

Zurück in die Zukunft: E-Learning wird wieder real

- Toralf, Trautmann, Maschinenbau/Verfahrenstechnik, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, trautmann@mw.htw-dresden.de
- Paul Balzer, Maschinenbau/Verfahrenstechnik, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, balzer@htw-dresden.de

1 Ausgangssituation und Zielgruppe

Die langjährigen Erfahrungen der Professoren im Fachbereich Fahrzeugtechnik haben gezeigt, dass es Studierenden dieser Studienrichtung schwer fällt, die Theorie der fahrdynamischen Zusammenhänge zu verstehen, da es sich um ein abstraktes und schwieriges Thema handelt. Beispielhaft sind nachfolgend die beschreibenden Gleichungen für ein stark vereinfachtes Abstraktionsmodell eines Fahrzeugs genannt.

$$\dot{\beta} = -\frac{c_{\alpha V} + c_{\alpha H}}{m \cdot v} \cdot \beta + \left(\frac{c_{\alpha H} \cdot l_H - c_{\alpha V} \cdot l_V}{m \cdot v^2} - 1 \right) \cdot \dot{\psi} + \frac{c_{\alpha V}}{m \cdot v} \cdot \delta$$
$$\ddot{\psi} = \frac{c_{\alpha H} \cdot l_H - c_{\alpha V} \cdot l_V}{J_z} \cdot \beta - \frac{c_{\alpha H} \cdot l_H^2 + c_{\alpha V} \cdot l_V^2}{J_z \cdot v} \cdot \dot{\psi} + \frac{c_{\alpha V} \cdot l_V}{J_z} \cdot \delta$$

Es ist un schwer zu erkennen, dass sich auf den ersten Blick nicht erschließen lässt, welche Reaktion eine Änderung des Lenkwinkels δ bezüglich der Querdynamik des Fahrzeugs hervorruft. Um diesen Sachverhalt zu verstehen, ist die Begeisterung dafür zweifelsohne das beste Mittel zur Erzeugung intrinsischer Motivation. Für die zukünftigen Fahrzeugingenieure kommt daher ein Fahrzeugmodell (Maßstab 1:5) zum Einsatz, welches die Fahrdynamik direkt vorführt.

2 Umsetzung des Projekts

2.1 Das Modellfahrzeug als Versuchsträger

Grundlage der Lerneinheiten bildet ein Fahrzeugmodell im Maßstab 1:5 (ca. 12 kg schwer), welches mit Sensoren zur Erfassung der Telemetriedaten ausgestattet ist.

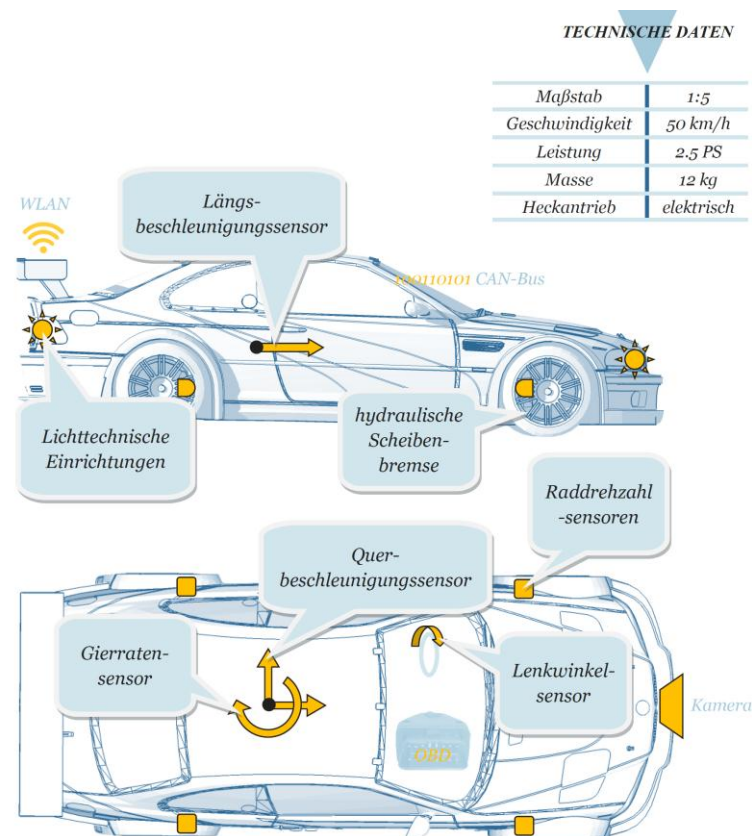


Abbildung 1: Das Fahrzeug mit installierter Sensorik im Detail

Damit lassen sich, wie im richtigen Fahrzeug, verschiedene Fahrerassistenzsysteme realisieren. Umgesetzt ist beispielhaft das Antiblockiersystem ABS¹, die Antriebsschlupfregelung ASR und auch das elektronische Stabilitätsprogramm ESP² (Trautmann, 2009). Sämtliche Funktionen können in ihren Feinheiten (Schwellwerte, Regelgrößen, Reaktionszeit, usw.) verändert und angepasst werden. Dabei ist eine Steuerung über die Webseite <http://go.iSuPia.de>³ möglich. Das Fahrzeug bewegt sich dabei autonom auf einer Versuchsstrecke und kann somit wiederholt vorgegebene Versuchsfahrten durchführen.⁴

¹ Video unter http://www.youtube.com/watch?v=ifj16w_R98c

² Video unter <http://www.youtube.com/watch?v=NpAnzWSTOzg>

³ Vollständiger Umfang des Angebots ist erst nach dem Login zu sehen

⁴ Video unter http://www.youtube.com/watch?v=UHKRYFly_x4

2.2 Vom Realfahrzeug zum E-Learning

Die vom Fahrzeug generierten Daten werden über eine drahtlose Verbindung an einen Server gesendet und von diesem im Internet bereitgestellt. Die Übertragung ist schematisch in Abbildung 2 dargestellt.

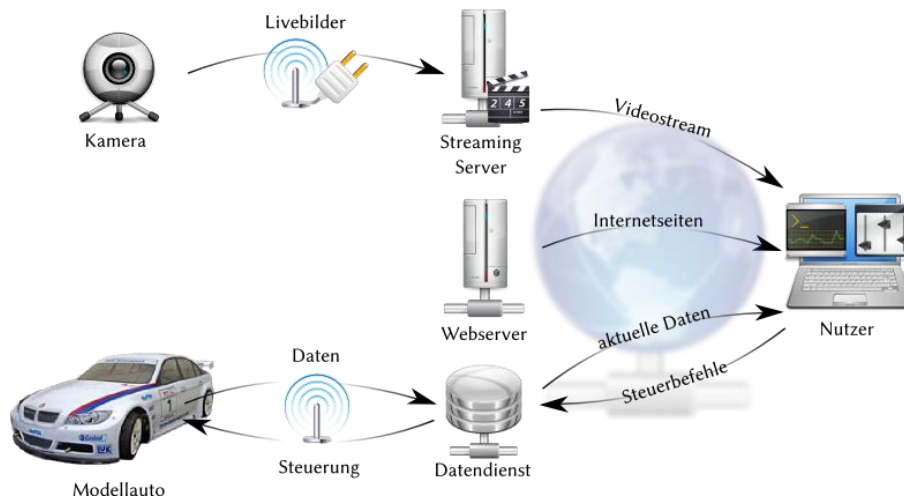


Abbildung 2: Technische Umsetzung der Internetsteuerung für das Fahrzeug, (Liebscher, 2010)

Icons: © von oxygen-icons.org

Die Telemetriedaten stehen dem Nutzer, ohne dass dieser spezielle Software benötigt, sofort im Browser zur Verfügung. Wichtig ist vor allem, dass die Darstellung der Experimentierergebnisse übersichtlich und aussagekräftig erfolgt, denn ein Experiment ist nur sinnvoll, wenn auch das Ergebnis ersichtlich ist. Auch die Kontrollen sollen ohne Umstände zu bedienen und deren Sinn möglichst auf den ersten Blick ersichtlich sein, damit sich die Nutzer auf das Experiment konzentrieren können und sich nicht mit der Bedienung befassen müssen. Weiterhin soll der Zugang zum Experiment einfach sichergestellt werden. Dazu zählen einerseits die Systemvoraussetzungen, die möglichst niedrige Anforderungen stellen sollen, andererseits auch die Hürden bei Installation und Wartung des Systems. Hier ist es sinnvoll, wenn der Aufwand der Nutzer gegen Null tendiert.

Grundsätzlich handelt es sich bei der zu entwickelnden Anwendungskombination – vereinfacht gesagt – um eine Fernsteuerung und einen Betrachter für Laborversuche. Somit ist eine Internetanbindung des Nutzers zwingend notwendig. Es gibt nun zweierlei Möglichkeiten, dem Nutzer diese Steuerung zugänglich zu machen. Auf der einen Seite existiert die Möglichkeit, ein Programm zum Herunterladen und Installieren anzubieten. Auf der anderen Seite kann auch eine Anwendung erstellt werden, die komplett im bereits installierten Browser des Nutzers läuft. Diese auch als Rich Internet Applications (RIA) bekannten Anwendungen sind im Prinzip herkömmliche Internetseiten, die aber mittels

moderner Webtechnologien intuitiver und interaktiver bedienbar sind. Ein direkter Vergleich dieser beiden Lösungen befindet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Vergleich zwischen zu installierender Software und Browserbasierter (RIA-Lösung) Realisierung der Anwenderseitigen Nutzungsmöglichkeit des E-Learning Angebots (Liebscher, 2010).

| Kriterium | Software-Lösung | RIA-Lösung |
|------------------------|--|---|
| Nutzer | | |
| Interaktionslevel | hoch | hoch (aufwendig) |
| Geschwindigkeit | hoch | mittel |
| Zugang für neue Nutzer | meist schwierig | einfach (Nutzer meist an Browser gewöhnt) |
| Installation | Download und Installation | Aufruf der Internetseite |
| Updates | Download und Installation | transparent (Nutzer merkt nichts) |
| Verbreitungsaufwand | relativ hoch | quasi keiner |
| Umgebung | | |
| Betriebssystem | Anwendung muss jeweils angepasst werden | im Prinzip egal |
| Speicher | Zugriff auf Festplatte und Daten | kein Zugriff auf Daten Browser löscht nach eigenem Ermessen (Cache) |
| Rechenleistung | alles beim Client | recht viel auf Server ausgelagert |
| Multi-Threading | möglich | nicht explizit möglich (Sache des Browsers) |
| Nutzerdaten | können (auch) lokal gespeichert werden | sitzungsbasierend (lokale Daten gehen beim Schließen des Browsers verloren) |
| Programmierung | | |
| Programmiersprachen | beliebig | JavaScript, möglicherweise Flash/Silverlight |
| Bibliotheken | vielfältig | nur JavaScript-Bibliotheken |
| Entwicklungsaufwand | moderat (hoch bei Anpassung an viele Betriebssysteme) | moderat (steigt mit Interaktionsgrad) |
| mögliche Probleme | jeweilige Bibliotheken und Programmiersprachen nicht auf andere Systeme portierbar | veraltete Browser Videostreaming |

Da die Datenübertragung aus dem Labor und die Steuerungsinformationen ohnehin eine Internet-Anbindung erfordern und mit einer Browser-Lösung der Wartungsaufwand extrem gering gehalten wird, ist dies die Lösung der Wahl. Vor allem unterstreicht es den Servicecharakter des Angebotes: Der Betreiber kümmert sich, der Nutzer nutzt.

Aus verschiedensten Gründen wurde auf die Nutzung von HTML5, CSS und JavaScript gesetzt, um die Versuche in einem (aktuellen) Browser ohne die Installation zusätzlicher Software adäquat und einheitlich darstellen zu können. HTML sorgt für die Kennzeichnung von Inhalten, CSS setzt sich mit der Formatierung auseinander und JavaScript bringt Dynamik in die ansonsten eher statischen Internetseiten. Im Zusammenspiel dieser drei Technologien lassen sich sehr leistungsfähige, interaktive Internetseiten entwickeln. Für die Umwandlung der Daten in ein Diagramm kommt eine JavaScript-Bibliothek zum Einsatz. Es handelt sich dabei um jqPlot, welches – wie der Name schon andeutet – auf jQuery

basiert. Die Bibliothek nutzt dabei das canvas-Element von HTML5 für die Darstellung, welches bereits ein fester Bestandteil der aktuellen Browser ist.

Somit ist auf Anwenderseite nichts anderes als eine Internetverbindung und aktueller Browser (z. B. Google Chrome oder Opera) nötig. Ein Beispiel ist in nachfolgender Abbildung 3 dargestellt.

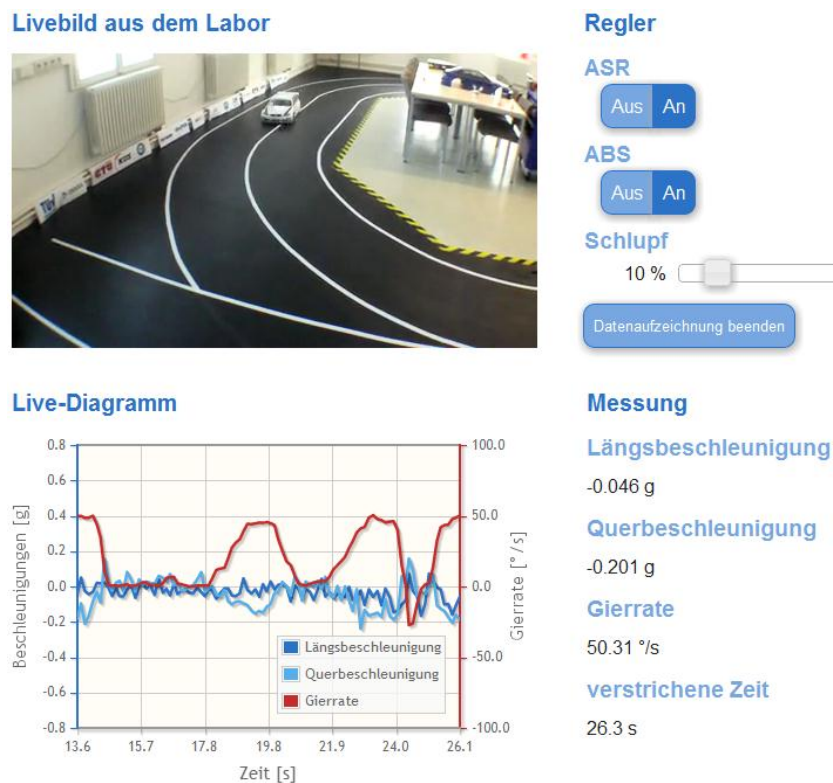


Abbildung 3: Screenshot eines Experiments (<http://go.isupia.de>) während der Versuchsdurchführung

3 Didaktische Konzeption

Der Einsatz eines realen Fahrzeugs für die Ausbildung ist ein Game-Based-Learning Ansatz. Vor der Durchführung des Fahrversuchs wird die nötige Theorie in Video- und Textbausteinen erläutert.⁵ Dazu ist ein Videoplayer sowie Latex-Formeldarstellung in die Webseite integriert. Wahlweise kann, je nach Zielgruppe für diese Open-Educational-Resource, auch eine Wissensüberprüfung nachgelagert werden. So kann beispielsweise als Vorbereitung zu einem Studentenpraktikum die Theorie sowie der Eingangstest personenindividuell überprüft werden.

⁵ Beispielhaft Theorie zum Antiblockiersystem ABS: <http://www.youtube.com/watch?v=l3mErxaMqgs>

4 Projekterfolge

Das volle Potential des E-Learning-Angebotes zeigte sich während der Summerschool 2011 des Fachhochschulverbundes HAWtech an der HTW Dresden⁶, bei welchem die internationalen Studierenden die Fahrdynamik sehen und damit arbeiten konnten. Trotz Sprachbarrieren hinsichtlich der Fachtermini konnte die Materie umfassend vermittelt werden. Die Studierenden haben durch das reale Experiment die Zusammenhänge gesehen und konnten die Ergebnisse entsprechend interpretieren.

Das Fahrzeug wird kontinuierlich im Lehrbetrieb für die Studierenden des Studiengangs Fahrzeugtechnik eingesetzt. Eine praktische Durchführung von statischer Kreisfahrt, ABS-Bremsversuchen, ESP-Kurvenfahrten sowie Sensordatenvorverarbeitung & -analyse sind fester Bestandteil der Vorlesungen „Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik“. Im Fach „Steuergeräteprogrammierung“ kann die modellbasierte Softwareentwicklung am Beispiel des adaptiven Bremslichts⁷ erprobt werden.

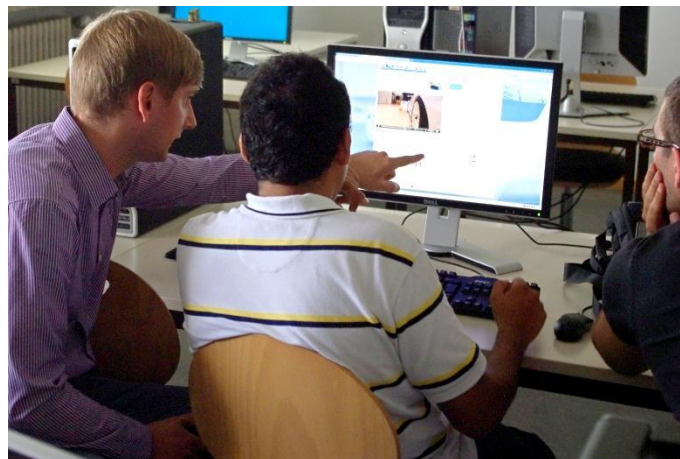


Abbildung 4: Einsatz des E-Learning Projekts im Rahmen der HAWtech Summerschool 2011 an der HTW Dresden

5 Herausforderungen

5.1 Herausforderungen während der Konzeptionsphase

In der Konzeptionsphase entstand der Wunsch, dass das Fahrzeug durch den Benutzer über den Browser live gefahren werden soll. Dies hat sich durch mehrere praktische Versuche während einer Diplomarbeit (Liebscher, 2010) aufgrund unkalkulierbarer Zeitverzögerungen bei der Internetübertragung nicht realisieren lassen. Ein

⁶ siehe <http://isupia.de/blog/2011/08/hawtech-summer-school-mit-isupia/>

⁷ Video einer Applikation auf dem Modellfahrzeug: <http://www.youtube.com/watch?v=LZ05YnypgO0>

hochdynamisches Experiment, welches Echtzeitsteuerung benötigt, kann nicht mit Übertragungszeiten von 0.2s...1s gefahren werden. Daher wurde auf eine semiautonome Fahrzeugführung zurückgegriffen. Die vordefinierten Fahraufgaben werden durch den Browser an das Fahrzeug übertragen (siehe Abbildung 2) und abgearbeitet. Die Fahraufgabe an sich wird vom Mikrocontroller, welcher auf dem Fahrzeug installiert ist, übernommen.

5.2 Herausforderungen während der Durchführungsphase

Das Hauptproblem eines jeden E-Learning-Projekts ist die Selbstmotivation der Rezipienten. Die Ergebnisse können nur angeboten/dargestellt werden, deren Auswertung und Interpretation bleibt den Lernenden überlassen. Es ist durchaus eine herausfordernde Aufgabe, sich konzentriert mehrere Stunden an einem Bildschirm mit Diagrammen, Formeln und theoretischen Zusammenhängen zu beschäftigen. Die Videos vom Fahrversuch und die korrespondierenden Diagramme stellen diesbezüglich eine willkommene Abwechslung dar. Es ergibt sich aber nur ein Lerneffekt, wenn der Lerner die Motivation aufbringt, auch die dazugehörige Theorie mit den praktischen Versuchen zu verbinden. Nutzt er das Angebot nur als eine Art „Videospiel“, so bleibt der tiefere Wissenserwerb auf der Strecke.

Im Laufe des Projekts wurde eine umfangreiche Datenbank mit allen interessanten Fragestellungen, welche im Rahmen der Fahrdynamikausbildung zum Fahrzeugingenieur auftreten, aufgebaut. Diese kann für die Ausbildung als E-Learning-Plattform (Open-Educational-Resource) genutzt werden. Eine große Herausforderung stellt die kontinuierliche Instandhaltung des Realfahrzeugs dar. Durch die prototypische Umsetzung des Fahrzeugs ist ein hoher personeller Aufwand für die ständige Fahrbereitschaft des Fahrzeugs notwendig.

6 Zusammenfassung

Auf Grund der sehr guten theoretischen Betrachtung, welche während der Vorbereitungsphase in Form einer Diplomarbeit (Liebscher, 2010) vorgenommen wurde, konnte die Umsetzung konsequent und zielstrebig angegangen werden. Da die Lernerzielgruppe Fahrzeugtechniker sind, war die Entscheidung, für die Erstellung der Lerninhalte ebenfalls Fahrzeugtechniker zu wählen, ideal. Die Umsetzung als E-Learning-Projekt war in Zusammenarbeit mit Fachkräften der Medieninformatik ebenfalls effizient. So konnte die Webanwendung von Grund auf selbst programmiert werden und musste sich nicht starren Konventionen gängiger E-Learning-Portale unterordnen. Durch die Fachvorträge und Betreuung durch Q2P konnte ein didaktischer Qualitätsanspruch gewährleistet werden.

7 Ausblick

Alle Versuche werden fortlaufend in der Datenbank gespeichert und stehen Interessenten auf der Projektwebseite <http://www.iSuPia.de> (nach dem Login) als Open-Educational-Resource (OER) zur Verfügung. Dadurch kann auf einen großen Pool an Daten zurückgegriffen werden, welche einen Großteil der interessanten Fragestellungen bezüglich der Fahrdynamikausbildung von Fahrzeugtechnikstudierenden abdeckt. Das Fahrzeug wird weiterhin als Praktikumsobjekt im Labor für Kraftfahrzeugmechatronik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden zu Lehrzwecken genutzt.

Der Autor dankt Frau Dipl.-Medieninf. Anja Lorenz für die Beratung zur Erstellung dieses Beitrags.

Literatur

- Liebscher, S. (2010). Konzeption und Entwicklung einer videobasierten, interaktiven Echtzeitsteuerung konkreter Laborversuche unter Anwendung aktueller Internettechnologien, Dresden: Hochschule für Technik und Wirtschaft, Fachbereich Mathematik & Informatik.
- Trautmann, T. (2009). Grundlagen der Fahrzeugmechatronik. Eine praxisorientierte Einführung für Ingenieure, Physiker und Informatiker. Wiesbaden: Vieweg+Teubner GWV Fachverlag GmbH.