



# Kompetenzmatrix für den Sektor Elektronik/Elektrotechnik

Matthias Becker  
für die VQTS-II Projektpartnerschaft

*Flensburg, Juni 2009*



Education and Culture DG

Lifelong Learning Programme

VQTS II – Vocational Qualification Transfer System  
Leonardo da Vinci – LLP-LdV-TOI-2007-AT-0017

Übersetzung durch Georg Reuters, Eckener Schule Flensburg



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Grundlegende Überlegungen zu Aufbau, Struktur und Funktion der Kompetenzmatrix für den Sektor Elektronik/Elektrotechnik</b>	<b>3</b>
1.1. Definition von Kompetenzen mit Bezug zu Kernarbeitsaufgaben	3
1.2. Überlegungen zur Bestimmung des Geltungsbereichs der Kompetenzmatrix	5
1.3. Prinzipien für den Entwurf von Kompetenzbereichen und Kompetenzbeschreibungen	8
1.4. Methoden zur Erstellung der Kompetenzmatrix	9
<b>2. Die VQTS-Kompetenzmatrix für den Sektor Elektronik/Elektrotechnik</b>	<b>11</b>

# 1. Grundlegende Überlegungen zu Aufbau, Struktur und Funktion der Kompetenzmatrix für den Sektor Elektronik/Elektrotechnik

## 1.1. Definition von Kompetenzen mit Bezug zu Kernarbeitsaufgaben

Die Überlegungen zu Aufbau, Struktur und Funktion der Kompetenzmatrix lehnen sich an die Ergebnisse zu VQTS I an (vgl. Luomi-Messerer/Markowitsch 2006). Es werden also Kompetenzen beschrieben, die sich auf Kernarbeitsaufgaben (Kompetenzbereiche) beziehen. Entsprechend werden Kompetenzen in der Matrixstruktur formuliert, die das Entwicklungsstadium des Arbeitenden und Lernenden mit Bezug zu Kernarbeitsaufgaben abbilden (Stufen der Kompetenzentwicklung).

Die Problematik bei der Beschreibung aufgabenbezogener Kompetenzen wird durch die folgenden Fragen deutlich, die zu beantworten sind:

1. Was ist die *Domäne*, für die die Kompetenzmatrix bestimmt ist?
2. Was sind die *Kernarbeitsaufgaben* für die in der Arbeitswelt zu identifizierenden Zielgruppe(n)?
3. Welches sind die „paradigmatischen“ Arbeitsaufgaben, die für die *Kompetenzentwicklung* der Arbeitenden und Lernenden bestimmend sind?
4. Welches sind die *beruflichen Kompetenzen*, die für die Beschreibung der Kompetenzmatrix zu benennen sind? Zu bestimmen ist auch, welche Berufsprofile zum Geltungsbereich der Kompetenzmatrix gehören. Dies ist im Hinblick auf die Anwendbarkeit auf den Übergang von der beruflichen auf die Hochschulbildung von entscheidender Bedeutung, weil sich ggf. die Domäne, die Kernarbeitsaufgaben und die Kompetenzentwicklung für die Beherrschung dieser unterschiedlich darstellen.

Zunächst ist entscheidend, dass hier von einem Kompetenzbegriff ausgegangen wird, der nicht allein die Disposition für kompetentes Handeln enthält, sondern darüber hinaus die Sichtbarkeit der beruflichen Kompetenz mit einschließt. Kompetenz ist hier im Sinne von Expertise zu verstehen, die auch als Performanz im Akt der Handlung einer Person sichtbar wird (vgl. Spöttl/Becker 2004). Die Beschreibung einer beruflichen Kompetenz sollte daher auch die berufliche Handlung selbst benennen.

Innerhalb der Berufsbildungsdiskussion wird unter dem Begriff „Domäne“ oftmals ein Berufsfeld verstanden oder die Domäne wird gar mit dem Beruf gleichgesetzt. Da es aber in Europa kein einheitliches Berufsverständnis gibt und selbst im deutschsprachigen Raum zunehmend Schwierigkeiten bestehen, Berufe eindeutig Berufsfeldern zuzuordnen (IT-Berufe, Mechatronik), entsteht die Notwendigkeit, ein Sammelkriterium für gleichartige Aufgabenstellungen und gleichartige Kompetenzen, die auf diese Aufgaben bezogen sind, zu definieren. Dies ist notwendig, um bei der Benennung aufgabenbezogener Kompetenzen sicher zu stellen, dass diese sich auf berufliche Handlungen beziehen, die vergleichbar sind. Dazu eignet sich der Domänenbegriff in seiner ursprünglichen Bedeutung: als *Gebiet, in dem jemand kompetent zu handeln in der Lage ist*. Ganz allgemein wird unter diesem Begriff ein „Herrschaftsgebiet“ verstanden, also ein Gebiet, in dem sich jemand *herrschaftlich* betätigen kann und damit ausgedrückt wird, dass es auf ein professionalisiertes Handeln ankommt. Es geht also „erstens um die Person, zweitens um das professionelle Handeln und drittens um den Handlungsgegenstand“ (Becker/Spöttl

2008, S. 57) und um den Zusammenhang zwischen diesen Aspekten, der letztlich durch charakteristische Arbeitsaufgaben (Kernaufgaben) hergestellt wird (vgl. Abbildung 1).

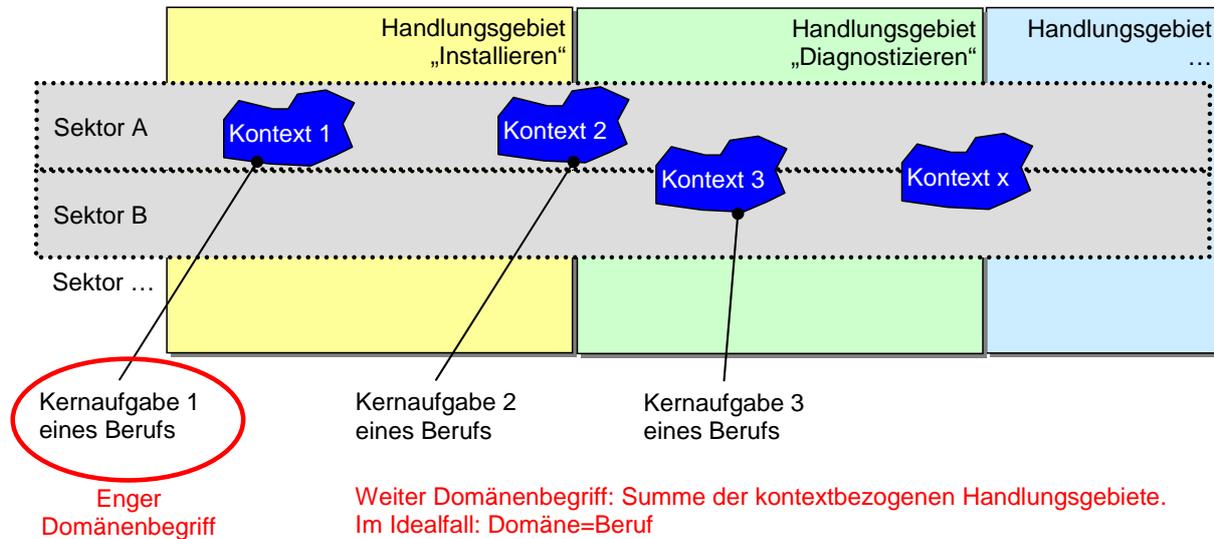


Abbildung 1: Berufliche Handlungsgebiete als Domänen und Zusammenhang mit Sektoren

In erster Näherung ließe sich unter einer Domäne ein Handlungsgebiet verstehen, etwa im Sinne von Beschreibern wie

- Bedienen und Betreiben (von Einrichtungen, Anlagen, Systemen, ...)
- Montieren/Demontieren
- Inbetriebnehmen
- Warten/Inspizieren/Instandhalten
- Installieren
- Konfigurieren/Justieren
- Messen
- Fehler suchen/Diagnostizieren
- Konstruieren
- Planen/Projektieren
- Simulieren
- Entwerfen und Entwickeln

In übergeordneter Bedeutung ist die *Domäne* in unserem Fall durch das Handeln in einem Sektor „Elektronik/Elektrotechnik“ gekennzeichnet. Allerdings ist dieser Sektorbegriff nicht ausreichend präzise, weil der Handlungskontext unklar bleibt. So ließe sich das „Installieren einer elektrischen Anlage“ als Kombination eines domänenbezogenen Beschreibers in Verbindung mit einem „Gegenstand der Elektrotechnik“ abstrakt beschreiben, jedoch ist eine so benannte Kompetenz solange nichtssagend, bis der *Kontext* und eine Spezifikation (in VQTS I wurde diese versucht durch Beispiele anzugeben) beschrieben worden ist, die den Sinn der Handlung für die Berufsausübenden verdeutlicht.

Der *Kontext* ist gekennzeichnet durch

1. einen Sinnzusammenhang, der durch die Konfrontation des Handelnden mit dem **Arbeitsprozess** gebildet wird, beschrieben durch
  - die Arbeitsorganisation, so etwa mittels Beschreibungselementen der Ablauforganisation oder Aufbauorganisation;
  - die Kontrastierung aus geplantem Arbeitsablauf (Plan) und verwirklichter Aufgabenerfüllung (Wirklichkeit), gekennzeichnet also durch die Beziehung des Arbeitenden/Lernenden zum Prozess (Situiertheit);
  - die Arbeitsbedingungen / Rahmenbedingungen, so etwa durch Auftragskarten, Arbeitsanweisungen, flow-charts, Schnittstellenbeschreibungen/Übergabeprotokolle etc.
2. einen Sachzusammenhang, der durch die **Gegenstände der Facharbeit** gebildet wird, beschrieben also durch
  - die elektronischen und elektrotechnischen Baugruppen, Systeme, Anlagen, Einrichtungen;
  - den (internen und externen) Kunden und seine Anforderungen an die Facharbeit (auch gesellschaftliche Anforderungen können gemeint sein);
  - die elektrotechnischen und elektronischen Werkzeuge.

Zu klären sind also für jede Beschreibung beruflicher Kompetenzen:

1. der Sektor
2. die Domäne
3. der Kontext  
(Sinnzusammenhang: Arbeitsprozess;  
Sachzusammenhang: Handlungsgegenstand)
4. die beruflichen Aufgaben einschließlich der durch Beispiele zu beschreibenden beruflichen Spezifikationen.

Um die Kompetenzen in verschiedenen Entwicklungsstadien mit Bezug zu den Arbeitsaufgaben beschreiben zu können, wird auf das Kompetenzentwicklungsmodell von Dreyfus/Dreyfus (1986) zurückgegriffen (vgl. Markowitsch u. a. 2008).

## 1.2. Überlegungen zur Bestimmung des Geltungsbereichs der Kompetenzmatrix

Um einen ersten Anhaltspunkt *für den Geltungsbereich* der Kompetenzmatrix zu bestimmen, wurden die Berufsklassifikationen aus ISCO08 und die korrespondierenden ISCED-Niveaus analysiert und bestimmt, die im sektoralen Bereich der Elektrotechnik/Elektronik die berufliche Arbeit und Bildung und den Übergang zur Hochschulbildung abbilden (vgl. Abbildung 2).

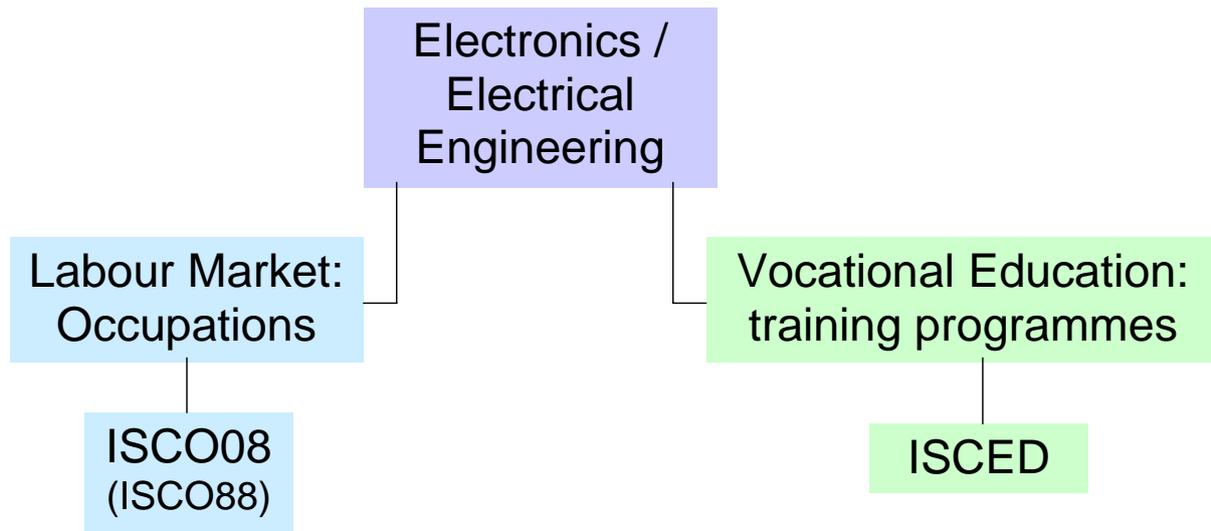


Abbildung 2: Arbeitsmarktrelevante und bildungsrelevante Klassifikationssysteme zur Abgrenzung des Geltungsbereichs der Kompetenzmatrix

Auf der Basis der alten ISCO88 lassen sich zur Grobabgrenzung die folgenden Bereiche als relevant einstufen, wobei der tertiäre Sektor nur begrenzt (im Übergang) berücksichtigt wird und die Ebene der „Jobs“ (ISCO group 8) weitestgehend ohne Berücksichtigung bleibt:

### Tertiary HE (ISCED 5A/5B)

Electrical Engineers (ISCO 2143)

Electronic Engineers (ISCO 2144)

- 2143 0-23.05 Engineer, electrical
- 2143 0-23.90 Engineer, electrical illumination
- 2143 0-23.90 Engineer, electrical systems
- 2143 0-23.30 Engineer, electrical/electric power distribution
- 2143 0-23.20 Engineer, electrical/electric power generation
- 2143 0-23.30 Engineer, electrical/electric power transmission
- 2143 0-23.90 Engineer, electrical/electric traction
- 2143 0-23.90 Engineer, electrical/electromechanical equipment
- 2143 0-23.05 Engineer, electrical/high voltage
- 2144 0-23.10 Engineer, electronics
- 2144 0-23.90 Engineer, electronics/computer hardware design
- 2144 0-23.90 Engineer, electronics/information engineering
- 2144 0-23.90 Engineer, electronics/instrumentation
- 2144 0-23.90 Engineer, electronics/semiconductors

### Post Secondary / Further Education (ISCED 4A/4B)

Electrical engineering technicians (ISCO 3113)

Electronics engineering technicians (ISCO 3114)

### Secondary Education (ISCED 3A/3B/3C)

Electrotechnology trades workers (ISCO 74)

(ISCO 08: Electrical and electronic trades workers)

- Electrical equipment installers and repairers (ISCO 741)  
(ISCO88: Electrical and Electronic Equipment Mechanics and Fitters / ISCO 724)
- Building and related electricians (ISCO 7411 / ISCO88: 7137)
- Electrical mechanics and fitters (ISCO 7412 / ISCO88: 7241)
- Electrical line installers and repairers (ISCO 7413)

7137 8-55.10 Electrician  
7241 8-55.30 Electrician, aircraft  
7137 8-55.20 Electrician, building  
7137 8-55.60 Electrician, building maintenance  
7137 8-55.70 Electrician, building repairs  
7137 8-55.20 Electrician, building/electrical installation  
7137 8-55.60 Electrician, building/electrical maintenance  
7241 8-55.40 Electrician, locomotive  
7137 8-55.90 Electrician, mine  
7241 8-55.40 Electrician, motor vehicle  
7137 8-55.90 Electrician, neon-lighting  
7241 8-55.35 Electrician, ship  
7137 8-55.50 Electrician, stage and studio  
7137 8-55.50 Electrician, theatre  
7241 8-55.40 Electrician, tram  
7241 8-55.40 Electrician, vehicle

7241 8-51.10 Fitter, electrical  
7241 8-51.40 Fitter, electrical/control apparatus  
7241 8-51.60 Fitter, electrical/elevator and related equipment  
7241 8-51.20 Fitter, electrical/generator  
7241 8-51.50 Fitter, electrical/instruments  
7241 8-51.20 Fitter, electrical/magneto  
7241 8-51.20 Fitter, electrical/motor  
7241 8-51.90 Fitter, electrical/refrigeration and air-conditioning  
7241 8-51.40 Fitter, electrical/rheostat  
7241 8-51.90 Fitter, electrical/signalling equipment  
7241 8-51.40 Fitter, electrical/switchgear  
7241 8-51.30 Fitter, electrical/transformer  
7242 8-52.10 Fitter, electronics  
7242 8-52.20 Fitter, electronics/audio-visual equipment  
7242 8-52.40 Fitter, electronics/computer equipment  
7242 8-52.40 Fitter, electronics/data-processing equipment  
7242 8-52.50 Fitter, electronics/industrial equipment  
7242 8-52.90 Fitter, electronics/instruments  
7242 8-52.30 Fitter, electronics/medical equipment  
7242 8-52.90 Fitter, electronics/meteorological equipment  
7242 8-52.10 Fitter, electronics/prototype  
7242 8-52.20 Fitter, electronics/radar  
7242 8-52.20 Fitter, electronics/radio  
7242 8-52.60 Fitter, electronics/signalling equipment  
7242 8-52.60 Fitter, electronics/signalling systems  
7242 8-52.20 Fitter, electronics/telecommunications equipment  
7242 8-52.20 Fitter, electronics/television

### **Secondary Education (ISCED 3A/3B/3C)**

Electronics and telecommunications installers and repairers (ISCO 742)

- Electronics mechanics and servicers (ISCO 7421)

## Ohne Berücksichtigung bleiben

ISCED 2C

Electrical equipment assemblers (ISCO 8212/ISCO88: 8282)

Electronic equipment assemblers (ISCO 8213/ISCO88: 8283)

[8282 Electrical-equipment assemblers](#)

[8283 Electronic-equipment assemblers](#)

Dabei entsprechen sich mit einer gewissen Unschärfe (vgl. ILO 1990, p. 2;  
<http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco88/publ2.htm>):

ISCO Skill Level	ISCED Categories
First skill level	ISCED category 1, comprising primary education which generally begins at ages 5-7 years and lasts about 5 years.
Second skill level	ISCED categories 2 and 3, comprising the first and second stages of secondary education. The first stage begins at the age of 11 or 12 and lasts about three years, while the second stage begins at the age of 14 or 15 and also lasts about three years. A period of on-the-job training or experience may be necessary, sometimes formalised in apprenticeships. This period may supplement the formal training or may replace it partly or, in some cases, wholly.
Third skill level	ISCED category 5 (category 4 has been deliberately left without content) comprising education which begins at the age of 17 or 18, last about four year, and leads to an award not equivalent to a first university degree.
Fourth skill level	ISCED categories 6 and 7, comprising education which begins at the age of 17 or 18, lasts about three, four or more year, and lead to a university or postgraduate university degree or the equivalent.

Die obige Grobabgrenzung verdeutlicht bereits die Schwierigkeit, berufliche Kompetenzen mit ausreichender Tiefenschärfe für die volle Breite der Einsatzfelder zu benennen. Die Klassifizierung nach technischen Gegenständen der Elektrotechnik (aircraft, building, stage and studio, ...) und taxonomisch gegliederten Tätigkeitsbereichen (fitter, assembler, technician, engineer), die zugleich Niveaus andeuten, wird den Ansprüchen an eine Kompetenzbeschreibung nicht gerecht, liefert aber Ansatzpunkte für die Abgrenzungsproblematik.

### 1.3. Prinzipien für den Entwurf von Kompetenzbereichen und Kompetenzbeschreibungen

Die folgenden Prinzipien für den Entwurf der Kompetenzmatrix wurden unter den Partnern vereinbart (s. dazu auch Luomi-Messerer & Markowitsch 2006):

- Es werden Kompetenzen im beruflichen Kontext ermittelt, also nicht primär aus Quellen im Bildungssystem gewonnen, die jeweils durch länderspezifische Besonderheiten und vor allem vom Bildungssystem abhängige Lern- und Ausbildungswege geprägt sind.
- Die Projektpartner sammeln verfügbare Kompetenzbeschreibungen, die in anderen Forschungsprojekten empirisch erhoben wurden und für die Ausgestaltung der Kompetenzmatrix verwendet werden können. Dies ist notwendig, weil umfangreiche eigene empirische Erhebungen im Rahmen des Projektes nicht möglich sind. Der Rückgriff auf Sekundäranalysen muss daher priorisiert werden.

- Ein aus den Sekundärquellen erstellter Entwurf der Kompetenzmatrix wird mittels eines Experten-Facharbeiter-Workshops evaluiert und weiterentwickelt.

#### 1.4. Methoden zur Erstellung der Kompetenzmatrix

Die Kompetenzmatrix wurde mittels eines Syntheseverfahrens erstellt, im Rahmen dessen vorliegende Arbeitsprozessstudien und Kompetenzanalysen im Berufsfeld Elektrotechnik/Elektronik ausgewertet wurden. Zusätzlich wurden die Kompetenzbeschreibungen (soweit vorliegend) der Partnerländer – zumeist aus Curricula und Berufsbildbeschreibungen stammend – ausgewertet. Dabei wurde darauf geachtet, dass keine länderspezifisch geprägten curricularen Setzungen Einzug in die Kompetenzmatrix halten, weil hierdurch eine bestimmte, durch institutionelle und gesetzliche Rahmenbedingungen bestimmte Kompetenzentwicklung in einem spezifischen Berufsbildungssystem Priorität erlangt hätte. Dies würde die gegenseitige Akzeptanz der Beschreibungen gefährden. Gleichzeitig soll jedoch durch die Vermeidung nationalspezifischer Ausprägungen ermöglicht werden, Kompetenzprofile von Ausbildungsprogrammen aus unterschiedlichen Ländern abzubilden. Ergänzend wurden Experten aus dem Sektor Elektrotechnik für die Evaluation der Beschreibungen herangezogen, die den Sektor-, Domänen-, Kontext- und auch den Berufsbezug der Beschreibungen geprüft haben.

Die folgenden Sekundärquellen wurden für den Entwurf der Kompetenzmatrix analysiert und genutzt:

- Zusammengetragene Informationen der VQTS-Partner zu Curricula, Certificate Supplements, Berufsbildbeschreibungen, vorliegenden sektoralen Kompetenzbeschreibungen und Ansätzen für nationale Qualifikationsrahmen und insbesondere der Entwurf für eine Kompetenzmatrix aus Malta,
- Forschungsergebnisse aus den folgenden Projekten:
  - Modellversuch Geschäfts- und Arbeitsprozessorientierte Berufsausbildung (GAB, vgl. <http://www.gab.uni-bremen.de/>), insb. Untersuchungen zum Industrieelektroniker.
  - Berufswissenschaftliche Analysen der Handlungsfelder des Elektroinstallateurs von Thomas Hägele (vgl. Hägele 2002).
  - Leonardo da Vinci Projekt AMOR (Approach for the matching process of outcome-based curricula to the EQF in vocational education), in dem Curricula aus der Elektrotechnik-Branche in Beziehung zum Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) gesetzt wurden und dazu Arbeitssituationen für die Berufsprofile „Elektroniker/in - Fachrichtung Energie und Gebäudetechnik“ aus Deutschland und die Qualifikation „Elektriker/in“ aus Luxemburg erhoben wurden (vgl. <http://www.amor-project.eu>).
  - Berufsfeldanalysen von Falk Howe (vgl. Howe 2004).
  - Leonardo da Vinci Projekt EuQuaSit (European Qualification Strategies in Information and Communications Technology; <http://www.euquasit.net/>).
- Analyse von “Job descriptions” aus der Industrie und im Handwerk, vor allem aus dem englischsprachigen Raum.
- Überlegungen zur Kompetenzmessung aus dem Projekt KOMET: Berufliche Kompetenzen und berufliche Identität von Auszubildenden in Elektroberufen:

## Eine Large-Scale-Untersuchung an Berufsbildenden Schulen in Hessen und Bremen.

Die Breite der elektrotechnischen und elektronischen Anwendungen und Einsatzfelder (Gebäudeinstallation und -automation, Energieversorgung, -aufbereitung und -verteilung, industrielle Produktion / Automatisierungstechnik, Haushalts- und Konsumerelektronik, Audio- und Videoanwendungen / Veranstaltungstechnik, Prozesssteuerung, -überwachung und -visualisierung, Mikroelektronik/Computertechnik, Datenübertragung und Kommunikationstechnik, Funktechnik etc.) erfordert bei der Ausformulierung der Kompetenzmatrix das Eingehen von Kompromissen bei der Benennung des Kontextes.

Sämtliche Kernarbeitsaufgaben schließen Schlüsselkompetenzen mit ein, wie z.B. soziale und kommunikative Kompetenzen. Ebenso sind das Übernehmen von Verantwortung und das Zeigen von Qualitätsbewusstsein in allen der aufgeführten beruflichen Kompetenzen als integrative Elemente enthalten. Ohne die genannten Kompetenzen können die aufgeführten Arbeitsaufgaben nicht mit Berufsfähigkeit kennzeichnender Ausprägung ausgeführt werden.

Die in der Matrix zum Ausdruck kommenden Entwicklungsstufen lassen sich nicht unmittelbar den Niveaus des Europäischen Qualifikationsrahmens zuordnen. Dennoch ergeben sich Orientierungsmöglichkeiten für eine Niveaueinstufung aus der Tatsache, dass die Matrix ganzheitliche berufliche Qualifikationen oberhalb des zweiten ISCO-Skill-Levels umfasst und Kompetenzen, die aus Bildungsgängen des ISCED-Niveaus 2C unberücksichtigt bleiben. Zugleich sind Kompetenzen auf einem Niveau, welches einen abgeschlossenen (insb. zweiten und/oder dritten) Studienzyklus voraussetzen (EQR Niveau 7 und 8) ebenfalls nicht enthalten; allerdings können Teile eines ersten Studienzyklus (EQR-Niveau 6) Gegenstand der Kompetenzbeschreibungen sein. Damit beschreibt die Kompetenzmatrix Kompetenzen auf allen Niveaus beruflicher Qualifikationen einschließlich des Übergangs von der beruflichen Bildung auf Sekundarebene (berufliche Erstausbildung) zur Hochschulbildung (EQR-Niveau 5).

## **2. Die VQTS-Kompetenzmatrix für den Sektor Elektronik/Elektrotechnik**

Die größten Schwierigkeiten bei der Benennung kontext- und aufgabenbezogener Kompetenzen im gewählten Sektor bestehen

- a) in der Vielschichtigkeit der Subsektoren und
- b) in der Unterschiedlichkeit stark arbeitsbezogener Aufgabenstellungen im Bereich der Qualifikationen, die eine Erstausbildung voraussetzen im Vergleich zu den Aufgabenstellungen, die im Hochschulbereich bearbeitet werden.

Die Vielschichtigkeit der Subsektoren wird durch die Ausrichtung der Beschreibung auf die Kernsektoren (Gebäudesystemtechnik, Industrieanlagen, Maschinen und Antriebssysteme, Automatisierungssysteme) berücksichtigt. Dort arbeiten die meisten „Elektriker/Elektroniker“, während Kompetenzbeschreibungen für Aufgaben spezieller Sektoren (Medizintechnik, Funktechnik etc.) eher durch die Ergänzung von passenden Beispielen in der Matrix erreichbar sind.

Da die „Überlappung“ mit dem Hochschulbereich in der Matrix aus einer aufgaben- und arbeitsweltbezogenen Perspektive erfolgt, werden auf den höheren Kompetenzentwicklungsstufen eher anspruchsvollere anwendungsbezogene als akademisierte und auf Forschungs- und Entwicklungsaufgaben ausgerichtete Kompetenzen beschrieben.

Der Diskussionsprozess unter den Projektakteuren des Projektes VQTS-II war von den genannten Problembereichen geprägt. Unterschiedliche Vorstellungen zur Breite des Sektors (Einbeziehen von Subsektoren), zur fachlichen Tiefe von Aufgabenstellungen (Qualifikationen von Facharbeitern, Technikern, Ingenieuren) und damit verbundenen Wissensbereichen führten zur Entwicklung einer Kompetenzmatrix, die eine Balance zwischen Abstraktion und Konkretion herstellt. Die Matrix A entstand dabei zunächst durch die in Abschnitt 1.4 beschriebenen Methoden. Die weiterentwickelte Matrix B ist Resultat des Diskussionsprozesses unter den Projektakteuren einerseits und der durchgeführten Expertenworkshops mit Vertretern aus Unternehmen andererseits auf der Basis der Matrix A.

### Kompetenzmatrix A „Elektronik/Elektrotechnik“

Kompetenzbereiche (Kernarbeitsaufgaben)	Stufen der Kompetenzentwicklung (Kompetenzentwicklungsschritte)			
<b>1. Planen, Montieren und Installieren von elektrischen und elektronischen Systemen</b>	<p>Er/sie kann einfache elektrische und elektronische Installationen (Kabel, Steckdosen, Anschluss- und Verteilungssysteme, Platinen, modulare elektronische Komponenten, Computersysteme) vorbereiten und durchführen sowie die notwendigen Verdrahtungen und Bestückungen vornehmen und überprüfen.</p>	<p>Er/Sie kann elektrische und modulare elektronische Installationen (Energieversorgung in privaten und gewerblichen Räumen inkl. Beleuchtung; Wechsel- und Drehstrom; elektronische Systeme als Verbaueinheiten) planen und anschließen sowie unter unterschiedlichen Realisierungsvarianten die für den Kunden geeignetsten auswählen. Unterschiedlich komplexe Lösungen werden gegeneinander nach Kundenkriterien und technologischen Kriterien abgewägt und zur Kundenberatung verwendet.</p>	<p>Er/Sie kann komplexe elektrische und elektronisch vernetzte Installationen (Energieverteilungssysteme, Gebäudeautomation, EIB, Messaufbauten, Regelungsanlagen, Überwachungssysteme etc.) planen und anschlussfertig durchführen. Nach Kundenanforderungen kann er/sie die Funktionalität der Installation mit computergestützten Werkzeugen konfigurieren, warten und diagnostizieren.</p>	
<b>2. Inspizieren und Konfigurieren elektrischer und elektronischer Systeme und Maschinen in industriellen Einrichtungen</b>	<p>Er/Sie kann grundlegende und planmäßige Wartungsaufgaben, Inspektionen und Prüfungen an elektrischer und elektronischer Ausrüstung (Industrieanlagen, Schalt- und Steueranlagen, Elektrische Maschinen, Rechnersysteme) durchführen. Einstellaufgaben an elektronischen Einrichtungen können nach vorgegebenen Anleitungen durchgeführt werden. Er/Sie kann die hierfür notwendigen Mess- und Prüfwerkzeuge einsetzen.</p>	<p>Er/Sie kann präventive Wartungsarbeiten und Justagearbeiten an industriellen Elektroeinrichtungen und Systemen nach etablierten Verfahren der Qualitätssicherung durchführen und dokumentieren.</p>	<p>Er/Sie kann die Verfügbarkeit und den Zustand von elektrischen/elektronischen Systemen analysieren und bestimmen. Er/Sie kann Untersuchungen zur Wirkung von Einflussfaktoren auf die Zuverlässigkeit und Leistung elektrischer/elektronischer Systeme durchführen und Ursachen für Funktionsstörungen bestimmen.</p>	<p>Er/Sie kann Wartungs- und Inspektionsverfahren für elektrische/elektronische Systeme auf der Grundlage von Analysen des Produktionsprozesses (in Zusammenarbeit mit kundenspezifischen Qualitätssicherungssystemen) entwickeln und dokumentieren sowie daraus Wartungs-, Inspektions- und Qualitätssicherungspläne erstellen.</p>
<b>3. Einrichten und Justieren elektrischer Komponenten und elektronischer Systeme</b>	<p>Er/Sie kann elektrische/elektronische Systeme nach Kundenanforderungen und betrieblichen Vorgaben technischer Dokumentationen in Betrieb nehmen und einrichten.</p>	<p>Er/Sie kann Systemtestparameter für die Einrichtung elektrischer und elektronischer Systeme bestimmen und Prüfverfahren für die Einrichtung und Justage auswählen und durchführen.</p>	<p>Er/Sie kann elektrische Energieversorgungssysteme, Antriebssysteme (elektrische Maschinen) und deren Steuerungs- und Regelungseinrichtungen sowie zugehörige Sensoren und Aktoren nach Anforderungsanalyse auswählen, installieren, justieren und parametrieren.</p>	

### Kompetenzmatrix A „Elektronik/Elektrotechnik“

Kompetenzbereiche (Kernarbeitsaufgaben)	Stufen der Kompetenzentwicklung (Kompetenzentwicklungsschritte)			
<b>4. Entwerfen, Konstruieren und Modifizieren elektrischer/elektronischer Schaltungen/Platinen, Regeleinrichtungen und Maschinen einschließlich ihrer Schnittstellen</b>	Er/Sie kann einfache elektrische/elektronische Schaltungen nach Kundenanforderungen und bestehenden Standards entwerfen und aufbauen.	Er/Sie kann Layouts für elektrische/elektronische Schaltungen mit Hilfe von CAD Programmen erstellen und mittels geeigneter Verfahren Leiterplatten konstruieren und bestücken.	Er/Sie kann notwendige Veränderungen und Anpassungen an elektrischen/elektronischen Regeleinrichtungen und Geräten (Mikrocontroller, SPS und zugehörige Software) vornehmen.	Er/Sie kann elektrische/elektronische Regelungen und Steuerungen einschließlich zugehöriger Programmierung entsprechend der Betriebsanforderungen elektrischer Maschinen und Einrichtungen entwerfen, aufbauen und konfigurieren.
<b>5. Entwickeln kundenspezifischer elektrischer/elektronischer Systeme</b>	Er/Sie kann ausgehend von Kundenanforderungen Lösungsvorschläge für elektrische/elektronische Systeminstallationen (z. B. Beleuchtungseinrichtungen, Automatisierungssysteme) entwickeln und unterbreiten.	Er/Sie kann unter Berücksichtigung von Kundenrückmeldungen und zukünftigen technologischen Anforderungen elektrische/elektronische Systeme konzipieren und die dazu notwendige Dokumentation (Betriebs-, Wartungs-, Sicherheitsanweisungen) erstellen.	Er/Sie kann technische Lösungen und geeignete Dokumentationen für elektrotechnische und elektronische Problemstellungen entwickeln und darauf bezogene Schulungen für Kunden konzipieren und durchführen.	
<b>6. Überwachen und Unterstützen von Arbeits- und Geschäftsprozessen</b>	Er/Sie kann Prozessschritte in der Produktion mit geeigneten Prozesswerkzeugen (z.B. PPS) überwachen und Qualitätskontrollen durchführen.	Er/Sie kann Ergebnisse der Prozessüberwachung mit Softwarewerkzeugen auswerten und Qualitätssicherungsmaßnahmen (Arbeits-, Produktions- und Zeitpläne) bestimmen.	Er/Sie kann Verfahren der Steuerung in der Produktion (PPS) und Prozessplanung, -überwachung sowie -steuerung (CAP) entwickeln und mit Hilfe softwaregestützter Systeme implementieren.	
<b>7. Installieren, Konfigurieren Modifizieren und Testen von Anwendungssoftware zur Programmierung elektrischer/elektronischer Einrichtungen</b>	Er/Sie kann Programme für Hardware- und Softwareumgebungen installieren und einfache Konfigurationsaufgaben sowie Updates durchführen.	Er/Sie kann Hardware und Software für Produktionssysteme nach betrieblichen Vorgaben auswählen und Testprogramme einsetzen.	Er/Sie kann Hardware und Software in bestehende Systemumgebungen integrieren und Simulations- und Diagnoseprogramme einsetzen.	Er/Sie kann Hardware und Software zu vernetzten Systemumgebungen zusammenstellen und netzwerkspezifische Prüfungen aller Signale durchführen und mittels Software anpassen.
<b>8. Diagnostizieren und Instandsetzen elektrischer/elektronischer Systeme und Ausrüstung</b>	Er/Sie kann standardisierte Testprozeduren und Diagnoseverfahren unter zu Hilfenahme von Schaltplänen und Prüfwerkzeugen anwenden und einfache Reparaturen an elektrischen/elektronischen Systemen durchführen.	Er/Sie kann Prüf- und Diagnosewerkzeuge sowie Expertensysteme zur Fehlersuche an elektrischen/elektronischen Systemen bis hin zur Komponentenebene einsetzen und die notwendigen Reparaturen durchführen.	Er/Sie kann Diagnoseverfahren für komplexe elektrische/elektronische Systeme auswählen und einsetzen und in Absprache mit Kunden präventive Maßnahmen zur Vermeidung von Störungen und Fehlfunktionen ergreifen.	Er/Sie kann Systemanalysen (FMEA, FTA, etc.) von elektrischen/elektronischen Systemen durchführen, Fehlerarten bestimmen und geeignete Diagnose- und Reparaturverfahren einschließlich präventiver Maßnahmen entwickeln.

## VQTS II Kompetenzmatrix B "Elektronik/Elektrotechnik"



Kompetenzbereiche (Kernarbeitsaufgaben)	Stufen der Kompetenzentwicklung (Kompetenzentwicklungsschritte)			
<b>1. Vorbereiten, Planen, Montieren und Installieren elektrischer und/oder elektronischer Systeme für Gebäude und industrielle Anlagen</b>	Er/Sie kann einfache elektrische und elektronische Installationen (Kabel, Steckdosen, Anschluss- und Verteilungssysteme, Platinen, modulare elektronische Komponenten, Computerkomponenten) vorbereiten und durchführen sowie die notwendigen Verdrahtungen und Bestückungen vornehmen und überprüfen.	Er/Sie kann elektrische und modulare elektronische Installationen planen, vorbereiten und anschließen (z.B. Energieversorgung in Privat- und Geschäftsräumen inkl. Beleuchtung; Wechsel- und Drehstrom; elektronische Systeme als Verbauereinheiten, drahtloses LAN, Multimedia-systeme). Er/Sie kann den Kunden beraten und die geeignetste Realisierungsvariante entsprechend Kundenspezifikationen auswählen.	Er/Sie kann komplexe elektrische und/oder elektronisch vernetzte Installationen planen (z.B. Systeme der Energieverteilung, Gebäudemanagementsysteme / KNX, Regelungs- und Überwachungssysteme, Gebäudezugangssysteme, RFID Systeme) und anschlussfertig durchführen. Nach Kundenanforderungen kann er/sie die Funktionalität der Installation mit computergestützten Werkzeugen konfigurieren, warten und diagnostizieren.	
<b>2. Kontrollieren, Warten und Instandhalten elektrischer und/oder elektronischer Systeme und Maschinen</b>	Er/Sie kann grundlegende und planmäßige Wartungsaufgaben, Inspektionen und Überprüfungen an elektrischen und/oder elektronischen Geräten ausgehend von Instandhaltungsplänen und vordefinierten Anweisungen durchführen (z.B. Spannungstoleranzen überprüfen, Austausch von Verschleißteilen in Industrieanlagen, Schalt- und Regelungssystemen, Elektromaschinen, Rechnersysteme). Er/Sie kann die hierfür notwendigen Mess- und Prüfwerkzeuge einsetzen.	Er/Sie kann präventive Wartungsarbeiten und Justgearbeiten an industriellen Elektro-einrichtungen und Systemen nach etablierten Verfahren der Qualitätssicherung durchführen und dokumentieren (z.B. fortlaufende Überwachung von ...).	Er/Sie kann Verfügbarkeit und Zustand elektrischer und/oder elektronischer Systeme analysieren und bestimmen. Er/Sie kann Untersuchungen zur Wirkung von Einflussfaktoren auf die Zuverlässigkeit und Leistung elektrischer/elektronischer Systeme durchführen und Ursachen für Funktionsstörungen bestimmen (z.B. Fehlerstromanalysen, Leistungsfaktorkorrektur, EMC Analyse).	Er/Sie kann Wartungs- und Inspektionsverfahren für elektrische/elektronische Systeme auf der Grundlage sowohl von Analysen des Produktions- und Serviceprozesses als auch des Qualitätsmanagements und der Kundenanforderungen entwickeln und dokumentieren. Er/Sie ist in der Lage, entsprechende Instandhaltungs-, Inspektions- und Qualitätssicherungspläne zu entwickeln (z.B. MTBF einer Fertigungsstraße optimieren, die Energiereserveversorgung planen).
<b>3. Aufstellen, Inbetriebnehmen und Justieren elektrischer und/oder elektronischer Systeme</b>	Er/Sie kann elektrische und/oder elektronische Systeme gemäß Kundenanforderungen und Anweisungen der technischen Dokumentation aufstellen, einstellen und in Betrieb nehmen (z.B. Einmessen von Frequenzkanälen für ein Fernsehgerät, Grundeinstellungen eines Frequenzumrichters oder thermodynamischen Relais für einen Motor).	Er/Sie kann Systemtestparameter für Aufstellung und Inbetriebnahme von elektrischen und elektronischen Systemen bestimmen und Prüfverfahren für die Einrichtung und Justage auswählen und durchführen (z.B. Schnittstellen im Multimediasystem, Justage von Alarmanlagen oder einer Aufzugssteuerung).		Er/Sie kann elektrische und/oder elektronische Systeme sowie zugehörige Sensoren und Aktoren nach Anforderungsanalyse auswählen, installieren, justieren und parametrieren (z.B. Energieversorgungssysteme, Antriebssysteme, Elektromaschinen, Richtfunkverbindungs-systeme).
<b>4. Entwerfen, Anpassen und Modifizieren von Schaltungen/Verdrahtungen und Platinen für elektrische und/oder elektronische Systeme einschließlich ihrer Schnittstellen</b>	Er/Sie kann einfache elektrische und/oder elektronische Schaltungen nach Standards und Richtlinien planen, aufbauen und modifizieren (z.B. Verdrahtungspläne für Räume und Schaltschränke, Anschlusspläne für elektrische und elektronische Motoren, einfache OP-Verstärkeranwendungen, kleine programmierbare Steuereinheiten).	Er/Sie kann elektrische und/oder elektronische Geräte und ihre Beschaltung entsprechend Kundenanforderungen und gesetzlichen Bestimmungen konzipieren, aufbauen, modifizieren und konfigurieren (z.B. Feuermeldeanlagen, Layouts für elektrische und / oder elektronische Schaltungen mit Hilfe von CAD Programmen entwerfen, Energieversorgung in privaten und Geschäftsräumen).	Er/Sie kann zusammen mit Experten in interdisziplinären Teams elektrische und/oder elektronische Anwendungen und ihre Schnittstellen gemäß EMC Standards und Konformitätstestprozeduren entwerfen, aufbauen und optimieren (z.B. elektronische Überwachungskreise und Ausrüstung, Mikrocontrolleranwendungen, PLC und verwandte Software).	Er/Sie kann Geräte und Anlagen sowie Regelungseinrichtungen einschließlich ihrer Programmierung unter Berücksichtigung komplexer Systemanforderungen entwerfen, aufbauen und konfigurieren (z.B. Antriebssystemregelungen, automatisierte Fertigungsstraße, Echtzeit-Mikrocontrolleranwendungen, GSM-Datenübertragung für Überwachung und Fernsteuerung).

## VQTS II Kompetenzmatrix B "Elektronik/Elektrotechnik"

Kompetenzbereiche (Kernarbeitsaufgaben)	Stufen der Kompetenzentwicklung (Kompetenzentwicklungsschritte)			
<b>5. Entwickeln kundenspezifischer elektrischer und/oder elektronischer Projekte</b>	Er/Sie kann ausgehend von Kundenanforderungen Lösungsvorschläge für elektrische und/oder elektronische Systeminstallationen (z. B. Beleuchtungseinrichtungen, Energieversorgungseinheiten, grundlegende Automatisierungs- und Kontrollsysteme) entwickeln und unterbreiten.	Er/Sie kann elektrische und/oder elektronische Systeme entwerfen (z.B SPS-Programme für industrielle Anwendungen, Mikrocontrolleranwendung, Sicherstellung von Erweiterungsmöglichkeiten) und die dazu notwendige Dokumentation (Betriebs-, Wartungs-, Sicherheitsanweisungen) erstellen.	Er/Sie kann technische Lösungen und geeignete Dokumentationen für elektrische und/oder elektronische Systeme, Anwendungen und Problemstellungen entwickeln (z.B. Mikrocontrollerplatinen für Heizung- und Klimasysteme, RFID Zugangssystem, neue Produktionsanlagen) und darauf bezogene Schulungen für Kunden konzipieren und durchführen.	
<b>6. Überwachen und Unterstützen von Arbeits- und Geschäftsprozessen einschließlich Qualitätsmanagement</b>	Er/Sie kann Prozessschritte in der Produktion mit geeigneten Prozesswerkzeugen (z.B. PPS, ERP, MRP) überwachen und Qualitätskontrollen durchführen.	Er/Sie kann Ergebnisse der Prozessüberwachung mit Softwarewerkzeugen auswerten und Qualitätssicherungsmaßnahmen (Arbeits-, Produktions- und Zeitpläne) festlegen.	Er/Sie kann Produktionsplanungsmethoden (PPS, MRP, ERP) und Prozessüberwachungs- sowie -steuerungssysteme (CAP) entwickeln und mit Hilfe softwaregestützter Systeme implementieren.	
<b>7. Installieren, Konfigurieren, Modifizieren und Testen von Anwendungssoftware für Installation und Betrieb elektrischer und/oder elektronischer Systeme</b>	Er/Sie kann Programme für Hardware- und Softwareumgebungen installieren und einfache Konfigurationsaufgaben sowie Updates durchführen (z.B. für Anlaufsteuerung von Maschinen und Generatoren, graphisches Programmieren zur Messung und Automatisierung).	Er/Sie kann Hardware und Software für Produktionssysteme nach betrieblichen Vorgaben und Testprogrammen auswählen, installieren und in Betrieb nehmen.	Er/Sie kann Hardware und Software in bestehende Systemumgebungen integrieren und Simulations- und Diagnoseprogramme einsetzen (z.B. Schnittstellenprogramme, Betriebsüberwachungsprogramme).	Er/Sie kann Hardware und Software zu vernetzten Systemumgebungen zusammensetzen und netzwerkspezifische Prüfungen aller Signale durchführen und mittels Software anpassen (z.B. OPC-Server, Prozessvisualisierungs- und -kontrollsysteme).
<b>8. Diagnostizieren und Instandsetzen elektrischer und/oder elektronischer Systeme und Ausrüstung</b>	Er/Sie kann standardisierte Testprozeduren und Diagnoseverfahren unter Zuhilfenahme von Schaltplänen und Prüfwerkzeugen anwenden und einfache Reparaturen an elektrischen und/oder elektronischen Systemen durchführen.	Er/Sie kann Prüf- und Diagnosewerkzeuge sowie Expertensysteme zur Fehlersuche an elektrischen und/oder elektronischen Systemen bis hin zur Komponentenebene einsetzen und die notwendigen Reparaturen durchführen (z.B. Softwarekontrolltests, Spektrumanalyse)	Er/Sie kann Diagnoseverfahren für komplexe elektrische und/oder elektronische Systeme auswählen und einsetzen und in Absprache mit Kunden präventive Maßnahmen zur Vermeidung von Störungen und Fehlfunktionen ergreifen (z.B. Erkennung von Bit-Fehlerquoten, Analyse zum Überspannungsschutz).	Er/Sie kann Systemanalysen (FMEA, FTA, etc.) von elektrischen und/oder elektronischen Systemen durchführen, Fehlerarten bestimmen und geeignete Diagnose- und Reparaturverfahren einschließlich präventiver Maßnahmen entwickeln.

## Literatur

- Becker, M.; Spöttl, G. (2008): Berufswissenschaftliche Forschung. Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis. Frankfurt a. M. u.a.: Peter Lang.
- Dreyfus, H. L. und Dreyfus, S. E. (1986): Mind over Machine. The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer. New York: The Free Press.
- Hägele, T. (2002): Identifizierung und Strukturierung handwerklicher Arbeitsprozesse. Dissertation. Universität Hamburg. Online unter: <http://www.sub.uni-hamburg.de/disse/787/dissertation.pdf>
- Howe, F. (2004): Elektroberufe im Wandel. Ein Berufsfeld zwischen Tradition und Innovation. Hamburg: Dr- Kovac.
- ILO (1990): ISCO-88: International Standard Classification of Occupations. International Labour Office: Geneva.
- KOMET Konsortium (Hrsg.) (2008): Messen beruflicher Kompetenzen. Berufliche Kompetenzen und berufliche Identität von Auszubildenden in Elektroberufen: Eine Large-Scale-Untersuchung an Berufsbildenden Schulen in Hessen und Bremen (KOMET). Band 1: Grundlagen und Konzeption der Untersuchung. Felix Rauner, Bernd Haasler, Lars Heinemann, Philipp Grollmann.
- Markowitsch, J.; Luomi-Messerer, K.; Becker, M.; Spöttl, G. (2008): Putting Dreyfus into action: the European credit transfer system. In: Journal of European Industrial Training. Howard House: Emerald, Vol. 32, No. 2/3., p. 171-186.
- Messerer, K.; Markowitsch, J. (eds.) (2006): VQTS model. A proposal for a structured description of work-related competence and their acquisition. Vienna: 3S.
- Spöttl, G.; Becker, M. (2004): Work Related Zones of Mutual Trust (WRZMT) as a basis for a model for credit transfer in Vocational Education and Training. Flensburg: biat.