



Lessons Learned – Constructive Alignment trifft auf Lean & Green Production

M. Bleckmann*, D. Schumann, P. Nyhuis

Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Fakultät für Maschinenbau, Leibniz Universität Hannover

Abstract

Die Qualität einer Lehrveranstaltung zeichnet sich neben den Lehrinhalten insbesondere durch die Elemente des Constructive Alignments aus. Dieses umfasst die drei gleichwertigen Bestandteile: Lernziele, Lernumgebung sowie Methoden und die anschließende Prüfung. Zum Gelingen einer ganzheitlich geschlossenen Lehrveranstaltung ist eine hinreichende Planung erforderlich, welche ein Ineinandergreifen dieser Bestandteile ermöglicht. Im Rahmen der Umstrukturierung der Lehrveranstaltung „Lean & Green Production“ an der Leibniz Universität Hannover wurden die Erfahrungen gesammelt, welche Bestandteil dieses Papers sind. Die Anpassung der Lehrveranstaltung hinsichtlich des Constructive Alignments hat gute Ergebnisse erzielt und ist auf positive Resonanz gestoßen.

In addition to the course content, the course's quality is characterised mainly by the elements of constructive alignment. This comprises the three equally important components: Learning goals, learning environment, methods, and the subsequent examination. For the success of a holistically closed course, sufficient planning is necessary, which makes an interlocking of these components possible. The course adaptation concerning constructive alignment has achieved good results and has met with a positive response. In restructuring the course "Lean & Green Production" at the Leibniz University of Hanover, the experiences were gathered, which are part of this paper.

*Corresponding author: bleckmann@ifa.uni-hannover.de

1. Bestandteile des Constructive Alignments

Nach dem Konzept des Lehrmodells Constructive Alignment (dt.: konstruktive Abstimmung) treten die Bestandteile Lernziele, Setting (dt.: Lernumgebung) und Prüfung als gleichwertige Elemente von Lehrveranstaltungen auf. Die primäre Intention liegt darin, deren Inhalte und Wirkbeziehungen aufeinander abzustimmen. Dabei soll beispielsweise das Setting einer Veranstaltung durch den Einsatz von Methoden in einem abgestimmten Ablauf so gestaltet werden, dass diese auf das Lernziel ausgerichtet sind. Ebenso gilt es die Prüfungsanforderungen mit den Lernzielen zu vereinen, sodass eine ganzheitlich geschlossene Lehrveranstaltung entstehen kann. [1]

Zur Umsetzung des Constructive Alignments bedarf es einer hinreichenden Lehrplanung vor Beginn des Semesters, um ein einheitliches sowie aufeinander abgestimmtes Konzept zu entwickeln. Ebenso ist bei der Planung neben der Auslegung für ein reines Präsenzsemester auch die Überführung in ein Konzept für eine hybride oder rein digital stattfindende Lehre zu berücksichtigen. Insofern ist eine frühzeitige Abwägung der Möglichkeiten zur Vermeidung kurzfristiger Änderungen im laufenden Semester sinnvoll. Dies betrifft insbesondere das Setting, da sich die Lehrmethoden zur Interaktion mit den Studierenden ändern und eine Vorbereitung zur Überführung benötigen. Das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) führte die Umsetzung dieses Konzepts in der Veranstaltung „*Lean & Green Production*“ durch. Dazu wurde im Rahmen eines geförderten Projekts eine vollständige Verknüpfung der drei Bestandteile umgesetzt. Das Projekt wurde durch ein Förderprogramm zur Verbesserung der Lehre der Maschinenbau-Fakultät der Leibniz Universität Hannover (LUH) ermöglicht. Es wurde im laufenden Semester durch Studierende und im Rahmen einer begleitenden Lehr-Fortbildung inklusive Hospitation evaluiert. Die dabei gesammelten Erfahrungen konnten größtenteils bereits im laufenden Semesterbetrieb umgesetzt werden und sind Inhalte dieses Beitrags.

2. Lernziele in der Veranstaltung

Die Veranstaltung „*Lean & Green Production*“ wurde zum Sommersemester 2022 umgestaltet, ihre Inhalte sind jedoch seit langer Zeit Bestandteil in den Curricula der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge der Fakultät des Maschinenbaus. Die Veranstaltung zählt pro Semester ca. 60 Teilnehmende. Als Wahlmodul kann die Veranstaltung von Masterstudierenden unterschiedlicher Studiengänge und als Wahlpflichtmodul von Bachelorstudierenden des Studiengangs „*Nachhaltige Ingenieurwissenschaften*“ belegt werden. Aufgrund divergierender theoretischer Vorkenntnisse und praktischer Erfahrungen der Teilnehmenden, z. B. durch Praktika oder Werkstudierenden-Tätigkeiten, war die Festlegung von gemeinsamen Lernzielen als Konsens elementar.

Die Bestimmung der Lernziele ist eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Constructive Alignments. Sie bildet die Grundlage für die Auswahl des Settings und der Prüfung. Die Lernziele werden aus dem übergeordneten Leitbild (Richtziele, Grobziele) als Feinziele abgeleitet. [2]

Ein **Richtziel** beschreibt das Vorhaben einer Ausbildung bzw. eines Studiengangs. Für die betrachtete Veranstaltung wurde das zentrale nachstehende Richtziel beschrieben:

Ein wesentliches Qualifikationsziel der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge an der LUH ist die Befähigung der Studierenden zur Beurteilung von Prozessen auf der Basis einer wissenschaftlich-systematischen Arbeitsweise. Dies geschieht durch ein analytisches Verständnis von komplexen Sachverhalten zur Identifikation von soziotechnischen Gestaltungsmöglichkeiten.

Die aus den Richtzielen abzuleitenden **Grobziele** nehmen konkreten Bezug auf die Lehrveranstaltung. In diesem exemplarischen Fall wurde dieses direkt mit kognitiven Lernzielen verknüpft:

Ausgehend von einer Betrachtung der Philosophie der Lean Production und der Entwicklung schlanker Produktionssysteme werden die Grundlagen der Planung von Produktionssystemen unter Berücksichtigung des Mega-

trends Nachhaltigkeit behandelt. Der Fokus liegt auf der Analyse, Bewertung und Auswahl von Lean-Methoden für spezifische Anwendungsfälle.

Die **Feinziele** der Veranstaltungsmodule werden zu Beginn jedes Veranstaltungstermins erklärt und beziehen sich auf jeweils ein Modul, welches als Kombination aus einer Vorlesungs- und Übungseinheit besteht. In Abhängigkeit des Modulinhalt werden unterschiedliche kognitive Lernziele beschrieben, welche aufeinander aufbauen. Das Grundwissen wird in 90-minütigen Vorlesungen an elf Terminen vermittelt. Dort werden die kognitiven Lernziele der Ebenen 1 (Erinnern) und 2 (Verstehen) adressiert. So sollen die Studierenden beispielsweise nach dem Einführungsmodul in der Lage sein, die Formen der Verschwendung in Produktionssystemen erklären zu können. Eine Einordnung der kognitiven Lernziele ist in der nachstehenden Abbildung 1 zu finden.

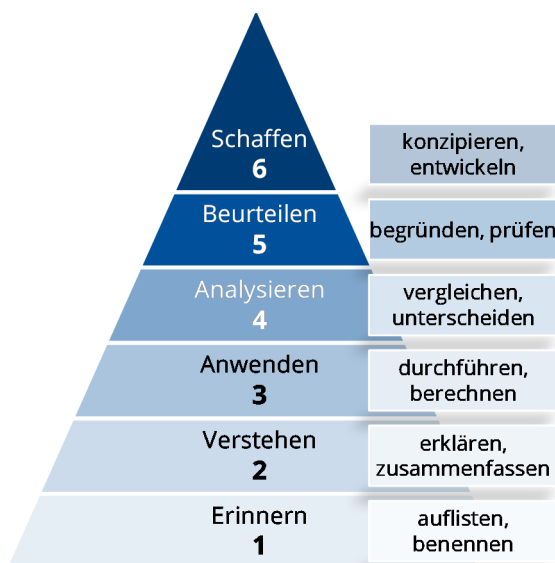


Abbildung 1: Taxonomie kognitiver Lernziele [3]

In den anschließenden 45-minütigen Übungen werden die Inhalte vertieft, indem die Studierenden diese anwenden (Lernzielebene 3) und analysieren (Lernzielebene 4). Im Rahmen eines eintägigen Workshops im fortgeschrittenen Verlauf der Veranstaltung lernen die Studierenden in Gruppen (ca. 15 Teilnehmende)

¹ Wiedergabe der Kurzdefinition eines vorab zugeleiteten Fachbegriffs durch Studierende mit wenigen

die kognitiven Lernziele der Ebenen 5 und 6 kennen. [3]

Eine ausführliche Beschreibung des Workshops findet im folgenden Kapitel 3 statt.

3. Lernumgebung und Methoden

Die Lehrphilosophie der Veranstaltung beinhaltet die Integration von Praxisanteilen in die Veranstaltung und folgt somit dem Leitspruch *Theoria cum praxi* (dt.: Theorie und Praxis) der LUH. Darüber hinaus wird Frontalunterricht nach Möglichkeit vermieden und stattdessen durch aktivierende Lehrmethoden ersetzt (z. B. durch Fußnotenreferate¹ mit Praxisbeispielen anstelle der Folienpräsentation durch die Dozierenden). Anregungen aus der industriellen Anwendung erhalten die Studierenden durch Gastvorträge, welche einen Einblick in die Komplexität der Umsetzung in realen Industrieunternehmen geben. Die Praxisanteile werden darüber hinaus durch Planspiele zur Produktionssystemgestaltung in den Übungsterminen abgebildet. Durch das Einnehmen unterschiedlicher Rollen in den Planspielen sowie die Inszenierung von Workshop-Formaten sollen überfachliche Kompetenzen vermittelt werden. Unter dem *Kompetenz*-Begriff kann dabei „eine Verbindung von Wissen und Können in der Bewältigung von Handlungsanforderungen“ verstanden werden [4].

Die Lehrveranstaltung soll den Studierenden neben den fachlichen Kompetenzen auch methodische Kompetenzen für den späteren Einsatz im Beruf (Industrie, Wissenschaft, Beratung) vermitteln. Ein wesentlicher Bestandteil der Veranstaltung ist die Teilnahme am 1-tägigen Workshop *Production Trainer* in Gruppen mit ca. 15 Teilnehmenden. Der Workshop findet in der institutseigenen IFA Lernfabrik statt, welche in Abbildung 2 dargestellt ist. Das Planspiel *Production Trainer* greift den Workshop-Gedanken aus den bereits absolvierten Übungen der Lehrveranstaltungen auf und bietet den Studierenden die Möglichkeit, als Gruppe eigenständig ein Produktionssystem zu analysieren, im Anschluss zu planen und schlussendlich direkt umzusetzen. Nach diesem Ab-

Sätzen, sobald der Lehrende diesen im Vortrag verwendet hat.

lauf können sie über mehrere Spielrunden hinweg den Optimierungszyklus mit der Verwendung der Lean-Methoden durchlaufen und somit neben der fachlichen Kompetenz auch Teamfähigkeit, Problemlösungskompetenz und Moderationsfähigkeit erlangen.

Die IFA Lernfabrik erlaubt durch den Aufbau nach dem Prinzip der Veränderungsfähigkeit von Montagesystemen die Abbildung diverser Planspiel-Szenarien im Kontext der schlanken Produktion und kann somit gruppenspezifisch angepasst werden. Die Studierenden sollen in

diesem Zusammenhang auch lernen, in einem sich ständig ändernden Umfeld zu agieren. Unter dem Begriff Veränderungsfähigkeit wird dabei die effiziente Leistungserbringung innerhalb definierter Grenzen (Flexibilität) zuzüglich der im Bedarfsfall aktivierbaren Potenziale zur strukturellen Anpassung (Wandlungsfähigkeit) von Systemen verstanden [5]. Die Lehrveranstaltung soll Studierende dazu befähigen, im späteren Berufsleben universell einsetzbar zu sein (personelle Veränderungsfähigkeit) und sich schnell in neue Themen einzuarbeiten.



Abbildung 2: Foto der Arbeitsumgebung zur Durchführung des Planspiels „Production Trainer“ in der IFA Lernfabrik

4. Prüfung

Aufgrund der Planungsunsicherheit im Wintersemester 2020/2021 bzgl. der Durchführung von Präsenzklausuren an der LUH hat die Prüfung der Veranstaltung erstmals als elektronische Klausur über die Lehrplattform LUH-Ilias stattgefunden. Der initiale Erstellungsaufwand der Klausurfragen sowie die reibungslose Abwicklung der Prüfung über eine digitale Lehrplattform waren groß. Als wesentliche Lessons Learned kann dabei der Erfahrungsaustausch innerhalb des Institutes, der Maschinenbau-

Fakultät sowie mit Instituten anderer Fakultäten der LUH betrachtet werden. Erst dieser hat die kurzfristige Umstellung des Prüfungsmediums ermöglicht. Die Absprache mit anderen Prüfenden an der Hochschule im Rahmen von Lehraustauschformaten hat somit wesentlich zu diesem Wandel beigetragen. Die Erfahrungen mit dem Prüfungsformat und der Lehrplattform wurden in den folgenden Semestern bei der Umsetzung der E-Klausur (Open-Book-Prinzip) berücksichtigt. Das Prüfungsformat wurde seitdem beibehalten. Dieses enthält Single- und Multiple-Choice-Fragen, Freitext-

sowie als Lückentext gestaltete Anwendungsaufgaben für Rechnungen und Prozessanalysen. Die Anforderungen vergangener Klausuren waren auf die Wissenswiedergabe fokussiert, wohingegen die E-Klausur einen größeren Anteil an Anwendungsaufgaben beinhaltet.

Die Umstellung des Prüfungsformats hatte demzufolge auch eine inhaltliche Umstellung der Fragen und dem Lernverhalten der Studierenden zur Folge und wurde bis dato nicht in der Durchführung der Lehrveranstaltung berücksichtigt. Der Wechsel vom Auswendiglernen zu Verständnis- und Transferfragen durch die Prüfungsgestaltung muss weiterhin stark unterstützt werden. Diesen Umstand gilt es durch den Einsatz des Constructive Alignments zu beseitigen bzw. zu mildern. Auf die anstehende E-Klausur wurde bereits frühzeitig im Verlauf der Veranstaltung Bezug in der Vorbereitung genommen. Eine umfassende Klausursprechstunde soll den Studierenden den Umgang mit der Lehrplattform sowie der Art der Fragestellungen näherbringen. Dabei wird den Studierenden eine beliebig oft wiederholbare Probeklausur unter Realbedingungen zur Verfügung gestellt und eingangs gemeinsam besprochen. Im Rahmen des Programms „Pro Lehre“ der hochschulinternen Lehrentwicklung konnten die Qualität der Prüfungsfragen erhöht und die Missverständlichkeit von Formulierungen verringert werden.

Dies gilt es im Anschluss an die Prüfung zu evaluieren und hinsichtlich der Prüfungsanforderungen in Bezug auf die Lernziele der Veranstaltung anzupassen.

5. Evaluation und Erfahrungen aus dem laufenden Semester

Die Integration einer Semestersprechstunde zum aktiven Einbinden von Feedback durch Studierende ermöglichte leichte Anpassungen des Konzepts für die ausstehenden Termine des aktuellen Semesters. So konnte das Feedback der Studierenden zur Anwendung der in Kapitel 3 angesprochenen Fußnotenreferate direkt eingeholt werden. Diese haben aufgrund der hohen Anzahl den Zeitrahmen eines Vorlesungstermins stark verschoben. Die gewonnene Erkenntnis daraus ist eine zukünftig

gezieltere zeitliche Planbarkeit durch die Vorgabe von Präsentationslimits. Zudem muss der Inhalt zur Anwendung der Methodik geeignet sein. In diesem Fall war diese Voraussetzung nicht ohne Weiteres gegeben, da die Studierenden durch die Vorlesungsunterlagen nicht auf die Erklärungen in den Fußnotenreferaten angewiesen waren und nach eigener Angabe nicht aufmerksam den Referaten folgen mussten.

Es ist festzuhalten, dass selbst kleine Veränderungen in der Lehrveranstaltung große Auswirkungen auf die Wissensvermittlung haben können. Dies bedarf nicht zwingend einer Änderung der Vorlesungsinhalte. Die Interaktion mit den Studierenden und die Integration der Praxiseinheiten sind nach eigenen Erfahrungen und dem Feedback der Studierenden positiv zu bewerten und sollen für die kommenden Semester beibehalten werden. Die derzeitige Prüfung in Form einer Klausur (unabhängig vom Medium) kann fast ausschließlich Fachkompetenz und nur wenig Methodenkompetenz berücksichtigen. Das ist insofern schwierig, als dass es eine Inkonsistenz im Rahmen des durchgängigen Constructive Alignment darstellt. Die Umsetzung der anderen Constructive Alignment-Elemente hat nach dem Feedback der Studierenden und der Lehrhospitation gut funktioniert.

6. Fazit und Ausblick für zukünftige Semester

Das Konzept des Constructive Alignments hat gute Ergebnisse erzielt und die Qualität der Lehrveranstaltung sowie die Motivation der Studierenden gesteigert. Daher soll die Umsetzung des Konzepts auch in den folgenden Semestern fortgesetzt werden. Es hat sich gezeigt, dass bereits kleine Veränderungen in der Wissensvermittlung die Attraktivität von Veranstaltungen steigern können. Allerdings muss die Methodik in Abhängigkeit des jeweiligen Feinziels (vgl. Kapitel 1) gewählt werden. Zukünftig sollen die Lernziele noch exakter formuliert werden, sodass die Methodenauswahl für die jeweiligen Inhalte der Vorlesung präziser erfolgen kann. Zusätzlich kann auf die Erfahrungen von Dozierenden und Hospitierenden sowie das Feedback der Studierenden für

die fortlaufende Lehrgestaltung zurückgegriffen werden. Ebenso wird Studierenden in Zukunft die Teilnahme an Forschungsstudien in der IFA Lernfabrik im Bereich Produktionssystemgestaltung und Lernverhalten angeboten, sodass diese sich neben der industriell praxisbezogenen Seite auch mit der wissenschaftlich praxisbezogenen Seite beschäftigen können. Erste Ergebnisse konnten bereits in einer Vorstudie erzielt werden [6].

Die Integration inhaltlich und methodisch geeigneter Gastvorträge zur Stärkung des Leitspruchs *Theoria cum praxi* stellt eine Kernaufgabe für die kommende Semesterplanung dar. Der gegenwärtige Gastvortrag ist inhaltlich interessant und beliebt bei Studierenden, fügt sich jedoch nicht auf natürliche Weise in das Constructive Alignment der Veranstaltung ein und stellt keinen Bestandteil der Prüfung dar. Die derzeitige Prüfung bietet das Potenzial, durch zusätzliche Teilleistungen erweitert zu werden, um somit auch Aspekte der Methodenkompetenz noch gezielter zu kontrollieren. Die Konzeption von Fragestellungen bedarf im Bereich der Wissenswiedergabe besonderer Sorgfalt bei einer Open-Book-Klausur. Diese könnten ggf. in den Workshop integriert werden und somit eine Möglichkeit zur Überprüfung der kognitiven Lernziele *Beurteilung* und *Schaffen* (Lernzielebenen 5 und 6, vgl. Abbildung 1) bieten.

Häufig basieren die Lehrplanung und das Lehrkonzept von Veranstaltungen auf autodidaktischen Kenntnissen. Aus diesem Grund wird die Teilnahme an hochschulinternen Angeboten zur Verbesserung der Qualität in den Lehrveranstaltungen für alle in der Hochschullehre beschäftigten Personen empfohlen. Ebenso ratsam ist der Austausch mit Dozierenden aus anderen Fachbereichen, da diese häufig eine methodisch geprägte statt einer rein inhaltlichen Perspektive auf die Lehrveranstaltung haben.

Literatur

- [1] Biggs, J.; Tang, C. (2011): *Teaching for Quality Learning at University*, Open University Press, New York.
- [2] Krey, M. (2022): *Workshop Lehre planen*, Leibniz Universität Hannover, Hannover.
- [3] Anderson, L. W.; Krathwohl, D. (2001): *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing – A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Addison Wesley, Boston.

- [4] Stangl, W. (2021): Stichwort: 'erfahrungsbasiertes Lernen – Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik'. Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik. <https://lexikon.stangl.eu/14476/erfahrungsbasiertes-lernen> (Aufruf: 22.06.2022).
- [5] Hingst, L.; Park, Y.-B.; Nyhuis, P. (2021): Life cycle oriented planning of changeability in factory planning under uncertainty in proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics (CPSL 2021), Hannover.
- [6] Ast, J.; Möhle, J.; Bleckmann, M.; Nyhuis, P. (2022): Preliminary Study in a Learning Factory on Functional Flexibility of the Workforce (March 31, 2022). Proceedings of the 12th Conference on Learning Factories (CLF 2022), Singapur.