

Beobachtbarkeit, Steuerbarkeit, Modellbildung Vorfilter und Prädiktion oder

warum eine optimale Regelung im GLT-Bereich heute schwer möglich ist

33. GLT Anwendertagung, Lüneburg

Prof. Dr.-Ing. Oliver Wetter
Elektrotechnik und Automatisierungstechnik



FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

Einleitung

- Moderne Welt trifft auf traditionellen Ansatz

Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit

- Einführung / Definition
- Abbildung auf GLT-Anwendungen

Vorsteuerung+Filter, Prädiktion und MPC

- Einführung / Definitionen
- Abbildung auf GLT-Anwendungen

Fazit / Ausblick

- GLT-Basis für performante und energieeffiziente Gebäude
- Wie IoT wirklich helfen kann
- KI in der GA



Die moderne Welt trifft auf traditionellen Ansatz

Moderne Welt

Cloud Data

Software as a
Service

Data Fusion

Industrie 4.0

Digital Twin

IoT

Artificial
Intelligence

BIM

Leistungsversprechen

Perfekte Gebäudeperformance
Nachhaltige Optimierung
MPC Regler, Prädiktion, ...
Digitaler Zwilling

Integration

Im Vortrag geht es um die Basis für gute Steuerungen, Regelungen, Messungen und Optimierungen

Richtlinien

European Building
Performance Directive
Smart Readiness Factor
VDI, DIN, EN, ...

Traditioneller Ansatz

Leistungsphasen vs.
Dokumentationslücken

Schreibungen und
Anträge

Netzwerkzentriertes
Denken und Handeln

neue
Regelungen

Proxywesen

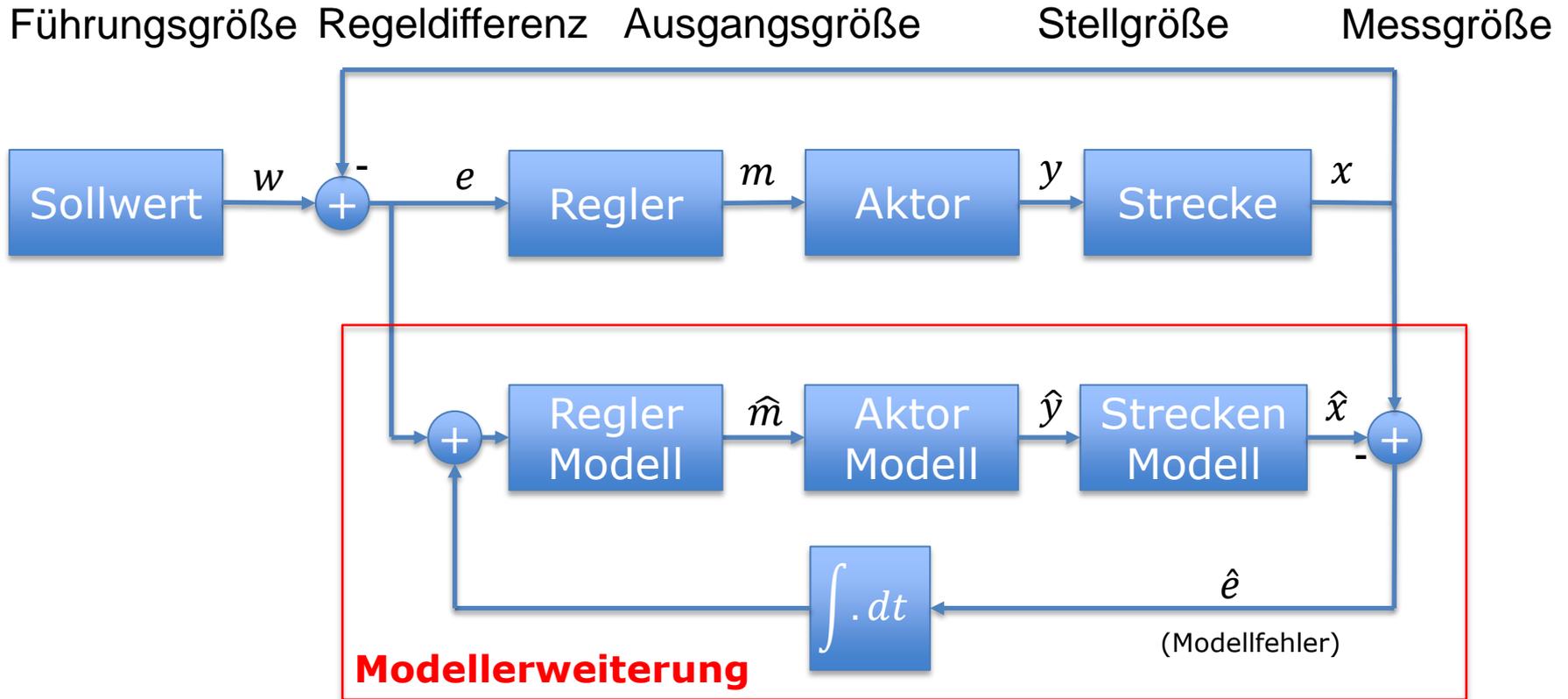
Datenpunkt-, und
Kabelzuglisten

Digitales „Abzählen“

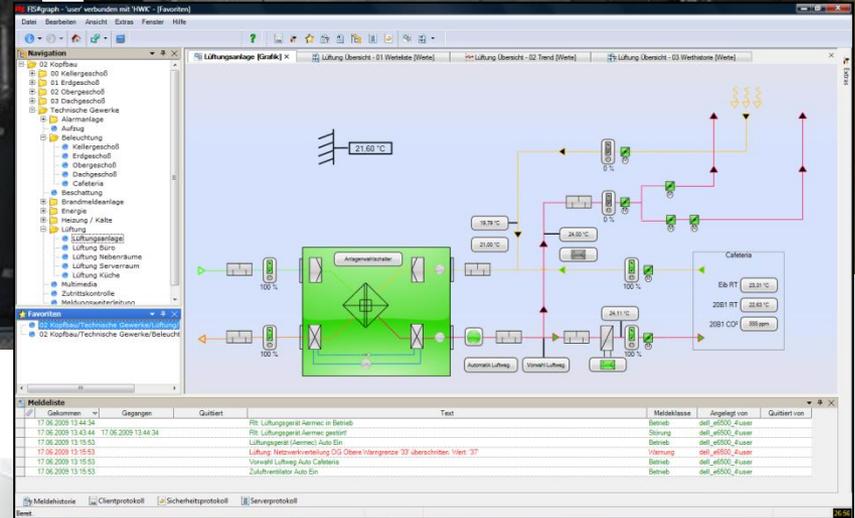
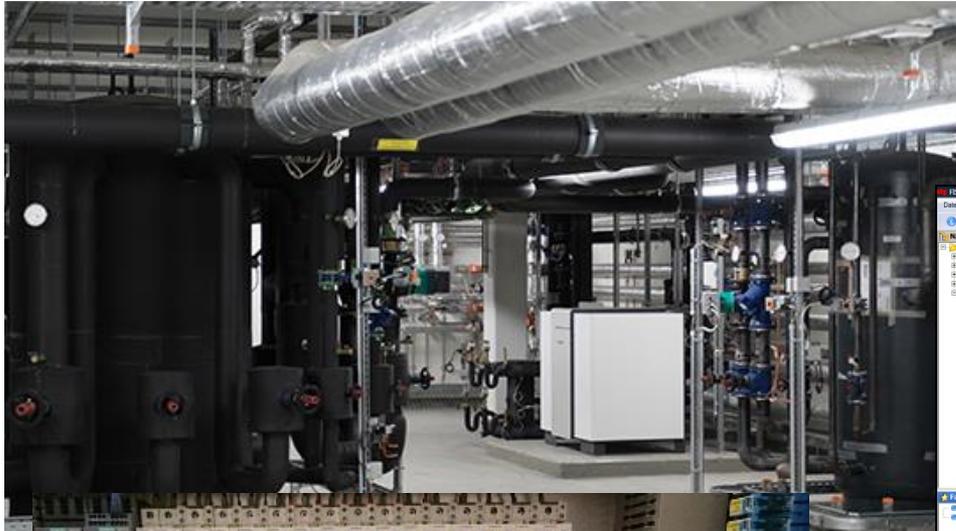


Zurück zu den Wurzeln der Regelungstechnik

Ein Regelkreis mit Modellerweiterung



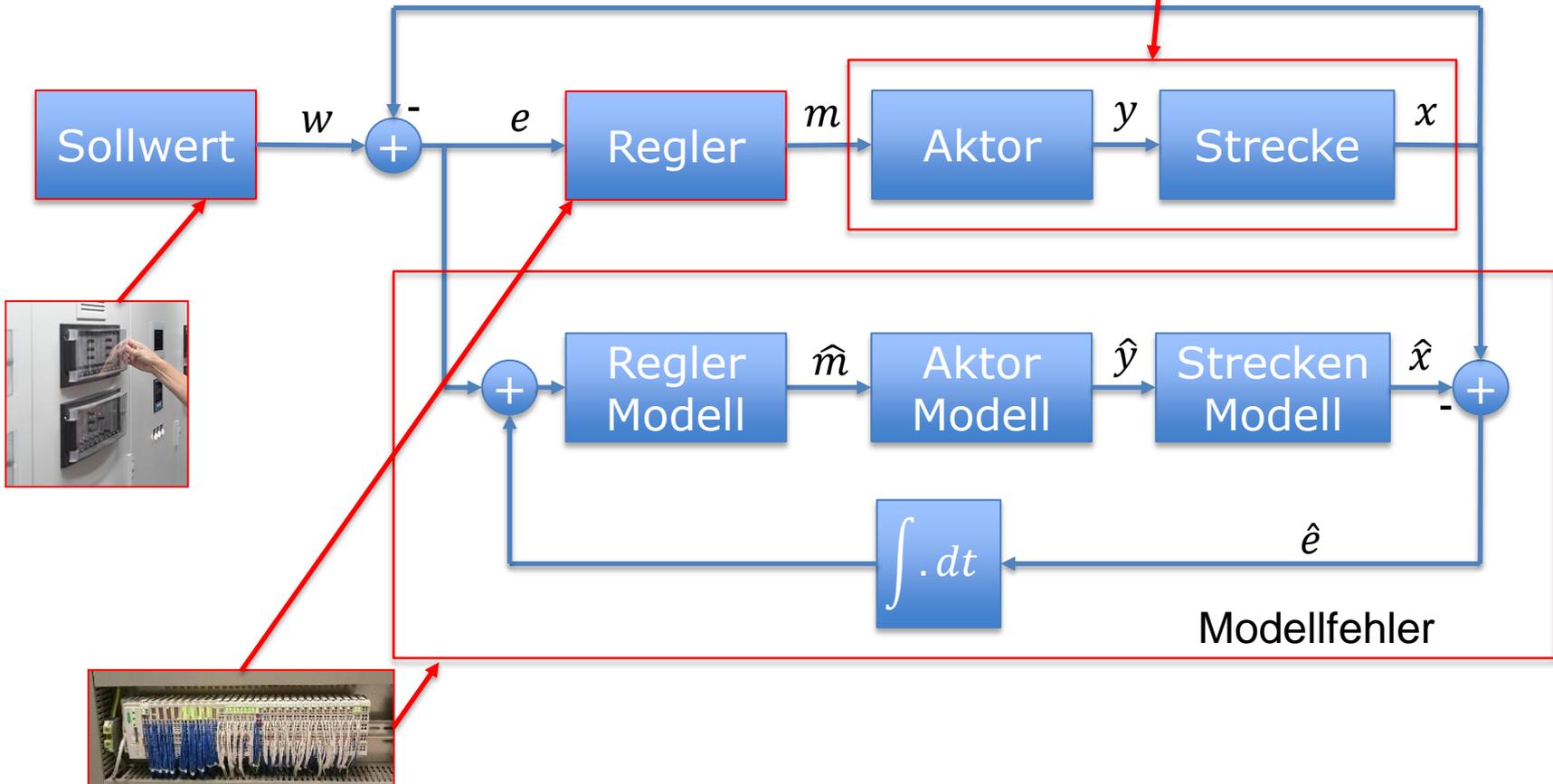
Reale GLT sieht anders aus ...



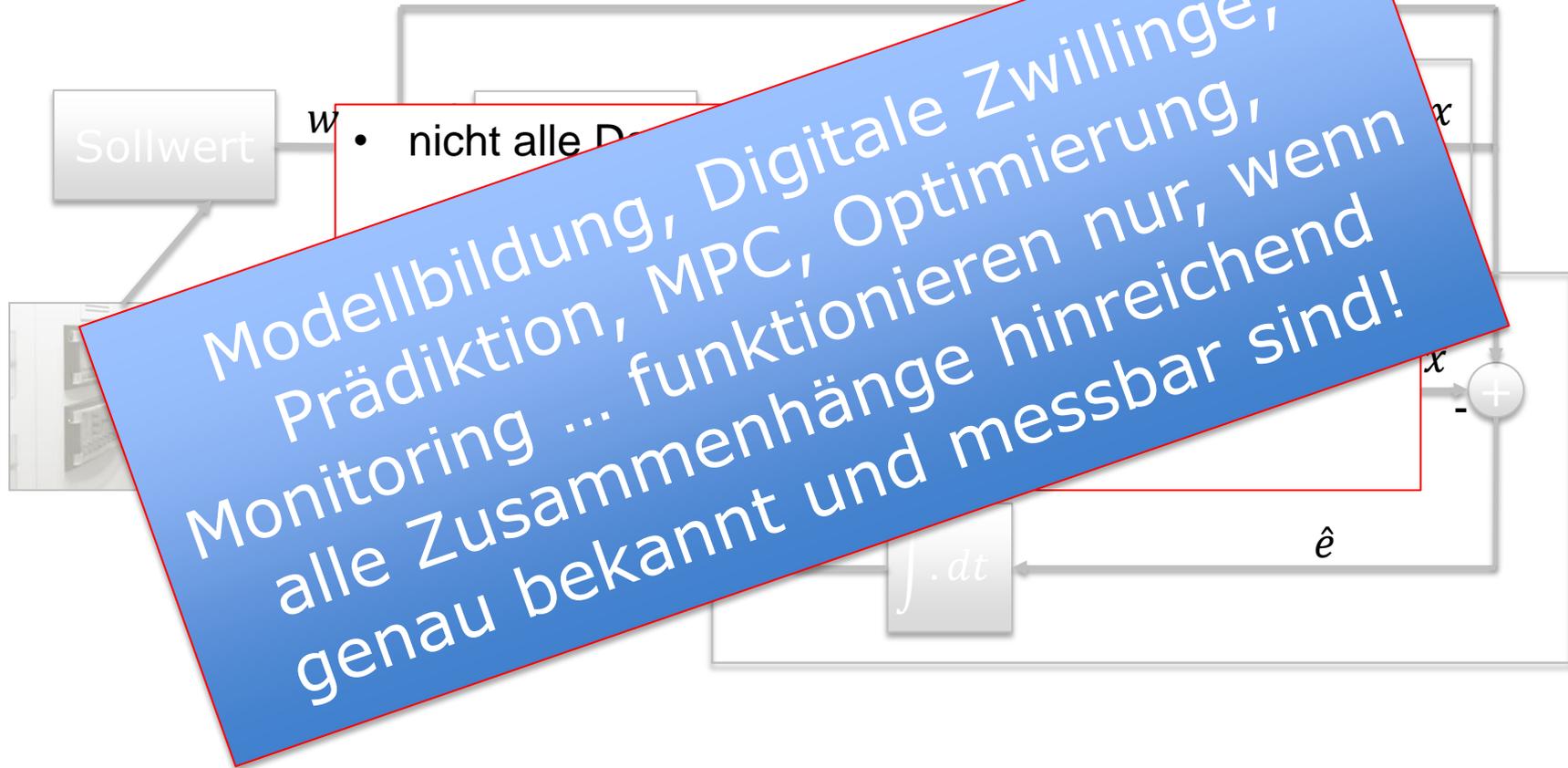
Zusammengebracht ...



Führungsgröße Regeldifferenz Ausgangsgröße Messgröße

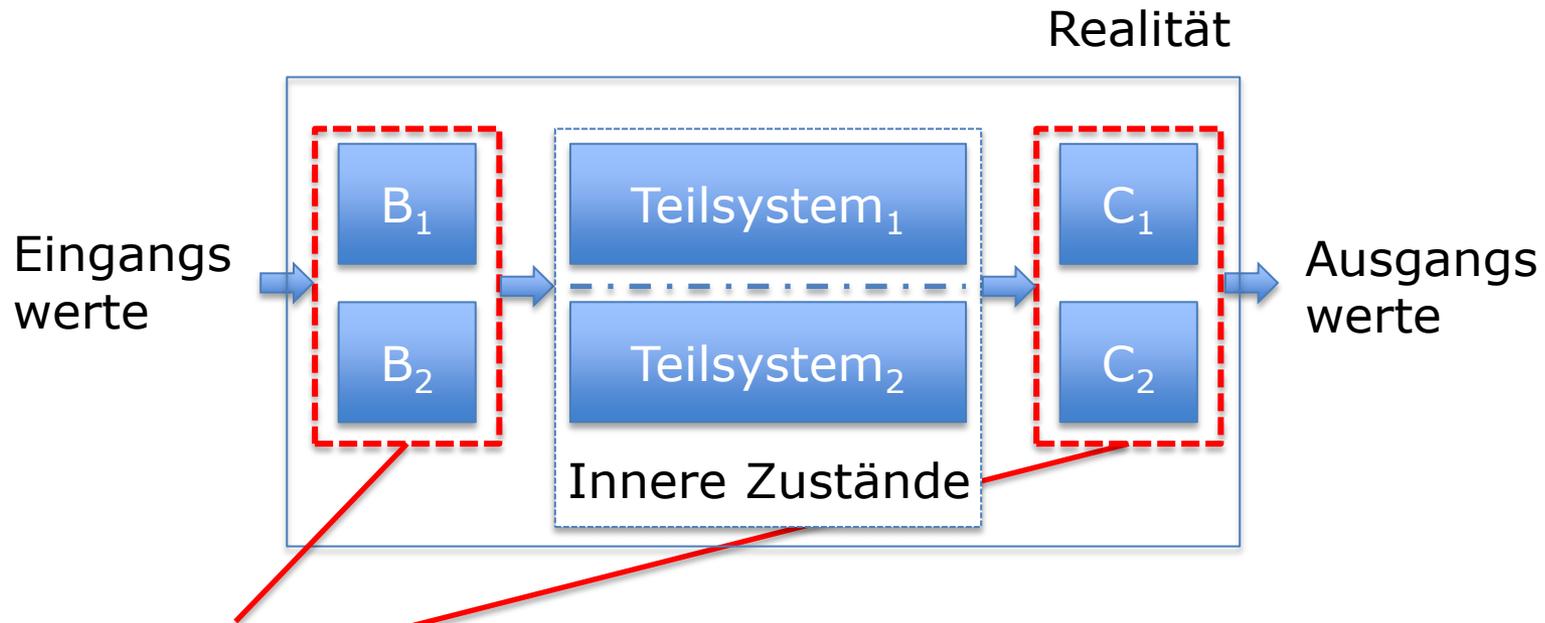


In der Realität werden aber ...



Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit

Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit



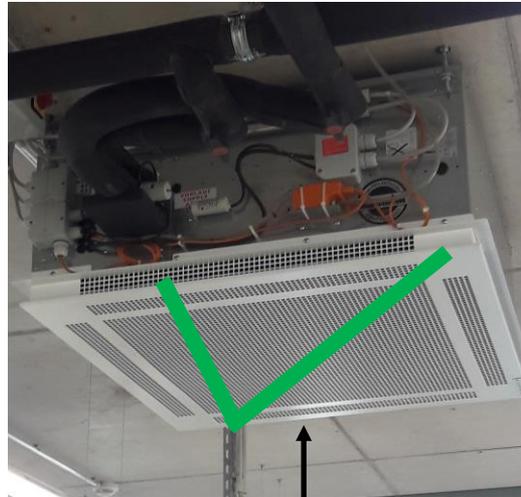
Notwendige Bedingung:

$B_x \neq 0 \Rightarrow$ Teilmodell x ist steuerbar

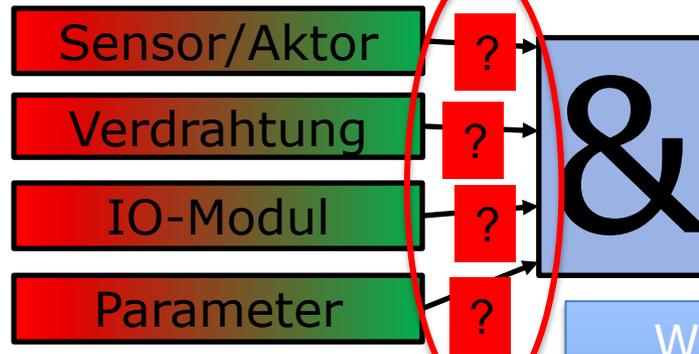
$C_y \neq 0 \Rightarrow$ Teilmodell y ist beobachtbar

Vgl. Otto Föllinger
Regelungstechnik,
12. Auflage S. 298

Beob. Und Steuer. => Beispiel Klimaregelung

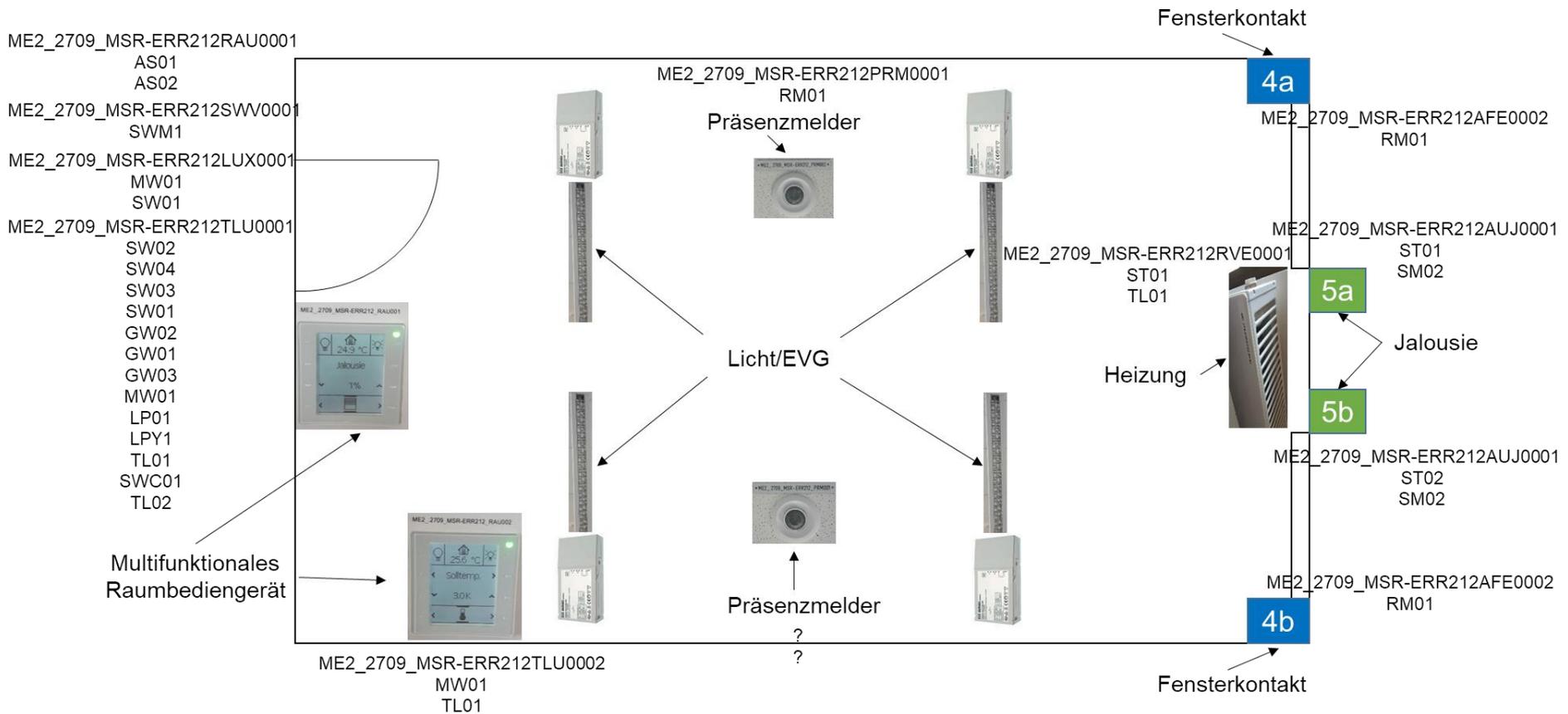


me
regelbar



Wichtig:
Beobachtbare
Datenpunkte

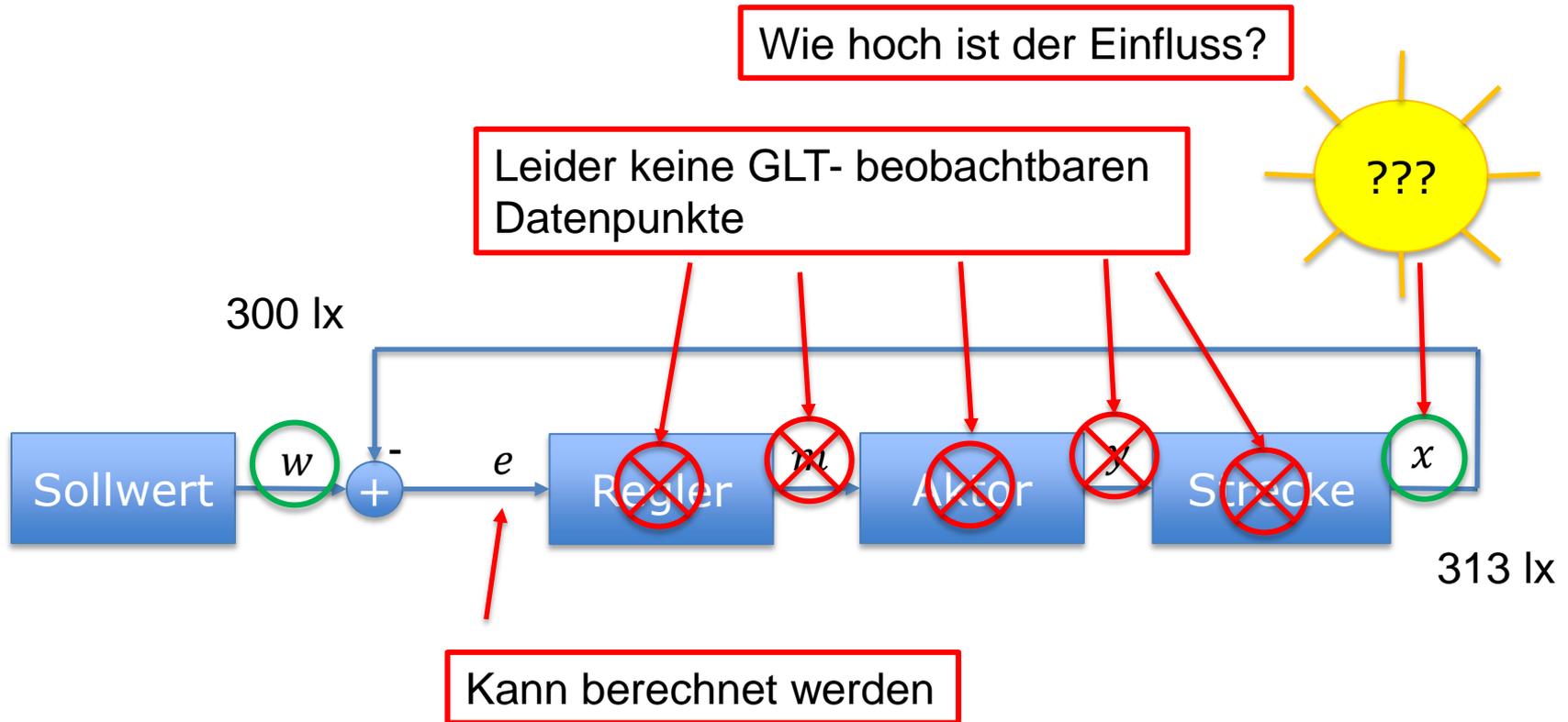
Beobachten und steuern => Beispiel Lichtregelung



Campus Minden, 2. Stock, Raum D212 => ME2_2709_MSR-ERR212xxxxxxxxx

AKS	Fkt.	Bezeichnung	Wert
ME2_2709_MSR-ERR212AFE0002	RM01	Fensterkontakte Rückmeldung ZU	Offen
ME2_2709_MSR-ERR212AUJ0001	ST02	Jalousie Süd Stellsignal Lamelle	0,0%
ME2_2709_MSR-ERR212AUJ0001	ST01	Jalousie Süd Stellsignal Position	2,8%
ME2_2709_MSR-ERR212AUJ0001	SM01	Jalousie Süd Störung Antrieb 1	Normal
ME2_2709_MSR-ERR212AUJ0001	SM02	Jalousie Süd Störung Antrieb 2	Normal
ME2_2709_MSR-ERR212LUX0001	MW01	Lichtsensoren Messwert	313,0 Lux
ME2_2709_MSR-ERR212LUX0001	SW01	Lichtsensoren Sollwert	300 Lux
ME2_2709_MSR-ERR212PRM0001	RM01	Präsenzmelder x Meldung Ein	Präsenz
ME2_2709_MSR-ERR212RAU0001	AS01	Raumvorwahl Energieniveau	PreComfort
ME2_2709_MSR-ERR212RAU0001	AS02	Raumvorwahl Funktionsauswahl	Auto
ME2_2709_MSR-ERR212RVE0001	ST01	Regelventil Heizung 1 Stellsignal	0,0%
ME2_2709_MSR-ERR212RVE0001	TL01	Regelventil Heizung 1 Trend Stellsignal	103 Einträge
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	SW02	Sollwert RT Totzone Comfort	2,0 Kelvin
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	SW04	Sollwert RT Totzone Economy	12,0 Kelvin
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	SW03	Sollwert RT Totzone Pre Comfort	6,0 Kelvin
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	SW01	Sollwert Raumtemperatur (Basis)	22,0 C
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	GW02	Sollwert SoKo AU-Temp. Ende	32,0 C
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	GW01	Sollwert SoKo AU-Temp. Start	26,0 C
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	GW03	Sollwert SoKo SW Schiebung	4 Kelvin
ME2_2709_MSR-ERR212SWV0001	SWM1	Sollwertsteller Sollwertoffset	0,0 Kelvin
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	MW01	Temperatur RBG 1 Messwert	27,1 C
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0002	MW01	Temperatur RBG 2 Messwert	28,0 C
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0002	TL01	Temperatur RBG 2 Trend Messwert	38 Einträge
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	LP01	Temperatur Raum Regler Heizung	0,0 %
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	LPY1	Temperatur Raum Regler Heizung Stellsignal	0,0 %
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	SWC1	Temperatur Raum Regler Sollwert	12,0 C
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	TL01	Temperatur Raum Trend Messwert	98 Einträge
ME2_2709_MSR-ERR212TLU0001	TL02	Temperatur Raum Trend Sollwert	104 Einträge
ME2_2709_MSR-ERR212RAU0001	ZP01	Zeitprogramm Energieniveau	PreComfort

Lichtregelung

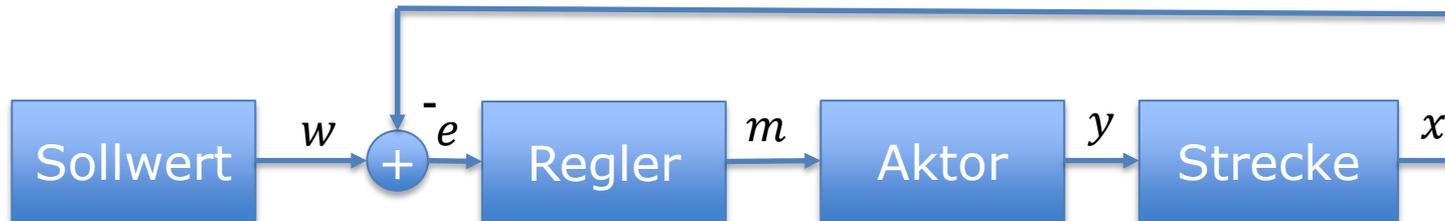




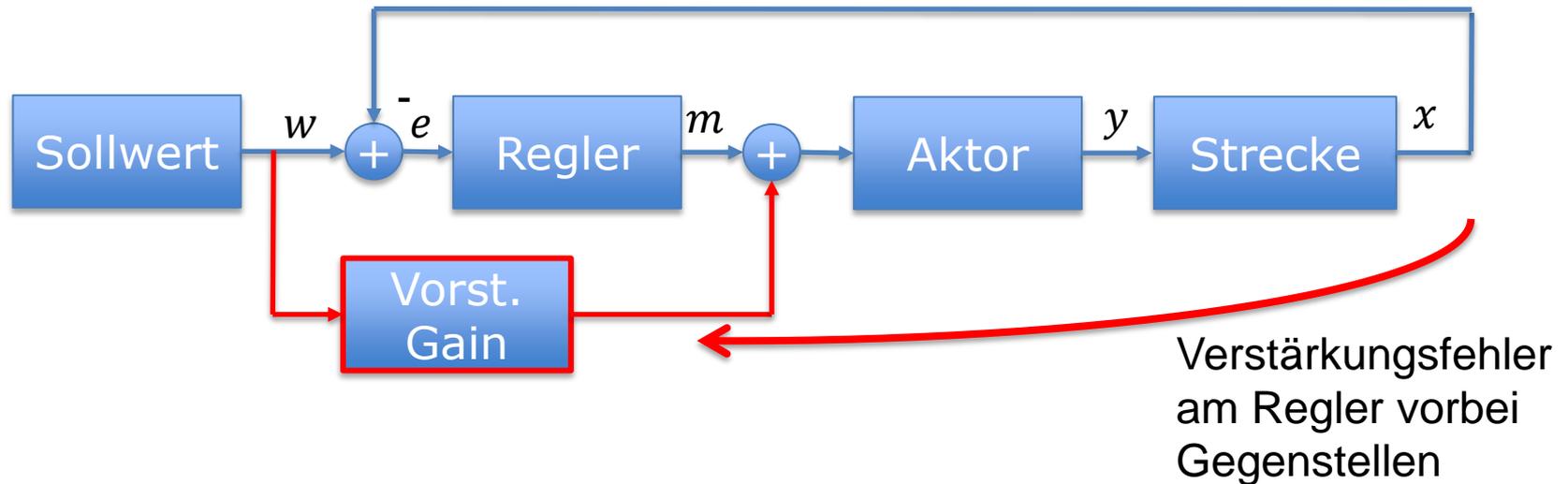
Vorsteuerung und Vorfilter

Vorsteuerung und Vorfilter

Regelkreis

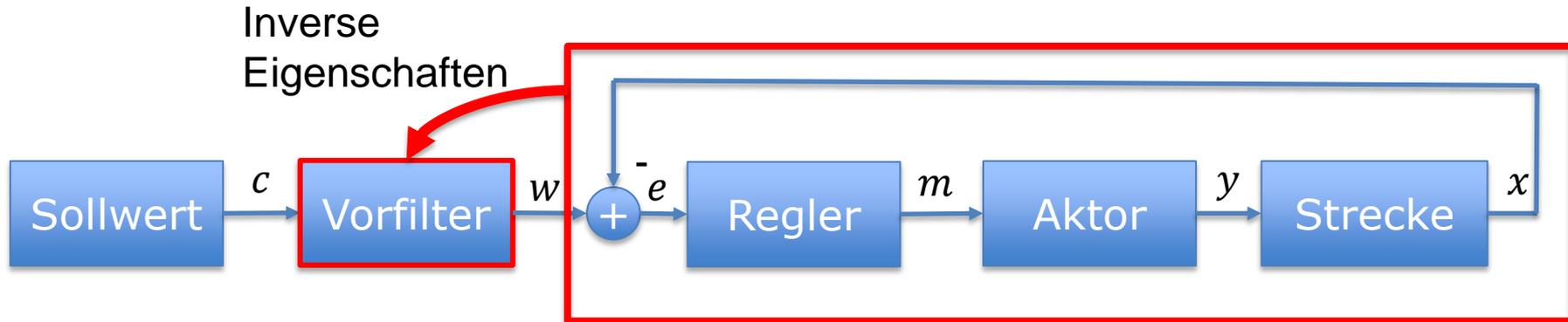


... mit einfacher Vorsteuerung

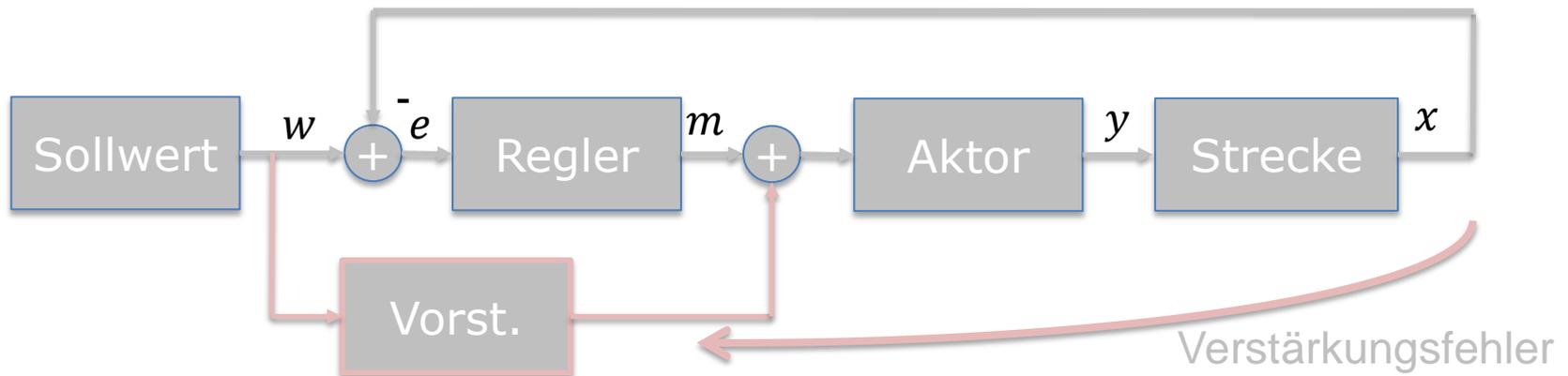


Vorsteuerung und Vorfilter

... besser mit Vorfilter



Vgl. Vorsteuerung



Performanz der Vorsteuerung und des Vorfilters

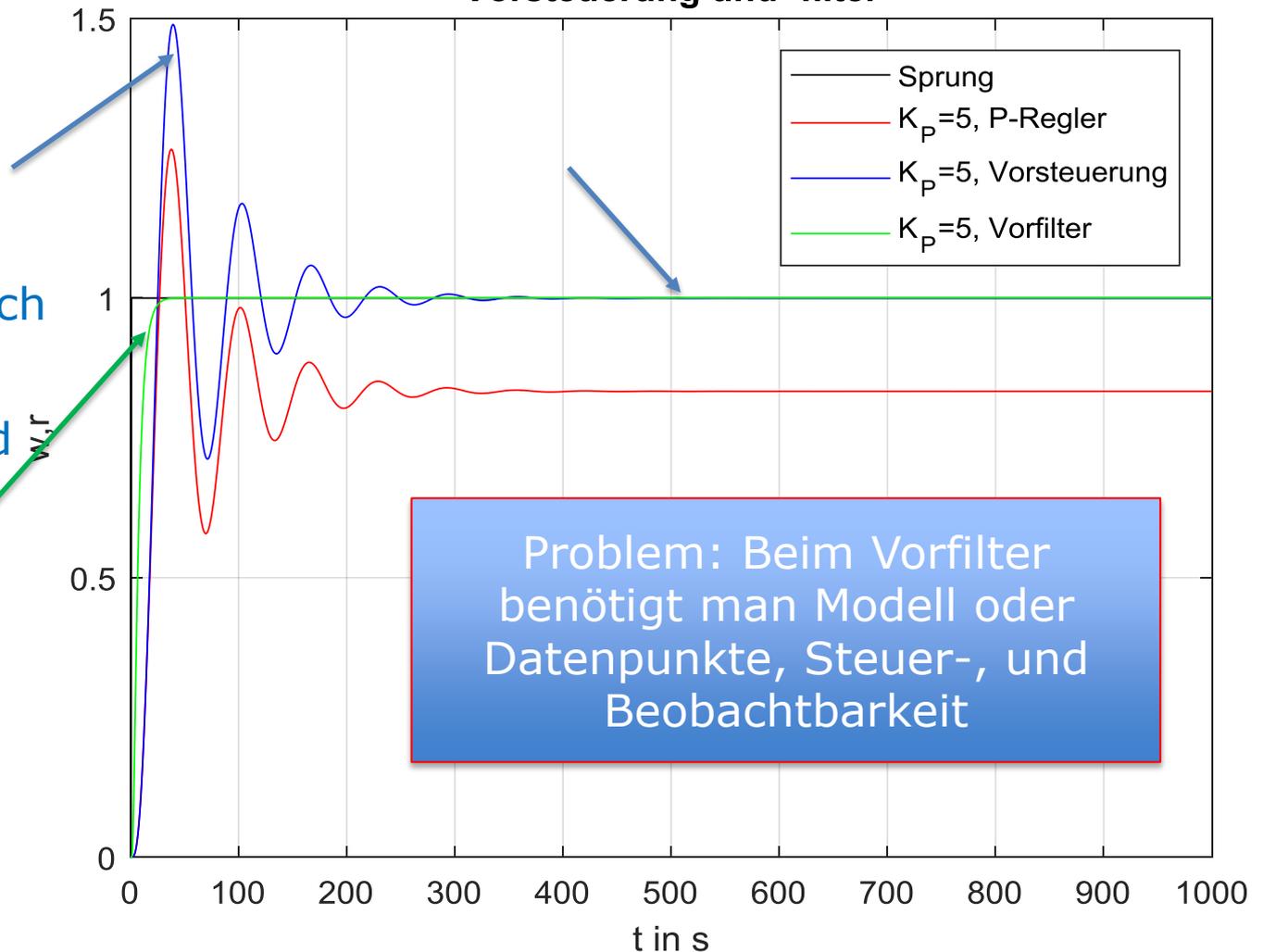
Vorsteuerung und -filter

Hier eine Simulation:

Die Vorsteuerung hilft nur statisch

Die Dynamik wird schlechter

Ein Vorfilter hingegen erledigt Statik und Dynamik

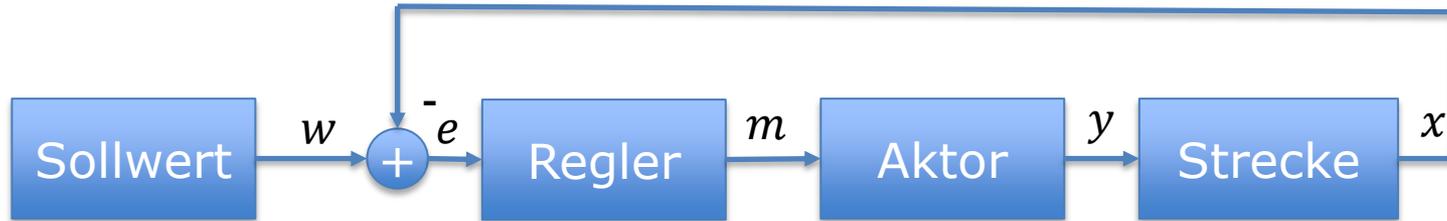




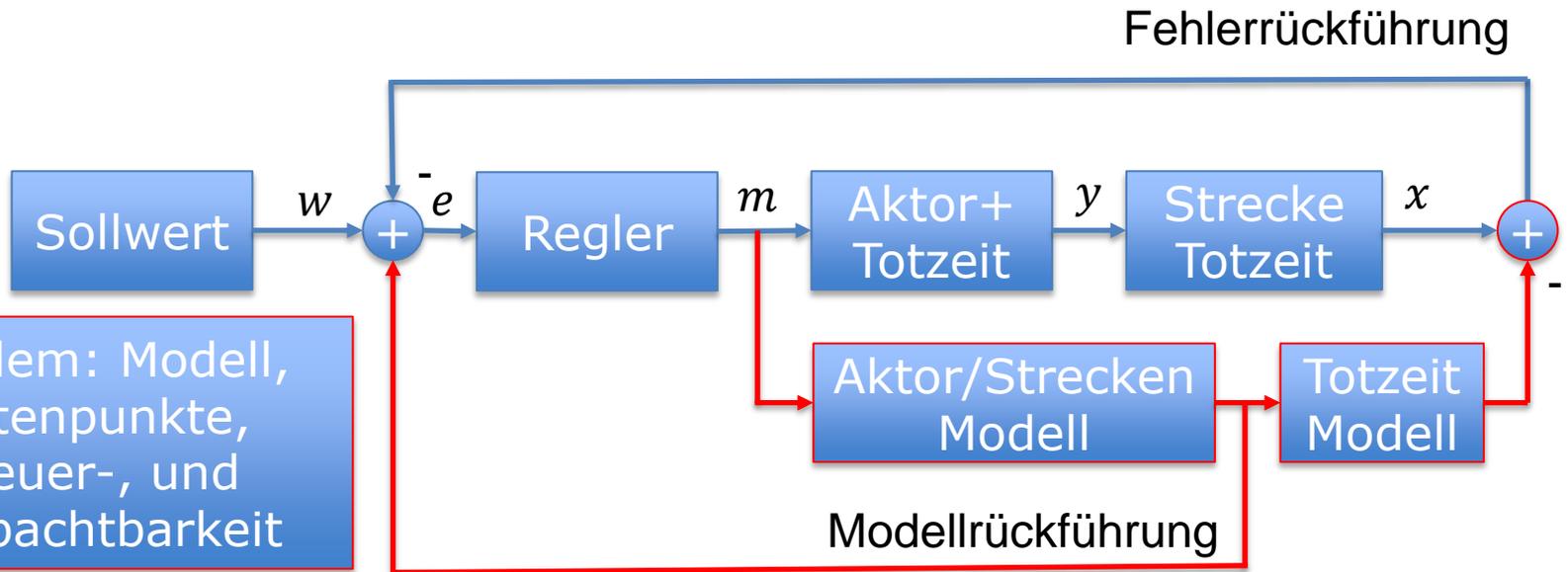
Prädiktion

Prädiktion der Strecke

Regelkreis

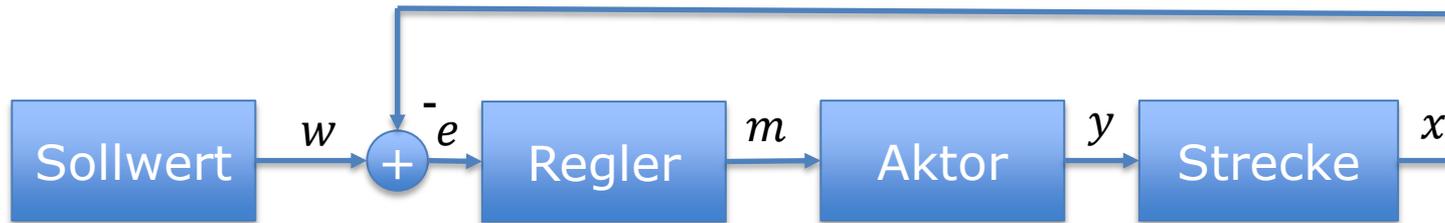


... mit z. B. Smith Prädiktor

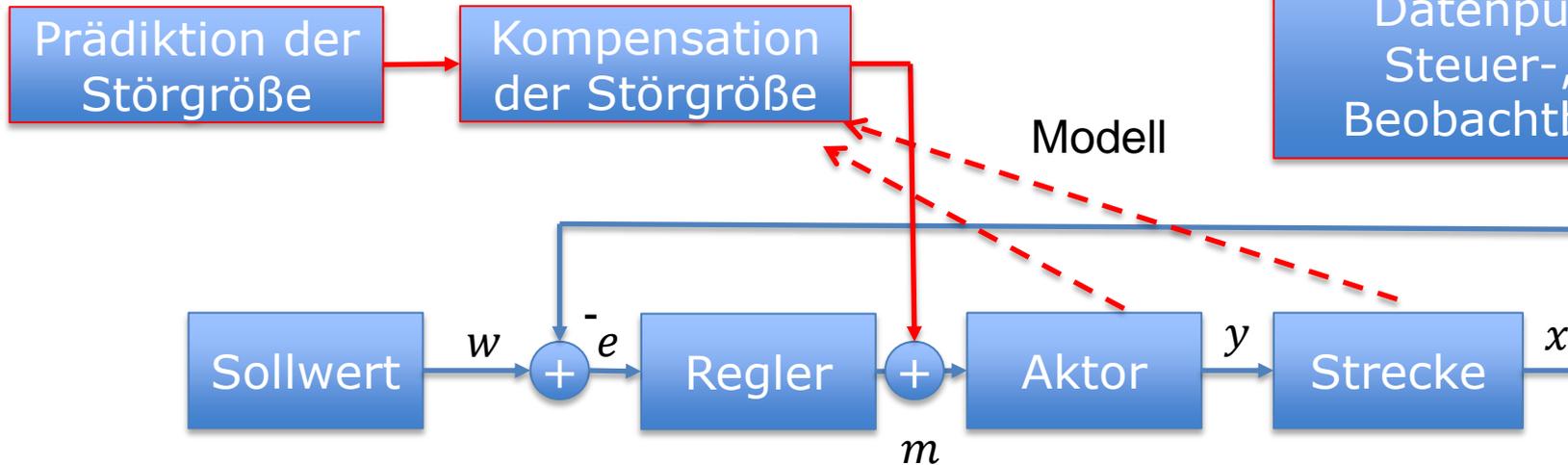


Prädiktion der Störgröße

Regelkreis



... mit Kompensation





Model Predictive Control oder Was wäre wenn ...

MPC oder was wäre wenn

Marble madness

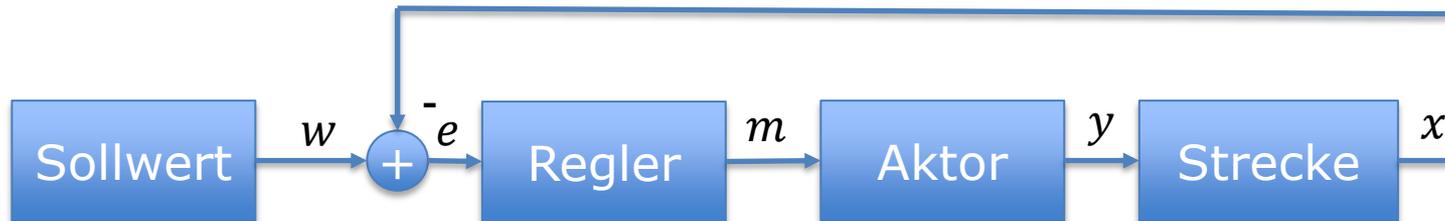
Quelle youtube.com



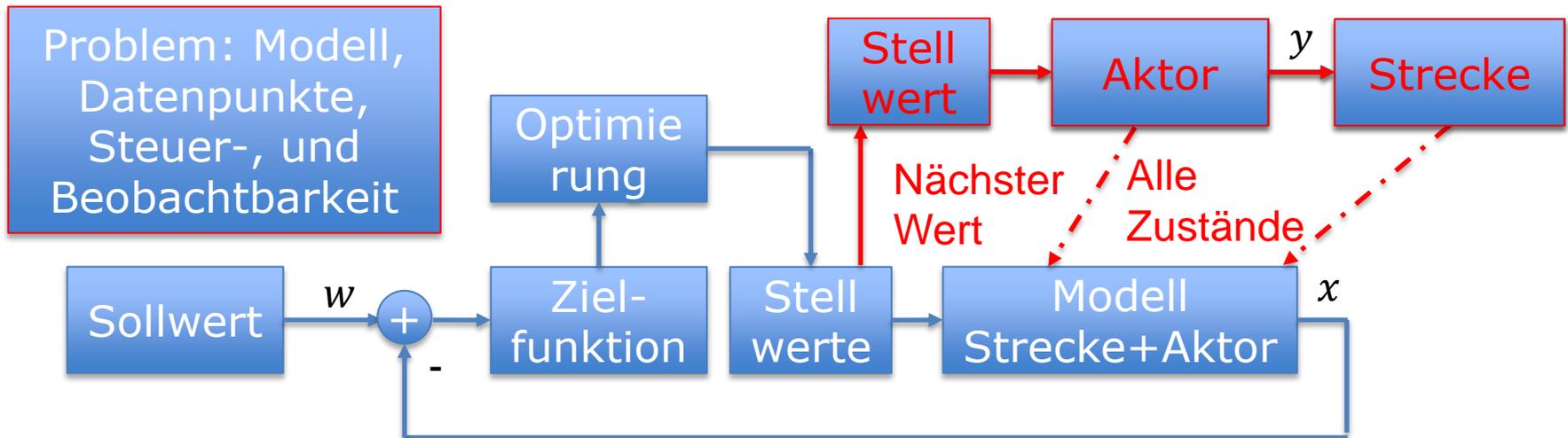
Der Witz ist, so zu lange probieren, bis man einen optimalen Weg gefunden hat (und das egal wie ...)

Prädiktion der Störgröße

Regelkreis



Und hier der MPC ansatz



Fazit

Ohne Datenpunkte, Steuer-, und Beobachtbarkeit und Modell geht es nur notdürftig!

**Lösung: Hinzufügen notwendiger bzw. hinreichender Datenpunkte
Messung => Beobachtung, Identifikation des Modells**

Chance: Modellierung

Allein schon durch den Abgleich des Modells mit der Realität kann Energie gespart werden

Chance: Bessere Steuerung + Kompensation

Auch durch Regleroptimierung kann Energie / Ressourcen gespart werden

Chance Prädiktionen

Einbindung Prädiktion externer Ereignisse (Wetterdaten, Geodaten) kann nochmals Energie sparen

Ausblick

Internet of Things und Wireless Protokolle

Problem: Modell, Datenpunkte, Steuer-, und Beobachtbarkeit

Ansatz: Datenpunkte können mit Wireless IoT ergänzt werden

Herausforderung: Dokumentation, Integration der neuen Datenpunkte

Herausforderung: Dynamische Verfügbarkeit der Datenpunkte

Klassische GLT-Systeme sind weder auf Feld- noch auf Automatisierungs- und Managementebene auf eine Menge neuer und dynamischer Datenpunkte vorbereitet

Paralleles Energiemanagement oder Neuprogrammierung?

Und KI?



<https://www.wired.com/2015/10/can-learn-epic-failure-google-flu-trends/>

Literatur und Links

<https://www.vde-verlag.de/buecher/604201/regelungstechnik.html>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Regelungstechnik>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Model Predictive Control](https://de.wikipedia.org/wiki/Model_Predictive_Control)

<https://www.systemwissenschaften.de/drei-gruende-gegen-die-stationaere-vorsteuerung-teil-1-ueberschwingen>

<https://de.wikipedia.org/wiki/MQTT>

<https://www.sueddeutsche.de/gesundheit/der-naechste-bitte-big-data-in-der-medizin-funktioniert-nicht-1.3968274>



**Danke für die
Aufmerksamkeit**