

Rolf Katzenmeyer, Dietmar Balthes, Ulrich Becker, Markus Gille, Gerald Hubacek, Bernhard Kullmann, Torsten Reh, Wolfgang Landmesser

Berufliche Kompetenzen entwickeln und evaluieren im Berufsfeld Elektrotechnik-Informationstechnik

– Das KOMET-Projekt in der Unterrichtspraxis

Im Juni 2007 startete das Projekt des Hessischen Kultusministeriums „Berufliche Kompetenzen entwickeln und evaluieren im Berufsfeld Elektrotechnik-Informationstechnik (KOMET)“ – Umsetzung des Lernfeldkonzeptes im Berufsfeld Elektrotechnik-Informationstechnik. Für einen industriellen und einen handwerklichen Elektroberuf wurden Testaufgaben für die empirische Untersuchung erstellt. Angelehnt daran wurde ein Pool von beruflichen Lernaufgaben zur Förderung der Kompetenzentwicklung didaktisch aufbereitet und erprobt. Als Ergebnis steht den beruflichen Schulen ein Konzept zur systematischen Entwicklung und Evaluation beruflicher Kompetenzen zur Verfügung.

Ein neues Kompetenzmodell – was bringt das? Die Neuordnung der Ausbildungsberufe und die damit verbundene Strukturierung der Rahmenlehrpläne nach Lernfeldern haben die Kompetenzorientierung als zentrales Element aufgenommen. Das Kompetenzmodell der KMK unternimmt den Versuch, für nahezu alle Formen der beruflichen Bildung (berufsqualifizierende aber auch studienqualifizierende Bildungsgänge) einheitliche Kompetenzbereiche auf einer Metaebene zu beschreiben. Um die Entwicklung beruflicher Kompetenz evaluieren und messen zu können, bedarf es einer Erweiterung und Konkretisierung. Sprachen, Naturwissenschaften und Mathematik haben längst ihre domänenspezifischen Kompetenzmodelle. KOMET verfolgt diesen domänenspezifischen Ansatz im Bereich der beruflichen Bildung. Die wissenschaftliche Begleitung hat dazu ein ausführlich begründetes Kompetenzmodell vorgelegt (siehe Abb. 1, FG BERUFSBILDUNGSFORSCHUNG IBB, 2009, 8).

Im Juni 2007 startete das Projekt des Hessischen Kultusministeriums „Berufliche Kompetenzen entwickeln und evaluieren im Berufsfeld Elektrotechnik-Informationstechnik (KOMET)“ – Umsetzung des Lernfeldkonzeptes im Berufsfeld Elektrotechnik-Informationstechnik in einem Pilotprojekt mit ausgewählten beruflichen Schulen in Hessen. Wissenschaftlich begleitet wird es durch das Institut Berufliche

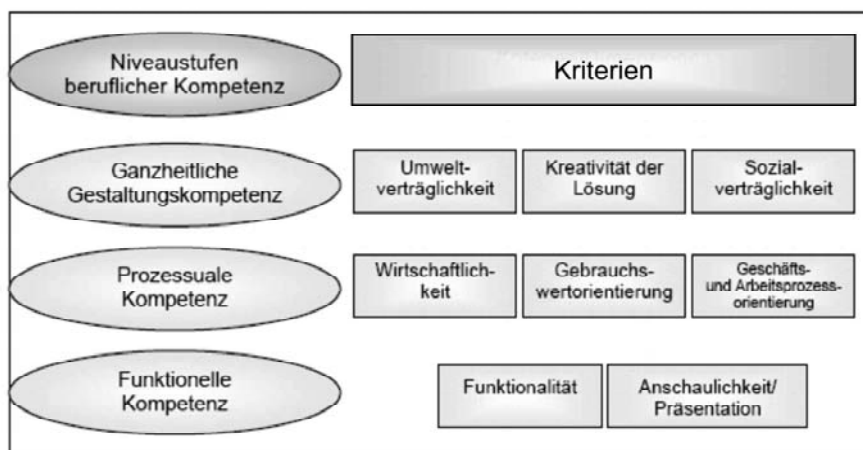


Abb. 1: KOMET-Kompetenzmodell

Bildung der Uni Bremen (Prof. RAUNER, Dr. HAASLER). Beteiligt sind sechs berufliche Schulen aus Hessen mit rund 400 Auszubildenden und seit 2008 alle beruflichen Schulen im Bundesland Bremen mit rund 300 Auszubildenden. Das Projekt verfolgt die in Abb. 2 dargestellten Forschungsschwerpunkte.

Die Förderung der beruflichen Kompetenzentwicklung

Aus schulischer Sicht liegt der Nutzen des KOMET-Projektes in der nachhaltigen Einführung einer gestaltungs- und prozessorientierten beruflichen Bildung. Für einen industriellen und einen handwerklichen Elektroberuf wurden Testaufgaben für die empirische Untersuchung erstellt. Angelehnt daran wird ein Konzept von beruflichen

Lernaufgaben zur Förderung der Kompetenzentwicklung konzipiert.

Durchführung einer „large-scale“-Untersuchung zur Messung beruflicher Kompetenzentwicklung

Die berufliche Kompetenzentwicklung und die berufliche Identität der Schüler/Auszubildenden werden unter Berücksichtigung der Kontextbedingungen beruflichen Lernens in zwei Elektroberufen empirisch ermittelt. Die Untersuchung dient auch dazu, die Aussagekraft des Kompetenzmodells zu überprüfen und abzusichern.

Die empirische Untersuchung ist als „Papier-und-Bleistift-Test“ und als Längsschnittuntersuchung angelegt

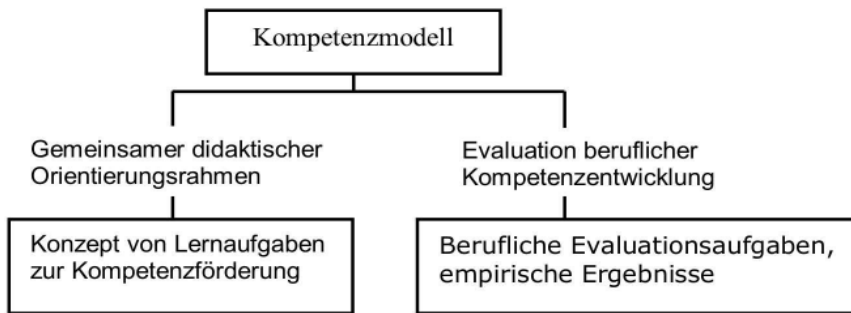


Abb. 2: Die Forschungsschwerpunkte des Projekts

(Abb. 3). Dabei kommen die von der Projektgruppe entwickelten beruflichen Evaluationsaufgaben zum Einsatz. Die Testsituation weicht insofern von der Arbeitspraxis ab, als sich die Auszubildenden mit beruflichen Aufgaben stärker planerisch-konzeptuell auseinandersetzen. Es kann jedoch gezeigt werden, dass die planerisch-konzeptuelle Dimension beruflicher Kompetenz ein kognitives Potential repräsentiert, das berufliche Handlungskompetenz weitgehend begründet.

Kompetenzmodell und Lernfeldkonzept

Es besteht eine hohe Übereinstimmung zwischen dem Kompetenzmodell und dem Bildungsauftrag der Berufsschule sowie den in den Elektronikerberufsbildern und Ordnungsmittel ausgewiesenen Ausbildungszielen. Für die Anwendung des Kompetenzmodells in der Unterrichtspraxis und die Gestaltung von Lernaufgaben ist ein Bezug zu den schulischen Lernfeldern und die Einbindung in das Lernfeldkonzept der Elektroberufe unabdingbar (siehe

Abb. 4). Die KMK-Rahmenlehrpläne für die industriellen und handwerklichen Elektroberufe orientieren sich an der beruflichen Kompetenzentwicklung und sind aufgaben- und gestaltungsorientiert formuliert. Die angestrebte systematische Entwicklung von Gestaltungskompetenz verknüpft die Orientierung an beruflichen Arbeitsprozessen und betrieblichen Geschäftsprozessen (Arbeitsbezug) mit der Orientierung an individuellen und kooperativen Lernprozessen (Subjekt- und Gesellschaftsbezug). Für den Bildungsgang und über die gesamte Ausbildungszeit ist ein entwicklungslogisches Konzept von Lernfeldern und didaktisch aufbereiteten Lernsituationen „Vom Anfänger zum Experten“ zu entwickeln, das eine zunehmende Mitgestaltung und Mitverantwortung der Schülerinnen und Schüler für ihre Lern- und Arbeitsprozesse einfordert und ermöglicht.

Die angestrebten Bildungsziele und Kompetenzen sollen an berufstypischen Aufgabenstellungen auftrags- und projektorientiert unter Berücksich-

tigung der Lehr- und Lernbedingungen in den jeweiligen Lerngruppen und in Kooperation mit den Betrieben vermittelt werden. Idealtypisch stehen dabei im ersten Ausbildungsjahr grundlegende Lern- und Arbeitsmethoden im Zusammenhang mit der Bearbeitung von Lernaufgaben im Mittelpunkt des allgemeinen und beruflichen Unterrichts (Aufgabenorientierung). Im zweiten Ausbildungsjahr erfolgt eine Erweiterung hinsichtlich der Bearbeitung beruflicher Aufträge, um auftragsorientiertes Lernen und Arbeiten zu fördern (Auftragsorientierung). Die allgemeinen und beruflichen Handlungskompetenzen sollen im dritten und vierten Ausbildungsjahr an Auftrags- und Projektarbeiten weiterentwickelt, gefestigt und vertieft werden (Projektorientierung) (siehe Abb. 5).

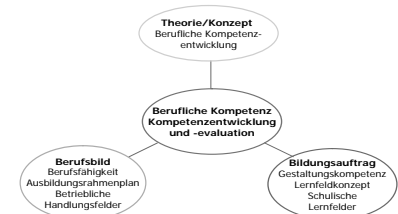


Abb. 4: Bildungsauftrag – Berufsbild – Kompetenzmodell

KOMET-Testaufgaben und Selbstevaluation

Die KOMET-Projektgruppe (Hessen) hat fünf Test-/Lernaufgaben komplett mit vollständigem Lösungsraum auf der Basis des Kompetenzmodells und orientiert an den einzelnen Kriterien/Indikatoren für die berufliche Kompetenzentwicklung ausgearbeitet.

Diese Beispiele für Testaufgaben sind stichwortartig:

- Abwasserpumpe,
- Beschattungsanlage,
- Paketsortierung,
- PV-Anlage und
- Kleinspureisenbahn.

Die Gestaltungskriterien für diese Testaufgaben sind ausführlich im Band 1 „Messen beruflicher Kompetenzen“ beschrieben und begründet (vgl. Rauner 2009a). Darüber hinaus wird der im KOMET-Projekt für das

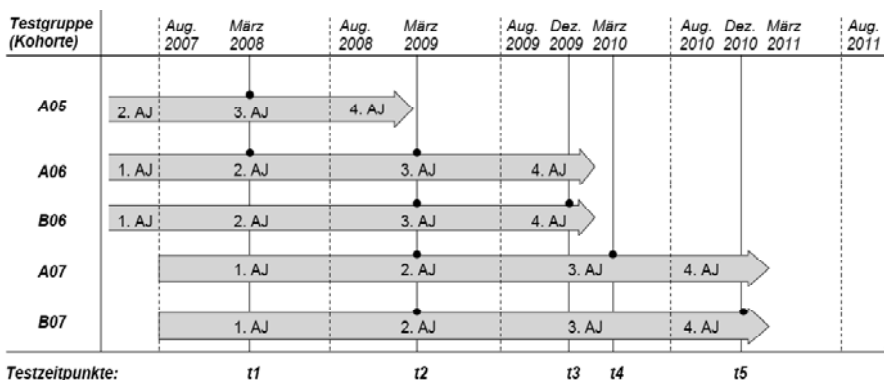


Abb. 3: Vereinfachtes Untersuchungsschema mit fünf Untersuchungszeitpunkten (Testungen sind durch einem schwarzen Punkt gekennzeichnet; A06 = Ausbildungsjahrgang 2006 in Hessen, B06 Ausbildungsjahrgang 2006 in Bremen).



Abb.5: Systematische Entwicklung von Gestaltungskompetenz

Rating verwendete einheitliche Bewertungsbogen als Diagnoseinstrument für die Selbstevaluation der Schüler und Lehrer erprobt. Der Bewertungsbogen wurde im Hinblick auf Verständlichkeit für Schülerinnen und Schüler leicht modifiziert und angepasst, wobei das Kompetenzmodell mit seinen Kriterien/Indikatoren und den jeweiligen Leitfragen inhaltlich erhalten bleibt.

Umsetzung im Rahmen des Lernfeldkonzeptes – Implementierung der KOMET-Aufgaben und eines Diagnoseinstrumentes für die berufliche Kompetenzentwicklung

Auf der Basis des Kompetenzmodells und ausgehend von den KOMET-Testaufgaben entwickelt die Projektgruppe Beispiele für Lernaufgaben, die nach den didaktischen Prinzipien der Entwicklungslogik, des Konzeptes der vollständigen Handlung sowie der Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung gestaltet sind.

Für die Einführung dieser Lernaufgaben/Projekte in die Lernfeldarbeit gelten die folgenden Überlegungen:

Die berufliche Kompetenzentwicklung einer Elektronikerin/eines Elektrikers wird von seiner Berufsfähigkeit her gedacht: Was soll der Auszubildende am Ende der Berufsausbildung können? Welche berufstypischen Aufgaben soll der Auszubildende bewältigen können? Welche beruflichen Kompetenzen muss er sich dazu aneignen? Diese Fragen besitzen für die Auszubildenden handlungsleitenden Charakter und sollten zu Beginn des Bildungsgangs aber auch prozessbegleitend erörtert und geklärt werden.

Die einzelnen Lernaufgaben/Projekte (PV-Anlage, Abwasserpumpen, Paketsortierung, Kleinspureisenbahn) lassen sich in die entsprechenden schulischen Lernfelder integrieren. Für diese Integration entwickelt die Projektgruppe entlang des gesamten Bildungsgangs einen Umsetzungsvorschlag. Die Lernaufgaben können für die unterschiedlichen Lerngruppen und schulischen Situationen angepasst und eingesetzt werden. Je nach erreichtem Kompetenzniveau der Schülerinnen und Schüler können die Aufgaben ausgewählt und modifiziert werden.

Aufgrund der großen Heterogenität in den Lerngruppen der Berufsschule bietet sich die Möglichkeit, die Aufgaben zur Binnendifferenzierung entsprechend dem Lern- und Leistungsvermögen der Schüler einzusetzen und damit individualisierte, eigenverantwortliche Lernprozesse zu unterstützen.

Handlungs- und gestaltungsorientierter beruflicher Unterricht bedarf anderer Formen der Lernkontrolle und Leistungsbeurteilung. Hierfür könnten die entwickelten Aufgaben ebenfalls

einen Beitrag leisten. Ihre Eignung im Rahmen schulischer Lernkontrollen und Leistungsbeurteilungen ist zu prüfen. Der modifizierte Beurteilungsbogen des Rating-Verfahrens kann als Diagnoseinstrument für die Selbstevaluation von Schülerinnen und Schülern sowie von Lehrkräften eingesetzt und erprobt werden. Dabei wird eine Weiterentwicklung des Beurteilungsbogens angestrebt, damit dieser für die unterschiedlichen Lerngruppen und Entwicklungsstufen verständlich und handhabbar ist. Dies bedeutet, dass ein Beurteilungsbogen für berufliche Anfänger zwar die Kriterien des Kompetenzmodells beinhaltet, jedoch die Schülerinnen und Schüler nicht alle 40 Fragen (Items) anwenden sollten. Vielmehr könnte ein Beurteilungsbogen zu Beginn der Ausbildung im Kontext einer Lernaufgabe eingeführt und die Kriterien für die Beurteilung mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam entwickelt werden. Das so entstandene Basiskonzept wird kontinuierlich über die gesamte Ausbildungszeit weiter entwickelt und ergänzt.

Didaktische Prinzipien für die Aufgabengestaltung

Die wesentlichen didaktischen Prinzipien für die Gestaltung der KOMET-Aufgaben werden nachfolgend vorgestellt.

Entwicklungslogik

Lernaufgaben zielen auf die Entwicklung von beruflicher Gestaltungskompetenz ausgehend vom Orientierungs- und Überblickswissen hin zum erfahrungsbasierten, fachsystematischen Vertiefungswissen (siehe Abb. 6). Entsprechend werden Aufgaben für Anfänger, Aufträge für Fortgeschrittene und Projektaufträge für Köhner zur Verfügung gestellt.

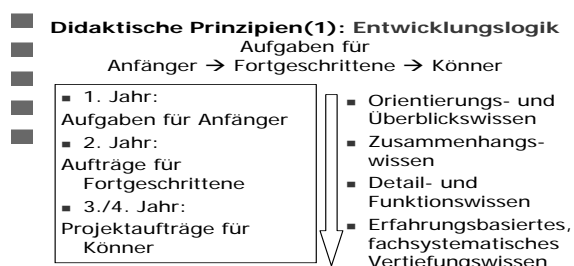


Abb.6: Entwicklungslogische Systematisierung beruflichen Lernens

Konzept der vollständigen Handlung

Die Gestaltung des Lernprozesses orientiert sich am Konzept der vollständigen Handlung von der Information über die Analyse, Planung, Durchführung, Dokumentation, Präsentation, Auswertung sowie Beurteilung von Lern- und Arbeitsaufgaben.

Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung

Jede KOMET-Aufgabe ist auf der Basis berufstypischer Arbeitsprozesse formuliert. Berufstypische Arbeitsprozesse für die Elektronikerin/den Elektroniker sind beispielsweise die Montage, Installation, Konfiguration, Programmierung, Inbetriebnahme, Instandhaltung, Instandsetzung und Optimierung von elektrischen Systemen/Anlagen sowie Qualitätsmanagement, Kundenservice und Kundenberatung.

KOMET-Lernaufgaben und Lernfeldkonzept

Auf der Basis des KOMET-Kompetenzmodells und orientiert an den beschriebenen didaktischen Prinzipien werden drei Aufgabentypen unterschieden:

- Aufgaben für Anfänger
- Aufträge für Fortgeschrittene und
- Projektaufträge für Köenner

Jede Lernaufgabe wird durch eine Situationsbeschreibung eingeleitet, die den Bezug zu einem beruflichen Handlungskontext herstellt und das Handlungsziel definiert. Auf der Basis der Situationsbeschreibung werden differenzierte Aufgabenstellungen, handlungsorientierte Aufträge oder gestaltungsoffene Projektaufträge formuliert. Darüber hinaus werden bei jedem Aufgabenpaket die Lösungsmöglichkeiten im Hinblick auf die Kriterien/Indikatoren des Kompetenzmodells exemplarisch dargestellt. Durch den beschriebenen Lösungsraum werden die unterschiedlichen Perspektiven veranschaulicht, so dass die Lehrkräfte für die unterrichtliche Nutzung der KOMET-Aufgaben deutlich unterstützt werden. Nachfolgend soll dies an einem Beispiel untermauert werden.

Beispiel für einen Projektauftrag: Planung und Realisierung einer PV-Anlage

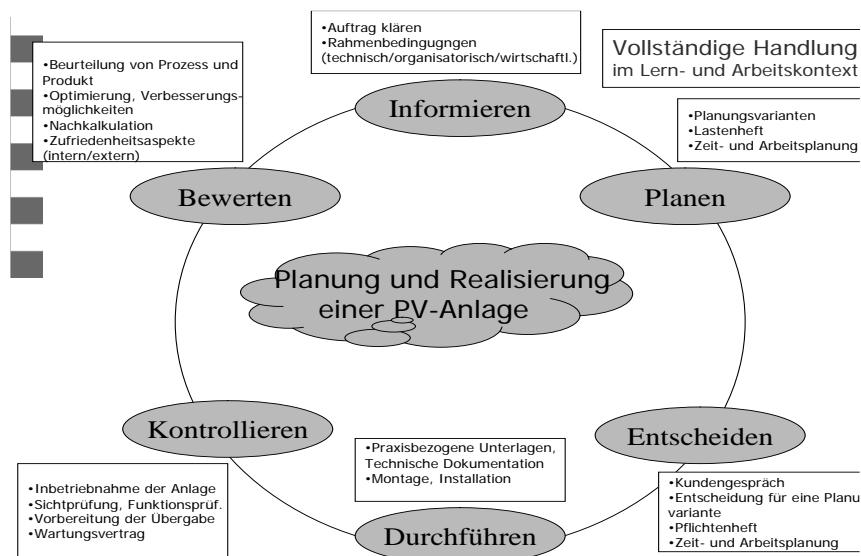


Abb. 7: Vollständige Handlung im Lern- und Arbeitskontext am Beispiel des Kundenauftrags „Planung und Realisierung einer PV-Anlage“

Kriterien für einen Projektauftrag für Köenner:

- orientiert sich an der erreichten beruflichen Kompetenz am Ende der Ausbildungszeit
- am Ende seiner beruflichen Ausbildung sollte eine Elektronikerin/ein Elektroniker einen geeigneten Lösungsvorschlag entwickeln und sein Lösungskonzept anhand praxisbezogener Unterlagen darstellen und begründen können
- entspricht in der Gestaltung und Formulierung den KOMET-Testaufgaben
- ist ein gestaltungsoffener, ganzheitlicher, komplexer Projektauftrag
- enthält keine Hinweise auf die Kriterien des Kompetenzmodells
- macht keine Vorgabe von Lösungsstrukturen
- macht keine Vorgabe von Handlungsphasen

Situationsbeschreibung

Familie Diehl möchte in Dillenburg (Mittelhessen) eine netzgekoppelte Photovoltaikanlage auf dem Dach ihres Einfamilienhauses installieren lassen. Um den Ertrag der Anlage auf Jahre zu sichern, beabsichtigen sie zusätzlich den Abschluss eines Wartungsvertrages.

- Die Leistung der Anlage soll zwischen 5 und 10 kW betragen.
- Die zur Verfügung stehende Dachfläche beträgt ca. 60 m², hat eine Neigung von 35° und ist genau nach Süden ausgerichtet.

Früh morgens werden kleine Teile der Dachfläche durch das Dach der angrenzenden Garage verschattet.

Projektauftrag

Ihre Aufgabe ist es, dem Kunden eine optimale Lösungsmöglichkeit aufzuzeigen. Stellen Sie anhand praxisbezogener Unterlagen Ihre Konzeption dar. Falls Sie noch zusätzliche Fragen an z. B. den Auftraggeber, die Nutzer oder Fachkräfte anderer Gewerke haben, schreiben Sie diese bitte zur Vorbereitung von Abstimmungsgesprächen auf. Begründen Sie Ihren Lösungsvorschlag umfassend und detailliert.

Aufträge für Fortgeschrittene
Kriterien für Aufträge für Fortgeschrittene: <ul style="list-style-type: none"> – auch hier ist die Situationsbeschreibung für den Könner (komplexer Projektauftrag) Ausgangspunkt für die Lernsituation – die Gesamtaufgabe wird in Handlungsphasen auf der Basis der vollständigen Arbeitshandlung untersetzt und gibt Hinweise auf mögliche Lösungsstrukturen – jede Handlungsphase beinhaltet eine eigene Situationsbeschreibung und darauf aufbauende handlungsorientierte Aufträge, in denen die Zielsetzung bzw. die Problemstellung des komplexen Projektauftrags näher beschrieben wird – die einzelnen Handlungsphasen können zusammenhängend oder als Teilaufträge bearbeitet werden – die Schüler durchlaufen wie in einem Gesamtprojekt einen vollständigen Lern- und Arbeitsprozess – auch innerhalb einer Handlungsphase (z. B. Informieren, Planen) kann ein kompletter Handlungszyklus durchlaufen werden – durch die formulierten Aufträge werden die Kriterien des Kompetenzmodells angesprochen <p>Exemplarisch für dieses Aufgabenformat werden im Folgenden die Handlungsphasen – Informieren – Planen – Kontrollieren – dargestellt.</p>
Handlungsphase: Informieren
<i>Zielaspekte</i> <ul style="list-style-type: none"> – Orientierungs- und Überblickswissen aufbauen – Beurteilungskriterien entwickeln – Das Kundengespräch für ein Rollenspiel vorbereiten und durchführen
<i>Situationsbeschreibung</i> <p>In Ihrer Firma melden sich Herr und Frau Diehl an, um grundlegende Fragen zum Thema „Solartechnik“ mit Ihrem Meister zu besprechen. Ihr Meister, der Sie in das Thema einführen möchte, hat Sie als Gesprächsteilnehmer dazu eingeladen. Die Familie möchte auf dem Dach ihres Einfamilienhauses in Dillenburg eine Fotovoltaikanlage installieren.</p>
<i>Auftrag</i> <p>Sie nehmen an dem Kundengespräch teil. Informieren Sie sich im Vorfeld dieses Gespräches grundlegend über PV-Anlagen: Technik, Wirtschaftlichkeit, Umweltschutz, Antragsverfahren usw. Stellen Sie alle Informationen in geeigneter Form für sich zusammen und bereiten Sie eine Präsentation (Rollenspiel) vor.</p>
Handlungsphase: Planen
<i>Zielaspekte</i> <ul style="list-style-type: none"> – Das Lastenheft unter Berücksichtigung des Anforderungskatalogs erstellen – Fehlende Informationen im Gespräch mit dem Meister bzw. durch Rückfragen beim Kunden einholen – Planungsvarianten in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht entwickeln – Ein Angebot mit Planungsvarianten erstellen
<i>Situationsbeschreibung</i> <p>Nach dem Kundengespräch erhalten Sie den Auftrag ein Angebot für die Errichtung einer netzgekoppelten PV-Anlage für die Familie Diehl in Dillenburg (Mittelhessen) zu erstellen.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Leistung der Anlage soll zwischen 5 und 10 kW betragen. – Die zur Verfügung stehende Dachfläche beträgt ca. 60 m², hat eine Neigung von 35° und ist genau nach Süden ausgerichtet. <p>Früh morgens werden kleine Teile der Dachfläche durch das Dach der angrenzenden Garage verschattet.</p>
Auftrag <p>Erstellen Sie ein Angebot mit Planungsvarianten (technisch und wirtschaftlich) und das Lastenheft für die Errichtung einer netzgekoppelten PV-Anlage. Bereiten Sie auch einen „groben“ Zeit- und Arbeitsplan und eine weitere Präsentation für Ihre Kunden vor.</p>

Handlungsphase: Kontrollieren
<i>Zielaspekte</i>
<ul style="list-style-type: none"> – Die Inbetriebnahme planen – Die Übergabe an den Kunden vornehmen – Den Wartungsvertrag vorbereiten
<i>Situationsbeschreibung</i>
Die Anlage ist in Betrieb zu nehmen und an die Familie Diehl zu übergeben. Damit Sie hierbei auch aktiv mitarbeiten können, erhalten Sie den Auftrag, sich auf die bevorstehende Aufgabe vorzubereiten und ihre Ergebnisse geeignet zu dokumentieren. Die Familie Diehl legt großen Wert auf die langfristige Sicherung des Ertrags ihrer Photovoltaikanlage und beabsichtigt den Abschluss eines Wartungsvertrages.
<i>Auftrag</i>
Planen Sie die Inbetriebnahme, beachten Sie dazu die entsprechenden Vorgaben der DIN VDE sowie die Bestimmungen des Netzbetreibers. Bereiten Sie die Übergabe an den Kunden vor und arbeiten Sie einen Wartungsvertrag aus.

Aufgaben für Anfänger

Kriterien für Aufgaben für Anfänger:
<ul style="list-style-type: none"> – die Situationsbeschreibung für den Könner (komplexer Projektauftrag) ist ebenfalls Ausgangspunkt für die Lernsituation – die Gesamtaufgabe wird in Handlungsphasen auf der Basis der vollständigen Arbeitshandlung untersetzt und beinhaltet konkrete Lern- und Arbeitsschritte – jede Handlungsphase beinhaltet eine eigene Situationsbeschreibung und darauf aufbauende differenzierte Aufgabenstellungen, die einen Lösungsweg strukturieren und die Erarbeitung anleiten – einzelne Handlungsphasen können als Teilaufgaben bearbeitet werden – auch innerhalb einer Handlungsphase (z. B. Informieren, Planen) kann ein kompletter Handlungszyklus durchlaufen werden – durch die formulierten Aufgabenstellungen werden die Kriterien des Kompetenzmodells angesprochen <p>Zum besseren Vergleich des Aufgabenformates werden ebenfalls die Handlungsphasen – Informieren – Planen – Kontrollieren – dargestellt.</p>

Handlungsphase: Informieren

<i>Situationsbeschreibung</i>
In Ihrer Firma melden sich Herr und Frau Diehl an, um grundlegende Fragen zum Thema „Solartechnik“ mit Ihrem Meister zu besprechen. Ihr Meister, der Sie in das Thema einführen möchte, hat Sie als Gesprächsteilnehmer dazu eingeladen. Die Familie möchte auf dem Dach ihres Einfamilienhauses in Dillenburg eine Fotovoltaikanlage installieren. Im Vorfeld dieses Gesprächs sollen Sie sich grundlegend über eine PV-Anlage informieren.

<i>Aufgabenstellung</i>
<ul style="list-style-type: none"> – Gestalten Sie Informationsblätter zu den Grundlagen von PV-Anlagensystemen (Nutzen Sie dafür den Reader). Erstellen sie eine aussagekräftige Übersicht mit allen notwendigen Modulen und Baugruppen. – Erstellen Sie ein Mindmap, um im Vorfeld des Gespräches mit ihrem Meister das Themenfeld zu besprechen. – Fertigen Sie einen „Flyer“ an, der einige Fragen zur Solarenergie beantwortet und zugleich für den Werbestand Ihrer Firma auf einer Umweltmesse dienen kann. Gehen Sie dabei auch auf die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen ein. – Bereiten Sie ein Rollenspiel zur Simulierung des Kundengesprächs vor. Besetzen Sie dazu die Rollen (Familie Diehl, Elektrobetrieb) und fertigen Sie entsprechende Fragekataloge an. – Klären Sie auch im Vorfeld, welche Absprachen und Anträge vor Errichtung einer PV-Anlage geklärt werden müssen. – Beantworten Sie für sich die offenen Fragen aus dem Kundengespräch.

<i>Hinweise – Inhalte – Materialien</i>

Grundlagen: PV-Anlagensysteme und PV-Anwendungen, Sonnenstrahlung, Photovoltaischer Effekt, Zellarten, PV-Module, Generatoranschlusskasten, Wechselrichter, Kabel und Leitungen, Installationsmaterial, Gleichstromlastschalter, Schutz- und Zähleinrichtungen, Akkumulatoren, Laderegler, Verschattung, I1: „Sonnenenergie, die Populäre“, I2: Informationen zu Förderprogrammen, I3: Ein Hinweis zur Online-Berechnung der Fördergelder, I4: Grundsätzliche Fragen und Antworten zur Fotovoltaik – auch zur Technik, I5: Ein Text zu einem neuen Berufsbild „Solarteur“, Ein Antragsformular einer Solarfirma, Das Datenblatt eines Solarmoduls und den Gesetzestext des EEG.

Handlungsphase: Planen
<i>Situationsbeschreibung</i>
<p>Nach dem Kundengespräch erhalten Sie den Auftrag ein Angebot für die Errichtung einer netzgekoppelten PV-Anlage für die Familie Diehl in Dillenburg (Mittelhessen) zu erstellen.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Die Leistung der Anlage soll zwischen 5 und 10 kW betragen. – Die zur Verfügung stehende Dachfläche beträgt ca. 60 m², hat eine Neigung von 35° und ist genau nach Süden ausgerichtet. <p>Früh morgens werden kleine Teile der Dachfläche durch das Dach der angrenzenden Garage verschattet.</p>
<i>Aufgabenstellung</i>
<ul style="list-style-type: none"> – Ermitteln Sie die möglichen Modulflächen und die Modulanzahl bei vorgegebener Ausrichtung. Klären Sie welche Ausrichtung den höchsten Ertrag bringt und welche Auswirkungen die Verschattung von Modulen hat. Erstellen Sie eine Ertragsprognose. – Welche Schaltungsvarianten bieten sich an? (Anzahl und Schaltung der Module/Strangzahl, Anzahl der Wechselrichter) – Dimensionieren Sie die PV-Anlage (Module, Leitungen, Wechselrichter u. a. Betriebsmittel) – Vergleichen sie Angebote von mindestens zwei Herstellern, wählen sie die Betriebsmittel aus und begründen sie Ihre Entscheidung. – Entwickeln Sie einen Planungsvorschlag für den Anschluss, die Anordnung und die Montage der gewählten Betriebsmittel und die Leitungsführung. – Berücksichtigen Sie Maßnahmen zum Blitzschutz. – Erstellen Sie ein Technologieschema, einen Übersichtsschaltplan, Stromlaufpläne, ... – Erstellen Sie eine Material- und Kostenliste. – Stellen Sie die Wirtschaftlichkeit der geplanten PV-Anlage und deren Beitrag zum Umweltschutz überzeugend dar. Prüfen Sie hierbei, welche Fördermaßnahmen Familie Diehl in Anspruch nehmen kann. – Nennen und erläutern sie Leistungen, die zusätzlich zu den elektrotechnischen Tätigkeiten von Fremdfirmen übernommen werden müssen. – Planen sie eine Präsentation für das nächste Kundengespräch.
Handlungsphase: Kontrollieren
<i>Situationsbeschreibung</i>
<p>Die Anlage ist in Betrieb zu nehmen und an die Familie Diehl zu übergeben. Damit Sie hierbei auch aktiv mitarbeiten können, erhalten Sie den Auftrag, sich auf die bevorstehende Aufgabe vorzubereiten und ihre Ergebnisse geeignet zu dokumentieren.</p> <p>Die Familie Diehl legt großen Wert auf die langfristige Sicherung des Ertrags ihrer Photovoltaikanlage und beabsichtigt den Abschluss eines Wartungsvertrages.</p>
<i>Aufgabenstellung</i>
<p>Beachten sie bei der Inbetriebnahme die Vorgaben der DIN VDE 0100 Teil 712, die Anschlussbestimmungen für netzgekoppelte Photovoltaikanlagen ihres Netzbetreibers, sowie die Herstellerunterlagen der verwendeten Komponenten.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Erstellen Sie einen Arbeitsplan für die Inbetriebnahme einschließlich der notwendigen Mess- und Prüfgeräte. – Bereiten Sie die Abnahme durch den Versorgungsnetzbetreiber vor. – Stellen Sie alle Dokumente und Unterlagen für den Kunden zusammen. – Erstellen sie eine Anweisung darüber, wie der Kunde die Funktion und Einspeisung der Anlage kontrollieren kann. – Erstellen Sie einen Maßnahmenplan für die Instandhaltung der PV-Anlage und bereiten Sie einen Wartungsvertrag für die Familie Diehl vor.

Anwendung der Kriterien/Indikatoren nach dem Kompetenzmodell am Beispiel der PV-Anlage – Lösungsraum der Aufgabe

Kriterium	1 Anschaulich- keit Präsentation	2 Funktionalität	3 Gebrauchswert	4 Wirtschaftlich- keit	5 Geschäfts- und Arbeitsprozess	6 Sozialverträ- glichkeit	7 Umweltverträ- glichkeit	8 Kreativität
	x	x	x	x	x	x	x	x

<p>Kriterium 1: Anschaulichkeit/Präsentation Technologieschema oder andere Skizzen mit Erläuterungen Stückliste der verwendeten Materialien (Module, Wechselrichter, Leitungen, Befestigungen usw.) Stromlaufplan, Installationsplan Zeit- und Arbeitsplanung Kostenvoranschlag Informationsmaterialien der Hersteller Sind die Pläne und Skizzen auch für einen Nicht-Fachmann verständlich?</p> <p>Kriterium 2: Funktionalität Mittlere Jahressumme der Sonneneinstrahlung für die Anlage beträgt ca. 1035 kWh/m Beispiel für die technischen Daten eines Solarmoduls: MPP-Leistung = 220 W Nennspannung = 48,50 V Kurzschlussstrom = 5,07 A Leerlaufspannung = 59,10 V Wirkungsgrad = 13,5 % Abmessungen = 1610 x 1060 x 50 Gewicht = 24 kg Zulassungen + Zertifikate = IEC 61215, Schutzklasse II, CE Pro Kilowatt Spitzenleistung benötigt man für dieses Modul etwa 9 m Fläche. Bei einer Anlage mit 27 Modulen und ca. 6 kW wird eine Fläche von 54m benötigt. Der zu erwartende Gesamtertrag pro Jahr bei obiger Sonneneinstrahlung beträgt ca. 7500 kWh. Anlagenkonzept: Wegen der Verschattung des Daches ist es nicht zu empfehlen einen Zentralwechselrichter zu verwenden. Günstig wäre ein Aufbau mit 3 Strängen (Strings) und mit jeweils 9 Solarmodulen. Die 3 Wechselrichter müssen entsprechend der zu erwartenden Eingangsspannung ausgewählt werden. Reihenschaltung von 9 Modulen = max. Eingangsspannung beträgt 532 V. Da die Dacheindeckung noch in einem sehr guten Zustand ist wird eine Aufdachmontage günstig sein – bester Ertrag durch die Hinterlüftung der Module!</p> <p>Kriterium 3: Gebrauchswert Bedienung, Auswahl und Anordnung der Betriebsmittel Anleitung für die Wartung, Wartungshinweise</p>	<p>Dokumentation des Energieertrages, Erfassen und Dokumentieren der Messwerte Zugang zur Anlage, zu den Anlagenkomponenten</p> <p>Kriterium 4: Wirtschaftlichkeit Gibt es Kosten/Nutzen Überlegungen? Anschaffungs-/Herstellungskosten, Betriebskosten, Instandhaltungsaufwand, Folgekosten. Kosten: Pro kW installierte Leistung werden ca. 5.000 Euro benötigt. Für dieses Anlage also ca. 30.000 Euro Auswahl der Module, Leitungsverluste</p> <p>Kriterium 5: Geschäfts- und Arbeitsprozess Gespräche/Nachfragen beim VNB, Gespräche mit Meister/Mitarbeitern Wurde bei der Lösung auf die Kundenanforderungen eingegangen? Wurden besondere Rahmenbedingungen bei der Installation aufgeführt? Wurden für die Durchführung der Dachmontage Fachkräfte aus anderen Gewerken herangezogen (z. B. Dachmontage der Trägerkonstruktion für die Module)? Wurde eine Kundenübergabe eingeplant? Gab es einen Zeitplan?</p> <p>Kriterium 6: Sozialverträglichkeit Berücksichtigung des Arbeitsschutzes, Unfallgefahr, Sicherheitsmaßnahmen bei der Montage Wurden die Sicherheitsbestimmungen an elektrischen Anlagen beachtet? (z. B. Montage der Module, Wechselrichter, Netzankopplung)</p> <p>Kriterium 7: Umweltverträglichkeit Umweltfreundliche Energieerzeugung, Beitrag zur CO₂-Reduktion Geringe Leitungsverluste Wurde erwähnt, dass umweltfreundliche Stoffe eingesetzt wurden (z. B. PVC- und halogen-freie Leitungen)? Hinweis auf Möglichkeiten der Energieeinsparung im Einfamilienhaus Gibt es in der Lösung Hinweise auf Umweltschutzbestimmungen?</p> <p>Kriterium 8: Kreativität Anordnung der Module, Integration in das vorhandene Dach Hinweise und Empfehlungen für Möglichkeiten zur Energieeinsparung im Einfamilienhaus, Vorschlag für eine thermische Solaranlage (z. B. Solarkollektoren auf dem Garagendach)</p>
--	--

Ausblick

Im bisherigen Verlauf des KOMET-Projektes wurden berufspädagogische und fachdidaktische Konzepte aufgegriffen, weiterentwickelt und mit der Kompetenzorientierung sowie Kompetenzdiagnostik verbunden. Die ersten Erfahrungen sind im Zwischenbericht und im Band I und II des KOMET-Projektes dokumentiert. Das Projekt wurde bis Ende 2010 verlängert. Auf der Basis der Ergebnisse des KOMET-Projektes sollen Stärken und Schwächen der beruflichen Bildung im Hinblick auf die individuellen Lernprozesse, die schulische und betriebliche Organisation beruflicher Bildung sowie die systematische Strukturierung beruflicher Bildung identifiziert werden. Ziel ist es,

den Schulen ein erprobtes Konzept zur systematischen Entwicklung und Evaluation beruflicher Kompetenzen zur Verfügung zu stellen. Das hohe Interesse an einer berufliche Kompetenzdiagnostik sowie am KOMET-Aufgabenkonzept (z. B. Hochschultage Berufliche Bildung, Lehrerbildungsforen/-fortbildung, HKM, KMK, andere Bundesländer, BIBB) ist ein Indiz dafür, dass sich daran eine fruchtbare bildungspolitische, berufspädagogische und fachdidaktische Diskussion mit der Ziel der Qualitätsverbesserung der beruflichen Bildung entwickeln kann.

Literatur

FG BERUFSBILDUNGSFORSCHUNG IBB (2009):
 Berufliche Kompetenzen messen – Das

Projekt KOMET der Bundesländer Bremen und Hessen. Zwischenbericht der wissenschaftlichen Begleitung. Bremen: IBB, Universität Bremen.

KMK (2007): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe.

RAUNER, F., U. A. (2009a): Messen beruflicher Kompetenzen. Bd. I – Grundlagen und Konzeption des KOMET-Projektes.

RAUNER, F., U.A. (2009b): Messen beruflicher Kompetenzen. Bd. II – Ergebnisse des KOMET-Projektes.