

IMWatT
**„Internationalisierte Mechatronik für
Windkraft-Technologie“**

**„Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für prospektive
wirtschaftliche Entwicklung im Sektor erneuerbarer Energie in
der Region Sønderjylland/Schleswig“**



**Ein Projekt im Programm INTERREG III A
Sønderjylland – Schleswig**

**Abschlussbericht
2008**

**Berichtszeitraum
1. August 2006 – 30. September 2008**



Flensburg 2008

Allgemeine Angaben zum INTERREG III A Projekt IMWatT

Projektbezeichnung:	Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für eine prospektive wirtschaftliche Entwicklung im Sektor erneuerbarer Energie in der Region Sønderjylland / Schleswig.
Kurzbezeichnung:	IMWatT
Förderungskennzeichen:	
Projektbeginn:	01.08.2006
Projektsende:	30.09.2008
Projektpartner:	Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein WAK Dr. Detlef Reeker (Kontaktperson), Stephan Jung http://www.wak-sh.de Universität Flensburg Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik biat Prof. Dr. A. Willi Petersen , Eckhard Büßen, Christian Bauer http://www.biat.uni-flensburg.de Berufliche Schule des Kreises Nordfriesland in Husum BSH Schulleiter Bodo Mokwinski (Kontaktperson), Michael Jensen, Dr. Michael Schmiech http://www.bs-husum.de EUC Syd Hans Lehmann (Kontaktperson), Leif Elsborg, Torben Krogh http://www.eucsyd.dk

Impressum

Bearbeitung und Redaktion:

Prof. Dr. A. Willi Petersen, Christian Bauer, Eckhard Büßen, Dr. Michael Schmiech, Michael Jensen, Stephan Jung, Leif Elsborg, Torben Krogh

Druck: Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein WAK, 2008

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Die Projektziele.....	1
1.2	Projektplanung	2
1.3	Projektpartner.....	3
2	Öffentlichkeitsarbeit	4
2.1	Artikel und Berichte.....	4
2.2	Web-Präsenz	8
3	Sektoranalyse und Stichprobenwahl.....	9
3.1	Die Geschäftsfelder in der Windenergie-Branche	9
3.2	Wahl der Stichprobe.....	13
3.3	Kontaktaufnahme	14
3.3.1	Kontaktaufnahme für Online-Befragung	14
3.3.2	Kontaktaufnahme für die Arbeitsanalysen.....	18
4	Das Erhebungsinstrumentarium	19
4.1	Fragebogen.....	19
4.1.1	Genereller Teil des Fragebogens.....	19
4.1.2	Geschäftsfeldspezifischer Teil des Fragebogens	20
4.2	Arbeitsanalyse in den Unternehmen	27
5	Durchführung und Ergebnisse der Befragung und Arbeitsanalysen	31
5.1	Online-Befragung der Unternehmen.....	31
5.2	Arbeitsanalyse in den Unternehmen	40
5.2.1	Unternehmen A: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters von Service und Wartung in der Windenergie-Branche (Mittelbetrieb).....	40
5.2.2	Unternehmen B: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters im Bereich der Erhaltung älterer Windenergieanlagen (Kleinbetrieb).....	46
5.2.3	Unternehmen C: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters in der Windenergie-Branche (Betrieb mittlerer Größe)	50
5.2.4	Unternehmen D: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters in der Windenergie-Branche (Großbetrieb)	54
5.2.5	Unternehmen E: Analyse der Serviceleistungen der Abteilung für Service eines Windenergieanlagen-Herstellers (Großbetrieb).....	58

5.2.6	Unternehmen F: Analyse der Inbetriebnahme-Leistungen im Rahmen der Windenergieanlagen-Aufstellung eines Herstellers (Großbetrieb).....	61
5.3	Zusammenfassende Ergebnisse der Befragung und Arbeitsanalysen.....	67
6	Curriculumrevision der Berufsschulen	71
6.1	Synopse der Curricula Lokal Undervisningsplan for Automatiktækniker (DK) und Rahmenlehrplan Mechatronik vom 3. März 1998 (D)	71
6.1.1	Vorbemerkung	71
6.1.2	Pädagogisch-didaktische Konzeption	72
6.1.3	Weitere Besonderheiten	72
6.1.4	Inhaltliche Abgrenzung.....	73
6.2	Beruflichen Schule des Kreises Nordfriesland in Husum BSH.....	81
6.2.1	Empfehlungen zur Curricularevision	81
6.2.2	Durchgeführte Änderungen und Evaluation	84
6.3	EUC Syd	86
6.3.1	Empfehlungen für die Anpassung der Bekanntmachung für den Automatiktækniker	86
6.3.2	Durchgeführte Änderungen und Evaluation	94
6.4	Fazit und Ausblick	95
7	Curriculumrevision der Fortbildung	97
7.1	Analyse Curricula Servicemonteur/Servicetechniker von IHK und BZEE.....	97
7.1.1	Abgleich der Inhalte der Curricula	97
7.1.2	Abgleich der Curricula mit dem Qualifikations-Bedarfskatalog	103
7.1.3	Ausgestaltung der Curricula	104
7.2	Empfehlungen zur Revision der Curricula in der Fortbildung	105
7.3	Ergebnis der Curriculumrevision für die Fortbildung	107
7.4	Evaluation der Fortbildung	120
7.4.1	Fragebogen für ehemalige Fortbildungsteilnehmer	121
7.4.2	Durchführung und Ergebnis der Befragung.....	122
7.5	Vorstellung des reformierten Curriculums vor dem IHK-Prüfungsbeirat	123
7.6	Fazit und Ausblick	123
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	125
	Literaturverzeichnis.....	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Artikel in der SHZ am 18.09.2006 zum Kick-Off des IMWatT-Projektes.....	4
Abbildung 2: Artikel aus der dänischen Zeitung Jydske Vestkysten von Januar 2008	5
Abbildung 3: Artikel aus dem Windkraftjournal Ausgabe 01/2007	5
Abbildung 4: Artikel auf der Web-Präsenz des Bundesverbandes Windenergie e.V. (http://www.wind-energie.de)	6
Abbildung 5: Artikel aus dem Flensburger Tageblatt vom 22.01.2008.....	6
Abbildung 6: Artikel aus dem Flensburger Tageblatt vom 12.03.2008.....	7
Abbildung 7: Artikel aus dem Windkraftjournal Ausgabe 4/2008	7
Abbildung 8: Deutsche Startseite der Web-Präsenz des Projektes IMWatT	8
Abbildung 9: Geschäftsfelder nach dem GAHFA-Modell der Windenergie-Branche	9
Abbildung 10: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Planung und Projektierung von WEA	10
Abbildung 11: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Herstellung und Produktion von WEA.....	11
Abbildung 12: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Bau und Installation von WEA.....	12
Abbildung 13: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Betriebsführung von WEA	12
Abbildung 14: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Service und Wartung von WEA	13
Abbildung 15: Deutsches Anschreiben an Unternehmen	15
Abbildung 16: Dänisches Anschreiben an Unternehmen	16
Abbildung 17: Zweisprachiger Flyer	17
Abbildung 18: Deutsches Anschreiben zur Arbeitsanalyse	18
Abbildung 19: Genereller Teil des dänischen Fragebogens.....	20
Abbildung 20: Genereller Teil des deutschen Fragebogens.....	20
Abbildung 21: Erster Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“	21
Abbildung 22: Erster Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“	21
Abbildung 23: Erster Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“	22
Abbildung 24: Erster Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“	22
Abbildung 25: Erster Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“	23
Abbildung 26: Erster Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“	23

Abbildung 27: Zweiter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“	24
Abbildung 28: Zweiter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“	24
Abbildung 29: Zweiter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“	24
Abbildung 30: Zweiter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“	25
Abbildung 31: Zweiter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“	25
Abbildung 32: Zweiter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“	26
Abbildung 33: Dritter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen	26
Abbildung 34: Dritter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen	26
Abbildung 35: Grundlegendes GAHPA-Modell.....	27
Abbildung 36: Geschäftsprozess des GAHPA-Modells	28
Abbildung 37: Geschäftsprozess und Arbeitsprozesse des GAHPA-Modells.....	28
Abbildung 38: Geschäftsprozess, Arbeitsprozesse und Handlungsphasen des GAHPA-Modells	29
Abbildung 39: GAHPA-Modell mit Geschäftsprozess, Arbeitsprozessen, Handlungsphasen und Arbeitsaufgaben	29
Abbildung 40: Arbeitsdimensionen einer einzelnen Arbeitsaufgabe	30
Abbildung 41: Diagramm zu den Kompetenzen im Bereich Herstellung	32
Abbildung 42: Diagramm zu den Tätigkeiten im Bereich Herstellung	33
Abbildung 43: Diagramm zu den Tätigkeiten im Bereich Bau und Installation	35
Abbildung 44: Diagramm zu den Kompetenzen im Bereich Bau und Installation.....	36
Abbildung 45: Diagramm zu den Tätigkeiten im Bereich Service und Wartung.....	38
Abbildung 46: Diagramm zu den Kompetenzen im Bereich Service und Wartung.....	39
Abbildung 47: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1	44
Abbildung 48: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2 (Anmerkung: Die Grafik zeigt nur einen Ausschnitt aus der vollständigen Wartungsarbeit C.2)	44
Abbildung 49: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1	48
Abbildung 50: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2	49
Abbildung 51: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1	52
Abbildung 52: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2	52
Abbildung 53: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1	56
Abbildung 54: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2	57

Abbildung 55: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses	60
Abbildung 56: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1	64
Abbildung 57: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2	65
Abbildung 58: Die Ziele 1 und 4 dienen der Dokumentation ausgeführter Arbeiten sowie der Ausarbeitung von Betriebsanleitungen.	88
Abbildung 59: Lernziel 5 kann für die Verbesserung des Kommunikationsprozesses des einzelnen Schülers genutzt werden.	88
Abbildung 60: Alle Lernziele werden genutzt, um das Ziel in Englisch zu erreichen	89
Abbildung 61: Lernziele 1, 2, 3 und 4 in diesem Fach wenden mechanische Arbeitsprozesse an.	90
Abbildung 62: Die Ausbildung beinhaltet das Fach Physik, welches für die physikalischen Grundlagen von Kräften, Drehmoment usw. genutzt werden kann.....	91
Abbildung 63: Lernziele 1 bis 8 können hier angewandt werden.....	91
Abbildung 64: Es gibt auch ein wahlfreies Spezialfach, das für den Hydraulikunterricht bei Windenergieanlagen verwendet werden kann	92
Abbildung 65: Dieses Fach beinhaltet mit dem Fach aus Abbildung 66 die grundlegenden Techniken um die Elektrotechnik sowie Motoren	92
Abbildung 66: Dieses Fach beinhaltet mit dem Fach aus Abbildung 65 die grundlegenden Techniken um die Elektrotechnik sowie Motoren	93
Abbildung 67: Dieses Fach kommt bei der systematischen Fehlersuche zur Anwendung.....	93
Abbildung 68: Vergleich der Fortbildungs-Curricula von BZEE und IHK.....	102
Abbildung 69: Beispiel für 2 Module aus dem Curriculum des BZEE	104
Abbildung 70: Beispiel für ein Modul aus dem Curriculum der IHK	105
Abbildung 71: Ergebnis der Befragung ehemaliger Fortbildungsteilnehmer. Es wird die Durchschnittsnote für das jeweilige Themengebiet dargestellt.	122

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tabellarischer Vergleich der Curricula Automatiktener und Mechatroniker	77
Tabelle 2: Schüleraustausch in Deutschland 1 = fully correct; 2 = mostly correct; 3 = seldom correct; 4 = not correct	85
Tabelle 3: Schüleraustausch in Dänemark 1 = fully correct; 2 = mostly correct; 3 = seldom correct; 4 = not correct	94
Tabelle 4: Vergleich der Fortbildungs-Curricula von BZEE und IHK.....	101

1 Einleitung

Dänemark und Deutschland sind weltweit Vorreiter bei der wachsenden Nutzung der Windenergie und der Entwicklung von Windenergieanlagen (WEA). Die Herstellung von WEA sowie deren Service und Wartung haben auch eine große wirtschaftliche Bedeutung für die Region Sønderjylland/Schleswig und erfordern einen hohen Fachkräftebedarf. Die Verfügbarkeit von entsprechend gut qualifizierten Mechatronik-Fachkräften (D) bzw. Automatikttechnikern (DK) bildet dabei eine zentrale Voraussetzung für eine weitere positive Entwicklung, wobei zudem eine derzeit fehlende grenzübergreifende Abstimmung von Qualifizierungsinhalten die regionale Mobilität von Fachkräften erschwert.

Das EU-Projekt IMWatT „Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie“ hat vor allem diesen Fachkräftebedarf im Windenergiesektor zum Gegenstand und zielt im Schwerpunkt auf dementsprechende „Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für eine prospektive wirtschaftliche Entwicklung im Sektor erneuerbarer Energie in der Region Sønderjylland / Schleswig“. Die dazu vorgesehene Qualifikations- und Curriculumforschung soll auch dem Fachkräftebedarf auf dem internationalisierten Arbeitsmarkt Rechnung tragen und durch Empfehlungen zu einer prospektiven Weiterentwicklung der bestehenden Curricula die Erstausbildung wie die Fortbildung von Mechatronikern (D) sowie Automatikttechnikern (DK) entscheidend verbessern. Durch exemplarische Umsetzungen im Rahmen der je regionalen Aus- und Fortbildungsangebote sollen dabei die curricular neu zu entwickelnden Lern- und Handlungsfelder auch als neue arbeitsprozessorientierte Rahmenvorgabe international pilotartig erprobt werden.

1.1 Die Projektziele

Für die Durchführung und Umsetzung des EU-Projekts „Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie“ (IMWatT) wurden die in der Einleitung bereits teils benannten Ziele und Inhalte im Wesentlichen mit der Beantragung des Projekts vorab festgelegt und definiert. Methodisch ist hierzu vor allem noch die Entwicklung eines grenzüberschreitend einsetzbaren Erhebungsinstrumentariums für die Arbeitsprozessanalysen und die Qualifizierungsbedarfe im Sektor der Mechatronik bzw. der Nutzung der Windenergie zu nennen.

Auf der Basis der strukturierten Arbeitsprozessbeschreibungen und ermittelten Qualifizierungsbedarfe ist ein Hauptziel im Projekt die Entwicklung von Empfehlungen zu einer bedarfsorientierten und internationalisierten Weiterentwicklung der bestehenden Curricula für die Erstausbildung von Mechatronikern (D) sowie Automatikttechnikern (DK). Ebenso und parallel dazu sollen Empfehlungen zur Weiterentwicklung der je bestehenden Curricula für den Bereich der Fortbildung gegeben werden und unter dem besonderen Aspekt der Abstimmung und Abgrenzung zur Erstausbildung in relativ eigenständige Qualifizierungsmodule bzw. neu entwickelte Lerneinheiten münden. Dabei soll begleitend ein Netzwerk für den grenzüberschreitenden Erfahrungsaustausch im Sektor der Windenergie gefördert und errichtet werden.

Die Ergebnisse und neuen internationalisierten Curricula bilden sodann die Grundlage für die Entwicklung und konkrete didaktische Ausgestaltung und Durchführung exemplarisch ausgewählter Bildungsangebote für die berufliche Erstausbildung und Fortbildung. Darüber hinaus soll die Durchführung und Umsetzung der entsprechend arbeitsorientiert ausgestalteten Schulungs- und Qualifizierungsangebote didaktisch-methodisch erprobt und curricular evaluiert und revi-

diert werden. Insgesamt soll somit im Projekt IMWatT einerseits ein grenzüberschreitend gültiger Katalog von Qualifikationsanforderungen und andererseits von Qualifizierungsangeboten der Aus- und Fortbildung für die verschiedenen Geschäfts- und Arbeitsfelder in der Windenergie-Branche erstellt werden.

1.2 Projektplanung

Entsprechend den Zielen und Methoden des IMWatT-Projektes gliedert sich der Ablauf im Projekt in insgesamt fünf Phasen. Im Sinne der Projektplanung erfolgt die Bearbeitung der unterschiedlichen Aufgaben somit in der Struktur der folgenden Projektphasen:

Vorphase (1.8.06-31.12.06)

Die Vorphase beinhaltet die grundlegenden Maßnahmen wie die Feinplanung des Projektverlaufs, die Festlegung der personellen Zuständigkeiten und die weitere Organisationsarbeit. Darüber hinaus beinhaltet die Vorphase den Beginn der Öffentlichkeitsarbeit inklusive Web-Präsenz, die Herstellung von Firmenkontakten und die Entwicklung des berufswissenschaftlichen Erhebungsinstrumentariums.

Analysephase (1.1.07-31.5.07)

In der Analysephase erfolgt die Durchführung der Arbeitsprozessstudien, ihre Auswertung sowie daraus folgend die Erstellung eines Kataloges von Anforderungen der Qualifizierung. Die Ergebnisse dienen der ersten Formulierung von Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Curricula für die Erstausbildung und Fortbildung. Es beginnt außerdem der Aufbau eines Netzwerkes für den Erfahrungsaustausch im Windenergie-Sektor. Für die pilotartige Durchführung und Umsetzung der neuen Fortbildung werden Teilnehmer angeworben.

Entwicklungsphase (1.6.07-31.12.07)

Die Entwicklung internationalisierter Curricula bzw. die Weiterentwicklung der bestehenden Curricula für die Erstausbildung von Mechatronikern und Automatiktenerikern sowie für die Fortbildung von Service-Fachkräften steht im Mittelpunkt dieser Phase. Auf dieser Grundlage soll außerdem eine Erarbeitung von konkreten Lern- und Handlungsfeldern im Sinne von Qualifizierungsmodulen erfolgen. Diese sollen zudem curricular zwischen der Erstausbildung und Fortbildung abgestimmt werden.

Durchführungs- und Erprobungsphase (1.8.07-30.6.08)

Die weiterentwickelten und erarbeiteten Lern- und Handlungsfelder bzw. Qualifizierungsmodule werden an den beteiligten Bildungseinrichtungen der Erstausbildung und Fortbildung pilotartig durchgeführt und umgesetzt. Hierzu wird ein Evaluationskonzept ausgearbeitet und eingesetzt, mit dem die Erprobungen in Deutschland und Dänemark formativ und auch teils vergleichend evaluiert werden. Nach der Planung ist dabei auch ein Erfahrungsaustausch der Dozenten und Teilnehmer vorgesehen, so dass die pilotartigen Durchführungen den Charakter von vernetzten Seminaren und Bildungsangeboten erhalten.

Evaluations- und Transferphase (1.7.08-30.9.08)

In der abschließenden Evaluations- und Transferphase werden die Projektergebnisse zusammengefasst und einer summativen Evaluation unterzogen. Der Transfer der Ergebnisse soll insbesondere durch die Erstellung und Veröffentlichung eines ausführlichen Abschlussberichtes

erfolgen. Die Durchführung eines Workshops für den Ergebnistransfer und auch die Beteiligung an entsprechenden Konferenzen und Tagungen schließt das Projekt ab.

1.3 Projektpartner

Die Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein (WAK) ist eine Aus- und Weiterbildungsstätte der Industrie- und Handelskammer Schleswig-Holstein (IHK). Die WAK ist der haftbare Partner im IMWatT-Projekt auf der deutschen Seite und sie übernimmt die Aufgaben der Projektleitung, Buchführung sowie der Öffentlichkeitsarbeit. Des Weiteren wird an der WAK für das Projekt die pilotartige Fortbildung durchgeführt. Am Projekt beteiligt sind Herr Dr. Detlef Reeker, Herr Stephan Jung und Herr Hermann Paasch.

Die Berufliche Schule des Kreises Nordfriesland in Husum (BSH) ist an der Arbeit der Erhebungen und deren Auswertung sowie der Entwicklung bzw. Weiterentwicklung der Curricula zum Mechatroniker und der Qualifizierungsmodule beteiligt. Im Projekt werden die Lernfelder und Einheiten für den schulischen Teil der dualen beruflichen Erstausbildung auch an der BSH durchgeführt. Am Projekt mitwirkend sind Herr OStD Bodo Mokwinski, Herr Dr. Michael Schmiech und Herr Michael Jensen.

Das EUC Syd ist eine der größten dänischen beruflichen Ausbildungsstätten und der haftbare dänische Partner im IMWatT-Projekt. Diese Bildungseinrichtung übernimmt die Verantwortung und Aufgaben auf dänischer Seite und die pilotartige Durchführung der Qualifikationsmodule in der Aus- und Fortbildung in Dänemark. Beteiligt sind Herr Hans Lehmann, Herr Leif Elsborg und Herr Torben Krogh.

Das Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat) der Universität Flensburg übernimmt im Sinne einer wissenschaftlichen Projektbegleitung die Ausarbeitung der Erhebungsinstrumentarien und Evaluationskonzepte und somit die Verantwortung für der Durchführung der Arbeitsanalysen, Befragungen und Erprobungen. Hierzu gehören auch die Analyse der Ergebnisse sowie die Weiterentwicklung der Curricula und Ausarbeitung der Lern- und Handlungsfelder. Das biat wird vertreten durch Herrn Prof. Dr. A. Willi Petersen, Herrn Christian Bauer und Herrn Eckhard Büßen.

2 Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des IMWatT-Projektes erfolgte durch mehrfache Artikel in Presse und Fachzeitschriften sowie auf Online-Plattformen und durch die eigene Website des IMWatT-Projektes (<http://www.imwatt.eu>). Durch die Projektbeteiligten erfolgten aber auch persönliche Informationsgespräche in oder mit den Unternehmen wie zum Beispiel auf der Messe Husum Wind im Jahr 2007. Darüber hinaus gab es Kurzberichte zum Projekt wie z.B. in den Fachzeitschriften „Sonne, Wind & Wärme“ Ausgabe 10/2007 und „Neue Energie“ im Juli 2008.

2.1 Artikel und Berichte

Im Laufe des Projekts wurden mehrere Artikel, Pressemitteilungen und Anzeigen in verschiedene Printmedien und Web-Präsenzen von Windenergie-Verbänden sowie regionaler Zeitungen veröffentlicht. Am 24.08.2006 wurde zum Kick-Off des Projektes eine Pressekonferenz in Flensburg durchgeführt, so dass in der SHZ am 18.09.06 eine Berichterstattung erfolgte (siehe Abbildung 1). Zur Projektwerbung und der geplanten betrieblichen Online-Befragung erschienen u.a. auf den Web-Präsenzen der WAK und des Bundesverbandes Windenergie e.V. Artikel wie in Abbildung 4 abgebildet. Die Abbildung 3 zeigt einen Artikel aus dem Windkraftjournal (Ausgabe 01/2007), mit dem ebenfalls für die Online-Befragung geworben wurde.

Als ein Resultat der pilotartigen gemeinsamen Durchführung der Schulprojekte an den Berufsschulen Husum und EUC Syd erschienen mehrere Zeitungsartikel, die sehr vorteilhaft von diesem Ereignis berichteten. Die Abbildung 2 zeigt einen Artikel vom Januar 2008 aus der dänischen Zeitung Jyske Vestkysten. Das Flensburger Tageblatt veröffentlichte zwei Artikel zu den Schulprojekten, am 22.01.2008 (Abbildung 5) und am 12.03.2008. Darüber hinaus berichtete die Berufsschule Husum auf ihrer Web-Präsenz (<http://www.bs-husum.de>) von den gemeinsam mit der EUC Syd durchgeführten Schulprojekten.

Am 7. April wurde eine Pressemitteilung an die Fachpresse wie Dewi Magazin, Erneuerbare Energie, Windkraftjournal, Sonne Wind und Wärme, Neue Energie und Naturlig Energi herausgegeben. Sie ging ebenso an örtliche Tageszeitungen sowie an Onlineportale wie www.OpenPr.de, www.firmenpresse.de, www.jobcluster.de und www.prinside.de oder auch www.pressebox.de und www.offenes-presseportal.de. Ein Beispiel der Veröffentlichung in der Ausgabe 3/2008 des Windkraftjournals zeigt Abbildung 7.

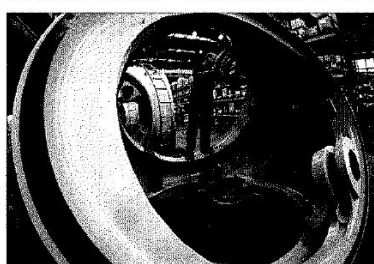
Neuer Beruf im Norden: „Mechatroniker für Windkraft-Technologie“

Deutsch-dänisches Gemeinschaftsprojekt soll den stark wachsenden Bedarf an Fachleuten decken helfen / Europäische Union sagt Hilfe mit Fördermitteln zu

Flensburg/shz – Die Windkraft boomt in der deutschen Region Sønderjylland-Schleswig. Bis zu 30 Prozent Wachstum kann die Branche in Dänemark und Deutschland jährlich vermelden. Doch den Betrieben fehlt es an qualifiziertem Personal. Zudem gibt es bisher keine Ausbildung, die auf Windkraft-Technologie spezialisiert ist. Daher haben es sich die Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein, das dänische Ausbildungszentrum EUC Syd sowie die Universität Flensburg und die Berufliche Schule des Kreises Nordfriesland in Husum zum Ziel gesetzt, innerhalb der nächsten 26 Monate einen Ausbildungsgang in „Mechatronik für Windkraft-Technologie“ mit internationalisierten Lehrplänen für die Erstausbildung und Weiterbildung zu entwickeln. Finanziert wird das Projekt von der Europäischen Union, die vor wenigen Wochen grünes Licht gab.

Jetzt fand in Flensburg der so genannte „Kick Off“ statt, bei der die Verantwortlichen aller vier Partner die kommenden Aufgaben koordinierten. In einer Stichprobe wollen die Parteien in ausgewählten Betrieben eine Sektoralese durchzuführen, der eine Online-Befragung bei mehreren Firmen folgen soll. Der

Befragung schließen sich Studien in den Betrieben selbst an, um sich ein Bild von der Situation vor Ort zu machen. Dadurch wollen die Projektleiter herausfinden, über welche Kompetenzen ein Mitarbeiter verfügen muss. Die Ergebnisse sollen in neue Lehrpläne eingearbeitet werden.



Produktionsstätte von Windenergie-Maschinenteilen.

Bisher sind die ausgebildeten Mechatroniker auf Elektrotechnik, Mechanik und Hydraulik spezialisiert und erlernen das nötige Know-how über Windkraft-Technologie erst in den Betrieben durch „learning by doing“. „Das ist ein Wachstumshindernis für

die Branche“, erklärt Prof. Willi Petersen von der Universität Flensburg. „Wir wollen dafür sorgen, dass in Zukunft die Firmen gleich direkt ausgebildetes Personal bekommen.“

Die Nachfrage nach qualifiziertem Personal ist hoch: So sucht beispielsweise Nordex 100 Mitarbeiter und Repower will im kommenden Jahr 200 neue Leute anstellen.

Deutsche und dänische Windkraftanlagen werden im Ausland verstärkt nachgefragt. Besonders stark ist der Boom in Kanada, Japan, China und Australien. „Noch gibt es in den einzelnen europäischen Ländern unterschiedliche Anforderungen, was Arbeiter auf Windkraftwerken für Qualifikationen vorweisen müssen. „Auch hier wollen wir uns für einen Angleich der Vorgaben einsetzen“, beschreibt Heike Lindner von der Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein ein weiteres ehrgeiziges Ziel.

Eine gute und zielgerichtete Ausbildung ist für Windkraft-Techniker ein Muss, ist die Arbeit in Schwindel erregender Höhe doch gefährlich. Gerade bei „Off Shore-Anlagen“, also Windkraftträdern, die im Wasser stehen, sei die Arbeit extrem gefährlich und die Arbeiter müssen das Abseilen vom Helikopter beherrschen. UTE KLOCKNER

Abbildung 1: Artikel in der SHZ am 18.09.2006 zum Kick-Off des IMWatT-Projektes

Vindmøllefolk uddannes på tværs af grænsen

GANG I DEN: EU-penge til en fælles uddannelse skal være med til at holde gang i vindmøllesektoren.

AF **Kirsten Lund Hansen**
Tlf. 7332 5021, klh@jv.dk

SØNDERJYLLAND: Vindmøller kører rundt uanset grænser. Det skal de, der arbejder med dem, også kunne.

Det er tanken bag et tilskud på 1,7 millioner kroner, som nu skal bruges på fælles uddannelsesstandarder på tværs af nationerne.

Pengene kommer fra EU's Interreg-program, og de går til projektet Internationalise-

ret Mekatronik for vindkraft-teknologi. Bag det står EUC Syd, Sønderborg, Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein Husum og Universität Flensburg.

Meningen er, at uddannelsen skal gøre det muligt at arbejde med vindmøller på begge sider af grænsen. Jens Andresen (V), viceamtsborgmester, og formand for den danske del af styringsudvalget i Interreg-programmet siger:

– En international uddannelse giver mulighed for at pendle hen over grænsen. Det har stor betydning, når der er ledighed på den ene side af grænsen, og lige nu er ledigheden stor syd for grænsen. Ikke kun de knap 7500 folk i grænseområdet, der ar-

bejder med vindmøller, får glæde af initiativet, men flere får mulighed for at få foden inden for, siger han.

Projektet med et fælles uddannelsesstilbud skal være med til at sikre en fremtidig udvikling af vindenergiesektoren samt, at Danmark og Tyskland udnytter væksten og dermed bliver mere konkurrencedygtige i Europa.

FAKTA

■ MED VINDEN

I Sønderjylland arbejder omkring 1800 med vindenergi og i Nordfrisland syd for den dansk-tyske grænse 5600.

Abbildung 2: Artikel aus der dänischen Zeitung Jyske Vestkysten von Januar 2008

Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie (IMWatT) Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote in der Region Sønderjylland / Schleswig

Fachkräfte für die Windbranche

Dänemark und Deutschland sind weltweit Vorreiter bei der Entwicklung von Windenergieanlagen (WEA). Deren Herstellung sowie Service und Wartung sind bedeutende wirtschaftliche Faktoren in der Region Sønderjylland/ Schleswig. Ein Mangel an qualifizierten Fachkräften zeichnet sich ab und gefährdet eine weitere positive Entwicklung. Das EU-Projekt IMWatT will dem Fachkräftebedarf mit einer Neuausrichtung und Internationalisierung der Aus- und Weiterbildungsangebote begegnen, speziell in den verschiedenen Geschäftsfeldern der Windenergiebranche.

Hochqualifizierte Fachkräfte setzen eine hochwertige und an den konkreten Arbeiten orientierte Ausbildung voraus. Unser Bildungsansatz für die Fachkräfte in der Windenergiebranche beinhaltet:

- Befragungen zur Facharbeit in den verschiedenen Geschäfts- und Arbeitsfeldern der Windenergiebranche

- Detaillierte Analysen der typischen Arbeitsprozesse und Qualifikationsanforderungen in den Betrieben
- Neue und international abgestimmte Weiterentwicklung der Aus- und Weiterbildungsangebote für Mechatroniker (D) Automatikingenieure (DK)
- Umsetzung und konkrete Erprobung der neuen arbeitsorientierten Aus- und Weiterbildungsangebote.

Unsere Ergebnisse – Ihr Gewinn

Die arbeitsorientierten Aus- und Weiterbildungsangebote bieten den Mehrwert hochqualifizierter und unmittelbar einsatzfähiger Fachkräfte für die Herstellung oder Wartung und Service von Windenergieanlagen und helfen, dem wachsenden Fachkräftebedarf zu begegnen.

Die Internationalisierung der Aus- und Weiterbildungsangebote und die Abstimmung mit dem dänischen Projektpartner vereinfachen zudem den Einsatz der Fachkräfte über die Landesgrenzen hinaus – ein nicht unwichtiger Faktor angesichts einer

fortschreitenden Expansion der Windfirmen im In- und Ausland.

Machen Sie mit!

Bitte nehmen Sie sich etwas Zeit für eine auf Ihre betrieblichen Anforderungen stärker abgestimmte Aus- und Weiterbildung und beteiligen Sie sich auf der IMWatT-Website

www.imwatt.eu

an unserer Online-Befragung. Für nachstehende Geschäftsfelder sind Fragebögen vorbereitet:

- Herstellung der Gondel für WEA
- Bau, Errichtung und Installation von WEA
- Service und Wartung von WEA

**Wirtschaftsakademie
Schleswig-Holstein GmbH
Stephan Jung**

**Flensburger Chaussee 30
25813 Husum
Tel. +49 (0) 48 41 / 96 08-49
Fax. +49 (0) 48 41 / 96 08-44
Stephan.Jung@wak-sh.de
www.wak-sh.de**

Abbildung 3: Artikel aus dem Windkraftjournal Ausgabe 01/2007

Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie (IMWatT)



Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für eine prospektive wirtschaftliche Entwicklung in der Region Sønderjylland / Schleswig

Im Rahmen eines EU geförderten Projekts ermitteln die Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein, das Berufsbildungsinstitut Bildung und Technik, die beruflichen Schulen des Kreises Nordfriesland und das dänische EUC Syd den Fachkräftebedarf von Firmen der Windenergiebranche. Ziel ist eine Neuausrichtung und Internationalisierung der Aus- und Weiterbildungsangebote.

Befragt werden Unternehmen aus den Bereichen Herstellung, Errichtung, Wartung und Service von WEA. Auf folgender Internetseite können sich Unternehmen den für sie zutreffenden Fragebogen downloaden bzw. gleich online ausfüllen.

- Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie (IMWatT)

Abbildung 4: Artikel auf der Web-Präsenz des Bundesverbandes Windenergie e.V. (<http://www.wind-energie.de>)

Dänische Berufsschüler in Husum

Grenzüberschreitende Fachausbildung auf Englisch zum Thema Windkraftanlagen

Husum/Sonderburg/hn – Im Rahmen des Interreg-Projektes „Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie“ (www.im-watt.eu) waren in der letzten Woche angehende „Automatikfagtekniker“ der dänischen Berufsschule EUC Syd in Sønderborg zu Gast an der Beruflichen Schule in Husum. Die dänischen Berufsschüler nahmen gemeinsam mit künftigen „Mechatronikern“ an einem Ausbildungs-Gang teil, der sich mit speziellen Generatoren für die Erzeugung elektrischer Energie in Windenergieanlagen befasste.

„Dies war eine echte Herausforderung für alle Beteiligten“ erklärt Berufsschullehrer Michael Jensen, der die entsprechende Ausbil-

dung ausgestaltet und in englischer Sprache durchgeführt hat. „Für viele war es das erste Mal, dass es im englischsprachigen Unterricht nicht um die englische Sprache sondern um Fachinhalte der Mechatronik ging“, so Jensen, der von Haus aus kein Englischlehrer ist und so auch für sich Neuland betrat.

Die Vorteile einer solchen grenzüberschreitenden Zusammenarbeit zwischen beruflichen Schulen liegen auf der Hand: Die Auszubildenden üben sich im fachlichen Dialog in englischer Sprache und knüpfen grenzüberschreitende Kontakte. Die Schulen ergänzen sich in Ihrer Sachausstattung und können so optimierte Lernangebote unterbreiten.

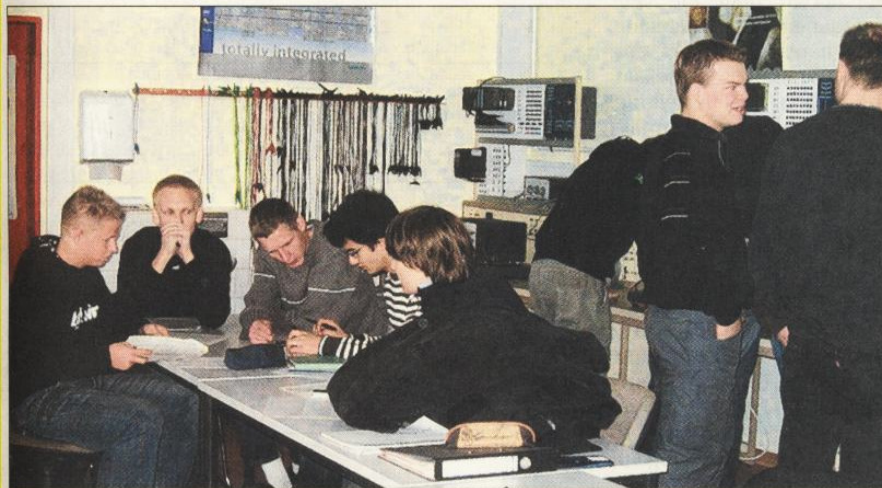
Der beteiligte Lehrer der dänischen Schule, Alex Jacobsen, bringt es auf den Nenner: „Es geht darum, Eindrücke zu gewinnen, Erfahrungen zu sammeln, zu sehen, wie es andere Schulen machen“.

Auch die Rückmeldungen der Auszubildenden fielen einhellig positiv aus und legen nahe, derartige deutsch-dänische Ausbildungsgänge regelmäßig anzubieten. Im nächsten Schritt werden im Februar des kommenden Jahres deutsche Mechatroniker-Auszubildende an der EUC Syd in Sønderburg zu Gast sein und dort wiederum gemeinsam mit dänischen Auszubildenden lernen.

Der Initiator des IMWatT-Projektes, Abteilungsleiter Dr. Michael Schmied, sieht

das Vorhaben als logische Konsequenz einer sich zunehmend internationalisierend vollziehenden Facharbeit im Bereich der Mechatronik und im Besonderen der Windkraft-Technologie. „Die Firmen agieren international, die eingesetzten Technologien orientieren sich an internationalen Standards, technische Dokumentation und auch die betriebsinterne Kommunikation größerer Betriebe vollzieht sich zunehmend in englischer Sprache. Darauf müssen wir als Schule den Berufsnachwuchs vorbereiten.“

Während auf dänischer Seite aufgrund landesspezifischer Gegebenheiten bereits zahlreiche Erfahrungen in der internationalen Ausrichtung von Bildungsgängen vorliegen, gewinnt dieses Thema auf deutscher Seite erst in jüngerer Zeit eine stärkere Beachtung. Eine Vorreiterrolle nimmt hier die erst in diesem Jahr von der Ministerin für Bildung und Frauen des Landes Schleswig-Holstein, Ute Erdsiek-Rave, als Europaschule ausgezeichnete Berufliche Schule in Husum ein, die in verschiedenen europäischen Projekten aktiv ist und beispielsweise auch am Beruflichen Gymnasium der Schule die Möglichkeit bietet, bilinguale Leistungskurse in der Elektrotechnik oder in der Wirtschaft zu belegen.



Im Labor: Gemeinsam lösten die Techniker die Aufgaben.

Foto: sh:z

Abbildung 5: Artikel aus dem Flensburger Tageblatt vom 22.01.2008

Gemeinsame Ausbildung für die Windmühlen

Berufsschulen arbeiten über die Grenze hinweg

Husum/Sønderburg/sh:z – Beim zweiten Schüleraustausch im Rahmen des Interreg-Projektes „Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie“ in Sønderburg mussten sich angehende deutsche Mechatroniker – die im zweiten Ausbildungsjahr an der Berufsschule in Husum ausgebildet werden – in der Berufsschule EUC Syd eine Woche gemeinsam mit dänischen Kollegen mit hydraulischen Systemen in Windenergieanlagen beschäftigen.

Der dänische Fachlehrer Jan Rasmussen beherrscht Englisch und Deutsch fließend. Damit und mit seinem dänischen Humor löste er auftauchende Verständigungsprobleme. Bei der grenzüberschreitenden Zu-

sammenarbeit zwischen beruflichen Schulen üben die Auszubildenden sich im fachlichen Dialog in englischer Sprache und knüpfen grenzüberschreitende Kontakte. Die Schulen ergänzen sich in ihrer Sachausstattung.

Der begleitende Berufsschullehrer von deutscher Seite, Michael Jensen, sieht die Vorbereitung auf eine sich zunehmend international vollziehende Facharbeit als wichtiges Ziel: Sich in einer fremden Umgebung und in einer fremden Sprache aktiv einzubringen sei eine Herausforderung, vor die immer mehr Facharbeiter im Bereich Windenergie gestellt werden. Dieses lässt sich innerhalb des „Schutzraumes Schule“ ausgezeichnet üben.

Abbildung 6: Artikel aus dem Flensburger Tageblatt vom 12.03.2008

Frischer Wind für die Fachkräfteausbildung

Der wachsende Arbeitskräftebedarf zeigt: Windenergie ist weiter im Aufwind. Anhaltendes Wachstum der regenerativen Energien sowie stetige technische Neuerungen machen die Windenergie zu einer zukunftssträchtigen Branche. Weiterentwicklungen sind aber auch in der Qualifizierung von Wind-Fachkräften in Produktion und Wartung gefragt – so das Untersuchungsergebnis eines gemeinsamen Projekts der Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein, des Berufsbildungsinstituts für Arbeit und Technik (biat) der Universität Flensburg, der Berufsschule Husum und der EUC Syd Sønderborg.

Das mit EU-Mitteln geförderte Interreg Projekt „Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie“ (kurz: IMWatT) hat bereits im vergangenen Jahr eine breit angelegte Umfrage in deutschen und dänischen Betrieben der Windbranche durchgeführt, um die Aus- und Weiterbildung der Fachleute weiter zu verbessern.

Auf Grundlage dieser Umfrage wurden angehende Mechatroniker an der dänischen Berufsschule EUC Syd in Sønderburg für die grenzüberschreitende Zusammenarbeit bereits im Herbst 2007 fit gemacht. In deutsch-dänischer Zusammenarbeit erhielten die Auszubildenden erstmals Fachunterricht in englischer Sprache. Im Febru-

ar dieses Jahres schloss sich eine Pilotschulung deutscher Mechatronik-Auszubildender der Berufsschule Husum in Sønderborg an. Insgesamt zehn künftige Windexperten wurden hier in einem speziellen Hydraulikmodul für die Windenergiebranche qualifiziert. Eine positive Bilanz zieht Dr. Michael Schmiedt von der Berufsschule Husum: „Das Projekt kam sehr gut bei unseren Auszubildenden an, sie fühlen sich durch die neuen Lern- und Ausbildungsmodul noch besser auf eine berufliche Zukunft in der Windenergiebranche vorbereitet.“ Nach diesem bestandenen Praxistest werden die neuen Qualifizierungsbausteine künftig auch bei der Wirtschaftsakademie in Husum zum Einsatz kommen. Schon in dem am 21. April neu startenden Lehrgang für Servicemonteur in der Windenergie werden die neuen service- und arbeitsspezifischen Themen als auch englischsprachiger Fachunterricht auf dem Themenplan stehen.

Weitere Informationen:

Stephan Jung, Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein
Hans-Detlev-Prien-Str. 10, 24106 Kiel

Tel. 0431-3016146

email: stephan.jung@wak-sh.de

www.imwatt.eu • www.wak-sh.de

Abbildung 7: Artikel aus dem Windkraftjournal Ausgabe 4/2008

2.2 Web-Präsenz

Als Informationsplattform wurde eine Internet-Präsenz mit der europäischen Top-Level-Domain <http://www.imwatt.eu> eingerichtet. Die Website enthält die Ziele und allgemeine Informationen über das Projekt sowie Kontaktdaten der Projektpartner. Darüber hinaus wurde über die Internet-Präsenz auch die Online-Befragung der Betriebe und Unternehmen organisiert.

Im Weiteren diente die Internet-Präsenz während des Projektverlaufs natürlich vor allem dazu, die Ergebnisse und Berichte des Projektes zeitnah zu präsentieren und in einem Download-Bereich öffentlich bereit zu stellen.



Abbildung 8: Deutsche Startseite der Web-Präsenz des Projektes IMWatT

3 Sektoranalyse und Stichprobenwahl

Im Rahmen der Vorphase erfolgte eine Branchen- bzw. Sektoranalyse zu den Geschäftsfeldern und der Arbeit im Bereich der Nutzung der Windenergie. Hierzu wurde vor allem auf die Strukturen und Kontakte in der Wirtschaft und auf die Webpräsenzen verschiedener Betriebe im Internet zurückgegriffen. Darauf bezogen und aufbauend diente die ausführliche Recherche im Internet unter Verwendung und auf der Grundlage einer Vielzahl an Firmenlisten der Windkraft-Branche dem Erreichen und Festlegen einer möglichst repräsentativen und abgesicherten Stichprobenwahl.

Mit der Sektoranalyse und der damit verbundenen Dokumentations- und Informationssammlung zur Vielfalt der Geschäfts- und Arbeitsprozesse in der Windkraft-Branche wurde zugleich eine kriterienbasierte Liste von den Unternehmen und Betrieben erstellt, die entweder über ihre Webpräsenzen oder die ermittelten Ansprechpartner unmittelbar in die Befragungen und Untersuchungen einbezogen werden konnten.

3.1 Die Geschäftsfelder in der Windenergie-Branche

Nach Durchführung der Branchen- bzw. Sektoranalyse lag ein erster Überblick mit teils guten Informationen über die verschiedenen Geschäftsfelder und Tätigkeitsbereiche in der Windenergie-Branche vor. Auf dieser Grundlage erfolgte zunächst eine Strukturierung der Windenergie-Branche und verschiedenen Sektorbereiche in einzelne Geschäftsfelder anhand des GAHFA-Modells (siehe Abbildung 9). Diese betrieblichen teils eng zusammenhängenden oder voneinander unabhängigen Geschäftsfelder wurden im weiteren Verlauf der Projekt- und Arbeitsanalysen noch im Einzelnen und hinsichtlich der Arbeits- und Handlungsfelder zunehmend konkretisiert. Die Struktur dieser Geschäftsfelder spiegelt somit häufig auch direkt das jeweilige Spektrum der angebotenen Leistungen eines Unternehmens wieder.

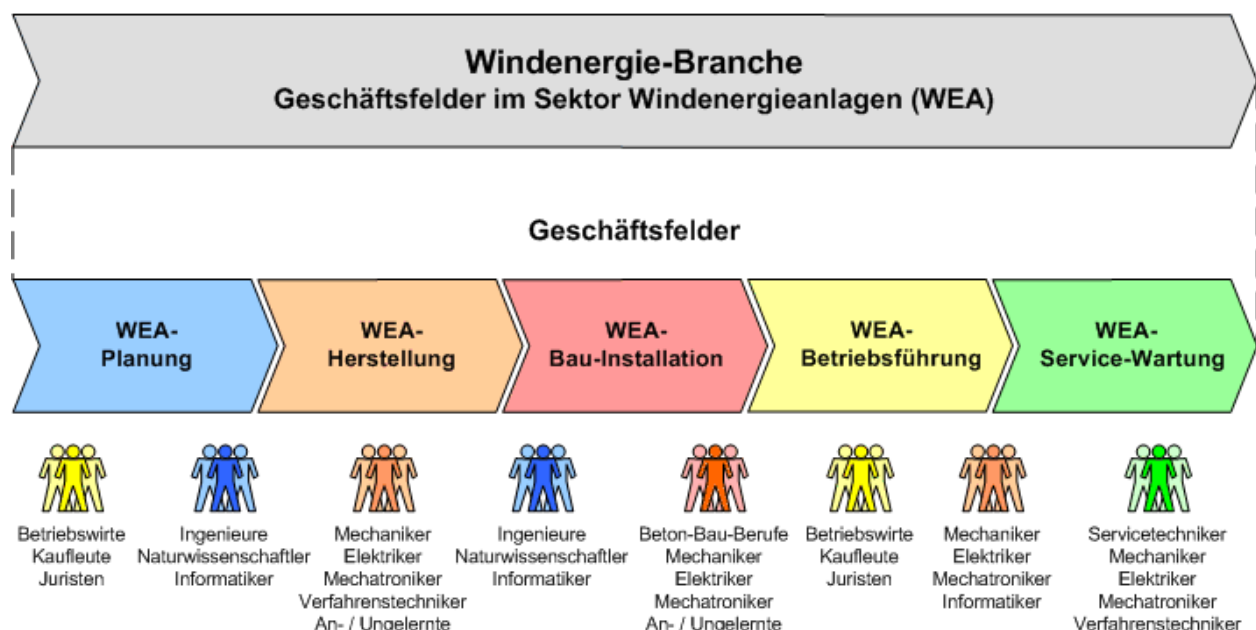


Abbildung 9: Geschäftsfelder nach dem GAHFA-Modell der Windenergie-Branche

Im Ergebnis gibt es daher die fünf Geschäftsfelder „**Planung und Projektierung von WEA**“, „**Herstellung und Produktion von WEA**“, „**Bau und Installation von WEA**“, „**Betriebsführung von WEA**“ und „**Service und Wartung von WEA**“, in die die Windenergie-Branche zwar nicht immer betrieblich, aber vor allem unter Arbeitsaspekten unterteilt werden kann.

Planung und Projektierung von Windenergieanlagen (WEA)

Das Geschäftsfeld „Planung und Projektierung von WEA“ beinhaltet ausgehend vom Marketing und Vertrieb einer Anlage vor allem die Arbeitsfelder der Projektierung und Bauplanung. Zu den Arbeiten gehören z.B. die Suche nach Grundstücken und ihre Überprüfung auf Nutzbarkeit mittels verschiedener Verfahren wie zum Beispiel Windpotenzialanalysen und Schattenwurfprognosen. Die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsanalysen und die Prüfung der Einhaltung von Vorgaben, z. B. bezüglich der Schallimmission und Naturschutz, gehören ebenfalls dazu. Aber auch der Bereich der Finanzierung und Versicherungen, mit zum Beispiel Finanzierungs- und Anlagemodellen oder individueller Investmentberatung, sind hier genauso Arbeitsfelder wie die Festlegung der genauen Standorte mit den Formalitäten der örtlichen Genehmigung der Windenergieanlagen oder auch WEA-Parks. An den konkreten Geschäftsprozessen sind hier als Fachkräfte dementsprechend Betriebswirte, Kaufleute, Juristen, Ingenieure und Naturwissenschaftler oder teils auch Informatiker beteiligt.

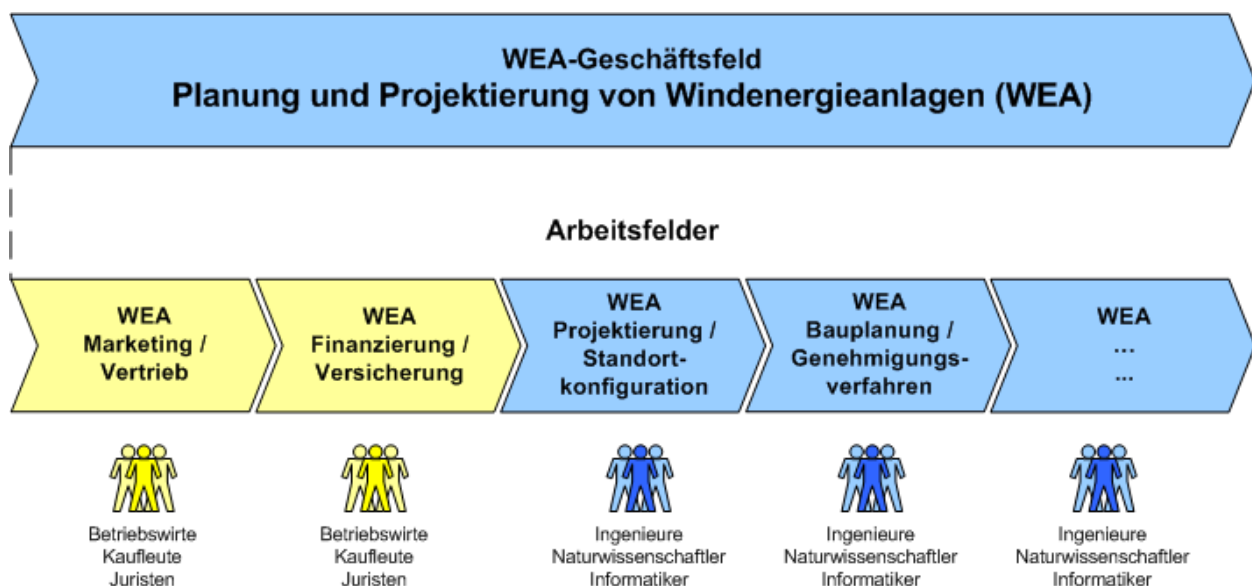


Abbildung 10: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Planung und Projektierung von WEA

Herstellung und Produktion von WEA

Zum Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“ gehört neben dessen Marketing und Vertrieb auch die konkrete Forschung und Entwicklung von WEA. Die Windenergieanlage lässt sich dabei nicht nur zur Produktion in die drei unterschiedlichen Hauptkomponenten unterteilen, den Turm, das Rotorblatt und die Gondel. Im Übrigen ergab die Sektoranalyse hierzu, dass die Herstellung von Turm und Rotorblatt eher in die Wirtschaftszweige Metallbau und Verbundstoffe einzuordnen sind. Der Anteil an Tätigkeiten für Mechatroniker ist daher hierbei auch eher gering. Aufgrund dieser Tatsache liegt im Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“ somit der Hauptfokus im Rahmen des IMWatT-Projektes auch auf der Analyse der Arbeitsfelder zur Gondel-Produktion.

Innerhalb der Arbeitsfelder zur Gondel-Produktion gehören Komponenten, die von Mechanikern, Elektrikern oder Mechatronikern gefertigt beziehungsweise montiert werden müssen, wie zum Beispiel die Nabe mit Blattlagern und Pitch-Antrieben, das Getriebe und die Hauptwelle, der Triebstrang und der Generator, diverse Brems- und Sicherheitssysteme, die Steuerelektronik sowie auch die Verkleidung.

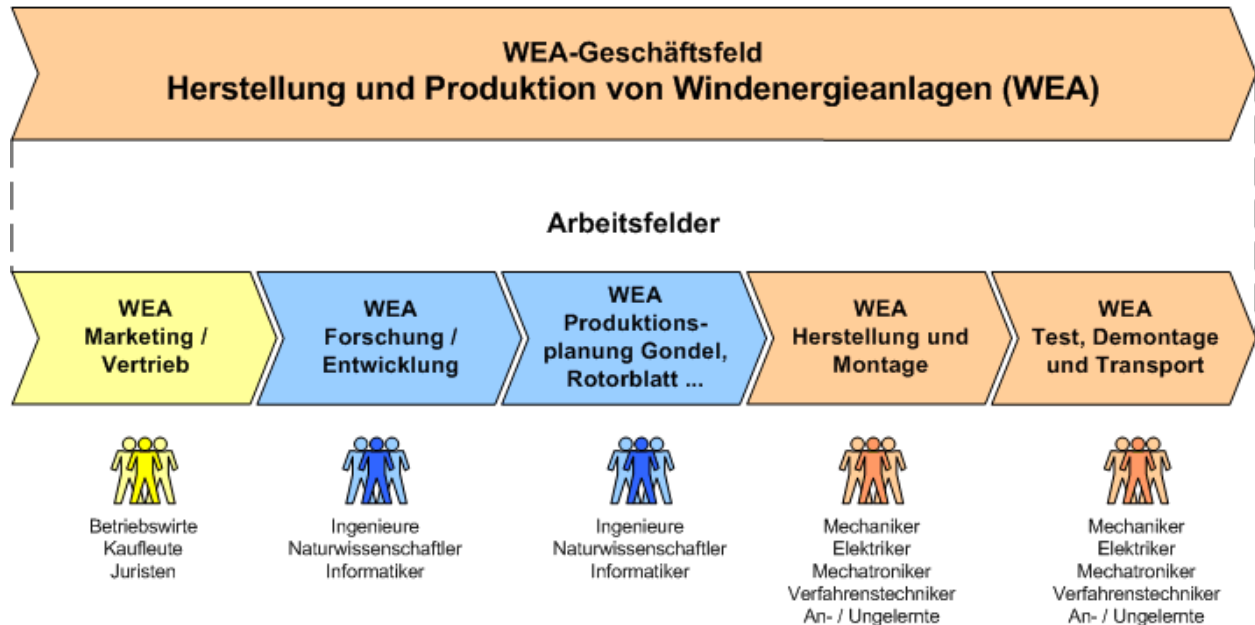


Abbildung 11: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Herstellung und Produktion von WEA

(Auf)Bau und Installation von WEA

Das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“ deckt all die Arbeitsfelder ab, die mit der Aufstellung und Installation einer Windenergieanlage im Zusammenhang stehen, inklusive der Organisation des gesamten Bauvorhabens, was zum Beispiel die Arbeitsplanung, eine Überwachung der Bauleistungen und eine Endprüfung und Übergabe beinhaltet. Weitere Arbeitsfelder und Tätigkeiten sind der Transport der Bauteile zum Zielort, der Bau des Fundaments, die Errichtung des Turmes sowie die darauf folgende Montage der Gondel und der Rotorblätter. Ein weiterer wichtiger Bereich in den Arbeitsfeldern ist die elektrische Installation der Windenergieanlage und ihre Anbindung an die Trafostation bis hin zum Anschluss an das Netz des Energieversorgungsunternehmens. Hierzu zählt ebenfalls die informationstechnische Anbindung an den Betreiber und das Condition-Monitoring sowie gegebenenfalls die windparkeigene Netztechnik.

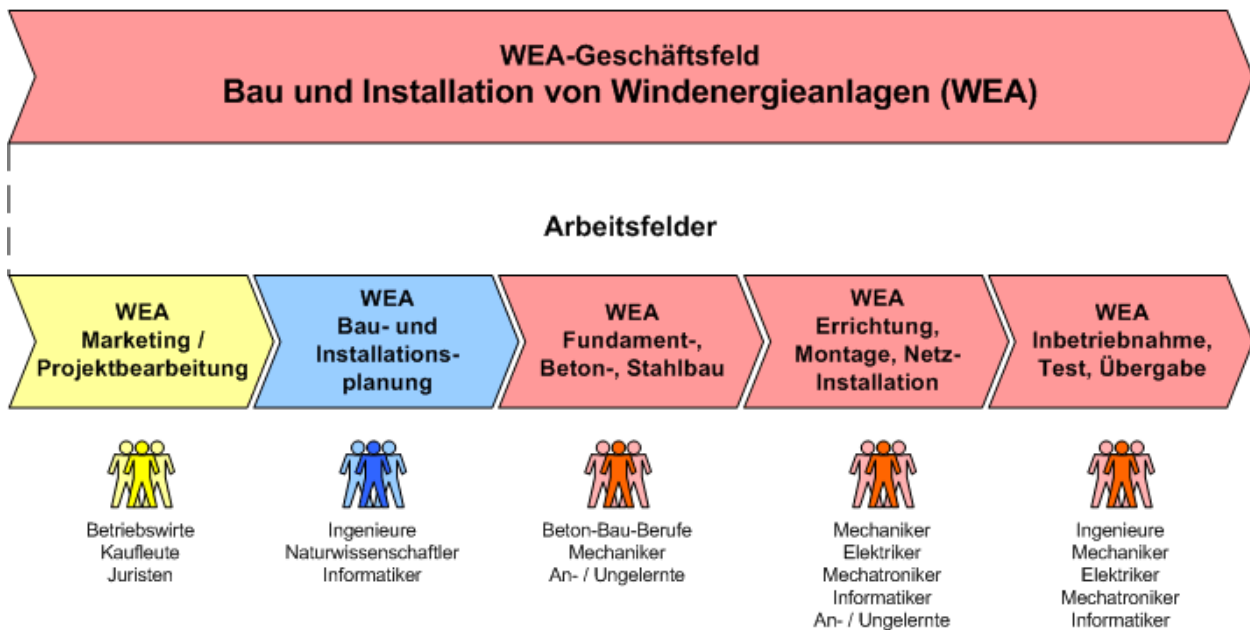


Abbildung 12: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Bau und Installation von WEA

Betriebsführung von WEA

In dem Geschäftsfeld „Betriebsführung von WEA“ muss zwischen der kaufmännischen und der technischen Betriebsführung unterschieden werden. Bei der Sektoranalyse zu diesem Geschäftsfeld stellte sich heraus, dass die kaufmännische Betriebsführung erwartungsgemäß dem kaufmännischen Wirtschaftsbereich zuzuordnen ist und somit nicht als typischer Arbeitsbereich eines Mechatronikers betrachtet werden kann.

Die technische Betriebsführung beinhaltet Garantieabnahmen, regelmäßige Prüfungen und systematische Kontrollen. Zentral erscheint hier das Condition-Monitoring von Windenergieanlagen und im Speziellen von gesamten Windparks, einer permanenten elektronischen Überwachung während des Betriebes der Anlage und deren Analyse und Archivierung. Hinzu kommt noch die Organisation und Koordination von Fehlerbehebung und Reparaturmaßnahmen.



Abbildung 13: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Betriebsführung von WEA

Service und Wartung von WEA

Das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“ beinhaltet typische Arbeitsfelder wie Auftragsbearbeitung, Einsatz- und Arbeitsplanung und die Durchführung von zyklischen Wartungs- und spezifischen Servicearbeiten. Im Einzelnen können dies sein Kontrollen vor Ort, der Austausch verschiedenster Verschleißteile, Öl-Analysen, Videoskopie oder die Ausrichtung von Wellen mittels laseroptischer Messungen usw. Hinzu kommen komplexere Aktivitäten wie zum Beispiel Rotorblattservice, Tausch oder Instandsetzung von größeren Komponenten bis hin zum kompletten Generator und Getriebe.

Ebenfalls gehört zu diesem Geschäftsfeld Service und Wartung die Erstellung und Pflege von Dokumentationen und die aktive Fernüberwachung mit entsprechender Koordination von Instandsetzungsmaßnahmen. Hier besteht somit auch eine arbeitsbezogene Schnittstelle zur technischen Betriebsführung.

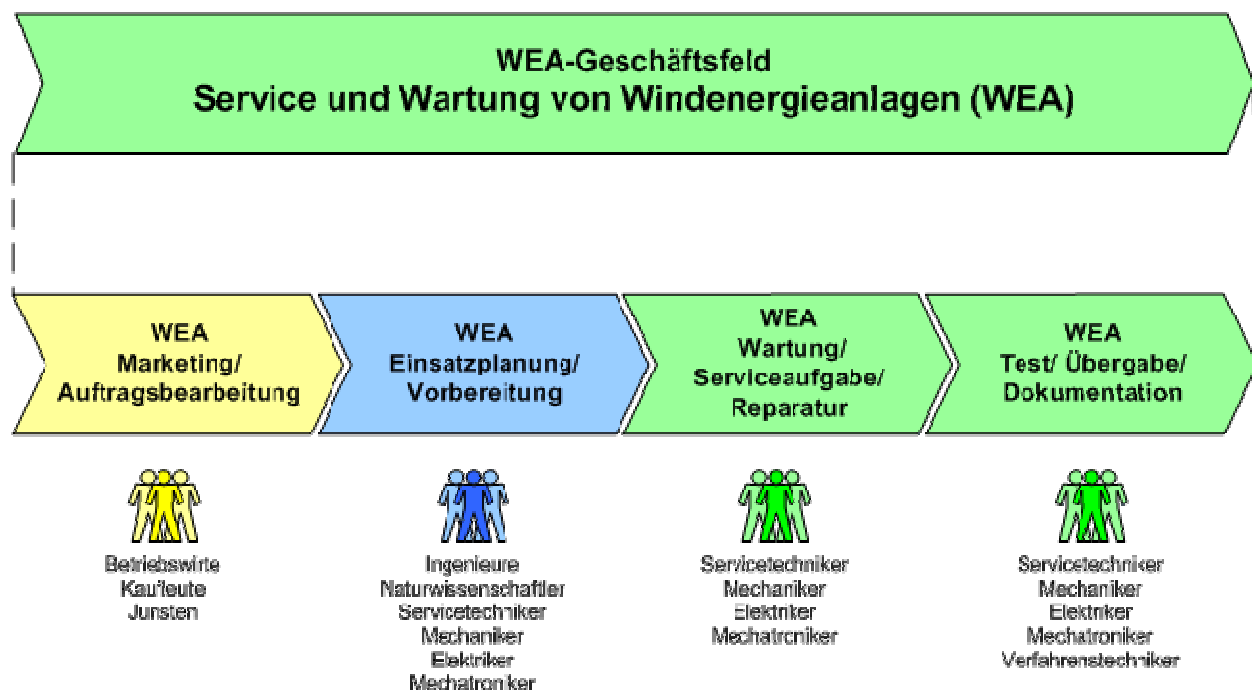


Abbildung 14: GAHFA-Modell des Geschäftsfeldes Service und Wartung von WEA

3.2 Wahl der Stichprobe

Die Wahl einer Stichprobe obliegt naturgemäß verschiedenen Kriterien. Entscheidend für die Wahl der Stichprobe war es, inwiefern die Einbeziehung eines Unternehmens wichtige Informationen im Sinne der Erreichung der eingangs genannten Zielsetzungen zu liefern versprach. Die Ermittlung, welches Unternehmen ein Untersuchungsfeld für das Projekt darstellt, erfolgte anhand zuvor aufgestellter, zwingender Kriterien. So ergab sich als Kriterien aus der Sektoranalyse, dass das Geschäftsfeld der „Planung und Projektierung WEA“ fast ausschließlich Tätigkeiten beinhaltet, die nicht zum typischen Berufsbild eines Mechatronikers gehören. Dies traf ebenfalls auf den Bereich der kaufmännischen Betriebsführung im Geschäftsfeld „Betriebsführung von WEA“ zu. Somit wurden Unternehmen und Betriebe, die sich nur auf diese Geschäftsfelder be-

ziehungsweise Geschäftsfeldbereiche konzentrieren, nicht in die Stichprobe einbezogen. Des Weiteren fanden bei den Zulieferer-Unternehmen nur jene Eingang in die Stichprobe, deren Produkte einen starken windenergiespezifischen Charakter und Arbeitsfelder für Mechatroniker haben.

Auf eine an der Zahl der Bevölkerung, der örtlichen Lage oder anhand der Größe der Unternehmen und Betriebe orientierte Stichprobe und betriebliche Auswahl wurde im Rahmen des IMWatT-Projektes verzichtet.

Für die endgültige Stichprobe fand eine Zuordnung letztlich aller Firmen zu den entsprechenden Geschäftsfeldern anhand der vorliegenden Informationen über ihre Tätigkeiten statt, wobei Mehrfachzuordnungen zugelassen waren. Anschließend wurden für die Stichprobe all jene Unternehmen ausgewählt, die in mindestens einem der Geschäftsfelder „Herstellung und Produktion von WEA“, „Bau und Installation von WEA“, „(technische) Betriebsführung von WEA“ oder „Service und Wartung von WEA“ tätig waren.

3.3 Kontaktaufnahme

Der notwendige Kontakt für die geplanten Online-Befragungen und Arbeitsanalysen zu den Firmen der Stichprobe wurde durch verschiedene Kommunikations-Medien wie Briefform, Telefon, E-Mail und Web-Präsenz und Artikel in Fachzeitschriften und Online-Portalen hergestellt.

3.3.1 Kontaktaufnahme für Online-Befragung

Die erste Kontaktaufnahme zu den Firmen erfolgte in Briefform. Hierzu diente die Verfassung eines jeweils deutsch- und dänischsprachigen Anschreibens (Abbildung 15, Abbildung 16), das auf das IMWatT-Projekt und dessen Befragung hinweist und um die Teilnahme bittet. Zusätzlich wurde ein zweisprachiger Flyer entworfen, der weiterführende Informationen bereit hält (siehe Abbildung 17).

Der Versand einer leicht abgewandelten Form des Anschreibens in elektronischer Form an die Unternehmen mit vorhandener E-Mail-Adresse diente zur Unterstützung des postalischen Anschreibens.

Über dies hinaus wurden Artikel und Anzeigen in verschiedene Printmedien und Web-Präsenzen von Windenergie-Verbänden veröffentlicht, um auch die in der Sektoranalyse nicht erfassten Unternehmen zu erreichen. Zusätzlich gab es Artikel auf den Web-Präsenzen der WAK und des Bundesverbandes Windenergie e.V. (<http://www.wind-energie.de>) zur Bewerbung des Projektes und der Online-Befragung.

Die Gestaltung der Ausgangsseite von <http://www.imwatt.eu> zielte ebenso darauf ab, dass den Unternehmen, die keine schriftliche Anfrage und Bitte zur Teilnahme erhielten, die Informationen des Anschreibens zur Verfügung standen und sie somit auch zur Teilnahme an der Befragung auf der Web-Präsenz gebeten wurden.



biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik • Universität Flensburg •
Auf dem Campus 1 • D-24943 Flensburg

Adresse



Prof. Dr. A. Willi Petersen
Berufliche Fachrichtung Elektrotechnik/Informatik
Telefon +49 (0)461 – 805 21 55
Sekretariat +49 (0)461 – 805 21 50
Telefax +49 (0)461 – 805 21 51
e-mail: awpetersen@biat.uni-flensburg.de
<http://www.biat.uni-flensburg.de>

Datum: _____
Zeichen: IMWatT/Befragung

Projekt »Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie« (IMWatT)

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Windenergie-Branche in Europa boomt. Damit einher geht ein hoher Bedarf an gut ausgebildeten Fachkräften mit Kompetenzen in der *Mechanik* und *Elektronik*. Dieser Bedarf kann vom Arbeitsmarkt gegenwärtig nur unzureichend gedeckt werden und scheint besonders in folgenden Geschäftsfeldern zu bestehen:

- „Herstellung der Gondel für Windenergieanlagen“,
- „Bau, Errichtung und Installation von Windenergieanlagen“ und
- „Service und Wartung von Windenergieanlagen“.

Berufliche Aus- und Weiterbildungsangebote für die Fachkräfte in diesen Geschäfts- und Arbeitsfeldern der *Mechatronik* haben daher eine hohe Bedeutung. Das deutsch-dänische Projekt IMWatT will diese Aus- und Weiterbildungsangebote verbessern, indem stärker an Ihrem Bedarf orientierte Qualifizierungskonzepte erarbeitet und umgesetzt werden.

Hierfür ist zunächst der entsprechende Fachkräfte- und Qualifizierungsbedarf in den verschiedenen betrieblichen Geschäfts- und Arbeitsfeldern der Windenergie-Branche zu erheben. Bitte nehmen Sie sich daher etwas Zeit für eine auch auf Ihre Betriebsanforderungen stärker abgestimmte Aus- und Weiterbildung von Mechatronikern und beteiligen Sie sich an der an obigen Geschäftsfeldern orientierten Online-Befragung unter www.imwatt.eu.

Sollte Ihr Betrieb in mehreren Geschäftsfeldern aktiv sein, so bitten wir um eine jeweilige Weiterleitung und Bearbeitung durch die je Verantwortlichen des Geschäftsfeldes.

Für eine Beteiligung an der Befragung bedanken wir uns schon an dieser Stelle recht herzlich.

Für das IMWatT-Team mit freundlichem Gruß



(Prof. Dr. A. Willi Petersen)

biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik • Universität Flensburg • Auf dem Campus 1 • D-24943 Flensburg

Abbildung 15: Deutsches Anschreiben an Unternehmen



Adresse

Sønderborg, den _____

Projekt: Internationaliseret mekatroniker i vindmølleindustrien

Til vindmøllebranchen

Vindmølleindustrien ekspanderer stadig kraftigt, og dermed er behovet for kvalificerede teknikere stort. Der er der brug for en internationalisering af uddannelserne, så kompetencerne er sammenlignelige over landegrænserne, specielt inden for fagområderne mekanik og elektronik/el og automatik.

I Danmark har vi ikke en egentlig mekatronikuddannelse for faglærte, derfor har vi anvendt automatikmekaniker uddannelsen i projektet. Denne uddannelse hedder i dag automatiktekniker, men indholdet er stadig det samme.

Behovet inden for arbejdskraft inden for området er specielt stort inden for følgende indsatsområder:

- Fremstilling af møllehus for vindenergianlæg
- Installation af vindenergianlæg
- Service og vedligehold på vindenergianlæg

Vi er med i et EU projekt under programmet Interreg IIIA, hvor vi vil undersøge hvilke job der findes, lave analyser af arbejdsprocesser samt klarlægge kvalifikationsbehov. Efterfølgende vil udvikle og gennemprøve uddannelsesmoduler, som er fælles på begge sider af grænsen.

I projektet deltager foruden EUC Syd også en række nordtyske uddannelsesinstitutioner.

For at vi kan afdække kvalifikations og kompetence området for en mekatroniker beder vi jer om, at medvirke i en online undersøgelse. Undersøgelsen vil afdække uddannelse og efteruddannelsesbehovet for de tre ovennævnte indsatsområder. Hvis virksomheden omfatter mere end et af de tre områder beder vi om, at besvare alle relevante områder.

Adressen til spørgeundersøgelsen er: www.imwat.eu

Vi takker på forhånd for Deres medvirken i undersøgelsen

For IMWaT – teamet

Med venlig hilsen

Leif Elsborg
EUC Syd
Grundtvigsallé 88
6400 Sønderborg

E-mail: LKE@eucsyd.dk
Tlf. Direkte: 7412 4487

Rekruttering • Uddannelses • Center • Syd
 Grundtvigs Allé 88 • DK-6400 Sønderborg • e-mail: eucsyd@eucsyd.dk • Tlf. +45 7412 4242 • Fax + 45 7412 4200

Abbildung 16: Dänisches Anschreiben an Unternehmen

Machen Sie mit!
Er du interesseret –
vær med i vores projekt

Bitte nehmen Sie sich etwas Zeit für eine auf Ihre betrieblichen Anforderungen stärker abgestimmte Aus- und Weiterbildung und beteiligen Sie sich auf der IMWaT-Website

www.imwatt.eu

an unserer Online-Befragung. Für nachstehende Geschäftsfelder sind Fragebögen vorbereitet:

- Herstellung der Gondel für WEA
- Bau, Errichtung und Installation von WEA
- Service und Wartung von WEA

Ist Ihr Betrieb in mehreren Geschäftsfeldern aktiv, so bitten wir um Weiterleitung und Bearbeitung durch Verantwortliche des jeweiligen Geschäftsfeldes. Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Das IMWaT - Projektteam

Vi vil gerne opfordre Deres virksomhed til, at deltage i undersøgelsen omkring uddannelse, som specielt er rettet mod vindenergianlæg. On-line undersøgelsen hentes fra hjemmesiden:

www.imwatt.eu

Undersøgelsen er delt op i tre forskellige forretningsområder:

- Fremstilling af møllehus for vindenergianlæg
- Installation af vindenergianlæg
- Service og vedligehold på vindenergianlæg

Hvis virksomheden er aktiv i flere forretningsområder, må I gerne sende denne folder videre til den ansvarlige for området.

Projektet takker på forhånd for deltagelse i undersøgelsen

Ihre Ansprechpartner:
Kontaktpersoner

EUC Syd
Leif Elsborg
Grundtvigs Allé 88
6400 Sønderborg
Tlf. +45 (0) 74 12 / 44 87
Fax. +45 (0) 74 12 / 42 00
E-mail: LKE@eucsyd.dk
www.eucsyd.dk

Berufliche Schule des Kreises Nordfriesland in Husum
Dr. Michael Schmied
Herzog-Adolf-Str. 3
25813 Husum
Tel. +49 (0) 48 41 / 89 95-34
Fax. +49 (0) 48 41 / 89 95-22
E-Mail: michael.schmied@bs-husum.de
www.bs-husum.de

Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik Universität Flensburg (biat)
Prof. Dr. A. Willi Petersen
Auf dem Campus 1
24943 Flensburg
Tel. +49 (0) 461 / 805-2155
Fax. +49 (0) 461 / 805-2151
E-Mail: awpetersen@biat.uni-flensburg.de
www.biat.uni-flensburg.de

Wirtschaftsakademie Schleswig-Holstein GmbH
Stephan Jung
Flensburger Chaussee 30
25813 Husum
Tel. +49 (0) 48 41 / 96 08-49
Fax. +49 (0) 48 41 / 96 08-44
E-Mail: Stephan.Jung@wak-sh.de
www.wak-sh.de



Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie (IMWaT)

Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für eine prospektive wirtschaftliche Entwicklung in der Region Sønderjylland / Schleswig

International Mechatronik for vindkraftteknologi (IMWaT)

Behovsanalyser og kvalificeringstilbud for en fremadrettet økonomisk udvikling for vedvarende energi i Region Sønderjylland-Schleswig



Dieses Projekt wird gefördert durch die Europäische Union im Programm INTERREG III A Sønderjylland – Schleswig

Projektet gennemføres med støtte fra Interreg IIIA programmet, region Sønderjylland - Schleswig. Projektet medfinansieres af Den Europæiske Union

Fachkräfte für die Windbranche
Faglært arbejdskraft for vindenergibranchen

Dänemark und Deutschland sind weltweit Vorreiter bei der Entwicklung von Windenergieanlagen (WEA). Deren Herstellung sowie Service und Wartung sind bedeutende wirtschaftliche Faktoren in der Region Sønderjylland/Schleswig. Ein Mangel an qualifizierten Fachkräften zeichnet sich ab und gefährdet eine weitere positive Entwicklung.

Das EU-Projekt IMWaT will dem Fachkräftebedarf mit einer Neuausrichtung und Internationalisierung der Aus- und Weiterbildungsangebote begegnen. Hierbei sollen die Bedarfe in den verschiedenen Geschäftsfeldern der Windenergiebranche eine besondere Berücksichtigung finden.



Danmark og Tyskland er begge foregangslande for udvikling af vindenergianlæg. Både fremstilling, den efterfølgende service og vedligehold er betydningsfulde erhvervsfaktorer i regionen Sønderjylland-Schleswig. En mangel på faglært arbejdskraft vil i fremtiden kunne true den positive udvikling af vindenergianlæg.

I EU projektet IMWaT udvikles og udbydes der uddannelse inden for området, henholdsvis som tillæg til grunduddannelsen og på efteruddannelseskurser. Hertil har vi brug for en tilbagemelding fra de forskellige forretningsområder inden for mølleindustrien, for at kunne imødekomme branchens ønsker.

Arbeitsorientierte Curricula
Arbeitsorienterede uddannelsesplaner

Hochqualifizierte Fachkräfte setzen eine hochwertige und an den konkreten Arbeiten orientierte Ausbildung voraus. Unser Bildungsansatz für die Fachkräfte in der Windenergiebranche beinhaltet:

- Befragungen zur Facharbeit in den verschiedenen Geschäfts- und Arbeitsfeldern der Windenergiebranche
- Detaillierte Analysen der je typischen Arbeitsprozesse und Qualifikationsanforderungen in den Betrieben
- Neue und international abgestimmte Weiterentwicklung der Aus- und Weiterbildungsangebote für Mechatroniker (D) sowie Automatiktagekniker (DK)
- Umsetzung und konkrete Erprobung der neuen arbeitsorientierten Aus- und Weiterbildungsangebote.



Bilder: Mit freundlicher Unterstützung der Firma Hansen-Windtechnik Husum

For at sikre en kvalificeret faglært arbejdskraft kræves uddannelse, som er direkte rettet mod de relevante arbejdsopgaver. Indholdet i projektet er følgende:

- Spørgeskemaundersøgelse til de forskellige forretningsområder inden for branchen
- Detaljeret arbejdsprocesanalyser for at klarlægge kvalifikationsbehov i de enkelte virksomheder
- Nye og internationale afstemte uddannelsesstilbud for mechatroniker (D) og automatiktagekniker (DK)
- Afprøvning, gennemførelse og evaluering af de udviklede uddannelsesmoduler.

Unsere Ergebnisse – Ihr Gewinn
Vores bestræbelser – Deres gevinst

Die arbeitsorientierten Aus- und Weiterbildungsangebote bieten den Mehrwert hochqualifizierter und unmittelbar einsatzfähiger Fachkräfte für die Herstellung oder Wartung und Service von Windenergieanlagen und helfen, dem wachsenden Fachkräftebedarf zu begegnen.

Die Internationalisierung der Aus- und Weiterbildungsangebote und die Abstimmung mit dem dänischen Projektpartner vereinfachen zudem den Einsatz der Fachkräfte über die Landesgrenzen hinaus – ein nicht unwichtiger Faktor angesichts einer fortschreitenden Expansion der Windfirmen im In- und Ausland.

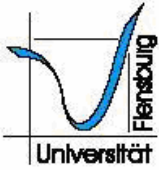


De arbeitsorienterede uddannelsesstilbud giver umiddelbart kvalificerede medarbejdere, der kan bruges ved fremstilling samt service/vedligehold på vindenergianlæg, for derigennem at sikre faglært arbejdskraft til branchen i fremtiden.

Internationalisering af uddannelsen samt koordinering med de tyske projektpartnere skal forenkle muligheden for arbejde på begge sider af grænsen, hvilket også er en væsentlig faktor i forbindelse med ekspansion i såvel ind- som udland.

Abbildung 17: Zweisprachiger Flyer

3.3.2 Kontaktaufnahme für die Arbeitsanalysen



biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik • Universität Flensburg •
Auf dem Campus 1 • D-24943 Flensburg

Adresse



Prof. Dr. A. Willi Petersen
Berufliche Fachrichtung Elektrotechnik/Informatik
Telefon +49 (0)461 – 805 21 55
Sekretariat +49 (0)461 – 805 21 50
Telefax +49 (0)461 – 805 21 51
e-mail: awpetersen@biat.uni-flensburg.de
http://www.biat.uni-flensburg.de

Datum:
Zeichen: IMWatT/Befragung

Projekt »Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie« (IMWatT)

Sehr geehrter ,

Im Rahmen des EU- Projektes IMWATT (www.imwatt.eu) wollen wir die **berufliche Aus- und Weiterbildung** für die Unternehmen aus der Windenergie- Branche **verbessern**. Wir stehen dabei in engem Kontakt zu den Betrieben und verfolgen eine praxisnahe Optimierung der bestehenden Ausbildung.

Hierfür ist die Durchführung von Tätigkeitsanalysen vorgesehen. Nach unserem Dafürhalten erscheint Ihr Unternehmen für solche Analysen besonders geeignet. Wir würden uns daher sehr freuen, Sie für unsere Studie und damit für die Verbesserung der Aus- und Weiterbildung von Mechatronikern im Windenergiebereich zu gewinnen.

Die Tätigkeitsanalyse gliedert sich grundsätzlich in zwei Phasen: Zunächst möchten wir im Rahmen eines Interviews mit ein oder zwei in die Praxis Involvierten einen beispielhaften Arbeitsablauf analysieren. Falls möglich würden wir in einem zweiten Schritt gerne diese oder andere Mitarbeiter in ihrem Tätigkeitsfeld begleiten. Das Interview wird je nach Ihren Wünschen ca. 2 – 3 Std. in Anspruch nehmen.

Wir werden Sie in den nächsten 1 – 2 Wochen nochmals telefonisch kontaktieren. Dann können wir eventuell verbleibende Fragen sowie ggf. einen Termin gemeinsam klären.

Für das IMWatT-Team mit freundlichem Gruß



(Prof. Dr. A. Willi Petersen)

biat - Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik • Universität Flensburg • Auf dem Campus 1 • D-24943 Flensburg

Abbildung 18: Deutsches Anschreiben zur Arbeitsanalyse

Die Anfrage zur Durchführung der Arbeitsanalysen erfolgte auf dem telefonischen Weg. Darüber hinaus wurde den an der Analyse teilnehmenden Unternehmen auf deutscher Seite noch ein Anschreiben (Abbildung 18) zugesandt, um einen „offizielleren“ Charakter zu gewährleisten.

4 Das Erhebungsinstrumentarium

Das Erhebungsinstrumentarium dient dazu, spezielle Daten und Informationen von den teilnehmenden Unternehmen zu erhalten. Diese Informationen werden dazu genutzt, um internationalisierte Curricula für Mechatroniker und Automatikttechniker bzw. Empfehlungen für bereits bestehende Curricula zu entwickeln. Für das IMWatT-Projekt kam ein zweistufiges Erhebungsmodell zur Anwendung.

- Die erste Phase bestand in einer schriftlichen Befragung mithilfe eines Fragebogens, welcher elektronisch auf der Web-Präsenz des IMWatT-Projektes zu beantworten war.
- Die zweite Phase beinhaltete den Besuch mehrerer Firmen mit dem Ziel der Durchführung von Arbeitsprozessanalysen und Interviews, deren Ergebnisse dann für eine tiefere Analyse der Arbeitsinhalte und Qualifikations-Bedarfe genutzt wurden.

4.1 Fragebogen

Da das Ausfüllen des Fragebogens die Investition von Arbeitszeit erfordert, war der Zeitaufwand für die Firmen möglichst gering zu halten, um somit die Chancen auf einen hohen Rücklauf zu erhöhen. Daraus folgte die Zielsetzung einer schlanken Form des Fragebogens, weshalb sich die Anzahl der Fragen auf ein überschaubares Maß beschränkte.

Darüber hinaus mündeten die unterschiedlichen Tätigkeiten in den einzelnen Geschäftsfeldern in einem eigenen Fragebogen für jedes Geschäftsfeld, der aus einem generellen Teil für alle Fragebögen und einem geschäftsfeldspezifischen Teil besteht. Adressaten der Fragen sollten nach Möglichkeit Verantwortliche aus den entsprechenden Geschäftsfeldern sein. Auf diesem Wege gefundene Antworten beziehen sich dann auf die tatsächliche Arbeitspraxis und es war davon auszugehen, dass solche Ergebnisse für das Projekt einen besonderen Nutzen haben. Bei Firmen, die mehrere Geschäftsfelder abdecken, bestand somit die Möglichkeit und gegebenenfalls Notwendigkeit, dass der Fragebogen mehrfach von unterschiedlichen Personen bearbeitet wurde.

4.1.1 Genereller Teil des Fragebogens

Der generelle Teil des Fragebogens diente dem Gewinn von Informationen, die eine Einordnung und Zuordnung der Firmen und der Resultate erlauben. Dazu gehören die Daten für einer Kontaktperson für evtl. Rückfragen und die Kontaktaufnahme für sich möglicherweise anschließende ergänzende und vertiefende Arbeitsanalysen in den Unternehmen.

Weitere im generellen Teil der Befragung erfasste Informationen sind die Betriebsgröße, die Anzahl der eingestellten Mechatroniker (in Dänemark Automatikttechniker), Mechaniker und Elektriker und der jeweils erwartete zukünftige Fachkräftebedarf im Unternehmen.

Ja, Vi Ønsker at deltage i undersøgelsen og vi er interesseret i at modtage resultatet når projektet er afsluttet.
☒

A: Virksomhedens navn og by:

Navn By Land ☐ DE ☒ DK

B: Virksomhedens størrelse ?

☐ op til 25 medarbejdere ☐ 26-250 medarbejdere ☐ flere end 250 medarbejdere

C: Hvormange faglige uddannede medarbejdere har virksomheden og hvordan ser behovet ud i fremtiden.

Automatikmekaniker/automatikfagtekniker		Maskinarbejder/smed		Elektriker	
Antal	Behov	Antal	Behov	Antal	Behov
Ca.	☐ Større	Ca.	☐ Større	Ca.	☐ Større
	☐ Samme		☐ Samme		☐ Samme
	☐ Mindre		☐ Mindre		☐ Mindre

D: Kontaktperson:

Fornavn Efternavn e-mail

Abbildung 19: Genereller Teil des dänischen Fragebogens

Ja, wir beteiligen uns als Betrieb in diesem Geschäftsfeld an der Studie im europäischen Programm INTERREG III A und sind an den Ergebnissen interessiert.
☒

A: Name und Ort des Betriebes:

Name Ort Land ☒ DE ☐ DK

B: Betriebsgröße (des Geschäftsfeldes)?

☐ bis 25 Mitarbeiter ☐ 26-250 Mitarbeiter ☐ mehr als 250 Mitarbeiter

C: Bestand und mittelfristiger Bedarf an Fachkräften?

Mechatroniker		Mechaniker/Maschinenbauer		Elektriker/Elektroniker	
Bestand	Bedarf	Bestand	Bedarf	Bestand	Bedarf
etwa	☐ höher	etwa	☐ höher	etwa	☐ höher
	☐ gleich		☐ gleich		☐ gleich
	☐ geringer		☐ geringer		☐ geringer

D: Kontaktperson:

Vorname Name e-mail

Abbildung 20: Genereller Teil des deutschen Fragebogens

4.1.2 Geschäftsfeldspezifischer Teil des Fragebogens

Die sehr unterschiedlichen Tätigkeiten erforderten eine Aufteilung des Fragebogens, um so den verschiedenen Geschäftsfeldern gerecht zu werden. Aufgrund dessen wurden drei geschäftsfeldspezifische Fragebögen entwickelt, jeweils einer für die Geschäftsfelder „Herstellung und Produktion von WEA“ und „Bau und Installation von WEA“. Die Überschneidungen im Bereich „Service und Wartung von WEA“ und technische „Betriebsführung von WEA“ führten weiter zur Zusammenfassung dieser beiden Felder in einem Fragebogen.

Die geschäftsfeldspezifischen Fragebögen bestehen aus drei Abschnitten. Basierend auf der Sektoranalyse wurden für den ersten Abschnitt geschäftsfeldtypische Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben ermittelt, wobei die Zielsetzung in einer Abdeckung des kompletten Spektrums an möglichen Aufgaben bestand. Eine anschließende Abstrahierung und Zusammenfassung der

Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben führte zu einer Anzahl von maximal 15, zu denen anzugeben war, wer diese Aufgabe im Unternehmen durchführt beziehungsweise durchführen sollte, sofern Mitglieder dieser Berufsgruppe in dem Unternehmen angestellt wären. Zur Auswahl standen Mechatroniker/Automatiktechniker, Mechaniker und Elektriker, eine Mehrfachnennung war möglich. Zusätzlich bestand die Möglichkeit für die Unternehmen, selbstständig weitere Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben hinzuzufügen.

1: Hvem udfører, eller skal udføre efterfølgende arbejdsopgaver i virksomheden i forbindelse med service og vedligehold på vindenergianlæg ? Sæt gerne flere kryds			
System og komponentanalyse, funktionsprøvning og vedligehold på vindenergianlæg.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Vedligehold, reparation eller udskiftning af gear og mekaniske drev inkl. udskiftning af olie.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Planlægning og udførelse af lyd og vibrationsmålinger.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Vedligehold og reparation af bremsesystemet.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Udføre og planlægge forebyggende vedligehold.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Vedligehold og reparation af komponenter for det hydrauliske styresystem.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Vedligehold og reparation eller udskiftning af generator.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Opretning af mekaniske forbindelser mellem generator, gear og mekaniske drev i forbindelse med vedligehold.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Vedligehold og reparation af elektriske komponenter.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Anvendelse af software for diagnosticering af fejl på vindenergianlæg.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Anvende fjernovervågning i forbindelse med fejlfinding.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Rotor-service inkl. rotorblads vedligehold med rengøring og reparation af mindre skader på rotoroverfladen.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Yderligere arbejdsopgaver...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Yderligere arbejdsopgaver...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker

Abbildung 21: Erster Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“

1: Hvem udfører, eller skal udføre efterfølgende arbejdsopgaver i virksomheden i forbindelse med installation af vindenergianlæg ? Sæt gerne flere kryds			
Opsætning og montage af mølletårn	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Påsætning og montage af møllehus	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage af vinger og nav	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage og installation af det elektriske system, styring transformer osv.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Installation af netfordelingsanlæg i forbindelse med vindmølleparker.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Kabeludlægning i forbindelse med	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Afleveringsprøve og prøve kørsel	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Kvalitetsstyring og dokumentation	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Yderligere arbejdsopgaver ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Yderligere arbejdsopgaver ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker

Abbildung 22: Erster Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“

1: Hvem udfører, eller skal udføre efterfølgende arbejdsopgaver i virksomheden i forbindelse med fremstilling af møllehus for vindenergianlæg ? Sæt gerne flere kryds			
Montage af gear og generator.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage af bremsesystemer.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage af nav, lejer og pitch drev.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage af kølesystem.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage af hydrauliske komponenter og systemer.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage og installation af elektriske styrings og reguleringssystemer inkl. sensorer og aktuatorer.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Montage og installation af elektriske komponenter som fx vekselretter, navigationslys, lynbeskyttelse osv.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Installation, parametring og test af fjernovervågning.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Hard- og Software-Installation, opsætning af kommunikation og test af overvågningssystemer.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Testkørsel og prøvning af mekaniske drev, nav inkl. kalibrering og rotorindstilling.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Testkørsel og prøvning af generator, vekselretter samt fejlmeldingssystemer.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Kvalitetssikring og -management, aflevering af anlægget.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Yderligere arbejdsopgaver...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Yderligere arbejdsopgaver ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker

Abbildung 23: Erster Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“

1: Wer führt in Ihrem Betrieb folgende Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben bei der Herstellung der Gondel von Windenergieanlagen aus bzw. sollte diese ausführen? (Mehrfachnennungen möglich)			
Einbau, Montage und Ausrichtung von Getriebe, Antriebsstrang und Generator	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Einbau und Montage der Nachführ- und Bremssysteme	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Einbau und Montage der Nabe, Lager und Pitch-Antriebe	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Einbau und Montage der Kühlsysteme	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Einbau und Montage von Komponenten und Systemen der Hydraulik	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Einbau und Installation der elektrotechnischen Steuerungs- und Regelungssysteme inkl. Sensorik und Aktorik	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Einbau und Installation der elektrotechnischen Komponenten inkl. Umrichter, Befehrer, Blitzschutz usw.	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Installation, Parametrierung und Test der Datenfernübertragung	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Hard- und Software-Installation, Schnittstellenkonfiguration und Test für Condition Monitoring Systeme	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Testlauf und Qualitätsprüfung von Antriebsstrang, der Nabe inkl. Kalibrierung, Blattverstellung usw.	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Testlauf und Qualitätsprüfung von Generator, Umrichter sowie Fehlermeldesysteme	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Qualitätssicherung und -management, Endabnahme der Anlage	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Tätigkeiten ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Tätigkeiten ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker

Abbildung 24: Erster Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“

1: Wer führt in Ihrem Betrieb folgende Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben bei der Errichtung und Installation von Windenergieanlagen aus bzw. sollte diese ausführen? (Mehrfachnennungen möglich)			
Errichtung und Montage des Turms	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Aufsetzen und Montage der Gondel	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Montage der Rotorblätter und der Nabe	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Montage und Installation der elektrischen Leitungs- und Steuerungssysteme, Transformator usw.	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Installation der elektrischen Verteilungs- und Übertragungsanlagen bei Windparks	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Verkabelung und Installation der Netzanbindung (evtl. Umspannwerk)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Abnahmeprüfung und Probelauf	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Qualitätsmanagement und Dokumentation	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Tätigkeiten ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Tätigkeiten ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker

Abbildung 25: Erster Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“

1: Wer führt in Ihrem Betrieb folgende Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben im Service und der Wartung von Windenergieanlagen aus bzw. sollte diese ausführen? (Mehrfachnennungen möglich)			
System- und Komponentenanalyse zur Funktionsprüfung und Wartung einer Windenergieanlage	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Wartung und Instandsetzung oder Tausch von Getriebe und Antriebsstrang inkl. Ölmanagement	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Planung und Auswertung von Schall- und Schwingungs-Messungen	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Wartung und Instandsetzung der Nachführ- und Bremssysteme	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Datenauswertung präventiver Zustands-Messungen mittels Condition Monitoring Systeme	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Wartung und Instandsetzung von Komponenten und Systemen der Hydraulik	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Wartung und Instandsetzung oder Tausch des Generators	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Laseroptische Ausrichtung von Generator und Antriebsstrang im Rahmen von Wartungs- und Reparaturarbeiten	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Wartung und Instandsetzung elektrotechnischer Komponenten	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Anwendung von Analyse- und Steuerungs-Software zur Deutung und Behebung von Fehlern der Windenergieanlagen	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Auswertung aktiver Datenfernübertragung inkl. Einleitung und Durchführung von umgehenden Maßnahmen im Störfall	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Rotorservice inkl. Rotorblattwartung mit Reinigung und Behebung kleiner Mängel der Rotorblattoberflächen	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Tätigkeiten ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Tätigkeiten ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker

Abbildung 26: Erster Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“

Nach dem gleichen Verfahren wurden für den zweiten Abschnitt maximal 15 Voraussetzungen und Kompetenzen ermittelt, die in dem entsprechenden Geschäftsfeld nötig erscheinen. Die Antwortmöglichkeit war identisch zum ersten Abschnitt; aus den drei Berufsgruppen war auszuwählen, wer die Voraussetzung beziehungsweise Kompetenz besitzen muss. In diesem Abschnitt weichen die deutschen und dänischen Fragebögen voneinander ab, da einige der ermittelten Voraussetzungen in Dänemark keine Relevanz haben, und somit nicht im Fragebogen enthalten sind. Auch hier gab es die Möglichkeit zur Ergänzung weiterer Voraussetzungen und Kompetenzen.

2: Hvilke forudsætninger og kompetencer kræves der ?			
Beherske teknisk engelsk skriftlig og mundtlig	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Påvisning af egnethed for højder	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Påvisning af personlig sikkerhed herunder egnethed for højder samt redning fra højder	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Førstehjælpsbevis	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Kendskab til sikkerhedsbestemmelser for vindenergianlæg	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Andre forudsætninger og kompetencer ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Andre forudsætninger og kompetencer ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker

Abbildung 27: Zweiter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“

2: Hvilke forudsætninger og kompetencer kræves der ?			
Beherske teknisk engelsk skriftlig og mundtlig	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Førstehjælpsbevis	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Påvisning af personlig sikkerhed for vindenergianlæg.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Andre forudsætninger og kompetencer ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Andre forudsætninger og kompetencer ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker

Abbildung 28: Zweiter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“

2: Hvilke forudsætninger og kompetencer kræves der ?			
Beherske teknisk engelsk skriftlig og mundtlig	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Påvisning af egnethed for højder	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Påvisning af personlig sikkerhed herunder herunder egenthed for højder samt redning fra højder.	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Elektriske kompetencer	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Krancertifikat	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Førstehjælpsbevis	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Kendskab til sikkerhedsbestemmelser for vindenergianlæg	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Andre forudsætninger og kompetencer ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker
Andre forudsætninger og kompetencer ...	☐ Automatikmekaniker	☐ Maskinarbejder/smed	☐ Elektriker

Abbildung 29: Zweiter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“

2: Welche Voraussetzungen und Kompetenzen sind erforderlich?			
Beherrschung der englischen Fachkommunikation in Wort und Schrift	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Test zur Hörentauglichkeit (G41)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Anwendung und Umgang mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) inkl. Nachweis von Abseiltechniken und Höhenrettung	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Kompetenz einer elektrotechnisch unterwiesenen Person (EuP)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Kompetenz einer Elektrofachkraft	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis der 30 kV Schaltberechtigung	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Anwendung von Erste-Hilfe	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Kenntnis und Beherrschung spezieller Sicherheits-Vorschriften für Windenergieanlagen (AkSiWe)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Voraussetzungen und Kompetenzen ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Voraussetzungen und Kompetenzen ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker

Abbildung 30: Zweiter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“

2: Welche Voraussetzungen und Kompetenzen sind erforderlich?			
Beherrschung der englischen Fachkommunikation in Wort und Schrift	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Test zur Hörentauglichkeit (G41)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Anwendung und Umgang mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) inkl. Nachweis von Abseiltechniken und Höhenrettung	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Kompetenz einer elektrotechnisch unterwiesenen Person (EuP)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Kompetenz einer Elektrofachkraft	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis der 30 kV Schaltberechtigung	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis der "sling licence" (Transport-, Anschlag- und Hebetechnik)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Anwendung von Erste-Hilfe	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Kenntnis und Beherrschung spezieller Sicherheits-Vorschriften für Windenergieanlagen (AkSiWe)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Voraussetzungen und Kompetenzen ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Voraussetzungen und Kompetenzen ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker

Abbildung 31: Zweiter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“

2: Welche Voraussetzungen und Kompetenzen sind erforderlich?			
Beherrschung der englischen Fachkommunikation in Wort und Schrift	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis der 30 kV Schaltberechtigung	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Nachweis und Anwendung von Erste-Hilfe	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Kenntnis und Beherrschung spezieller Sicherheits-Vorschriften für Windenergieanlagen (AkSiWe)	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Voraussetzungen und Kompetenzen ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker
Weitere Voraussetzungen und Kompetenzen ...	☐ Mechatroniker	☐ Mechaniker	☐ Elektriker

Abbildung 32: Zweiter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen für das Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“

Im dritten Abschnitt erfolgte eine Befragung der Unternehmen nach Qualifikations- und Kompetenzdefiziten des Mechatronikers in Tätigkeiten des Geschäftsfeldes. Hierbei wurde keine Auswahl an Tätigkeiten vorgegeben. Vielmehr sollten die Unternehmen die Defizite, sofern bekannt, hier selbst formulieren. Dabei bestand die Möglichkeit anzugeben, ob diese Defizite innerhalb der Erstausbildung oder einer Fortbildung berücksichtigt werden sollten. Der dritte Abschnitt ist für alle drei Geschäftsfelder identisch.

3: Hvilke yderligere kvalifikationer mangler automatikmekanikerne til arbejdsopgaver i forbindelse med fremstilling af møllehus for vindenergianlæg	Skal kvalifikationen sikres gennem grund- eller efteruddannelse ?	
Arbejdsopgaver hvor der mangler kvalifikation ...	☐ Grunduddannelse	☐ Efteruddannelse
Arbejdsopgaver hvor der mangler kvalifikation ...	☐ Grunduddannelse	☐ Efteruddannelse
Arbejdsopgaver hvor der mangler kvalifikation ...	☐ Grunduddannelse	☐ Efteruddannelse

Abbildung 33: Dritter Abschnitt der dänischen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen

3: Zu welchen Tätigkeiten haben Mechatroniker bei der Herstellung der Gondel von Windenergieanlagen zur Zeit Qualifikations- und Kompetenzdefizite?	Und sollten diese in der Ausbildung oder mehr in der Weiterbildung Berücksichtigung finden?	
Tätigkeiten mit fehlenden Qualifikationen ...	☐ Inhalt der Ausbildung	☐ Inhalt der Weiterbildung
Tätigkeiten mit fehlenden Qualifikationen ...	☐ Inhalt der Ausbildung	☐ Inhalt der Weiterbildung
Tätigkeiten mit fehlenden Qualifikationen ...	☐ Inhalt der Ausbildung	☐ Inhalt der Weiterbildung

Abbildung 34: Dritter Abschnitt der deutschen geschäftsfeldspezifischen Fragebögen

4.2 Arbeitsanalyse in den Unternehmen

Die zweite Phase des Erhebungsinstrumentariums sieht aus Arbeitsanalysen vor, die an Unternehmen durchgeführt wurden. Eine vereinheitlichte Vorgehensweise bei diesen Arbeitsstudien mithilfe eines zuvor erstellten Interview-Leitfadens diente dabei dem Erhalt vergleich- und auswertbarer Ergebnisse.

Die Unterteilung des Interviews in 4 Phasen A, B, C und D zielte darauf ab, Informationen über die Unternehmen zu erhalten und für gezielt ausgewählte Arbeitsvorgänge eine detaillierte Analyse auf Basis des GAHPA-Modells zu erstellen (Abbildung 35).

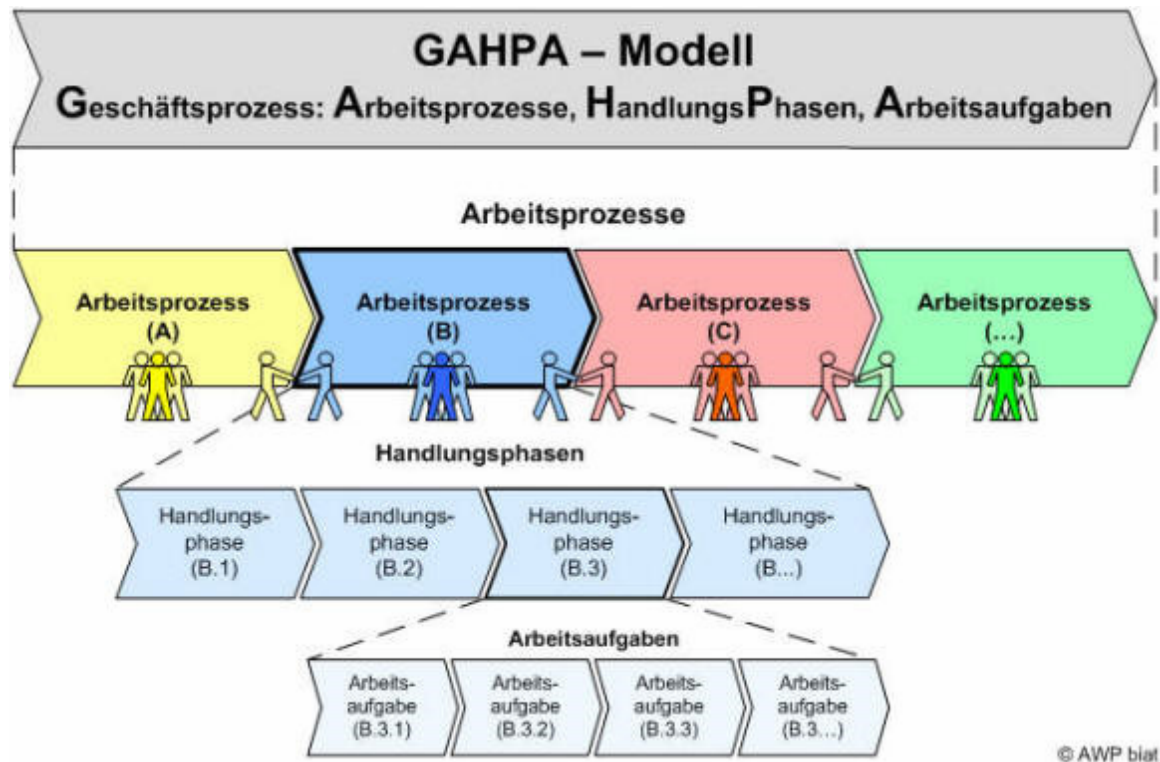


Abbildung 35: Grundlegendes GAHPA-Modell

Phase A

In der ersten Phase wurden grundlegende Informationen über das Unternehmen gesammelt, um so ein Unternehmensportrait zu erhalten.

Dazu gehören Informationen über den Geschäftsbereich des Unternehmens, dessen Angebote, Tätigkeiten und Serviceleistungen. Des Weiteren interessierten Informationen über die Mitarbeiterstruktur, mit Mitarbeiterzahlen unterteilt nach der Tätigkeit im Bereich der drei Geschäftsfelder der Befragung, sowie deren Ausbildung und ihrem spezifischen Tätigkeitsbereichen.

Phase B

In der zweiten Phase ging es um die Ermittlung der Kerntätigkeiten und der Organisationsstruktur des Unternehmens

Die Ermittlung der Kerntätigkeiten erfolgte durch die Sammlung mehrerer expliziter Geschäftsprozesse (Business processes). Dies beinhaltete zum Beispiel aktuell durchgeführte Projekte oder Aufträge, welche die Spezialitäten aber auch andere Aufgaben der Unternehmen aufzeigten.

Zusätzlich wurden Informationen über die organisatorische Struktur des befragten Unternehmens gesammelt und im Speziellen darüber, welche Mitarbeiter für die einzelnen Tätigkeiten zuständig sind.

Am Ende von Phase B stand die Auswahl eines möglichst beispielhaften Exemplars aus den ermittelten Kerntätigkeiten, welches inhaltlich für das IMWatT-Projekt relevant erschien und das einen typischen Geschäftsprozess darstellt (Abbildung 36). Diese für die weitere Analyse genutzte Auswahl wurde zusammen mit den Interviewpartnern getroffen.



Abbildung 36: Geschäftsprozess des GAHPA-Modells

Phase C

Im Mittelpunkt der dritten Phase stand eine weitere Untergliederung des gewählten Geschäftsprozesses in unterscheid- und voneinander abgrenzbare Arbeitsprozesse (Work processes). Als Kriterium galt hierbei die sachlogische und zeitliche Abfolge der Arbeiten im Geschäftsprozess, um eine übersichtliche Prozesskette entstehen zu lassen, die modellhaft den groben sequentiellen Prozessablauf widerspiegelt (Abbildung 37). Vereinzelte Arbeiten, die auch wiederholt oder parallel auftreten können, wurden hierbei einem übergeordneten Arbeitsprozess zugeordnet. So wird zum Beispiel die „Rechnungserstellung“, eine Arbeit, die in aller Regel am Ende erfolgt, dem Arbeitsprozess „Auftragsbearbeitung“ zugeordnet, obwohl dieser eher am Beginn der Prozesskette positioniert ist.



Abbildung 37: Geschäftsprozess und Arbeitsprozesse des GAHPA-Modells

Die ermittelten Arbeitsprozesse sollten sich nach Möglichkeit einer der folgenden Kategorien zuordnen lassen:

- Ökonomische/wirtschaftliche Prozesse (gelb dargestellt)
- Wissenschaftliche/planerische/entwickelnde Prozesse (blau dargestellt)
- Handwerkliche/technische Prozesse (rot dargestellt)
- Service- und wartungstechnische Prozesse (grün dargestellt)

Zusätzlich zu der Einordnung in eine Kategorie gehörte zu jedem Arbeitsprozess die Information darüber, welche Mitarbeiter mit welchen Berufen und im Speziellen Mechatroniker, Mechaniker und Elektriker daran beteiligt sind. Wichtig war hierbei eine Diskussion über mögliche Einsatzgebiete für den Mechatroniker, speziell bei Unternehmen, die noch keine Mechatroniker beschäftigen oder sich gegen deren Einsatz aussprechen.

Die Anzahl der Arbeitsprozesse war von vielen Faktoren abhängig, beispielsweise der Komplexität des Geschäftsprozesses, der Geschäftsbranche, der Größe des Unternehmens, wie auch der Betriebs- und Arbeitsorganisation. Die zuzuordnenden vier Kategorien mussten nicht unbedingt alle auftreten, ihre Reihenfolge und Anzahl hingen von der jeweiligen Betriebsstruktur und den Geschäftsfeldern ab.

Phase D

In der vierten Phase erfolgte eine weitere Unterteilung der Arbeitsprozesse zuerst in unterscheid- und abgrenzbare Handlungsphasen (Phases of activity) und, falls notwendig, anschließend nochmals in Arbeitsaufgaben (Work tasks) mit dem Ziel einer späteren genaueren Analyse dieser kleinsten Einheiten (Abbildung 38, Abbildung 39). Diese Arbeitsaufgaben konkretisieren letztlich die Arbeit und Tätigkeit, die in der Regel inhaltlich auch nicht weiter sinnvoll zerlegt werden kann.

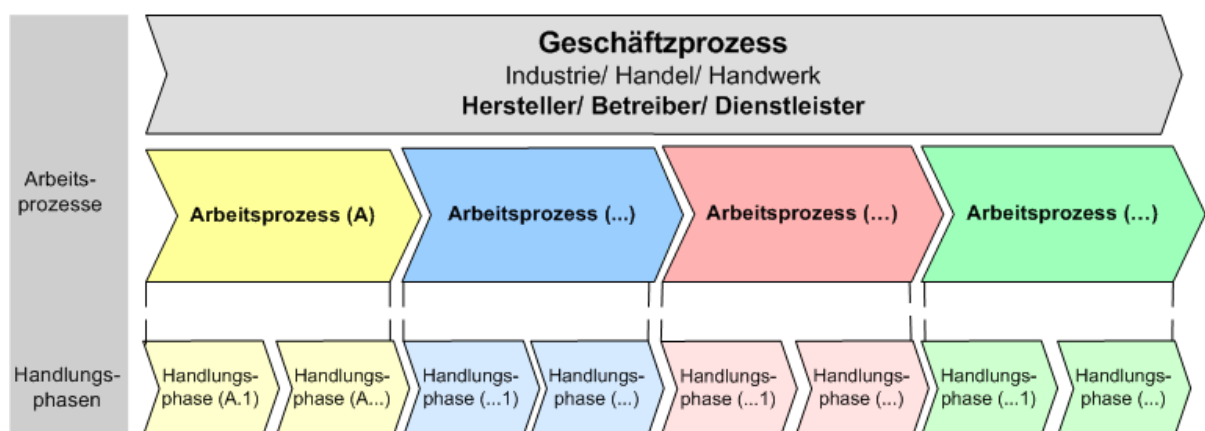


Abbildung 38: Geschäftsprozess, Arbeitsprozesse und Handlungsphasen des GAHPA-Modells

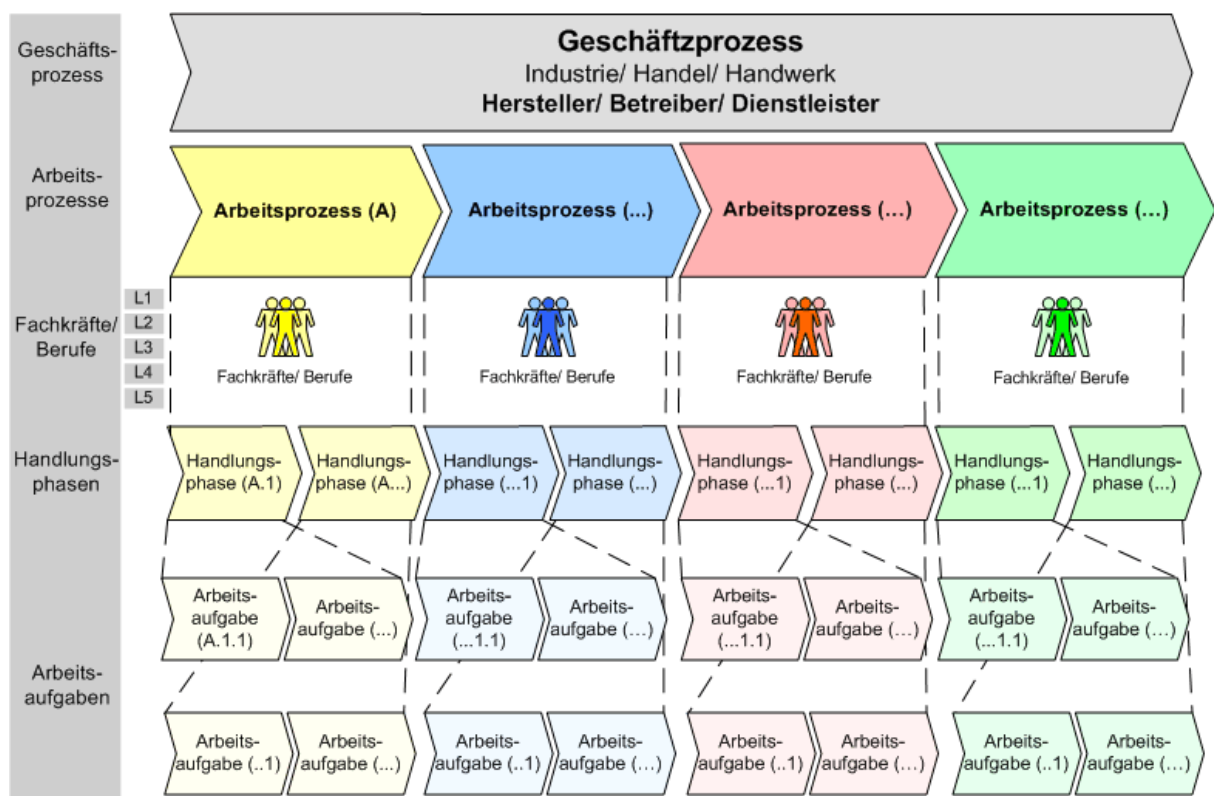


Abbildung 39: GAHPA-Modell mit Geschäftsprozess, Arbeitsprozessen, Handlungsphasen und Arbeitsaufgaben

Es fanden in erster Linie die Arbeitsprozesse Berücksichtigung, bei deren Durchführung Mechatroniker, Mechaniker und Elektriker eine wichtige Rolle einnehmen. Dabei sollte wie in Phase C als Kriterium für die Unterteilung der Handlungsphasen und Arbeitsaufgaben die sachlogische und zeitliche Abfolge der Arbeiten innerhalb der Arbeitsprozesse dienen. Die Abhängigkeiten bezüglich der Komplexität und Anzahl der Handlungsphasen sowie die Handhabung einzelner Arbeiten zur Wahrung einer übersichtlichen Modelldarstellung galten auch in dieser Phase.

Im Anschluss an die Unterteilung erfolgte die genauere Analyse der Arbeitsaufgaben (bzw. Handlungsphasen). Für einige nach Repräsentativität und nach Relevanz für den Mechatroniker ausgewählte Arbeitsaufgaben wurden dann die folgenden Punkte ermittelt und festgehalten (Abbildung 40):

- Welcher Mitarbeiter (Beruf) führt welche Arbeit aus
- Funktion und Technik der Gegenstände und Systeme der Arbeit
- Mittel, Verfahren und Organisation der Arbeit
- Betriebliche, gesellschaftliche und individuelle Anforderungen der Arbeit

Arbeitsaufgabe in der Inhaltsstruktur von drei Arbeitsdimensionen		
Funktion und Technik der Gegenstände und Systeme der Arbeit	Mittel, Verfahren und Organisation der Arbeit	Betriebliche, gesellschaftliche und individuelle Anforderungen der Arbeit

Abbildung 40: Arbeitsdimensionen einer einzelnen Arbeitsaufgabe

In einer abschließenden freien Diskussion bestand die Möglichkeit, nachstehende Punkte anzusprechen:

- Wichtige Änderungen in der letzten Zeit
- Zu erwartende zukünftige Entwicklung
- Nachteile des Mechatronikers
- Möglicher Einsatz des Mechatronikers
- Empfehlungen für die Aus- und Fortbildungsinhalte
- Typische Defizite unerfahrener Mitarbeiter
- Überfachliche Anforderungen an die Mitarbeiter

5 Durchführung und Ergebnisse der Befragung und Arbeitsanalysen

Die Online-Befragung erfolgte durch die Hinterlegung der erstellten Fragebögen auf der offiziellen Web-Präsenz des IMWatT-Projektes mit einem entsprechenden Verweis in der Kontaktaufnahme. Eine zusätzliche Erinnerung der Unternehmen an das Ausfüllen des Fragebogens gewährleistete ein Telefonat. Neben der Auswertung der Ergebnisse insgesamt dienten die Einzelergebnisse dazu, gezielt Unternehmen für eine anschließende Arbeitsanalyse auszuwählen, die dann bei Zustimmung des Betriebes basierend auf dem Leitfaden von mindestens zwei Projektteilnehmern und mindestens einem Mitarbeiter des Unternehmens durchgeführt und anschließend ausgewertet wurde.

5.1 Online-Befragung der Unternehmen

Die Analyse der Online-Befragung erfolgte einzeln für die drei betrachteten Geschäftsfelder »Herstellung von WEA«, »Bau und Installation von WEA« und »Service und Wartung von WEA«. Dabei wurde auf die zwei Themenbereiche »Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben im Geschäftsfeld« und »Voraussetzungen und Kompetenzen im Geschäftsfeld« eingegangen. Aufgrund nur sehr sporadischer Antworten auf die Frage des dritten Themenbereiches »Qualifikations- und Kompetenzdefizite des Mechatronikers im Geschäftsfeld« wurde hier keine quantitative Analyse angefertigt, die genannten Defizite fanden jedoch ihre Berücksichtigung in den Besprechungen bei den folgenden Arbeitsanalysen in den Betrieben.

Nachfragen bei einigen Unternehmen hatten ergeben, dass ein falsches Verständnis der Fragestellung auftreten konnte. So hatten einige Unternehmen, bei denen keine Mechatroniker eingestellt sind, diesen bei den Antwortmöglichkeiten ignoriert, da sie von einer aktuellen Bestandsaufnahme ausgingen und nicht von der Möglichkeit seines Einsatzes. Bekannte Fälle dieses Missverständnisses erhielten eine Korrektur der Ergebnisse. Da keine Überprüfung und eventuelle Korrektur aller teilnehmenden Unternehmen erfolgte, erklärt dies die teilweise geringere Nennung des Mechatronikers.

Online-Befragung zu „Herstellung und Produktion von WEA“

In Abbildung 42 und Abbildung 41 sind die Ergebnisse der Online-Befragung im Geschäftsfeld der Herstellung von Windenergieanlagen in Form von Balkendiagrammen dargestellt. Abbildung 42 beinhaltet die Antworten auf den ersten geschäftsfeldspezifischen Abschnitt des Fragebogens, der sich mit den für das Geschäftsfeld typischen Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben befasst (4.1.2). Die Balken geben die Prozentzahl an, mit der der entsprechende Beruf (Mechatroniker, Mechaniker, Elektriker) einer Tätigkeit zugeordnet wurde, die er in dem Unternehmen ausführen würde. In Abbildung 41 werden die Ergebnisse für die Antworten für den zweiten geschäftsfeldspezifischen Abschnitt des Fragebogens dargestellt, der für das Geschäftsfeld typische Voraussetzungen und Kompetenzen hinterfragt. Hier wird ebenfalls die Anzahl der Nennungen der drei Berufe für die jeweiligen Kompetenzen prozentual dargestellt.

In Abbildung 42 ist bei den Tätigkeiten eine klare Trennung zwischen den Aufgaben festzustellen. Die Arbeiten aus dem mechanischen Bereich, wie der Einbau von Getriebe oder der Brems- und Hydrauliksysteme führen zwar überwiegend Mechaniker durch, aber auch Elektriker

und Mechatroniker erfüllen diese Aufgaben in gleichem Maße. Die Durchführung von Tätigkeiten mit eindeutiger Zuordnung zur Elektrotechnik, aber auch andere Aufgaben wie der Testlauf und die Qualitätssicherung von Antriebsstrang und Naben, erfolgt ausschließlich durch Elektriker und Mechatronikern mit einer fast identischen Anzahl an Nennungen. Bei Qualitätskontrolle, -management und der Endabnahme der Anlage sind wiederum alle drei Berufsgruppen beteiligt.

Auffällig ist die starke Parallelität von Mechatroniker zu Elektrikern. Anstatt die Annahme zu bestätigen, dass der Mechatroniker die Aufgaben von Mechaniker und Elektriker übernehmen kann, lässt das Ergebnis eher darauf schließen, dass die Unternehmen in dem Mechatroniker eher einen Ersatz für den Elektriker sehen. Der Mechatroniker wird zwar auch für Arbeitsaufgaben mechanischer Natur eingesetzt, jedoch nur im ähnlichen Umfang wie der Elektriker, schätzungsweise als Unterstützung für den Mechaniker.

Abbildung 41 bestätigt die Bedeutung von sicherheitsrelevanten Kompetenzen wie der Ersten Hilfe oder den Kenntnissen von Sicherheitsvorschriften. Obwohl der Mechatroniker als ein Pendant zum Elektriker erscheint, sehen die Unternehmen nur für den Elektriker eine 30kV-Schaltberechtigung als relevant an, so dass davon ausgegangen werden muss, dass bei Arbeiten in diesem Hochspannungsbereich lieber auf den reinen Elektriker zurückgegriffen wird.

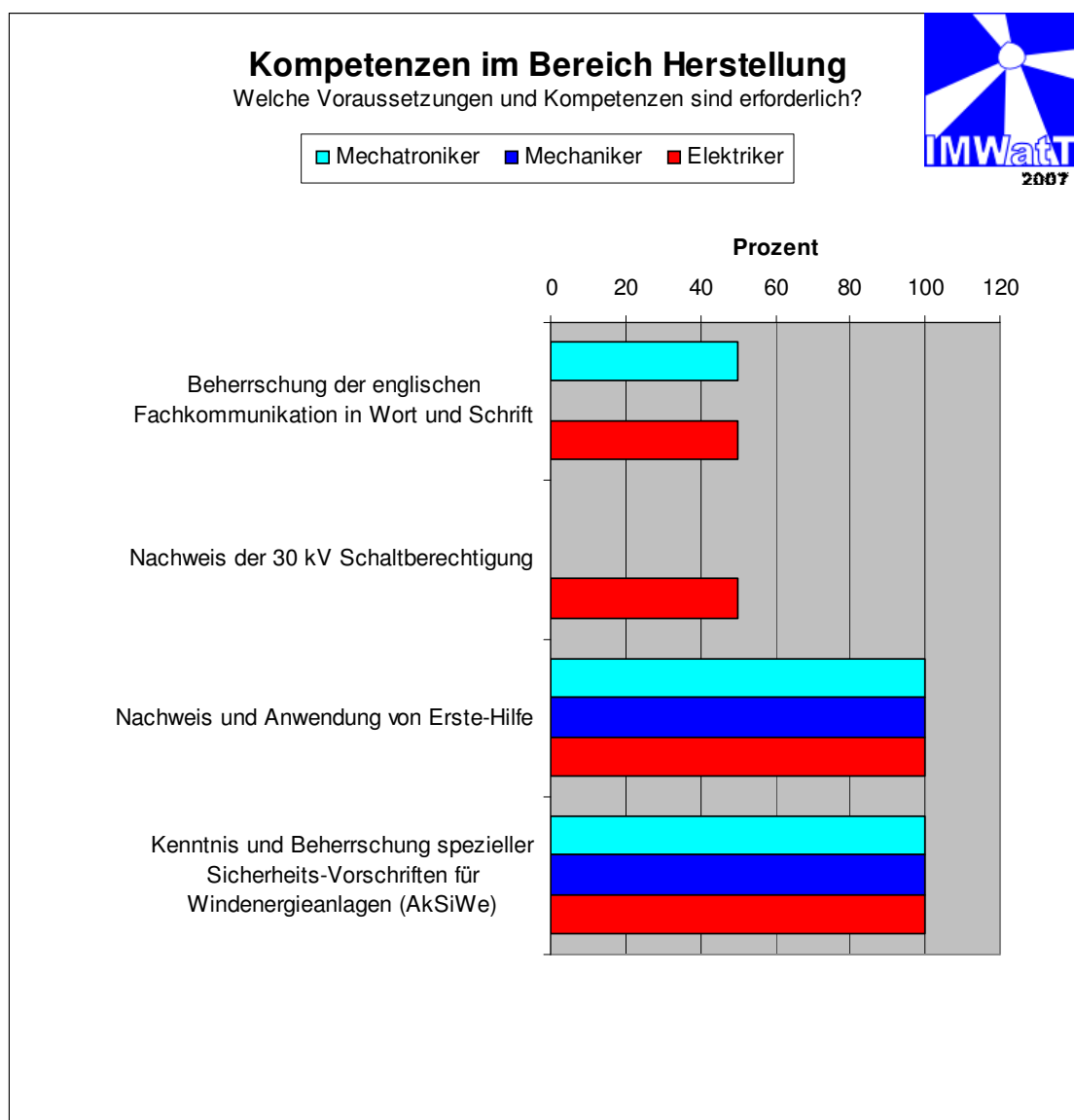


Abbildung 41: Diagramm zu den Kompetenzen im Bereich Herstellung

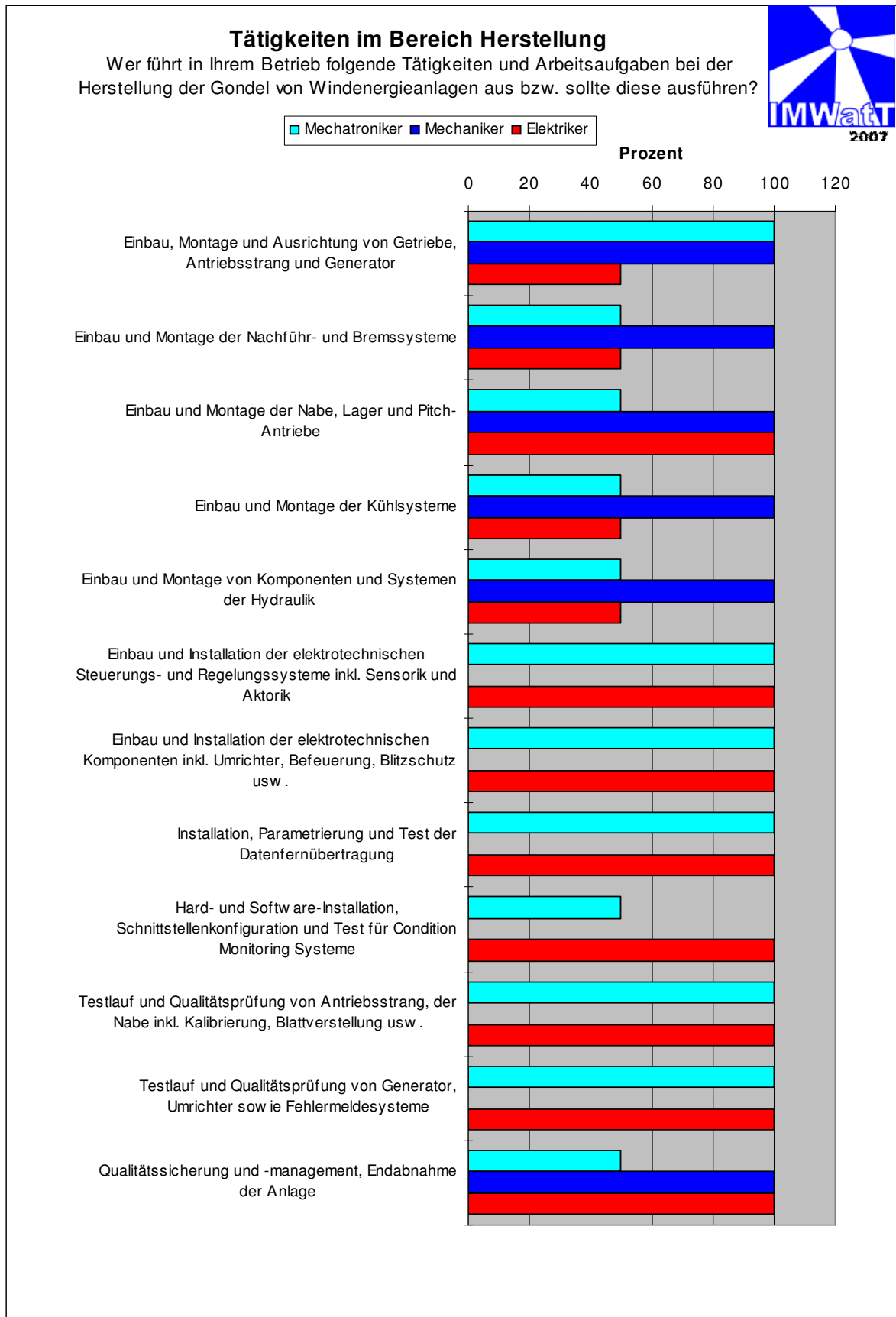


Abbildung 42: Diagramm zu den Tätigkeiten im Bereich Herstellung

Online-Befragung zu „Bau und Installation von WEA“

In Abbildung 43 und Abbildung 44 sind die Ergebnisse der Online-Befragung im Geschäftsfeld der Herstellung von Windenergieanlagen in Form von Balkendiagrammen dargestellt. Abbildung 43 beinhaltet die Antworten auf den ersten geschäftsfeldspezifischen Abschnitt des Fragebogens, der sich mit den für das Geschäftsfeld typischen Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben befasst (4.1.2). Die Balken geben die Prozentzahl an, mit der der entsprechende Beruf (Mechatroniker, Mechaniker, Elektriker) einer Tätigkeit zugeordnet wurde, die er in dem Unternehmen ausführen würde. In Abbildung 44 werden die Ergebnisse für die Antworten für den zweiten geschäftsfeldspezifischen Abschnitt des Fragebogens dargestellt, der für das Geschäftsfeld typische Voraussetzungen und Kompetenzen hinterfragt. Hier wird ebenfalls die Anzahl der Nennungen der drei Berufe für die jeweiligen Kompetenzen prozentual dargestellt.

Im Geschäftsfeld „Bau und Installation von WEA“ zeigte sich bei den Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben (Abbildung 43) ein ähnliches Bild zum Geschäftsfeld „Herstellung und Produktion von WEA“. Arbeitsaufgaben der Mechanik werden fast ausschließlich von Mechanikern ausgeführt, gegebenenfalls noch von Elektriker und Mechatroniker unterstützt. Die Tätigkeiten im Bereich Elektrotechnik werden wiederum nur von Elektrikern und Mechatronikern durchgeführt, während der Mechaniker diesen Aufgaben nicht zugeteilt wird. Probelauf, Endabnahme sowie Qualitätsmanagement werden von allen drei Berufsgruppen ausgeführt. Das Bild vom Mechatroniker als Elektriker ohne Ausnutzung seiner mechanischen Kompetenzen wurde in diesem Geschäftsfeld noch weiter verstärkt.

Abbildung 44 zeigt eine ausgeglichene Verteilung der benötigten Kompetenzen auf alle drei Berufsgruppen. Zwar liegt der Schwerpunkt bei den Kompetenzen aus dem Bereich der Elektrotechnik verständlicherweise beim Elektriker, wird hier jedoch auch für einen Großteil der Mechatroniker und sogar vereinzelt für Mechaniker eine 30kV Schaltberechtigung angestrebt.

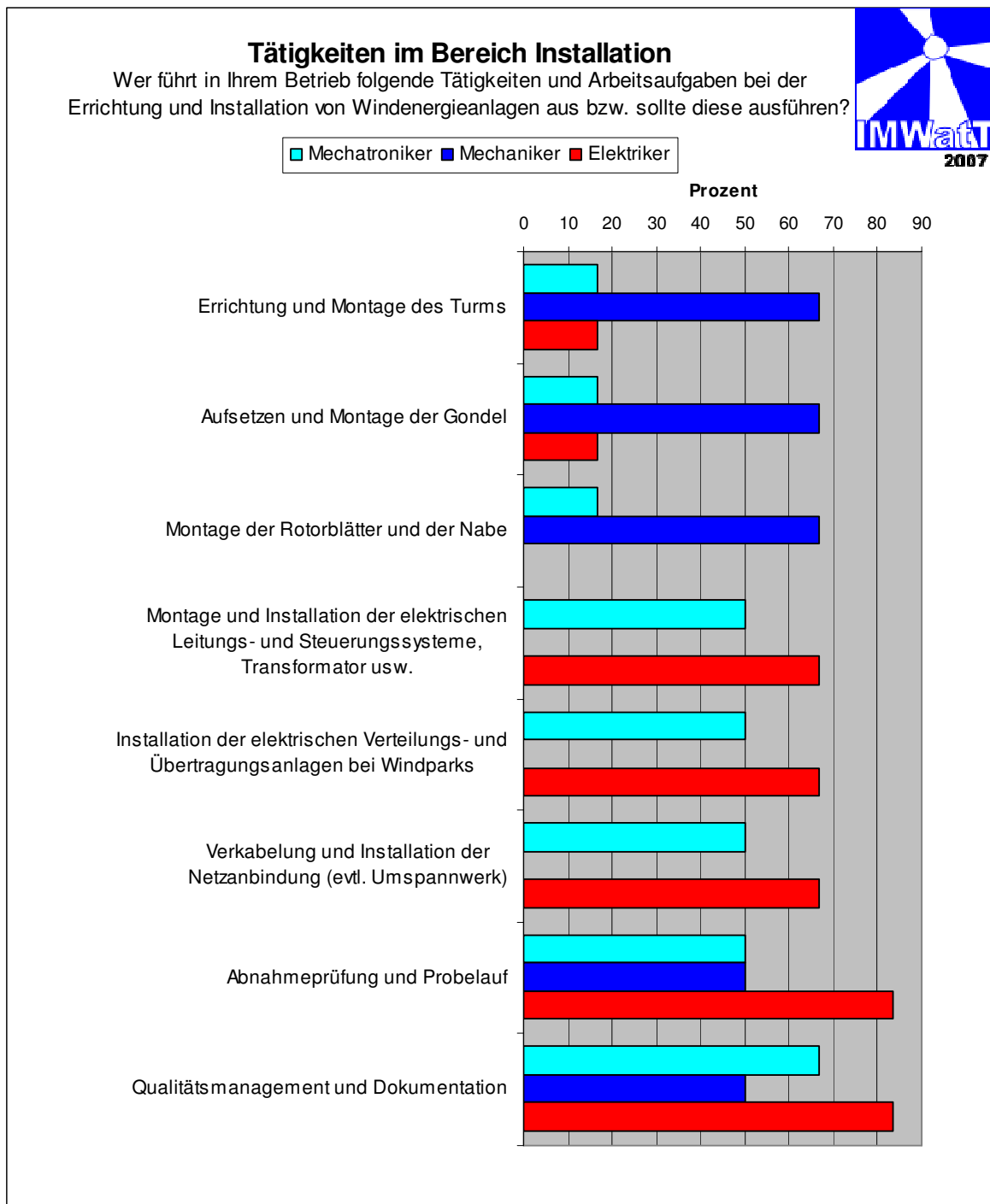


Abbildung 43: Diagramm zu den Tätigkeiten im Bereich Bau und Installation

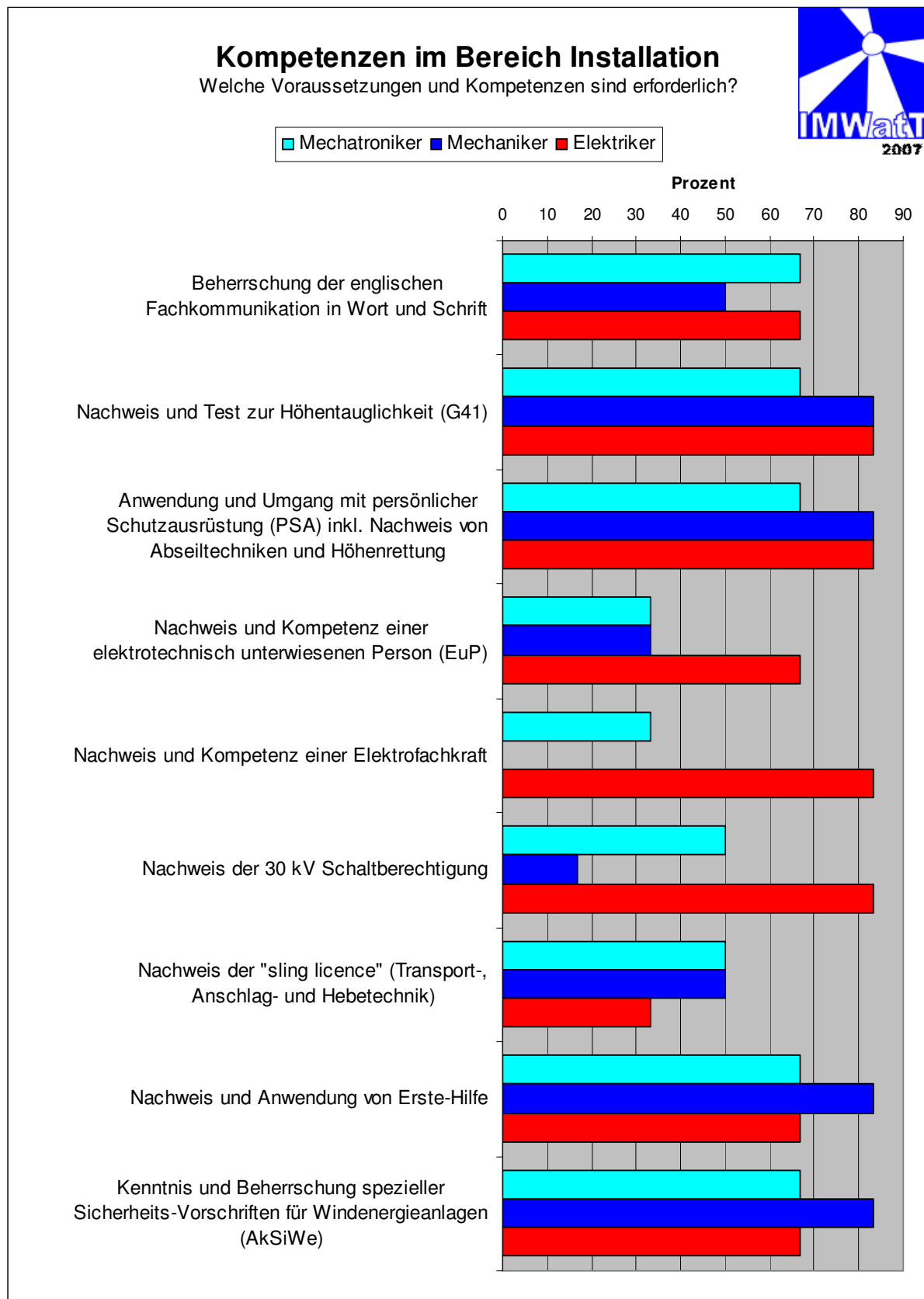


Abbildung 44: Diagramm zu den Kompetenzen im Bereich Bau und Installation

Online-Befragung zu „Service und Wartung von WEA“

In Abbildung 45 und Abbildung 46 sind die Ergebnisse der Online-Befragung im Geschäftsfeld der Herstellung von Windenergieanlagen in Form von Balkendiagrammen dargestellt. Abbildung 45 beinhaltet die Antworten auf den ersten geschäftsfeldspezifischen Abschnitt des Fragebogens, der sich mit den für das Geschäftsfeld typischen Tätigkeiten und Arbeitsaufgaben befasst (4.1.2). Die Balken geben die Prozentzahl an, mit der der entsprechende Beruf (Mechatroniker, Mechaniker, Elektriker) einer Tätigkeit zugeordnet wurde, die er in dem Unternehmen ausführen würde. In Abbildung 46 werden die Ergebnisse für die Antworten für den zweiten geschäftsfeldspezifischen Abschnitt des Fragebogens dargestellt, der für das Geschäftsfeld typische Voraussetzungen und Kompetenzen hinterfragt. Hier wird ebenfalls die Anzahl der Nennungen der drei Berufe für die jeweiligen Kompetenzen prozentual dargestellt.

Das Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“ zeigt in Abbildung 45 im Vergleich zu den anderen beiden Geschäftsfeldern eine stärkere Vermischung der Berufsgruppen, da bei sämtlichen Tätigkeiten Mechatroniker, Mechaniker und Elektriker für die Durchführung gewählt wurden. Eine Präferenz von Mechanikern für mechanische und von Elektrikern für elektrotechnische Arbeitsaufgaben ist auch hier zu erkennen, jedoch keine eindeutige Zuweisung von Tätigkeiten auf nur eine Berufsgruppe. Der Mechatroniker wird in allen Bereichen eingesetzt wobei die Verteilung der Antworten auch im Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“ erneut die Gleichsetzung mit dem Elektriker andeutet.

Abbildung 46 zeigt für die Kompetenzen im Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“ ein fast identisches Bild zum Geschäftsbild „Bau und Installation von WEA“. Für alle Berufsgruppen scheinen die genannten Kompetenzen sinnvoll, so dass auch hier eine 30kV Schaltberechtigung für Mechatroniker und vereinzelt auch für den Mechaniker genannt wurde.

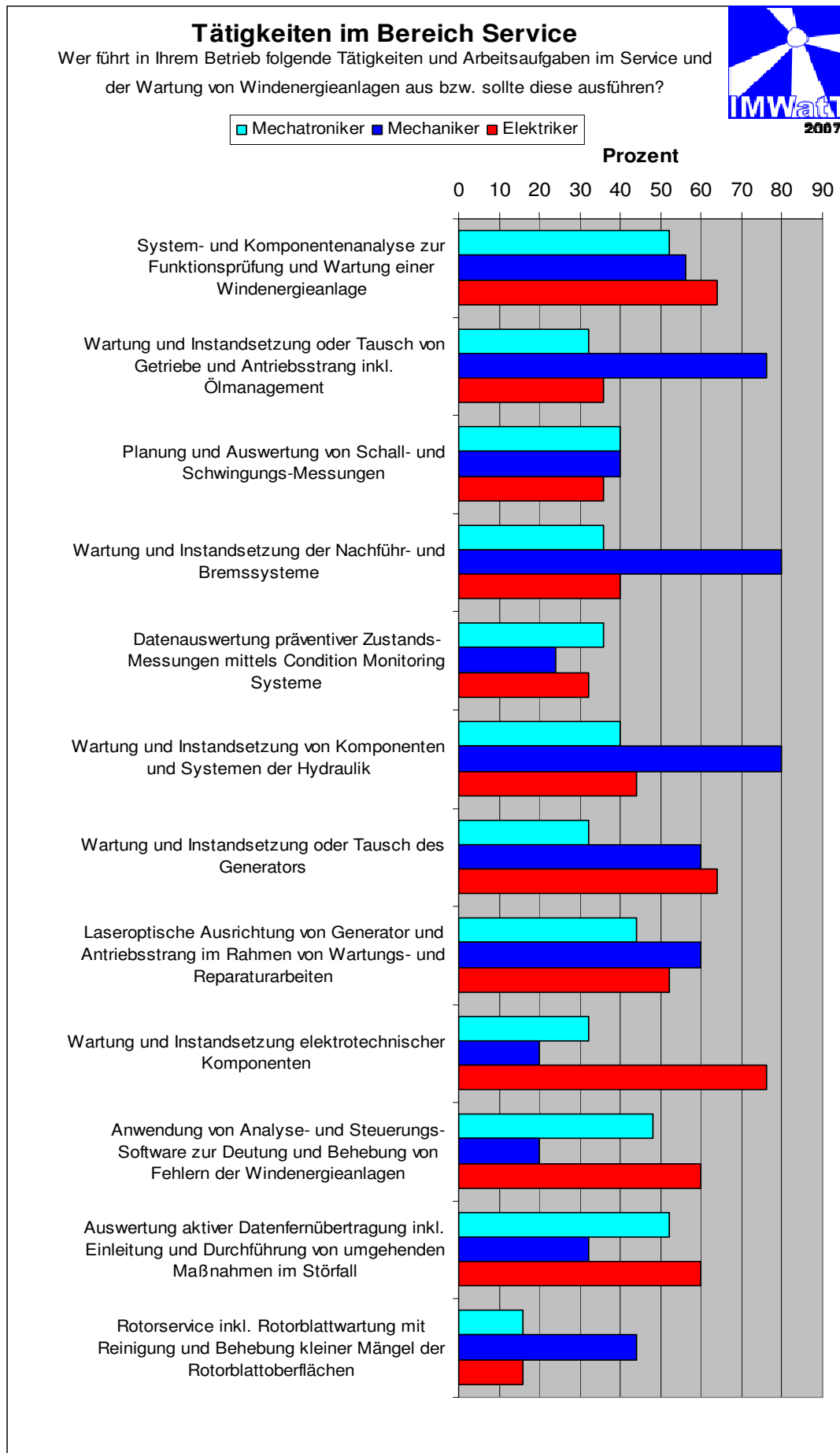


Abbildung 45: Diagramm zu den Tätigkeiten im Bereich Service und Wartung

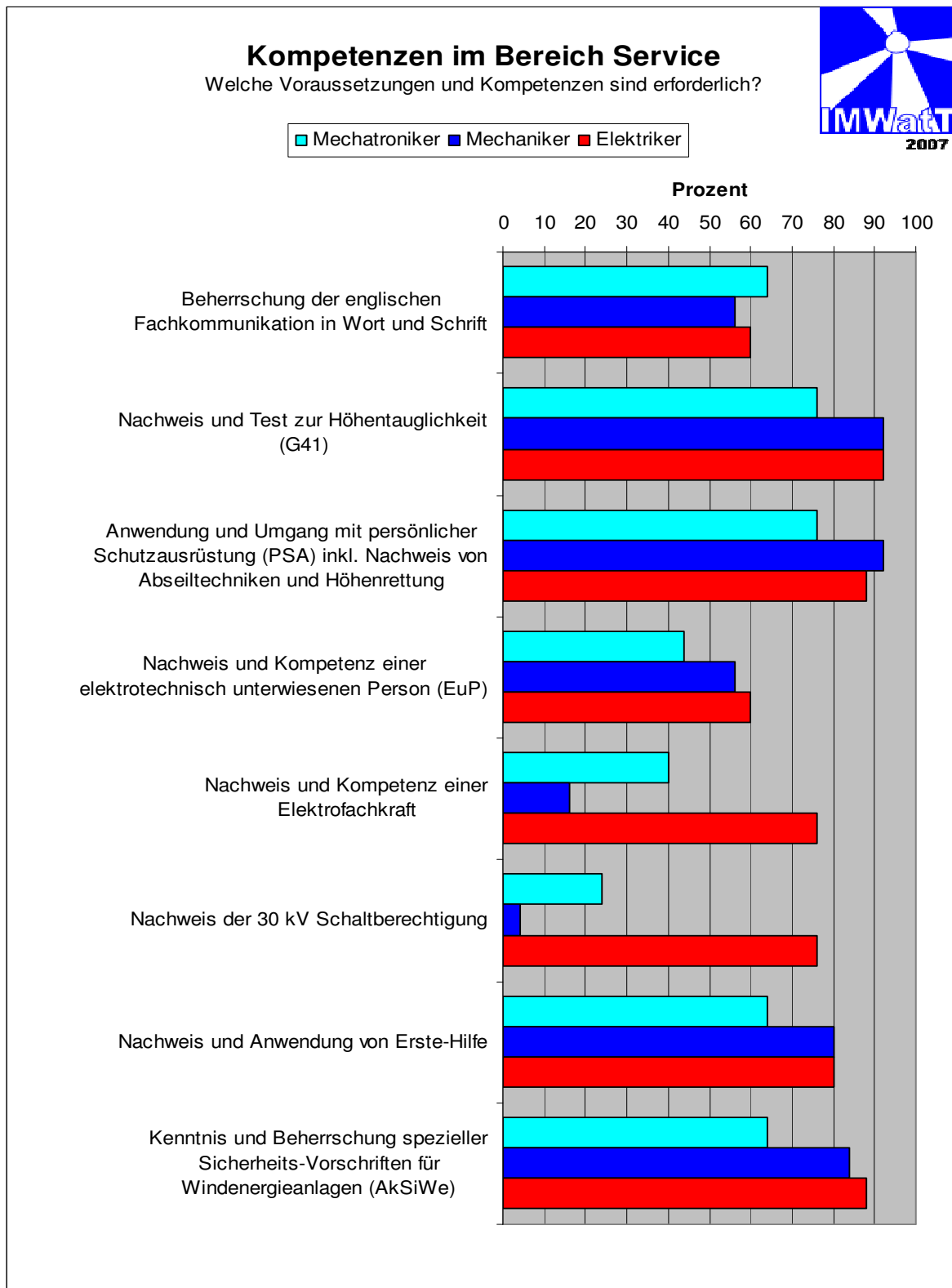


Abbildung 46: Diagramm zu den Kompetenzen im Bereich Service und Wartung

5.2 Arbeitsanalyse in den Unternehmen

Die Arbeitsanalysen wurden immer von mindestens zwei Projekt-Mitarbeitern mit den Interviewpartnern im Unternehmen durchgeführt. Eine Protokollierung erfolgte sowohl schriftlich durch einen der beiden Projekt-Mitarbeiter als auch durch die Aufzeichnung der Gespräche. Als Grundlage diente der Leitfaden (vgl. Kapitel 4.2), wobei neben der Analyse eines Geschäftsprozesses besonderes Gewicht auf der Diskussion zum Einsatz des Mechatronikers lag. Ziel war die Sammlung möglichst vieler Informationen darüber, welchen Anforderungen sich ein Servicemonteur gegenüber gestellt sieht und in welchen Bereichen der Ausbildung von Mechatronikern/Automatiktechnikern und der Fortbildung zum Servicemonteur Defizite vorliegen, die der Verbesserung bedürfen.

Dem Aufbau nach beginnen die Analysen mit allgemeinen Informationen über das Unternehmen, es folgt die Darstellung der Geschäftsprozesse und schließlich die Erstellung eines genaueren GAHPA-Modells von einem dieser Prozesse. Anschließend werden die Anforderungen an einen Servicemonteur genauer behandelt und die damit verbundenen Optimierungsvorschläge der Hersteller für die Aus- und Fortbildung.

Die Beschreibung der ersten Analyse erscheint in einem ausführlicheren Rahmen, da in dieser auf bestimmte Begriffe ausführlicher eingegangen und diese erklärt werden, während in den darauf folgenden Analysen eine Begriffserklärung nicht erneut auftritt.

5.2.1 Unternehmen A: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters von Service und Wartung in der Windenergie-Branche (Mittelbetrieb)

Das Unternehmen ist eine GmbH mittlerer Größe und beschäftigt insgesamt 23 Mitarbeiter. Davon sind zurzeit 19 als Servicemonteur eingestellt. Nach dem Weggang eines Servicemonteurs soll durch die Neueinstellung eines weiteren Servicemonteurs wieder die Anzahl von 10 Serviceteams bestehend aus je zwei Personen hergestellt werden. Die anderen vier Mitarbeiter sind ein Geschäftsführer, ein Leiter Service, eine Disponentin und eine Auszubildende zur Bürokauffrau. Der Betrieb bildet selbst keine Servicemonteur¹ aus.

Das Unternehmen ist hauptsächlich als Subunternehmer der großen Hersteller wie GE, Gamesa, Winergy, Repower und Nordex tätig und führt für diese Wartungsaufgaben an den Windenergieanlagen durch. Das zweite Tätigkeitsfeld besteht in der Durchführung von Wartungsarbeiten für Windparkbetreiber, bei denen kein Servicevertrag mit einem Hersteller vorliegt (Zumeist ältere Anlagen und nach Ablauf des Servicevertrages). Dabei finden die Einsätze europaweit statt, beispielsweise in Nordirland, Irland, England, Wales, Schottland, Frankreich, Italien, Belgien und Polen.

Die Serviceteams sind „traditionell“ aufgestellt und bestehen aus einem Mechaniker und einem Elektriker, Mechatroniker sind zurzeit nicht angestellt. Dabei versucht man die Teams so zusammenzustellen, dass die Partner nah beieinander wohnen. Der Wohnort ist damit auch gleichzeitig der Arbeitsstandort (Beispiele sind Rostock, Erfurt, Neubrandenburg, Ratzeburg und Altentreptow). Das Unternehmen betreibt mehrere Materiallager in Deutschland, die sich in rela-

¹ Der Begriff Servicemonteur bezeichnet keinen Ausbildungsberuf, sondern meistens Personen mit technischem Ausbildungshintergrund, die eine windspezifische ½-jährige Fortbildung zum Servicemonteur absolviert haben. Diese kommen im Servicebereich der Windbranche vorwiegend zum Einsatz.

tiver Nähe zu den Serviceteams befinden. Hier werden Ersatzteile und Werkzeuge gelagert oder angeliefert, so dass ein Team diese vor der Durchführung der Wartungsarbeiten abholen kann.

Die Einteilung der Teams erfolgt durch den Leiter Service. Die gezielte Zusammenstellung versucht eine Spezialisierung der Serviceteams auf die einzelnen Hersteller zu erreichen, da dann bei der hohen Anzahl von Herstellern, für die gearbeitet wird, dennoch eine effektive und schnelle Durchführung der Wartungsarbeiten realisierbar ist.

Arbeitsanalyse der Geschäftsprozesse

Das Unternehmen ist im Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“ angesiedelt und befasst sich mit der Durchführung der folgenden Geschäftsprozesse:

- Wartungsaufgaben
- Wiederkehrende Inspektionen
- Komponententausch bis hin zur Gondel
- Im begrenzten Rahmen Instandsetzung bei Ausfall
- Ölwechsel bei Haupt- und Azimutgetriebe

Die Wartungsaufgaben und Inspektionen stellen hierbei die hauptsächlich vollzogenen Geschäftsprozesse. Eine Betriebsführung von Windenergieanlagen wird zurzeit nicht vom Unternehmen angeboten.

Der Ölwechsel wird mit einem dafür speziell ausgerüsteten LKW durchgeführt und bedarf einer Unterweisung und einer besonderen Fahrerlaubnis. Diese Zusatzqualifikation besitzen insgesamt drei Serviceteams im Unternehmen. Ein Team ist ausschließlich für den Öl-Service abgestellt und führt keine anderen Service-Aufträge aus. Die anderen beiden Teams dienen als Reserve im Krankheitsfall oder für den Fall, dass es die Auftragslage erfordert. Der Arbeitsablauf sieht so aus, dass nach der Anfahrt mit Hilfe des Bordkrans die Schläuche in die Gondel gehoben werden. Bei älteren Anlagen ohne Kran findet eine Seilwinde Verwendung. Nachdem die Schläuche angeschlossen sind, wird das Altöl mittels Überdruck aus der Anlage herausgepumpt und anschließend das neue Öl wieder hineingepumpt.

Steht der Austausch einer Großkomponente wie der Gondel an, so sind hierfür drei mit dieser Arbeit erfahrene Serviceteams im Einsatz. Ein Team übernimmt dabei die Leitung. Die zwei dafür benötigten Kräne werden vom Auftraggeber, also dem Hersteller oder Anlagenbetreiber, gestellt. Der Kranfahrer hat die endgültige Entscheidungsgewalt, ob die Arbeit je nach Wetterlage überhaupt durchgeführt werden kann. Nachdem die Gondel vom Turm gelöst und entfernt wurde, muss eine Hilfgondel aufgesetzt werden, um ein Schwanken des Turmes zu verhindern. Der gesamte Vorgang wird streng nach Herstellervorgaben und nur mit den vom Hersteller dafür vorgesehenen Werkzeugen durchgeführt, deshalb ist eine Schulung vom Hersteller für die Servicemonteure auch eine Voraussetzung für diese Arbeit.

Komplexere Reparaturen beispielsweise des Generators führen die Serviceteams nicht selbst durch. Hierfür setzen die Hersteller oder die Komponentenzulieferer ihre eigenen Service- bzw. Reparaturteams ein. Andernfalls wäre eine Spezialisierung der Serviceteams auf viele verschiedene komplexe Komponenten notwendig, da es unterschiedliche Zulieferer für die Komponenten gibt. Die Reparatur der meisten Komponenten sei somit nur begrenzt möglich. Normalerweise

erfolgt der Austausch einer defekten Komponente durch eine neue, wobei zum Beispiel der Aus- und Einbau von Triebstrang oder Kupplung sehr zeitaufwändige Aufgaben sind.

Für die genauere Analyse wurde der Geschäftsprozess „Wartungsaufgaben“ näher betrachtet. Die Vorgaben sämtlicher Hersteller für Wartungsarbeiten sind bei der Durchführung sehr streng einzuhalten. Dies umfasst was zu tun und was zu lassen ist genauso wie die strikte Einhaltung von Normen und Werten. Darüber hinaus sind diese Informationen der Hersteller vertraulich zu behandeln und sie dürfen nicht herausgegeben werden.

Ein Wartungsauftrag wird meist durch einen Hersteller für mehrere seiner Windenergieanlagen innerhalb eines Windparks erteilt. Zur Auftragserteilung gehören Informationen darüber, um welchen Anlagentyp es sich handelt, bei welchen Anlagen die Wartung durchgeführt werden soll und um welche Art der Wartung es sich handelt. Bei den meisten Herstellern sind die unterschiedlichen Wartungen nach Zeitintervallen gestaffelt – je größer die Zeitspanne, desto umfangreicher die Wartung. Alle diese Informationen erhält der Leiter Service vom Auftraggeber.

Nach der Auftragserteilung (Arbeitsprozess A, Abbildung 47) bestimmt der Leiter Service zu Beginn der Planungsphase (Arbeitsprozess B, Abbildung 47), welches Serviceteam die Wartung durchführen soll. Dabei zieht er in Betracht, wie sich die aktuelle Auftragslage verhält, welche Teams für welche Arbeiten eingeteilt sind, welcher Zeitbedarf für die Abarbeitung des Auftrages besteht und welche Erfahrung die Teams mit den Windenergieanlagen des entsprechenden Typs besitzen.

Das ausgewählte Serviceteam erhält dann die Informationen und die benötigten Unterlagen für den Auftrag. Dazu gehören neben den vom Hersteller übermittelten Daten noch die Stundenzettel, die Wartungsanleitung, der Wartungsbericht sowie der Servicebericht. Die Wartungsanleitung enthält die detaillierten Beschreibungen der einzelnen Wartungsaufgaben. Der Wartungsbericht ähnelt einer tabellarischen Auflistung der bei den verschiedenen Wartungen durchzuführenden Wartungsaufgaben, oft mit Sollwerten oder Grenzwerten – dort werden die Ergebnisse der Messungen bei der entsprechenden Wartungsarbeit eingetragen. In dem Servicebericht werden die durchgeführte Wartung zusammengefasst und Auffälligkeiten sowie die verbrauchten Materialien eingetragen. Eine Version des Serviceberichts bleibt in der Windenergieanlage, wo sie von nachfolgenden Serviceteams zur Orientierung und als Wissensbasis Verwendung finden kann. Die zweite Version und die Stundenzettel werden dann für die spätere Abrechnung durch das Unternehmen verwendet.

Nach Erhalt des Auftrags disponiert das Serviceteam das benötigte Material zusammen mit dem Leiter Service. Als Orientierungshilfe dient dabei zwar die Wartungsanleitung, entscheidender Faktor ist hier jedoch die Erfahrung des Leiters Service und speziell der Serviceteams. So wissen die Mitarbeiter bei vielen Anlagentypen, welche Materialien nicht benötigt werden, oder sie kennen sehr typische Probleme der Anlagen, für die die entsprechenden Teile vorsichtshalber direkt mitgenommen werden. Anschließend erfolgt die Bestellung des Materials bei den Herstellern, die dann den Versand an das entsprechende Materiallager vornehmen. Auf dem Weg zu den Windenergieanlagen holt das Serviceteam die Materialien am Lager ab und begibt sich dann erst zum Auftragsort. Damit ist die vorbereitende Phase der Planung der Wartungsarbeiten (Arbeitsprozess B) abgeschlossen.

Hat das Serviceteam die zu wartenden Windenergieanlagen erreicht, muss es als erstes beim Unternehmen, dem Hersteller und/oder dem Betreiber die Aufnahme der Arbeit an der Anlage anmelden. Dieser Punkt ist sehr wichtig und dient der Sicherheit. Nach der Anmeldung beginnt

das Serviceteam mit der Abarbeitung der Wartungsarbeiten nach Herstellervorgabe und Wartungsanleitung (Arbeitsprozess C, Abbildung 47).

Beispielhaft sei hier nur eine Teilaufgabe ausführlicher beschrieben (siehe Grafik in Abbildung 48): Nach der Durchführung der ersten Teilwartungen erreicht das Serviceteam nach Wartungsplan die Wartung der Hauptbremsen. Diese erfolgt der Reihe nach in mehreren Einzelschritten. Zunächst beinhaltet eine Sichtprüfung ein Messen der Bremsbeläge und der Kontrolle der Bremsscheibe auf Riefen und Verfärbungen. Unterschreitet die Dicke des Bremsbelages einen in der Wartungsanleitung vorgeschriebenen Wert, müssen die Bremsbeläge ausgetauscht werden. Nach der Sichtprüfung werden der Luftspalt und die Stellung der Bremssättel nachgemessen und gegebenenfalls eingestellt. Nach der Funktionsprüfung der Sensorik erfolgt die Spülung der Bremsen, bevor abschließend noch sämtliche Verschraubungen zwischen Getriebe, Bremsenadapter und Bremsen überprüft werden.

Während der gesamten Wartungsarbeit erstellen die Servicemonteure eine Fotodokumentation, mit der sie Mängel, Auffälligkeiten und durchgeführte Tätigkeiten dokumentieren. Nach Beendigung der Arbeit für den Tag muss sich das Serviceteam wieder abmelden. Dieser Punkt ist ebenso wichtig wie die Anmeldung, weil somit das Unternehmen und der Hersteller bzw. der Betreiber über den Status und das Befinden des Teams informiert sind.

Sollten die Wartungsarbeiten noch nicht abgeschlossen sein, zum Beispiel weil die Wartung umfangreich ist oder es sich um mehrere zu wartende Anlagen handelt, wiederholt sich am nächsten Tag der Arbeitsprozess C beginnend mit der Anmeldung bei Unternehmen und Auftraggeber. Während dieser Zeit ist das Serviceteam für sich allein verantwortlich und muss sich selbstständig um Unterkunft und Verpflegung kümmern, weswegen Sprachkenntnisse bei Auslandsaufträgen von großem Vorteil sind. Sind die Wartungsaufgaben vollständig durchgeführt ist somit der Arbeitsprozess C endgültig beendet.

Im Anschluss erfolgt Arbeitsprozess D, die Dokumentation der Wartungsarbeiten. Dabei füllt das Serviceteam die Wartungsberichte, Serviceberichte und die Stundenzettel aus. Die ausgefüllten Berichte sowie die Fotodokumentation werden auf eine CD gebrannt an den Leiter Service weitergeleitet, der die abschließende Verwaltungsarbeit übernimmt.

Die Ausrüstung der Serviceteams besteht neben handelsüblichen Werkzeugen auch aus Spezialwerkzeugen und weiteren Ausrüstungsgegenständen, die für ihre Arbeit unabdingbar sind. Die Grundausstattung, die ein Serviceteam in ihrem Transporter mit sich führt, hat einen Wert von 2000 bis 3000 Euro. Hierzu gehören einmal verschiedene Messgeräte wie Multimeter und VDE-Messgeräte zur Prüfung der Schutzmaßnahmen. Weitere typische Werkzeuge sind elektrische Schlagschrauber, Gewindeschneider und der hydraulische Kraftschrauber, der Kräfte von ca. 6500 Nm erreicht und deshalb mit besonderer Sorgfalt und Vorsicht benutzt werden muss. Für alle diese Werkzeuge gilt, dass sie regelmäßig gebraucht werden und somit ist Erfahrung und Umsicht bei der Arbeit mit diesen Werkzeugen sehr wichtig. Besonders im Umgang mit den Messgeräten wäre ein tieferes Verständnis über die Messvorgänge und deren Bedeutung wünschenswert und sollte in der Aus- beziehungsweise Fortbildung vertieft werden.

Ein weiteres sehr spezielles Werkzeug ist der Laser-Wellenausrichter. Er gehört nicht zur Standardausrüstung und die Servicemonteure werden für die Nutzung extra geschult.

Die Ausrüstung wird komplettiert durch Funksprechgeräte zur Kommunikation untereinander, einem digitalen Fotoapparat für die Dokumentation und Handys für die Kommunikation wie Auftragsabsprache oder der An- und Abmeldung beim Unternehmen. Laptops gehören nicht zur Ausstattung, anders als bei vielen anderen Unternehmen dieser Branche.

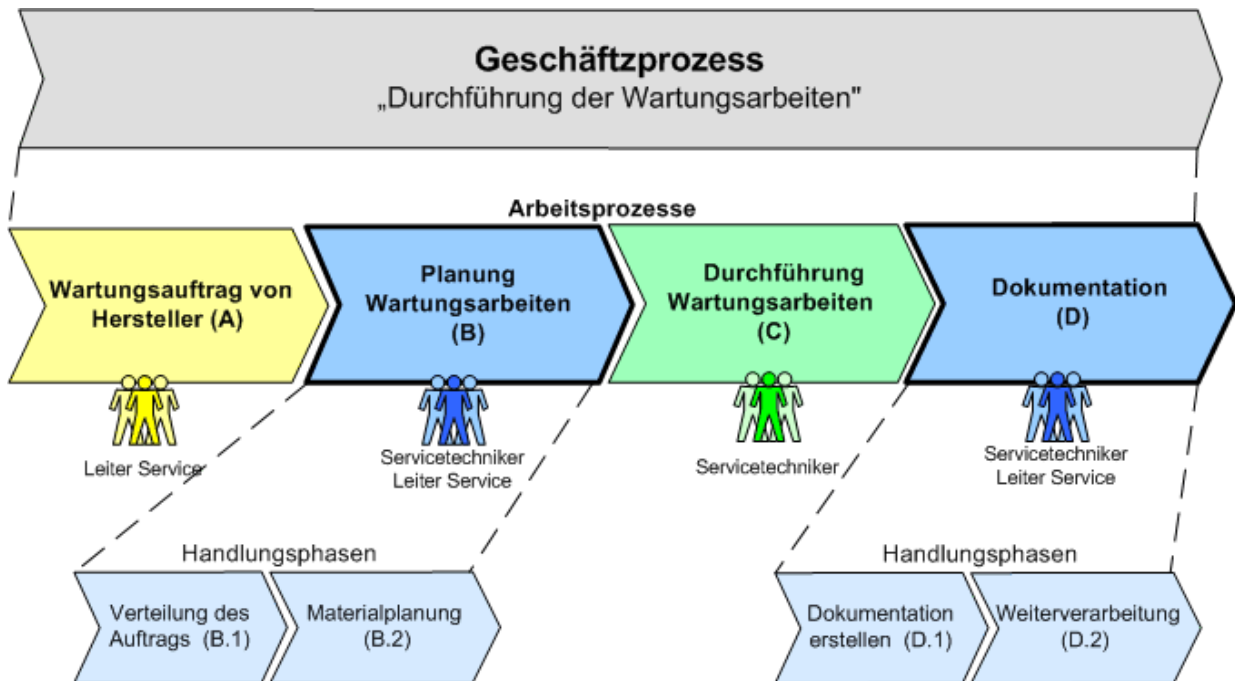


Abbildung 47: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1

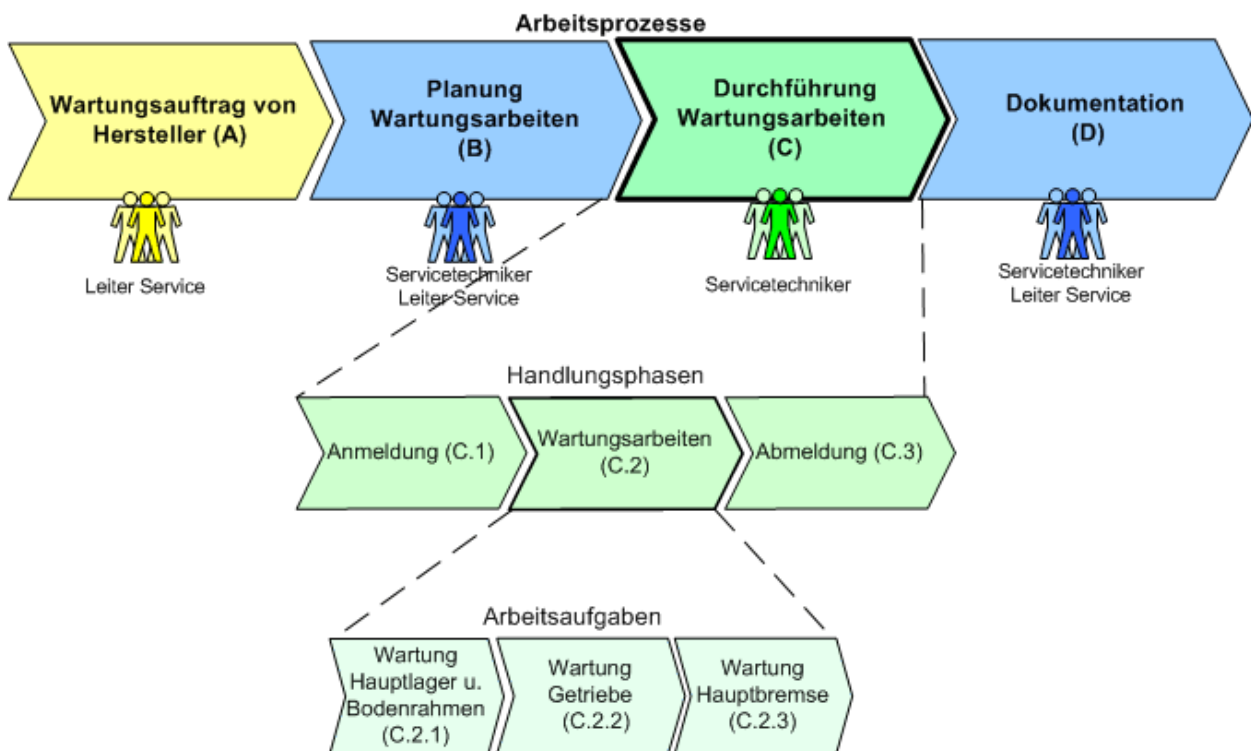


Abbildung 48: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2 (Anmerkung: Die Grafik zeigt nur einen Ausschnitt aus der vollständigen Wartungsarbeit C.2)

Aus- und Fortbildung sowie Anforderungen

Das Unternehmen bildet selbst nicht aus, der Mechatroniker passe aber aufgrund seiner Ausbildung durchaus in das Tätigkeitsschema des Servicemonteurs und sei für das Aufgabenfeld des Unternehmens geeignet. Es sei auch denkbar, Serviceteams bestehend aus zwei Mechatronikern einzusetzen.

Eingestellt werden zurzeit zwei Arten von Servicemonteuren. Einerseits ehemalige Servicemonteure anderer Unternehmen, die bereits über Berufserfahrung verfügen; Zum anderen sind es Mechaniker bzw. Schlosser und Elektriker, die an einer Fortbildung zum Servicemonteure teilgenommen haben, durchgeführt zum Beispiel an der TFA (Technische Fortbildungsakademie) in Neubrandenburg in Kooperation mit Firmen der Windenergie-Branche. Als Voraussetzungen für eine solche Fortbildung gelten ein Höchstalter von 35 Jahren, das Vorhandensein der Höherentauglichkeit (Bestehen der Höherentauglichkeitsuntersuchung G41 der Berufsgenossenschaft) und eine Ausbildung als Mechaniker, Elektriker, Mechatroniker usw. Einem neu eingestellten Servicemonteure wird stets ein erfahrener Servicemonteure als Teamkollege zur Seite gestellt, um den Erfahrungszuwachs zu maximieren. Über die Ausbildung hinaus stellt das Unternehmen an seine Servicetechniker außerdem weitere persönliche Anforderungen:

- Gute physische Verfassung, da das Arbeiten in der Höhe und überhaupt das Erreichen des Arbeitsplatzes den Fachkräften hohe körperliche Anstrengungen abverlangt
- Hohe Flexibilität, da es sich oft um Montagearbeiten handelt, bei der sich die Servicemonteure eine Woche und länger oder am Wochenende vor Ort befinden.
- Führerschein der Klasse B.
- Probleme sind sofort zu melden.
- Die Dokumentation muss ordentlich und ausführlich erfolgen.

Über diese unternehmensspezifischen Anweisungen hinaus existiere eine Anzahl genereller Vorschriften und Sicherheitsmaßnahmen, die es in diesem Beruf zu beachten gilt. Dies betrifft vor allem die Beachtung des Arbeitsschutzes, wobei es um Verhaltensregeln bei Anfahrt und Besteigen der Anlage, unabdingbare Ausrüstung (PSA) und deren Einsatz und Behandlung sowie das Verhalten in bestimmten Situationen geht. Bezüglich der Schutzausrüstung müssen die Servicetechniker beispielsweise die unterschiedliche Handhabung bei verschiedenen Herstellern kennen.

Ersthelferausbildung, Rettungs- und Abseiltraining sind unumgängliche Lehrgänge mit Zertifikat mit jährlich wiederholter Durchführung. Besonders für Mechaniker ist eine Einstufung als EuP (Elektrotechnisch unterwiesene Person) wichtig, da seit 2006 nach BGI (Berufsgenossenschaftliche Information) eine Windenergieanlage als „elektrisch abgeschlossene Arbeitsstätte“ eingestuft wird. Ein Mechaniker ohne EuP dürfte die Anlage allein gar nicht erst betreten. Weitere von der Berufsgenossenschaft geforderte Untersuchungen sind neben der G41 die G20 (Lärmschutz), G25 (Fahrtauglichkeit) und die G26-1 (Atemschutz). Für den Überblick bei diesen vielen vorzuweisenden Qualifikationen ist zum Beispiel ein von der TFA ausgestellter Sicherheitspass sehr hilfreich, in den alle Prüfungen, Qualifikationsnachweise und regelmäßig zu wiederholenden Trainings eingetragen werden.

Ein wichtiges Ziel der Befragung in den Unternehmen bildet die Feststellung von Defiziten, die bei neuen Mitarbeitern mit wenig praktischer Erfahrung auftreten und somit Potential zur Verbesserung der Aus- und Fortbildung aufzeigen. Dabei muss ein Defizit nicht auf das vollständige Fehlen dieser Kompetenz hindeuten, sondern sollte als Hinweis dienen, welcher Bereich in der Aus- und Fortbildung tiefergehender beziehungsweise ausführlicher zu behandeln wäre.

Sehr wichtig für den Beruf des Servicemonteurs ist die Beherrschung der englischen Sprache in Wort und Schrift, da viele Unterlagen ausschließlich in Englisch vorliegen und mitunter auch

Berichte in Englisch verfasst werden. Darüber hinaus müssen sich die Servicemonteure bei Auslandseinsätzen verständigen können, weshalb auch weitere Sprachkenntnisse gern gesehene Zusatzqualifikationen darstellen.

Bei elektrischen Arbeiten müssen die Servicemonteure die Schaltschränke der Windenergieanlagen bedienen können, wozu eine Einweisung und die Anleitung ausreichen müssen. Hierfür sollte die Vermittlung eines Grundverständnisses wie auch die Fähigkeit Schaltpläne von größerem Umfang zu lesen bereits während der Ausbildung erfolgen.

Bei dem bereits erwähnten Umgang mit verschiedenen Messgeräten liegt scheinbar oft ein Mangel in dem Wissen darüber vor, welche Größe wie gemessen wird und was die Ergebnisse bedeuten. Dies deutet auf einen Mangel an praktischer Übung in Verbindung mit der entsprechenden Theorievermittlung innerhalb der Ausbildung hin.

In den Bereichen Hydraulik und Mechanik ist ein Grundwissen über die vorhandenen Hauptkomponenten der Windenergieanlagen wichtig, als da wären Pitch, Bremsen, Kupplung, Hauptwelle, Getriebe und Nabe. In wie weit in diesen Bereich Nachholbedarf besteht, ist jedoch unbekannt.

Als wichtigster Punkt sollten sicherheitsrelevante Aspekte wie Sicherheitsvorkehrungen, Sicherheit am Arbeitsplatz, richtiger Umgang mit Werkzeugen und Material usw. schon in der Aus- bzw. Fortbildung besondere Beachtung finden. In diesem Zusammenhang wäre auch noch mal auf den Umgang mit Messgeräten hinzuweisen, da hier auch ein Gefahrenpotential besteht. Die angehenden Mechatroniker oder Servicemonteure müssen ein Verantwortungsgefühl dafür entwickeln, dass es sich bei einer Windenergieanlage um einen gefährlichen Arbeitsplatz in der Höhe handelt und die Arbeit sorgfältig und gewissenhaft durchgeführt werden muss.

5.2.2 Unternehmen B: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters im Bereich der Erhaltung älterer Windenergieanlagen (Kleinbetrieb)

Der Kleinbetrieb beschäftigt 10 Mitarbeiter und hat seine Ursprünge im Bereich des Elektromaschinenbaus. Der Betrieb bildet Mechatroniker aus.

Das Geschäftsfeld der Firma leitet sich aus dem Umstand ab, dass es einen erheblichen Bestand an älteren Windenergieanlagen gibt, die der Wartung und gegebenenfalls Reparatur bedürfen. Die Konditionen für die Verfügbarhaltung von älteren Anlagen erscheinen häufig eher kundenunfreundlich, da sich das Interesse der Windenergieanlagen-Hersteller auf den Verkauf neuer Anlagen und der Sicherstellung der Verfügbarkeit im Rahmen der Gewährleistung oder etwaiger bei Kauf abgeschlossener „Sorglos-Pakete“ im Service konzentriert. Zudem sind manche Hersteller von Windenergieanlagen im Zuge von Marktveränderungen nicht mehr existent, deren Anlagen aber sehr wohl noch in Betrieb.

Für den Betreiber einer Windenergieanlage macht es aus wirtschaftlicher Sicht meist Sinn, den Betrieb der Altanlage so lange wie möglich fortzusetzen. So liegen manche Anlagenstandorte baurechtlich außerhalb von Flächen, die für die Windenergie-Nutzung vorgesehen sind. Die Alt-Anlagen genießen Bestandsschutz, können aber nicht im Zuge des Repowering durch neue Anlagen ersetzt werden. Ein Repowering von Windenergieanlagen gilt als rentabel, wenn gleichzeitig eine Erhöhung ihrer Leistung vorgenommen wird. Dieses geht in der Regel mit größeren Anlagentypen einher, die gegebenenfalls baurechtlich und auch finanziell Hürden erzeugen. Ältere

Windenergieanlagen haben sich zudem häufig amortisiert, so dass kein Kapitaldienst zur Finanzierung von Neuanlagen den Ertrag schmälert.

Das Geschäftsfeld des Unternehmens umfasst dementsprechend das Anbieten von technischen Dienstleistungen zur Gewährleistung des Betriebes älterer Windenergieanlagen und ergänzend auch der Demontage von Altanlagen. Dabei erfolgt eine Konzentration auf Anlagen eines bestimmten Typs, in diesem Fall der Tacke TW600. In der Perspektive wird beabsichtigt, das Geschäftsfeld um einen weiteren Anlagentyp zu erweitern (z. B. GE/ENRON - 1,5MW-Anlagen, die in der Regel 5 bis 8 Jahre nach Errichtung aus dem Kundendienstleistungsvertrag heraus fallen), da der Bestand an Anlagen des Typs TW600 abnimmt.

Arbeitsanalyse der Geschäftsprozesse

Das Unternehmen ist im Geschäftsfeld Service und Wartung von Windenergieanlagen tätig und führt Aufgaben in den folgenden Geschäftsfeldern durch:

- Retrofit – Modernisierung von Windenergieanlagen
- Wartung und vorbeugende Erkennung von Mängeln
- Vorbeugende Reparaturen
- Reparatur und Instandsetzung
- Demontage von Altanlagen
- Rotorblattservice
- Aktive Fernüberwachung inklusive Koordination von Instandsetzungsmaßnahmen

Das Serviceangebot der Wartung und der vorsorgenden Erkennung von Mängeln umfasst ein Dauermonitoring über den Zustand der Anlagen und der Durchführung von Wartungen, deren Durchführung branchentypisch in halbjährlichen und jährlichen Abständen erfolgt. Dieser Service beinhaltet ebenfalls den Wechsel von Öl und Filtern wie auch die Durchführung von Sicherheitsüberprüfungen. Zur Früherkennung von mechanischen Problemen wie zum Beispiel Lager Schäden kommen Wärmebildkameras und für Vibrationsmessungen der VIBSCANNER zum Einsatz.

Durch die Früherkennung lassen sich größere Anlagenschäden durch messtechnisch untermauerte Erfahrungswerte mit einiger Sicherheit prognostizieren. So können die mit Anlagenausfällen verbundenen hohen finanziellen Verluste durch den vorsorglichen Tausch bzw. die Instandsetzung betroffener Anlagenkomponenten zu geeigneten Zeiten (z. B. Schwachwindphasen) minimiert werden. Typische Vorgänge hierbei sind das Erneuern von Lagern und der Austausch des Getriebes. Dem Vorhalten entsprechender Tauschkomponenten kommt hier eine wichtige Bedeutung zu. So besitzt das Unternehmen 4 Ersatz-Getriebe, die dem Austausch dienen und deren Reparatur anschließend bei den Herstellerfirmen erfolgt. Weitere typische Störungen des Anlagenbetriebes sind das Versagen des Bremssystems, fehlerhafte Sensorik, defekte Kondensatoren sowie Defekte auf den Platinen des Steuerungsrechners (MITA-AS).

Die Modernisierung einer Windenergieanlage, das sogenannte Retrofit, dient der Verbesserung der Anlagen. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit, zur Verlängerung von Wartungsintervallen, zur Minderung des Verschleißes und auch zur Früherkennung von Schäden lassen sich geeignete technische Einrichtungen ergänzen. Beispielhaft seien die Ergänzung eines Dauer-

spenders für Fettanlagen, die Installation von Mikrofiltern für Getriebe- und Hydrauliköl oder die Ergänzung von Systemen des Dauermonitorings zur Früherkennung von Schäden durch Stoß-Impuls-Messung genannt. Eine Materialschonung ermöglicht auch die Nachrüstung eines verbesserten Bremssystems, dem sogenannten SOBO-Bremssystem, anhand der die Analyse eines Geschäftsprozesses erfolgte:

Am Anfang steht eine Angebotserstellung, welche den Anlagentyp, die Anlagennummer und die Art der Wartung beziehungsweise der durchzuführenden Arbeit beinhaltet, in diesem Fall den Einbau des neuen Bremssystems. Wird der Auftrag akzeptiert, beendet dies den Arbeitsprozess der Auftragsannahme (A) (siehe Abbildung 49 und Abbildung 50).

Nach dem Eintreffen der Teile erfolgt die Vormontage auf dem Firmengelände (Arbeitsprozess C) mit dem Zusammenfügen der Komponenten, der anschließenden Montage der Relais und abschließender Verlegung der elektrischen Leitungen.

Die Montage des Bremssystems vor Ort nehmen 2 Servicemonteure vor, sie dauert etwa 1 Tag (Arbeitsprozess D). Nach dem Stillsetzen der Windenergieanlage wird das Bremssystem eingebaut und die hydraulische Anbindung durchgeführt. Dazu gehören die Arbeitsaufgaben Öffnen des hydraulischen Systems, Einschleifen der neuen Komponenten, Schließen und Entlüften des Systems. Anschließend erfolgen die Elektrische Anbindung und die Parametrierung der Software in der Top-Box und im zentralen Steuerungsrechner.

Die folgende Inbetriebnahme beginnt mit dem Test der Notbremse und anschließend der Betriebsbremse. Dann erfolgt der Rotorüberdrehzahltest, simuliert durch ein softwareseitiges Senken der Schaltschwelle. Der Arbeitsprozess endet mit der Durchführung der Dokumentation, der Rückmeldung beim Unternehmen und der Abgabe des Berichtes.

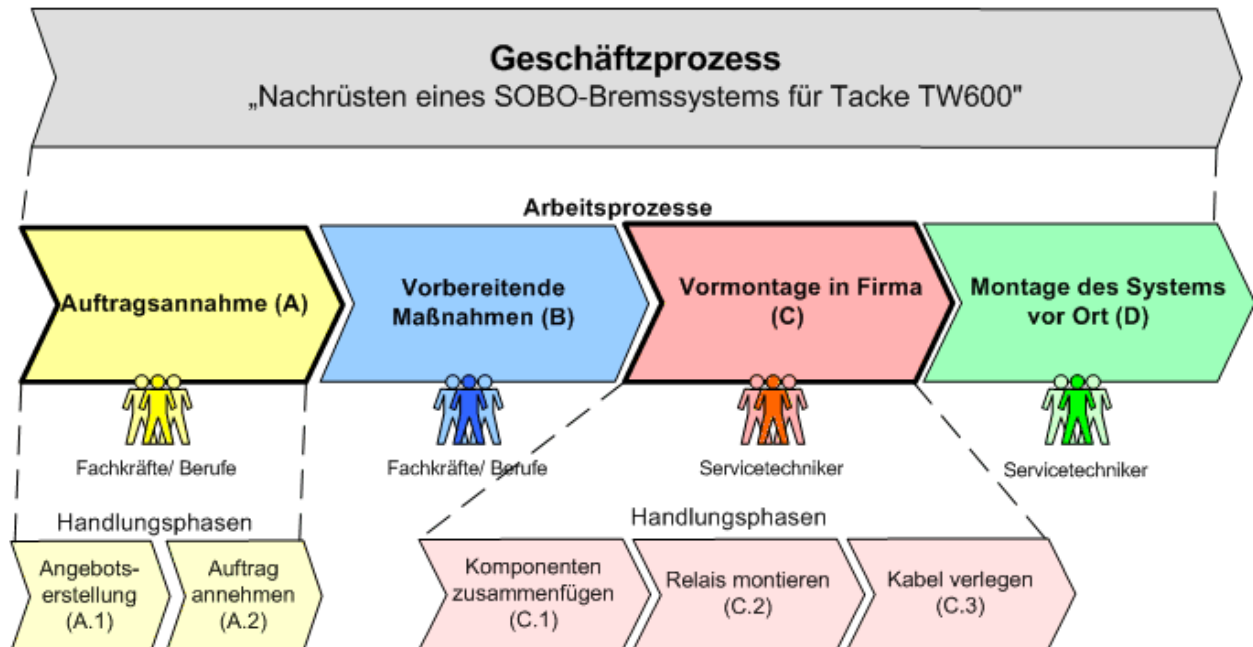


Abbildung 49: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1

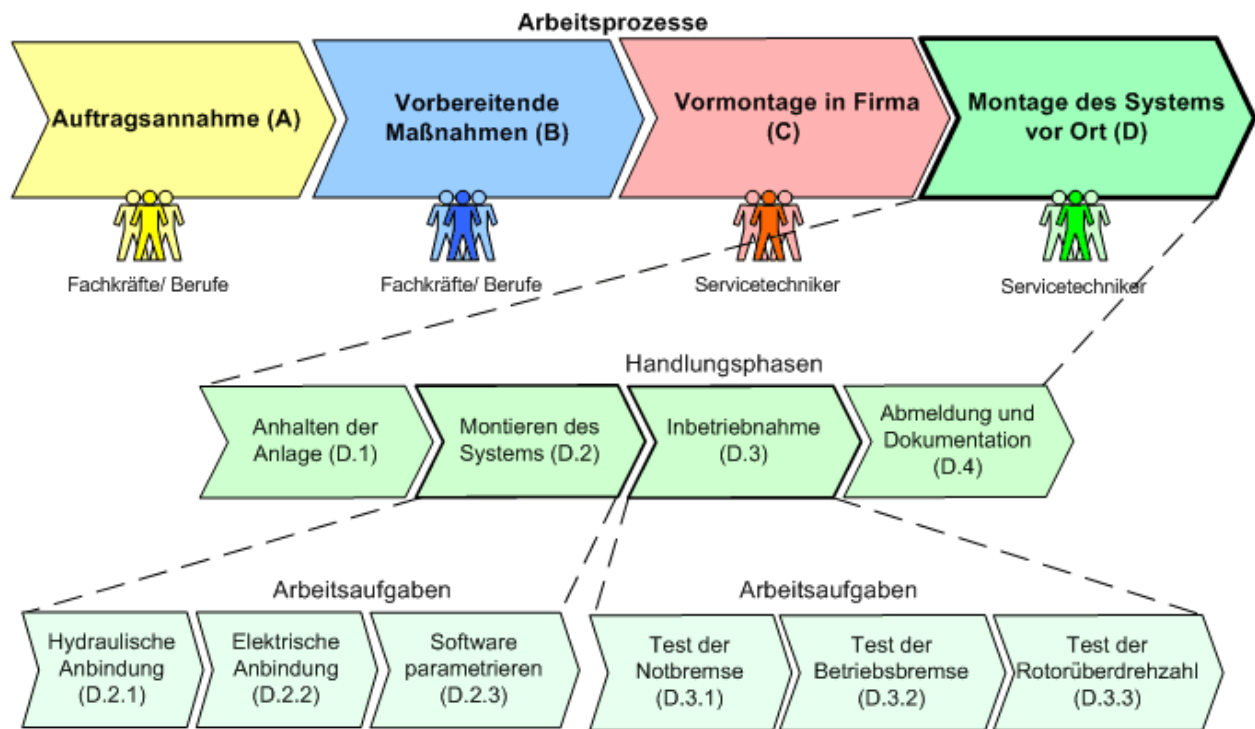


Abbildung 50: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2

Aus- und Fortbildung sowie Anforderungen

Das Unternehmen bildet selber Mechatroniker aus, um sie als Servicemonteure einzusetzen. Die Tatsache, dass der Mechatroniker die wichtige Elektrofachkraft mit den mechanischen Kenntnissen, die auf einer WEA benötigt werden, in einer Person vereint, gibt ihm hervorragende Voraussetzungen für die Arbeit als Servicemonteur.

Wichtig für die Arbeit als Servicemonteur ist die Fähigkeit, Prozessgrößen zu erfassen und korrekt auszuwerten. Dies bezieht sich auf System-, Diagnose- und Prozessdaten und dient der Optimierung des Betriebes der Anlage. Beispiele hierfür sind die Ölanalyse und die Videoskopie. Eine weitere typische Arbeit ist Ausrichtung der Wellen mittels laseroptischer Messungen und dem Umgang mit den dafür benötigten Werkzeugen. Die Servicemonteure sollen in der Lage sein, festgestellte Zustände und durchgeführte Maßnahmen ausführlich und korrekt zu kommentieren. Außerdem sind gute Kenntnisse der englischen Sprache und im Speziellen von Fachvokabular für einen flüssigen und problemloseren Arbeitsablauf nötig. Da Unterlagen oft nicht ausreichend sind, muss dann der Kontakt mit dem häufig englischsprachigen Service der Firmen erfolgen.

Für die Sicherheit führt das Unternehmen mindestens einmal im Jahr eine Übung am Turm durchgeföhrt. Außerdem besitzt jeder Servicemonteur eine eigene PSA die auch regelmäßig von einer Fachfirma geprüft wird.

Ein Servicemonteur muss flexibel sein, da auch unregelmäßige Arbeitszeiten wie in den Abendstunden oder an Wochenenden nicht unüblich sind. Außerdem benötigen die Arbeiten viel Gefühl und Erfahrung zur frühzeitigen Erkennung von Problemen.

5.2.3 Unternehmen C: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters in der Windenergie-Branche (Betrieb mittlerer Größe)

Das Unternehmen ist nicht nur in der Windenergie-Branche sondern auch als Energieerzeuger aus erneuerbaren Energien in anderen Bereichen wie zum Beispiel Gas tätig. Es betreibt Windpark-Fonds und bietet Privatbesitzern von Einzelanlagen an, ihre Erträge in das firmeneigene Stromnetz (20, 110 und 220kV) einzuspeisen. Die Aufstellung neuer Anlagen übernimmt der Hersteller, während das Unternehmen Wegebau, Fundament, Planung, Realisierung, Bauaufsicht und den Netzanschluss realisiert. Außerdem gehört die Fernüberwachung von Windenergieanlagen zur Angebotspalette des Unternehmens. Diese wird von Facharbeitern und Experten durchgeführt, welche gleichzeitig als Support für den Service bereit stehen, um bei der Lösung größerer Probleme zu helfen.

Das Unternehmen hat zwei Standorte mit insgesamt 250 Mitarbeitern, wovon 130 Mitarbeiter im Service tätig sind. Im Service kommen gemischte Teams bestehend aus Mechanikern, Elektrikern und Mechatronikern zum Einsatz. Im Unternehmen werden Mechatroniker zu Servicemonteuren selbst ausgebildet oder Servicemonteure eingestellt, die bei einem Bildungsträger wie der TFA eine Fortbildung durchlaufen haben.

Vor einiger Zeit hat ein Hersteller von Windenergieanlagen seine Service-Sparte ausgegliedert und vollständig an das Unternehmen übergeben.

Arbeitsanalyse der Geschäftsprozesse

Die Arbeitsanalyse erfolgte im Geschäftsfeld „Service und Wartung von WEA“, weshalb die bereits erwähnten Geschäftsbereiche Netzschaltung oder Fernüberwachung hier keine Beachtung finden. Die im Service durchgeführten Geschäftsprozesse sind:

- Wartung
- Sichtprüfung
- Fehlersuche und Reparatur
- Komponententausch
- Wartung des Umrichters
- Arbeit am Umrichter
- Arbeit am Getriebe
- Blattreparatur (hier werden keine Mechatroniker eingesetzt)

Die regelmäßig wiederkehrenden Wartungen umfassen Tätigkeiten wie die Überprüfung der Schrauben, das Fetten und Schmieren der entsprechenden Komponenten, die Reinigung der Anlage sowie das Abgleichen der vielfältigen Sensoren. In einer Windenergieanlage gibt es Sensoren für Druck, Durchfluss, Temperatur, Abstand (z.B. für die Azimutbremsbelege), Drehzahl, Windgeschwindigkeit und -richtung (Anemometer und Ultraschall), Füllstand (z. B. für Getriebeöl), Drehwinkel (Potentiometer für Azimutverdrehung) und Schwingungen (für das Condition Monitoring, z.B. Kippwinkel-Spannung zur Ermittlung der Turmschwingungen).

Die Intervalle für die Sichtprüfung betragen entgegen der sonst typischen 6 Monate 3 Monate, da das Getriebe einer regelmäßigeren Überprüfung bedarf. Die besonderen Arbeiten am Getriebe

wie Endoskopie, Lagerausmessung und Condition Monitoring durch Schwingungsmessung führen Spezialisten durch, die dafür ein zusätzliches Training erhalten haben. Eine typische Wartungsarbeit am Generator ist der Austausch der Kohlebürsten, welcher den Ausbau, die Reinigung und das Einschleifen der neuen Bürsten beinhaltet. Zur Wartung des Umrichters gehören Demontage und Montage, das Reinigen, der Parameterabgleich und das Auslesen der Log-Dateien des Umrichters. Für weitere Arbeiten am Umrichter wie die Installation von Programmen und deren Parametrierung verfügt das Unternehmen über zwei speziell hierfür ausgebildete Teams. Den Austausch von Großkomponenten nimmt eine andere Abteilung des Unternehmens vor, die Servicemonteure müssen aber in der Lage sein, diese Arbeit zu unterstützen.

In der durchgeführten Analyse erfolgte eine genauere Betrachtung des Geschäftsprozesses Fehlersuche und Reparatur (siehe Abbildung 51 und Abbildung 52). Die möglichen Ursachen für eine Fehlermeldung sind in der Regel vielfältig. So können zum Beispiel fehlerhafte elektrische Bauteile wie verschlissene Schütze oder durchgeschauerte Kabel, oder aber ein Defekt des Motors oder der Sensorik der Grund für eine eingehende Fehlermeldung am Azimut sein. Die Aufgabe besteht darin, die Ursache zu ermitteln und im Normalfall die fehlerhafte Komponente zu ersetzen.

Es folgt die Analyse der Bearbeitung einer Fehlermeldung am Pitchsystem. Die Meldung lautet, dass die Blattverstellung nicht richtig läuft. Als mögliche Ursachen kommen ein Defekt in den Thyristorboards (Gleichrichtungs elektronik in der Nabe), mechanische Blockaden, Probleme in der Ansteuerung, der Sensorik usw. in Frage. Sollte der Motor defekt sein, benötigt ein schnelles Team einen Tag für den Austausch.

Der Ablauf für den Geschäftsprozess Fehlersuche und Reparatur sieht in diesem Beispielfall wie folgt aus: In der Fernüberwachung geht eine Fehlermeldung einer Windenergieanlage ein. Es folgt die Analyse des Fehlerbildes, um den Auftrag für die Servicekräfte zu präzisieren, da die Ursache oft schon mit Hilfe der Daten aus der Fernüberwachung eingekreist werden kann. Anschließend geschieht die Planung des Einsatzes bezüglich des Zeitpunktes der Reparatur und Auswahl eines geeigneten Serviceteams. So kann zum Beispiel eine Reparatur auch etwas später erfolgen, wenn zurzeit kein Wind weht und somit keine Verluste entstehen. Abschließend für den Arbeitsprozess der Fernüberwachung (A) erhält das Serviceteam den Auftrag per Telefon. In der Fernüberwachung sind meist Techniker bis hin zu Ingenieuren tätig.

Das Serviceteam begibt sich zur Anlage, meldet sich dann beim Unternehmen und beginnt mit dem Aufstieg in die Gondel. Die Suche nach der Ursache für die Fehlermeldungen erfolgt durch unterschiedliche elektrotechnische Messungen. Dadurch wird die Fehlerquelle immer weiter eingegrenzt bis optimalerweise eine einzelne Komponente als Ergebnis übrig bleibt, die sich dann austauschen lässt. Da sich die verbauten Komponenten im Laufe der Zeit ändern können, muss das Ersatzteil möglicherweise an die Anlage angepasst werden, zum Beispiel durch das Umlöten von Widerständen auf Platinen. Nach dem Einbau der neuen Komponente folgen erneut Messungen um zu ermitteln, ob der Fehler behoben ist. Stellt sich der Fehler als behoben heraus, ist der Arbeitsprozess der Reparaturmaßnahmen (B) nach dem Verlassen der Windenergieanlage beendet.

Das vom Serviceteam für die beschriebene Arbeit benötigte Werkzeug sind Schraubendreher und -schlüssel, Multimeter und Isolationsmessgerät sowie Hebezeug für die Arbeitsmaterialien. Weitere Werkzeuge, die Anwendung finden, sind ein Drehfeldmessgerät, Drehmomentschlüssel in elektrischer und hydraulischer Ausführung sowie ein Abzieher, der für den Getriebetausch benötigt wird.

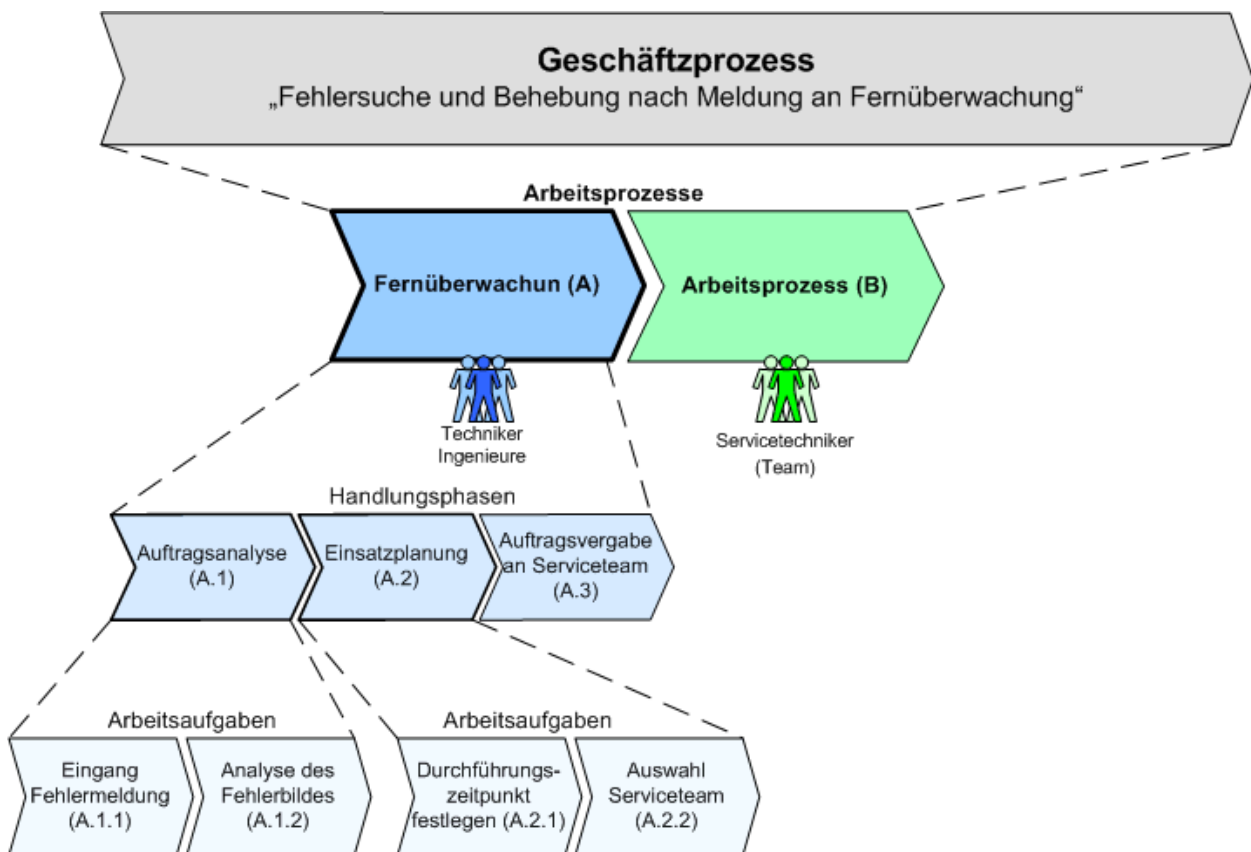


Abbildung 51: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1

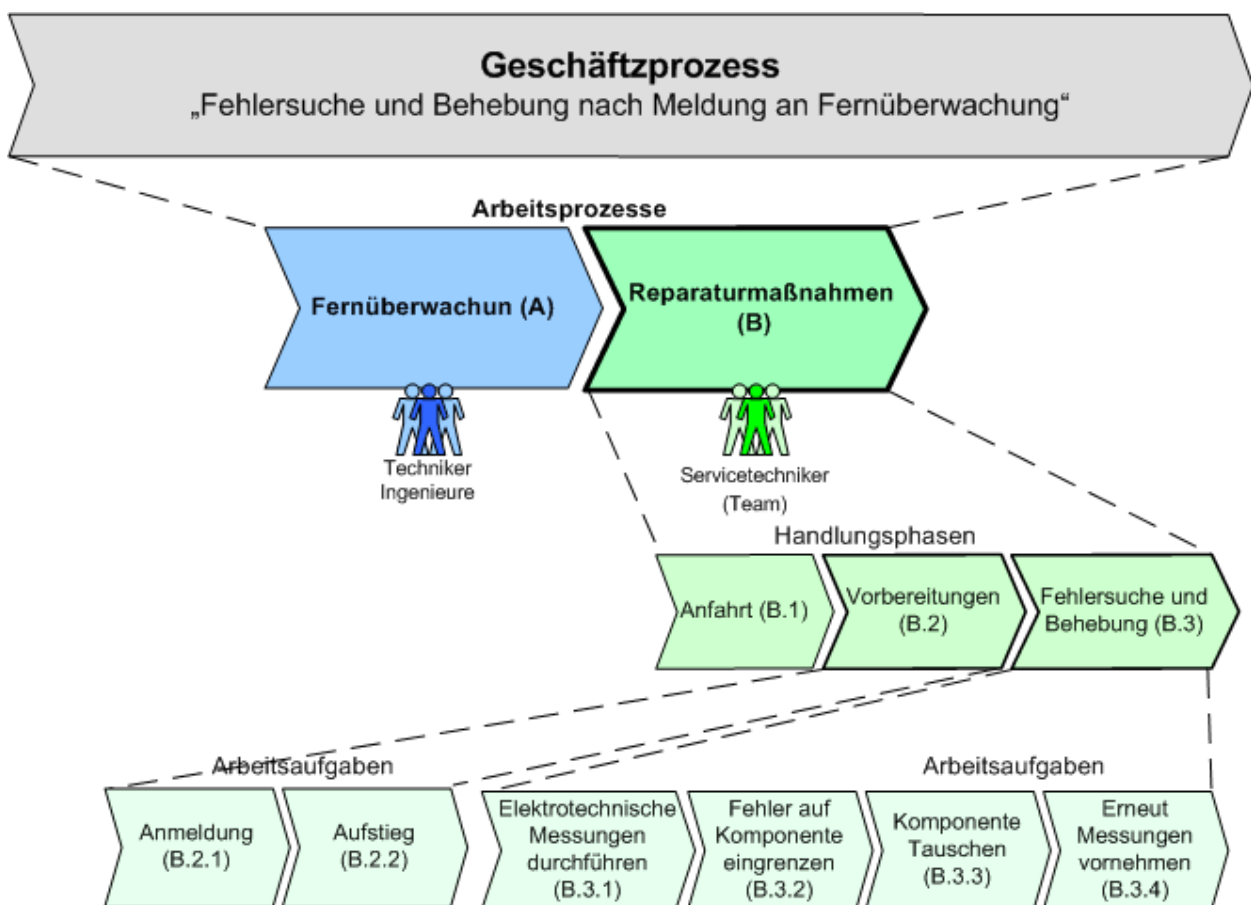


Abbildung 52: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2

Aus- und Fortbildung sowie Anforderungen

Das Unternehmen bildet selber Mechatroniker für den Einsatz in ihren Serviceteams aus. Der Interviewpartner – obwohl selbst ausgebildeter Elektriker – erklärte, dass reine Elektriker für die Ausbildung zum Servicemonteur aufgrund der relativ hohen mechanischen Ansprüche an die Servicearbeit nicht geeignet seien. Die Ausbildung zum Mechatroniker sehe er dagegen generell als eine gute Ausgangsbasis, so dass diese Personen mit der Erfahrung von ca. zwei weiteren Berufsjahren als vollständige Servicemonteure angesehen werden können. In dieser Zeit erhalten diese Fachkräfte auch die unterschiedlichen Schaltberechtigungen, die bei diesem Unternehmen bis zur 30-kV-Schaltberechtigung reichen. Die Erteilung von Schaltberechtigungen erst mit steigender Erfahrung gilt generell für alle Mitarbeiter, unabhängig vom Ausbildungsberuf. Auch Mechaniker erhalten durch Fortbildung mindestens die Einstufung als EuP. Bevorzugt werden jedoch Elektrofachkräfte eingesetzt, da für Mechaniker die Trafo-Schaltberechtigung sonst nicht zu erlangen ist. Als positiv für die Einarbeitungszeit des Mechatronikers wirkt sich die Möglichkeit aus, schon während der Ausbildungszeit die Serviceteams bei der Arbeit zu begleiten.

Ein ausgebildeter Mechatroniker und ein Servicetechniker aus der Fortbildung unterscheiden sich in wesentlichen Punkten: während der Servicemonteur im Schwerpunkt besser auf Windenergieanlagen spezialisiert und somit besser an die Anforderungen angepasst ist, liegt der Vorteil des Mechatronikers im breiteren Grundwissen und der damit verbundenen Möglichkeit eines flexibleren Einsatzes. Es wurde als Idee für die Ausbildung des Mechatronikers vorgeschlagen, eine Schwerpunktfestlegung in Richtung Mechanik oder Elektrik zu ermöglichen. Auch wurde mit Bezug auf eine Herstellerfirma die Möglichkeit erwähnt, reine Mechaniker- oder Elektriker-Teams einzusetzen, die dann nur ihnen entsprechende Aufgaben durchführen. Das Mechaniker-Team übernimmt Wartungsarbeiten wie Schmierungen, während das Elektriker-Team die Fehlersuche durchführt.

Als notwendige Untersuchungen für Servicemonteure gelten auch hier die Höhentauglichkeit (G41) und der Atemschutz (G26). Weitere geforderte Sicherheitstrainings, sind das jährliche Abseiltraining, der Rettungslehrgang zur Bergung von Kollegen mit Abseilgerätschaften und der regelmäßig zu erneuernde betriebliche Ersthelfer. Für den Mechaniker ist wie bereits erwähnt die EuP Pflicht, wobei eine Fortbildung zur Elektrofachkraft nach Möglichkeit erreicht werden sollte.

Bezüglich angesprochener Ausbildungsdefizite werden die Schutzmaßnahmen und damit einhergehend der Eigenschutz bei Elektrounfällen als sehr wichtig erachtet. In diesem Bereich fehlt bei vielen Servicemonteuren die Sensibilisierung. Auch eine Vertiefung des korrekten Vorgehens beim Messen und Prüfen sei wünschenswert.

Die strukturierte Fehlersuche als wichtiger Teil der Arbeit eines Servicemonteurs muss als wichtige Grundlage vermittelt werden. Dies betrifft vor allem Komponenten wie den Schaltschrank und die Gleichstrom-, Synchron- und Asynchronmaschinen (die Gleichstrommotoren finden in Notfalleinrichtungen mit Akkumulator Verwendung).

Ein gutes Grundlagenwissen sei außerdem im Bereich Leistungselektronik, insbesondere über die Funktionsweise von Frequenzumrichtern, und deren elektrische Anbindung mit dem Generator wünschenswert. In diesem Zusammenhang wurde auch das Wissen über die Ableitung von Strömen in Fehlerfällen als defizitär genannt, genauso wie der Bereich der Steuerungstechnik und der Schützsteuerungen.

Im Bereich von Netzwerken sollten Kenntnisse über die Vernetzung von Anlagen und Systemen sowie den über den Aufbau eines Netzwerkes mit Switch und Medienkonverter vermittelt

werden. Außerdem gilt die Fähigkeit zum Löten von zum Beispiel Widerständen und Transistoren für die Anpassung von Komponenten als sehr nützlich und sollte den Schülern im ausreichenden Umfang vermittelt werden. Größere Beachtung sollte auch die Hydraulik erhalten, da Pneumatik allein nicht ausreicht. Dies beinhaltet das Freischalten und Entlüften von und die Fehlersuche in hydraulischen Systemen sowie das Lesen von Plänen. Aufgrund der Nutzung von Hydraulikschraubern erscheint ein Basiswissen über Reibkräfte, Torsion, Drehmoment und Streckgrenzen hilfreich.

Es wurden auch Bereiche der Ausbildung zum Mechatroniker genannt, die für den Servicemonteur von geringer Bedeutung sind und somit in ihrem Umfang eine Reduzierung erfahren könnten. Diese wären die SPS-Programmierung als auch das Drehen, Fräsen und Feilen.

5.2.4 Unternehmen D: Analyse der Serviceleistungen eines Anbieters in der Windenergie-Branche (Großbetrieb)

Die GmbH stellt ein Tochterunternehmen eines großen Konzerns mit insgesamt 36.000 Mitarbeitern dar. Das Unternehmen ist in der Service-Sparte des Konzerns angesiedelt und mit 40 Mitarbeitern an den insgesamt 17.000 dieser Sparte beteiligt. Es entstand im Jahre 2004 als der Mutterkonzern aufgrund von Marktstudien zu dem Schluss kam, dass eine eigene Produktion von Windenergieanlagen uninteressant erscheine, dass aber ein komplettes herstellerunabhängiges Serviceangebot am Markt fehle.

Die besondere Zukunftsorientierung des Mutterkonzerns zeige sich an der Suche nach Nischenmärkten oder Märkten mit hohem Wachstumspotenzial bei einer gleichzeitig hohen Einstiegshürde. Darüber hinaus bemüht sich der Konzern um innovative und exklusive Speziallösungen, wobei stets Wert auf sehr hohe Qualität gelegt wird.

Die 40 Mitarbeiter unterteilen sich in 10 Mitarbeiter im Backoffice und 30 Servicemonteuren, die 14 Serviceteams bilden. Die 14 Teams sind auf 14 Standorte mit eigenen Materiallagern verteilt; Die Wohnorte liegen jeweils in der Nähe dieser Lager. Manche Teams bestehen aus 2 Elektrikern, diese sind dann nur für entsprechende Aufgaben zuständig. Beinhaltet ein Auftrag mechanische Arbeit, so wird ein anderes Team eingesetzt.

Die Lieferantenkontakte mussten aufgrund gewisser Restriktionen der Hersteller selbst aufgebaut werden, was sich aber im Laufe der Zeit zu einem Vorteil in Preis und Lieferzeiten entwickelte. Der Konzern liefert ein eigenes Getriebe, hat aber lange Wartezeiten, was an den prinzipiellen Lieferengpässen in der zuliefernden Industrie, aufgrund der derzeit weltweit sehr hohen Nachfrage nach Eisen, liegt.

Die Materiallager befinden sich meist in gemieteten Räumlichkeiten in Gewerbegebieten. Hier werden die sogenannten B-Teile vorgehalten, die aufgrund häufiger Defekte stets verfügbar sein sollten. Große Komponenten (A-Teile) wie Generator, Getriebe oder Pitchantriebe werden dort nicht gelagert. Das Unternehmen besitzt Partnerverträge mit Umrichterfirmen weshalb die Materiallager auch für Umrichter genutzt werden. Das hat auch den Vorteil, dass die Gewährleistungspflicht für das Serviceunternehmen erst mit dem Einbau beginnt und der Umrichter auch erst dann bezahlt werden muss. Darüber hinaus können die Serviceteams nach einer speziellen Schulung durch den Umrichter-Hersteller auch Servicearbeiten für diese Firma ausführen.

Noch unbekannte Anlagentypen werden selbstständig erschlossen und in Workshops zusammen mit Juristen, Betriebsführung, Gutachtern, Banken, Versicherungen in allen Bereichen dis-

kutiert. Dazu gehören auch mit Juristen ausgearbeitete Abhandlungen über Pflichten, Rechte und Verbote. Besondere Beachtung finden hierbei die Anlagen der Leistung 1 MW aus der Zeit um das Jahr 2000, da sich diese oft als sehr schlecht dokumentiert herausstellen.

Aufgrund des hohen Qualitätsanspruches ist der Anbieter nicht ausgesprochen preiswert, bezeichnet seine Preise aber als präzise kalkuliert. Inzwischen gilt das Unternehmen mit ca. 400 Anlagen von einer durchschnittlichen Leistung von 1,1 MW für den Mutterkonzern als rentabel. Für eine hohe Kundenzufriedenheit und Kundenbindung werden gelegentlich auch unrentable Aufträge angenommen.

Arbeitsanalyse der Geschäftsprozesse

Das Unternehmen hat die folgenden Geschäftsprozesse in seinem Service-Angebot:

- Komplettbetreuung von Windenergieanlagen und Windparks (was die folgenden Punkte mit einschließt)
- Wartungsarbeiten (in Rahmen von Wartungsverträgen über 1-3 Jahren)
- Störungsbeseitigung
- Geplante Reparaturen (zum Beispiel an Getriebe, Generator)
- Demontage
- Inbetriebnahme bis 2MW
- Umsetzen von Windenergieanlagen
- Ölwechsel
- Ununterbrochene Fernüberwachung

Darüber hinaus stellt das Unternehmen für einen ausländischen Hersteller Windenergieanlagen auf, was aber sonst nicht zu den angebotenen Service-Tätigkeiten gehört. Große Rotorblatt- und Getriebereparaturen gehören nicht zum Angebotsspektrum.

Das Unternehmen betreibt eine sogenannte Wissensdatenbank, die bisher aufgetretene Mängel und die Erfahrungen mit diesen als Referenz für spätere Arbeiten nutzbar macht.

Die folgende Analyse betrachtet den Austausch einer Getriebeölpumpe, die aufgrund der Fremdkörper im Öl eines Getriebes beschädigt wurde. Dabei kann die Ölpumpe als Frühwarnung für Probleme am Getriebe (Metallspäne im Öl) zuverlässiger sein als ein Condition-Monitoring-System. Der Geschäftsprozess beginnt mit dem Arbeitsprozess A der Fernüberwachung (siehe Abbildung 53 und Abbildung 54). Die Ferndiagnose gibt eine Meldung über die defekte Pumpe. Entsprechend der aktuellen Situation (Windstärke, weitere Fehlermeldungen) wird entschieden, ob eine Abschaltung der Windenergieanlage bereits durch die Fernüberwachung erforderlich ist. Die vorbereitenden Maßnahmen (Arbeitsprozess B) beinhalten die Prüfung der Materiallager auf die benötigten Teile und ggf. deren Bestellung oder Anforderung von einem anderen Lager. Sind die Teile vorhanden kann der Arbeitsprozess C, die Reparatur, beginnen.

Nach der Anfahrt wird die Anlage abgeschaltet, sofern dies nicht schon durch die Fernüberwachung erfolgte. Zuerst besteigt ein Servicemonteure die Anlage, beurteilt die Sachlage und entscheidet, welche Materialien und Werkzeuge benötigt werden. Zu deren Beförderung dient der Lastenkrane. Dabei führt der zweite Servicetechniker von unten das Seil nach und folgt an-

schließlich dem ersten Servicetechniker in die Gondel. Für die eigentliche Reparatur werden zuerst alle nötigen Verbindungen geöffnet, in diesem Beispiel die Ölleitung. Dann erfolgt der Ausbau der alten Pumpe und der Einbau der neuen. Nach dem Anschluss der Leitungen wird die Arbeitsstelle gereinigt.

Nun folgen die Tests zur Überprüfung der korrekten Arbeit. In einem Testlauf wird mittels der Steuerung eine hohe Drehzahl simuliert, um zu sehen ob die Pumpe anläuft und ob die Werte wie z. B. der Druck in Ordnung sind. Anschließend geschieht die Rücksetzung der Parameter. Durch einen Anlagenstart erfolgt die Überprüfung ob alles richtig funktioniert. Ist alles in Ordnung wird die Anlage erneut gestoppt. Das Serviceteam verlässt die Windenergieanlage und nimmt sie jetzt wieder richtig in Betrieb. Abschließend werden die Berichte angefertigt und an das Backoffice übermittelt.

Für die Durchführung dieser und anderer Arbeiten finden einige besondere Arbeitsmaterialien neben den eher gewöhnlichen Werkzeugen Verwendung. Wichtige Werkzeuge sind Hydraulikschrauber, Kassettenschrauber, Lasermessgerät zur Getriebestrang-Ausrichtung und Messgeräte von Dusplo bis hin zum Oszilloskop, welches aber nur die Umrichter-Teams benötigen. Weiter benötigt ein Serviceteam ein Fernglas zur Flügelkontrolle, einen Kompass zum Einnorden sowie eine Digitalkamera für die Fotodokumentation. Laptops mit UMTS-Karten und der Service-Software für die Umrichter gehören wie die (Outdoor-)Handys und Funkgeräte zur Kommunikationsausrüstung.

Zur Sicherheitsausrüstung gehören zum Beispiel Handschuhe, kleine Atemschutzmasken, Einweg-Anzüge und ein Spezialstaubsauger, außerdem Gurtzeug und erst seit kurzem zugelassene Bergsteigerhelme, welche aufgrund ihrer kompakten Bauweise eine sehr viel höhere Akzeptanz bei den Monteuren finden. Zum Schutz gegen elektrischen Schlag dienen spezielle Matten und Schutzhelme.

Die gängigsten Ersatzteile wie Sicherungen, kleine Schütze, Hydraulikventile, Platinen und Kohlebürsten befinden sich stets im Servicefahrzeug.

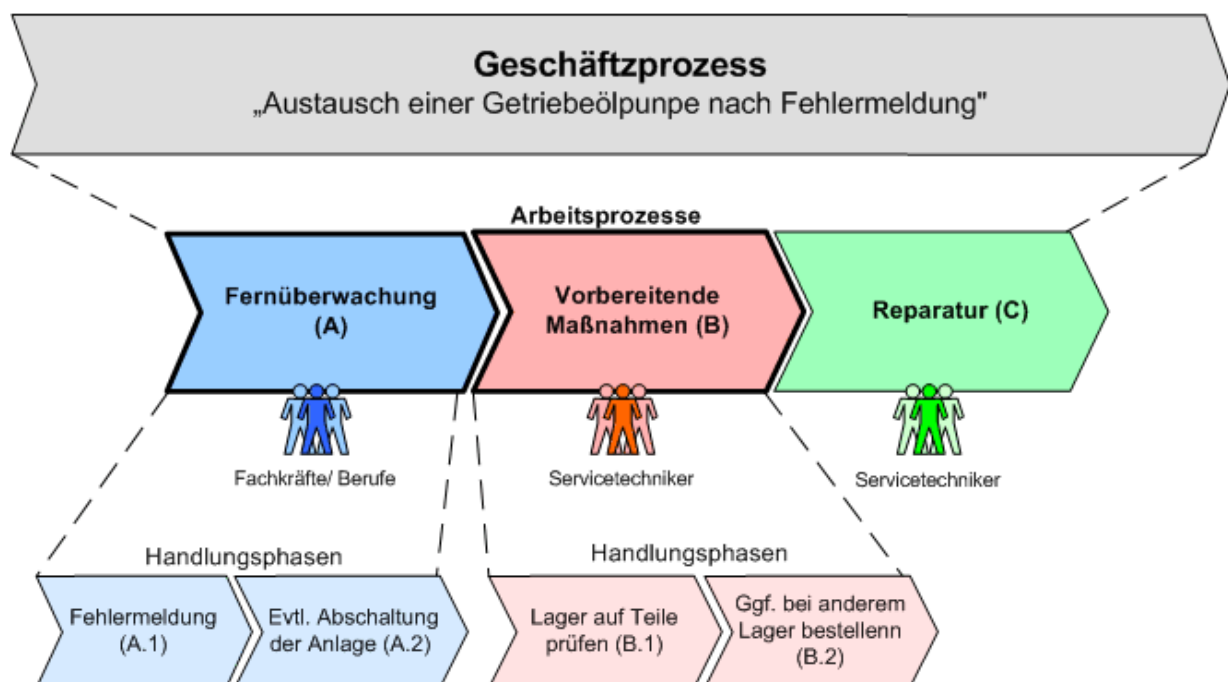


Abbildung 53: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1

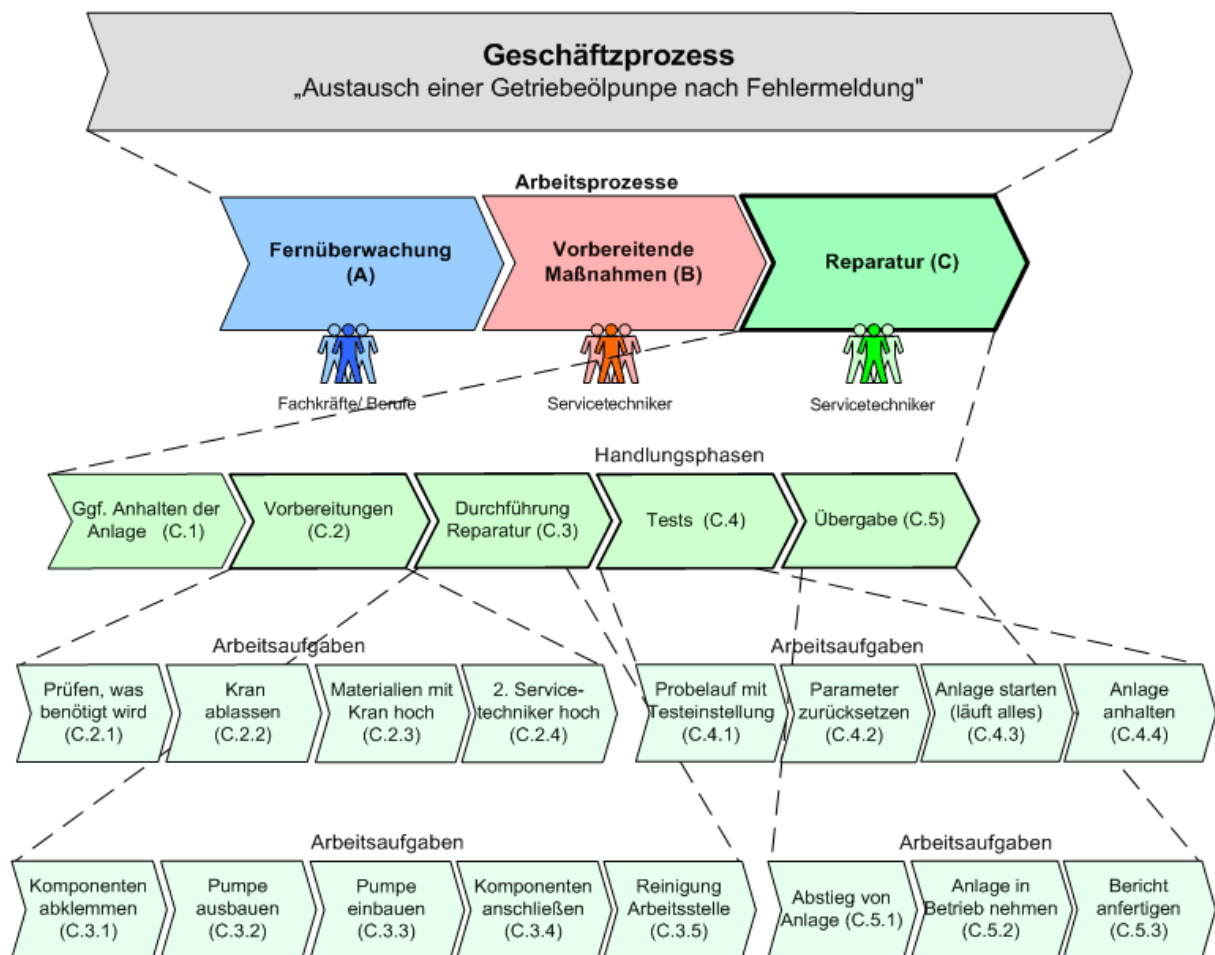


Abbildung 54: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2

Aus- und Fortbildung sowie Anforderungen

Es kamen mehrere Bereiche zur Sprache, in denen neue Mitarbeiter mit geringer praktischer Erfahrung Defizite aufweisen und die somit in Aus- und Fortbildung einer höheren Beachtung bedürfen.

Im Zusammenhang mit dem Sicherheitsaspekt wurde die BGI 657 (Berufsgenossenschaftliche Information „Windenergieanlagen“) genannt, die für die Windenergie-Branche alle relevanten Daten enthält und im Unterricht Erwähnung finden sollte. Eine Erhöhung der Sicherheit könnte auch ein verantwortungsvollerer und damit sichererer Umgang mit Werkzeugen und vor allem den Messgeräten gewährleisten. Dies betrifft vor allem den Umgang mit dem Multimeter und die Fähigkeit Spannung, Ströme und Widerstände korrekt messen und deuten zu können. So ist es auch wichtig, dass der Aus- bzw. Fortgebildete als Elektrofachkraft gilt, um somit den Sicherheitsbedingungen zu genügen und zum Beispiel auch an einem Umrichterlehrgang teilnehmen zu können.

Die Servicemonteure sollen komplexe Schaltpläne lesen und im Besonderen auch skeptisch auf Korrektheit prüfen können. Außerdem ist ein gutes Basiswissen über elektrische Maschinen, (Motoren und Generatoren), deren Eigenschaften, Funktionsweisen und Vielfalt erwünscht.

Eine hohe Bedeutung kommt der ordnungsgemäßen Führung von Dokumentationen zu, was sich nicht nur auf die fachliche Dokumentation der Arbeiten sondern auch auf den persönlichen Notizblock bezieht, mit dem ein Servicemonteure die für ihn wichtigen Informationen immer pa-

rat haben sollte. Dazu gehört auch die Einschätzung darüber, was man sich notieren sollte und was nicht. Neben der Fähigkeit sich schriftlich verständlich zu machen müssen die Servicemonteure Situationen auch verbal korrekt beschreiben können, zum Beispiel wenn sie mit der Service-Hotline eines Herstellers telefonieren. Ungewöhnlich erscheint die Tatsache, dass die Servicetechniker im Unternehmen einen kleinen Lehrgang darüber erhalten, wie sie mit der Digitalkamera Bilder erstellen, auf denen das Wesentliche (z. B. Haarrisse) erkannt wird.

Die wichtigsten gesundheitlichen Untersuchungen für die Servicemonteure sind die G41 (Hörentauglichkeit), G20 (Lärmschutz), G24 (Gefahrenstoffe) sowie die G25 (Führen von Fahrzeugen). Beim Führen von Fahrzeugen hat sich in letzter Zeit für das Unternehmen das Problem herausgestellt, dass viele der jungen Leute nämlich aufgrund der neuen EU-Führerscheine mit dem typischen PKW-Führerschein keine Transporter führen dürfen, was mit der alten Führerscheinklasse 3 ohne weiteres möglich war.

Ein Servicemonteur sollte die Fähigkeit besitzen die Wettersituation verantwortungsvoll einzuschätzen – normalerweise ist die Arbeit ab einer Windgeschwindigkeit von 12 m/sek einzustellen – und eine gewisse Zähigkeit verbunden mit einer guten Kälte- und Wärmeresistenz aufweisen, um trotz widriger Umstände konzentriert arbeiten zu können. Des Weiteren sollten die Servicemonteure ein Verantwortungsbewusstsein für „ihre“ Windenergieanlagen und Materiallager entwickeln und entsprechend ordentlich und gewissenhaft mit ihnen umgehen, was eine generelle Umsichtigkeit einschließt.

5.2.5 Unternehmen E: Analyse der Serviceleistungen der Abteilung für Service eines Windenergieanlagen-Herstellers (Großbetrieb)

Das europäische Unternehmen mit Hauptsitz in Dänemark hat insgesamt ca. 12.000 Mitarbeiter. Der deutsche Service hat ungefähr 1.000 Mitarbeiter mit 700 Servicemonteuren, die von 100 Servicestationen aus ihre Einsätze starten. Die Serviceteams bestehen aus 2 Servicemonteuren, die sich derzeit in der Regel aus einem Mechaniker und einem Elektriker zusammensetzen. Die Serviceteams werden über eine 24h-Hotline durch meistens besonders erfahrene ehemalige Servicemonteure unterstützt. In besonders schwierigen Fällen können die Teams auch auf Experten aus der technischen Entwicklung oder von Zulieferern zurückgreifen. Darüber hinaus sind Technische Gebietsleiter, ebenfalls erfahrene Servicetechniker, jeweils für 30 Servicetechniker zuständig, die von ihnen betreut, beaufsichtigt und unterstützt werden.

Der Bereich Offshore wird komplett vom dänischen Hauptsitz aus betrieben.

Arbeitsanalyse der Geschäftsprozesse

Die Serviceabteilung beteiligt sich an den folgenden Geschäftsprozessen des Unternehmens:

- Wartung
- Reparatur größerer Komponenten
- Störfallbehebung
- Parameteränderung
- Austausch mechanischer Komponenten
- Anschluss von Geräten

Die Wartung erfolgt nach Handbuchvorgaben und beinhaltet Tätigkeiten wie das Anziehen von Schrauben, die Überprüfung von Komponenten und Schmierungen. Die Parameteränderungen werden ebenfalls nach Vorgaben aus der Unternehmenszentrale durchgeführt. Typische Störfälle sind z.B. fehlende Kommunikation in der Fernüberwachung, heißgelaufene Lager oder fehlerhafte Sensoren, die meist durch ungewöhnliche Prozessmesswerte auffallen, wie einer zu hohen Getriebetemperatur. Stellt das Team vor Ort allerdings fest, dass kein Defekt in der Sensorik vorliegt, muss die Ursache der zu hohen Temperatur gefunden werden. Diese könnte beim Getriebe z.B. ein defekter oder verstopfter Kühler, die Ansteuerung für die Ventilatoren oder eine nicht funktionierende Pumpe sein.

Für verschiedene Bereiche wie Datentechnik, Getriebe- oder Generatortausch oder für Rotorblatt- oder Gondelreparaturen existieren Spezialteams. Ölwechsel führen spezialisierte Subunternehmer (Zum Beispiel Unternehmen A) mit Spezial-LKWs durch, ebenso der gesamte Bereich des Repowering. Den Netzanschluss nehmen Stromanbieter oder ortsansässige Elektro-Installateure vor. Die Projektierung und der Aufbau von Windenergieanlagen wie auch die Betriebsführung liegen im Zuständigkeitsbereich anderer Abteilungen des Unternehmens. Alle diese Aufgaben werden von der Unternehmenszentrale aus koordiniert; So wird bei speziellen Aufgaben ein reibungsloser Ablauf ermöglicht.

Die Serviceteams erhalten ihre Aufträge per e-Mail inklusive der benötigten Informationen wie z. B. den vorliegenden Fehlercodes. Die Versorgung mit Ersatzteilen erfolgt mit Hilfe von Speditionsfirmen aus dem Hauptlager. Defekte Komponenten werden grundsätzlich an einem Reparaturstandort in stationärer Arbeit überprüft, falls möglich instandgesetzt und wieder dem Hauptlager zugeführt.

Als Beispiel für einen Geschäftsprozess soll hier die Fehlersuche und Behebung dienen (siehe Abbildung 55). Das Serviceteam erhält per e-Mail eine Fehlermeldung von der Fernüberwachung. Falls nötig werden Materialien im Lager bestellt. Erreicht das Serviceteam die Windenergieanlage, beginnt die Servicetätigkeit mit Sicherheitsmaßnahmen: Nach dem Stillsetzen der Anlage und der Freischaltung werden Arretierungen gesetzt, um eine unkontrollierte Drehung des Azimuts oder der Nabe zu verhindern. Dann beginnt die Fehlersuche und es erfolgt der Austausch der fehlerhaften Komponente. Nach der Inbetriebnahme erstellt das Serviceteam abschließend Protokoll und Dokumentation, bucht Materialien ab und trägt den abgearbeiteten Auftrag in das Verwaltungssystem des Unternehmens ein.

Die für die Arbeit auf Windenergieanlagen benötigten Werkzeuge sind zunächst verschiedene Messmittel wie Multimeter, Spannungslanzen zur Prüfung der Spannungsfreiheit von Trafos, Isolationsschutzmesser, Mess-Schieber, digitale Manometer und Ultraschallmessgeräte für Windstärke und Windrichtung. Oszilloskope werden nicht eingesetzt. Des Weiteren werden hydraulische Drehmomentschlüssel und Schablonen für bestimmte Tätigkeiten eingesetzt. Ein sehr spezielles Werkzeug ist der Laserausrichter, der bei Bedarf extra angefordert werden muss. Der Umgang mit diesem Gerät setzt eine Schulung voraus, in der Regel wird es nur von einem Spezialteam eingesetzt und nicht vom normalen Serviceteam.



Abbildung 55: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses

Aus- und Fortbildung sowie Anforderungen

Der Betrieb bildet selbst Mechatroniker aus, jedoch ausschließlich als Servicemonteure, sie werden später nicht in der Montage oder Herstellung eingesetzt. Die Mechatroniker-Ausbildung wird als sehr gute Vorbereitung für Servicemonteure betrachtet. Die so ausgebildeten Kräfte lassen sich gut im Team mit einem weiteren Mechaniker, Elektriker oder auch einem zweiten Mechatroniker einsetzen. Der Hauptvorteil liegt in der Flexibilität in der Teamzusammenstellung, da diese Personen in der Mechanik bewandert sind bei gleichzeitiger Eignung als Elektrofachkraft. Bei der Arbeit an Windenergieanlagen gibt es prinzipiell keinen Bereich, in dem der Mechatroniker aufgrund mangelnder Vorkenntnisse überfordert sein sollte. Bezüglich einer angedachten Spezialisierung der Ausbildung auf die Windenergie-Branche wurden darüber Bedenken geäußert, dass dies andere Unternehmen von der Mechatroniker-Ausbildung abschrecken könne, was den Standort schwäche und zu zu kleinen Berufsschulklassen führe.

Im Rahmen der innerbetrieblichen Ausbildung liegt der Schwerpunkt im 1. Jahr auf dem Erwerb von Grundlagenkenntnissen. Auch im 2. Jahr verbleiben die angehenden Mechatroniker in der Werkstatt, erst im 3. Ausbildungsjahr können sie die Serviceteams bei deren Einsätzen begleiten, sofern sie volljährig sind, einen Führerschein besitzen und die G41 bestanden haben. Ein in Wochenblöcken erteilter Unterricht in der Berufsschule bietet hier organisatorisch einen großen Vorteil, da die Auszubildenden an längeren Einsätzen teilnehmen können. Dieses ermöglicht auch Erfahrungen in anderen Bereichen, wie z.B. durch einen Besuch der Flügelfertigung an einem anderen Standort.

Die Fortbildung von anderen Berufsgruppen zum Servicemonteure erfolgt im Rahmen eines unternehmensinternen Schulungsprogramms. Besonders geeignet erscheinen hierfür Landmaschinen- und Fluggerätemechaniker.

Für die Aus- und Fortbildung hat das Unternehmen ein bundesweit genutztes Schulungszentrum mit Simulator eingerichtet, der über die komplette herstellereigene Technik verfügt und bei dem für die Fehlersuche gezielt Fehler eingebaut werden können. Außerdem ist eine eLearning-Plattform in Vorbereitung, um so die Fortbildung der Servicemonteure zu vereinfachen.

Für eine gute Vorbereitung auf die spätere Arbeit als Servicemonteure sollten einige Bereiche in der Ausbildung besondere Beachtung finden. So ist ein sicherer Umgang mit der englischen Sprache für den Servicemonteure unabdingbar. Die elektrotechnischen Grundlagen erscheinen ebenso wichtig wie eine gute Kenntnis über mögliche Störfälle, ihre Ursachen und deren Behebung. Deswegen muss ein Servicemonteure das „System Windenergieanlage“ als ein Gesamtes verstehen, ohne dabei getrennt in Hydraulik, Mechanik, Elektronik zu denken. Somit sollte die Gesamtanlage Beachtung finden und eine verständliche Vermittlung des Kraftflusses vom Wind über das Getriebe bis ins Netz erfolgen, was beispielsweise dem das Verständnis der Bedeutsamkeit einer Laserausrichtung dient.

Darüber hinaus sind grundlegende Kenntnisse im Umgang mit dem Computer und der dazugehörigen Software erwünscht. So wird zur genauen Fehleranalyse ein Laptop mit spezieller Analyse-Software an den Zentralrechner der Windenergieanlage angeschlossen. Für den korrekten Umgang mit dieser Software erhalten die Servicemonteure gesonderte Schulungen. Außerdem ist ein sicherer Umgang mit der hauseigenen Verwaltungs-Software für Aufträge und Materiallager sowie mit typischen Office-Anwendungen wichtig.

Weitere Anforderungen für Servicemonteure bestehen in der Höhentauglichkeit (G41) und in Kenntnissen über Sicherheitsmaßnahmen wie der Arbeit mit Gurt und der Rettung aus der Höhe sowie über den Umgang mit Gefahrenstoffen zum Schutz von Mensch und Maschine. Eine Schaltberechtigung im Bereich der Mittelspannung sollte angestrebt werden.

5.2.6 Unternehmen F: Analyse der Inbetriebnahme-Leistungen im Rahmen der Windenergieanlagen-Aufstellung eines Herstellers (Großbetrieb)

Das Unternehmen beschäftigt im Bereich Service ca. 150 Servicemonteure zu denen auch die mit der Inbetriebnahme der Windenergieanlagen beauftragten Fachkräfte gehören. Das momentane Verhältnis von Mechanikern, Elektrikern und Mechatronikern war bei der Analyse nicht abrufbar, der Großteil besteht aber aus Elektrikern. Zurzeit befinden sich weltweit ungefähr 1500 Anlagen in Betrieb. Im laufenden Kalenderjahr ist eine Steigerung auf 1900 geplant, in den Folgejahren wird mit einem Wachstum um jährlich weitere 500 Anlagen gerechnet. Zusätzlich erfolgt derzeit die Markteinführung einer neuen, großen Anlage.

Arbeitsanalyse der Geschäftsprozesse

Die von der Abteilung durchgeführten Geschäftsprozesse sind:

- Service und Wartungsaufgaben
- Inbetriebnahme
- Überwachung der Anlagenaufstellung

Die Arbeitskräfte für die Überwachung der Aufstellung sind einer anderen Abteilung unterstellt, stammen aber ursprünglich aus dieser Abteilung. Diese Bau-Überwachungs-Teams prüfen zum Beispiel schon vor der Inbetriebnahme die Stromschienen und führen Isolationsmessungen durch.

Da die Inbetriebnahme ein Bestandteil des Geschäftsfeldes „Bau und Installation von WEA“ ist, wurde auch der Aufbau selbst kurz besprochen, den spezialisierten Aufstellungsfirmen übernehmen.

Bei der Fundamentlegung werden Prüfwürfel mit einem Volumen von etwa 15cm³ erstellt, die nach einer bestimmten Zeit auf ihre Qualität hin überprüft werden. Vor der Errichtung der Anlage muss das Fundament-Protokoll die ausreichende Qualität bestätigen.

Zuerst plant der Baustellenleiter die Einrichtung der Baustelle, wo was zu stehen hat und wie eine optimale Nutzung des Areals erfolgt. Anschließend kann der Aufbau beginnen. Befindet sich der Trafo im Fuß der Anlage, wird dieser zunächst aufgestellt und das erste Turmsegment dann darüber gestülpt. Die Installation der Umrichter erfolgt auf den Zwischenpodesten. Die weiteren Turmsegmente werden von innen verschraubt. Auf dem letztem Turmsegment erfolgt die Montage des Maschinenhauses. Unter optimalen Bedingungen dauert der Turmbau bis zu diesem Punkt 1 Tag.

Als nächstes wird der Stern (Nabe und Rotorblätter) hochgezogen und an die Hauptwelle des Maschinenhauses angeflanscht („gesteckt“). Es folgen die Innenarbeiten wie Schrauben auf Drehmoment anziehen, Kabel verlegen, Kabel für den Loop aushängen lassen und die Vorbereitung der Inbetriebnahme. Während des gesamten Aufbaus der Windenergieanlage, der etwa 2-3 Tage in Anspruch nimmt, ist eine gute Kommunikation zwischen den Arbeitskräften eine zentrale Voraussetzung. Besondere Herausforderungen stellen das Auffinden der Lastmittelpunkte der Blätter, die Erdung der Anlage sowie die Absandung der Kabel, die Mittelspannungsanschlüsse aber auch die Erstellung von Protokollen für die Inbetriebnehmer, dar.

Neu entwickelte Windenergieanlagen nehmen Ingenieure erstmalig in Betrieb, bevor diese Aufgabe besonders erfahrene und leistungsstarke Servicemonteure übernehmen.

Der Geschäftsprozess der Inbetriebnahme beginnt mit der Vorbereitung (Arbeitsprozess A). Zuerst wird in einem Meeting mit Inbetriebnehmern, Baustellenteam, Auftragsleitstelle und der Projektplanung die Durchführung geplant. Dies beinhaltet Material, Logistik, Zugriff auf die Anlage und die Netzbereitstellung, die dem Kunden obliegt. Wenn die Kommunikations- und Netzanschlüsse bestehen, kann der zugeteilte Inbetriebnehmer mit seiner Aufgabe beginnen.

Als erstes wird die Windenergieanlage an den Inbetriebnehmer übergeben. Der Baustellenleiter muss dafür sorgen, dass ihm alle benötigten Protokolle (Drehmoment, Mittelspannung, Erdung, Abspannung, Abarbeitung aller Arbeitsschritte zum Aufbau der Anlage) zur Verfügung stehen. Nach der Prüfung der Protokolle übernimmt er die Verantwortung für die Anlage und beendet somit die Vorbereitungen.

Vor der eigentlichen Inbetriebnahme (Arbeitsprozess C, siehe Abbildung 56 und Abbildung 57) erfolgt das Aufklemmen der Beleuchtung und, sofern vorhanden, der Befahranlage. Dann wird zunächst das Protokoll für die Qualitätssicherung (Arbeitsprozess B) abgearbeitet, was einer optischen Sichtung entspricht. Dazu gehört zum Beispiel die Überprüfung von:

- Befahranlage
- Leitern

- Elektrischen Verbindungen
- Fundament
- Rotorblätter auf Schäden
- Kabelbindern und deren Entfernen falls sie Kabel beschädigen können
- Leitungsverlegung im Fuß, da eine falsche Gruppierung zu Problemen mit Wärme und Magnetfeldern führen kann
- Feuerlöscher, Notbeleuchtung, Abseilgerät und weiteren sicherheitsrelevanten Komponenten

Es folgt die Abarbeitung des Protokolls für die Inbetriebnahme (Arbeitsprozess C). Dabei kommt der korrekten Reihenfolge aufgrund der modularen Zuschaltung verschiedener Komponenten eine zentrale Bedeutung zu.

Vor dem Zuschalten der Versorgung erfolgt die Erstprüfung mit einer Durchgängigkeitsprüfung und einer Isolationsmessung. Anschließend werden die Schleifenimpedanz und der FI-Schutz überprüft. Es folgen die Aktivierung der Gefahrenfeuer, die Prüfung der Drehfelder und eine Isolationsmessung des Schienensystems. Es wird überprüft, ob alle Kabel und auch die Schienen an beiden Enden gleich beschriftet sind und somit keine Vertauschungen oder Polungsfehler auftreten können. Schließlich werden die korrekten Anschlüsse der Leistungskabel messtechnisch überprüft.

Nun wird der Rechner hochgefahren und das Betriebssystem überprüft. Oben in der Nabe werden die Blätter auf Nullstellung gebracht. Die Parameter müssen je nach Generator, Flügel-durchmesser usw. entsprechend kalibriert und die Blitzzählkarten überprüft werden. Abschließend überzeugt sich der Inbetriebnehmer davon, dass sich keine losen Gegenstände oder offenen Schränke in der Nabe befinden.

Nun erfolgt die optische Prüfung des Generators das Einlegen der Erdungsbürsten. Im Azimut ist der Endlagenschalter für das Verhindern von Kabelverdrillungen einzustellen. Es folgt die Überprüfung der Sicherheits- und Not-Aus-Systeme, bevor die Hydraulik in Betrieb genommen und die Bremsen eingestellt werden.

Die Parametrierung der Anlage erfolgt per Laptop, verbunden entweder über Netzkabel oder serieller Schnittstelle. Zu den Parametern gehören Startgeschwindigkeiten, Reaktionen auf bestimmte Windgeschwindigkeiten, wann eine Gegenfahrt aufgrund der Kabelverdrehung durchgeführt werden muss, wann Endlagenschalter anspringen oder das sogenannte Nord-Offset. An den Umrichtern lassen sich außerdem Vorgaben bezüglich der Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie des Generators einstellen. Es folgen Test-Probelaufe bezüglich der Sicherheitskette, welches die Prüfung der Bremsen und der Turmschwingungen bei einer Not-Aus-Betätigung beinhaltet. Außerdem wird bei hoher Drehzahl über den Trafo ein Netzausfall simuliert und dann der Ablauf und die Dauer der automatischen Stillsetzung geprüft. Da diese Testläufe bei laufender Anlage durchgeführt werden trägt der Inbetriebnehmer hierbei eine große Verantwortung.

Bei der Inbetriebnahme des Umrichters sind Kabel und Verbindungen zu überprüfen, der Motorschutzschalter richtig zu parametrieren, die Schnittstellen abzugleichen, die Signale der Strommessschleifen zu prüfen und ggf. zu korrigieren und der Lagegeber abzugleichen. Diese Auflistung von Handlungsphasen und Arbeitsschritten ist nicht vollständig, soll aber einen Überblick über die durchzuführenden Tätigkeiten geben.

Arbeitsprozess D beinhaltet den Testlauf und die Übergabe an den Kunden. Dazu wird ein Automatikttestlauf durchgeführt, bei dem ein komplett rechnergesteuerter Start erfolgt und die Anlage für ca. 30 Minuten läuft. Anschließend wird eine Nachüberprüfung durchgeführt. Für die Anlage gibt es eine dreistufige Einlaufphase über 72 Stunden, bei der die Anlage erst mit 1/3 und dann mit 2/3 ihrer Leistung läuft, damit sich das Getriebe, die Lager usw. unter realen Bedingungen einlaufen. Dafür wird die Anlage vom Inbetriebnehmer gedrosselt und abschließend an die Fernüberwachung übergeben, die die Windenergieanlage einem Probelauf über mehrere Wochen unter garantierter Verfügbarkeit (z.B. 98%) unterzieht. Die Fernüberwachung wird zentral vom Unternehmensstandort aus durchgeführt.

Besondere Werkzeuge bei der Inbetriebnahme sind zum einen der Hydraulikschrauber und zum anderen ein VDE-Messgerät für die Erstprüfung der Schutzmaßnahmen.

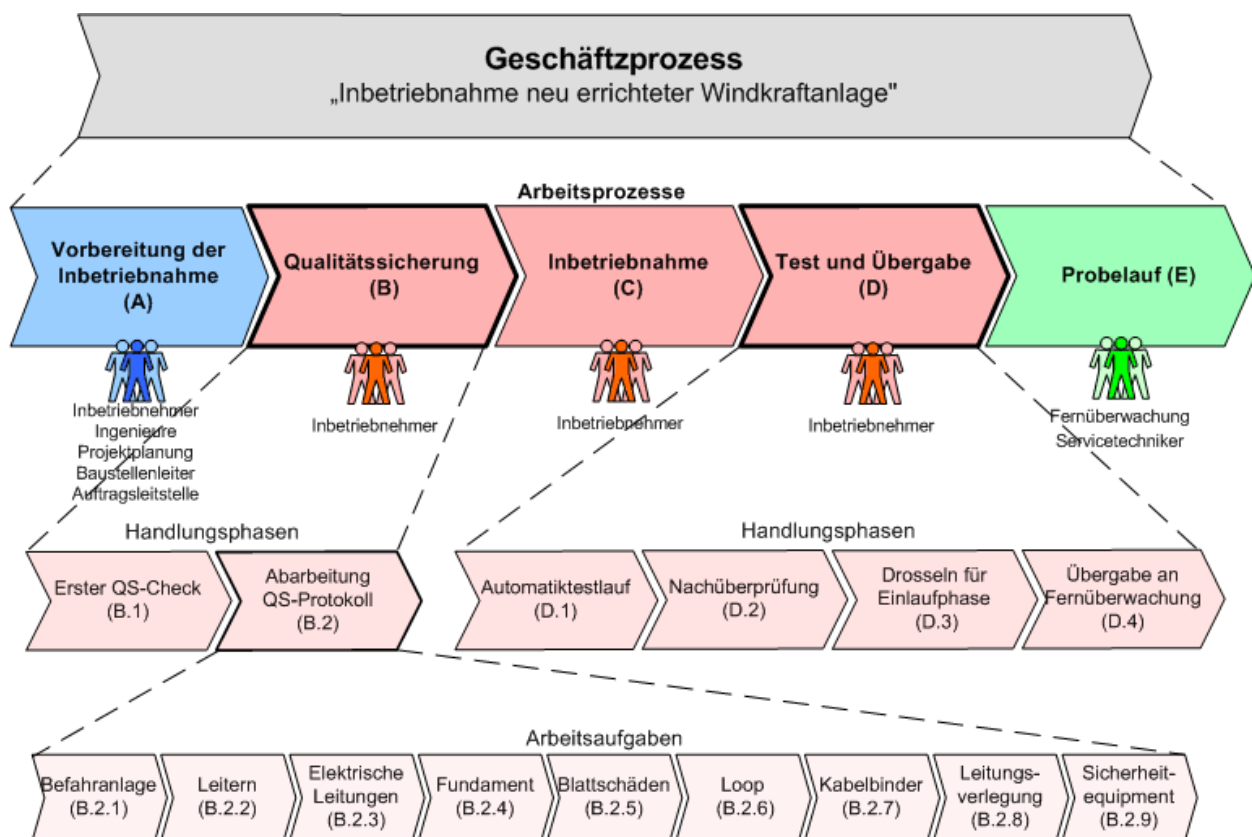


Abbildung 56: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 1

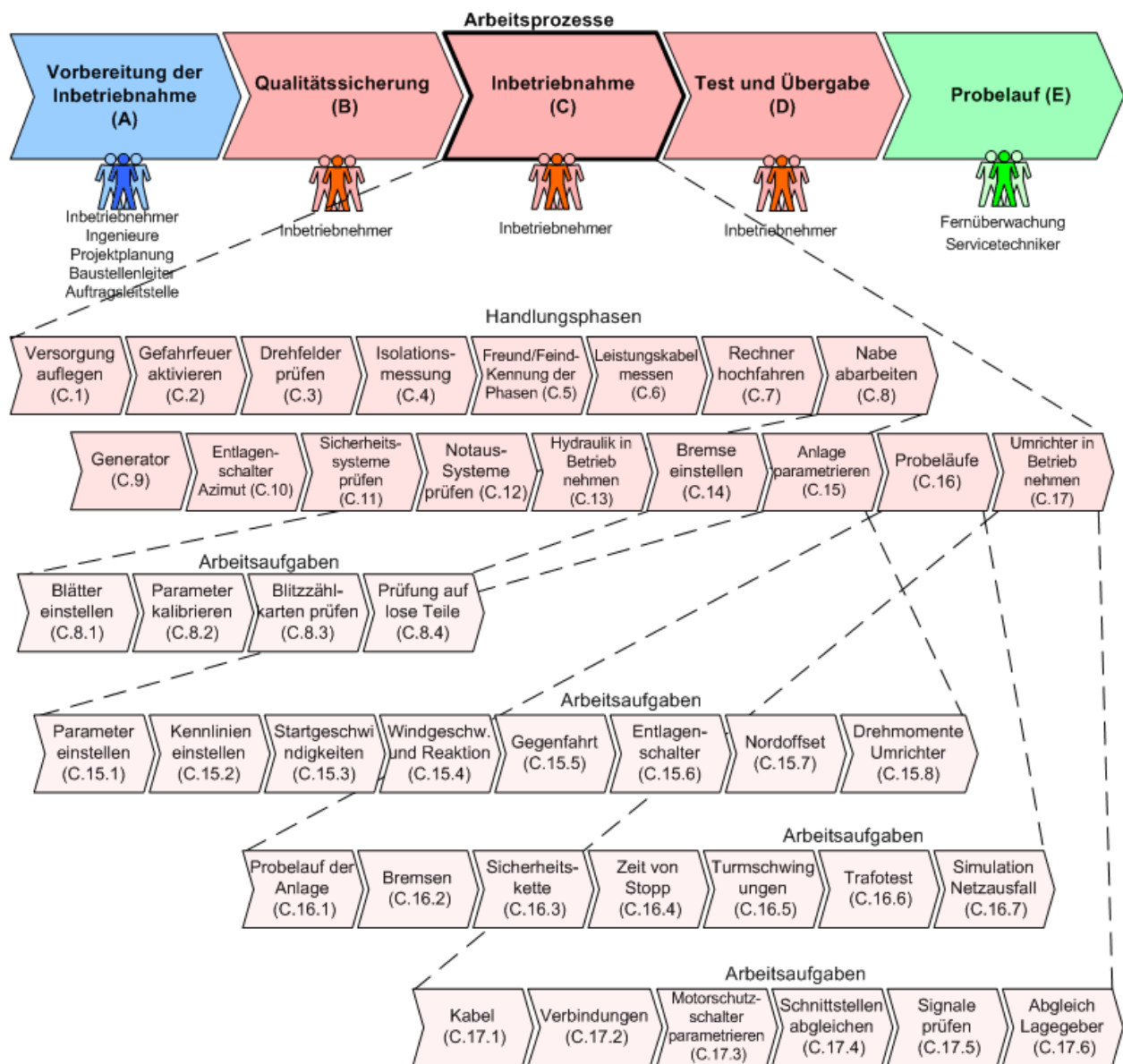


Abbildung 57: GAHPA-Modell des analysierten Geschäftsprozesses 2

Aus- und Fortbildung sowie Anforderungen

Der Mechatroniker erscheint auch in diesem Betrieb als sehr geeignet für die Tätigkeit als Servicemonteur und später als Inbetriebnehmer. Seine Überlegenheit gegenüber einem Mechaniker mit EuP besteht insbesondere in dem Status der Elektrofachkraft, vorausgesetzt er beherrscht die Grundlagen im Bereich der Elektrotechnik sicher. Die EuP1 erlaubt einem Mechaniker die Anlage zu betreten, aber er darf keine Arbeiten an elektrotechnischen Komponenten vornehmen. Die EuP2 erlaubt ihm sehr spezialisierte Tätigkeiten durchzuführen, muss aber jährlich erneuert werden. Deswegen wird immer eine Fortbildung der Mechaniker zur Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten angestrebt. Mechatroniker sind aufgrund ihrer Flexibilität auch im Offshore-Bereich sehr gut einsetzbar. Zum Inbetriebnehmer qualifizieren sich besonders gute Servicemonteur; sie gelten im Unternehmen als die Elite im Service-Bereich, da sie alle Bereiche des „Systems Windenergieanlage“ beherrschen müssen und ihre Arbeit meist alleine durchführen, was das Gefahrenpotenzial erhöht. Deshalb muss ein Inbetriebnehmer ein erhöhtes Maß an Selbstständigkeit und Zuverlässigkeit aufweisen.

Bezüglich der Bereiche, auf die in der Aus- und Fortbildung verstärkt Wert gelegt werden sollte, wurde besonders auf den Umgang mit großen Strömen hingewiesen. Es muss der nötige Respekt vor hohen Energien und Strömen, insbesondere im Zusammenhang mit der Messtechnik und den dabei möglichen Lichtbögen, vorhanden sein, weshalb man im Unternehmen vorzugsweise von „Windkraftwerken“ und nicht von „Windmühlen“ spricht. Es ist wichtig, die richtigen Messmittel auszuwählen und zu wissen, was man misst. Es muss ein Gefühl für die Messergebnisse vorhanden sein und Kenntnisse darüber, was welche Messwerte bedeuten und was man aus ihnen erkennen kann, ungewöhnliche müssen sofort ins Auge fallen. Dies gilt für verschiedene Bereiche in den Windenergieanlagen:

- Leistungsmessung (Drehstrom)
- 400/690Volt Netzspannung
- Erdungsmessung
- Isolationsmessung (Gefühl für Ergebnisse hier besonders)
- Impedanzmessung (Schleifen- und Netzimpedanz)

Bei der Impedanzmessung wurde auf eine große Verständnisücke der jungen Monteure hingewiesen. Außerdem treten immer Schwierigkeiten bei Messungen von Strom und Spannungen bzw. der Leistung im Dreiphasennetz im Zusammenhang mit Stromwandlern auf. In diesen Bereich gehört auch der Umgang mit Stromschnittstellen wie RS485/232 und das Wissen übers Messen, Strom treiben, den Loop, die Bürde und wie man etwas auf einfache Art und Weise testen kann. Auch sollte ein Grundwissen über Akkumulatoren bestehen, wie zum Beispiel über das Laden, die Elektrolyte, das Ausgasen, deren Umgebungsabhängigkeiten und die bestehenden Gefahren.

Kenntnisse über Stern-Dreieck-Schaltungen von Motoren, die Drehrichtungsumkehr durch Umpolen und den Anschluss von polumschaltbaren Antrieben sind ebenso erwünscht wie über doppelt gespeiste Asynchrongeneratoren. Im Bereich der Leistungselektronik sollte in der Aus- und Fortbildung ein Grundwissen über Frequenzumrichter, Shopper, IGBT (Bipolartransistor mit isolierter Gateelektrode (engl.: insulated-gate bipolar transistor)), ESD (Elektrostatische Entladung), Fehleranalyse und das Auslesen und Auswerten von Daten vermittelt werden. Für die Arbeit am Umrichter ist allerdings eine entsprechende Fortbildung beim Hersteller durchzuführen.

Im Bereich der Netzwerktechnik sollten neben allgemein gebräuchlichen PC-Kenntnissen auch Kenntnisse über den Aufbau von Netzwerken, die Bedeutung von IP-Adressen, Gateway und Subnet, die Einrichtung eines COM-Servers und die Funktion der Datenübertragung über Lichtwellenleiter vorhanden sein. Hierzu gehören Kenntnisse über Arten, Systeme und die Fehlersuche.

Ebenfalls sollten die aus- und fortgebildeten Servicemonteure bzw. Inbetriebnehmer Schaltpläne lesen, verstehen und ggf. auch erstellen können. Die Fehlersuche erfordert es systematisch zu denken und vorzugehen. Die Fähigkeit, Dokumentationen korrekt und ausführlich durchzuführen erscheint ebenso wichtig wie gute Englischkenntnisse.

Weitere Anforderungen an die Servicemonteure und Inbetriebnehmer sind ein hohes Maß an Geduld, eine ordentliche und verantwortungsvolle Arbeitsweise und Teamfähigkeit. So sollte er sich stets an die drei Stufen 1. Vorbereiten, 2. Durchführen und 3. Kontrollieren halten. Er muss

sprachlich gewandt sein um Probleme beschreiben zu können, sonst gestaltet sich zum Beispiel eine Kommunikation mit der Hotline schwierig.

An zu befolgenden Vorschriften und durchzuführenden Übungen und Untersuchungen wurden die folgenden genannt:

- Höhentauglichkeit G41
- Lärm G20 (ist Bestandteil der G41)
- Atemschutz (Arbeiten im Blatt)
- VBG/BGV
- BGR
- BGI
- UVU
- Technisches Regelwerk DIN-VDE-Normen
- Umgang mit dem Abseilgerät (und Steigschutz, Falldämpfer)
- Vorgaben wie Arbeiten durchzuführen sind

5.3 Zusammenfassende Ergebnisse der Befragung und Arbeitsanalysen

Die Befragung der Unternehmen hat gezeigt, dass das Aufgabengebiet des Servicemonteurs hauptsächlich in den Bereichen Service und Wartung von WEA und der Inbetriebnahme von WEA liegt. Während der Servicemonteuer bei der Errichtung von WEA meist in unterstützender Form noch zum Einsatz kommt, wird er in der Herstellung von WEA praktisch nicht eingesetzt. In seinem Aufgabengebiet zeichnet sich der Mechatroniker nicht nur durch seine universellen Einsatzmöglichkeiten im Mechanik- und Elektronik-Bereich aus, es wird von den Unternehmen sogar als seine Stärke und als seinen großen Vorteil gegenüber dem einzelnen Mechaniker oder Elektriker angesehen.

Um Empfehlungen zur Optimierung der Curricula aussprechen zu können, mussten die Bedarfe in Aus- und Fortbildung festgemacht werden. Hierfür erfolgte eine Auswertung der in der Online-Befragung und den Arbeitsanalysen von Betrieben in Bezug auf den Servicemonteuer ermittelten Defizite. Dies geschah durch die Sammlung aller genannten Defizite und dem Vergleich auf Ähnlich- und somit Zusammenfassbarkeit, Anzahl der Nennungen und der Dringlichkeit, mit der sie genannt wurden.

Im Folgenden die vollständige Liste der Nennungen aus Online-Befragung und Arbeitsanalysen:

- Verantwortungsbewusstsein für „ihre“ Windenergieanlagen
- Fähigkeit, sich in andere Aufgabengebiete einzuarbeiten
- Beherrschung der Englischen Sprache
- Beherrschung der Englischen Sprache
- Beherrschung von Englisch in Wort und Schrift (Auslandseinsatz und Unterlagen)

- Kommunikationsstärke
- Kommunikationsfähigkeit
- Kommunikation mit anderen Bereichen bzw. Serviceteams
- Kommunikation (z.B. mit Kollegen und Service von Herstellern)
- Qualitative Fotodokumentation
- Ordentliche Führung von Dokumentationen
- Korrekte und ausführliche Durchführung der Dokumentation
- Ausführliche und ordentliche Durchführung der Dokumentation
- Grundlegende PC-Kenntnisse
- PC-Kenntnisse und der Umgang mit Officeanwendungen
- Computergrundkenntnisse und Umgang mit Software (Parküberwachung, Office)
- Kenntnisse über Aufbau von Netzwerken (IP-Adressen, Gateway, Subnet)
- Kenntnisse über Aufbau von Netzwerken und Vernetzung von Anlagen
- Kenntnisse über Störfälle, deren Ursachen und Behebung
- Bereichsübergreifend Fehleranalyse
- Fehlersuche systematisch und logisch durchführen
- Fehlersuche bei Schaltschrank, Elektro-, Wechsel- und Gleichstrommaschinen
- Bedienung von Schaltschränken und Umgang mit größeren Schaltplänen
- Komplexe Schaltpläne lesen und auf Korrektheit überprüfen können
- Schaltpläne lesen, verstehen, erstellen können
- Verstehen des Gesamtsystems Windenergieanlage (Kraftfluss Wind bis Netz)
- Grundwissen über Hauptkomponenten: Pitch, Bremsen, Kupplung, Hauptwelle, Getriebe, Nabe
- Beachtung des Arbeitsschutzes
- BGI 657 als Grundsatz für den Sicherheitsaspekt
- Sicherheitsaspekt: Sicherheitsvorkehrungen, Sicherheit am Arbeitsplatz, Umgang mit Werkzeugen, Material und Messgeräten
- Verantwortungsvoller und sicherer Umgang mit Werkzeugen und Messgeräten
- Basiswissen über Reibkräfte, Torsion, Drehmoment und Streckgrenzen
- Getriebetechnisches Fachwissen
- Basiswissen über (Eigenschaften, Funktionsweise und Vielfalt) von elektrischen Maschinen, Motoren und Generatoren
- Kenntnisse über Stern-/Dreieckmotoren und doppelt gespeiste Generatoren

- Grundlagenwissen in Steuerungstechnik, Schutzsteuerung und Leistungselektronik (Frequenzumrichter, Verbindung zu Generator, Ableitung von Strömen)
- Grundwissen über Akkumulatoren und Leistungselektronik (Frequenzumrichter, Netzumrichter, Shopper, IGBT, ISD, Fehleranalyse und das Auslesen und Auswerten von Daten)
- Respekt vor Strömen, Wissen um die Gefahren der Messtechnik und Lichtbögen
- Schutzmaßnahmen und Eigenschutz bei Elektrounfällen (höhere Sensibilisierung)
- Sicherheit im Elektro-Bereich
- Kenntnisse über die Bedeutung der Messergebnisse und über das korrekte Messen von elektrischen Größen (Leistungsmessung, Netzspannung, Isolationsmessung, Impedanzmessung)
- Wissen und Verständnis über die Messvorgänge und die Bedeutung der Ergebnisse
- Korrektes Messen und Deuten von Spannungen, Strömen und Widerständen
- Korrekte Durchführung von Messungen und Prüfungen
- Auswahl richtiger Messmittel
- Umgang mit Messgeräten
- Löten von Widerständen und Transistoren zur Komponentenanpassung

Basierend auf dieser Liste ergab sich ein Anforderungskatalog, der als Grundlage für die Empfehlungen zur curricularen Anpassung der Berufsschulen und Fortbildung diene.

Zur Erstellung des Bedarfskataloges wurden diverse Kriterien herangezogen, um somit zu gewährleisten, dass es sich hierbei um Bereiche im Einsatzfeld der Servicemonteure handelt, für die ein konkreter Bedarf besteht. Die folgenden Kriterien fanden Anwendung:

- Anzahl der Nennungen: Umso häufiger eine Thematik genannt wird, desto eindeutiger ist die Tatsache, dass in diesem Bereich Bedarf besteht.
- Eindringlichkeit der Nennung: Wird eine Thematik in der Arbeitsanalyse vom Interviewpartner besonders betont, so muss ihr eine höhere Priorität zugesprochen werden.
- Spezialisiertheit der Thematik: Ist eine Thematik sehr speziell (selbst innerhalb eines Themenbereiches) und nur selten genannt, erhält es eine geringere Priorität. Es muss davon ausgegangen werden, dass es sich um einen Spezialfall für dieses Unternehmen handelt.
- Zusammenfassbarkeit: Es werden nach Möglichkeit Themenbereiche geschaffen, in denen ähnliche Thematiken zusammengefasst werden.

Mit Hilfe dieser Kriterien wurde aus der Liste an Defiziten folgender Bedarfskatalog erstellt, der zur Orientierung für die Entwicklung von Empfehlungen zur Umgestaltung der Curricula für die Ausbildung von Mechatronikern beziehungsweise die Fortbildung von Servicemonteuren diene:

- **Kommunikation:** Schriftliche wie auch verbale Kommunikation mit Kollegen oder Personen von anderen Unternehmen sowie die Fähigkeit Zustände und Situationen verständlich zu erklären beziehungsweise zu beschreiben.

- **Dokumentation:** Die ordentliche, sachgemäße und möglichst ausführliche Dokumentation der durchgeführten Arbeiten. Hier gilt ebenfalls die schriftliche Kommunikation.
- **Englisch:** Beherrschung der englischen Sprache in Wort und Schrift, da viele Unterlagen oder auch die Dokumentation auf Englisch sein können. Bei Auslandseinsätzen dient Englisch der Kommunikation.
- **Netzwerk und Computerkenntnisse:** Grundlegende Computerkenntnisse sowie der Umgang mit typischer Officesoftware und der entsprechenden Software zur Arbeit mit der Windenergieanlage. Aufbau von Netzwerken und Vernetzung von Anlagen.
- **Mechanik:** Grundlegende Kenntnisse über die mechanischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Kupplung, Hauptwelle, Getriebe, Nabe. Hinzu kommen physikalische Grundlagen wie Reibkräfte, Torsion, Drehmoment usw.
- **Hydraulik:** Grundlegende Kenntnisse über die hydraulischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Pitch und Bremsen.
- **Elektrotechnik:** Grundlegende Kenntnisse über die elektrotechnischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Schaltpläne/-schränke, Wechsel-/Gleichstrommaschinen, Dreieck-/Sternmotor, Generatoren, Umrichter, Akkumulatoren usw.
- **Messung von elektrischen Größen:** Korrektes Vorgehen bei der Durchführung von Messungen, Auswahl der richtigen Messmittel und Kenntnisse über die Bedeutung der Ergebnisse und im Besonderen das Wissen um die Gefahren und Folgen fehlerhaften Messens.
- **Sicherheitsaspekte und –maßnahmen (Elektro-Bereich):** Als einzige Ausnahme im Bezug auf die Zusammenfassbarkeit von Thematiken werden hier die speziellen Kenntnisse zur sicheren Arbeit mit elektrischen Strömen verlangt.
- **Sicherheitsaspekte und –maßnahmen:** Kenntnisse über Vorschriften, Verhalten und Arbeitsweisen zur Gewährung eines sicheren Arbeitsumfeldes.
- **Störfälle:** Logisches und strukturiertes Vorgehen bei der Fehlersuche. Kenntnisse über mögliche Störfälle, deren Ursachen und mögliche Lösungen.

6 Curriculumrevision der Berufsschulen

Für die Durchführung des IMWatT-Projektes waren Analyse und Vergleich der zugrunde liegenden Curricula der Berufsschulen in Deutschland und Dänemark unabdingbar. Anschließend konnten basierend auf den Ergebnissen der Online-Befragung, der Arbeitsanalysen und der Curricula-Analysen Empfehlungen für eine Anpassung der Curricula entwickelt werden.

Als Ausgangsbasis dienten hierfür der Lokal Undervisningsplan for Automatiktækniker (UPA) und der Rahmenlehrplan Mechatroniker vom 3. März 1998 (RLP).

Zuerst erfolgte eine Synopse der beiden Curricula der Berufsschulen. Dies als Grundlage nutzend ergaben sich mit den Ergebnissen aus der Umfrage und den Arbeitsanalysen Empfehlungen für eine Weiterentwicklung der bisherigen Curricula. Anschließend setzten die beiden Berufsschulen BSH und EUC Syd die Empfehlungen für ihre Curricula um und evaluierten diese.

6.1 Synopse der Curricula Lokal Undervisningsplan for Automatiktækniker (DK) und Rahmenlehrplan Mechatroniker vom 3. März 1998 (D)

6.1.1 Vorbemerkung

Wenn man auf dänischer Seite ein berufliches Äquivalent zu dem deutschen Mechatroniker sucht, so bietet sich in erster Linie der Automatiktækniker an. Wie der Name bereits sagt, liegt der Schwerpunkt dieses Berufs im Bereich der Automatisierungstechnik, wobei es ähnlich wie beim Mechatroniker in erster Linie um Aufbau, Konfiguration und ggf. Anpassung oder Änderung von automatisierten, mechatronischen Systemen geht. Darüber hinaus liegt ein weiterer Schwerpunkt in beiden Berufen in der Instandsetzung und Instandhaltung bzw. Wartung solcher Systeme. Der Mechatroniker enthält sehr viel umfassendere Anteile im Bereich der Metallbearbeitung, der Automatiktækniker führt lediglich „kleine mechanische Reparaturen“ aus (EUC Syd, S. 6²). Beim Automatiktækniker werden der Elektronik und der Regelungstechnik dagegen größeres Gewicht beigemessen.

Da es in dem Projekt IMWatT im Bereich der Erstausbildung darum geht, Auszubildende mechatronischer Berufe optimal für den Bereich der Windenergie vorzubereiten, sind die Curricula dieser beiden Berufe hier von besonderem Interesse. Dabei geht es zum einen um die Schnittmengen auf deutscher und dänischer Seite und zum anderen um die möglichen Potenziale und Freiräume, Inhalte und Prozesse aus der Berufsarbeit in der Windenergie-Branche in die Ausbildung einzuflechten.

² Die Zitate aus dem dänischen „Lokal Undervisningsplan for Automatiktækniker“ wurden der besseren Lesbarkeit halber vom Verfasser aus dem Dänischen ins Deutsche übersetzt.

6.1.2 Pädagogisch-didaktische Konzeption

Der dänische Lokal Undervisningsplan for Automatiktækniker und der deutsche Rahmenlehrplan Mechatroniker unterscheiden sich zunächst in der Darstellung des pädagogisch-didaktischen Ansatzes.

Während der Rahmenlehrplan des Mechatronikers mit insgesamt 13 Lernfeldern eher unter einem arbeitsprozessorientierten Blickwinkel ausgestaltet sein soll, weist der Undervisningsplan fünf überwiegend fachsystematisch strukturierte Lehreinheiten von jeweils mehreren Wochen auf. Allerdings macht der dänische Plan deutlich, dass die Auszubildenden in einer dänischen Berufsschule in erster Linie anhand praktischer Projekte lernen, vergleichbar mit dem Fachpraxisunterricht in der deutschen Berufsfachschule. Zwar gibt es auch theoretische Lehreinheiten, diese erscheinen vom zeitlichen Umfang her aber eher untergeordnet.

Der dänische Plan unterscheidet wie der deutsche nach Unterrichtszielen und Unterrichtsinhalten, benennt jedoch zusätzlich technische und allgemeine Kompetenzen, z. B. „physische Grundbegriffe in Bezug auf das Fachliche anwenden können“ (EUC Syd, S. 9).

Die sogenannten „weichen Qualifikationen“ oder Schlüsselkompetenzen werden in dem dänischen Plan explizit benannt und zum Teil bereits auf den Beruf bezogen, so z. B. „Kenntnis der lokalen Betriebe innerhalb der eigenen Branche“ (EUC Syd, S. 6). Diese Qualifikationen werden dann auch mithilfe einer Evaluierungstabelle bewertet (EUC Syd, S. 14). Der deutsche Rahmenlehrplan benennt hier sehr viel offener das Konzept der Handlungskompetenz im Rahmen des Bildungsauftrags der Berufsschule (KMK, S. 15f), wobei nicht direkt fachbezogene Schlüsselkompetenzen wie z.B. berufliche Flexibilität oder verantwortungsbewusstes Handeln im Vordergrund stehen.

In dem deutschen Plan wird das Ziel der beruflichen Handlungskompetenz durch Zielformulierungen wie „Die Schülerinnen und Schüler wenden technische Regelwerke an“ (KMK, S. 17) deutlich, während der dänische Undervisningsplan hier z. B. von „Informationstechnologie anwenden können zur Beschaffung von Betriebsanleitungen und anderer technischer Information“ spricht (EUC Syd, S. 6). Bei der Ausgestaltung der Lehreinheiten weisen die Inhalte dann allerdings eindeutig auf die Schüleraktivität hin, indem sie handlungsorientiert formuliert werden, z.B. „Der Schüler baut eine Relaissteuerung auf ...“ (EUC Syd, S. 17).

Während der dänische Plan betont, dass der Unterricht „theoretische und praktische Unterweisungen“ beinhalten soll (EUC Syd, S. 8), ist der deutsche Plan auch hier sehr viel offener, indem in Anlehnung an das Lernfeldkonzept das Lernen „in Beziehung auf konkretes, berufliches Handeln, ... auch gedanklichem Nachvollziehen von Handlungen“ erfolgen soll (KMK, S. 16).

Während der deutsche Rahmenlehrplan lediglich einen Hinweis darauf enthält, dass zur Umsetzung des didaktischen Konzeptes unterschiedliche Methoden einsetzbar sind (KMK, S. 16), gibt es im Undervisningsplan einen Hinweis auf konkrete verpflichtende Unterrichtsmethoden, die allerdings in einem eigenem Ausbildungsplan nachzulesen sind (EUC Syd, S. 9).

6.1.3 Weitere Besonderheiten

Der dänische Lokale Undervisningsplan for Automatiktækniker weist ein paar Besonderheiten auf, die so im deutschen Rahmenlehrplan Mechatroniker und insgesamt im deutschen dualen Ausbildungssystem eher unbekannt sind.

Die dänischen Auszubildenden führen in der Schule ein sogenanntes „Logbog“, ein Berichts-
heft zu Dokumentationszwecken (S. 9). Dieses mag in Anbetracht der in weiten Teilen eher
praktisch orientierten schulischen Ausbildung von hoher Bedeutung sein, während nach dem
deutschen Unterrichtskonzept ohnehin sehr viel dokumentiert wird. Der deutsche Ausbildungs-
nachweis, landläufig auch unter dem Begriff „Berichtsheft“ bekannt, ist nur auf betrieblicher
Seite relevant und dient dort offiziell zur Kontrolle der richtig und vollständig durchgeführten
Ausbildung durch die zuständigen Stellen, was vor allem dann von großer Bedeutung ist, wenn
die Auszubildenden die Abschlussprüfung nicht bestanden haben. Inoffiziell dient er darüber
hinaus der Überwachung der Auszubildenden seitens der Ausbildungsbetriebe.

Die angehenden Automatiktechniker wählen neben den obligatorischen Fächern aus einer Liste
von fünf Fächern zwei Wahlfächer aus, z. B. weiterführende Regelungstechnik (EUC Syd, S. 10
und S. 44). Dieses ist im deutschen Rahmenlehrplan nicht explizit vorgesehen, allerdings um-
fasst die Schulbesuchsdauer in der Regel eine höhere Anzahl von Unterrichtsstunden als für die
Lernfelder und allgemeinbildenden Fächer insgesamt benötigt werden, so dass die einzelnen
Schulen hier ebenfalls Wahlmodule anbieten könnten. Dieses bietet auf deutscher wie auf däni-
scher Seite Möglichkeiten, auch solche Module mit windspezifischen Inhalten anzubieten, die
aufgrund ihrer Spezifik nicht oder nur schwer an anderer Stelle des Lehrplans verortet werden
können.

Schließlich sind die einzelnen Unterrichtsziele der Lehreinheiten in drei unterschiedliche Ni-
veaus eingeteilt: Anfänger, Routinierte und Fortgeschrittene (EUC Syd, S. 11). Diese Einteilung
hat meist nichts mit einem zeitlichen Fortschritt innerhalb der Ausbildung zu tun, sondern dient
dem Lehrer zur Orientierung über die notwendige Tiefe bei der Vermittlung der Inhalte. Eine
solche Gewichtung ist auf deutscher Seite nicht vorgesehen, sie liegt allenfalls aufgrund des ge-
wollten Abstraktionsgrades der Lernfelder im pädagogischen Ermessen der einzelnen Lehrkraft
bzw. der Bildungsgangkonferenz.

6.1.4 Inhaltliche Abgrenzung

Nach dem deutschen Rahmenlehrplan Mechatroniker sind insgesamt 1020 Unterrichtsstunden
im fachlich-technischen Bereich vorgesehen, ungleichmäßig verteilt auf 13 Lernfelder. Der däni-
sche Undervisningsplan weist hierfür etwa 1227 Stunden aus, verteilt auf fünf Unterrichtsblöcke.
Zusätzlich gibt es noch 179 Stunden für die Wahlfächer. In Dänemark wie in Deutschland um-
fasst eine Unterrichtsstunde 45 Minuten. Der Umfang für Wirtschaft-Politik (in DK „Samfunds-
fag“ und „Miljø“) erscheint im dänischen Plan etwas geringer als im deutschen, für Englisch
eher etwas höher (insgesamt DK 134 Stunden zu D ca. 80 Stunden).

Wie eingangs bereits erwähnt, wird beim Mechatroniker sehr viel mehr Gewicht auf den Be-
reich der Metalltechnik bzw. Metallbearbeitung gelegt. Dagegen wird der Aspekt der Fehlersu-
che an Systemen bei den Dänen in sämtlichen Lehreinheiten explizit hervorgehoben. Insgesamt
liegt der Mittelpunkt in der dänischen Ausbildung im Bereich Steuerungstechnik, sowohl ver-
bindungsprogrammiert als auch speicherprogrammiert. Sämtliche anderen Inhalte (z.B. elektri-
sche Maschinen, Messtechnik) scheinen in direktem Bezug auf diese Technik vermittelt zu wer-
den.

Eine grundsätzliche Übereinstimmung besteht in der Betonung von Gefahren und sicherheits-
technischen Aspekten – diese Inhalte bzw. Ziele sind Bestandteil sämtlicher Lehreinheiten des

Automatiktechniker, was für den Mechatroniker ebenfalls gilt, sofern es in dem jeweiligen Lernfeld um automatisierungstechnische Inhalte geht.

Die inhaltliche Abgrenzung gestaltet sich teilweise schwierig, da der dänische Unterrichtsplan sehr klare, fachliche Inhalte benennt, der deutsche Rahmenlehrplan dagegen entsprechend dem Lernfeldkonzept sehr abstrakt formuliert ist. So erscheint es grundsätzlich einfacher, vom dänischen Plan ausgehend Lernfelder im deutschen Plan zu suchen, an denen dieselben Inhalte „passen“ könnten.

Grundforløb fagmodul automatik og process im Vergleich zu den Lernfeldern 1, 2, 3, 4 und 7 Mechatroniker

Während der Rahmenlehrplan Mechatronik in den ersten beiden Lernfeldern (zusammen 120 Stunden) in erster Linie die Analyse und Beschreibung von Systemen und das Lesen, Ändern und teilweise Erstellen von Schaltplänen und Konstruktionszeichnungen mit dem Schwerpunkt Metallbearbeitung vorsieht, werden die dänischen Schüler sofort „an die Arbeit“ gelassen. Das heißt, sie bauen in den ersten 74 Stunden („Styringsteknik“) bereits eine Wendeschüttschaltung auf, nehmen einfache SPS-Programmierungen inklusive Dokumentation durch einen Ablaufplan vor, bauen SPS-Steuerungen und pneumatische Steuerungen auf und nehmen diese in Betrieb. Auch die „Sicherheitsanforderungen“ bei der Arbeit an elektrischen Anlagen und SPS-Steuerungen (in Deutschland Schutzmaßnahmen) sowie einfache Messungen mit einem Multi-Meter und die Beurteilung der Messungen spielen eine Rolle. Es werden nur die einfachsten Grundlagen der Elektrotechnik vermittelt (ohmsches Gesetz, Reihen- und Parallelschaltung).

Die Mechatroniker werden erst in Lernfeld 3 (100 Stunden) mit den Grundlagen der Elektrotechnik und Messtechnik konfrontiert, wobei ein Schwerpunkt auf den Gefahren des elektrischen Stromes und auf den Schutzmaßnahmen liegt. Grundlagen der Pneumatik, Hydraulik und Steuerungstechnik erscheinen erst in Lernfeld 4. Die Automatiktechniker stellen im Rahmen eines Steuerungsprojektes (148 Stunden) bereits eine Steuerung („styretavle“) für eine Maschine her. Dabei werden dann auch Konstruktionszeichnungen, mechanische Messwerkzeuge und Metallverarbeitung benötigt. Es wird eine Transformatorenwicklung berechnet und hergestellt, die Steuerung montiert und in Betrieb genommen. Die Erstellung einer Bedienungsanleitung schließt das Projekt ab.

Im Lernfeld 2 (80 Stunden) befassen sich die Mechatroniker mit der Metallbearbeitung, die beim Automatiktechniker nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt.

Insgesamt wird deutlich, dass der Fokus beim Automatiktechniker in dieser Anfangsphase stärker auf der tatsächlichen Handlung liegt, während beim Mechatroniker mehr die theoretische Durchdringung von Systemen und der technischen Grundlagen im Vordergrund steht.

Hovedforløb 1 automatik og proces im Vergleich zu den Lernfeldern 3,4,5,6 und 7 Mechatroniker

In diesem Abschnitt werden in Dänemark die Grundlagen der Elektrotechnik in einem Modul von 64 Stunden, inklusive Schutzmaßnahmen, Messtechnik (auch mit dem Oszilloskop) und Fehlersuche vermittelt – was bei den Mechatronikern bereits in Lernfeld 3 geschehen ist, also etwas früher.

Dann geht es beim Automatiktechniker 70 Stunden um elektrische Maschinen, genauer Aufbau, Wirkungsweise, Anschluss, Prüfung und Wartung von Gleich- und Wechsel- bzw. Drehstrommotoren. Dieses ist im Rahmenlehrplan Mechatroniker zwar nicht explizit vorgesehen, wird aber für gewöhnlich in Lernfeld 7 oder 11 behandelt. In Lernfeld 8 sind lediglich das Anschließen und Koppeln von Antriebseinheiten und Arbeitsmaschinen benannt.

Darüber hinaus erstellen und verändern die Automatiktechniker Schützsteuerungen, nehmen sie in Betrieb, betreiben Fehlersuche und dokumentieren sie (40 Stunden). Schaltpläne werden am PC erstellt. Die Schüler lernen den Aufbau einer SPS kennen, schließen sie an und programmieren sie bzw. ändern und parametrieren Programme und nehmen sie in Betrieb (34 Stunden). An einer Transportbandsteuerung wird ferner eine Fehlersuche durchgeführt; die Steuerung wird von den Schülern verdrahtet und durch eine Not-Aus-Funktion erweitert. Den Arbeitsablauf planen die Auszubildenden selbstständig (32 Stunden).

Einfache steuerungstechnische Schaltungen werden von den Mechatronikern in Lernfeld 4 angewendet und messtechnisch untersucht, wobei ebenfalls Gefahren und Sicherheitsaspekte eine große Rolle spielen. In Lernfeld 7 werden dann einfache Schaltungen und SPS-Programme entworfen, wobei auch erstmalig die Fehlersuche eine Rolle spielt.

Der Mechatroniker kennt ein eigenes Lernfeld 6 (40 Stunden) für das Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen, wobei auch Aspekte wie Ergonomie am Arbeitsplatz, Kalkulation und Qualitätsmanagement eine Rolle spielen. Diese sind im dänischen Plan nicht explizit aufgeführt.

Das Lernfeld 5 (40 Stunden) befasst sich mit Datenverarbeitungssystemen, was im dänischen Undervisningsplan ebenfalls nicht explizit vorgesehen ist. Hier wird der PC lediglich zur Programmierung der SPS und zum Zeichnen von Plänen genutzt, ferner ist das Internet Mittel zur Informationsbeschaffung.

Hovedforløb 2 automatik og proces im Vergleich zu den Lernfeldern 4,7,8 und 11 Mechatroniker

In dieser Lehreinheit befassen sich die angehenden Automatiktechniker in komprimierter Form mit hydraulischen Systemen, bauen diese teilweise um, warten sie, benennen Komponenten und tauschen sie aus (61 Stunden). Beim Mechatroniker werden hydraulische Systeme lediglich in Lernfeld 4 (60 Stunden) erwähnt. Dasselbe gilt für die pneumatischen Systeme (DK: 37 Stunden).

Der Undervisningsplan sieht weiter das strukturierte Programmieren von Schrittketten vor (54 Stunden), wobei auch verschiedene Sensoren angesprochen werden. Dieses decken die Mechatroniker in den Lernfeldern 7 (100 Stunden) und zum Teil 8 (140 Stunden) ab.

Das dänische Modul Fehlersuche (37 Stunden) entspricht inhaltlich zum Teil dem Bereich Instandsetzung aus Lernfeld 11 (insgesamt 160 Stunden), so z. B. systematische Fehlersuche mit den entsprechenden Messverfahren und Behebung von Programmfehlern.

Zu dem dänischen Modul CNC (74 Stunden) gibt es im deutschen Lehrplan keine Entsprechung.

Hovedforløb 3 automatik og proces im Vergleich zu den Lernfeldern 7,8 und 9 Mechatroniker

In dieser Lehreinheit tauchen im Undervisningsplan erstmals Regelungstechnik und Prozesstechnik (insgesamt 153 Stunden inklusive „Messen und kalibrieren“) und Elektronik (37 Stunden) auf. Während die Bereiche Prozesstechnik und Elektronik für den Mechatroniker nicht explizit vorgesehen sind, erscheinen regelungstechnische Systeme als Bestandteil von Lernfeld 8 (insgesamt 140 Stunden), in Ansätzen auch von Lernfeld 7 (100 Stunden). Prüf- und Messverfahren sind darüber hinaus Bestandteil von Lernfeld 9.

Hovedforløb 4 automatik og proces im Vergleich zu den Lernfeldern 8, 9, 10, 11, 12 und 13 Mechatroniker

Hier weist der Undervisningsplan den zweiten Teil Elektronik aus (37 Stunden), ansonsten geht es neben der Gesellenprüfung um fortgeschrittene SPS-Programmierung (109 Stunden) mit Verarbeitung analoger Signale, Vernetzung durch Feldbussysteme und Visualisierungen. Auch EMV-Bestimmungen spielen hierbei eine Rolle. Dies alles sind zum Teil Inhalte der Lernfelder 8, 9 und 11.

Des Weiteren weist der Undervisningsplan ein Modul „Maskinanlæg - Maschinenanlagen“ (76 Stunden) aus, hier geht es um ein komplexeres mechatronisches System (Transportband, Handhabungsgerät, Roboter, ...), welches aufgebaut und in Betrieb genommen wird. Außerdem erstellen die Schüler hier Bedienungsanleitungen und suchen Fehler. Ein zusätzliches Modul zur Sicherheit solcher Systeme ist mit 16 Stunden ebenfalls vorgesehen. Dieses wäre auf deutscher Seite wohl am ehesten mit den Zielen und Inhalten unter Lernfeld 11 vergleichbar, wo es um die Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung mechatronischer Systeme geht.

Die Lernfelder 10 (Planen der Montage und Demontage) und 13 (Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden) haben grundsätzlich keine äquivalenten Parallelen auf dänischer Seite. Das Lernfeld 12 (Vorbeugende Instandhaltung) ließe sich allenfalls dem Hovedforløb 1 – Modul Steuerungstechnik zuordnen, dort findet sich ein entsprechend benannter Inhalt, der jedoch eine eher untergeordnete Rolle spielen dürfte.

Tabellarischer Abgleich der meisten Inhalte

Da der dänische Plan wie bereits erläutert nach fachlichen Inhalten strukturiert ist, wurde in der folgenden tabellarischen Gegenüberstellung zunächst die Inhalte des dänischen Undervisningsplans aufgenommen und den jeweiligen Ausbildungsabschnitten zugeordnet. Die Lernfelder des RLP Mechatronik wurden dann durch einen Abgleich der Zielsetzungen diesen Inhalten zugeordnet (oberer Abschnitt des Lernfelds). Aufgrund der Arbeitsprozessorientierung des RLP wäre es grundsätzlich denkbar, dass einzelne im dänischen Lehrplan festgelegte Inhalte ausgelassen oder in einem anderen Lernfeld als hier vorgeschlagen unterrichtet werden.

Inhalte, die im Undervisningsplan nicht vorgesehen sind, wurden aufgrund ihrer Festlegung in den Lernfeldinhalten in die Tabelle aufgenommen (unterer Abschnitt des Lernfelds). Allerdings sind auch diese Inhalte zum Teil interpretierbar bzw. relativ breit oder abstrakt formuliert.

Tabelle 1: Tabellarischer Vergleich der Curricula Automatikttechniker und Mechatroniker

Inhalt oder Zielformulierung	UP Automatikttechniker – Abschnitt und Modul	RLP Mechatroniker – LF-Nr.
Anwendung gängiger Software (Textverarbeitung, CAD-Software)	Gfap ³ - Styringsteknik	LF1, LF5, LF6
Betriebssysteme, IT-Netze, Datenschutz, Datensicherheit, Ergonomische Gestaltung von Rechnerarbeitsplätzen	-	LF5, LF6
Informationsbeschaffung (CD-ROM, Kataloge, Internet)	Gfap - Styringsteknik	LF1, LF5
Zeit- und Kostenkalkulation	-	LF6
Dokumentation	Gfap - Styringsprojekt	LF1, LF6, LF11, LF12, LF13
Präsentation	-	LF1, LF13
Planung von Arbeitsabläufen/Zeitplanung/Organisation	Hap1 ⁴ – Bånd	LF6, LF10
Qualitätssicherung (Kontrolle/Bewertung der eigenen Arbeit)	Hap1 – Bånd	LF6, LF10, LF11, LF12
Arbeitssicherheit/Arbeitsschutz	Hap1 – Styringsteknik	LF4, LF6, LF8, LF10, LF12
Einweisung von Personal an Automatisierungssystemen	Hap3 - Processanlæg	LF13
Blockschaltbilder	-	LF1, LF9, LF11
Metalltechnik		
Messungen mit Zeichnungen abgleichen	Gfap - Styringsprojekt	LF2
Feilen, Bohren	Gfap - Styringsprojekt	LF2
Konstruktionsänderungen an Anlagen	Hap1 – Styringsteknik	LF2
Fehlersuche	Hap2 - Fejlfinding	LF11
Herstellung und Ersetzen mechanischer Teile an Automatisierungssystemen	Hap3 - Processanlæg	LF2
Mechanische Verbindungen	-	LF2
Werk- und Hilfsstoffe	-	LF2
Werkzeugkunde	-	LF2
Getriebe, Kupplungen	-	LF8
Transportmittel	-	LF10
Justierarbeiten	-	LF10
Grundlagen der Elektrotechnik		
Ohmsches Gesetz, gemischte Schaltungen	Gfap - Styringsteknik	LF3
Löten	Gfap - Styringsprojekt	-
Wechselstromtechnik	Hap1 - El-lære	LF3
Messtechnik		
Grundlagen (Multimeter, Bewertung von Messergebnissen)	Gfap - Styringsteknik	LF3
Oszilloskop	Hap1 - El-lære	LF3
Messungen an elektronischen Schaltungen	Hap3 - Elektronik	-
Erfassen physikalischer Prozessgrößen (Druck, Temperatur,	Hap3 – Måling og	LF7, LF8, LF9

³ Grundforløb fagmodul automatik og proces⁴ Hovedforløb 1 automatik og proces

Inhalt oder Zielformulierung	UP Automatikttechniker – Abschnitt und Modul	RLP Mechatroniker – LF-Nr.
Durchfluss, Füllstand)	kalibrierung	
Kalibrieren gewöhnlicher Messinstrumente in Automatisierungssystemen	Hap3 – Måling og kalibrierung Hap3 - Processanlæg	-
Bewertung von Kontrollmessungen	Hap3 – Måling og kalibrierung	LF7, LF8
Dokumentation von Messergebnissen	Hap3 – Måling og kalibrierung	LF9, LF11
Schutzmaßnahmen / Arbeitssicherheit		
Sicherheitsregeln, Schutzmaßnahmen	Gfap - Styringsteknik	LF3, LF8, LF11
Sicherheitsbestimmungen anwenden	Gfap – Styringsteknik Hap1 – El-lære Hap1 – AC/DC motorer	LF1 u. a.
Leitungen auswählen (Querschnittsberechnung), Schutzeinrichtungen	Hap1 – Bånd	LF3, LF8
Erstellung von Risikoanalysen bezüglich industrieller mechatronischer Systeme	Hap4 - Maskinsikkerhed	LF6
Elektrische Maschinen		
Wicklung eines Transformators (Berechnung und Herstellung)	Gfap - Styringsprojekt	-
Montieren eines Transformators	Gfap - Styringsprojekt	-
Prüfung eines Transformators (Wicklung)	Gfap - Styringsprojekt	-
Wirkungsweise von AC- und DC-Motoren	Hap1 – AC/DC motorer	LF7
AC- /DC-Antriebe auswählen, montieren und inbetriebnehmen	Hap1 – AC/DC motorer	LF8, LF11
Antriebe warten / instandhalten	Hap1 – AC/DC motorer	LF12
Fehlersuche an AC- und DC-Motoren (Hochspannungsmess.)	Hap1 – AC/DC motorer	LF11
Dahlanderschaltung	Hap1 – AC/DC motorer	LF8
Einphasen-AC-Motor	Hap1 – AC/DC motorer	LF8
Schrittmotoren inbetriebnehmen	Hap2 - CNC	ggf. LF8, LF11
Servosystem aufbauen und inbetriebnehmen	Hap2 - CNC	-
Steuerungstechnik		
Verbindungsprogrammierte Steuerungen aufbauen, prüfen, inbetriebnehmen	Gfap – Styringsteknik Hap1 – Styringsteknik	LF4, LF11
Verbindungsprogrammierte Steuerungen entwerfen	-	LF7
Fehlersuche, Instandsetzung, Wartung und Änderungen von verbindungsprogrammierten Steuerungen	Hap1 – Styringsteknik	LF4, LF11, LF12
Digitale Schaltungen aufbauen, Fehlersuche	Hap4 - Elektronik	LF4
Aufbau, Funktionsweise und Anwendungsgebiete von SPS-Steuerungen	Gfap – Styringsteknik Hap1 – PLC	LF7
SPS-Steuerungen montieren, anschließen, inbetriebnehmen, prüfen	Gfap - Styringsteknik Gfap – Styringsprojekt Hap1 – PLC Hap2 - PLC	LF7, LF11
SPS-Programmierung	Gfap – Styringsteknik Hap1 – PLC Hap2 - PLC	LF7, LF8
Schrittkettenprogrammierung, strukturierte Programmierung	Hap1 – PLC	LF8

Inhalt oder Zielformulierung	UP Automatikttechniker – Abschnitt und Modul	RLP Mechatroniker – LF-Nr.
	Hap2 - PLC	
Fehlersuche in Programmen	Hap2 - Fejlfinding	LF9, LF11
Dokumentation von SPS-Programmen	Gfap – Styringsteknik Hap2 - PLC	LF8
Analogwertverarbeitung durch SPS, Regelung durch SPS	Hap4 - PLC	ggf. LF8
Realisierung und Parametrierung von Feldbussystemen	Hap4 - PLC	LF9, LF11
Prozessvisualisierung und -überwachung / Diagnoseverfahren	Hap4 - PLC	LF9, LF11, LF12
Sicherheitsbestimmungen in Automatisierungssystemen, NOT-Aus	Gfap – Styringsteknik Hap2 - PLC	LF1, LF4
Lesen von Schaltplänen	Gfap - Styringsteknik	LF4
Sensorik (Auswahl, Ersatzbeschaffung, Montage von unterschiedlichen Sensoren)	Hap1 – PLC Hap2 - PLC	LF7, LF11
CNC-Maschinen: Grundlagen, Wartung und Instandhaltung, Fehlersuche und Instandsetzung	Hap2 - CNC	LF 8, LF11, LF12
CNC-Maschinen: Programmierung	Hap2 - CNC	LF8
Inbetriebnahme, Wartung, Fehlersuche, Instandsetzung von Automatisierungssystemen	Hap3 - Processanlæg	LF9, LF11, LF12
Wechselstromumrichter einstellen	Hap3 - Processanlæg	LF8
EMV	Hap4 – PLC Hap4 - Elektronik	LF3, LF11
Regelungstechnik		
Inbetriebnahme einer Antriebsregelung	Hap2 – CNC	LF8, LF11
Aufbau und Inbetriebnahme von regelungstechnischen Systemen (PID-Regler), Einstellung und Optimierung	Hap3 - Procesregulering	LF8, LF11
Fehlersuche und Instandsetzung	Hap2 - CNC	LF8, LF11
Theoretische Grundlagen	Hap3 - Procesregulering	LF7, LF8
Messtechnische Überwachung und Dokumentation (Diagramm-Schreiber)	Hap3 - Procesregulering	LF8, LF11
Vorbeugende Instandhaltung von Regelkreisen	Hap3 - Processanlæg	LF12
Elektronik		
Analoge Schaltungen (Operationsverstärker, Transistor, ...)	Hap3 - Elektronik	-
Elektronische Steuerungen	Hap3 - Elektronik	-
Fehlersuche an elektronischen Schaltungen	Hap3 - Elektronik	LF11
Pneumatik		
Wirkungsprinzipien, Anwendungsgebiete	Gfap - Styringsteknik	LF4, LF7
Auswahl von Komponenten	Gfap - Styringsteknik	LF7
Aufbau pneumatischer Systeme / elektro-pneumatischer Steuerungen	Gfap - Styringsteknik Gfap – Styringsprojekt Hap2 - Hydraulik	LF4, LF7
Sicherheitsbestimmungen pneumatischer Systeme (Druckluft), Umweltsanforderungen	Gfap – Styringsteknik Hap2 - Pneumatik	LF1
Lesen von Pneumatikplänen	Gfap - Styringsteknik	LF4
Änderung von pneumatischen Systemen	Hap2 - Pneumatik	LF4

Inhalt oder Zielformulierung	UP Automatikttechniker – Abschnitt und Modul	RLP Mechatroniker – LF-Nr.
Fehlersuche und Instandsetzung an pneumatischen Systemen	Hap2 - Pneumatik	LF8, LF11
Wartung und Instandhaltung pneumatischer Systeme	Hap2 - Pneumatik	LF12
Inbetriebnahme pneumatischer Systeme	Hap2 - Pneumatik	LF11
Druck, Kraft, Geschwindigkeit berechnen	Hap2 - Pneumatik	LF4, LF7
Hydraulik		
Hydraulische Systeme aufbauen, inbetriebnehmen, verändern	Hap2 - Hydraulik	LF4, LF7, LF11
Fehlersuche und Instandsetzung hydraulischer Systeme	Hap2 - Hydraulik	LF8, LF11
Wartung und Instandhaltung hydraulischer Systeme	Hap2 - Hydraulik	LF12
Hydraulische Komponenten auswählen und montieren	Hap2 - Hydraulik	LF7
Öl untersuchen	Hap2 - Hydraulik	-
Druck, Kraft, Geschwindigkeit berechnen	Hap2 - Hydraulik	LF4, LF7
Sicherheitsbestimmungen bezüglich Hydraulik	Hap2 - Hydraulik	LF1, LF4
Mechatronische Systeme		
Inbetriebnahme, Wartung, Fehlersuche, Instandsetzung, Überprüfung, Vorbeugende Instandhaltung mechatronischer Systeme	Hap4 - Maskinanlæg	LF11, LF12
Änderung	Hap4 - Maskinanlæg	LF8
Aufbau	Hap4 - Maskinanlæg	LF10
Dokumentation von Fehlern	Hap4 - Maskinanlæg	LF11
Instruktion von Bedienungspersonal	Hap4 - Maskinanlæg	LF13

Ausblick und Empfehlungen

Grundsätzlich lassen sich die vielen Inhalte sowohl des Rahmenlehrplan Mechatroniker als auch des Undervisningsplan for Automatikttechniker ohne weiteres anhand der in der Windenergie-Branche üblichen Technologie vermitteln – in einer WEA finden sich Antriebe (z. B. Azimut), Messeinrichtungen und Sensoren (z. B. Anemometer), regelungstechnische Teilsysteme (z. B. WEA wird „im Wind“ gehalten) und hydraulische Bremssysteme. Darüber hinaus kommt dem Bereich des Maschinenbaus eine hohe Bedeutung zu.

Eine gemeinsame Beschulung der beiden Ausbildungsberufe im Sinne eines grenzüberschreitenden Erfahrungsaustausches lässt sich in unterschiedlichen Ausbildungsabschnitten andenken. So wäre z. B. ein Besuch des Hap4 – Maskinanlæg durch die Mechatroniker im Rahmen von Lernfeld 10 oder 11 möglich.

Die Pneumatik- und Hydraulikmodule des Automatikttechnikers könnten mit Lernfeld 7 oder 8, die Gfap – Styringsteknik mit LF4, Hap1 – AC/DC motorer mit Lernfeld 8 oder 11 kombiniert werden.

6.2 Beruflichen Schule des Kreises Nordfriesland in Husum BSH

6.2.1 Empfehlungen zur Curricularevision

Anlässlich der in Kapitel 5 dargestellten Ergebnisse aus den Arbeitsstudien empfiehlt es sich, den derzeit gültigen Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin vom 30. Januar 1998 einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Es steht dabei die Frage im Mittelpunkt, in wie weit das gegebene Curriculum die spezifischen Anforderungen des Windenergiesektors an künftige Fachkräfte insbesondere im Servicebereich erfüllt oder ob es zumindest einen genügenden Spielraum für eine entsprechende unterrichtliche Ausrichtung gemäß dieser Anforderungen zulässt.

Grundsätzliche Zielsetzung des Rahmenlehrplans

In den berufsbezogenen Vorbemerkungen (Teil IV) erfolgt die eindeutige Zielsetzung der beruflichen Handlungsfähigkeit, so dass die unterrichtlichen Inhalte sich diesem Ziel unterzuordnen haben und entsprechend dem technologischen Wandel ggf. anzupassen sind. Diese eher offen gehaltenen Vereinbarungen des Lehrplans werden durch die relativ abstrakt formulierten Lernfelder bestätigt – die grundsätzlich arbeitsorientierte Struktur ermöglicht prinzipiell unterrichtliche Anpassungen in verschiedene Richtungen. Somit ist in jedem Fall ein gewisser Spielraum gegeben, die vorgeschriebenen Inhalte an einen beruflichen Schwerpunkt im Bereich der Windenergie anzupassen, wenn dadurch die berufliche Handlungsfähigkeit der Auszubildenden gefördert wird.

In die gleiche Richtung weisen die Ausführungen zur methodischen Umsetzung, die eine integrative Vermittlung unter anderem fremdsprachlicher respektive englischer Inhalte und des Arbeitsschutzes quer durch alle Lernfelder vorsieht. Dieses entspricht den Forderungen der Betriebe nach guten Englischkenntnissen und einer steten Aufmerksamkeit für Sicherheitsaspekte. Hiermit gehen die folgenden zitierten schulischen Ziele einher: „Die Schülerinnen und Schüler ... arbeiten im Rahmen der beruflichen Tätigkeit mit anderen Personen zusammen und kommunizieren mit ihnen auch in englischer Sprache; ... [Sie] verstehen Beschreibungen, Betriebsanleitungen und andere berufstypische Informationen in deutscher und englischer Sprache und bereiten sie für den Kunden verständlich auf.“ Hierunter ließe sich auch ein Hinweis auf die Dokumentation ausgeführter Arbeiten verstehen.

Weiter erscheint in dem Katalog das Ziel „Die Schülerinnen und Schüler ... entwickeln für die Fehlersuche und Beseitigung von Störungen begründete Vorgehensweisen und leiten aus Fehlerdiagnosen Folgerungen für die Fehlerbeseitigung ab“ - auch dieses trat in den verschiedenen analysierten Arbeitsprozessen häufig als eine zentrale Anforderung an die Fachkräfte hervor, ebenso wie „... [Sie] sichern durch Einhaltung von Wartungsvorschriften die störungsfreie Arbeit von Anlagen und Systemen. Ihr Qualitätsbewusstsein befähigt sie, Qualitätsstandards einzuhalten...“. Die letztgenannte Kompetenz kann für den Servicebereich als zentrale Voraussetzung beruflicher Handlungskompetenz gelten.

Schließlich sei das Ziel „Die Schülerinnen und Schüler ... nutzen den Computer als Arbeitsmittel“ genannt, welches aufgrund der Ausführungen in den Experteninterviews zur Arbeit mit dem Laptop nicht weiter erörtert werden muss.

Von der Seite der grundsätzlichen schulischen Ziele des Curriculums für die Mechatroniker/Mechatronikerinnen besteht also keinerlei Handlungsbedarf – sie gelten umfassend auch für den Servicebereich der Windenergie und dürften hier keine Wünsche offen lassen.

Inhaltliche Ausgestaltung und Zielsetzung der Lernfelder

Da sich die 13 Lernfelder gegenseitig ergänzen erscheint es von vornherein problematisch, einzelne Lernfelder auf inhaltliche Mängel hin zu untersuchen. Die Gesamtbetrachtung des Curriculums zeigt insbesondere einen zentralen Mangel in Bezug auf das System „Windenergieanlage“ auf: Da der Ausbildungsberuf Mechatronik/Mechatronikerin in den höheren Lernfeldern einen Schwerpunkt auf der Automatisierung, Regelung und Vernetzung im industriellen Feldbereich legt und dieses für den Bereich der Windenergie von eher geringer Bedeutung scheint, fehlt die Zeit für eine intensive Behandlung von Antriebs- und generatorischen Systemen und ihrer Netzanbindung über Leistungselektronik und Netztransformatoren. Wird der Begriff „Antriebe“ in den Lernfeldern 7 und 8 zumindest noch kurz erwähnt, sind elektrische Maschinen im Generatorbetrieb und ihre Netzanbindung über eine entsprechende Umrichtertechnik gar nicht vorgesehen.

Gemäß der Analyse der Arbeitsprozesse liegt hier der zentrale curriculare Anpassungsbedarf für den Windenergiebereich, da die genannten Kenntnisse für Servicemonteure eine hohe Bedeutung haben. Im Folgenden sei eine entsprechende Anpassung des Lernfelds 8 vorgeschlagen, Änderungen bzw. Ergänzungen sind kursiv-fett gedruckt:

Lernfeld 8 Design und Erstellen Analyse, Anbindung und Anpassung mechatronischer Systeme	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert in Stunden: 140
Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Struktur und den Signalverlauf eines aus mehreren Komponenten bestehenden mechatronischen Systems. Sie analysieren den Einfluss wechselnder Betriebsbedingungen auf den Prozessablauf. Sie erkennen Fehler durch Signaluntersuchungen an Schnittstellen und beseitigen die Fehlerursachen. Sie nutzen Verfahren zur messtechnischen Erfassung von Energieflüssen, Steuerungs- und Regelungsabläufen, bereiten die Ergebnisse auf und dokumentieren sie. Sie wenden Kenntnisse der Steuerungs- und Regelungstechnik an, um Geschwindigkeit bzw. Drehzahl von Bewegungen zu beeinflussen. Sie sind befähigt, direkte oder indirekte Verbindungen von Antriebseinheiten anzuschließen und generatorischen Einheiten mit elektrischen Versorgungsnetzen zu realisieren und zu parametrieren, wählen Kopplungsvarianten zwischen Antriebseinheiten und Arbeitsmaschinen aus und setzen diese zielgerichtet ein. Ihnen sind Ursachen und Auswirkungen von Überlastungssituationen bekannt. Sie bestimmen die technischen Parameter erforderlicher Schutzeinrichtungen und wählen diese aus. Schaltungsänderungen werden in die technischen Unterlagen eingearbeitet. Gefahrenquellen sind ihnen bekannt. Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes werden von ihnen beachtet. Sie können steuerungs- und regelungstechnische Zusammenhänge und die Funktionsweise ausgewählter Antriebseinheiten und generatorischer Einheiten in englischer Sprache beschreiben. Programmierverfahren werden beherrscht.	

Inhalte:

- Betriebskennwerte und Kennlinien von Antrieben *und Generatoren*
- Grenzwerte
- Funktionsweise, Auswahl und Einstellung von Schutzeinrichtungen
- Steuern und Regeln von Antrieben *und Generatoren*
- **Bauelemente und Grundschaltungen der Leistungselektronik**
- Transformatoren
- Positionierungsvorgänge, Freiheitsgrade
- ~~Prüf- und Messverfahren zur Positionsbestimmung~~
- Getriebe, Kupplungen
- Einarbeiten von Änderungen in vorhandene Unterlagen
- ~~Programmieren von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen~~
- Computersimulation
- Messwerterfassung an Schnittstellen

Für das Lernfeld 5 „Kommunizieren mit Hilfe von Datenverarbeitungssystemen“ empfiehlt sich eine Erweiterung bzw. Konkretisierung um den Aspekt der technischen Gegebenheiten bei vernetzten IT-Systemen. Hierbei geht es zum einen um Adressierung und zum anderen um den Umgang mit Datenleitungen, beispielsweise Lichtwellenleitern.

Das Lernfeld 6 „Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen“ wirkt seit je her etwas gegenläufig zu dem sonst im Lehrplan recht konsequent verfolgten Gedanken der Orientierung an tatsächlichen Arbeitsabläufen. Zwar gehört zu jedem Arbeitsprozess eine gewisse Planung und ev. auch organisatorische Erwägungen, jedoch sind diese meist nur Teil eines Gesamtprozesses. Folglich empfiehlt sich eine Integration dieses Lernfeldes in andere Lernfelder, beispielsweise in das Lernfeld 11.

Alternativ böte sich auch eine Zusammenlegung von Lernfeld 6 und Lernfeld 10 „Planen der Montage und Demontage“ zu einem neuen Lernfeld „Organisation und Planung mechatronischer Projektierungen“ an, in dem dann tatsächlich eine isolierte Betrachtung der Arbeitsprozesse auf einer Planungsebene möglich wäre. Konkret für den Windbereich ließen sich hier Ziele wie das Einrichten von Baustellen, Umgang mit zuständigen Stellen, Disposition von Spezialwerkzeugen, Logistik, Umweltmanagement etc. vorstellen.

Der folgende Vorschlag für ein solches Lernfeld 9 als Ersatz für bisher Lernfeld 6 und Lernfeld 10 ist als eine in diese Richtung zielende Diskussionsgrundlage zu verstehen:

Lernfeld 9	3. Ausbildungsjahr
	Zeitrichtwert in Stunden:
Organisation und Planung mechatronischer Projektierungen	80
Zielformulierung:	
Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die betrieblichen Organisationsstrukturen und organisieren die Teamarbeit sowie die Zusammenarbeit verschiedener Gewerke nach funktionalen, fertigungstechnischen, ökonomischen und ökologischen Kriterien. Sie beziehen bereits in der Vorbereitungsphase geltende Vorschriften des Gesundheits- und Arbeitsschutzes in ihre Überlegungen ein.	
Sie beherrschen die Planung und Vorbereitung der Montage und Demontage mechatronischer Systeme. Sie überprüfen Montagebedingungen am Aufstellungsort, planen den Einsatz der erforderlichen Hilfsmittel und stellen die Betriebsbereitschaft aller für den Arbeitsablauf notwendigen technischen Mittel und Werkzeuge her.	
Die Möglichkeiten von Datenverarbeitungssystemen zur Planung des Ablaufes und zur Dokumentation aller notwendigen Steuerungs- und Organisationsschritte werden genutzt.	

Sie erklären den Ablauf der Arbeitsprozesse und können Arbeitsergebnisse mithilfe von Verfahren zur Qualitätskontrolle beurteilen.

Sie verständigen sich in Englisch über Montageanleitungen.

Inhalte:

- Betriebliche Montageunterlagen
- Materialdisposition
- Bedingungen für das Arbeiten am Montageort und Unfallschutz unter Berücksichtigung der Vorschriften
- Sicherheitsmaßnahmen und deren Prüfung
- Analyse und Darstellungsverfahren von Arbeitsabläufen
- Einfache Zeit- und Kostenkalkulation
- Qualitätsmanagement
- Ver- und Entsorgung und Recycling
- Transportmittel, Hebezeuge und Montagehilfen
- Prüfungen während der Montage

Die bisher dem Lernfeld 10 zugeordneten Inhalte „Form- und Lagetoleranzen“ und „Justierarbeiten“ könnten in Lernfeld 12 „Vorbeugende Instandhaltung“ behandelt werden.

6.2.2 Durchgeführte Änderungen und Evaluation

Im November 2007 fand an der Beruflichen Schule des Kreises Nordfriesland in Husum ein englischsprachiges Unterrichtsmodul für deutsche auszubildende Mechatroniker und dänische Automatiktechniker mit dem Ziel statt, die grundsätzliche Wirkungsweise, die Anschlussmöglichkeiten sowie mögliche Fehlerarten von Drehstromantrieben und -generatoren zu vermitteln. Für die deutschen Auszubildenden bedeutete dieser Unterrichtsabschnitt eine Lernsituation im Lernfeld 8, für die Dänen war es ein Wahlpflichtmodul.

Der praktische Ablauf bestand in praxisnahen Arbeitsaufträgen (z. B. Ersetzen eines defekten Azimutantriebes), deren Bearbeitung aus einem Wechselspiel von Laborübungen und theoretischen Aufgaben bestand. Unterstützt wurden die Schüler dabei durch eine Reihe von Lehrer-Präsentationen mit einem eher theoretischen Schwerpunkt. Am Ende der dreitägigen Unterrichtssequenz bauten die Schüler einen doppelt gespeisten Asynchrongenerator mithilfe eines Schleifringläufer-Motors und eines Funktionsgenerators im Labor nach.

In der nachstehenden Tabelle 2 sind die Ergebnisse der abschließenden schriftlichen Befragung der Teilnehmer zusammen gefasst. Die Anzahl der Nennungen ist jeweils differenziert nach dänischen und deutschen Schülern in der Form DK/DE angegeben. Insgesamt nahmen 11 dänische und 8 deutsche Schüler an der Befragung teil.

Es sind durchweg positive Rückmeldungen zu verzeichnen. Signifikante Abweichungen in den Nennungen deutscher und dänischer Schüler liegen nur bei einzelnen Fragen vor. So wurde die Klarheit und Verständlichkeit der Erklärungen und Erläuterungen der Lehrkraft von den dänischen Schülern deutlich schlechter beurteilt (V.1). Dies könnte in der Asymmetrie der Situation von deutschen Schülern in der gewohnten Umgebung und gastierenden dänischen Schülern in einer fremden Schule begründet liegen. Zum einen kannten die deutschen Schüler die Lehrkraft, zum anderen orientierten sich möglicherweise manche englischsprachigen Erläuterungen und Erklärungen an zuvor in deutscher Sprache vorformulierten Gedanken (ähnlich auch (IV.1)). Weiter zeigen sich signifikante Unterschiede in II.3 und II.4. Auch hier kann angeführt werden,

dass die spezifische Situation für die dänischen Schüler natürlich eine ungleich größere Herausforderung darstellte als für die deutschen Schüler in gewohnter Umgebung. Die Lernenden empfanden die präsentierten Unterrichtsinhalte als relevant für ihre berufliche Arbeit (I.2), was als gewisse Bestätigung der in 6.2 vorgeschlagenen Änderungen für Lernfeld 8 angesehen werden kann.

Ungeachtet des ungleich höheren Vorbereitungsaufwandes für die Lehrkraft lässt es sich feststellen, dass in der gezeigten Form in englischer Sprache durchgeführter Unterricht zu gleichermaßen hoher Akzeptanz bei dänischen und deutschen Schülern führt. Die Schüler legten deutlich nahe, derartige Angebote künftig regelmäßig zu unterbreiten (vgl. VI.2).

Tabelle 2: Schüleraustausch in Deutschland
1 = fully correct; 2 = mostly correct; 3 = seldom correct; 4 = not correct

I	Concerning the content of teaching	1	2	3	4	Ø
1	The contents of teaching where interesting.	-/-	7/7	4/1	-/-	2,4/2,1
2	There has been close relations to my professional work (now or in future).	2/4	8/3	1/1	-/-	1,9/1,6
3	The contents of teaching where adequate to the performance level of the students.	3/1	1/4	3/3	3/-	2,4/2,6
II	Concerning the climate of learning	1	2	3	4	Ø
1	The relationship between students and teachers was friendly and nice.	9/5	-/3	1/-	1/-	1,5/1,4
2	The relationship between german and danish students was friendly and nice.	8/5	2/3	-/-	1/-	1,5/1,4
3	The challenge concerning the language stimulated the climate of work.	4/2	6/5	1/1	-/-	1,7/2,3
4	The teamwork of german and danish students stimulated the climate of work.	4/2	6/5	1/1	-/-	1,7/2,3
5	The climate of work was settled and nice.	5/3	4/5	2/-	-/-	1,7/1,6
III	Concerning the style of teaching	1	2	3	4	Ø
1	The lessons were held interesting.	-/-	7/6	4/2	-/-	2,4/2,3
2	The lessons contained enough phases of exercise and deepening.	3/2	5/3	3/3	-/-	2,0/2,5
3	The lessons were structured good.	3/2	7/6	1/-	-/-	1,8/1,8
4	The aims of the lessons were made clear/were transparent.	3/1	5/5	2/2	1/-	2,1/2,1
5	Autonomous thinking and working were encouraged.	1/-	9/5	1/3	-/-	2,0/2,4
6	The media selection was adequate.	3/3	7/4	1/-	-/1	1,8/1,9
IV	Concerning the work orders and homework	1	2	3	4	Ø
1	The tasks were understandable formulated.	3/1	2/5	4/2	2/-	2,5/2,1
2	The tasks helped me to understand the technical causal relations.	4/2	4/4	2/2	1/-	1,7/2,0
3	Character and length of the tasks were adequate.	3/2	4/3	4/3	-/-	2,1/2,1
V	Concerning the teachers	1	2	3	4	Ø
1	The teachers were able to declare causal relations in an understandable way.	5/3	4/5	1/-	1/-	2,5/1,6
2	The teachers appeal motivating to me.	1/2	6/6	3/-	-/-	2,0/1,8
3	The teachers offered good support within the laboratory phases.	6/3	3/5	-/-	1/-	1,5/1,6
VI	Fazit	1	2	3	4	Ø
1	Such german-danish teachings should be repeated regularly.	3/-	8/7	-/1	-/-	1,7/2,1
2	Common activities of the students outside of the lessons took place.	-/-	4/5	6/1	1/1	2,7/2,4

Neben dieser unterrichtlichen Anpassung aufgrund curricularer Empfehlungen wurden im Rahmen des bestehenden Curriculums verschiedene Lernsituationen an die Bedarfe des Windenergiesektors angepasst. So wurde beispielsweise in Lernfeld 9 „Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen“ ein WEA-Modell mit automatischer Windnachführung von den Schülern entwickelt und gebaut. Diese Windnachführung erfolgt durch den Abgleich der Winkel zweier Absolut-Drehgeber, die ihre Daten über Profi-Bus an eine SPS weitergeben. Ein ähnliches Verfahren kommt auch bei vielen Herstellern in der Praxis zum Einsatz.

In Lernfeld 3 „Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte“ erfolgte die Betrachtung der Schutzmaßnahmen auch in Bezug auf die besonderen Herausforderungen bei Windenergieanlagen, beispielsweise dem Blitzschutz oder den ungewöhnlich hohen elektrischen Strömen.

In Lernfeld 6 „Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen“ wurde besonderes Augenmerk auf die BGI 594 „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“ und auf die BGI 657 „Windenergieanlagen“ in Verbindung mit entsprechenden Schutzmaßnahmen gelegt, wie z. B. der Potenzialtrennung bei Arbeiten innerhalb der Nabe.

Des Weiteren erfolgte in Lernfeld 8 „Design und Erstellen mechatronischer Systeme“ eine Untersuchung von Gleichstrom-Reihenschluss-Motoren im Unterricht, da diese sonst eher selten gewordenen Maschinen in vielen Windenergieanlagen als Pitch-Antriebe zum Einsatz kommen.

Alle diese „kleinen“ Anpassungen sind ohne weiteres mit dem gültigen Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin vom 30. Januar 1998 vereinbar, da es sich bei Windenergieanlagen entsprechend der plakativen Aussage eines Gesprächspartners aus den Arbeitsstudien um „mechatronische Systeme, die eben nur etwas größer und etwas höher als normal sind“ handelt.

6.3 EUC Syd

6.3.1 Empfehlungen für die Anpassung der Bekanntmachung für den Automatiktécniker

Die dänische Ausbildung für den Automatiktécniker ist eine Grundausbildung, die sich an mehrere verschiedene Branchen und Firmen richtet. Sie werden überwiegend in der Mittel- und Großindustrie sowie bei Prozessfirmen eingesetzt. Dies führt dazu, dass durch die verschiedenen technischen Einheiten die Ausbildung und somit ebenso das Einsatzfeld des Automatiktécnikers besonders breitgefächert aufgestellt ist.

Im Unterricht werden typische praktische Beispiele, Aufgaben, Projekte und Ähnliches einbezogen. Darüber hinaus existieren Wahlfächer und wahlfreie Spezialfächer. In beiden Arten des Unterrichts können Techniken einbezogen werden, die sich speziell an die Windenergie-Branche richten.

Im Anschluss erfolgt eine Beschreibung, auf welche Art und Weise die Windenergietechnologie in die Ausbildung mit einbezogen werden kann. Im Projekt wurde ursprünglich die Ausbildungsbekanntmachung 738 vom 28.06.2006 als Ausgangspunkt für die Empfehlungen vorgesehen. Da seit dem 01.07.2008 eine neue Ausbildungsbekanntmachung vorliegt wurde entschieden, dass für die Empfehlungen in diesem Abschnitt die neue Bekanntmachung als Ausgangspunkt dienen soll.

In den Untersuchungen, die in Verbindung mit dem IMWatT-Projekt vorgenommen wurden, erfolgte eine Fokussierung auf folgende Geschäftsfelder:

- Herstellung von Windenergieanlagen
- Bau und Installation von Windenergieanlagen

- Service und Wartung von Windenergieanlagen

Ein Atomatiktekniker wird typischerweise mit dem Service und der Wartung beschäftigt sein, weswegen wir uns bei diesen Empfehlungen auf dieses Geschäftsfeld konzentriert haben.

Untersuchungen in Firmen

Das Resultat der Arbeitsanalysen bei den Firmen hat ergeben, dass innerhalb des Geschäftsfeldes Service und Wartung Mitarbeiter mit folgenden Kompetenzen gebraucht werden:

- **Kommunikation:** Schriftliche wie auch verbale Kommunikation mit Kollegen oder Personen von anderen Unternehmen.
- **Dokumentation:** Die ordentliche, sachgemäße und möglichst ausführliche Dokumentation der durchgeführten Arbeiten.
- **Englisch:** Beherrschung der englischen Sprache in Wort und Schrift.
- **Netzwerk und Computerkenntnisse:** Grundlegende Computerkenntnisse sowie der Umgang mit typischer Officesoftware und der entsprechenden Software zur Arbeit mit der Windenergieanlage. Aufbau von Netzwerken und Vernetzung von Anlagen.
- **Mechanik:** Grundlegende Kenntnisse über die mechanischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Kupplung, Hauptwelle, Getriebe, Nabe. Hinzu kommen physikalische Grundlagen wie Reibkräfte, Torsion, Drehmoment usw.
- **Hydraulik:** Grundlegende Kenntnisse über die hydraulischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Pitch und Bremsen.
- **Elektrotechnik:** Grundlegende Kenntnisse über die elektrotechnischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Schaltpläne/-schränke, Wechsel-/Gleichstrommaschinen, Dreieck-/Sternmotor, Generatoren, Umrichter, Akkumulatoren usw.
- **Messung von elektrischen Größen:** Korrektes Vorgehen bei der Durchführung von Messungen, Auswahl der richtigen Messmittel und Kenntnisse über die Bedeutung der Ergebnisse und im Besonderen das Wissen um die Gefahren und Folgen fehlerhaften Messens.
- **Sicherheitsaspekte und –maßnahmen (Elektro-Bereich):** Spezielle Kenntnisse zur sicheren Arbeit mit elektrischen Strömen.
- **Sicherheitsaspekte und –maßnahmen:** Kenntnisse bei der Einhaltung der geltenden Sicherheitsregeln bei der Arbeit an den Windenergieanlagen.
- **Störfälle:** Logisches und strukturiertes Vorgehen bei der Fehlersuche. Kenntnisse über mögliche Störfälle, deren Ursachen und mögliche Lösungen.

Nachfolgend eine Liste woraus die einzelnen Forderungen für die Einhaltung der existierenden Ausbildungsbekanntmachung hervorgehen.

Ausbildungsordnung für Automatikttechniker

- **Kommunikation:** Schriftliche wie auch verbale Kommunikation mit Kollegen oder Personen von anderen Unternehmen.
- **Dokumentation:** Die ordentliche, sachgemäße und möglichst ausführliche Dokumentation der durchgeführten Arbeiten.

Fag:	142 Dokumentation og kravspecifikation I
Niveau:	Begynder
Varighed:	1,0 uger
Fagkategori:	Område-/specialefag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.

Nr.	Målpind
-----	---------

- | | |
|---|---|
| 1 | Eleven kan anvende og udarbejde den dokumentation, der kræves for et automatisk styret anlæg |
| 2 | Eleven kan med udgangspunkt i produkt- funktions- og designkrav udarbejde en kravspecifikation |
| 3 | Eleven kan anvende accepttest i form af FAT, factory acceptance test og SAT, site acceptance test |
| 4 | Eleven kan udarbejde brugerinstruktion for betjening af automatiske anlæg |

Abbildung 58: Die Ziele 1 und 4 dienen der Dokumentation ausgeführter Arbeiten sowie der Ausarbeitung von Betriebsanleitungen.

Fag:	23039 Læring, kommunikation og samarbejde 2,0 uge
Niveau:	Uden niveau
Varighed:	2,0 uger
Fagkategori:	Grundfag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 13-skala, Standpunktskarakter. -, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.

Nr.	Målpind
-----	---------

- | | |
|---|---|
| 1 | Eleven kan dokumentere indsigt i læreprocesser og egne motivationsmæssige styrker og udviklingspotentialer. |
| 2 | Eleven kan anvende evaluering og selvevaluering som redskab til sin lære- og udviklingsproces. |
| 3 | Eleven kan udvise medansvar for tilrettelæggelsen af egne og andres læreprocesser. |
| 4 | Eleven kender til og kan fungere i forskellige samarbejds- og kommunikationssituationer. |
| 5 | Eleven kan reflektere over og diskutere arbejdsprocesser. |

Abbildung 59: Lernziel 5 kann für die Verbesserung des Kommunikationsprozesses des einzelnen Schülers genutzt werden.

- **Englisch:** Beherrschung der englischen Sprache in Wort und Schrift.

Fag:	23008 Engelsk
Niveau:	E
Varighed:	2,0 uger
Fagkategori:	Grundfag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	- , 13-skala, Eksamen. - , 13-skala, Standpunktskarakter. - , Procent skala, Eksamen. - , 7-trinsskala, Eksamen. - , 7-trinsskala, Standpunktskarakter.
Nr.	Målpind
1	Eleven kan anvende fremmedsproget hensigtsmæssigt i erhvervsfaglige, samfundsmæssige og almene sammenhænge.
2	Eleven kan anvende et enkelt, men rimeligt sammenhængende sprog i erhvervsfaglige og samfundsmæssige og almene sammenhænge.
3	Eleven kan anvende, hensigtsmæssige tale-, skrive-, lytte- og læsestrategier.
4	Eleven kan anvende såvel verbale som nonverbale strategier.
5	Eleven kan dokumentere forståelse af enkle og mere sammenhængende tekster og kontekster på fremmedsproget.
6	Eleven kan læse og dokumentere forståelse af enkle og mere sammenhængende tekster på fremmedsproget.
7	Eleven kan skrive i et enkelt, men rimeligt sammenhængende sprog om erhvervsfaglige, samfundsmæssige og almene forhold på fremmedsproget.
8	Eleven kan redegøre for og i et enkelt, men rimeligt sammenhængende sprog tale om erhvervsfaglige, samfundsmæssige og almene forhold på fremmedsproget.
9	Eleven kan genkende og redegøre for forskelle og ligheder imellem fremmede og egne kulturer.
10	Eleven kan anvende begyndende sproglig opmærksomhed og viden til formidling i erhvervsfaglige, samfundsmæssige og almene sammenhænge.
11	Eleven kan anvende IT til kommunikation, informationssøgning, sprogtræning og tekstproduktion.
12	Eleven kan genkende og redegøre for forskelle og ligheder imellem egen og andres kultur.

Abbildung 60: Alle Lernziele werden genutzt, um das Ziel in Englisch zu erreichen

- **Netzwerk und Computerkenntnisse:** Grundlegende Computerkenntnisse sowie der Umgang mit typischer Officesoftware und der entsprechenden Software zur Arbeit mit der Windenergieanlage. Aufbau von Netzwerken und Vernetzung von Anlagen.

Informationstechnologie

Das Ziel des Faches ist es, die Voraussetzungen der Schüler für die Arbeit mit informationstechnologischen Aufgaben und Problemstellungen, die typisch für ihre Ausbildung und den späteren Beruf sind, zu stärken. Das Fach soll übergeordnet dazu beitragen, dass die Schüler einen Computer bedienen können und das Verständnis des Schülers und die Fähigkeit zu einer Reflexion in Verbindung mit IT-relevanten Problemstellungen zu entwickeln. Hierbei wird ihre persönliche und fachliche Voraussetzung gestärkt, um in einem informationstechnologischen und wissensbasierten Arbeitsumfeld und der entsprechenden Gesellschaft zu agieren.

Das Ziel des Unterrichtes ist, dass der Schüler

1. die generellen Funktionen der informationstechnologischen Werkzeuge für die Text- und Zahlenbearbeitung bedienen kann sowie den Wert des Nutzens dieser Werkzeuge versteht.
2. die Begriffe und Methoden versteht, die für die Anwendung des Computers für die Aufgabenlösung innerhalb des Unterrichtsziels notwendig sind.

3. die elektronische Kommunikation und Informationsbeschaffung auf grundlegendem Niveau anwenden kann.
4. die generellen Anforderungen an das Arbeitsmilieu in Verbindung mit der Errichtung und Anwendung eines Computerarbeitsplatzes erklären kann.
5. sich gegenüber den IT-Anwendungen im Allgemeinen, in der Gesellschaft, in der Branche und im Verhältnis zur lebenslangen Kompetenzentwicklung entsprechend verhalten kann – hierzu darüber reflektieren, welche Konsequenzen die informationstechnologische Entwicklung für den einzelnen Menschen hat.
6. Lösungen der IT-relevanten Problemstellungen dokumentieren und vermitteln kann.

Dieses Fach wird während des Grundverlaufs durchgeführt, dabei wird im Fach mit den Standard Office-Programmen am PC gearbeitet.

Das Fach behandelt **weder** Netzwerke noch deren Errichtung.

- **Mechanik:** Grundlegende Kenntnisse über die mechanischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Kupplung, Hauptwelle, Getriebe, Nabe. Hinzu kommen physikalische Grundlagen wie Reibkräfte, Torsion, Drehmoment usw.

Dieses Fach gibt es in der Ausbildung zum Automatiktechniker **nicht**.

In der Ausbildung zum Automatiktechniker existiert eine Reihe wahlfreier Spezialfächer, die der Ausbildung hinzugefügt werden können, eins dieser Fächer lautet „Transmission und Mechanik“.

Fag:	168 Transmissioner og mekanik
Niveau:	Rutineret
Varighed:	1,0 uger
Fagkategori:	Område-/specialefag
Bundet/Valgfri:	Valgfri
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.
Nr.	Målpind
1	Eleven kan udføre korrekt reparation og vedligehold af mekaniske transmissioner, samt deltage ved 2Drift og energioptimering2 af transmissionssystemer
2	Eleven opnår viden om opbygning, - virkemåde, - vedligehold og beregninger af rem og kædetransmissioner, samt tandhjul og gear transmissioner
3	Eleven opnår viden om de grundlæggende teorier vedr. remtransmissioner, herunder konstruktion, profil, længdeberegning samt anvendelsesområde
4	Eleven opnår viden om remhjulstyper, herunder dimensionering, pro-fil, udboring og hjulmaterialer, herunder kendskab til fremstillings-procedurer af remtyper, bremsebelægninger, transportbånd og slanger
5	Eleven opnår viden om de optimeringsmuligheder, som kan opnås ved korrekt valg og dimensionering af forskellige transmissionssystemer, herunder anvendelse af spare-motorer, softstartere og fre-kvensomformere
6	Eleven kan montere og demontere remhjul med tilhørende remme eller transportbånd, samt foretage korrekt opretning af transmissionen og ud fra beregninger/tabeller foretage simple beregninger af remtransmissioner
7	Eleven kan montere og demontere kædehjul med tilhørende kæder, faste og fleksible koblinger samt foretage korrekt opretning af transmissionen inden for opgivne tolerancer

Abbildung 61: Lernziele 1, 2, 3 und 4 in diesem Fach wenden mechanische Arbeitsprozesse an.

Fag:	23010 Fysik
Niveau:	F
Varighed:	2,0 uger
Fagkategori:	Grundfag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	Mundtlig evaluering, 13-skala, Eksamen. Mundtlig evaluering, 13-skala, Standpunktskarakter. Mundtlig evaluering, 13-skala, Delkarakter. Mundtlig evaluering, 7-trinsskala, Delkarakter. Mundtlig evaluering, 7-trinsskala, Eksamen. Mundtlig evaluering, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.
Nr.	Målpind
1	Eleven kan anvende fysiske begreber og modeller til at forklare erhvervsfaglige problemstillinger med fysikfagligt indhold.
2	Eleven kan foretage beregninger i sammenhæng med det fysikfaglige arbejde.
3	Eleven kan arbejde eksperimentelt med faget ud fra en naturvidenskabelig tankegang.
4	Eleven kan arbejde sikkerhedsmæssigt korrekt ved anvendelse af udstyr.
5	Eleven kan søge, udvælge og anvende relevante fysikfaglige informationer fra forskellige informationskilder, herunder IT-baserede informationskilder.
6	Eleven kan dokumentere og formidle resultater af sit arbejde med fysikfaglige emner.

Abbildung 62: Die Ausbildung beinhaltet das Fach Physik, welches für die physikalischen Grundlagen von Kräften, Drehmoment usw. genutzt werden kann

- **Hydraulik:** Grundlegende Kenntnisse über die hydraulischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Pitch und Bremsen.

Fag:	147 Hydraulik og pneumatik
Niveau:	Rutineret
Varighed:	1,5 uger
Fagkategori:	Område-/specialefag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.
Nr.	Målpind
1	Eleven kan opbygge, idriftsætte, vedligeholde, fejlsøge og fejllrette på automatiske maskiner og anlæg, der indeholder hydrauliske, pneumatisk og el-pneumatiske kredsløb
2	Eleven kan foretage mindre ændringer og udvidelser af eksisterende hydrauliske, pneumatisk og el-pneumatiske anlæg ud fra funktionsbeskrivelse, samt udvælge komponenter hertil
3	Eleven kan indkøre hydrauliske, pneumatisk og el-pneumatiske anlæg efter specifikationer, foretage kontrolmålinger, og dokumentere anlægget efter gældende standarder, og således, at dokumentationen kan anvendes i forbindelse med instruktion af brugere
4	Eleven kan foretage forebyggende vedligehold på igangværende hydrauliske, pneumatisk og el-pneumatiske anlæg
5	Eleven kan udvælge instrumenter og foretage systematisk, metodisk fejlfinding og fejltrening til komponentniveau, samt udskifte og reparere til komponentniveau efter dokumentation
6	Eleven kan fremstille dokumentation og brugervejledning i forbindelse med ændringer og mindre nykonstruktioner på hydrauliske, pneumatisk og el-pneumatiske anlæg
7	Eleven skal udbygge sit kendskab til fremmedsprog i forbindelse med anvendelse af relevant dokumentation
8	Eleven kender de særlige krav, der stilles til sikkerheds- og miljøkrav, ved de hydrauliske, pneumatisk og el-pneumatiske funktioner og anlæg

Abbildung 63: Lernziele 1 bis 8 können hier angewandt werden

Fag:	164 Hydraulik II
Niveau:	Avanceret
Varighed:	1,0 uger
Fagkategori:	Område-/specialefag
Bundet/Valgfri:	Valgfri
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.

Nr.	Målpind
1	Eleven kan opbygge, idriftsætte, vedligeholde, fejlsøge og fejlrrette automatiske maskiner og anlæg, der indeholder hydrauliske kredsløb og bibringes en skærpet holdning til de særlige sikkerheds- og miljø-krav som hydrauliske funktioner stiller
2	Eleven kan efter dokumentation opbygge proportionalhydrauliske anlæg og patronhydrauliske anlæg sikkerhedsmæssigt korrekt og i henhold til gældende regler og forskrifter
3	Eleven kan foretage mindre ændringer og udvidelser af eksisterende anlæg ud fra funktionsbeskrivelse, samt udvælge komponenter hertil
4	Eleven kan indkøre proportional- og patronhydrauliske anlæg efter specifikationer, foretage kontrolmålinger, og dokumentere anlægget efter gældende standarder således, at dokumentationen kan anvendes i forbindelse med instruktion af brugere
5	Eleven kan udvælge instrumenter og foretage systematisk, metodisk fejlfinding og fejlretning til komponentniveau, samt udskifte og repara-rere til komponent-niveau efter dokumentation
6	Eleven kan foretage forebyggende vedligehold på igangværende hy-drauliske anlæg

Abbildung 64: Es gibt auch ein wahlfreies Spezialfach, das für den Hydraulikunterricht bei Windenergieanlagen verwendet werden kann

- **Elektrotechnik:** Grundlegende Kenntnisse über die elektrotechnischen Komponenten einer Windenergieanlage wie Schaltpläne/-schränke, Wechsel-/Gleichstrommaschinen, Dreieck-/Sternmotor, Generatoren, Umrichter, Akkumulatoren usw.
- **Messung von elektrischen Größen:** Korrektes Vorgehen bei der Durchführung von Messungen, Auswahl der richtigen Messmittel und Kenntnisse über die Bedeutung der Ergebnisse und im Besonderen das Wissen um die Gefahren und Folgen fehlerhaften Messens.
- **Sicherheitsaspekte und –maßnahmen (Elektro-Bereich):** Spezielle Kenntnisse zur sicheren Arbeit mit elektrischen Strömen.

Fag:	145 Styringsteknik
Niveau:	Rutineret
Varighed:	2,0 uger
Fagkategori:	Område-/specialefag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.

Nr.	Målpind
1	Eleven kan opbygge relæstyringer og forbinde el-motorer med tilhørende styringer
2	Eleven kan anvende og udfærdige dokumentation
3	Eleven kan foretage mindre ændringer og udvidelser af eksisterende anlæg ud fra specifikationer og funktionsbeskrivelse, herunder udvælgelse af komponenter og tilretning af dokumentation
4	Eleven kan idriftsætte relæstyringer efter dokumentation, herunder foretage kontrolmåling i henhold til stærkstrømsbekendtgørelsen
5	Eleven kan foretage systematisk fejlfinding til modul og komponentniveau, herunder udvælge måleinstrumenter samt foretage fejlretning
6	Eleven kan anvende stærkstrømsbekendtgørelsens regler vedrørende elektrisk udstyr på automatiske anlæg, herunder anvende gældende regler for arbejde på og i nærheden af spændingsførende anlæg og tavler
7	Eleven skal udbygge sit kendskab til fremmedsprog i forbindelse med anvendelse af den typiske litteratur

Abbildung 65: Dieses Fach beinhaltet mit dem Fach aus Abbildung 66 die grundlegenden Techniken um die Elektrotechnik sowie Motoren

Fag:	146 Motorer
Niveau:	Rutineret
Varighed:	1,5 uger
Fagkategori:	Område-/specialefag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.
Nr.	Målpind
1	Eleven kan montere og idriftsætte og fejlfinde på forskellige typer af elektriske motorer
2	Eleven kan foretage forebyggende vedligeholdelse på elektriske motorer, herunder kontrollere de mekaniske funktioner og data
3	Eleven kan dimensionere en motorinstallation for en AC motor
4	Eleven kan udføre mekanisk montage af en motor, herunder foretage udskiftning af kul og lejer
5	Eleven skal udbygge sit kendskab til fremmedsprog i forbindelse med anvendelse af typisk litteratur

Abbildung 66: Dieses Fach beinhaltet mit dem Fach aus Abbildung 65 die grundlegenden Techniken um die Elektrotechnik sowie Motoren

In der Ausbildung des Automatiktechnikern sind die Thematiken Generator, Umrichter sowie Akkumulatoren **nicht** vorhanden.

- **Sicherheitsaspekte und –maßnahmen:** Kenntnisse bei der Einhaltung der geltenden Sicherheitsregeln bei der Arbeit an den Windenergieanlagen.

Dieses Fach ist nicht in der Grundausbildung enthalten, es wendet sich speziell an den Windenergie-Bereich.

- **Störfälle:** Logisches und strukturiertes Vorgehen bei der Fehlersuche. Kenntnisse über mögliche Störfälle, deren Ursachen und mögliche Lösungen.

Fag:	148 Fejlfinding I
Niveau:	Rutineret
Varighed:	1,5 uger
Fagkategori:	Område-/specialefag
Bundet/Valgfri:	Bundet
Tilknytningsperiode	01-07-2008 og fremefter
Resultatform(er)	-, 7-trinsskala, Standpunktskarakter.
Nr.	Målpind
1	Eleven kan idriftsætte, fejlsøge og fejlrette automatiske maskiner og anlæg med programmerbare styringer herunder CNC styringer
2	Eleven kan udføre fejlfindingsopgaver under anvendelse af dokumentation og overholdelse af gældende love og regler
3	Eleven skal udbygge sit kendskab til fremmedsprog i forbindelse med anvendelse af den typiske litteratur
4	Eleven kan udvælge korrekt måleudstyr for fejlfinding på maskinanlæg og CNC-maskiner
5	Eleven kan anvende den til maskinanlægget hørende dokumentation
6	Eleven kan overholde gældende sikkerhedsregler i forbindelse med fejlfindingen på maskinanlæg og CNC-maskiner
7	Eleven har kendskab til gældende direktiver- og bekendtgørelser for automatiske produktionsanlæg
8	Eleven har kendskab til anvendelse af en CNC maskine, herunder referencer og programkoder
9	Eleven kender til løsning af maskintegninger
10	Eleven kan fejlfinde til modulniveau på en CNC maskine

Abbildung 67: Dieses Fach kommt bei der systematischen Fehlersuche zur Anwendung.

6.3.2 Durchgeführte Änderungen und Evaluation

Hydraulikmodul IMWatT-Projekt

Zielgruppe: Automatikttechniker und Mechatroniker

Dauer: 37 Unterrichtseinheiten

Unterrichtsform

Das Hydraulikmodul wurde als eine Kombination von Theorie- und Praxisunterricht durchgeführt. Die praktischen Aufgaben in einem Hydrauliklabor durchgeführt, wo die Schüler in 2er-Gruppen gearbeitet haben. Der Unterricht wurde dabei in einer Kombination von Englisch und Deutsch durchgeführt.

Unterrichtsmaterialien

Die Schüler bekamen folgende Unterrichtsmaterialien ausgehändigt:

- Theoriekompendium hydraulics.doc
- Aufgabenkompendium excises.doc

Zusätzlich zu diesem Material wurde auch eine Hydraulikstation von AVN Hydraulik genutzt. Diese Station wurde komplett mit Zeichnungen und Instruktionen geliefert. Diese Dokumente können nicht veröffentlicht werden, da AVM versprochen wurde, dieses Material nur intern für den Unterricht zu nutzen.

Evaluierung der Zufriedenheit

Nach Abschluss des Moduls bekamen die Schüler die Möglichkeit mittels eines Fragebogens ihre Zufriedenheit mit dem Verlauf des Moduls wiederzugeben.

Nachstehend das Resultat der Evaluierung:

Dear students,

We would like to know what has been good and what maybe has to be improved. Therefore we as IMWatT-team ask you to give us a feedback about the lessons.

Tabelle 3: Schüleraustausch in Dänemark

1 = fully correct; 2 = mostly correct; 3 = seldom correct; 4 = not correct

I	Concerning the content of teaching	1	2	3	4	Ø
1	The contents of teaching where interesting.	9	1	-	-	1,1
2	There has been close relations to my professional work (now or in future).	6	4	-	-	1,4
3	The contents of teaching where adequate to the performance level of the students.	4	6	-	-	1,6
II	Concerning the climate of learning	1	2	3	4	Ø
1	The relationship between students and teachers was friendly and nice.	9	1	-	-	1,1

2	The challenge concerning the language stimulated the climate of work.	3	7	-	-	1,7
3	The climate of work was settled and nice.	8	2	-	-	1,2
III	Concerning the style of teaching	1	2	3	4	Ø
1	The lessons were held interesting.	6	4	-	-	1,4
2	The lessons contained enough phases of exercise and deepening.	7	2	-	1	1,5
3	The lessons were structured good.	7	3	-	-	1,3
4	The aims of the lessons were made clear/were transparent.	4	6	-	-	1,6
5	Autonomous thinking and working were encouraged.	6	4	-	-	1,4
6	The media selection was adequate.	8	2	-	-	1,2
IV	Concerning the work orders and homework	1	2	3	4	Ø
1	The tasks were understandable formulated.	8	2	-	-	1,2
2	The tasks helped me to understand the technical causal relations.	6	4	-	-	1,4
3	Character and length of the tasks were adequate.	6	4	-	-	1,4
V	Concerning the teachers	1	2	3	4	Ø
1	The teachers were able to declare causal relations in an understandable way.	8	2	-	-	1,2
2	The teachers appeal motivating to me.	5	5	-	-	1,5
3	The teachers offered good support within the laboratory phases.	8	1	1	-	1,3
VI	Fazit	1	2	3	4	Ø
1	Such german-danish teachings should be repeated regularly.	8	1	-	1	1,4
2	Common activities of the students outside of the lessons took place.	10	-	-	-	1

6.4 Fazit und Ausblick

Berufliche Schule des Kreises Nordfriesland in Husum BSH

Der Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in erscheint relativ offen gestaltet und so allgemein gehalten, dass eine spezifische Ausprägung der curricularen Vorgaben in verschiedensten Einsatzgebieten und den damit verbundenen Ausbildungsbereichen in der Regel gut gelingt. Daneben gibt es zwar in begrenztem Umfang im Bereich der Windenergietechnologie speziellere Inhalte, die sich so in den gegebenen Bildungsplänen nicht wieder finden, wie z. B. sicherheitsrelevante Aspekte im Zusammenhang mit der Arbeit in großen Höhen. Es ist dann aber zu hinterfragen, ob es sich hierbei um typische Inhalte einer beruflichen Erstausbildung handelt oder ob diese vielleicht eher in den Bereich der spezielleren Fort- und Weiterbildung fallen.

Darüber hinaus besteht bezüglich des schulischen Teils der dualen Ausbildung im Rahmen von Wahlpflichtangeboten durchaus Raum für eine Implementierung spezifischer Belange bestimmter Einsatzgebiete wie z. B. der Windenergietechnologie. Dessen ungeachtet bietet eine Zusammenfassung Auszubildender aus unterschiedlichen mechatronischen Einsatzgebieten in didaktischer Perspektive immer auch sehr gute Ansatzmöglichkeiten, den übertragbaren und damit generell qualifizierenden Zusammenhängen den angemessenen Raum und die gebotene Beachtung zu schenken.

Den mancherorts zu begegnenden Bestrebungen, einen neuen branchenspezifischen Ausbildungsberuf im Sinne eines "Mechatronikers für Windenergie" zu etablieren, ist aus unserer Sicht

eine deutliche Absage zu erteilen. Ein Vergleich des Curriculums des Mechatronikers mit den bestehenden Curricula zum Servicemonteur / Servicemonteurin für Windenergieanlagentechnik (IHK) bzw. Servicetechniker / Servicetechnikerin für Windenergieanlagen (BZEE) sowie mit dem im Rahmen dieses Projektes erarbeiteten Revisionsvorschlag zeigt deutlich, dass die meisten der dort angeführten Inhalte bereits Bestandteil der Erstausbildung zum Mechatroniker sind. Die vergleichsweise hohe Akzeptanz dieses Berufsbildes sowohl in den im Rahmen des IM-WatT-Projekts befragten Betrieben als auch in den regionalen Ausbildungsbetrieben der Windenergie-Branche bestätigt diese Sichtweise.

EUC Syd

Die Bekanntmachung und die Ausbildungsverordnung für den Automatiktécniker sind zentral vom Bildungsministerium und den fachlichen Ausschüssen festgelegt. Die Ausbildung zum Automatiktécniker ist eine breit ausgelegte Grundausbildung, die innerhalb einer Reihe verschiedener Industrien in Dänemark Anwendung findet. Wir sind nicht der Meinung, dass ein Bedarf für eine speziell auf die Windenergie-Branche ausgerichtete Ausbildung des Automatiktécnikers zum jetzigen Zeitpunkt besteht.

Es gibt jedoch einige Möglichkeiten, um Technologien und Beispiele aus dem Windenergiebereich in den allgemeinen fachlichen Unterricht mit einzubeziehen. Dies erfordert jedoch ein Zusammenspiel mit der Windenergie-Branche, die Dokumentationen und Material für den Unterricht für die Schulen zur Verfügung stellen müsste.

Die Ausbildung zum Automatiktécniker hat eine neue Bekanntmachung zum 01.07.2008 erhalten. Dies hat unter anderem dazu geführt, dass der Zeitrahmen für Wahlfächer auf 2 Wochen reduziert worden ist. Im Gegenzug sind jedoch die wahlfreien Spezialfächer auf 6 Wochen erhöht worden. Ein wahlfreies Spezialfach wird aus einem Katalog ausgewählt, der zum jetzigen Zeitpunkt 17 verschiedene Fächer enthält. Sollte ein Bedarf an neuen Fächern bestehen, haben die Schulen die Möglichkeit, Vorschläge für diesen Katalog einzuschicken. Dies bedeutet, dass es die Möglichkeit gibt, Fächer einzubeziehen, die sich speziell an die Windenergie-Branche richten.

Ausbildungsangebote für die Windenergie-Branche können auch über Weiterbildungskurse innerhalb des AMU-Systems erreicht werden. Es gibt eine Reihe Standardkurse, die einen Teil der Technologien, die an der Windenergieanlage angewandt werden, behandeln. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine spezifischen Kurse für die Windenergie-Branche, wie zum Beispiel Sicherheitskurse, Systeme für die Überwachung/Steuerung, Mechanische Komponenten, Versorgungsanlagen, Kupplungsmaterial usw. Bei Bedarf könnten diese Einheiten entwickelt und durch AMU-Kurse angeboten werden. Ein AMU-Kurs ist für jede Zielgruppe geöffnet, also erfordert es eine Zusammenarbeit der einzelnen Ausbildungsstätten.

Der fachliche Ausschuss hat in Zusammenarbeit mit Arbeitgeber- und Arbeitnehmerorganisationen die Entwicklungsarbeit für eine spezifische Ausbildung für die Windenergie-Branche in die Wege geleitet. Es handelt sich um eine 2-jährige Ausbildung zum „vindmølleoperatør“, die in der Produktion der Windenergieanlagen Anwendung finden soll. Auf längere Sicht wird diese Entwicklungsarbeit einen weiteren Bedarf an Entwicklung und Anpassung der existierenden Ausbildungen in Dänemark erfordern.

7 Curriculumrevision der Fortbildung

Für die Durchführung einer Curricularevision im Rahmen des IMWatT-Projektes waren Analyse und Vergleich der zugrunde liegenden Curricula der Fortbildungszentren unabdingbar. Anschließend erfolgte basierend auf den Ergebnissen der Online-Befragung, der Arbeitsanalysen und der Curricula-Analysen die Entwicklung von Empfehlungen für eine Anpassung der Curricula.

Als Ausgangsbasis dienten hierfür die Curricula für die Fortbildung zum Servicetechniker von Windenergieanlagen des Bildungszentrums für Erneuerbare Energien e.V. (BZEE) und zum Servicemonteure von Windenergieanlagentechnik der IHK.

Zuerst erfolgte ein Vergleich der beiden Curricula von BZEE und IHK. Dies als Grundlage nutzend, ergaben sich mit den Ergebnissen aus der Umfrage und den Arbeitsanalysen Empfehlungen für die entwickelte Curriculumrevision. Abschließend fand eine Evaluation für die Curriculumrevision statt sowie die Vorstellung beim zuständigen Prüfungsausschuss.

7.1 Analyse Curricula Servicemonteure/Servicetechniker von IHK und BZEE

Um aus der Auswertung der Arbeitsanalysen Empfehlungen für die Fortbildung erschließen zu können, bedurfte es zunächst einer genaueren Betrachtung des entsprechenden Curriculums. In diesem Fall lagen die Curricula für die Fortbildung zum Servicetechniker für Windenergieanlagen des BZEE sowie für die Fortbildung zum Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik der IHK zum Vergleich miteinander vor. Zuerst wurde überprüft, inwiefern sich die Inhalte der einzelnen Fortbildungsmodule des einen Curriculums in den Fortbildungsmodulen des anderen Curriculums wiederfinden. Anschließend erfolgte ein Abgleich zwischen dem Bedarfskatalog und dem Potential der Curricula diesen zu erfüllen sowie eine Analyse der Ausgestaltung der beiden Curricula.

7.1.1 Abgleich der Inhalte der Curricula

Beide Curricula beschreiben eine 6-monatige Vollzeit-Fortbildung mit ca.1060 Stunden. Diese sind aufgeteilt in mehrere fachspezifische Module, die je nach Komplexität eine Stundenzahl von 8 bis 180 Stunden erreichen.

Bei diesem Vergleich wurden zuerst die Module des BZEE-Curriculums genannt und als zweites entsprechende Module des IHK-Curriculums mit gleichen bzw. ähnlichen Inhalten. Die Klammern beinhalten die vorgesehene Stundenzahl für das jeweilige Modul.

1.Einführung Windenergieanlagen (8) – 1.Einführung Windenergieanlagen (16)

Dieses Modul behandelt grundlegendes Verständnis über die Funktion und die Komponenten von Windenergieanlagen sowie die physikalischen Grundlagen wie Aerodynamik und Umformung von Wind in Strom.

Bei der IHK enthält dieses Modul die Unterscheidung von stall- und pitchgeregelten Anlagen, was beim BZEE in Modul 15. Kunststoffbearbeitung Theorie gelistet ist.

2.Betriebliche und technische Kommunikation, Kundenorientierung (68) -- 2.Technische und betriebliche Kommunikation (80), 3.Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40)

Dieses Modul beinhaltet Teamtraining, Arbeitsorganisation sowie Service und Kundenorientierung. Die ersten beiden Punkte sind bei der IHK in Modul 3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation enthalten. Service und Kundenorientierung werden bei der IHK in Modul 2. Technische und betriebliche Kommunikation behandelt. Hier werden bei der IHK noch Themen wie Umgang mit Handbüchern und Technischen Zeichnungen behandelt, die derart nicht bei der BZEE erwähnt werden.

3.Arbeitsrechtliche Vorschriften(BetrVG, SGB)) (8) -- 3.Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40)

Dieses Modul behandelt die verschiedenen zu beachtenden Vorschriften wie zum Beispiel des Betriebsverfassungsgesetzes, die Bestimmungen der Sozialversicherung und weitere wirtschaftliche und arbeitsrechtliche Vorschriften. Die Inhalte dieses Moduls sind bei der IHK in Modul 3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation enthalten.

4.Kostenbewusstes Handeln (16) -- 3.Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40)

In diesem Modul beinhaltet kaufmännisches Grundwissen wie den Einsatz von Ressourcen, Betriebsmittel und den kostenbewussten Umgang mit diesen. Die Inhalte dieses Moduls sind bei der IHK in Modul 3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation enthalten.

5.Umweltschutz und Qualitätsmanagement (16) -- 3.Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40), 4.Umweltschutz (16)

Dieses Modul behandelt den Umgang mit Gefahrenstoffen, umweltbewusstes Handeln, Risikovorsorge und Versicherungsschutz. Das Qualitätsmanagement wird bei der IHK in Modul 3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation und Modul 4.Umweltschutz (hier speziell umweltbezogen) behandelt.

6.Technisches Fachenglisch (60) -- 6.Technisches Fachenglisch (60)

In diesem Modul geht es um die Beherrschung von Fachvokabeln und sprachlicher Grundkenntnisse, den Umgang mit englischer Literatur und Software. Beide Curricula erscheinen hier identisch in ihren Inhalten.

7.Arbeitssicherheit inkl. Erste-Hilfe-Kurs (48) -- 5.Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (40)

Diese Module enthalten eine Ersthelferausbildung sowie Themen wie Transportvorschriften, Arbeitssicherheit und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Strom. Beide Curricula erscheinen hier identisch in ihren Inhalten.

8.EDV (48), 20.Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten (8), 21.Datenfernübertragung (8) -- 7.EDV und DFÜ (40)

Diese Module behandeln den Umgang mit Laptops und Standardsoftware, den Umgang mit der Datenfernübertragung und der Installation und dem Testen von Hard- und Softwarekomponenten und sind der Beschreibung nach vollständig in Modul 7. EDV und DFÜ der IHK enthalten.

9.Mechanik (Theorie) (42), 10.Mechanik (Praxis) (92) -- 8.Mechanik (140)

Diese Module behandeln Themen von den grundlegenden mechanischen Gesetzmäßigkeiten über Arbeits- und Gesundheitsschutz und die verschiedenen mechanischen Komponenten von Windenergieanlagen und den dafür benötigten Sonderwerkzeugen bis hin zur korrekten Wartung und Instandsetzung sowie den Umgang mit Schmierstoffen. Beide Curricula sind sich von den Inhalten her sehr ähnlich. Die Mechanik betreffenden Bereiche des Moduls 17.Werkstoffprüfung vom BZEE sind in Modul 8.Mechanik der IHK enthalten.

11.Elektrotechnik (Theorie) (60), 12.Elektrotechnik (Praxis) (100) -- 9.Elektrotechnik (180)

Hier unterscheiden sich die beschriebenen Inhalte der beiden Curricula stark voneinander. Dass die Inhalte tatsächlich so unterschiedlich voneinander sind, ist bei der Betrachtung der anderen Module nicht zu erwarten und lässt hier darauf schließen, dass bei der Ausformulierung der Curricula hier unterschiedliche Punkte als besonders erwähnenswert eingestuft wurden.

Es ist davon auszugehen, dass in diesen Modulen die Unterschiede nicht so groß sind, wie die beschriebenen Inhalte vermuten lassen.

13.Hydraulik Theorie (34), 14.Hydraulik Praxis (20) -- 10.Hydraulik (80)

Beim BZEE in zwei Module unterteilt, beinhalten hier beide Curricula Themen wie Arbeitssicherheit und Umweltaspekte in der Hydraulik, Schaltpläne, Bauteile sowie grundlegendes Wissen der Hydraulik. Beide Curricula erscheinen vom Inhalt her identisch.

15.Kunststoffbearbeitung Theorie (24), 16.Kunststoffbearbeitung Praxis (40) -- 11.Kunststoffbearbeitung und Rotorblattreparatur (80)

In diesen Modulen werden die Materialien und die Arbeit mit diesen behandelt, ebenso der Aufbau der Rotorblätter und deren fachgerechte Reparatur. Darüber hinaus werden die spezifischen Vorschriften, Umwelt- und Sicherheitsmaßnahmen behandelt. Beim Curriculum der IHK ist noch die Werkstoffprüfung enthalten, die bei der BZEE in Modul 17.Werkstoffprüfung behandelt wird.

17.Werkstoffprüfung (8) -- 8.Mechanik (140), 11.Kunststoffbearbeitung und Rotorblattreparatur (80)

Die beim BZEE mit einem recht kleinen Modul (8 Stunden) versehene Werkstoffprüfung ist bei der IHK in die beiden Module 8.Mechanik und 11.Kunststoffbearbeitung und Rotorblattreparatur integriert.

18.Montieren und Demontieren (), 19.Anschlag- und Hebezeugtechnik (24), 22.SPS (16) – ohne Pendant

Für das Modul 18.Montieren und Demontieren, das sich mit Ladungssicherung und der Kennzeichnung und dem Heben von Lasten befasst sowie die beiden vom Inhalt nicht genauer beschriebenen Module 19.Anschlag- und Hebezeugtechnik und 22.SPS waren keine Entsprechungen im Curriculum der IHK zu finden.

23.Fachspezifische Exkursionen (40), 24.Praktikum (260) -- 12.Fachpraktische Exkursionen, betriebliche Arbeitsabläufe und Lernphasen im Rahmen von Praktika (280)

Der beabsichtigte Inhalt (Kennenlernen von Windenergiespezifischer Unternehmen und praktische Anwendung des Erlernten) scheint hier in beiden Curricula gleich zu sein. Beim BZEE sind die Inhalte jedoch in zwei Module aufgeteilt.

Die Curricula von BZEE und IHK sind sich grundlegend ähnlich, weisen aber in Detail und Darstellung mehrere Unterschiede zueinander auf. Zur Veranschaulichung dienen hier auch Tabelle 4 und Abbildung 68, die versuchen die Verteilung der in den Curricula genannten Inhalte darzustellen.

Das Curriculum des BZEE unterteilt die Fortbildung in insgesamt 24 Module, wodurch eine große fachliche Spezialisierung entsteht, wie zum Beispiel durch die Aufteilung in 13.Hydraulik Theorie und 14.Hydraulik Praxis. Das Curriculum der IHK präsentiert sich kompakter mit einer Unterteilung in 12 Module. Fachthemen wie Mechanik oder Hydraulik sind nicht in Theorie und Praxis unterteilt. Größtenteils sind auch die anderen Inhalte der Fortbildung bei der IHK in umfangreicheren Modulen zusammengefasst als beim BZEE. Obwohl beide Curricula von den aufgelisteten Inhalten her größtenteils übereinstimmen, so existieren auch Thematiken, die nur in einem Curriculum Erwähnung finden, wie zum Beispiel das Modul 22.SPS beim BZEE wofür kein Pendant auf Seiten der IHK vorhanden ist.

Das die beiden Curricula im Prinzip sehr ähnlich sein müssen, wird auch aus dem Fakt ersichtlich, dass die Fortbildung zum Servicetechniker von Windenergieanlagen vom BZEE und zum Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik von der IHK in einem gemeinsamen Lehrgang erfolgt. Dabei orientiert sich der organisatorische Ablauf am Curriculum der IHK.

Tabelle 4: Vergleich der Fortbildungs-Curricula von BZEE und IHK

Fortbildungsmodule des BZEE (Anzahl Stunden)	Entsprechende Fortbildungsmodule der IHK (Anzahl Stunden)
1. Einführung in Windenergieanlagen (8)	1. Einführung Windenergieanlagen (16)
2. Betriebliche und technische Kommunikation, Kundenorientierung (68)	2. Technische und betriebliche Kommunikation (80) 3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40)
3. Arbeitsrechtliche Vorschriften(BetrVG, SGB)) (8)	3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40)
4. Kostenbewusstes Handeln (16)	3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40)
5. Umweltschutz und Qualitätsmanagement (16)	3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40) 4. Umweltschutz (16)
6. Technisches Fachenglisch (60)	6. Technisches Fachenglisch (60)
7. Arbeitssicherheit inkl. Erste-Hilfe-Kurs (48)	5. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (40)
8. EDV (48)	7. EDV und DFÜ (40)
9. Mechanik (Theorie?) (42)	8. Mechanik (140)
10. Mechanik (Praxis?) (92)	8. Mechanik (140)
11. Elektrotechnik (Theorie?) (60)	9. Elektrotechnik (180)
12. Elektrotechnik (Praxis?) (100)	9. Elektrotechnik (180)
13. Hydraulik Theorie (34)	10. Hydraulik (80)
14. Hydraulik Praxis (20)	10. Hydraulik (80)
15. Kunststoffbearbeitung Theorie (24)	1. Einführung Windenergieanlagen (16) 11. Kunststoffbearbeitung und Rotorblattreparatur (80)
16. Kunststoffbearbeitung Praxis (40)	11. Kunststoffbearbeitung und Rotorblattreparatur (80)
17. Werkstoffprüfung (8)	8. Mechanik (140) 11. Kunststoffbearbeitung und Rotorblattreparatur (80)
18. Montieren und Demontieren ()	Nicht gefunden
19. Anschlag- und Hebezeugtechnik (24)	Nicht gefunden
20. Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten (8)	7. EDV und DFÜ (40)
21. Datenfernübertragung (8)	7. EDV und DFÜ (40)
22. SPS (16)	Nicht gefunden
23. Fachspezifische Exkursionen (40)	12. Fachpraktische Exkursionen, betriebliche Arbeitsabläufe und Lernphasen im Rahmen von Praktika (280)
24. Praktikum (260)	12. Fachpraktische Exkursionen, betriebliche Arbeitsabläufe und Lernphasen im Rahmen von Praktika (280)
25. Prüfung (12)	Nicht gefunden
Gesamtstunden (1060)	Gesamtstunden (1052)

Fortbildungsmodule des BZEE (Anzahl Stunden)		Entsprechende Fortbildungsmodule der IHK (Anzahl Stunden)
1. Einführung in Windenergieanlagen (8)		1. Einführung Windenergieanlagen (16)
2. Betriebliche und technische Kommunikation, Kundenorientierung (68)		2. Technische und betriebliche Kommunikation (80)
3. Arbeitsrechtliche Vorschriften(BetrVG, SGB)) (8)		3. Betriebswirtschaftliche Grundlagen und Arbeitsorganisation (40)
4. Kostenbewusstes Handeln (16)		
5. Umweltschutz und Qualitätsmanagement (16)		4. Umweltschutz (16)
6. Technisches Fachenglisch (60)		6. Technisches Fachenglisch (60)
7. Arbeitssicherheit inkl. Erste- Hilfe-Kurs (48)		5. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (40)
8. EDV (48)		7. EDV und DFÜ (40)
9. Mechanik (Theorie?) (42)		8. Mechanik (140)
10. Mechanik (Praxis?) (92)		
11. Elektrotechnik (Theorie?) (60)		9. Elektrotechnik (180)
12. Elektrotechnik (Praxis?) (100)		
13. Hydraulik Theorie (34)		10. Hydraulik (80)
14. Hydraulik Praxis (20)		
15. Kunststoffbearbeitung Theorie (24)		11. Kunststoffbearbeitung und Rotorblattreparatur (80)
16. Kunststoffbearbeitung Praxis (40)		
17. Werkstoffprüfung (8)		
18. Montieren und Demontieren ()		
19. Anschlag- und Hebezeugtechnik (24)		
20. Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten (8)		
21. Datenfernübertragung (8)		
22. SPS (16)		
23. Fachspezifische Exkursionen (40)		12. Fachpraktische Exkursionen, betriebliche Arbeitsabläufe und Lernphasen im Rahmen von Praktika (280)
24. Praktikum (260)		
25. Prüfung (12)		
Gesamtstunden (1060)		Gesamtstunden (1052)

Abbildung 68: Vergleich der Fortbildungs-Curricula von BZEE und IHK

7.1.2 Abgleich der Curricula mit dem Qualifikations-Bedarfskatalog

Auf die Analyse der Curricula folgte eine Überprüfung, in wie weit die aktuellen Curricula von BZEE und IHK in der Lage sind, den in 5.3 vorgestellten Bedarfskatalog erfolgreich umzusetzen. Dabei wurde ermittelt, welche der bei den Arbeitsanalysen genannten Defizite in den aktuell durchgeführten Modulen bereits thematisiert werden oder ob es einer Integration neuer Inhalte bedarf.

1. Kommunikation

Beide Curricula sehen Training in Kundenumgang und Teamtraining vor, was auch die Kommunikation untereinander und mit dem Kunden einschließen sollte.

2. Dokumentation

Die Durchführung von Dokumentationen wird in beiden Curricula behandelt. Bei der BZEE in „Technisches Fachenglisch“ und „Betriebliche und technische Kommunikation, Kundenbetreuung“, bei der IHK in „Technisches Fachenglisch“ und „Betriebliche und technische Kommunikation“.

3. Englisch

Beide Curricula haben ein 60-stündiges Modul technischen Fachenglischs. Die Integration der englischen Sprache in die anderen Module ist eine weitere Option.

4. Netzwerk und Computerkenntnisse

Hier wurden recht unterschiedliche Verbesserungsmöglichkeiten genannt (z.B. auch LWL). Die Integration solcher Netzwerk-Kenntnisse sollte in den Modulen „EDV“, „Datenfernübertragung“ (BZEE) und „EDV und DFÜ“ (IHK) erfolgen.

5. Mechanik/Hydraulik/Elektrotechnik

Mechanik, Hydraulik und Elektrotechnik sollten in den entsprechenden Modulen behandelt werden, da es sich um die grundlegenden Komponenten der Windenergieanlagen handelt.

6. Korrektes Messen von elektrischen Größen

Das korrekte Messen von elektrischen Größen und die Bedeutung der Ergebnisse sollte in den mit insgesamt 160 bzw. 180 Stunden angesetzten Modulen zur Elektrotechnik enthalten sein.

7. Sicherheitsaspekte und -maßnahmen (Elektro-Bereich)

Die Sicherheitsaspekte und -maßnahmen im Elektro-Bereich sollten in den mit insgesamt 160 bzw. 180 Stunden angesetzten Modulen zur Elektrotechnik enthalten sein.

8. Sicherheitsaspekte und -maßnahmen

Beide Curricula besitzen ein eigenständiges Modul, das sich mit Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beschäftigt, außerdem werden bei den einzelnen Modulen wie Mechanik, Elektrotechnik, Hydraulik und Kunststoffe ebenfalls die entsprechenden Sicherheitsaspekte behandelt.

9. Störfälle

In den technischen Modulen (Hydraulik, Mechanik, Elektrotechnik und Kunststoffe) wird die Funktionsweise, Wartung und Instandsetzung/Reparatur der unterschiedlichen Komponenten behandelt. Hier könnte auch eine tiefer gehende Beschäftigung mit Störfällen und der systematischen Fehlersuche erfolgen.

Es stellte sich heraus, dass die Curricula von BZEE und IHK prinzipiell die in den Arbeitsanalysen ermittelten Defizite thematisieren. So existiert für jede angesprochene Thematik mindestens ein Modul, in dem die entsprechenden Inhalte behandelt werden können. Sollten die Inhalte den Defiziten nicht entsprechen, erscheint eine Integration von an die Defizite angepassten Inhalten ohne grundlegende Änderungen am entsprechenden Modul realisierbar.

Somit müssen die Defizite eher in der Durchführung der Module bzw. deren Inhalten begründet liegen als an einem prinzipiellen Fehlen in den Fortbildungen zum Servicetechniker für Windenergieanlagen bzw. Servicemonteur für Windenergieanlagentechnik.

7.1.3 Ausgestaltung der Curricula

Beiden Curricula mangelt es an einer Beschreibung, welches Arbeitsgebiet ein Servicemonteur für Windenergieanlagentechnik besitzt und welche beruflichen Qualifikationen dieses Arbeitsgebiet spezifizieren. Somit fehlt auch eine Beschreibung des eigentlichen Zieles, das was ein Servicemonteur für Windenergieanlagentechnik am Ende der Fortbildung beherrschen muss.

Die Beschreibung der einzelnen Module erfolgt im Curriculum des BZEE lediglich in Form einer Auflistung von thematisierten Inhalten, wie aus Abbildung 69 ersichtlich wird. Hinzu kommt, dass die Anzahl mit von 0 bis 56 genannten Inhalten bei den jeweiligen Modulen starken Schwankungen unterliegt.

Betriebliche und technische Kommunikation

- Teamtraining
- Service und Kundenorientierung
- Arbeitsorganisation

Umweltschutz

- umweltbewusst handeln
- sachgerechter Umgang mit Stoffen
- sachgerechte Lagerung und Transport von Stoffen
- Abfallentsorgung
- Qualitätsmanagement
- Risikovorsorge und Versicherungsschutz

Abbildung 69: Beispiel für 2 Module aus dem Curriculum des BZEE

Das Curriculum der IHK erweist sich bei der Beschreibung der einzelnen Module als strukturierter. Eine Präambel beschreibt in sehr starker Abstraktion das Richtziel des Moduls. Des Weiteren werden zu erreichende Ziele in Form von Stichpunkten aufgelistet, für die auf eine Taxonomie zurückgegriffen wird, deren Erklärung zu Beginn des Curriculums erfolgt. Die Ziele werden durch stichpunktartige Inhalte noch genauer spezifiziert. Abschließend werden für das Modul noch Lernmethoden empfohlen. Ein Beispiel für eine Modulbeschreibung findet sich in Abbildung 70. Jedoch entspricht dieses Curriculum in seiner jetzigen Form nicht den aktuellen Ansprüchen.

Beide Curricula weisen von ihrer Strukturierung her einen fachspezifischen Aufbau der Fortbildungsinhalte auf. Dies widerspricht den aktuellen Bemühungen, Lerninhalte handlungsorientiert zu gestalten, was höhere Lernerfolge ermöglicht.

Modul 4: Umweltschutz (16 Ustd.)

Präambel: Die Teilnehmer verfügen über Grundwissen im Bereich Umweltschutz und können umweltrelevant handeln.

Ziele	UStd.	Inhalte	Methode
Umweltschonung als wichtige Komponente des Qualitätsmanagements erkennen	16	- umweltbezogenes Qualitätsmanagement - ökologische Kreisläufe - Boden- und Wasserschutz	Präs, A, PrakÜ
Umwelt- und ressourcenschonend arbeiten		- allgemein umweltbezogenes Handeln - bewusster Umgang mit Betriebsmitteln	
Gefahrstoffe umsichtig und vorschriftsmäßig handhaben		- Gefahrstoffverordnung - Gefahrstoffsymbole und ihre Bedeutung - Betriebsanweisungen - Umgang mit Gefahrstoffen - Transport und Lagerung - Verhalten beim unbeabsichtigtem Freisetzen wasser- und umweltgefährdender Stoffe	
Entsorgungsrichtlinien kennen und anwenden		- Grundzüge des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes - Abfallentsorgung	
Risiken abschätzen können		- Risikovorsorge u. Versicherungsschutz	

Abbildung 70: Beispiel für ein Modul aus dem Curriculum der IHK

7.2 Empfehlungen zur Revision der Curricula in der Fortbildung

Basierend auf den Ergebnissen aus Online-Befragung, Arbeits-Analysen und der Analyse der aktuellen Curricula des BZEE und der IHK erfolgte die Bestimmung der folgenden Empfehlungen für eine Revision der beiden Curricula zu einem gemeinsamen Curriculum für die Fortbildung zum Servicemonteure von Windenergieanlagentechnik:

- Zu Beginn des Curriculums werden die Ziele der Fortbildung und damit die Eingrenzung des Arbeitsgebietes der Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik bestimmt. Es wird somit zu Beginn des Curriculums geklärt, worauf die Fortbildung abzielt und was für Aufgaben die Servicemonteure in Zukunft zu bewältigen haben.
- Neben Zielen und der Eingrenzung des Arbeitsgebietes erfolgt am Anfang des Curriculums eine Auflistung von beruflichen Qualifikationen, die während der Fortbildung erlangt werden sollen, wodurch das Aufgabenfeld des Servicemonteurs weiter definiert wird.
- Anstatt fachspezifisch ausgerichteter Module sollen die Lerninhalte in handlungsorientierten Lern- und Handlungsfeldern durchgeführt werden. Dies beinhaltet eine generelle Umstrukturierung der Fortbildung. Inhalte der Module werden in Lern- und Handlungsfeldern zusammengefasst oder auf mehrere verteilt, wodurch diese Inhalte in einem praxisnäheren Zusammenhang vermittelt werden. Aufgrund organisatorischer Bedürfnisse der fortbildenden Einrichtungen sollte der handlungsorientierte Ansatz nicht konsequent durchgesetzt werden und eine gewisse fachliche Strukturierung erhalten bleiben.
- Der Europäische Qualifikationsrahmen (EQR) steht seit Frühjahr 2008 in seiner finalen Version zur Verfügung und dient als Leitfaden für die Einstufung der Qualität von Lernergebnissen. Der EQR ermöglicht somit eine Einschätzung des Servicemonteurs für Windenergieanlagentechnik und seiner Fähigkeiten im europäischen Raum. Die Fortbildung zum Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik und die daraus resul-

tierenden Arbeitsanforderungen sind im EQR auf Niveau 4 anzusiedeln. Folglich ist die Ausgestaltung der Lern- und Handlungsfelder derart vorzunehmen, dass sie den Anforderungen des EQR entsprechen. Lernergebnisse sind unterteilt in Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen. Für das Erreichen von Niveau 4 müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- Kenntnisse: Breites Spektrum an Theorie- und Faktenwissen in einem Arbeits- oder Lernbereich.
 - Fertigkeiten: Eine Reihe kognitiver und praktischer Fertigkeiten, die erforderlich sind, um Lösungen für spezielle Probleme in einem Arbeits- oder Lernbereich zu finden.
 - Kompetenzen: Selbstständiges Tätigwerden innerhalb der Handlungsparameter von Arbeits- oder Lernkontexten, die in der Regel bekannt sind, sich jedoch ändern können. Beaufsichtigung der Routinearbeit anderer Personen, wobei eine gewisse Verantwortung für die Bewertung und Verbesserung der Arbeits- oder Lernaktivitäten übernommen wird.
- Die Lerninhalte sollen an die im Bedarfskatalog genannten Punkte angepasst und benötigte Änderungen vorgenommen werden. So empfiehlt sich für das Curriculum:
 - Eine Ausweitung der englischsprachigen Inhalte in den verschiedenen Lern- und Handlungsfeldern mit entsprechendem Vokabular und aktiver Nutzung.
 - Förderung der fachlichen Kommunikation untereinander, mit Kunden, Geschäftspartnern oder deren Service sowie die ausführliche Durchführung von Dokumentationen.
 - Im Bereich der IT-Systeme Integration von Netzwerktechnologien als neuen Themenschwerpunkt.
 - In den Bereichen Mechanik, Hydraulik und Elektrotechnik erfolgt die theoretische Erarbeitung der Themen stärker an den praktischen Beispielen der Komponenten der WEA zur Stärkung der grundlegenden Kenntnisse in diesen Bereichen.
 - Verstärkte Beachtung der Sicherheitsaspekte bei der Arbeit auf einer WEA und im Besonderen im Bereich der Elektrotechnik und der Messung von elektrischen Größen und dem Bewusstsein der damit verbundenen Gefahren.
 - Die logische und strukturierte Fehlersuche als fester Bestandteil in allen Bereichen der Servicearbeiten wie Mechanik, Hydraulik, Elektrotechnik, IT-Systeme oder Rotorblätter.

7.3 Ergebnis der Curriculumrevision für die Fortbildung

Unter Berücksichtigung der vorangegangenen Analysen und den daraus resultierten Empfehlungen erfolgte die Entwicklung der im Folgenden präsentierten **Curriculumrevision für das gemeinsame Curriculum der Fort- und Weiterbildung Servicemonteure / Servicemonteurin für Windenergieanlagentechnik (IHK) und Servicetechniker / Servicetechnikerin für Windenergieanlagen (BZEE)**. Die Nennung der Ziele der Fortbildung und des Arbeitsgebietes eines Servicemonteurs beginnen die Einleitung für das überarbeitete Curriculum. Eine Auflistung der zu erlangenden beruflichen Qualifikationen vervollständigt die Einleitung. Es folgen 10 Lern- und Handlungsfelder, die anstatt einer rein fachspezifischen Struktur eine handlungsorientierte Struktur aufweisen.

Ziele und Arbeitsgebiet:

Servicemonteure / Servicemonteurinnen für Windenergieanlagentechnik sind für den Aufbau und störungsfreien Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) und für alle Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben fachlich breit qualifiziert. Sie sind auch zur Nutzung der Windenergie und für den Betrieb von Anlagen oder Windenergieparks mit allen wesentlichen ökonomischen, ökologischen und energiepolitischen Grundlagen vertraut.

Als eigenverantwortliche und selbständige Fachkräfte kennen Servicemonteure / Servicemonteurinnen für Windenergieanlagentechnik vor allem den technologischen Aufbau und die mechatronischen Funktionen von Windenergieanlagen (WEA) verschiedener Hersteller und können diese Anlagen im Rahmen eines Dienstleistungsauftrags systemtechnisch in Betrieb nehmen. Dabei übernehmen sie insbesondere auch die kundenorientierte Koordination und Durchführung der für Windenergieanlagen typischen Wartungs-, Störungs- und Reparaturdienstleistungen.

Alle Tätigkeiten und Aufgaben üben die Servicemonteure / Servicemonteurinnen für Windenergieanlagentechnik unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften sowie Sicherheits- und Umweltbestimmungen für Windenergieanlagen selbständig aus. Ihre Dienstleistungen stimmen sie aber ebenso mit den Kunden sowie vor- und nachgelagerten Bereichen ab und erkennen auch die Grenzen und Schnittstellen, an denen für bestimmte Arbeiten zusätzliches und spezifisches Wissen und Equipment erforderlich ist. Dabei arbeiten sie überwiegend im Team und haben vorab sowohl den G41-Höhentauglichkeitstest erfolgreich bestanden wie auch den Umgang mit der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) und den Abseiltechniken erfolgreich eingeübt und nachgewiesen. Sie sind zudem entweder Elektrofachkräfte im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften oder zumindest Elektrofachkräfte für festgelegte Tätigkeiten im Sinne einer elektrotechnisch unterwiesenen Person (EuP).

Berufliche Qualifikationen:

Servicemonteure / Servicemonteurinnen für Windenergieanlagentechnik

- betreuen, überwachen, warten und optimieren Windenergieanlagen, suchen und analysieren systematisch Fehler und Störungen und setzen die Anlagen unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen in Stand,

- messen und prüfen mechanische Größen und bearbeiten mechanische Teile und bauen Baugruppen und Komponenten aus und ein oder zu den Systemen in Windenergieanlagen zusammen,
- messen und prüfen elektrische Größen und installieren elektrische und elektronische Baugruppen und Komponenten in Windenergieanlagen,
- konfigurieren, installieren und parametrieren und justieren Sensor- und Aktorsysteme sowie Baugruppen in Windenergieanlagen,
- bauen elektrische, pneumatische und hydraulische Steuerungen und Baugruppen zusammen und prüfen und warten sie,
- vermeiden bei allen Arbeiten Umweltbelastungen und Abfälle, nutzen Möglichkeiten der wirtschaftlichen und umweltschonenden Energie- und Materialverwendung und führen Stoffe und Materialien einer umweltschonenden Entsorgung zu,
- installieren und testen Hard- und Softwarekomponenten und nutzen Anwendungsprogramme für Windenergieanlagen und Anlagenparks zur Messdatenerfassung, -übertragung und -verarbeitung,
- planen und koordinieren Arbeitsabläufe für Störungs-, Reparatur- und Wartungsdienstleistungen,
- ergreifen unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen die richtigen Maßnahmen zum Stoppen, Sichern und wieder Anfahren von Windenergieanlagen,
- kontrollieren, beurteilen und dokumentieren die Servicearbeiten und wenden Managementsysteme zur Qualitätssicherung an,
- arbeiten mit englischsprachigen Unterlagen und kommunizieren auch in englischer Sprache,
- können sich notwendige Innovationen und Detailinformationen zur Technologie oder Zusatzkompetenzen zur Arbeit in Windenergieanlagen weitgehend selbständig aus deutsch- oder englischsprachigen Unterlagen und Dokumentationen verschiedener Hersteller erschließen und erarbeiten.

Übersicht der Lern- und Handlungsfelder

- Lern- und Handlungsfeld 1: Energiewirtschaft und -politik und die Technologien und Arbeitsfelder bei Windenergieanlagen (40-60h)
- Lern- und Handlungsfeld 2: Economy and policy of Energy and the function and technology of wind turbines - Englisch-sprachige Kommunikation (30-40h)
- Lern- und Handlungsfeld 3: Funktionsanalyse und Service mit Inbetriebnahme der elektrotechnischen Systeme von Windenergieanlagen (200h)
- Lern- und Handlungsfeld 4: Funktionsanalyse und Service mit Instandsetzung der mechanischen Systeme von Windenergieanlagen (150h)
- Lern- und Handlungsfeld 5: Funktionsanalyse und Service mit Instandsetzung der hydraulischen Systeme von Windenergieanlagen (90h)

- Lern- und Handlungsfeld 6: Auftragsbearbeitung und Service mit Instandsetzung und Inbetriebnahme der mechatronischen Systeme von Windenergieanlagen (100-150h)
- Lern- und Handlungsfeld 7: Funktionsanalyse und Service der IT- Systeme zur Betriebsführung und zum Monitoring von Anlagen und Windenergieparks (40-50h)
- Lern- und Handlungsfeld 8: Qualität und Sicherheit bei jeglichen Service-Arbeiten mit Stoppen und Inbetriebnahme von Windenergieanlagen (30-40h)
- Lern- und Handlungsfeld 9: Inspektion und Service mit Instandsetzung der Rotorblätter und Gondel von Windenergieanlagen (90h)
- Lern- und Handlungsfeld 10: Fachpraktische Exkursionen und Praktika zum Service und Aufbau und der Herstellung von Windenergieanlagen (300h)

Didaktisch-methodischer Hinweis: Anstatt Fachlehrgänge oder Module werden Lern- und Handlungsfelder angeboten, in denen sowohl die Theorie und Praxis zur Technologie und Arbeit in Windenergieanlagen wie auch die eher fachlichen Themen und Inhalte wie z.B. Umweltschutz oder Arbeitsorganisation integriert vermittelt werden. Hierdurch sollen insgesamt bessere und arbeitsorientierte Lernergebnisse zur beruflichen Handlungskompetenz erreicht werden.

Lern- und Handlungsfeld 1:**Energiewirtschaft und -politik und die Technologien und Arbeitsfelder bei Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 40 – 60

Zielformulierung:

Die Teilnehmer sind mit den wesentlichen wirtschaftlichen und energiepolitischen Gegebenheiten und Entwicklungen zur elektrischen Energieversorgung in Deutschland (und Europa) vertraut. Sie kennen die grundlegenden und verschiedenen Technologien und Verfahren der elektrischen Energieerzeugung. Sie können deren jeweilige ökonomische und ökologische Bedeutung sowie die Entwicklungen zur zunehmenden Nutzung der regenerativen Energien einordnen und bewerten. Dabei sind sie insbesondere in der Lage, die technologischen Entwicklungen und energiepolitischen Förderungen von Windenergieanlagen (WEA) in der Vergangenheit wie der Zukunft als Grundlage und Basis einer weiterhin sehr wachstumsorientierten Windenergie-Branche für Deutschland und Europa zu beschreiben und diskursiv zu reflektieren.

Die Teilnehmer besitzen im Sinne von Überblicks- und Zusammenhangswissen grundlegende Kenntnisse über Aufbau und Funktion von Windenergieanlagen und deren technologischen Systemen und Hauptbaugruppen. Sie sind mit unterschiedlichen technologischen WEA-Konzepten vertraut und können mit Hilfe des jeweiligen System- und Funktionswissens auch deren Vor- und Nachteile für die elektrische Energieerzeugung erklären (z.B. im Insel-, Netz- und on- oder offshore Windparkbetrieb). Dazu verstehen sie die je zugrunde liegende Mechanik, Physik, Elektrotechnik und Elektronik und beherrschen auch weitgehend selbständig die Nutzung von Dokumenten und Handbüchern, den Umgang mit technischen Zeichnungen und anderen Hersteller-Materialien. Darüber hinaus verfügen die Teilnehmer über erste Einblicke und Basiskenntnisse zu Geschäfts- und Arbeitsfeldern in der Windenergie-Branche, die von der Idee und Finanzierung über die Prozesse der Planung, Genehmigung und Herstellung bis hin zum Aufbau und der Betriebsführung sowie insbesondere den verschiedenen Service-Arbeiten bei Windenergieanlagen reichen.

Inhalte:

- wirtschaftliche und energiepolitische Entwicklungen und Förderungen der elektrischen Energieversorgung
- ökonomische und ökologische Bedeutung der Nutzung der regenerativen Energien (Energiegesetzgebung)
- Geschäfts- und Arbeitsfelder und der Arbeitsmarkt in der Windenergie-Branche
- Aufbau, Funktion und technologische Systeme und Hauptbaugruppen von Windenergieanlagen (WEA)
- Grundlagen zur Mechanik, Physik und Elektrotechnik und Elektronik bei WEA
- Entwicklungen und Vor- und Nachteile verschiedener Technologie- und Wirtschafts-Konzepte bei Windenergieanlagen
- Literatur, Handbücher und technische Zeichnungen zu Windenergieanlagen sowie Hersteller-Materialien und -Dokumente.

Lern- und Handlungsfeld 2:**Economy and policy of Energy and the function and technology of wind turbines - Englischsprachige Kommunikation**

Zeitrichtwert in Stunden: 30 – 40

Zielformulierung:

Die Teilnehmer wiederholen oder eignen sich grundlegende englische Sprach- und Kommunikationskompetenzen an und erweitern diese inhaltlich bzw. mit neuen Vokabeln zum in Deutsch bekannten Thema „Economy and policy of Energy in Germany and different technologies of electrical power generation“. Sie verwenden Hilfsmittel wie Wörterbücher, das Internet usw. und arbeiten das Thema aus deutsch- wie englischsprachigen Dokumenten erneut auf. Sie können entsprechende Inhalte teils schriftlich und mündlich auf Englisch präsentieren und auch diskutieren und gegebenenfalls auf unerwartete Situationen reagieren und selbst-ständig ihren Wortschatz erweitern.

Die englischen Sprach- und Kommunikationskompetenzen erweitern die Teilnehmer auch in Bezug auf „function and technology of wind turbines“ und „systems and main assembly groups of wind turbines“. Dabei lernen sie die entsprechenden neuen Vokabeln, nutzen englischsprachige Dokumentationen verschiedener Hersteller und können sich über die Technologie und Arbeit in der Windenergie-Branche auf Englisch verständigen und dazu mit Kollegen in englischer Sprache und Schrift kommunizieren.

Inhalte:

- mündliche und schriftliche englischsprachige Kommunikation zu wirtschaftlichen und energiepolitischen Entwicklungen der elektrischen Energieversorgung
- grundlegende Englischvokabeln zur Nutzung der regenerativer Energien (Energiegesetzgebung)
- mündliche und schriftliche englischsprachige Kommunikation zu Geschäfts- und Arbeitsfeldern und dem Arbeitsmarkt in der Windenergie-Branche
- grundlegende Englischvokabeln zur Mechanik, Physik und Elektrotechnik und Elektronik bei Windenergieanlagen (WEA)
- mündliche und schriftliche englischsprachige Kommunikation zu Aufbau, Funktion und den technologischen Systemen und Hauptbaugruppen von WEA
- mündliche und schriftliche englischsprachige Kommunikation zu verschiedenen Technologie- und Wirtschafts-Konzepten bei Windenergieanlagen
- englische Handbücher und technische Zeichnungssymbole sowie englischsprachige Hersteller-Materialien und -Dokumentationen zu Windenergieanlagen.

Lern- und Handlungsfeld 3:**Funktionsanalyse und Service mit Inbetriebnahme der elektrotechnischen Systeme von Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 200

Zielformulierung:

Die Teilnehmer analysieren auf der Kenntnisgrundlage der wesentlichen elektrotechnischen Größen, Bauelemente, Komponenten und Geräte die verschiedenen elektrotechnischen und elektronischen Systeme von Windenergieanlagen. Sie lesen und verstehen dazu Schaltpläne und Dokumentationen der elektrotechnischen Systeme einschließlich der Komponenten der elektrischen Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik. Sie messen, prüfen und bewerten dazu Grundgrößen und Funktionen der Elektrotechnik und Elektronik unter verschiedenen Aspekten. Hierbei wählen sie geeignete Prüf- und Messgeräte und berücksichtigen, bewerten und nutzen verschiedene Verfahren und Methoden der elektrischen Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik.

Die Teilnehmer sind mit den grundlegenden Funktionen und spezifischen Eigenschaften aller elektrotechnischen Geräte und Maschinen (Beispiel Generator und Umrichter) sowie Aktoren und Sensoren (Anemometer, Anemoskop usw.) in einer WEA vertraut. Sie kennen auch deren energie-, steuerungs- und informationstechnische Vernetzung und wissen um die Schnittstellen und Übergänge zu den mechanischen und hydraulischen Systemen. Ebenso kennen und beachten sie die verschiedenen VDE- und Sicherheits- Vorschriften für WEA. Sie können auch entsprechende Schutzmaßnahmen umsetzen, prüfen und bewerten. Bei elektrotechnischen Fehlfunktionen, Fehlern und Störungen in Windenergieanlagen nutzen die Teilnehmer verschiedene systematische Verfahren und abgesicherte Methoden zu deren Klärung und Behebung. Bei allen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten sowie der Inbetriebnahme der elektrotechnischen Komponenten und Systeme nutzen sie auch teils englische Handbücher und Herstellerangaben. Bei der kompetenten Durchführung dieser Arbeiten beachten die Teilnehmer auch die spezifischen Aspekte zum Umwelt- und Gesundheitsschutz. Sie befolgen und nutzen die Vorschriften und nutzen Maßnahmen zur Arbeitssicherheit. Alle Service-Arbeiten und -Ergebnisse wie z.B. der Störungsanalyse und Wartung dokumentieren die Teilnehmer fach- und kundengerecht in diversen Unterlagen, teils auch in englischer Sprache.

Inhalte:

- elektrotechnische Grundgrößen, Bauelemente, Komponenten und Geräte und deren Einheiten, Symbole, Verhalten und Eigenschaften
- verschiedene Verfahren und Methoden der elektrischen Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, der Windmessung (Anemometer), Mess- und Prüfgeräte
- elektrotechnische Zeichnungen, Schalt- und Steuerpläne, Herstellerunterlagen
- Funktionen und Vernetzung der elektrotechnischen Geräte und Maschinen einer WEA, wie Transformator, Wechsel- und Gleichstrommaschinen, Generator, Umrichter, Blitzschutz und anderer elektrischer Betriebsmittel (Sensoren, Aktoren, ...)
- systematische Fehlersuche und Störungsanalyse, Wartungsarbeiten
- Verfahren der Instandsetzung und Inbetriebnahme elektrotechnischer Komponenten und Systeme
- fachspezifische Arbeitsschutz- und Umweltschutzaspekte bei Wartungsarbeiten
- Testverfahren der Schutz- und Sicherheitselemente und Prüfverfahren der Schutzmaßnahmen gem. DIN VDE 100, Geräteprüfung und Messung gemäß DIN VDE Nr. 0701 Teil 1
- Prüfungsinhalte „Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten" (Anhang 1 BGG 944).

Lern- und Handlungsfeld 4:**Funktionsanalyse und Service mit Instandsetzung der mechanischen Systeme von Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 150

Zielformulierung:

Die Teilnehmer haben metalltechnische Werkstoffkenntnisse und beherrschen die Grundlagen der Mechanik und des Maschinenbaus. Sie sind mit den Funktionen und Eigenschaften der mechanischen Komponenten und Systeme von Windenergieanlagen vertraut und können deren Betriebszustände bewerten. Sie kennen verschiedene Verfahren und Methoden der Mess- und Prüftechnik in der Metalltechnik.

Bei der Wartung, Montage und Inbetriebnahme der mechanischen Komponenten und Systeme einer WEA wenden die Teilnehmer ihre metalltechnischen Kenntnisse an und befolgen die spezifischen Herstellerangaben. Dabei sind sie sicher im Umgang mit den verschiedenen Spezialwerkzeugen und setzen diese auch bei der Installation oder Demontage der mechanischen Systeme in Windenergieanlagen fachgerecht ein.

Die Teilnehmer nutzen bei der Funktions- und systematischen Störungsanalyse Zeichnungen, Informationen und auch englische Unterlagen der Hersteller, ermitteln Defekte und deren Ursachen und führen Instandsetzungsarbeiten an fehlerhaften mechanischen Komponenten und Systemen der WEA durch. Sie kennen die Gefahren bei allen Service-Arbeiten zu den mechanischen Komponenten und Systemen und sie beherrschen die Maßnahmen zum Schutz von Menschen und Anlagen und wenden dabei die entsprechenden Vorschriften an. Die Teilnehmer beachten dabei auch die spezifischen Aspekte zum Umweltsowie Gesundheitsschutz und befolgen die erforderlichen Maßnahmen zur Arbeitssicherheit.

Zu allen Service-Arbeiten und Tätigkeiten der Wartung, Fehlersuche und Instandsetzung kontrollieren und sichern die Teilnehmer die Qualität und fertigen mittels PC und anhand von Vorgaben übersichtliche Dokumentationen mit den relevanten Daten und Betriebswerten an.

Inhalte:

- Grundlagen der Metalltechnik und Mechanik, maschinenbauliche Elemente und Komponenten und deren Einheiten, Symbole, Verhalten und Eigenschaften (Reibkräfte, Torsion usw.), englische Fachvokabeln
- verschiedene Verfahren und Methoden der Mess- und Prüftechnik in der Metalltechnik, Anwendung der Lasermessgeräte usw.
- Werkstoffprüfung und Nachbearbeitung metallischer Werkstoffe, fachgerechter Korrosionsschutz
- Mechanische Komponenten und Systeme in Windenergieanlagen (Turm, Nabe, Blattlager, Antriebswellen, Getriebe, Kupplung, Getriebe, Brems- und Kühlsysteme, Windnachführungssystem usw.)
- Installieren, montieren und demontieren und inbetriebnehmen der mechanischen Komponenten und Systeme in WEA
- Instandsetzung und Warten der mechanischen Systeme von Windenergieanlagen, fachspezifische Sicherheitsaspekte und Schutzmaßnahmen
- systematische Fehlersuche und -behebung zur Mechanik der Komponenten und Systeme in WEA, Anleitungen und Handbücher der Hersteller
- Aspekte und spezifische Vorschriften zum Umwelt-, Gesundheits- und Arbeitsschutz
- Qualitätssicherung und sachgerechte Dokumentation aller Service-Arbeiten.

Lern- und Handlungsfeld 5:**Funktionsanalyse und Service mit Instandsetzung der hydraulischen Systeme von Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 90

Zielformulierung:

Die Teilnehmer beherrschen die Grundlagen der Hydraulik und sind vertraut mit allen relevanten hydraulischen Komponenten und Systemen in Windenergieanlagen und deren Funktionen, Eigenschaften und Zusammenwirken.

Im Rahmen der Planung und Durchführung von Arbeiten der Wartung der hydraulischen Komponenten und Systeme nutzen sie die entsprechenden Schalt-, Hydraulik- und Wartungspläne und berücksichtigen und befolgen z.B. dabei die Herstellerangaben zu den Hydraulikkomponenten. Sie sind auch in der Lage, sich benötigte Informationen aus englischsprachigen Unterlagen zu erarbeiten.

Bei der Funktionsanalyse und Fehlersuche nutzen die Teilnehmer verschiedene Verfahren und Methoden und führen Messungen an den Hydrauliksystemen der WEA durch und interpretieren und bewerten ihre Messergebnisse. Im Zuge der systematischen Fehlersuche lokalisieren sie Defekte im hydraulischen System, tauschen fehlerhafte Komponenten aus oder setzen diese wieder instand. Hierbei sind sich die Teilnehmer der besonderen Anforderungen und Gefahren bei der Arbeit mit hydraulischen Systemen bewusst. Sie kennen und befolgen insofern die relevanten Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Umweltschutz, insbesondere in Bezug auf die Handhabung, Lagerung und Entsorgung von Ölen.

Die Teilnehmer kontrollieren und sichern die Qualität ihrer Service-Arbeiten und Tätigkeiten zur Wartung, Fehlersuche und Instandsetzung und fertigen dazu übersichtliche Dokumentationen mit allen wesentlichen Daten und Betriebswerten an.

Inhalte:

- Grundlagen der Hydraulik (Physik, Bauteile, Eigenschaften, Hydraulikpläne) hydraulische Komponenten und Systeme in Windenergieanlagen (u.a. Druck- und Kraftübersetzer, Pitch-Antriebe und Bremssysteme), englische Fachvokabeln
- Mess- und Prüfverfahren für Hydrauliksysteme (Manometer usw.)
- Funktionsanalyse und systematische Fehlersuche in hydraulischen Systemen von WEA (z. B. Leckagen)
- Wartung und Instandsetzung der hydraulischen Komponenten und Systeme einer Windenergieanlage
- Ölstandskontrolle, Ölprobe, Ölwechsel
- Nutzung und Beachtung von Herstellerunterlagen und -vorgaben zu den WEA und Hydrauliksystemen (Anleitungen, Wartungs-Handbücher, Hydraulikpläne usw.)
- Spezifische Unfallverhütungsvorschriften und Schutzmaßnahmen
- Umweltschutzaspekte und entsprechende Vorschriften insbesondere in Bezug auf alle hydraulischen Betriebsmittel.

Lern- und Handlungsfeld 6:**Auftragsbearbeitung und Service mit Instandsetzung und Inbetriebnahme der mechatronischen Systeme von Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 100 - 150

Zielformulierung:

Die Teilnehmer begreifen und verstehen Windenergieanlagen (WEA) als technologische und mechatronische Gesamtsysteme und sie kennen die Aufgaben, Funktionen und spezifischen Schnittstellen des systemischen Zusammenwirkens der einzelnen elektrischen, mechanischen und hydraulischen Teil- und Subsysteme.

Zum Gesamtsystem einer WEA übernehmen die Teilnehmer Aufträge und Arbeiten zum Komplett- und Gesamt-Service einer Windenergieanlage. Hierzu führen sie zur Abstimmung, Planung und Ausführung der Arbeitsaufträge auch direkt Gespräche mit den Kunden bzw. Auftraggebern und dies auch teils in englischer Sprache. In Kenntnis der technologischen Teil- und Subsysteme wie des systemtechnologischen Zusammenwirkens und unter Berücksichtigung der systembezogenen einzelnen Service-Arbeiten planen und organisieren sie die Arbeitsabläufe für sich und für Mitarbeiter und koordinieren die Zusammenarbeit im Team. Die Teilnehmer führen somit selbstständig und im Team die verschiedenen Arbeiten und Tätigkeiten der Inbetriebnahme, Wartung, Fehlersuche und Instandsetzung durch. Zu den Arbeitsprozessen werden besonders die Prozesse der Fehlersuche strukturiert und unter Berücksichtigung des komplexen Zusammenspiels der verschiedenen technischen Teilsysteme durchgeführt und dokumentiert. Auch benutzen sie hierbei herstellerseitige Unterlagen und Handbücher, befolgen die erforderlichen Maßnahmen zur Arbeitssicherheit und beachten die Vorgaben und Vorschriften zum Umwelt- sowie Gesundheitsschutz.

Die Teilnehmer kennen Qualitätsmanagementsysteme und wenden diese bei den Aufträgen und allen Arbeiten zum Gesamt-Service einer WEA an, um Arbeitsabläufe, Prozesse und Verfahren zu prüfen und zu verbessern und so die Qualität der Arbeitsergebnisse zu optimieren. Bei den Arbeitsaufträgen beachten sie daher die relevanten Qualitäts- und Sicherheitsaspekte, handeln kosten- und umweltbewusst und sie dokumentieren den Gesamtverlauf der Abwicklung aller Service-Arbeiten zum Gesamtsystem einer Windenergieanlage.

Inhalte:

- mechatronisches Gesamtsystem und das systemische Zusammenwirken der einzelnen elektrischen, mechanischen und hydraulischen Teil- und Subsysteme einer WEA
- Auftragsbearbeitung und -abwicklung zum Service für das Gesamtsystem einer Windenergieanlage
- Kundengespräche und Kommunikationstechniken, Kaufmännisches Grundwissen und Ressourcen- und Kostenplanung und -kalkulation zum Gesamt-Service einer WEA
- Arbeitsorganisation, Aspekte der Teamarbeit, Qualitätsmanagementsysteme
- Wartung und Wartungshandbuch, systematische Fehlersuche und -behebung und Instandsetzung der Instandsetzung der mechatronischen Systeme einer WEA
- englische Fachvokabeln, Anleitungen, Handbücher, Hersteller-Dokumentationen
- Arbeits- und Sicherheits- sowie Gesundheits- und Umweltschutzaspekte zum Service
- Qualitätssicherung und sach- und fachgerechte Dokumentation aller Service-Arbeiten.

Lern- und Handlungsfeld 7:**Funktionsanalyse und Service der IT- Systeme zur Betriebsführung und zum Monitoring von Anlagen und Windenergieparks**

Zeitrichtwert in Stunden: 40 - 50

Zielformulierung:

Die Teilnehmer nutzen vernetzte Laptops mit Standard-Anwendungen zum Zugriff auf technische Informationen und auch zur Dokumentation der eigenen Arbeit. Sie stimmen sich per E-Mail mit Mitarbeitern und Auftraggebern ab.

Die Teilnehmer erarbeiten sich auf der Basis deutsch- oder englischsprachigen Hersteller-Dokumentationen Kenntnisse der Menüstruktur und Bedienung der Steuerrechner von WEA und wenden diese an. Sie verschaffen sich Zugang zum Servicemode der Steuerung und greifen so auf erweiterte Systemdaten und Statusinformationen zu und interpretieren diese. Sie verwenden Laptops mit gängigen Betriebssystemen und entsprechenden Anwendungen zum Auslesen von Systemdaten und zur Parametrierung und Ansteuerung von WEA. Auf Grundlage von Statusinformationen und Fehlermeldungen grenzen die Teilnehmer im Rahmen einer systematischen Fehlersuche Ursachen ein und beurteilen den Betriebszustand der gesamten Anlage.

Die Teilnehmer installieren, parametrieren und testen neue Hard- und Softwarekomponenten und machen Softwareupdates. Sie kennen verschiedene Varianten der Daten-Vernetzung und entsprechende Software-Anwendungen zur Fernwartung bzw. zum Monitoring von WEA und Windparks. Sie können entsprechende Systeme einschließlich der Datenschnittstellen installieren, konfigurieren und in Betrieb nehmen sowie deren Funktionsfähigkeit überprüfen.

Inhalte:

- Grundlegende Computerkenntnisse, Laptops mit gängigen Betriebssystemen und Standardsoftware, Umgang mit typischer Officesoftware
- Rechner-Systeme in WEA, spezifische Steuergeräte, Hard- und Softwarekomponenten, Fehlermeldesysteme
- Anlagenparameter und Fehlercodes einer Windenergieanlage und deren Vernetzung
- Systematische Fehlersuche, Fehlereingrenzung und -verifizierung, Fehlersimulation
- Lokale Netzwerke zur Anlagensteuerung
- Aufbau von Netzwerken und Vernetzung von Anlagen
- Netzwerke und Übertragungstrecken zur Fernüberwachung von Windenergieanlagen und -parks
- Monitoring-Software für Windenergieanlagen und -parks.

Lern- und Handlungsfeld 8:**Qualität und Sicherheit bei jeglichen Service-Arbeiten mit Stoppen und Inbetriebnahme von Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 32-40

Zielformulierung:

Die Teilnehmer beherrschen die in der Windenergie-Branche geltenden Vorschriften und Verordnungen zur Arbeitssicherheit, Unfallverhütung und zum Gesundheits- und Umweltschutz und wenden diese bei jeglichen Service-Arbeiten der Planung, Durchführung und Kontrolle an. Sie handeln verantwortungsvoll und vorbildhaft nach den Vorgaben zur Qualitätssicherung und stimmen sich zum Qualitätsmanagement und bei allen sicherheitskritischen Fragen mit den Mitarbeitern ab.

Die Teilnehmer planen Transporte und den Einsatz der diversen Anschlag- und Hebezeugtechnik gemäß den geltenden Vorschriften und können diese entsprechend sicher durchführen und nutzen.

Zur Vorbereitung bestimmter Service-Arbeiten stoppen sie unter Beachtung der Vorschriften und Verfahren die Windenergieanlagen und nutzen dabei auch dementsprechende anlageneigene Sicherungssysteme (z.B. zur Arretierung beweglicher Maschinenteile). Die verschiedenen in der Branche verwendeten Systeme einer persönlichen Schutzausrüstung sind ihnen bekannt und sie verwenden und nutzen diese fach- und sachgemäß für ihre Arbeiten in der Höhe. In Notfällen leisten die Teilnehmer Erste Hilfe und unterstützen bzw. führen die Rettung aus der Höhe durch.

Nach Abschluss und Kontrolle der Arbeiten auch unter den Aspekten zur Qualitätssicherung sind sie in der Lage, eine Windenergieanlage wieder ordnungsgemäß in Betrieb zu nehmen und hierbei den typengerechten Betriebszustand der Anlage wiederherzustellen und zu überprüfen.

Inhalte:

- Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften
- Arbeitsschutzverordnungen
- Persönliche Schutzausrüstung (PSA)
- Gesundheitsschutz
- Angepasste Ersthelferausbildung
- Ladungssicherung und Fahrtechnik
- Anschlag- und Hebezeugtechnik
- arbeitsrechtliche und wirtschaftliche Vorschriften
- Vorschriften des Betriebsverfassungsgesetzes (BetrVG)
- Bestimmungen der Sozialversicherung (SGB VII und IX).

Lern- und Handlungsfeld 9:**Inspektion und Service mit Instandsetzung der Rotorblätter und der Gondel von Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 90

Zielformulierung:

Die Teilnehmer kennen die Funktion und verschiedene Konzepte zum konstruktiven und materiellen Aufbau der Rotorblätter und der Gondel und sie sind mit den Eigenschaften sowie der Verarbeitung der verwendeten unterschiedlichen Materialien vertraut.

Schäden und Defekte an den Rotorblättern und der Gondel von Windenergieanlagen können die Teilnehmer richtig ein- und abschätzen und mit entsprechenden Maßnahmen situations- und sachgerecht reagieren. Sie kennen die Ursachen und Wirkungen dieser Schäden und Defekte und sie sind in der Lage diese je nach Umfang entweder direkt selbst sach- und fachgerecht zu beheben oder als größere Reparaturmaßnahme richtig zu melden und diese einzuleiten. Alle Arbeiten und Reparaturmaßnahme führen die Teilnehmer unter Beachtung der spezifischen Sicherheits- und Umweltaspekte durch.

Die Teilnehmer arbeiten im Team und stellen ihre Meldungen und Dokumentationen der Schäden und Defekte einschließlich deren Instandsetzung auch in Englisch dar. Dabei nutzen sie englischsprachige Unterlagen, dokumentieren z.B. Oberflächenschäden mittels digitaler Kameras und typischer Officesoftware und führen auch über das Internet oder mit Mails die notwendige Kommunikation.

Inhalte:

- Typen und konstruktiver und materieller Aufbau von Rotorblättern und Gondeln
- Materialeigenschaften, Verstärkungsfasern, Kunststoffarten, Harzsysteme, Reaktionsmittel und Füllstoffe etc.
- Schäden an Faserwerkstoffen, Werkstoffprüfung und Laminatqualität (Vakuum- und Handentlüften)
- Reparaturmaßnahmen an Rotorblättern und Gondeln, Spachteln, Schleifen, Polieren verschiedener Materialien und Werkstoffe
- Sicherheitsaspekte, Arbeits- und Gesundheitsschutz
- fachspezifische Umweltschutzaspekte und -verordnungen inkl. Sondermüllentsorgung
- Schadensmeldung und Einleitung von Reparaturmaßnahmen
- fachgerechte Dokumentation der Schäden und Defekte sowie der Instandsetzung und Reparaturmaßnahmen
- englische Fachvokabeln und englische Kommunikation in Wort und Schrift.

Lern- und Handlungsfeld 10:**Fachpraktische Exkursionen und Praktika zum Service und Aufbau und der Herstellung von Windenergieanlagen**

Zeitrichtwert in Stunden: 300

Zielformulierung:

Die Teilnehmer kennen Unternehmen und die verschiedenen Arbeiten und Tätigkeiten in den Geschäfts- und Arbeitsprozessen der Windenergie-Branche aus unmittelbar direkter Anschauung. Insbesondere beim Service und dem Aufbau sowie der Herstellung von Windenergieanlagen arbeiten sie in den Betrieben unter Anleitung auch teils praktisch mit und vertiefen und ergänzen in der Verbindung von betrieblichen Arbeiten und Lernen ihre beruflichen Qualifikationen.

Inhalte:

- Kennen lernen von Unternehmen und Betrieben der Windenergie-Branche
- Arbeiten und Tätigkeiten in verschiedenen Geschäfts- und Arbeitsprozessen zum Service und Aufbau und der Herstellung von Windenergieanlagen
- Nahezu alle oben aufgeführten Lerninhalte der Lern- und Handlungsfelder.

7.4 Evaluation der Fortbildung

Es erfolgte die Entwicklung eines Instrumentariums, das der Evaluation des Fortbildungsangebotes dient. Das Instrumentarium soll dabei nicht nur einmalig im Rahmen des IMWatT-Projektes Anwendung finden, sondern darüber hinaus den Fortbildungseinrichtungen eine Möglichkeit bieten, auch in Zukunft mit Hilfe des Instrumentariums ihre Fortbildung zum Servicemonteur für Windenergieanlagentechnik zu evaluieren.

Das bisherige Verfahren zur Evaluation des Fortbildungsangebotes besteht aus einem allgemeinen Fragebogen, der im Anschluss an die jeweiligen Unterrichts-Module von den Teilnehmern ausgefüllt wird. Hieraus ergaben sich zwei Probleme für eine qualitative Evaluation der Fortbildung. Zum einen die universelle Form des Fragebogens, so dass er für sämtliche Fortbildungsangebote eingesetzt werden kann. Damit fällt die Möglichkeit weg, Fragen zu konkreten Inhalten der Fortbildung zu stellen. Des Weiteren kann von den Teilnehmern nicht erwartet werden, den Inhalt der Fortbildung qualitativ bewerten zu können, da ihnen entsprechende Vergleichsmöglichkeiten fehlen.

Das im IMWatT-Projekt entwickelte Instrumentarium stellt einen Fragebogen dar, der den Teilnehmern einer Fortbildung zum Servicemonteur für Windenergieanlagentechnik ungefähr 6 Monate nach dessen Beendigung zur Verfügung gestellt wird. Durch diesen zeitlichen Versatz, wird den Teilnehmern die Möglichkeit gegeben, die in der Fortbildung erlangten Fähigkeiten bei ihrer Arbeit im realen Umfeld einzusetzen. Durch die praktische Erfahrung ist somit eher eine qualitative Einschätzung der Fortbildung möglich. Es ist bekannt, dass durch die eventuell stark unterschiedlichen Anforderungen bei den diversen Unternehmen die qualitative Einschätzung von Fortbildungsinhalten einer subjektiven Beeinflussung unterliegen wird.

Die zu beantwortenden Fragen beziehen sich explizit auf die verschiedenen Themenbereiche der Fortbildung zum Servicemonteur für Windenergieanlagentechnik wie „elektrische Systeme der WEA“ oder „Servicearbeiten an WEA“ und hinterfragen inwiefern die Teilnehmer in den bestimmten Thematiken vorbereitet und qualifiziert wurden. Dabei wurde auf zu spezifische Fragen innerhalb der Themenbereiche verzichtet, da der zeitliche Abstand von 6 Monaten zu groß für solche detaillierten Fakten wäre. Außerdem konnte auf diese Weise eine schlanke Form des Fragebogens erreicht werden, bei dem insgesamt 15 Fragen zu beantworten sind.

Die verwendete Bewertungsskala entspricht den Schulnoten von 1 = „sehr gut“ bis 6 = „ungenügend“. Dieses System wurde gewählt, da es den Teilnehmern bekannt ist und somit erheblich intuitiver und einfacher anzuwenden ist, als Skalen mit einem anderen Umfang oder eine andere Semantik für die einzelnen Abstufungen.

7.4.1 Fragebogen für ehemalige Fortbildungsteilnehmer

Das Resultat der vorhergegangenen Überlegungen ist der folgende Fragebogen zur Nachbefragung der Weiterbildungs-Veranstaltung zum Servicetechniker/Servicemonteur für Windenergieanlagen-technik:

Um unsere Bildungsarbeit zu verbessern, möchten wir zur obigen Weiterbildungs-Veranstaltung eine Nachbefragung durchführen. Geben Sie uns bei den folgenden Fragen daher bitte Ihre Bewertung und Benotung aus heutiger Sicht an. Bewerten Sie die einzelnen Fragen bitte jeweils mit den klassischen „Schul-Noten“ von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend).

Zeitraum der Veranstaltung:

	Sehr gut		...		ungenügend	
1. Wie bewerten Sie die Gesamt-Qualität der Weiterbildung zum Servicetechniker/Servicemonteur aus heutiger Sicht?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
2. Wie wurden Sie durch die Weiterbildung für die Service-Arbeiten in Windenergieanlagen insgesamt vorbereitet?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
3. Wie wurden Sie mit der Weiterbildung in Englisch für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
4. Wie wurden Sie zum Thema mechanische Systeme für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
5. Wie wurden Sie zum Thema hydraulische Systeme für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
6. Wie wurden Sie zum Thema elektrische Systeme für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
7. Wie wurden Sie zum Thema Steuerung u. Regelung für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
8. Wie wurden Sie zum Thema EDV und IT-Systeme für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
9. Wie wurden Sie zum Thema elektrische Sicherheit für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
10. Wie wurden Sie auf das Zusammenwirken der mechanischen Systeme besonders für Reparatur-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
11. Wie wurden Sie auf das systematische Fehlersuchen für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
12. Wie wurden Sie zum Thema Arbeits-Sicherheit und Hilfsmaßnahmen für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
13. Wie wurden Sie zum Thema Rotorblatt-Service für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
14. Wie wurden Sie zum Thema Auftragsbearbeitung und Arbeitsorganisation und Qualität für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6
15. Wie wurden Sie zu den Fragen und Themen Energiepolitik und Umweltschutz für die Service-Arbeiten in WEA vorbereitet und qualifiziert?	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6

Zusätzliche Bemerkungen:

7.4.2 Durchführung und Ergebnis der Befragung

Im Rahmen des IMWatT-Projektes wurde der Fragebogen den Teilnehmern der letzten drei Fortbildungslehrgänge aus den Jahren 2007/2008 zur Verfügung gestellt. Dabei erfolgte die Befragung sowohl in schriftlicher als auch in telefonischer Form.

Das Diagramm in Abbildung 71 zeigt, wie die ehemaligen Fortbildungsteilnehmer die Qualifizierung und Vorbereitung in den einzelnen Themenbereichen durch die Fortbildung im Durchschnitt bewerteten. Als Durchschnittsnote für die gesamte Fortbildung ergibt sich eine Note von 2,6 was einem „Befriedigend“ entspricht. Die Bewertung für die Gesamtqualität der Fortbildung ist mit einer Note von 2,3 insgesamt als gut eingeschätzt worden und somit etwas besser als der Gesamtdurchschnitt der Befragung.

Die besten Resultate konnten in den Bereichen „Englisch“ (Note 1,7), „Elektrische Sicherheit“ (Note 2,1), „Arbeitssicherheit und Hilfsmaßnahmen“ (Note 2,3) sowie „Rotorblatt-Service“ (Note 2,2) ermittelt werden, was für diese vier Themenbereiche einen Durchschnitt von 2,1 ergibt.

Die schlechtesten Bewertungen erhielten die Bereiche „Durchführung von Servicearbeiten“ (Note 2,8), „Steuerung und Regelung“ (Note 2,9), „Zusammenwirken mechatronischer Systeme“ (Note 2,9), „Systematische Fehlersuche“ (Note 3), „Auftragsbearbeitung, Arbeitsorganisation und Qualität“ (Note 2,9) sowie „Energiepolitik und Umweltschutz“ (Note 3,1).

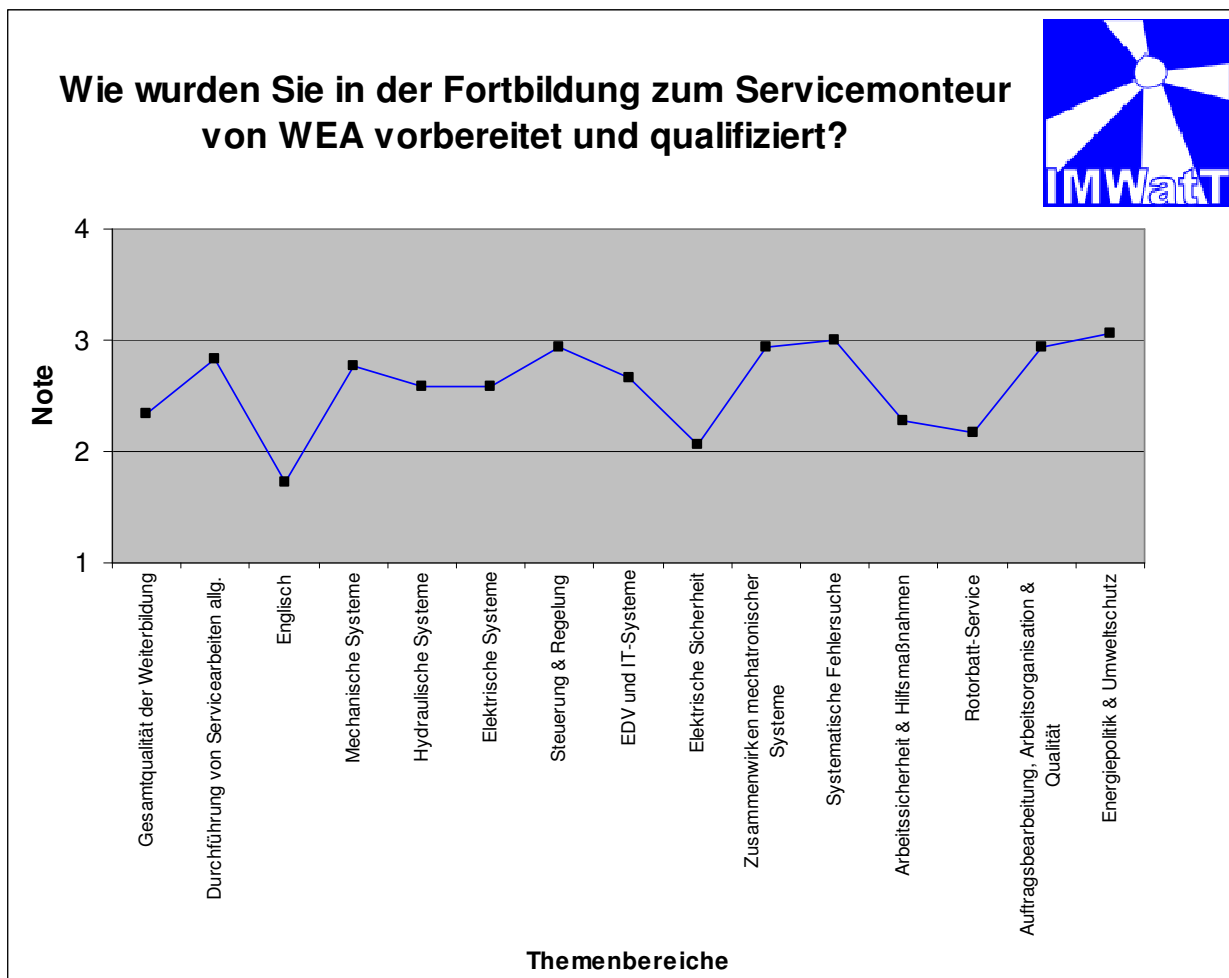


Abbildung 71: Ergebnis der Befragung ehemaliger Fortbildungsteilnehmer. Es wird die Durchschnittsnote für das jeweilige Themengebiet dargestellt.

Das im IMWatT-Projekt entwickelte und hier vorgestellte Curriculum befasst sich mit mehreren der ermittelten Schwachstellen und bietet Ansätze, die das Erreichen von besseren Ergebnissen ermöglichen:

- Für die Themengebiete „Auftragsbearbeitung und Arbeitsorganisation und Qualität“ und „Energiepolitik und Umweltschutz“ erfolgte die praxisnahe Integration in die verschiedenen Lern- und Handlungsfelder, wodurch ein besserer Zugang zu diesen Themen gewährleistet wird.
- Die „systematische Fehlersuche“ ist in allen technischen Bereichen wie Hydraulik, Elektronik, Mechanik usw. fest verankert und soll möglichst praxisnah und anschaulich behandelt werden.
- Das „Zusammenwirken der mechatronischen Systeme“ sowie die „Durchführung von Service- und Wartungsarbeiten“ sind in der Form nicht im aktuellen Curriculum vertreten und es erfolgte eine Einführung in Form des neuen Lern- und Handlungsfeldes „Auftragsbearbeitung und Service mit Instandsetzung und Inbetriebnahme der mechatronischen Systeme von Windenergieanlagen“, und somit einen hohen Stellenwert im Curriculum erhielten.
- Die „Steuerung und Regelung“ wird in den drei Lern- und Handlungsfeldern 3, 6 und 7 mehrfach behandelt und den Teilnehmern möglichst praxisnah veranschaulicht.
- Die bereits vorhandenen Bereiche wurden nicht vernachlässigt, sondern haben durch die handlungsorientierte Neugestaltung des Curriculums ebenfalls das Potential zur Verbesserung.

Es ist davon auszugehen, dass durch eine Fortbildung nach dem hier vorgestellten Curriculum die Ergebnisse prinzipiell und in den problematischen Bereichen sogar entscheidend verbessert werden können.

7.5 Vorstellung des reformierten Curriculums vor dem IHK-Prüfungsbeirat

Am 6. Oktober 2008 wurde das revidierte Curriculum der Fortbildung zum Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik während der Prüfungsausschusssitzung „Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik“ der IHK den anwesenden Prüfungsausschussmitgliedern in Form einer Präsentation vorgestellt. Dies gilt ebenso für das Konzept und die Ergebnisse der Evaluation der Fortbildung. Anschließend erfolgte eine gemeinsame Diskussion, die auch der Erörterung weiterer und offener Fragen diente. Der Prüfungsausschuss wird noch abschließend darüber zu beraten haben, in wie fern das neue Curriculum und die damit verbundenen Empfehlungen grundsätzlich übernommen und didaktisch erfolgreich umgesetzt werden können.

7.6 Fazit und Ausblick

Der Vergleich der uns vorliegenden Curricula für die Fortbildung zum Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik der IHK und die zum Servicetechniker für Windenergieanlagen des BZEE ergab eine große inhaltliche Übereinstimmung. Diese basiert im Prinzip auch auf der gemeinsamen Durchführung der Fortbildung in der Praxis. In der formalen Struktur und Ausgestal-

tung weisen beide Curricula jedoch auch teils große Unterschiede und zudem die Notwendigkeit von Verbesserungen auf. So fehlt neben den Zielen generell eine umfassende Beschreibung des Arbeits- und Aufgabengebietes und der Qualifikationen, die ein Servicemonteure für Windenergieanlagenagenteknik am Ende der Fortbildung beherrschen muss. Außerdem sind beide Curricula sehr fachsystematisch aufgebaut und lassen didaktisch eine Orientierung an der Servicearbeit eher vermissen. Inhaltlich können somit beide Curricula dem in 5.3 genannten erweiterten Qualifizierungsbedarf eigentlich nur theoretisch gerecht werden.

Die Bemühungen für ein neues gemeinsames Curriculum zur Fortbildung zum **Servicemonteure von Windenergieanlagenagenteknik** orientierten sich stark an den im Kapitel 7.2 genannten Empfehlungen. Das Ergebnis ist die im Kapitel 7.3 vorgestellte Curriculumrevision. Die Fortbildungsziele und die Beschreibung des Aufgabengebiets zum Servicemonteure bilden die Einleitung für das überarbeitete Curriculum. Eine Auflistung der beruflichen Qualifikationen im Sinne von Lernergebnissen vervollständigt das „Berufsbild“. Es folgen die neu entwickelten 10 Lern- und Handlungsfelder, die anstatt einer fachsystematischen Struktur eine stark arbeits- und handlungsorientierte Struktur aufweisen. Dabei wurde bei der Gestaltung des Curriculums zugleich versucht, die Richtlinien und Deskriptoren für den europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) derart eingehalten, dass die Fortbildung überwiegend dem EQF-Level 4 entspricht.

Das Ergebnis der zur Fortbildung durchgeführten Evaluation bestätigte durch eine aktuelle Befragung der ehemaligen Teilnehmer die Notwendigkeit und Durchführung der erfolgten Curriculumrevision. Von daher sollten die überwiegend befriedigenden Ergebnisse der gegenwärtigen Fortbildung auf Basis des neuen Curriculums prinzipiell und in den besonderen Bedarfsbereichen noch entscheidend verbessert werden können.

Der Prüfungsausschuss der IHK wird noch darüber beraten und konkreter zu entscheiden haben, in wie fern eine direkte Übernahme und Umsetzung des hier vorgestellten Curriculums für die Fortbildung zum Servicemonteure für Windenergieanlagenagenteknik erfolgt. Darüber hinaus bietet das Curriculum ebenso eine Grundlage für weitere Institutionen der Fortbildung, entweder um das eigene Curriculum auf eine arbeits- und handlungsorientierte Form der Fortbildung hin zu modernisieren oder um dem EQR entsprechend und darauf basierend eine neue Fortbildung aufzubauen.

Eine fortlaufend durchzuführende Evaluation der Fortbildung im vorgestellten Sinne kann zudem den Institutionen der Fortbildung generell didaktisch dazu dienen, den aktuellen Entwicklungen und Gegebenheiten entsprechend Anpassungen am Curriculum vorzunehmen, die Stundenzahlen für die verschiedenen Lern- und Handlungsfelder zu präzisieren oder neue Inhalte aufzunehmen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Das EU-Projekt IMWatT „Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie“ hatte den Fachkräftebedarf im Windenergiesektor zum Gegenstand und zielte dabei im Schwerpunkt auf dementsprechende „Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für eine prospektive wirtschaftliche Entwicklung im Sektor erneuerbarer Energie in der Region Sønderjylland / Schleswig“. Unmittelbar zu Beginn des Projekts wurde zunächst der Windenergiesektor unter besonderer Berücksichtigung der verschiedenen Geschäfts- und Arbeitsfelder analysiert. Vor allem dadurch konnten die Inhalte zum Projekt zielbezogen erreicht und ein neues Qualifizierungsangebot für die Mechatronik und den Service entwickelt werden.

Im Einzelnen folgte auf die Sektoranalyse der Windenergie-Branche die Entwicklung eines länderübergreifenden Erhebungs-Instrumentariums zur Durchführung einer Betriebs-Befragung (Online) und der nachfolgenden Arbeitsanalysen. Auf der Basis der Befragungs- und Analyseergebnisse konnte eine strukturierte Arbeitsprozessbeschreibung zu den Arbeiten im Windenergiesektor im Raum Sonderjylland/Schleswig vorgenommen werden. Gleichzeitig erfolgte die Erstellung eines grenzüberschreitend gültigen Katalogs von Qualifikationsanforderungen, der bei der anschließend durchgeführten Bewertung der vorhandenen Curricula für die Aus- und Weiterbildung Verwendung fand. Beide Ergebnisse wurden für eine neue arbeitsorientierte Ausgestaltung der Aus- und Weiterbildungsangebote und deren Umsetzung genutzt. Die Entwicklung dieser Angebote resultiert besonders auf den erarbeiteten Empfehlungen zur Weiterentwicklung der konkreten Curricula für die Erstausbildung von Mechatronikern (D) und Automatiktchnikern (DK). Aber auch für die Fortbildung erfolgte auf der Basis der aktuell bestehenden Curricula eine neue Entwicklung eines internationalisierten Curriculums. Insgesamt wurde somit im EU-Projekt IMWatT ein grenzüberschreitend gültiger Katalog von Qualifikationsanforderungen in der Windenergie-Branche ermittelt, der zu neuen bzw. weiterentwickelten Qualifizierungsangeboten in der Aus- und Fortbildung führte. Alle vorgenommenen Weiterentwicklungen orientierten sich curricular zudem an den Level- und Kompetenzstrukturen des Europäischen Qualifikationsrahmens (EQR) und wurden nach didaktischer Ausgestaltung auch konkret in Deutschland und Dänemark umgesetzt und erprobt.

In allen Projektphasen war die Arbeit auf dänischer und deutscher Seite immer von einem starken Informationsaustausch geprägt. So wurde u. a. auch die gemeinsame Entwicklung des länderübergreifenden Erhebungs-Instrumentariums durch den intensiven Informationsaustausch an den jeweiligen Unterschieden in der Arbeits- und Berufsbildungswelt der beiden Länder ausgerichtet. Ebenso erfolgte ein direkter und intensiver Erfahrungsaustausch zwischen der EUC Syd und der Berufsschule in Husum. Und zwar nicht nur im Rahmen der Erstellung der Curriculum-Synopse für die berufliche Erstausbildung, sondern auch ganz konkret bei der Durchführung von gemeinsamen Ausbildungs- und Unterrichtseinheiten, was z.B. auch zu einer notwendigen Intensivierung der englischen Sprache in der Ausbildung führte. Dadurch erhielten alle Akteure beider Berufsschulen tiefe Einblicke in das jeweilige Berufsbildungssystem des anderen Landes. Selbst die Berufsschüler werteten diese internationalen Erfahrungen im Hinblick auf einen sich weiter geöffneten internationalen Arbeitsmarkt besonders hoch. Denn durch die Zusammenarbeit und auch die Kooperation mit den Betrieben beim Unterricht konnten die Berufsschulen ihre Kontakte zur Wirtschaft vertiefen und didaktisch davon profitieren. So ist ganz aktuell im Gespräch, die vorhandenen und gut ausgestatteten Fortbildungseinrichtungen der Unternehmen auch bereits für Ausbildung der Berufsschüler zu nutzen. Insofern wurden im Projekt Möglichkeiten und Formen der Zusammenarbeit in der Ausbildung zum Mechatroniker / Automatikt-

tekniker entwickelt und erprobt, die in Zukunft noch stärker ausgebaut werden sollten und die Ausbildung an den Berufsschulen nachhaltig verbessern kann.

Die Revision der Fortbildungs-Curricula und dessen Ausrichtung am Europäischen Qualifikationsrahmen sollte unmittelbarer und verstärkt in der Praxis umgesetzt und somit zukünftig eine bessere und positive Auswirkung auf die Qualifizierung haben. Vor allem die neue Arbeits- und handlungsorientierte Ausrichtung des Curriculums führt zu mehr Berücksichtigung der internationalen wie regionalen Interessen und kann die Fortbildungsqualität verbessern. Zur Qualitätsverbesserung durch eine fortlaufende Evaluation des Fortbildungsangebotes ist zudem über die Projektarbeit hinaus ein Instrumentarium bereitgestellt, welches nicht nur die didaktische Qualität der Fortbildung bewerten hilft, sondern auch die Möglichkeit auf die Änderungen der Qualifikationsanforderungen in der Windenergie-Branche schnell zu reagieren beinhaltet.

Mit dem EU-Projekt IMWatT „Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie“ erfolgte eine weithin erfolgreiche und grenzübergreifende Zusammenarbeit verschiedener Institutionen. Auf der Basis einer gemeinsamen Projektarbeit und Strategie wurde die wirtschaftliche und soziale Entwicklung grenzübergreifend gefördert. Dabei wurden zugleich Aspekte der Nachhaltigkeit beachtet und in mehreren Bereichen um- und durchgesetzt. Die Stärkung der regionalen Wirtschaftsstruktur und der beteiligten Standorte ist mittelbar durch die bessere Qualifizierung der Arbeitskräfte in Form der Mechatroniker / Automatiktchnker und der Servicemoniteuren für Windenergieanlagentechnik gegeben. Konkret zeichnet sich auch eine höhere Vermittlungschance im grenzübergreifenden Arbeitsmarkt ab, was letztlich eine bessere Zukunftsperspektive für die gut qualifizierten Arbeitnehmer wie auch die expandierenden Unternehmen im Windenergiesektor bedeutet.

Literaturverzeichnis

AkSiWe: Arbeitskreis für Sicherheit in der Windenergie (AkSiWe). 2006 URL: http://www.aksiwe.de/vorschriften_liste.php (05.04.2006)

Berufsgenossenschaft: BGI 657 "Windenergieanlagen". 2006 URL: <http://www.arbeitssicherheit.de/arbeitssicherheit/html/modules/bgi650699/650-699/bgi657.pdf> (18.11.2008)

Berufsgenossenschaft: BGI 608 "Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen". 2006 URL: <http://www.arbeitssicherheit.de/arbeitssicherheit/html/modules/bgi600649/600-649/bgi608.pdf> (18.11.2008)

Berufsgenossenschaft: BGR 198 "Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen gegen Absturz". 2002 URL: <http://www.arbeitssicherheit.de/arbeitssicherheit/html/modules/bgr150199/150-199/bgr198.pdf> (18.11.2008)

Berufsgenossenschaft: BGI 519 "Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen". 2002 URL: <http://www.arbeitssicherheit.de/arbeitssicherheit/html/modules/bgi500549/500-549/bgi519.pdf> (18.11.2008)

Berufsgenossenschaft: BGI 826 „Schutz gegen Absturz“. 2002 URL: <http://www.arbeitssicherheit.de/arbeitssicherheit/html/modules/bgi800849/800-849/bgi826.pdf> (18.11.2008)

BGFE Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik: Ausbildungskriterien für festgelegte Tätigkeiten im Sinne der Durchführungsanweisungen zur BG-Vorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A2, bisherige VBG 4). Köln: Juli 2000 URL: <http://www.bgfe.de> (15.11.2006)

BZEE Bildungszentrum für Erneuerbare Energien e.V.: Fortbildung zum Servicetechniker für Windenergieanlagen. Husum: 2005 URL: <http://www.bzee.de> (05.04.2006)

Dänemark Undervisningsministeriet: Automatikkfagtekniker - Fachtechniker/in für Automatisierungstechnik. København: Undervisningsministeriet, den 28. juni 2006 URL: http://www.retsinfo.dk/_GETDOCM_/ACCN/B20060073805-REGL (05.09.2006)

DEWI Deutsches Windenergie-Institut: Windenergie in Deutschland. Aufstellungszahlen für 2005. Stand: 17. Januar 2006. Wilhelmshaven: 2006 URL: <http://www.dewi.de/> (21.04.06)

Elsborg, Leif: Exercises.doc Sønderborg: EUC Syd, 2008 URL: <http://www.imwatt.eu> (2008)

Elsborg, Leif: Hydraulics.doc Sønderborg: EUC Syd, 2008 URL: <http://www.imwatt.eu> (2008)

Europäische Kommission: Der Europäische Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen (EQR). Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2008 URL: http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eqf/index_en.html (08.05.2008)

IHK Flensburg Besondere Rechtsvorschriften für die IHK-Weiterbildungsprüfung Servicemonteure/Servicemonteurin für Windenergieanlagentechnik Flensburg: 2005

IHK WAK Schleswig-Holstein: Curriculum Fortbildung Servicemonteure für Windenergieanlagentechnik. Lübeck; Flensburg: 2006 URL: <http://www.wak-sh.de> (05.04.2006)

IHK WAK Schleswig-Holstein: Teilnehmerbefragungsbogen. Bewertung von Qualifizierungsmaßnahmen. Kiel; Flensburg: 2008

KMK Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker / Mechatronikerin. Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 30. Januar 1998

Petersen, A. Willi: Geschäfts- und Arbeitsprozesse als Grundlage beruflicher Ausbildungs- und Lernprozesse. In: lernen & lehren Elektrotechnik-Informatik und Metalltechnik. Schwerpunktthema Geschäftsprozessorientierung. Wolfenbüttel: Heckner, Heft 80, 20. Jahrgang 2005, S. 163 – 174

Petersen, A. Willi; Wehmeyer, Carsten (eds.): European Qualification Strategies in Information and Communications Technology (ICT). Recommendations on European ICT Qualifications. Flensburg: biat, August 2004 (Leonardo da Vinci II project EUQuaSIT, Final Report) URL: <http://www.euquasit.net> (12.08.2004)

Petersen, A. Willi; Wehmeyer, Carsten (eds.): Case Studies on ICT Practitioner Work in ICT Business and Work Processes - Results and Skill Needs of European companies of the ICT sector and ICT user sectors. Flensburg: August 2004 (Leonardo da Vinci II project EUQuaSIT, Part of the Final Report)

Petersen, A. Willi; Bauer, Christian; Büßen, Eckhard: Konzept und Erhebungsinstrumentarium für die Qualifikationsbedarfe der Windkraft-Branche: Geschäftsfelder und Arbeitsprozesse zur Herstellung und Service von Windenergieanlagen (WEA). Vortrag: Projektsitzung Flensburg, 10. Oktober 2006

Petersen, A. Willi; Schmiech, Michael; Jung, Stephan; Elsborg, Leif: 1. Zwischenbericht Projekt: "Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie (IMWatT). Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für eine prospektive wirtschaftliche Entwicklung im Sektor erneuerbarer Energie in der Region Sønderjylland / Schleswig." Flensburg; Husum; Sønderborg: 9. Januar 2007

Petersen, A. Willi; Bauer, Christian: Bedarfe der Windkraft-Branche und Curriculum-Vergleich: Servicetechniker (BZEE) - Servicemonteur (IHK). Vortrag: Projektsitzung Husum, 6. Dezember 2007

Petersen, A. Willi; Schmiech, Michael; Jung, Stephan; Elsborg, Leif: 2. Zwischenbericht Projekt: "Internationalisierte Mechatronik für Windkraft-Technologie (IMWatT). Bedarfsanalysen und Qualifizierungsangebote für eine prospektive wirtschaftliche Entwicklung im Sektor erneuerbarer Energie in der Region Sønderjylland / Schleswig." Flensburg; Husum; Sønderborg: 14. Januar 2008

target GmbH, Hannover: Analyse des Qualifizierungsangebots in Norddeutschland: On- und Offshore Windenergie Auswertung. Handlungsempfehlungen für Unternehmen, Aus- und Weiterbildungsträger, Verbände und Förderinstitutionen. Cuxhaven: 2004 URL: http://www.cuxhaven.de/pdf/RAG_Qualifizierungsanalyse_220304.pdf (05.04.2006)