



Datenanalyse mit MATLAB im Produktentwicklungsprozess

Stefan Lummerstorfer, PS-DI/EIV, 21.03.2023,

LV Nummer: 331B3SWJ25

Matlab und Simulink für HTL, LV Nummer: 331 B3SWJ25

Inhalt

- Messungen mit dem Laservibrometer
- Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen
- Auswertung von Messungen mit dem Oszilloskop
- Ursachenanalyse eines „quitschenden“ Injektors
- Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten
- Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch
- Matlab auf dem „GPU-Server“

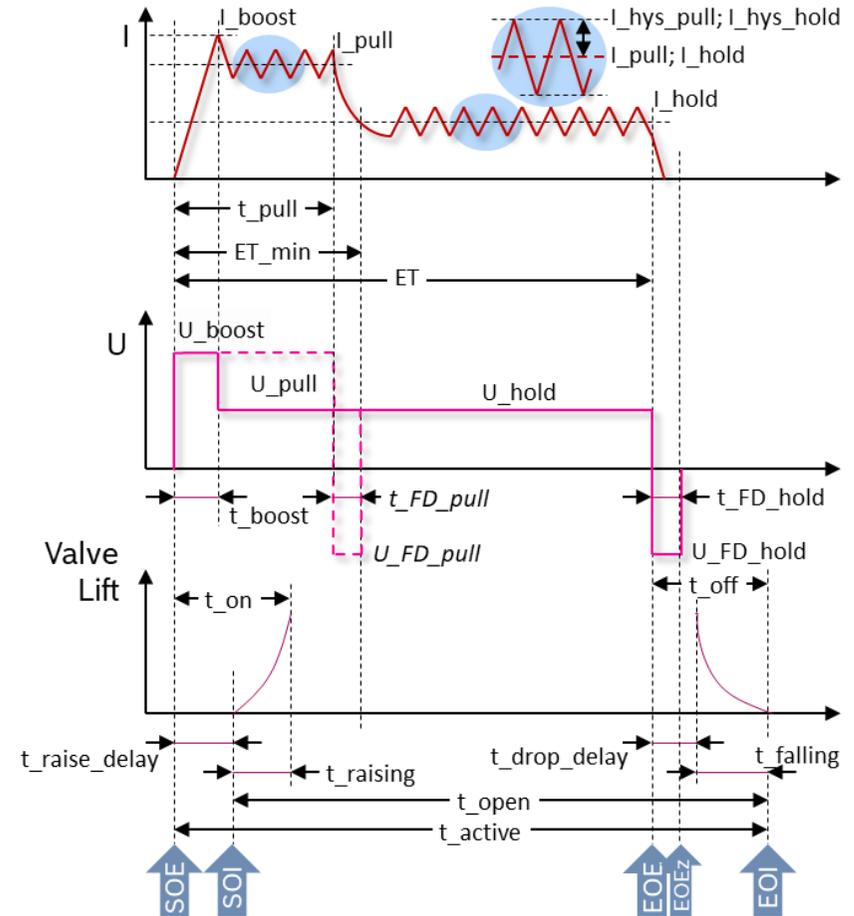
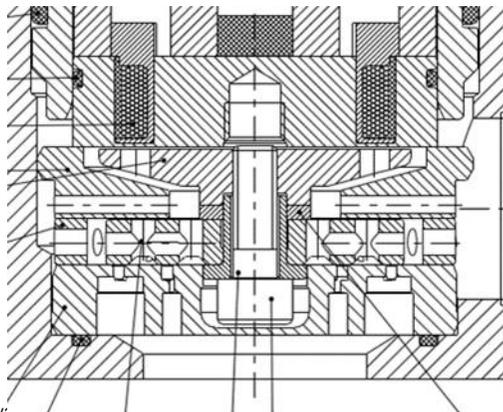
Messungen mit einem Laservibrometer

Untersuchungen bei einem Magnetventil
für Großmotoren

Messungen mit einem Laservibrometer

Aufgabenstellung

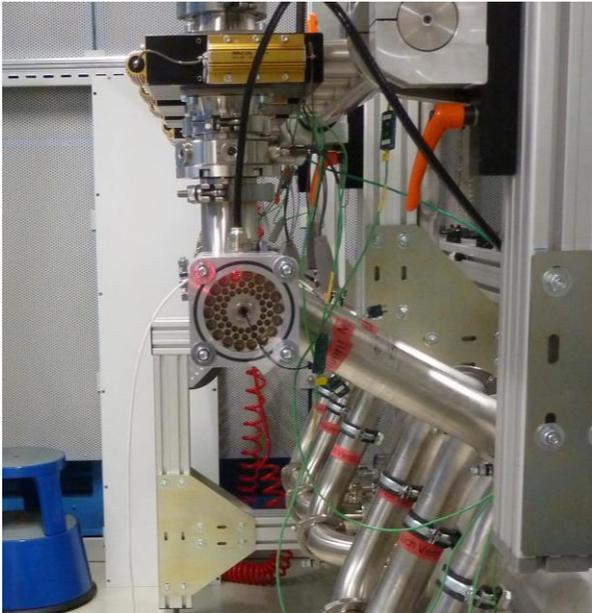
- Ermittlung von Geschwindigkeiten und Schiefstellungen der Ventilplatten bei Variation von
 - Bestromungsparameter (Ströme, Spannungen, Zeiten, ...)
 - Geometrischen Parametern (unterschiedlichen Ankerplatten, Hub, Restluftspalt)
 - Differenzdruck



Messungen mit einem Laservibrometer

Messaufbau

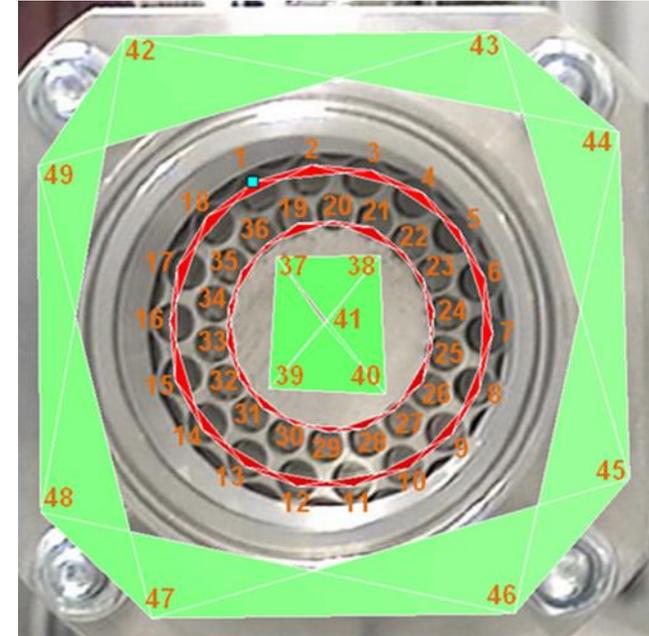
- Messung der Bewegung des Ventiltellers nur in horizontaler Lage möglich
- Die Messung wurde vom LCM durchgeführt



Messungen mit einem Laservibrometer

Messablauf

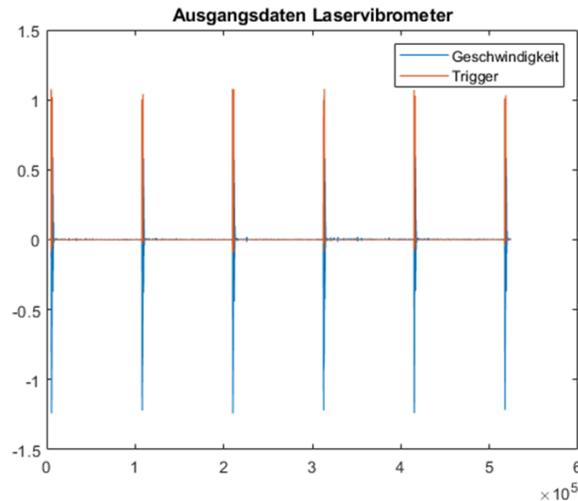
- Einrichten der einzelnen Messpunkte für den Laserstrahl sehr aufwendig
 - Starke Reflexionen and geschliffener Metalloberflächen
 - Schlechte optische Zugänglichkeit wegen hoher und schmaler Schlitze
 - Punkte auf beweglicher Ventilplatte (1 -36) und Referenzpunkte (37 – 49) auf dem „fixen“ Gehäuse
- Synchronisation des Laservibrometers mittels Triggersignals des Prüfstands
- Punkte werden sequenziell gemessen



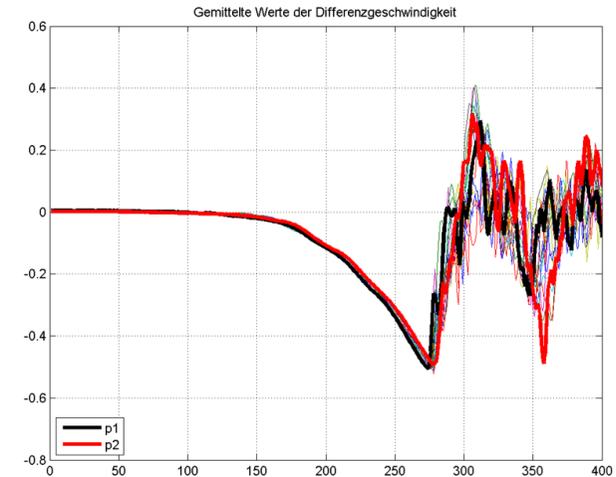
Messungen mit einem Laservibrometer

Auswertung

- Für jede einzelne Parameterkombination (Bestromungsparameter, Differenzdruck, ...) wurde vom LCM ein eigener Matlab-Workspace erzeugt



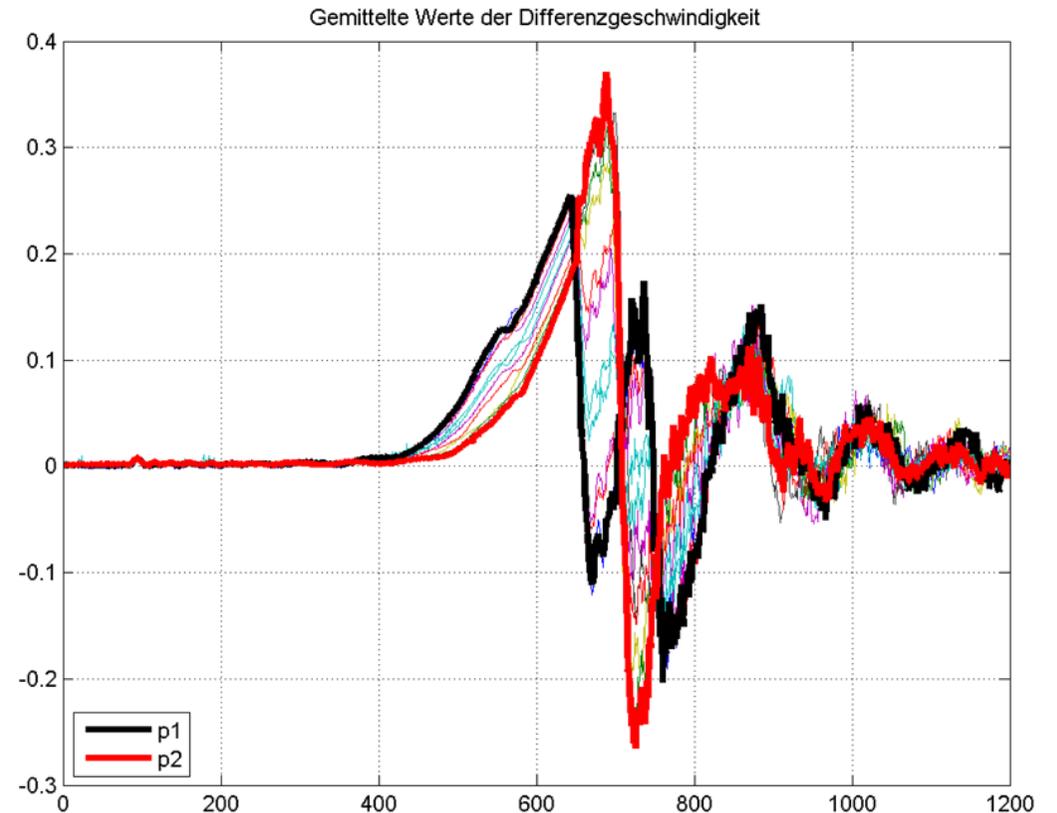
- Je nach Aufzeichnungsdauer und Ansteuerfrequenz ist die Anzahl der aufgezeichneten Bestromung unterschiedlich
- Zur Auswertung der Öffnungs- und Schließvorgänge werden die aufgezeichneten Schüsse pro Prüfpunkt gemittelt.



Messungen mit einem Laservibrometer

Auswertung

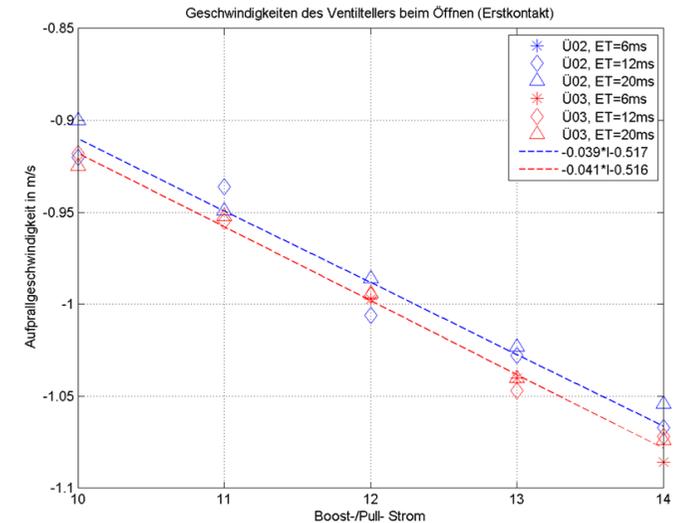
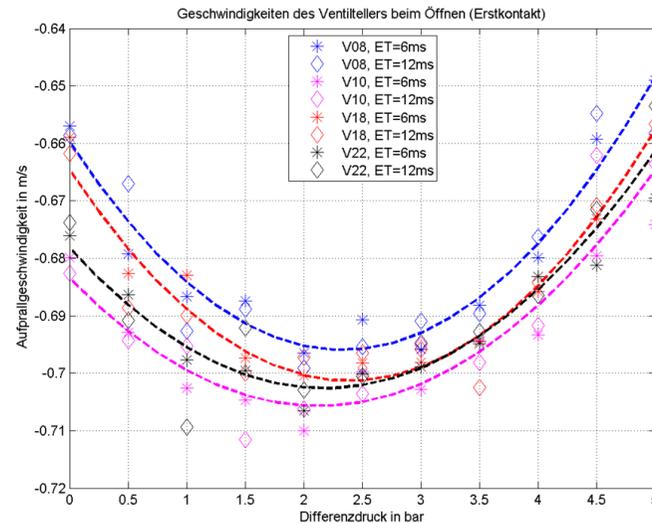
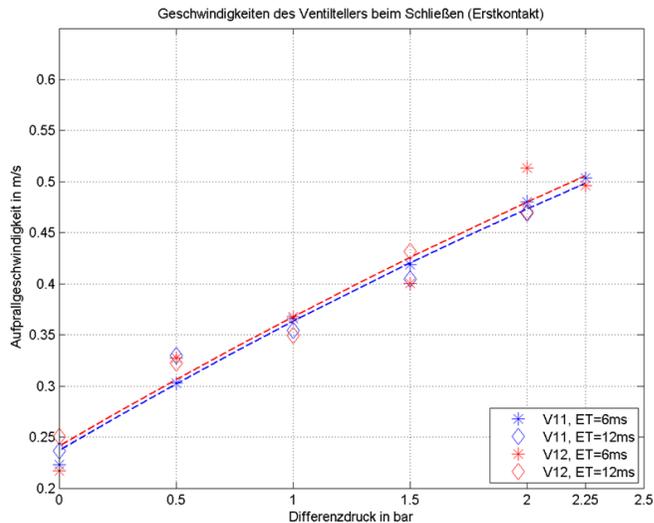
- Auswertung wurde vom Vorgänger übernommen
- Gesamte Auswerteroutine in einem m-File mit vielen manuellen Anpassungen in den einzelnen Sections & Ergebnisse wurden händisch in ein Excel übertragen
- Ausgliederung einzelner Teile der Auswertung in Funktionen (z.B. Ermittlung der Schiefstellung)
- Dadurch lassen sich andere Aufgaben automatisieren, z.B. Ermittlung der Punkte p1 und p2 mit der maximalen Schiefstellung oder Ermittlung der dazugehörigen Integrationsgrenzen



Messungen mit einem Laservibrometer

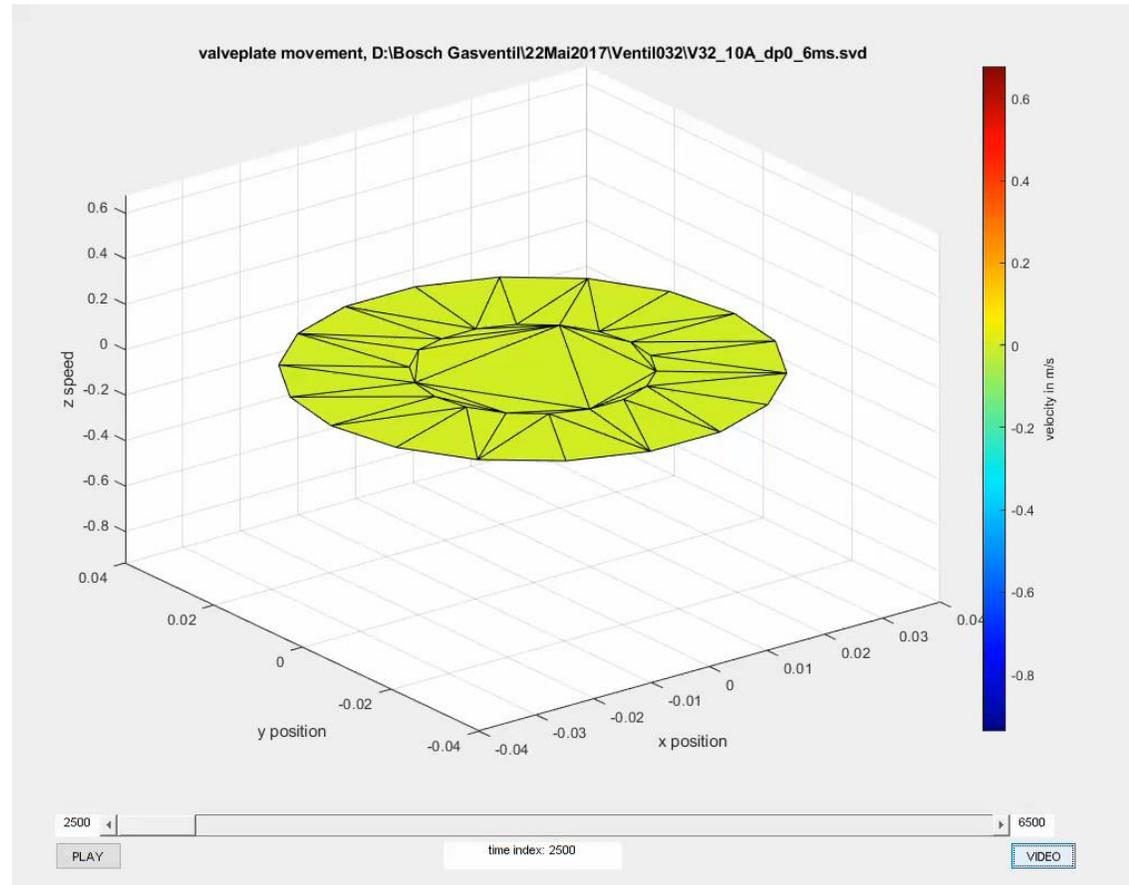
Auswertung

- Durch zahlreiche kleine „Automatisierungen“ bzw. Erweiterungen konnte die Auswerteroutine die Ergebnisse mehrere Einzelmessungen zusammenfassen und grafisch darstellen.



Messungen mit einem Laservibrometer

Visualisierung der Messergebnisse

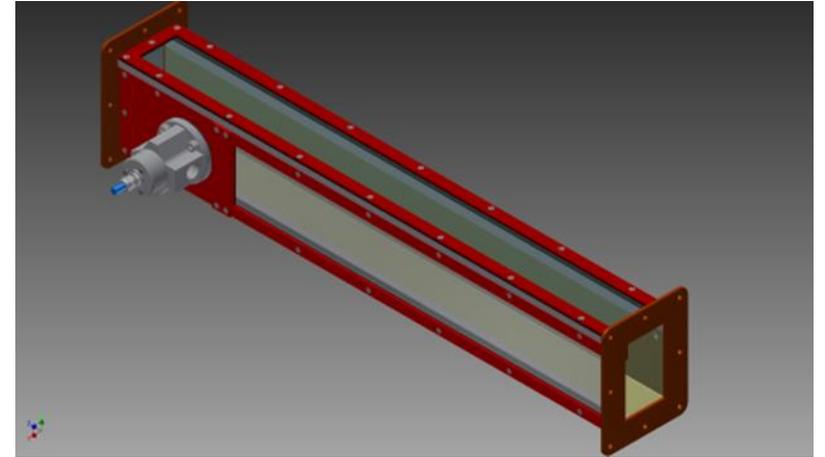


Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Aufgabenstellung

- Ermittlung einer „Mischungskennzahl“ für ein Gaseinblasventil bei unterschiedlichen Betriebsparametern
- Versuche wurden von der JKU (Department of Particulate Flow Modelling) durchgeführt
- Copyright der Bilder und Videos ist beim Department of Particulate Flow Modelling
- Insgesamt wurden 72 Versuche mit Variation des Gasdrucks, der Luftgeschwindigkeit im Kanal und der Bestromungsdauer des Ventils durchgeführt

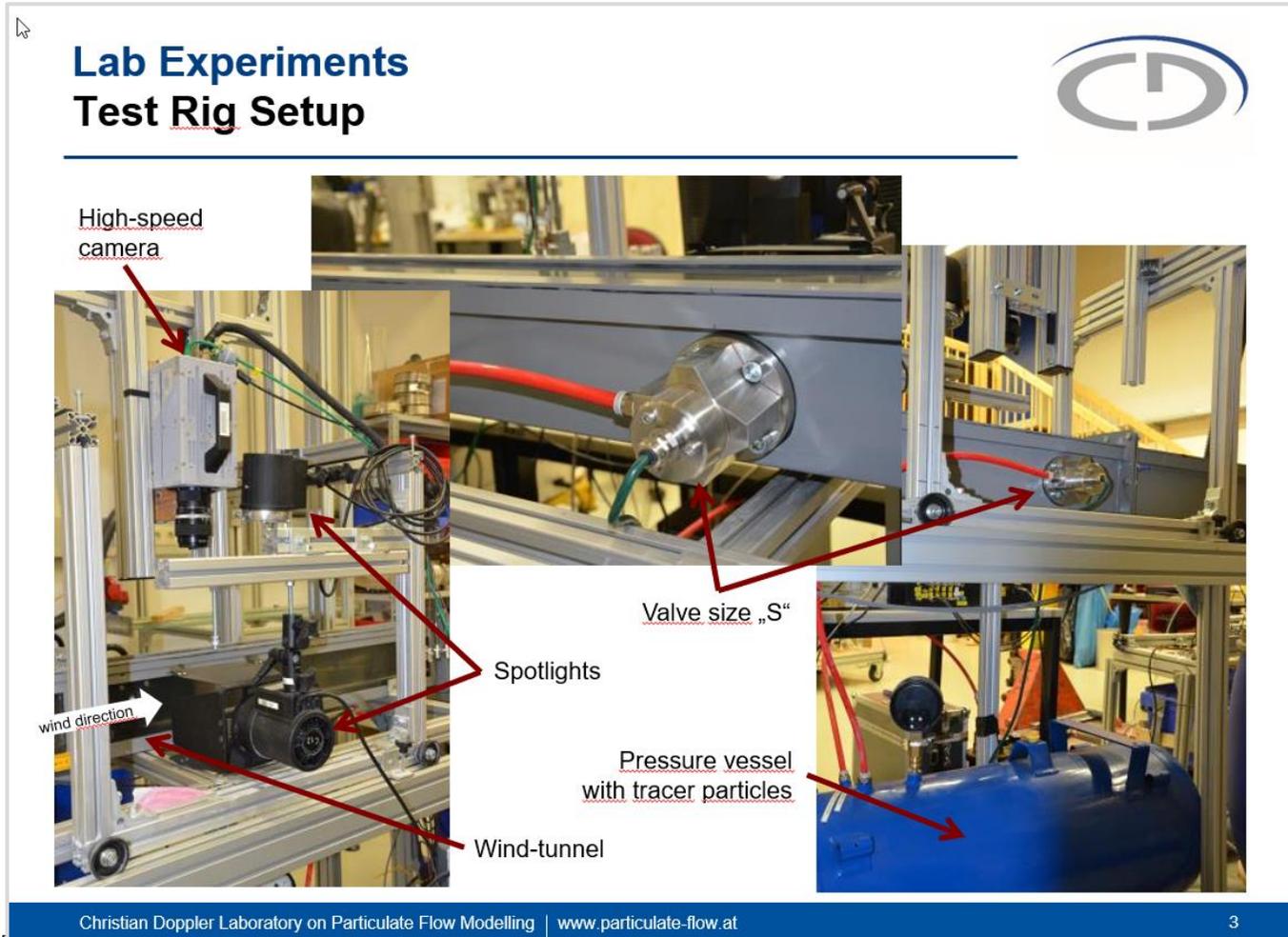


Quelle: Department of Particulate Flow Modelling



Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Versuchsaufbau



Quelle: Department of
Particulate Flow Modelling

Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Postprocessing durch PFM

- Nachbearbeitung der Messergebnisse erfolgte durch PFM
 - Skalierung der Helligkeitswerte
 - „Subtraktion“ des Referenzbildes zur besseren Veranschaulichung des eingeblasenen Gases



Quelle: Department of Particulate Flow Modelling

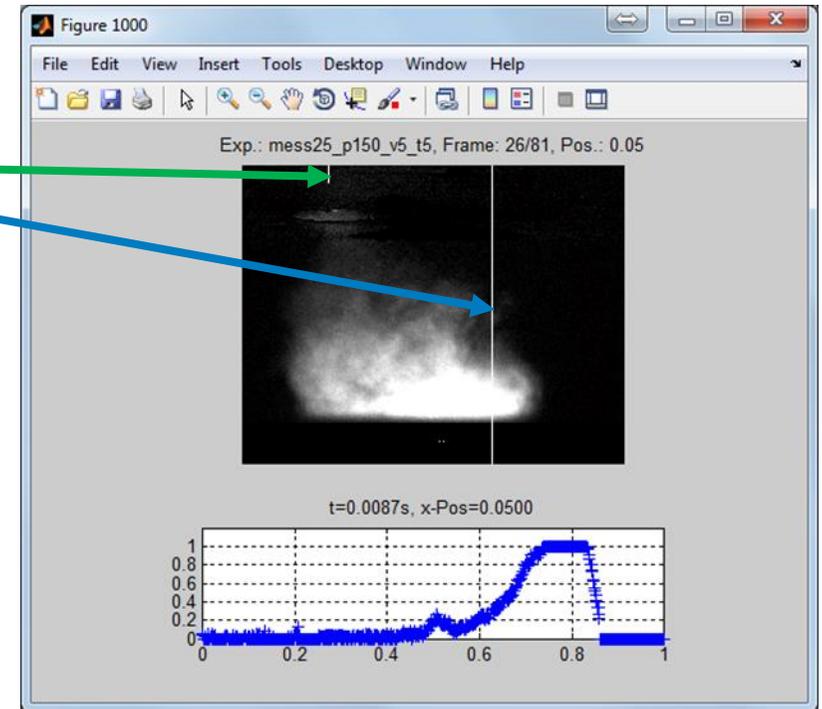
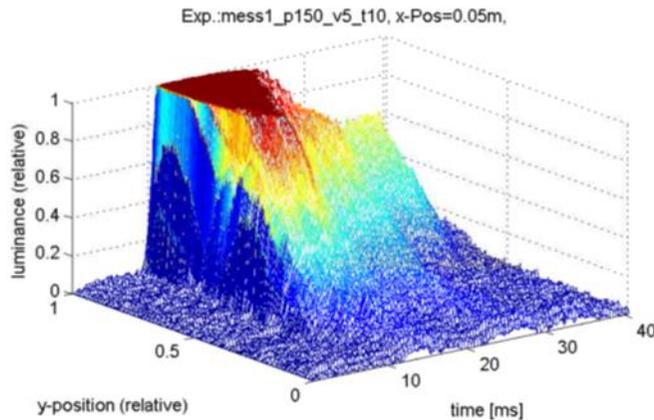


Quelle: Department of Particulate Flow Modelling

Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Auswertung der Versuche

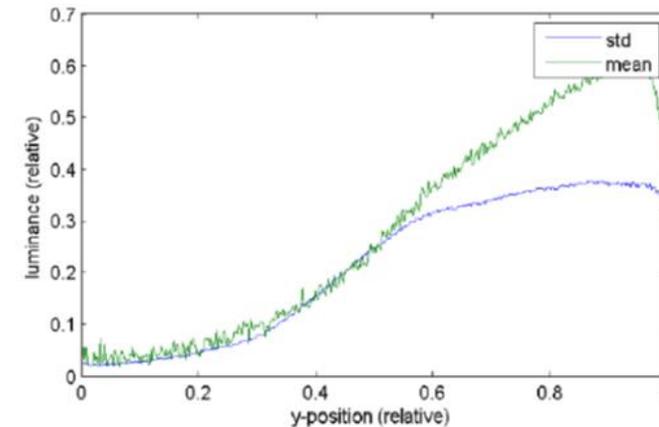
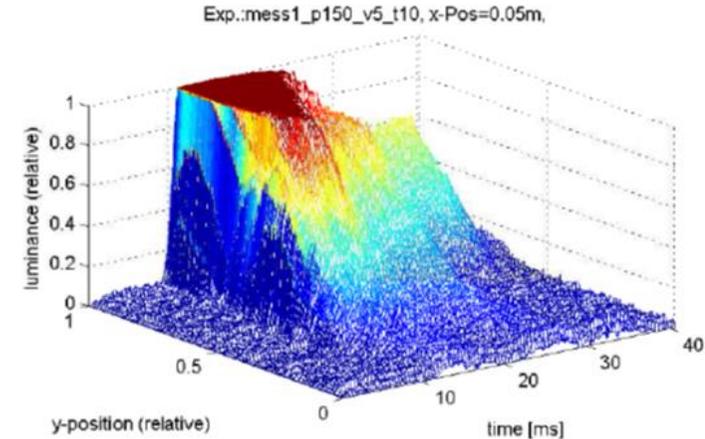
- Auswertung mit Hilfe der Image Processing Toolbox
- Auswertung der Helligkeit 5 cm nach der Ventilmitte
- Darstellung der Helligkeit über Position & Zeit



Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Iterative Auswertung

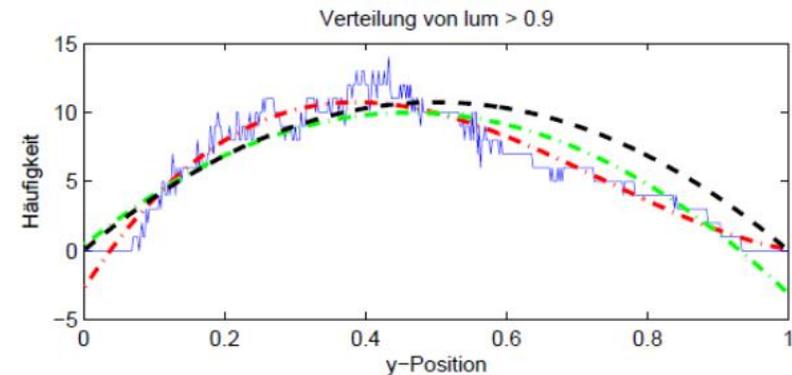
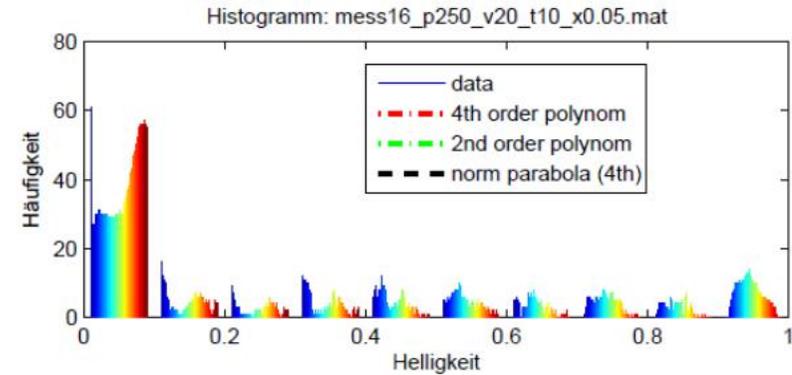
- Ermittlung einer Durchmischungskennzahl anhand von Mittelwert und Standardabweichung war nicht möglich
- Verläufe wurden durch Polynome approximiert
 - Keine Gemeinsamkeiten über eine größere Anzahl von Versuchen erkennbar



Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Iterative Auswertung

- Darstellung des 3-D Verlaufs als Histogramm
- Helligkeitswerte werden in 10 Bereiche unterteilt
- Auswertung des hellsten Bereichs ($> 0,9$)
- Approximation dieser Verteilung durch ein Polynom 4. Ordnung
- Gewichtet wird
 - Maximum des Polynoms
 - Abweichung zur „Normparabel“
 - Prozentueller Anteil der höchsten Helligkeit

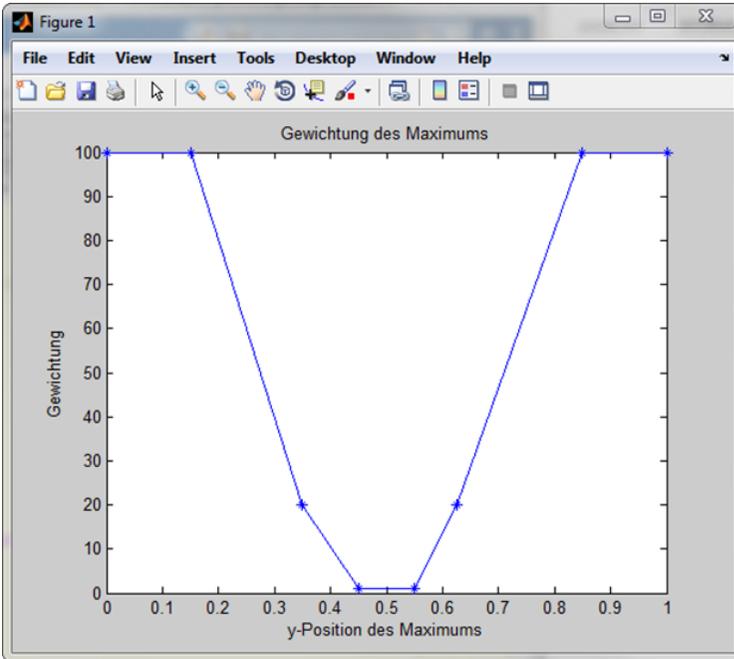


```
Max. polyval (4th order): 0.387
Max. polyval (2nd order): 0.462
Summe Helligkeits-Index 9: 668 ( 2.27%, 5.53%)
Summe Helligkeits-Index 10: 2963 (10.06%, 24.52%)
Summe quadr. Abw. (max 4th order): 2127 ( 7.18%)
Gewichtung (max): 12.94
Gewichtung (prz): 9.59
Gewichtung (dev): 0.08
Summe: 22.60
[pVal vChan mr]: 2.5 20.0 1.384
```

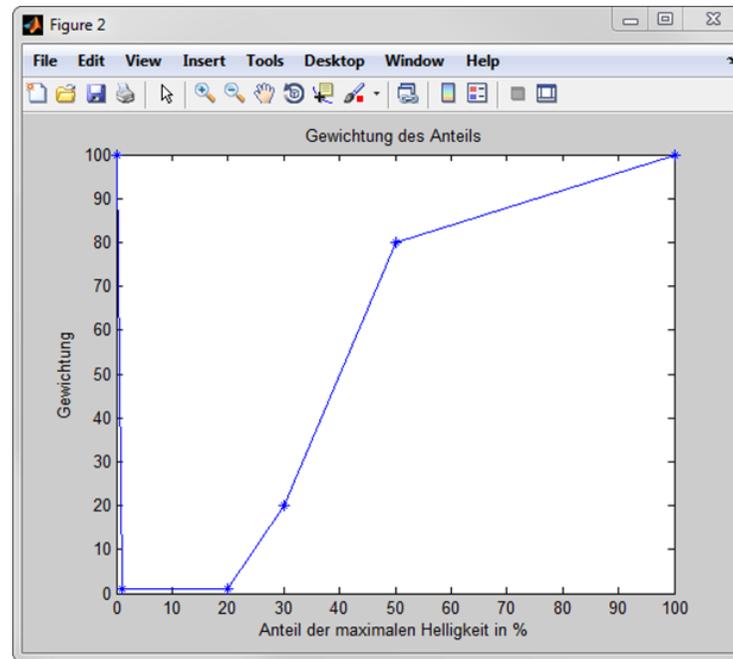
Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Iterative Auswertung, Gewichtungsfaktoren

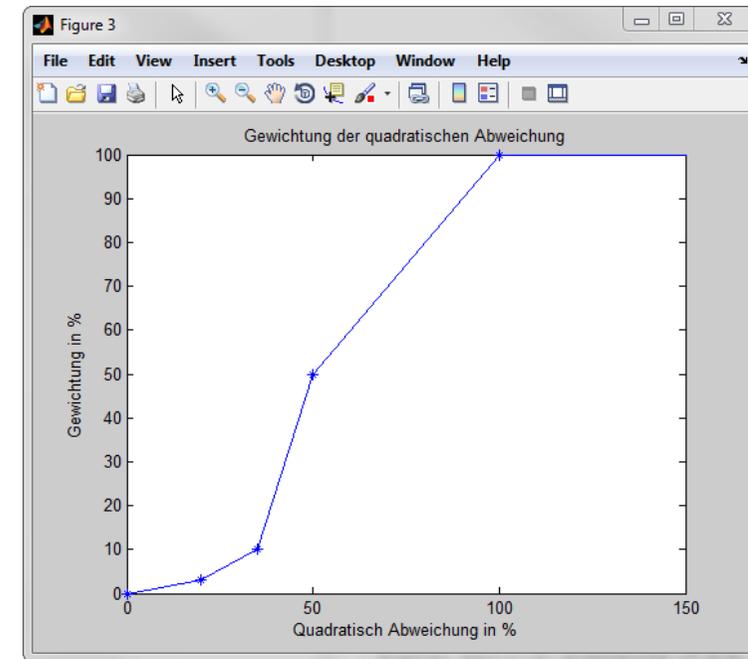
Maximum des Polynoms



Abweichung zur „Normparabel“



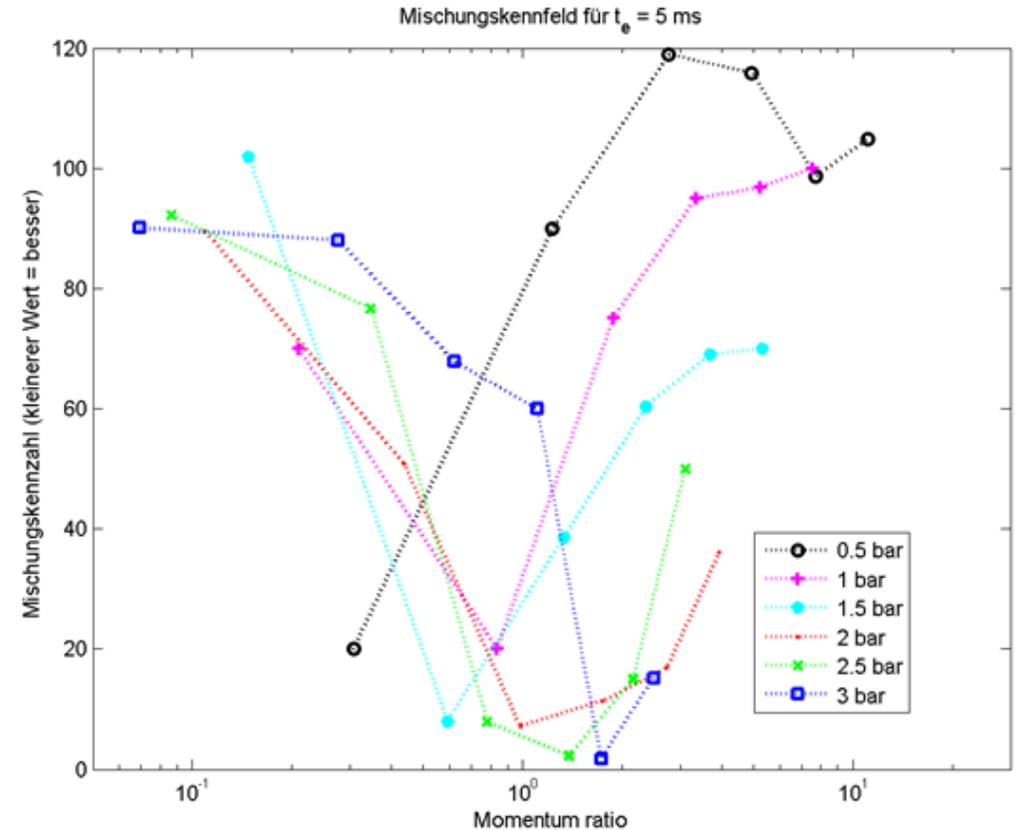
Anteil der höchsten Helligkeit



Optische Untersuchungen zum Strömungsverhalten von Gasen

Ergebnisse

- Darstellung der Ergebnisse über Momentum Ratio (MR)
- Geringere Werte bedeuten eine „bessere“ Durchmischung
- Mit steigendem Druck im Ventil erhöht sich das MR für eine gute Durchmischung

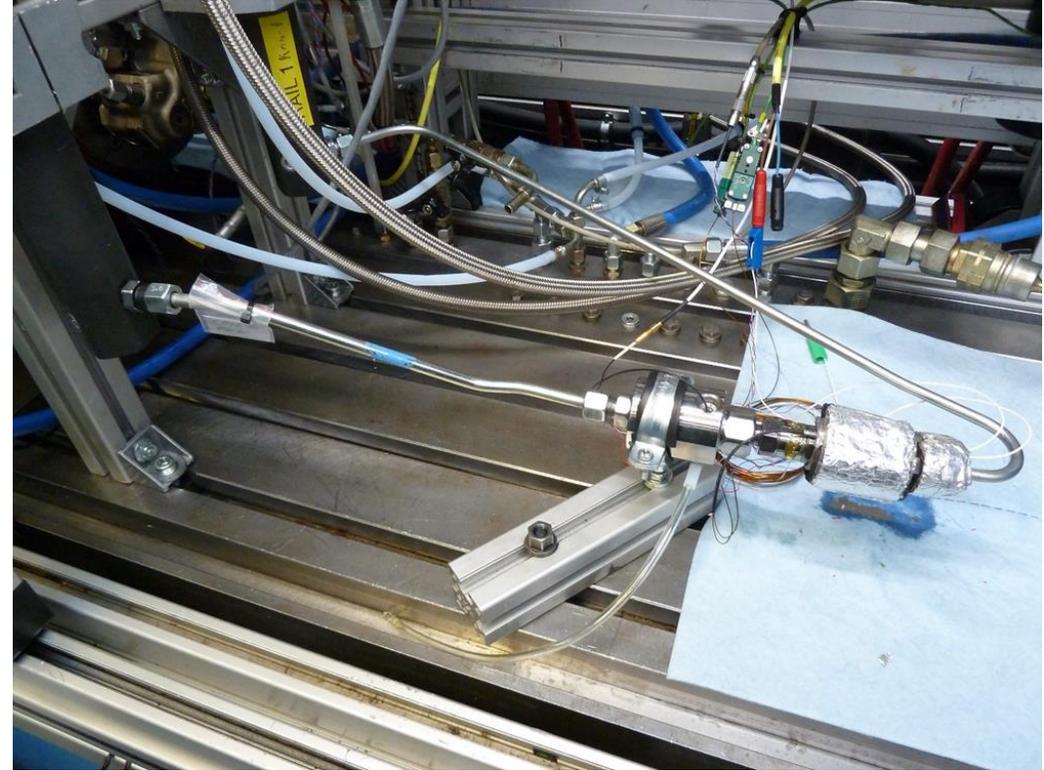


Auswertung von Messungen mit dem Oszilloskop

Auswertung von Messungen mit dem Oszilloskop

Aufgabenstellung

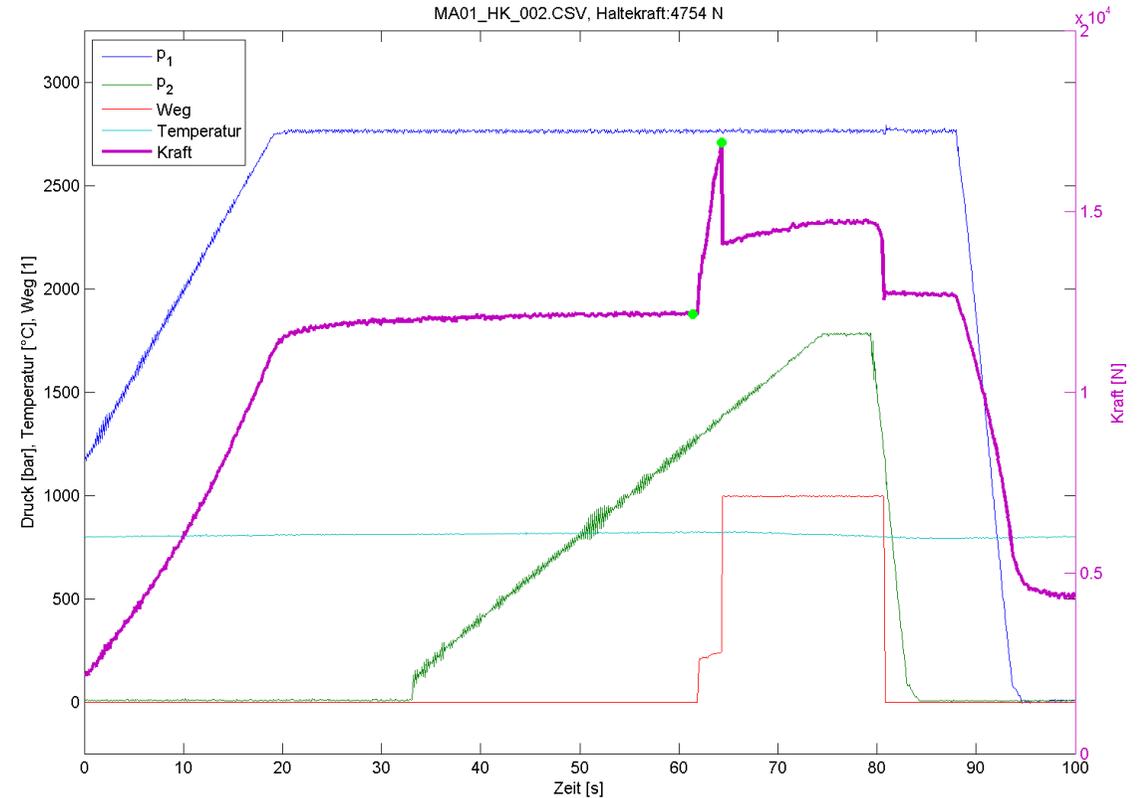
- Auswertung eines Kraftsignals (Haltekraft)
- Erhöhung der Abtastrate von 10 Hz auf 100 Hz um den zeitlichen Verlauf genauer darzustellen
- Bestehende Excel Makro konnte mit der großen Datenmenge nicht mehr umgehen
- Mangels VBA Kenntnissen und der relativ einfachen Auswertung -> Umstieg auf Matlab



Auswertung von Messungen mit dem Oszilloskop

Auswertung

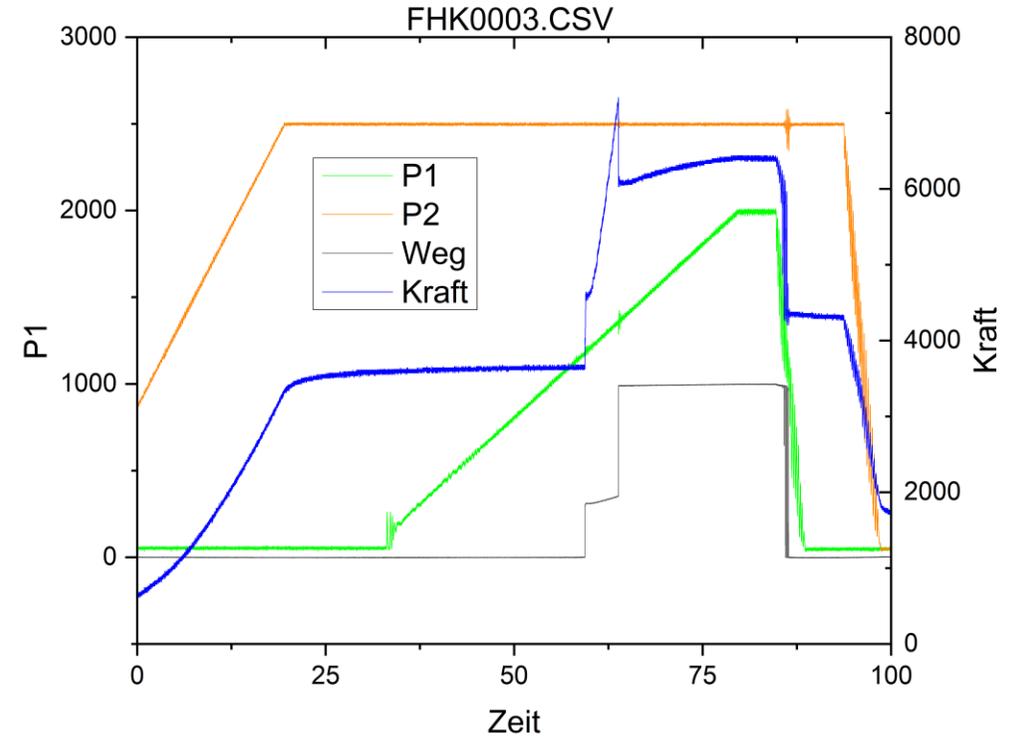
- Einlesen der CSV-Datei
- Skalieren der Kanäle (Drücke, Kraft, Weg)
- Suchen des ersten Sprungs im Hubsignal
 - Referenzkraft F_1
- Suchen des zweiten Sprungs im Hubsignal
 - Kraft F_2
- Kraftdifferenz $F_2 - F_1$ entspricht der gesuchten Haltekraft
- Weitere Plausibilitätstests
 - Kräftegleichgewicht
 - Anstiegszeit vs. Haltekraft
 - ...



Auswertung von Messungen mit dem Oszilloskop

Übergabe

- Übergabe dieser Messungen & Auswertungen an Kollegen
- Überführen der Auswertung in unser Standard Tool Origin
- Laden der Daten und Durchführung der Berechnungen erfolgt in Python (Pandas)
- Import dieser Ergebnisse und die Darstellung als Graph erfolgt in Python für Origin (originpro)
- Übergabe und Dokumentation des Codes im boschinternen GitLab

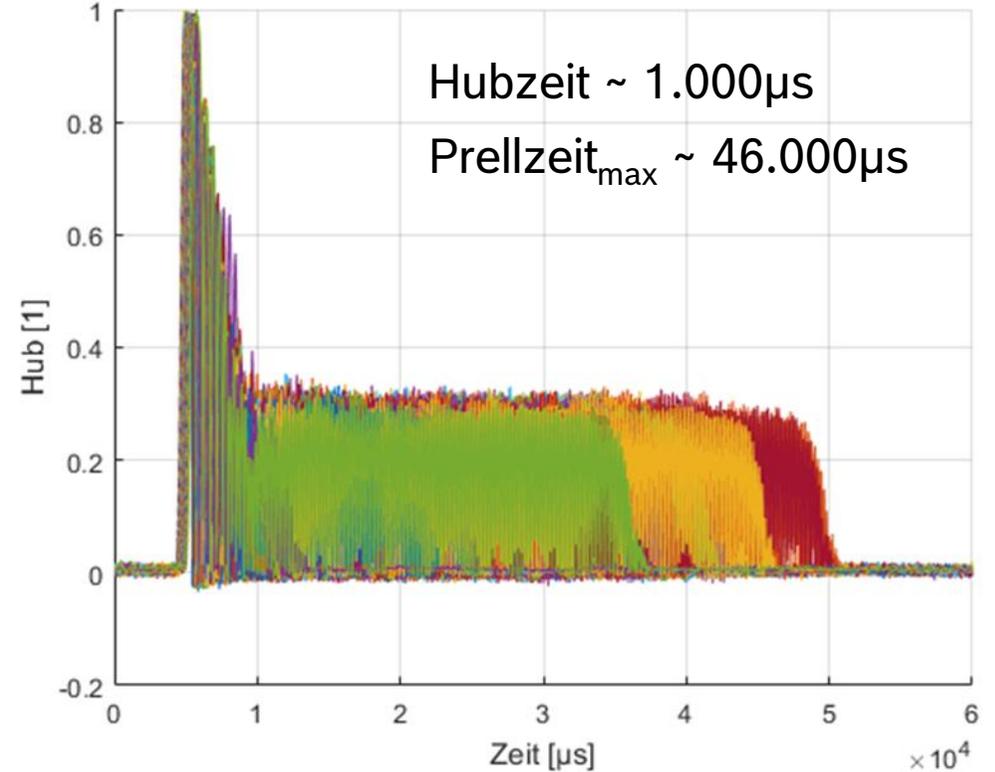


Ursachenanalyse eines „quitschenden“ Injektors

Ursachenanalyse eines „quietschenden“ Injektors

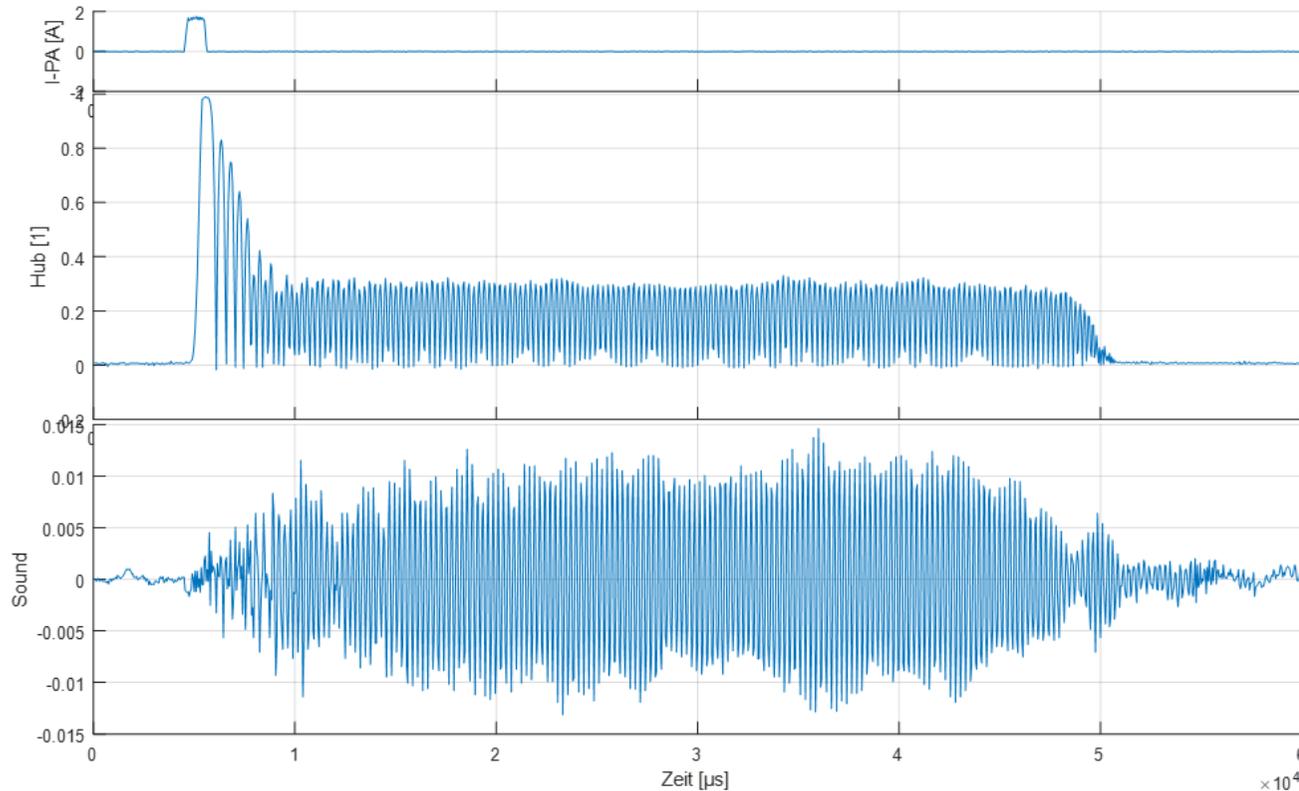
Aufgabenstellung

- Ursachenanalyse eines „quietschenden“ Injektors
- Injektor ist im normalen Prüfbetrieb unauffällig
- Durch gezielte Änderungen in der RL-Hydraulik lässt sich aber ein quietschen erzeugen
- Aufzeichnung des Hubverlaufs und des Akustiksignals mittels Mikrofon am Oszilloskop



Ursachenanalyse eines „quitschenden“ Injektors

Messergebnisse



Worst case Sequenz:

- Hubzeit: $\sim 1.000 \mu\text{s}$
- Presszeit: $\sim 46.000 \mu\text{s}$
- Anzahl der Preller: 169

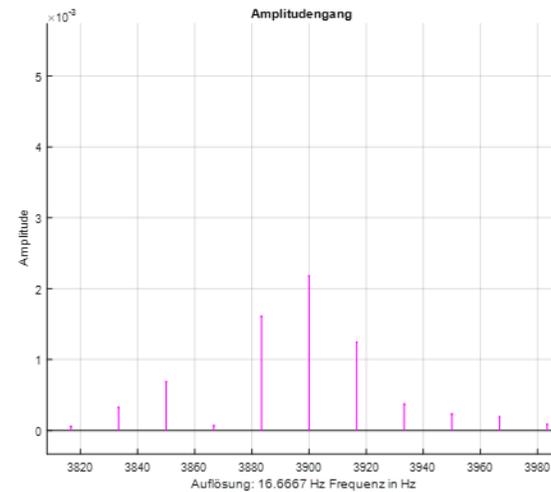
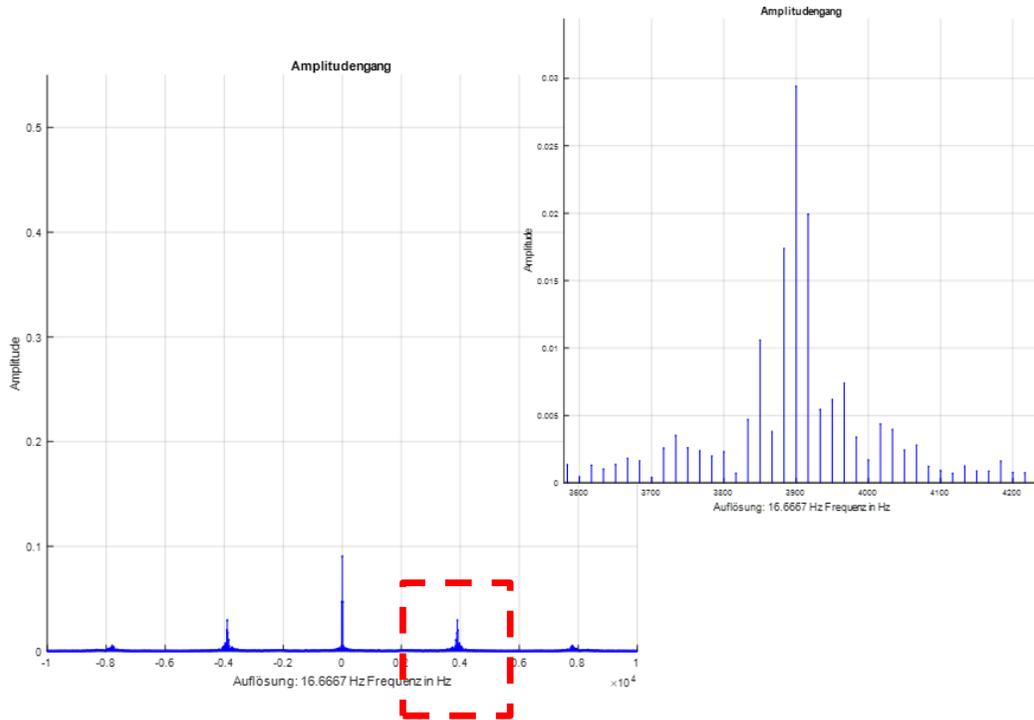
Ursachenanalyse eines „quitschenden“ Injektors

Frequenzanalyse

Worst case Sequenz:

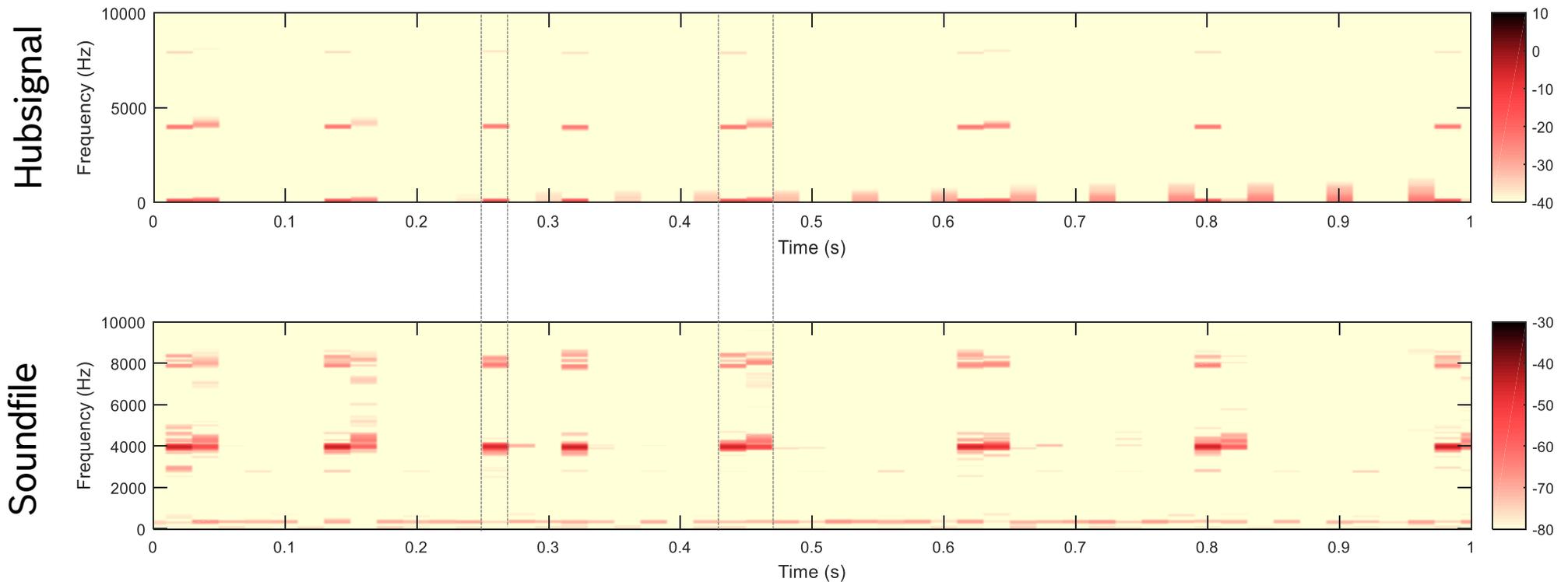
Frequenz Hubsignal: 3,9kHz

Frequenz Soundfile: 3,9kHz



Ursachenanalyse eines „quitschenden“ Injektors

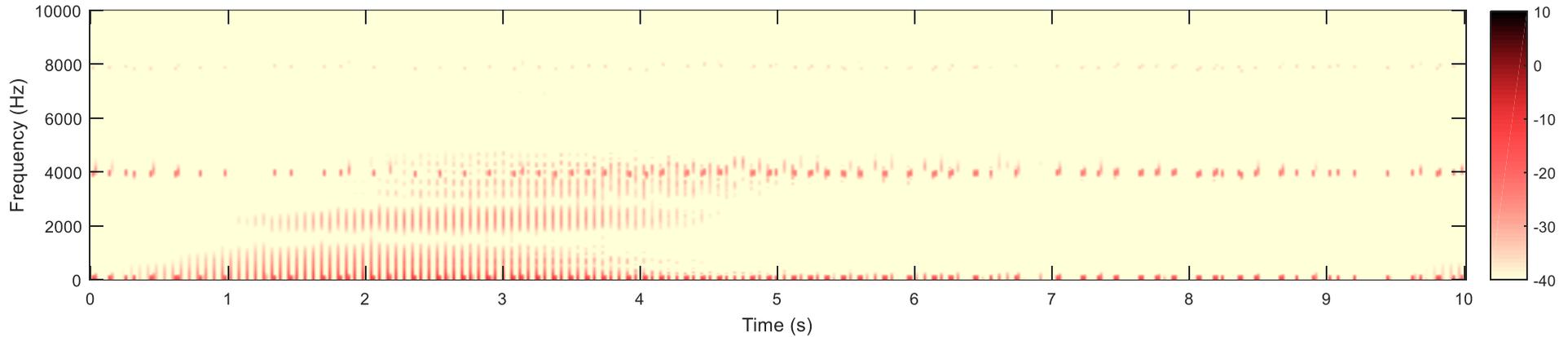
Korrelation Hubsignal und Soundfile



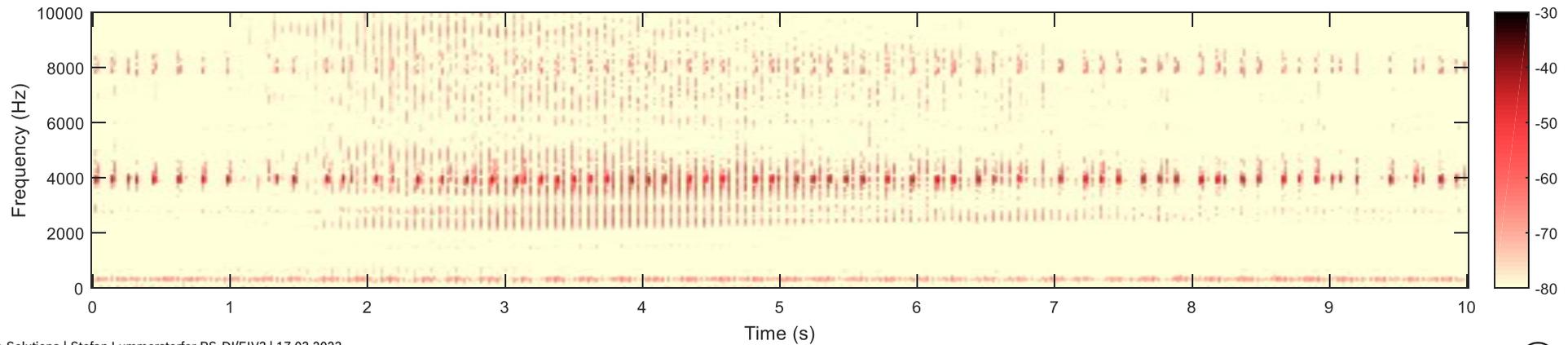
Ursachenanalyse eines „quitschenden“ Injektors

Korrelation Hubsignal und Soundfile

Hubsignal

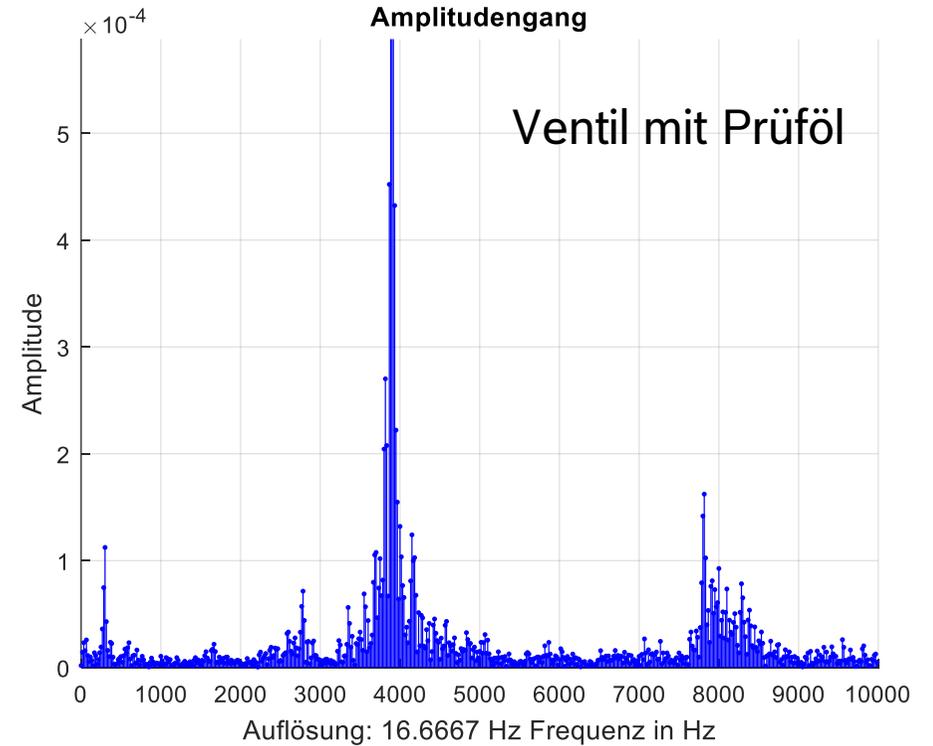
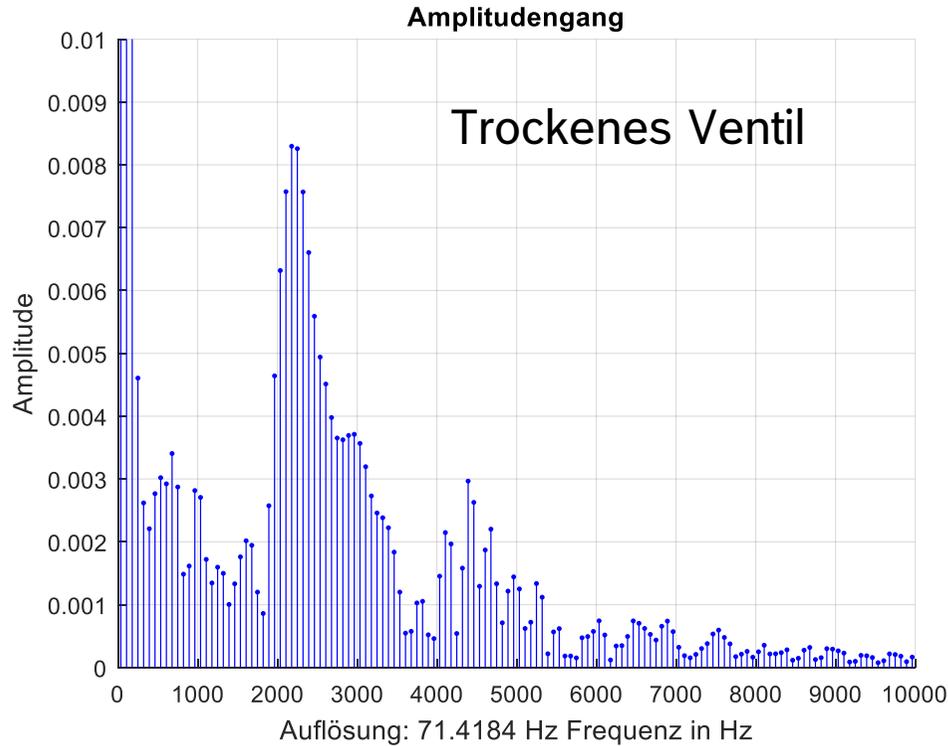


Soundfile



Ursachenanalyse eines „quitschenden“ Injektors

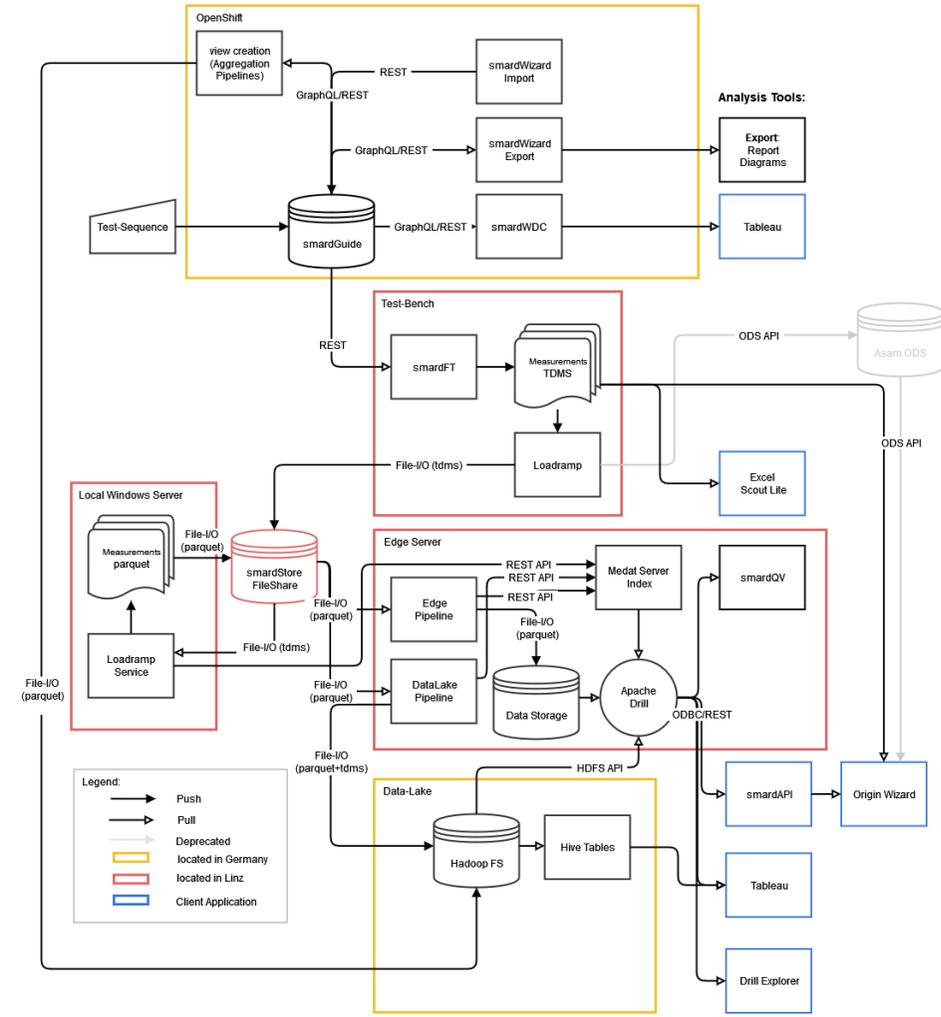
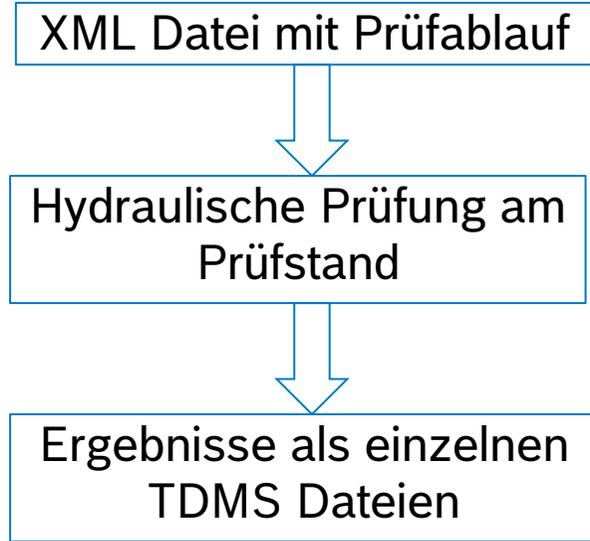
Vergleich zu einem „trockenen“ Ventil



Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten

Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten

Früher und Jetzt



Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten

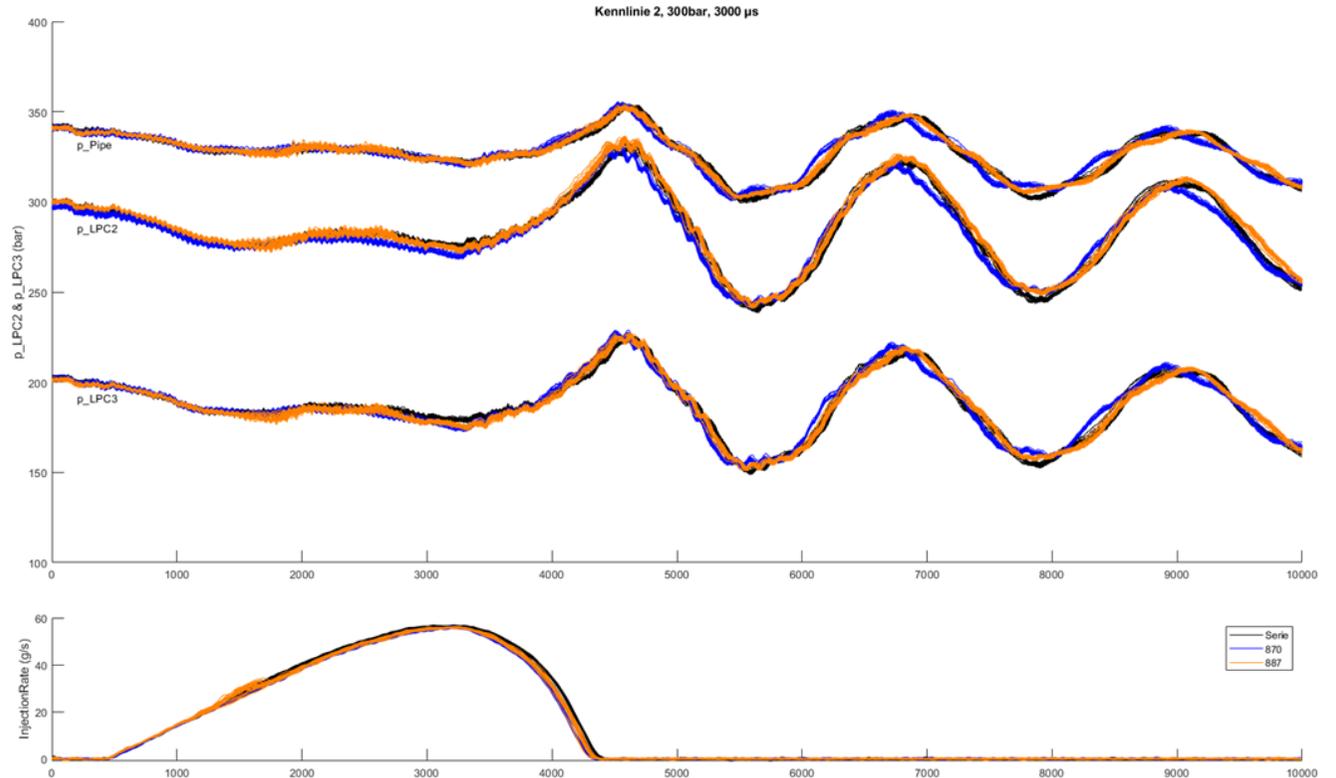
Historie

- Umstieg von TDMS auf parquet Format bringt eine deutliche Reduktion des Speicherbedarfs
- Konvertieren und löschen der alten TDMS Messungen wegen des großen Speicherbedarfs und daraus resultierenden Kosten
- TDMS Dateien sind nur noch im Data-Lake verfügbar
- Dieser Umstieg betrifft auch unser Standard Auswertetool „Origin“
- Alle Prüfstandsdaten und die dazugehörigen Metadaten sind von allen Messungen über den „Apache Drill“ zentral abrufbar
- „smardAPI“ wurde entwickelt um mit einer definierten Schnittstelle Daten an „Origin Wizard“ zu liefern
- „smardAPI“ wird bei Änderungen in den Datenquellen angepasst bzw. aktualisiert (Update von v1 auf v2)
- Datenimport in Matlab mit Hilfe der „smardAPI“

Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten

Auswertung auf Signalebene

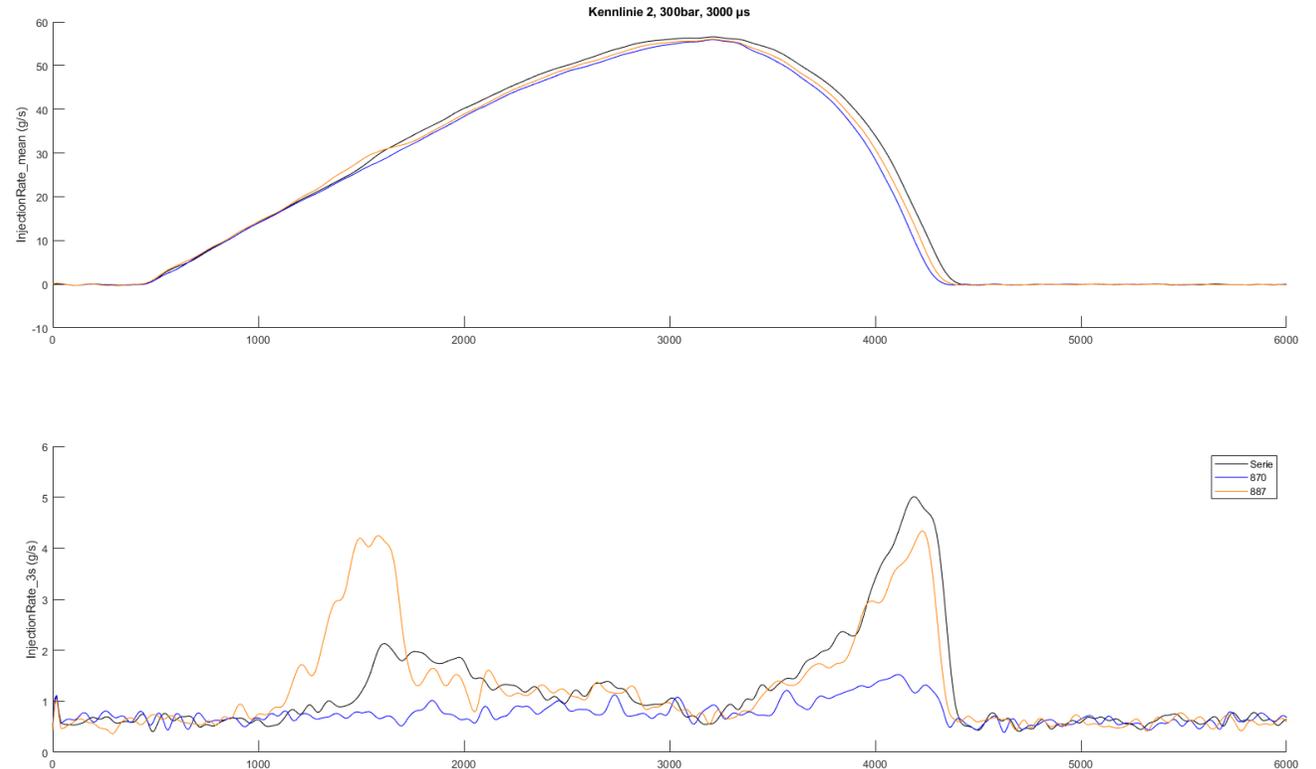
- Untersucht wurde der Einfluss von drei verschiedenen DRST auf das Einspritzverhalten (Ratenverlauf) des Injektors
- Matlab ist zur Zeit das einzige Tool, mit dem wir Untersuchungen der Signale einer Prüfstandmessung durchführen können
- Dargestellt sind 3 Drucksignale des Prüfaufbaus und der Ratenverlauf des Injektors



Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten

Auswertung auf Signalebene

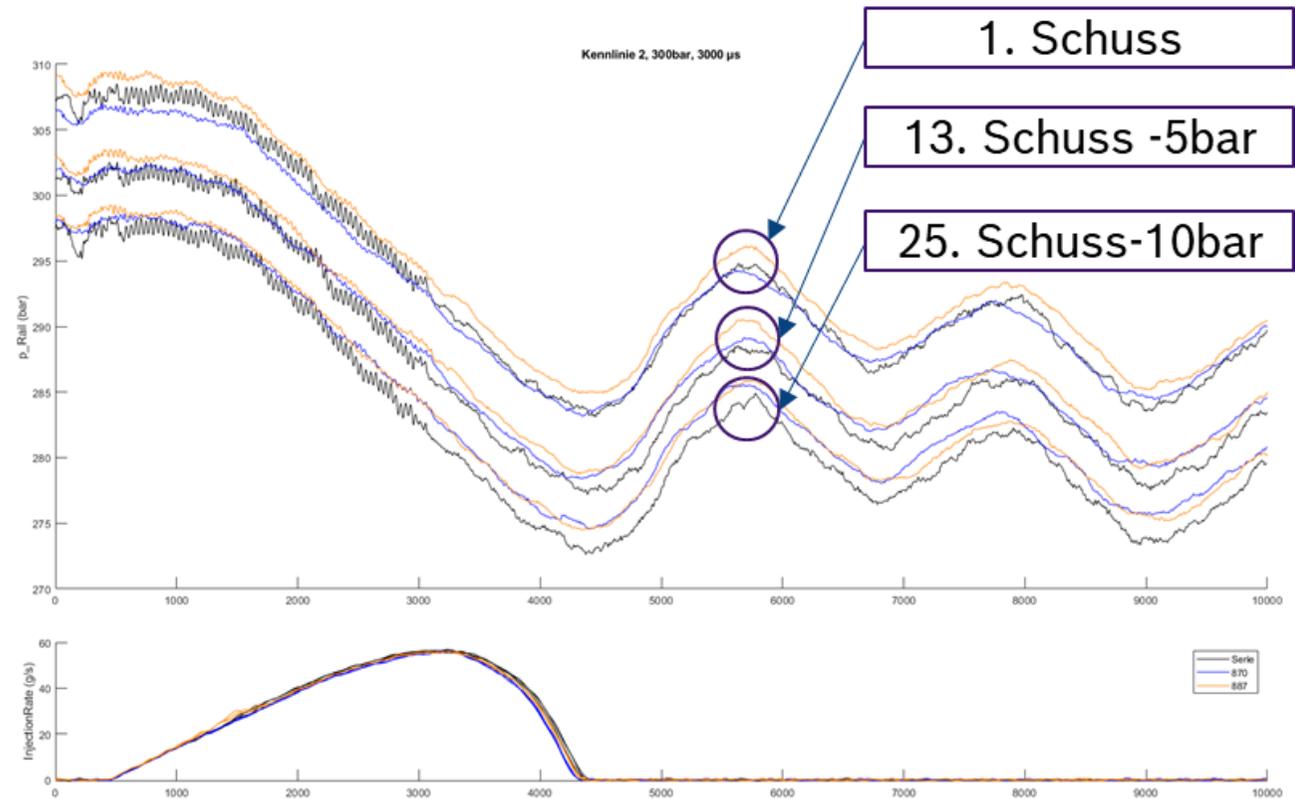
- Dargestellt sind Mittelwert und 3*Standardabweichung der 25 Ratenverläufe
- DRST „870“ erzeugt ein regelmäßiges Ratensignal
- DRST „Serie“ hat eine Variation beim Schließen
- DRST „887“ hat eine Variation beim Öffnen und Schließen



Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten

Auswertung auf Signalebene

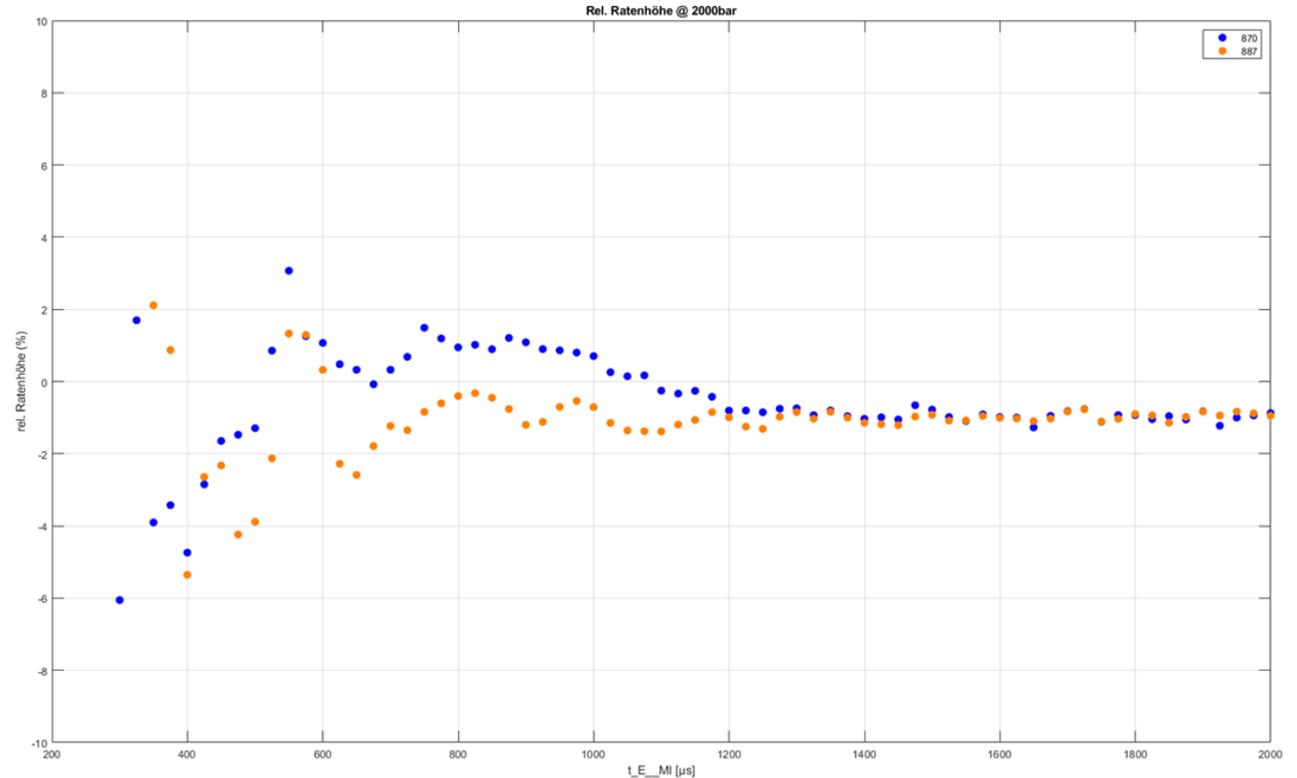
- Detaillierte Untersuchung der zeitlichen Abläufe in den Signalen möglich
- In den „Statistik-Signalen“ (min, mean, max) gehen diese Informationen verloren
- Unterschiedliche Drucksignale bei den unterschiedlichen DRST & und unterschiedliche relative Unterschiede über die einzelnen Schüsse



Anbindung von Matlab an unsere Prüfstandsdaten

Auswertung auf Signalebene

- Relative Ratenhöhen im Vergleich zum Serien DRST
- Vom Ratenverlauf wurde der Bereich $\geq 90\%$ vom Maximum der Mittelwert berechnet und relativ zum Serien DRST dargestellt
- Diese Berechnung wurde für alle Punkte in den Kennfeldern durchgeführt

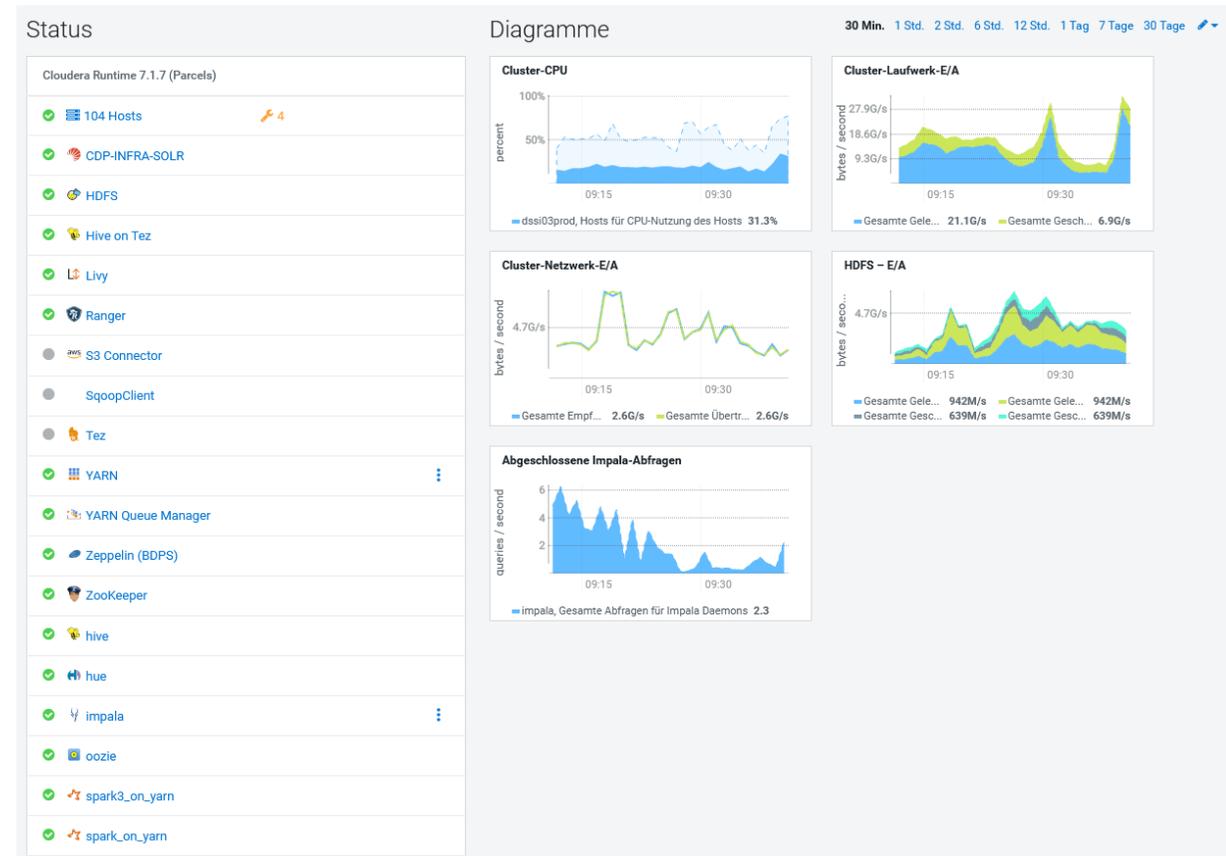


Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

Was ist das „Data-Lake“ von Bosch

- Ein riesiger Speicher (HDFS) auf einem Hadoop Cluster (~4 PB Speicher, >100 Nodes, 18 TB RAM nur für unsere Business Unit)
- Dort werden seit einiger Zeit zentral Daten gesammelt
- Es werden quasi alle Daten gesammelt, die bei der Herstellung von Bauteilen anfallen (Messwerte, Prozessparameter, Stationsbezeichnungen, ...)
- Zahlreiche Services laufen auf dem Hadoop Cluster (impala, spark)



Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

Datenstruktur

- Diese Daten sind als Impala Tabellen via ODBC Schnittstelle verfügbar
- Gliederung der Daten in Datenbanken (Projekten) und eine Ebene tiefer als Tabellen
- Großteil der Tabellen ist im Long Format, d.h. es existieren im Wesentlichen immer 2 Spalten „param_name“ und „result_value“ welche die benötigten Informationen beinhalten

Wide Format

Team	Points	Assists	Rebounds
A	88	12	22
B	91	17	28
C	99	24	30
D	94	28	31

Long Format

Team	Variable	Value
A	Points	88
A	Assists	12
A	Rebounds	22
B	Points	91
B	Assists	17
B	Rebounds	28
C	Points	99
C	Assists	24
C	Rebounds	30
D	Points	94
D	Assists	28
D	Rebounds	31

Quelle: <https://www.statology.org/long-vs-wide-data/>

Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

Beispielabfrage

```

Editor - C:\Users\was2liz\Documents\Arbeitsunterlagen\CRIN_C\min-max-Untersuchungen\import_data.m
EDITOR PUBLISH VIEW
+ Find Files + Go To + Insert + fx + Breakpoints + Run + Run Section + Run and Time
New Open Save Compare % Comment % Breakpoints Run Run and Advance Run and Time
FILE NAVIGATE EDIT BREAKPOINTS RUN
import_data.m x
1 %% Automate Importing Data by Generating Code Using the Database Explorer App
2 %% This code reproduces the data obtained using the Database Explorer app by
3 %% connecting to a database, executing a SQL query, and importing data into the
4 %% MATLAB(R) workspace. To use this code, add the password for connecting to the
5 %% database in the database command.
6
7 %% Auto-generated by MATLAB Version 9.7 (R2019b) and Database Toolbox Version 9.2 on 22-Nov-2022 09:14:52
8
9 %% Make connection to database
10 conn = database('PS-impala', '|', '');
11
12 %% Set query to execute on the database
13 query = ['select t1.uniquepart_id, t1.DatumUhrzeit, t1.qhe1, t1.qhe1_r, t1.qhe2, t1.qhe2_r, t1.qhe3, t1.qhe3_r, t1.qhe4, t1.qhe4_r '
14 'from (select uniquepart_id, ' ...
15 'max(case when param_name='EmiFlow[2,1]' then result_date_local else Null end) as DatumUhrzeit, ' ...
16 'max(case when param_name='EmiFlow[2,1]' then result_value else Null end) as qhe1, ' ...
17 'max(case when param_name='EmiFlow[2,1]' then `range` else Null end) as qhe1_r, ' ...
18 'max(case when param_name='EmiFlow[2,2]' then result_value else Null end) as qhe2, ' ...
19 'max(case when param_name='EmiFlow[2,2]' then `range` else Null end) as qhe2_r, ' ...
20 'max(case when param_name='EmiFlow[2,3]' then result_value else Null end) as qhe3, ' ...
21 'max(case when param_name='EmiFlow[2,3]' then `range` else Null end) as qhe3_r, ' ...
22 'max(case when param_name='EmiFlow[2,4]' then result_value else Null end) as qhe4, ' ...
23 'max(case when param_name='EmiFlow[2,4]' then `range` else Null end) as qhe4_r ' ...
24 'from product_crin3_ops.crin3_mfg_streaming_results ' ...
25 'WHERE type_number = ''044512407B'' AND product = ''Testing'' AND year >= 2020 ' ...
26 'AND `n_tolerance_low` IN (331.6, 130.3, 11.7, 1.9) AND `n_tolerance_up` IN (352.2, 163.3, 19.7, 5.9) ' ...
27 'group by uniquepart_id) as t1 ' ...
28 'WHERE ' ...
29 't1.qhe1 >= 331.6 AND t1.qhe1 <= 352.2 AND ' ...
30 't1.qhe2 >= 130.3 AND t1.qhe2 <= 163.3 AND ' ...
31 't1.qhe3 >= 1.9 AND t1.qhe3 <= 5.9 AND ' ...
32 't1.qhe4 >= 11.7 AND t1.qhe4 <= 19.7 ' ...
33 'ORDER BY t1.DatumUhrzeit ASC)';
34
35 %% Execute query and fetch results
36 data = fetch(conn,query);
37
38 %% Close connection to database
39 close(conn);
40
41 %% Clear variables
42 clear conn query
  
```

Variables - data

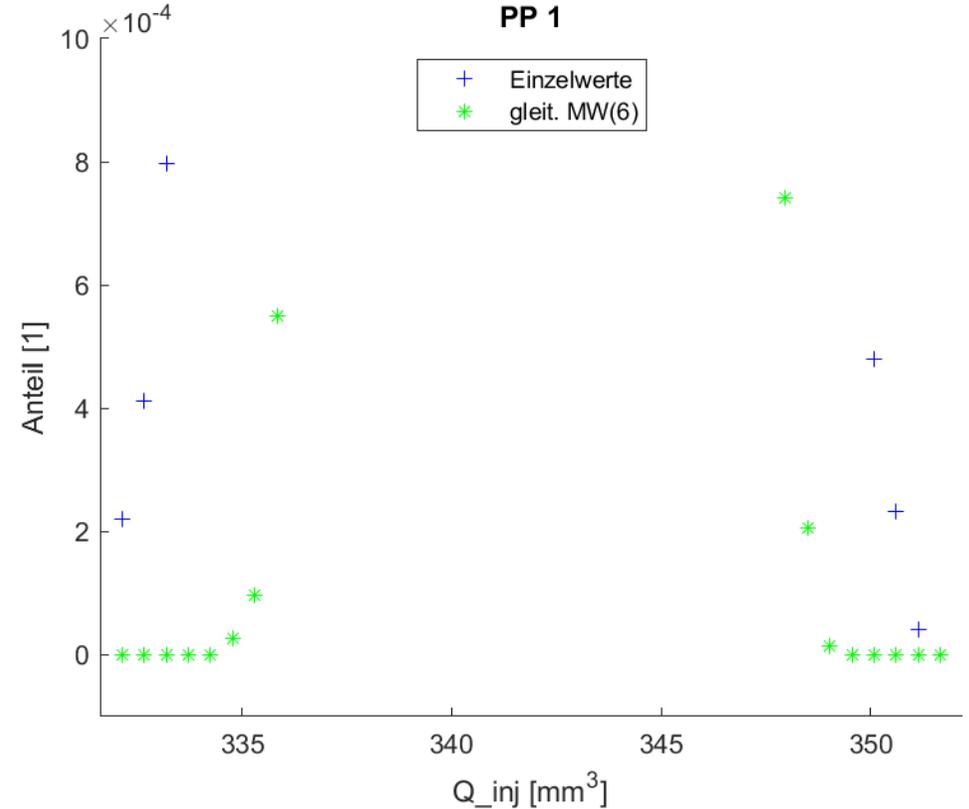
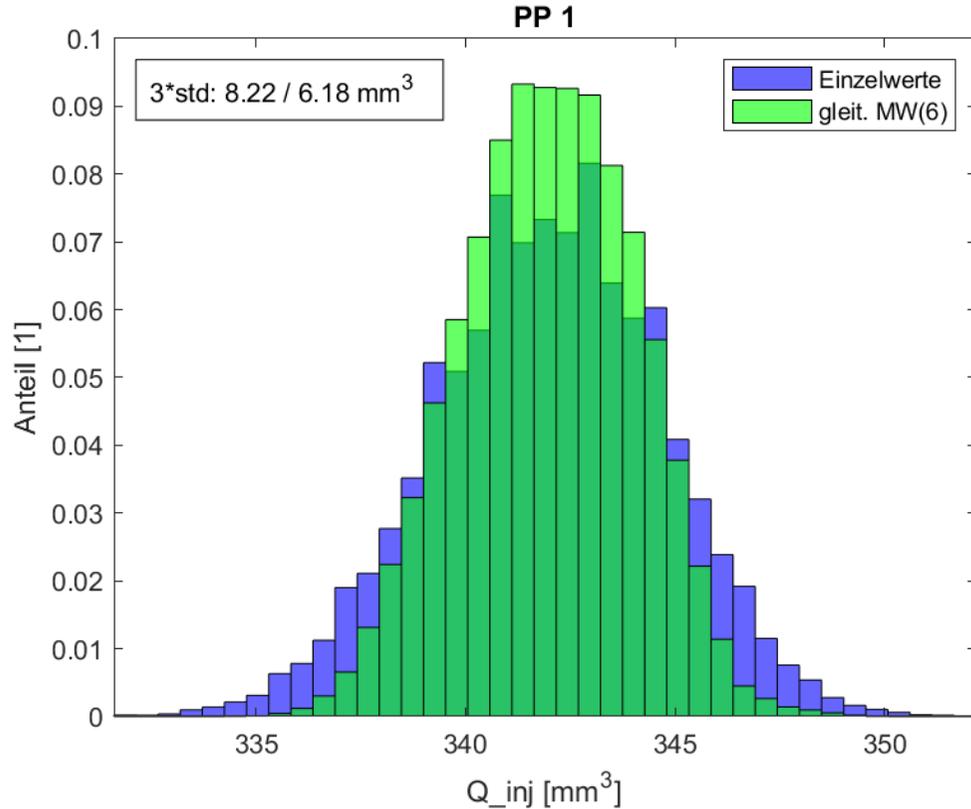
data x

88356x10 table

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	uniquepart_id	datumuhrzeit	qhe1	qhe1_r	qhe2	qhe2_r	qhe3	qhe3_r	qhe4	qhe4_r
1	'D07710071107'	'2020-09-10T11:37:26.000'	344.2000	1.9000	148.5000	2.9000	4.4000	0.3000	16.2000	0.2000
2	'D07710071207'	'2020-09-10T11:37:28.000'	342	1	147.6000	2.5000	4	0.4000	16.3000	0.3000
3	'D07710301907'	'2020-09-10T11:37:31.000'	343.3000	2	147.1000	2.8000	4.1000	0.3000	15.9000	0.3000
4	'D07710301707'	'2020-09-10T11:37:34.000'	340.1000	1.3000	144.6000	3.1000	3.8000	0.2000	15.2000	0.3000
5	'D07710071407'	'2020-09-10T11:41:26.000'	344.6000	2.1000	156	2.4000	4.6000	0.4000	17.6000	0.2000
6	'D07710071507'	'2020-09-10T11:43:55.000'	342.6000	1.3000	145.1000	2	3.4000	0.2000	16.7000	0.2000
7	'D07710071607'	'2020-09-10T11:44:15.000'	339.2000	1	142.7000	3.5000	3.4000	0.3000	14.9000	0.3000
8	'D07710071707'	'2020-09-10T11:46:49.000'	342.3000	1	147.5000	2.7000	3.9000	0.7000	15.9000	0.3000
9	'D07710302207'	'2020-09-10T11:47:28.000'	344.2000	1.4000	147.2000	3.9000	4.4000	0.7000	16.5000	0.2000
10	'D07710302407'	'2020-09-10T11:47:29.000'	344	2.1000	147.2000	2.2000	4.3000	0.4000	16.1000	0.4000
11	'D07710071807'	'2020-09-10T11:47:31.000'	342.6000	1	140.4000	2.8000	3.8000	0.4000	15.1000	0.4000
12	'D07710072007'	'2020-09-10T11:47:34.000'	340.5000	0.8000	148.4000	2.5000	3.9000	0.4000	16.3000	0.3000
13	'D07710302107'	'2020-09-10T11:47:48.000'	340.5000	1.8000	140.6000	4.3000	3.6000	0.3000	15.6000	0.2000
14	'D07710072107'	'2020-09-10T11:48:28.000'	340.7000	1.8000	144.6000	1.9000	4.1000	0.3000	15.7000	0.2000
15	'D07710071307'	'2020-09-10T11:48:46.000'	337.3000	1.8000	137.7000	4.5000	3.3000	0.3000	14.5000	0.2000
16	'D07710072307'	'2020-09-10T11:49:09.000'	345.1000	3	149.7000	5.2000	4	0.3000	16.6000	0.3000
17	'D07710302507'	'2020-09-10T11:49:09.000'	344.6000	1.6000	151.8000	3.3000	4.6000	0.4000	17.7000	0.1000
18	'D07710072207'	'2020-09-10T11:49:13.000'	344.7000	1.8000	152.5000	2.4000	4.5000	0.3000	15.7000	0.3000
19	'D07710303007'	'2020-09-10T11:49:17.000'	342.9000	1.1000	148.2000	2.7000	4.9000	0.6000	15.7000	0.3000
20	'D07710302607'	'2020-09-10T11:49:27.000'	342	1.4000	146.1000	3.9000	4	0.3000	16.2000	0.2000
21	'D07710072407'	'2020-09-10T11:50:08.000'	342.2000	1	148.7000	2.8000	4.1000	0.3000	15.6000	0.2000
22	'D07710303107'	'2020-09-10T11:50:25.000'	340.2000	1.6000	145.3000	2.9000	4.1000	0.2000	15.6000	0.2000
23	'D07710073407'	'2020-09-10T11:50:47.000'	342.4000	1.3000	149.7000	2.4000	4.2000	0.3000	17.2000	0.3000
24	'D07710073207'	'2020-09-10T11:50:50.000'	342.8000	1.4000	153.1000	2.1000	4.8000	0.4000	16.9000	0.2000
25	'D07710072507'	'2020-09-10T11:50:55.000'	341.9000	2.3000	143.8000	3	3.7000	0.3000	16.1000	0.4000
26	'D07710303307'	'2020-09-10T11:50:59.000'	340.9000	1.3000	146.3000	2.3000	4.6000	0.5000	16.4000	0.4000

Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

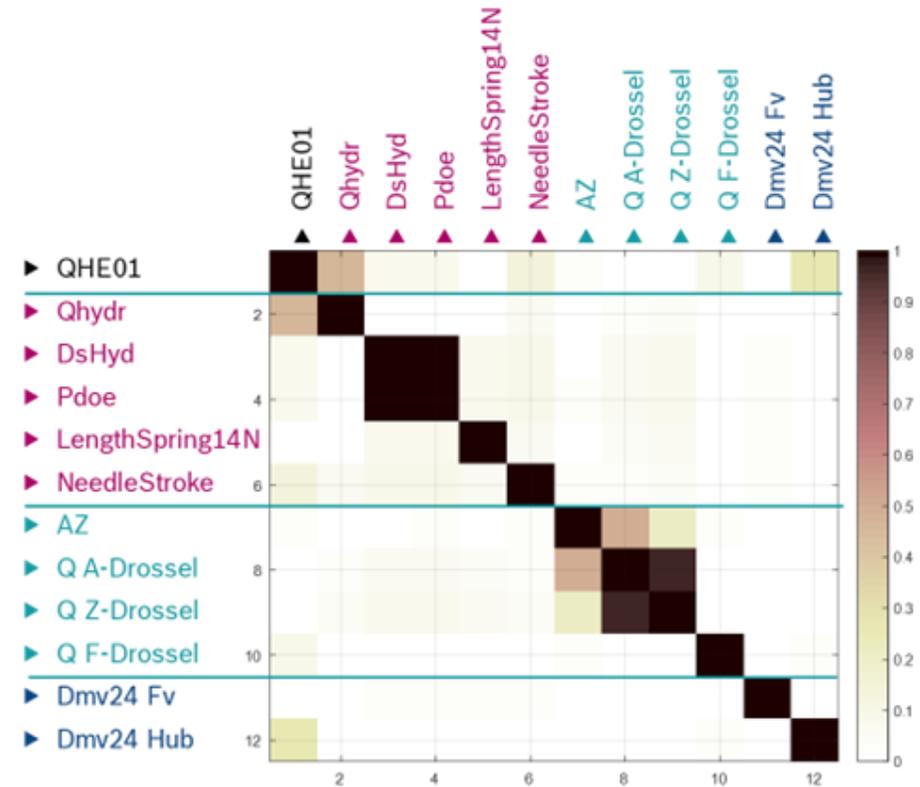
Beispielauswertung, Histogramm & Auftretenswahrscheinlichkeit



Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

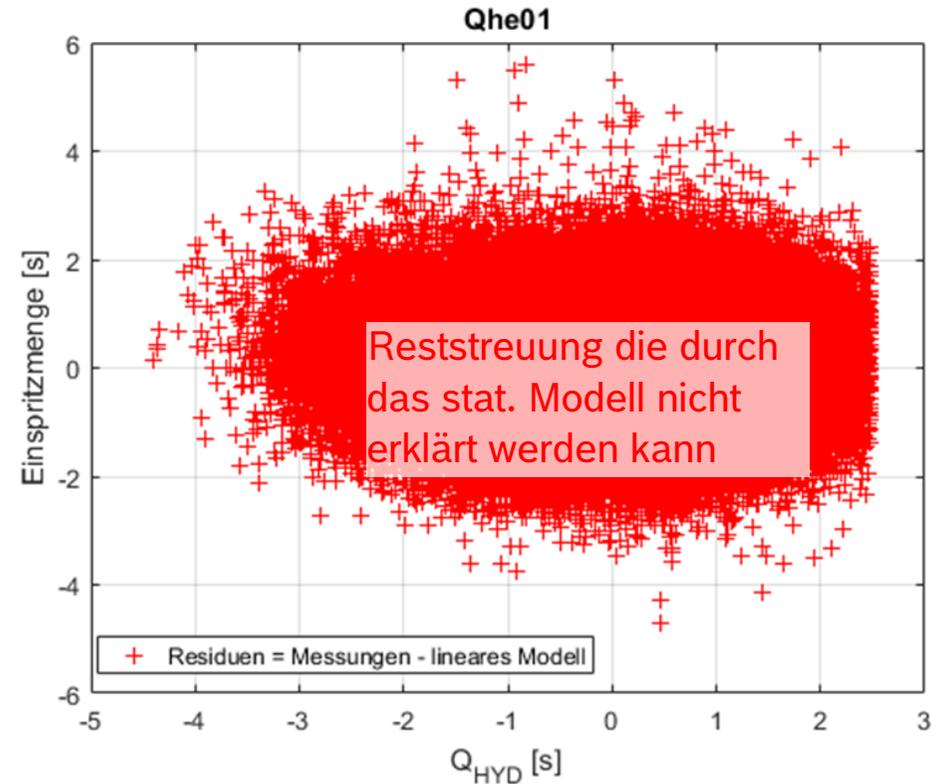
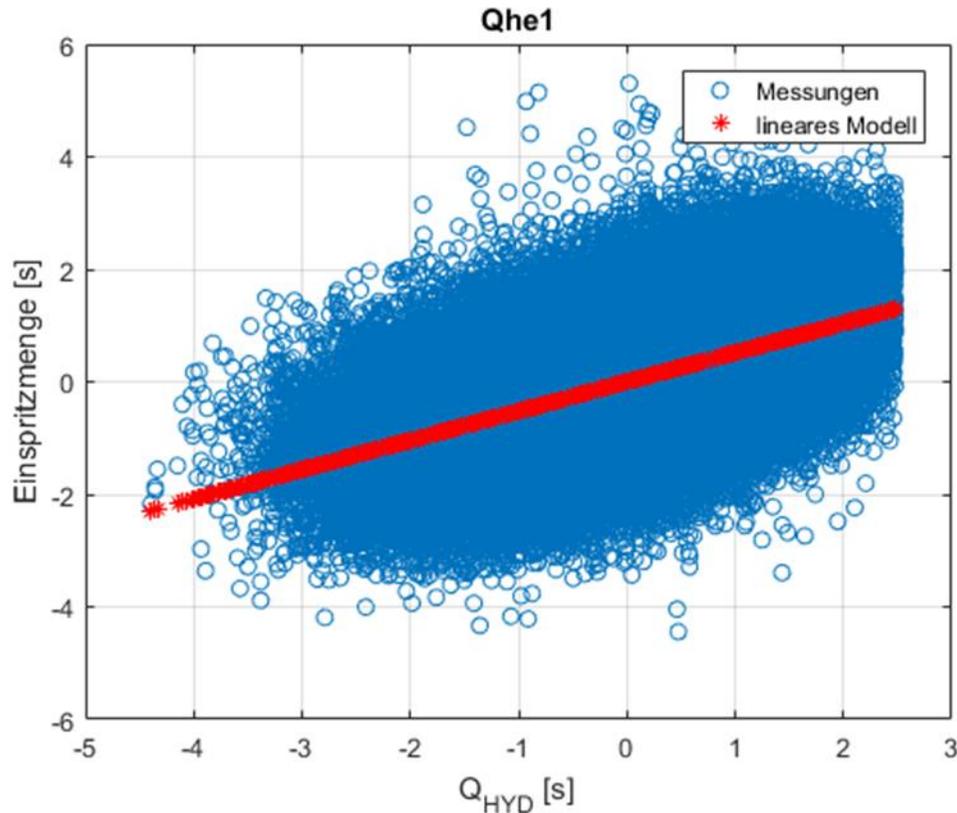
Vorhersage des Injektorverhaltens aus den Fertigungsdaten

- Aus einer Sensitivitätsanalyse wurden die 20 Haupteinflussparameter des Injektors mit Hilfe der Simulation bestimmt
- In den Fertigungsdaten sind nur 11 der 20 Parameter zu finden, die restlichen werden nicht gemessen oder können einem Bauteil nicht zugeordnet werden
- Untersuchte Modelle
 - Lineare Regression
 - Quadratische Regression
 - Neuronales Netz (MLP, multilayer perceptron)
- Daten werden studentisiert



Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

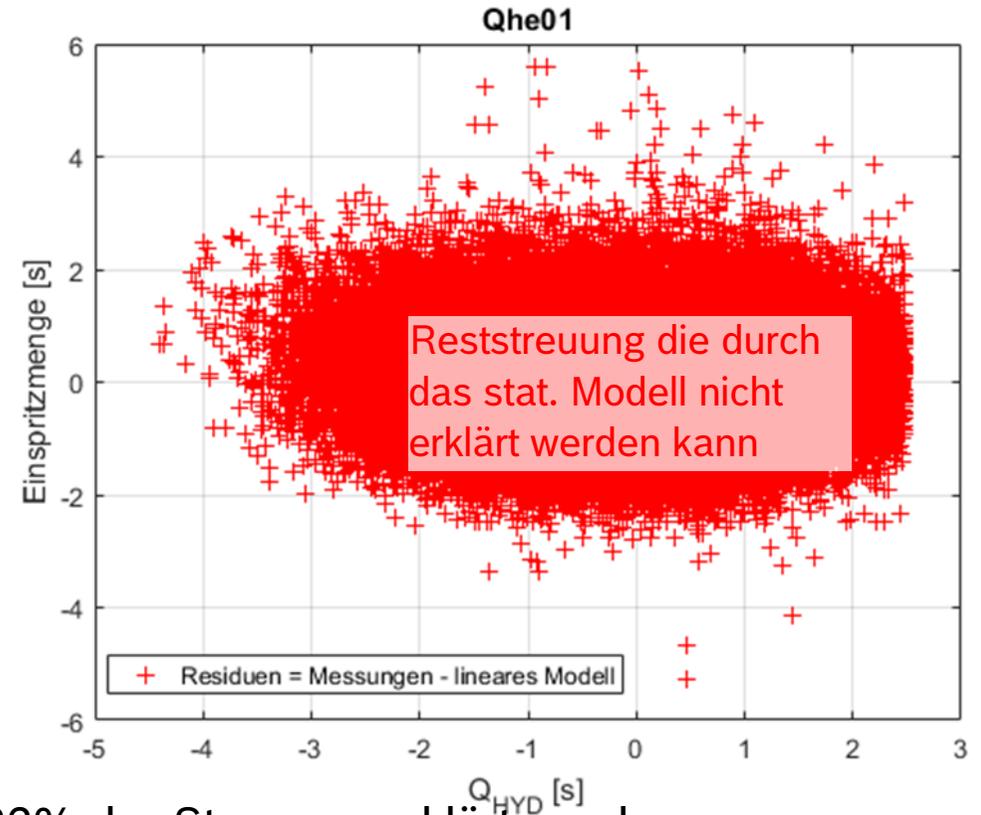
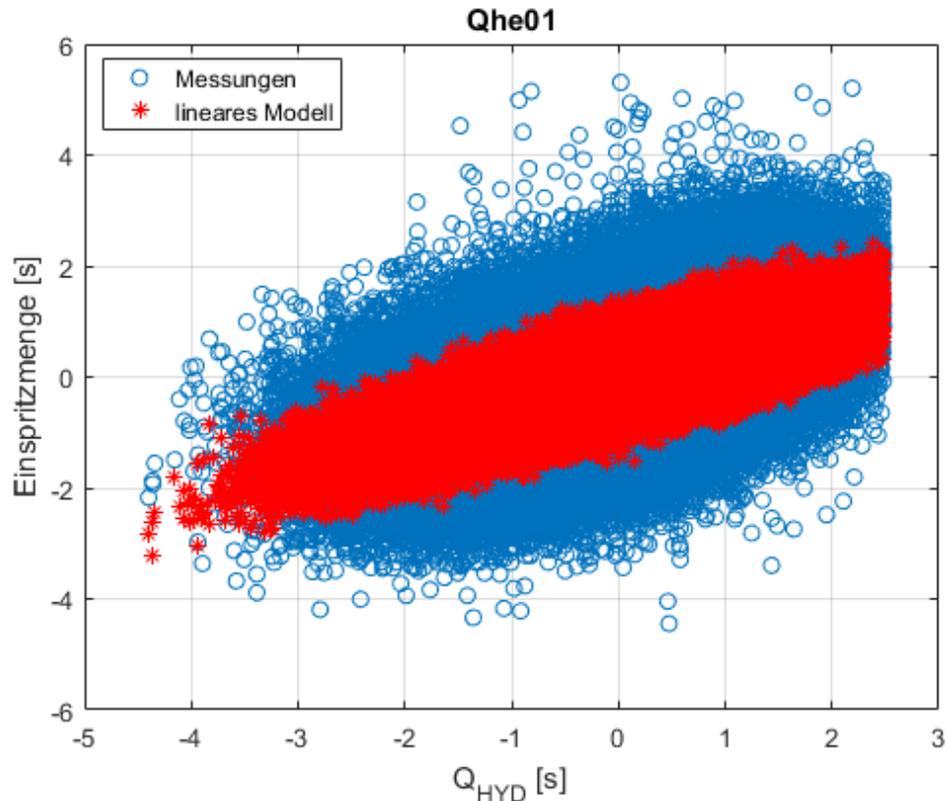
Lineare Regression: $Q = c \cdot Q_{HYD}$



Mit dem Faktor „QHYD“ kann ~15% der Streuung erklärt werden

Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

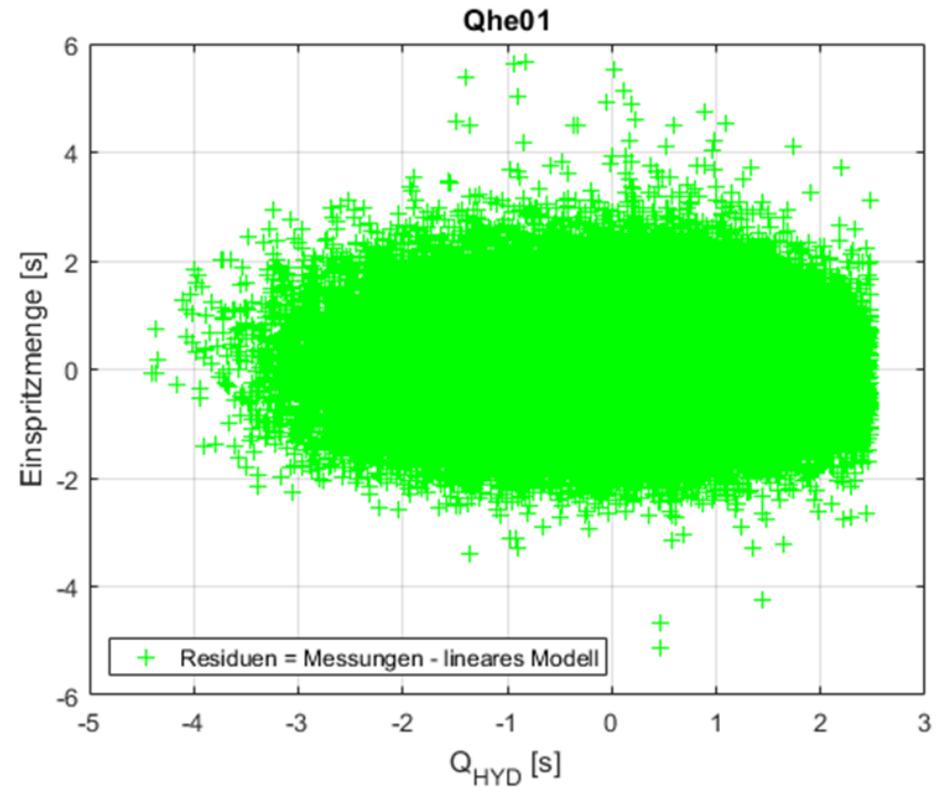
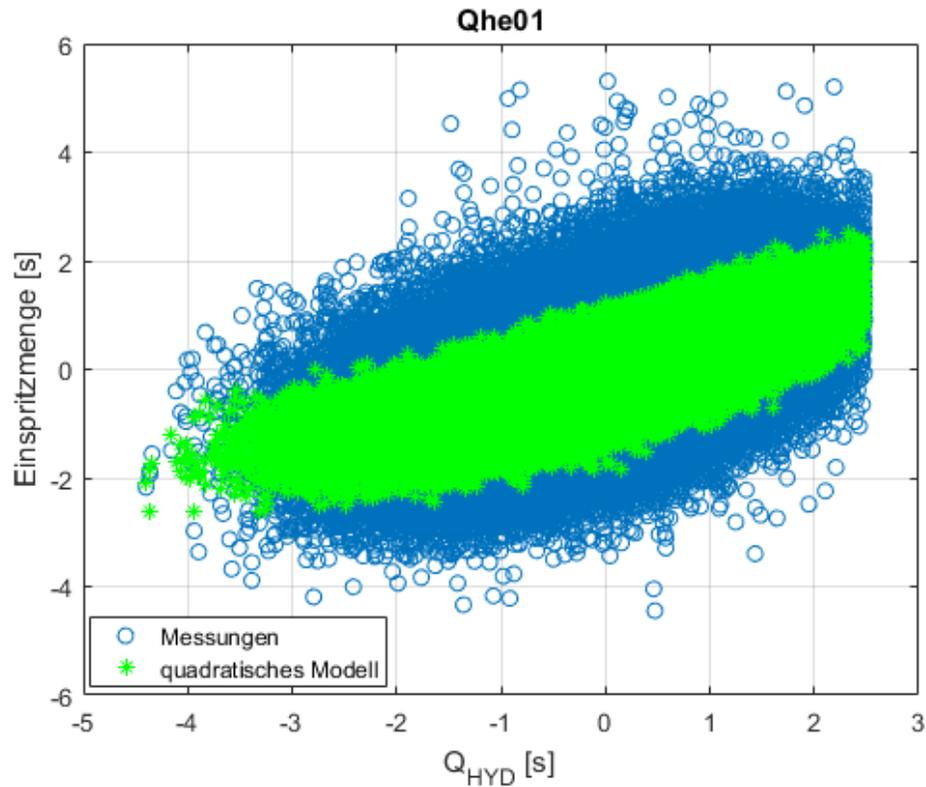
Lineare Regression: $Q = f(\text{all})$



Mit allen vorhandenen Faktoren kann ~23% der Streuung erklärt werden

Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

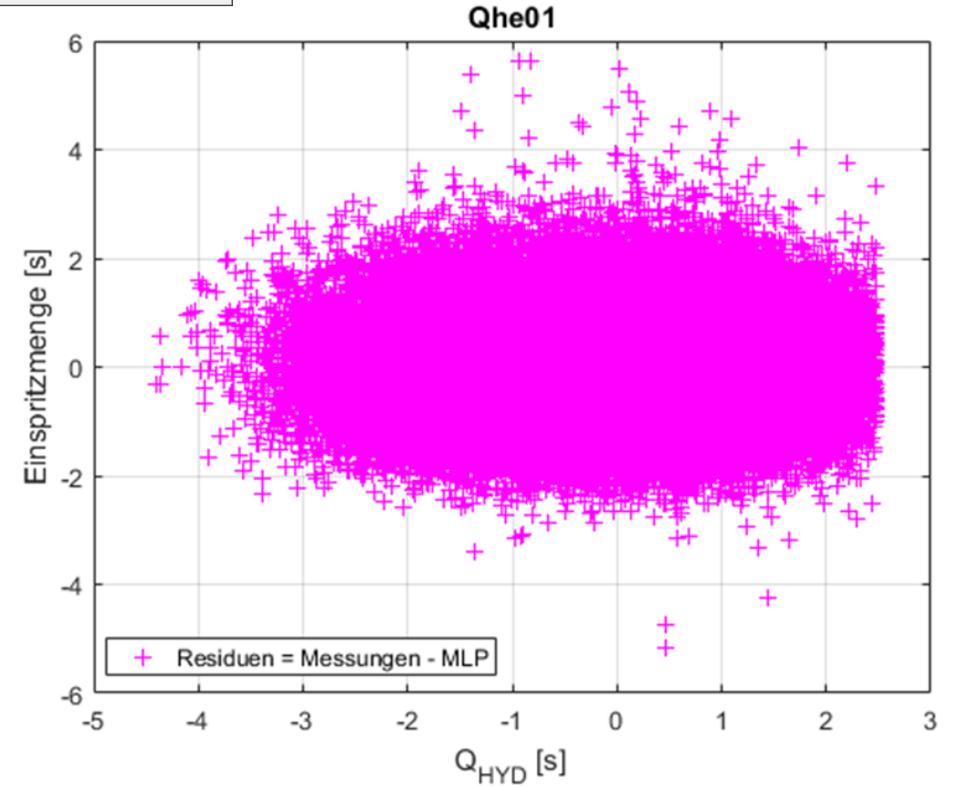
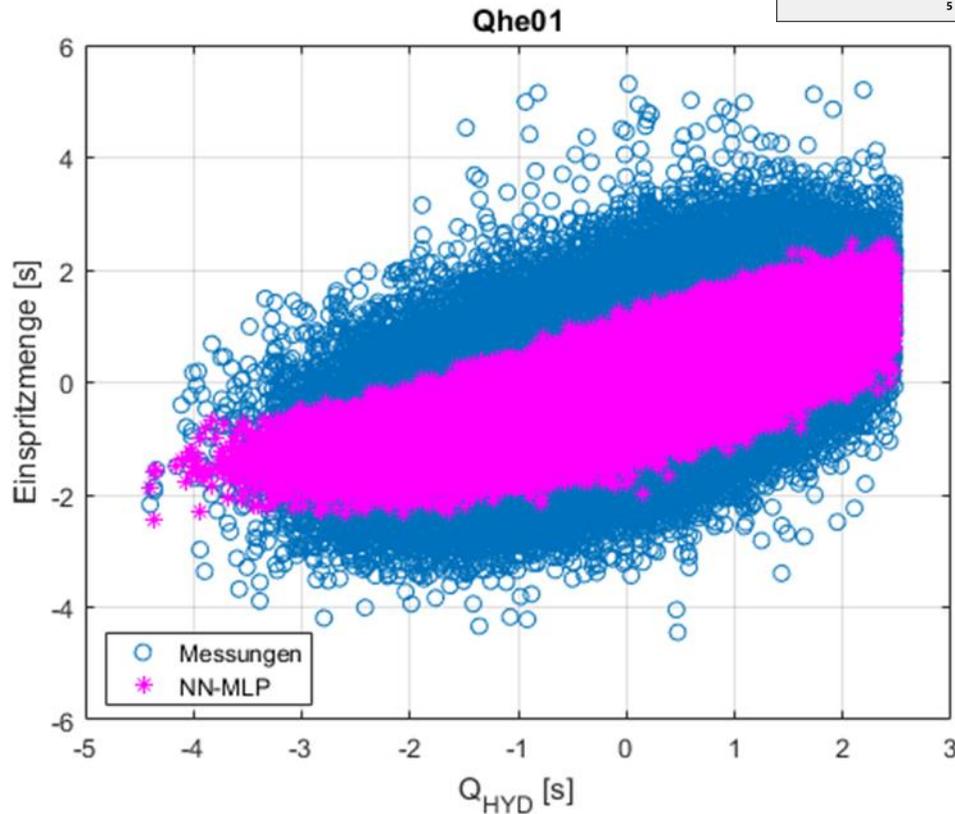
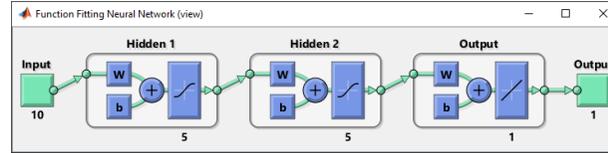
Quadratische Regression



Mit dem quadratischen Modell ist keine Verbesserung erzielt worden im Vergleich zum linearen Modell

Anbindung von Matlab an das „Data-Lake“ von Bosch

Neuronales Netz



Mit dem Neuronalem Netz ist keine Verbesserung erzielt worden im Vergleich zum linearen Modell

Matlab auf dem „GPU-Server“

Matlab auf dem „GPU-Server“

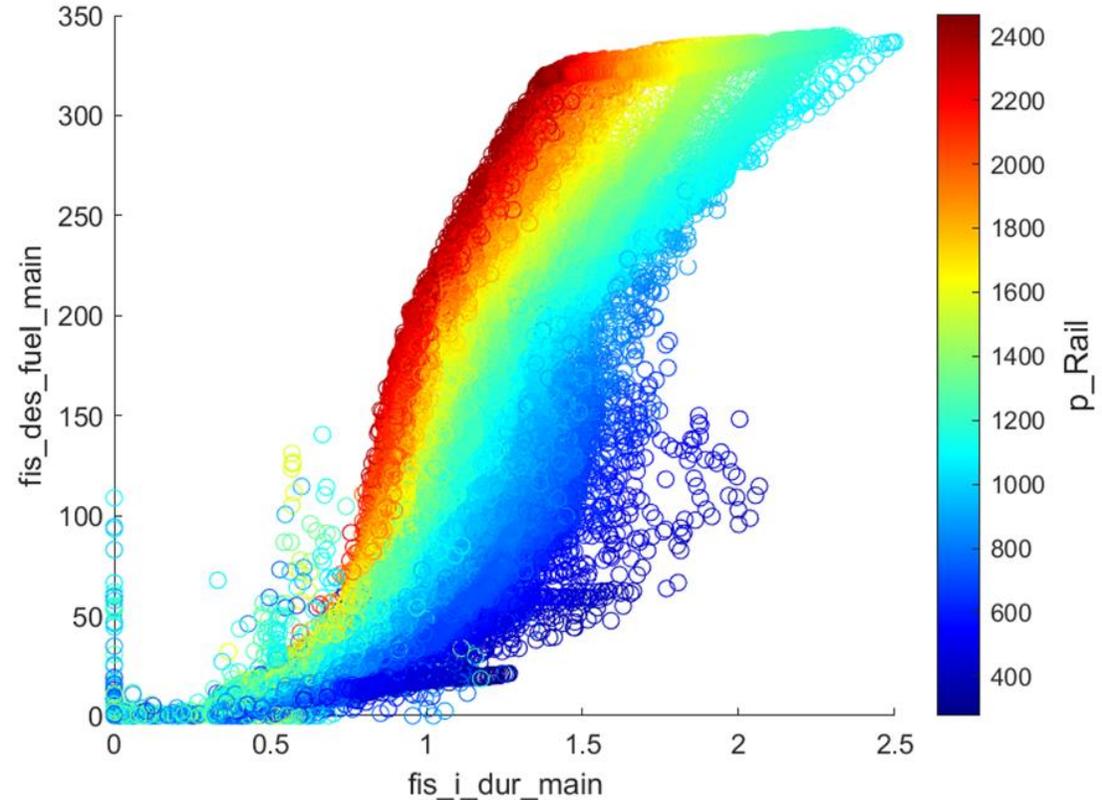
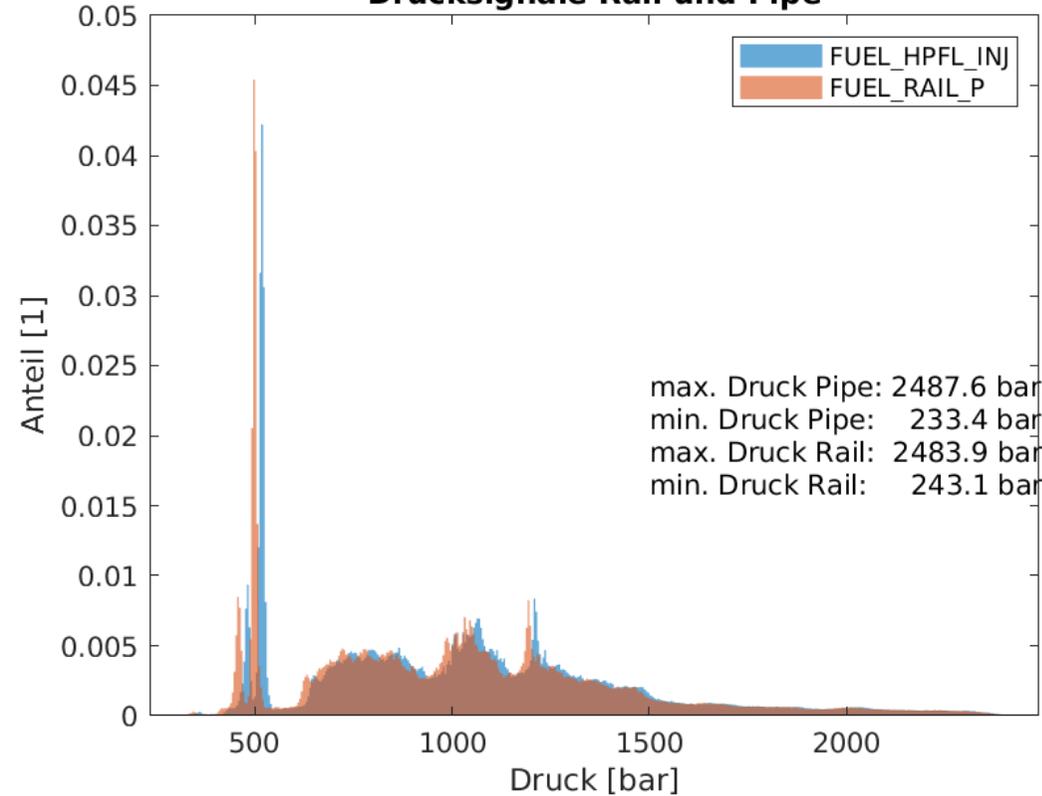
Aufgabenstellung

- Auswerten einer LCM und überprüfen, ob es Verletzungen der TKU im Betrieb des Injektors gibt
- Problem:
 - Laptop hat nur 32 GB RAM, zu wenig für einzelne aufgezeichnete Daten!
- „GPU-Server“ hat 3 GPUs und 256 GB RAM
- GPU intensive Nutzung zur Zeit fast ausschließlich zum Trainieren von NN
- Genug CPU und RAM Ressourcen für die Auswertung der LCM vorhanden
- Z.B. Drucksignale mit jeweils ~250 Mio Datenpunkten

Matlab auf dem „GPU-Server“

Auswertung der LCM

Drucksignale Rail und Pipe



Matlab auf dem „GPU-Server“

Weiter Anwendungsmöglichkeiten

- Durch das „Smart Work“ Konzept im BECL muss am Ende eines Arbeitstages der Arbeitsplatz geräumt werden (max. 10h Rechenzeit am Laptop)
- Im Homeoffice gibt es nach 24h eine Zwangstrennung der VPN Verbindung (eventuell eine zusätzliche Trennung durch den ISP)
- Auslagerung aller Rechen- bzw. Speicherintensiven Berechnungen an den GPU-Server
- Sinnvolle Nutzung der Server Hardware mit Hilfe der „ Parallel Computing Toolbox“
- Keine zusätzliche Lärm- & Hitzequelle 😊
- Der Server steht im BECL, d.h. große Datenmengen sind schnell verfügbar (Download großer Datenmengen entfällt im Homeoffice)
- Grafische Darstellung im Homeoffice ist etwas träge