

# Schwerpunktthema Automatisierungstechnik

## **lernen & lehren**

Elektrotechnik – Informationstechnik  
Metalltechnik – Fahrzeugtechnik



Automatisierungstechnik – mal ohne 4.0?

Automatisierungstechnik – ein Querschnittsthema der beruflichen Fachrichtungen

Fernwartung und -diagnose als Elemente einer zukunftsorientierten Instandhaltung

Umsetzungsmöglichkeiten im SPS-Labor

Zur Bedeutung des Glasfaser-Breitbandausbaus für die Automatisierungstechnik

Greetings from abroad: Duale Berufsausbildung auf dem Weg nach Serbien

Basis-Digitalisierung im Metalltechnikunterricht

# Zur Bedeutung des Glasfaser-Breitbandausbaus

## für die Automatisierungstechnik und für die elektrotechnische Facharbeit



MARIUS BACKHAUS



AXEL GRIMM

Immer größer werdende Datenmengen und eine zunehmende Anzahl an IP-basierten Geräten, Sensoren und Aktoren, die das Internet zum Datenaustausch benötigen, charakterisieren einige der Veränderungen, die derzeit im Bereich der Automatisierungstechnik geschehen. Damit kein wirtschaftlicher Nachteil entsteht, ist ein zwingender Ausbau des Telekommunikationsnetzes in Deutschland erforderlich. Um diese enormen Datenmengen sicher und schnell transportieren zu können, kommt mittel- bis langfristig einem flächendeckenden Ausbau von Glasfaserleitungen bis zum Gebäude (FTTH/FTTB) eine hohe Bedeutung zu. Dieser Beitrag thematisiert die notwendige Infrastruktur, die für eine zukunftsfähige Automatisierung benötigt wird und betrachtet auch die Implikationen des Ausbaus für die elektrotechnische Facharbeit.

### DER LANGE WEG DES GLASFASERAUSBAUS

Bereits im Jahr 1981 wurde der bundesweite Glasfaserausbau beschlossen und sollte 1985 beginnen sowie nach 30 Jahren (2015) abgeschlossen sein. Durch den Regierungswechsel im Oktober 1982 wurde das Vorhaben des Glasfaserausbaus auf Eis gelegt und stattdessen wurde das Kabelnetz (CATV) in Deutschland ausgebaut. Mit dem ursprünglichen Glasfaserausbaukonzept besäße Deutschland aus heutiger Sicht eines der besten Glasfaser-Breitbandnetze der Welt (BECKEDAHL 2018).

Im Zuge der Wiedervereinigung Deutschlands besaßen nur zehn Prozent der Bürgerinnen und Bürger in den neuen Bundesländern einen Telefonanschluss, daher galt nach 1990 die höchste Priorität der Telekom dem Ausbau der Telefonnetze in den neuen Bundesländern. Bis 1997 wurden 140.000 km Glasfaserkabel verlegt, die aber im Wesentlichen nur für die Fernnetze vorgesehen waren. Der „Anschluss Ost“ wurde 1997 für beendet erklärt und war für die Telekom eine Investition von circa 50 Milliarden DM. Da-

mit besaßen die neuen Bundesländer das modernste Netz der Welt.

1995 etablierte sich in ganz Deutschland die damals neue Technologie ISDN (Integrated Services Digital Network), die der Wirtschaft neuen Aufschwung gab, jedoch wurde diese Technologie mittels der doppeladrigen Kupferleitung umgesetzt (SCHWARZBURGER 2000). Die Motivation der Politik und das wirtschaftliche Interesse am Glasfaserausbau war sehr gering, da mit der neu eingeführten ISDN-Technologie nach Aussage des Vize-Chefs der Telekom, ‚Deutschland eine der leistungsstärksten Telekommunikations-Infrastrukturen auf dem Globus überhaupt‘ (TENZER, zitiert nach SCHWARZBURGER 2000) besaß.

Der Glasfaser-Breitbandausbau erhält nun für eine zukunftsfeste Automatisierungstechnik eine technische Renaissance, da durch die immer größer werdenden Datenmengen auf Grund der zunehmenden Anzahl an IP-basierten Geräten die notwendige kommunikative Infrastruktur vorgehalten werden muss. Um zukünftig aus technischer Sicht und im internationalen Vergleich konkurrenzfähig zu blei-



ben, müssen Breitbandnetze der Zukunft hohe Übertragungsgeschwindigkeiten im Bereich von Gbit/s im Down- und Upload sicher, zuverlässig und echtzeitfähig zur Verfügung stellen (vgl. KNAUTH/MELLE 2018, S. 75).

Der Einzug der Digitalisierung hat den Ausbau der Glasfaser-Breitbandstruktur zu einer gesamtwirtschaftlichen Notwendigkeit gemacht. Die Verfügbarkeit von hohen Datenübertragungsraten und schnellen Latenzzeiten gestaltet in einer modernen Informationsgesellschaft einen zentralen Standortfaktor für Unternehmen. Diese wirtschaftsentcheidenden Kriterien stellen eine besonders hohe Priorität mit dem Einzug der Industrie 4.0 und den modernen Kommunikationsmitteln dar (vgl. WERNICK/BENDER 2016, S. 1).

Mit dem Breitbandausbau verbinden sich Hoffnungen der Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen. So könnte in Unternehmen eine Erhöhung der Breitbandverfügbarkeit zu einer geschätzten Produktivitätserhöhung von bis zu 0,94 Prozent führen (vgl. FALK/BIAGI 2015, S. 8 f.). Hinzu kommen eine durch die Erweiterung der Geschäftsfähigkeiten erzielte Effizienzsteigerung und die Förderung von Produkt- sowie Prozessinnovationen (vgl. WERNICK/BENDER 2016, S. 5).

## GLASFASER-BREITBANDTECHNIKSTRUKTUREN

Die Grundlage eines jeden Breitbandnetzes, unabhängig von der Netzarchitektur, beginnt mit dem so genannten Backbone, der immer aus Glasfasern besteht. Unter diesem Begriff versteht man das technische Basisnetz für den digitalen Austausch von Daten über Lichtwellen. Es handelt sich hier um die zentrale Vernetzung vieler verschiedener Netze.

Die Backbone-Netze kann man im Fall des Breitbandausbaus in zwei Level strukturieren: Level 1 (international) und Level 2 (national). Der Level-2-Backbone beschreibt die Verknüpfung aller angeschlossenen Teilnehmer zum Internet. Der Internetknoten DE-CIX aus Frankfurt koordiniert den aus der Welt entstehenden Internetverkehr. Im nächsten Schritt werden die zentralen Knotenpunkte, die PoP (Points of Presence), die sich auf regionaler Ebene befinden, miteinander verbunden. Die so genannten PoP stellen eine Zusammenführung von sämtlichen Verbindungen des Daten- und Sprachverkehrs zusammen. Dies geschieht in Form von Hauptverteilern (HVt). Um eine Ausfallsicherheit (Redundanz) zu gewährleisten, werden die PoP häufig in Ringstrukturen miteinander verbunden (vgl. TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH 2015).

Der zweite Netzabschnitt (Hauptkabelbereich) ist begrenzt durch den PoP, der den Beginn des Berei-

ches kennzeichnet und als zentraler Schaltpunkt der verbundenen Netzsegmente fungiert. Durch seine Charakteristik besitzt er einen Versorgungsradius von 10 bis 20 km, was einen beschränkten Zuschnitt eines Erschließungsgebiets zur Folge haben kann. Aus diesem Grund ist die Planung für die Lage des PoP besonders wichtig. Der Endpunkt des Bereichs wird durch einen Kabelverzweiger (KVz) abgeschlossen. Von dem KVz wird die Leitung in Richtung Kundenanschluss verlegt, daraus folgt, dass der Abstand zwischen Kabelverzweiger und Kundenanschluss und dessen technische Ausstattung einen wesentlichen Einfluss auf die spätere Funktions- und Leistungsfähigkeit des Netzes haben wird (vgl. TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH 2015, S. 29).

Die beiden letzten Abschnitte, also der Bereich zwischen KVz und Endkunden bzw. Telekommunikations-Anschluss-Einheit (TAE), wird auch als Teilnehmeranschlussleitung (TAL) bzw. als „letzte Meile“ bezeichnet. Bei dem Glasfaseranschluss, der bis in das Gebäude führt, wird die so genannte „letzte Meile“ in zwei Teilbereiche untergliedert. Der erste Teilabschnitt verläuft häufig erst an den Häusern vorbei (homes passed) und wird dann im zweiten Abschnitt in das Gebäude (homes connected) geführt und mit dem zum Wanddurchbruch ortsnahe Glasfaserabschlusspunkt (Gf-APL) verbunden.

## NETZARCHITEKTUR

Die Netzarchitektur definiert sich durch die Art und Weise, wie der jeweilige Teilnehmer über eine Glasfaseranbindung mit dem PoP verbunden ist.

Bei der Point-to-Point-Architektur (P2P) besitzt jeder Teilnehmer eine vom Telekommunikationsanbieter vordefinierte Glasfaserverbindung direkt zum Knotenpunkt (PoP). Mit dieser Methode verfügt jeder Teilnehmer über eine hohe Bandbreite im Down- und Upstream, da jeweils ein separates Glasfaserpaar genutzt wird. Mittels Active Ethernet und dem Einsatz von Single-Mode Glasfasern können diese hohen Bandbreiten auch über große Entfernungen erreicht werden. Hingegen findet bei der Anwendung von Point-to-Multi-Point-Architekturen (P2MP) eine Reduzierung der Bandbreite statt, da sich mehrere Teilnehmer eine Glasfaseranbindung teilen. Aus diesem Grund wird eine fest definierte Bandbreite für jeden einzelnen Teilnehmer festgelegt. Die Höhe der Bandbreite hängt von der Teilnehmerzahl, der Stammsfaser und der damit zur Verfügung gestellten Gesamtbandbreite und den gewünschten Bandbreiten der Teilnehmer zusammen. Der wesentliche Unterschied der beiden Architekturen besteht darin, dass P2P zwar eine hohe Bandbreite ermöglicht, aber in den Netzknoten einen erhöhten Platzbedarf und einen um-

fangreichen Materialaufwand durch die hohe Anzahl der angeschlossenen Teilnehmer (Ports) benötigt.

## **GLASFASER-BREITBANDTECHNOLOGIE (FTTH/FTTB)**

Wenn die Rede von Fibre to the Home (FTTH) oder von Fibre to the Building (FTTB) ist, handelt es sich grundsätzlich um eine Verbindung im Zugangsnetz, die mit Hilfe von Glasfasern umgesetzt wird. Der wesentliche Unterschied zwischen den sehr ähnlichen Architekturen ist, dass bei FTTH-Netzen die Glasfaser bis zum Endkunden sowie bei FTTB-Netzen bis zum Gebäude geführt wird und nicht wie im FTTC-Netz am Kabelverzweiger (KVz) endet (vgl. TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH 2015). Jedoch wird auch in der FTTB-Architektur die vorhandene Kupferverkabelung des Gebäudes in der Hausanschlussverteilung verwendet. In den meisten Fällen werden durch die verschiedensten Provider Triple-Play-Variationen angeboten. Die Übertragung der verschiedenen Dienste wird durch unterschiedliche Längenwellen ermöglicht, sodass eine Störung untereinander vermieden werden kann.

### **ANFORDERUNGEN AN DIE FACHARBEIT**

Für den Ausbau von Breitbandnetzen werden im Wesentlichen Tief-Leitungsbaufirmen zum Verbringen der Leerrohre sowie den Schachtbau der so genannten Verzweiger muffen benötigt. Dieser Teil des Breitbandausbaus stellt zwar den kostenintensivsten Teil dar, soll aber hier nicht weiter vertieft werden. Das Hauptaugenmerk liegt in diesem Fall bei der Verlegung, dem so genannten Einblasen, der Verkabelung und Installation der Glasfaser. Diese Arbeiten werden in der Regel durch beauftragte Elektrofirmen, die sich auf die Glasfasertechnik spezialisiert haben, ausgeführt.

Um Fachkräfte in der Technologie der Glasfasernetze adäquat ausbilden zu können, soll in der Erstausbildung und in der Weiterbildung nach Empfehlungen einiger Interessenvertretungen von Industrie und Handwerk folgendes Fachwissen für den Bau und Betrieb von Glasfasernetzen vermittelt werden:

- mechanische Beanspruchung der Leitungen beim Verlegen,
- Integration von aktiven Komponenten in die Infrastruktur,
- Nutzung von Synergien aus Kupfer- und Lichtwellenleiterstrecken,
- Nutzung von Synergien bei der Trassennutzung, Ausbaustrecken und Verlegewegen,

- Auswahl der geeigneten passiven Verteilsysteme für die zu planende Region (Muffen, Kabelschutzrohre, Mikroröhrchen-Systeme),
- Auswahl der geeigneten LWL-Technik,
- Wartung, Fehlersuche,
- Abnahme, Messtechnik,
- spezifische Sicherheitsvorschriften (Laserschutz u. a.),
- Kenntnisse im Umgang mit den neuen Medien,
- fachgerechte Verarbeitung (Verlegung, Verbindung, ...),
- Dokumentation (vgl. DIHK u. a. 2012, S. 12).

Als ein gravierendes Problem beim Netzausbau wird von den Mitgliedsunternehmen der Interessenvertretungen der Fachkräftemangel, die unzureichende Vorausbildung sowie das fehlerhafte Spleißen und Ausmessen der Netze benannt (vgl. ebd., S. 12).

Es existieren bereits Zertifizierungsinstitutionen, die zumeist einwöchige Lehrgänge anbieten. Diese werden häufig mit einer schriftlichen Prüfung abgeschlossen und bei Bestehen mit dem Titel „Fachkraft LWL-Installation“ zertifiziert. Während bei der VDE Prüfung 100 Teil 600 (Prüfung elektrischer Anlagen) für die Installation bzw. Prüfung zwingend eine „Fachkraft für Elektrotechnik“ notwendig ist, so ist dies in der Glasfaserinstallation nur ein freiwilliger Zusatz. Somit muss die Glasfaserverlegung nicht von elektrotechnischen Fachkräften durchgeführt werden und könnte auch als Anlernberuf angesehen werden.

### **EMPIRISCHE ERHEBUNG ZUR FACHARBEIT**

Um weitere Aspekte der Facharbeit einschätzen zu können, wurde eine Arbeitsprozessanalyse zur Installation von Hausanschlüssen im Kreis Dithmarschen durchgeführt und Interviews mit Facharbeiter/-innen und Führungskräften geführt. An dieser Stelle können nur einige Ergebnisse exemplarisch vorgestellt werden.

#### **Arbeitsvorbereitung**

Die jeweiligen Einfamilienhäuser wurden vor der eigentlichen Inbetriebnahme zusammen mit dem Monteur begangen, um zu prüfen, ob im Vorfeld die Tiefbauarbeiten korrekt durchgeführt wurden. Bevor die eigentliche Installationsarbeit beginnen kann, prüft der Monteur den Leerrohranschluss beim Kunden, da das einzelne Mikrorohr (Leerrohr von der Verbindungsmuffe bis zum Endkunden) für das Einblasen der Glasfaser zwingend benötigt wird. Des Weiteren

wird sichergestellt, dass der Kunde anwesend ist, da zum Zeitpunkt der Gebäudeeinführung ein Zugang zum Haus notwendig ist. Es wird die Strecke vom Durchbruch bis hin zum Glasfaserendgerät gemessen. Die gemessene Strecke wird mit einer geringen Verschnitt-Toleranz von circa einem Meter addiert. Dann wird ein gleichlanges Hilfsröhrchen, welches in verschiedenen Längen bereits vorgefertigt ist, mit dem Mikrorohr verbunden und mit einer Endkappe abgeschlossen. Mit diesem Hilfsmittel ist es bei dem späteren Einblasen der Glasfaser einfacher, das Ende der benötigten Länge der einzublasenden Faser zu ermitteln und somit den Einblasvorgang zu beenden.

### Einblasen der Glasfaser

Der Einblasvorgang ist eine zuglose Methode, die Glasfaser unter Nutzung eines Luftstroms mit sehr geringer Reibung durch das Leerrohr zu befördern. Selbst bei schwierigen Strecken lassen sich LWL-Kabel schnell und direkt bis zu 2000 m einblasen. Dieses Verfahren hat sich als kabelschonendstes Verfahren etabliert (vgl. DIBKOM 2014, S. 235). Das am Objekt befindliche Leerrohr, die so genannte Speed-Pipe, befindet sich unterirdisch entlang des Straßenverlaufs und besitzt in diesem Fall 24+1 Mikroröhrchen, die jeweils bestimmten Adressen (Kunden) zugewiesen sind. Die dafür zu nutzenden Pläne (Faserpläne) werden von der Projektplanung vordefiniert. Der Glasfasermonteur besitzt einen Zuteilungsplan der Mikroröhrchen. Zum Öffnen des meist an der Straße liegenden Kunststoffschachts (Faserverteiler) wird ein Spezialwerkzeug benötigt, um den Betondeckel entfernen zu können. Im Anschluss kann nun die Haubenmuffe aus dem Schacht entnommen und in die im Fahrzeug befindliche Halterung eingespannt werden. Diese fest montierte Muffen-Halterung hat den großen Vorteil, dass die Tür des Autos bis auf einen kleinen Spalt geschlossen werden kann, was somit das Arbeiten auch bei kalten Temperaturen im



Abb. 1: Einblasgerät

Zusammenhang mit einer festverbauten Standheizung vereinfacht und witterungsunabhängig macht. Dies ist wichtig, da das Arbeiten an der filigranen Glasfaser bei Kälte und Regen sehr schwer zu handhaben ist. Die bereits vorkonfigurierte Muffe kann mit Hilfe des Zuteilungsplans verifiziert und das passende Mikroröhrchen für den zu versorgenden Kunden identifiziert werden. Die bereits vorkonfigurierten Röhrchen sind alle beschriftet und lassen sich somit der Zieladresse schnell und einfach zuordnen. Im direkten Anschluss ist es nun möglich, das verifizierte Mikroröhrchen an die Einblasevorrichtung zu klemmen. Diese Vorrichtung ermöglicht das Unterdrücken des Röhrchens, um die Faser im Leerrohr zu transportieren. Dies geschieht mit Hilfe eines Kompressors, der an die Einblasevorrichtung angeschlossen ist und einen Druck von 10 bis 15 bar erzeugt. Um sicher zu gehen, dass keine Fehler bei der Beschriftung der Röhrchen vollzogen wurden, beginnt die Prüfung des Röhrchens, indem ein Pfropfen mit einem speziellen Gleitgel durch das Röhrchen befördert wird. Dieser Vorgang erhöht darüber hinaus die Gleitfähigkeit des Röhrchens und verringert somit die Reibung der Faser im Röhrchen. Ist der Pfropfen am Haus des Kunden an der Endkappe angekommen, kann mit dem eigentlichen Einblasen der Glasfaser begonnen werden. Hierfür wird nun eine Single-Mode Faser, in Abhängigkeit von der Teilnehmerzahl am Ende des Anschlusses, in das Einblasgerät eingelegt. Bei einem Einfamilienhausanschluss wird ein Kabel mit vier einzelnen Fasern (Mikrokabel ADQ(ZN)2Y 1 x 4 E9/124  $\mu\text{m}$ ) oder bei Mehrfamilienhäusern ein Kabel mit 12 bzw. 24 (Mikrokabel A-DQ(ZN)2Y 1 x 12 bzw. 1 x 24 E9/124  $\mu\text{m}$ ) einzelnen Fasern verwendet.

Nach Prüfung der Freigängigkeit der Faser kann mit dem Einblasen begonnen werden. In diesem Fall muss nun darauf geachtet werden, dass die Faser nach dem Auflaufen auf die Abschlusskappe nicht weitergeführt wird, da in diesem Falle die Faser brechen könnte. Sobald die benötigte Strecke eingebblasen ist, wird nun die Faser am Einblasgerät abgetrennt, um sie mit der Stammfaser zu verbinden.

### Thermisches Spleißen

Unter thermischem Spleißen versteht man eine stoffbündige nicht lösbare Verbindung zweier LWL-Fasern, die langlebig und mit möglichst geringer Dämpfung verbunden werden sollen (vgl. DIBKOM 2014, S. 240). Diese Technik wird in der Norm (DIN EN 61300-3-35:2016) festgelegt, die sich mit der Mess- und Prüftechnik für Glasfaserverbindungstechnik befasst. Um einen möglichst idealen Spleiß herzustellen, werden neben dem Spleißgerät verschiedene Werkzeuge und Instrumente benötigt. Zur Vorbereitung des Spleißvorgangs werden das

Stammkabel sowie das Kundenkabel benötigt. Vorerst wird mit einem „Fiber tube scorer“ das Kundenkabel abisoliert, sodass die einzeln isolierten Fasern voneinander getrennt werden. Im Anschluss werden in diesem Fall die vier Fasern voneinander getrennt. Mit Hilfe des Spleißplans wird nun identifiziert, welche Faser verbunden werden soll. Da es sich hier um 124 µm Fasern handelt, wird nun im nächsten Schritt das Coating mit einer für die Faserstärke speziell vorgesehene Absetzange entfernt, sodass nun die Coating-Schicht abgemantelt werden kann. Darauffolgend wird mit Hilfe eines Faserbrechgerätes die Faser im 90°-Winkel gebrochen, da nur so ein idealer Spleiß mit möglichst geringer Dämpfung erzielt werden kann. In diesem Zusammenhang wird zusätzlich die Cladding-Schicht abgesetzt und somit das Abmanteln bzw. Absetzen abgeschlossen. In diesem Zustand befindet sich der eigentliche Kern der Faser komplett frei und muss äußerst vorsichtig behandelt werden, da es sonst schnell zum Bruch der Faser kommen kann. Die Auswahl der korrekten Stammfaser erfolgt ebenfalls über den Faserplan, in dem bereits vorab von dem Netzbetreiber eine Zuteilung der Leitungen an die vordefinierten Kundenanschlüsse festgelegt wurde. Der Monteur verifiziert nun den Anschluss in der Muffe, der für den jeweiligen Kunden vorgesehen ist. Dieser Vorgang kann zügig abgeschlossen werden, wenn die Kassetten in der Muffe bereits durch den Muffenbauer korrekt mit den Adressen beschriftet wurden. Nach dem die richtige Kassette identifiziert wurde, findet ein vorsichtiges Entnehmen der benötigten Fasern statt.



Abb. 2: Einlegen der Fasern in das Spleißgerät

Die beiden vorgefertigten Enden der Stamm- und Kundenfaser werden nun mit hochkonzentriertem Alkohol (Isopropyl) und Reinigungsstäbchen gesäubert. Im Anschluss wird die Kundenfaser in das Spleißgerät eingeführt. Die Stammfaser wird in diesem Zusammenhang bereits das erste Mal mit einem optischen Leistungsmessgerät geprüft. Voraussetzung des Messvorgangs ist, dass der Provi-

der die vordefinierte Stammfaser-Leitung aktiviert hat. Befinden sich die gemessenen Dämpfungswerte im vorher festgelegten Toleranzbereich, wird die Stammfaser ebenfalls in das Spleißgerät eingelegt. Das Spleißgerät richtet beide Fasern (Faserkern-Positionierung) bestmöglich aus, sodass der Spleißvorgang mit Hilfe eines Lichtbogens (Erhitzung auf circa 2000 Kelvin) abgeschlossen werden kann. Nach dem Spleißen prüft das Gerät, wie die Fasern zueinanderstehen (Versatzmessung) und ermittelt danach einen Dämpfungswert, der sich aus dem Spleißvorgang ergeben hat.

Nach dem Abschluss des Spleißvorgangs wird ein Spleißschutz mit Hilfe einer Spleißschutzpresse gesetzt, um die Verbindungsstelle vor mechanischer Beanspruchung und Feuchtigkeit zu schützen.

Zum Schutz der Augen sollte eine Schutzbrille getragen werden, die ein Eindringen von Glasfasern in die Hornhaut verhindert. Darüber hinaus sollte diese Schutzbrille über Laser-Filter verfügen, die bei den genutzten Wellenlängen ein Verbrennen der Hornhaut verhindern sollen. Dies ist sinnvoll bzw. notwendig, da es sich in dieser Beobachtung um die Laserklasse 3B handelt und eine Gefährdung bis 10 cm hinter dem Faseraustritt gegeben ist. Gleiches gilt für den Schutz der Haut. Deshalb sollten bei direktem Kontakt Handschuhe getragen werden.

### Kompetenzprofil für LWL-Installationen

Die benötigten Kompetenzen bei der Facharbeit der „Fachkraft LWL-Installation“, lassen sich aus der Beobachtung und den Interviews wie folgt darstellen:

Die Fachkraft verfügt über:

- 1) hinreichende Messtechnikenkenntnisse,
- 2) Kenntnisse der Bauteile,
- 3) sehr gute Kenntnisse im Umgang mit dem Spleißgerät,
- 4) hohe kommunikative Kompetenz,
- 5) gute Kenntnisse zum Anfertigen von Dokumentationen,
- 6) Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien,
- 7) Kompetenzen im sicheren Umgang mit Sicherheitsvorschriften der Glasfasertechnik,
- 8) grundlegende Kenntnisse der Glasfaser-Netzstruktur und
- 9) Kenntnisse zur Auswahl der korrekten Werkzeuge und Materialien.

Bei beiden Firmen werden Einarbeitungsphasen so praktiziert, dass der/die einzuarbeitende

Mitarbeiter/-in, ungefähr sechs bis zwölf Monate in Kooperation mit einem/einer bereits erfahrenen Glasfaser-Monteur/-in ausgebildet wird. Während dieser Einarbeitungszeit werden interne Fortbildungsmaßnahmen auf folgende Sachverhalte erteilt:

- 1) Materialkunde,
- 2) Messtechnik und Gerätekunde,
- 3) kundenspezifische Installationsvorgaben,
- 4) Software-Tools für die interne und externe Kommunikation und
- 5) Installationstechniken.

Darüber hinaus nehmen regelmäßig Fachkräfte an Weiterbildungsmaßnahmen wie der „Fachkraft LWL-Installation“ sowie an Aufbauseminaren, in Abhängigkeit von der Auftragslage, teil.

Für die Arbeit an der Glasfaser ist feinmotorisches Handlungsvermögen notwendig, um die sehr filigrane Faser nicht zu beschädigen. Durch einen Bruch mehrerer Fasern an der Muffe müssen im schlechtesten Fall mehrere Hundert Meter neue Faser verlegt werden. Die vorherrschende Gefahr besteht besonders in den ersten Monaten der Einarbeitung, da in diesem Zeitraum die Entwicklung des Feingefühls zum Material gebildet wird.

## WEITERBILDUNG VERSUS BERUFSBILDUNG

Die große Anzahl der verschiedenen Schritte und die hohe Komplexität der unterschiedlichen Verfahren erfordern eine hohe Einarbeitungszeit für elektrotechnische Fachkräfte. Es stellt sich daher die Frage, ob die Technologie und das berufliche Aufgabenfeld curricular in einzelne Berufsbilder oder in ganze Berufsfelder integriert oder weiter (nur) Teil der beruflichen Weiterbildung sein sollten.

Mit dem zunehmenden Ausbau der Glasfaser-Netze in Deutschland ist davon auszugehen, dass ein größerer Anteil an Fachkräften aus dem Elektrohandwerk mit dem Thema Glasfaser in Berührung kommen wird. Sobald die Bandbreiten über das Gigabit Niveau steigen werden, wird auch in der Hausverdrahtung die Glasfaser Einzug nehmen, da die Grenzen der Kupferleitungen abzusehen sind. Auch in der Automatisierungstechnik werden LWL eingesetzt und diese nicht immer nur vorkonfiguriert, auch werden Netzstrukturen der automatisierten Systeme untereinander und im erweiterten Datenaustausch durch LWL-Technik realisiert. Somit ist es auch ein Thema der industriellen Elektroberufe.

Es obliegt der schulinternen Curriculararbeit letztlich zu entscheiden, ob die LWL-Technik regional bedeutend genug erscheint, um sie aufzunehmen.

Die Formulierungen in den Lernfeldern lassen für die Gestaltung von LWL-Übertragungstechniken ausreichend Spielraum.

## FAZIT UND AUSBLICK

Der Glasfaser-Breitbandausbau stellt für die Firmen sowie die Politik eine große Herausforderung dar. Auf dem heutigen Arbeitsmarkt ist es schwierig, qualifiziertes Personal, das für den Ausbau benötigt wird, zu finden. Derzeit werden Fachkräfte – oftmals aus dem Elektrohandwerk – abgeworben und qualifiziert. Da die Arbeit i. d. R. deutlich besser honoriert wird und die körperliche Belastung wesentlich geringer ausfällt als üblicherweise im Baugewerbe, ist sie durchaus auch attraktiv.

Sollten weitere Analysen zum Ergebnis kommen, dass die Arbeitsaufgaben und das Beschäftigungsfeld eine eigenständige curriculare Integration erfordern, so wäre dies bei dem Ausbildungsberuf „Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik“ tragfähig. Dieser Beruf erwies sich in der Analyse als geeignet, da dieser über einen erheblichen Anteil an den in der Praxis benötigten Kompetenzen verfügt. Zusätzlich müssten Anteile der zu vermittelnden IT- und Dokumentationskompetenzen lediglich an die Erfordernisse der Glasfaser-Installationstechnik angepasst werden.

Die technische Infrastruktur, die in der digitalisierten Fabrik von außen kommend und im Innern wirkend, benötigt wird, kommt an der Glasfasertechnologie nicht mehr vorbei. Fachkräfte der Elektro- und Informationstechnik installieren und warten diese Netze. Um den technologischen Fortschritt nicht zu gefährden sollten die notwendigen Kompetenzen zum Umgang mit der Glasfasertechnologie curricular in den jeweilig affinen Ausbildungsberufen berücksichtigt werden.

## Literatur

- BECKEDAHL, M. (2018): Danke, Helmut Kohl: Kabelfernsehen statt Glasfaserausbau. <https://netzpolitik.org/2018/danke-helmut-kohl-kabelfernsehen-statt-glasfaserausbau/> (letzter Zugriff: 03.01.2020).
- DEUTSCHER INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMERTAG (DIHK) e. V. u. a. (Hrsg.) (2012): Lichtwellenleiter-Technologie: neue Anforderungen an Fachkräfte. Empfehlungen zur Aus- und Weiterbildung. [https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2018/07/Broschuere\\_LWL-Fachkraefte-1.pdf](https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2018/07/Broschuere_LWL-Fachkraefte-1.pdf) (letzter Zugriff: 03.01.2020).
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR BREITBANDKOMMUNIKATION (DIBKOM) GmbH (Hrsg.) (2014): Optische Netze. Systeme-Planung-Aufbau. 2. überarb. u. aktual. Aufl., rev. Ausg., Staßfurt.
- FALK, M./BIAGI, F. (2015): Empirical Studies on the Impacts of ICT Usage in Europe. Institute for Prospective

- Technological Studies Digital Economy Working Paper 2015/14. <https://pdfs.semanticscholar.org/2f36/fc6697e9513afd3e4e90d7cecc14c880aff1.pdf> (letzter Zugriff: 03.01.2020).
- KNAUTH, P./MELLE, M. C. (2018): Digitale Strategie 2025 – Digitalagentur als modernes Kompetenzzentrum? In: ZIEKOW, J. (Hrsg.): Verwaltungspraxis und Verwaltungswissenschaft. Schriften der Deutschen Sektion des Internationalen Instituts für Verwaltungswissenschaften, Band 41, Baden-Baden, S. 69-84.
- SCHWARZBURGER, H. (2000): Feinste Glasfaser für den Osten der Republik. <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/itk/feinste-glasfaser-fuer-osten-republik/> (letzter Zugriff: 03.01.2020).
- TÜV RHEINLAND CONSULTING GMBH (Hrsg.) (2015): Weichen stellen für die Anforderungen von morgen. Ausbau der Breitbandinfrastruktur in Rheinland-Pfalz zur Versorgung mit Bandbreiten von mindestens 300 Mbit/s. Berlin. [https://breitband.rlp.de/fileadmin/news\\_import/Finaler\\_Bericht\\_300\\_Mbits\\_Studie\\_RLP.pdf](https://breitband.rlp.de/fileadmin/news_import/Finaler_Bericht_300_Mbits_Studie_RLP.pdf) (letzter Zugriff: 03.01.2020).
- WERNICK, C./BENDER, C. (2016): Die Rolle der Kommunen beim Breitbandausbau im ländlichen Raum aus ökonomischer Sicht. Bad Honnef.

## Tagungshinweis

### **ABSCHLUSSTAGUNG DES BUND-LÄNDER-WETTBEWERBS „AUFSTIEG DURCH BILDUNG: OFFENE HOCHSCHULEN“ AM DONNERSTAG, DEN 14. MAI 2020 IN BERLIN**

Bund und Länder haben im Jahr 2008 die Qualifizierungsinitiative „Aufstieg durch Bildung“ gestartet mit dem Ziel, die Bildungschancen aller Bürgerinnen und Bürger zu steigern.

Der Bund-Länder-Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ ist Teil der Qualifizierungsinitiative „Aufstieg durch Bildung“. Ziel war es, Konzepte für berufsbegleitendes Studieren und lebenslanges, wissenschaftliches Lernen besonders für Berufstätige, Personen mit Familienpflichten und Berufsrückkehrer/-innen zu fördern. Es sollte eine engere Verzahnung von beruflicher und akademischer Bildung erreicht und neues Wissen schnell in die Praxis integriert werden. Seit 2011 wurden vielseitige und erfolgsversprechende Ansätze für berufsbegleitendes Studieren und lebenslanges, wissenschaftliches Lernen entwickelt und erprobt. Entstanden sind beispielsweise Konzepte für berufsbegleitende Studiengänge bzw. Studienmodule, andere Studiengänge bzw. Studienmodule und Zertifikatsangebote, die auf lebenslanges wissenschaftliches Lernen zielen sowie duale Studiengänge und Studiengänge bzw. Studienmodule mit vertieften Praxisphasen. Die am BMBF-Programm beteiligten Projekte der Offenen Hochschulen haben außerdem das Thema Digitalisierung aktiv aufgegriffen und innovative Ansätze in unterschiedlichsten Bereichen mit Erfolg implementiert.

Am Ende von neun Jahren der Bundesförderung richtet das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eine repräsentative Abschlussveranstaltung des Bund-Länder-Wettbewerbs aus. Der Titel der Veranstaltung lautet „Ergebnisse des Wettbewerbs und Perspektiven für die wissenschaftliche Weiterbildung“. Tagungsort ist der EUREF-Campus in Berlin-Schöneberg.

Im Rahmen der Abschlussveranstaltung sollen vor allem die Förderprojekte der zweiten Wettbewerbsrunde ihre Ergebnisse präsentieren. Gleichzeitig werden aber auch Erkenntnisse aus dem gesamten Wettbewerb für eine Verankerung wissenschaftlicher Weiterbildung an Hochschulen bilanziert.

Die Veranstaltung bietet eine optimale Gelegenheit für Hochschulen und Hochschullehrende, neue Ideen und Anregungen im Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung zu erhalten, sich mit Experten aus den Projekten auszutauschen und neue Netzwerke aufzubauen.

Wir laden Sie im Namen des BMBF herzlich ein. Gerne können Sie diese Einladung auch an Personen aus Ihrem beruflichen Umfeld weiterleiten. Es werden Teilnehmende aus Politik, Bildungspraxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft erwartet. Die Teilnahme an der Fachtagung ist grundsätzlich für alle interessierten Personen offen und kostenfrei. Informationen zur Tagung finden Sie auf unserer Programmwebsite unter <https://www.wettbewerb-offene-hochschulen-bmbf.de/service/veranstaltungen/abschlussstagung-2020>. Das Anmeldetool zur Tagung finden Sie unter: <https://ssl.vdivde-it.de/registriation/2883>. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an: [offenehochschulen@vdivde-it.de](mailto:offenehochschulen@vdivde-it.de)