

Nachhaltigkeitsorientierte Gestaltung eines Gießereiprozesses – Kompetenzförderung mit der Simulationssoftware *SimGieß*

Abstract

Der durch die Globalisierung forcierte Wettbewerbsdruck führt zu einer verstärkten Verlagerung von Entscheidungskompetenzen auf die Ebene der mittleren Führungskräfte. Fertigungs- und Instandhaltungsprozesse werden rationalisiert, gleichzeitig steigen die Anforderungen an das betriebliche Umweltmanagement sowie den Arbeits- und Gesundheitsschutz. Im Wirtschaftsmodellversuch „Förderung des nachhaltigen Handelns von mittleren Führungskräften - Entwicklung fachbezogener und -übergreifender Kompetenzen zur nachhaltigen Gestaltung von Produktionsprozessen mit Hilfe computersimulierter Produktionsszenarien“ wurde die Lernsoftware „SimGieß“ geschaffen, eine interaktive Darstellung eines simulierten Gießereiprozesses. In verschiedenen Subsystemen können die Lernenden durch die Einstellung bestimmter Parameter einen Produktionsprozess gestalten. Das didaktische Konzept beinhaltet mehrere Lernsituationen, in denen der Gießereiprozess nach bestimmten Rahmenbedingungen simuliert wird. Die Ergebnisse unterschiedlicher Szenarien werden anschließend unter Aspekten einer nachhaltigkeitsorientierten Gestaltung des Produktionsprozesses analysiert. Das Modellversuchsvorhaben zielt mit seinen Fragestellungen auf eine erste Antwort darauf, ob die in den Lernprozessen erzielten Handlungsergebnisse Erkenntnisse zur nachhaltigen Gestaltung von Produktionsprozessen bieten und ob sich die Handlungsergebnisse auf andere Berufsbereiche bzw. Domänen übertragen lassen.

1 Vorbemerkung

Der Beitrag stellt den vom Bundesministerium für Bildung und Forschung über das Bundesinstitut für Berufsbildung geförderten und fachlich betreuten Wirtschaftsmodellversuch „*Förderung des nachhaltigen Handelns von mittleren Führungskräften*“ vor. Träger und Antragsteller ist das Bildungszentrum der Wirtschaft am Niederrhein GmbH in Duisburg. Die wissenschaftliche Begleitung wird von Prof. Dr. Klaus Jenewein, Lehrstuhl für Fachdidaktik technischer Fachrichtungen am Institut für Berufs- und Betriebspädagogik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg wahrgenommen. Das Fraunhofer Institut Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF) in Magdeburg entwickelt in enger Abstimmung mit Prof. Dr. Stefan Fletcher von der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Aalen Lehr-/ Lernmodule auf der Basis computersimulierter Produktionsszenarien.

Durch eine computergestützte Lernumgebung (CGL) wird der Produktionsprozess einer Gießerei als Grundlage für einen didaktisch aufbereiteten Lernprozess simuliert. Die Lernaufgaben für mittlere Führungskräfte der Industrie beziehen sich auf die nachhaltigkeitsbezogene

Gestaltung des Produktionsprozesses. Damit wird den Lernenden die Sicht auf das Gesamtsystem ermöglicht und in einem ganzheitlich geprägten Ansatz die Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz gefördert. Die Einordnung des Projektes in den allgemeinen Kontext nachhaltigen Lernens wird in der folgenden Grafik verdeutlicht.

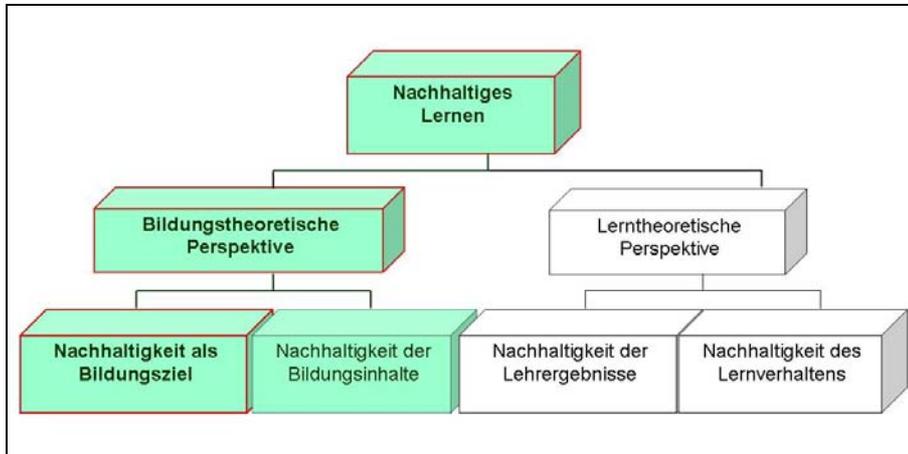


Abb. 1: Einordnung des Projektes in den Kontext des Nachhaltigen Lernens (nach SCHÜßLER 2001)

2 Ausgangslage im Modellversuch

Die zunehmende gesellschaftliche Bedeutung des Leitbildes nachhaltigen Wirtschaftens verweist auf den dringenden Handlungsbedarf für die Berufsbildung. Nachhaltigkeit ist im Sinne dieses Modellversuches ein übergeordneter Rahmen, der ökonomische, ökologische und soziale Ziele im Interesse einer auf Gerechtigkeit ausgerichteten Wertorientierung zusammenfasst. Aus diesem Blickwinkel wird Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung als deutliche Erweiterung der bisherigen Ansätze von Umweltbildung verstanden.

Unter dem Stichwort der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung betont das bmbf [bmbf Berufsbildungsbericht 2003] die Notwendigkeit, die Individuen in ihrer jeweiligen Rolle als Arbeitnehmer oder Unternehmer zu befähigen, zu motivieren und zu ermutigen, sich nachhaltigkeitsorientiert zu verhalten. Mit Verweis auf die für die Umsetzung des Leitbildes identifizierten Aktionsfelder werden Qualifizierungsangebote gefordert, die Mitarbeiter ebenso wie Führungskräfte adressieren, um Spielräume zur Konkretisierung und Umsetzung der Leitidee als Unternehmensphilosophie zu schaffen. Mittlere Führungskräfte der Industrie in Fertigungs- und Instandhaltungsprozessen werden zunehmend mit der Anforderung konfrontiert, Aufgaben nicht nur technisch und wirtschaftlich zu lösen, sondern auch unter Aspekten der Nachhaltigkeit zu gestalten.

Bei Qualifizierungsangeboten zur Förderung von nachhaltigem Handeln stellt sich das wesentliche Problem, dass Lernenden die Auswirkungen beruflichen Handelns meist nur

theoretisch verdeutlicht werden können. Die Möglichkeit einer empirischen Reflexion fehlt in aller Regel. Zur Vermittlung von Nachhaltigkeitsaspekten ist es aber gerade erforderlich, die mittel- und längerfristigen Auswirkungen beruflicher Handlungen und Entscheidungen im Zusammenhang mit ihren technischen, gesellschaftlichen und ökologischen Auswirkungen aufzuzeigen.

Mit dem Einsatz computergestützter Lernumgebungen (CGL) sollen diese Einschränkungen ansatzweise überwunden werden, indem den Lernenden Handlungs- und Entscheidungsoptionen in einem didaktisch reduzierten Ausschnitt einer virtuellen Realität eröffnet werden. Ausgangspunkt dieses Ansatzes ist es, eine computersimulierte Repräsentation einer realen Produktion als Grundlage für den Lernprozess zu entwickeln. Die Aufgabe der Lernenden besteht darin, den Produktionsprozess zu verbessern, indem bestehende Schwachstellen identifiziert und Lösungen erarbeitet werden. Im simulierten Durchlauf eines über mehrere Tage/ Wochen angelegten Produktionsprozesses können Auswirkungen von Entscheidungen schon nach wenigen Minuten analysiert und bewertet werden (siehe Abbildung 2).

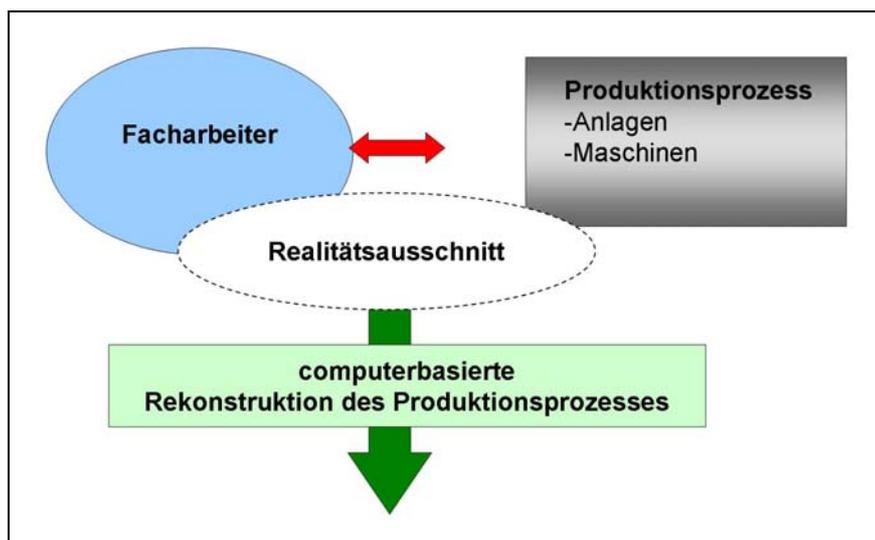


Abb. 2: Konzept der computerbasierten Simulation für industrielle Produktionsprozesse

Die Handlungsbereiche umfassen Themen wie Umweltschutz, Arbeitssicherheit, Planung bzw. Steuern von Produktionsprozessen, Betriebliches Kostenwesen und Beschaffungslogistik. Die Simulation liefert Betriebskennwerte wie Energieverbrauch und Energiekosten, Abgas- und Staubausstoß, Betriebskosten, Gussteilkosten sowie Arbeitsbelastung der dort tätigen Mitarbeiter. Der Lernende steuert über Parameter (Personaleinsatz, Maschinenauswahl, Materialdisposition) den Gesamtprozess und beeinflusst damit auch die Produktivität oder die Zufriedenheit von Mitarbeitern. Für die Gestaltung des Lernprozesses stehen ein Benutzerhandbuch mit Beschreibung der Modellfirma, Aufgabenstellungen und vielfältigen

Hinweisen als unterstützende Materialien zur Verfügung. Der Systemeinsatz wird von einem Dozenten moderierend begleitet. Er kann zusätzliches Arbeits- oder Informationsmaterial auf der Softwareoberfläche ablegen. So kann individuell auf unterschiedliche Lerntypen und damit auf die persönliche Förderung einzelner Kompetenzbereiche eingegangen werden.

3 Zielsetzung des Modellversuches

Mit der Lernumgebung sollen fachbezogene und fachübergreifende Kompetenzen systematisch gefördert werden. Im Einzelnen stehen die folgenden Lernziele im Fokus:

- Eine hohe intrinsische Motivation wird durch die Authentizität der Prozessdarstellung und die erkennbare direkte Verantwortung für das eigene Handeln erzeugt.
- Der Lernende erkennt einen direkten Zusammenhang zwischen seinem Handeln und den Auswirkungen, da er den Produktionsablauf mit seinen Teilsystemen zeitnah verfolgen kann.
- Die Auswirkungen des Handelns und die Folgen für die Zukunft werden unter verschiedenen Gesichtspunkten verdeutlicht und im simulierten Prozess realitätsnah nachvollzogen.
- Die unmittelbaren/mittelbaren Auswirkungen von Lernhandlungen werden mit unterschiedlicher Zielsetzung in Bereichen Technik, Ökologie, Ökonomie und Soziales betrachtet.

4 Methodische Umsetzung – Handlungsorientierung als didaktisches Leitprinzip

Mit der entwickelten Software kann das didaktische Leitprinzip der Handlungsorientierung in unterschiedlichen Formen der Unterrichtsorganisation umgesetzt werden. Handlungsorientierung wird dabei als bedeutsam zur Förderung beruflicher Handlungskompetenz verstanden. Berufliche Handlungskompetenz umfasst die Fähigkeit und Bereitschaft der Individuen zu eigenverantwortlichem, sach- und fachgerechtem Handeln in gesellschaftlicher Verantwortung. Dieses Verständnis fasst kompetentes berufliches Handeln nicht nur als Folge notwendiger Handlungsschritte im Sinne des Prinzips der vollständigen Handlung, sondern verbindet Fachkompetenz mit Sozial- und Humankompetenz sowie der Fähigkeit, Arbeitswelt und Gesellschaft mitzugestalten.

5 Beschreibung der Modellfirma *SimGieß* als idealtypische Gießerei

Die virtuelle Modellfirma wird in vier Hauptsysteme gegliedert. In der Benutzerführung werden Hauptsysteme und Subsysteme der Gießerei vorgestellt und die wichtigsten Funktionalitäten erläutert. Die Hauptsysteme der Modellfirma sind Energielieferant, Stofflieferant, Frachtführer und Gießerei. Die Gießerei selbst ist in sieben Subsysteme gegliedert (Abb. 3).

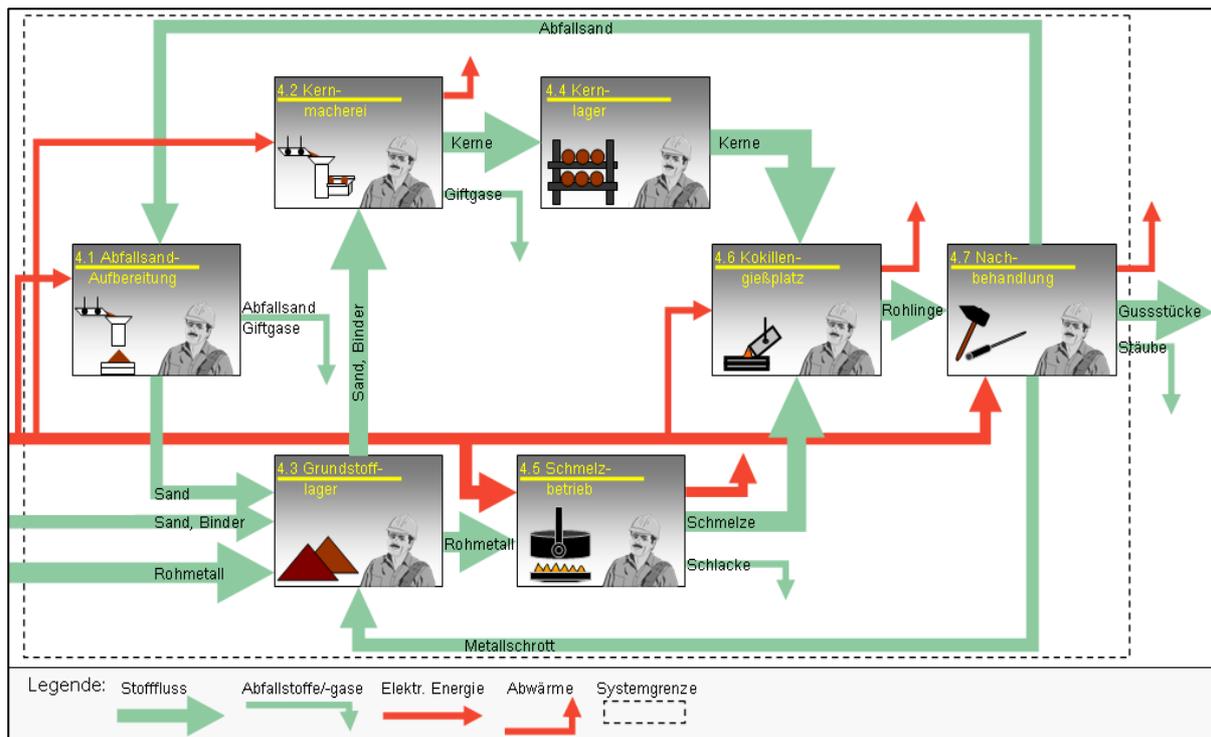


Abb. 3: Subsysteme der Gießerei

Zur Bearbeitung der Lernaufgaben müssen in jedem Hauptsystem und in allen Subsystemen Entscheidungen hinsichtlich der zu beauftragenden Lieferanten, der einzusetzenden Maschinen und des Schichtplanes der Mitarbeiter getroffen werden. Die Lieferanten und Maschinen sind jeweils mit Attributen versehen, die sich auf zentrale Aspekte der Nachhaltigkeit beziehen:

- Gewinnungsart und Kosten der Energie, gegliedert nach Haupt- und Nebenzeit,
- Herkunft und Kosten des eingesetzten Materials,
- Lieferdistanzen und Kosten der Frachtführer.

Den Mitarbeitern sind insbesondere die Merkmale formale Qualifikation, Berufserfahrung, Alter und Einkommen zugeordnet. Der Benutzer kann z.B.:

- eine Auswahl geeigneter (neuer) Lieferanten treffen,
- ein bestimmtes Verfahren zur Herstellung eines Gussproduktes auswählen,
- die Anzahl der Maschinen pro Subsystem festlegen,
- eine Auswahl geeigneter Maschinen bei einem Störfall vornehmen,
- Mitarbeiter (Stammpersonal) den Subsystemen zuordnen,
- zusätzliche Hilfskräfte einplanen einsetzen,
- die Anzahl der Schichten pro Subsystem festlegen,
- Abfallsandaufbereitung betreiben/ bzw. nicht betreiben.

Entsprechend eines Auftrages kann der Gießereiprozess so gestaltet werden, dass z.B. folgende Unternehmensziele im Vordergrund stehen:

- geringe Herstellkosten,
- geringer Ressourcenverbrauch,
- geringe Umweltbelastung durch Emissionen und Abwärme,
- hohe Gesundheit/ Zufriedenheit der Mitarbeiter.

Es werden vom Dozenten mit der Szenariotechnik definierte Zielkonflikte eingeplant, die anschließend gelöst werden müssen. Für den Unterricht wird als Ergänzung eine parallele Bearbeitung durch zwei Lerngruppen angeregt. Eine Lerngruppe kann ein „positives Szenario“ durchlaufen, für eine weitere Gruppe kann ein „negatives Szenario“ angestrebt werden. Hierbei sind die Auswirkungen z.B. folgender Ereignisse zu berücksichtigen:

Ein Lieferant fällt aus

Bei Ausfall eines Lieferanten müssen Handlungsalternativen erarbeitet werden, die eine Weiterführung der Produktion unter den gegebenen Rahmenbedingungen gewährleisten.

Eine Maschine ist defekt

Bei Maschinendefekten muss eine alternative, z.B. ältere Maschine eingesetzt werden, weil eine Reparatur kurzfristig nicht möglich ist. Diese Maschine erfüllt nur bedingt aktuelle Anforderungen hinsichtlich der Produktivität innerhalb des Unternehmens. Aus diesen Bedingungen sind Rückschlüsse zu ziehen und Handlungsstrategien zu entwickeln.

Geeignete Mitarbeiter stehen nicht in ausreichender Zahl zur Verfügung

Im Krankheitsfall oder in Urlaubszeiten sind Schichtpläne mit z.T. betriebstechnisch ungünstigen Personaleinsätzen zu fahren. Eine Konsequenz hieraus könnte z.B. die Durchführung von Fortbildungsmaßnahmen für angelernte Mitarbeiter oder für nicht angemessen qualifiziertes Personal sein. Durch eine größere Anzahl von höher qualifiziertem Personal kann die Zufriedenheit aller Mitarbeiter, aber auch die Produktivität selbst erhöht werden.

In der Nutzung entscheiden die Lernenden die Auswahl von Lieferanten, Maschinen und Personal entsprechend den angestrebten Ergebnissen und in Kenntnis der zugeordneten Merkmale. Anschließend wird die simulierte Produktion von bestimmten Gussteilen gestartet.

Die Ergebnisse beziehen sich insbesondere auf

- Prozesskennwerte wie Energieverbrauch, Ausstoß von Abgas, Staub und Abfallsand,
- Rohstoffverbrauch wie Formsand, Binder, Einsatz und Rücklauf von Metall,
- Gefertigte Stückzahlen,
- Kosten für Rohstoffe, Fracht, Personal, Energie und Betrieb,
- Personal hinsichtlich Motivation, die Arbeitsbelastung und Produktivität.

Die Ergebnisse der Simulationsläufe lassen sich in der Reflexion analysieren, bewerten und für erweiterte Aufgabenstellungen aufbereiten.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Lernumgebung wurde bereits in mehreren Schulungskursen für Fachwirte und angehende Industriemeister eingesetzt. Durch die Modellfirma nimmt der Lernende den Gießereiprozess in seiner Ganzheitlichkeit wahr, da realitätsnahe betriebliche Entscheidungssituationen gestaltet werden. Auswirkungen der getroffenen Festlegungen werden nach wenigen Minuten dargestellt, analysiert und können im Hinblick auf die Erreichung der angestrebten Ziele oder das Auftreten unerwünschter Folgewirkungen in bestimmten Bereichen bewertet werden. Es kann anhand von Prozessparametern z. B. diskutiert werden, inwiefern sich eine Erhöhung des Produktionsausstoßes auf die Belastung und/oder Motivation der Mitarbeiter auswirkt. Neue Lösungswege können in einer anschließenden Simulation vorgegeben und im Ergebnis bewertet werden.

Das Thema Nachhaltigkeit wurde durch die unmittelbare Anbindung an die betriebliche Realität mit großem Interesse aufgenommen. Insbesondere die Überwindung der engen Fokussierung auf Umweltschutzaspekte durch die Erschließung der wirtschaftlichen und sozialen Dimensionen wurde von den Teilnehmern positiv gewertet.

Die Arbeit mit IT-Systemen ist für die meisten Lernenden im beruflichen wie im privaten Alltag zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Durch eine entsprechende Gestaltung der Nutzeroberfläche erschließt sich die Handhabung des Systems sehr schnell, sodass die Schulungsteilnehmer keine Schwierigkeiten bei der technischen Nutzung hatten.

Das wichtigste Ergebnis der bisherigen Erprobung ist die Erkenntnis, dass tatsächlich ein Erfahrungsraum geschaffen werden kann, in welchem Lernende die Dimensionen der Nachhaltigkeit anhand beruflicher Alltagssituationen erfassen können und zu einer verantwortungsbewussten Entscheidung für die Steuerung der Produktion kommen. In der Diskussion über Szenarien und Ergebnisse gelingt auch der Perspektivenwechsel, sodass die Schulungsteilnehmer als künftige mittlere Führungskräfte sowohl die Rolle des Arbeitnehmers als auch des Unternehmers auf ökologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte beziehen.

Literatur

BMBF (Hrsg.) (2003): Berufsbildungsbericht 2003, Berlin, 151 f.

DE HAAN, G./ HARENBERG, D. (1999): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Gutachten zum Programm. (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung; BLK, Heft 72). Bonn.

HOWE, F./ BERBEN, T. (2005): Lern- und Arbeitsaufgaben. In: RAUNER, F. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld.

JENEWEIN, K./ KUMETZ, S./ RICHTER, A./ TERMATH W. (2005): Erster Zwischenbericht der Wissenschaftlichen Begleitung zum Modellversuch: "Förderung des nachhaltigen Handelns von mittleren Führungskräften - Entwicklung fachbezogener und -übergreifender Kompetenzen zum nachhaltigen Gestalten von Produktionsprozessen mit Hilfe computersimulierter Produktionsszenarien" (46). In: BZN - Bildungszentrum der Wirtschaft am Niederrhein gGmbH (Hrsg.): Zwischenbericht des Projektträgers zum Modellversuch "Förderung des nachhaltigen Handelns von mittleren Führungskräften" (D 6138.00 + B) Berichtsjahr 2005. Duisburg, 154.

JENEWEIN, K./ KUMETZ, S./ RICHTER, A./ TERMATH W. (2006): Zweiter Zwischenbericht der Wissenschaftlichen Begleitung zum Modellversuch: "Förderung des nachhaltigen Handelns von mittleren Führungskräften – Entwicklung fachbezogener und -übergreifender Kompetenzen zum nachhaltigen Gestalten von Produktionsprozessen mit Hilfe computersimulierter Produktionsszenarien" (156). In: BZN - Bildungszentrum der Wirtschaft am Niederrhein gGmbH (Hrsg.): Zwischenbericht des Projektträgers zum Modellversuch "Förderung des nachhaltigen Handelns von mittleren Führungskräften" (D 6138.00 + B) Berichtsjahr 2006, Duisburg.

SCHÜBLER, I. (2001): Grundlagen der Weiterbildung – Praxishilfen. Loseblattsammlung.

Die Autoren



Dipl.-Ing. Stefan Kumetz

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, IBBP

E-Mail: stefan.kumetz (at) ovgu.de

Homepage: www.ibbp.uni-magdeburg.de



Wilhelm Termath

Fraunhofer-Institut IFF Magdeburg

E-Mail: wilhelm.termath (at) ovgu.de

Homepage: www.iff.fraunhofer.de