

„Energie-Effizienz und Lernort-Kooperation“ - Qualitätssicherung im Rahmen von Ausbildungs- und Unterrichtsmodellen

Abstract

„AGENDA 21 im Leo-Symphor-Berufskolleg“ ist ein lokales Aktionsprogramm für die nachhaltige Entwicklung von umweltentlastenden Verhaltensweisen u. a. am Beispiel „Energie-Effizienz durch Tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung“ im Elektro-Laborraum H330. Mit Hilfe einer Techniker-Projektarbeit wurde dort eine Lichtregelung installiert, die die elektrische Raumbeleuchtung in Abhängigkeit vom Sonnenlicht exakt nur auf jenen Wert einstellt, der zum Erreichen der nach DIN vorgeschriebenen Beleuchtungswerte notwendig ist. Integriert in ein modernes Bus-System zur Übertragung von Daten der Automatisierungstechnik werden die Verbrauchs- und Einsparaten protokolliert und über eine Datenbank zur Auswertung auf allen Auszubildenden-PCs des Leo-Symphor-Berufskollegs zur Verfügung gestellt. Passend zu den EU-Energieeffizienz-Anstrengungen steht damit für die Auszubildenden eine Lernumgebung zur Verfügung, mit der der verantwortungsbewusste Umgang mit Energie und damit die Vermeidung von CO₂- Emissionen zur Senkung der Umweltbelastung direkt erfahren werden kann. Ergänzend erfolgte jetzt auch eine Übernahme der "Tageslichtabhängigen Beleuchtungsregelung" in eine Lernsituation im Rahmen der Dualen Berufsausbildung "Elektroniker für Betriebstechnik" und der dort praktizierten Lernortkooperation mit selbst entwickeltem 19"-Lernträger-System. Damit folgt die "AGENDA21-Schule in NRW" der wissenschaftlichen Erkenntnis, dass ein mentaler Wandel in den Köpfen der Menschen notwendig ist, damit sie mehrheitlich bereit sind, Tag für Tag ihren persönlichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

1 Lernziel: Berufliche Beratungskompetenz zur Energie-Effizienz

Die Aufforderung von Wolfgang Klafki zur Ermittlung berufsrelevanter Lerngelegenheiten als Basis von Qualität in Lernprozessen gilt auch heute noch mit den unverändert aktuellen Fragestellungen nach

- Gegenwartsbedeutung
- Zukunftsbedeutung
- exemplarischer Bedeutung. (KLAFKI 1996, 273 f.)

Das Mindener Tageblatt lieferte dazu am 29.12.2005 die aktuelle dpa-Information „Junge sorgen sich um Treibhauseffekt“ (siehe Abb. 1). Und A. FISCHER schrieb in lernen & lehren, 72/2003: „Die berufliche Bildung gilt im Rahmen der Agenda21 als eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Entwicklung der menschlichen Ressourcen und für die Erleichterung des Übergangs in eine nachhaltige Welt.“

Damit kann als ein Ziel der beruflichen Bildung im Fachbereich Elektrotechnik entsprechend Betriebstechnik-Lernfeld 9 „Gebäudetechnische Anlagen ausführen und in Betrieb nehmen“ die Qualifizierung junger Auszubildender definiert werden zu **Fachleuten mit Beratungskompetenz für kundenspezifische Solarenergie-Nutzung, Energie-Einsparung und Energie-Effizienz.**

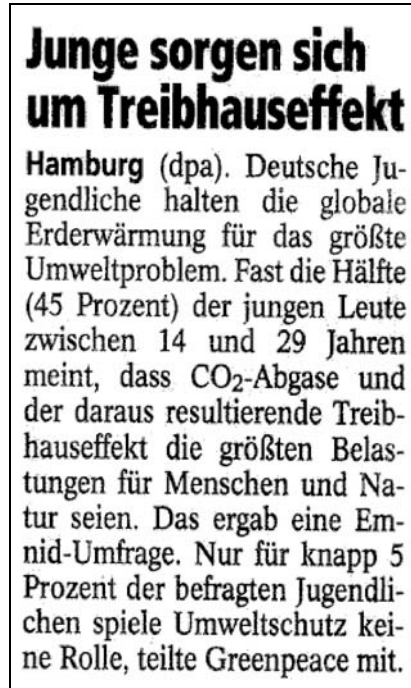


Abb. 1: Zeitungs-Ausschnitt aus dem Mindener Tageblatt vom 29.12.2005

1.1 EU-Richtlinie zur Energie-Effizienz

In dem angestrebten Qualifizierungsprozess besteht für die damit erwartete Ausbildungsqualität ein bindender rechtlicher Rahmen. Oberstes Qualitätsziel der Berufsbildung ist gemäß § 1 Abs. 3 Berufsbildungsgesetz die „berufliche Handlungsfähigkeit“ als Fähigkeit zur „Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit in einer sich wandelnden Arbeitswelt“. Die aktuelle Basis ist hier die seit dem 17.05.2006 offiziell in Kraft getretene EU-Richtlinie zur Energieeffizienz und zu Energiedienstleistungen. Diese verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten, nationale Aktionspläne zu erarbeiten, wie ab 2008 das Ziel von jährlich einem Prozent weniger Energieverbrauch erreicht werden kann. Bis 2017 ist dann eine Senkung des Energieverbrauchs um 9 Prozent zu erreichen. (siehe auch <http://www.initiative-energieeffizienz.de>)

Energieeffizienz – Bundeskanzlerin Merkel verwendete dieses Wort sogar in ihrer Neujahrsansprache 2007 und machte damit auf dieses wichtige Zukunftsziel aufmerksam: Mit möglichst wenig Energieaufwand ein angestrebtes Ziel erreichen! - Ein wichtiges Beispiel im verantwortungsvollen Umgang mit Energie ist die elektrische Beleuchtung. Neben dem Einsatz von Energiesparleuchten bietet die mit technischen Hilfsmitteln optimierte Beleuchtung ein großes Energie-Einsparungspotenzial. Dies wird inzwischen auch in Fachzeitschriften des Elektrohandwerks deutlich unter Überschriften wie z. B. „Energieeinsparen durch bedarfsab-

hängiges Schalten“. Qualität in der beruflichen Bildung mit erkennbarer Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung erfordert daher die Aufnahme von Lehr- und Lerninhalten, die Energieeffizienz zum Ziel haben.

1.2 Lokales Aktionsprogramm „Agenda 21 in der Schule“

Seit 2003 heißt im Leo-Symphor-Berufskolleg Minden (LSBK) der Weg zu diesem Qualitätsziel „Agenda 21 in der Schule“. Auf Grundlage des Ansatzes der AGENDA 21, nach dem *globales Denken und lokales Handeln* untrennbar verbunden sein müssen, weil ein nachhaltiges Gesamtziel nur durch die Summe von Einzelbeiträgen zu erreichen ist, wurde ein Entwicklungsprozess eingeleitet, der drei Dimensionen enthält:

Soziale Dimension:

- Verantwortungsbewusstsein für nachhaltige positive Umweltveränderung fördern
- Bereitschaft entwickeln, mit anderen Menschen über positives Umweltverhalten zu kommunizieren

Ökologische Dimension:

- Ressourcen wie fossile Energieträger einsparen und Wasserverbrauch verringern
- CO₂-Emissionen durch lokale Maßnahmen verringern

Ökonomische Dimension

- Kosten durch bewusste Energienutzung verringern
- Arbeitsplätze im umweltentlastenden Facilitymanagement schaffen.

Darauf aufgebaut ist ein **lokales Aktionsprogramm für die nachhaltige Entwicklung von umweltentlastenden Verhaltensweisen** am Beispiel der regenerativen Energien. Die exemplarische Darstellung erfolgt mit Solarthermie zur Warmwassererzeugung und -nutzung im Fachbereich Hauswirtschaft und mit Photovoltaik zur Erzeugung von „grünem Strom“ im Fachbereich Elektrotechnik. Integriert in ein modernes Automatisierungstechnik-Bus-System (Interbus, Fa. Phoenix Contact Blomberg) werden die Verbrauchs- und Einspardaten der LSBK-Solaranlagen protokolliert und über eine Datenbank zur Auswertung auf allen Auszubildenden-PCs des Leo-Symphor-Berufskollegs zur Verfügung gestellt. Passend zu den EU-Energieeffizienz-Anstrengungen steht so für die Auszubildenden des LSBK eine Lernumgebung zur Verfügung, mit der der verantwortungsbewusste Umgang mit Energie und damit die Vermeidung von CO₂-Emissionen zur Rettung der Umwelt direkt erfahren werden kann (vgl. GEFFERT 2006). Für diese Aktivitäten wurde das Leo-Symphor-Berufskolleg Minden 2005 erstmalig mit dem Titel „AGENDA21-Schule in NRW“ ausgezeichnet (vgl. www.agenda21schulen.nrw.de).

2 Lernortkooperation mit Lernort-Projekt „Energie & Effizienz“.

„Qualität in der beruflichen Bildung“ umfasst aber nicht nur Prozessqualitäten innerhalb des Lernortes Berufskolleg, sondern auch Kooperationen zwischen den Lernorten der dualen Ausbildung Betrieb und Berufskolleg.

Dazu sagt SLOANE: „Unter einer produktiven Lehrplanrezeption verstehe ich einen curricularen Ansatz, bei dem in einem Rahmencurriculum allgemeine Vorgaben gemacht werden, die dann in der jeweiligen Bildungsorganisation ... präzisiert werden müssen. Dabei geht es nicht um eine einfache Umsetzung der Vorgaben auf die jeweilige Organisation, sondern um einen produktiven Akt der didaktischen Anpassung des offenen Curriculums an die spezifischen Bedingungen vor Ort. Der Arbeitsgruppe, die diese Lehrplanrezeption leistet, kommt besondere Bedeutung zu. So ist die produktive Rezeption des Lehrplans auch keine Arbeit, die der Lehrer – getreu des alten „Einzelkämpfer-Bildes“ – allein betreibt, sondern ein Prozess der Abstimmung zwischen den an der dualen Ausbildung beteiligten Akteuren.“ (SLOANE 2001, 187ff)

In diesem Kontext finden seit Juni 2004 die Ausbildungs-Treffen Lernort-Verbund-Projekte Elektrotechnik mit den Ausbildern und Berufsschullehrern für die neugeordneten industriellen Ausbildungsberufe „Elektroniker/in für Betriebstechnik“ sowie „Elektroniker/in für Geräte und Systeme“ im Kreis Minden-Lübbecke und der Nachbarkreise statt. Sie dienen der Entwicklung von Lernsystemen für die oben genannte Lernfeldumsetzung zur Förderung von komplexem beruflichem Zusammenhangswissen. Hierbei wurde in insgesamt 10 gemeinsamen Sitzungen mit Berufsschullehrern und ca. 25 Ausbildern ein komplettes Lern-Projekt entworfen. Es umfasst für vier Ausbildungsjahre die Entwicklung eines 19“-Einschub-Systems mit drei Einschub-Subsystemen als „Selbstlern-Pendelobjekt“. „Selbstlern-Pendelobjekt“ meint hier, dass die Auszubildenden eine in der Schule vorbereitete Aufgabenstellung bzw. ein Projektproblem mit in den Betrieb nehmen, diese/s dort in Kooperation mit dem Ausbildungsmeister am realen Lernsystem weiter bearbeiten und anschließend auf einem höheren Entwicklungslevel zurück in das Berufskolleg bringen. Kernpunkt dieser Aktivitäten mit dem Lernort-Projekt „Energie & Effizienz“, das hardwaremäßig kompatibel zu den IHK-Prüfungssystemen aufgebaut ist, sind die über einen Parallelbus verbundenen drei Subsysteme

1. „Spannungssysteme & OPV-Grenzwertschalter mit Schalttransistoren“
2. „Bargraph-Anzeige-System für Zustandsorientierte Instandhaltung & Analog-Digital-Wandler“
3. „PI-Regler-System & energieeffiziente Stellglieder“.

2.1 Lernen in beruflichen Situationen - Wachsen an herausfordernden Aufgaben

Unter der globalen Ausrichtung auf Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung werden die jeweiligen Schalt- und Funktionspläne des Lernort-Projektes als *Orientierungs- und Überblickswissen* im Unterricht eingesetzt, gezielt durch die Auszubildenden ergänzt und dann als

reale Systeme im jeweiligen Betrieb gefertigt. Darauf bezogene Unterrichtsinhalte mit *Zusammenhangs- und Detailwissen* sowie ergänzendem *fachsystematischem Vertiefungswissen* und mit dem Anspruch *selbständiger Lernerfahrungen* werden anschließend im Berufskolleg unter Nutzung der eigenen Lernanlagen realisiert. Dabei wurde inzwischen der angestrebte Vorteil bestätigt, dass durch die „eigenständige Vorfertigung“ komplexe Lernsysteme ohne die sonst im Labor notwendige Aufbauzeit sehr zeitökonomisch bearbeitet werden können. Die notwendige „Mitdenktiefe“ wird u.a. durch die didaktische Leitidee der *integrierten Rangierfelder* (Fa. WAGO Minden) sichergestellt.

Dieses konkrete Beispiel einer über den gesamten Ausbildungszeitraum gestreckten aktiven Lernortkooperation „Lernen in beruflichen Situationen - Wachsen an herausfordernden Aufgaben“ wird von der IHK Bielefeld im vollen Umfang gestützt. (vgl. Vorstellung des ersten Subsystems „Netzgerät“ auf den 14. Hochschultagen Berufliche Bildung 2006 im Rahmen der Fachtagung F 04/Elektrotechnik-Informatik)

2.2 Lernweg zum kompetenz-fördernden Lernen

Beim Lernen mit diesen realen Systemen werden Outcomequalitäten entwickelt, die die persönliche Kompetenzentwicklung ebenso umfassen wie berufsspezifische gegenstandsbezogene Kompetenzen/Qualifikationen. Gleichzeitig bieten sie die Möglichkeit, der Befriedigung von Nachfrage und Bedarf Rechnung zu tragen, bei der gesellschaftliche Subsysteme als Nachfrager (wie hier zu Energie-Effizienz) auftreten. Dieser Ansatz entspricht den Forderungen der aktuellen Lernfeld-Didaktik. Sie ist dadurch gekennzeichnet, dass hier nicht mehr Fachwissen als Ordnungssystem des Lernens fungiert, sondern dass Handlungssituationen im Mittelpunkt stehen und wie unter 2.1 beschrieben die „alte Lehr-Strategie“ vom fachsystematischen Grundwissen zum komplexen Gesamtsystem ersetzt wird durch einen „neu organisierten Lernweg“. Er führt vom komplexen beruflichen Zusammenhangswissen zum notwendigen Detail- und Funktionswissen zur Förderung von Arbeitsprozess- & Geschäftsprozess-Kompetenzen unter Berücksichtigung der Fachsystematik. (vgl. RAUNER 1996, 95 ff)

Handlungsorientiertes Lernen in Lernfeldern und Lernsituationen vermittelt so auch die Kompetenzen, die später selbständiges Handeln und Erarbeiten von heute noch unbekanntem Fachwissen ermöglichen. Es wird so unter Mitwirkung der Lehrerinnen und Lehrer als aktive Lernweg-Begleiter zum lernkompetenzfördernden Lernen. (vgl. GEFFERT, WITT 1993)

3 Konstantlicht-Regelung zur Energiespar-Optimierung

Ausgehend von den geschilderten Prämissen wurde am Leo-Sympher-Berufskolleg ein Abschlussprojekt der Fachschule für Elektrotechnik mit dem Arbeitstitel „Tageslichtgeführte Duo-Konstantlichtregelung zur Energiespar-Optimierung“ initiiert, um Bewusstsein, Bereitschaft und Fähigkeit für nachhaltiges Handeln im Umfeld der Energieeffizienz zu fördern.

3.1 Energie-effiziente Lichtszenarien im Lernalltag

Absolventen der Fachschule für Technik entwickelten und installierten dementsprechend 2006 im von allen Auszubildenden regelmäßig genutzten Elektrotechnik-Laborraum H330 (Abb. 2) eine Beleuchtungs-Regelung mit Energiesparleuchten und Präsenzmelder, die die elektrische Raumbelichtung regelungstechnisch getrennt für Fenster- und Wandseite in Abhängigkeit vom Sonnenlicht und der Raumnutzungsart exakt nur auf jenen Wert einstellt, der zum Erreichen der nach DIN vorgeschriebenen Beleuchtungswerte notwendig ist.



Abb. 2: Energieeffiziente Konstantlichtregelung

Das dazu entwickelte Energie-Effizienz-Bus-System basierte auf dem Einsatz vorhandener dimmbarer Leuchtstoffröhren mit $U_{\text{steuer}} = 0 - 10\text{V}$. Zugrunde gelegt wurde prinzipiell das

- Szenario I: Nutzung als Durchgangraum mit $E_{\text{soll1}} = 180 \text{ Lux}$

und

- Szenario II: Nutzung als Schulungsraum mit $E_{\text{soll2}} = 350 \text{ Lux}$.

Das Lichtszenario ist jeweils bezogen auf das komplette Lichtband am Fenster bzw. an der Wandseite. Hier ergeben sich real deutliche Beleuchtungsstärkeunterschiede. Sie werden energieeffizient einzeln geregelt. Zur Beleuchtungsstärkemessung werden zwei LDR-Sensoren eingesetzt. Die Linearisierung und Anpassung der Kennlinien stellt eine typische Techniker-Aufgabe entsprechend den Anforderungen nach Lernfeld 9 „Analyse und Konfiguration von rechnergestützten Messsystemen“ dar.

Die aktuellen Regelkreis-Daten und die Energie-Ersparnis werden auf einem Aktionsmonitor im Laborraum deutlich dargestellt, wodurch eine dauerhafte „Rückkopplung“ ins Bewusstsein der Auszubildenden erfolgt.

3.2 PI-Regler-System und energieeffiziente Stellglieder

Die aktuelle Fortsetzung findet sich nun in der Dualen Berufsausbildung zur „Elektroniker/in für Betriebstechnik“. Im Rahmen der Lernortkooperation in den Lernorten Betrieb und Berufskolleg wird am Lernobjekt mit dem dritten Subsystem „PI-Regler-System und energieeffiziente Stellglieder“ eine tageslichtgeführte Konstantlichtregelung mit Energiesparleuchten als Beispiel für Energieeffizienz im Kontext von „Lernen in realen beruflichen Situationen“ realisiert. Die dort eingesetzten LED-Beleuchtungskörper greifen die modernste Entwicklung energieeffizienter Beleuchtung auf (Gegenwartsbedeutung). Die Beleuchtungsenergie-Regelung mit PI-Regler erfolgt exemplarisch über den integrierten Pulsweiten-Modulator TL494, der als Stellglied mit einer Basisfrequenz von 300Hz durch Veränderung des Puls-Pausen-Verhältnisses eine verlustarme und somit energieeffiziente Dimmung ermöglicht. Die Beleuchtungsstärkemessung wird über die gleichen LDR-Sensoren durchgeführt wie in der Konstantlichtregelung im Elektrotechnik-Laborraum H330.

Die Ausbildungs- und Demonstrationsanlage Energie-Effizienz (Abb. 3) wurde inzwischen u. a. auf den vom Kreis Minden-Lübbecke veranstalteten „6. Holztagen Mindenerwald: Energie – Umwelt – Garten“ von Auszubildenden erfolgreich als Beispielanlage für Beratungsgespräche für Energie-Effizienz im Beleuchtungssektor eingesetzt.

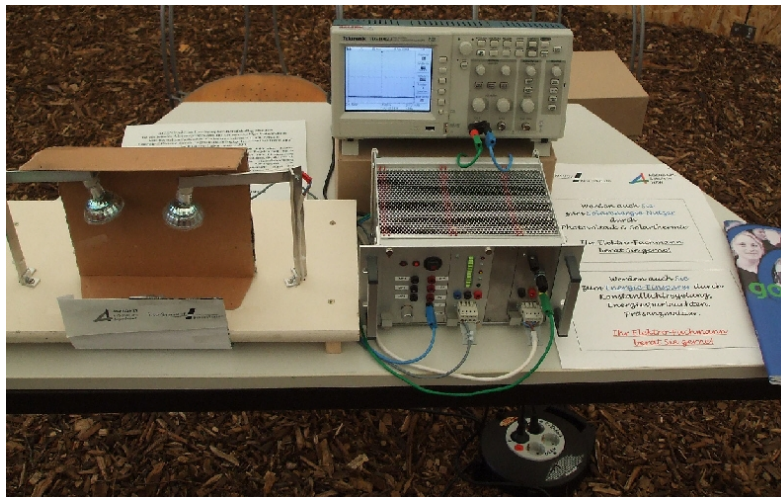


Abb. 3: LSBK- Ausbildungs- und Demonstrationsanlage Energie-Effizienz

4 Öffentliche Wirkung und Fazit

Der hier beschriebene Lernweg folgt der Erkenntnis, dass ein nachhaltiger und qualitativ anspruchsvoller mentaler Wandel in den Köpfen der Menschen notwendig ist, damit sie mehrheitlich bereit sind, Tag für Tag ihren persönlichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Genau diese manchmal sehr kleinen persönlichen Verhaltensänderungen sind dringend notwendig, damit der längst nicht mehr aufzuhaltende Klimawandel auf erträgliche Werte begrenzt wird.

4.1 Erneut ausgezeichnet als „AGENDA 21-Schule in NRW“

Für diesen Weg zum nachhaltigen Lernen wurde das Leo-Symphor-Berufskolleg Minden am 6.3.2008 zum zweiten Mal als „AGENDA 21-Schule in NRW“ ausgezeichnet (Erstmals in 2005). Aus der Hand der Detmolder Regierungspräsidentin Marianne Thomann-Stahl erhielten Auszubildende sowie Lehrerinnen und Lehrer die Auszeichnungsurkunde zusammen mit einem Banner (Abb. 4) und einer Wandtafel.

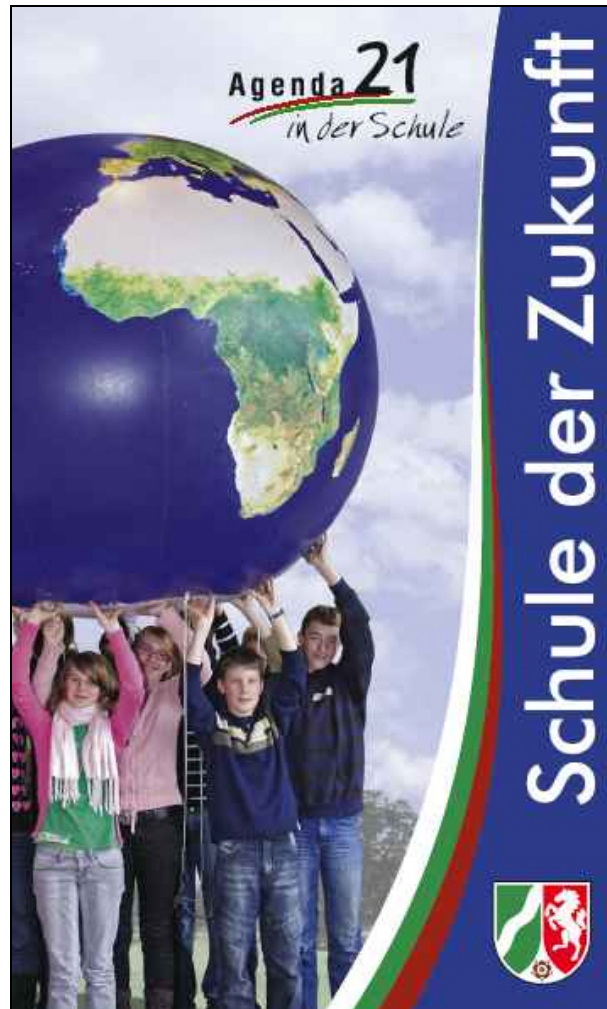


Abb. 4: AGENDA 21-Auszeichnungsbanner

4.2 Transferbereitschaft

Die vom Lehrerteam des Fachbereiches Elektrotechnik unter Beteiligung der „dualen Ausbildungsmeister“ erarbeiteten Lernobjekte, die von allen Auszubildenden am Lernort Betrieb im Rahmen der Lernortkooperation in ca. 34 Firmen erstellt werden, können mit wenig Aufwand auf andere Berufskollegs übertragen werden. Anfragen sind erwünscht!

4.3 Werbe-Poster zur Energie-Effizienz

Am Berufskolleg wurde mit Hilfe der „Technischen Assistenten Gestaltung“ ein Poster entwickelt, das als Beitrag zum Poster-Award „Praxis“ der Hochschultage Berufliche Bildung 2008 und der Unterstützung Öffentlichkeitsarbeit bestimmt war (Abb. 5) - auch dies ein weiteres Qualitätsmerkmal in Form bildungsgangübergreifenden Lernens am LSBK.



Abb. 5: Beitrag zum Poster-Award „Praxis“ im Rahmen der Hochschultage Berufliche Bildung 2008

Die integrierten Poster-Bilder zeigen von links nach rechts die sonnenlichtgeführten Energiesparleuchten im Laborraum mit unterschiedlich gedrosselter Elektroenergie zur Verminderung von CO₂- Emissionen sowie Auszubildende bei der Beleuchtungsstärkemessung zur DIN-Klassifizierung am Lernort Betrieb und einer Signal-Interpretation der getakteten LED-Energie am Lernort Berufskolleg.

Literatur

GEFFERT, R. (2006): „Agenda 21 in der Schule“ – Lehren & Lernen für eine nachhaltige Entwicklung von umweltlastenden Verhaltensweisen im Beruf und im Privatleben. In: lernen & lehren, 21, Sonder-H 2, 43.

GEFFERT, R./ WITT, R. (1993): Lernwegorientierte Didaktik der beruflichen Bildung, Manuskript Lehrerfortbildung Minden 1993.

KLAFKI, W. (1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Weinheim, Basel.

RAUNER, F. (1996): Elektrotechnik-Grundbildung – zu einer arbeitsorientierten Gestaltung von Lehrplänen im Berufsfeld Elektrotechnik. In: LIPSMEIER, A./ RAUNER, F. (Hrsg.): Beiträge zur Fachdidaktik Elektrotechnik. Stuttgart, 86-102.

SLOANE, P.F.E. (2001): Lernfelder als curriculare Vorgabe. In: BONZ, B. (Hrsg.): Didaktik der beruflichen Bildung, Band 2.

Autor



Dipl.-Berufspäd. Dipl.-Ing. (FH) Reinhard Geffert, StD

Leo-Symphor-Berufskolleg Minden

E-Mail: e-elektro (at) lsbk.de

Homepage: www.lsbk.de