

Erhebung erweiterter curricularer und unterstützender Maßnahmen in der elektrotechnischen dualen Ausbildung aufgrund von DC-Technologie

Marvin GOPPOLD, Christina MAYER, Martin FRENZ, Verena NITSCH

*Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

Kurzfassung: Die Energieversorgungsnetze stehen im Kontext der Energiewende vor Herausforderungen bezogen auf die Versorgungssicherheit. Beim Aufbau eines Mittelspannungsgleichspannungs-Forschungsnetzes als Teil eines Lösungsansatzes sind Arbeitsprozessanalysen mit Screeninginstrumenten durchgeführt worden. Der Beitrag untersucht darauf aufbauend den Interventionsbedarf für die elektrotechnische duale Ausbildung. Basierend auf den Ergebnissen eines Experten-Facharbeiter-Workshops ist der Technologiestand im noch praxisfernen Grundlagenstadium festgestellt worden. Die Ergebnisse eignen sich als Ausgangspunkt für die Erforschung von Technologiediffusion und die damit verbundene Veränderung von Arbeitsprozessen als Grundlage der beruflichen Bildung.

Schlüsselwörter: Berufliche Bildung, Experten-Facharbeiter-Workshop, Arbeitsanalyse, MVDC

1. Einleitung

Sowohl Deutschlands als auch die europäische Energieversorgung befinden sich aktuell in einem großen Umbruch. Es findet eine verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energien und dezentralen Kraft-Wärme Kopplungsaggregaten statt, die konventionelle Energieversorgung langfristig ersetzen soll. Neben dezentralen kleinen Einheiten entstehen insbesondere mit Offshore-Windparks oder Solarkraftwerken sehr große Erzeugungseinheiten (Echternacht et al. 2015). Diese werden lastfern ins Übertragungsnetz eingebunden und müssen über große Entfernungen transportiert werden. Daneben unterliegen erneuerbare Energien, wie z.B. die Wind- und Sonnenenergie, natürlichen Schwankungen.

Die heutige Netzinfrastruktur besteht durchgängig in Wechselstromtechnologie auf unterschiedlichen Spannungsebenen und basiert auf zentraler Energieerzeugung. Nur in wenigen Ausnahmefällen, z.B. zur Anbindung von Offshore-Windparks kommt in Europa Gleichstromtechnologie zur Anwendung (z.B. TenneT TSO GmbH 2010). Mit der Wende zu mehr dezentraler Energieeinspeisung stoßen die vorhandenen elektrischen Netze an ihre Grenzen. Damit wird die Gewährleistung von ausreichender Versorgungsqualität in den Verteilungsnetzen und die Netzsicherheit in den Übertragungsnetzen immer schwieriger. Zukünftig sollen daher in größerem Maße Gleichspannungslösungen bei Transport und Verteilung der elektrischen Energie diese Engpässe beseitigen (z.B. Stieneker & de Doncker 2016).

Umfassende Infrastrukturmaßnahmen zur Errichtung von Gleichspannungsnetzen bedürfen veränderter Qualifikationen der Fachkräfte insbesondere in den frühen Lebenszyklusphasen. Eine umfassende Fallstudie existiert gegenwärtig noch nicht. Aufgrund

dessen sind Arbeitsprozessanalysen in der Erwerbsarbeit notwendig, um den Interventionsbedarf bei der Qualifizierung der Fachkräfte zu bestimmen.

Daraus abgeleitet ergibt sich die Forschungsfrage: Welche Fachkräfte werden am Aufbau von Mittelspannungsgleichspannungsnetzen (MVDC-Netzen) beteiligt sein? Da diese Technologie noch kein weitverbreiteter Gegenstand der deutschen Energieversorgung ist, ergibt sich weiterhin die Fragestellung: Welche Maßnahmen sind für die elektrotechnischen dualen Ausbildungen aufgrund der antizipierten Diffusion der Technologie in Form von MVDC-Netzen einzuleiten?

2. Methodik

Die letzten Erhebungen im elektrotechnischen Bereich vor dem Hintergrund von Qualifikationsanforderungen für die Beruflichkeit sind von Zinke et al. (2014) durchgeführt worden. Ansonsten existieren weitgehend nur historische Betrachtungen, welche eine hohe Verbreitung gefunden haben, z.B. Howe (2004). Die industriellen beruflichen Ordnungsmittel haben eine Teilnovellierung im Jahr 2018 erfahren (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie & Bundesministerium für Bildung und Forschung 2018), wohingegen dies den handwerklichen erst noch bevorsteht (Zinke 2019). Zur Erhebung der Qualifikationsanforderungen an Fachkräfte beim Aufbau von MVDC-Netzen sind im ersten Schritt Arbeitsprozessenerhebungen durchgeführt worden und darauf aufbauend in einem Experten-Facharbeiter-Workshop Gestaltungshinweise für die elektrotechnische duale Ausbildung abgeleitet worden.

2.1 Arbeitsprozessenerhebung

Zur Strukturierung der Erhebung wird auf gesellschaftlicher Ebene mit der Modellvorstellung eines Lebenszyklus von Infrastrukturobjekten gearbeitet. In der Literatur finden sich beispielsweise die HOAI (Bundesregierung 2013), Projektpläne aus der Bauwirtschaft (z.B. Diederichs 2006) oder Lebenszyklusmodelle von Immobilien (z.B. Arnold et al. 2017). Diese sind in ihrer Betrachtungsweise jedoch auf das Objekt des MVDC-Netzes selbst begrenzt. Um der normativen interdisziplinären Schwerpunktsetzung gerecht zu werden, muss daher eine Erweiterung bestehender Konzepte vorgenommen werden.

Für die Erhebung der Arbeitshandlungen wird ein systemtheoretischer Ansatz ausgewählt, da dieser einen Anschluss der technischen Sichtweise an gesellschaftliche Fragestellungen ermöglicht (z.B. Ropohl 2009).

Zur Arbeitsprozessenerhebung wird auf Items bekannter Verfahren zurückgegriffen (z.B. Frieling et al. 1993; Hacker 1995). Diese werden in einer Screeningmethode genutzt, die innerhalb des systemtheoretisch kompatiblen SIPOC-Ansatzes (z.B. Hoerl & Snee 2012) ausgeführt wird. Die Erhebung fokussiert im Anwendungszusammenhang insbesondere die Teamzusammensetzung mit der individuellen Qualifikation der Teammitglieder.

Darüber hinaus werden Schnittstellen bestimmt und durch offene Fragestellungen Arbeitsprozesswissen der Fachkräfte zu vor- und nachgelagerten Arbeitsprozessen erhoben.

Die erhobenen Arbeitsprozesse werden außerdem im Anschluss modelliert. Aus praktischen Gründen wird die nicht semantisch abschließend definierte erweiterte Ereignisgesteuerte Prozessketten Methode gewählt (Keller et al. 1992), weil diese eine gute Schnittstellenfähigkeit für Beteiligte ohne Vorbildung in diesem Bereich anbietet. Außerdem sind aus der Historie heraus viele Arbeitsprozesse in ERP-Systemen mit dieser

Sprache modelliert worden (vgl. Staud 2006), wodurch eine Weiterverwendung der erhobenen Daten durch interessierte beteiligte Unternehmen möglich wird.

2.2 Experten-Facharbeiter-Workshop

Aufbauend auf den Arbeitsprozessanalysen eignet sich die Durchführung eines Experten-Facharbeiter-Workshops als sozialwissenschaftliche Methode, welche in der berufswissenschaftlichen Qualifikationsforschung angewandt wird (Bremer et al. 2001). Ziel der Methode ist es, mit ausgewählten Expertinnen und Experten zunächst charakteristische Arbeitsaufgaben zu identifizieren, welche relevante Arbeitszusammenhänge für einen Beruf repräsentieren (Spöttl 2005). Dies geschieht auf der Grundlage der vorab erhobenen Arbeitsaufgaben, um Qualifikationsanforderungen abzuleiten. Hierbei werden ausgewählte Arbeitsaufgaben nach Kriterien einer modernen Beruflichkeit gebündelt, strukturiert und bewertet (Spöttl 2005). Das Ziel des Experten-Facharbeiter-Workshops ist erreicht, wenn die Arbeitsaufgaben so konkret beschrieben worden sind, dass dadurch ein beruflicher Entwicklungsweg dargestellt wird und sie so für eine darauf aufbauende Curriculumentwicklung des zukünftigen Berufsbilds geeignet sind (Bremer et al. 2001; Spöttl 2005). Im Rahmen der Untersuchung liegt die Herausforderung bei Verwendung dieser methodischen Herangehensweise darin, dass zukünftige, antizipierte Arbeitsprozesse im Fokus stehen und die Eignung des Formats des Experten-Facharbeiter-Workshops hierfür noch nicht genutzt worden ist.

3. Ergebnisse

Alle Beobachtungen und Befragungen sind vor dem Hintergrund eines angepassten Lebenszyklusmodells erfolgt. Die gesellschaftliche Komponente wird durch ein vorangestelltes St. Galler Managementmodell angebunden (Ulrich & Krieg 1972), wobei keine explizite Rückkopplung im Modell vermerkt worden ist. Jedoch wird von Kommunikation zwischen allen Elementen ausgegangen, was zugleich eine rein technikdeterministische oder sozialdeterministische Sichtweise negiert. Der eigentliche Lebenszyklus des MVDC-Forschungsnetzes basiert auf einem Infrastruktur Lebenszyklus (vgl. IG Lebenszyklus Bau 2017), der Anpassungen erfahren hat (Goppold & Frenz 2018).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass eine Beteiligung von Fachkräften erst mit der Umsetzungsphase bzw. späten Planungsaktivitäten beginnt. Davon ausgenommen sind Fachkräfte der Wirtschafts- und Verwaltungsberufe. Es sind in der Umsetzungsphase acht Erhebungen erfolgt, wovon sechs hauptsächlich die Berufe der Baubranche und zwei die Berufe der Elektrobranche beleuchten. In der Modellierung der Arbeitsprozesse lassen sich die in Interviews mit den beteiligten Fachkräften gewonnenen Erkenntnisse verdeutlichen, dass die meisten Handlungen der Baubranche einfache manuelle Verrichtungen sind. Dies zeigt sich auch in den Teambzusammensetzungen, in denen vor allem die Bauleitung bzw. Vorarbeitenden über eine berufliche Ausbildung im Elektrobereich verfügen, während das weitere Kollegium einen Hintergrund im Bauwesen besitzt. Im Unterschied dazu ist im elektrotechnischen Bereich eine viel größere Spanne an Qualifikationen notwendig, die von einfachen handwerklichen Aufgaben bis zu Konzeptionsfähigkeiten reichen, vgl. Abbildung 1. Insbesondere im Prototypenbau der Steuerungs- und Regelungsmodule muss zwingend mindestens eine berufliche Ausbildung vorliegen.



Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Verdrahtungsprozess der Steuerungsplatine

Mit einer heterogenen Workshopgruppe bestehend aus betrieblichem Ausbildungspersonal, elektrotechnischen Expert*innen, Berufsschullehrkräften und Bildungsexpert*innen von Hochschule und dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) sind im Experten-Facharbeiter-Workshop die Arbeitsprozesse bewertet und diskutiert worden. Die Diskussionen im Workshop haben zum allgemeinen Konsens geführt, dass noch sehr große Unsicherheiten zur zukünftigen Arbeitsprozessgestaltung für MVDC-Technologie bestehen. Somit kann keine gesicherte Aussage getroffen werden, wie weit sich die bestehenden Curricula der elektrotechnischen Berufsausbildung dadurch verändern. Aktuell ist DC-Technologie Teil von fachspezifischen Weiterbildungen, beispielsweise in Form der verbreiteten Anwendung in der Photovoltaik. Generell wird die zunehmende Einführung der DC-Technologie nicht durch das duale Ausbildungssystem beschränkt, weil die Curricula eine offene kompetenzorientierte Struktur besitzen, in die bei Bedarf die DC-Technologie als Lehrinhalt gut integriert werden kann. Von Lehrkräften wird dies als unproblematisch angesehen. Alle Teilnehmenden haben die Relevanz von Neuentwicklungen für ihre Disziplinen betont und sind gegenüber weiteren Workshops bei Vorliegen einer empirischen Grundlage von zu diesem Zeitpunkt weitverbreiteten DC-Anwendungen aufgeschlossen.

4. Diskussion

Im Hinblick auf die erste Forschungsfrage lässt sich aussagen, dass bei der Errichtung von MVDC Netzen sowohl elektrotechnische als auch Fachkräfte der Baubranche beteiligt sind. Ausgenommen sind aufgrund der empirischen Datenlage alle weiteren Lebenszyklusphasen, wie beispielsweise die Inbetriebnahme oder der Regelbetrieb.

Für die Fachkräfte der Baubranche werden sich voraussichtlich keine bis geringe Änderungen in den Arbeitsprozessen ergeben, da bereits vergleichbare Variabilität in den gegenwärtigen Arbeitsprozessen auftaucht. Für die elektrotechnischen Fachkräfte kann hingegen nur die Aussage getroffen werden, dass die Arbeitsprozesse qualifiziertes Personal benötigen, welches mindestens über Kompetenzen auf DQR Niveau 4 verfügen muss. Da die empirische Einzelfallbetrachtung keine validen Induktionsschlüsse zulässt, besteht zur Bestimmung der betroffenen Ausbildungsberufe die Notwendigkeit einer externen Expertise.

Im Rahmen des Experten-Facharbeiter-Workshops ist frühzeitig herausgearbeitet worden, dass die DC-Technologie in der Energieversorgung zum aktuellen Zeitpunkt eine Nischentechnologie ist. Daher wird sie in der elektrotechnischen Berufsausbildung aktuell nur in spezialisierten Unternehmen weiter aufgegriffen, obwohl es bspw. mit der Zunahme an Photovoltaik bereits genügend Anwendungsfelder für DC-Technologie ober-

halb der Niederspannungsanwendungen gibt. Die hierfür notwendige Ausbildung erfolgt in fachlichen Weiterbildungen.

Die Konzeption des Experten-Facharbeiter-Workshops ist im Untersuchungsfall früh an Grenzen geraten, da zum aktuellen Zeitpunkt nicht genügend weit verbreitete Arbeitsprozesse vorliegen. Somit fällt es schwer, aus der Ausgangslage Qualifikationsanforderungen abzuleiten. Sinnvoll wäre daher eine angepasste methodische Herangehensweise gewesen, die den zukunftsorientierten Ausblick mehr in den Mittelpunkt stellt. Die Ergebnisse lassen jedoch die Interpretation zu, dass die Rahmenbedingungen der beruflichen Bildung für eine Integration von DC-Technologie offen ausgestaltet sind.

Andererseits zeigt das Workshopergebnis offene Fragen auf, worunter die Erhebung der Diffusion von DC-Technologie in die berufliche Bildung fällt, da diese als nicht vorhanden identifiziert worden ist. Durch den Fortbestand des MVDC-Demonstrationsnetzes ist die Möglichkeit zur weiteren Analyse gegeben, sodass die zukünftigen Entwicklungen nachvollzogen und erhoben werden können.

5. Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass keine Anpassungen an den curricularen Rahmenbedingungen in der beruflichen Bildung aufgrund von DC Technologie in naher Zukunft notwendig sind. Dies lässt sich vor allem mit der noch nicht vorhandenen reichweitenintensiven Diffusion der betrachteten MVDC Technologie begründen. Die Erhebungsergebnisse eignen sich sehr gut als Ausgangspunkt für die Erforschung von technologiegetriebener Innovationsdiffusion in der beruflichen Bildung, da die Forschungsergebnisse bisher noch keine Relevanz außerhalb von Spezialanwendungen erlangt haben. Bei der Erhebung der Errichtung des MVDC-Forschungsnetzes sind Berufe der Baubranche neben den elektrotechnischen Berufen als direkt betroffene Berufsgruppe identifiziert worden.

Aus dem Beitrag ergeben sich als zukünftige Forschungsfelder zum einen die Methodenentwicklung für eine prospektive Einbindung von Experten der beruflichen Bildung und Facharbeitern als Stakeholder der arbeitsgerechten Technikgestaltung im Rahmen von vorwettbewerblichen Diffusions- und Transferprozessen. Als zweites Erkenntnisinteresse lässt sich die Fragestellung nach dem Zeithorizont und der Relevanz von zukünftigem Wandel der Arbeit für die berufliche Bildung formulieren.

6. Literatur

- Arnold D, Rottke N, Winter R (2017), Wohnimmobilien: Lebenszyklus, Strategie, Transaktion. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bremer R, Rauner F, Röben P (2001), Gemeinsamer Zwischenbericht Modellversuch GAB: Experten-Facharbeiter-Workshops als Instrument der berufswissenschaftlichen Qualifikationsforschung. Bremen. Bundesminister für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium für Bildung und Forschung (2018), Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Elektroberufen.
- Bundesregierung (2018), Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen: HOAI.
- Diederichs CJ (2006), Immobilienmanagement im Lebenszyklus: Projektentwicklung, Projektmanagement, Facility Management, Immobilienbewertung. Berlin: Springer.
- Echternacht D, Stagge H, Priebe J, Wiernes P, Jagielski K, Petri A-K, Drießen S, Trevisan B, Digmayer C, Oberst C, Keysselitz B, Kremer M, Sieber S, Krapp S, Jakobs E-M, Frenz M, Lohrberg F, Wachten K, Moser A (2015), Modelling, Planning, Design and Evaluation of DC-Distribution Grids. In: Proceedings of International ETG Congress 2015: Die Energiewende - blueprints for the new energy age date: 17-18 Nov. 2015, Piscataway, NJ: IEEE, 289–295.

- Frieling E, Facaoaru C, Benedix, J., Pfaus, H., Sonntag, K. (1993), Tätigkeits-Analyse-Inventar (TAI). Handbuch und Verfahren. Landsberg.
- Goppold M, Frenz M (2018), Anforderungen an Fachkräfte während der Entstehung eines Mittelspannungs-Gleichspannungs-Netzes (MVDC Forschungsnetz). Magdeburg.
- Hacker W (1995), Tätigkeitsbewertungssystem (TBS) // Tätigkeitsbewertungssystem: Verfahren zur Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten. Zürich: Vdf, Hochschulverl.
- Hoerl R, Snee R (2012), Statistical Thinking. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Howe F (2004), Elektroberufe im Wandel. Hamburg: Dr. Kovač.
- IG Lebenszyklus Bau (2017), Der Weg zum lebenszyklusorientierten Infrastrukturbau: Die 3 Säulen erfolgreicher Bauprojekte in einer digitalen Wirtschaft. Wien.
- Keller G, Nüttgens M, Scheer A-W (1992), Semantische Prozeßmodellierung auf der Grundlage "Ereignis-gesteuerter Prozeßketten". Institut für Wirtschaftsinformatik Heft.
- Ropohl G (2009) Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik, Univ., Habil.-Schr.--Karlsruhe, 1978.
- Spöttl G (2005), 5.2.4 Experten-Facharbeiter-Workshops. In: Rauner F (Ed) Handbuch Berufsbildungsfor-schung, Bielefeld: Bertelsmann, 611–616.
- Staud JL (2006), Geschäftsprozessanalyse: Ereignisgesteuerte Prozessketten und objektorientierte Ge-schäftsprozessmodellierung für Betriebswirtschaftliche Standardsoftware (German Edition). Dordrecht: Springer.
- Stieneker M, Doncker RW de (2016), Medium-voltage DC distribution grids in urban areas. In: 2016 IEEE 7th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG): Van-couver, Canada, June 27th-30th, 2016, Piscataway, NJ: IEEE, 1–7.
- TenneT TSO GmbH (2010) BorWin1: Erste deutsche Gleichstromverbindung zu einem Windpark auf See 15.12.2019. <https://www.tennet.eu/de/unser-netz/offshore-projekte-deutschland/borwin1/>.
- Ulrich H, Krieg W (1972), Das St. Galler Managementmodell. Bern: Haupt.
- Zinke G (2019), Novellierung elektrotechnische Handwerksberufe: Vortrag Experten-Facharbeiter-Workshop Forschungscampus FEN. Aachen.
- Zinke G, Schenk H, Wasiljew E (2014), Berufsfeldanalyse zu industriellen Elektroberufen als Voruntersuchung zur Bildung einer möglichen Berufsgruppe: Abschlussbericht; Heft-Nr. 155. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.

Danksagung: Der Beitrag ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungscampus Flexible Elektrische Netze entstanden und vom Projektträger Jülich unter dem Förderkennzeichen 03SF0488 betreut worden.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Digitale Arbeit, digitaler Wandel, digitaler Mensch?

66. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

TU Berlin
Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme

HU Berlin
Professur Ingenieurpsychologie

16. – 18. März 2020, Berlin

GfA-Press

Bericht zum 66. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 16. – 18. März 2020

**TU Berlin, Fachgebiet Mensch-Maschine-Systeme
HU Berlin, Professur Ingenieurpsychologie**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2020
ISBN 978-3-936804-27-0

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.
Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**
Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2020 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de