

Information zum Referenten:

Prof. Dr.

Heiner Frommer



Studium

Universität Bern

- Physik, Mathematik und Chemie

ETH Zürich

- Doktorat, Maschineningenieurwesen, Fachrichtung Technische Mechanik

Berufliche Karriere

Derzeitiger Arbeitgeber / Institution

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften,

IMS Institut für Mechatronische Systeme

www.ims.zhaw.ch

heiner.frommer@zhaw.ch

Die Projektschiene als neue Unterrichtsmethode

*Heiner Frommer, Institut für Mechatronische Systeme /
ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften*

Zusammenfassung

Seit Beginn der Bachelorausbildung in der School of Engineering (ehemals Departement Technik, Informatik und Naturwissenschaften) ist die sogenannte Projektschiene ein Bestandteil jedes Studienganges in den ersten zwei Studienjahren. Im vorliegenden Referat wird über die ersten Erfahrungen mit diesem didaktischen Element berichtet. Dabei geht es um die klassischen Themen der Produktentwicklung wie:

Konzipieren

Entwerfen

Modellieren und Simulieren

Dimensionieren

Präsentieren und Dokumentieren.

Im Unterschied zur traditionellen Produktentwicklung an Fachhochschulen, wo die Modellierung sich auf geometrische CAD-Modelle konzentriert und die Funktion partiell durch Dimensionieren überprüft wird, modellieren wir an der School of Engineering vorwiegend physikalisch. Das heisst, die Funktion der zu entwickelnden Produkte wird von Projektbeginn weg möglichst umfassend durch Simulationen überprüft. Zum Einsatz kommen die Softwaretools Matlab/Simulink für Regelung und Steuerungen, RecourDyn für Kinematik, Kinetik und für Antriebe und Ansys für Festigkeit und Temperaturüberprüfung. Ansys wird allerdings erst im zweiten Studienjahr eingesetzt und ist damit nicht Thema dieses Referates.

1 Warum die neue Unterrichtsmethode Projektschiene?

Die Ausbildung wird an schweizerischen Ingenieurschulen systematisch aufgebaut. D.h. mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen prägen das Studium im ersten Teil. Auf diesem Fundament werden im mittleren Studiumsteil die Ingenieurgrundlagen aufgebaut und im letzten Teil folgen dann, sozusagen als Krönung, die Ingenieur Anwendungen in Form von Vertiefungsmodulen und Projektarbeiten. So logisch dieses Konzept klingt, es hat auch einen Nachteil. Die Studierenden kommen mit derjenigen Materie, deretwegen sie sich für das konkrete Studium entschieden haben, erst gegen das Ende ihres Studiums in Kontakt. Ein weiterer Nachteil des klassischen Ausbildungskonzeptes liegt darin, dass der systematische und logische Aufbau des Unterrichts kaum spielerische Elemente zulässt, die Abwechslung und Attraktivität in den Lernfortgang bringen.

Mit der sog. Projektschiene soll dieses Manko kompensiert werden. Und zwar ohne dass dabei der notwendige Kompetenzaufbau vergessen wird. Der Projektschiene des Studienganges Mechatronik, die sich über die ersten vier Semester erstreckt, liegt das folgende Konzept zu Grunde (Abbildung 1):

Die Studierenden lösen von Studiumsbeginn an praxisgerechte Ingenieurprobleme.

Die Problemstellungen sind so gewählt, dass sie durch Modellieren und Simulieren gelöst werden können. Dabei werden die Studierenden gleichzeitig mit den in ihrem Fachbereich gängigen Simulationstools vertraut. Weiter wird darauf geachtet, dass der Kompetenzaufbau eher spielerisch erfolgen kann.

Die Studierenden sollen dabei einen persönlichen Bezug zum Produkt haben. Mögliche Themen sind Fahrzeuge, (Haushalt)Roboter, Sport- und Trainingsgeräte.

Ein substantieller Anteil des Unterrichtes soll durch geleitetes oder individuelles Selbststudium übernommen werden.

Nebst fachtechnischem Wissensaufbau soll parallel dazu der generalistische Kompetenzaufbau gefördert werden.

Der 2. Punkt hängt damit zusammen, dass im Bereich des CaE (Computer aided Engineering) eine rasante Entwicklung abläuft. FE-Analysen (Finit Element Analysen) sind heute nicht mehr Aufgaben von wenigen Spezialisten, sondern fester Ausbildungsbestandteil jedes Entwicklungsingenieurs. Und während sich die FE-Berechnungen der 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts auf elastische Strukturen beschränkten, gehören heute sog. Multiphysics-Elemente zu den Standardelementen einer modernen FE-Software. D.h. wir können in **einem** Modell elastische, plastische, elektrische, magnetische und thermodynamische Effekte simulieren. Entsprechend seiner aktuellen Bedeutung und seiner Zukunftsperspektiven liegt ein Ausbildungsschwergewicht der Projektschiene im CaE-Bereich.

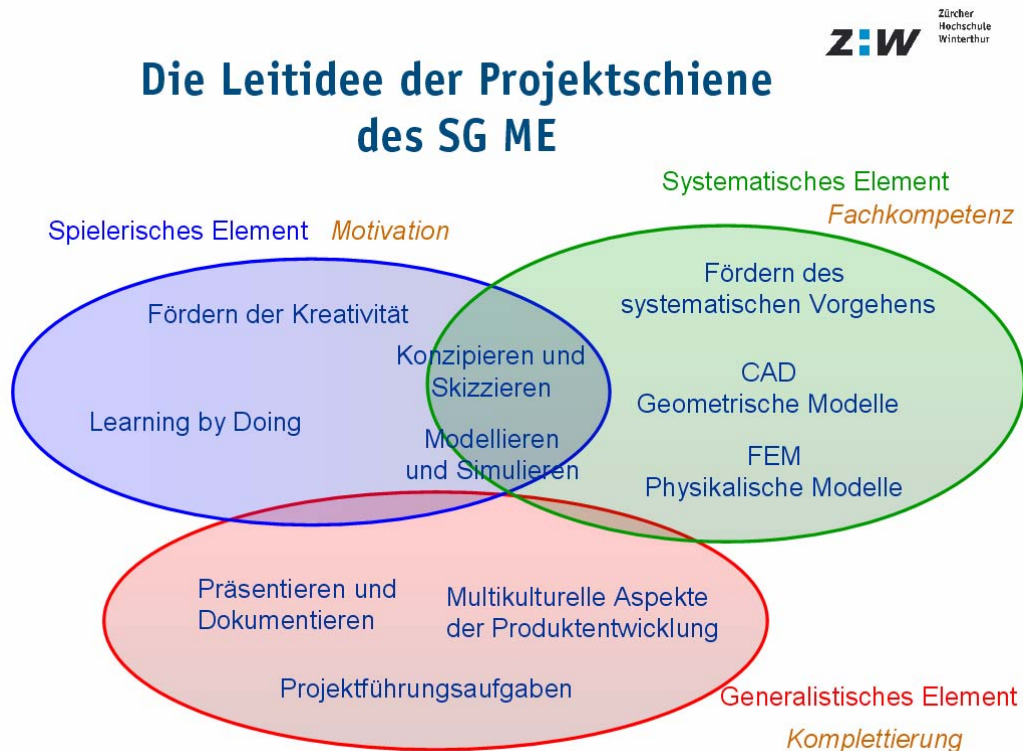


Abbildung 1: Leitidee Projektschiene

Man kann den Kompetenzerwerb in der Projektschiene auch vergleichen mit dem Kompetenzerwerb in der Berufslehre. Es werden technische Systeme und Komponenten „gefertigt“. Der Unterschied besteht vor allem darin, dass im Rahmen der Projektschiene die Produkte nur virtuell gebaut und dann durch Simulationen erprobt werden.

2 Vorstellung des Projektes 2006/07

Im Studienjahr 2006/07 hatten die Studierenden des 1. Studienjahres Mechatronik die Aufgabe, eine Ballwurfmaschine für Sportvereine zu entwickeln. Eine Ballwurfmaschine besteht aus anspruchsvollen mechanischen Komponenten (Abschussmechanismus und Ballzuführung), elektrischen (Antrieb) und elektronischen (Bedienungspanel) Bauelementen. Abbildung 2 zeigt das Beispiel einer aufwändigen Ballwurfmaschine für Fussball der Firma Jossi.



Abbildung 2: Ballwurfmaschine „Superball“ für Fussball der Firma Jossi

Entsprechend der komplexen Aufgabe, wurden die Studierenden aus einem sechsköpfigen Dozententeam betreut. Dieses Team garantierte genügend Fachkompetenzen in den Bereichen:

Projektmanagement und Konstruktionssystematik

Konzipieren und Entwerfen mit CAD

Modellierung und kinetische Simulation von Mehrkörpersystemen

Simulation von Steuerung und Programmierung von Benutzeroberflächen.

Präsentation und Dokumentation von Entwicklungsprojekten.

Folgende Aufgaben hatten die Studierenden zu lösen:

Funktionsanalyse eines Konkurrenzproduktes

Kundenbefragung und Anforderungsliste

Konzeptphase mit Lösungsfindungsprozess und Prinzipielle Lösungen

Starrkörpermodell mit Simulation

PowerPoint Präsentation über die Konzeptionsphase

CAD-Entwurf 3D der gesamten Anlage

Erarbeiten des Bedienkonzeptes und Implementierung in das RecurDyn-Modell

Produktdokumentation in Form einer Homepage (Verkaufsdoku)

Mit dieser Arbeit konnten sich die Studierenden auf eine attraktive Art die folgenden Kompetenzen aneignen:

Sie erhielten einen Überblick über die Entwicklung von komplexen mechatronischen Produkten und konnten erste erste Erfahrungen sammeln.

Sie lernten moderne CAD- und Mehrkörpersimulationstools kennen und anwenden.

Sie konnten durch empirische Anwendung von physikalischen Gesetzen Effekte wie Abschussballistik, Effet von Flankenbällen, Elastische Stösse, etc. verstehen.

Mit Präsentationen und kundengerechten Berichten lernten sie ihr Produkt zu verkaufen.

Eine didaktische Herausforderung lag bei den unterschiedlichen Kompetenzen der Studierenden, die sich ausgewogen aus Maschinenbau-, Elektrotechnischen und Informatik-Berufen rekrutierten. Deshalb wurden ab Beginn Dreiergruppen gebildet, die möglichst breit gefächerten Kompetenzen um sich in einer Art Peer-Tutoring gegenseitig zu schulen.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden mit einigen Bildern und Bemerkungen aus den Studentearbeiten der Stand und die Fortschritte des Projektes illustriert.

Bei der Konzept- und der Entwurfsphase wird traditionell vorgegangen. Konzepte des Produktes werden mit Skizzieren erarbeitet, die Entwürfe grundsätzlich mit dem CAD-Standardprogramm der ZHAW (Abbildung 3 und Abbildung 4).

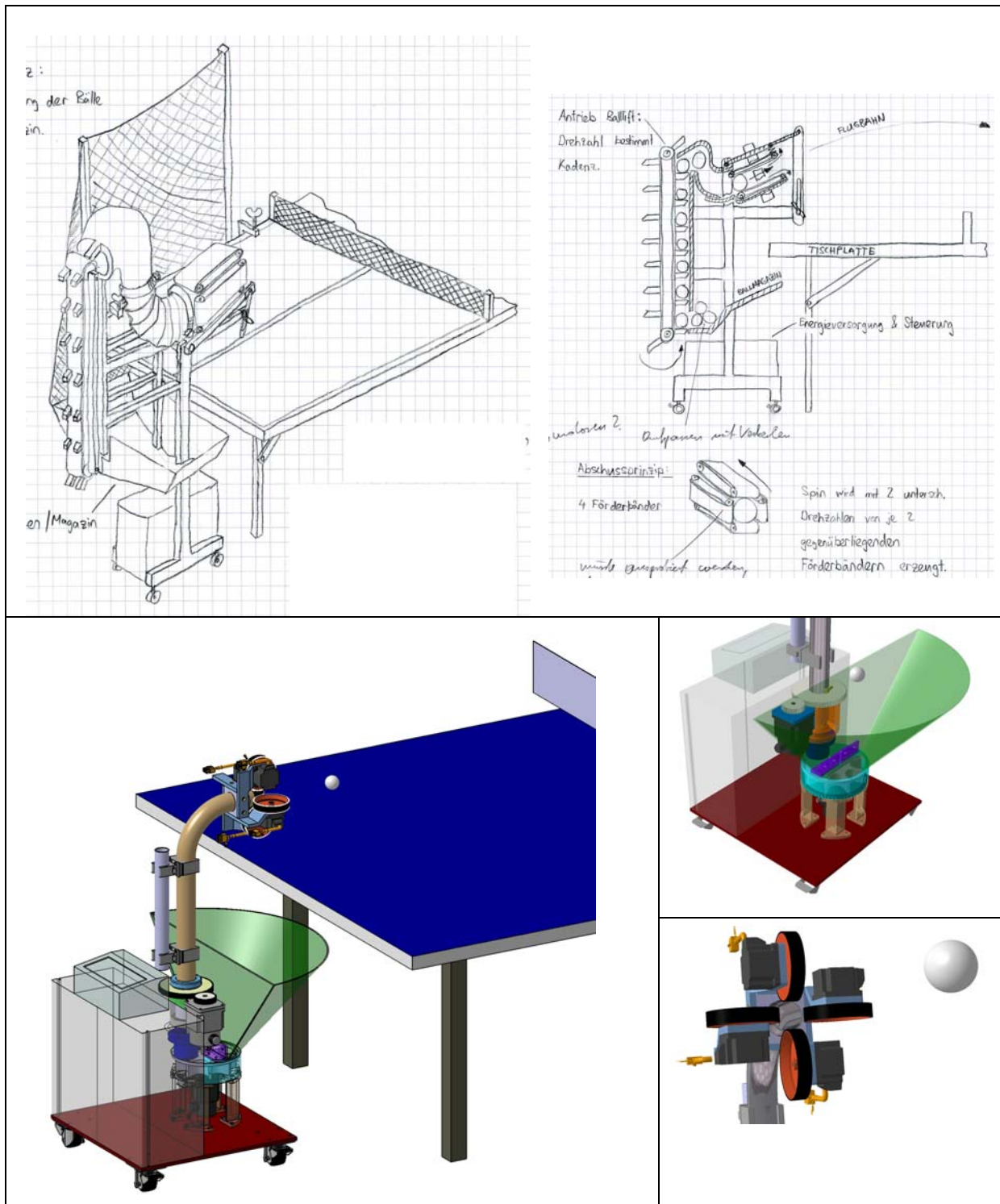


Abbildung 3: Konzeptskizze und Entwurfszeichnung einer Tischtennis-Ballwurfmaschine

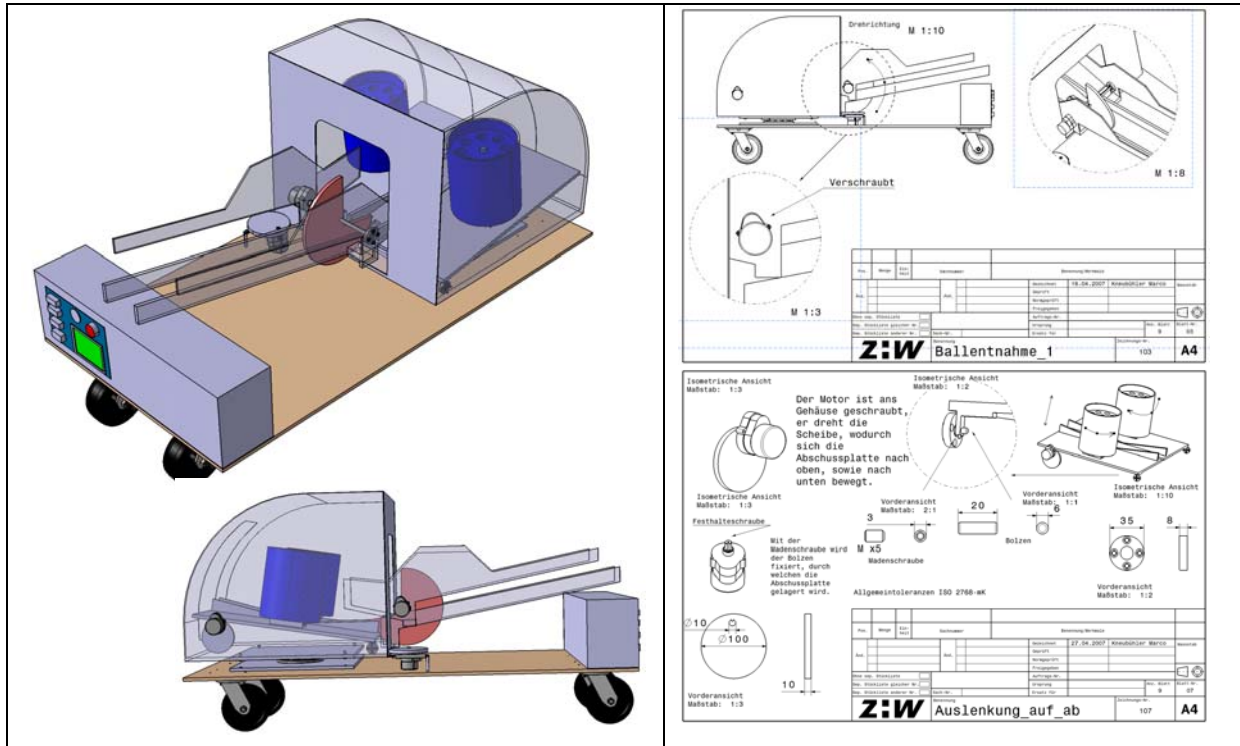


Abbildung 4: Entwurfszeichnung und Details einer Volleyball-Wurfmaschine

Nun sollen Ziele und Ergebnisse der physikalischen Modelle und Simulationen etwas detaillierter diskutiert werden.

In einem ersten Schritt wurde mit Hilfe eines RecurDyn-Modells das Erreichen der „ausenballistischen“ und der „innenballistischen“ Leistungsforderungen verifiziert und die Antriebsmotoren dimensioniert (Abbildung 5).

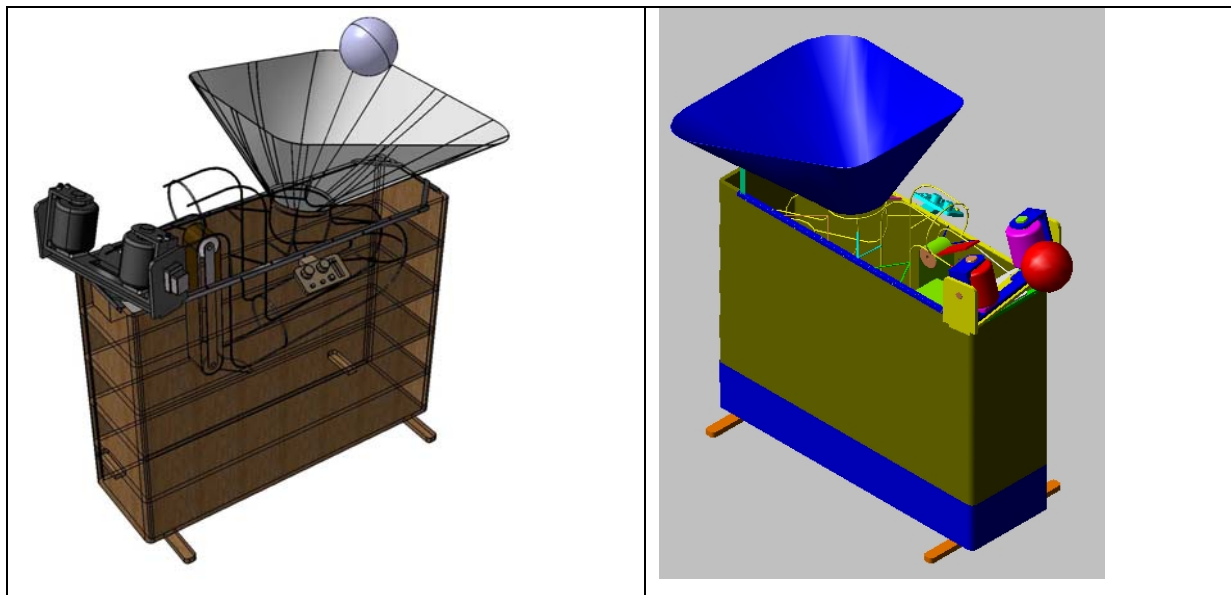


Abbildung 5: RecurDyn-Modell einer Volleyball-Wurfmaschine

Unter den Begriff Aussenballistik fällt das Flugverhalten des Balles, Luftwiderstand, Magnuseffekt bei Flankenbällen und das Aufprallverhalten.

<p>Luftwiderstand des Balles</p> $F_L = \frac{1}{2} c_W \rho A v_{\text{rel}}^2. \quad (44)$ <p>Dabei ist c_W der Luftwiderstandsbeiwert, ρ die Luftdichte, v_{rel} die Geschwindigkeit des Körpers relativ zur Luft und A seine Querschnittsfläche. Bei einem Ball mit dem Radius a ist sie $A = \pi a^2$.</p>	<p>Magnuseffekt als Ursache für den Balleffet</p> $F_A = \frac{1}{2} c_S \rho A a \omega v_{\text{rel}}.$ <p>ω: Winkelgeschwindigkeit des Balles</p>
---	--

Innenballistische Effekte, die es zu verifizieren galt, sind die Ballmagazinierung und Vereinzlung, die Ballzuführung und als wichtigster Teil der Abschussmechanismus (Abbildung 6).

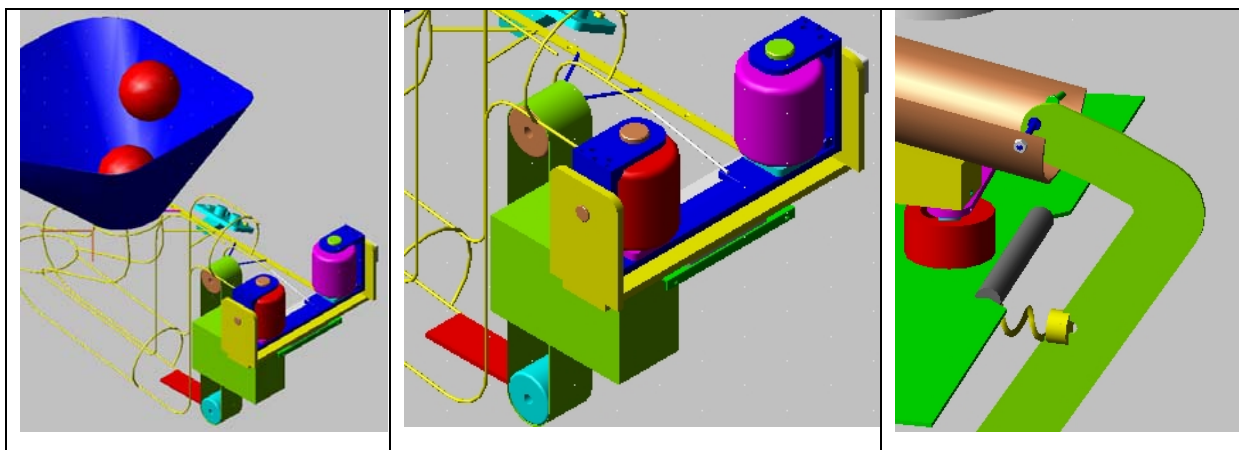


Abbildung 6: Abschussmechanismus Vereinzlung

Antriebsseitig wurden die Motoren für den Abschuss und für Hilfsfunktionen wie Azimut- und Elevationswinkel und für die Ballsteuerung dimensioniert (Abbildung 7).

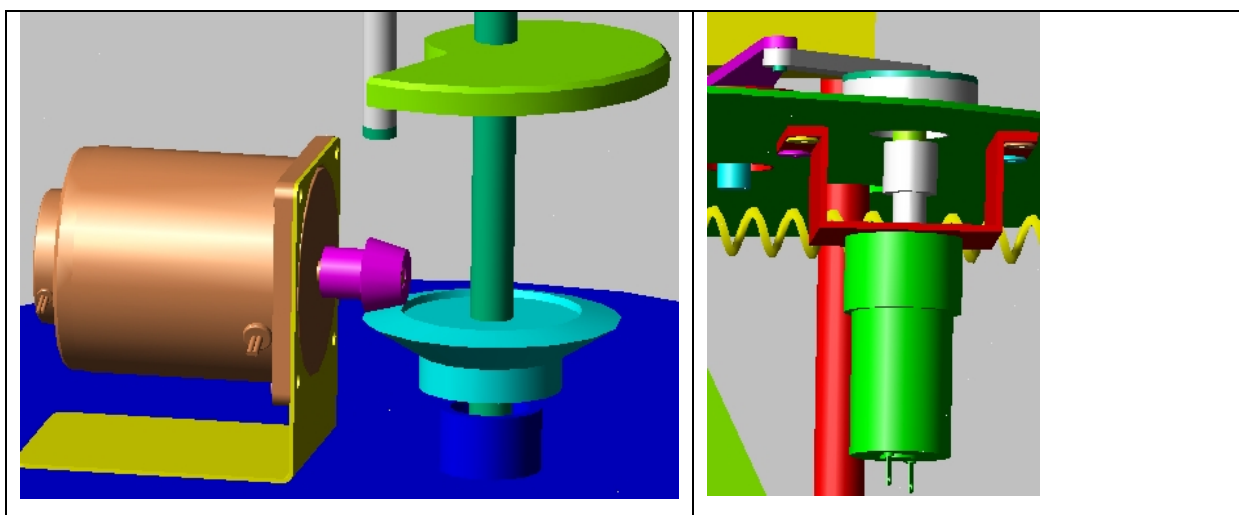


Abbildung 7: Antriebsmotoren

Die Bedienung des Modells wurde wie folgt gelöst. In einem Java-Userinterface können die notwendigen Parameter eingegeben und der Ablauf gesteuert werden. Diese Parameter werden an ein

Simulink Modell übergeben, das seinerseits das RecurDyn-Modell aufruft und in einer sog. Co-Simulation den Gesamtprozess simuliert (Abbildung 8).

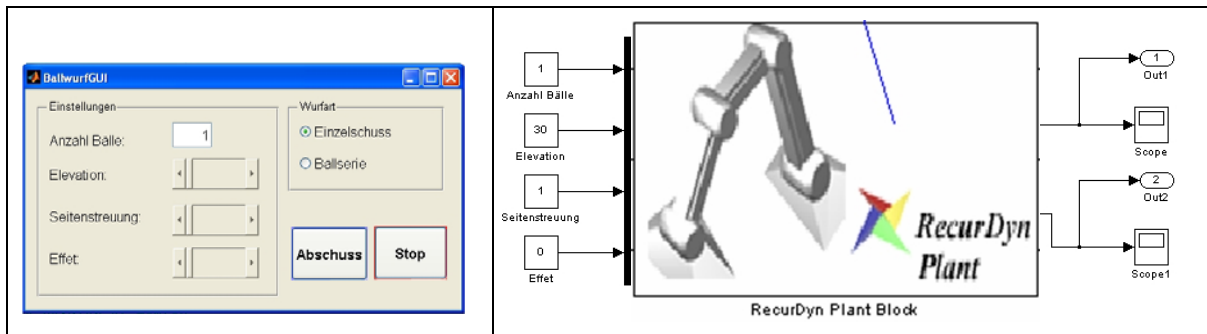


Abbildung 8: Java-Benutzeroberfläche und Simulink-Modell

4 Projektabschluss und Ausblick

Das Projekt Ballwurfmaschine wird Ende Frühlingssemester 2007 abgeschlossen. Ausgewählte Arbeiten werden auf der Homepage des Studienganges Systemtechnik / Mechatronik der ZHAW publiziert.

Für das 2. Studienjahr ist mit der Entwicklung eines sog. „Quadrocopters“ wiederum ein Produkt vorgesehen, zu dem die Studierenden einen Bezug haben und dessen physikalische Modellierung hohe Anforderungen stellt.