



INTELLECTUAL OUTPUT 04:

DOKUMENTATION

ZUM BAU DES LERNMODELLS

Name des Unternehmens	HTW Berlin
Adresse	Wilhelminenhofstr. 75 a
Telefon	+49 30 50194221
Fax	+49 30 50192125
E-Mail	Michael.lindemann@htw-berlin.de
Internet	www.htw-berlin.de

Autor	Prof. Dr.-Ing. Michael Lindemann
Version	2.1
Bearbeitungsdatum	10.09.2016
Erstelldatum	01.07.2015
Referenzdokumente	2015 O3 Pflichtenhefterstellung.pptx 2015 Entwicklung Demonstrator.pptx 2016 3rd Term Development.pptx Gruppe A Drehzahlmesssystem.pdf Gruppe B Auslegung Spannungsversorgung.pdf Gruppe C Diagnoseeinheit.pdf

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	4
2	Bauphasen des Lernmodells	4
2.1	Prüfung des Lasten- und Pflichtenheftes	4
2.2	Aufteilung der Arbeitsinhalte	5
2.3	Teilphasen	5
3	Weitere Arbeiten	9
4	Zusammenfassung und Fazit	10

1 Einführung

Für den Bau und den Test des Lernmodells war die dritte Phase des Projekts in der Zeit von Juli 2015 bis Februar 2016 vorgesehen. Nach Entwicklung der Lasten- und Pflichtenhefte musste das bis dahin geplante System auf Umsetzbarkeit geprüft werden. Um das Projekt im Rahmen des gesetzten Zeitrahmens umzusetzen, musste auf verschiedene Funktionen des geplanten Systems verzichtet werden. Im Anschluss wurde definiert, welche Systemkomponenten von den Studierenden und welche von den Auszubildenden realisiert werden sollten. Im Rahmen gemeinsamer Projekt-AG-Meetings wurde das System zusammengebaut und getestet. Aufgrund diverser Fehlfunktionen mussten diverse Umbauten, Ergänzungen und Reparaturen des Systems vorgenommen werden. Die Fertigstellung des Demonstrators inklusive Tests gelang dennoch pünktlich zum Februar 2017.

Parallel wurden von den Studierenden Projekte bearbeitet, die auf eine Erweiterung der Demonstratorfunktionalitäten zielten.

2 Bauphasen des Lernmodells

2.1 Prüfung des Lasten- und Pflichtenheftes

Die finale Prüfung der Lasten- und Pflichtenhefte wurde im August 2015 seitens des Projekt-AG-Leiters der Hochschule vorgenommen. Aufgrund der hohen Funktionsdichte im Lastenheft wurde unter den Teilnehmern beschlossen, nur die wesentlichen Funktionen zu bedienen, die für das Verständnis des Toyota Prius unerlässlich sind. Im Rahmen des Reviews (s. auch *20150922_03_Pflichtenhefterstellung.pptx*) ergaben sich folgende Änderungen:

Tabelle 2.1: Funktionsänderungen am Demonstrator gegenüber Lasten- und Pflichtenheft

Funktion alt	Funktion neu
Display für Nomograph und Leistungsflüsse	Kein Nomograph. Nur elektrischer Leistungsfluss von EM1 und EM2
4 elektrische Maschinen für VKM-, MG1-, MG2- und Lastsimulation	4 elektrische Maschinen für VKM-, MG1-, MG2- und Lastsimulation
VKM Geräuschsimulation	entfällt
Bedienpult mit original Toyota-Teilen	Vereinfachtes Bedienpult zur direkten Steuerung der Motoren
Manueller und automatischer Betrieb	Nur manueller Betrieb

Durch diese Neudefinitionen wird sichergestellt, dass der Demonstrator in der zur Verfügung stehenden Zeit realisiert werden kann, und dass die wesentliche Lernaspekte am trotzdem Modell vermittelt werden können. Dies sind insbesondere der manuelle Betrieb und der stationäre elektrische Betrieb mit einzeln ansteuerbaren Motoren.

2.2 Aufteilung der Arbeitsinhalte

Die Entwicklung und der Bau des Projektes sollte grundsätzlich immer von beiden Parteien der Projekt-AG (Auszubildende und Studierende) unterstützt werden. Dementsprechend wurden die Stärken der einzelnen Parteien ausgelotet und unter den Projekt-AG-Leitern der Kraftfahrzeuginnung und der Hochschule beschlossen, dass folgende Teilkomponenten bei folgenden Institutionen realisiert werden:

Tabelle 2.2: Aufteilung der Arbeitsinhalte

Arbeitspaket	Zuständigkeit
Auswahl und Entwicklung des Power-Split-Getriebes	Auszubildende
Unterstützung bei der konstruktiven Auslegung der Wellenanbindung am Power-Split-Getriebe	Studierende
Auswahl und Aufbau des Montageti-sches	Auszubildende
Auswahl der Wellenverbinder und Lagerböcke	Auszubildende
Aufbau des Bedienpults	Studierende
Aufbau der Motoreinheiten mit Steuerung	Studierende
Montage des Gesamtsystem	Auszubildende und Studierende
Test des Gesamtsystems	Auszubildende und Studierende

Die komponentenweise Aufteilung der Arbeitspakete hatte zum Vorteil, dass die dafür notwendigen Arbeiten an getrennten Standorten vorgenommen werden konnte. Erst die Montage des Gesamtsystems musste gemeinsam an einem Ort stattfinden (Kfz-Innung). Abstimmungen über Schnittstellen wurde zumeist telefonisch geregelt (s. auch *20150922 Entwicklung Demonstrator.pptx*).

2.3 Erläuterung der Phasen

Die einzelnen Teilbauphasen orientierten sich entlang der in Tabelle 2.2 aufgelisteten Arbeitspakete.

Vor der Planung des Gesamtaufbaus des Demonstrators wurde von den Auszubildenden ein Pflanzenradsatz aus einem Daimler-NGx-Getriebe ausgebaut. Problematisch war, dieses mit entsprechenden Wellen zu verbinden, da beim Prius-Getriebe stehend montiert werden können. Hierbei haben die Studierenden streckenweise die Auszubildenden unterstützt, mussten final aber selbst auch auf externe Hilfe zurückgreifen.

Die Auswahl und der Aufbau des Montagetisches (s. auch *20150922 Entwicklung Demonstrator.pptx*) erfolgte, nachdem die Komponentenauswahl und Auslegung des Systems größtenteils abgeschlossen und die Dimensionen der Komponenten bekannt waren. Zusammen mit den beschafften Komponenten oder mit Hilfe von Pappschablonen wurde die optimale Anordnung der Module auf dem Montagetisch festgelegt (Bild 2.1).



Bild 2.1: Untersuchung zur Anordnung der Systemkomponenten auf dem Montagetisch

Parallel zum Aufbau des Montagetisches wurde das Bedienpult entworfen. Das Bedienpult hat die Aufgabe, die Steuersignale für die Motoreinheiten vorzugeben und Leistungsflüsse des Systems über LED-Lauflichter sichtbar zu machen. Mit Unterstützung des Projektleiters der Hochschule wurde von Studierenden das Bedienpult entwickelt und aufgebaut. Bild 2.2 zeigt die Endversion des Bedienpults.



Bild 2.2: Endversion des Bedienpultes

Auch die Motoren mit Ansteuermodulen als kompakte Systemeinheiten wurden von den Studenten geplant und wieder mit Hilfe des Projektleiters der Hochschule aufgebaut. Ein typisches Motormodul ist im nachfolgenden Bild 2.3 dargestellt.

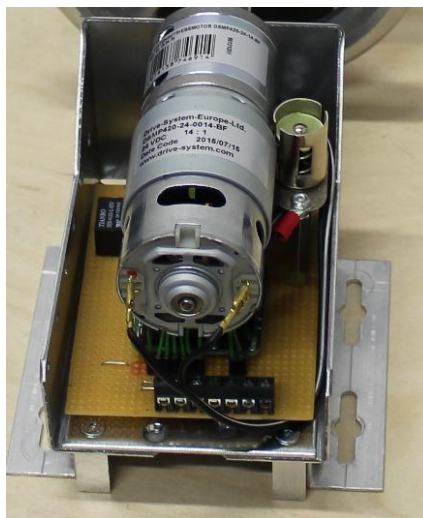


Bild 2.3: Motormodul mit Ansteuerung

Die Montage des Gesamtsystems geschah über zwei Tage verteilt in den Werkstätten der Kraftfahrzeuginnung. Studierende und Auszubildende wurden nochmal gemeinsam in die Funktion der Einzelkomponenten eingewiesen und haben anschließend den Zusammenbau unter Aufsicht der Projektleiter übernommen. Bild 2.4 zeigt exemplarisch einen Auszubildenden bei der Montage des MG1-Motors.



Bild 2.4: Szene aus dem Montageprozess des Demonstrators

Bei den anschließenden Test des Systems zeigte sich, dass die Motoren zu drehmomentenschwach ausgelegt und nicht in der Lage waren, das Modell anzutreiben. Durch Überhitzung des Motorcontrollers kam es zur Rauchentwicklung im Bedientpult.

Nach dem Austausch der Motoren zeigte sich, dass auch die Motorcontroller selbst am Limit ihrer Lieferleistung nicht in der Lage waren, die nötige Antriebsleistung aufzubringen. Aus diesem Grunde mussten auch die Motorcontroller ausgetauscht werden.

Nach Austausch der Motoren und der Controller konnte das Modell bedient werden. Dennoch zeigte sich, dass die permanente Stromaufnahme aufgrund des hohen abgeforderten Drehmoments schädlich für die Motoren sein kann. Aus diesem Grunde wurden thermische Sicherheitssysteme eingebaut, die beim Überschreiten einer gewissen Temperatur des Motorgehäuses den Motorstrom ggf. bis auf null drosseln.

Der Entwicklungsprozess mit der Darstellung der beim Betrieb auftretenden Probleme ist auch im Dokument *20160222 3rd Term Development.pptx* festgehalten.

Das Modell ist in dieser Form als endgültige Version in Bild 2.5 dargestellt.



Bild 2.5: Ansicht des finalen Demonstrators

3 Weitere Arbeiten

Neben dem Aufbau des Demonstrators und einzelner Komponenten hatten die Studenten während dieser Phase die Aufgabe, Zusatzfunktionen für den Demonstrator zu entwickeln, um damit die Grundlage für zukünftige Erweiterungen zu legen, um bei Bedarf den ursprünglichen Anforderungen des Lastenheftes gerecht zu werden.

Hierzu wurden drei Projekte definiert:

- Auslegung einer optimalen Spannungsversorgung des Demonstrators
- Entwicklung eines universellen Systems zur Drehzahlmessung an den Antriebsmotoren
- Entwicklung einer Sicherheitsschaltung gegen Fehlbedienungen am Bedientpult

Alle Arbeiten wurden von den Studierenden konzeptionell gelöst, ein Aufbau hat aus Zeitgründen nicht stattgefunden.

Die Projektergebnisse sind in den Dokumenten festgehalten:

- Gruppe A Drehzahlmesssystem.pdf
- Gruppe B Auslegung Spannungsversorgung.pdf
- Gruppe C Diagnoseeinheit.pdf

4 Zusammenfassung und Fazit

Der Bauprozess kann aufgrund des Ergebnisses als voller Erfolg gewertet werden. Es ist gelungen, ein recht komplexes System trotz auftretender Fehlfunktionen in geplanter Zeit fertigzustellen. Auch war es möglich, dass Studierende und Auszubildende komponentenweise ihr zu verantwortendes System individuell entwickeln und zusammenbauen und sich telefonisch oder bei direkten Treffen zu den Schnittstellen und Arbeiten abstimmen. Der problemlose Zusammenbau in lediglich zwei Arbeitstagen zeugt von der Qualität und Planungsgüte, die die seitens der gesamten Projekt-AG realisiert worden ist.