

„Hör ich da ein leises „mimimi? Die Nacht ist doch noch lang...“ – Wie komplexe extra-curriculare Projekte durch gezielte Verbindungen mit curricularen Elementen zu einem einzigartigen Lernergebnis führen können!

Beitrag zum „Tag der Lehre 2020“ und Vorschlag für den Lehrpreis 2020 von Prof. Dr. Dirk Reith

Einleitung

Siegburg, Am Turm 42, ein beliebiger Tag im Frühsommer um 01:32 Uhr morgens¹. Fünf Personen in schwarzer Kluft beugen sich in grellem Scheinwerferlicht über den Patienten, dessen ‚Verletzung‘ sich wie so oft durch eine Überbeanspruchung beim Sprinten einfach irgendwie ergeben hat. - „Wieso ist nur das Getriebe vorne rechts trocken gelaufen?“, sagt der eine zur anderen, während er ihr mit ölverschmierten Händen nach einer Not-OP ein kleines Zahnrad reicht. „Ich hab’ Dir gleich gesagt, dass die Toleranzen zu knapp bemessen waren.“, kommt nach kurzer Prüfung die prompte Antwort. „Quatsch, wir hätten die Planeten nur nicht aus Titan fertigen sollen. Oder es liegt an der Schrägverzahnung, aber bestimmt nicht an den Fertigungsmaßen.“, könnte eine weitere Replik sein...

... die eins von Hunderten, „kleinen“, praktischen Problemen des Formula Student Teams „BRS Motorsport“ der H-BRS beschreibt – und sehr realistisch demonstriert, mit welchem Biss und Eigenantrieb (Stichwort „intrinsische Motivation“) unsere Studierenden daran arbeiten, kursbasiert Erlerntes in praktische Meisterwerke zu verwandeln. Die Darstellung der obigen Szene ist keinesfalls übertrieben, denn ich war oft genug selbst dabei: in unserer Werkstatt in Siegburg ebenso wie in Italien, Ungarn, Spanien oder am Hockenheimring bei den sommerlichen Events, die Studium zum Erlebnis bis hin zur Völkerverständigung machen. Wenn bis zu 100 Teams aus der ganzen Welt zusammenkommen um gemeinsam in freundschaftlicher Atmosphäre diesen besonderen Geist des Moments und des wertschätzenden Wettstreits zu entwickeln, dann weiß man als Lehrender und „Faculty Advisor“, dass man hier *das Richtige tut* und einen besonderen Schatz vorfindet, den es mit voller Kraft durch eigene Aktivitäten maßgeblich zu unterstützen gilt.

Das im Folgenden präsentierte Lehrkonzept stellt den großen Rahmen und die darin enthaltenen Elemente vor, die von mir in den vergangenen 7 Jahren ausgehend von den Herausforderungen eines komplexen, extra-curricularen Wettbewerbsprojekt sukzessive entwickelt wurden. Die Formula Student dient hierbei nur als konkretes Beispiel des Konzepts, das in ähnlicher, zu adaptierender Weise weitgehend übertragbar wäre.

Einordnung

Aktuelle Untersuchungen im MINT-Bereich zeigen deutlich, dass **Relevanz, Leidenschaft und Fähigkeiten in der Praxis** - nicht Noten - für den Studienerfolg, den Eintritt in den Arbeitsmarkt oder die Gründung von Unternehmen von herausragender Bedeutung sind [1]. Im Gegensatz zu herkömmlichen Lehrmethoden umfassen moderne Konzepte in Disziplinen wie der BWL, der Informatik oder den Natur- und Ingenieurwissenschaften daher **problembasierte Lernansätze** [2], die die Möglichkeit bieten, Projektkurse in den Lehrplan aufzunehmen. Als Schritt darüber hinaus entstanden in den letzten Jahren fächerübergreifend große internationale Wettbewerbsformate², die Aufgaben bieten, welche durch ihre Komplexität und Größe nicht in alleinstehenden curricularen Kursformaten integriert werden können. Dies ergibt sich oftmals schon aus der Tatsache heraus, dass sie häufig von branchenbezogenen Konsortien³ organisiert werden um eine andere Bildungsperspektive zu erreichen – nämlich eine, die die Handlungskompetenz (bzw. „**employability**“) ins Zentrum der Aufgabe rückt. Solche Projekte legen auf natürliche Weise Wert auf ein tieferes Verständnis von Fachkenntnissen, betonen jedoch vor allem den Transfer zu praktischen Lösungen.

Da der Ursprung nicht bei den Hochschulen liegt, basiert die Teilnahme an solchen Wettbewerben in erheblichem Maße auf dem Engagement und der Selbstorganisation der Studierenden. Hierdurch wird ein einzigartiges Niveau an Anspruch und Eigenverantwortung geschaffen, das nur durch eine sehr hohe Motivation entflammt werden kann [3]. Da solche Großprojekte aus Sicht der Hochschule erhebliche Benefits bieten (s.u.), liegt es nahe, sie bewusst zu fördern um den Fortbestand und kontinuierliche Verbesserungen zu erreichen. Hier kann (neben finanziellen und räumlichen Ressourcen) vor allem die **Kombination von Elementen innerhalb und außerhalb des Lehrplans** erheblich helfen, die Arbeitsbelastung der Studierenden auf ein realisierbares Niveau zu senken. Wenn eine möglichst nahtlose Integration gelingt, verbessern sich die Lernerfahrungen, was wiederum erheblich dazu beiträgt, die Motivation und Produktivität der Projektmitglie-

¹ ... in einem beliebigen Jahr außer 2020...

² Andere Beispiele: Hyperloop Pod Challenge, World Solar Challenge, SAE AeroDesign, Chem-E-Car Competition

³ z.B. für die Formula Student Germany vergleiche: <https://www.formulastudent.de/partners/>

der hoch zu halten. Der Kern des Lehrkonzepts besteht deshalb darin, nach Analyse der speziellen Erfordernisse des Formula Student-Wettbewerbs kreative Lösungen und teils auch neuartige Formate zu finden, welche intra- und extra-curriculares Lernen ideal verbindet. Besonders wichtig ist mir hierbei, dass die Hochschule das sehr wertvolle informelle Lernen [4] und Wissen, welches extra-curricular erworben wurde, in einen formellen Zusammenhang stellt und leistungsorientiert anerkennt. Die Hochschule kann somit, auf Basis eines gremiengepflichten Zertifikats, nach außen die zweifelsfrei **erhöhte Berufsfähigkeit** objektiv attestieren.

Um die wesentlichen Herausforderungen der Formula Student (FS) und damit die erfolgten Lehrmaßnahmen besser verstehen und einordnen zu können, nun einige Basisfakten: Die FS ist ein weltweiter Design- und Konstruktionswettbewerb, bei dem produktorientiertes technisches Denken durch die Entwicklung und Herstellung eines Monoposto-Rennwagens trainiert werden; insgesamt gilt es dabei, drei statische und vier dynamische Teildisziplinen zu bewältigen. Das stets englischsprachige Reglement wird von der Society of Automotive Engineers (SAE) [5] festgelegt. Unser BRS-Motorsport-Team wurde bereits 2008 gegründet. Heute ist es eine multidisziplinäre Gruppe mit rund **60-70 Studierenden aus drei Fachbereichen und allen Altersstufen**, was eine sehr heterogene Gesamtheit darstellt und somit aufgrund der verschiedenen Denkansätze und Erfahrungslevel eine ganz eigene Herausforderung als auch eine Chance beinhaltet. Das Team tritt seit 2014 mit wiederholt großem Erfolg⁴ in der FS-Electric-Klasse an und baut jedes Jahr ein Fahrzeug mit einem reinen Materialwert um 40.000 Euro, was ohne eigenes Sponsoring⁵ nicht zu bewältigen wäre. Das Projekt passt thematisch hervorragend zum **H-BRS-Schwerpunktthema Nachhaltigkeit** in Forschung (Effiziente Mobilität/TREE) und Lehre (Blaue Schiene). Die Teilnahme an einem so anspruchsvollen Wettbewerb stellt das Team vor eine Vielzahl harter Problemfelder (z.B. Hochvolt-Batteriezellen, Aerodynamik, Ansteuerung der vier Radnaben-Motoren/Torque Vectoring, Energiemanagement), von denen die meisten nur über einen längeren Zeitraum gut gelöst werden können. Um dazu beizutragen, dies neben dem regulären Studium zu bewältigen und gleichzeitig mehr Output zu erzeugen, entstand dieses Lehrkonzept.

Kurz-Zusammenfassung des Lehrkonzepts

Aufgrund der hohen Komplexität der Aufgaben ist es notwendig, dass sich Studierende über mehrere Jahre am Projekt beteiligen, um genug Erfahrung zu sammeln, Themenbereiche meistern zu können. Jedes Jahr müssen hochspezialisierte Kenntnisse der IT, Physik (elektrisch und mechanisch) und der Fertigungstechnik erworben und angewendet werden. Darüber hinaus muss der **Wissenstransfer** sichergestellt werden, da die einzelnen Mitglieder im Laufe der Zeit von Studienanfängern zu Alumni reifen und ihre aktive Teilnahme am Projekt dann beenden müssen. Gerade der Wissenstransfer von erfahrenen Teammitgliedern zu Anfängern ist entscheidend, um **über mehrere Jahre wettbewerbsfähig** zu bleiben, da der Gesamterfolg eines FS-Teams von der Ansammlung einer erheblichen Anzahl aktiver Experten abhängt. Dies zu bewerkstelligen erfordert viel mehr als nur technische Fähigkeiten und markiert die Stelle, an der universitäre Hilfe sinnvoll ist – weil auf mittlere Sicht die Professoren und Mitarbeiter die einzig möglichen Konstanten des Projekts darstellen.

Die wichtigsten Elemente des Gesamtkonzepts werden nun im Folgenden kurz und großteils mit Referenzen auf publizierte Langfassungen (peer-reviewed) aufgelistet, um nicht den Rahmen zu sprengen. Es sei dabei nochmals betont, dass nicht alle Formate direkt in bestehende Curricula integrierbar sind, da nicht alle benötigten Kompetenzen (Methodenkompetenz, „soft skills“, ...) sich auf curriculare Bestandteile abbilden lassen. Dies macht u.a. aber den Reiz dieses Lehrangebots aus, das nur in seiner integralen Wirkung betrachtet und verstanden werden kann – und sehr gut angenommen wird [6,7]. Es sollte auch erwähnt werden, dass einige intra-curriculare Elemente bisher primär für die Studierenden des FB 03 zur Verfügung stehen, diese aber als Blaupause für die Ausweitung auf die anderen beteiligten FBs 01 und 02 dienen sollen.

- Einführung einer „**Race Academy**“ (seminaristisch, idR. wöchentlich), die den Wissenstransfer strukturiert und organisiert: Hier werden ältere Teammitglieder von mir methodisch-didaktisch darin geschult, ihr Wissen effektiv an jüngere Teammitglieder weitergeben zu können. Dies führt oftmals dazu, dass neben den neuen didaktischen Kenntnissen auch das fachliche Verständnis auf ein neues Niveau gehoben wird, weil es zur Wissensweitergabe neu aufbereitet und tiefer verstanden werden muss [6].
- Entwicklung und Umsetzung eines innovativen, **moderierten „Peer-Teaching“-Lernansatzes** (Weiterentwicklung von z.B. [8]) anhand von (i) teaminternen, selbstentwickelten Fachschulungen (alle FB) und (ii) von curricularen Bachelor-Projektmodulen des FB EMT: Hier geht es vor allem darum, abgeschlossene kleinere Entwicklungsaufgaben vollständig zu lösen und gleichzeitig die Kunst des Projektmanagements an einem überschaubaren, praktischen Beispiel zu vermitteln [9].
- Einführung von regelmäßigen (halbjährlichen, idR. zweitägigen) **Teamentwicklungs-Workshops** und Teamleitungs-Workshops, um Führungs- und Moderationstechniken zu vermitteln und anzuwenden.

⁴ <https://brsmotorsport.de/erfolge/>

⁵ <https://brsmotorsport.de/partner/>

- Regelmäßiges Einbeziehen von Alumni durch sogenannte „**Design-Reviews**“ und bei den Teamentwicklungsworkshops, nach dem Best-Practice-Vorbild anderer, befreundeter Teams [10].
- Entwicklung und Umsetzung **neuer curricularer Module**, in denen die Studierenden als fachliche Experten (Dozenten) auftreten und gleichzeitig von mir in Präsentationstechniken geschult werden.⁶
- Einführung eines „**Racing Engineer Zertifikats**“, welches langjährigen Leistungsträgern nach objektiven Kriterien mit ihrem Studienabschluss ein offizielles Hochschul-Zusatzdiplom beschert und damit wesentliche Teile des extra-curricular Erlernten bewerbungsrelevant⁷ bescheinigt [7].

Die m.E. leicht übertragbaren zentralen Pfeiler des Konzepts sind also einerseits die zielgerichtete Gestaltung von Wissenstransfer und andererseits die Schaffung einer formellen Anerkennung von extra-curricularen Lerninhalten, die teilweise von mir ergänzt und systematisiert hinzugefügt wurden. Im Ganzen sollte deutlich geworden sein, dass die Handlungskompetenz und damit die Berufsfähigkeit unserer Studierenden im Zentrum der sehr unterschiedlichen Elemente des Lehrkonzeptes stehen. Dies kann nur durch die Stärkung der zugrundeliegenden Felder der methodischen-didaktischen, sozialen und persönlichen Kompetenz ermöglicht werden, die nicht fachspezifisch sind und somit FB-übergreifend wirken. Die technischen Mittel – wichtig gerade jetzt in Corona-Zeiten – sind dabei immer auf dem modernsten Stand, da die Studierenden aus Effektivitätsgründen stets selbst **neue Tools** ausprobieren und nach positiver Testphase ausrollen (z.B. CMS, Entwicklungsumgebungen/-konverter für technische Tools, owncloud, MS Teams (lange vor Corona), github oder discord). Dazu kommen schließlich Komponenten, die man nicht per Rezept verordnen kann, sondern die sich als Summe aller Puzzleteile erst ergeben: Der „Formula-Student-Spirit“, das Erlebnis, das Commitment – oder zusammengefasst: **Persönlichkeitsentwicklung**. All das wirkt innerhalb wie außerhalb der Hochschule im besten Pestalozzi’schen Sinne des Lernens mit „Kopf, Herz und Hand“. Es kann wohl ohne Übertreibung gesagt werden, dass sich unser FS-Team **vorne befindet** und zu einer eigenen Marke entwickelt hat, die für die Außenwirkung der Hochschule überaus positiv ist. Dies muss es sich jedoch immer aufs Neue hart erkämpfen und ist durch den natürlichen Wechsel durchaus fragil – deshalb dieses adaptive Lehrkonzept!

Besondere Benefits für die Studierenden, die Unternehmen und für die Hochschule

Die Studierenden lernen - in Abgrenzung zu erheblichen selbsterlernten Fachkenntnissen um die es hier an keiner Stelle geht - Kompetenzfelder kennen und beherrschen, die sie in einem regulären Fachstudium nicht erwerben würden. Sie können dies tun in einem weitgehend geschützten Raum unter Peers, bei denen sich der professorale Anteil neben der aktiven fachkompetenten Vermittlung von „soft skills“ im Wesentlichen auf situationsgerechtes Mentoring, Coaching, Supervision und Kooperation konzentriert. Die damit verbundene **Handlungs- und Führungskompetenz** wird nachgewiesenermaßen von den Unternehmen unserer Alumni stark wahrgenommen und wertgeschätzt⁷. Gleichzeitig blieben viele Alumni dem Team beobachtend und beratend erhalten und finden so immer wieder leicht den Weg zurück in die Hochschule. In mehreren Fällen kam es bereits dazu, dass gemeinsame Forschungs- und Dienstleistungsprojekte entstanden sind mit Partnern, die erst durch unsere Alumni auf die H-BRS aufmerksam wurden. Dies hat wiederum für aktuelle Studierende, egal ob Teammitglieder oder nicht, positive Auswirkungen, da solche persönlichen Kontakte die Wege in die Unternehmen stark erleichtern, sei es für Praxissemester, Abschlussarbeiten oder beim Berufseinstieg.

Quellenangaben

- [1] [a] Renninger, K. & Hidi, S.: “The power of interest for motivation and engagement.”. Routledge, New York and London, 2016.
[b] Kitchen, J.A.; Sonnert, G.; Sadler, P.M.: “The impact of college - and university - run high school summer programs on students’ end of high school STEM career aspirations”. Science Education 102 (3), 529-547, 2018.
- [2] Hmelo-Silver, C. E.: “Problem-based learning: What and how do students learn?” - Educational psychology review, Springer, 2004.
- [3] Ryan, R.; Deci, E.: “Facilitating and hindering motivation, learning, and well-being in schools: Research and observations from Self-Determination Theory”. In: Handbook of Motivation at School. Routledge. New York and London, 2016.
- [4] Smith, Mark K.: “Informal learning”. The encyclopaedia of informal education. [URL: <http://infed.org/mobi/informal-learning-theory-practice-and-experience/>. Retrieved: 2019-12-19], 2008.
- [5] SAE International: “Student Events”. URL: <https://www.sae.org/attend/student-events/>, Retrieved: 2019-12-21
- [6] Reith, D., Haedecke, T., Schulz, E., Langel, L., Gemein, L., Groß, I.: “The BRSU Race Academy: A tutored peer-teaching learning approach”. IEEE Interactive Collaborative Learning 2016, Conference Proceedings, Springer, 2016.
- [7] Reith, D., Blume, C., Grein, M., Haedecke, T., Könemann, D., Malschützky, M.: “Sustaining complex projects by linking in- and off-curriculum elements: The BRSU Racing Engineer Certificate “, IEEE EDUCON 2020 Proceedings, 2020.
- [8] Falchikov, N.: “Learning Together: Peer Tutoring in Higher Education”, Routledge, 2001.
- [9] [a] Reith, D., Haedecke, T., Schulz, E., Langel, L., Gemein, L., Groß, I.: “Practical undergraduate projects within the BRSU Race Academy: An example for conducting a new tutored peer-teaching learning approach“, IEEE EDUCON 2017 Proceedings, 2017.
[b] Reith, D.; Bachmeier, C.; Groß, I.: “Be an engineer right from the start”, IEEE EDUCON 2015 Proceedings, 2015.
- [10] Team TU Delft, Netherlands / Team Global-Formula-Racing, Corvallis (USA) & Friedrichshafen (Germany): “Successful FSC Participation”. FSG Academy Workshop, Sindelfingen, 2015.

⁶ Konkret: Diverse, studiengangübergreifende Module im FB EMT (sog. „E-Module“) auf fortgeschrittenem Bachelor-Niveau

⁷ Dies wurde durch Umfragen abgefragt und wissenschaftlich verifiziert und publiziert, vgl. [6] und [7]