

# **Technische Universität Dresden**

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie

## **Studienarbeit**

### **Über den Einfluss hochfrequenter mechanischer Oszillationen auf das Schaltverhalten supraleitender PID-Regler auf Quantenbasis**

**Eine Fallstudie unter besonderer Berücksichtigung  
stochastischer Einflüsse**

vorgelegt von: Julius Fiedler  
geboren am: 13. Oktober 1996 in Dresden

Betreuer:	Betreuer 1
	Betreuer 2
Verantwortlicher Hochschullehrer:	Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Math. K. Röbenack
Tag der Einreichung:	2. Februar 2222

Bitte ersetzen Sie diese Seite vor dem Binden mit der Aufgabenstellung.

# Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir am heutigen Tage an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik eingereichte Studienarbeit zum Thema

## **Über den Einfluss hochfrequenter mechanischer Oszillationen auf das Schaltverhalten supraleitender PID-Regler auf Quantenbasis**

selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, wurden als solche kenntlich gemacht.

Pirna, 1. Januar 2016

Julius Fiedler

## **Kurzfassung**

An dieser Stelle fügen Sie bitte eine deutsche Kurzfassung ein.

## **Abstract**

Please insert the English abstract here.

# Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	VIII
1 Notizen	IX
1.1 UDE	IX
1.1.1 8.7.20	IX
1.1.2 9.7.20	X
1.2 errors	XV

# Verzeichnis der Formelzeichen

# Abbildungsverzeichnis

2	ude fric viskos d1 03 . . . . .	XIII
3	ude fric viskos und haft d1 03 d2 05 . . . . .	XIV
4	nur viskose Reibung . . . . .	XV

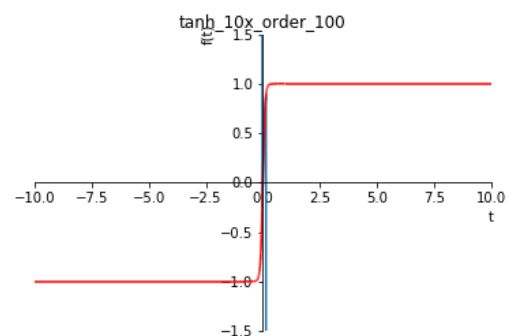
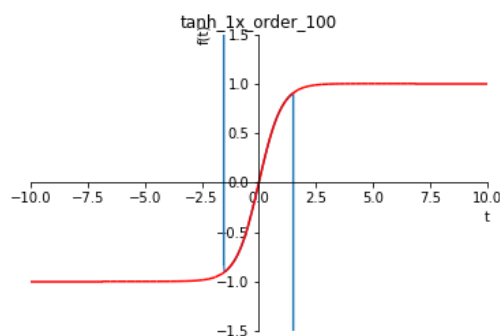
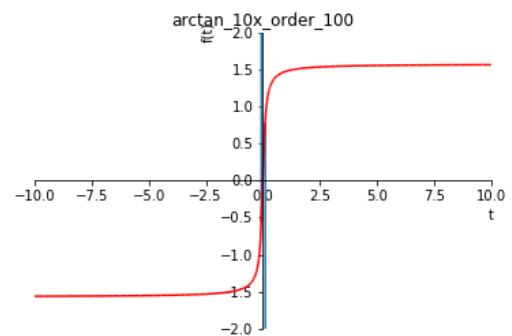
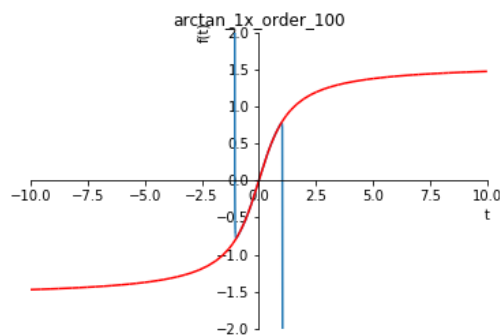
# Tabellenverzeichnis



# Kapitel 1

## Notizen

### 1.1 UDE



#### 1.1.1 8.7.20

überlegung NN in julia und sindy in python machen, export erledigt  
trotzdem keine identifikation in python möglich, grund: zu wenig daten (datenfeld mit 31 daten Auflösung viel zu gering)

bei erhöhung der auflösung wird trainingszeit enorm groß NN approximiert den verlauf der ableitungen  
sindy mal mit anderen anfangswerten trainieren

### 1.1.2 9.7.20

ude keine option für multiple trajectories / threshhold???

ude + sindy

definitorische Gleichungen bekannt

dt=0.1

sindy did not converge

$$du_1 = \cos(u_3) * p_1 \quad (1.1)$$

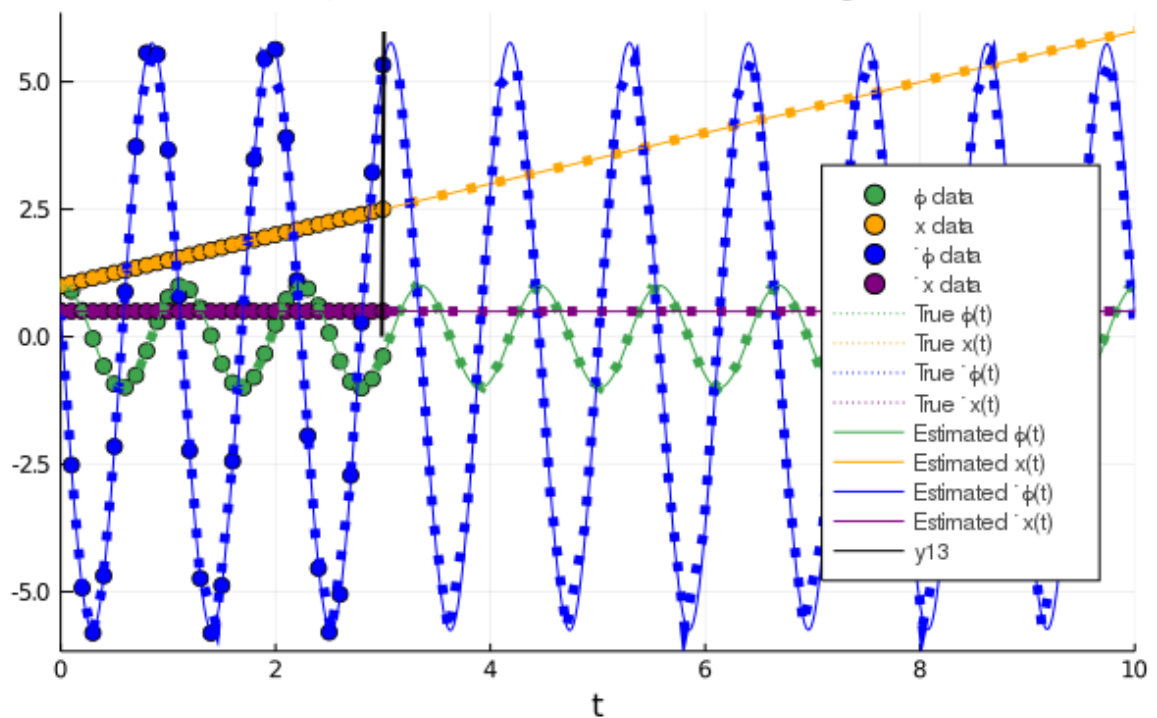
$$du_2 = \sin(u_3) * p_2 \quad (1.2)$$

$$du_3 = \sin(u_1) * p_3 + p_4 * u_1 \quad (1.3)$$

$$du_4 = \sin(u_3) * p_5 \quad (1.4)$$

parameters: Float32[0.050624948, 0.006272168, -20.755184, -13.720979, -0.01513608]

Extrapolated Fit From Short Training Data



im Vergleich: nur den Sindy Part in PySindy ausgelagert ergibt: (dieser Vergleich ist nicht sinnvoll? pysindy kennt ja die def. gl nicht)

$$\begin{aligned}
 \phi' &= 65170415.755x\dot{} + -72812822.138\sin(x\dot{}) + 2647179.524\cos(x\dot{}) \\
 x' &= 51018334.340x\dot{} + -57002163.483\sin(x\dot{}) + 2072882.755\cos(x\dot{}) \\
 \phi\dot{} &= -3.002\phi + -6.328x + 2682545588.568x\dot{} + -33.032\sin(\phi) \\
 &\quad + -1.358\sin(x) + -0.208\sin(\phi\dot{}) + -2997205703.337\sin(x\dot{}) \\
 &\quad + -0.020\cos(\phi) + -6.583\cos(x) + 109008747.059\cos(x\dot{}) \\
 x\dot{} &= 0.320x + -18300414.600x\dot{} + 20447317.167\sin(x\dot{}) + 0.344\cos(x) \\
 &\quad + -743815.199\cos(x\dot{})
 \end{aligned}$$

keine Gleichungen bekannt

dt=0.1

sindy did not converge

$$du_1 = p_1 * u_3 \quad (1.5)$$

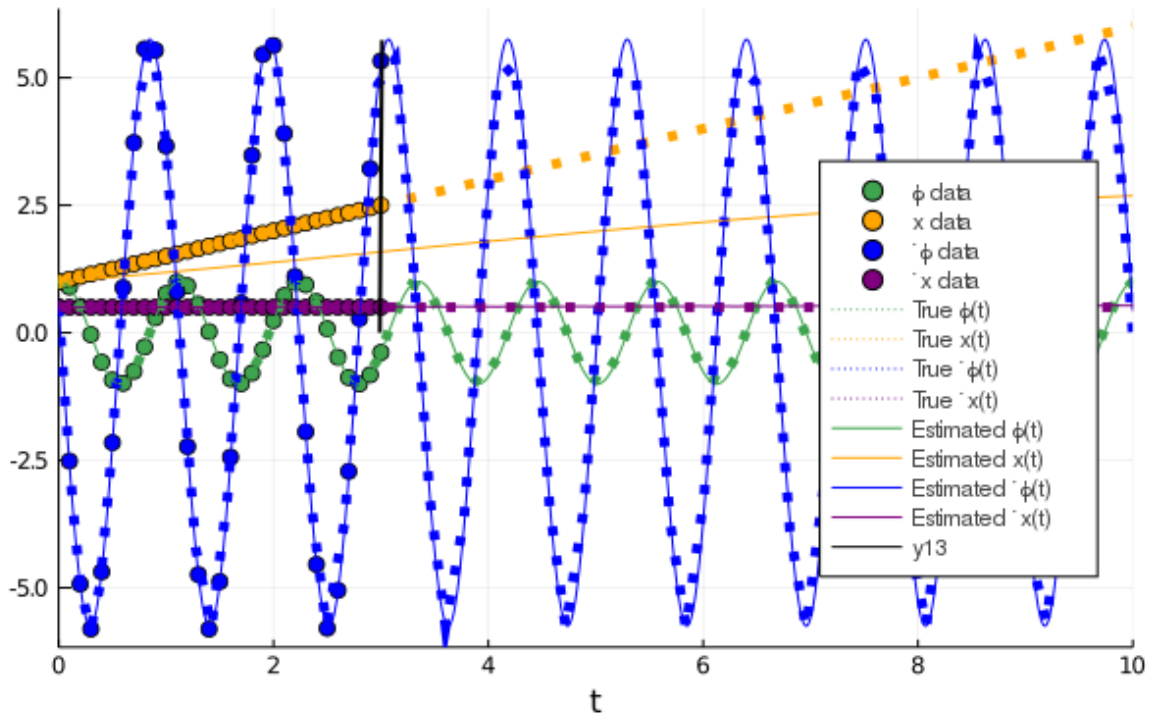
$$du_2 = \sin(u_2) * p_2 \quad (1.6)$$

$$du_3 = \sin(u_1) * p_3 + p_4 * u_1 \quad (1.7)$$

$$du_4 = \cos(u_1) * p_5 \quad (1.8)$$

parameters: Float32[0.997858, 0.20674846, -18.494001, -15.788721, 0.040644586]

Extrapolated Fit From Short Training Data



im Vergleich: nur den Sindy Part in PySindy ausgelagert ergibt:

$$\begin{aligned}
 \phi' &= 1.111\phi + 0.648x + 1.002\phi\dot{} + -503701656.178x\dot{} + -1.228\sin(\phi) \\
 &\quad + 562779966.638\sin(x\dot{}) + -0.050\cos(\phi) + 0.676\cos(x) + -20465608.922\cos(x\dot{}) \\
 x' &= 0.833\phi + -0.031x + 450669011.982x\dot{} + -0.967\sin(\phi) \\
 &\quad + -503527393.951\sin(x\dot{}) + 0.157\cos(\phi) + -0.051\cos(x) + 18310968.307\cos(x\dot{}) \\
 \phi\dot{} &= -2.551\phi + -4.834x + -3252316739.183x\dot{} + -33.509\sin(\phi) \\
 &\quad + -0.458\sin(x) + 3633781720.861\sin(x\dot{}) + -5.066\cos(x) + -132146405.440\cos(x\dot{}) \\
 x\dot{} &= 0.674\phi + -184783222.592x\dot{} + -0.759\sin(\phi) + 206455836.816\sin(x\dot{}) + \\
 &\quad - 7507657.694\cos(x\dot{})
 \end{aligned}$$

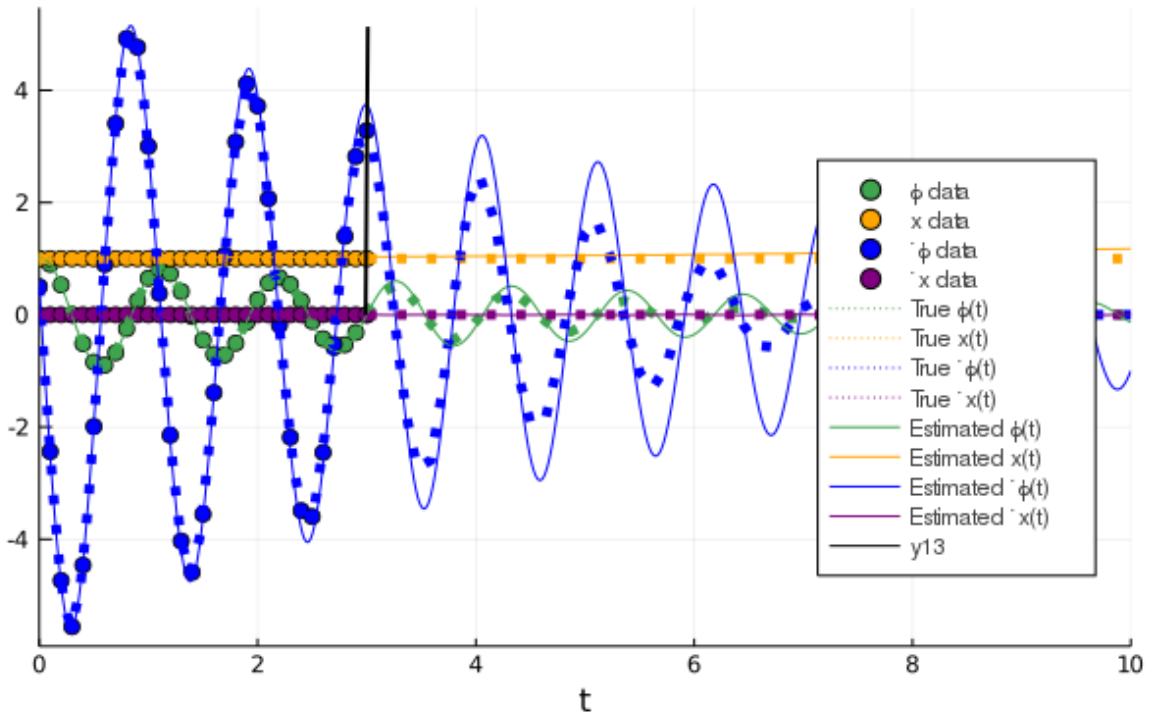
## ude reibung

tanh wie erwartet problematisch, vmtl sinnvoll tanh vorzugeben  
viskose+ haftreibung:

$$\begin{aligned}
 du_1 &= \sin(u_3) * p_1 \\
 du_2 &= \cos(u_1) * p_2 + \cos(u_3) * p_3 \\
 du_3 &= p_4 * u_3 \\
 du_4 &= \sin(u_3) * p_5
 \end{aligned}$$

parameters: Float32[-0.032978103, 0.020778582, 0.02180107, -0.30371103, -0.026243187]

## Extrapolated Fit From Short Training Data



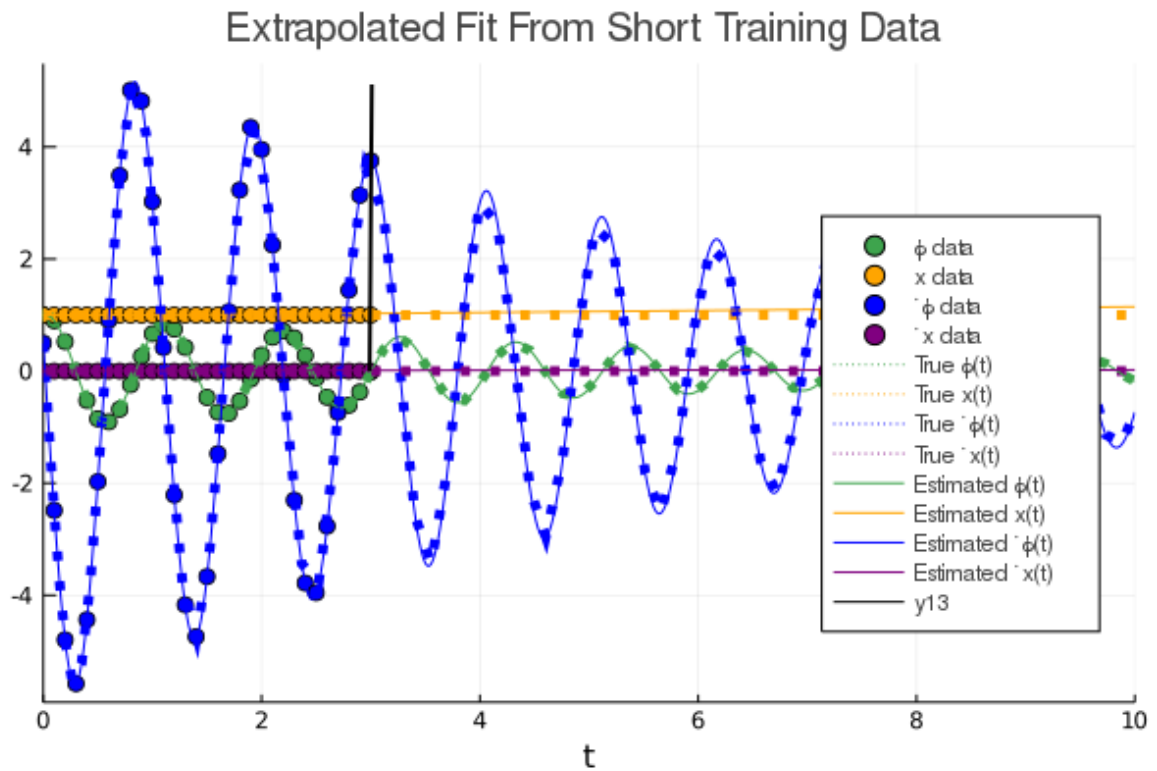


Abbildung 2 – ude fric viskos d1 03

nur viskose reibung, order 2:

$$d_1 = 0.3$$

$$d_{1,ident} = 0.2981498$$

viskose + haftreibung: order 1, tanh vorgegeben:

$$du_1 = \cos(u_1) * p_1$$

$$du_2 = \sin(u_3) * p_2$$

$$du_3 = \tanh(10u_3) * p_3 + p_4 * u_3$$

$$du_4 = \tanh(10u_3) * p_5$$

parameters: Float32[0.018757716, -0.011911368, -0.26272112, -0.35348737, -0.005909097]

## Pysindy reibung

Ansatz: Sindy für Differenz von Realem Modell mit Reibung und theoretischem Modell verwenden, siehe Bsp:

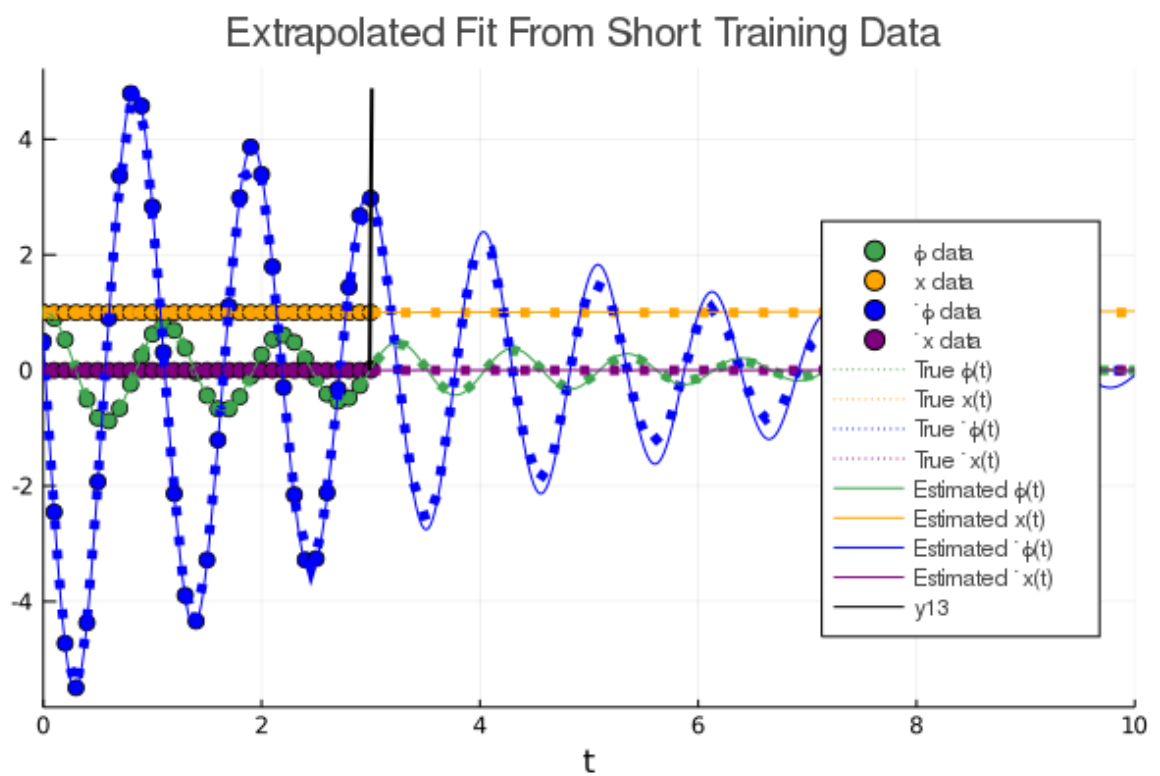


Abbildung 3 – ude fric viskos und haft d1 03 d2 05

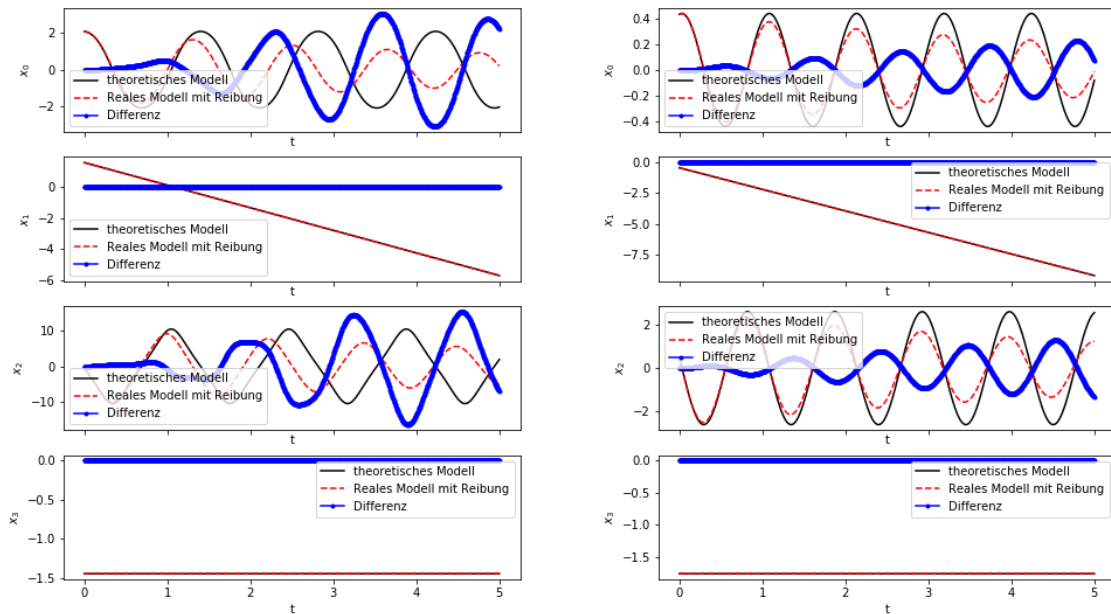


Abbildung 4 – nur viskose Reibung

keine Identifikation feststellbar

vermutung: aus Differenz geht keine exp funktion hervor, es fehlt die info über das vorherige System  
 idee: prior system knowledge integrieren indem man das bekannte teilsystem aus library funktion zur verfügung stellt

## 1.2 errors

Ude:

*AssertionError : length(b) == length(variables(b))inunknownsys :*

wenn  $\lambda$  so gewählt, dass ganze Zeilen rausfallen