



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

## **Bachelorarbeit**

Mehmet Zumberi

# **Vergleich von Prozessdarstellungsmöglichkeiten des Zertifizierungsverfahrens auf der Basis der von der Fördergesellschaft Windenergie erstellten Technischen Richtlinie**

**Mehmet Zumberi**

**Vergleich von  
Prozessdarstellungsmöglichkeiten des  
Zertifizierungsverfahrens auf der Basis  
der von der Fördergesellschaft  
Windenergie erstellten Technischen  
Richtlinie**

Bachelor eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Maschinenbau/ Produktionstechnik und -management  
am Department Maschinenbau und Produktion  
der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

in Zusammenarbeit mit:  
Adwen Offshore GmbH  
Grid Connection & Modelling  
Hammerbrookstrasse 89  
20097 Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Michael Plenge  
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Dritan Rami

Abgabedatum: 18.10.2016

# Kurzfassung

**Mehmet Zumberi**

## Thema der Bachelorthesis

Vergleich von Prozessdarstellungsmöglichkeiten des Zertifizierungsverfahrens auf der Basis der von der Fördergesellschaft Windenergie erstellten Technischen Richtlinie.

## Stichworte

Förderungsgesellschaft, Windenergieanlagen, Technische Richtlinie, Energieerzeugungseinheiten, Energieerzeugungsanlagen, Modelle, Zertifizierung, Einheitszertifikat, Komponentenzertifikat, Anlagenzertifikat, Prozessdarstellung, Methoden

## Kurzzusammenfassung

Diese Bachelor Arbeit umfasst einen Vergleich von Prozessdarstellungsmöglichkeiten des Zertifizierungsverfahrens von der Fördergesellschaft Windenergie erstellten Technischen Richtlinie durch das Einsetzen von Prozessmethoden am Beispiel der Technische Richtlinie, Teil 8. „Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und – anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz“.

## Name of Student

Mehmet Zumberi

## Title of the paper

Comparison of process methods of certification procedures based on the technical guideline by the Federation of German Wind Power

## Keywords

Federation of German Wind Power, Wind turbines, technical guideline, power units, power plants, models, certification, unit certificate, components certificate, plant certificate, process illustration, method

## Abstract

This Bachelor Thesis contains a comparison of process methods of certification procedures based on the technical guideline by the Federation of German Wind Power using the example of the technical guideline, part 8 “Certification of the Electrical Characteristics of Power Generating Units and Systems in the Medium-, High- and Highest-voltage Grids”

## Danksagung

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Bachelor-Arbeit unterstützt und motiviert haben.

Ganz besonders gilt dieser Dank Herrn Prof. Dr. –Ing Michael Plenge, der meine Arbeit und somit auch mich betreut hat. Nicht nur gaben Sie mir immer wieder durch kritisches Hinterfragen wertvolle Hinweise – auch für Ihre moralische Unterstützung und kontinuierliche Motivation haben einen großen Teil zur Vollendung dieser Arbeit beigetragen. Sie haben mich dazu gebracht, über meine Grenzen hinaus zu denken. Vielen Dank für die Geduld und Mühen.

Daneben gilt mein Dank Herrn Dipl. –Ing Dritan Rami Herrn Dipl. –Ing Ilir Purellku, und Herrn Dipl. –Ing Brice Nya, welche in zahlreichen Stunden Korrektur gelesen haben. Sie wiesen auf Schwächen hin und konnte als Fachexperten immer wieder zeigen, wo noch Erklärungsbedarf bestand.

Auch meine Vorgesetzten und Kollegen haben maßgeblich daran mitgewirkt, dass diese Bachelorarbeit nun in dieser Form vorliegt. Vielen Dank, dass Sie mir die Möglichkeit gegeben haben, bei Ihnen zu forschen und zu arbeiten.

Meinen Eltern möchte ich dafür danken, dass sie mich nicht nur während der Schulzeit sondern auch während des Studiums so herzlich unterstützten.

Abschließend kommt ein großer Dank an meine Familie und Freunde, die mich während meiner Studienzeit sowie der Bachelorarbeit durch ihre Ratschläge unterstützt haben.

# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	i
Danksagung.....	ii
Inhaltsverzeichnis.....	iii
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Windenergieunternehmen Adwen Offshore .....	1
1.2 Aufgaben und Problemstellung.....	2
1.3 Zielsetzung der Arbeit.....	2
1.4 Aufbau der Arbeit .....	3
<b>2 Grundlagen des Zertifizierungsverfahrens an Windkraftanlagen gemäß der FGW- Richtlinie ... 4</b>	<b>4</b>
2.1 Fördergesellschaft Windenergie .....	4
2.2 Technischen Richtlinien der FGW .....	5
2.3 Technische Richtlinie 8 der FGW .....	7
2.4 Energieerzeugungen.....	8
2.4.1 Energieerzeugungsarten.....	8
2.4.2 Energieerzeugungseinheiten und -anlagen .....	8
2.5 Anschlussrichtlinien am Stromnetz für Windkraftanlagen .....	9
2.5.1 Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Mittelspannungs-richtlinie .....	10
2.5.2 Systemdienstleistungsverordnung .....	10
2.5.3 TransmissionCode 2007 .....	10
2.6 Zertifizierung von Elektrischen Eigenschaften .....	11
2.6.1 Weg zur Einheitenzertifizierung.....	14
2.6.2 Weg zur Anlagenzertifizierung .....	15
2.6.3 Komponentenzertifikate .....	18
<b>3 Methodisches Vorgehen .....</b>	<b>19</b>
3.1 Kennenlernen der FGW Richtlinien.....	19
3.2 Vorgehensweise von Prozessmethoden und Bewertungsverfahren.....	19
<b>4 Theoretische Grundlagen der Prozessmethoden.....</b>	<b>22</b>
4.1 Prozessmethoden- und Modelle .....	22
4.2 Ereignisgesteuerte Prozessketten nach ARIS .....	23
4.2.1 Ereignisgesteuerte Prozesskette .....	23
4.2.2 Vorgangskettendiagramm.....	26
4.3 Wertschöpfungskettendiagramm und Blockpfeilsysteme.....	28
4.4 Mind-Map .....	31
4.5 Prozess-Mapping und Flussdiagramme .....	33
4.6 Methodenvergleich.....	38

<b>5</b>	<b>Darstellung von Prozessmethoden an der TR 8 .....</b>	<b>39</b>
5.1	Darstellung der TR 8 anhand von Ereignisgesteuerte Prozesskette .....	39
5.2	Darstellung der TR 8 anhand von Vorgangskettendiagramm.....	41
5.3	Darstellung der TR 8 anhand von Wertschöpfungskettendiagramm .....	43
5.4	Darstellung der TR 8 anhand von Blockfeilsysteme .....	45
5.5	Darstellung der TR 8 anhand von Mind-Map.....	47
5.6	Darstellung der TR 8 anhand des Prozess-Mapping.....	49
<b>6</b>	<b>Vergleich und Lösungsvorschläge.....</b>	<b>52</b>
6.1	Methodenvergleich der FGW TR 8.....	52
6.2	Bewertung der Prozessmethoden .....	54
6.3	Vergleich der zwei ausgewählten Prozessmethoden .....	59
6.4	Bewertung der zwei ausgewählten Prozessmethoden.....	60
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>64</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>65</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>68</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigene Darstellung, Energieerzeugungsarten [8].....	8
Abbildung 2: Anschlussrichtlinien [11] .....	9
Abbildung 3: Weg zum EZE oder EZA-Zertifikat [18] .....	13
Abbildung 4: Schematischer Ablauf einer EZE- Zertifizierung [20] .....	15
Abbildung 5: Ablauf der Ausstellung eines Anlagenzertifikats [23] .....	17
Abbildung 6: Beispiel eines EPK [28].....	25
Abbildung 7: Vorgangskettendiagramm [30].....	27
Abbildung 8: Darstellung eines Wertschöpfungskettendiagramms [31].....	28
Abbildung 9: Wertstromkettendiagramm mit Blockpfeilen [32] .....	31
Abbildung 10: Vorteile des Mind Mapping [33] .....	32
Abbildung 11: Prozessablauf mit Flussdiagramm [33] .....	37
Abbildung 12: EPK-Ereignisse .....	39
Abbildung 13: EPK-Teilprozesse .....	40
Abbildung 14: VKD-Teilprozesse .....	42
Abbildung 15: VKD-Ereignisse .....	43
Abbildung 16: WKD-Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens .....	44
Abbildung 17: WKD-Modellvalidierung .....	45
Abbildung 18: Blockpfeil-Voraussetzungen des Zertifizierungsverfahrens .....	46
Abbildung 19: Blockpfeil-Anschlussrichtlinien.....	47
Abbildung 20: Mind-Map-Teilprozess.....	48
Abbildung 21: Prozess-Mapping- Bereitstellen von Unterlagen .....	50
Abbildung 22: Prozess-Mapping Bedingung.....	50

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der Technischen Richtlinien der FGW [4] .....	6
Tabelle 2: Übersicht der Normen IEC 61400 [15].....	12
Tabelle 3: Grundlegende Elemente der EPK-Modellierungssprache [27] .....	24
Tabelle 4: Grundelemente des Wertschöpfungsdiagramms [31] .....	29
Tabelle 5: Wertschöpfungskettendiagramm mit Blockpfeilen [32] .....	30
Tabelle 6: Symbole zur Erstellung von Flussdiagrammen [33] .....	34
Tabelle 7: Vorlage für Prozessbeschreibung [33].....	36
Tabelle 8: Merkmale ausgewählter Modellierungsmethoden mit Beispielen [32] .....	38
Tabelle 9: Methodenvergleich von Prozessdarstellung an FGW TR8 .....	53
Tabelle 10: Präferenzmatrix der ersten Kriterien [41].....	56
Tabelle 11: Bewertungsliste der Methoden [41] .....	58
Tabelle 12: Vergleich von Mind-Map und Prozess-Mapping.....	59
Tabelle 13: Präferenzmatrix der erweiterten Kriterien .....	61
Tabelle 14: Bewertungsliste von Mind-Map und Prozess-Mapping .....	62

## Abkürzungsverzeichnis

ARIS	Architektur Integrierter Informationssysteme
BHKW	Blockheizkraftwerk
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
DAkkS	Deutsche Akkreditierungsstelle
EE	Erneuerbare Energie
EEA	Erneuerbare Energie Anlage
EEG	Erneuerbare-Energie-Gesetz
EN	Europäische Norm
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
EZE	Erzeugungseinheit
EZA	Erzeugungsanlage
FGW	Fördergesellschaft Windenergie
IEA	Internationalen Energieagentur
IEC	Internationale Electrotechnical Commission
ISO	Internationale Organisation für Normung
MSR	Mittelspannungsrichtlinie
TC	Transmission Code
TR	Technische Richtlinie
SDLWindV	Systemdienstleistungsverordnung
VKD	Vorgangskettendiagramm
VKM	Verbrennungskraftmaschine
WEA	Windenergieanlage
WKD	Wertschöpfungsdiagramm

# 1 Einleitung

## 1.1 Windenergieunternehmen Adwen Offshore

Adwen Offshore ist eine 50-50 Zusammenarbeit (Joint Venture) zwischen Areva Wind GmbH ein deutsches Unternehmen und Gamesa ein spanisches Unternehmen, die zusammen 700 Mitarbeiter in Deutschland, Spanien, Frankreich und England beschäftigen. Adwen Offshore ist seit März 2015 in Spanien registriert. Beide Hersteller (Areva Wind und Gamesa) haben sich im Bereich der Erneuerbaren Energie (EE) zusammengeschlossen und zusammen einen wichtigen Akteur in der Offshore-Windindustrie erschaffen [1] [2]. Verantwortlich ist das Gemeinschaftsunternehmen für das Design, die Produktion, die Einrichtung, die Inbetriebnahme sowie für die Wartung von Offshore-Windkraftanlagen Die Standorte der produzierenden 5MW und 8 MW Windkraftanlagen in Deutschland befindet sich in Bremerhaven und in Stade [2]. Damit sind beide Produktionswerke für die Fertigung der Windkraftanlagen ideal positioniert, um die Projekte an der Nord- und Ostsee zu beliefern. Im Jahre 2009 hat Adwen Offshore das Projekt „*alpha ventus*“ mit 6 Windkraftanlagen, die jeweils eine Leistung von 5 MW erzeugen, ein Offshore-Windpark mit einer gesamten Leistung von 30MW, errichtet. Darauf folgten im Jahre 2014 zwei weitere Projekte „*Traniel Borkum*“ mit 40 Windenergieanlagen (WEA) von jeweils 5 MW und einer Gesamtleistung des Windparks von 200MW sowie das Projekt „*Global Tech I*“ mit 80 WEA mit jeweils 5 MW und einer gesamten Leistung von 400 MW. Auch diese beiden Projekte wurden erfolgreich in Betrieb genommen. Bis Ende des Jahres 2017 soll das aktuelle Projekt „*Wikingen*“, mit 70 WEA die jeweils 5 MW pro Einheit und einer Gesamtleistung des gesamten Windparks von 350 MW haben wird, in Betrieb genommen werden. Ein weiteres Projekt „*Sait-Brieuc*“ soll bis im Jahre 2020 mit 62 WEA mit jeweils einer 8 MW Einheit und der Gesamtleistung von 500 MW in Betrieb genommen werden. Erstmal werden Anlagen von 8 MW in zwei Projekten „*Le Treport*“ und „*Yeu-Noirmoutier*“ installiert. Beide Projekte werden mit insgesamt 64 WEA und einer Gesamtleistung von 492 MW ausgestattet und im Jahre 2121 vollendet sein [1].

Die Abteilung „Grid Connection & Modelling“ welche sich in Hamburg befindet und insgesamt mit 8 Mitarbeitern vertreten ist, verwendet zum Zweck der Zertifizierung von WEA die Richtlinien der Internationale Electrotechnical Commission (IEC) 61400-21 und die Fördergesellschaft Windenergie (FGW) erstellten Technischen Richtlinien (TR). Die Abteilung hat das Ziel, die Anforderungsbestimmungen der Netzbetreiber in Deutschland zu realisieren, um die

Einheitenzertifizierung, die Anlagenzertifizierung oder das Komponentenzertifikat von der Zertifizierungsstelle zu erhalten.

Es wird davon ausgegangen, dass die elektrischen Eigenschaften (Wirkleistung, Wiederschaltbedingungen, Blindleistungsbereitstellung, Oberschwingungen und Trennung vom Netz) alle Anforderungen des Netzbetreibers erfüllen, da sonst keine Zertifizierung des Einheitenzertifikats, Anlagenzertifikats und Komponentenzertifikats durch eine Zertifizierungsstelle möglich wird. Um eine Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens der elektrischen Eigenschaften einzuleiten, werden Prozessdarstellungsmethoden an der FGW TR8 angewendet, die eine Gesamtübersicht der Zertifizierung gemäß der FGW TR8 besser darstellen können.

## **1.2 Aufgaben und Problemstellung**

Das Verfahren für die Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten (EZE) und Erzeugungsanlagen (EZA) am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz ist allgemeingültig und ausführlich beschrieben, so dass für das Identifizieren bzw. Darstellen der weiteren Prozessschritte für die Modelle ein zeitlicher Aufwand entsteht. Des Weiteren basiert die Technische Richtlinie Teil 8 (TR8) auf der Technischen Richtlinie Teil 3 (TR3) „*Bestimmung der elektrischen Eigenschaften der EZE und EZA*“ und der Technischen Richtlinie Teil 4 (TR4) „*Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften EZE und EZA*“. Um ein Zertifikat von Komponenten, Einheiten und Anlagen durch eine Zertifizierungsstelle zu erhalten, müssen alle in der TR8 vorgeschriebenen Anforderungen für Komponenten, Einheiten und Anlagen eingehalten werden.

Ein neuer Mitarbeiter benötigt eine längere Einarbeitungszeit, um die Technischen Richtlinien erfolgreich befolgen zu können. Für eine schnellere Einarbeitungszeit der Mitarbeiter sowie eine bessere Darstellung mit Übersicht der einzelnen Prozessschritte soll eine Prozessdarstellungsmöglichkeit des Zertifizierungsverfahrens implementiert werden.

## **1.3 Zielsetzung der Arbeit**

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, eine klare Darstellung und ein klares Verständnis der Technischen Richtlinien zu erlangen. Diesbezüglich werden mehrere Anwendungsmöglichkeiten der Prozessdarstellungen in Betracht gezogen und miteinander verglichen sowie

abschließend bewertet. Dafür wird die TR8 „Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von EZE und EZA am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz“ als Basisdokument verwendet.

## **1.4 Aufbau der Arbeit**

Beginnend mit der Einleitung wird im nächsten Schritt das Unternehmen Adwen Offshore GmbH mit deren Aufgaben- und Problemstellung sowie das Ziel der Bachelor Arbeit beschrieben. Das zweite Kapitel beinhaltet die theoretischen Grundlagen von Zertifizierungsverfahren an Windkraftanlagen gemäß der FGW-Richtlinie. Zudem wird die Förderwindgesellschaft Windenergie und deren Technische Richtlinien beschrieben. Ein Augenmerk wird auf das wesentliche verwendete Dokument dieser Untersuchung „FGW TR8“ gelegt. In Abschnitt 2.4 werden die Energieerzeugungs-arten, -einheiten und -anlagen erläutert. Folglich wird im Abschnitt 2.5 auf die Anschlussrichtlinien am Stromnetz für Windkraftanlagen eingegangen. Dabei wird auch der dazugehörige Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Mittelspannungsrichtlinie 2008 (BDEW MSR), als auch System-dienstleistung Wind (SDLWindV) sowie TransmissionCode (TC) 2007 beschrieben. Im Abschnitt 2.6 wird auf die Zertifizierung von elektrischen Eigenschaften eingegangen. Danach werden die Einheitenzertifizierung, Anlagenzertifizierung und Komponentenzertifikate erläutert. Nachdem die theoretischen Grundlagen der elektrischen Eigenschaften im Kapitel 2 abgeschlossen sind folgt im Kapitel 3 die Erarbeitung des methodischen Vorgehens. Im Kapitel 4 werden die theoretischen Grundlagen der einzelnen Prozessmethoden: von der Ereignisgesteuerten Prozesskette, des Vorgangskettendiagramms, des Wertschöpfungsketten-diagramms, Blockpfeilsysteme, des Mind-Mappings, des Prozess-Mappings sowie des Methodenvergleichs erläutert. Nachdem alle Methoden beschrieben sind wird in Kapitel 5 die Anwendung der einzelnen Methoden anhand der FGW TR Teil 8 Kapitel 4.1.2 „*Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens*“ beschrieben und dargestellt. Das sechste Kapitel beinhaltet den Vergleich aller Methoden der Prozessdarstellung des Zertifizierungsverfahrens gemäß der FGW TR8 sowie das Ergebnis der besten Prozessdarstellungsmethode. Die Bachelor Arbeit endet mit der Zusammenfassung und einem Ausblick.

## **2 Grundlagen des Zertifizierungsverfahrens an Windkraftanlagen gemäß der FGW- Richtlinie**

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen der Fördergesellschaft Windenergie, die allgemeinen der Technischen Richtlinien von der Fördergesellschaft Windenergie sowie die Technische Richtlinie, Teil 8 „Zertifizierung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und –anlagen am Mittel-, Hoch und Höchstspannung“ erläutert. Des Weiteren werden im Abschnitt 2.4 die Energieerzeugungsarten, Energieerzeugungseinheit und die Energieerzeugungsanlagen behandelt. Im Abschnitt 2.4 liegt der Fokus auf die Anschlussrichtlinien am Mittel-, Hoch- und Höchstspannung des Stromnetzes für die Windkraftanlagen. Abschließend werden im Abschnitt 2.6 die Zertifizierungen von Elektrischen Eigenschaften im Bereich der Einheitenzertifizierung, Anlagenzertifizierung und Komponentenzertifizierung beschrieben.

### **2.1 Fördergesellschaft Windenergie**

Die Fördergesellschaft Windenergie (FGW) wurde im Jahre 1985 gegründet. Dieses fand im Zeitraum statt, als die ersten großen Windenergieanlagen in Deutschland errichtet wurden. Die FGW hat sich anfänglich als institutionelle Plattform zur sicheren Verzahnung der technischen, wirtschaftlichen und politischen Aspekte der Windenergienutzung in Deutschland festgegründet. Die Geschäftsstelle und deren Sitz befinden sich in Berlin. Die FGW ist ein gemeinnütziger Verein und hat mehrere Mitglieder, welches die Forschungseinrichtungen und Messinstitute, Windkraftanlagenhersteller und -zulieferer, Planungs- und Ingenieurbüros, Banken und Versicherungen sowie Energieversorgungsunternehmen und neue Stromanbieter sind. Herausgeber der Technischen Richtlinien (TR) für Erzeugungseinheiten (EZE) ist die FGW.

Die FGW stellt mehrere Experten für Politik, Behörden und andere Interessierte aus der Wirtschaft zur Verfügung und vereinbart Beratung, Interessenvertretung und Informationen unter einem Dach. Um eine geeignete Lösungen zu erarbeiten, wird je nach Problemstellung das entsprechende Fachwissen einzelner Mitglieder herangezogen. Zur Erarbeitung von Rahmenempfehlungen und Technischen Richtlinien nutzt die FWG die erworbenen Erfahrungen und Fachkenntnisse.

Für verschiedene Interessengruppen besteht die Möglichkeit untereinander Kontakte zu knüpfen und zu koordinieren, da die FWG unter anderem als Forum gilt. Daher vermittelt die FGW ihren

Mitgliedern wichtige Kontakte zur Behörde und Politik. Außerdem ist die FGW in der Öffentlichkeitsarbeit tätig und informiert sachkundig und umfassend über die Möglichkeiten und Perspektiven der Windenergienutzung. In Deutschland wie auch auf internationaler Ebene vertritt die FWG die deutsche Windenergiebranche auf wissenschaftlichen Tagungen, Messen und Ausstellungen. Im Mittelpunkt der FGW stehen die künftigen Perspektiven und die technische Weiterentwicklung der Windenergie. Um die Lebensdauer, die Kostenreduktion und die Integration in bestehenden Versorgungssystemen kontinuierlich zu verbessern, arbeitet die FGW permanent an Konzepten [3].

## **2.2 Technischen Richtlinien der FGW**

Bei den Technischen Richtlinien geht es um die Entwicklung und Etablierung vergleichbarer Messverfahren zur Ermittlung von Leistungskurven, Schallemissionen und Windpotenzial bezogen auf Windenergieanlagen sowie die Bestimmung der elektrische Eigenschaften und Instandhaltung von Erzeugungseinheiten [3].

Für Windenergieanlagen begann im Jahre 1992 die Erarbeitung der Technischen Richtlinien mit dem Ziel, Messverfahren anzugeben, mit denen zuverlässige und entsprechende Daten über Windenergieanlagen nach dem neuesten Stand der Technik ermittelt werden können. Für die Beurteilung von Windenergieanlagen der Messungen aus dem Bereich der Leistungskurve, der Schallemission und Elektrische Eigenschaften sollte dieses als Grundlage für Genehmigungsfragen, bei der Beurteilung von Netzanschlussmöglichkeiten oder verlässliche Ertragsberechnungen dienen

In den 80er Jahren sind die Richtlinien der Internationalen Energieagentur (IEA) erstellt worden und lassen einen breiten Spielraum bei den Messungen und Auswertungen zu. Die Voraussetzung gegenüber dem breiten Spielraum sollten die Technischen Richtlinien durch weiter gehende Festlegungen schaffen, die die Messergebnisse unabhängig vom Durchführenden vergleichbar machen. Von allen qualifizierten Stellen können die Messungen nach den Technischen Richtlinien durchgeführt werden [4].

Die zurzeit einzelnen gültigen Technischen Richtlinien können der nachfolgenden Auflistung entnommen werden:

Teil	Technische Richtlinien
Teil 1	Bestimmung der Schallemissionswerte
Teil 2	Bestimmung von Leistungskurve und standardisierten Energieerträgen
Teil 3	Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz
Teil 4	Anforderungen an Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen der elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen
Teil 5	Bestimmung und Anwendung des Referenzertrages
Teil 6	Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen
Teil 7	Betrieb und Instandhaltung von Kraftwerken für Erneuerbare Energien
Teil 8	Zertifizierung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz
Teil 9	Bestimmung der hochfrequenten Emissionen von regenerative Energieerzeugungseinheiten

**Tabelle 1:** Auflistung der Technischen Richtlinien der FGW [4]

Hervorzuheben sind die Technischen Richtlinien TR3, TR4 und TR8, die für das Regeln der erzeugten Leistung in jeder einzelnen EZE, aber auch in den sogenannten Mischparks, wie Wind und Photovoltaikanlagen, von besonderer Bedeutung sind. In Bezug auf die elektrischen Eigenschaften einer Erzeugungseinheit gilt die TR3 als eine gemeinsame Arbeitsgrundlage. Das Ziel der erarbeiteten Richtlinie ist es, Messergebnisse einheitlich zu ermitteln. In der TR4 geht es hauptsächlich um die Modellierung und Validierung von Simulationsmodellen, basierend auf die in der TR3 erstellten Anforderungen, die die elektrische Eigenschaften von EZE und EZA beschreiben. Die genauen Anforderungen sind in der Richtlinie definiert, die an die Modellierung und Validierung der entsprechenden Modelle gestellt werden, um ausreichend genau das elektrische Verhalten der EZE und EZA abzubilden. Vertreter aller betroffenen Interessengruppen die im Abschnitt 2.3 erwähnt werden, haben an der TR8 mitgewirkt und sich den erarbeiteten Grundsätzen verpflichtet. Zentraler Baustein der Richtlinie ist die einheitliche Durchführung von Zertifizierungsprogrammen besser umzusetzen [5].

## 2.3 Technische Richtlinie 8 der FGW

Folgende Gruppen haben an der Erstellung der Technischen Richtlinie, Teil 8: „Zertifizierung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz mitgewirkt:

- Netzbetreiber
- Hersteller von Erzeugungseinheiten und Komponenten
- Anerkannte Institute und Hochschulen
- Zertifizierungsstellen von Erzeugungseinheiten und Komponenten
- Anlagenbetreiber, Anlagenplaner und Anlagenerrichter
- Zertifizierungsstellen für die Erzeugungsanlagen

Zum Ausdruck von allen beteiligten Gruppen wurde in Betracht gezogen, dass die Technische Richtlinie Teil 8 (TR8) als eine gemeinsame Arbeitsgrundlage in den Fragen der Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von EZE und EZA angesehen wird.

Um eine bessere Anwendung der von den Netzbetreibern herausgegebenen Regelwerken, insbesondere der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) Richtlinie *„Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz – Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz“* soll eine einheitliche Durchführungsbestimmung für das Zertifizierungsverfahren ermöglichen werden. Zudem vereinheitlicht die vorliegende Durchführungsbestimmung für Zertifizierungsverfahren ihre Anwendungsbereiche der Ermittlungen von Messergebnissen, die Validierung von EZE- Modellen, sowie deren vorschriftsmäßige Ausführung. Für einen gemeinsamen Ausgangspunkt für die in der Verordnung der Systemdienstleistung durch Windenergieleistung durch WEA und Systemdienstleistungsverordnung (SDLWindV) geforderten Nachweise an die elektrischen Eigenschaften für den Anschluss von WEA am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz soll die TR8 bieten [6].

## 2.4 Energieerzeugungen

### 2.4.1 Energieerzeugungsarten

Der Energiebedarf hat mit der Industrialisierung zugenommen und sich gewandelt. Die treibende Kraft für viele andere Energieträger wie z.B. Wind, Biomasse, Wasserkreislauf und andere ist die Sonnenenergie [7].

Zudem sind die Energieerzeugungsarten in der Abbildung 1 dargestellt, welche die Stromerzeugung mit Kernkraftwerken, Stromerzeugung mit fossil befeuerten Kraftwerken, Stromerzeugung mit Wasserkraftwerken und Stromerzeugung aus regenerativen Energiequellen beinhaltet. Die Windkraftanlagen gehören zu dem Bereich der regenerativen Energiequellen.

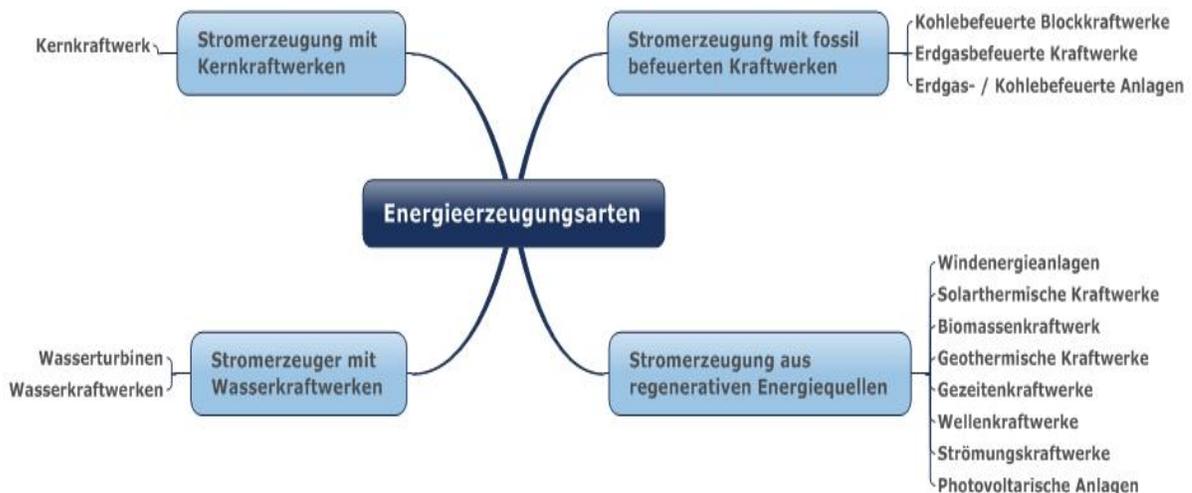


Abbildung 1: Eigene Darstellung, Energieerzeugungsarten [8]

### 2.4.2 Energieerzeugungseinheiten und -anlagen

Eine Erzeugungseinheit ist eine einzelne Einheit zur Erzeugung von elektrischer Energie wie z.B. eine Windkraftenergieanlage, Photovoltaikwechselrichter, Verbrennungskraftmaschine, Wasserkraftwerke, Batteriespeicher und Umrichter [9].

Eine Erzeugungsanlage ist bzw. sind eine oder mehrere Erzeugungseinheiten einschließlich aller zum Anschluss und Betrieb erforderlichen elektrischen Einrichtungen. Zu dem Bereich gehören die Windkraftanlagen, Photovoltaikanlagen, Verbrennungskraftmaschinen, Wasser-

kraftwerken und deren Kombinationen einschließlich der Anschlussanlage wie z.B. die Umspannwerke und den zum Betrieb erforderlichen elektrischen Einrichtungen [10].

## 2.5 Anschlussrichtlinien am Stromnetz für Windkraftanlagen

In Deutschland erfolgt die Nutzung der elektrischen Stromnetze nach dem System des regulierten Netzzugangs. Aktuelle Netzanschlussregeln erfordern den Nachweis der formulierten elektrischen Eigenschaften wie z.B. für Windenergieanlagen, Photovoltaikanlage, Wechselrichter und Gasmotoren. Dieser Nachweis wird in Form eines Einheitszertifikates erbracht. Abbildung 2 zeigt die unterschiedliche Spannungsebene im deutschen Stromnetz und dessen Anforderungsdokumente [11]. Die Anschlussrichtlinien sind von der Spannungsebene abhängig. Die Unterteilung ist wie folgt: die Mittelspannung 1 kV bis 35 kV, die Hochspannung von 60 kV bis 150 kV und die Höchstspannung von 230 kV oder 400 kV hat. Jede einzelne Spannungsebene muss daher die einzelnen Anforderungen erfüllen, um an das deutsche Stromnetz angeschlossen werden zu dürfen. In der Mittelspannungsebene gelten die Anforderungen der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) und Systemdienstleistungsverordnung (SDLWindV). Im Bereich der Hochspannungsebene gelten die Anforderungen der TransmissionCode (TC) 2007 und für die Höchstspannungsebene gelten die Anforderungen der TC 2007 und SDLWindV.

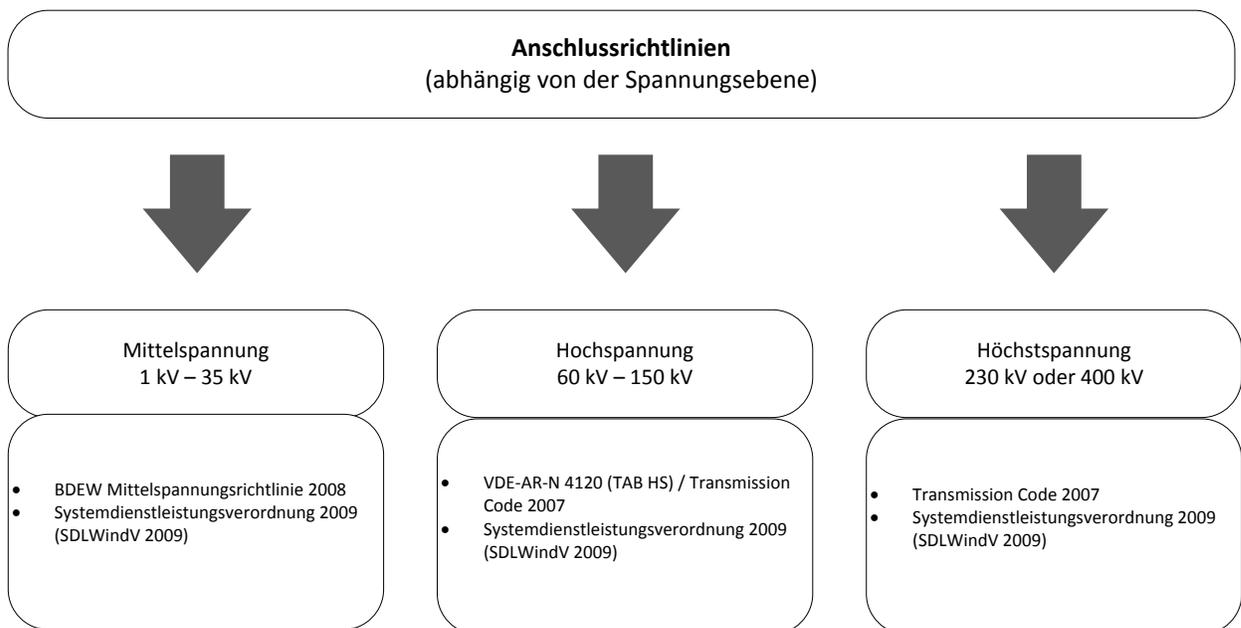


Abbildung 2: Anschlussrichtlinien [11]

### **2.5.1 Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft Mittelspannungsrichtlinie**

Die Richtlinien für den Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) Mittelspannungsrichtlinie 2008 gilt für die Erzeugungsanlagen, unter anderem für Solaranlagen, Biogasgeneratoren oder Windkraftwerke, die in Deutschland mit einer Spitzenleistung von mehr als 100 kW in das Mittelspannungsnetz einspeisen. Gleichzeitig dient sie zur Sicherstellung der Versorgungsqualität des gesamten elektrischen Netzes [12].

### **2.5.2 Systemdienstleistungsverordnung**

Um die Sicherheit und Stabilität der Stromnetze auch bei hohen Anteilen von Windenergieanlagen im Netz zu erhöhen wurde die Verordnung zu Systemdienstleistungen (SDL-Verordnung) durch WEA Systemdienstleistungsverordnung (SDLWindV) entworfen. Die Betreiber von WEA haben unter bestimmten Auflagen Anspruch auf einen Systemdienstleistungs-Bonus. Für eine Dauer von fünf Jahren können 0,5 ct/kWh zusätzlich zur Vergütung im Rahmen des EEG beantragt werden. WEA, die nach dem 30. Juni 2010 an das Mittelspannungsnetz angeschlossen werden, müssen am Netzverknüpfungspunkt die Anforderungen der Technischen Richtlinie des BDEW „*Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz*“, Ausgabe von Juni 2008, erfüllen. Der Nachweis, dass die Voraussetzung eingehalten wird, ist durch die Vorlage von Einheitszertifikaten und durch das Gutachten eines Sachverständigen zu erbringen. Die Zertifizierer müssen nach der Norm DIN EN 45011 akkreditiert sein [39].

### **2.5.3 TransmissionCode 2007**

Die Netz- und Systemregeln der deutschen Übertragungsnetzbetreiber auch unter dem Begriff als „Grid Code“ bekannt, definiert die Zugangsbedingungen zum deutschen Netzverbund. Übertragungsnetzbetreiber sind Dienstleistungsunternehmen, die die Infrastruktur der überregionalen Stromnetze zur elektrischen Energieübertragung operativ betreiben. Diese sind in Deutschland *50Hertz Transmission*, *Amprion*, *TransnetBW* und *Tennet TSO* [13]. Der TransmissionCode (TC) 2007 reglementiert die allgemeinen Anschlussbedingungen von Anlagen an das Hoch- und Höchstspannungsnetz, die Nutzung, die Systemdienstleistungen, den Netzausbau und den allgemeinen Netzbetrieb. Die Regeln der TC gelten für alle Anlagen, die in den Netzregelverbund einspeisen. Unabhängig davon, ob es sich dabei um ein großes Kraftwerk mit mehreren hundert Megawatt oder eine Biogasanlage mit etwa 500 Kilowatt handelt [14].

## 2.6 Zertifizierung von Elektrischen Eigenschaften

Unter Zertifizierung versteht man allgemein die Überprüfung von gesamten Unternehmen, Prozessabläufe oder Produkten auf die Erfüllung von bestimmten Eigenschaften hin. Die Zertifizierung in der Windenergiebranche ist inzwischen Standard. Die Zertifizierung ist eine Maßnahme durch unabhängige Institutionen oder Personen, die dokumentieren, dass ein Erzeugnis, Verfahren oder eine Dienstleistung in Übereinstimmung mit einer bestimmten Norm oder einem bestimmten anderen normativen Dokument ist. Grundlagen der Zertifizierung sind die Normen oder normative Dokumente der Europäischen Norm (EN) EN 45011, EN 45012 und EN 45013. Des Weiteren sind weitere Normen enthalten wie z.B. die Internationale Organisation für Normung (ISO) und Internationale Electrotechnical Commission (IEC) IEC 17065 und die IEC 61400. Die Richtlinien legen die allgemeinen Anforderungen fest und müssen erfüllt werden, um als kompetent und zuverlässig für die Zertifizierung anerkannt zu werden [38].

Die Richtlinie zur Zertifizierung unter der Nummer 61400 hat die Normen der IEC zu verschiedenen Bereichen der Windenergie zusammengefasst. Demgemäß ist ein kontinuierlicher Arbeitsprozess der Normen entstanden, da es schon mehrere Revisionen zu einigen dieser Normen gegeben hat. Die folgende Tabelle 2 zeigt die Übersicht der IEC 61400 Normen.

<b>Norm</b>	<b>Beschreibung</b>
IEC 61400-1	Design Requirements ( <i>Auslegungsanforderung</i> )
IEC 61400-2	Design Requirements of Small Wind Turbines ( <i>Anforderungen für kleine Windkraftanlagen</i> )
IEC 61400-3	Design Requirements for Offshore Wind Turbines ( <i>Auslegungsanforderung für Windenergieanlagen auf offener See</i> )
IEC 61400-11	Acoustic Noise Measurement Techniques ( <i>Schallmessverfahren</i> )
IEC 61400-12-1	Power Performance Measurements of Electricity Producing Wind Turbines ( <i>Messung des Leistungsverhaltens einer Windenergieanlage</i> )
IEC 61400-13	Measurement of Mechanical Loads ( <i>Messung von mechanischen Lasten</i> )
IEC 61400-14	Declaration of apparent sound power level and tonality values ( <i>Angabe der immissionsrelevanten Schalleistungspegel und der Tonhaltigkeit</i> )
IEC 61400-21	Measurement and Assessment of Power Quality Characteristics of Grid Connected Wind Turbines ( <i>Messung und Bewertung der Netzverträglichkeit von netzgekoppelten Windenergieanlagen</i> )
IEC 61400-22	Conformity testing and certification ( <i>Konformitätsprüfung und Zertifizierung</i> )
IEC 61400-23	Full-Scale Structural Testing of Rotor Blades ( <i>Rotorblätter- Experimentelle Strukturprüfung</i> )
IEC 61400-24	Lightning Protection ( <i>Blitzschutz</i> )
IEC 61400-25	Communications for Monitoring and Control of Wind Power Plants ( <i>Kommunikation für die Überwachung und Steuerung von Windenergieanlagen</i> )

**Tabelle 2:** Übersicht der Normen IEC 61400 [15]

Speziell für den Windenergiebereich sind all die in der Tabelle 2 aufgelisteten Normen entwickelt worden. Hervorzuheben ist die IEC 61400-21, die für die Netzverträglichkeit einer am Verbundnetz angeschlossenen WEA charakterisiert [15, S.318]. Bestimmt werden unter der Norm IEC 61400-21:

- Messverfahren für die zahlenmäßige Festlegung der Kennwerte
- Verfahren für die Bewertung der Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Netzverträglichkeit, die von den WEAs erwartet wird, wenn an einem bestimmten Standort möglicherweise in Gruppen errichtet werden [16].

Alle Energieerzeugungsanlagen im Bereich der Erneuerbaren Energie (EE) benötigen eine Zertifizierung. Generell gibt es zwei verschiedene Zertifikattypen: Einheitszertifikate und Anlagenzertifikate. Daneben gibt es weitere Zertifikate: die Komponentenzertifikate, welche für die einzelnen Komponenten in EZE oder in EZA von Zertifizierungsstellen unabhängige Komponentenzertifikate ausgestellt werden.

Der Anschluss einer WEA in ein bestehendes Stromnetz darf dessen Stabilität nicht gefährden. Daher muss jeder Hersteller vor der Inbetriebnahme seiner WEA nachweisen, dass die elektrischen Eigenschaften der Anlage die geltenden Richtlinien erfüllen. Dies führt dazu, dass die Qualität und die Stabilität des Stromnetzes gewährleistet bleiben. Als Nachweis gilt ein EZE-Zertifikat, das als Basis für EZA-Zertifikate dient [17].

In der FGW beginnt der Ablauf einer Zertifizierung mit der Bestimmung der elektrischen Eigenschaften von EZE am Mittel-, Hoch- und Höchstspannung, welche in der FGW TR3 beschrieben ist sowie die Modellierung und Validierung der Modelle, die in der FGW TR4 beschrieben ist. Ein Modell ist eine vereinfachte Abbildung einer EZE. Sind alle Anforderungen der FGW TR3 und FGW TR4 erfüllt, erfolgt die Zertifizierung von Einzelkomponenten oder einer EZE. Beide Zertifizierungsvarianten gehören zu der FGW TR8. Sobald eine Zertifizierung der EZE oder von Einzelkomponenten vorhanden ist kann die Zertifizierung einer EZA stattfinden. Folgende Grafik zeigt den Weg zur EZE oder EZA Zertifizierung.

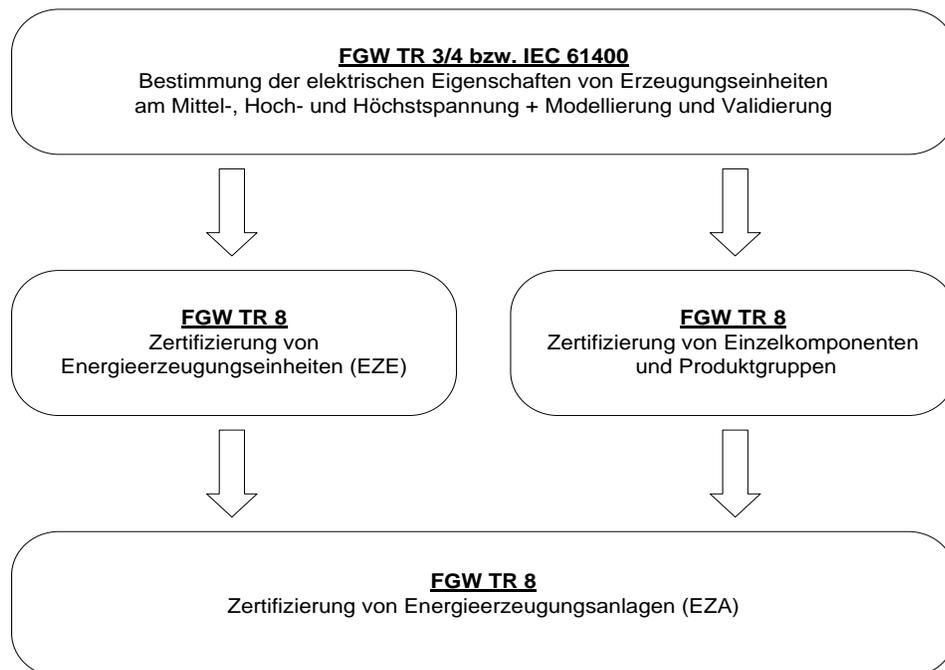
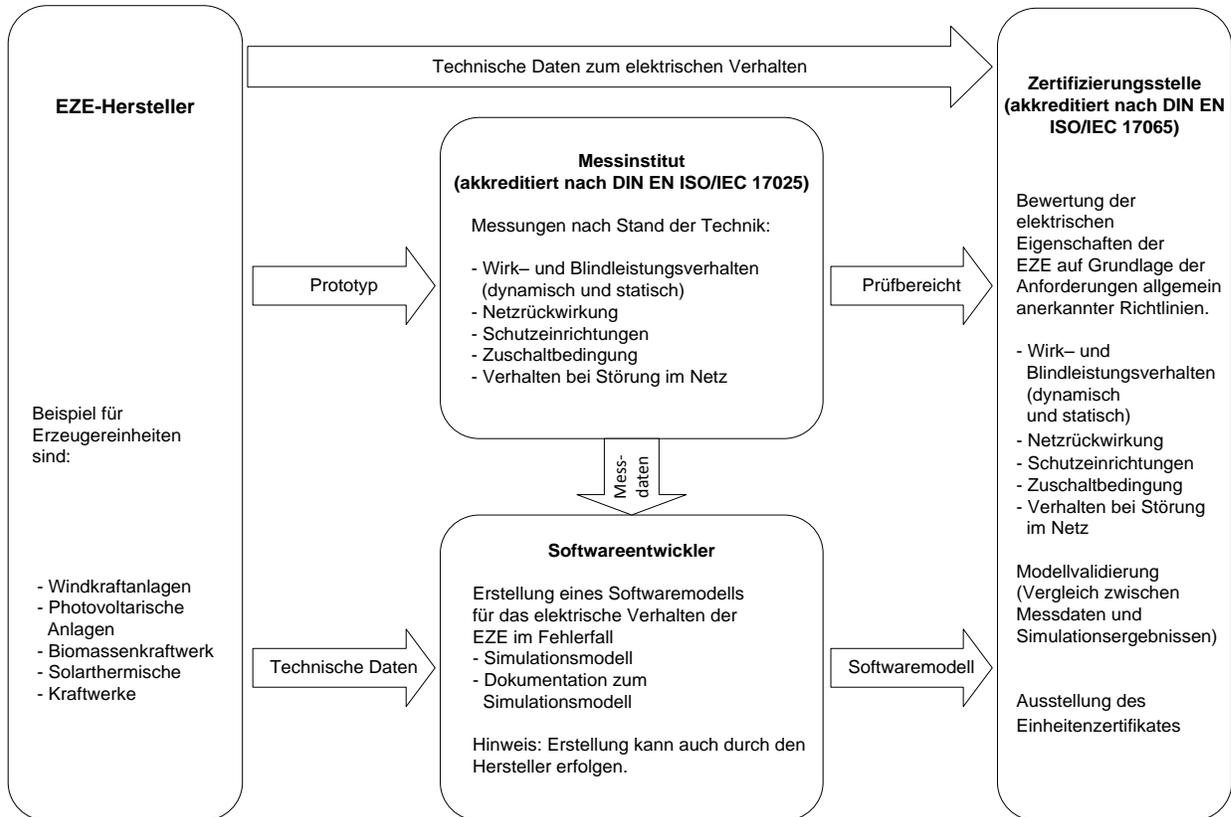


Abbildung 3: Weg zum EZE oder EZA-Zertifikat [18]

### 2.6.1 Weg zur Einheitszertifizierung

Für einen WEA-Hersteller ist die Einheitszertifizierung vorgeschrieben. Es soll sichergestellt werden, dass die gefertigten Einheitenmodelle für den Betrieb am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz geeignet sind. Die Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von WEA am Mittel-, Hoch-, und Höchstspannung der Prüfstelle muss durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) nach der Norm DIN EN 45011 akkreditiert sein. Die für bestehende Akkreditierungen auf der Grundlage der DIN EN 45011 empfiehlt die DAkkS eine Umstellung auf die DIN EN ISO oder die IEC 17065 im Rahmen einer Reakkreditierung oder Erweiterung der Akkreditierung vorgenommen wird, damit ausreichend Zeit für eine umfassende Systembegutachtung zur Verfügung steht [19].

Die Einheitszertifizierung beginnt mit der Herstellung einer Erzeugungseinheit. Erzeugungseinheiten sind beispielsweise Windkraftanlagen, Photovoltaische Anlagen, Biomassenkraftwerk, Solarthermisch und Kraftwerke. Der entwickelte Prototyp des Herstellers wird durch ein Messinstitut, welches nach DIN EN ISO bzw. IEC 17025 akkreditiert ist, nach dem Stand der Messtechnik untersucht. Zudem werden die technischen Daten des gesamten elektrischen Verhaltens an die Zertifizierungsstelle gesendet. Gemessen werden das Wirk- und Blindleistungsverhalten, die Netzrückwirkung, die Schutzeinrichtung, die Zuschaltbedingung und das Verhalten bei Störung im Netz. Alle realen Messdaten am Prototyp werden vom Messinstitut an den Softwareentwickler weiter gegeben. Gleichzeitig erstellt das Messinstitut für die Zertifizierungsstelle, welches nach DIN EN ISO bzw. IEC 17025 akkreditiert ist, ein Prüfbericht. Die technischen Daten vom Prototyp des Herstellers und die Messdaten des Messinstituts werden zur Erstellung eines Softwaremodells für das elektrische Verhalten der EZE im Fehlerfall durch Simulationsmodelle untersucht und ausgewertet. Darauf folgt eine Dokumentation des Simulationsmodells, das im weiteren Verlauf zusammen mit dem Simulationsmodell der Zertifizierungsstelle. Die Erstellung eines Softwaremodells kann auch durch den Hersteller erfolgen. Sobald die Zertifizierungsstelle einen Prüfbericht und einen Softwaremodell bekommen hat, bewertet die Zertifizierungsstelle die elektrischen Eigenschaften der EZE auf Grundlagen der anerkannten Richtlinien und vergleicht bei der Modellvalidierung zwischen Messdaten und Simulationsergebnissen. Sind alle Anforderungen erfüllt wird durch die Zertifizierungsstelle ein Einheitszertifikat ausgestellt. Die Abbildung 4 zeigt den schematischen Ablauf einer EZE-Zertifizierung.



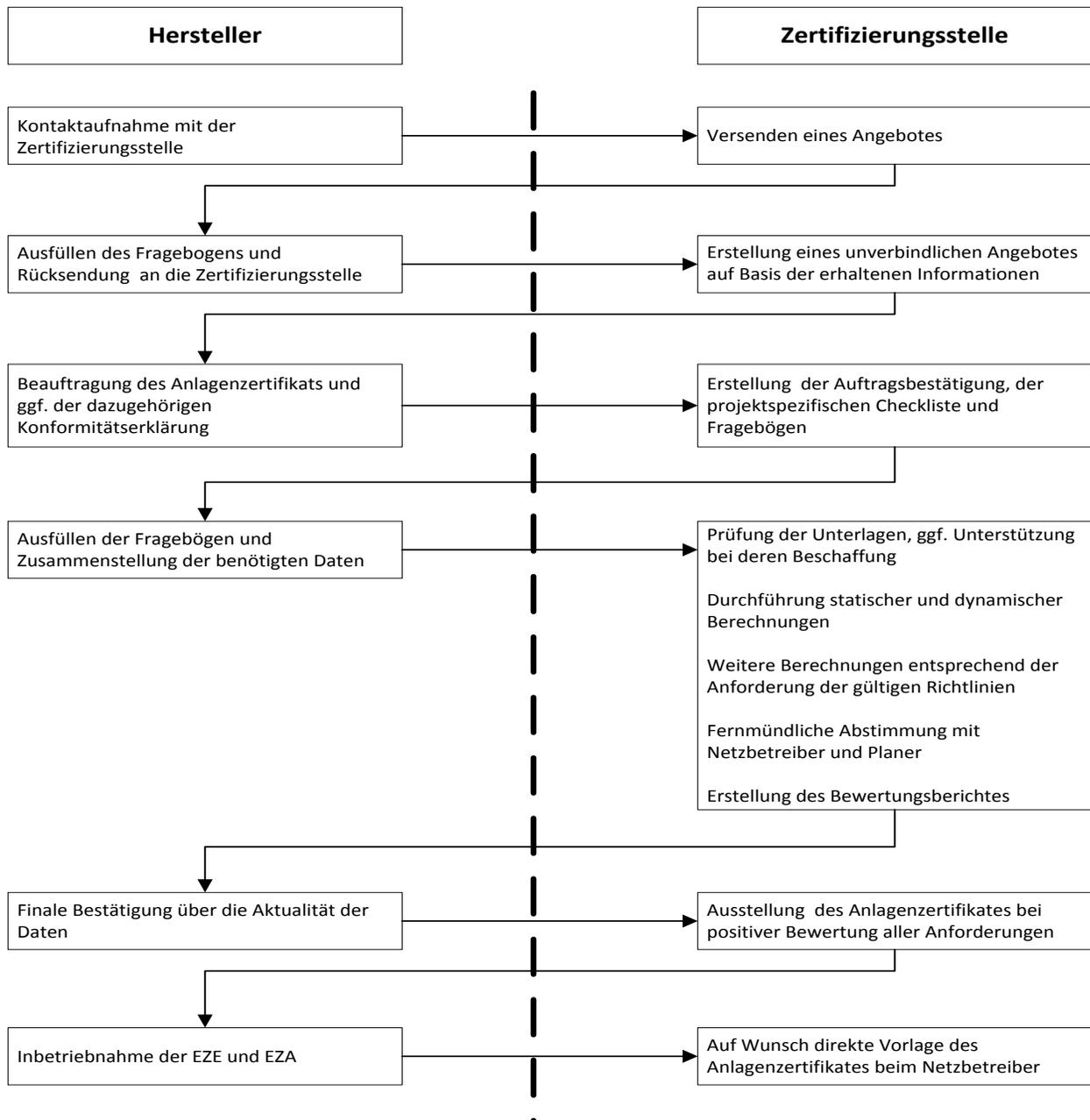
**Abbildung 4:** Schematischer Ablauf einer EZE- Zertifizierung [20]

## 2.6.2 Weg zur Anlagenzertifizierung

Bei der Anlagenzertifizierung wird geprüft, ob die Erneuerbaren-Energien-Anlagen (EEA) die gesetzlichen Anforderungen erfüllen. Die Prüfung sollte während der Planungsphase stattfinden, um mögliche Anpassungen bzw. Änderungen umsetzbar zu machen. Nach positiver Feststellung wird das Anlagenzertifikat durch eine akkreditierte nach DIN EN 45011 Zertifizierungsstelle ausgestellt. Das ist eine Grundvoraussetzung für jede Anlage, welche zur Einspeisung der elektrischen Energie an das Stromnetz des Netzanbieters angeschlossen werden darf.

Um eine Anlagenzertifizierung zu erhalten, nimmt der Hersteller von WEA Kontakt mit der Zertifizierungsstelle auf und stellt einen Antrag auf die Zertifizierung. Die Zertifizierungsstelle sendet ein Fragebogen zur Überprüfung der Voraussetzungen. Sind die Voraussetzungen alle erfüllt, wird entsprechend der Richtlinien ein Angebot von der Zertifizierungsstelle erstellt. Vom Hersteller werden alle benötigten Unterlagen und ggf. die Konformitätserklärung der Zertifizierungsstelle zur Verfügung gestellt. Eine Konformitätserklärung ist eine schriftliche

Bestätigung für ein Produkt, die Erbringung einer Leistung verbindlich erklärt und bestätigt, dass das Produkt die auf die Erklärung spezifizierten Eigenschaften aufweist. Die Zertifizierungsstelle prüft die abgegebenen Unterlagen. Fehlende Unterlagen und Fragen werden direkt mit dem Hersteller besprochen und nachgereicht. Sind alle Unterlagen von der Zertifizierungsstelle geprüft wird das Einheitszertifikat und dessen validierter Simulationsmodell berücksichtigt. Von der Zertifizierungsstelle wird ein entsprechender Prüfbericht erstellt. Der Hersteller bestätigt seine aktuellen Daten und erhält von der Zertifizierungsstelle ein Anlagenzertifikat bei einer positiven Bewertung aller Anforderungen. Hat der Hersteller ein Anlagenzertifikat erhalten, kann die WEA in Betrieb genommen werden. In der Abbildung 5 ist der Ablauf der Ausstellung eines Anlagenzertifikates dargestellt [21] [22].



Übersicht der wichtigsten Daten:

- Datenblatt FGW TR8 Rev. 6 Anhang C Teil A
- Datenblatt FGW TR 8 Rev. 3 Anhang C Teil B
- Single Line-Diagramm
- Geografischer Übersichtsplan
- EZE Zertifikat zu der Typenvariante
- Konzeptbeschreibung Entkopplungsschutz
- Konzeptbeschreibung Parkmanagementsystem
- Herstellerbeschreibung Parkmanagementsystem

**Abbildung 5:** Ablauf der Ausstellung eines Anlagenzertifikats [23]

Die Zertifizierung der elektrischen Eigenschaften von EZA gestattet dem Netzbetreiber den Anschluss ans Stromnetz. Dabei soll für das Anlagenzertifikat nachgewiesen werden, dass alle Bedingungen der Netzanschlussrichtlinie von der EZA erfüllt sind. Demnach betrifft es die Einhaltung der Anforderungen von:

- Ausweis der Einspeiseleistung und Wirkleistung
- Spannungsänderung und Flicker
- Harmonische, Zweiharmonische und Höhere Frequenzen
- Verbleiben am Netz bei Netzfehlern
- Netzstützung durch Einspeisung eines zusätzlichen Blindstromes
- Ausweis des Kurzschlussstrombeitrags der EZA
- Strombelastung der Betriebsmittel innerhalb der EZA
- Wirkleistungsregelung nach Sollwertvorgabe
- Wirkleistungsregelung bei Überfrequenz
- Blindleistungsvermögen
- Blindleistungsfahrweise zur statischen Spannungshaltung
- Zuschaltbedingung
- Schutzeinstellungen

Begrenzt ist der Anwendungsbereich der FGW TR8 Richtlinie auf die elektrischen Eigenschaften, die den Lastenfluss, die Netzstützung und die Spannungsqualität in einem elektrischen Netz beeinflussen könnte [6].

### **2.6.3 Komponentenzertifikate**

Für Komponenten, die in einem Windpark eine Anwendung finden, kann ein Zertifikat erstellt werden das sogenannte „Komponentenzertifikat“. Für einen Hersteller und dessen Endkunden erleichtert das Komponentenzertifikat die Akzeptanz beim jeweiligen Anlagenzertifizierer und Netzbetreiber. Zudem wird der Endkunde bei der Einheitszertifizierung unterstützt, indem die einzelnen Punkte der Anforderungen der Richtlinien vorher durch ein Komponentenzertifikat die Konformität mit der jeweiligen Richtlinie hergestellt wird. Das Verfahren von Komponentenzertifizierung ist generell analog zu dem von Einheitszertifizierungen anzufertigen, obwohl es das letztgenannte nicht ersetzen kann [24]. Die FGW TR8 beinhaltet noch keine umfassende Verfahrensanweisung für die Erstellung von Komponentenzertifikaten. Beim Verfahren des Komponentenzertifikats wird immer die aktuelle Revision der FGW TR8 angewendet [6].

### **3 Methodisches Vorgehen**

In diesem Kapitel wird das methodische Vorgehen beschrieben, welches zum besten Ergebnis der Prozessdarstellungsmethode führen soll. Dabei ist die Bachelor-These einerseits theoretisch und empirisch aufgebaut, und andererseits mit Hilfe von Unterlagen aus dem Unternehmen sowie wöchentliche Meetings erarbeitet.

#### **3.1 Kennenlernen der FGW Richtlinien**

Zunächst wurden die FGW Unterlagen der TR3, TR4 und TR8 vom Teamleiter zur Verfügung gestellt, welches nur als elektronische Dokumente im Unternehmen existieren. Der Aufbau der FGW TR3, TR 4 und TR8 ist eine reine Textform und mit Abbildungen dargestellt. Diese sollte ich lesen und die einzelnen Zusammenhänge verstehen. Das Lesen der einzelnen Richtlinien erstreckt sich auf zwei Wochen. Nachdem alle genannten Richtlinien der FGW ich gelesen und verstanden habe, gab es die erste Besprechung mit dem Teamleiter und dem Betreuer der Bachelor-These. Im Gespräch über der FGW TR8 sind Fragen zustande gekommen, ob es möglich sei die FGW TR8 in Prozessdarstellungen mit vorhandenen Prozessmethoden zu erstellen. Das Ziel der Prozessdarstellung soll eine schnellere und vereinfachtere Einarbeitung von neuen oder bestehenden Mitarbeitern ermöglichen, da die FGW-Richtlinien sehr viel Text beinhalten und dieses nicht schnell von allen Mitarbeitern verinnerlicht werden kann. Dabei werden einzelne Anforderungen der FGW öfters in Kapiteln der einzelnen Technischen Richtlinien gesucht, welche viel Zeit in Anspruch nehmen. Um diese Fragestellung zu klären, sollte vorerst von mir untersucht werden, welche Methoden und Prozessdarstellungsmöglichkeiten für die FGW TR8 genutzt werden können. Die Lösungsvorschläge der besten Methoden sollten in einer weiteren Besprechung präsentiert und besprochen werden.

#### **3.2 Vorgehensweise von Prozessmethoden und Bewertungsverfahren**

Während meiner Überlegung von einzelnen Prozessmethoden welche Prozessdarstellung für die FGW TR8, Kapitel 4.1.2 „*Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens*“ passen könnte, kam mir in den Sinn, dass in der Studienzeit die Module „Prozessmanagement“ und „Management-Methoden“ angeboten worden sind und ich einige Methoden bereits kennengelernt habe. Um dieses Fachwissen wieder aufzufrischen, nutze ich viele verschiedene fachliterarische Bücher sowie seriöse Internetquellen, sodass ich entscheiden konnte, welche Prozessmethoden für die Prozessdarstellung des Zertifizierungsverfahrens eingesetzt werden

könnten. Das Untersuchen der verschiedenen Methoden von Prozessdarstellungen erstreckte sich auf zwei Wochen. Im zweiten Meeting mit dem Teamleiter der Abteilung und meinem Betreuer präsentierte ich sechs Prozessmethoden, welche ich mir selbständig anhand der Wunschvorstellungen ausgesucht hatte und der Meinung war, das die Prozessmethoden passend für die FGW TR8 sind. Die Prozessmethoden, die ich vorgestellt habe waren die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK), Vorgangskettendiagramm (VKD), Wertschöpfungskettendiagramm (WKD), Blockpfeile, Mind-Map und Prozess Mapping. All diese Methoden verwenden unterschiedliche Symbole und Darstellungsformen, die leicht erlernbar und verständlich sind. Außerdem sind dabei die verwendeten Regeln nicht kompliziert. Während des Meetings habe ich alle Methoden präsentiert, dargestellt und einzelne Fragen zur Methode beantwortet.

Nach der Präsentation sollten alle sechs Methoden der Prozessdarstellungen an der FGW TR8 für das Zertifizierungsverfahren angewendet werden und in einem erneuten Meeting sollte ich die Teilergebnisse präsentieren. Die Anwendung der Prozessdarstellungen der FGW TR8 erstreckte sich auf zwei Wochen, da auf jedes einzelne Fachwort der FGW TR8 und die richtigen Prozessschrittfolge beachtet werden muss. Gleichzeitig kam ich in ständige Diskussionen mit verschiedenen Mitarbeitern der Abteilung, ob die richtigen Prozessschrittfolgen des Zertifizierungsverfahrens eingehalten sind. Die Schlagwörter des Zertifizierungsverfahrens habe ich aus der durchlaufenden Textform der FGW TR8 entnommen und in der Prozessdarstellung in der jeweiligen Methode platziert bis eine gesamte Übersicht entstanden ist.

In der folgenden Sitzung mit dem Teamleiter der Abteilung und meinem Betreuer habe ich alle angewandten Methoden der FGW TR8 des Zertifizierungsverfahrens vorgestellt, sowie die Darstellungsmethoden erklärt und benannt, welche Vorteile die jeweilige Methode mit sich bringt.

Nun sollten Entscheidungen getroffen werden, welches der vorgestellten Prozessdarstellungen für die FGW TR8 am sinnvollsten ist und genutzt werden kann. Anhand der Literaturrecherchen konnte ich den Methodenvergleich auf die Prozessdarstellung der TR8 anwenden, da der Methodenvergleich eine Übersicht aller Methoden und Kriterien bietet. Zudem wurden die Kriterien der Prozessdarstellung durch einen Fragekatalog von mir erstellt und der Paarvergleichsmethode, welches für die „Wichtigkeit“ der Kriterien steht, durch vier Mitarbeiter der Abteilung ausgefüllt. In der Paarvergleichsmethode konnte ich genau betrachtet, welches Kriterium für jeden Mitarbeiter „Wichtiger“ oder weniger „Wichtiger“ ist. Im letzten Schritt konnten die Methoden bewerten, welches durch die Gewichtung der einzelnen Kriterien und einer

Punktvergabe, die beste Prozessdarstellungsform der FGW TR8 ermitteln und darstellen soll. Dabei habe ich zunächst alle sechs Methoden mit den jeweiligen Kriterien miteinander verglichen und in einer Bewertungsmatrix aufgelistet, um die einzelnen Gewichtungsfaktoren zu ermitteln. Nachdem ich alle Gewichtungsfaktoren ermittelt habe, wurden alle sechs Methoden durch eine Punktvergabe zwischen 0 und 4 mit dem jeweiligen Gewichtungsfaktor des Kriteriums multipliziert und bewertet. Diesbezüglich habe ich die zwei bestbewerteten Prozessdarstellungen der FGW TR8 entnommen und durch neue Kriterien und derselben Punktvergabe ermittelt. Die Darstellung des Methodenvergleiches und Bewertung der Methoden erstreckte sich auf drei Wochen.

## **4 Theoretische Grundlagen der Prozessmethoden**

Das dritte Kapitel befasst sich mit den theoretischen Grundlagen der Prozessdarstellungsmöglichkeiten. Im Abschnitt 4.1 werden die Prozessmethoden und Modelle sowie dessen Einsatzbereiche beschrieben. Ab Kapitel 4.2 bis 4.5 wird auf alle Prozessmodelle wie Ereignisgesteuerte Prozessketten nach ARIS sowie ein Vorgangskettendiagramm, Wertschöpfungskettendiagramm und deren Blockpfeilsysteme, Mind-Map sowie Prozess-Mapping und deren Flussdiagramme näher eingegangen und dargestellt. Im letzten Abschnitt 4.6 wird der Methodenvergleich erläutert.

### **4.1 Prozessmethoden- und Modelle**

Im Allgemeinen ist eine Methode die konzeptionelle Basis für ein planmäßiges Handeln [25]. Die Methode basiert auf Annahmen und einer Anordnung von Regeln. Darüber hinaus ist das Verfahren auf ein bestimmtes Ziel gerichtet, welches z.B. das Erreichen von Erkenntnissen oder der Erzeugung von praktischen Ergebnissen beinhaltet. Dabei ist der Begriff "Methode" nicht zu verwechseln mit dem Begriff „Werkzeug“. Die Methode bezeichnet die Art und Weise, in der ein spezifisches Werkzeug eingesetzt wird, um ein Ziel zu erreichen. Daher gibt die Methode Auskunft darüber, welches spezifische Werkzeug in welchem Ablauf angewandt wird.

Im Bereich des Projektmanagements ist die Festlegung einer Methode die Basis für die Planung eines Projektes. Sobald ein Projekt durchgeführt wird können einzelne Personen, kleine Gruppen oder Organisationen beteiligt sein. An kleinen Projekten ist es völlig ausreichend mit einfachen Werkzeugen, wie zum Beispiel mit einer „To do-Listen“ zu arbeiten, während bei größeren Projekten kompliziertere Vorgehensweisen, die eine Anwendung von Projektmanagementsoftware oder ausgewählte Prozessmodelle erarbeitet werden können [25].

Bei den Prozessmodellen handelt es sich um vereinfachte Abbildungen von Prozessen einer Organisation bzw. einer Handlung in einer Organisation. Dabei stellen sie die Zusammenhänge der Abläufe von Funktionen und Tätigkeiten dar. Die Prozessmodelle können, je nach Zielstellung in unterschiedliche Detaillierungsgrade sowie unterschiedlichen großen Umfang, abgebildet werden. Durch die Komplexität der Prozesse können meist nicht alle Prozessabläufe in einem Prozessmodell dargestellt werden. Diesbezüglich werden die verschiedenen Prozessmodelle über mehrere Beschreibungsebenen hinweg dargestellt. In einer Übersichtsdarstellung wird mit der Hauptaufgabe begonnen, die dann durch die Detailmodelle

Etappenweise verfeinert wird. Die Vielfalt der Beschreibungsebenen ist dabei vom erstrebten Detaillierungsgrad abhängig. Daraus folgt mit Hilfe von Prozessmodellen eine verständliche und anschauliche Dokumentierung der vorhandenen Prozessabläufe. Die Prozessdarstellungen können während eines Projektes, wie auch während der alltäglichen Anstrengung in einer Organisation für verschiedene Ziele genutzt werden [26]. Zu den weiteren Vorteilen von Prozessmodellen gehören:

- Prozessmodelle mit standardisierten Dokumentationsformen von Prozessabläufen sind Voraussetzung für eine Zertifizierung nach der Norm DIN ISO 9001.
- Prozessmodelle können für die Vermittlungen von Verständnis über Tätigkeiten, Funktionen, Rollen und Schnittstellen behilflich sein. Somit wird eine Transparenz von Prozessabläufen innerhalb und außerhalb der Organisation erschaffen.
- Durch die Darstellung von Prozessabläufen wird ein Ausgangspunkt für weiterführende Handlungen oder Verbesserungen von organisatorischen Abläufen erzeugt.
- Mit Hilfe von speziell entwickelten Softwareprogrammen sind Prozessmodelle Grundlagen für Simulationen oder Optimierungen von geregelten Arbeitsabläufen.
- Die Prozessmodelle können für die Schulung von Nutzern neuer Systeme zur Seite stehen.
- Mögliche Unterstützung bei der Schulung von Nutzen neuer Systeme

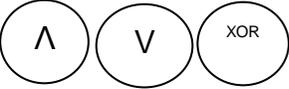
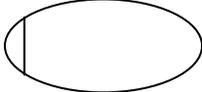
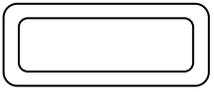
## **4.2 Ereignisgesteuerte Prozessketten nach ARIS**

Eine der Hauptkomponenten der Architektur Integrierter Informationssysteme (ARIS) ist die Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK). Dort beschreibt sie die Steuerungs- bzw. Prozessschicht. Erstmals wurde die EPK von Keller, Nüttgens und Scheer im Jahr 1992 vorgestellt und diese Methode wird vor allem im Bereich des industriellen Geschäftsprozessmanagements eingesetzt [27, S.16].

### **4.2.1 Ereignisgesteuerte Prozesskette**

Bei der Modellierungstechnik Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK), welche bei Prozessmodellen eingesetzt wird, handelt es sich um eine grafisch gerichtete Darstellung, die im Kern der Elemente, Funktionen, Ereignisse, Kontrollflüsse und Konnektoren beinhaltet. Tätigkeiten bzw. Aktivitäten in einem Prozess werden mit dem Element der Funktion dargestellt, daher besitzt das Element der Funktion einen aktiven Charakter. Hingegen beschreiben

Funktionen die Ereignisse der Zustände in einem Prozess und haben daher einen passiven Charakter. Ein Prozessmodell der EPK beschreibt, welche Ereignisse welche Funktion auslösen und welche Ereignisse von welcher Funktion erzeugt werden, daher ist ein EPK- Prozessmodell eine wechselnde Folge von Ereignissen und Funktionen. Mit dem Kontrollfluss werden die Verbindungen zwischen den Elementen der Ereignisse und Funktionen vorgenommen. In der Tabelle 3 werden die Elemente erläutert.

Element	Erläuterung	Symbol
Funktion	Die Funktion beschreibt, was nach einem auslösenden Ereignis gemacht werden soll. In der Beschreibung sollten Verben verwendet werden.	
Ereignis	Ein Ereignis beschreibt einen eingetretenen Systemzustand der zur Folge eine oder mehrere Aktivitäten haben kann. Jeder Prozess beginnt und endet mit einem Ereignis.	
Kontrollfluss	Der Kontrollfluss setzt die Funktionen und Ergebnisse miteinander in Verbindung.	
Verzweigungsstellen	Die 3 verschiedenen logischen Operatoren ermöglichen es Verzweigungen zwischen Ergebnissen und Funktionen einzufügen. ( $\wedge$ = UND) ( $\vee$ = ODER) (XOR= exklusives Oder)	
Organisationseinheit	Beschreibt einen Tätigkeitsbereich, die diesem Bereich zugeordnet sind, ausgeführt wird.	
Organisatorische Stelle	Eine organisatorische Stelle beschreibt einen Tätigkeitsbereich der von einer konkreten Person ausgeführt wird.	
Anwendungssystem	Ein Anwendungssystem ist ein für Softwaresystem, das für einen bestimmte Funktion oder Anwendungsdomäne erstellt wurde.	
Informationsobjekt	Ein Informationsobjekt ist ein Element, das Auskünfte an einer bestimmten Prozessstelle des Datenflusses beschreibt.	
Dokumente	Schriftliche Dokumente, die durch das Unternehmen wandern bzw. in den Betrieb gelangen oder nach Außen gesendet werden.	
Prozesswegweiser	Der Prozesswegweiser (Unterprozess) ermöglicht es einzelne Prozesse miteinander zu verknüpfen	

**Tabelle 3:** Grundlegende Elemente der EPK-Modellierungssprache [27]

Ein Prozessablauf auf einer Prozessebene (Prozess mit einem festen Abstraktionsgrad) kann anhand der Elemente in der Tabelle 3, dargestellt werden. Daher kann die Modellierungstechnik der EPK insgesamt als ein sehr flexibles und universelles Werkzeug zugeordnet werden. Somit ist die EPK weder auf ein konkretes Arbeitsgebiet noch auf einen speziellen Problembereich begrenzt. Hinsichtlich der Darstellungstiefe bzw. –genauigkeit existieren keinerlei Vorschriften, welche die Tätigkeiten bzw. Aktivitäten und die auslösenden eintretenden Ereignisse auf einem beliebigen Abstraktionsniveau darstellen. Um die Modellierungstechnik anwenden zu können, müssen die allgemeinen Regeln der EPK eingehalten werden, sodass keine Unstimmigkeiten der logischen Operatoren entstehen [27, S.106].

### **Allgemeine Regeln**

- Symbole für die EPK können nur die Ereigniselemente, Funktionen, Prozesswegweiser, logische Verknüpfungsoperatoren (UND, ODER, XOR); Organisationseinheiten und Informationsobjekte sein.
- Verknüpfungsoperatoren sind erlaubt, wenn sie mit einem vorausgehenden und einem nachfolgenden Symbol direkt verbunden sind oder indirekt über einen Verknüpfungsoperator und Linien.
- EPKs können nur mit dem Element Ergebnis oder einen Prozesswegweiser beginnen oder enden.
- EPKs müssen mindestens ein Element der Funktion enthalten.
- Alle Elemente müssen mit Linien verbunden sein.
- Das Ereigniselement darf nicht direkt mit einem weiteren Ereigniselement verbunden werden.
- Das Element Funktion darf nicht direkt mit einem weiteren Element Funktion verbunden werden [28, S.19].

Nachstehend ist ein Beispiel einer horizontalen EPK Modellierung mit Abfolgen von Ergebnissen und Funktionen abgebildet. Dies verdeutlicht die Machbarkeitsprüfung eines Auftrags.



**Abbildung 6:** Beispiel eines EPK [28]

## 4.2.2 Vorgangskettendiagramm

Im Rahmen der ARIS-Methodik ist das Vorgangskettendiagramm (VKD) ein Modell zur Darstellung von Geschäftsprozessen in einer Organisation. Der Darstellung eines VKD von Elementen und Beziehungen entsprechen des der erweiterten Ereignisgesteuerten Prozesskette. Die Beziehungen zwischen Ereignissen, Funktionen und Konnektoren werden als strukturbildende Beziehungen bezeichnet, da sie die Ablaufstruktur in einer Organisation beschreiben. Während die Beziehungen von Funktionen zu weiteren Elementen als nicht strukturbildende Beziehungen bezeichnet werden, da sie keinerlei funktionale Ablaufstruktur noch die Ablaufstruktur einer Organisation darstellen [29, S.73]. Um die VKD anwenden zu können, muss folgende Regelung beachtet werden:

### Regeln der VKD

- In den VKD-Spalten dürfen nur bestimmte Elemente verwendet werden
- In einem VKD können die Verknüpfungssymbole in der Ereignis und Funktionsspalte platziert werden
- Spalten im VKD sind frei definierbar, d.h., Spalten können umbenannt, hinzugefügt, gelöscht und ihre Breite verschoben werden.
- Die Ereigniselemente und Funktionen dienen zur Darstellung vom zeitlich-logischen Prozessablauf.
- Ereignisse stoßen Funktionen an und die Funktionen erzeugen Ereignisse. Somit entsteht eine Prozesskette die mit Kontrollflüsse verbunden ist.

Durch die spaltenweise Sortierung der Elemente und der freien Platzierung der Elemente können die Sachverhalte in einem VKD ergänzt und dargestellt werden. In der Abbildung 7 ist ein Beispiel des Vorgangskettendiagramms mit EPK- Elemente dargestellt [30].

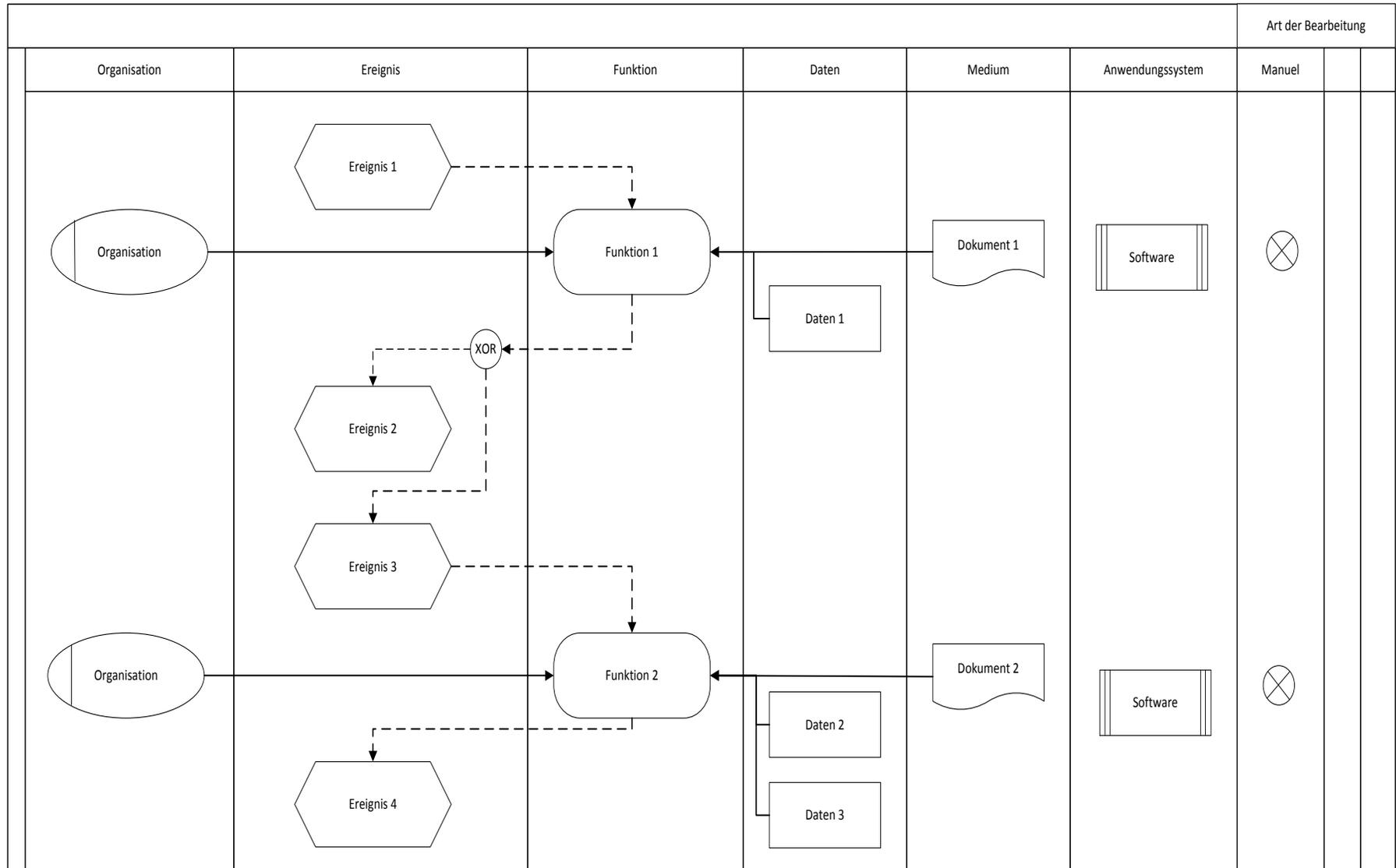
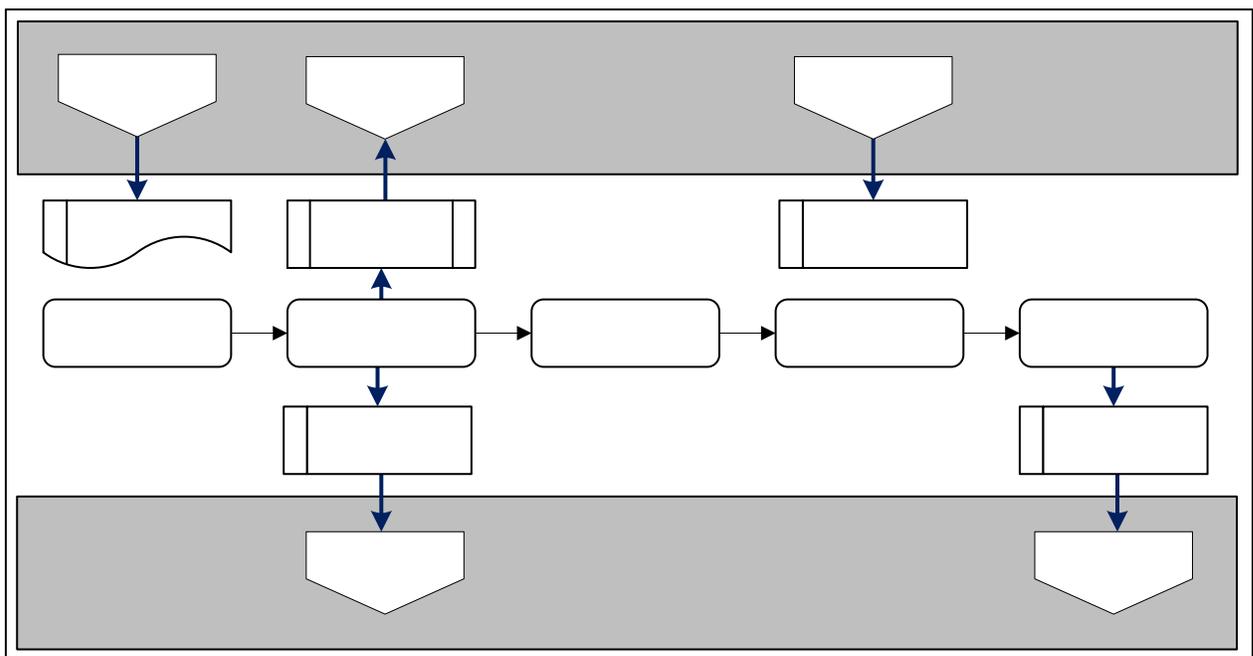


Abbildung 7: Vorgangskettendiagramm [30]

### 4.3 Wertschöpfungskettendiagramm und Blockpfeilsysteme

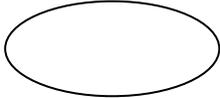
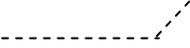
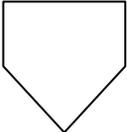
Ein Wertschöpfungskettendiagramm (WKD), das auch als Prozesslandkarte oder Prozessarchitekturmodell bezeichnet wird, werden alle Prozessschritte eines Unternehmens oder Unternehmensbereiches und einschließlich dessen Schnittstellen dargestellt. Diesbezüglich ermöglicht das WKD eine übergeordnete Sicht (Metaebene) auf die Prozessschritte [31, S.54].

Die Methode des WKDs dient auch der groben Darstellung der einzelnen Prozessschritte auf einem hohen Abstraktionsniveau und zeigt größere Zusammenhänge der Prozesse auf einem Blick. Verwendung findet das WKD, wenn für einen Prozess eine Übersicht bzw. eine Ablauforganisation erarbeitet und dokumentiert werden soll. Der Untersuchungsbericht für die prozessbezogene Übersicht kann anschließend für die detaillierte Modellierung abgegrenzt, Schnittstellen ermittelt und Zusammenhänge sowie Wechselwirkung zwischen einzelnen Prozessen analysiert werden. Abbildung 8 zeigt ein Beispiel der Darstellung eines WKD.



**Abbildung 8:** Darstellung eines Wertschöpfungskettendiagramms [31]

Für eine Ausarbeitung einer Prozesslandkarte erfordert es einen gesamten Überblick über sämtliche Prozesse eines Betriebs oder einer Abteilung. Daher können für die Modellierung eines Wertschöpfungsdiagramms folgende Symbole verwendet werden:

Bezeichnung	Beschreibung	Symbol
Funktionen	Durch eine Funktion (Tätigkeit) wird an einem Objekt eine Transformation eines bestimmten Inputs zu einem Output durchgeführt	
Organisationseinheit	Die Organisationseinheit gibt an, welcher Aufgabenträger oder welche Rolle Funktion übernimmt. Dadurch erfolgt die Klärung von Zuständigkeiten in einem Prozess.	
Konnektoren	Exklusive-Oder-Verzweigung: Nur einer der vorhandenen Prozesse kann eintreten.	
	Oder-Verzweigung: Einer, mehrere oder alle vorhandenen Teilprozesse können eintreten.	
	Und-Verzweigung: alle vorhandenen Teilprozesse müssen eintreten, damit der nächste Schritt aktiviert wird	
Flusslinie	Zeigt die Prozessrichtung	
Datenfluss	Zeigt die Richtung der Informationsdaten z.B. elektronisch oder auf Papier	
Verbinder für die Organisationseinheit	Zeigt die Verbindung des Elements für die Organisationseinheit	
Informationsobjekt	Ein Informationsobjekt ist ein Element des Datenflusses (z.B. Kundendaten, Adressdaten)	
Dokument in Papierform	z.B. in Papierform vorliegende Liste (Berichte, Auftrag, etc.)	
Elektronisches Dokument	Beispiel: elektronisches Dokument (pdf, word, excel, etc.)	
Teilprozess	Das Symbol wird als Verweis auf einen an anderer Stelle dokumentierten Teilprozess genutzt. Das Symbol sollte mit der entsprechenden Seitenzahl oder mit dem Teilmodelnamen gekennzeichnet sein.	

**Tabelle 4:** Grundelemente des Wertschöpfungsdiagramms [31]

Für die externen Prozessschnittstellen wie z.B. Lieferanten oder Kunden sind bei der Anfertigung des Wertschöpfungsdiagramms die einzelnen Prozesse zu erfassen. Sinnvoll ist es, bei dieser hohen Abstraktionsebene übergreifende Informationsobjekte wie z.B. Papierstränge oder Datensätze an den internen und externen Schnittstellen darzustellen. Um diese ordnungsgemäß anwenden zu können, müssen folgende Regeln beachtet werden:

- Auf der obersten Ebene werden in der Prozesslandkarte die Hauptprozesse dargestellt
- Gleichzeitig werden die Hauptprozesse den thematischen Bereichen Führungs-, Kern- und Unterstützungsprozesse zugeordnet
- Jeder Hauptprozess setzt sich aus Teilprozessen zusammen
- Jeder Teilprozess setzt sich aus Detailprozessen zusammen, welche hier nur benannt wird
- Jedes einzelne Element muss verbunden werden, um eine genau Zuordnung und Prozessrichtung darstellen zu können [37, S.30].

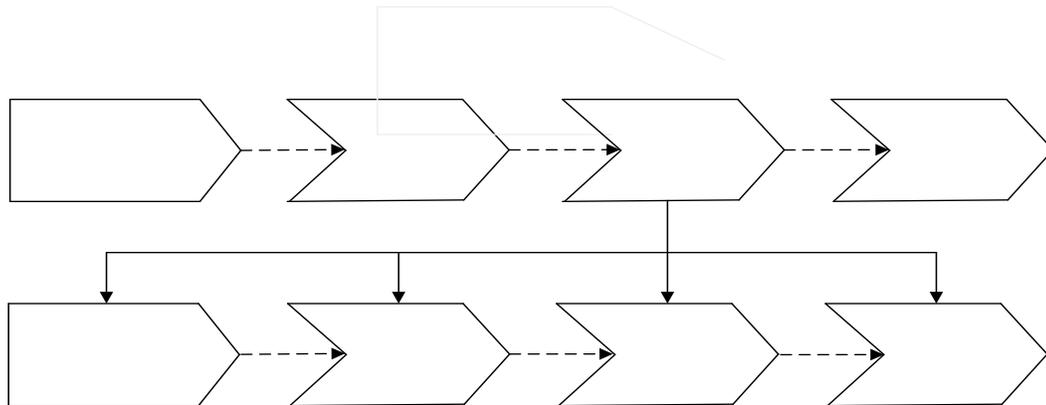
Oftmals entdeckt man eine Darstellungsform in Blockpfeilen, nichtsdestotrotz sind beide Darstellungsalternativen im Unternehmen üblich [31, S.54].

Ein Pfeilsystem für das Funktionselement, dass nach ARIS verwendet wird ist in zwei Varianten dargestellt: die Startfunktion bzw. Folgefunktion. Die gestrichelten Pfeile verweisen auf die Folgefunktion, die sich auf der gleichen Abstraktionsebene befinden. Die durchgezogenen Pfeile verweisen auf Funktionen eines parallelen Prozesses, die im selben Moment bearbeitet werden könnten. Die folgende Tabelle 5 zeigt die Symbole der WKD nach ARIS [32, S.169].

Bezeichnung	Beschreibung	Symbol
Startfunktion	Beschreibung einer Funktion, welche eine Prozesskette auf hohem Abstraktionsniveau initiiert	
Funktion	Beschreibung einer auf vorangehende Funktion folgende Funktion auf hohem Abstraktionsniveau	
Nachfolger	Kontrollfluss für Nachfolger Verknüpft aufeinanderfolgende Funktionen	
Parallel- Prozess	Kontrollfluss paralleler Funktionen verknüpft parallel ablaufende Teilfunktionen einer übergeordneten Hauptfunktion	

**Tabelle 5:** Wertschöpfungskettendiagramm mit Blockpfeilen [32]

In großen Unternehmen und Organisationseinheiten sind mehrstufige hierarchische Vereinfachungen der Modelle zwingend notwendig. Um die Arbeitsprozesse und Schnittstellen besser darstellen zu können, ist es sinnvoll, die Wertschöpfungsdiagramme auf Stufenebene zu verfeinern. Abbildung 9 zeigt ein Beispiel der Prozessdarstellung der zweiten Variante des Wertstromkettendiagramms mithilfe von Blockpfeilsystemen [32, S.170].



**Abbildung 9:** Wertstromkettendiagramm mit Blockpfeilen [32]

#### 4.4 Mind-Map

Erfinder der Mind-Map ist der im Jahr 1974 englische Denkforscher Toni Buza. Mind-Map ist eine einfache Methode zur Visualisierung und Einschließung selbst komplexer Zusammenhänge ist das Mind-Mapping. Die Methode lässt sich jederzeit mit einfachen Mitteln umsetzen. Sie ist schnell erlernbar und kommt mit wenigen Regeln aus. Als ein Qualitätswerkzeug ist die Mind Map universell einsetzbar wie z.B. bei:

- Planungen
- Ideenfindungen
- Erarbeitung und Darstellung von Prozessen
- komplexen Inhalten,
- Erstellung von Maßnahmeplänen und Analysen
- schnellen Protokollieren von Ergebnissen
- Präsentation umfassender Inhalte.

Bei der Mind-Map sind die dazugehörigen Elemente durch Linien verbunden, die zusätzlich mit Bildern und Farben hinterlegt sind. Gleichzeitig bildet dieser Aufbau der Methode die Funktionsweise unseres Gehirnes ab. Die Informationen werden hierarchisch strukturiert zu

einem zentralen Thema zugeordnet. Für Probleme von Arbeitsabläufen in einem Unternehmen ist das Mind Map Prinzip ideal geeignet. Hinzu folgt das beim Mind-Map an jeder Stelle die dazugehörigen Elemente ergänzt werden können, um neue Erkenntnisse und Gedanken an den passenden Punkten einzufügen und bereits mit bestehenden Inhalten in Verbindung zu setzen. Die Methode eignet sich gut für Arbeitsbereiche, in denen ständig mit neuen Vorschriften, Standards und Erkenntnissen konfrontiert wird. Beim Erstellen von Mind-Maps konzentriert man sich auf die Schlüsselwörter, dadurch sparen wir zwischen 50 und 90 Prozent an Zeitaufwand, im Vergleich zu Fließtexten. Abbildung 10 zeigt das Beispiel eines Mind-Mappings mit seinen Vorteilen.

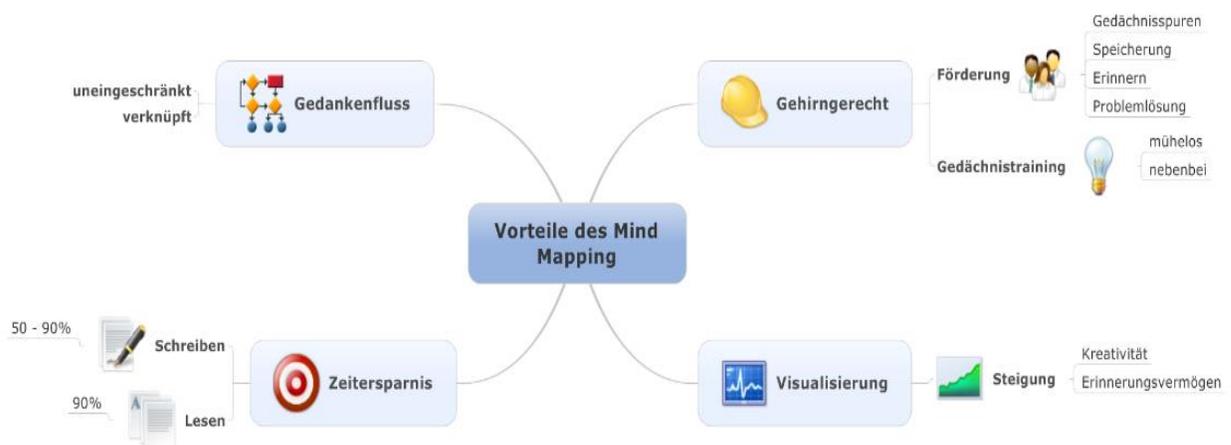


Abbildung 10: Vorteile des Mind Mapping [33]

Um die vorherigen erläuterten Effekte dieser Methode nutzen zu können, sollten bei der Erstellung von Mind-Maps die Grundsätze und Regeln beachtet werden:

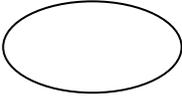
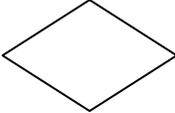
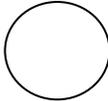
- Verwendung von unliniertem Papier, um den Gedankenfluss und kreative Freiheit nicht zu begrenzen.
- Papier in Querformat legen, mehr Platz für die Linienanordnung.
- Beginnen mit dem zentralen Thema in der Mitte des Zeichenblattes. Zentrales Thema wird eingekreist.
- Ausgehend von der Mitte werden die Linien für die Hauptüberschriften gezeichnet. Beginnend von der Zentrale werden die Linien dick und im Laufe zum Ende schmäler gezeichnet.
- Die Länge der Linie sollte der Wortlänge übereinstimmen.

- Möglichst nur ein Wort als Schlüsselwort verwenden. Wörter werden immer kleiner, je weiter weg von Zentrale.
- Verwendung von Grafiken und Symbolen zur Vereinfachung des Themengebietes.  
[33, S.9-13]

## 4.5 Prozess-Mapping und Flussdiagramme

Das Prozess Mapping ist ein wesentliches Werkzeug, um besser von Prozessschritten in einem Unternehmen besser verstehen zu können. Gewöhnlich sind viele Personen, Gruppen und Abteilungen innerhalb sowie außerhalb des Unternehmens an Prozessabläufen beteiligt. Die beteiligten Gruppen in einem Prozess haben ihre eigenen Aspekte und Interessen. Daher können sich die Beteiligten unterstützen, ergänzen, widersprechen oder sich gegenseitig aufhalten und sich sogar selbst ausschließen. Während für die Beteiligten ein einzelner Prozessablauf noch übersichtlich und deutlich ist, können die übergeordneten Gegebenheiten der Prozesse, wie z.B. eine Abhängigkeit, durchaus komplex und unübersichtlich werden. Durch simplifizierte Sichten fördert das Mapping die Diskussionen komplexer Sachverhalte im Prozessablauf. Statt intensiver Diskussionen im Prozessablauf wird die Aufmerksamkeit auf die wichtigsten Prozesspunkte im Prozessablauf gelenkt. Das Mapping stellt eine klare Visualisierung des Umfangs und der Komplexität des betrachteten Prozesses [34, S161-166].

Eine grafische Prozessdarstellung bietet die Nutzung von Flussdiagrammen, wobei Fließtexte, tabellarische oder andere grafische Darstellungsmöglichkeiten angewendet werden können. Das prozessorientierte Denken wird durch Flussdiagramme unterstützt, da ein logischer Prozessablauf in voller Länge durch ihre Form erfasst werden kann. Diesbezüglich können komplexe Aufgaben vereinfacht und dargestellt werden. Bei der Erstellung eines Flussdiagramms werden die Prozessschritte Tätigkeiten, Entscheidung und Schnittstellen genau definiert. Folglich werden mit Hilfe von Symbolelementen die richtige Reihenfolge und Ergänzung eines Flussdiagramms mit Verantwortlichkeit, erforderlichen Dokumente und Aufzeichnungen sowie Bemerkungen erfasst [33, S.86]. Tabelle 6 fasst die Symbole zur Erstellung von Flussdiagrammen zusammen.

Bezeichnung	Beschreibung	Symbol
Anfang oder Ende	Auslöser und Beginn bzw. Ende des Prozesses	
Tätigkeit	Eigentlicher Prozessschritt im Sinne einer einzelnen Arbeitstätigkeit	
Entscheidung	Verzweigung, Bedienung oder Entscheidung sollte durch einen Verantwortlichen getroffen werden, oder sich aus einer logischen Verzweigung ergeben. Entscheidungskriterien müssen hinterlegt werden	
Schnittstelle	Übergang von einem zum nächsten Prozess. Kann auch am Prozessende stehen und Auslöser für den nächsten Prozess sein	
Übergang	Zusammenführung oder Verbindungssymbol von einer Seite zur nächsten.	
Schriftstück	Ausdruck, Daten auf Schriftstück, Dokumente oder Nachweis	
Richtungspfeil	Zeigt die Zielrichtung des nächsten Schrittes und ob der Prozessschritt korrekt oder nicht korrekt ist sowie	

**Tabelle 6:** Symbole zur Erstellung von Flussdiagrammen [33]

Zur Erstellung eines Flussdiagramms sollten die Symbole angewendet werden und folgende Regeln beachtet werden:

- Jeder Prozess benötigt einen Anfang und ein Ende.
- Detaillierungsgrad richtet sich nach der Komplexität des Prozesses.
- Vermeidung von zu detaillierten Darstellungen, da eine Übersicht von dem wichtigsten Prozessschritten veranschaulicht wird.
- Flussdiagramme nicht länger als zwei DIN-A4
- Zuweisung von Verantwortung und Dokumente oder Aufzeichnung an jedem Prozessschritt.

- Wegweiser und Verbindung von Symbolen mit Hilfe von Pfeilen. Ja-Pfeile nach unten führen und Nein-Pfeile nach rechts darstellen [34, S.165-166].

Einzubeziehen sind bei der Prozessbeschreibung unter anderem die sachliche und zeitliche Prozessfolge, Prozessidentifizierung, Zeitdauer und Kosten [35]. Darüber hinaus sollten in einer Prozessbeschreibung folgende Punkte erfasst werden: die Prozessbezeichnung, die Prozessart, die Prozessverantwortlichen, die Ziele, die Ressourcen, die Festlegungen zum Prozess, die Messung am Prozess, die Schwachstellen und die Verbesserungsmöglichkeiten. Tabelle 7 eine Beispielvorgabe der Prozessbeschreibung dar [33, S.88]:

<b>Prozessbeschreibung</b>		
Prozessbezeichnung		Name des Prozesses
Prozessart		Führungsprozess, Kernprozess, Wertschöpfungsprozess, Haupt- oder Teilprozess
Prozessverantwortlicher		Benannter Koordinator (nur einer; bei Schlüsselprozessen Leitungsmitglieder; nicht mit Namen, sondern mit Position benennen)
Ziele		z.B. Kundenzufriedenheit
Eingaben	Anstoß	Beginn des Prozesses, wodurch wird er ausgelöst
	Prozesslieferant/en	Wer ist Lieferant der Eingaben, intern/extern?
	Input	Grundlagen, z.B. Forderungen aus Regelwerken, Inputs aus anderen Prozesse
→ <b>Prozessablauf</b> →		
Ergebnisse	Prozesskunde/n	Wer ist Empfänger des Ergebnisses, intern/extern?
	Output	Ende des Prozesses, wann ist der Prozess abgeschlossen, wann ist das Ziel erreicht, was ist das Endprodukt bzw. die letzte Tätigkeit, welche Ausgangsdokumente und Abnahmekriterien gibt es?
Ressourcen/Personal		Personal, Einrichtung, Anlagen, Technologie, Methoden
Festlegung zum Prozess		Interne Regelungen, Vereinbarungen für Verbesserungen, mitgeltende Dokumente, Nachweise, zu führende Dokumentation
Messung am Prozess		Erreiche ich meine Ziele, woran kann ich erkennen, ob der Kunde dieses Prozesses zufrieden ist, welches sind Kriterien und Erfolgsfaktoren zur Zielerreichung, wie oft und wann müssen welche Messungen durchgeführt werden?
Schwachstellen		Welche Probleme und Folgen, Änderungen und Risiken können ermittelt und beschrieben werden?
Verbindungsmöglichkeiten		Wenn möglich schon im Verlauf der Prozessbeschreibung benennen

**Tabelle 7:** Vorlage für Prozessbeschreibung [33]

Prozessablauf					
Zuständigkeit			Prozessbezeichnung	Dokumente Aufzeichnungen	Kriterien Zeitschiene
V	D	I			
TL			<pre> graph TD     Start([Start]) --&gt; T1[Tätigkeit]     T1 --&gt; T2[Tätigkeit]     T2 --&gt; T3[Tätigkeit]     T3 --&gt; Ent{Entscheidung}     Ent -- Nein --&gt; T2     Ent -- Ja --&gt; T4[Tätigkeit]     T4 --&gt; Ende([Ende]) </pre>	←Informations- mappe  ←Checkliste 01  ← Checkliste 02  →Checkliste 01 →Checkliste 02  →Veränderung- smeldung	Umfassender Informations- austausch  Vollständige Klärungen  Unterlagen Checklisten vollständig? Bei unklarer Sachlage Entscheidung durch Vorgesetzten  Termineinhaltung und Terminbestätigung
		MA			
				MA	
				MA	
				MA	
Legende			V= Verantwortung, D= Durchführung, I = Information, TL= Teamleiter, MA = Mitarbeiter		

Abbildung 11: Prozessablauf mit Flussdiagramm [33]

## 4.6 Methodenvergleich

Eine Entscheidung für eine Modellierungsmethode in einem Unternehmen fesselt einen für einen längeren Zeitraum. Möglich wäre ein Wechsel in eine andere Modellierungsmethode, jedoch verursachen dieses Kosten und weitere Anstrengungen. Die Entscheidung einer geeigneten Methode erfolgt in der Regel unternehmensintern oder fallbezogen abgeklärt. Häufig genutzte Methoden im Unternehmen sind z.B. EPK, WKD. und Flussdiagramme. In Unternehmen werden meist parallel mehrere Methoden für unterschiedliche Zielgruppen und Anwendungsfälle angewandt. Der Methodenvergleich wird in der Tabelle 8 mit der Gegenüberstellung einzelner Eigenschaften dargestellt. Zu den Eigenschaften zählen unter anderem die Hauptzielgruppe, die Modellierungstiefe, die Standardisierung der Notation, die Verbreitung im Unternehmen, die Verfügbarkeit von spezieller Modellierungssoftware, die Komplexität der Notation und der Schulungsbedarf. Weitere Kriterien können nach Bedarf im Unternehmen zur Erarbeitung und zum Vergleich von Methoden definiert werden. Tabelle 8 zeigt ein Beispiel von Merkmalkriterien des Methodenvergleichs [32, S.100].

<b>Kriterien</b> \ <b>Methode</b>	<b>Methode 1</b>	<b>Methode 2</b>	<b>Methode 3</b>	<b>Methode 4</b>
Zielgruppe	Fachabteilung	Management	Projektmanagement	Fachabteilung
Modellierungstiefe	Detailliert	Grob	Detailliert	Detailliert
Standardisierung	Nein	Nein	Nein	Nein
Verbreitung	National	International	National	National
Software	Ja	Ja	Ja	Ja
Komplexität	Hoch	Sehr gering	Sehr gering	hoch
Schulungsbedarf	Hoch	Minimal	Minimal	Hoch

**Tabelle 8:** Merkmale ausgewählter Modellierungsmethoden mit Beispielen [32]

## 5 Darstellung von Prozessmethoden an der TR 8

In diesem Kapitel werden die im Kapitel 4 beschriebene Prozessdarstellungen und der Methodenvergleich an der Fördergesellschaft Windenergie erstellten Technischen Richtlinie, Teil 8, Abschnitt 4.1.2, „*Beantragung und Einleitung eines Zertifizierungsverfahrens*“ angewendet und erläutert (FGW TR8).

### 5.1 Darstellung der TR 8 anhand von Ereignisgesteuerte Prozesskette

In diesem Abschnitt wird die erstellte FGW TR8 anhand der im Kapitel 4 beschriebenen EPK beschrieben und dargestellt.

Zunächst ist eine Gesamtdarstellung sowie eine gesamte Übersicht der „*Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens*“ hilfreich, sodass die wichtigsten Prozessschritte auf einem Blick klar erkennbar sind. Die Gesamtdarstellung der Beantragung und Einleitung eines Zertifizierungsverfahrens kann anhand der EPK-Modellierungstechnik im Anhang A entnommen werden. Die Gesamtübersicht wird vertikal von oben nach unten in Pfeilrichtung gelesen. Beginnend mit dem Hauptereignis das Einleiten und Beantragen der Zertifizierung erfolgt die eine Funktion, welche das Prüfen der Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens ist. Im nächsten Prozessschritt entstehen drei Ereignisse gleichzeitig. Einmal die Prüfung der Voraussetzungen des Zertifizierungsverfahrens, die bewertungsrelevanten Unterlagen und die Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz. Die drei Ereignisse sind mit dem logischen Operator „UND“ verknüpft, sodass alle drei Ereignisse zeitgleich von einen oder mehreren Mitarbeiter im Unternehmen ausgeführt werden müssen. Ein Teilabschnitt der gesamten Übersicht der EPK-Ereignisse kann in der Abbildung 12 entnommen werden.

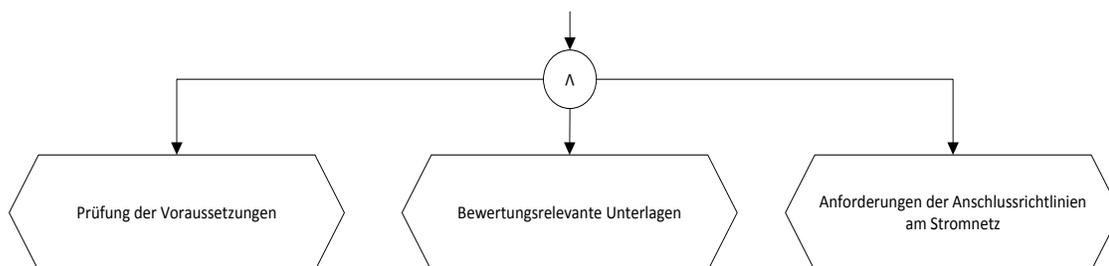
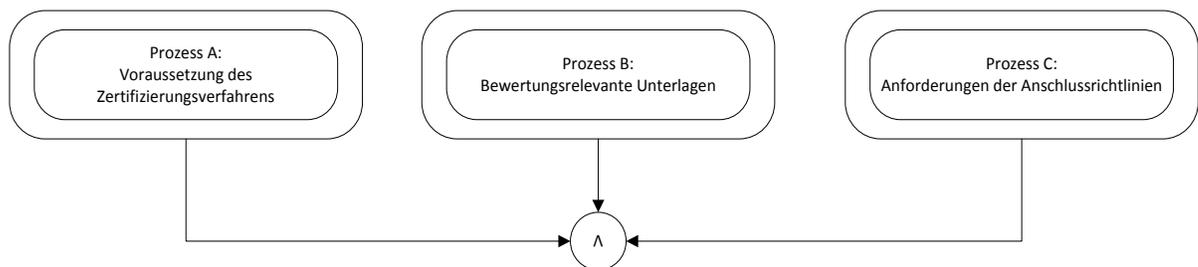


Abbildung 12: EPK-Ereignisse

Um die Gesamtdarstellung so gering wie möglich mit unterschiedlichen Symbolen der EPK zu halten, sind die drei zeitgleichen Ereignisse als Prozesswegweiser definiert, da sie einen hohen Detaillierungsgrad an Prozessschritten beinhalten und zu einer Unübersichtlichkeit der Gesamtdarstellung der Ereignisse führen werden. Die Prozessdarstellung des Prozesswegweisers von „Prozess A“: Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens, „Prozess B“: Bewertungsrelevante Unterlagen und „Prozess C“: Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz können den Anhängen A.1, A.2 und A.3 entnommen werden. Abbildung 13 stellt ein Teilabschnitt der gesamten Übersicht der EPK-Teilprozesse dar. Mit Abschluss der jeweiligen Teilprozesse werden die drei Prozesswegweiser durch einen logischen Operator „UND“ zusammengeführt und es entsteht ein neues Ereignis, welches die Prüfungen der Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens abschließt.



**Abbildung 13:** EPK-Teilprozesse

Somit kann der nächste Prozessschritt erfolgen, welcher das Ausfüllen des Zertifizierungsantrags vom Messinstitut unter Benennung des verantwortlichen Mitarbeiters ermöglicht. Die Dokumente sind in Schriftform und wandern durch das Unternehmen bzw. im Betrieb oder werden nach Außen gesendet. Während des Ausfüllens der Dokumente werden die Anforderungen des Messinstituts akzeptiert und der verantwortliche Mitarbeiter muss eindeutig auf dem Deckblatt ausgewiesen werden. Diese Informationen werden mittels des Symbols des Informationsobjekts dargestellt und mit einem Funktionselement ausfüllen des Zertifizierungsverfahrens vom Messinstitut sowie Benennung des verantwortlichen Mitarbeiters in Verbindung gesetzt wird. Schließlich wird das Zertifizierungsverfahren eingeleitet, welches zur Beendigung des Einleitungs- bzw. Beantragungsvorgangs des Zertifizierungsverfahrens führt.

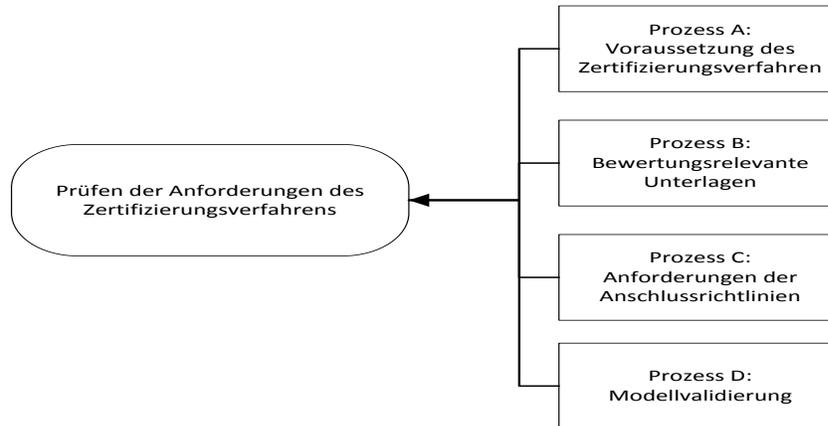
## 5.2 Darstellung der TR 8 anhand von Vorgangskettendiagramm

Das Vorgangskettendiagramm (VKD) verfügt über dieselben Elemente und Symbole wie die des Abschnitts 4.1 beschriebenen EPK-Modells. Eine ausführliche Darstellung des Abschnitts 4.1.2 der FGW TR8 ist mittels des VKD-Modells dem Anhang B zu entnehmen.

Zu Beginn sind in der Übersichtsdarstellung des VKD-Modells, der Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens, die wichtigsten Merkmale spaltenweise aufgeteilt. Diese sind für die Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens:

- Organisation
- Ereignis
- Funktion
- Daten
- Medium
- Anwendungssystem und
- Art der Bearbeitung

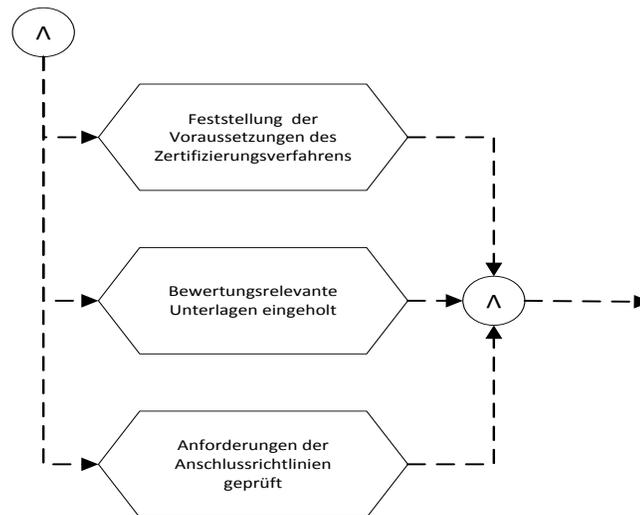
Das VKD-Modell des Abschnitts 4.1.2 der FGW TR8 beginnt mit einem Ereigniselement der Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens. In der Spalte „Ereignis“ wird in der gestrichelten Pfeilrichtung gelesen, welches zur Funktion führt. Im zweiten Prozessschritt, werden die Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens geprüft. Das Prüfen der geforderten Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens erfolgt durch den Hersteller der Abteilung „Grid Connection & Modelling“, die in der Organisationsspalte dargestellt ist und mit einem durchgezogenem Richtungspfeil zur Funktionsdarstellung zugeordnet ist. Die Teilprozesse sind wie folgt definiert: „Prozess A“: Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens, „Prozess B“: Bewertungsrelevante Unterlagen, „Prozess C“: Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz und „Prozess D“: Modellvalidierung sind in der Spalte „Daten“ dargestellt. Alle Prozesse sind in Pfeilrichtung der ersten Funktionsdarstellung zugeordnet, da im selben Prozessschritt zur Prüfung der Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens die Teilprozesse dienen. Ein kleiner Abschnitt der Gesamtübersicht der Teilprozesse eines VKDs ist in Abbildung 14 zu sehen.



**Abbildung 14:** VKD-Teilprozesse

Zur Prüfung der Anforderung des Zertifizierungsverfahrens werden verschiedene Medien genutzt, welche in der Spalte „Medien“ eingetragen sind. Die Dokumente der BDEW MSR 2008, FGW TR3 und SDLWindV können sowohl in schriftlicher als auch in elektronischer Form vorkommen, welche entweder als Dokumentensymbole dargestellt werden können oder in Pfeilrichtung des Funktionselementes „Prüfen der Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens“ zugeordnet werden können. Bei der Darstellung des „Teilprozesses D“: Modellvalidierung ist eine Zuordnung mit der Spalte „Anwendungssystem“ vorhanden.

Die Modellvalidierung kann lediglich durch Anwendungssysteme durchgeführt werden. Beispiele für Anwendungssysteme bei der Modellvalidierung sind MATLAB/Simulink, PSCAD und DigSILENT PowerFactory. All diese drei Anwendungssysteme sind Programmiersprachen, die zur Erstellung von EZE-Modellen dienen. Nach der ersten Funktionsdarstellung „Prüfen der Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens“ erfolgen drei zeitgleiche Ereignisse: Feststellung der Voraussetzungen des Zertifizierungsverfahrens, bewertungsrelevante Unterlagen eingeholt und Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz. Die drei weiteren Ereignisse konvergieren in einen logischen Operator „UND“ und sind durch einen gestrichelten Richtungspfeil zugeordnet. Die Abbildung 15 verdeutlicht die Ereignisse der Gesamtübersicht eines VKDs.



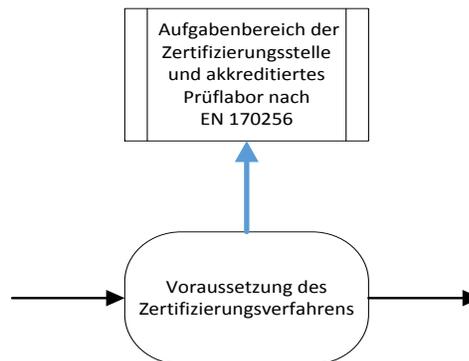
**Abbildung 15:** VKD-Ereignisse

Der gestrichelte Richtungspfeil führt weiter zur zweiten Funktionsdarstellung dem „Ausfüllen des Zertifizierungsantrages vom Messinstitut und Benennung des verantwortlichen Mitarbeiters.“ Die Funktionsdarstellung ist durch eine durchlaufene Pfeillinie mit dem Spalt „Organisation“ verbunden, da die Abteilung „Grid Connection & Modeling“ die Tätigkeit ausführt und diese durch das Anwendungssystem „Outlook“, welches ebenfalls der Funktionsdarstellung zugeordnet ist versendet. Außerdem werden die Dokumente „DNV-GL Antrag auf Zertifizierung“ und „FGW Erklärung und Benennung zu verantwortlichen Mitarbeiter“, welche sich in dem Spalt „Medium“ befinden ebenfalls mit „Outlook“ versendet. In der letzten Prozessdarstellung, dem Ereignis der „Abgabe der relevanten Unterlagen des Zertifizierungsverfahrens“ ist das Verfahren beendet.

### 5.3 Darstellung der TR 8 anhand von Wertschöpfungskettendiagramm

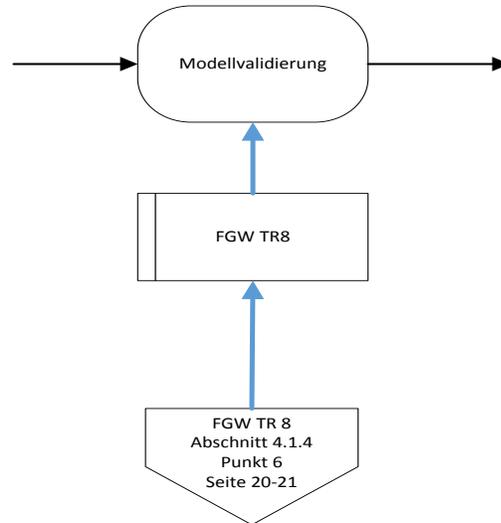
In diesem Abschnitt geht es um die Darstellung der FGW TR8 Abschnitt 4.1.2 anhand des Wertstromkettendiagramms (WKD). Gelesen wird das WKD nicht wie das EPK- oder VKD-Modell in vertikaler Richtung, sondern in horizontale Richtung, beginnend mit der Hauptebene. Eine Gesamtübersicht des WKD-Modells der FGW TR8 Abschnitt 4.1.2 „Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens“ ist im Anhang C dargestellt. Hierbei wird die Gesamtdarstellung in einer Hauptebene und in zwei Teilprozessebenen aufgegliedert. Alle Symbole der Funktionsdarstellungen in der Hauptebene sind durch schwarz-dünne horizontale Flusslinien verbunden, welche die Richtung des gesamten Prozesses darstellen. Die vertikalen

blau-dicken Datenflusslinien zeigen die Richtungen der Informationsdaten der jeweiligen einzelnen Prozessschritte. Begonnen wird im ersten Prozessschritt mit der Funktionsdarstellung: „*Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens*“, welches zur zweiten Funktionsdarstellung in der Hauptebene führt. Im zweiten Prozessschritt der Funktionsdarstellung „*Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens*“ ist ein Informationsobjekt mit dem Datenfluss zugeordnet, welches besagt, dass der Aufgabenbereich der Zertifizierungsstelle entspricht und nach der DIN Norm EN 170256, ein akkreditierte Prüflabor ist. Die Abbildung 16 zeigt einen Teilabschnitt der Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens der Gesamtdarstellung.



**Abbildung 16:** WKD-Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens

Im weiteren Prozessschritt der „*Bewertungsrelevanten Unterlagen*“ sind zwei Informationsobjekte die „*Typprüfung*“ und „*Nachweis bzw. Anforderung zum EZE-Modell*“ der Funktion zugeordnet, welche zum Teilprozess der FGW TR3 und FGW TR4, Kapitel 3 und 4 führen. Folgend nach der „*Bewertungsrelevante Unterlagen*“ Funktionsdarstellung werden die Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz geprüft, welche die in den elektronischen Dokumenten der MRS 2008, der SDLWindV und der FGW TR8 im Abschnitt 4.1.2 entnommen werden können. Sind alle Anforderungen des Zertifizierungsverfahrens erfüllt, so kann der Prozess der Modellvalidierung beginnen. Die Anforderungen der Modellvalidierung können im elektronischen Dokument der FGW TR8, Abschnitt 4.1.4, Punkt 6 entnommen werden. Die Modellvalidierung ist in der Übersichtsdarstellung als Teilprozess in der zweiten Ebene dargestellt, da viele notwendige Prozessschritte der Modellvalidierung durchlaufen werden müssen. In der Abbildung 17 wird nur der Ablauf der Modellvalidierung angezeigt.



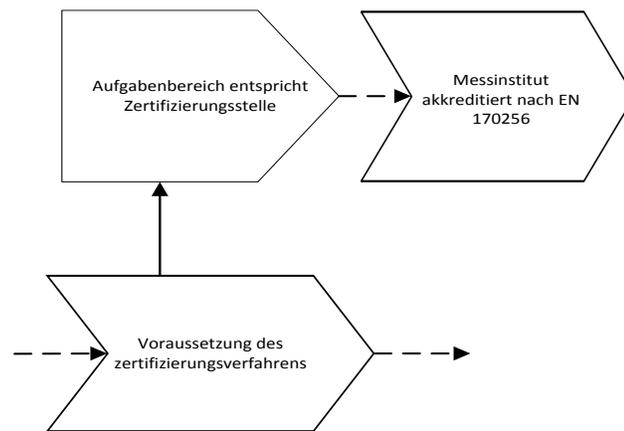
**Abbildung 17:** WKD-Modellvalidierung

Ferner erfolgt das Funktionselement „*Ausfüllen des Zertifizierungsantrags*“, welches mit zwei Dokumentensymbolen: „*Antrag auf Zertifizierung*“ und „*Erklärung und Benennung des verantwortlichen Mitarbeiter*“ verknüpft ist. Die Dokumente sind von der DNV GL (Messinstitut) und der FGW zur Verfügung gestellt und können auf deren Webseite heruntergeladen werden. Zudem sind beide Dokumentensymbole zu einem weiteren Teilprozess zugewiesen, da die Ausführung separat abläuft. Im letzten Prozessschritt ist die Abgabe von allen geforderten Bedingungen und Dokumenten an das Messinstitut dargestellt. Mit der Abgabe aller bewertungsrelevanten Unterlagen am Messinstitut ist das Beantragen und Einleiten des Zertifizierungsverfahrens beendet.

#### **5.4 Darstellung der TR 8 anhand von Blockpfeilsysteme**

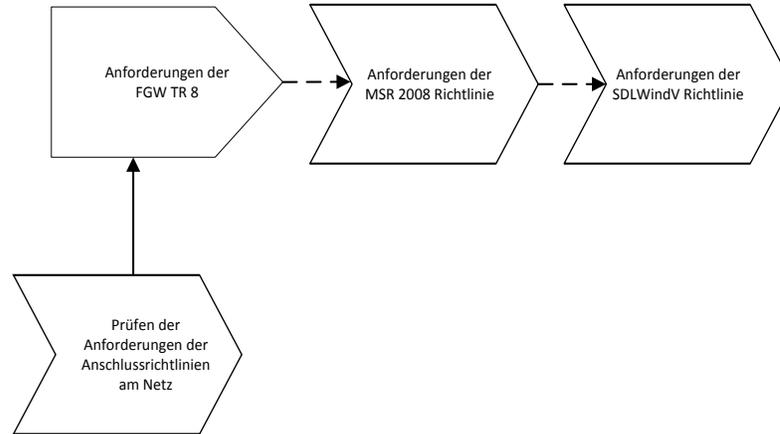
Wie beim WKD wird die Darstellung der TR8 Abschnitt 4.1.2 mit Blockpfeilsystemen in der horizontalen Richtung, beginnend mit der Hauptebene, gelesen. Die Darstellung anhand des Blockpfeilsystems des FGW TR8 „*Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens*“ kann im Anhang D angesehen werden. In der Hauptebene ist der Hauptprozess des Zertifizierungsverfahrens der TR8 mit Blockpfeilen dargestellt und mit gestrichelten Richtungspfeilen, welche die Prozessrichtung angibt, zugeordnet. Zudem ist die Gesamtdarstellung des Zertifizierungsprozesses in zwei Ebenen unterteilt. Die Hauptebene ist der Kernprozess der TR8 „*Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens*“ und in den darüber bzw. darunter liegenden Ebenen sind die Teilprozesse des Zertifizierungsverfahrens dargestellt. Zugeordnet

werden die Teilprozessdarstellungen des Kernprozesses der ersten Ebene mit einem durchgezogenen Richtungspfeil. Begonnen wird im erste Prozessschritt der Hauptebene mit einem Startfunktionssymbol „*Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens*“, welche zur zweiten Prozessdarstellung „*Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens prüfen*“ zugeführt wird. In der zweiten Prozessfunktion der Hauptebene „*Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens prüfen*“ verweist ein Richtungspfeil auf die „Ebene 1“, welche mit Funktionssymbolen auf das prüfen der Voraussetzungen der Zertifizierungsstelle und das akkreditiertes Prüflabor eines Messinstituts nach DIN EN 170256 deutet.



**Abbildung 18:** Blockpfeil-Voraussetzungen des Zertifizierungsverfahrens

Nach dem prüfen der Voraussetzungen erfolgt in der Hauptebene der Prozess mit der Funktionsdarstellung „*Bewertungsrelevante Unterlagen für die Zertifizierung*“, welches durch Richtungspfeile in der ersten unteren Darstellungsebene zugeordnet ist. Für die Prüfung der relevanten Unterlagen der Zertifizierung gehören die Teilprozesse in der ersten Ebene „*Typprüfung und Nachweis bzw. Anforderung zum EZE Modell*“, „*Typprüfung nach der FGW TR3 Richtlinie*“ sowie die „*Anforderungen des EZE-Modell, gemäß FGW TR4 in Kapitel 3 und Kapitel 4*“ beschriebenen Anforderungen, welche als Funktion dargestellt sind. Sind die Teilprozesse beendet und ausgeführt, so kann der nächste Prozessschritt in der Hauptebene beginnen, welcher das „*Prüfen der Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz*“ deskribiert. Um das Prüfen der Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz zu erarbeiten, benötigt dieser Prozessschritt weitere Teilprozesse, welche mit der Startfunktion „*Anforderungen der FGW TR8*“, „*Anforderungen der MSR 2008 Richtlinie*“ sowie „*Anforderungen der SDLWindV*“, die in der ersten Ebene mit einem Richtungspfeil dargestellt sind.



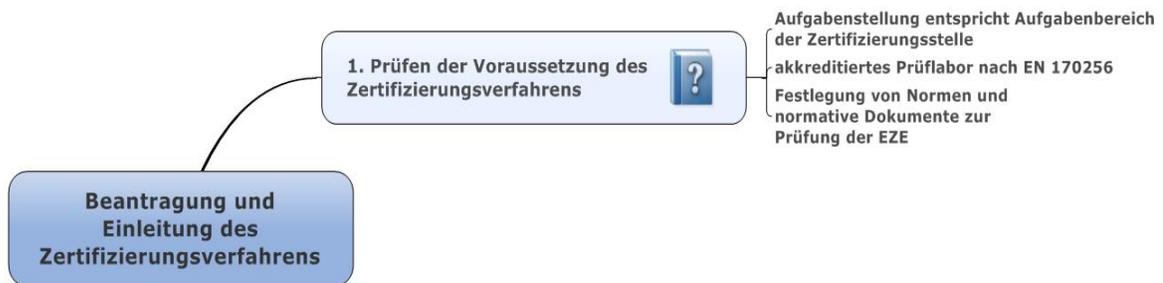
**Abbildung 19:** Blockpfeil-Anschlussrichtlinien

Im weiteren Haupt-prozessschritt erfolgen die „Bedingungen von Modellvalidierung“, die in der FGW TR8, Abschnitt 4.1.4 im Punkt 6 entnommen werden können, welche in der ersten Ebene dargestellt sind. Sind alle Prüfungen abgeschlossen und die Unterlagen eingeholt, so kann der Prozess des „Ausfüllen des Zertifizierungsantrages“ beginnen. Dieser Teilprozess ist im Hauptprozess dargestellt und verweist wiederum in der unteren „Ebene 1“ auf zwei Teilprozesse: „Antrag auf Zertifizierung bei der DNV GL“ sowie ein FGW-Formular „Erklärung und Benennung zum verantwortlichen Mitarbeiter“. Der letzte Prozessschritt der Hauptebene „Abgabe von allen geforderten Bedingungen an das Messinstitut“ führt zur Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens.

## 5.5 Darstellung der TR 8 anhand von Mind-Map

In der Gesamtübersicht der erstellten Mind-Map FGW TR8 Abschnitt 4.1.2 „Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens“, die im Anhang E zu finden ist, beginnt der Prozess mit dem Hauptthema in der Mitte des Blattes, welches die „Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens“ aufweist. Beginnend vom Hauptthema werden die einzelnen Prozessschritte des Zertifizierungsverfahrens durch Unterzweige dargestellt und mit den sogenannten Verbindungsästen, dem Hauptthema zugeordnet. Darüber hinaus sind die Hauptprozessdarstellungen durch weitere Verbindungsäste zugeordnet, welche die Aufgaben im Prozess erläutern und darstellen. Im ersten Prozessschritt „Prüfen der Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens“, welcher zusätzlich mit einem passenden Bildsymbol dargestellt wird, beginnt der gesamte Prozess der Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens. Zu

den Aufgaben des ersten Prozesses gehören die Überprüfung der Aufgabenstellung und die Festlegungen von normativen Dokumenten, welche als Unterzweig dargestellt sind. Ein Teilabschnitt der Gesamtübersicht ist in der Abbildung 20 dargestellt.



**Abbildung 20:** Mind-Map-Teilprozess

Das Bildsymbol hat die Aufgabe, die einzelnen Prozessschritte besser zu verinnerlichen, sodass das Erinnerungsvermögen angeregt wird. Sobald die Prüfungen der Voraussetzungen erfolgt sind, die durch einen Unterzweig dargestellt sind, werden im zweiten Prozessschritt „Bereitstellen von Bewertungsrelevanten Unterlagen“, welches ebenfalls mit einem Bildsymbol dargestellt wird, alle notwendigen Bewertungsrelevanten Unterlagen zur Prüfung des EZE-Modells zusammengestellt. In der nächsten Prozessdarstellung „Prüfen der Anforderungen der Anschlussrichtlinien an Netz“ werden die einzelnen Anforderungen der MSR 2008, SDLWindV und der FGW TR3 Richtlinien geprüft, erarbeitet und angewendet. Im vierten Prozessschritt ist die „Modellvalidierung“ dargestellt, welche alle Voraussetzungen der FGW TR8 Anforderungen erfüllen soll. Sobald alle relevanten Unterlagen und Prüfungen abgeschlossen sind, kann der Antrag der Zertifizierung ausgefüllt werden, die von der DNV GL „Antrag auf Zertifizierung“ und der FGW „Erklärung und Benennung zum verantwortlichen Mitarbeiter“ zur Verfügung gestellt werden. Im letzten Prozessschritt „Abgabe aller geforderten Unterlagen an das Messinstitut“ ist der gesamte Prozess beendet und die Beantragung eines Zertifikates ist somit eingeleitet.

## 5.6 Darstellung der TR 8 anhand des Prozess-Mapping

Die Gesamtdarstellung des „Prozess-Mapping“ an der FGW TR8, Abschnitt 4.1.2 „Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens“ kann im Anhang F entnommen werden. Unterteilt wird die Darstellung des Zertifizierungsverfahrens der FGW TR8 in vier Spalten, welche den wichtigsten Punkten des Zertifizierungsverfahrens entsprechen:

- Verantwortlichkeit
- Prozessbezeichnung
- Dokumente
- Information

In der Spalte „Verantwortlichkeit“ wird genau definiert und dargestellt, für welchen Prozessschritt welcher Mitarbeiter verantwortlich ist. Dafür kann der Teamleiter oder ein Mitarbeiter der Abteilung für die Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens verantwortlich sein. In der Spalte „Prozessbezeichnung“ wird der gesamte Prozessverlauf der Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens anhand von Flussdiagrammsymbolen dargestellt. Die Spalte „Dokumente“ beinhaltet die Dokumente bzw. Formulare mit der das Zertifizierungsverfahren erarbeitet werden kann. Im vorliegenden Fall: die FGW TR3, TR4 und TR8, die Anforderungen der MRS 2008 und SDLWindV sowie die Formulare der DNV GL „Antrag auf Zertifizierung“ und das FGW-Formular „Erklärung und Benennung des verantwortlichen Mitarbeiters“. In der letzten Spalte „Information“ werden zusätzliche Informationen zur Prozessausführung bekannt gegeben, die zu einem klaren Verständnis der Aufgabenstellung führen soll.

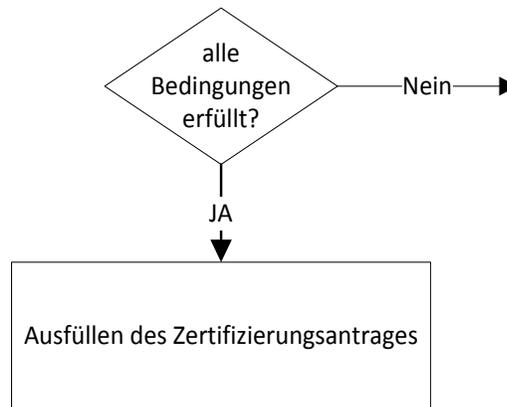
Gelesen wird die Prozessdarstellung anhand von Flussdiagrammsymbolen von oben, beginnend mit dem Startsymbol vertikal nach unten in Richtungspfeil bis zum Symboldarstellung „Ende“. Der gesamte Prozess beginnt im ersten Schritt „Beantragung und Erarbeitung der Zertifizierung“, welches durch den Teamleiter eingeleitet wird. Die Verantwortlichkeit des Teamleiters des Prozessschrittes ist in derselben Zeilenhöhe definiert und dargestellt. Zudem ist eine zusätzlich eine Information für den Prozessschritt enthalten, die ebenfalls in derselben Zeilenhöhe dargestellt ist. In der zweiten Prozessschrittdarstellungsfunktion „Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens“ ist ein Mitarbeiter der Abteilung für diesen Teilprozess verantwortlich und in der Zeile eingetragen. Die Aufgaben des Teilprozesses können in der Spalte „Information“ auf derselben Zeilenhöhe entnommen werden. Die dritte Teilprozessdarstellung „Bereitstellen von Bewertungsrelevanten Unterlagen“ verweist auf die Typprüfung und Nachweis

bzw. Anforderung zum EZE Modell, welche in den FGW TR3 und FGW TR4 im Kapitel 3 und 4 von einem Mitarbeitern entnommen und ausgearbeitet werden kann. Der Teilprozess des Gesamtprozesses ist in der Abbildung 21 dargestellt.



**Abbildung 21:** Prozess-Mapping- Bereitstellen von Unterlagen

Im vierten Prozessschritt ist das „Kontrollieren der Anforderungen der Anschlussrichtlinien am Stromnetz“ dargestellt, welches von einem Mitarbeiter ausgeführt wird. Die Richtlinien der MSR 2008, SDLWindV sowie FGW TR3 sind in der Spalte „Dokumente“ aufgelistet. In derselben Zeilenhöhe, der Spalte „Information“ ist genau beschrieben, welche Anforderungen in der FGW TR8 gefordert werden und in welchen Abschnitt dieses erarbeitet werden kann. Die nächste Teilprozessdarstellung stellt die „Anforderungen der Modellvalidierung“ dar, welche in den Dokumenten der FGW TR4 und der FGW TR8 beschrieben ist. Auch dieser Teilprozess wird einem Mitarbeiter zugeordnet. Der nächste Prozessschritt stellt eine Entscheidung dar, welches mit dem Symbol „Entscheidung“ dargestellt ist. In dieser Entscheidung wird für das Zertifizierungsverfahren die Frage gestellt, ob alle Bedingungen für die Zertifizierung erfüllt sind. Sind alle Bedingungen und Anforderungen der Zertifizierung nicht erfüllt, wird diese mit einem Richtungspfeil „Nein“ gekennzeichnet und alle Teilprozesse beginnen erneut. Sind alle Bedingungen und Anforderungen für die Zertifizierung erfüllt, kann der Prozess in Richtungspfeil mit der Aufschrift „Ja“ fortgeführt werden. Die Entscheidung, ob alle Anforderungen erfüllt sind, entscheidet der Teamleiter des Prozesses. Der Teilprozess ist in der Abbildung 22 dargestellt.



**Abbildung 22:** Prozess-Mapping Bedingung

Sobald alle Anforderungen der Zertifizierung erfüllt sind können im Teilprozess „Ausfüllen des Zertifizierungsantrages“ die Formulare „Antrag auf Zertifizierung“ und „Erklärung und Benennung zum verantwortlichen Mitarbeiter“ durch einen Mitarbeiter ausgefüllt werden. In der Informationsspalte ist ein Hinweis, wo die Formulare der DNV Gel und der FGW zu finden sind. In letzten Prozessschritt werden alle benötigten Unterlagen der Zertifizierung dem Messinstitut zur Verfügung gestellt, die per E-Mail oder auf dem Postwege zugesendet werden. Mit dem Versand der Daten ist der gesamte Prozess des Zertifizierungsverfahrens beendet und ein Erhalt eines Zertifikates eingeleitet.

## **6 Vergleich und Lösungsvorschläge**

In diesem Kapitel werden alle in Kapitel 5 dieser untersuchten Möglichkeiten zu den Prozessdarstellungen der FGW TR8 Kapitelteil 4.1.2 „Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens“ miteinander verglichen. Nach einer kurzen Einleitung zum Methodenvergleich und einer Erläuterung derer Kriterien wird eine Bewertung aller Prozessdarstellungsmöglichkeiten an der FGW TR8 Abschnitt 4.1.2 beschrieben und bewertet. Zudem werden die zwei besten Prozessdarstellungsmöglichkeiten ausgesucht. Im nächsten Schritt werden die zwei besten Prozessdarstellungen der FGW TR8 mit weiteren Kriterien verglichen und bewertet, sodass die beste Prozessdarstellung der FGW TR8 als ein Ergebnis dieser Bachelor These dient.

### **6.1 Methodenvergleich der FGW TR 8**

Anhand des im Kapitel 4.6 beschriebenen Methodenvergleichs werden alle Prozessdarstellungen der FGW TR8 Abschnitt 4.1.2 „Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens“ miteinander verglichen und tabellarisch aufgelistet. Die nachfolgende Aufzählung vermittelt eine Übersicht über die behandelten Prozessmethoden.

- Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK)
- Vorgangskettendiagramms (VKD)
- Wertschöpfungskettendiagramms (WKD)
- Blockpfeilsystem
- Mind-Map
- Prozess-Mapping

Alle aufgezählten Prozessmethoden für die Prozessdarstellungsmöglichkeit der FGW TR8 werden durch ausgewählte und durchdachten Kriterien bzw. Merkmalen, welches für die Prozessdarstellung der FGW TR8 von Bedeutung des Methodenvergleiches ist, aufgelistet, veranschaulicht und tabellarisch dargestellt. Somit sind alle Prozessmethoden auf einem Blick, schnell erkennbar und können miteinander verglichen werden. Die tabellarische Auflistung des Methodenvergleiches von Prozessmethoden der Prozessdarstellungsmöglichkeiten der FGW TR8 ist mit samt ihren Kriterien, wie der Übersicht des Gesamtprozesses, Transparente Abläufe, Fehlervermeidung von Abläufen, Modellierungstiefe, Auswertungsmöglichkeiten der Abläufe und Dokumentation vom Prozessabläufen in der Tabelle 9 dargestellt.

<b>Kriterien</b> \ <b>Methode</b>	<b>EPK</b>	<b>VKD</b>	<b>WKD</b>	<b>Blockpfeile</b>	<b>Mind-Map</b>	<b>Prozess-Mapping</b>
Übersicht der Gesamtprozesses	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Transparente Abläufe	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja
Fehlervermeidung von Abläufen	Hoch	Hoch	Gering	Gering	Gering	Hoch
Modellierungstiefe der Prozesse	Detailliert	Detailliert	Grob	Grob	Detailliert	Detailliert
Dokumentation von Prozessabläufen	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja
Auswertungsmöglichkeit der Abläufe	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

**Tabelle 9:** Methodenvergleich von Prozessdarstellung an FGW TR8

Das erste Kriterium „Übersicht des Gesamtprozesses“ dient zur übersichtlichen Gestaltung eines Prozesses und kann für Präsentationen im Unternehmen eingesetzt werden. Zudem dient das Layout zur Einarbeitung von allen Prozessabläufen der FGW TR8. Alle Prozessdarstellungsvarianten des Methodenvergleichs des Zertifizierungsverfahrens der FGW TR8, weisen diese Eigenschaft der Gesamtübersicht auf, die im Anhang von allen Darstellungen besichtigt werden kann.

Das Kriterium „Transparenten Abläufe“. ermöglicht allen neuen oder bestehenden Mitarbeitern gleichzeitig eine bessere Übersicht der Zusammenhänge im gesamten Prozess. Da die Methode der WKD und Blockpfeilsystem an der FGW TR8 eher der groben Prozessdarstellung eines Prozessablaufes dient und auf Teilprozesse verweisen, sind beide Methoden was die transparente Übersicht betrifft mit einem „Nein“ in dem Methodenvergleich gekennzeichnet. Die Methode EPK, VKD, Mind-Map sowie Prozess-Mapping ermöglichen durch ihre transparenten Abläufe der Prozessdarstellung die Zusammenhänge zu verstehen und sind mit einem „Ja“ ausgewiesen.

Die „Fehlervermeidung von Abläufen“ in Prozess erhöht die Qualität und verbessert die Termintreue, da meist weniger Fehler im Ablauf entstehen und der Prozess nicht ständig wiederholt werden muss. Bei EPK, VKD, Mind-Map und Prozess-Mapping entstehen weniger Fehler im Prozess, da diese Methoden je nach Prozessgenauigkeit und Detaillierungsgrad dargestellt werden kann. Bei der Methode WKDs und Blockpfeilsystems können Fehler im Prozessablauf entstehen, da diese nur auf Teilprozesse verweisen.

In der „Modellierungstiefe der Prozesse“ kann auf einem Blick betrachtet werden, welche Methode einen hohen bzw. einen geringeren Detailierungsgrad der Prozessdarstellung des Zertifizierungsverfahrens besitzt. Die EPK-, VKD-, Mind-Map- und Prozess-Mapping-Methoden haben im Vergleich zur der WKD- und Blockpfeilsystem-Methoden einen höheren Detailierungsgrad, da die einzelnen Prozessschritte des gesamten Prozesses dargestellt werden, während bei der WKD- und Blockpfeilsystem-Methode die Prozessschritte einfach zu einem Teilprozess verwiesen wurden.

Um eine leichte Einarbeitung des neuen Mitarbeiters sowie eine schnelle Überprüfung durch bestehende Mitarbeiter im Unternehmen zu gewährleisten, wird das hier untersuchte Wissen der Prozessschritte durch eine prozessgeführte Dokumentation zur Verfügung gestellt.

Die EKP-, VDK- und Mind-Map-Methode haben in diesem Modelvergleich keine prozessgeführte Dokumentation, da diese drei Methoden für die Erstellung des Zertifizierungsverfahrens der TR8 sehr detailliert dargestellt sind. Für die Methode des WKDs und Blockpfeilsystems ist es sinnvoll, eine Dokumentation zu führen, da diese eine grobe Darstellung des Zertifizierungsverfahrens der FGW TR8 zusammenfassen soll. Probleme und Schwachstellen sind in der Dokumentation enthalten. Die Prozess-Mapping-Methode besitzt die standardisierte Dokumentenform der Prozessabläufe, welche nach der Norm DIN ISO 9001 aufgebaut ist.

Im letzten Kriterium „Ausweitungsmöglichkeiten der Abläufe“ können neue Fragestellungen von Prozessabläufen der einzelnen Modelle nach der Dokumentierung entstehen. Diese können wiederum ausgewertet werden. Alle Prozessmethoden im Methodenvergleich weisen die Eigenschaft der Auswertungsmöglichkeit auf und sind mit einem „Ja“ in der Darstellung vermerkt [31, S.47-48].

## **6.2 Bewertung der Prozessmethoden**

Um eine sinnvolle Bewertung der Prozessmethoden vornehmen zu können, sollten sinnvolle Bewertungsfaktoren für die Bewertung der Prozessmethoden eingeführt werden. Eine Bewertung der Prozessmethoden kann mit Hilfe der Präferenzmatrix ermittelt werden. Die Präferenzmatrix basiert auf der Methode des paarweisen Vergleiches und zeichnet sich sowohl durch sein einfaches als auch effektives Mittel. Miteinander werden alle Kriterien verglichen und die wichtigsten notiert. Ziel des paarweisen Vergleichs ist es, die Frage „Was ist Wichtiger?“ zu beantworten, wodurch eine strukturierte Rangfolge erhalten wird. Zudem wird das Kriterium, das am Ende die meisten Nennungen erhält, als wichtigstes Kriterium gelten.

Bei der Erstellung einer Präferenzmatrix werden folgende Regeln zu betrachten:

- Kriterien sammeln
- Matrix erstellen
- Paarweiser Vergleich
- Nennung (Häufigkeit) zählen
- Rangfolge erstellen [36].

Sinnvoll für die Bewertungsfaktoren sind die Kriterien des Methodenvergleiches der Tabelle 9 in Abschnitt 5.1 einzusetzen, da die Kriterien bereits für die Prozessdarstellungen des Zertifizierungsverfahrens durchdacht sind. Zuvor muss vor der Bewertung der einzelnen Prozessmethoden festgelegt werden, welche Wichtigkeit jedes einzelne Kriterium für die Entscheidung besitzt. Dieses wird als „Gewichtung“ der Kriterien bezeichnet. Um die Gewichtung für die Kriterien der Prozessmethoden der FGW TR8 zu erhalten, haben vier Mitarbeiter der Abteilung „Grid Connaction & Modelling“ alle Kriterien der Tabelle 9 durch die Paarvergleichsmethode der einzelnen Kriterien bewertet, um ihrer Meinung nach das Wichtigste Kriterium für die Prozessmethode zu bestimmen. Das erstellte Paarvergleichsmethoden-Formular der einzelnen Mitarbeiter kann im Anhang G entnommen werden.

Die Mitarbeiter wurden aufgefordert nacheinander und jeweils für sich selbst zu entscheiden, die Wichtigkeiten folgender Kriterien anzugeben.

- Übersicht der Gesamtprozesses
- Transparente Abläufe
- Fehlervermeidung von Abläufen
- Modellierungstiefe der Prozesse
- Dokumentation von Prozessabläufen
- Auswertungsmöglichkeiten der Abläufe

Wird ein Kriterium in der Matrix wichtiger als sein gegenüber bewertet, so wird es mit einem (+) Zeichen markiert, andernfalls mit einem (-) Zeichen.

Im weiteren Verlauf werden die einzelnen (+) Zeichen der Kriterien zusammengefasst und das Ergebnis in die Spalte „Summe der (+) Zeichen“ eingetragen. Am Ende erhält man eine Gesamtsumme der (+) Zeichen. Der gesamte Gewichtungsfaktor wird auf die Zahl 1 bestimmt, sodass die einzelnen Gewichtungsfaktoren der einzelnen Kriterien ermittelt werden kann. Anhand des gesamten Gewichtungsfaktors dividiert mit der Gesamtsumme der einzelnen

(+) Zeichen und multiplizieren der einzelnen (+) Zeichen wird ein Gewichtungsfaktor der einzelnen Kriterien ermittelt.

Nach der Ermittlung der einzelnen Gewichtungsfaktoren der Kriterien kann die Rangfolge aufgelistet werden. Die Bewertungskriterien der Prozessmethoden für das Zertifizierungsverfahren der FGW TR8 sind in der Tabelle 10 dargestellt.

<b>Bewertungsmatrix</b>		Übersicht des Gesamtprozesses	Transparente Abläufe	Fehlervermeidung von Abläufen	Modellierungstiefe der Prozesse	Dokumentation von Prozessen	Ausweitungsmöglichkeiten der Abläufe	Summe der (+) Zeichen	Gewichtungsfaktor g	Rang
		1	2	3	4	5	6			
1	Übersicht des Gesamtprozesses	X	+	+	+	-	+	4	0,25	2
2	Transparente Abläufe	+	X	+	+	-	-	3	0,19	3
3	Fehlervermeidung von Abläufen	+	-	X	-	-	+	2	0,13	4
4	Modellierungstiefe der Prozesse	-	-	-	X	-	+	1	0,06	5
5	Dokumentation von Prozessabläufen	+	+	+	+	X	+	5	0,31	1
6	Ausweitungsmöglichkeiten der Abläufe	-	-	+	-	-	X	1	0,06	5
<b>Gesamt</b>								<b>16</b>	<b>1</b>	

**Tabelle 10:** Präferenzmatrix der ersten Kriterien [41]

In der Präferenzmatrix kann genau betrachtet werden, welches Kriterium für die Mitarbeiter der Abteilung „Grid Connection & Modelling“ am wichtigsten ist. Das Kriterium „Dokumentation von Prozessabläufen“ wurde als das „Wichtigste“ Kriterium mit einem Gewichtungsfaktor von 0,31 und somit auf dem ersten Rang entschieden. Knapp darunter ist das Kriterium „Übersicht der Gesamtprozesses“ mit einem Gewichtungsfaktor von 0,25. Gefolgt auf dem dritten Rang von dem Kriterium „Transparente Abläufe“ mit einem Gewichtungsfaktor von 0,19. Weniger „Wichtig“ und somit auf dem vierten Rang mit dem Gewichtungsfaktor von 0,13 ist das Kriterium „Fehlervermeidung von Abläufen“. Den letzten Rang teilen sich zwei Kriterien, die einen

Gewichtungsfaktor von 0,06 besitzen. Diese sind „Modellierungstiefe der Prozesse“ und „Ausweitungsmöglichkeiten der Abläufe“.

Zum Vergleich der Prozessmethoden werden die Kriterien mit Punkten bewertet. Dies wird bei der Auswahl der zwei besten Prozessmethoden des Zertifizierungsverfahrens der FGW TR8 ausgenutzt, um die beste Lösung der Prozessdarstellung zu ermitteln. Diese beiden Teilbewertungen werden später gegenübergestellt.

Die Punktverteilung für die Bewertung der Prozessmethoden liegt im Intervall von 0 bis 4 und ist wie folgt definiert:

- 0 ist gleichbedeutend mit „*unbefriedigend*“
- 1 ist gleichbedeutend mit „*gerade noch tragbar*“
- 2 ist gleichbedeutend mit „*ausreichend*“
- 3 ist gleichbedeutend mit „*gut*“
- 4 ist gleichbedeutend mit „*sehr gut*“

Die Punktbewertung erfolgt aus der Richtlinie 2225 des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) [40]. Die vergebenen Punkte für die Prozessdarstellungsvarianten werden mit dem ermittelten Gewichtungsfaktor der Tabelle 10 multipliziert und anschließend summiert. Aus der Summierung ergibt sich dann die gesamte Punktzahl. Somit können die zwei besten Ergebnisse der Prozessmethoden ermittelt werden. In Tabelle 11 ist die Bewertungsliste dargestellt.

<b>Bewertungsliste</b>													
Punktevergabe von 0 bis 4: mit P = 0 unbefriedigend bis P = 4 sehr gut													
	Gewicht	EPK		VKD		WKD		Blockpfeil		Mind-Map		Prozess-Mapping	
<b>Bewertungskriterium:</b>	g	P	P*g	P	P*g	P	P*g	P	P*g	P	P*g	P	P*g
Übersicht der Gesamtprozesses	0,25	3	0,75	4	1,00	4	1,00	4	1,00	4	1,00	4	1,00
Transparente Abläufe	0,19	3	0,57	2	0,38	1	0,19	1	0,19	3	0,57	3	0,57
Fehlervermeidung von Abläufen	0,13	1	0,13	2	0,26	1	0,13	0	0,00	2	0,26	3	0,39
Modellierungstiefe der Prozesse	0,06	4	0,25	2	0,12	0	0,00	1	0,06	4	0,25	3	0,18
Dokumentation von Prozessabläufen	0,31	2	0,62	2	0,62	3	0,93	3	0,93	3	0,93	4	1,24
Ausweitungsmöglichkeiten der Abläufe	0,06	2	0,12	2	0,12	3	0,18	3	0,18	3	0,18	3	0,18
<b>Summe der Punkte:</b>			2,44		2,50		2,43		2,36		<b>3,19</b>		<b>3,56</b>
<b>Rangfolge:</b>			4		3		4		5		<b>2</b>		<b>1</b>

Tabelle 11: Bewertungsliste der Methoden [41]

Aus der Bewertungsliste ist ersichtlich, dass die Prozess-Mapping-Methode für die Prozessdarstellung der FGW TR8 Kapitel 4.1.2 auf dem ersten Rang mit einer Gesamtpunktzahl von 3,56 liegt. Auf dem zweiten Rang mit einer Gesamtpunktzahl von 3,19 steht die Mind-Map-Methode. Beide Prozessmethoden erweisen sich besonders als bestmögliche Darstellungen der FGW TR8 Kapitel 4.1.2 und werden im nächsten Abschnitt miteinander mit weiteren Kriterien verglichen und bewertet.

### 6.3 Vergleich der zwei ausgewählten Prozessmethoden

Um die beste Methode für die Prozessdarstellung der FGW TR8 zu ermitteln werden die zwei bestbewerteten Methoden (Prozess-Mapping und Min-Map) durch fünf weitere Kriterien verglichen und ausgewertet. Zu Beginn werden wie im Kapitel 6.2 die ausgewählten Kriterien für die „Gewichtung“ der einzelnen Kriterien ermittelt, in der Präferenzmatrix dargestellt und in der Bewertungsliste durch die Vergabe von Punkten bewertet. Die Kriterien sind nicht explizit wie bei den ersten sechs Kriterien der Bewertungsliste, sondern nehmen sie Bezug auf die allgemeine Organisation der Führungsposition und des Managements. Bei den fünf weiteren Kriterien geht es um den Schulungsbedarf der Methoden, die erhöhte Mitarbeitermotivation, die Zertifizierung der Abläufe, die Einsparung von Kosten und die Erleichterte Einarbeitung von neuen Mitarbeitern die in der Tabelle 12 aufgelistet sind.

Kriterien	Mind-Map	Prozess-Mapping
Schulungsbedarf der Methoden	Gering	Hoch
Erhöhte Mitarbeitermotivation	Hoch	Hoch
Zertifizierung der Abläufe	Nein	Ja
Einsparung von Kosten	Ja	Ja
Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter	Ja	Ja

**Tabelle 12:** Vergleich von Mind-Map und Prozess-Mapping

Das erste Kriterium „Schulungsbedarf der Methoden“ zeigt wie „hoch“ oder „gering“ der Schulungsbedarf der einzelnen Prozess Methoden für Mitarbeiter des Unternehmens ist. Ein hoher Aufwand für das Erlernen der einzelnen Symbole und Reglern hat die Prozess-Mapping, da diese Methoden einen sehr höheren Schwierigkeitsgrad besitzt, welche bei Mind-Map nicht der Fall ist, wobei die Methode mit wenigen Regeln auskommt.

Eine erhöhte Motivation der Mitarbeiter entsteht bei allgemein verständlichen Prozessdokumentationen. Die einzelnen Mitarbeiter wissen wo ihre Aktionen im Gesamtprozess einzuordnen sind und welche Effekte ihre Tatkraft auf das Resultat hat. Beim Vergleich der beiden Prozessmethoden fördern diese die Motivation und dies wird deshalb mit einem „Ja“ gekennzeichnet.

Im nächsten Kriterium „Zertifizierung“ der standardisierten Dokumentationsform für die Abläufe der Prozesse nach der Norm DIN ISO 9001 können die Prozessabläufe zertifiziert werden. Das Prozess-Mapping ist ein Teil des Zertifizierungsverfahrens nach der DIN ISO 9001 und kann daher in Dokumentationsform zertifiziert werden, welches bei der Mind-Map nicht der Fall ist.

Das Kriterium „Einsparung von Kosten“ ermöglicht die genaue Kenntnis über das Einsparungspotential zu gewinnen. Beide Methoden können Schwachstellen im Prozess entdecken und somit Kosten einsparen.

Beim letzten Kriterium „Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter“ können die Prozessmethoden neue Mitarbeiter bei ihrer Einarbeitung unterstützen.

## **6.4 Bewertung der zwei ausgewählten Prozessmethoden**

Wie im Abschnitt 6.2 werden die fünf Kriterien, welche im Abschnitt 6.3 beschrieben sind, durch die Paarvergleichsmethode für die Ermittlung der „Gewichtung“ der einzelnen Kriterien sowie in der Präferenzmatrix dargestellt und die Rangfolge der einzelnen Kriterien bestimmt. Wie in den vorherigen Verläufen haben die Mitarbeiter der Abteilung „Grid Connaction & Modelling“ alle Kriterien miteinander verglichen und nach ihren Wichtigkeiten klassifiziert. Die Bewertung aller Kriterien kann im Anhang G entnommen werden. Bei der Entscheidung des Kriteriums welches für „Wichtiger gehalten wird, wurde dieses ebenfalls wie in der ersten Entscheidung, siehe Abschnitt 6.2 für die „Wichtigkeit“ der Kriterien mit einem (+) Zeichen in der Matrix gekennzeichnet. Ist das Kriterium im Vergleich nicht „Wichtiger“, so wurde dieses in diesem Fall in der Matrix mit einem (-) Zeichen gekennzeichnet. Der Gesamtgewichtungsfaktor liegt bei 1 und entspricht 100 %.

Auch in diesem Fall wurden die Mitarbeiter aufgefordert nacheinander und jeweils für sich selbst

zu entscheiden, die Wichtigkeiten folgender Kriterien anzugeben:

- Schulungsbedarf der Methoden
- Erhöhte Mitarbeitermotivation
- Zertifizierung der Abläufe
- Einsparung von Kosten
- Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter

Der Bewertungsablauf ist dieselbe wie im Abschnitt 6.2 beschrieben. Die folgende Tabelle 13 zeigt die „Wichtigkeit“ der einzelnen Kriterien und ihre Rangfolgen.

<b>Bewertungsmatrix</b>		Schulungsbedarf der Methoden	Erhöhte Mitarbeitermotivation	Zertifizierung der Abläufe	Einsparung von Kosten	Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter	Summe der (+) Zeichen	Gewichtungsfaktor g	Rang
		1	2	3	4	5			
1	Schulungsbedarf der Methoden	X	+	+	+	-	3	0,27	2
2	Erhöhte Mitarbeitermotivation	-	X	+	+	-	2	0,18	3
3	Zertifizierung der Abläufe	-	-	X	+	-	1	0,09	4
4	Einsparung von Kosten	+	-	-	X	-	1	0,09	4
5	Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter	+	+	+	+	X	4	0,36	1
<b>Gesamt</b>							<b>11</b>	<b>1</b>	

**Tabelle 13:** Präferenzmatrix der erweiterten Kriterien

Der Bewertungsmatrix kann entnommen werden, dass das Kriterium „Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter“ für die einzelnen Mitarbeiter die größte Gewichtung hat und somit auf dem ersten Rang der „Wichtigkeit“ liegt. Gefolgt auf dem zweiten Rang ist das Kriterium „Schulungsbedarf der Methoden“ mit einem Gewichtungsfaktor von 0,27. Die „Erhöhte

Mitarbeitermotivation“ wurde von allen Mitarbeitern auf dem dritten Rang mit dem Gewichtungsfaktor von 0,18 entschieden. Den letzten Rang teilen sich zwei Kriterien: „Zertifizierung der Abläufe“ und „Einsparung von Kosten“ mit jeweils einem Gewichtungsfaktor von 0,09. Um eine Bewertung von der Mind-Map und Prozess-Mapping Methode, wie im Abschnitt 6.2, durchführen zu können, wird hier auch eine Punktvorgabe von P = 0 „unbefriedigend“ bis P = 4 „sehr gut“ für jedes Kriterium eingeführt, welches zur Auswahl der besten Methode für die Erstellung des Zertifizierungsverfahrens anhand der FGW TR8. dienen wird. Tabelle 14 zeigt eine Gegenüberstellung von Mind-Map und Prozess-Mapping mit allen Bewertungskriterien sowie Gewichtungsfaktoren.

<b>Bewertungsliste</b>					
Punktevergabe von 0 bis 4: mit P = 0 unbefriedigend bis P = 4 sehr gut					
	<b>Gewichtung</b>	<b>Mind-Map</b>		<b>Prozess-Mapping</b>	
<b>Bewertungskriterium:</b>	<b>g</b>	<b>P</b>	<b>P*g</b>	<b>P</b>	<b>P*g</b>
Schulungsbedarf der Methoden	0,27	2	0,54	4	1,08
Erhöhte Mitarbeitermotivation	0,18	3	0,54	3	0,54
Zertifizierung der Abläufe	0,09	1	0,09	4	0,36
Einsparung von Kosten	0,09	3	0,27	3	0,27
Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter	0,36	4	1,44	4	1,44
<b>Summe der Punkte:</b>			<b>2,88</b>		<b>3,69</b>
<b>Rangfolge:</b>			<b>2</b>		<b>1</b>

**Tabelle 14:** Bewertungsliste von Mind-Map und Prozess-Mapping

Nach der Bewertung der zwei Methoden anhand der einzelnen Kriterien ist aus der Bewertungsliste zu erkennen, dass die Prozess-Mapping-Methode eine Gesamtpunktzahl von 3,69 und der Einsatz der Mind-Map-Methode eine Gesamtpunktzahl von 2,88 erreicht hat. Somit gilt die Prozess-Mapping-Methode als bestmögliche Darstellung der Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens nach der FGW TR8.

Beide Methoden haben die höchste Punktzahl von vier Punkten beim Kriterium „Erleichtere Einarbeitung von neuen Mitarbeitern“ erhalten. Dieses Kriterium ist gleichzeitig auch die Fragestellung der Bachelor-Thesis, wobei die logische Schlussfolgerung bei der Auswertung der beiden übrigen Methoden die größten Werte von 1,44 erreicht hat.

Ausschlaggebend für das beste Ergebnis des Prozess-Mapping sind die hohen Bewertungen bei den Kriterien „Schulungsbedarf der Methode“, und „Zertifizierung der Abläufe“, da beide Kriterien mit der vollen Punktzahl bewertet sind.

Ein Aspekt, der in diesem Zusammenhang nicht außer Acht gelassen werden kann ist derjenige, dass die für die Prozess-Mapping-Methode professionellen Schulungsmöglichkeiten vorhanden sind, welche nach DIN ISO 9001 anerkannten Zertifizierungsstellen angeboten werden.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Bachelor-Thesis wurde ein Vergleich der Prozessdarstellungsmöglichkeiten anhand der Fördergesellschaft Windenergie erstellten Technischen Richtlinie, Teil 8 „Zertifizierung der Elektrischen Eigenschaften von Erzeugungseinheiten und –anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz“ (FGW TR8) für die Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens eines Einheitenzertifikats, Anlagenzertifikats sowie Komponentenzertifikats untersucht. Dieser Vergleich basiert auf zuvor detailliert praktikable Prozessdarstellungsmethoden, die in dieser Arbeit untersucht wurden. Herausgekommen als beste Prozessdarstellungsmethode des Zertifizierungsverfahrens gemäß der FGW TR8 Abschnitt 4.1.2 in dieser Bachelor-Thesis ist das Prozess-Mapping, da es alle geforderten Kriterien für eine Gesamtübersicht des Zertifizierungsverfahrens erfüllt.

Für eine optimale Prozessdarstellung des Zertifizierungsverfahrens gemäß der FGW TR8 erwies die Anwendung von Methoden sich als äußerst schwierig, da die FGW TR8 eine allgemeingültige und eine ausführlich beschriebene Richtlinie ist. Darüber hinaus ist eine komplette Prozessdarstellung der FGW TR8 ein sehr aufwändiges Projekt. Dabei ist noch zu beachten, dass ständige Änderungen der einzelnen Technischen Richtlinien durch die FGW zu einer Aktualisierung der gesamten Darstellung führen. Daher soll eine Überwachung der Technischen Richtlinien etabliert werden, um eine erfolgreiche Prozessdarstellung des Zertifizierungsvorgangs zu gewährleisten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt für die Bevorzugung des Prozess-Mappings ist, dass die Methode für weitere FGW-Richtlinien übernommen werden kann. Im vorliegenden Fall können ebenfalls technischen Anforderungen und mathematischen Formeln der einzelnen Richtlinien in der Prozessdarstellung eingefügt werden.

Die Anwendung der Prozessdarstellung der FGW-Richtlinien anhand von Prozess-Mapping ist von höchster Bedeutung, da die bestehenden oder neuen Mitarbeiter die Anforderungen der einzelnen Technischen Richtlinien besser umsetzen können und genau erkennen im welchen Prozessschritt sie sich befinden. Dadurch kann der Umsetzungsprozess der einzelnen Bestandteile der Technischen Richtlinien beschleunigt und die Aufgaben in kürzeren Zeiträumen erledigt werden.

## Literaturverzeichnis

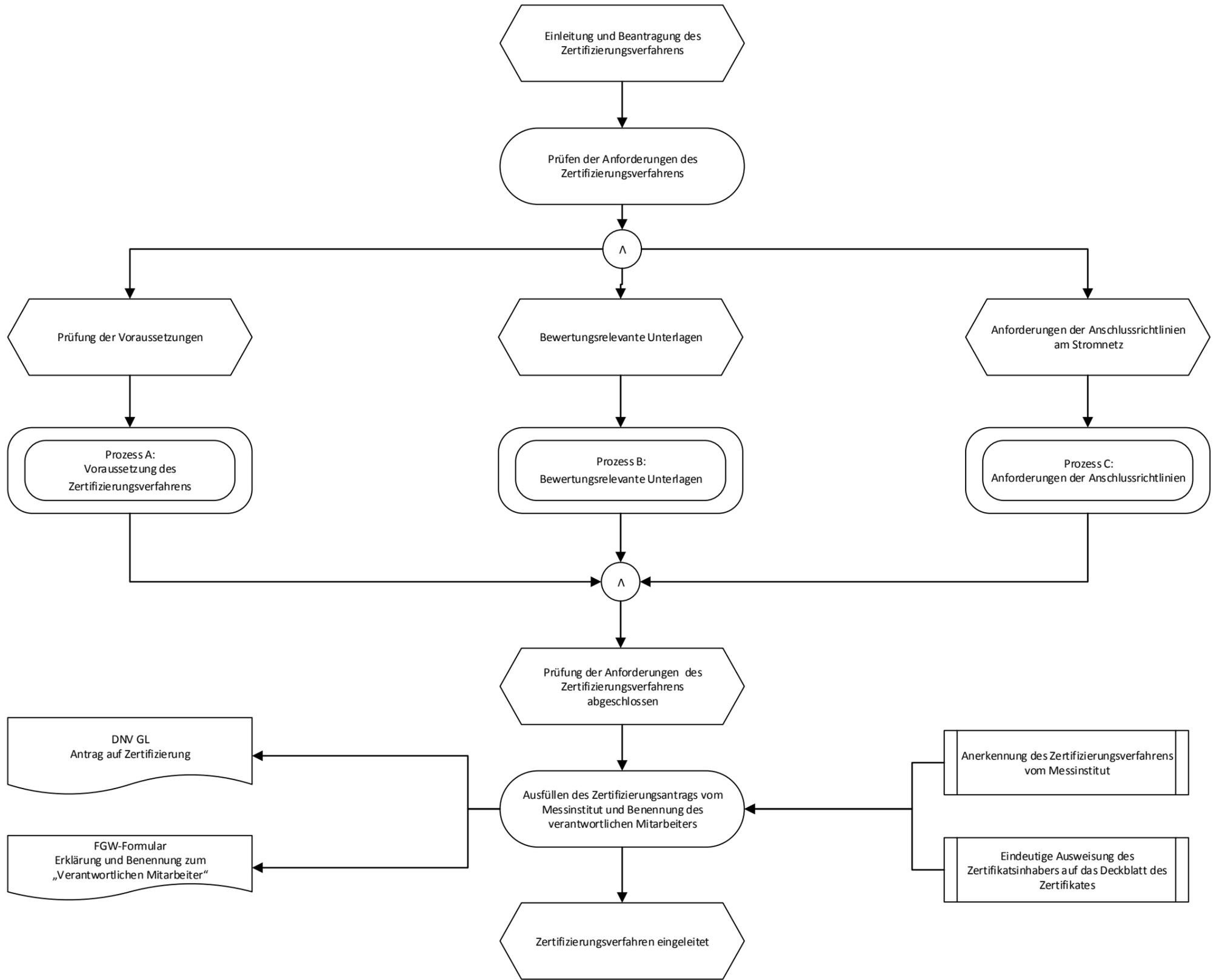
- [1] **Adwen.** Adwen Offshore. [Online] 2015. [Zugriff am: 16. 09 2016.] [www.adwenoffshore.com/de/about-us/profile/](http://www.adwenoffshore.com/de/about-us/profile/).
- [2] **Windmesse.** Windmesse all in Wind. [Online] 10. 03 2015. [Zugriff am: 16. 09 2016.] <http://w3.windmesse.de/windenergie/news/17768-gamesa-und-areva-beschliessen-das-joint-venture-adwen> .
- [3] **Fördergesellschaft Windenergie.** Wind-FGW. [Online] Januar 2016. [Zugriff am: 25. Juli 2016.] [http://www.wind-fgw.de/Ziele\\_und\\_Inhalte.html](http://www.wind-fgw.de/Ziele_und_Inhalte.html).
- [4] **Fördergesellschaft Windenergie.** FGW Technische Richtlinien. [Online] Januar 2016. [Zugriff am: 2016. Juli 25.] <http://www.wind-fgw.de/TR.html>.
- [5] **ee-Technik.** ee- Technik Energiewende. [Online] 24. Februar 2014. [Zugriff am: 26. 07 2016.] : <http://www.eetechnik.de/ist-und-tut-die-fgw/>.
- [6] **Fördergesellschaft Windenergie.** FGW- Technische Richtlinie 8. [Online] 31. Oktober 2011. [Zugriff am:: 26. Juli 2016.] [http://www.wind-fgw.de/tr\\_hinweis\\_tr8.htm](http://www.wind-fgw.de/tr_hinweis_tr8.htm).
- [7] **Wikipedia.** Energiequelle. [Online] 30. Oktober 2010. [Zugriff am:: 28. Juli 2016.] <https://de.wikipedia.org/wiki/Energiequelle>.
- [8] **Heuck, Klaus, Dettmann, Klaus- Dieter und Schulz, Detlef.** *Elektrische Energieversorgung Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Engerie für Studium und Praxis.* Hamburg : Springer Vieweg, 2013. ISBN 978-3-8348-1699-3.
- [9] **Energien, Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneubaren.** *Technische Richtlinien für Erzeugungseinheiten und -anlagen.* [Bestimmung der Elektrischen Eigenschaften und -anlagen am Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsnetz] Berlin : s.n., 2015.
- [10] **Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH.** dakks. [Online] 21. September 2016. [Zugriff am: 26. September 2016.] <http://www.dakks.de/as/ast/d/D-ZE-12055-01-00.pdf>.
- [11] **FGH Zertifizierungsgesellschaft.** Zertifizierung von Erzeugungseinheiten. [Online] [Zugriff am: 28. Juli 2016.] [http://www.fgh-zertifizierung.de/cms/front\\_content.php?idcat=232](http://www.fgh-zertifizierung.de/cms/front_content.php?idcat=232).
- [12] **Wikipedia.** Mittelspannungsrichtlinie. [Online] 10. Februar 2016. [Zugriff am:: 01. August 2016.] <https://de.wikipedia.org/wiki/Mittelspannungsrichtlinie#Zertifizierung>.
- [13] **Wikipedia** [Online] Übertragungsnetzbetreiber, 12. September 2016. [Zugriff am: 15. September 2016.] <https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cbertragungsnetzbetreiber>.
- [14] **Next Kraftwerke.** [Online] [Zugriff am: 02. August 2016.] <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/regelenergie/transmission-code>.

- [15] **Twede Jochen und Gausch , Robert.** Windkraftanlagen, Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2016. ISBN 3-658-12360-5, 978-3-658-12360-4.
- [16] **VDE Verlag.** [Online] [Zugriff am: 03. August 2016.] <https://www.vde-verlag.de/normen/0127016/din-en-61400-21-vde-0127-21-2009-06.html>.
- [17] **M.O.E.** Einheitszertifikat. [Online] 2016. [Zugriff am: 04. August 2016.] <http://www.windguard.de/leistungen/zertifizierung/elektrische-zertifizierung.html>.
- [18] **Deutsche Windguard,** Elektrische Zertifizierung. [Online] [Zugriff am: 05. August 2016.] <http://www.windguard.de/leistungen/zertifizierung/elektrische-zertifizierung.html>.
- [19] **DAkks** *Übergangsregelung DIN EN ISO/IEC 17065.* [Online] [Zugriff am: 01. August 2016.]
- [20] **M.O.E.** Einheitszertifizierung. [Online] 2016. [Zugriff am: 04. August 2016.] <http://moe-service.net/de/windenergie/zertifizierung/einheitszertifizierung>.
- [21] **FGH.** Anlagenzertifizierung von Windenergieanlagen. [Online] [Zugriff am: 05. August 2016.] [http://www.fgh-zertifizierung.de/cms/front\\_content.php?idcat=280&lang=9](http://www.fgh-zertifizierung.de/cms/front_content.php?idcat=280&lang=9).
- [22] **Wikipedia.** Konformitätserklärung. [Online] 09. Mai 2016. [Zugriff am: 12. August 2016.] <https://de.wikipedia.org/wiki/Konformit%C3%A4tserkl%C3%A4rung>.
- [23] **Engineering, Moeller Operating.** Anlagenzertifizierung. [Online] 2016. [Zugriff am: 02. August 2016.] <http://moe-service.net/de/windenergie/zertifizierung/anlagenzertifizierung>.
- [24] **Moeller Operating Engineering.** Komponentenzertifizierung. [Online] 2016. [Zugriff am: 03. August 2016.] <http://moe-service.net/de/windenergie/zertifizierung/komponentenzertifizierung> .
- [25] **InLoox GmbH.** Projektmanagement: Definitionen, Einführungen und Vorlagen. [Online] [Zugriff am: 08. August 2016.] <http://projektmanagement-definitionen.de/glossar/methode/>.
- [26] **Bundesministerium.** Organisationshandbuch. *Prozessmodelle.* [Online] 2016. [Zugriff am: 08. August 2016.] [http://www.orghandbuch.de/OHB/DE/Organisationshandbuch/6\\_MethodenTechniken/62\\_Dokumentationstechniken/624\\_Prozessmodelle/prozessmodelle-node.html#doc4392442bodyText5](http://www.orghandbuch.de/OHB/DE/Organisationshandbuch/6_MethodenTechniken/62_Dokumentationstechniken/624_Prozessmodelle/prozessmodelle-node.html#doc4392442bodyText5).
- [27] **Becker, Jörg, Wolfgang, Probandt und Vering, Oliver.** *Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung, Konzeption und Praxisbeispiel für ein effizientes Prozessmanagement.* Berlin Heidelberg : Springer Gabler, 2012. ISBN 978-3-642-30411-8.
- [28] **Baumgärnter, Heinz, Donaueschingen, Klaus Ebert und Schleider,, Aalen Karsten.** Netzwerk Welt. [Online] [Zugriff am: 10. August 2016.] [www.netzwerk-welt.de/common\\_files/BWL/EPK](http://www.netzwerk-welt.de/common_files/BWL/EPK).
- [29] **Seidlmeier, Heinrich.** *Prozessmodellierung mit ARIS, Eine beispielorientierte Einführung für ARIS.* Wiesbaden : Springer Vieweg, 2015. ISBN 978-3-658-03904-2.

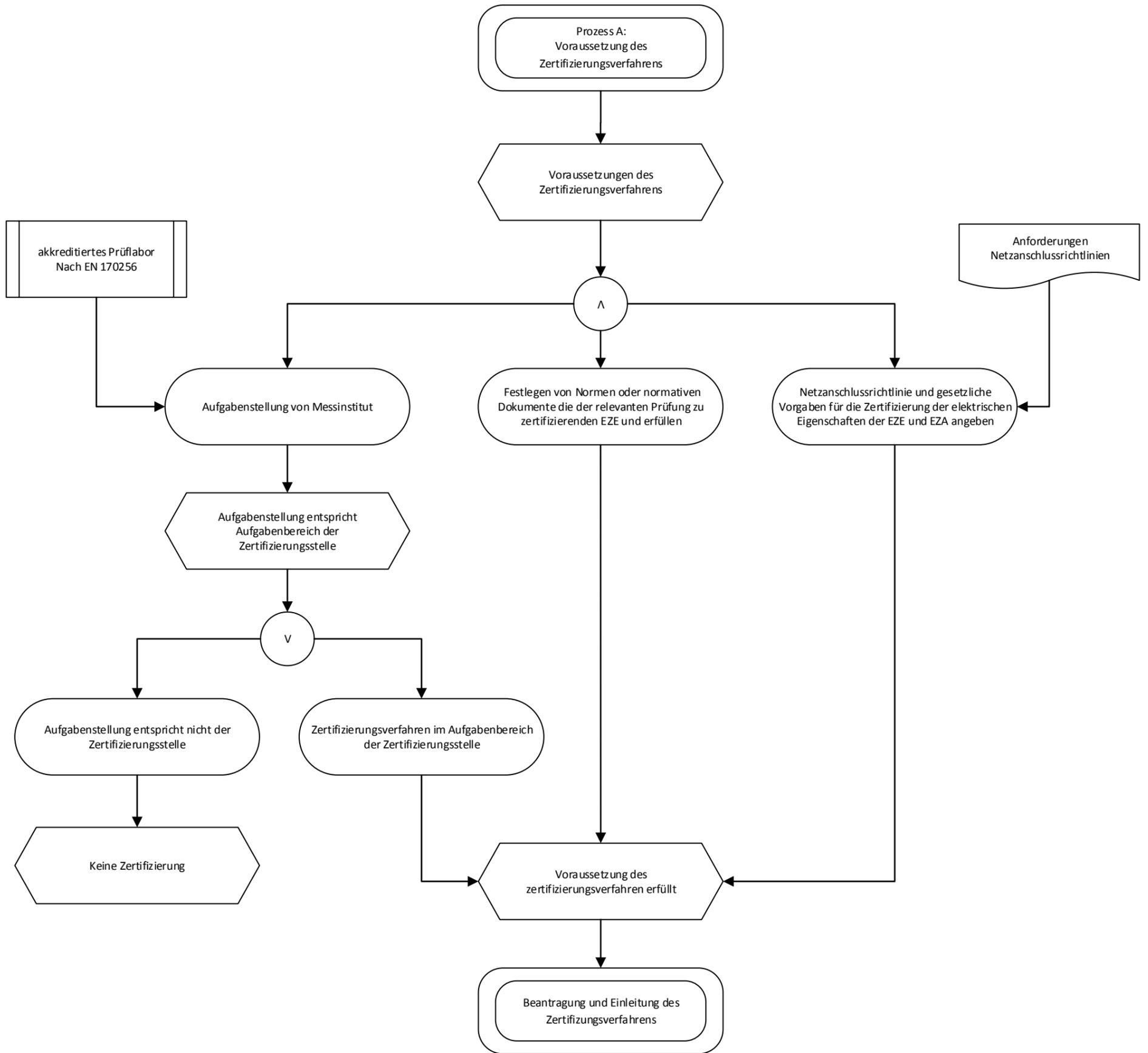
- [30] **Wikipedia.** Vorgangskettendiagramm. [Online] 13. August 2013. [Zugriff am: 10. August 2016.] <https://de.wikipedia.org/wiki/Vorgangskettendiagramm>.
- [31] **Koch, Susanne.** *Einführung in das Management von Geschäftsprozessen, Six Sigma, Kaizen und TQM.* Berlin Heidelberg : Springer Vieweg, 2015. ISBN 978-3-662-44449-8.
- [32] **Gadatsch, Andreas.** *Grundkurs Geschäftsprozess- Management, Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis: Eine Einführung für Studenten und Praktiker.* Wiesbaden : Springer Vieweg, 2012. ISBN 978-3-8348-2427-1.
- [33] **Rudert, Bettina und Kiefer, Bernd.** *Qualitätsmanagement- Mit Mind Map einfach und effektiv.* Hannover : Vincentz Network GmbH & Co. KG, 2013. ISBN 978-3-86630-232-7.
- [34] **Noe, Manfred.** *Change-Prozesse effizient durchführen, Mit Projektmanagement den Unternehmenswandel gestalten.* Wiesbaden : Springer Gabler, 2014. ISBN 978-3-658-04989-8.
- [35] **Wikipedia.** Geschäftsprozessanalyse. [Online] 01. März 2015. [Zugriff am: 14. August 2016.] <https://de.wikipedia.org/wiki/Gesch%C3%A4ftsprozessanalyse>.
- [36] **Betriebswirtschaft Lernen,** Präferenzmatrix. [Online] [Zugriff am: 10. September 2016.] <http://www.betriebswirtschaft-lernen.net/erklaerung/praeferenzmatrix>.
- [37] **Bundesverwaltungsamt** Referat VBM 2; Konventionenhandbuch (Teil1) für eine einheitliche Prozessmodellierung im Bundesministerium des Innern und seinen nachgeordneten Behörden Version 2.3; Schriftreihe des Kompetenzzentrums Prozessmanagement; Köln Juli 2013, Seite 30-31
- [38] **Beuth.** DIN EN 45012. [Online] 2016. [Zugriff am: 28. September 2016] <https://www.beuth.de/de/norm/din-en-45012/3357754>
- [39] **Wind Lexikon** SDL-Verordnung [Online] 2016 [Zugriff am: 06. September 2016] <http://www.wind-lexikon.de/cms/lexikon/103-lexikon-s/151-sdl-verordnung.html>
- [40] **ETH** Auswählen und Bewerten [Online] 2016 [Zugriff am: 10. September 2016] [http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjWlqaz39LPAhWDvRoKHcixBAAQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fcollection.library.ethz.ch%2Feserv%2Feth%3A25112%2Feth-25112-01.pdf&usq=AFQjCNH7LLxjgyOFfe7Z\\_oOCAWiv6CHlg](http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjWlqaz39LPAhWDvRoKHcixBAAQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fcollection.library.ethz.ch%2Feserv%2Feth%3A25112%2Feth-25112-01.pdf&usq=AFQjCNH7LLxjgyOFfe7Z_oOCAWiv6CHlg)
- [41] **Feldhusen, Jörg und Grote, Karl-Heinrich.** *Pahl/Beitz Konstruktionslehre. Berlin-Heidelberg 2013: Springer Verlag* ISBN 978-3-642-29569-1.

## Anhang

- A: EPK-Modell: Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens
- A-1: EPK-Prozess A: Voraussetzungen des Zertifizierungsverfahrens
- A-2 EPK-Prozess B: Relevante Unterlagen
- A-3 EPK-Prozess C: Modellvalidierung
- A-4: EPK-Prozess D:Netzanschlussrichtlinien
- B: VKD-Modell: Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens
- C: WKD-Modell: Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens
- D: Blockpfeil-Modell: Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens
- E: Mind-Map-Modell: Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens
- F: Prozess-Mapping-Modell: Einleitung und Beantragung des Zertifizierungsverfahrens
- G: Paarvergleichsmethode
- H Antrag auf Zertifizierung
- I Formular Verantwortlicher Mitarbeiter

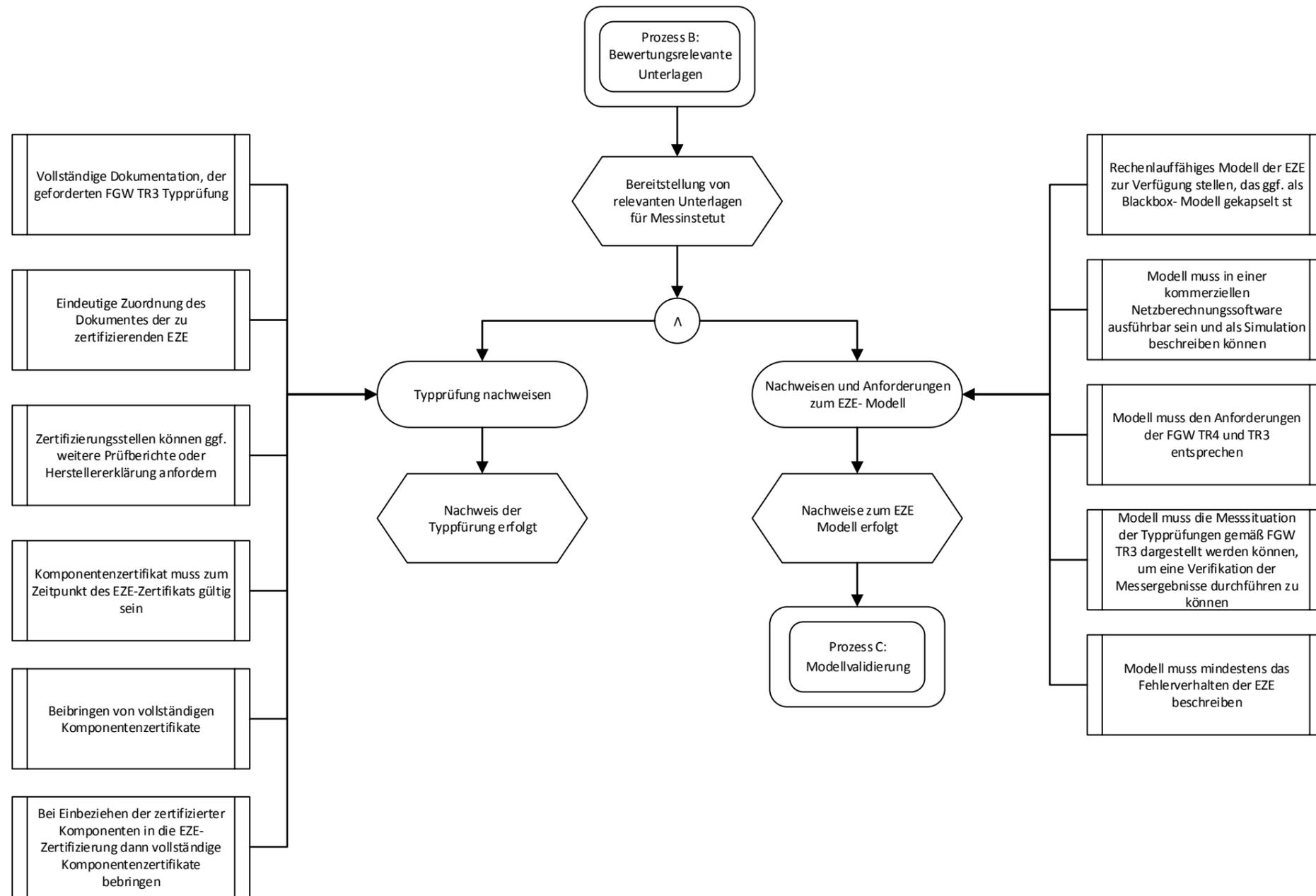


Legende	
Beschreibung	Symbol
Ereignis	
Funktion	
Verzweigung	
Dokument	
Informationsobjekt	
Kontrollfluss	
Prozesswegweiser	



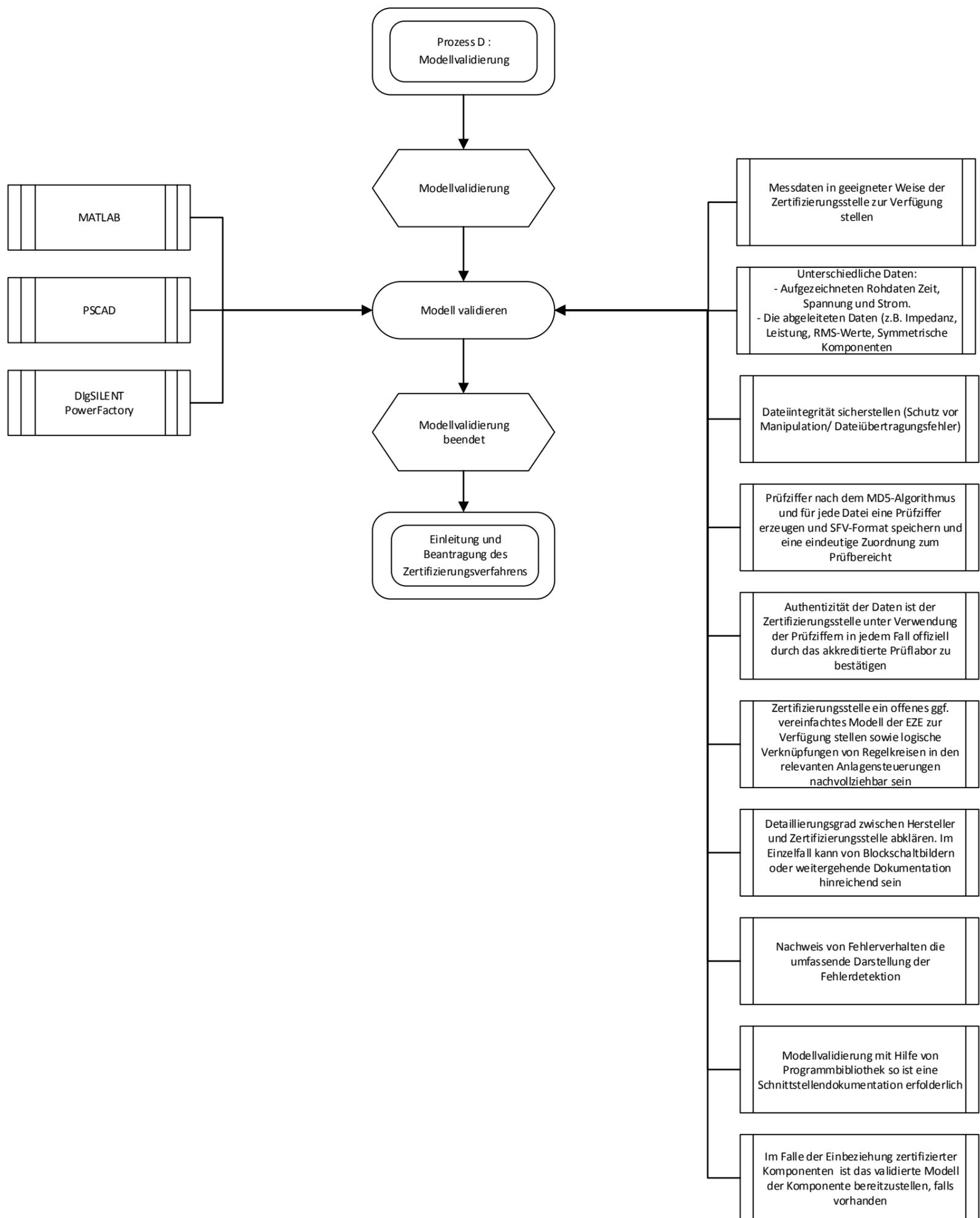
Legende	Beschreibung	Ereignis	Funktion	Verzweigung	Dokument	Informationsobjekt	Kontrollfluss	Prozesswegweiser
	Symbol							

Document title: Prozess A: Voraussetzungen des Zertifizierungsverfahrens



Legende	Beschreibung	Ereignis	Funktion	Verzweigung	Dokument	Informations objekt	Kontrollfluss	Prozessweg weiser
	Symbol							

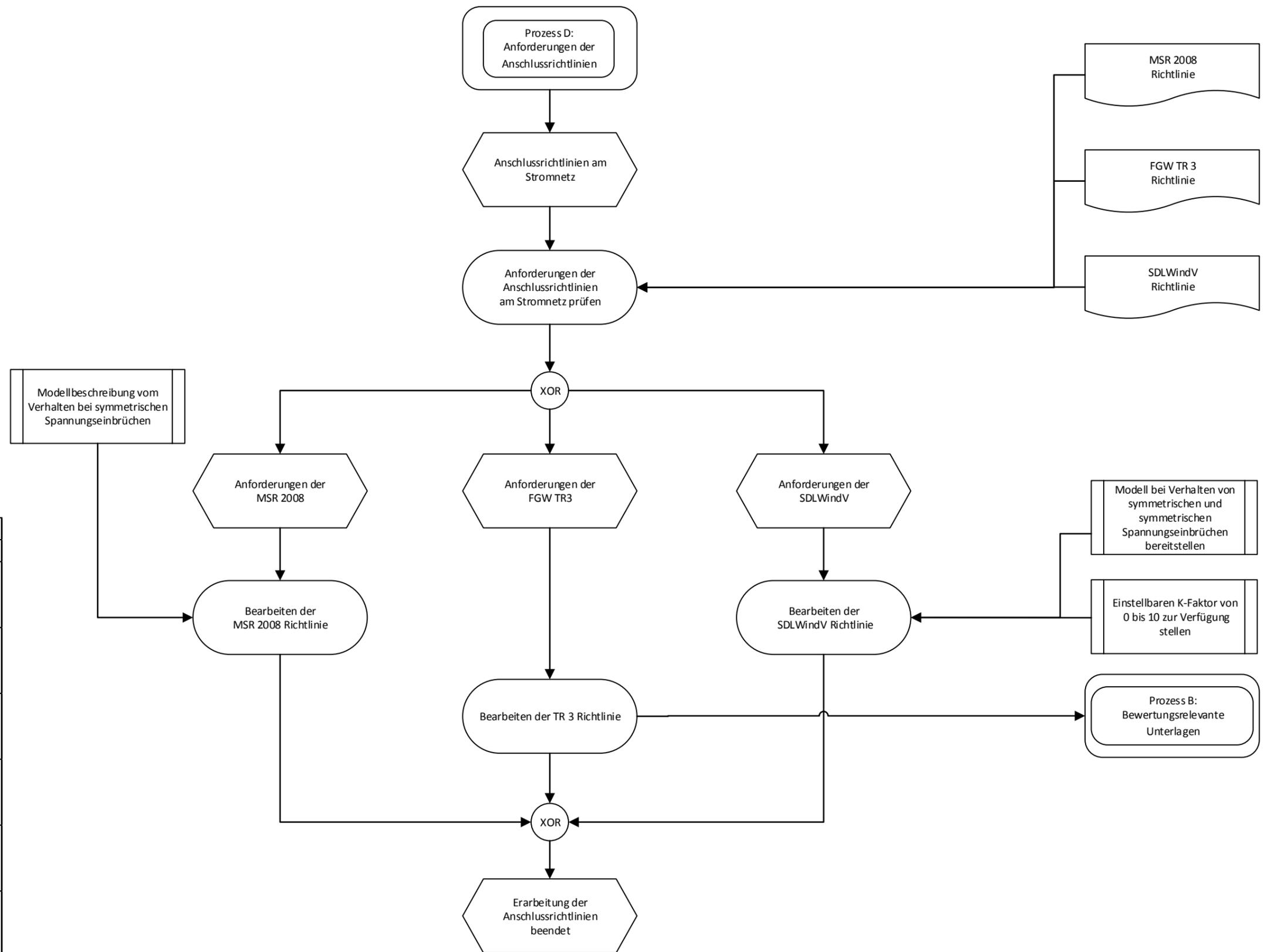
Document title: Bewertungsrelevante Unterlagen



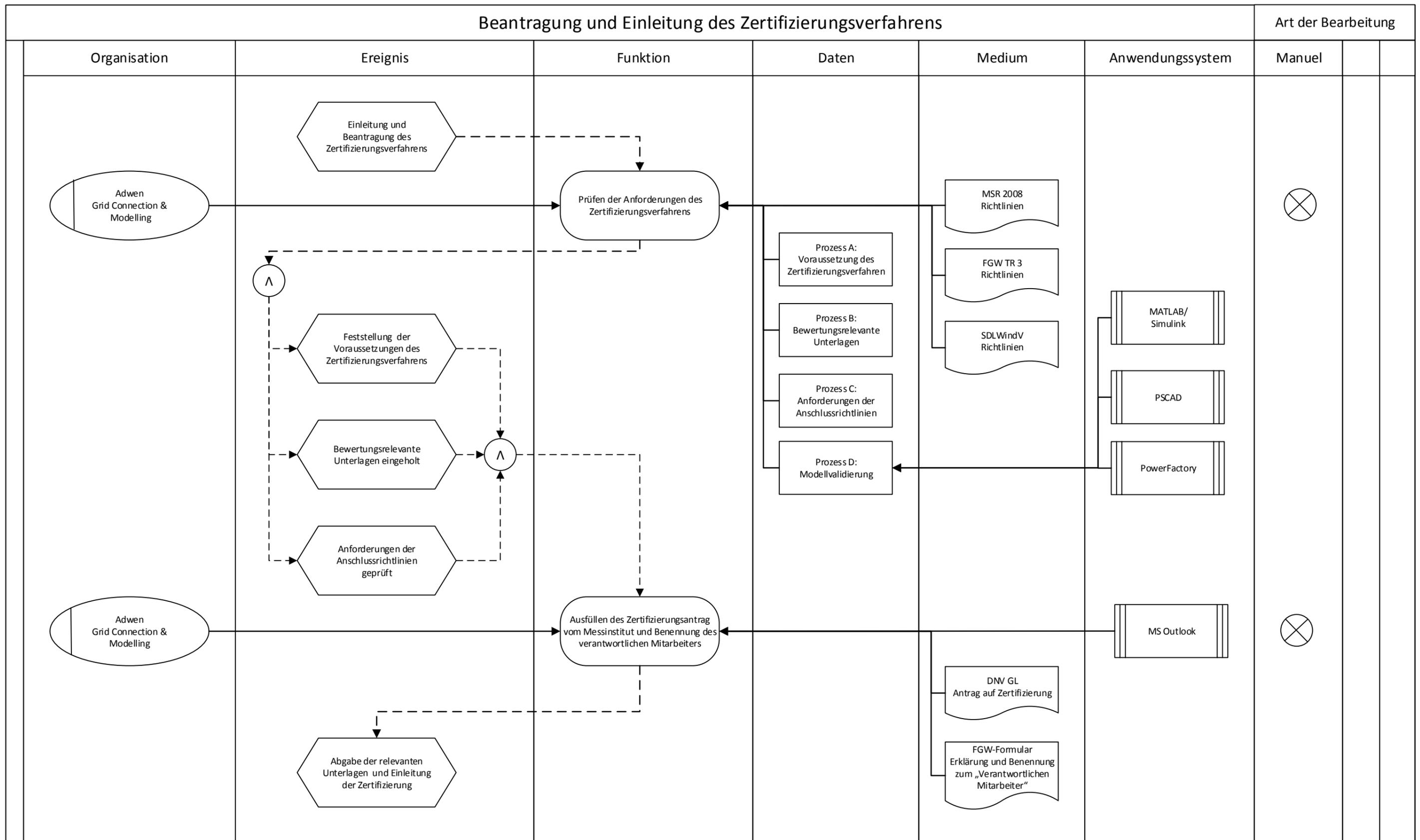
Legende	Beschreibung	Ereignis	Funktion	Verzweigung	Dokument	Informations objekt	Kontrollfluss	Prozessweg weiser
	Symbol							

Document title: Modell Validierung

Legende	
Beschreibung	Symbol
Ereignis	
Funktion	
Verzweigung	
Dokument	
Informationsobjekt	
Kontrollfluss	
Prozesswegweiser	

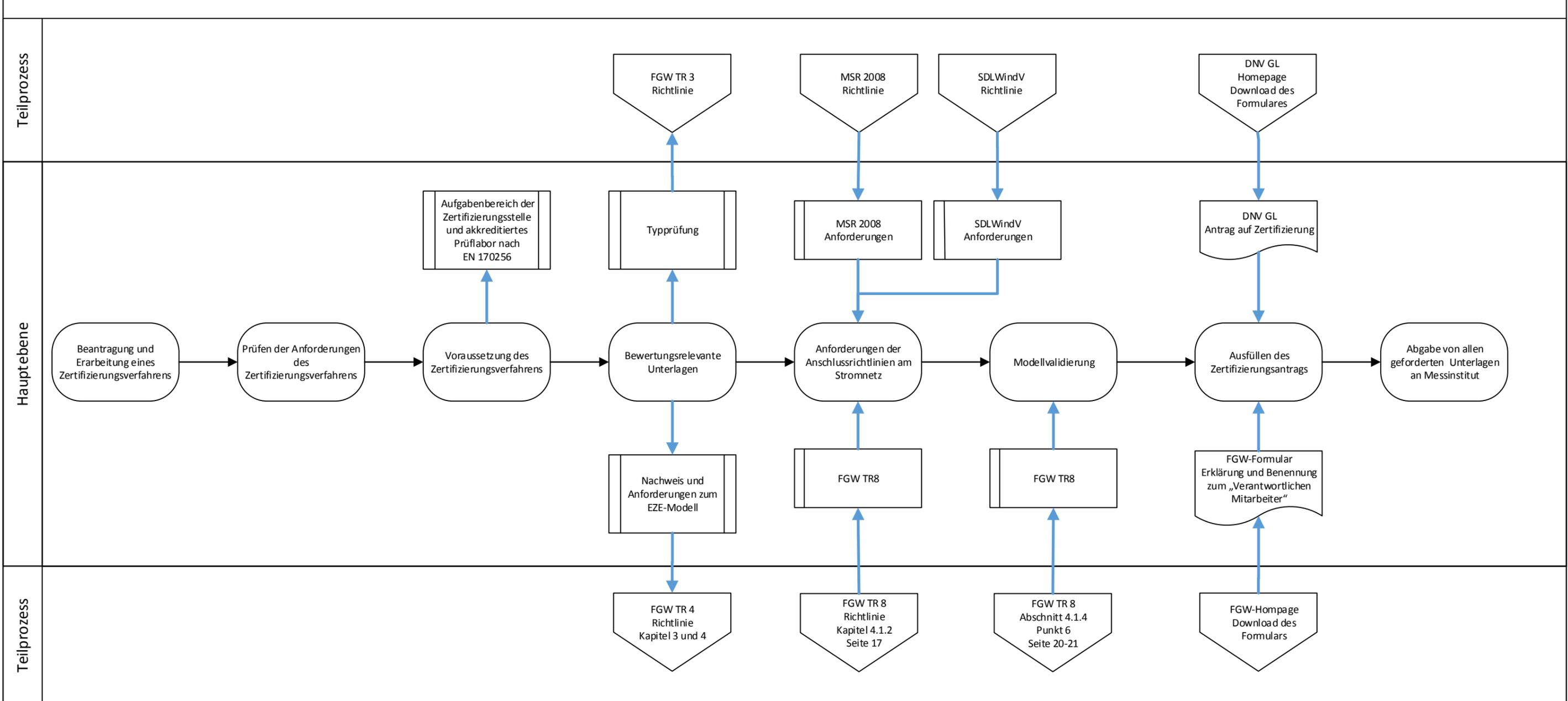


Document title: Anforderungen der Anschlussrichtlinien



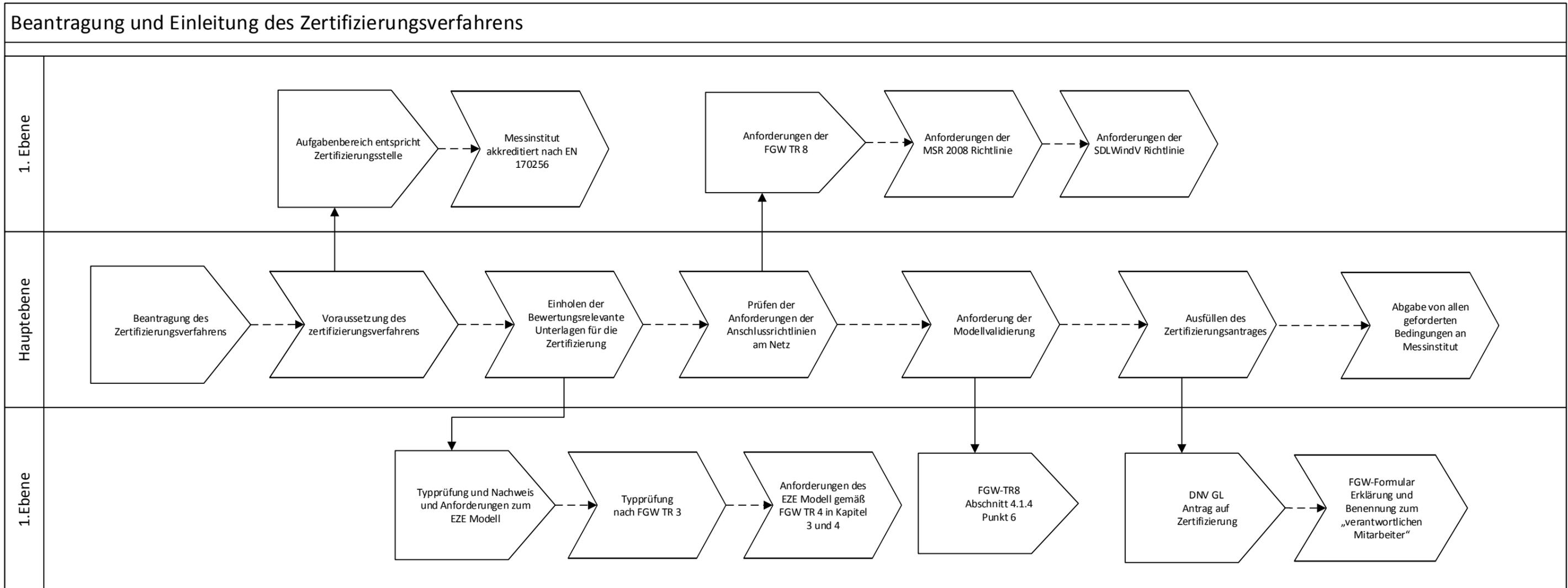
Legende	Beschreibung	Ereignis	Funktion	Verzweigung	Dokument	Informations objekt	Kontrollfluss	Prozessweg weiser
	Symbol							

# Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens



Legende	Beschreibung	Funktion	Informations objekt	Elektronisches Dokument	Kontrollfluss	Datenfluss	Teilprozess
	Symbol						

Document title: Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahren



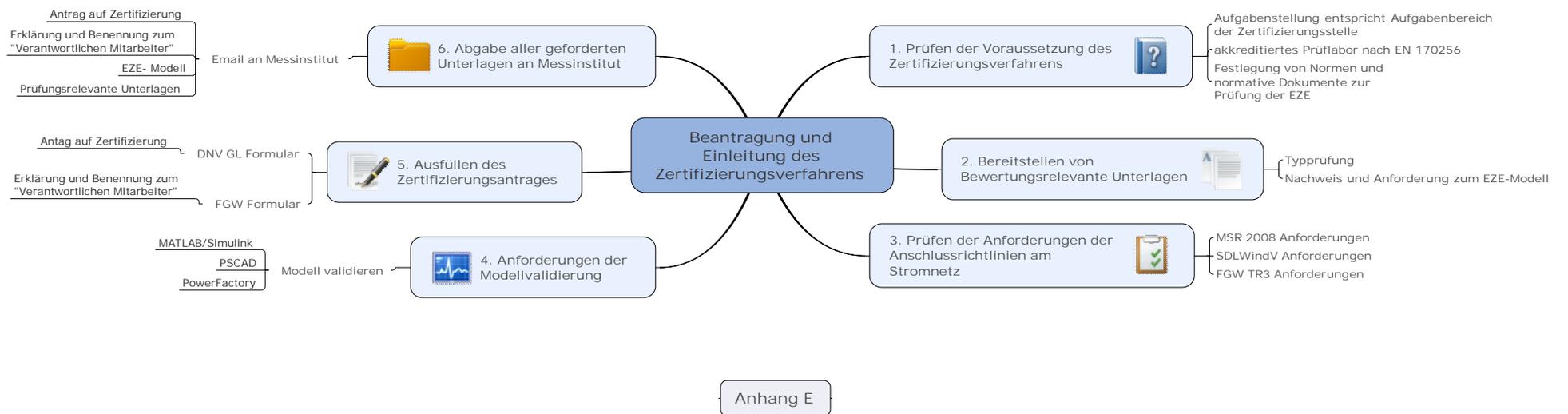
Legende	Startfunktion	Funktion	Nachfolger	Parallel-Prozess

Document title: Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahren

Ohters: Blockfeilsystem Version 1.0

Insert date: 06.august 2016

Anhang D



# Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens

Verantwortlichkeit			Prozessbezeichnung	Dokumente	Information	
V	D	I				
TL	MA	MA	Start			
			Beantragung und Erarbeitung des Zertifizierungsverfahrens		<ul style="list-style-type: none"> <li>Antrag bei der Zertifizierungsstelle</li> </ul>	
			Voraussetzung des Zertifizierungsverfahrens prüfen		<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgabenstellung entspricht den Aufgabenbereich der Zertifizierungsstelle</li> <li>akkreditiertes Prüflabor nach EN 170256</li> </ul>	
			Bereitstellen bewertungsrelevante Unterlagen		<ul style="list-style-type: none"> <li>FGW TR 3</li> <li>FGW TR 4, Kapitel 3 und Kapitel 4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Typprüfung</li> <li>Nachweis und Anforderung zum EZE Modell</li> </ul>
			Kontrollieren der Anforderung der Anschlussrichtlinien am Stromnetz		<ul style="list-style-type: none"> <li>MSR 2008</li> <li>SDLWindV</li> <li>FGW TR 8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle Anforderungen sind beschreiben in der FGW TR 8 Abschnitt 4.1.2 Seite 17</li> </ul>
			Modellvalidierung der EZE oder EZA		<ul style="list-style-type: none"> <li>FGW TR 4</li> <li>FGW TR 8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anforderung beschrieben in FGW TR 8 Abschnitt 4.1.4 Punkt 6 Seite 20 bis 21</li> </ul>
			alle Bedingungen erfüllt?			
			Ausfüllen des Zertifizierungsantrages		<ul style="list-style-type: none"> <li>Antrag Auf Zertifizierung</li> <li>Erklärung und Benennung zum verantwortlichen Mitarbeiter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dokument "Antrag auf Zertifizierung" von der Zertifizierungsstelle DNV GL</li> <li>FGW-Dokument „Erklärung und Benennung von verantwortlichen Mitarbeiter“</li> </ul>
			Abgabe von allen benötigten Unterlagen an Zertifizierungsstelle			<ul style="list-style-type: none"> <li>Abgabe per E-Mail, wenn nötig dann auch per Postweg</li> </ul>
			Ende			
Legende			V= Verantwortung D= Durchführung I= Information TL= Teamleiter MA= Mitarbeiter			

Legende	Beschreibung	Start / Ende	Funktion	Entscheidung
	Symbol			

Document title: Beantragung und Einleitung des Zertifizierungsverfahrens

Ohters: Prozess-Mapping Version 1.0

Insert date: 06.August 2016

Anhang F

## Paarvergleichsmethode

Bewertungsmatrix		Übersicht der Gesamtprozesses	Transparente Abläufe	Fehlervermeidung von Abläufen	Modellierungstiefe der Prozesse	Dokumentation von Prozessen	Ausweitungsmöglichkeiten der Abläufe	Summe der "+"	Gewichtungsfaktor g	Rang	
		1	2	3	4	5	6				
1	Übersicht der Gesamtprozesses	X									
2	Transparente Abläufe		X								
3	Fehlervermeidung von Abläufen			X							
4	Modellierungstiefe der Prozesse				X						
5	Dokumentation von Prozessabläufen					X					
6	Ausweitungsmöglichkeiten der Abläufe						X				
		Gesamt									

Bewertungsmatrix		Schulungsbedarf der Methoden	Erhöhte Mitarbeitermotivation	Zertifizierung der Abläufe	Einsparung von Kosten	Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter	Summe der "+"	Gewichtungsfaktor g	Rang	
		1	2	3	4	5				
1	Schulungsbedarf der Methoden	X								
2	Erhöhte Mitarbeitermotivation		X							
3	Zertifizierung der Abläufe			X						
4	Einsparung von Kosten				X					
5	Erleichterte Einarbeitung von neuer Mitarbeiter					X				
		Gesamt								

Antrag auf Zertifizierung nach

SDLWindV   
BDEW Mittelspannungsrichtlinie 2008   
TransmissionCode 2007   
VDE-AR-N 4120 (TAB Hochspannung)

entsprechend DIN DIN EN ISO/IEC 17065

Der rechtlich nicht verbindliche Antrag dient der Erstellung eines Angebotes und ist kostenfrei.

Antragsnummer: \_\_\_\_\_ (von Zertifizierungsstelle auszufüllen)

1 Angaben des Auftraggebers (Rechnungsempfänger)

Name des Unternehmens: \_\_\_\_\_

Straße, Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort, Land: \_\_\_\_\_

Handelsregister-Nummer: \_\_\_\_\_

Name des Ansprechpartners: \_\_\_\_\_

E-Mail-Kontakt: \_\_\_\_\_

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

Faxnummer: \_\_\_\_\_

2 Angaben zum Netzanschlussnehmer (Betreiber Netzanschlusspunkt);  
späterer Zertifikatsinhaber

Name des Unternehmens: \_\_\_\_\_

Straße, Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort, Land: \_\_\_\_\_

E-Mail-Kontakt: \_\_\_\_\_

3 Angaben zum Eigentümer der Erzeugungsanlage (Erzeugungseinheiten)

Name des Unternehmens: \_\_\_\_\_

Straße, Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort, Land: \_\_\_\_\_

E-Mail-Kontakt: \_\_\_\_\_

4 Allgemeine Fragen zum Antrag

4.1 Welches Produkt soll zertifiziert werden?

(Produktbezeichnung, Leistung, Kurzbeschreibung; bei Photovoltaik Wechselrichtertyp angeben)

Anzahl	Typ	Nennleistung	(gepl.) Inbetriebnahme (möglichst monatsgenau)

Mindestangaben zur Erstellung eines Angebotes:

Name der Erzeugungsanlage: \_\_\_\_\_

Beschreibung des Netzanschlusspunktes:  
(Spannungsebene, Übergabestation/Umspannwerk) \_\_\_\_\_

Netzbetreiber: \_\_\_\_\_

Standort der Erzeugungsanlage (PLZ, Ort): \_\_\_\_\_

Weitere Erzeugungseinheiten/Bestandsanlagen am Netzanschlusspunkt:

(z. B.: Altanlagen; Neuanlagen, die bereits zertifiziert wurden; Prototypen, Biomasse, Solarparks, evtl. separate Auflistung beifügen)

Anzahl	Typ	Nennleistung	Inbetriebnahme	Bereits zertifiziert
				ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
				ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
				ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
				ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>

4.2 Der Auftraggeber ist bezüglich des unter Punkt 4.1 aufgeführten Produktes:

- Hersteller
- Eigentümer
- Sonstiger
- Betreiber
- Betriebsführer

4.3 Haben Sie für vorangegangene Projekte an oder innerhalb dieses Produktes (Netzanschlusspunktes) bereits eine Zertifizierung durchführen lassen?

Ja  Nein

Falls ja, Name der Zertifizierungsstelle: \_\_\_\_\_

Zertifikats-Identifikationsnummer: \_\_\_\_\_

(falls ein Zertifikat ausgestellt wurde)

4.4 Welche Art der Zertifizierung wird beantragt?

- Erstzertifizierung des unter Punkt 4.1 genannten Produktes.
- Zertifizierungsüberprüfung aufgrund von Änderungen gegenüber dem zertifizierten Produkt mit der unter Punkt 4.3 genannte Zertifizierungs-ID. Eine Beschreibung der Änderungen ist als Anlage beizufügen!
- Wiederholungszertifizierung aufgrund von Gültigkeitsablauf des Zertifikates.

5 Einverständniserklärungen

Der Auftraggeber ist im Falle einer Zertifizierung mit der Veröffentlichung des Zertifizierungsergebnisses - ganz oder auszugsweise, auch in digitaler Form - durch die KEMA Zertifizierungsgesellschaft mbH einverstanden.

Der Auftraggeber erklärt sich damit einverstanden, dass personenbezogene Daten, die aus diesem Antrag resultieren, zum Zwecke der Durchführung des beantragten Verfahrens in der KEMA Zertifizierungsgesellschaft mbH elektronisch gespeichert werden.

Der Auftraggeber erklärt sein Einverständnis, die Zertifizierungsanforderungen nach Möglichkeit zu erfüllen und jegliche für die Bewertung der zu zertifizierenden Produkte erforderlichen Informationen zur Verfügung zu stellen.

\_\_\_\_\_  
(Ort, Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift und Stempel)

## 6 Anlage

Nach der Beauftragung werden u. a. die folgenden Unterlagen benötigt:

Durch den Kunden sind die folgenden Unterlagen der KEMA Zertifizierungsgesellschaft mbH bereit zu stellen:

- Ausgefüllter Datenabfragebogen Erzeugungsanlagen-Betreiber gemäß Anhang C, Teil A der TR8 oder Formular F1 der BDEW (abhängig vom Netzbetreiber) wird als Leervorlage von KEMA Zertifizierungsgesellschaft mbH zugesandt.
- 1-poliger Übersichtsschaltplan (AC-seitig) der Erzeugungsanlage inklusive sämtlicher Kabeltypen und -längen, aller Transformatoren und die entsprechenden Spannungsebenen, Übergabestation mit Schutzeinrichtungen und Kennzeichnung des Netzanschlusspunktes.
- Auflistung aller Erzeugungseinheiten innerhalb der Erzeugungsanlage mit Typenbezeichnung und Datenblatt.
- Datenblätter der verwendeten Transformatoren.
- Beschreibung des Schutzkonzeptes (sofern nicht aus Übersichtsschaltplan ersichtlich). Datenblätter der Schutzrelais, der Leistungsschalter sowie der Strom- und Spannungswandler.
- Herstellerbeschreibung des Parksteuerungssystems.
- Konzept des Parkmanagementsystems (sofern nicht aus Single-Line-Diagramm ersichtlich), inklusive Datenblätter der verwendeten Strom- und Spannungswandler, Kommunikationsplan.

Folgende Dokumente holt KEMA Zertifizierungsgesellschaft mbH für die Zertifizierung ein (bzw. unterstützt dabei):

- Einheitenzertifikat (vom Hersteller)
- Validiertes Erzeugungseinheiten-Modell (vom Hersteller)
- Unterstützung bei der Beschaffung des Datenabfragebogens vom Netzbetreiber (gemäß Anhang C, Teil B der TR8)

**Erklärung Benennung zum "Verantwortlichen Mitarbeiter"  
zur Erstellung von Anlagenzertifikaten nach FGW TR 8**



**Anlagengutachten/Zertifikat ausstellende Firma:**

nachfolgend als Unternehmer benannt

**Vorname und Name des verantwortlichen Mitarbeiters:**

**Für den Arbeitsbereich/ Benennungsbereich:**

**Zertifikat-Erstellung von Neuanlagen  
gemäß BDEW-MS-Richtlinie und SDLWindV**

Hiermit wird **Herr / Frau** \_\_\_\_\_ durch den Unternehmer zum  
**verantwortlichen Mitarbeiter** benannt.

**Grundlagen der Benennung:**

- BDEW MS - Richtlinie Erzeugungsanlagen an MS - Netz, Ausgabe Juni 2008
- SDLWindV vom 03.07.2009
- FGW TR8 Rev.06
- BDEW Zulassungsprozeß

Die persönlichen und beruflichen Voraussetzungen für diese Tätigkeit des verantwortlichen Mitarbeiters gemäß BDEW Zulassungsprozeß sind dokumentiert.

Eine "zeitnahe" berufliche Tätigkeit im Bereich der Erstellung von Zertifikaten und die Kenntnisse der aktuellen Normung sind gewährleistet.

Der benannte verantwortliche Mitarbeiter ist berechtigt, Gutachten/Zertifikate nach BDEW-MS-RL und SDLWindV im Namen unseres Unternehmens zu erstellen und zu unterzeichnen.

Er ist in jeder Hinsicht für diese Zertifikatstätigkeit weisungsfrei gestellt und ausdrücklich angehalten, seine Aufgabe unabhängig, unparteiisch und objektiv auszuführen.

Der Unternehmer und der verantwortliche Mitarbeiter versichern, dass sie keine Firmenverflechtungen oder Geschäftsbeziehungen, bspw. in Form von Entwicklungsaufträgen, unterhalten oder für die Dauer ihrer Benennung unterhalten werden, welche eine unabhängige und unparteiische Ausübung der Tätigkeit behindern. Der BDEW behält sich vor, Benennungen zurückzunehmen, nicht zu erteilen oder nur unter Auflagen zu erteilen, wenn begründete Zweifel daran bestehen, dass der Unternehmer oder der verantwortliche Mitarbeiter ihre Tätigkeit unabhängig und unparteiisch ausüben können oder dass die Vertraulichkeit von Informationen der Auftraggeber und der Hersteller von Erzeugungseinheiten und -anlagen gewahrt wird.

Der Unternehmer stellt die Mittel, die für die Ausübung der oben genannten Verantwortlichkeit benötigt werden, zur Verfügung.

Der Unternehmer ermöglicht dem verantwortlichen Mitarbeiter eine regelmäßige Weiterbildung.

Ort, Datum:

\_\_\_\_\_  
Unternehmer

\_\_\_\_\_  
Verantwortlicher Mitarbeiter

