

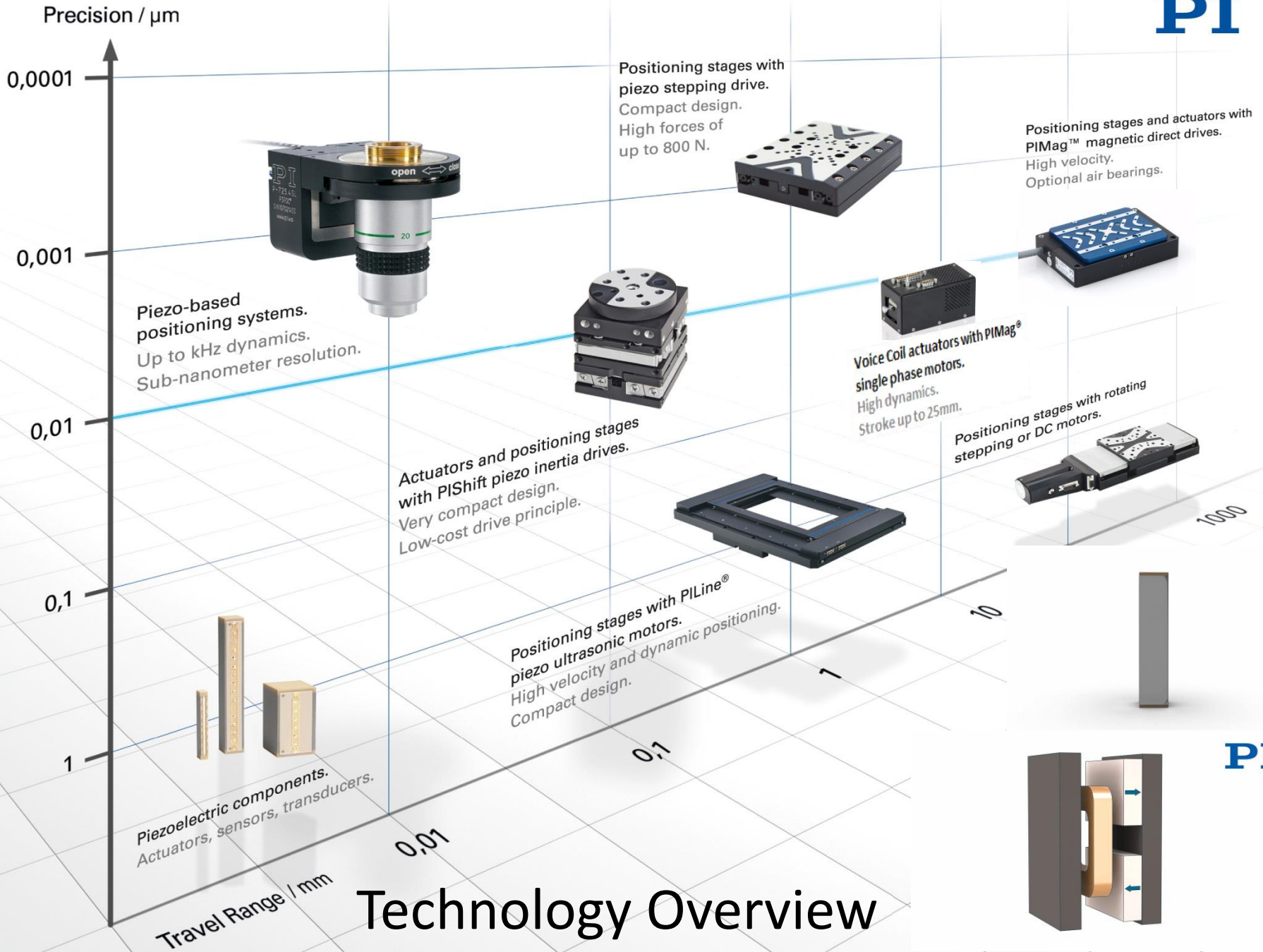
Physik Instrumente

Systemanalyse von Nanopositioniersystemen mit Festkörpergelenken und elektromagnetischen Direktantrieben





Testen



Kundenanfragen

Tägliches Brot

Einfache Anfragen

Unsinnige Anfragen

% bis 5 mm Weg
 % bis 1000 Hz, Sinus
 % Zu bewegende Masse 5g
 % Bauraum Durchmesser 5mm, Länge 10 mm
 % 0.1 μm Bahngenauigkeit
 % Vakuum 10^{-6} mbar

Hub	5	[mm]
Frequenz	1000	[Hz]
v_(max)	15,7	[m/s]
a_(max)	98696	[m/s ²]
Kraft F	493	[N]



1 Cent
 Durchmesser:
 16,25 mm
 Dicke: 1,67 mm
 Gewicht: 2,30 g

Kundenanfragen

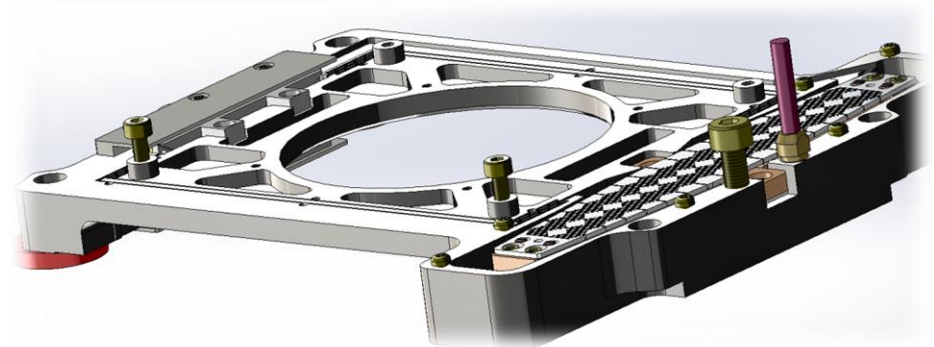
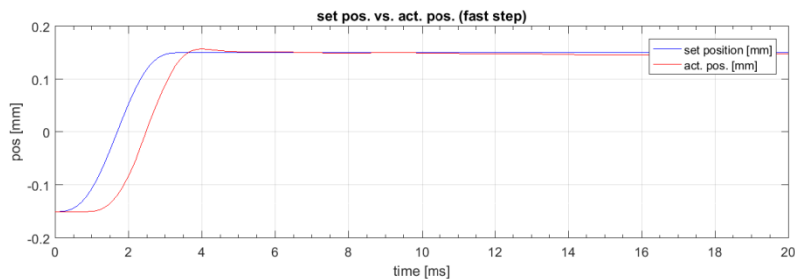
Tägliches Brot

Einfache Anfragen

Unsinnige Anfragen

Komplizierte bzw.
komplexe Anfragen

- Scharfe Fotos aus Flugzeugen heraus
- Kraftregelung
- Trajektorienverfolgng
- Dynamik



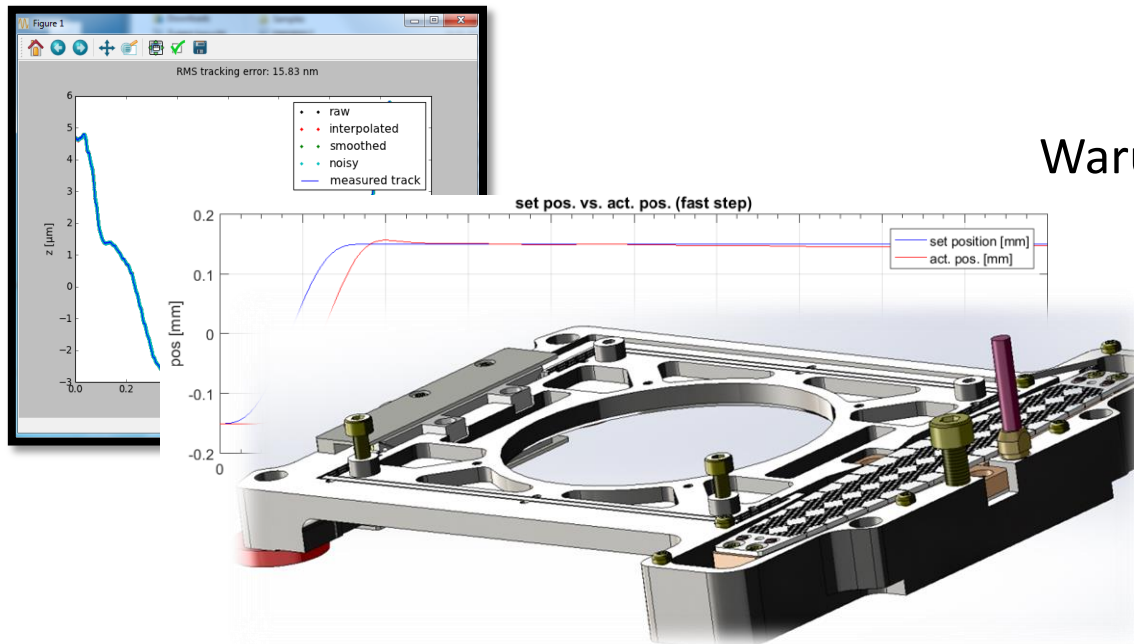
Kundenanfragen

Tägliches Brot

Einfache Anfragen

Unsinnige Anfragen

Komplizierte bzw.
komplexe Anfragen



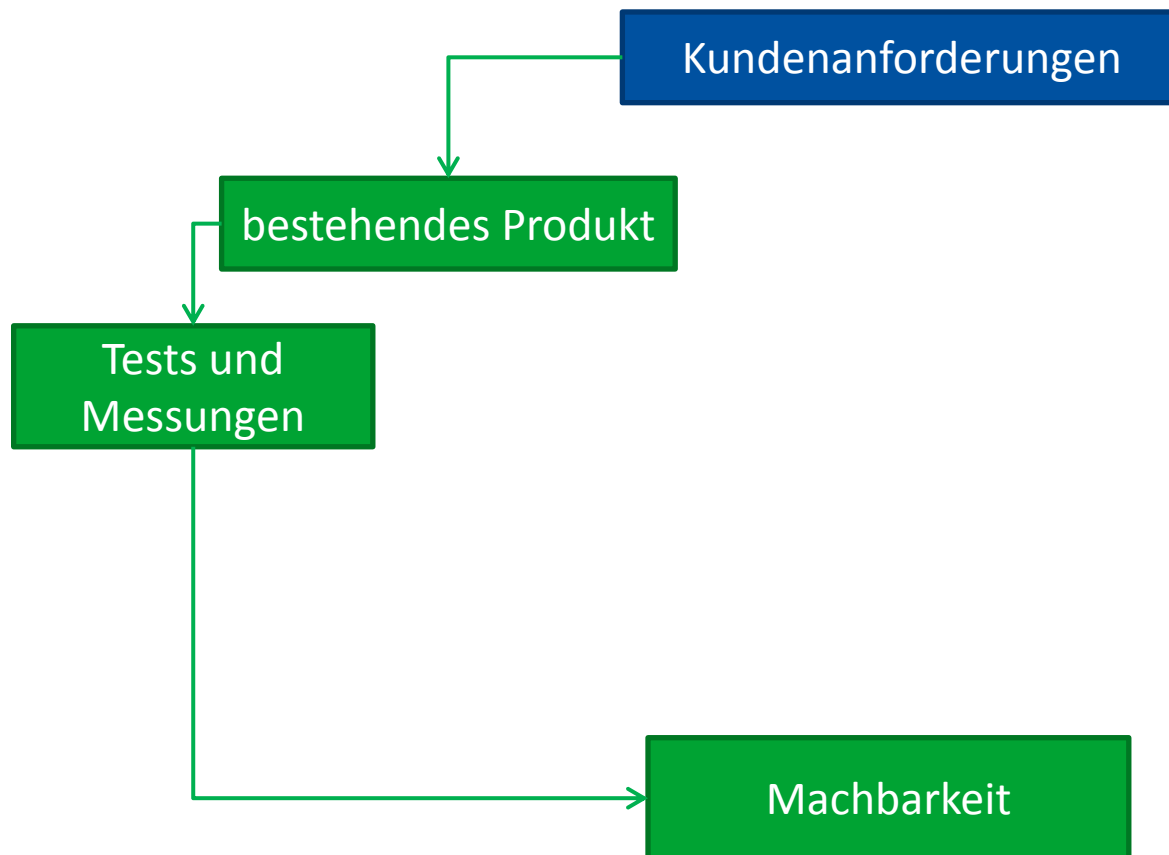
Kann ein Produkt das?

Warum geht's beim Kunden plötzlich
nicht mehr?



Kundenanforderungen

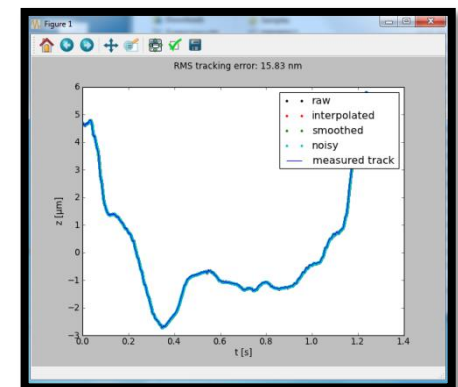
Wie kriegt man das raus?



+

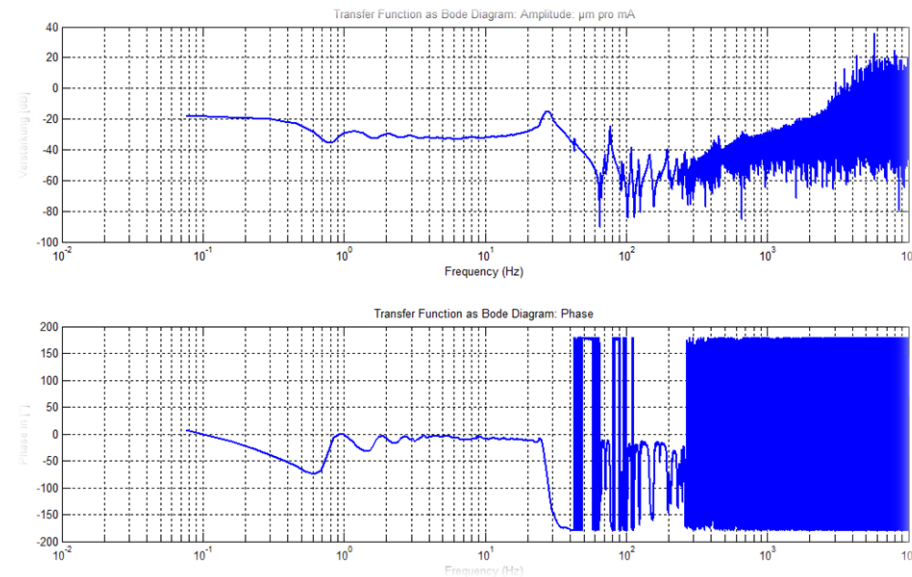
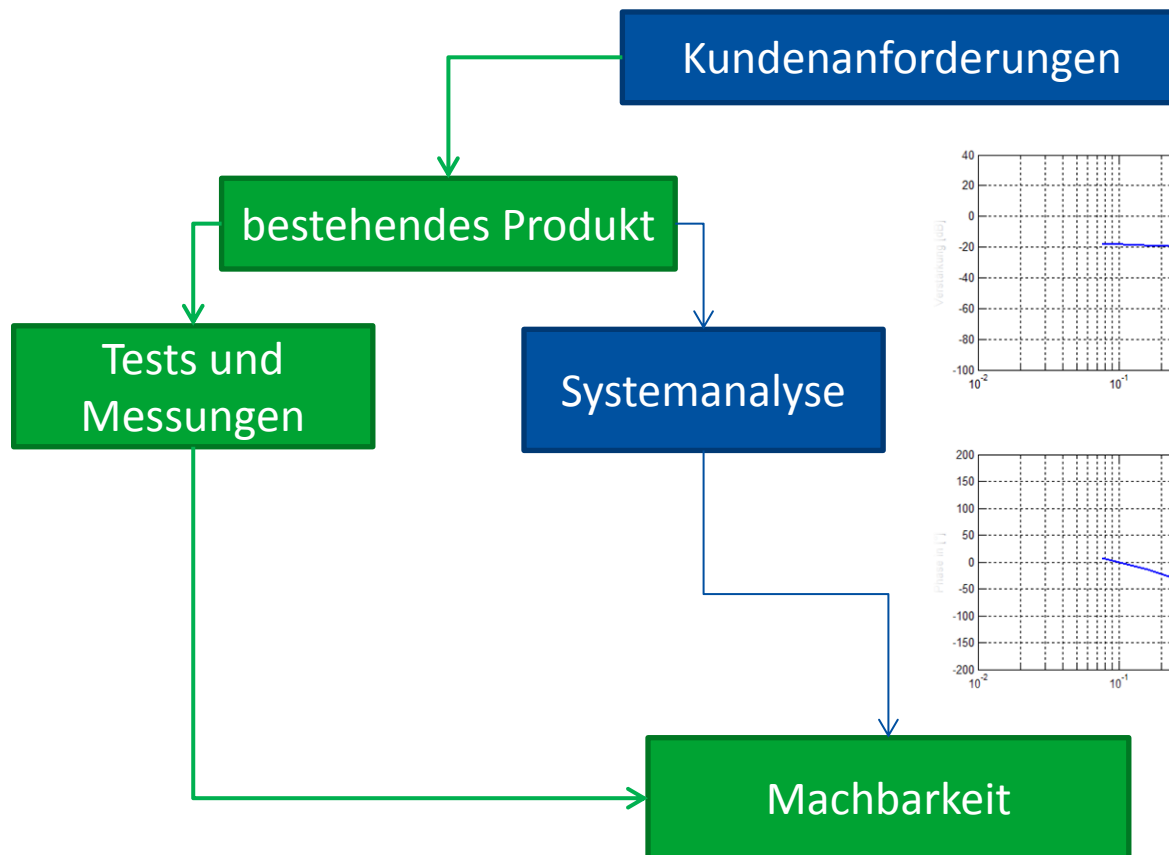


=



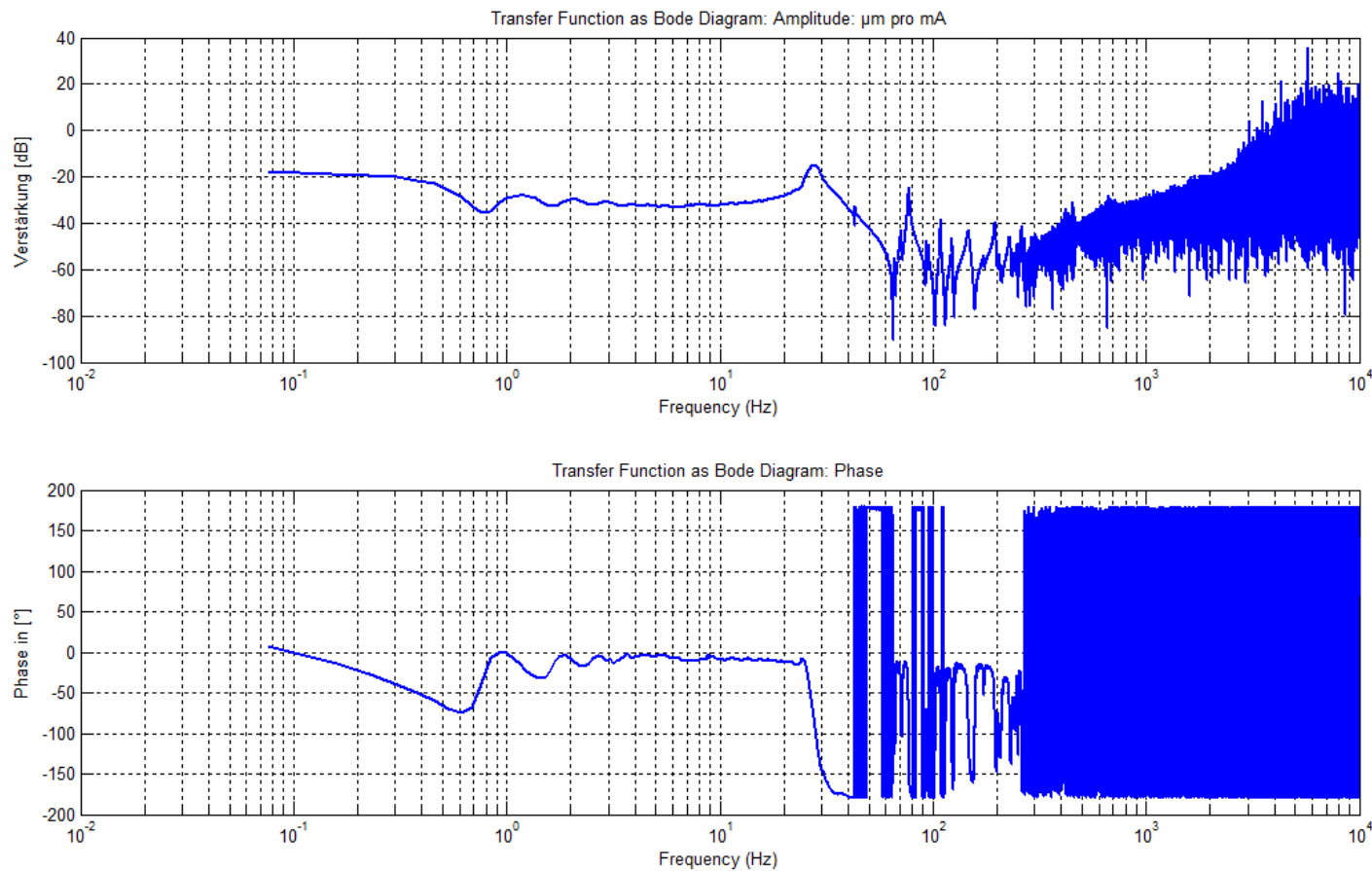
Kundenanforderungen

Wie kriegt man das raus?



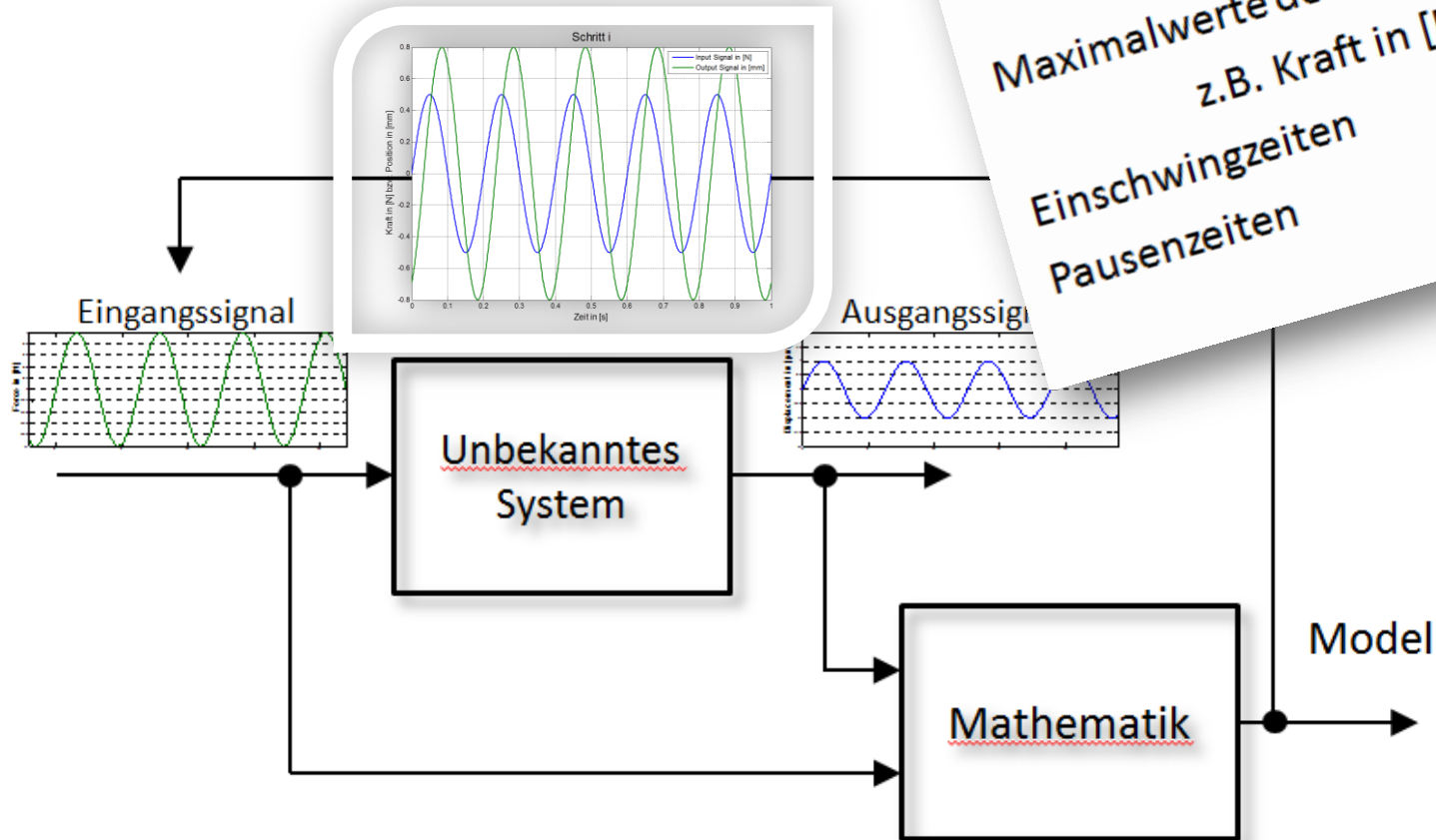
Systemanalyse

► Sinus-Sweeps zur Bestimmung der Übertragungsfunktion?



Systemanalyse

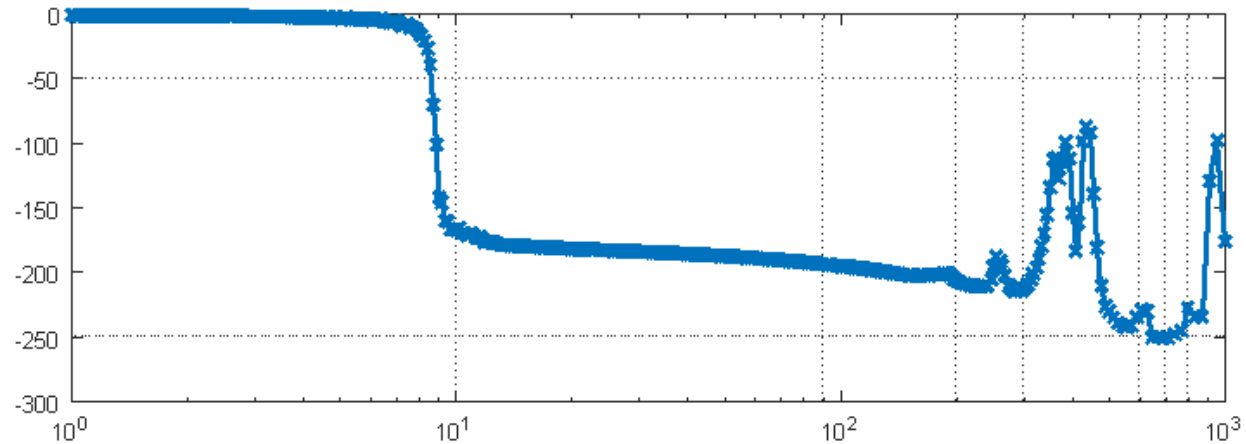
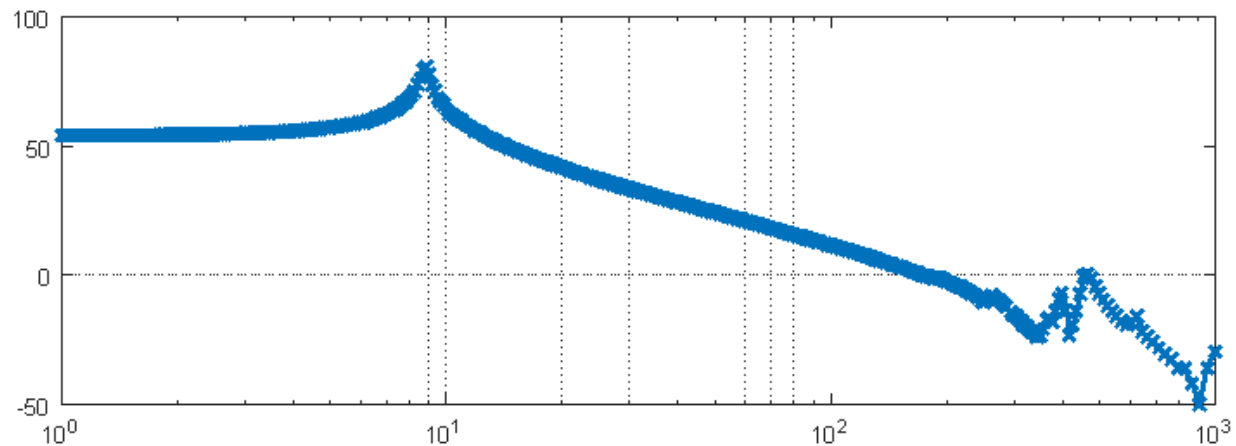
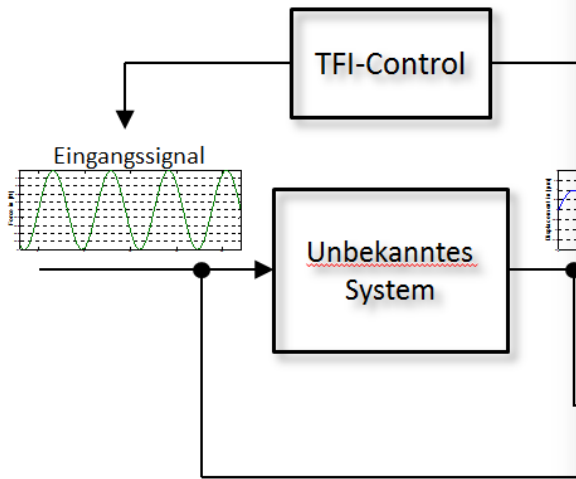
Bestimmung der Übertragungsfunktion?



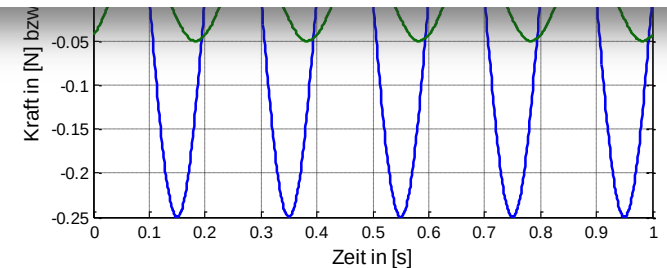
Ziele:
 Amplitude Ausgangssignal
 z.B. Weg in $[\mu\text{m}] = 50$
 Maximalwerte des Eingangssignals
 z.B. Kraft in $[\text{N}] = 5$
 Einschwingzeiten
 Pausenzeiten

Systemanalyse

An einem bestehenden

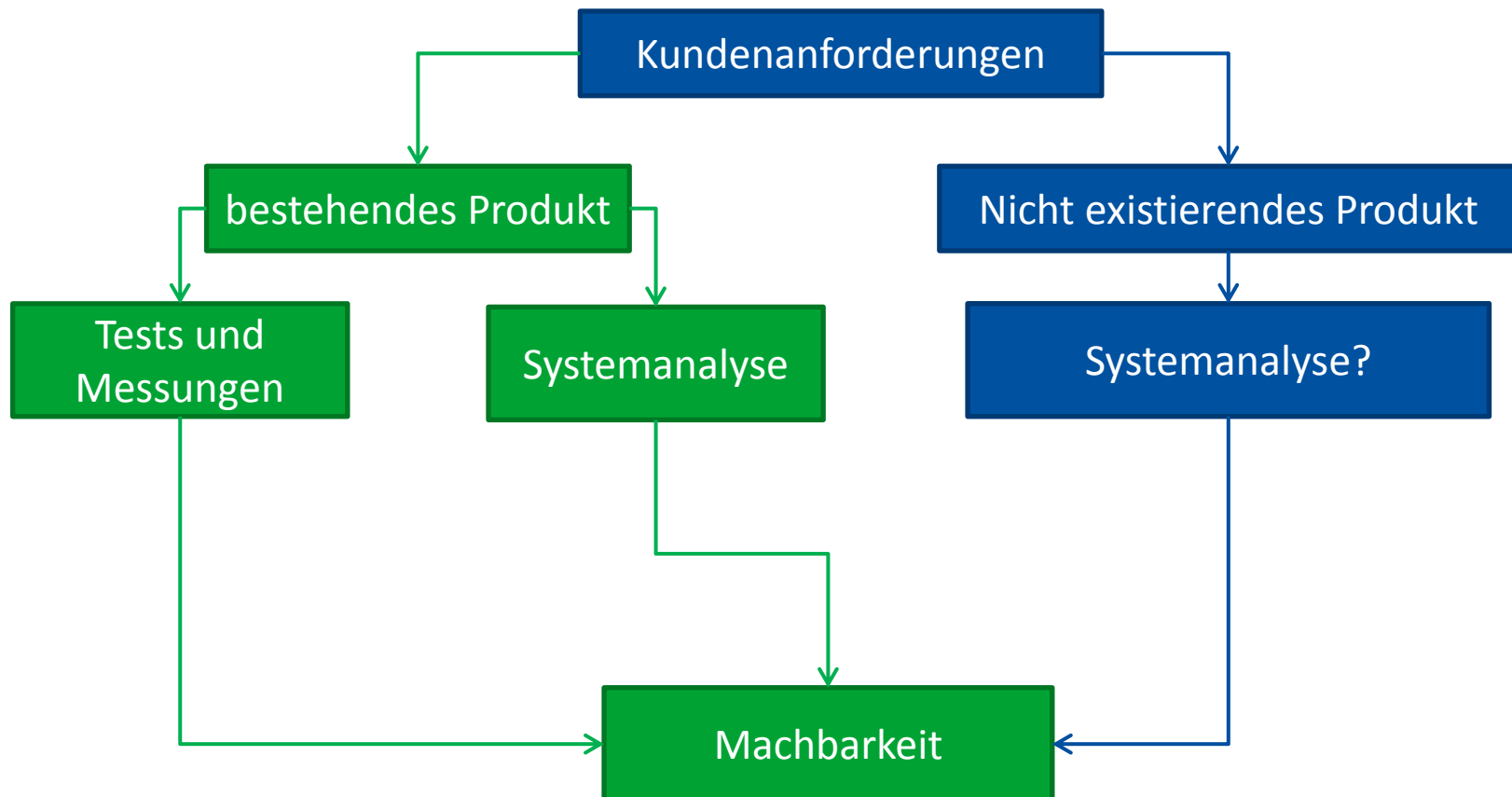


- Sicheres Durchlaufen von Resonanzfrequenzen
- Kein Einfluss vom Einschwingverhalten
- Temperaturstabilität durch Pausenzeiten
- Optimalste Auflösung in höheren Frequenzbereichen



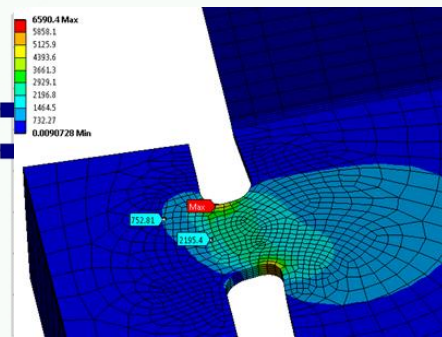
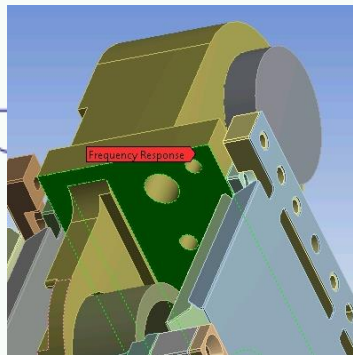
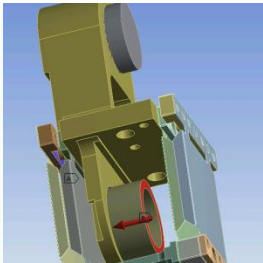
Kundenanforderungen

Wie kriegt man das raus?

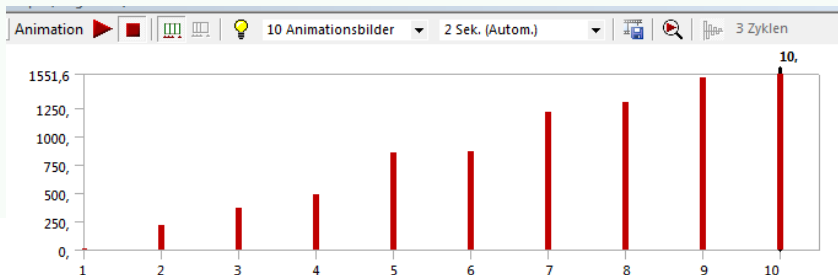
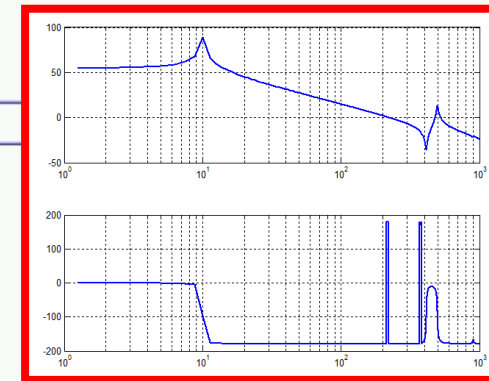


Systemanalyse

Von einem CAD-Model die Übertragungsfunktion bestimmen?



Statisch-mechanische Analyse

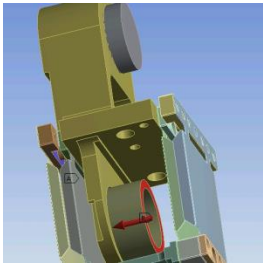


Mode	Frequenz [Hz]
1 1,	11,428
2 2,	213,59
3 3,	365,13
4 4,	490,71
5 5,	862,38
6 6,	869,73
7 7,	1218,9
8 8,	1299,7
9 9,	1522,8
10 10,	1551,6

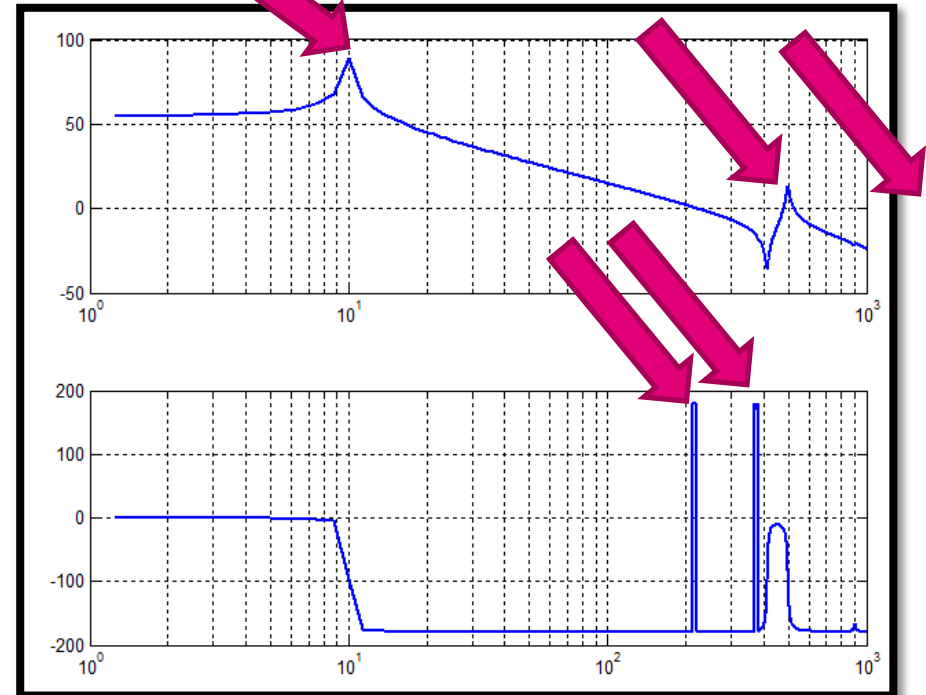
Parameter Set

Systemanalyse

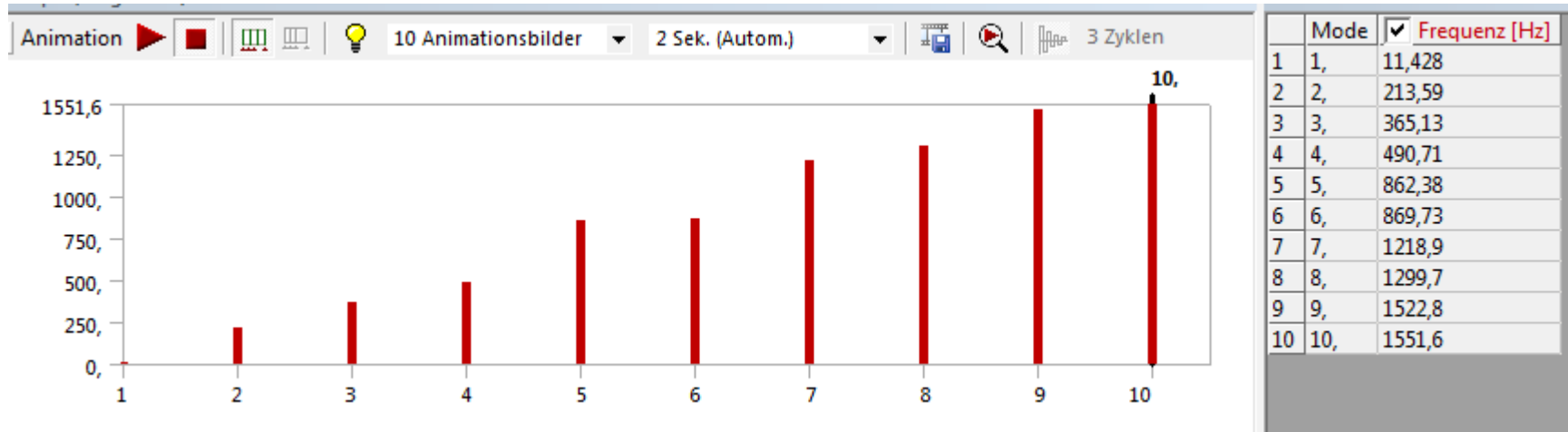
Detailtiefe: stimmt hier etwas nicht?



Harmonic Response

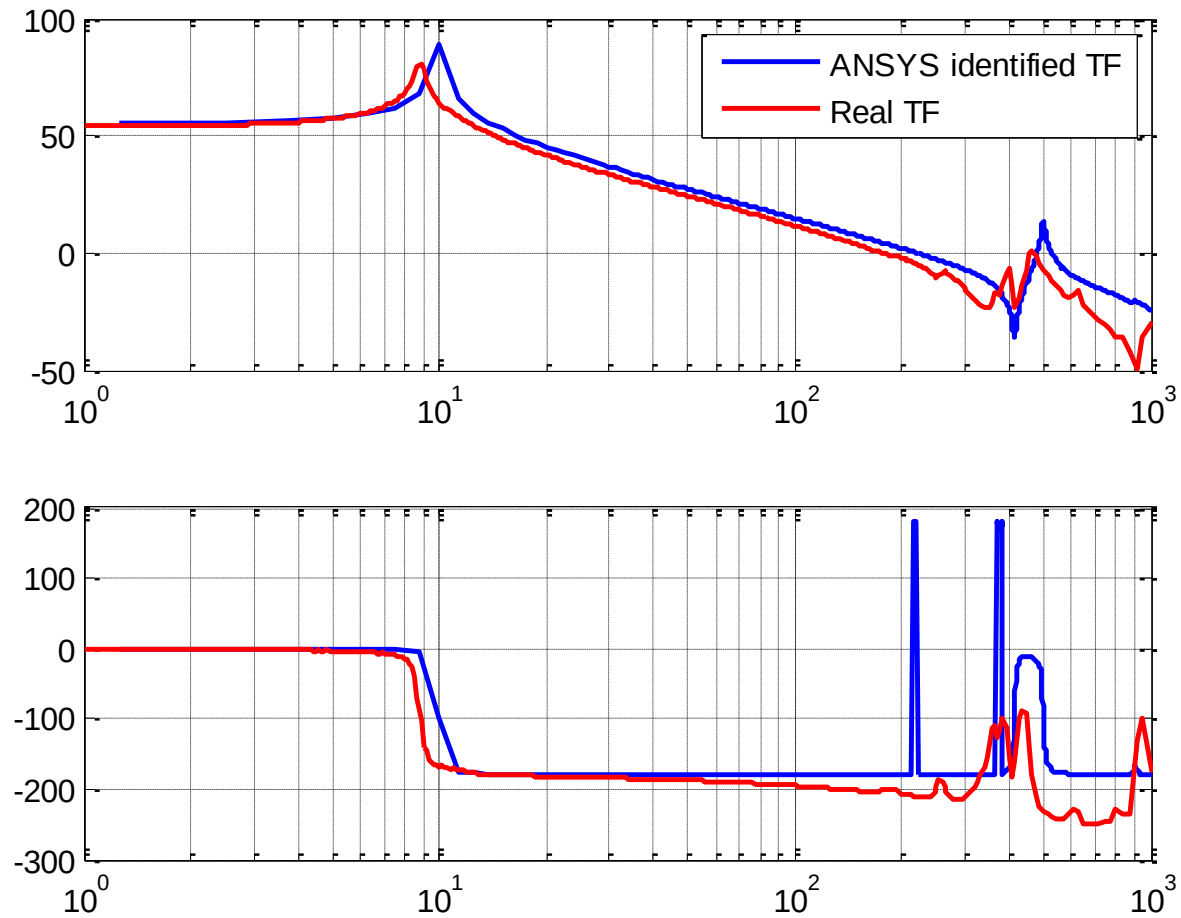


Modalanalyse



Systemanalyse

Vergleich gemessene und simulierte Übertragungsfunktion



Kundenanforderungen

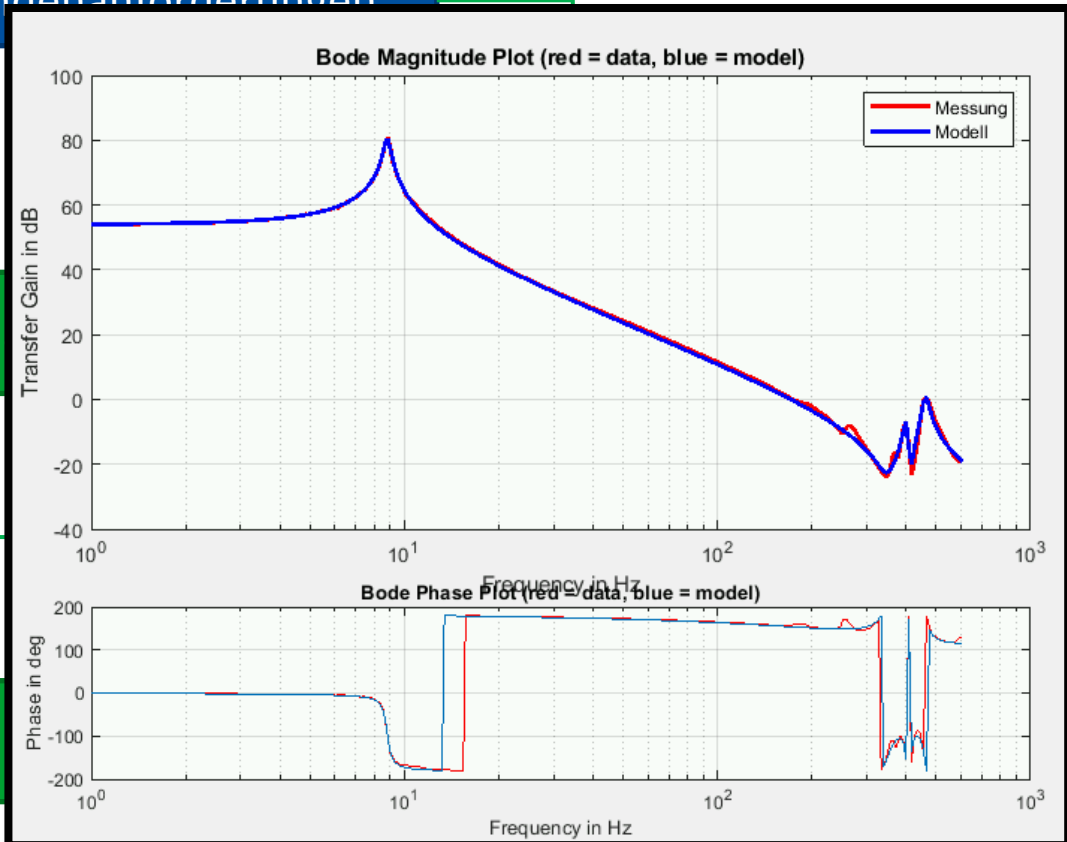
Wie kriegt man das raus?

Kundenanforderungen

bestehendes Produkt

Systeman

#f [Hz]; gain; phase shift [°]
20.0000016;1.10709745115;-0.914970941944
20.2020218182;1.09726142508;-1.60938497449
20.3873614679;1.10225285489;-1.26433518298
20.5973239959;1.10514772397;-1.62852226029
20.7900224532;1.11139248514;-1.53925770493
21.008405042;1.11556531629;-1.61025358538
21.208909438;1.11538286506;-1.7264225199
21.4132779443;1.12032904429;-1.51742065363
21.6216233514;1.12336611983;-1.80518495457
21.8340628821;1.1361325934;-1.95372495018
22.0507184123;1.13756606351;-2.16465339087
22.2717167038;1.14409683683;-2.24169263509
22.4971896513;1.14739647755;-2.33774934035
22.7272745455;1.15793580106;-2.3349008717
22.9357816514;1.16187176228;-2.96500361947
23.1749728853;1.18122294849;-3.01096984488
23.3918147368;1.17406458713;-2.91554050468
23.6406638298;1.17962585398;-3.05674144971
23.866350358;1.1857364367;-3.33233709461
24.0963874699;1.19409715245;-3.5913473609
24.3309021898;1.19858001225;-3.90231283743



Transferfunktion

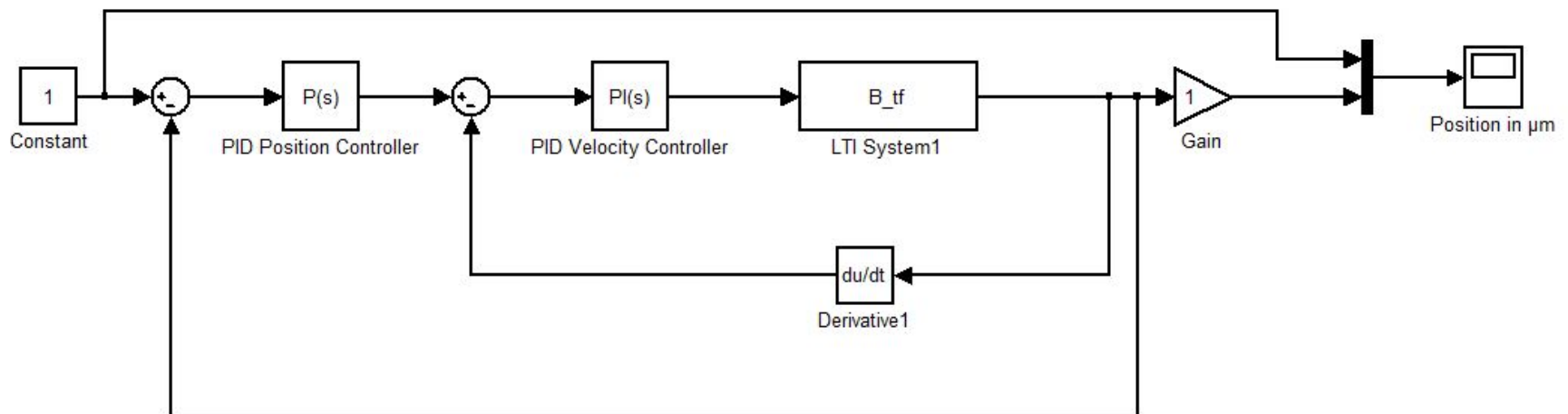
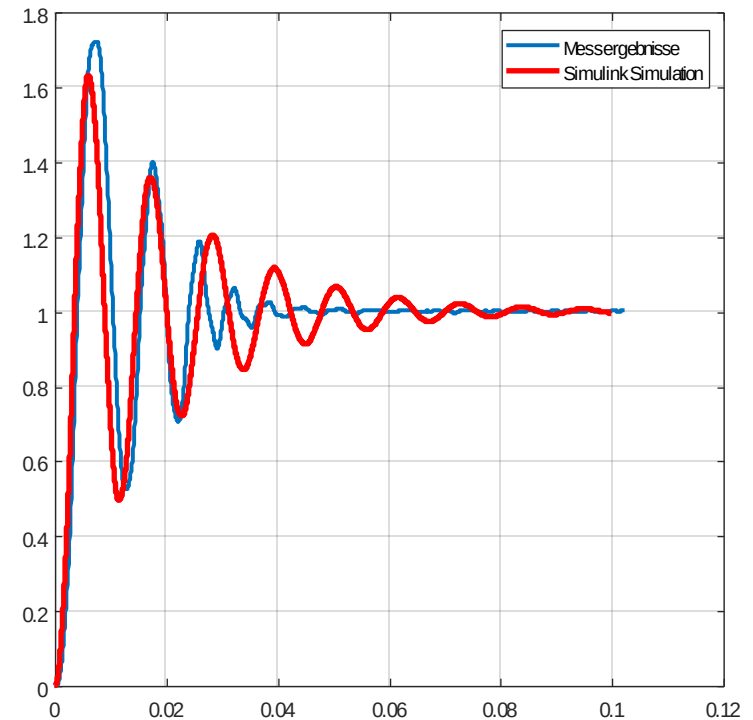
Analytische TF!

$$\frac{14.492e09s^5 + 1.83e12s^4 + 5.24e16s^3 + 1.271e19s^2 + 1.482e23s + 6.326e24}{s^8 + 2126s^7 + 1.524e07s^6 + 2.975e10s^5 + 5.734e13s^4 + 1.021e17s^3 + 4.554e18s^2 + 3.229e20s + 1.264e2}$$

Transferfunktion

Analytische TF!

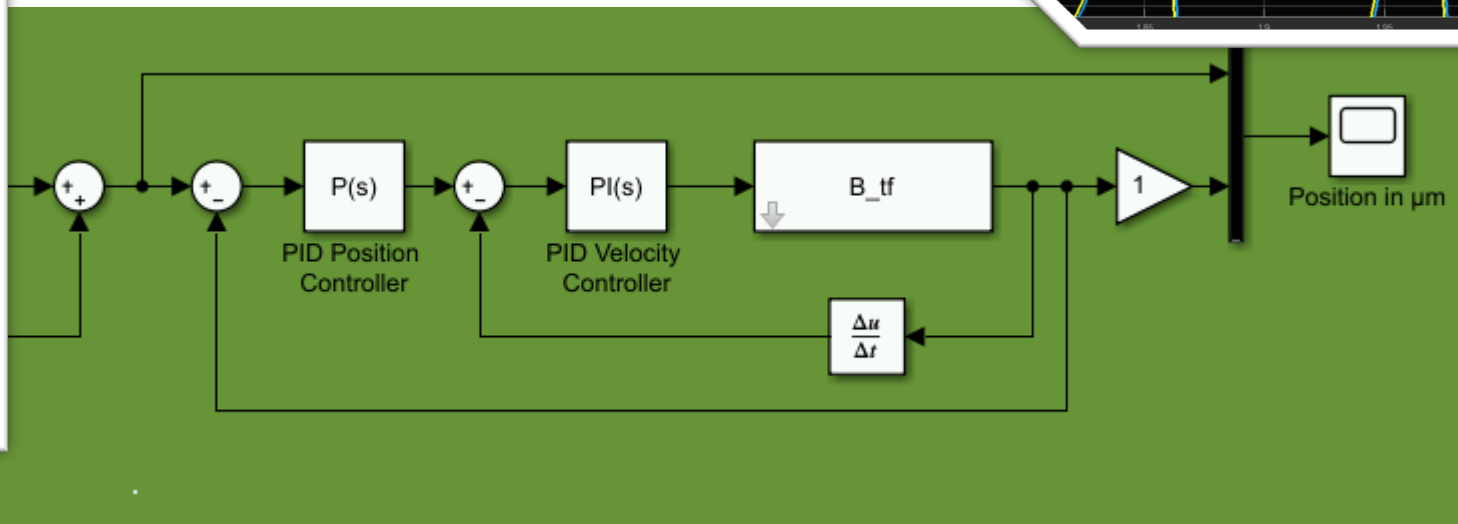
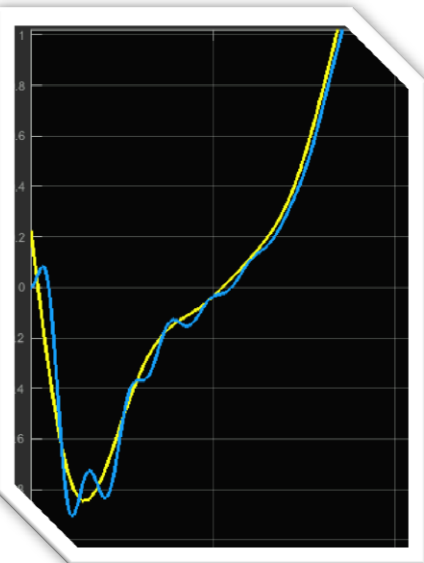
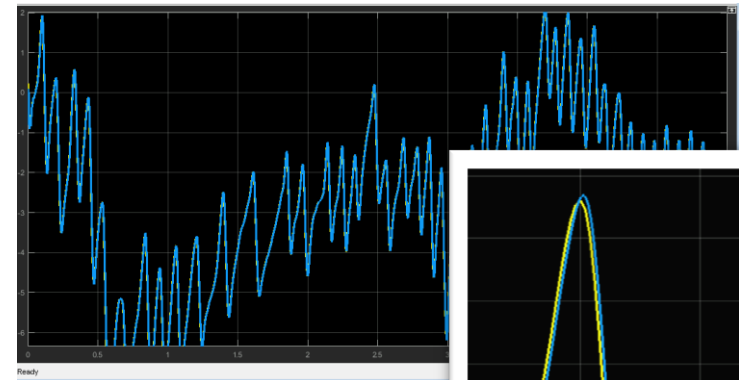
■ Tuning



Transferfunktion

Analytische TF!

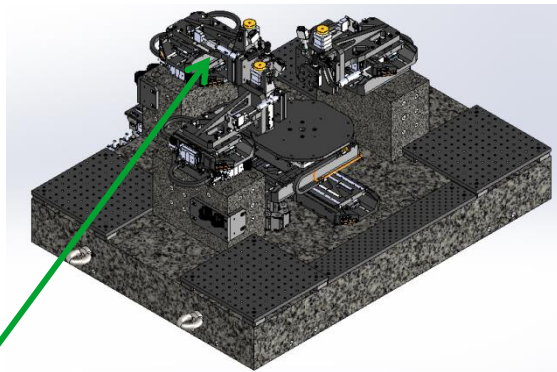
- Tuning
- Bahnplanung



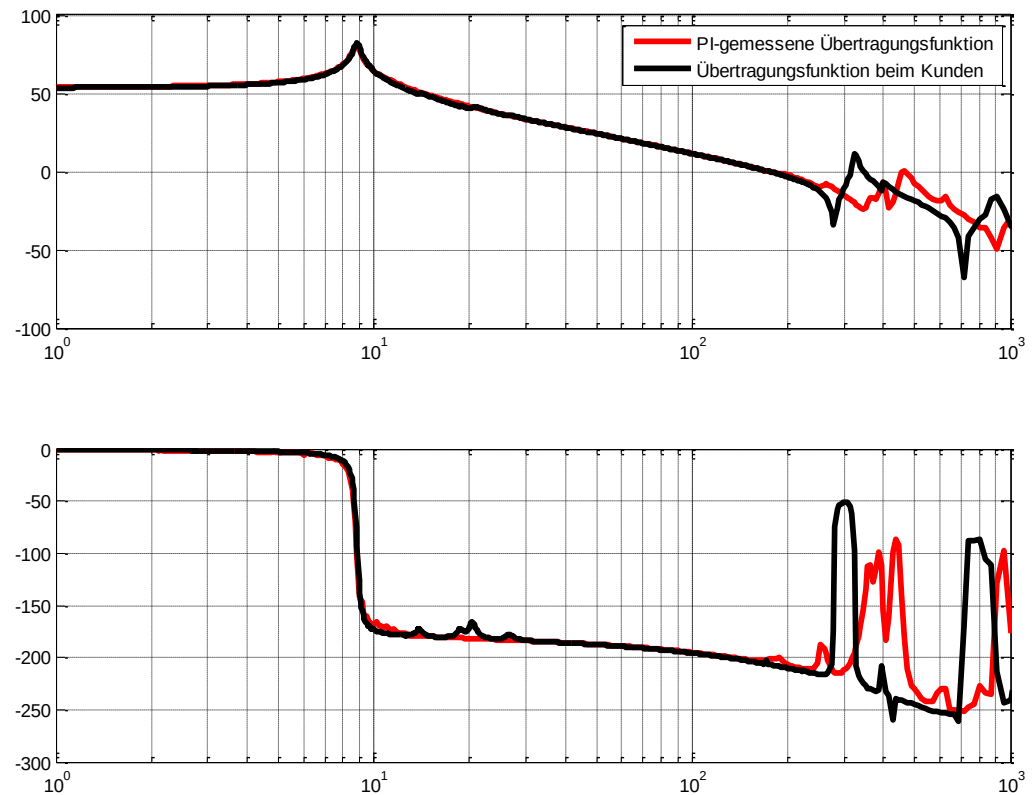
Transferfunktion

Analytische TF!

- Tuning
- Bahnplanung
- Analysen beim Kunden



PI stage here?



Faszination Übertragungsfunktion

- „Optisches“ (Bodeplot) Inspektionstool
 - Zusätzliche Resonanzfrequenzen in der finalen Kundenmaschine?
 - Frage: Warum funktioniert das Produkt nicht wie gewünscht in der finalen Anwendung?
- Mathematisches Tool
 - Simulationen
 - Simulink: Störsignale, Vibrationen, Ansteuerung, Signalverhalten, Einschwingverhalten, Robustheit, Stabilitätsreserve
- Vorhersage-Tool
 - ANSYS
 - Wird ein Produkt so funktionieren, wie gewünscht?

Physik Instrumente

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

Auf der Römerstraße 1
76228 Karlsruhe
Deutschland

Tel. +49 721 4846-0

E-Mail info@pi.de

Besuchen Sie uns unter: www.pi.de

© 2017 Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

Die Verwendung dieser Texte, Bilder und Zeichnungen ist nur mit Genehmigung durch PI und nur unter Angabe der Quelle erlaubt.

