

virTUro – Wie die virtuelle Realität die Lehre bereichern kann

Mit dem Lehr- und Lernprojekt virTUro werden neue Wege in der universitären Ausbildung von Schienenfahrzeugtechnikern beschritten.

MARTIN KACHE | KARIM BENABDELLAH

An der Professur für Technik spurgeführter Fahrzeuge (TSF) entwickeln Studierende ihr eigenes virtuelles Schienenfahrzeug. In der Lehre ergeben sich damit neue Möglichkeiten, interdisziplinäres Denken der Studierenden zu fördern und die in den Lehrveranstaltungen erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten zielgerichtet anzuwenden und weiter zu vertiefen. Der Beitrag erläutert die Genese des Projektes virTUro und beschreibt die Vorteile, die die Nutzung von Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) bei der Ausbildung von Ingenieuren für Schienenfahrzeugtechnik haben kann.

Die akademische Ausbildung von Ingenieuren für Schienenfahrzeugtechnik ist von vielfältigen Herausforderungen geprägt. Einerseits stellen Schienenfahrzeuge hochentwickelte und technisch sehr komplexe Konstruktionen dar, sodass theoretische Kenntnisse auf hohem Niveau vermittelt werden müssen. Andererseits ist aber auch ein hoher Praxisbezug unabdingbar, um den Studierenden einen möglichst erfolgreichen und frustrationsarmen Einstieg in ihr Berufsleben zu ermöglichen. Bei der Wahl einer Studien- bzw. Vertiefungsrichtung spielen häufig auch emotionale Faktoren eine Rolle. Nur wenn es gelingt, die Studierenden zu begeistern oder zumindest



Abb. 1: virTUro Designhülle

ihr Interesse an einem Studienfach zu wecken, wird es möglich sein, mehr Absolventen im Bereich der Schienenfahrzeugtechnik zu generieren. Die Diskrepanz zwischen der „Auto-“ und der „Eisenbahnwelt“ ist dabei auch an der Universität spürbar. So werden Studierenden der Kraftfahrzeugtechnik im Rahmen des Studiums recht spektakuläre Möglichkeiten geboten, ihre Studienobjekte im Wortsinne zu „erfahren“ und ausgiebig zu untersuchen oder gar zu testen. Unsere Branche tut sich demgegenüber recht schwer. Selbst die Möglichkeit einer Führerstandsmitfahrt ist heute bei weitem nicht allen Studierenden der Schienenfahrzeugtechnik vergönnt, obwohl das Interesse daran sicherlich vorhanden wäre.

Aufgrund des Volumens und der Masse unserer potenziellen Anschauungsobjekte ist es in der Regel nicht möglich, ganze Fahrzeuge oder größere Baugruppen in Laboren unterzubringen und damit für die Lehre verfügbar zu machen. Die Lehrveranstaltungen können deshalb sinnvoll durch Exkursionen zu Werkstätten oder Produktionsstätten ergänzt werden. Allerdings ist es auch im Rahmen von Exkursionen nicht immer möglich, alle technischen Details in dem Umfang zu zeigen, wie es ggf. wünschenswert wäre. Abhilfe kann hier durch die Nutzung der VR geschaffen werden, die die Lehre in zweierlei Hinsicht bereichern kann.

Nutzen der VR in der Lehre

Der offensichtliche Vorteil bei der Nutzung von VR im Kontext universitärer Lehre ist die Erhöhung der Anschaulichkeit. Mithilfe der VR ist es möglich, große Objekte „virtuell“ in den Hörsaal zu bringen und für Studierende „erfahrbar“ zu machen. Aufbau, Anordnung und teilweise auch die Interaktion komplexer Baugruppen erschließen sich durch die Nutzung geeigneter VR-Szenen nahezu intuitiv. Hinzu kommt, dass Studierende mit einer technischen Vorbildung (sei es durch eine Berufsausbildung oder durch den Besuch eines Technischen Gymnasiums) heute in der Minderheit sind. Die Fähigkeiten zur Interpretation technischer Darstellungen sind deshalb unter Studierenden sehr unterschiedlich ausgeprägt. Die Nutzung von VR kann dazu beitragen, die beschriebenen Defizite auszugleichen und insbesondere den Studierenden mit weniger gut ausgeprägtem räumlichen Vorstellungsvermögen zu wichtigen Erkenntnissen zu verhelfen.

Ein weiterer Aspekt bei der Nutzung von VR in der Lehre ist die verbesserte Möglichkeit der Wahrnehmung von Selbstwirksamkeit bei den Studierenden. Wenn diese im Rahmen von Übungen Objekte selbst entwerfen, gestalten und konstruieren, können sowohl die Motivation zur als auch die (kritische) Reflexion bei der Arbeit verbessert werden, wenn die Objekte in eine VR-Umgebung überführt und dort erfahrbar gemacht werden.

An der Professur für TSF der TU Dresden wurde im Mai 2015 mit virTUro von den Autoren dieses Beitrages ein Lehr- und Lernprojekt initiiert, das sich die genannten Vorteile der Nutzung von VR zunutze machen möchte.

Lehr- und Lernprojekt virTUro

Der Grundgedanke hinter virTUro ist es, die Studierenden der Schienenfahrzeugtechnik zu befähigen, ihr eigenes (virtuelles) Triebfahrzeug zu entwickeln. Die Basis dafür bildet eine in Zusammenhang mit einer studentischen Designerin entwickelte Fahrzeughülle (Abb. 1), die die äußere Form des Fahrzeuges definiert und damit den Rahmen absteckt, innerhalb dessen die Studierenden ihrer Kreativität freien Raum lassen können. [1]

Das Projekt ist so angelegt, dass die Studierenden semester- und jahrgangsübergreifend in Arbeitsgruppen zusammenarbeiten und sich dabei, basierend auf ihrer eigenen Initiative und geleitet von ihren fachlichen Interessen, selbst Komplexaufgaben suchen, die sich aus der Weiterentwicklung der Konstruktion ergeben. Die Arbeit bei virTUro findet studienbegleitend statt und bietet die Möglichkeit, das in den Lehrveranstaltungen erworbene Wissen unmittelbar anzuwenden und zu vertiefen. Die bearbeiteten Ingenieuraufgaben erreichen dabei eine Komplexität, die in dem bei regulären Lehrveranstaltungen vorgegebenen neunzigminütigen Zeitrahmen nicht unterzubringen wäre. Die Mitarbeit bei virTUro ist derzeit fakultativ, es besteht jedoch die Möglichkeit, im Rahmen der im Curriculum vorgesehenen studentischen Projekt- oder Forschungsarbeiten Leistungspunkte zu erwerben. Künftig werden projektbezogene Studienarbeiten in einigen Modulen der neuen Studienordnung verankert sein.

Ziel der Gruppenarbeit ist in letzter Instanz immer die Entstehung von CAD-Baugruppen, die



Abb. 2: Betrachter des Modells im VR-Labor der Professur TSF

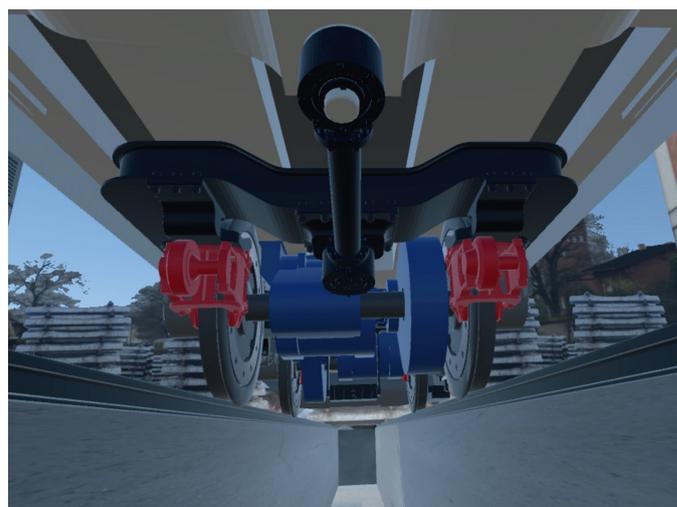


Abb. 3: Betrachterperspektive aus der Wartungsgrube in der VR-Szene

das bestehende Modell ergänzen und schließlich in die virtuelle Realität übertragen werden. Das Spektrum reicht dabei von Konstruktionen, die lediglich hinsichtlich ihrer Abmessungen „plausibel“ und „wohlproportioniert“ sein müssen, bis hin zu vollständig ausgelegten und im Rahmen der im akademischen Kontext vorhandenen Möglichkeiten nachgerechneten Baugruppen.

Derzeit existiert eine auf der Plattform Unity basierende VR-Szene, die es den betrachtenden Personen erlaubt, sich mithilfe einer VR-Brille (bspw. „HTC-Vive“) auf dem Außen Gelände einer imaginären Werkstatt zu bewegen (Abb. 2). An zentraler Stelle steht dort die virtuelle Lokomotive und kann auf drei verschiedenen Ebenen erkundet werden. Es ist damit möglich, das Fahrzeug zu umrunden, von unten zu inspizieren (Abb. 3) und auf der Ebene der Führer- und Maschinenräume zu durchwandern. Die Studierenden haben somit die Möglichkeit, ihre eigenen Konstruktionen und deren Interaktion mit anderen Baugruppen sehr realitätsnah zu erleben, was sich sehr motivierend auswirkt. Es ist in der VR zudem ohne weiteres möglich, den inneren Aufbau von Baugruppen zu studieren, indem diese im virtuellen Raum durchdrungen werden. Der Aufbau der VR-Szene gestattet es zudem, die funktional gruppierten Komponenten des Fahrzeuges selektiv ein- und auszublenden und damit zusätzlich das Verständnis für die konstruktiven Zusammenhänge zu vertiefen (Abb. 4).

Die Betreuung des Projektes birgt auch gewisse didaktische Herausforderungen und so stellt virTUro für alle Beteiligten eine Art „Spielwiese“ zum Experimentieren mit verschiedenen Methoden dar. So gab es am Anfang der Projektarbeit die Idee, die Arbeitsinhalte vollkommen frei wählen zu lassen und die Studierenden in nur im Falle expliziter Rückfragen zu unterstützen. Dies hat sich jedoch als nur bedingt praktikabel herausgestellt, weil die Trennung von Wesentlichem und Unwesentlichem

sowie die qualifizierte Schätzung von Parametern teilweise mangels praktischer Erfahrung schwierig war und teilweise der sprichwörtliche Wald vor lauter Bäumen nicht mehr gesehen wurde. Im Gegensatz dazu wurden auch Konzepte einer sehr engmaschigen Betreuung ausprobiert, die sich nicht zuletzt aufgrund der geringen Zeitressourcen der wissenschaftlichen Mitarbeiter für zusätzliche Lehrveranstaltungen wie virTUro nicht bewährt haben. Es hat sich gezeigt, dass die klare Kommunikation der gegenseitigen Erwartungshaltungen zwischen Studierenden und Lehrenden, die Definition erreichbarer Zwischenziele sowie die effiziente Einarbeitung von Projektneulingen wichtige Schlüsselfaktoren für die gemeinsame Projektarbeit sind.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der an dem Projekt beteiligten Studierenden

konnten einige wichtige Teilprojekte vorangetrieben werden, von denen im Folgenden drei beispielhaft grob umrissen werden sollen. Bezüglich weiterer Teilprojekte sei an dieser Stelle auf den Projekt-Blog verwiesen [2].

Aufbau der VR-Szene

Der Entwurf und Aufbau einer geeigneten VR-Szene mithilfe von Unity war das Thema eines Großen Beleges [3], der im Rahmen von virTUro angefertigt wurde. Das Resultat war die im vorherigen Abschnitt beschriebene VR-Szene sowie die Etablierung eines Prozesses zur Überführung der CAD-Daten in die virtuelle Realität. Dies erwies sich als große Herausforderung, da die Anforderungen, die die unterschiedlichen Programme an die Modelle stellen, durchaus voneinander abweichen.



Abb. 4: Teilausgeblendetes Fahrzeugmodell in der VR-Szene

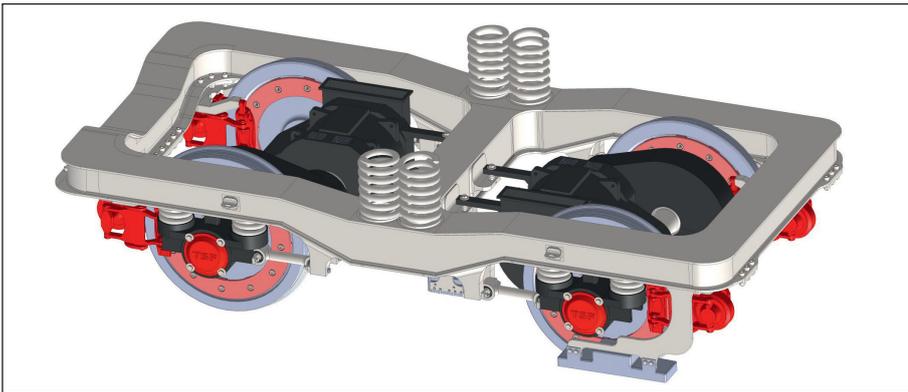


Abb. 5: virTUro Drehgestell mit im Projekt entwickelten Komponenten

Konstruktion der Drehgestelle

Die Konstruktion der Fahrwerke erfolgte über einen vergleichsweise langen Zeitraum und umfasste wiederum verschiedene Teilprojekte, wie z.B. die Berechnung der Radsatzwellen oder die Modellierung der Zug-Druck-Stangen für die Zugkraftanlenkung. Besondere Erwähnung verdient die Konstruktion eines Drehgestellrahmens (Abb. 5) und die Durchführung eines statischen Festigkeitsnachweises für diesen (inklusive der wichtigsten Schweißnähte) mithilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) [4].

Modellierung des Führerstandes

Der Führerstand ist neben dem Antriebsstrang ein zentraler Bestandteil von Triebfahrzeugen. Die Entwicklung eines eigenen Führerstandes für virTUro wurde deshalb priorisiert und im Rahmen einer Belegarbeit angegangen. Hierbei galt es, zunächst zu analysieren, welche Elemente ein Führerstand neben dem eigentlichen Führerpult noch enthalten sollte. Diese waren zu kategorisieren und anschließend zu konzeptionieren sowie in einem CAD-Programm zu modellieren. Im Ergebnis verfügt die virtuelle Lokomotive über einen komplett eingerichteten Führerstand mit kinematisch schlüssigen Türen und Fenstern sowie diversen Ausstattungsdetails

wie einem Beirahmsitz, Seitenfahrerschaltern sowie Verstaumöglichkeiten für das Personal.

Von der VR zur AR

Eine weitere „Ausbaustufe“ des Projekts ist die Übertragung des Fahrzeugmodells und mehrerer Teilbaugruppen in eine AR-Anwendung. Dabei können Studierende in der Rolle der Lernenden das Fahrzeug und dessen Komponenten mittels einer Smartphone-App erkunden. Durch Fixierung des virtuellen Modells auf einem 2D-Marker können die Studierenden die Baugruppen aus verschiedenen Ansichtspositionen betrachten und nachvollziehen, Funktionsanimationen sind dabei ebenso möglich. Es ist neben der App keine weitere CAD-Software erforderlich, wodurch die App ein sehr niedrigschwelliges Medium darstellt. Diese Anwendung zielt vorrangig auf Übungskontexte ab, in welchem Studierende mit teils sehr unterschiedlichen Vorkenntnissen einen ersten Kontakt mit der Materie schienenfahrzeugtechnischer Konstruktionen herstellen können. Gefördert vom Multimediafonds der TU Dresden findet derzeit die Entwicklung einer prototypischen App (Abb. 6) statt, die gezielt im Übungsbetrieb angewendet werden und das Verständnis zur Funktionsweise von Teilbaugruppen und zur Abstraktion von

Kraft- und Momentenverläufen in Einzelbauteilen unterstützen soll. Eine Anwendung der App-Struktur für andere maschinenbautechnische Bereiche ist in Zukunft denkbar.

Ausblick

Neben der stetigen Weiterentwicklung des Fahrzeugmodells hinsichtlich seiner Tragwerks-, Antriebs- und Bremskomponenten, der Gestaltung von Bedienelementen und weiterer Teilsysteme ist besonders die Weiterentwicklung der VR hinsichtlich der Ausgestaltung, der Nutzernavigation mittels Handcontroller und der Animation von Baugruppen ein wichtiges Teilprojekt. Zurzeit beschränken sich die Animationen in der VR-Umgebung lediglich auf das Ein- und Ausblenden von Teilbaugruppen. Mittelfristig ergibt sich mit dieser Funktionalität die Möglichkeit, komplexere Übungen in der VR zu entwickeln. Durch eine Erweiterung der Funktionalitäten, etwa um die Möglichkeit, Objekte auszuwählen, zu greifen und zusammenzufügen, lassen sich ferner Aufgaben erstellen, im Rahmen derer die Studierenden ihre Kenntnisse bezüglich des konstruktiven Aufbaus und der technisch-physikalischen Zusammenhänge vertiefen.

Als Fernziel wird die Verknüpfung der VR mit Simulationsrechnungen angestrebt, sodass beispielsweise Spannungen in Tragwerken unter verschiedenen Belastungsfällen sichtbar gemacht werden könnten. Zudem ist die Ableitung von Fahrzeugvarianten (Hybrid-, Zweikraftlok, Steuerwagen u.a.) von dem bestehenden Modell angedacht. Hier ist virTUro auch künftig auf interessierte und engagierte Studierende angewiesen. ■

QUELLEN

- [1] Kache, M.; Benabdellah, K.; Löffler, G.: „virTUro – Ein Lehr- und Lernprojekt für Schienenfahrzeugtechniker“, in: EI – DER EISENBAHNINGENIEUR, Heft 12/2015, S. 29-33
- [2] Projektblog: virturo.blogspot.com
- [3] Schmidt, T.: „Integration von Virtueller Realität in das Projekt virTUro“, Projektarbeit, 2018, Technische Universität Dresden
- [4] Caratiola, N.: „Festigkeitsnachweis Drehgestellrahmen virTUro“, Studienarbeit, 2019, Technische Universität Dresden

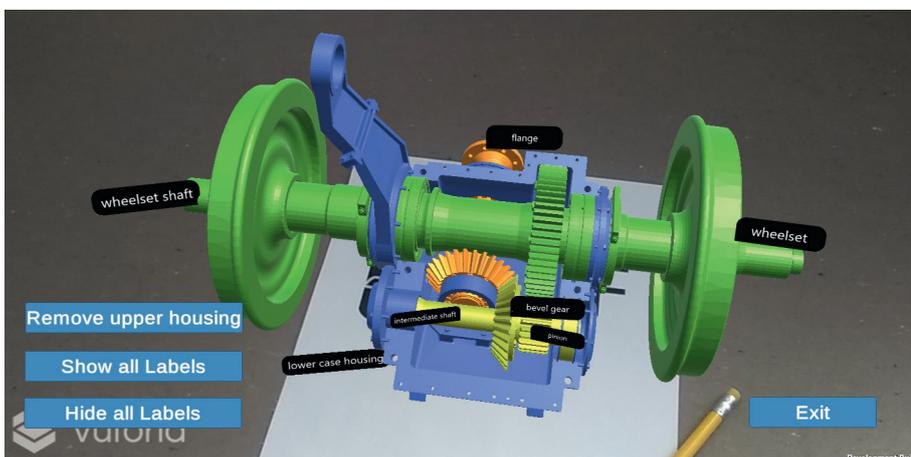


Abb. 6: Screenshot aus der AR-App, auf reales Kamerabild projiziertes 3D-Modell eines Radsatzgetriebes

Quelle aller Abbildungen: Eigene Abbildungen



Dr.-Ing. Martin Kache

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Professur für Technik
spurgeführter Fahrzeuge
TU Dresden, Dresden
martin.kache@tu-dresden.de



Dipl.-Ing. Karim Benabdellah

Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Professur für Technik
spurgeführter Fahrzeuge
TU Dresden, Dresden
karim.benabdellah@tu-dresden.de