leistungsfahrt oder Abnahmeversuch) ist ein Betriebszeitraum, in dessen Rahmen der rechtsverbindliche Leistungsnachweis für die Anlage erbracht wird (37 S. 14). Der Garantiversuch ist meist kürzer als der Probetrieb. In der Regel wird vor der Abnahme einer EE-Anlage der Bauzustand durch unabhängige technische Sachverständige, im Rahmen einer technischen Begutachtung, bewertet. Nach gelungenem Probetrieb, Garantiversuch und Sicherstellung, dass die EE-Anlage keine kritischen Mängel für die Betriebssicherheit und Leistungserzeugung aufweist, erfolgt die Abnahme und Übergabe an den Betreiber (75 S. 305ff.). Ab diesem Moment beginnen der Zeitraum für die Gewährleistung und der reguläre Betrieb (auch bestimmungsgemäßer Betrieb, Dauerbetrieb oder kommerzieller Betrieb) der EE-Anlage in der Nutzungsphase. Abschließend veranschaulicht Abbildung 17 die Einordnung der Inbetriebnahme und der Dienstleistungen in den Lebenszyklus (Bau bis Betrieb) verfahrenstechnischer Anlagen.

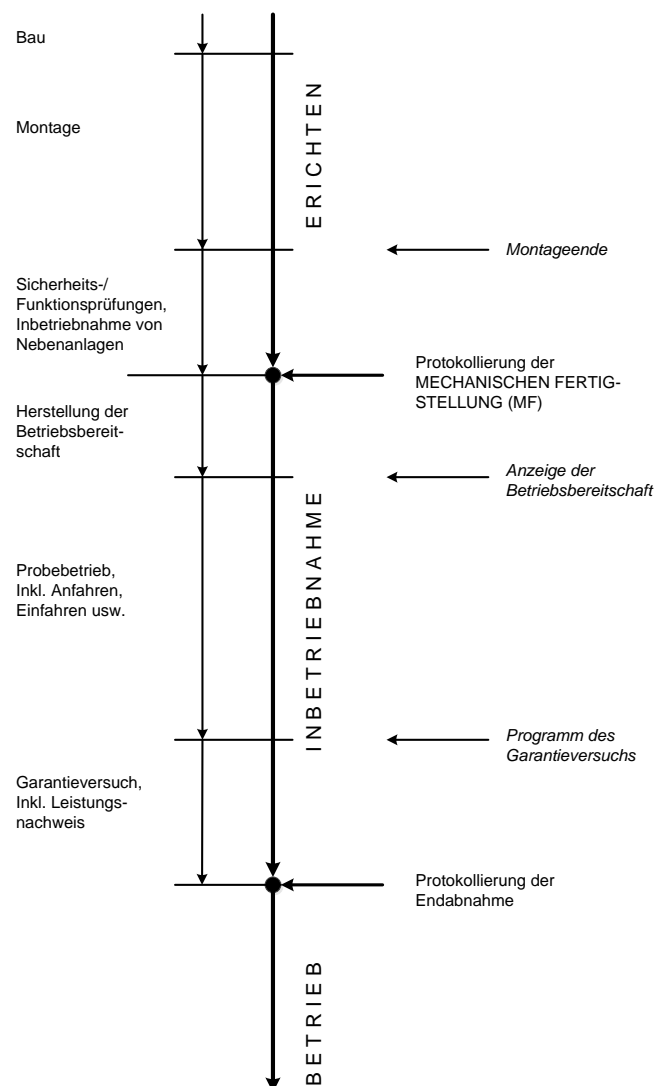


Abbildung 17: Einordnung der Inbetriebnahme im Anlagenlebenszyklus⁶⁴

⁶⁴ (37 S. 12)

3.3. Klassen der Phase der Nutzung

Im folgenden Abschnitt werden die Klassen der Phase der Nutzung (auch Betrieb) beschrieben. Als zentrale Dienstleistungen werden in dieser Phase die Betriebsführung und die Instandhaltung angeboten.

3.3.1. Betriebsführung

Die Betriebsführung ist für den ordnungsgemäßen Betrieb einer EE-Anlage verantwortlich (33 S. 24; 73 S. 79). Die Beauftragung der Betriebsführung erfolgt in der Regel durch den Betreiber einer Anlage. Während der Nutzungsphase von EE-Anlagen werden sowohl kaufmännische als auch technische Betriebsführungsdienstleistungen erbracht. Diese Abgrenzung beider Bereiche folgt den Ansätzen von (6; 57; 87; 71 S. 261; 88; 89; 90; 59) sowie Erkenntnissen aus den praktischen Erhebungen im Rahmen dieser Ausarbeitung. Im Fokus der kaufmännischen Betriebsführung stehen Dienstleistungen für die wirtschaftliche Abwicklung. Die technische Betriebsführung adressiert im Wesentlichen alle technischen Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des gesicherten Anlagenbetriebes. Aufgrund der Erkenntnisse und Erhebungen dieses Abschnitts wird an dieser Stelle die Abgrenzung für das Klassifikationsschema übernommen und die zwei Dienstleistungsklassen *technische Betriebsführung* und *kaufmännische Betriebsführung* determiniert.

Technische Betriebsführung

Zielsetzung der **technischen Betriebsführung** von EE-Anlagen ist nach (91; 92) die Sicherstellung deren optimalen Betriebs. Zur Erhaltung des störungsfreien und optimalen Betriebes von EE-Anlagen sind verschiedene Steuerungs- und Überwachungsaufgaben erforderlich, die in der Praxis durch automatische Überwachungssysteme unterstützt werden können (57 S. 769ff.). Die Dienstleistungen in diesem Aufgabenfeld werden im Bereich erneuerbare Energien von einem technischen Betriebsführer erbracht, der entsprechend den ordnungsgemäßen Betrieb aus technischer und produktionstechnischer Sicht verantwortet. Zu diesen Dienstleistungen gehören vorrangig die Anlagenüberwachung und -steuerung sowie die Organisation der Instandhaltung (57 S. 721; 87; 71 S. 248). Wie die Auswertung der Portfolios von EE-Dienstleistern sowie Literaturrecherchen veranschaulichen, lassen sich Instandhaltungsdienstleistungen in dieser Branche primär in *Verwaltung* (Kontrolle und Koordination der Instandhaltung) und *Ausführung* (praktische Realisierung der Instandhaltung) differenzieren. Die Portfolios zeigen auf, dass durch die technische Betriebsführung in der Regel nur die Verwaltung der Instandhaltung (93; 90 S. 1) erfolgt. Die Ausführung der Instandhaltung wird entsprechend als eigene Dienstleistungsklasse festgelegt, die per Definition dieser Ausarbeitung von der technischen Betriebsführung abgegrenzt wird. Inhaltlich gibt es jedoch bei den Dienstleistungen der technischen Betriebsführung Überschneidungen mit den Dienstleistungen der **Inspektion** im Rahmen der Instandhaltung. In beiden Klassen wird der Zustand von Betrachtungseinheiten auf Abweichungen zwischen Istzustand und Sollzustand hin überwacht. Im Falle einer Abweichung wird diese diagnostiziert und weitere Maßnahmen eingeleitet. Der Unterschied zwischen beiden Klassen besteht in der Bedingung für die Erbringung der Dienstleistungen. Dienstleistungen der technischen Betriebsführung, wie die Überwachung von Betrachtungseinheiten, werden in der Regel permanent erbracht, wobei die Auslösung einer Inspektion weitgehend durch Ereignisse, wie einen Inspektionstermin oder einen konkreten Schaden, erfolgt. Eine Trennung der Klassen

technische Betriebsführung und Inspektion im Klassifikationsschema erfolgt, da die Auswertung der Portfolios und Gespräche mit Anbietern gezeigt haben, dass die technische Betriebsführung als eine von der Instandhaltung abgegrenzte Dienstleistungsklasse angeboten wird. Darüber hinaus bietet die technische Betriebsführung weitere Klassen entlang der Verwaltung der Instandhaltung. Zentrale Aufgabengebiete der technischen Betriebsführung sind, entsprechend der Auswertung der Portfolios, neben der Verwaltung der Instandhaltungsmaßnahmen die Überwachung und Steuerung von EE-Anlagen sowie das Management von Daten und Informationen.

Die Aufgabengebiete bilden die Grundlage der Klassifizierung der technischen Betriebsführung, wodurch die Oberklassen **Anlagenmanagement**⁶⁵, **Anlagenüberwachung und -steuerung**⁶⁶ sowie **Daten- und Informationsmanagement**⁶⁷ gebildet wurden (94).

Anlagenmanagement

Wie bereits erwähnt, offeriert ein Großteil der Anbieter unter technischer Betriebsführung die Verwaltung der Instandhaltung und nicht deren Durchführung. Zielsetzung des Anlagenmanagements⁶⁸ ist dementsprechend die Koordination aller Instandhaltungsmaßnahmen an einer EE-Anlage (73 S. 143ff.). Hierzu gehören neben der Planung, Auslösung und Kontrolle der Ausführung der Instandhaltung unter anderem die Verwaltung von Terminen, Ressourcen und Aufträgen sowie die Arbeitsplanung (95 S. 27ff.). Unter Instandhaltungsplanung wird nach (95 S. 27f.) die planmäßige Vorbereitung der Instandhaltungsaktivitäten verstanden. Die Instandhaltungssteuerung adressiert die Veranlassung, Überwachung und Sicherung der zur Abwicklung der Instandhaltungsmaßnahmen auszuführenden Prozesse. Auslöser der Verwaltungsdienstleistungen können unter anderem Versicherungsfälle, Gewährleistungs- und Garantieansprüche, zyklische Prüfungen oder auch Störungen, die durch die permanente Überwachung von Betrachtungseinheiten identifiziert werden, sein. Weiterhin übernimmt die technische Betriebsführung Aufgaben im Rahmen der Inbetriebnahme von EE-Anlagen, wie die Organisation der Zusammenarbeit verschiedener Beteiligten oder die Planung des Probebetriebes und der Abnahme. Entsprechend erbringt der technische Betriebsführer sowohl in der Errichtungsphase als auch in der Nutzungsphase einer EE-Anlage verschiedene Dienstleistungen.

Anlagenüberwachung und -steuerung

Die permanente Überwachung und Sicherstellung des optimalen Betriebszustandes einer EE-Anlage steht im Fokus der Dienstleistungen der Anlagenüberwachung und -steuerung. Die Dienstleistungen werden entweder *vor Ort* oder aus der Ferne per *Remote Service* erbracht. Im Bereich erneuerbare Energien sind Remote Services von großer Bedeutung, da EE-Anlagen, wie Windkraftanlagen oder Solarparks, zumeist geographisch weit verteilt betrieben werden. Unter Remote Services subsumieren sich die Dienstleistungen Fernüberwachung, Ferndiagnose, Fernsteuerung und Fernadministration (96 S. 83f.). Eine Besonderheit bei der technischen Betriebsführung weisen Biogasanlagen auf, die aufgrund der permanenten Einspeisung von

⁶⁵ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 7 aufgeführt.

⁶⁶ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 8 aufgeführt.

⁶⁷ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 9 aufgeführt.

⁶⁸ Nach (73) ist eine Abgrenzung von Betrieb und Instandhaltung im Rahmen des Anlagenmanagements kaum vorhanden, z.B. bei Wartung, Inspektion und Diagnose.

Primäreinsatzstoffen, wie Gülle oder Abfall, von Personal vor Ort betreut werden. Dementsprechend wird eine Trennung in zwei Klassen (vor Ort und Remote) vorgenommen.

Die Zustandsüberwachung und -bewertung der Betrachtungseinheiten einer EE-Anlage erfolgt durch die **(Fern)Überwachung**, bei der verschiedene instandhaltungsbezogene Betriebsdaten überwacht, erfasst und ausgewertet werden. Betriebsdaten werden zumeist durch Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systeme erfasst und gespeichert. Zu diesen gehören ebenfalls ertragsbezogene Betriebsdaten, als Basis für die Betreuung der Energieproduktion durch einen technischen Betriebsführer. Die permanente Überwachung von Betrachtungseinheiten und Früherkennung von Mängeln erfolgt in der Regel über Condition Monitoring Systeme (CMS) (97 S. 272). Spezialisierte Dienstleister bieten im Rahmen von *Condition Monitoring* Dienstleistungen, wie Thermografie, Schwingungsmessung, Ölanalysen oder Drehmomentmessungen, an. Entsprechend ermöglichen CMS die Erkennung und Bewertung von Zustandsänderungen und Ist-Soll-Abweichungen im Betriebsverhalten von Bauteilen anhand geeigneter Modelle. Auf Basis der erhobenen Daten kann eine Diagnose des Zustandes verschiedener Betrachtungseinheiten und damit die Aufdeckung von Schädigungsprozessen (Mängel) erfolgen.

Die **(Fern)Diagnose** umfasst alle Maßnahmen und Verfahren zur Feststellung und Bewertung des Anlagenzustandes, unter Beachtung individueller Einsatzbedingungen (98 S. 132). Als Basis für die Bestimmung und Beurteilung des Anlagenzustandes werden Daten analysiert, verarbeitet und gespeichert (96 S. 84). Die Diagnose teilt sich grob in die Mängeldiagnose und die Mängelfrühdia gnose (69 S. 23). Bei der Mängeldiagnose liegt bereits eine Beeinträchtigung des Betriebes der Anlage vor. Die Frühdia gnose wird mit dem Ziel durchgeführt, eine mögliche Betriebsstörung bereits vor ihrem Auftreten zu erkennen und entsprechende Präventivmaßnahmen einzuleiten.

Instandhaltungsrelevante Maßnahmen im Rahmen der Diagnose sind vorwiegend die Beanspruchungsüberwachung, Abnutzungsüberwachung und Schadensüberwachung (98 S. 132). Die einfachste Form der Diagnose ist die Sichtprüfung (visuelle Inspektion). Auf der Basis der, durch CMS erhobenen, Daten und der darauf aufbauenden Diagnosen werden Instandhaltungsmaßnahmen ausgelöst.

Eine weitere Aufgabe der technischen Betriebsführung ist die Bearbeitung von Ereignismeldungen (Zustandsmeldungen, Warnungen, Alar me), die durch moderne EE-Anlagen verschickt werden und einen mangelhaften Anlagenzustand näher qualifizieren. Durch den Betriebsführer werden die Ereignisse an der EE-Anlage ausgewertet, kategorisiert und priorisiert und gegebenenfalls weitere Maßnahmen eingeleitet.

Auf Grundlage der Überwachung und Diagnose erfolgt die **(Fern)Steuerung** der EE-Anlage. Unter Steuerung wird die Regelung von Maschinen und Anlagen, wie beispielsweise Inbetriebnahme von Systemen oder die Regelung von Prozessparametern, verstanden (96 S. 84).

Steuerung aus technischer Sicht

Aus technischer Sicht sind bei der Steuerung Tätigkeiten, wie das Hoch- und Runterfahren einer Anlage nach einer technischen Abweichung oder das Zurücksetzen eines Fehlers, durchzuführen. Erfolgt die Steuerung aus der Ferne, sind dabei verschiedene Restriktionen bezüglich eines unmittelbaren Gefährdungspotentials von Menschen zu beachten, insbesondere wenn die Anlage durch Personal vor Ort betreut wird (96).

Steuerung aus Sicht der Energieproduktion

Die Steuerung aus Sicht der Energieproduktion erfordert verschiedene Dienstleistungen entlang der permanenten Betriebsabläufe. Hierbei gibt es Unterschiede in den einzelnen Sparten Windenergie, Solarenergie und Biomasse. Eine Zuordnung dieser Dienstleistungen zur technischen Betriebsführung ist in Literatur und Praxis sehr differenziert. Im Bereich Wind und Solar sind diese Dienstleistungen der Steuerung in den Anbieterportfolios nicht zu finden. Hier wird lediglich zwischen kaufmännischer und technischer Betriebsführung unterschieden, ohne Einbeziehung der Betreuung der Energieproduktion. Grund hierfür ist zum einen ein vollautomatischer Anlagenbetrieb in diesen Bereichen. Zum anderen müssen, im Gegensatz zur Biomasse, die Eingangsstoffe Windenergie und Solarenergie nicht verwaltet werden. Im Bereich der Biomasse werden die Dienstleistungen der Steuerung der Energieproduktion unter der technischen Betriebsführung eingeordnet. In den folgenden zwei Unterpunkten werden die Unterschiede in den Bereichen näher erläutert.

Überwachung und Steuerung der Energieproduktion von Windenergie- und Solaranlagen

EE-Anlagen in den Bereichen Wind und Solar werden aufgrund von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen automatisch betrieben (57 S. 769). Interne Steuerungsvorgänge der Anlagen werden durch Regelungssysteme übernommen (57 S. 397). Ein vollautomatischer Anlagenbetrieb wird durch ein Betriebsführungssystem realisiert, das Gefahrenzustände erkennt und Sicherheitssysteme aktiviert sowie Anweisungen eines Betreibers umsetzt (57 S. 427). An folgendem Beispiel einer Windenergieanlage wird veranschaulicht, welche Funktionsbereiche durch die Regelung und Betriebsführung übernommen werden können. Für größere Windenergieanlagen mit Rotorblatteinstellwinkelregelungstechnologie werden die Windrichtungsnachführung des Rotors, die Drehzahl- und Leistungsregelung und der Betriebsablauf gesteuert. Für die Betriebsführung von Windparks mit einer hohen Anzahl an Einzelanlagen bieten spezielle Überwachungs- und Datenauswertungssysteme, wie SCADA, verschiedene Funktionalitäten (57 S. 774). Zielsetzung für die Wirtschaftlichkeit ist die Optimierung der Leistungserzeugung und Energieabgabe eines Windparks unter Beachtung verschiedener Aspekte, wie zeitlich divergierende Stromtarife. Befragungen von Anbietern ergaben, dass die Bedienung und Überwachung dieser Systeme in der Praxis durch einen technischen Betriebsführer erfolgen. Entsprechend werden der technischen Betriebsführung im Klassifikationsschema die Dienstleistungen *Überwachung/Kontrolle/Bewertung ertragsbezogener Betriebsdaten* sowie *Steuerung der Energieproduktion* zugeordnet.

Überwachung und Steuerung der Energieproduktion von Biomasseanlagen

Zur Produktion von Energie im Bereich Biomasse hingegen werden Primäreinsatzstoffe, wie Mais, Gülle oder Holz, eingesetzt, die im Prozess der Energiegewinnung umgewandelt werden. Zudem sind die, bei der Energiegewinnung entstehenden, Ausgangsstoffe (Reststoffe) zu entsorgen. Des Weiteren bedarf es zur Aufrechterhaltung der biologischen Prozesse im Bereich Biomasse verschiedener Dienstleistungen. Entsprechend ist im Bereich Bio die Betreuung der Energieproduktion Teil der Anbieterportfolios. Zu den Dienstleistungen zählen unter anderem:

- die Beaufsichtigung der Anlieferung der Eingangsstoffe,
- die Beaufsichtigung und Überwachung von Betrachtungseinheiten, wie Blockheizkraftwerken, durch zyklische Sichtkontrollen,
- das Beschicken der Anlage,

- die Überwachung, Kontrolle und Bewertung ertragsbezogener Betriebsdaten,
- die Auswertung der Energieerträge,
- Qualitätsprüfungen oder
- die Erstellung verschiedener ertragsbezogener Berichte.

An folgendem praktischen Beispiel einer Feuerungsanlage werden Dienstleistungen zur Überwachung und Steuerung der Energieproduktion im Bereich Biomasse aufgezeigt (71 S. 261ff.). Zum produktionstechnischen Betrieb einer Feuerungsanlage sind die Brennstoffanlieferung und Ascheabfuhr zu beaufsichtigen, die Feuerungsanlage in Form einer täglichen Sichtkontrolle zu überwachen, die Asche zyklisch zu entfernen und der Kessel zu reinigen.

Der Personalbedarf zur technischen Betriebsführung von Biomasseanlagen korreliert hauptsächlich mit der Anlagengröße sowie der Art der erzeugten Nutzenergie (71 S. 261). Kleinanlagen unter 1 Megawatt Leistung erfordern in der Regel keine permanente Betreuung, wobei der Bedarf mit zunehmender Leistung steigt. Zudem gibt es Anlagen, die unter die Betriebssicherheitsverordnung fallen und somit eine ständige Beaufsichtigung erfordern. Zur Unterstützung dieser Beaufsichtigung werden auch im Bereich Biomasse apparative und leittechnische Systeme eingesetzt, die einen permanenten Einsatz von Personal vor Ort durch Fernüberwachung und -steuerung ersetzen. Die Systeme decken aber lediglich sicherheitstechnische Aspekte ab und gewährleisten nicht die Energieerzeugung. Entsprechend kann der permanente Einsatz von Personal zur Betriebsüberwachung und Steuerung nötig sein. Einen Richtwert für den Bedarf an Personal für die technische Betriebsführung von Biomasseanlagen gibt die folgende Tabelle 12.

Anlagentyp	Personalbedarf
Anlage < 1 MW Wärmeleistung	0,2-0,4
Heizwerk mit 1-5 MW Wärmeleistung	1-3
Heizwerk > 5 MW Wärmeleistung	3-5
Kraft-Wärme- Kopplungsanlagen > 5 MW Wärmeleistung	4-7
Kraftwerke mit max. 20 MWe _{el}	7-10

Tabelle 12: Personalbedarf für technische Betriebsführung in Mannjahren⁶⁹

Nach (71 S. 261) umfasst die Betriebsführung von Biomasseanlagen neben der kaufmännischen Verwaltung auch die technische Betriebsführung, in deren Rahmen die Bedienung, Überwachung und Instandhaltung der Anlage erfolgt. Auch Portfolios von Betriebsführern im Bereich Biomasse zeigen, dass die Dienstleistungen der Steuerung und Überwachung der Energieproduktion von der technischen Betriebsführung erbracht werden.

Entsprechend gelten auch für den Bereich Biomasse die Unterklassen *Überwachung/Kontrolle/Bewertung ertragsbezogener Betriebsdaten* und *Steuerung der Energieproduktion*. Auf eine detaillierte Aufzählung der genannten produktionstechnischen Dienstleistungen im Bereich Biomasse im Klassifikationsschema wurde aufgrund mangelnder Allgemeingültigkeit verzichtet.

⁶⁹ (71 S. 262)

Daten- und Informationsmanagement

Unter Daten- und Informationsmanagement werden unterschiedliche daten- und informationsbezogene Dienstleistungen subsumiert. Die technische Betriebsführung analysiert und dokumentiert verschiedene Betriebs- und Anlagendaten und verteilt die Analysen über Berichte. Insbesondere die Nutzungsphase erfordert eine konsistente *Dokumentation*. Neben Anlagendaten, wie Informationen über Bauteile oder Genehmigungen, müssen ebenfalls alle Servicetätigkeiten an der Anlage dokumentiert und archiviert werden. Während bei der Anlagenüberwachung und -steuerung in der Regel eine Auswertung kurzfristiger Ereignisse, wie Störungen, erfolgt, bietet das Daten- und Informationsmanagement eine langfristige *Datenanalyse*. Auf Grundlage der Analyse verschiedener Daten, wie Betriebsdaten, Ereignismeldungen oder Wartungsberichten, werden unterschiedliche Auswertungen und Berichte erarbeitet. Beispielsweise erfolgt am Ende einer Abrechnungszeit (z. B. am Quartalsende) die Anfertigung verschiedener Berichte, die einen Überblick über Verfügbarkeitszeiten oder Zustände geben. Ferner werden Ereignismeldungen analysiert, aggregiert und mit den eingeleiteten Maßnahmen in Beziehung gesetzt.

Kaufmännische Betriebsführung

Dienstleistungen der **kaufmännischen Betriebsführung**⁷⁰ werden im Rahmen der wirtschaftlichen Abwicklung des Betriebes einer EE-Anlage erbracht. Der Umfang der Aufwände für die kaufmännische Betriebsführung ist in der Praxis weniger von der Größe der EE-Anlage abhängig. Ein erhöhter Aufwand entsteht beispielsweise durch die Beteiligung vieler Akteure. Bei einem Heizwerk mit vielen Abnehmern und gegebenenfalls mehreren Brennstofflieferanten etwa, entsteht ein erhöhter verwaltungstechnischer Aufwand für den Brennstoffaufkauf und den Wärmeverkauf (71 S. 261ff.).

Die Erhebung der Klassifikation der kaufmännischen Betriebsführung erfolgte vorrangig auf Basis bestehender Anbieterportfolios. Die kaufmännische Betriebsführung gliedert sich in die Oberklassen Buchführung, kaufmännisches Controlling, kaufmännische Administration, Marketing und Einkauf. Entlang dieser Klassen werden verschiedene Dienstleistungen zur kaufmännischen beziehungsweise wirtschaftlichen Nutzung von EE-Anlagen angeboten. Die Dienstleistungen entsprechen zum großen Teil denen der wirtschaftlichen Abwicklung in anderen Branchen. Entsprechend wurde auch allgemeine Literatur bei der Erstellung der Klassenhierarchie und Bestimmung der Terminologie einbezogen. Maßgebliche Quellen waren. (6; 71; 88; 89; 90 S. 3; 99; 100; 101; 102 S. 67ff.; 92 S. 659ff.; 103 S. 11ff.; 104; 105; 106; 107; 108; 109; 110; 111; 112).

Im Rahmen der **Buchführung** werden durch Anbieter in der Praxis verschiedene Dienstleistungen, wie die Erstellung des Geschäftsberichtes mit dem Jahresabschluss oder die Lohn- und Anlagenbuchführung, angeboten (90 S. 3). Grundsätzlich ist die Buchführung eine elementare Informationsgrundlage für die Unternehmensrechnung und das darauf aufbauende Controlling. Die Buchführung verantwortet die geordnete Aufzeichnung aller unternehmerischen Geschäftsvorfälle⁷¹ sowie die gesetzlich⁷² vorgeschriebene Zusammenfassung aller Vorgänge und Veränderungen eines Jahres im Zuge des Jahresabschlusses (106 S. 3; 107 S. 271).

⁷⁰ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 14 aufgeführt.

⁷¹ Geschäftsvorfälle sind alle Transaktionen, die das Vermögen des Unternehmens beeinflussen (103 S. 3).

Allgemein ist Controlling für die Informationsbeschaffung und -verarbeitung zur Planung, Koordination und Kontrolle in verschiedenen Unternehmensbereichen verantwortlich⁷³. Das **kaufmännische Controlling** im Bereich erneuerbare Energien wurde in die beiden Klassen Kennzahlenmanagement und Liquiditätsmanagement untergliedert. Beim Kennzahlenmanagement werden unterschiedliche Steuerungskennzahlen (wirtschaftliche Parameter zum Betrieb der EE-Anlage) überwacht und aus diesen Verbesserungspotenziale abgeleitet. Das Liquiditätsmanagement umfasst im Wesentlichen Dienstleistungen zur Sicherstellung und Steuerung der Liquidität des Unternehmens und gewährleistet so die permanente Zahlungsfähigkeit.

Unter der Klasse **kaufmännische Administration** wurden verschiedene verwaltungstechnische Dienstleistungen subsumiert. Im Rahmen des Vertragsmanagements werden Dienstleistungen angeboten, die mit der Abwicklung aller vertragsbezogenen Angelegenheiten eines Unternehmens verbunden sind (109). Verträge werden beispielsweise in den Bereichen Vertrieb, Einkauf oder Personalmanagement abgeschlossen. Das Personalmanagement sichert die Verfügbarkeit und den bedarfsgerechten Einsatz von Mitarbeitern in einem Unternehmen und erfüllt alle Aufgaben in Zusammenhang mit der Personalführung und -verwaltung (111 S. 20ff.). Weitere Dienstleistungen der kaufmännischen Administration sind die Betreuung und Abwicklung aller Garantiefälle und Beteiligungen sowie die Kommunikation nach außen durch das Berichtswesen. Im Rahmen des **Marketings** erfolgt die Umsetzung der Marktorientierung eines Unternehmens (110). Entsprechend ist Zielsetzung der Marketingaufgaben, alle Produkte und Dienstleistungen marktgerecht zu entwickeln und zu vertreiben. Der **Einkauf** sichert in einem Unternehmen die Versorgung mit Erzeugnis- und Betriebsstoffen, Anlagen und Dienstleistungen, die für die unternehmerischen Tätigkeiten benötigt werden (112). Neben der Ermittlung von Bedarfen und der Kontrolle der Bestände wird durch den Einkauf das gesamte Bestellwesen inklusive Abrechnungs- und Zahlungsprozessen abgedeckt.

3.3.2. Instandhaltung

In der heutigen Wirtschaft ändert sich die Wahrnehmung der Instandhaltung in den Unternehmen. Wurde sie in früheren Zeiten oft als Kostenfaktor bewertet, werden Instandhaltungsdienstleistungen in der Regel mittlerweile als elementarer Bestandteil der Wertschöpfungskette von Anlagen und somit als „Wirtschaftsfaktor“ wahrgenommen (113 S. 253). Ein wichtiger Grund hierfür ist die Bedeutung der Instandhaltung für die Qualität und Quantität der Anlagen und Prozesse. Eine Aufgabe der Instandhaltungsdienstleistungen ist es, den Wert des investierten Kapitals in Form von Sachanlagen zu sichern (33 S. 4). In Deutschland lag in 2005 der Gesamtaufwand für Instandhaltung (Kosten für Personal, Material, Ersatzteile, Hilfs- und Betriebsstoffe) bei etwa 140 Mrd. Euro (113 S. 253). Überschlagsrechnungen zufolge liegt der jährliche volkswirtschaftliche Umsatz der Instandhaltung derzeit bei etwa 380 Mrd. Euro (114 S. 7). Die Instandhaltung ist dementsprechend zu einem bedeutenden und umsatzstarken Industriezweig Deutschlands gewachsen. Auch im Bereich der erneuerbaren Energien sind Instandhaltungsdienstleistungen von hoher Bedeutung, da hier Anlagen oftmals ohne Personal vor Ort betrieben werden. Die Instandhaltung stellt durch kurz-, lang- und

⁷² vgl. rechtliche Grundlagen der Buchführung in (103 S. 6ff.)

⁷³ Einen Überblick über Definitionsansätze und Aufgabengebiete bieten (105 S. 131f.; 108 S. 4f.; 144 S. 34ff.).

mittelfristige Maßnahmen die Anlagenzuverlässigkeit, Anlagenverfügbarkeit und Produktqualität in der Nutzungsphase von EE-Anlagen sicher.

Mit Inbetriebnahme einer EE-Anlage beginnt gleichzeitig die aktive Phase der Instandhaltung. An diesem Phasenübergang der Anlage liegt der Abnutzungsvorrat⁷⁴ in der Regel bei 100 Prozent. Betrachtungseinheiten werden im Sinne von (115) nach ihrer Größe und/oder Funktion in Anlage, Teilanlage, Baugruppe und Bauelement untergliedert und bezeichnen die Instandhaltungsobjekte, an denen Instandhaltungsdienstleistungen erbracht werden. Mit fortschreitender Betriebszeit einer Betrachtungseinheit verringert sich der Abnutzungsvorrat, wodurch sich gleichzeitig die Sollzustandsabweichung (Divergenz zwischen Istzustand und Sollzustand) vergrößert. Aufgabe der Inspektion ist es, durch Feststellung des Istzustandes die Sollzustandsabweichungen zu überwachen. Die Sicherstellung des Sollzustandes erfolgt durch die Maßnahmen der Wartung und die Wiederherstellung eines abweichenden Sollzustandes (Entstehung eines neuen Abnutzungsvorrates) wird durch die Instandsetzung realisiert.

Die Literatur bietet verschiedene definitorische Abgrenzungen des Begriffes und der Zielsetzungen der Instandhaltung. Die folgende Definition bildet eine Zusammenfassung der Definitionen der Quellen (116 S. 4; 117 S. 9; 118 S. 3; 119 S. 6; 114 S. 13).

Die **Instandhaltung** ist eine Kombination technischer und administrativer Maßnahmen, einschließlich Überwachungsmaßnahmen, die während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit die Erhaltung oder Wiederherstellung eines funktionsfähigen Zustandes, unter Berücksichtigung von Zuverlässigkeit, Qualität, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz und Ergonomie, gewährleisten sollen.

Zur Erhaltung eines funktionsfähigen Zustandes und damit der Werterhaltung von Betrachtungseinheiten zielen die Instandhaltungsdienstleistungen auf die Verzögerung von beispielsweise Abnutzung, Verschleiß, unsachgemäßem Gebrauch, Überlastung, Zerstörung oder Verfall (69 S. 17). Die Instandhaltung schafft dementsprechend einen Abnutzungsvorrat, der zur Vermeidung von ausfallbedingten Produktionsunterbrechungen führt und eine Erhöhung der Produktivität ermöglichen kann. Der Betreiber einer EE-Anlage verantwortet deren wirtschaftlichen und sicheren Betrieb. Am Prozess der Instandhaltung sind in der Regel verschiedene Parteien beteiligt (33 S. 4). Der Betreiber kann Instandhaltungsdienstleister beauftragen, die verschiedene Dienstleistungen für EE-Anlagen anbieten. Als weitere Rollen können Sachverständige und Hersteller sowie die bereits erwähnten technischen Betriebsführer an der Instandhaltung beteiligt sein.

Struktur/Kerndienstleistungen der Instandhaltung

Als Basis für die Klasse der Instandhaltung wurde eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Ergänzend zu klassischen Literaturquellen für die Instandhaltung wurden insbesondere Dokumente des DIN als Datenbasis ausgewertet. Erweitert wurde die Recherche durch eine Auswertung von Anbieterportfolios im Bereich Instandhaltung allgemein und spezifisch im Bereich erneuerbare Energien. Die Auswertung der Portfolios bestätigt die gängige Strukturierung von Instandhaltung aus der Literatur und erweitert diese um zusätzliche

⁷⁴ Der Abnutzungsvorrat ist eine instandhaltungsrelevante Größe, die den Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen beschreibt, der einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung oder aufgrund der Wiederherstellung durch eine Instandsetzungsmaßnahme innewohnt (124).

Dienstleistungen. Als Basis für das Klassifikationsschema wurden aus den Literaturquellen Aufgabenbereiche der Instandhaltung extrahiert. Maßgebliche Quellen waren die DIN-Dokumente (116; 117; 67; 118; 119; 95) sowie die Quellen (33; 114; 34; 98; 120; 113; 69; 70; 121).

Im Bereich erneuerbare Energien werden im Rahmen der Instandhaltung, als unterstützender Bereich der Produktion von Energie, verschiedene Dienstleistungen angeboten. Abbildung 18 stellt die Zuordnung verschiedener Aufgaben zu den *Lebenszyklusphasen* einer EE-Anlage dar. Die operative Instandhaltung sollte bereits vor der Inbetriebnahme einer EE-Anlage vorbereitet und gezielt auf die individuelle Konstruktion angepasst werden.

Dementsprechend sind in der Phase der *Planung* einer EE-Anlage vorbereitende Dienstleistungen zu erbringen (67 S. 12; 68 S. 32; 69 S. 66; 70). Diese zielen vorrangig auf die Planung der Instandhaltungsmaßnahmen nach Inbetriebnahme einer EE-Anlage. Im Rahmen der Erarbeitung eines Instandhaltungskonzeptes sind, parallel zur Ausführungsplanung, Betrachtungseinheiten als Instandhaltungsobjekte auszuwählen und zu priorisieren. Zudem sind Instandhaltungsziele und -aufgaben festzulegen und eine Strategie für die Instandhaltung zu entwickeln. Weiterführend sind Parameter der Betrachtungseinheiten, wie Instandhaltbarkeit, zu prüfen und benötigte Mittel zu planen.

Die Instandhaltung in der *Nutzungsphase* von EE-Anlagen beinhaltet die Kernaufgaben des technischen Service von der Auslösung, Vorbereitung und Planung von Instandhaltungsmaßnahmen über die Ausführung bis zur Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung (122 S. 151; 67 S. 25ff.; 33 S. 29; 70). Die operativen Instandhaltungsaufgaben gliedern sich in Planung, Steuerung, Maßnahmendurchführung und Analyse (95 S. 27). Die Dienstleistungen der Planung und Steuerung werden, wie bereits erwähnt, durch die technische Betriebsführung angeboten. Für die Erbringung der Instandhaltungsdienstleistungen wird eine fundierte Datenbasis benötigt, die sowohl die einzelnen Teile einer EE-Anlage detailliert beschreibt als auch Informationen über sämtliche Ereignisse vorhält. Die Daten sollten möglichst zustandsabhängig erfasst werden, wodurch sie die Grundlage zur Auswertung von Verursachungszusammenhängen technischer Mängel im Rahmen der Instandhaltung bilden (114 S. 13). Instandhaltungsrelevante Daten sind beispielsweise Maschinendaten, Betriebsdaten, Qualitätsparameter, Inspektionsergebnisse, qualitative und quantitative Informationen zum Störgeschehen oder Wartungspläne (113 S. 266).

Im Zuge der *Rückabwicklung* von EE-Anlagen zielt die Instandhaltung darauf, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge des Betriebs- und Ausfallverhaltens einzelner Betrachtungseinheiten zu erfassen und diese für die Zukunft als Wissensbasis zu dokumentieren (34 S. 14). Zusätzlich erfolgt eine zustandsbezogene Bewertung einzelner Betrachtungseinheiten (gegebenenfalls der kompletten EE-Anlage) mit dem Ziel, diese nach dem Rückbau möglichst weiterzuverwenden. Abbildung 18 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Kernaufgabengebiete der Instandhaltung entlang des vereinfachten Lebenszyklus von EE-Anlagen als Basis für die Strukturierung der Klassifikation.

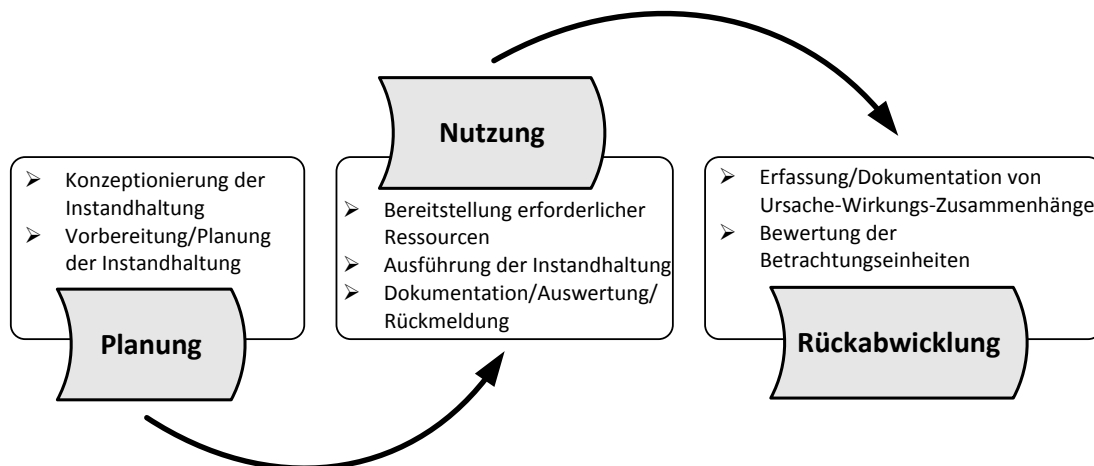


Abbildung 18: Kernaufgabengebiete der Instandhaltung im vereinfachten Lebenszyklus⁷⁵

Aus den Recherchen im Rahmen dieser Ausarbeitung ging hervor, dass die Ausführung der Instandhaltung sowohl in Literatur als auch Praxis in die vier Grundmaßnahmen **Inspektion, Wartung, Instandsetzung** und **Verbesserung** untergliedert wird, die in der Nutzungsphase erbracht werden (118 S. 2; 123 S. 23; 124). Dementsprechend wurde die Instandhaltung im Klassifikationsschema anhand dieser vier Kerndienstleistungen strukturiert, die in folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Grundsätzlich sind Inspektion und Wartung vorbeugende Maßnahmen. Durch die Inspektion werden Informationen über den Abbau des Abnutzungsvorrats erhoben und ausgewertet oder dieser im Rahmen einer Wartung verlangsamt. Die Instandsetzung und Verbesserung sind Folgemaßnahmen, die eine Wiederherstellung oder Verbesserung des Abnutzungsvorrats und der Funktionsfähigkeit und -sicherheit fokussieren.

In (118 S. 3ff.) sind Maßnahmen im Rahmen der Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung beschrieben. Diese gingen als Dienstleistungen in das Klassifikationsschema ein. Exemplarisch werden im Folgenden die Maßnahmen der Wartung aufgeführt:

- „Auftrag, Auftragsdokumentation und Analyse des Auftragsinhaltes
- Erstellen eines Wartungsplanes, der auf die spezifischen Belange des jeweiligen Betriebes oder der Betrachtungseinheit abgestellt ist und hierfür verbindlich gilt; Dieser Plan soll u.a. Angaben über Ort, Termin, Maßnahmen und zu beachtende Merkmalswerte enthalten
- Vorbereitung der Durchführung
- Vorwegmaßnahmen, wie Arbeitsplatzausrüstung, Schutz- und Sicherheitsausrüstung
- Überprüfung der Vorbereitung und der Vorwegmaßnahmen einschließlich der Freigabe zur Durchführung
- Durchführung
- Funktionsprüfung
- Rückmeldung“ (118)

Eine ähnliche Untergliederung der Instandhaltungsmaßnahmen in Planung und Vorbereitung, Ausführung sowie Abnahme und Abrechnung erfolgt durch (70).

⁷⁵ in Anlehnung an (67 S. 12; 33 S. 29; 69; 70; 121 S. 86)

Inspektion

Zielsetzung der Inspektion⁷⁶ ist es, Mängel an einer Betrachtungseinheit möglichst vor deren Ausfall zu erfassen und eventuelle Folgeschäden zu vermeiden. Zur Inspektion gehören alle Maßnahmen zur Feststellung und Bewertung des Istzustandes von Betrachtungseinheiten, beispielsweise durch Kontrolle, Messung und Prüfung (118). Hierzu zählen auch die Feststellung von Ursachen bei Abweichungen und die Ableitung von Maßnahmen für die weitere Nutzung der Betrachtungseinheit. Die Ausführung der Inspektion erfolgt in der Praxis unter Umständen in Verbindung mit anderen Instandhaltungsmaßnahmen, wie der Wartung (33 S. 14). Die Durchführung einer Inspektion kann grundsätzlich an jeder Betrachtungseinheit erfolgen. Die Planung der Inspektionsdienstleistungen erfolgt nicht nur nach Wirtschaftlichkeit und technischer Realisierbarkeit sondern gerade im Bereich der erneuerbaren Energien auch nach dem Aspekt gesetzlicher Auflagen und Bestimmungen. Inspektionsmaßnahmen lassen sich in die folgenden Teilmaßnahmen untergliedern:

- *„Feststellung Istzustand technischer Einrichtungen*
- *Auswertung Informationen über Istzustand*
 - *Vergleichen*
 - *Ermittlung Abweichungen*
- *Beurteilung Istzustand*
- *Veranlassung weiterer Maßnahmen auf Basis des beurteilten Istzustandes“* (69 S. 21)

Im Klassifikationsschema wird die Inspektion in die Klassen Vorbereitung, Ausführung sowie Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung der Inspektion untergliedert. Im Rahmen der Vorbereitung der Inspektion werden die Maßnahmen geplant und vorbereitet sowie die benötigten Ressourcen bereitgestellt. Die Feststellung des Istzustandes, als Basis für die Feststellung von Abweichungen und deren Diagnose, erfolgt im Rahmen der Ausführung der Inspektion und gliedert sich grob in die Sichtprüfung, Funktionsprüfung und Datenbewertung (125 S. 19). Im Rahmen der Sichtprüfung wird der Zustand einer Betrachtungseinheit visuell begutachtet und auf offensichtliche Mängel kontrolliert (33 S. 14). Bei der Sichtprüfung (auch visuelle Inspektion) erfolgt hauptsächlich die Prüfung auf geometrische Veränderungen, Korrosion, Geräusche oder Vibrationen und die Feststellung von Flüssigkeitsständen, Dichtheit und Temperaturen (98 S. 136). Eine Funktionsprüfung ist nach (119) die Bestätigung, dass eine Betrachtungseinheit die festgelegte Funktionsweise erfüllt. Das Auslesen von Betriebsdaten dient ebenso als Basis für die Zustandsbewertung. Zur Ausführung der Inspektion gehört ebenfalls die Diagnose von Mängeln (Fehler, Störungen, Schäden), zu der nach (119 S. 27) Maßnahmen zur Fehlererkennung, Fehlerortung und Ursachenfeststellung gehören. Voraussetzung für die Bewertung des Zustandes einer Betrachtungseinheit sind die Erfassung des Istzustandes und der Vergleich mit dem Sollzustand. Aus dieser Bewertung heraus werden im Rahmen der Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung der Inspektion verschiedene Dokumentationen (121 S. 117), Berichte und Handlungsempfehlungen erstellt.

Grundsätzlich können einzelne Dienstleistungen der Inspektion analog zur technischen Betriebsführung aus der Ferne erbracht werden (33 S. 14). Eine Befragung von Instandhaltungsanbietern im Bereich erneuerbare Energien ergab, dass die Inspektion in der Praxis typischerweise vor Ort erbracht wird. Zudem bieten weder Literatur noch Portfolios für die Inspektion hinreichende Daten als Basis für eine Trennung zwischen Vor-Ort-Service und

⁷⁶ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 10 aufgeführt.

Fernservice im Klassifikationsschema, sodass auf eine getrennte Bildung von Klassen verzichtet wurde.

Wartung

Zielsetzung der Dienstleistungen im Rahmen der Wartung⁷⁷ ist die Verzögerung des vorhandenen Abnutzungsvorrates und somit die Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit und Funktionsminderung einer Betrachtungseinheit (116 S. 6; 118; 33 S. 15). Die Dienstleistungen der Wartung untergliedern sich in Vorbereitung, Ausführung sowie Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung der Wartung. Durch die Dienstleistungen der Vorbereitung der Wartung werden die Ausführung geplant und vorbereitet sowie benötigte Ressourcen bereitgestellt. Aufbauend auf einer möglichen Lokalisierung von Schäden, Fehlern oder Störungen an einer Betrachtungseinheit, beinhaltet die Ausführung der Wartung grundsätzlich die Dienstleistungen „Reinigung, Ergänzung, Konservierung, Austausch, Nachstellung, Schmierung, Ersetzung Anschlüsse, Grundüberholung“ (114 S. 44). So werden in diesem Rahmen einzelne Bauteile zumindest zum Teil demontiert und Verschleißteile ersetzt (125 S. 19). Nach der Ausführung erfolgt die Erstellung verschiedener Dokumentationen, Berichte und Handlungsempfehlungen unter der Klasse Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung der Wartung. Bei einer Veränderung des Zustandes oder von Parametern einer Betrachtungseinheit, wird diese in der Anlagendokumentation eingetragen.

Auch Maßnahmen der Wartung können nach (33 S. 15) aus der Ferne erbracht werden. Da auch bei der Wartung weder die Literatur noch die Auswertung der Portfolios eine hinreichende Datenbasis für eine Trennung zwischen Vor-Ort-Service und Fernservice zur Verfügung stellten, wurde auf eine getrennte Bildung von Klassen verzichtet. Die Auslösung von Wartungsdienstleistungen erfolgt in der Praxis intervall- oder zustandsabhängig und kann manuell oder maschinell erbracht werden (114 S. 43).

Instandsetzung

Zielsetzung der Instandsetzung (auch Reparatur) ist die Rückführung oder Wiederherstellung von Betrachtungseinheiten in einen festgelegten funktionsfähigen Zustand (116 S. 5; 124). Auch die Dienstleistungen der Instandsetzung⁷⁸ untergliedern sich in Vorbereitung, Ausführung sowie Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung der Instandsetzung. In der Vorbereitung der Instandsetzung werden die Ausführung der Instandsetzung geplant und vorbereitet sowie benötigte humane und technische Ressourcen bereitgestellt. Neben dem ausführenden Personal müssen diverse Hilfsmittel und -geräte sowie Materialien und Ersatzteile ausgewählt und bereitgestellt werden (67 S. 25ff.). Im Rahmen der Ausführung der Instandsetzung geht es grundsätzlich um die Ausbesserung, den Austausch oder die Überholung von Betrachtungseinheiten (124). Bei einer schadensbedingten Instandsetzung kann im Vorfeld eine Fehlerzustandserkennung und Fehlerlokalisierung nötig sein, um die instanzzusetzende Betrachtungseinheit zu ermitteln (119 S. 28; 69 S. 24). Im Anschluss an die Ausführung erfolgt die Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung der Instandsetzung. Die Dokumentation der Veränderungen an der EE-Anlage ist von besonderer Bedeutung. Unter Umständen müssen Unterlagen wie die Anlagenzeichnung oder Bedienungsanleitungen angepasst werden. Instandsetzungsdienstleistungen können sowohl intervallabhängig als auch zustands- oder

⁷⁷ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 11 aufgeführt.

⁷⁸ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 12 aufgeführt.

schadensbedingt ausgelöst werden (33). Die Festlegung von Intervallen erfolgt beispielsweise anhand von Kalenderzeit oder der Betriebszeit einer Betrachtungseinheit. Werden beim laufenden Betrieb einer Betrachtungseinheit Abweichungen zwischen Istzustand und Sollzustand festgestellt, kann der Sollzustand über eine zustandsbedingte Instandsetzung wiederhergestellt werden. Eine schadensbedingte Instandsetzung erfolgt aufgrund eines Ausfalls beziehungsweise Schadens einer Betrachtungseinheit. Nach der Ausführung erfolgt die Wiederinbetriebnahme der Betrachtungseinheit.

Verbesserung

Eine Zielsetzung in der Nutzungsphase von EE-Anlagen ist es, deren Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit zu sichern und gegebenenfalls zu erhöhen. Zu deren Erreichung adressieren die Dienstleistungen der Verbesserung⁷⁹ eine kontinuierliche Modernisierung (auch Nachrüstung). Die Verbesserungsmaßnahmen werden in der Regel durch die Instandhalter in Zusammenarbeit mit Herstellern geplant und durchgeführt (34 S. 14). Erfahrungen und Daten aus dem Betrieb von Betrachtungseinheiten oder Inspektionsergebnisse können Vorbedingungen für die Planungs- und Konstruktionsprozesse im Rahmen von Verbesserungen bilden (116 S. 9). Das DIN definiert Verbesserung als „*Technische und administrative Maßnahme oder Managementmaßnahme, mit der Zielsetzung der Steigerung der Zuverlässigkeit und/oder Instandhaltbarkeit und/oder Sicherheit einer Einheit ohne ihre vorgegebene Funktion zu ändern.*“ (119; 124). Zudem kann eine Verbesserungsmaßnahme zum Zwecke der Verhinderung von Fehlern und Ausfällen während des Betriebes einer Betrachtungseinheit oder bei neuen verfügbaren Funktionen durchgeführt werden. Dienstleistungen der Verbesserung werden oftmals auch im Zuge von Generalüberholungen erbracht (114 S. 16). Nach der Vorbereitung der Verbesserung und damit der Ermittlung von Verbesserungspotenzialen, der Planung von Maßnahmen und der Bereitstellung von Ressourcen erfolgt die Ausführung der Verbesserung. Es werden Dienstleistungen angeboten, die eine Änderung des technischen Standes, der Technologie, an Komponenten oder an (Sub-)Systemen herbeiführen (126 S. 19). Insbesondere nach Verbesserungsmaßnahmen an einer Betrachtungseinheit ist die Dokumentation der Veränderungen von Bedeutung. In der Regel sind Unterlagen, wie die Anlagenzeichnung, Bedienungsanleitungen oder auch gesetzliche Bestimmungen, an die neuen Parameter der Betrachtungseinheit anzupassen. In diesem Zusammenhang sind im Rahmen der Dokumentation, Auswertung und Rückmeldung der Verbesserung alle Veränderungen zu dokumentieren und Handlungsempfehlungen zu erstellen, damit diese bei der zukünftigen Instandhaltungsplanung und -durchführung beachtet werden können. Verbesserungen können gegebenenfalls zu einer Neubewertung der Instandhaltung führen, was die Änderung des Instandhaltungskonzeptes nach sich ziehen kann.

3.4. Klassen der Phase der Rückabwicklung

EE-Anlagen unterliegen in der Praxis Nutzungszyklen, die durch verschiedene Parameter, wie die Möglichkeit der Modernisierung oder Kosten laufender Instandhaltung, beeinflusst werden. Eine Windenergieanlage etwa hat eine geplante Nutzungsdauer von circa zwanzig Jahren (127). Ist eine Weiternutzung der EE-Anlage nicht mehr wirtschaftlich und wird kein Repowering durchgeführt, erfolgt der vollständige Rückbau und die Verwertung dieser. Die Planung des

⁷⁹ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 13 aufgeführt.

Rückbaus erfolgt analog zu einer Errichtung. Die Dienstleistungen der **Planung von Rückbau**⁸⁰ dienen der geordneten Vorbereitung des Rückbaus und stellen die Konformität zu rechtlichen Vorschriften sicher. Im Zuge der Planung werden Dienstleistungen wie die Erarbeitung eines Planungskonzeptes, eines Zeit-, Organisations- und Finanzierungsplans und einer Verwertungsstrategie erbracht. Zudem können nach einer Genehmigungsplanung Dienstleistungsaufträge ausgeschrieben und vergeben werden. Die **Ausführung von Rückbau**⁸¹ wird in umgekehrter Reihenfolge zum Bau der EE-Anlage durchgeführt. Der erste Schritt ist die Außerbetriebnahme, bei der die EE-Anlage sicher aus dem aktiven Betrieb genommen wird. Je nach Anlagentyp kann der Aufwand hierfür unterschiedlich hoch ausfallen. Nach der anschließenden Demontage aller Komponenten wird die Infrastruktur zurückgebaut und der ursprüngliche Zustand der Umgebung, beispielsweise von Grünflächen, wiederhergestellt. Die **Überwachung von Rückbau**⁸² beinhaltet neben der Ressourcenplanung und Beaufsichtigung der Arbeiten weitere Dienstleistungen, wie die Abnahme und die Fortschreibung bestehender Dokumentationen. Die abschließende Verwertung der Anlagenkomponenten kann in Form von Entsorgung, Recycling oder Weiterverkauf erfolgen. Während bei der Entsorgung eine umweltgerechte Langzeitlagerung durchgeführt wird, resultiert aus dem Recycling eine Wiederverwendung von Anlagenkomponenten oder Werkstoffen.

Repowering

An dieser Stelle erfolgt eine Abgrenzung des Begriffes und der Inhalte des Repowering, da dieses in der Branche vielfach angeboten wird. Unter **Repowering** wird in der Energiewirtschaft der Austausch von Anlagentechnik durch leistungsstärkere Anlagentechnik verstanden (128 S. 335; 129 S. 299). Im Zuge des Repowering werden komplette EE-Anlagen zurückgebaut und am selben Ort eine leistungsstärkere oder modernere Anlage errichtet (130 S. 29). Die Weiterentwicklung und damit Verbesserung der Technologien auf den Stand der Technik kann diesen Austausch bereits vor Ende der Lebensdauer einer EE-Anlage legitimieren. Zielsetzung sind unter anderem eine Erhöhung der Kapazität der Anlage und damit die Steigerung der Energieerzeugung pro Anlage, die Reduzierung der Schallemissionen und des Schattenwurfs oder die Verbesserung der Netzverträglichkeit (131 S. 107; 130 S. 20f.). Eine Abgrenzung zur Verbesserung im Rahmen der Instandhaltung besteht zum einen darin, dass ein neuer Projektzyklus zur Errichtung einer EE-Anlage beginnt. Zum anderen bedarf das Repowering einer behördlichen Genehmigung für die Neuanlage und ist demnach als rechtlich neues Vorhaben zu betrachten (132).

Beim Repowering kompletter EE-Anlagen ist ein Rückbau der Infrastruktur nicht in jedem Fall nötig, sodass gegebenenfalls Zuwegungen oder Verkabelung usw. weiter genutzt werden (129) können. In der Regel wird der gleiche Projektzyklus, von der Vorbereitung und Planung der Anlage, über Genehmigungsverfahren, bis hin zur Errichtung und der Inbetriebnahme durchlaufen. Repowering besteht entsprechend aus Dienstleistungen in verschiedenen Anlagenphasen (vgl. Abbildung 19). Genehmigungsverfahren und planungsrechtliche Grundlagen gleichen denen bei der **Neuerrichtung** von EE-Anlagen. So sind alle durch die Raumordnungs- und Flächennutzungsplanung sowie durch das Bundesimmissionsschutzgesetz entstehenden Auflagen zu beachten (129 S. 302). Dementsprechend sind beim Repowering

⁸⁰ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 15 aufgeführt.

⁸¹ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 16 aufgeführt.

⁸² Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 17 aufgeführt.

Dienstleistungsklassen der Entwurfsplanung, der Genehmigungsplanung, des Rückbaus oder der Inbetriebnahme zu erbringen. Repowering entspricht somit weniger einer Dienstleistungsklasse im Sinne des Klassifikationsschemas sondern ist vielmehr als übergreifende **Sicht** zu verstehen. Entsprechend erfolgt keine gesonderte Aufführung im Klassifikationsschema. Abbildung 19 verdeutlicht die Einordnung des Repowering in den Nutzungszyklus von EE-Anlagen.

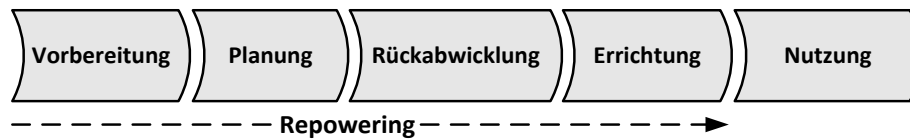


Abbildung 19: Repowering im Lebenszyklus von EE-Anlagen

3.5. Phasenübergreifende Klassen

In phasenübergreifenden Klassen⁸³ werden solche Dienstleistungen zusammengefasst, die begleitend in verschiedenen Phasen des Anlagenlebenszyklus angeboten werden. Theoretisch ließen sich hier noch weitere Dienstleistungen der Klassifikation zuordnen. Ansatz dieser Ausarbeitung ist jedoch, eine möglichst genaue Zuordnung zu Phasen zu erreichen, was aber nicht zwingend bedeutet, dass nicht noch weitere Dienstleistungen in mehreren Phasen angeboten werden können. Als Oberklassen wurden Forschung und Entwicklung, Bildung sowie Öffentlichkeitsarbeit identifiziert.

Die Basis für die Klassifikation der phasenübergreifenden Dienstleistungen war neben der Untersuchung von Anbieterportfolios die Kategorisierung von (6). Die Klassen Forschung, Entwicklung, Bildung und Öffentlichkeitsarbeit wurden aus der Kategorisierung übernommen und durch Dienstleistungen aus den Portfolios ergänzt. **Forschung und Entwicklung** erfolgen sowohl an universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen als auch in der Privatwirtschaft. Zielsetzung ist die Weiterentwicklung verschiedener Bereiche, wie beispielsweise der Effizienz von Rohstoffen oder der Haltbarkeit von Anlagenbauteilen. Die Klasse **Bildung** gliedert sich in Lehre, die an Hochschulen erfolgt und berufliche Aus- und Weiterbildung. Im Rahmen von Mitarbeiter- und Kundenschulungen erfolgt eine Weiterentwicklung in verschiedenen Bereichen, wie Sicherheit oder Technologie. Zur **Öffentlichkeitsarbeit** gehört es, alle relevanten Informationen bezüglich der EE-Anlage für verschiedene Parteien verfügbar zu machen. Hierzu zählt neben Veröffentlichungen und Beteiligungen auch die Einrichtung von Besucherzentren.

⁸³ Die Dienstleistungsklassen werden in Anhang 18 aufgeführt.

4. Methode für die Zuordnung von Portfolios

Im folgenden Kapitel erfolgt die Anwendung des Klassifikationsschemas, motiviert durch eine konkrete Problemstellung aus dem Forschungsprojekt EUMONIS (vgl. Abschnitt 4.1). Im Rahmen dieser Ausarbeitung wurde herausgestellt, dass die Strukturierung der Anbieterportfolios im Bereich erneuerbare Energien sehr uneinheitlich und unübersichtlich erfolgt, was die Vergleichbarkeit der Angebote für Kunden stark einschränkt. Eine Zielsetzung der Klassifikation ist es, eine theoretische Basis für die Strukturierung von EE-Dienstleistungen bereitzustellen. Das hierarchische Modell sollte insofern zur einheitlichen Präsentation von Dienstleistungsangeboten im Bereich erneuerbare Energien nutzbar sein. Zur Erfüllung dieser Zielsetzung bedarf es einer anwendbaren Vorgehensbeschreibung. Diese wird in Abschnitt 4.2 in Form einer theoretischen **Methode** zur Anwendung des Klassifikationsschemas erarbeitet. Anschließend erfolgen in Abschnitt 4.3 die Anwendung der Methode anhand eines konkreten Anbieterportfolios aus dem Bereich erneuerbare Energien. Auf Basis der Methode soll in aufbauenden Arbeiten eine praktische Implementierung erfolgen können.

4.1. Problemstellung

Im Rahmen des Forschungsprojektes EUMONIS wird eine prototypische Software- und Systemplattform für Energie- und Umweltmonitoringsysteme für die Erbringung von Dienstleistungen im Bereich erneuerbare Energien implementiert (11). Die Präsentation der Dienstleistungen soll über eine prototypisch umgesetzte **Dienstleistungsplattform** erfolgen, auf der verschiedene Anbieter ihre Angebote einstellen können. Eine Zielsetzung in EUMONIS ist entsprechend der Vertrieb und die Unterstützung der Komponentisierung von Dienstleistungen. Hierfür stellt die Bewältigung der Komponentisierung und Konfiguration selbst eine große Herausforderung dar, da in der Branche ein heterogenes Verständnis über die Zusammensetzung und Terminologie von EE-Dienstleistungen herrscht. Die praktische Herausforderung besteht darin, divergierende Strukturen und Inhalte von Dienstleistungsangeboten verschiedener Anbieter zu verknüpfen und so dem Kunden einheitlich strukturierte und vergleichbare Portfolios zu präsentieren. Die Voraussetzung zur Vergleichbarkeit von Dienstleistungen soll durch eine einheitliche Komponentisierung und Zuordnung erreicht werden. Zielsetzung ist demnach, dass die Plattform ein **vereinheitlichtes Portfolio** zur Verfügung stellt, dem verschiedene Anbieter ihre Angebote zuordnen können.

4.2. Beschreibung der Methode

Als Basis für die Zuordnung von Portfolios wird in diesem Abschnitt eine **Methode** beschrieben, die im Rahmen dieser Ausarbeitung erarbeitet wurde. Der Lösungsansatz beinhaltet die Ausführung von drei aufeinanderfolgenden **Schritten** mit der Zielsetzung einer verknüpften Präsentation verschiedenartiger Portfolios. Die Methode bildet die Basis für die praktische Realisierung eines **Mapping-Tools**, indem es die Regeln beschreibt, nach denen eine Zuordnung von Komponenten erfolgen kann. Das Tool wird aufbauend auf dieser Ausarbeitung praktisch implementiert.

In *Schritt 1* wird ein vereinheitlichtes Dienstleistungsangebot (**Standardportfolio**) auf Basis des Klassifikationsschemas hierarchisch modelliert und Attribute zur erweiterten Beschreibung bestimmt. Anschließend wird in *Schritt 2* die Struktur individueller **Anbieterportfolios**

modelliert. Ein Mapping (**Zuordnung**) von Komponenten des Standardportfolios und Komponenten des Anbieterportfolios erfolgt in *Schritt 3*, wodurch eine verknüpfte Darstellung erreicht wird. Es wurden verschiedene Arten der Zuordnung erarbeitet, die unter Schritt 3 beschrieben werden.

Die Grundlage für die Dienstleistungsplattform und folglich auch für die Methode bilden die Konzepte einer komponentenbasierten Modellierung und Konfiguration komplexer Dienstleistungen in einer **hierarchischen Baumstruktur**, die der Service Modeller⁸⁴ bereitstellt (vgl. Abbildung 20). Der Service Modeller ermöglicht die Beschreibung von Struktur, Abhängigkeiten, Kennzahlen und **Attributen** von Dienstleistungskomponenten in Modellen (133). Die **Methode** nutzt die Konzepte der Komponentisierung des Service Modeller und erweitert diese um den Ansatz des Mapping. Das Mapping-Tool soll auf Basis des bestehenden Service Modeller implementiert werden.

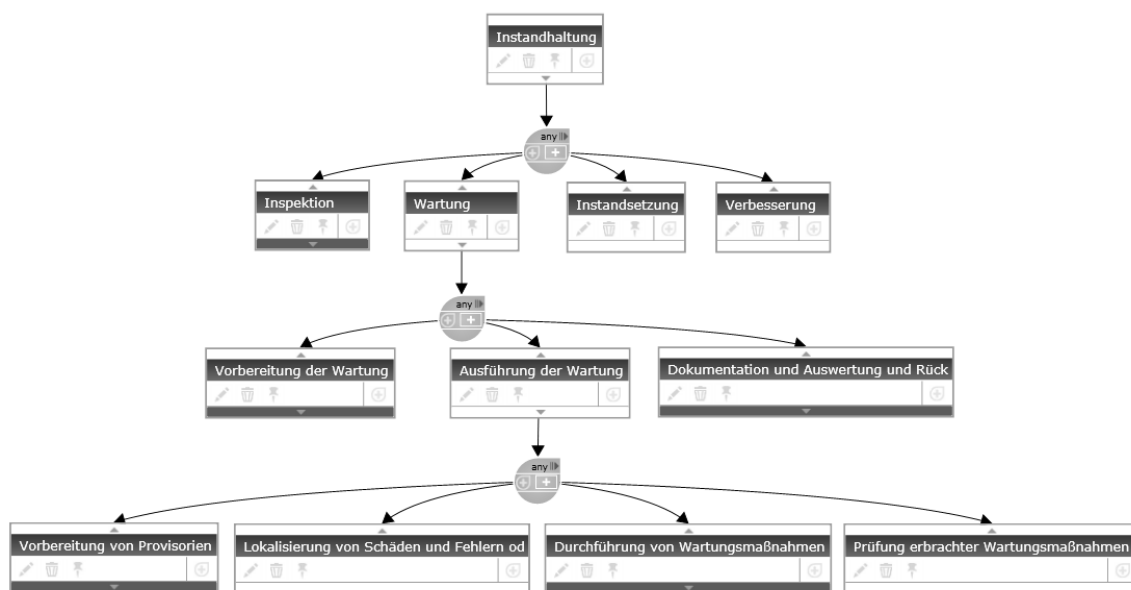


Abbildung 20: Dienstleistungsmodell Instandhaltung im Service Modeller⁸⁵

4.2.1. Schritt 1: Modellierung eines Standardportfolios

In einem ersten Schritt ist ein Portfolio, auf Basis branchenspezifischer Dienstleistungen, zu modellieren. Zielsetzung ist die Erstellung eines allgemeingültigen Modells, anhand dessen ein Mapping individueller Anbieterportfolios erfolgen kann. Das **Standardportfolio** baut auf einer Datenbasis (z.B. der Klassifikation) auf, die eine einheitliche Terminologie und Strukturierung der Dienstleistungen einer Branche bietet. Die Klassen werden dabei, entsprechend der Konzepte des Service Modeller, als Dienstleistungskomponenten in eine hierarchische Baumstruktur modelliert. In dieser nimmt der Detaillierungsgrad top-down zu, bis die jeweilige Zusammensetzung der Dienstleistung hinreichend genau beschrieben ist. Es wird entsprechend ein Plattform-Portfolio, mit den später angebotenen Dienstleistungen, zusammengesetzt.

⁸⁴ Eine ausführliche Beschreibung der Konzepte des Service Modeller bieten (137).

⁸⁵ Der Prototyp Service Modeller ist abrufbar unter (147)

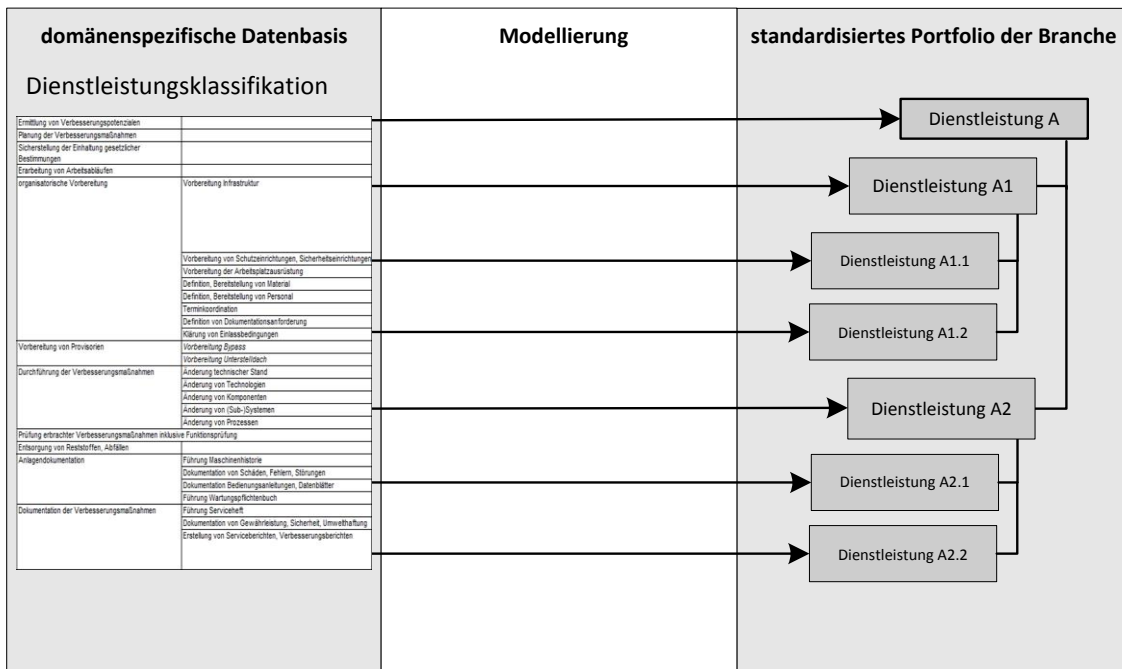


Abbildung 21: Modellierung eines standardisierten Portfolios der Branche

Zudem können für jede Komponente **Attribute** (z.B. Preis und Lieferzeit) bestimmt werden, die eine erweiterte Beschreibung ermöglichen. Diese Attribute⁸⁶ sind von jedem Anbieter in Schritt 2 auszufüllen und beschreiben somit die **Konditionen**, zu denen er die jeweilige Dienstleistung erbringt.

4.2.2. Schritt 2: Modellierung individueller Anbieterportfolios

In Schritt 2 wird das Portfolio eines Anbieters, auf Basis der anbieterspezifischen Terminologie und Strukturierung, ebenfalls in Komponenten einer hierarchischen Baumstruktur modelliert (Abbildung 22). Als Datenbasis können hierfür beispielsweise Dienstleistungsportfolios aus Internetauftritten, Broschüren oder auch Flyern mit Leistungsübersichten dienen. Es werden genau die Dienstleistungen modelliert, die durch den Anbieter über die Plattform angeboten werden sollen.

⁸⁶ vgl. Abschnitt 2.2

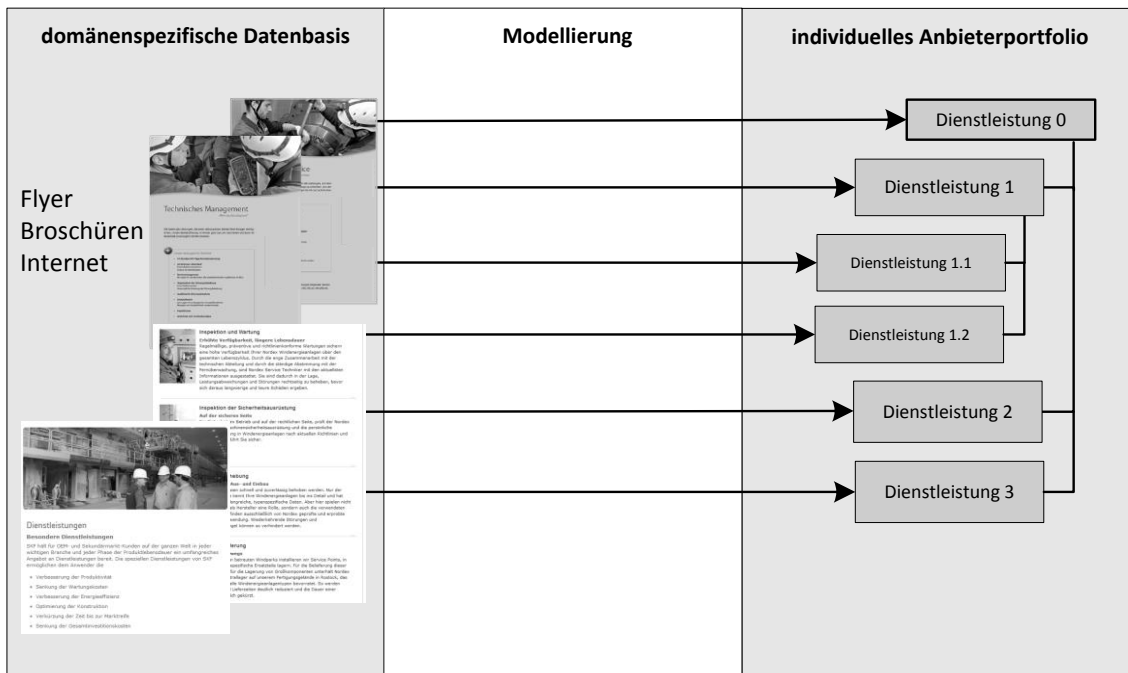


Abbildung 22: Modellierung eines individuellen Anbieterportfolios

4.2.3. Schritt 3: Zuordnung der Portfolios

Als letzter Schritt erfolgt das Mapping der Komponenten des modellierten Standardportfolios aus Schritt 1, mit denen des Anbieterportfolios aus Schritt 2. Entsprechend wird die angestrebte Vereinheitlichung durch Verknüpfung spezifischer Daten mit allgemeingültigen Daten erreicht. Im Ergebnis wird das Dienstleistungsangebot einzelner Anbieter auf die in der Branche bestimmte Terminologie und Strukturierung angepasst. Zudem sind für jede Komponente die vom Standardportfolio vorgegebenen Dienstleistungsattribute zur erweiterten Beschreibung auszufüllen.

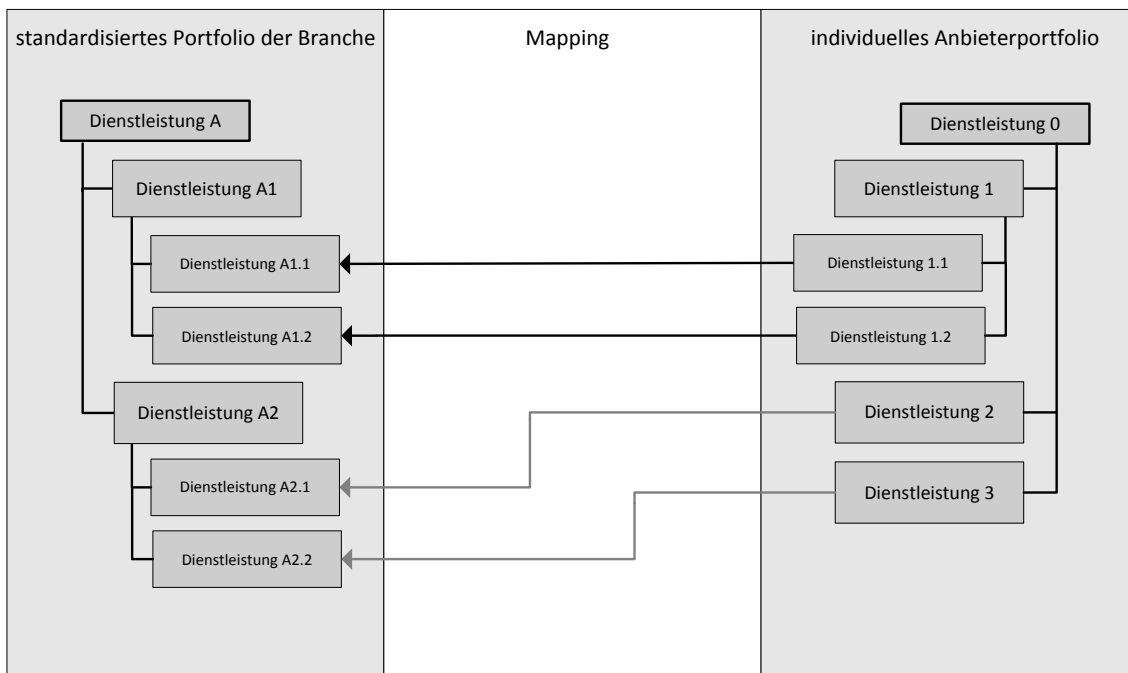


Abbildung 23: Mapping des Anbieterportfolios auf das Standardportfolio

Wie bereits in Abschnitt 1.1 beschrieben, gibt es in der Praxis große Unterschiede zwischen den Portfolios der Anbieter im Bereich erneuerbare Energien. Durch das Mapping zwischen dem Modell aus Schritt 1 und Modellen aus Schritt 2 sind folgende mögliche Abweichungen auflösbar:

- unterschiedliche Terminologie zwischen den Komponenten,
- unterschiedliche Anzahl der Komponenten oder
- abweichende Strukturierung der Komponenten.

Praxisrecherchen im Rahmen dieser Ausarbeitung zeigen, dass in der Regel alle drei Abweichungen auftreten und durch das Mapping aufzulösen sind. Die **Terminologie** wird durch das Standardportfolio vorgegeben und somit durch die Zuordnung vereinheitlicht. Die Abweichungen in der Anzahl oder Struktur der Komponenten werden durch die beschriebenen **Zuordnungsarten** aufgelöst. Im Folgenden werden die modellierten Komponenten des Anbieters als *Anbieterkomponente* und die Komponenten des Standardportfolios als *Standardkomponente* bezeichnet. Die Zuordnungsarten bilden die logischen Regeln für die Komponentisierung und Zuordnung von Dienstleistungen im Mapping-Tool.

Eins-zu-Eins Zuordnung

Bei der **Eins-zu-Eins Zuordnung** wird *genau eine* Anbieterkomponente *genau einer* Standardkomponente zugeordnet. Zu beachten ist, dass die Standardkomponente keine Unterkomponenten besitzt, da sonst eine Erweiterung erfolgt. Zudem sollte die Anbieterkomponente keine Unterkomponenten besitzen, da sonst eine Zusammenfassung vorliegt.

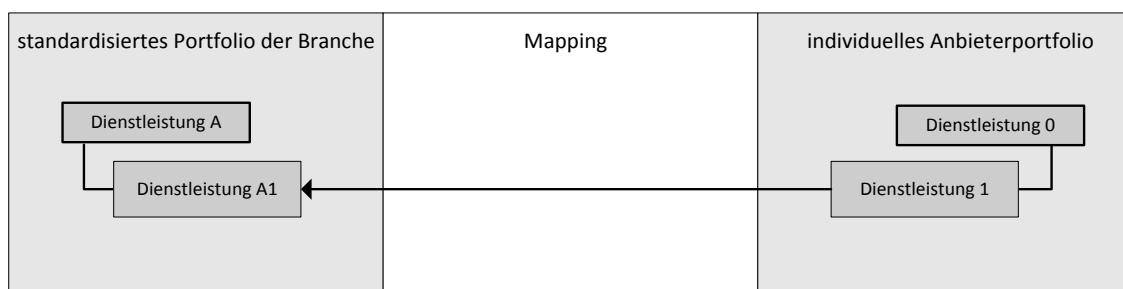


Abbildung 24: Zuordnungsart Eins-zu-Eins Zuordnung

Zusammenfassung

Bei einer **Zusammenfassung** werden *mehrere* Anbieterkomponenten logisch in *genau einer* Standardkomponente gebündelt. Die Hierarchieebene hat keinen Einfluss auf die Zuordnung, d.h. es können Anbieterkomponenten verschiedener Ebenen zusammengefasst werden. Die Standardkomponente darf keine Unterkomponenten besitzen, da sonst eine Zuordnung zwischen den Komponenten nicht eindeutig ist.

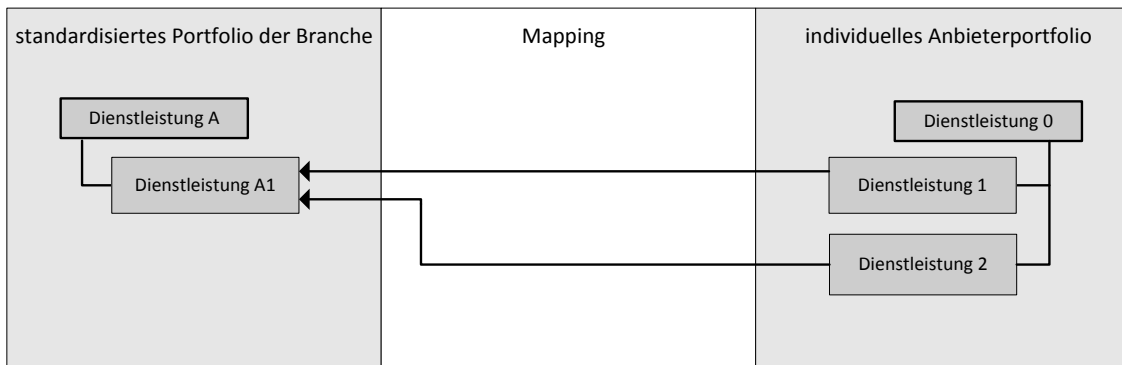


Abbildung 25: Zuordnungsart Zusammenfassung

Erweiterung

Bei der **Erweiterung** erfolgt die Aufteilung *genau einer* Anbieterkomponente auf *mehrere* Standardkomponenten. Die Erweiterung stellt damit das Reziprok zur Zusammenfassung dar.

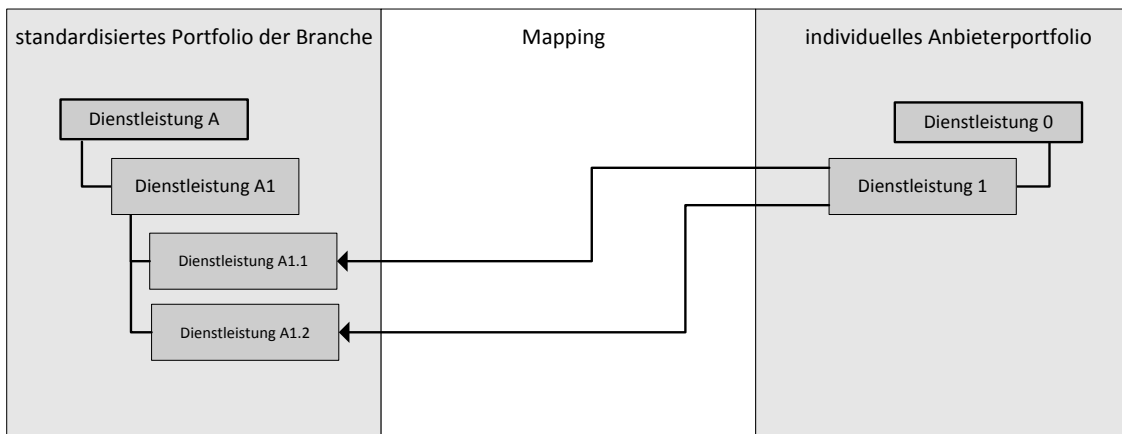


Abbildung 26: Zuordnungsart Erweiterung

Aufteilung

Bei einer **Aufteilung** werden logische Zusammenhänge *mehrerer* Anbieterkomponenten aufgelöst und diese in *mehreren* Standardkomponenten einer unterschiedlichen Hierarchieebene neu strukturiert. Die Anbieterkomponenten sind nicht alle in einer gemeinsamen Standardkomponente zuzuordnen, da sonst eine Zusammenfassung vorliegt. Zudem hat die Zuordnung nicht auf der Hierarchieebene ein und derselben Oberkomponente zu erfolgen, da sonst eine Eins-zu-Eins Zuordnung besteht. In Abbildung 27 wäre dies der Fall, wenn Komponente *Dienstleistung 1.2* zu der Komponente *Dienstleistung A1.2* zugeordnet werden würde.

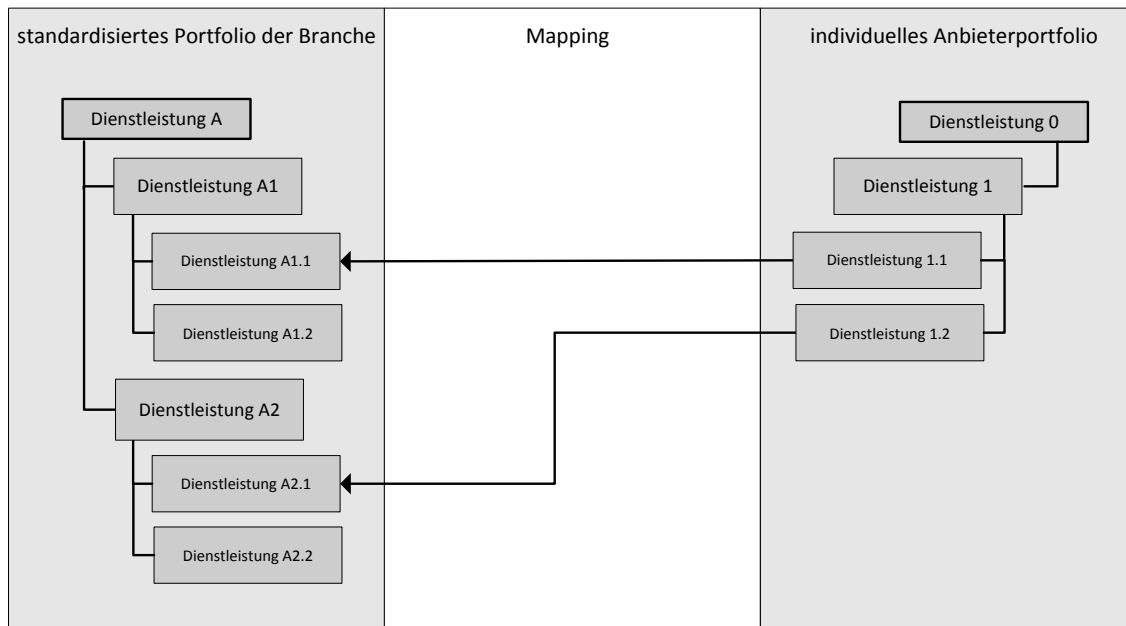


Abbildung 27: Zuordnungsart Aufteilung

4.2.4. Zusammenfassung

Das Resultat der Ausführung der drei Schritte der Methode ist die Anpassung beziehungsweise Erweiterung der **Anbieterportfolios** entsprechend der Struktur und Terminologie des **Standardportfolios**. Das Standardportfolio erfüllt nun die Anforderungen aus der praktischen Problemstellung, indem es einheitlich strukturierte Komponenten bereitstellt und eine Vergleichbarkeit durch eine weiterführende Beschreibung durch Dienstleistungsattribute ermöglicht. Jede Standardkomponente kann folglich durch verschiedene Anbieter angeboten werden. Der potenzielle Kunde kann die Angebote vergleichen, denn er bekommt aufgelistet, zu welchen **Konditionen** (z.B. Preis, Lieferzeit usw.) verschiedene Anbieter ihre Dienstleistung über die Plattform anbieten. Abbildung 28 fasst die drei Schritte, die zu einem vereinheitlichten Portfolio führen, noch einmal zusammen. An den einzelnen Komponenten sind nun die Konditionen der verschiedenen Anbieter aufgeführt.

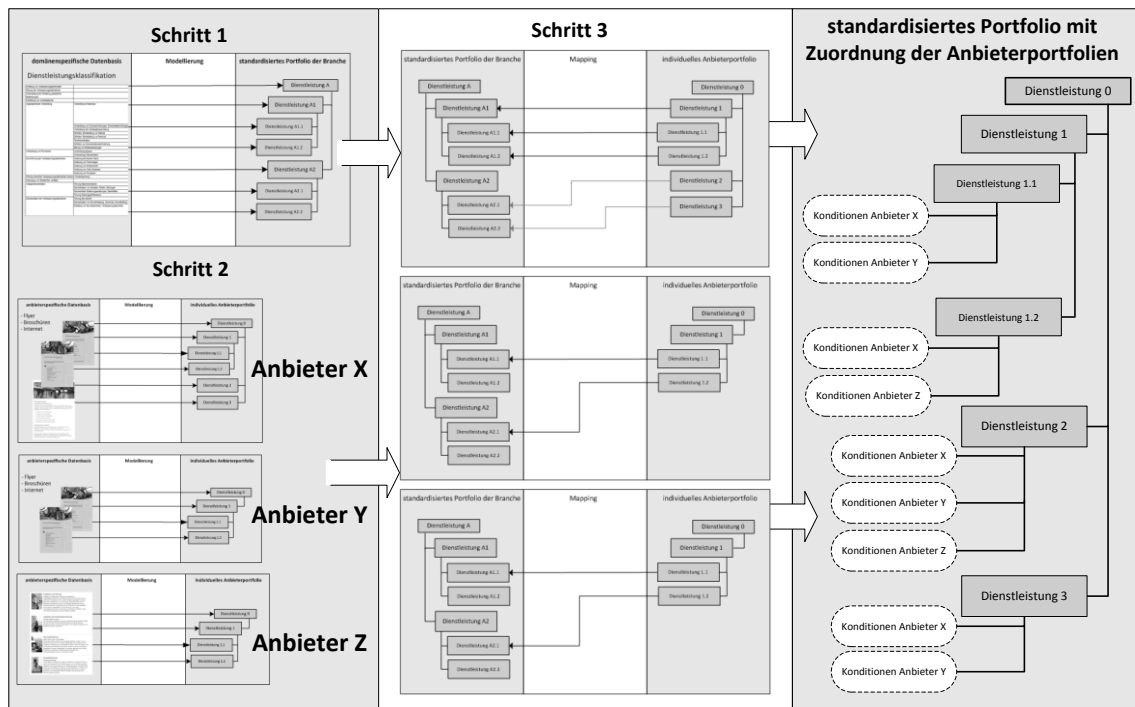


Abbildung 28: Ablauf der Methode

4.3. Anwendung der Methode

Mit dem folgenden praktischen Beispiel wird die Anwendung der Methode erprobt, indem ein reales Portfolio eines Anbieters im Bereich Solar- und Windenergie mit einem Standardportfolio verknüpft wird. Der Anbieter bietet unter der Dienstleistungsklasse *technisches Management* (technische Betriebsführung) verschiedene Dienstleistungen für Solaranlagen und Windenergieanlagen an. Das exemplarische Standardportfolio basiert auf der Klasse *technische Betriebsführung* aus dem Klassifikationsschema. Das Standardportfolio bietet folglich eine einheitliche Terminologie und Strukturierung der Dienstleistungen der technischen Betriebsführung im Bereich erneuerbare Energien.

4.3.1. Ausführung von Schritt 1: Modellierung der technischen Betriebsführung als Standardportfolio

Wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben, erfolgte im Rahmen dieser Ausarbeitung eine umfassende Recherche zur Erhebung der Dienstleistung der technischen Betriebsführung im Bereich erneuerbare Energien. Diese wurden im Klassifikationsschema terminologisch und strukturell vereinheitlicht. Entsprechend bildet die Klassifikation eine adäquate Datenbasis als Grundlage für die Modellierung der Dienstleistungskomponenten zu einem domänenspezifischen Portfolio, beispielsweise auf der Dienstleistungsplattform. In der folgenden Abbildung 29 wird das Ergebnis der Modellierung des Standardportfolios in einer hierarchischen Baumstruktur dargestellt. Es wurden exemplarisch die, für das Mapping relevanten, Dienstleistungen als Komponenten modelliert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde darauf verzichtet, alle Klassen der technischen Betriebsführung aufzuführen.

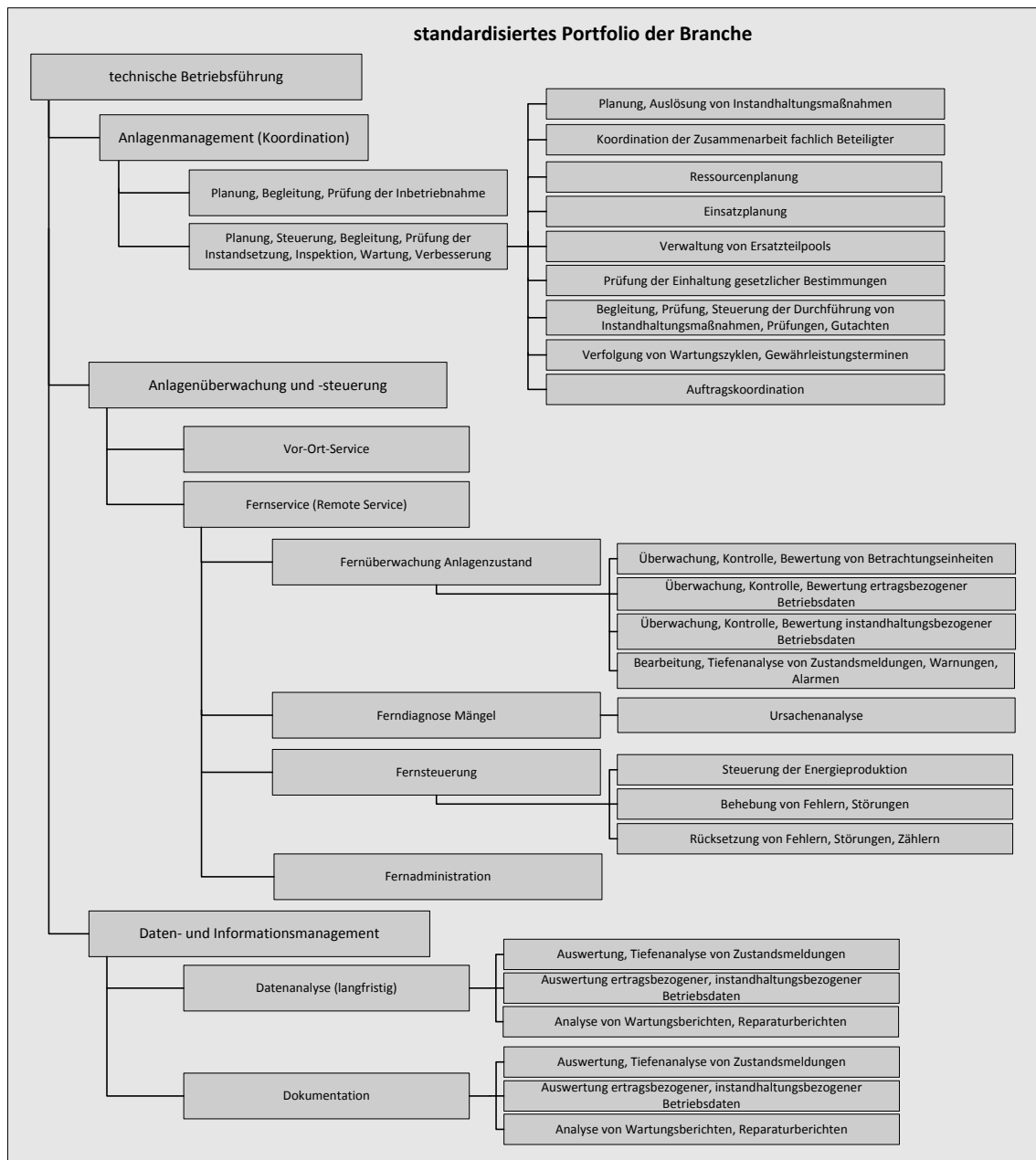


Abbildung 29: Modellierung des Standardportfolios⁸⁷

Zusätzlich wurde festgelegt, dass an jeder Komponente die Attribute *ID*, *Verfügbarkeit*, *Lieferzeit*, *Normen*, *Verkaufspreis*, *Währung* und *Preiseinheit* auszufüllen sind.

4.3.2. Ausführung von Schritt 2: Modellierung des Anbieterportfolios

In Schritt 2 wird, auf Basis des Dienstleistungsangebotes eines Anbieters für technisches Management von Solaranlagen, ein Anbieterportfolio in einer hierarchischen Baumstruktur modelliert. Die folgende Abbildung 30 zeigt das Dienstleistungsangebot *technisches Management*, das der Internetseite des Anbieters entnommen wurde.

⁸⁷ vgl. Anhang 7, Anhang 8, Anhang 9

Technisches Management

Unsere Leistungen:

- 24-h-Fernüberwachung
- Datenerfassung / -auswertung
- Störungsbehebung
- Planmäßige Wartung / Instandhaltung
- Optimierung der Anlagentechnik
- Gutachten
- Thermografie
- Leistungsvermessung
- Kooperation mit führenden Herstellern
- Autorisiert für Schaltungen bis 30 kV

Abbildung 30: Dienstleistungsangebot technisches Management

Auf Grundlage des Portfolios wurde das Dienstleistungsangebot in einer Baumstruktur modelliert (Abbildung 31). Alle Klassen befinden sich auf einer Hierarchieebene einer Oberklasse. Die Dienstleistung *Inspektion/Störungsbehebung* wurde in einzelne Komponenten aufgeteilt. Die beiden Punkte *Kooperation mit führenden Herstellern* und *Autorisiert für Schaltungen bis 30 kV* wurden nicht modelliert, da es sich nicht um eigenständig vermarktbarere Dienstleistungen, sondern vielmehr um Zusatzinformationen handelt.

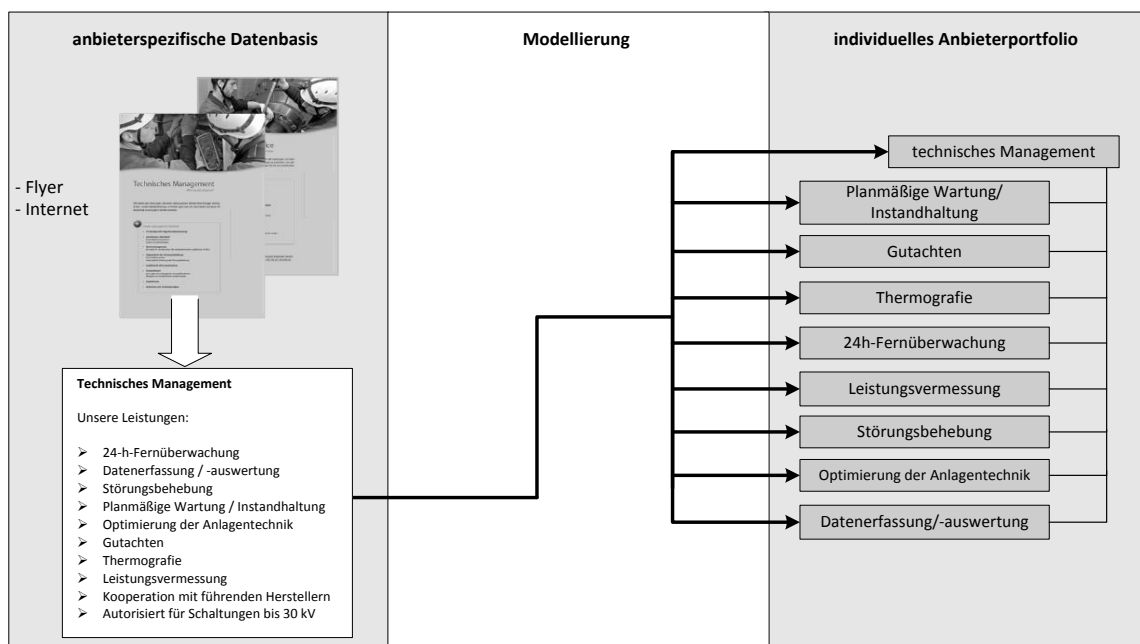


Abbildung 31: Modellierung des Anbieterportfolios

Eine erweiterte Beschreibung der Komponenten kann, wie in Abschnitt 2.2 dargestellt, über Attribute erfolgen. Der Anbieter muss die vom Standardportfolio vorgegebenen Attribute ausfüllen. In Tabelle 13 wird exemplarisch die Komponente Störungsbehebung beschrieben. Zielstellung ist es, die Dienstleistung so umfassend wie möglich zu kennzeichnen und so möglichst viele Informationen bereitzustellen. Zum einen dient dies dem besseren Verständnis von der Dienstleistung beim Kunden und zum anderen ermöglicht das Ausfüllen der Attribute durch jeden Anbieter eine Vergleichbarkeit der Angebote auf der Plattform. Dem Kunden wird

somit eine Auswahl entsprechend der für ihn wichtigen Parameter, beispielsweise nach Preis oder Verfügbarkeit, ermöglicht.

Attribut	Beispiel
Kennung	
ID	SB-0816
zeitliche Bereitstellung	
Verfügbarkeit	24h/365 Tage
Lieferzeit	Reaktionszeit von 2 Stunden
Qualität	
Normen	wird nach IEC 61850 durchgeführt
finanzielle Beschreibung	
Verkaufspreis	120
Währung	Euro
Preiseinheit	je Stunde

Tabelle 13: Beispielhafte Attribute für die Komponente Störungsbehebung

4.3.3. Ausführung von Schritt 3: Zuordnung der Portfolios

Auf Basis der Ergebnisse aus Schritt 1 und 2 erfolgt abschließend eine Zuordnung der Komponenten der beiden modellierten Portfolios. Eine Zuordnung des Anbieterportfolios erfolgt auf unterster Hierarchieebene⁸⁸ des Standardportfolios. Zum Mapping fanden die Zuordnungsarten aus Abschnitt 4.2.2 Anwendung. Das Ergebnis ist in Tabelle 14 nachvollziehbar.

Komponente des Anbieterportfolios	Zuordnungsart
Planmäßige Wartung/Instandhaltung	Eins-zu-Eins Zuordnung
Gutachten	Zusammenfassung
Thermografie	Zusammenfassung
24h-Fernüberwachung	Erweiterung/Zusammenfassung
Leistungsvermessung	Zusammenfassung
Störungsbehebung	Erweiterung
Optimierung der Anlagentechnik	Erweiterung
Datenerfassung/-auswertung	Erweiterung

Tabelle 14: Zuordnung des Anbieterportfolios

Eine Besonderheit bei der Zuordnung bildet die *24h-Fernüberwachung*, die aufgrund der Verbindung mit der Leistungsvermessung zu Komponente *Überwachung, Kontrolle, Bewertung instandhaltungsbezogener Betriebsdaten* sowohl eine Erweiterung als auch eine Zusammenfassung darstellt. Abbildung 32 stellt abschließend das Mapping der Portfolios grafisch dar.

⁸⁸ Die Komponente darf somit keine Unterkomponenten besitzen.

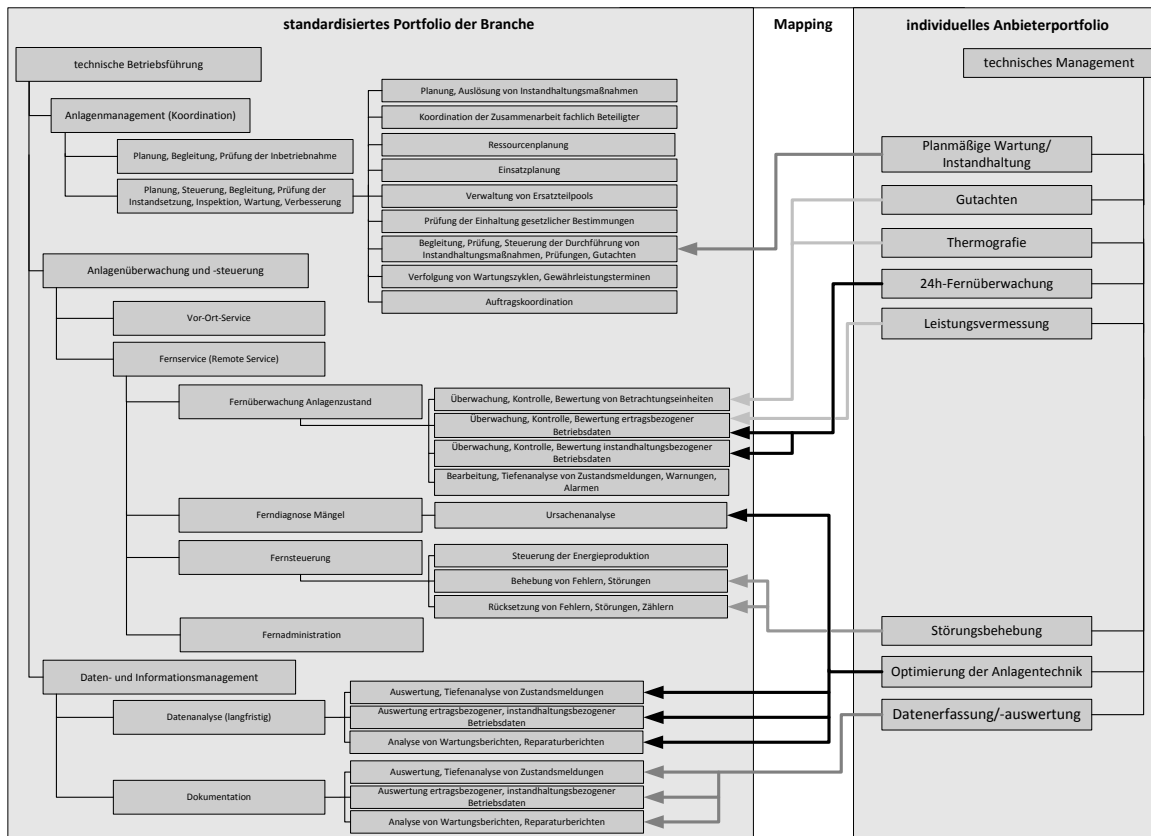


Abbildung 32: Mapping des Anbieterportfolios auf das Standardportfolio

Mit Schritt 3 ist die beispielhafte Anwendung der Methode abgeschlossen. Die in dieser Ausarbeitung entwickelte Methode kann somit als Vorlage für ein Mapping-Tool Verwendung finden. Die Methode erfüllt insofern die Anforderung der Problemstellung aus Abschnitt 4.1, indem sie die Vereinheitlichung und Zuordnung von Dienstleistungen in der Domäne der erneuerbaren Energien konzeptioniert und so die Basis für eine praktische Implementierung schafft. Die Implementierung einer konkreten Lösung wird weiterführend auf Basis der Ergebnisse dieser Ausarbeitung im Projekt EUMONIS realisiert. Es wird ein **Mapping-Tool** implementiert, das die Ausführung der Schritte 1 bis 3, im Zusammenhang mit einer erweiterten Beschreibung von Dienstleistungen über Attribute, ermöglicht.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Auseinandersetzung mit dem Forschungsgebiet zeigt eine hohe wissenschaftliche und praktische Relevanz für das Service Engineering im Bereich erneuerbare Energien, nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Dienstleistungssektors. Eine weitere wissenschaftliche Auseinandersetzung in Zusammenhang mit konkreten praktischen Problemstellungen ist entsprechend zu forcieren. EE-Dienstleistungen finden in der Wissenschaft bisher nur wenig Beachtung und Anbieter verlangen nach Methoden und Werkzeugen zur strukturierten Entwicklung und Präsentation von Dienstleistungen. Um diesen Defiziten zu begegnen, wurden im Rahmen dieser Ausarbeitung Potenziale identifiziert und diese methodisch umgesetzt. Durch die Überführung der Forschungsergebnisse in die praktische Anwendung können Mehrwerte in beiden Bereichen erzielt werden. Im Nachgang sind entsprechend die Erfüllung der angestrebten Zielsetzungen dieser Ausarbeitung in der Praxis zu prüfen und die Ergebnisse gegebenenfalls zu erweitern. Durch die thematische Einbettung der Ausarbeitung in ein praktisch motiviertes Forschungsprojekt ist eine Relevanz grundsätzlich gegeben. Die Weiterverwendung von Teilergebnissen in einer DIN SPEC bietet die Grundlage für die Überprüfung der Ergebnisse in der Praxis und dient einer öffentlichen Auseinandersetzung mit dem Forschungsgebiet. Die Zielsetzung der Ausarbeitung, eine methodische Verfahrensweise bei der Entwicklung und Erbringung von EE-Dienstleistungen zu unterstützen, wurde mit dem Klassifikationsschema und der erarbeiteten Methode erfüllt.

Entlang des Lebenszyklus von EE-Anlage werden verschiedene Dienstleistungsklassen angeboten. Auf Grundlage einer Auswertung diverser Literaturquellen aus Wissenschaft und Praxis sowie von Anbieterportfolios der EE-Branche, wurden mehrere Hundert Dienstleistungsklassen erarbeitet und in einem Klassifikationsschema zusammengefasst. Als Oberklassen wurden die Grundlagenermittlung, die Durchführung von Planungsmaßnahmen, Baumaßnahmen, die technische Betriebsführung, die Instandhaltung, die kaufmännische Betriebsführung, der Rückbau und die Forschung, Entwicklung, Bildung und Öffentlichkeitsarbeit festgelegt. Mit dem Klassifikationsschema wird eine erste umfassende Datenbasis zur Verfügung gestellt, deren Anwendung durch die Methode erfolgt. Die Methode ermöglicht, mit einem Vorgehen in drei Schritten, eine spezifische Anwendung der Klassifikation für eine einheitliche Komponentisierung und bildet die Grundlage für eine technische Implementierung. Die theoretische Anwendbarkeit der Methode wurde anhand eines konkreten Beispiels nachgewiesen und kann in aufbauenden Arbeiten durch weitere Anwendungsbeispiele überprüft werden.

Kritische Bewertung

Mit dieser Ausarbeitung wurden ein umfassendes Klassifikationsschema sowie eine Methode zur Anwendung zur Verfügung gestellt. Es wird somit angenommen, dass entsprechend eine theoretische Grundlage für eine praktische Verwertbarkeit gegeben ist.

Die Klassifikation wurde unter der Maßgabe erstellt, dass die Klassen einen inhaltlichen Konsens für die Branche darstellen. Jedoch ist, aufgrund divergierender Meinungen, Sichtweisen und Ansätze bezüglich der Benennung und Strukturierung von EE-Dienstleistungen in der Praxis, ein Konsens nicht belegbar. Es wurde versucht, die Abdeckung zum einen über die Auswertung konkreter Portfolios und zum anderen durch die Einbindung von Anbietern in die Erstellung der

Klassifikation zu erreichen. Gespräche mit einzelnen Anbietern belegen jedoch verschiedene Sichtweisen, insbesondere in den einzelnen Sparten. Die Bildung der Klassen erfolgte teilweise intuitiv und zusammengesetzt aus verschiedenen Quellen. Die Frage nach der Validität der Klassifikation als Branchenkonsens wirft weitere Sachverhalte auf, die eine Anwendung erschweren könnten.

Es ist möglich, dass die Granularität der Klassen im Klassifikationsschema nicht ausreicht, um sehr spezialisierte Dienstleistungen, z.B. in einer Sparte für eine bestimmte Betrachtungseinheit, abzubilden. Dieser Umstand ist dem Anspruch einer möglichst hohen Allgemeingültigkeit der Klassifikation geschuldet. Es ist somit festzuhalten, dass das Schema ohne Erweiterung nur bis zu einer gewissen Granularitätsstufe anwendbar ist.

Ein weiterer Aspekt ist die Zuordenbarkeit von konkreten Dienstleistungen einzelner Anbieter zu den Klassen im Schema. Im Rahmen dieser Ausarbeitung wurde diese zusammen mit einem Anbieter anhand eines realen Portfolios geprüft. Jedoch kann erst die Verwendung in der Breite, bei verschiedenen Anbietern, eine durchgängige Anwendbarkeit der Klassifikation nachweisen. Das Klassifikationsschema bietet einen ersten umfassenden Ansatz, EE-Dienstleistungen zu strukturieren, dessen Validität und Anwendbarkeit jedoch durch aufbauende Arbeiten zu überprüfen ist.

Hinzu kommt die Frage nach der Bereitschaft der Branche, sich auf eine einheitliche Terminologie und Struktur zu einigen. Es ist denkbar, dass manche Zielsetzung nicht von jedem Anbieter von EE-Dienstleistungen gewünscht ist. So können bei Anbietern mit hohen Marktanteilen Bedenken bezüglich Konkurrenzen durch eine insgesamt erhöhte Markttransparenz entstehen. Auch können mit der Veröffentlichung von Informationen Bedenken bezüglich einer Weitergabe von internem Know-how einhergehen.

Trotz der methodischen Anwendung anhand einer realen Datenbasis erfolgte diese jedoch nur theoretisch und nicht unterstützt durch eine Softwarelösung (Mapping-Tool). Entsprechend lassen sich nur wenig Aussagen über die Praktikabilität der Methode treffen. Im Rahmen einer anschließenden Implementierung und der damit verbundenen praktischen Anwendung sind die Zuordnungsarten zu prüfen und gegebenenfalls an weitere Anforderungen anzupassen. Durch die Methode ist ein gangbarer Ansatz zur Anwendung des Klassifikationsschemas gegeben, dessen Reifegrad sich jedoch erst in der praktischen Anwendung beurteilen lässt.

Aufbauende Arbeiten

Die wirtschaftliche Relevanz der EE-Dienstleistungen wird auch im Hinblick auf einen weiter wachsenden Export deutscher Güter steigen. Da für die Portfolioauswertung dieser Auswertung ausschließlich deutsche Unternehmen ausgewählt wurden, liegt folglich eine Ausdehnung der Untersuchung auf ausländische Märkte nahe. Aufbauende Arbeiten könnten, unter Anwendung der Methodik dieser Ausarbeitung, den Fokus von deutschen auf internationale Portfolios erweitern.

Bei der eingehenden Auseinandersetzung mit einzelnen Dienstleistungen wurde eine hohe Abhängigkeit zu einer konsistenten Dokumentation verschiedenster Informationen, wie sie beispielsweise in einem Serviceheft vorliegen, festgestellt. In den Erbringungsprozessen wird in diversen Schritten auf diese Informationen zugegriffen. Auf Grundlage der Klassifikation könnte

in aufbauenden Arbeiten eine schematisierte Zuordnung zwischen EE-Dienstleistungen und den erforderlichen Informationen erfolgen. Der Mehrwert wäre die Schaffung einer Datenbasis für einen standardisierten Informationsaustausch in Verbindung mit der Dienstleistungserbringung.

Ein weiterer Ansatz für aufbauende Betrachtungen wäre die Übertragung des Klassifikationschemas auf weitere Sparten. In diesem Rahmen ist an erster Stelle eine Übertragbarkeit der vorliegenden Klassen zu untersuchen. Aufbauend auf einer weiterführenden Datenerhebung in anderen Sparten, müsste anschließend eine Erweiterung beziehungsweise Anpassung der Klassifikation erfolgen.

Literaturverzeichnis

1. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.** *Umweltwirtschaftsbericht 2011 – Daten und Fakten für Deutschland.* Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011.
2. **Hirschl, Bernd, Weiß, Julika und Konrad, Wilfried (Hrsg.).** *Umwelt-Dienstleistungen – Internationalisierungsstrategien für dynamische Märkte.* München: Oekom Verlag, 2009.
3. **Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik.** *Erneuerbare Energien 2012.* Stuttgart: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, 2013.
4. **Die Bundesregierung.** *Energie für Deutschland – Das Energiekonzept der Bundesregierung.* Berlin: Presse- und Informationsamt, 2011.
5. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.** *Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung.* Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2013.
6. **Hirschl, Bernd und Weiß, Julika (Hrsg.).** *Dienstleistungen im Bereich erneuerbarer Energien: Wirtschaftliche Bedeutung, Exportpotenziale und Internationalisierungsstrategien.* München: Oekom Verlag, 2009.
7. **Waltenberger, Daniela.** *Zielmarkt China – Analyse und Beurteilung Chinas als Zielland für den Export von Dienstleistungen durch deutsche Unternehmen im Bereich erneuerbarer Energien.* Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, 2008.
8. **Bullinger, Hans-Jörg, Tombeil, Anne-Sophie und Ganz, Walter.** *Jenseits traditioneller Industrialisierungskonzepte - Effizienz und Effektivität durch Dienstleistungsinnovation.* [Buchverf.] Zbynek Sokolovsky und Sven Löschenkohl (Hrsg.). *Handbuch Industrialisierung der Finanzwirtschaft.* Wiesbaden: Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH, 2005.
9. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN-Fachbericht 75: Service Engineering – Entwicklungsbegleitende Normung (EBN) für Dienstleistungen.* Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1998.
10. **Böttcher, Martin und Klingner, Stefan.** *Komponentisierung zur Steigerung der Dienstleistungsproduktivität.* Wiesbaden: Forum für Dienstleistungsmanagement, 2011.
11. **EUMONIS.** Forschungsprojekt EUMONIS. [Online] [abgerufen am: 18. 11. 2013] <http://www.eumonis.org/>.
12. **Fährlich, Klaus-Peter, et al. (Hrsg.)** *Entwicklung internationaler produktbezogener Dienstleistungen – Ein Handlungsleitfaden für kleine und mittlere Unternehmen.* Leipzig: Leipziger Beiträge zur Informatik: Band X, 2008.
13. **Munz, Claudia, Wagner, Jost und Hartmann, Elisa.** *Die Kunst der guten Dienstleistung – Wie man professionelles Dienstleistungshandeln lernen kann.* Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, 2012.
14. **Meffert, Heribert und Bruhn, Manfred.** *Dienstleistungsmarketing – Grundlagen – Konzepte – Methoden.* Wiesbaden: Gabler Verlag | Springer Fachmedien, 2012.
15. **Fährlich, Klaus-Peter und van Husen, Christian.** *Entwicklung IT-basierter Dienstleistungen – Co-Design von Software und Services mit ServCASE.* Heidelberg: Physica-Verlag, 2008.
16. **Bullinger, Hans-Jörg und Scheer, August-Wilhelm.** *Service Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006.
17. **Böttcher, Martin.** *Architektur integrierter Dienstleistungssysteme. Konzeption, Metamodell und technikraumspezifische Konkretisierung.* Leipzig: Fakultät für Mathematik und Informatik, Universität Leipzig, 2008.
18. **Räisänen, Vilho.** *Service Modelling – Principles and Applications.* England: Wiley, 2006.

19. **Sonnenberg, Michael, Ansorge, Boris und Becker, Michael.** Potential of Service Engineering in the Field of Renewable Energies. [Buchverf.] Kyrill Meyer und Michael Thieme. *Theory and Practice for System Services Providers in Complex Value and Service Systems. ISSS 2013 Proceedings*. Leipzig: Leipziger Beiträge zur Informatik: Band/Volume XLI, LIV/InfAI, 2013.
20. **Böttcher, Martin und Klingner, Stephan.** Providing a method for composing modular B2B services. *Journal of Business and Industrial Marketing*. Bd. 26, 5, 2011.
21. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN SPEC 91199: Beschreibung zur Modellierung von Remote Services*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2011.
22. **Dyckhoff, Harald und Spengler, Thomas S.** *Produktionswirtschaft – Eine Einführung für Wirtschaftsingenieure*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.
23. **Scheer, August-Wilhelm, Grieble, Oliver und Klein, Ralf.** Modellbasiertes Dienstleistungsmanagement. [Buchverf.] Hans-Jörg Bullinger und August-Wilhelm Scheer. *Service Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006.
24. **Manecke, Hans Jürgen.** Klassifikation. [Buchverf.] Marianne Buder, et al. *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation: ein Handbuch zur Einführung in die fachliche Informationsarbeit*. München: K.G. Saur Verlag, 1997.
25. **Dahlberg, Ingetraut.** *Grundlagen universaler Wissensordnung – Probleme und Möglichkeiten eines universalen Klassifikationssystems des Wissens*. Pullach: Verlag Dokumentation Saur KG, DGD-Schriftenreihe Band 3, 1974.
26. **Europäische Kommission.** *Öffentliches Auftragswesen in der Europäischen Union – Anleitung zum Gemeinsamen Vokabular für öffentliche Aufträge (CPV)*. Europäische Kommission, 2008.
27. **eCl@ss e.V.** eCl@ss. [Online] [abgerufen am: 22. 03. 2013] <http://www.eclass.de>.
28. **ETIM International.** European Technical Information Model. [Online] [abgerufen am: 22. 03. 2013] <http://www.etim-international.com/>.
29. **Deutsches Patent- und Markenamt.** *Marken Klassifikation – Internationale Klassifikation von Waren und Dienstleistungen für die Eintragung von Marken. Teil 1 – Klassifikation von Nizza. Liste von Waren und Dienstleistungen in alphabetischer Reihenfolge*. Köln, Berlin, München: Carl Heymanns Verlag GmbH, 2012.
30. **UNSPSC®.** United Nations Standard Products and Services Code®. [Online] [abgerufen am: 22. 03. 2013] <http://www.unspsc.org/>.
31. **International Organization for Standardization.** *ISO/IEC 13273-1 Energy efficiency and renewable energy sources — Common international terminology — Part 1: Energy efficiency*. Genf: International Organization for Standardization (ISO), 2013.
32. **Mörschel, Inka C.** Produktmodelle für Dienstleistungen – Möglichkeiten zur Strukturierung und Beschreibung von Dienstleistungen. [Buchverf.] Hermann Behrens, et al. *Wege zu erfolgreichen Dienstleistungen – Normen und Standards für die Entwicklung und das Management von Dienstleistungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2005.
33. **FGW e.V.** *Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten – Teil 7: Instandhaltung von Kraftwerken für erneuerbare Energien – Rubrik A – Allgemeiner Teil: Definition von Begriffen, Normativen Verweisungen und Beschreibungen von Prozessen und Systemaspekten*. Berlin: Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien, 2012.
34. **Schenk, Michael (Hrsg.).** *Instandhaltung technischer Systeme – Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.

35. **Schröder, Werner.** *Ganzheitliches Instandhaltungsmanagement.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
36. **Wühr, Daniela, et al.** Innovation im Maschinenbau entlang des Produktlebenszyklus (PLC). [Buchverf.] Sabine Pfeiffer, Petra Schütt und Daniela Wühr (Hrsg.). *Smarte Innovation – Ergebnisse und neue Ansätze im Maschinen- und Anlagenbau.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien GmbH, 2012.
37. **Weber, Klaus H.** *Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen – Praxishandbuch mit Checklisten und Beispielen.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006.
38. **Koch, Verena.** *Interaktionsarbeit bei produktbegleitenden Dienstleistungen – Am Beispiel des technischen Services im Maschinenbau.* Wiesbaden: Gabler Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2010.
39. **Meyer, Kyrill, et al.** Produkt-Dienstleistungs-Lebenszyklus: Methoden und Funktionen für die Entwicklung und das Management produktbegleitender Dienstleistungen. [Buchverf.] Kyrill Meyer und Nizar Abdelkafi (Hrsg.). *Smart Services and Service Science – Proceedings of the 4th International Symposium on Services Science.* Leipzig: Leipziger Beiträge zur Informatik Bd. 36 LIV/InfAI, 2012.
40. **Böge, Alfred und Eichler, Jürgen.** *Physik – Grundlagen, Versuche, Aufgaben, Lösungen.* Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlag|GWV Fachverlage GmbH, 2005.
41. **Rebhan, Eckhard (Hrsg.).** *Energiehandbuch – Gewinnung, Wandlung und Nutzung von Energie.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2002.
42. **Hering, Ekbert, Martin, Rolf und Martin, Stohrer.** *Physik für Ingenieure.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2004.
43. **Dorf Müller, Thomas, et al.** *Bergmann-Schaefer – Lehrbuch der Experimentalphysik, Band I: Mechanik, Relativität, Wärme.* Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co, 1998.
44. **Kramer, Matthias (Hrsg.).** *Integratives Umweltmanagement – Systemorientierte Zusammenhänge zwischen Politik, Recht, Management und Technik.* Wiesbaden: Gabler | GWV Fachverlage GmbH, 2010.
45. **Lucas, Klaus.** *Thermodynamik – Die Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlungen.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.
46. **Quaschnig, Volker.** *Regenerative Energiesysteme – Technologie – Berechnung – Simulation.* München: Carl Hanser Verlag, 2007.
47. **Kaltschmitt, Martin, Hartmann, Hans und Hofbauer Hermann (Hrsg.).** *Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
48. **Pelte, Dietrich.** *Die Zukunft unserer Energieversorgung - Eine Analyse aus mathematisch-naturwissenschaftlicher Sicht.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2010.
49. **Bührke, Thomas und Wengenmayr, Roland (Hrsg.).** *Erneuerbare Energie – Alternative Energiekonzepte für die Zukunft.* Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2011.
50. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.** *Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2011.* Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2012.
51. **Geitmann, Sven.** *Erneuerbare Energien – Mit neuer Energie in die Zukunft.* Oberkrämer: Hydrogeit Verlag, 2010.
52. **Winter, Wilhelm, et al.** *Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015–2020 mit Ausblick auf 2025.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag Bd. 35, S. 139-153, 2011.

53. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.** *Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte – Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt.* Darmstadt: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2006.
54. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.** *Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2010 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien.* Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011.
55. **Wesselak, Viktor und Thomas, Schabbach.** *Regenerative Energietechnik.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
56. **Watter, Holger.** *Nachhaltige Energiesysteme – Grundlagen, Systemtechnik und Anwendungsbeispiele aus der Praxis.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2009.
57. **Hau, Erich.** *Windkraftanlagen: Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.
58. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.** *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global.* Stuttgart, Kassel, Teltow: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - FKZ 03MAP146, 2012.
59. **Allnoch, Norbert, Schlusemann, Ralf, Pochert, Olaf und Kleinmanns, Bernd.** *Zur Lage der Regenerativen Energiewirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2009.* Münster: Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien, 2010.
60. **Statistisches Bundesamt.** *Umwelt – Umsatz mit Waren, Bau und Dienstleistungen für den Umweltschutz 2010.* Wiesbaden: DESTATIS Fachserie 19, Reihe 3.3., 2012.
61. **Blanke Meier Evers.** *Leitfaden für Biogasanlagen – Errichtung und Betrieb von Biogasanlagen im landwirtschaftlichen Bereich.* Bremen: Blanke Meier Evers – Rechtsanwälte, 2006.
62. **Schöne, Heral.** *Standortplanung, Genehmigung und Betrieb umweltrelevanter Industrieanlagen – Rechtliche Grundlagen.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2000.
63. **Kochendörfer, Bernd, Liebchen, Jens H. und Viering Markus.** *Bau-Projekt-Management – Grundlagen und Vorgehensweisen.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2010.
64. **HHH GbR.** Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. [Online] [abgerufen am: 05. 06. 2013] <http://www.hoai.de>.
65. **Siemon, Klaus D. und Averhaus, Ralf.** *Die HOAI 2009 verstehen und richtig anwenden. Mit Beispielen und Praxistests.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2010.
66. **HHH GbR.** §10 Grundlagen des Honorars. [Online] [abgerufen am: 05. 06. 2013] http://www.hoai.de/online/HOAI-Text/teil_2.php.
67. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN EN 60300-3-14:2004-12: Zuverlässigkeitsmanagement – Teil 3-14: Anwendungsleitfaden – Instandhaltung und Instandhaltungsunterstützung.* Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2004.
68. **Deutsches Institut für Bautechnik.** *Richtlinie für Windenergieanlagen – Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung.* Berlin: DIBt, 2012.
69. **Warnecke, Hans-Jürgen (Hrsg.).** *Handbuch Instandhaltung – Band 1 Instandhaltungsmanagement.* Köln: Verlag TÜV Rheinland GmbH, 1992.
70. **Regber, Holger und Werner, Georg-Wilhelm (Hrsg.).** *Instandhaltung – Management – Technologien – Praxis.* Kissing: WEKA media, 1996.

71. **Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.** *Leitfaden Bioenergie – Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen*. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2007.
72. **Kühn, Günter.** *Handbuch Baubetrieb – Organisation – Betrieb – Maschinen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag GmbH, 1991.
73. **Krüger, Hanns-Günter.** *Anlagenmanagement – Technik, Betriebswirtschaft und Organisation*. Berlin, Heidelberg, Budapest: Springer-Verlag, 1995.
74. **Biogas Nord AG.** Biogasanlagen. [Online] [abgerufen am: 23. 06. 2013] <http://www.biogas.de/de/produkte/unsere-biogasanlagen.html>.
75. **Berner, Fritz, Kochendörfer, Bernd und Schach, Rainer.** *Grundlagen der Baubetriebslehre 3 – Baubetriebsführung*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner|GWV Fachverlage GmbH, 2009.
76. **Schach, Rainer und Otto, Jens.** *Baustelleneinrichtung: Grundlagen – Planung – Praxishinweise – Vorschriften und Regeln*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner|GWV Fachverlage GmbH, 2011.
77. **Haupts, Markus.** *Ratgeber Bauabwicklung. Band 1: Aufgaben der Bauüberwachung, Erstellen von Bauverträgen – Baustelleneinrichtung, Erdarbeiten, Beton- und Stahlbetonarbeiten, Mauerarbeiten*. Norderstedt: Books on Demand GmbH, 2011.
78. **Helmus, Frank P.** *Anlagenplanung – Von der Anfrage bis zur Abnahme*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2003.
79. **Bernecker, Gerhard.** *Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen - Projektmanagement und Fachplanungsfunktionen*. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag GmbH, 2001.
80. **Rösel, Wolfgang.** *Baumanagement - Grundlagen, Technik, Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2000.
81. **MT-Energie Biogas-Technologie.** Komponenten. [Online] [abgerufen am: 14. 06. 2013] <http://www.mt-energie.com/de/produkte/komponenten.html>.
82. **PARADIGMA.** Aufbau einer Solaranlage – Bestandteile und Aufbau eines kompletten Solarwärme-Systems. [Online] [abgerufen am: 21. 06. 2013] <http://www.paradigma.de/lexikon/aufbau-solaranlage>.
83. **SolarServer.** Aufbau einer Solaranlage. [Online] [abgerufen am: 21. 06. 2013] <http://www.solarserver.de/wissen/lexikon/a/aufbau-einer-solaranlage.html>.
84. **Solaranlagen-Portal.** Montage, Aufbau und Installation einer Solar Anlage. [Online] [abgerufen am: 21. 06. 2013] <http://www.solaranlagen-portal.com/solar/solares-bauen/montage>.
85. **ÖKOBIT GmbH.** ÖKOBIT NawaRo-Biogasanlagen. [Online] [abgerufen am: 21. 06. 2013] <http://www.oekobit-biogas.com/ob-nawaro-biogasanlage-oder-biogas-produktion-aus-gras-und-biomasse.html>.
86. **UTS Biogastechnik GmbH.** Anlagen. [Online] [Zitat vom: 21. 06. 2013] <http://www.uts-biogas.com/de/anlagen.html>.
87. **Bundesverband WindEnergie e.V.** Wind Energie Betriebsführung und Überwachung. [Online] [abgerufen am: 22. 06. 2013] <http://www.wind-energie.de/infocenter/technik/betrieb/betriebsfuehrung-und-ueberwachung..>
88. **Böttcher, Jörg (Hrsg.).** *Management von Biogas-Projekten – Rechtliche, technische und wirtschaftliche Aspekte*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.
89. **Draxler, Adolf und Gmeinhardt, Willibald.** *Betriebsführung und Instandhaltung von Wasser- und Wärmekraftwerken vor dem Hintergrund der Veränderungen im Europäischen Elektrizitätsmarkt*. e&i Elektrotechnik und Informationstechnik. Bd. 115, 10, S. 571-583, 1998.

90. **Bundesverband WindEnergie e.V.** *Inhalte von Verträgen zur technischen und kaufmännischen Betriebsführung – Leitfaden des Betriebsführerbeirates im Bundesverband WindEnergie*. Bundesverband WindEnergie e.V., 2007.
91. **Albers, Axel, Janssen Gerdes, Gerhard und Rehfeldt, Knud.** *Windparkoptimierung und Kostenreduktion durch professionelle Betriebsführung*. Varel: Deutsche WindGuard Consulting GmbH, 2002.
92. **Heuck, Klaus, Dettmann, Klaus-Dieter und Schulz, Detlef.** *Elektrische Energieversorgung – Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2010.
93. **Bundesverband WindEnergie e.V.** Wind Energie Wartung und Instandhaltung. [Online] [abgerufen am: 15. 06. 2013] <http://www.wind-energie.de/infocenter/technik/betrieb/wartung-und-instandhaltung>.
94. **Sonnenberg, Michael, Schmidt, Johannes und Kühne, Stefan.** Klassifikation von Dienstleistungen der technischen Betriebsführung regenerativer Energieanlagen. [Buchverf.] Kyrill Meyer und Nizar (Eds.) Abdelkafi. *Smart Services and Service Science – Proceedings of the 4th International Symposium on Services Science*. Leipzig: Leipziger Beiträge zur Informatik, Band 36, LIV/InfAI, 2012.
95. **Verein Deutscher Ingenieure.** *VDI 2895:2012-12: Organisation der Instandhaltung – Instandhalten als Unternehmensaufgabe*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012.
96. **Bamberger, Rainer, Israel, Dagmar und König, Anne.** *Remote Services – Gestaltung von Services in der Investitionsgüterindustrie*. Chemnitz: ATB Arbeit, Technik und Bildung GmbH, Eigenverlag, 2004.
97. **Hänsch, Kathleen und Endig, Martin.** Informationsmanagement in der Instandhaltung. [Buchverf.] Michael Schenk (Hrsg.). *Instandhaltung technischer Systeme – Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
98. **Ryll, Frank und Götze, Jens.** Methoden und Werkzeuge zur Instandhaltung technischer Systeme. [Buchverf.] Michael Schenk (Hrsg.). *Instandhaltung technischer Systeme - Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
99. **Deutsches Institut für Normung e. V.** *DIN EN 62264-1: Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen – Teil 1: Modelle und Terminologie*. Berlin : Beuth Verlag, 2008.
100. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN EN 62264-5: Integration von Unternehmensführungs- und Leitsystemen – Transaktionen zwischen Geschäftsabläufen und Produktionssteuerung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2008.
101. **Goes, Sebastian.** *Management Accounting von Stromnetzbetreibern – Im Spannungsfeld von Erfolgsziel und Preisregulierung*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 2003.
102. **Gondring, Hanspeter und Wagner, Thomas.** *Facility Management – Handbuch für Studium und Praxis*. München: Vahlen Verlag, 2007.
103. **Littkemann, Jörn, Holtrup, Michael und Schulte, Klaus.** *Buchführung – Grundlagen – Übungen – Klausurvorbereitung*. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2008.
104. **Heussen, Benno (Hrsg.).** *Handbuch Vertragsverhandlung und Vertragsmanagement – Planung, Verhandlung, Design und Durchführung von Verträgen*. Köln: Dr. Otto Schmidt Verlag, 1997.
105. **Horváth, Péter.** *Controlling*. München: Vahlen Verlag, 2011.

106. **Bähr, Gottfried, Fischer-Winkelmann, Wolf F. und List, Stephan.** *Buchführung und Jahresabschluss*. Wiesbaden: Gabler GWV Fachverlage GmbH, 2006.
107. **Wünsche, Manfred.** *BWL für IT-Berufe – Ein praxisorientierter Leitfaden für kaufmännische Berufsfelder*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2010.
108. **Jung, Hans.** *Controlling*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2007.
109. **Heussen, Benno (Hrsg.).** *Handbuch Vertragsverhandlung und Vertragsmanagement – Planung, Verhandlung, Design und Durchführung von Verträgen*. Köln: Dr. Otto Schmidt Verlag, 2007.
110. **Runia, Peter, et al.** *Marketing – Eine prozess- und praxisorientierte Einführung*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2011.
111. **Hermann, Marc A. und Pifko, Clarisse.** *Personalmanagement – Theorie und zahlreiche Beispiele aus der Praxis*. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG, 2009.
112. **Arnolds, Hans, et al.** *Materialwirtschaft und Einkauf – Grundlagen – Spezialthemen – Übungen*. Wiesbaden: Springer Gabler, 2013.
113. **Horn, Wolfgang.** *Dienstleistung Instandhaltung*. [Buchverf.] Jens Reichel, Gerhard Müller und Johannes Mandelartz (Hrsg.). *Betriebliche Instandhaltung*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
114. **Strunz, Matthias.** *Instandhaltung – Grundlagen – Strategien – Werkstätten*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2012.
115. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN 40150:1979-10: Begriffe zur Ordnung von Funktions- und Baueinheiten*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1979.
116. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN EN 60300-3-16:2009-04: Zuverlässigkeitsmanagement – Teil 3-16: Anwendungsleitfaden – Anleitung zur Spezifikation der Dienstleistungen für die Instandhaltungsunterstützung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2009.
117. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN IEC 60300-3-10:2004-04: Zuverlässigkeitsmanagement – Teil 3-10: Anwendungsleitfaden – Instandhaltbarkeit*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2004.
118. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN 31051:2003-06: Grundlagen der Instandhaltung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2003.
119. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN EN 13306:2010-12: Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2010.
120. **Termath, Wilhelm und Kumetz, Stefan.** *Aus- und Weiterbildung des Instandhaltungspersonals*. [Buchverf.] Michael Schenk (Hrsg.). *Instandhaltung technischer Systeme – Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
121. **Werner, Ralf und Cichowski, Rolf Rüdiger.** *Instandhaltung – Anlagentechnik für elektrische Verteilungsnetze. Band 12*. Berlin: VDE-Verlag GmbH, 1995.
122. **Schuh, Günther und Klimek, Gregor.** *Informations- und Kommunikationstechnologien für die Instandhaltungsplanung und -steuerung*. [Buchverf.] Jens Reichel, Gerhard Müller und Johannes Mandelartz (Hrsg.). *Betriebliche Instandhaltung*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.
123. **Ryll, Frank und Freund, Curt.** *Grundlagen der Instandhaltung*. [Buchverf.] Michael Schenk (Hrsg.). *Instandhaltung technischer Systeme – Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
124. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN 31051:2012-09: Grundlagen der Instandhaltung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2012.

125. **Balzer, Gerd und Schorn, Christian.** *Asset Management für Infrastrukturanlagen – Energie und Wasser.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
126. **Freund, Curt.** Die Instandhaltung im Wandel. [Buchverf.] Michael Schenk (Hrsg.). *Instandhaltung technischer Systeme – Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010.
127. **Bundesverband WindEnergie e.V.** Wind Energie Rückbau. [Online] [abgerufen am: 15. 06. 2013] <http://www.wind-energie.de/infocenter/technik/betrieb/rueckbau>.
128. **Radtke, Uwe und Kühn, Holger.** *Der Einfluss von Windenergie auf das Verbundnetz.* e&i Elektrotechnik und Informationstechnik. Bd. 120, 10, S. 335-338, 2003.
129. **Madlener, Reinhard und Schumacher, Markus.** Ökonomische Bewertung des Repowering von Onshore-Windenergieanlagen in Deutschland. *Zeitschrift für Energiewirtschaft.* Bd. 35, 4, S. 297-320, 2011.
130. **Deutscher Städte- und Gemeindebund.** *Repowering von Windenergieanlagen – Kommunale Handlungsmöglichkeiten – Ersetzen von Altanlagen durch moderne Windenergieanlagen als Chance für die gemeindliche Entwicklung.* Burgwedel: Verlag WINKLER & STENZEL GmbH, 2009.
131. **Wagner, Herman-Josef und Epe, Alexa.** *Energy from wind – perspectives and research needs.* The European Physical Journal Special Topics. Bd. 176, Issue 1, S. 107-114, 2009.
132. **pwc.** Repowering-Projekte: Anforderungen und Potenziale. [Online] [abgerufen am: 21. 09. 2013] <http://www.pwc.de/de/energiewirtschaft/repowering-projekte-anforderungen-und-potenziale.jhtml>.
133. **Klingner, Stephan und Böttcher, Martin.** Der Begriff der Komponente als Grundlage von Konfigurationen in der Dienstleistungsdomäne. [Buchverf.] Stephan Klingner, Thomas Meiren und Michael Becker (Hrsg.). *Produktivitätsorientiertes Service Engineering – Komponenten, Kennzahlen, Anwendungen.* Leipzig: Leipziger Beiträge zur Informatik Band XXXIX, 2012.
134. **European Association of Business Process Managemen.** *Business Process Management Common Body of Knowledge – BPM CBOK – Leitfaden für das Prozessmanagement.* Gießen: Verlag Dr. Götz Schmidt, 2009.
135. **Fischermanns, Guido.** *Praxishandbuch Prozessmanagement.* Gießen: Verlag Dr. Götz Schmidt, 2010.
136. **Schmelzer, Hermann J. und Sesselmann, Wolfgang.** *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis – Kunden zufrieden stellen – Produktivität steigern – Wert erhöhen.* München: Hanser Verlag, 2010.
137. **Klingner, Stephan, Meiren, Thomas und Becker, Michael (Hrsg.).** *Produktivitätsorientiertes Service Engineering – Komponenten, Kennzahlen, Anwendungen.* Leipzig: Leipziger Beiträge zur Informatik: Band XXXIX, 2012.
138. **Burlefinger, Sarah, et al.** *Maßnahmen und Modelle zur Analyse von Dienstleistungsprozessen.* Saarbrücken: Lehrstuhl für Industriebetriebslehre und Controlling – Universität des Saarlandes, 2006.
139. **Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik.** *Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012.* Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2012.
140. **Bundesverband WindEnergie e.V.** EEG aktuell. [Online] [abgerufen am: 06. 10. 2013] <http://www.eeg-aktuell.de/>.
141. **Bundesministerium der Justiz.** Gesetze im Internet – BImSchG. [Online] [abgerufen am: 06. 10. 2013] <http://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/>.

142. **Beuth**. DIN SPEC 91310:2013-04. [Online] [abgerufen am: 10. 10. 2013]
<http://www.beuth.de/de/geschaeftsplan/din-spec-91310/186835988>.
143. **Stachowiak, Herbert**. *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer-Verlag, 1973.
144. **Ossadnik, Wolfgang**. *Controlling*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2003.
145. **Petrasch, Roland und Meimberg, Oliver**. *Model-Driven Architecture: Eine praxisorientierte Einführung in die MDA*. Heidelberg: dpunkt.verlag GmbH, 2006.
146. **Deutsches Institut für Normung e.V.** *DIN ISO 15226:1999-10: Technische Produktdokumentation – Lebenszyklusmodell und Zuordnung von Dokumenten*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1999.
147. **Universität Leipzig**. Service Modeller. [Online] [abgerufen am: 04. 11. 2013]
<http://europa.informatik.uni-leipzig.de/ServiceModellerTest/#/EditorDisplayArea>.
148. **Bundesministerium der Justiz**. Gesetze im Internet – BiomasseV. [Online] [abgerufen am: 06. 10. 2013] <http://www.gesetze-im-internet.de/biomassev/>.

Anlagenverzeichnis

Anhang 1: Klassen der Phase der Vorbereitung – Grundlagenermittlung	80
Anhang 2: Klassen der Phase der Planung – Durchführung Planungsmaßnahmen	81
Anhang 3: Klassen der Phase der Planung – Durchführung Planungsmaßnahmen	82
Anhang 4: Klassen der Phase der Planung – Durchführung Planungsmaßnahmen	83
Anhang 5: Klassen der Phase der Errichtung – Baumaßnahmen	84
Anhang 6: Klassen der Phase der Errichtung – Baumaßnahmen	85
Anhang 7: Klassen der Phasen der Errichtung/Nutzung – technische Betriebsführung.....	86
Anhang 8: Klassen der Phase der Nutzung – technische Betriebsführung.....	87
Anhang 9: Klassen der Phase der Nutzung – technische Betriebsführung.....	88
Anhang 10: Klassen der Phase der Nutzung – Instandhaltung.....	89
Anhang 11: Klassen der Phase der Nutzung – Instandhaltung.....	90
Anhang 12: Klassen der Phase der Nutzung – Instandhaltung.....	91
Anhang 13: Klassen der Phase der Nutzung – Instandhaltung.....	92
Anhang 14: Klassen der Phase der Nutzung – kaufmännische Betriebsführung.....	93
Anhang 15: Klassen der Phase der Rückabwicklung – Rückbau	94
Anhang 16: Klassen der Phase der Rückabwicklung – Rückbau	95
Anhang 17: Klassen der Phase der Rückabwicklung – Rückbau	96
Anhang 18: Phasenübergreifende Klassen	97

Anhang 1: Klassen der Phase der Vorbereitung – Grundlagenermittlung

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5
Vorbereitung	Grundlagenermittlung	Vorhabensdefinition	Erarbeitung Aufgabenstellung		
			Erarbeitung Leistungsbedarf		
			Beschreibung von Verantwortlichkeiten		
			Erstellung Grundlagenstudie		
			Bestandsaufnahme	Durchführung vermessungstechnischer, kartographischer Arbeiten	
			Standortakquisition	Prüfung Flächenverfügbarkeit	
			Standortanalyse	Erstellung Standortgutachten	Erfassung von Standortmerkmalen Prüfung Netzanchlussmöglichkeit Erstellung Denkmalschutzstudie
				Erstellung Bodengutachten	
				Erstellung energietechnischer Gutachten (Ertragsprognose)	Erfassung Wetterbedingungen Kalkulation von Energieausbeute, Ausnutzungsgrad Kalkulation Verlustfaktoren Unsicherheitsfaktorenanalyse Verlustanalyse
				Prüfung von Umwelterheblichkeit, Umweltverträglichkeit	Erstellung naturschutzrechtlicher, landschaftsschutzrechtlicher, wasserrechtlicher Gutachten Erstellung immissionsschutzrechtlicher Gutachten
	Dokumentation	Erstellung Betriebsplanung Erstellung Raumprogramm Erstellung Funktionsprogramm			

Anhang 2: Klassen der Phase der Planung – Durchführung Planungsmaßnahmen

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
Planung	Durchführung Planungsmaßnahmen	Planungsvorbereitung (Vorplanung)	Definition der Vorplanung	Grundlagenanalyse Beschreibung von Zielvorstellungen Erstellung planungsbezogener Zielkatalog Erstellung Planungskonzept	Bewertung alternativer Lösungsmöglichkeiten Anlagenstrukturierung	
			Erarbeitung der Vorplanung	Erstellung Zeitplan, Organisationsplan Erstellung Finanzierungsplan Kostenschätzung Bauwerks- und Betriebs-Kosten-Nutzen-Analyse Erstellung von Darstellungen	Erstellung Muster Erstellung Modelle	
			Prüfung der Vorplanung	Evaluation von Lösungsmöglichkeiten aus Planungskonzept Klarung von Umgebungsbedingungen	Klarung wirtschaftlicher Bedingungen Klarung städtebaulicher Bedingungen Klarung energiewirtschaftlicher Bedingungen Klarung landschaftsökologischer Bedingungen Klarung gestalterischer Bedingungen Klarung funktionaler Bedingungen Klarung technischer Bedingungen Klarung bauphysikalischer Bedingungen Klarung rechtliche Anforderungen Klarung lokale Zuständigkeiten	
				Voranfrage (Bauanfrage) Prüfung der Genehmigungsfähigkeit	Vorverhandlung mit Behörden Vorverhandlung mit fachlich Beteiligten Prüfung von Netzanschluss	Prüfung von Machbarkeit Netzanbindung Verhandlung mit Netzanbietern Beurteilung der Netzkompatibilität Prüfung technischer Voraussetzungen der Netzanbindung Prüfung von Einspeisebedingungen Kalkulation von Energieverlusten innerhalb der Anlage
			Kapitalbeschaffung	Beratung zu Finanzierung	Abstimmung mit Kreditinstituten	Prüfung der Mehrwertsteuervorfinanzierung Prüfung der Vorfinanzierung Prüfung der Zwischenfinanzierung Prüfung von Eigenkapitaleinsatz Prüfung der Vergütungsbedingungen
				Prüfung von Versicherungen Erstellung von Abnahmeverträgen	Prüfung steuerrechtlicher Vorgaben Prüfung der Fördermitteleinwerbung Abstimmung mit Finanzprüfern	

Anhang 4: Klassen der Phase der Planung – Durchführung Planungsmaßnahmen

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	
Planung	Durchführung Planungsmaßnahmen	Erstellung Instandhaltungskonzept	Auswahl, Priorisierung der Instandhaltungsobjekte		
			Definition von Instandhaltungszielen, Instandhaltungsstrategie		
			Definition von Instandhaltungsaufgaben		
			Definition von Parametern, Fristen, Zyklen, Instandhaltungsobjekten		
			Definition von Rahmenbedingungen		
			Mittelplanung	Prüfung gesetzlicher Vorschriften	
				Prüfung behördlicher Auflagen	
				Prüfung von Sicherheitsregeln	
				Erstellung von Qualitätsvorgaben	
				Budgetplanung	
			Kostenplanung		
		Vorbereitung der Vergabe		Erstellung von Vorlage des Instandhaltungsplans	
				Ausfallfektanalyse	
				Vorbereitung der Dokumentation	
				Ermittlung von Mengen, Massen	Ermittlung Dachfläche
					Ermittlung Kabellänge
					Ermittlung Lagerfläche
		Durchführung der Vergabe		Erstellung Ausschreibungsunterlagen	Erstellung Leistungsverzeichnis
					Erstellung Leistungsprogramm
					Erstellung Leistungsbeschreibung
Koordination von Leistungsbeschreibung mit fachlich Beteiligten					
Erstellung Verdingungsunterlagen für Leistungsbereiche					
Einholung von Angeboten	Erstellung öffentliche Ausschreibung				
	Eignungsprüfung der Bieter				
Prüfung, Bewertung von Angeboten	Erstellung vergleichende Kostenübersicht				
	Abgleich von Angeboten mit Leistungsbeschreibung				
		Koordination der Leistungen mit fachlich Beteiligten			
		Vertragsverhandlung mit Bietern			
		Erstellung Verträge			
		Erstellung Kostenschlag			
		Kostenkontrolle			
		Erstellung Preisspiegel			

Anhang 5: Klassen der Phase der Errichtung – Baumaßnahmen

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
Errichtung	Baumaßnahmen	Bauausführung	Errichtung der baulichen Infrastruktur	Freimachung Grundstück	Sicherungsmaßnahmen	
				Herrichtung Grundstück	Abbruchmaßnahmen	
				Erschließung Grundstück, Gelände	Herstellung Abwasserentsorgung	
					Herstellung Wasserversorgung	
					Herstellung Gasversorgung	
					Herstellung Fernwärmeversorgung	
					Herstellung Stromversorgung	
					Herstellung Telekommunikation	
					Verkehrerschließung	
			Baustellenvorbereitung	Bereitstellung Baustelleneinrichtung		
				Bereitstellung Hilfsmittel, Hilfsgeräte		
				Sicherungsmaßnahmen Baustelle		
			Errichtung Objekt	Errichtung Fundamente		
				Rohbau	Betonbauarbeiten	
					Stahlbauarbeiten	
				Innenausbau	Dachdeckungsarbeiten	
					Verglasungsarbeiten	
					Trockenbauarbeiten	
				Montage der Komponenten	Montage Windenergieanlage	Montage Turm
						Montage Maschinenhaus
						Montage Rotorstern
					Montage Solaranlage	Montage Unterkonstruktion
						Montage Module
					Montage Biomasseanlage	Montage Wechsellichter
						Montage Behälter
						Montage Fermerer
						Montage Notfackel
						Installation Rührwerk
						Montage Garrestlager
						Montage Feststoffentrag
						Montage Gasaufbereitung
						Montage Tank
				Installation der Elektrik	Installation, Anschluss elektrische Verkabelung	
					Installation, Anschluss der Telekommunikation	
					Errichtung Netzübergabestation	
					Netzanschluss	
					Installation, Anschluss der Messtechnik, Steuerungstechnik, Regelungstechnik	
					Installation, Anschluss der Prozessleittechnik	
					Installation, Anschluss der Zähleinrichtungen	
			Durchführung der Inbetriebnahme	Montageprüfung, Funktionsprüfung	Aktivierung hydraulischer Systeme	
					Aktivierung elektronischer Systeme	
					Aktivierung der Sensoren	
					Aktivierung mechanischer Systeme	
					Durchführung Funktionstests	
				Durchführung Probetrieb		
				Technische Begutachtung		
				Durchführung Garantieversuch		
				Abnahme, Übergabe Objekt		
				Einweisung, Schulung Betriebspersonal		
				Aufstellung, Überwachung Anfahrplan		
				Planung der Datenaufnahme		

Anhang 6: Klassen der Phase der Errichtung – Baumaßnahmen

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5
Errichtung	Baumaßnahmen	Objektüberwachung (Bauüberwachung, Bauüberleitung)	Prüfung der Bauausführung Ressourcenplanung Koordination Ressourcen (Bauleitplanung)	Koordination fachlich Beteiligter Koordination der Transportlogistik Einweisung in Standortegebenheiten Prüfung der Sicherheitsausrüstung Prüfung persönlicher Schutzausrüstung Überwachung, Prüfung der Infrastruktur Überwachung, Prüfung der Baustelle Überwachung, Prüfung der Montage Komponenten Überwachung, Prüfung der Installation Elektrik Überwachung, Prüfung der Fundamente Überwachung, Prüfung von Rohbau Überwachung, Prüfung von Innenausbau	
			Überwachung der Sicherheit Bauaufsicht		
			Erstellung, Überwachung Bau-Zeitplan Erstellung Aufmaßs mit bauausführenden Unternehmen Rechnungsprüfung Kostenanalyse Antragstellung Behörden auf Teilnahme, Abnahme Überwachung der Mängelbeseitigung Leistungsabrechnung mit Vertragspreisen, Kostenschlag Erstellung, Überwachung Zahlungsplan Dokumentation		
				Fortschreibung der Ausführungsplanung Führung Bautagebuch Abnahme der Bauleistungen inklusive Feststellung Mangel Zusammenstellung Übergabeunterlagen Erfassung Gewährleistungsfristen Erstellung Bestandspläne Erstellung Ausrüstungsverzeichnis, Inventarverzeichnis Erstellung Wartungsanweisungen, Pflegeanweisungen Führung von Zeitplänen, Kostenplänen, Kapazitätsplänen	Erstellung Prüfprotokolle Erstellung Mängellisten

Anhang 7: Klassen den Phasen der Errichtung/Nutzung – technische Betriebsführung

Phase	Ebene 1 technische Betriebsführung	Ebene 2 Daten- und Informationsmanagement	Ebene 3 Datenanalyse (langfristig)	Ebene 4 Auswertung von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen Tiefenanalyse von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen Auswertung ertragsbezogener, instandhaltungsbezogener Betriebsdaten Analyse von Wartungsberichten, Reparaturberichten Durchführung langfristiger Trendanalysen Anlagendokumentation	Ebene 5	Ebene 6
			Dokumentation	Dokumentation von Betriebsdaten Dokumentation von Schäden, Fehlern, Störungen Dokumentation von Genehmigungen, Zertifikaten Dokumentation von Zeichnungen, Plänen Dokumentation von Bedienungsanleitungen, Datenblättern Dokumentation von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen Datenarchivierung Führung Serviceheft Dokumentation von Gewährleistung, Sicherheit, Umwelthaftung Erstellung von Serviceberichten, Instandhaltungsberichten	Erstellung von Mängelberichten Erstellung von Berichten über Mängelbehebung Erstellung technischer Berichte	
				Dokumentation von Servicetätigkeiten Erstellung von Berichten über Energieproduktion		

Anhang 8: Klassen der Phase der Nutzung – technische Betriebsführung

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
Nutzung	technische Betriebsführung	Anlagenüberwachung und -steuerung	Vor-Ort-Service	Überwachung Anlagenzustand	Überwachung, Kontrolle, Bewertung von Betrachtungseinheiten	Beanspruchungsüberwachung Abnutzungsüberwachung Wirkungsgradüberwachung
					Überwachung, Kontrolle, Bewertung ertragsbezogener Betriebsdaten	
					Überwachung, Kontrolle, Bewertung instandhaltungsbezogener Betriebsdaten	
					Bearbeitung, Tiefenanalyse von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen	
					Frühd Diagnose	
					Feststellung, Priorisierung von Mängeln	
					Lokalisierung von Mängeln	
					Schwachstellenanalyse	
					Ursachenanalyse	
					Mangelanzeige	
Steuerung	Steuerung der Mangelwirkungen					
Steuerung der Energieproduktion						
Bedienung von Hilfsgeräten						
Behebung von Fehlern, Störungen						
Rücksetzung von Fehlern, Störungen, Zählern						
Administration	Administration					
Fernservice (Remote Service)	Fernüberwachung Anlagenzustand	Überwachung, Kontrolle, Bewertung von Betrachtungseinheiten	Überwachung, Kontrolle, Bewertung ertragsbezogener Betriebsdaten	Überwachung, Kontrolle, Bewertung instandhaltungsbezogener Betriebsdaten	Bearbeitung, Tiefenanalyse von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen	Beanspruchungsüberwachung Abnutzungsüberwachung Wirkungsgradüberwachung
					Frühd Diagnose	
					Feststellung, Priorisierung von Mängeln	
					Lokalisierung von Mängeln	
					Schwachstellenanalyse	
					Ursachenanalyse	
					Mangelanzeige	
					Ermittlung von Mangelwirkungen	
					Steuerung der Energieproduktion	
					Behebung von Fehlern, Störungen	
					Rücksetzung von Fehlern, Störungen, Zählern	
				Fernadministration		

Anhang 9: Klassen der Phase der Nutzung – technische Betriebsführung

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
Nutzung	technische Betriebsführung	Daten- und Informationsmanagement	Datenanalyse (langfristig)	<p>Auswertung von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen</p> <p>Tiefenanalyse von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen</p> <p>Auswertung ertragsbezogener, instandhaltungsbezogener Betriebsdaten</p> <p>Analyse von Wartungsberichten, Reparaturberichten</p> <p>Durchführung langfristiger Trendanalysen</p> <p>Anlagendokumentation</p>	<p>Dokumentation von Betriebsdaten</p> <p>Dokumentation von Schäden, Fehlern, Störungen</p> <p>Dokumentation von Genehmigungen, Zertifikaten</p> <p>Dokumentation von Zeichnungen, Plänen</p> <p>Dokumentation von Bedienungsanleitungen, Datenblättern</p> <p>Dokumentation von Zustandsmeldungen, Warnungen, Alarmen</p> <p>Datenarchivierung</p> <p>Führung Serviceheft</p> <p>Dokumentation von Gewährleistung, Sicherheit, Umwelthaftung</p> <p>Erstellung von Serviceberichten, Instandhaltungsberichten</p>	<p>Erstellung von Mängelberichten</p> <p>Erstellung von Berichten über Mängelbehebung</p> <p>Erstellung technischer Berichte</p>
			Dokumentation	<p>Dokumentation von Servicetätigkeiten</p>	<p>Erstellung von Emissionsberichten</p> <p>Erstellung von Berichten über Energieerträge</p> <p>Erstellung von Berichten über Ertragsausfälle</p>	

Anhang 11: Klassen der Phase der Nutzung – Instandhaltung

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
Nutzung	Instandhaltung	Wartung	Vorbereitung der Wartung	<p>Planung der Wartungsmaßnahmen</p> <p>Sicherstellung der Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen</p> <p>Erstellung von Arbeitsabläufen</p> <p>organisatorische Vorbereitung</p>	<p>Vorbereitung Infrastruktur</p> <p>Vorbereitung von Schutzeinrichtungen, Sicherheitseinrichtungen</p> <p>Vorbereitung der Arbeitsplatzausrüstung</p> <p>Definition, Bereitstellung von Material</p> <p>Definition, Bereitstellung von Personal</p> <p>Terminkoordination</p> <p>Definition von Dokumentationsanforderung</p> <p>Klärung von Einlassbedingungen</p> <p>Vorbereitung Bypass</p> <p>Vorbereitung Unterstelldach</p> <p>Reinigung (Entfernung von Fremdstoffen, Hilfsstoffen)</p> <p>Ergänzung (Nachfüllung, Auffüllung von Hilfsstoffen)</p> <p>Konservierung (Durchführung von Schutzmaßnahmen)</p> <p>Austausch (Ersetzung von Hilfsstoffen, Kleinteilen)</p> <p>Nachstellung (Beseitigung von Abweichungen)</p> <p>Schmierung (Zuführung von Schmierstoffen)</p> <p>Grundüberholung</p>	<p>Vorbereitung Werkzeuge</p> <p>Vorbereitung Unterstützungseinrichtungen</p> <p>Vorbereitung Informationssysteme</p> <p>Vorbereitung Anlagen</p> <p>Vorbereitung Transport</p> <p>Vorbereitung Hubeinrichtungen</p>
			Ausführung der Wartung	<p>Vorbereitung von Provisorien</p> <p>Lokalisierung von Schäden, Fehlern, Störungen</p> <p>Durchführung der Wartungsmaßnahmen</p>	<p>Prüfung erbrachter Wartungsmaßnahmen inklusive Funktionsprüfung</p> <p>Entsorgung von Reststoffen, Abfällen</p> <p>Anlagendokumentation</p>	
		Dokumentation, Auswertung, Rückmeldung der Wartung		<p>Dokumentation der Wartungsmaßnahmen</p>	<p>Führung Maschinenhistorie</p> <p>Dokumentation von Schäden, Fehlern, Störungen</p> <p>Dokumentation Bedienungsanleitungen, Datenblätter</p> <p>Führung Wartungspflichtenbuch</p> <p>Führung Serviceheft</p> <p>Dokumentation von Gewährleistung, Sicherheit, Umwelthaftung</p> <p>Erstellung von Serviceberichten, Wartungsberichten</p>	<p>Erstellung von Mängelberichten</p> <p>Erstellung technischer Berichte</p> <p>Erstellung von Handlungsempfehlungen</p>

Anhang 12: Klassen der Phase der Nutzung – Instandhaltung

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6
Nutzung	Instandhaltung	Instandsetzung	Vorbereitung der Instandsetzung	<p>Planung der Instandsetzungsmaßnahmen</p> <p>Sicherstellung Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen</p> <p>Erstellung von Arbeitsabläufen</p> <p>organisatorische Vorbereitung</p>	<p>Vorbereitung Infrastruktur</p> <p>Vorbereitung von Schutzeinrichtungen, Sicherheitseinrichtungen</p> <p>Vorbereitung der Arbeitsplatzausrüstung</p> <p>Definition, Bereitstellung von Material</p> <p>Definition, Bereitstellung von Personal</p> <p>Terminkoordination</p> <p>Definition von Dokumentationsanforderung</p> <p>Klärung von Einlassbedingungen</p> <p>Vorbereitung Bypass</p> <p>Vorbereitung Unterstelldach</p> <p>Ausbesserung</p> <p>Austausch</p> <p>Überholung</p> <p>Führung Maschinenhistorie</p> <p>Dokumentation von Schäden, Fehlern, Störungen</p> <p>Dokumentation Bedienungsanleitungen, Datenblätter</p> <p>Führung Wartungspflichtenbuch</p> <p>Führung Serviceheft</p> <p>Dokumentation von Gewährleistung, Sicherheit, Umwelthaftung</p> <p>Erstellung von Serviceberichten, Instandsetzungsberichten</p>	<p>Vorbereitung Werkzeuge</p> <p>Vorbereitung Unterstützungseinrichtungen</p> <p>Vorbereitung Informationssysteme</p> <p>Vorbereitung Anlagen</p> <p>Vorbereitung Transport</p> <p>Vorbereitung Hubeinrichtungen</p> <p>Erstellung von Mängelberichten</p> <p>Erstellung technischer Berichte</p> <p>Erstellung von Handlungsempfehlungen</p>
			Ausführung der Instandsetzung	<p>Vorbereitung von Provisorien</p> <p>Lokalisierung von Schäden, Fehlern, Störungen</p> <p>Durchführung der Instandsetzungsmaßnahmen</p> <p>Prüfung erbrachter Instandsetzungsmaßnahmen inklusive Funktionsprüfung</p> <p>Entsorgung von Reststoffen, Abfällen</p> <p>Anlagendokumentation</p> <p>Dokumentation, Auswertung, Rückmeldung der Instandsetzung</p> <p>Dokumentation Instandsetzungsmaßnahmen</p>		

Anhang 13: Klassen der Phase der Nutzung – Instandhaltung

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5	Ebene 6								
Nutzung	Instandhaltung	Verbesserung	Vorbereitung der Verbesserung	<p>Ermittlung von Verbesserungspotenzialen Planung der Verbesserungsmaßnahmen Sicherstellung der Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen</p> <p>Erarbeitung von Arbeitsabläufen organisatorische Vorbereitung</p>	<p>Vorbereitung Infrastruktur</p> <p>Vorbereitung von Schutzeinrichtungen, Sicherheitseinrichtungen Vorbereitung der Arbeitsplatzausrüstung Definition, Bereitstellung von Material Definition, Bereitstellung von Personal Terminkoordination Definition von Dokumentationsanforderung Klärung von Einlassbedingungen Vorbereitung Bypass Vorbereitung Unterstelldach Änderung technischer Stand Änderung von Technologien Änderung von Komponenten Änderung von (Sub-)Systemen Änderung von Prozessen</p>	<p>Vorbereitung Werkzeuge Vorbereitung Unterstützungseinrichtungen Vorbereitung Informationssysteme Vorbereitung Anlagen Vorbereitung Transport Vorbereitung Hubeinrichtungen</p>								
							Ausführung der Verbesserung	<p>Vorbereitung von Provisionen</p> <p>Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen</p>	<p>Vorbereitung von Schutzeinrichtungen, Sicherheitseinrichtungen Vorbereitung der Arbeitsplatzausrüstung Definition, Bereitstellung von Material Definition, Bereitstellung von Personal Terminkoordination Definition von Dokumentationsanforderung Klärung von Einlassbedingungen Vorbereitung Bypass Vorbereitung Unterstelldach Änderung technischer Stand Änderung von Technologien Änderung von Komponenten Änderung von (Sub-)Systemen Änderung von Prozessen</p>	<p>Vorbereitung Werkzeuge Vorbereitung Unterstützungseinrichtungen Vorbereitung Informationssysteme Vorbereitung Anlagen Vorbereitung Transport Vorbereitung Hubeinrichtungen</p>				
											<p>Dokumentation, Auswertung, Rückmeldung der Verbesserung</p>	<p>Prüfung erbrachter Verbesserungsmaßnahmen inklusive Funktionsprüfung Entsorgung von Reststoffen, Abfällen Anlagendokumentation</p> <p>Dokumentation der Verbesserungsmaßnahmen</p>	<p>Führung Maschinenhistorie Dokumentation von Schäden, Fehlern, Störungen Dokumentation Bedienungsanleitungen, Datenblätter Führung Wartungspflichtenbuch Führung Serviceheft Dokumentation von Gewährleistung, Sicherheit, Umwelthaftung Erstellung von Serviceberichten, Verbesserungsberichten</p>	<p>Erstellung von Mängelberichten Erstellung technischer Berichte Erstellung von Handlungsempfehlungen</p>

Anhang 14: Klassen der Phase der Nutzung – kaufmännische Betriebsführung

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	Ebene 5		
Nutzung	Kaufmännische Betriebsführung	Buchführung	Erstellung Geschäftsbericht	Aufstellung Jahresabschluss	Erstellung Bilanz		
			Zahlwesen (Kontierungsrichtlinien)	Erstellung Lagebericht	Erstellung Gewinn- und Verlustrechnung		
			Abrechnung mit Energieversorgungsunternehmen	Erstellung Steuererklärung			
			Abrechnung mit Direktvermarktern				
			Zahlungsüberwachung				
			Ertragsausfallberechnung				
			Rechnungsprüfung				
			Umsatzsteuervoranmeldung				
			Erlöskostenaufteilung, Betriebskostenaufteilung				
			Lohnbuchführung				
		Anlagenbuchführung					
		Mahnwesen					
		Beaufsichtigung externer Audits					
		Investitionsrechnung					
		Kennzahlenmanagement					
		Kaufmännisches Controlling	Überwachung wirtschaftlicher Parameter Objekt				
			Wirtschaftlichkeitsberechnung				
			Ermittlung von Verbesserungspotenzialen				
			Liquiditätsvorschau				
			Erstellung von Prognoseszenarien				
Liquiditätsplanung							
Erstellung von Berichten							
Unterstützung bei Verhandlungen							
Unterstützung bei Nachweissführung							
Überwachung, Optimierung von Verträgen							
Kaufmännische Administration	Prüfung, Abwicklung von Versicherungsfällen						
	Überwachung, Optimierung von Garantiezeiträumen, Gewährleistungszeiträumen						
	Prüfung, Abwicklung von Garantiefällen, Gewährleistungsfällen						
	Prüfung, Abwicklung von Garantiefällen, Gewährleistungsfällen						
	Verwaltung von Finanzanlagen, Beteiligungen						
	Vertretung Betriebsgesellschaft im Geschäftsverkehr						
	Personalführung				Personalplanung		
	Personalmanagement				Personalentwicklung		
	Personalmanagement				Personalbeschaffung		
	Personalmanagement				Personalmarketing		
Personalmanagement				Personaleinsatzplanung			
Personalmanagement				Personalwirtschaftskontrolle			
Personalmanagement				Personalbetreuung			
Marketing	Berichtswesen			Erstellung Berichte für Vertragspartner			
	Überwachung der technischen Betriebsführung			Erstellung Berichte für Gesellschafter			
	Organisation, Durchführung von Gesellschafterversammlungen						
	Planung, Konzeption von Produkten, Dienstleistungen						
	Preispolitik, Kommunikationspolitik						
	Distribution von Produkten, Dienstleistungen						
	Bedarfsmittlung						
	Bestandskontrolle						
	Lieferantenauswahl						
	Bestellwesen						
Einkauf							

Anhang 16: Klassen der Phase der Rückabwicklung – Rückbau

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4
Rückabwicklung	Rückbau	Durchführung von Rückbau	Baustellenvorbereitung	Bereitstellung Baustelleneinrichtung
			Außerbetriebnahme	Bereitstellung Hilfsmittel, Hilfsgeräte
			Demontage Objekt	Sicherungsmaßnahmen Baustelle
				Deinstallation Elektrik
				Demontage Anlagenkomponenten
				Demontage Innenausbau
				Demontage Rohbau
				Beseitigung Fundament
			Rückbau der baulichen Infrastruktur	Demontage Nebenanlagen
				Beseitigung Wege und sonstige versiegelte Flächen
				Beseitigung Anpflanzungen
				Beseitigung Abwasserentsorgung
				Beseitigung Wasserversorgung
				Beseitigung Gasversorgung
				Beseitigung Fernwärmeversorgung
				Beseitigung Stromversorgung
				Beseitigung Telekommunikation
		Transportlogistik		
		Wiederherstellung, Rekultivierung natürlicher Zustand		Wiederherstellung von Oberflächen
		Verwertung		Rekultivierung der Natur
				Recycling
				Endlagerung
				Weiterverkauf

Anhang 17: Klassen der Phase der Rückabwicklung – Rückbau

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4
Rückabwicklung	Rückbau	Überwachung von Rückbau (Bauüberwachung oder Bauüberleitung)	<p>Prüfung der Durchführung Rückbau</p> <p>Ressourcenplanung</p> <p>Koordination Ressourcen (Bauleitplanung)</p> <p>Überwachung Sicherheit</p> <p>Beaufsichtigung Ausführung Rückbau</p> <p>Erstellung, Überwachung von Rückbau-Zeitplan</p> <p>Führung Rückbautagebuch</p> <p>Abnahme der Rückbauleistungen inklusive Feststellung Mängel</p> <p>Rechnungsprüfung</p> <p>Antragstellung Behörden auf Teilnahme, Abnahme</p> <p>Zusammenstellung Übergabeunterlagen</p> <p>Erfassung Gewährleistungsfristen</p> <p>Überwachung der Mängelbeseitigung</p> <p>Kostenkontrolle</p> <p>Erstellung, Überwachung Zahlungsplan</p> <p>Fortschreibung der Bestandspläne</p> <p>Führung Zeitpläne, Kostenpläne, Kapazitätspläne</p> <p>Fortschreibung Ausrüstungsverzeichnis, Inventarverzeichnis</p> <p>Erstellung der Pflegeanweisungen</p> <p>Dokumentation für Instandhaltung</p>	<p>Koordination der fachlich Beteiligten</p> <p>Koordination der Transportlogistik</p> <p>Einweisung in Standortgegebenheiten</p> <p>Prüfung Sicherheitsausrüstung</p> <p>Prüfung persönlicher Schutzausrüstung</p> <p>Überwachung, Prüfung von Rückbau baulicher Infrastruktur</p> <p>Überwachung, Prüfung Baustelle</p> <p>Überwachung, Prüfung der Demontage von Anlagenkomponenten</p> <p>Überwachung, Prüfung der Deinstallation Elektrik</p> <p>Überwachung, Prüfung der Beseitigung Fundamente</p> <p>Überwachung, Prüfung der Demontage Rohbau</p> <p>Überwachung, Prüfung der Demontage Innenausbau</p> <p>Erstellung Prüfprotokolle</p> <p>Erstellung Mängellisten</p>
				<p>Erfassung, Dokumentation der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge</p> <p>Bewertung der Betrachtungseinheiten</p>

Anhang 18: Phasenübergreifende Klassen

Phase	Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3	Ebene 4	
übergreifend	Forschung, Entwicklung	Rohstoffforschung			
		Materialforschung			
	Bildung	Komponentenentwicklung			
		Durchführung von Marktstudien			
		Durchführung von Machbarkeitsstudien			
		Ausbildung, Weiterbildung, Qualifikation	Mitarbeiterschulungen	Sicherheitsschulungen Durchführung technischer Schulungen Durchführung rechtlicher Schulungen Durchführung Schulungen für Anlagenbetrieb	
	Öffentlichkeitsarbeit			Kundenschulungen	Sicherheitsschulungen Durchführung technischer Schulungen Durchführung rechtlicher Schulungen Durchführung Schulungen für Anlagenbetrieb
				Operatorschulungen	
			Hochschulbildung		
			Erstellung von Pressemitteilungen Bereitstellung von Informationen vor Ort Bürgerbeteiligung		

"Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe, insbesondere sind wörtliche oder sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet. Mir ist bekannt, dass Zuwiderhandlung auch nachträglich zur Aberkennung des Abschlusses führen kann".

Ort: Leipzig

Datum: 11.12.2013

Unterschrift: