

Vorlesung

- **Mechatronische Systeme**
(MT PO 2016)
- Einführung in die Aktorik und Antriebstechnik (MT PO 2009)

Allgemeine Informationen

Willkommen in der Vorlesung

„Einführung in die Aktorik und Antriebstechnik,
Mechatronische Systeme“

- Vorstellung
- Wie läuft die Veranstaltung ab →
- Lernziele →
- Aufgabenbeschreibung →

Veranstaltung ist ein Lehrangebot vom Fachgebiet Mechatronik mit dem Schwerpunkt Fahrzeuge

Zwei Dozenten, die die Lehrinhalte vermitteln und zur Beratung zur Verfügung stehen:



Prof. Dr.-Ing. M. Fister



M.Sc. D. Bardt

Zusätzliche Beratung abhängig von den Teilnehmerzahlen

- Ziel ist für die Studierenden im 4. (PO 2016) das bisher erlernte theoretische Wissen an einem praktischen Beispiel anzuwenden.
- Vorgehen: **Durchlaufen eines Entwicklungsprozesses**, und zwar von der technischen Aufgabenstellung bis zur Simulation des realen Systems mit typischen Einschränkungen und Freiheiten
- Es ist ihre **Kreativität** gefragt und das **selbstständige Anwenden** von bisher gelerntem Ingenieurwissen.
- Veranstaltung ist keine typische Vorlesung, sondern setzt sich aus mehreren Lehrformen zusammen:
 1. Inhaltlicher Impuls durch die Dozenten
 2. Eigenständige Erarbeitung von Lösungen durch die Studierenden
 3. Selbstständiger Abgleich von ihren Lösungsvorschlägen mit den Anforderungen
 4. Vorstellung von Teilergebnissen der Studierenden in der Veranstaltung und Diskussion der Lösungen

- Nutzung von Rechnern mit dem Programmen Matlab (Lizenzen werden von der Uni Kassel zur Verfügung gestellt.
Siehe: <https://www.uni-kassel.de/its/dienstleistungen/it-arbeitsplatz-management/software/campuslizenzen/information/matlab-simulink>
- Aktive Mitarbeit ist notwendig:
 - Bearbeitung eines Projekts, dass über die gesamte Vorlesungszeit läuft!
 - Wie bekannt, aber hier **notwendig**:
Eigenständige Bearbeitung in laufenden Semester zwingend notwendig!
 - Vorteil: Selbststudium während des Semesters bedeutet geringen Vorbereitungsaufwand vor der Klausur
 - Wir werden Sie im Rahmen der Veranstaltung als ZOOM-Konferenz betreuen und beraten.
 - Geplante Bearbeitung in Gruppen von zwei Studierenden.

- Geplante Vorlesungszeit:
2,15 h Vorlesung/Übung, Di 11:45 bis 14:00 (in der Zeit ZOOM-Konferenz)
- Kein weiterer Übungstermin!
- Veranstaltung ist mit 4 CP (3 SWS) bewertet
- Vorlesungsinhalte und Musterlösungen werden in Skriptform nach der Veranstaltung **zeitverzögert** veröffentlicht.
- Austauschplattform ist das **Moodle**, zunächst offen, aber nach ca. 2 Wochen Passwortgeschützt, Passwort: **21_MS**
- Hinweis: **Dokumente** sind Passwort geschützt, Passwort: **21_MS**
- **Pflichtteilnahme für Teilnehmer nach der MT PO 2016!** Deshalb schalten Sie ihre **Bildschirmkamera während der Veranstaltung ein**, damit wir ihre Anwesenheit feststellen können.
Geben Sie bitte ihre Gruppe (G1 bis Gx) und ihren Vor- und Zunamen bei der Zoom-Anmeldung an.
- Sollten Sie mehr als einmal ohne ärztliches Attest fehlen, dann ist **keine Klausurteilnahme möglich**.
- Schriftliche Klausur nach dem Semester über 2h!!



Tipps (1):

- Installieren Sie die Software „Matlab“
- Nehmen Sie die Software in Betrieb!
- Lesen Sie sich die Aufgabenstellung genau durch und machen Sie sich bewusst, welche Vorgaben und Randbedingungen Sie haben. Alle fehlenden Informationen sind in ihrem Entscheidungsbereich, d.h. hier müssen Sie ihr Ingenieurwissen einsetzen und Annahmen treffen. Es können unterschiedliche Wege zum Ziel führen, solange alle Rahmenbedingungen erfüllt werden, sind die Lösungen richtig!
- Hinweis: Es kann sein, dass sich ihre erste Annahme als nicht tragbar erweisen, dann müssen Sie den Ansatz verwerfen und einen zweiten Ansatz ausprobieren. Das gehört zu der Veranstaltung dazu!

Tipps (2):

- Rufen Sie sich die Differentialgleichungssysteme aus der Veranstaltung „Grundlagen der Mechatronik“ ins Gedächtnis. In der Mechanik müssen Sie das mechanische Modell mit Kräfte- und Momentengleichungen beschreiben. In der Elektrotechnik arbeiten Sie mit Knoten- und Maschengleichungen. Das ergibt ihre benötigten Differentialgleichungen. Ggf. müssen Sie mehrere Teilsysteme in der Mechanik und Elektrotechnik bilden
- **Programmieren Sie immer kleine Teilaufgaben** und bringen Sie diese zum laufen!
- **Hinterfragen Sie kritisch die Ergebnisse**, ob sich das System auch wirklich so verhalten kann.
- Erst wenn das Teilsystem läuft, steigern Sie die Komplexität ihres Modells.
- Bevor Sie Teilmodelle zusammenbauen, **müssen die Teilmodelle funktionieren!**
- Ansonsten wird die Fehlersuche sehr komplex, so dass mehr Zeit in der Fehlersuche verbracht wird, als Sie durch „schnelles Zusammenschustern“ einsparen!

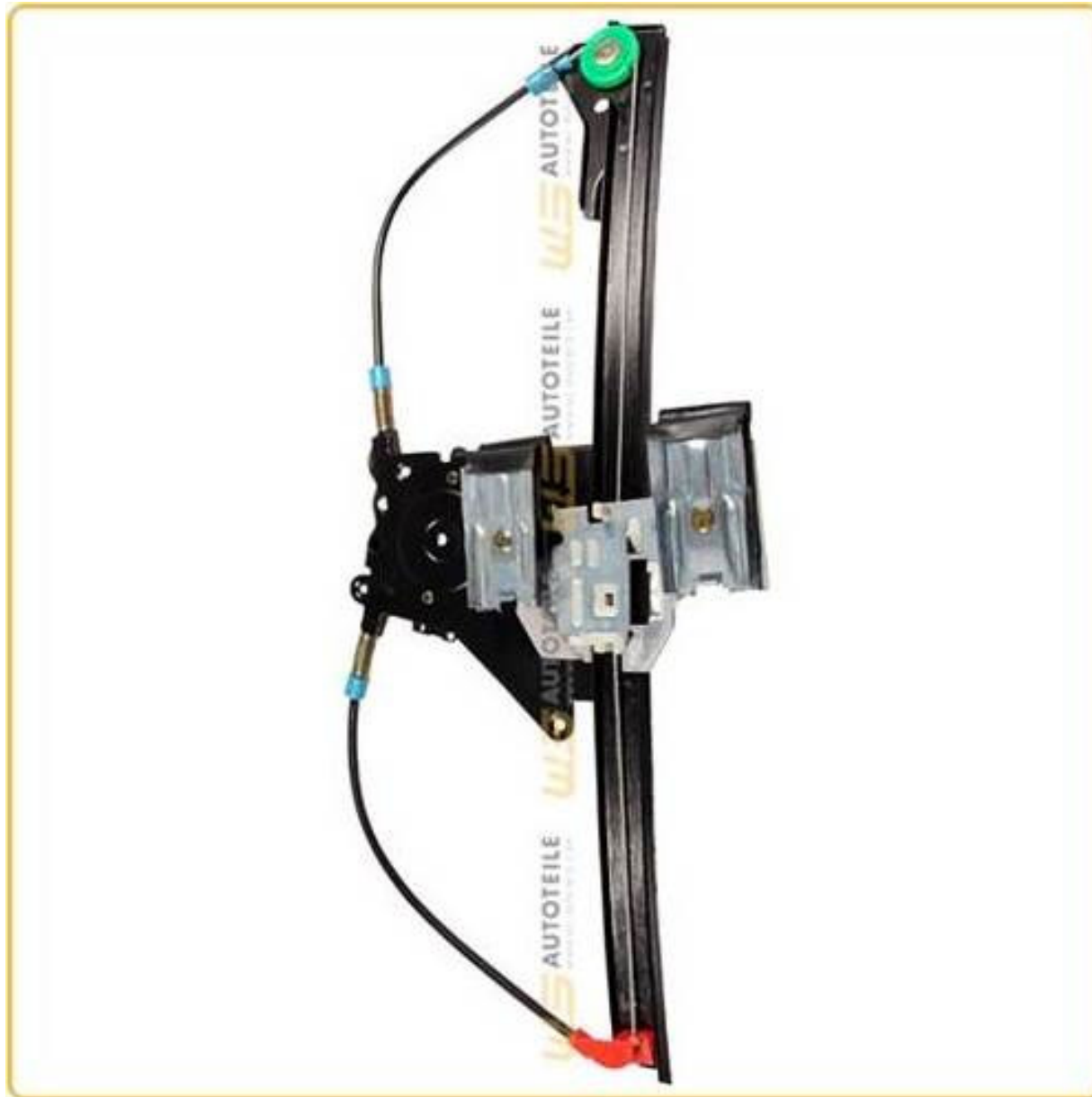
Tipps (3):

- Legen Sie sich ein **Matlab-Skript an**, in dem Sie allen Parametern und Variablen die Werte zuweisen. Man kann zwar die Parameter in jeder Matlab-Funktion eingeben, allerdings erschwert das zum einen die Fehlersuche und zum anderen ist die Adaption des Modells aufwendiger.
- Nutzen Sie für **alle Rechenoperationen** immer die **gleiche Einheitskalierung**, also in „m“ anstatt „mm“ oder immer „Ohm“ anstatt „Milli-Ohm“ usw. Stetig wechselnde Einheitskalierungen innerhalb des Modells ist immer ein potentielle Fehlerquelle. Vorschlag: Halten Sie sich an die SI-Konventionen.
- Ergänzen Sie hinter jeder Variablen im Skript eine Textbemerkung mit der Funktion der Variablen. Somit finden Sie schnell die gewünscht Größe wieder.
- Strukturieren Sie ihre Modelle in sinnvolle **Unterprogramme**, so dass Sie einfach den Überblick behalten.

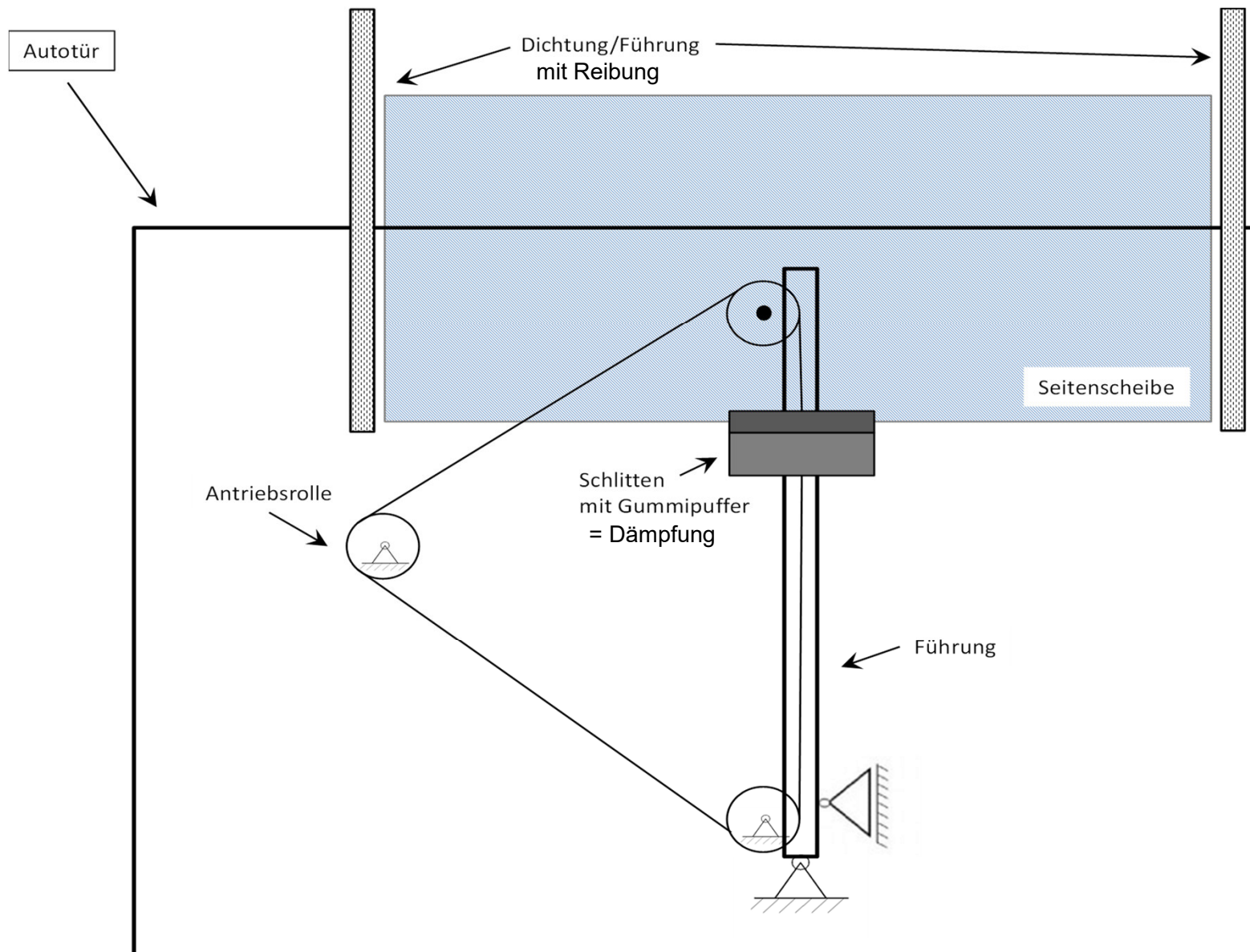
Der/die Studierende kann nach Abschluss der Veranstaltung:

- Mechatronische Funktionen, d.h. das Zusammenwirken der Elektrotechnik und Informatik mit mechanischen Systemen, bewerten und entwerfen
- Anwendung der Regelungstechnik auf mechatronische Systeme verstehen
- Synergien und Analogien zwischen Maschinenbau, Informatik und Elektrotechnik entdecken
- Theoretisches Wissen in die Praxis übertragen
- Aufgrund der Durchführung eines Entwicklungsprozesses ein Verständnis für die Projektarbeit in der Praxis erlangen.





Was ist das?



Elektrischer
Fensterheber in
einem
Kraftfahrzeug in
der Bauform mit
Seilzugmechanik

Auslegung und Simulation des Mechatronischen Gesamtmodells für den elektrischen Fensterheber des Mittelklassefahrzeugs

Die Anforderungen an das Gesamtsystem sind wie folgt:

- **Einklemmschutz** des Fensters, d.h. bei einer Gegenkraft soll das Fenster wieder komplett auffahren
- **Konstante Geschwindigkeit** während der Betätigung
- **Schließen** des Fensters über den gesamten Hub **in ca. 9s**
- **Reibung** in den Fensterdichtungen, Berücksichtigung von Haft- und Gleitreibung
- Die Anpresskraft der Fensterdichtung muss so gewählt werden, dass die **Scheibe gerade selbsthemmend** ist, also ohne Motorunterstützung in der gewünschten Position stehen bleibt.
- Zur Schonung der Mechanik ist in dem Schlitten, in dem das Fenster eingesetzt ist, **eine Dämpfung** vorzusehen.
- Das Fenster und der Schlitten sind Masse behaftet.
- Die vorgegebenen Größen sind in der Aufgabenstellung definiert (siehe moodle).
- Für den Antrieb wird der vorgegebener Elektromotor verwendet.

- Spannungsniveau: 23 bis 25 V
- Je nach Drehzahl und Drehmoment sollte ein geeignetes Getriebe eingebaut werden, bei dem der **Wirkungsgrad berücksichtigt** werden muss.
- **Abstimmung** der verwendeten **Regelkreise** auf ein schnelles Ansprechen mit vertretbaren Überschwingern
- **Modellierung der mechanischen Anschläge** bei offenen/geschlossenem Fenster
- **Nachweise der Funktion** des Simulationsmodells anhand des zeitlichen Simulationsergebnis von:
 - Weg, Geschwindigkeit des Fensters
 - Ankerstrom, Ankerspannung
 - Differenzweg und -geschwindigkeit zwischen Fenster und Schlitten
- Nachweis der Funktion des Einklemmschutz durch Aufbringung einer Gegenkraft nach 200 mm Fensterweg

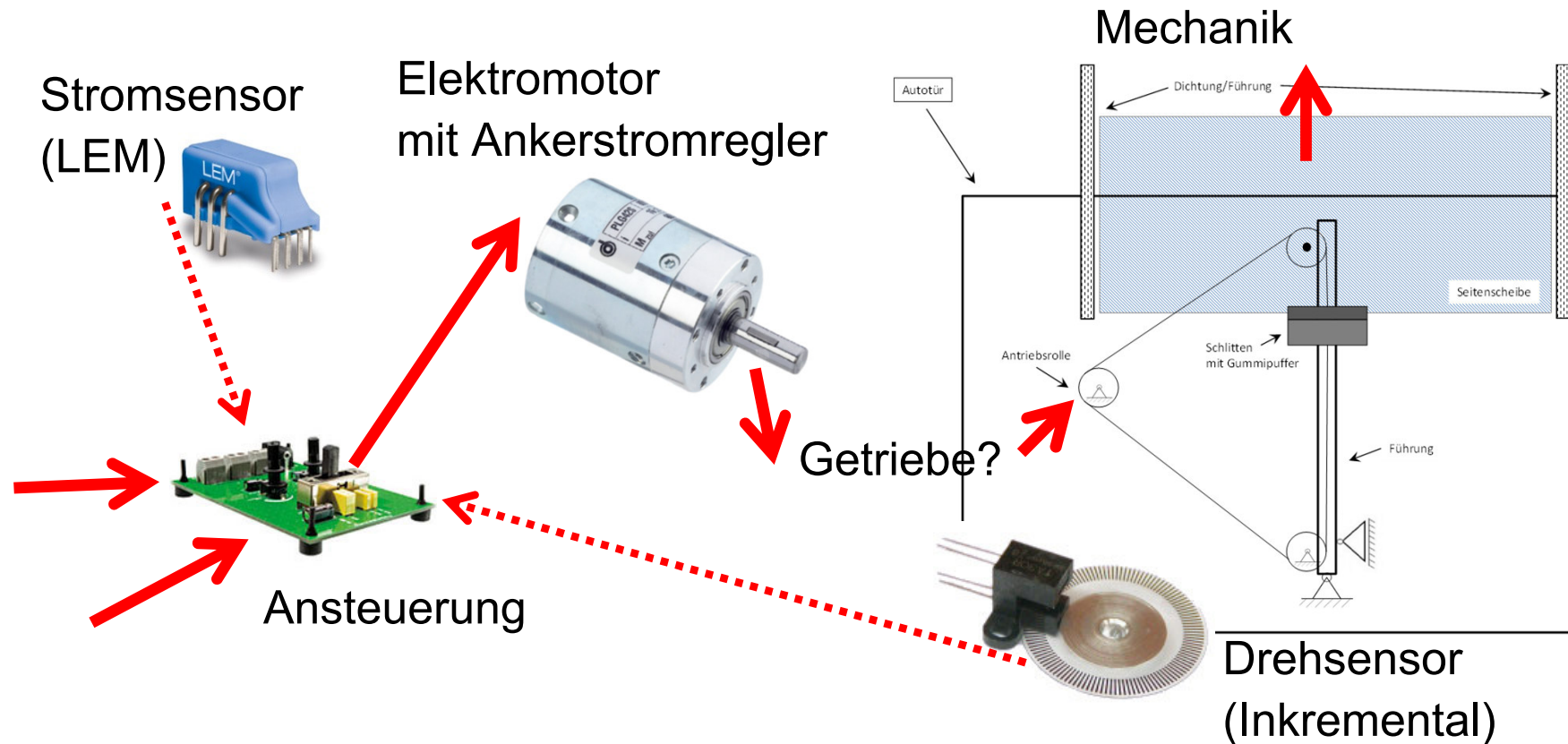
Es befindet sich in Moodle ein Lastenheft mit den gezeigten Informationen, dass Sie bei der Modellbildung und beim Parametrieren ihres Modells immer im Blick haben sollten

Welche Funktionen muss die Steuerung/Überwachung gewährleisten?

- Konstante Geschwindigkeit des Fensters nach Anfahren! Wie kann die Funktion gewährleistet werden?
- Was passiert:
 - Man kann eine Wegüberwachung am Fenster anbringen.
 - Vorteil: direkte Wegmessung
 - Nachteil: Kabel, die den Sensoren an den Positionen des Fensters verbinden.
 - Oder:
 - Das Fenster ist über die Seilzugmechanik mit dem Motor gekoppelt.
 - Der Motor dreht sich, eine Winkelüberwachung (z.B. Zählen von Winkelimpulsen lassen über die Geometrie auf den Weg des Fensters schließen.
 - Vorteil: Baut sehr klein und ist von Umwelteinflüssen einfach zu entkoppeln
 - Nachteil: Man muss eine geeignete Funktion erstellen, die aus Zählimpulsen auf den richtigen Weg schließen können. Anfangs-/Endpunktdetektierung muss durch geführt werden.

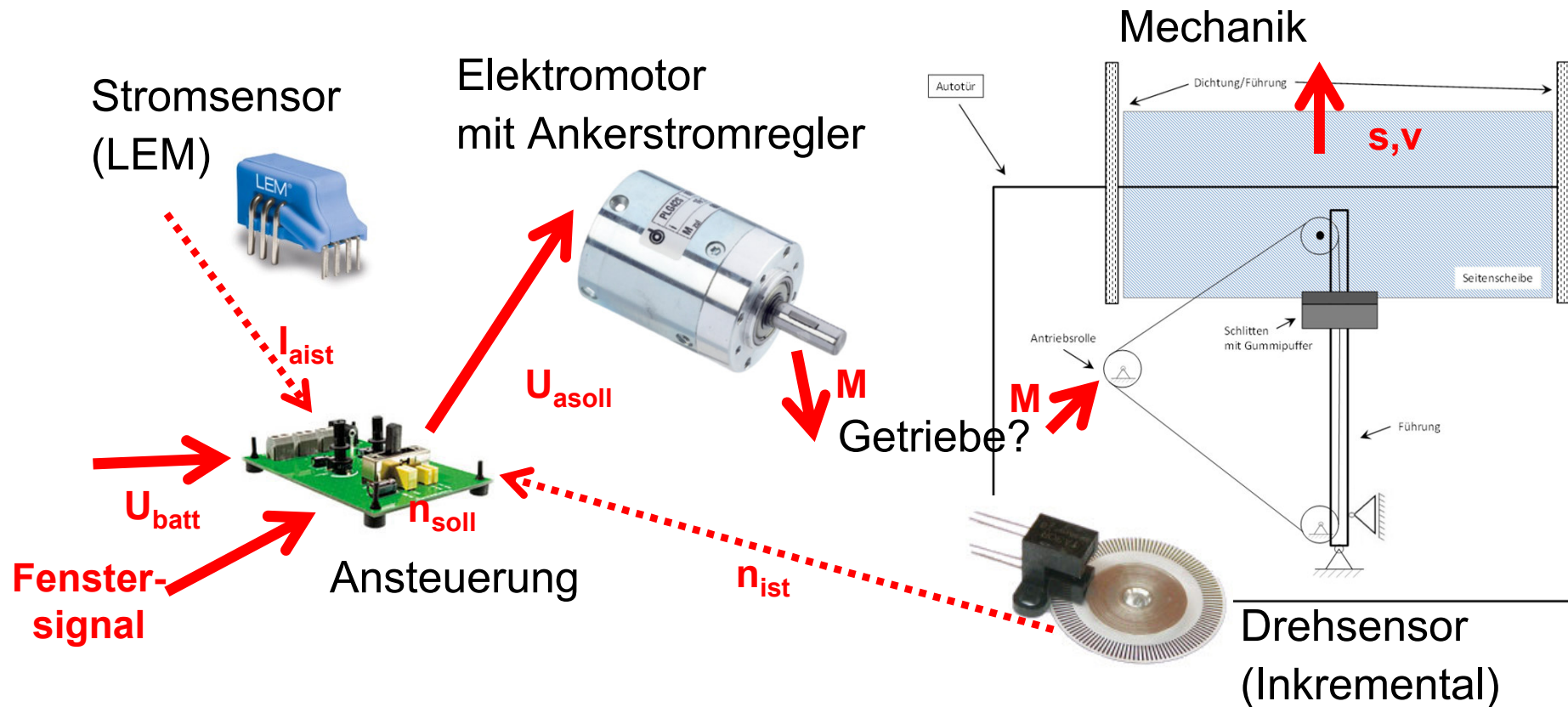
Welche Funktionen muss die Steuerung/Überwachung gewährleisten?

- Einklemmschutz! Wie kann dieser Fehler detektiert werden?
- Was passiert:
 - Da das Fenster auf ein Hindernis läuft, wird die benötigte Kraft ansteigen!
 - Mit der benötigten Kraft wird das Drehmoment, das der Elektromotor bereitstellen soll, ansteigen.
 - Mit steigendem Drehmoment steigt der Strom an (Funktionsweise Elektromotor, siehe Veranstaltung „Grundlagen der Mechatronik“)
 - Maßnahme: Detektieren der Stromaufnahme, das gibt Hinweise für den Einklemmschutz.
- Aber: Bei Erreichen der Endposition (Fenster unten, Fenster oben), läuft das Fenster in einen mechanischen Anschlag, d.h. das in dem Fall auch die Kraft bzw. der Strom ansteigt. Somit müssen Sie eine zusätzliche Logik einbauen, in dem Sie entscheiden können, ob das Fenster in der Endposition sich befindet.
- Aus Kostengründen sollte man die Logik mit den Anforderungen aus der ersten Anforderungsanalyse verbinden.



Hinweise: Es handelt sich um das projektierte und angebotene System. Der Entwicklungsprozess macht ggf. Anpassungen oder Erweiterungen im System notwendig.

Denken Sie an die Systembeschreibung!! Siehe Vorlesung „Grundlagen Mechatronik“ aus dem letzten Semester. Nutzen Sie das Überlagerungsprinzip und definieren Sie sich zuerst die Eingangs- und Ausgangsgrößen, bevor Sie die mathematische Beschreibung durchführen.

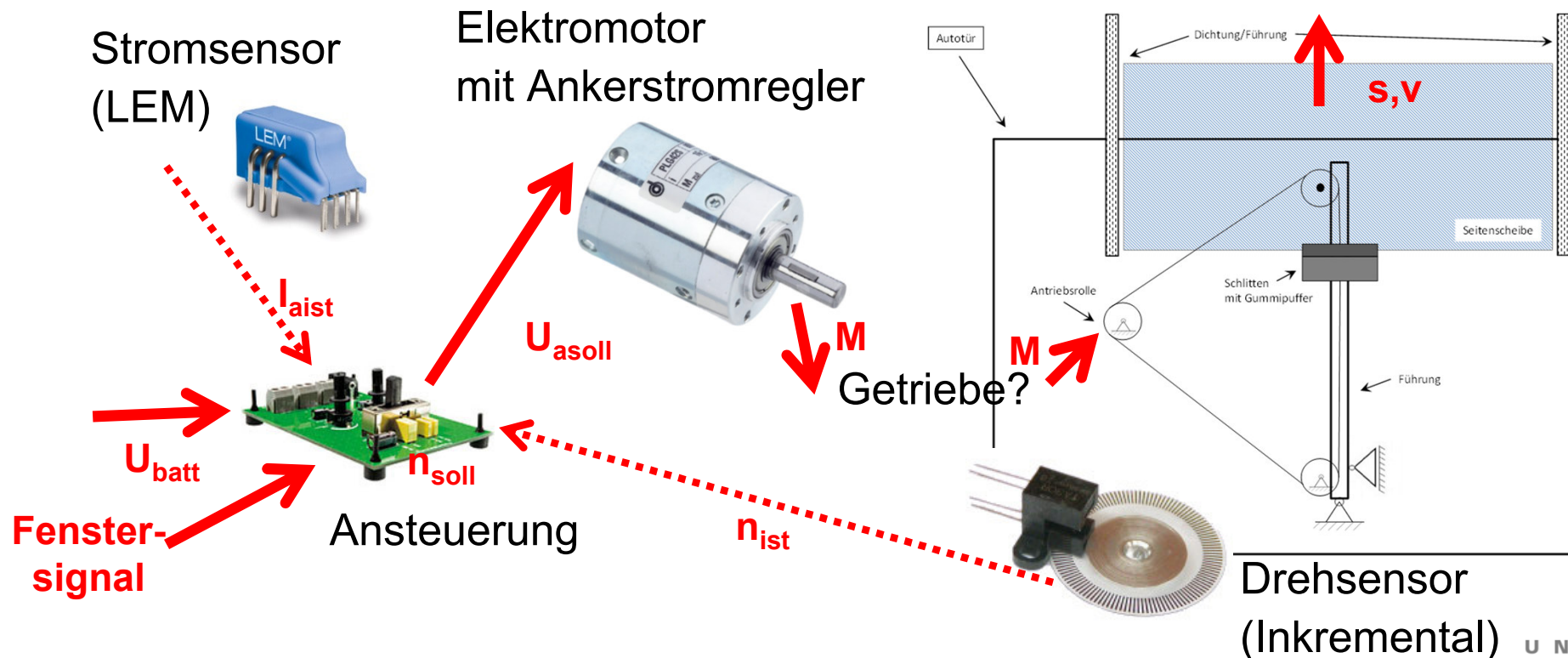


Hinweise: Es handelt sich um das projektierte und angebotene System. Der Entwicklungsprozess macht ggf. Anpassungen oder Erweiterungen im System notwendig.

Denken Sie an die Systembeschreibung!! Siehe Vorlesung „Grundlagen Mechatronik“ aus dem letzten Semester. Nutzen Sie das Überlagerungsprinzip und definieren Sie sich zuerst die Eingangs- und Ausgangsgrößen, bevor Sie die mathematische Beschreibung durchführen.

Gruppenarbeit

- Definieren Sie die möglichen Arbeitsschritte, die Sie durchführen müssen, um das System entsprechend der Aufgabenstellung zu bearbeiten.
- Versuchen Sie das System in sinnvolle Teilsysteme herunterzubrechen, die eigenständig erstellt werden können.
- Erst in den folgenden Schritten kombinieren Sie ein Teilmodell mit einem zweiten Teilmodell. Dann das größere Teilmodell mit einem dritten usw.....



- Bestimmung aller wirkenden Kräfte am Ersatzmodell
- Bestimmung der Reibungseigenschaften in den Führungsschienen inkl. Fallunterscheidung zwischen Haften und Gleiten
- Ermittlung des min. Antriebsdrehmoments bzw. max. Belastungsmoment
- Auswahl des Motors
- Aufbau des Matlab-Modells für Mechanik
- Aufbau Matlab-Modell für den Gleichstrommotor
- Zusammenführen des elektrischen und mechanischen Matlab-Modells
- Erweiterung des Matlab-Modells mit einer Drehzahlregelung
- Parametrierung der Regler
- Aufbau Matlab-Modelle für den Drehzahlsensor
- Implementierung der Ansteuerung für Grenzwertbetrachtung
- Nachweis der Funktion des Gesamtsystems anhand der Analyse der Simulationsergebnisse (Verhalten über die Zeit)

Der Zeitplan für jede Teilaufgabe wird in Moodle veröffentlicht und ist bindend!