



Elektrische Leistungs- und Effizienz-Analysen im Fahrversuch

CSM Web-Seminare

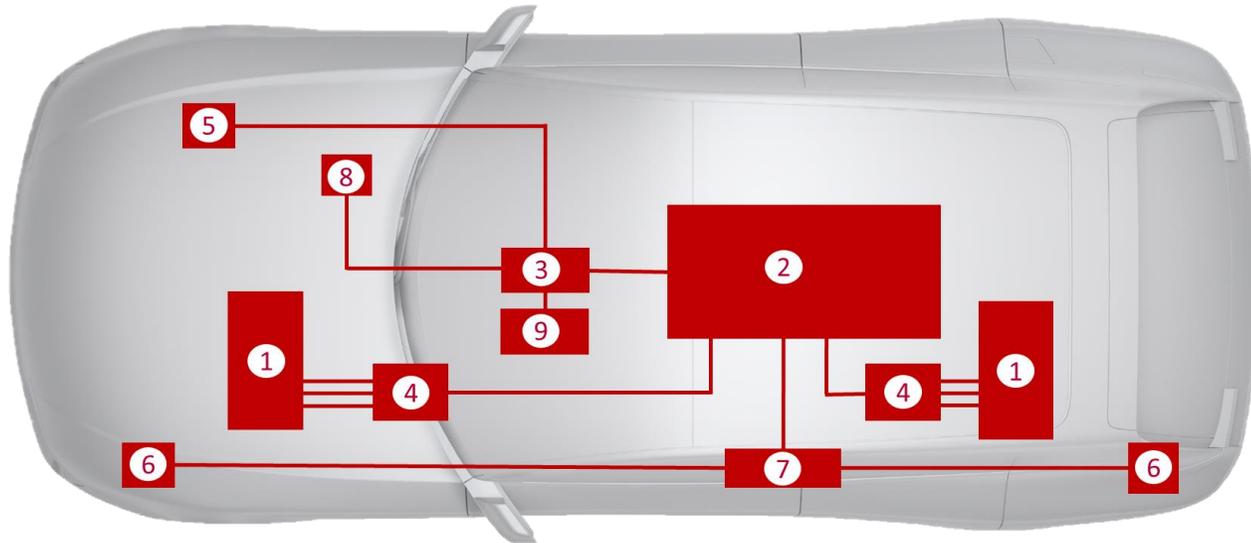
CSM **Xplained**
measurement technology

VECTOR 



Innovative Mess- und Datentechnik

Elektrofahrzeuge



- | | | |
|----------------|-----------------------|-------------------|
| ① E-Motor | ④ Leistungselektronik | ⑦ OnBoard Charger |
| ② HV-Batterie | ⑤ Kompressor | ⑧ PTC Heizer |
| ③ HV-Verteiler | ⑥ Schnelllader | ⑨ DC/DC Konverter |

Entwicklungsaufgabe

- ▶ Ein Fahrzeug entwickeln, das sich verkauft
 - ▶ Technisch überlegen
 - ▶ Fahrgefühl
- ▶ Letztendlich, mit Gewinn
 - ▶ Zeit
 - ▶ Personal
 - ▶ Ressourcen, z. B. Prüfstände

Herausforderungen

- ▶ Wirkungsgrad
- ▶ Aufladen
- ▶ Sicherheit und Robustheit
- ▶ NVH



&

VECTOR 

Haben Lösungen für alle Herausforderungen!

Elektrische Leistung



Gleichstrom:

$$P = UI$$

Wechselstrom:

Wirkleistung

$$P = \frac{1}{\omega t} \int_{t_1}^{t_2} u \cdot i \, dt$$

Scheinleistung

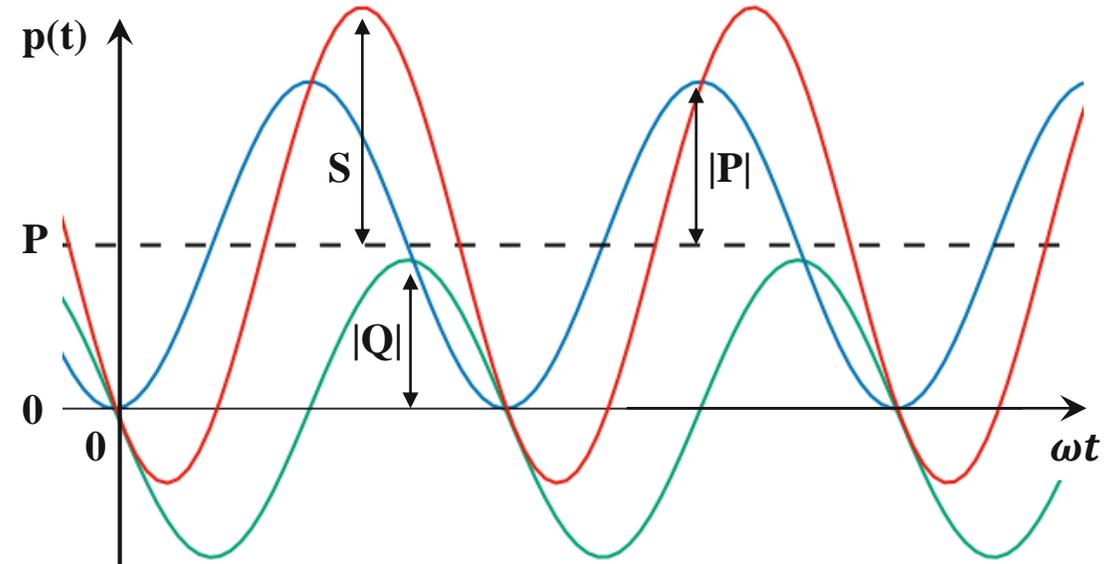
$$S = U \cdot I$$

Blindleistung

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = UI \cdot |\sin \varphi|$$

3-phasige Wirkleistung

$$P_{eff} = P_1 + P_2 + P_3$$



Elektrische Leistung



Gleichstrom:

$$P = UI$$

Wechselstrom:

Wirkleistung

$$P = \frac{1}{\omega t} \int_{t_1}^{t_2} u \cdot i dt$$

Scheinleistung

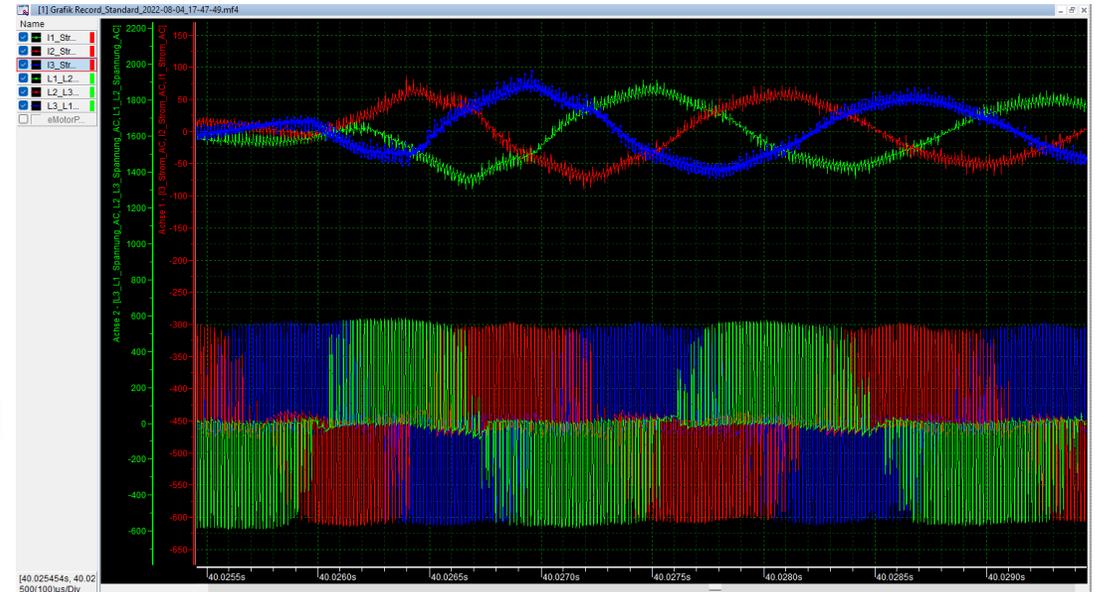
$$S = U \cdot I$$

Blindleistung

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = UI \cdot |\sin \varphi|$$

3-phasige Wirkleistung

$$P_{eff} = P_1 + P_2 + P_3$$



Elektrische Leistung



Gleichstrom:

$$P = UI$$

Wechselstrom:

Wirkleistung

$$P = \frac{1}{\omega t} \int_{t_1}^{t_2} u \cdot i \, dt$$

Scheinleistung

$$S = U \cdot I$$

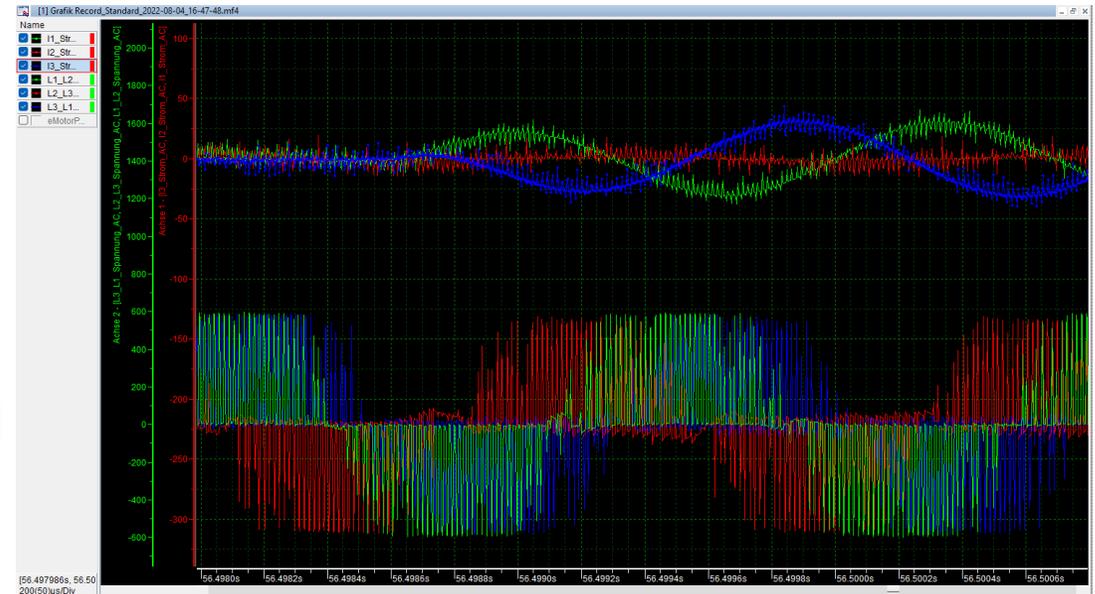
Blindleistung

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = UI \cdot |\sin \varphi|$$

3-phasige Wirkleistung

$$P_{eff} = P_1 + P_2 + P_3$$

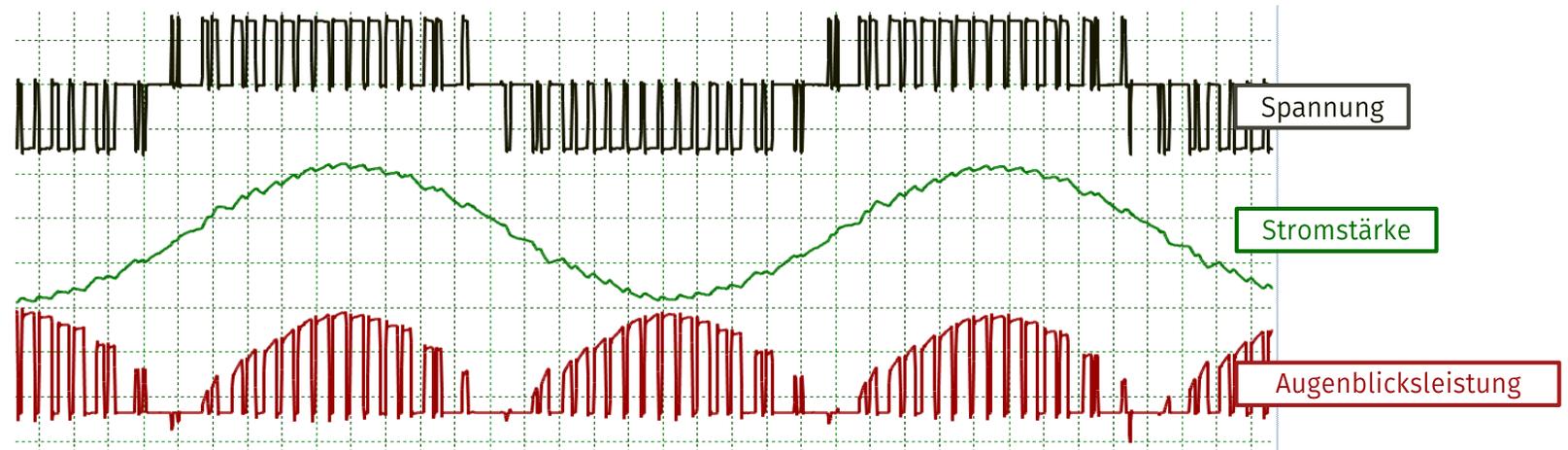
Synchronisierung ist ein Muss!



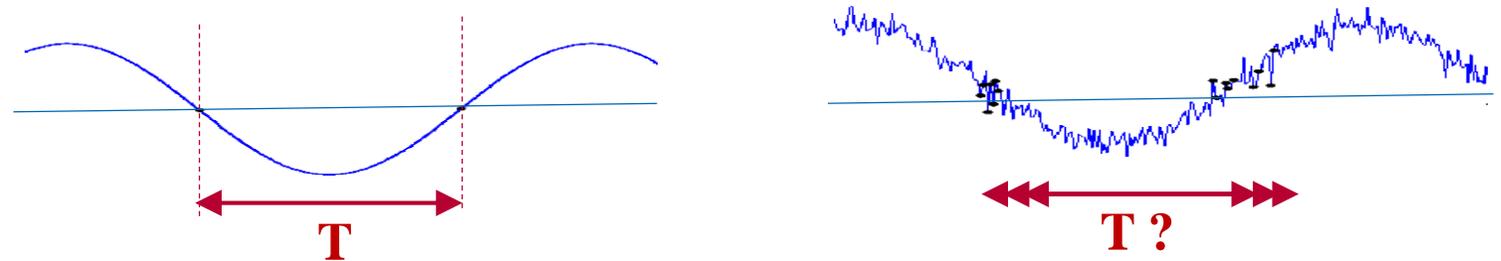
Bestimmung der Frequenz

Die Bestimmung der elektrischen Frequenz ist eine Herausforderung

- ▶ Spannung ist kaum sinusförmig
- ▶ Verrauschtes Signal
- ▶ Elektrische Frequenz ändert sich mit der Fahr-situation
- ▶ Die Frequenzschätzung sollte innerhalb einer Periode möglich sein



$$P = \frac{1}{\omega t} \int_{t_1}^{t_2} u \cdot i \, dt$$



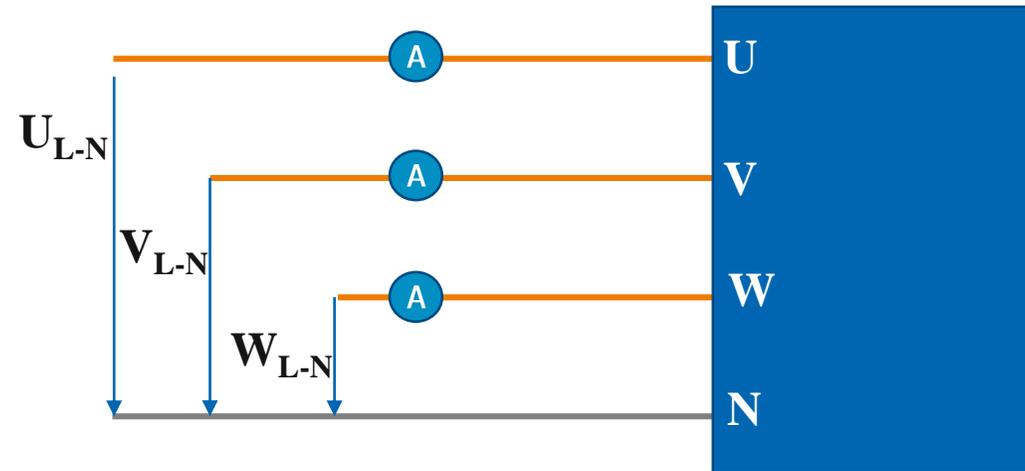
Elektrische Leistung

4-Leiter E-Motor. N als gemeinsame Referenz.

- ▶ Einfache Bestimmung der Phasenleistung (P_1 , P_2 und P_3)
- ▶ Die Gesamtleistung ist die Summe der einzelnen Phasenleistungen

$$P_{total} = P_1 + P_2 + P_3$$

3-Phase System mit 4 Leitern (N-Leiter)

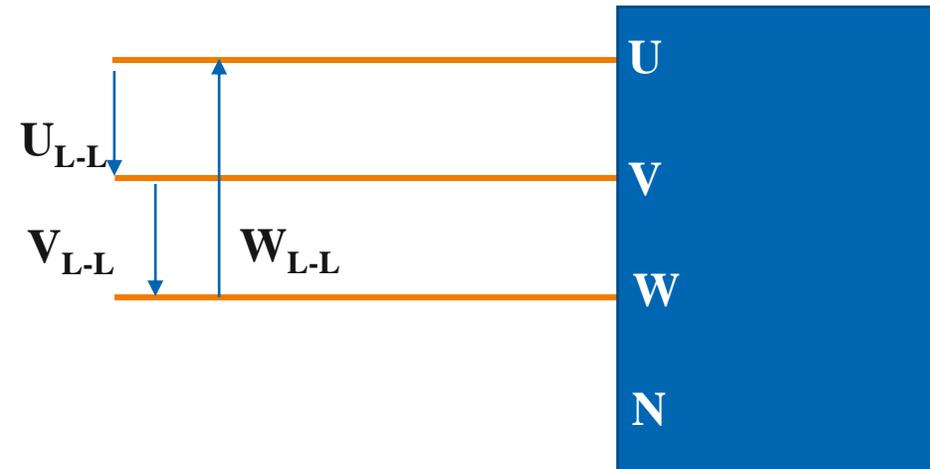


Elektrische Leistung

Normalerweise ist der Nullleiter für einen E-Motor nicht verfügbar.

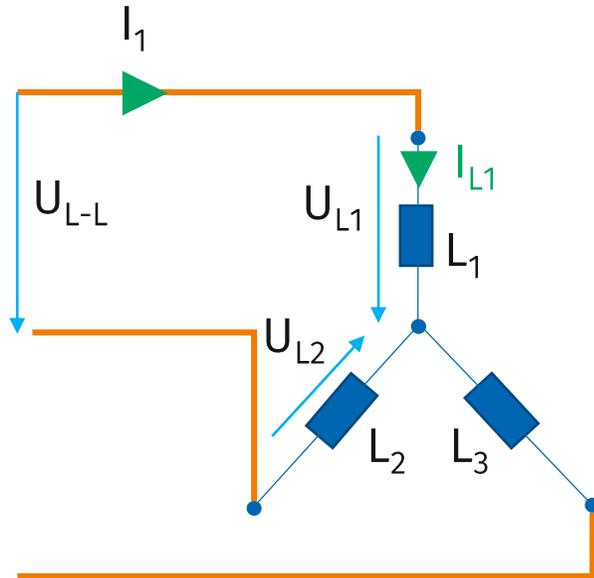
- ▶ Messung von 3 Leiterspannungen
- ▶ Die Netzspannungen müssen in Phasenspannungen umgewandelt werden, um die Gesamtleistung zu erhalten
- ▶ Die Umwandlung hängt vom E-Motor selbst ab

3 Phasen-System mit nur 3 Leitern



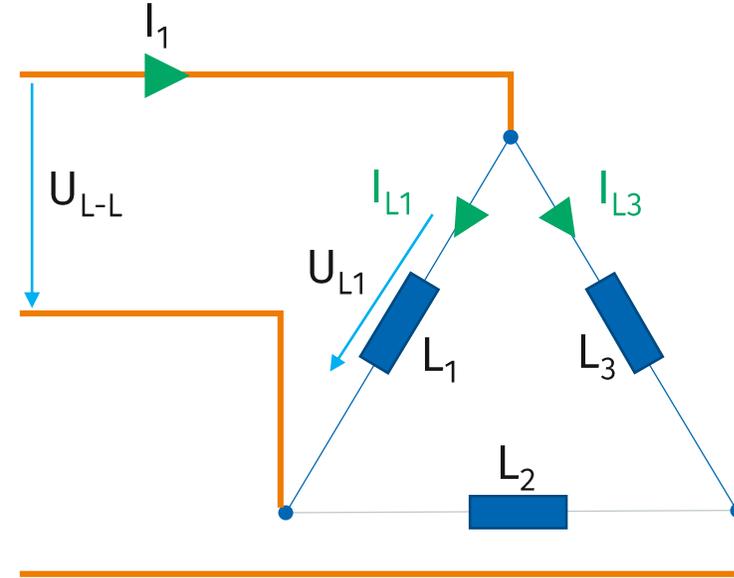
Elektrische Leistung

Stern-Schaltung



$$U_{L-L} \neq U_{L1}$$

Dreieck-Schaltung



$$I_1 \neq I_{L1}$$

$$P_1 = \frac{1}{\omega t} \int_0^T u_1 \cdot i_1 dt$$

Leistungsanalyse mit CSM und Vector

Leistungsanalytoren sind typischerweise

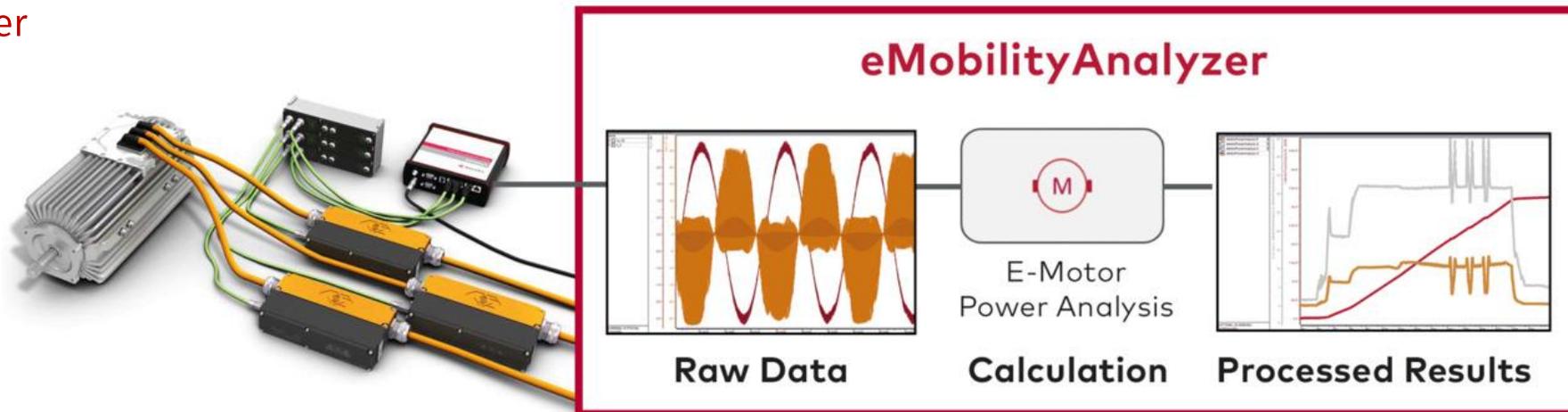
- ▶ Sehr präzise
- ▶ Im Labor: Begrenzte Synchronisationsmethoden zu weiteren Signalquellen, z.B. ECU
- ▶ Anspruchsvolle Offline-Analyse



Leistungsanalyse mit CSM und Vector

Leistungsanalytoren sind typischerweise

- ▶ Sehr präzise
- ▶ Einsatz im Labor, im Fahrzeug, bei Fahrversuchen auf der Straße und im Gelände
- ▶ Unterstützung von verschiedenen Sensoren, Busnetzwerken und Protokollen
- ▶ MDF -> gut etablierte Offline-Analyse-Tools, z. B. vSignalizer



CSM Messmodule

Das richtige Messsystem für Ihre Anwendung!

- ▶ Messen Sie Spannungen, Ströme, Temperaturen, Dehnungen,...
- ▶ Messabtastraten bis zu 2 MHz pro Kanal
- ▶ Sicherer Betrieb auch in HV-Umgebungen



eMobilityAnalyzer - Funktionsbibliothek für vMeasure und CANape

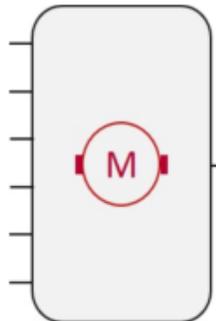
E-Motor Leistungsanalyse kalkuliert alle elektrischen Parameter eines E-Motors **online und offline**

- ▶ Eingänge:
 - ▶ Phasenspannungen U_{12} , U_{23} , U_{31}
 - ▶ Ströme I_1 , I_2 , I_3
- ▶ Ausgänge:
 - ▶ Wirkleistung P
 - ▶ Scheinleistung S
 - ▶ Blindleistung Q
 - ▶ Effizienzfaktor λ
 - ▶ Elektrische Frequenz f
 - ▶ Arbeit W
 - ▶ Effektivwerte pro Phase U_{rms} , I_{rms}
- ▶ Berechnung innerhalb eines elektrischen Zyklus
- ▶ Berechnungsergebnisse sind synchron mit weiteren Messaufzeichnungen:
 - ▶ Leistungselektronik, BMS, mech. Leistung, ...

Beschreibung
E-Motor Leistungsanalyse
Diese Funktion berechnet die Effektivleistung eines 3-Phasen- Systems basierend auf einer erkannten Strom-Periodendauer. Eingangsgrößen sind die 3 Strangspannungen und die 3 Leiterströme.

Konfiguration

U12:	CSM.HVBM_3_3_U12	...
U23:	CSM.HVBM_3_3_U23	...
U31:	CSM.HVBM_3_3_U31	...
I1:	CSM.HVBM_3_3_I1	...
I2:	CSM.HVBM_3_3_I2	...
I3:	CSM.HVBM_3_3_I3	...



Motorotyp

Stern
 Dreieck

Parameter **Ausgabe**

Zyklen:	1	Periode Min. [ms]:	2,0	Nu:	0,5
Smooth:	5	Periode Max. [ms]:	100,0	Irms Min. [A]:	0,00

Studenten Entwicklungsaufgaben

Entwicklung eines Wettbewerbsfahrzeugs für die Formel E

Ausgangspunkt: E-Motor und Inverter für industrielle Anwendungen

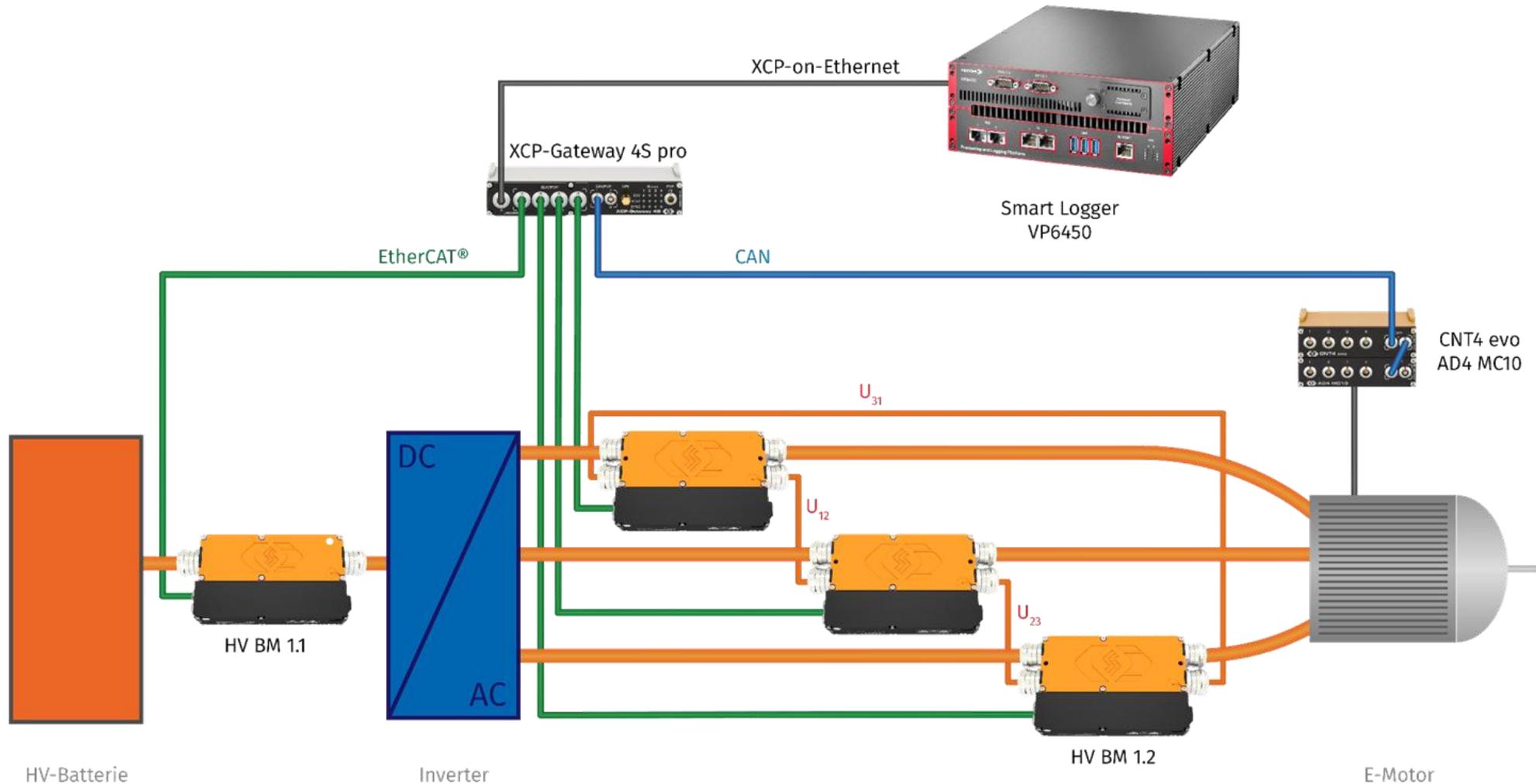
- ▶ Nahezu stationärer Betrieb
- ▶ Wechselndes Drehmoment, aber konstante Drehzahl
- ▶ Geringe Dynamik

Erforderlich für wettbewerbsfähige Fahrzeuge:

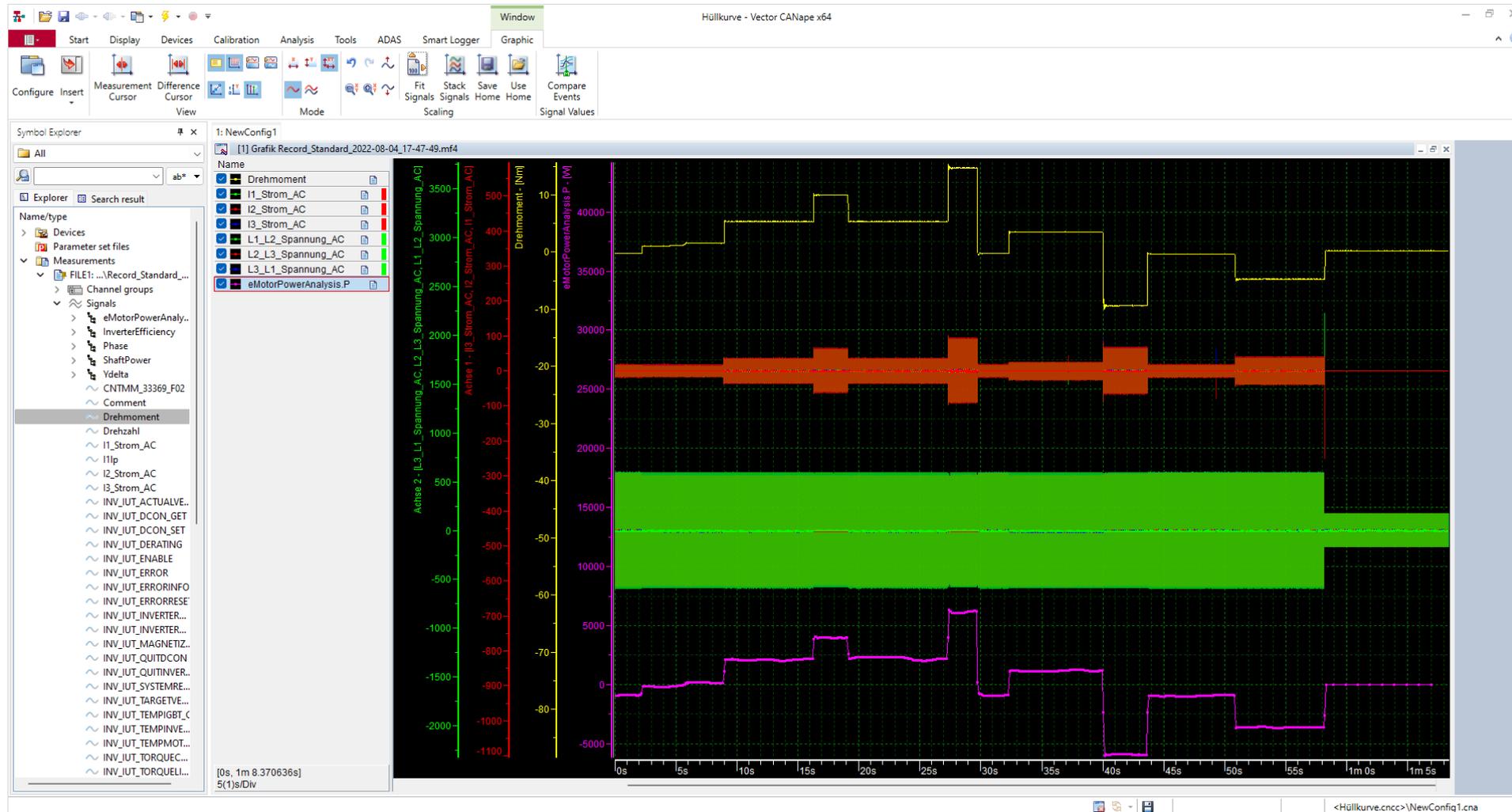
- ▶ Variable Drehzahl
- ▶ Variables Drehmoment
- ▶ Hohe Dynamik
- ▶ Trotzdem hoher Wirkungsgrad



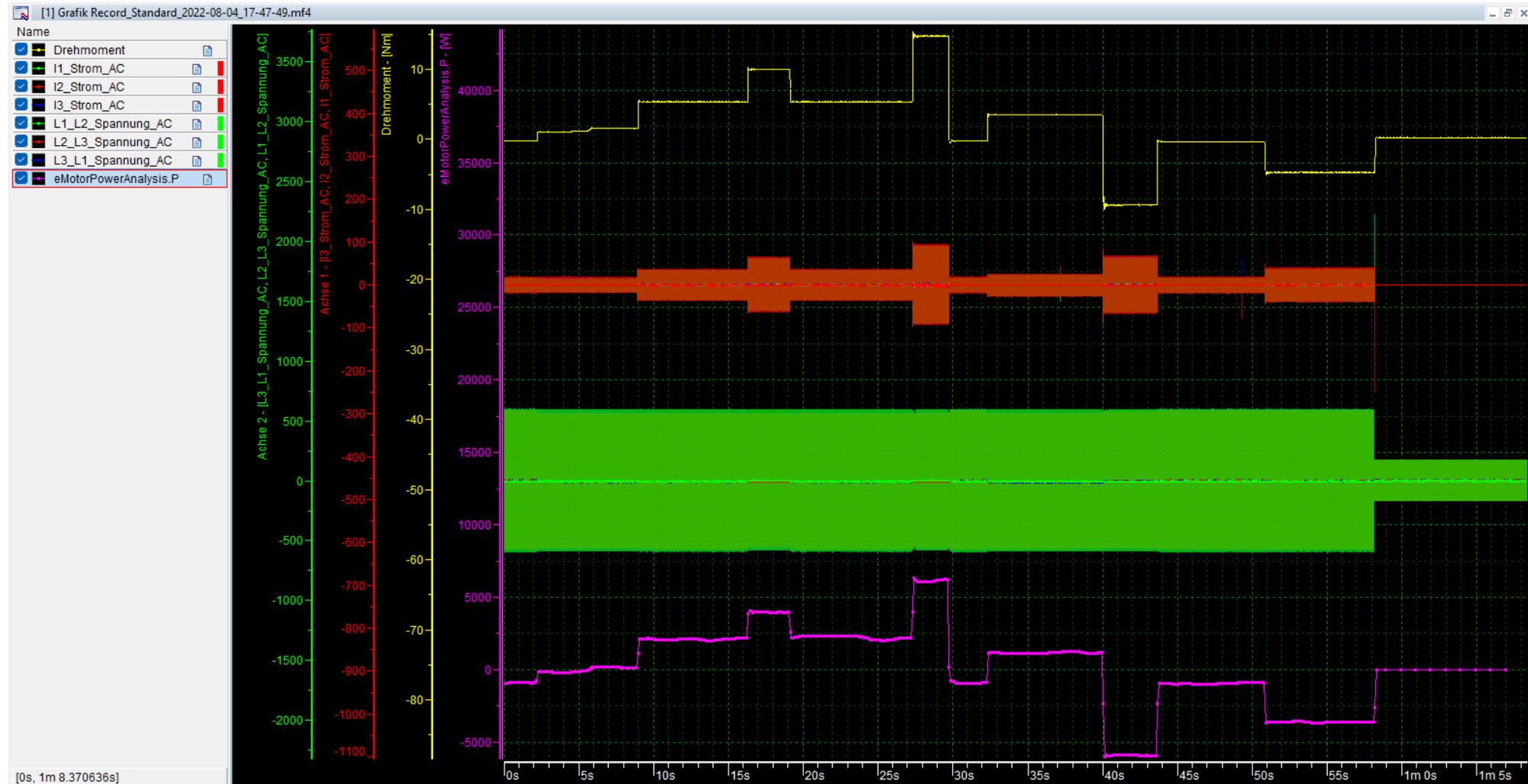
Testaufbau für die nächste Generation von Automobilingenieuren



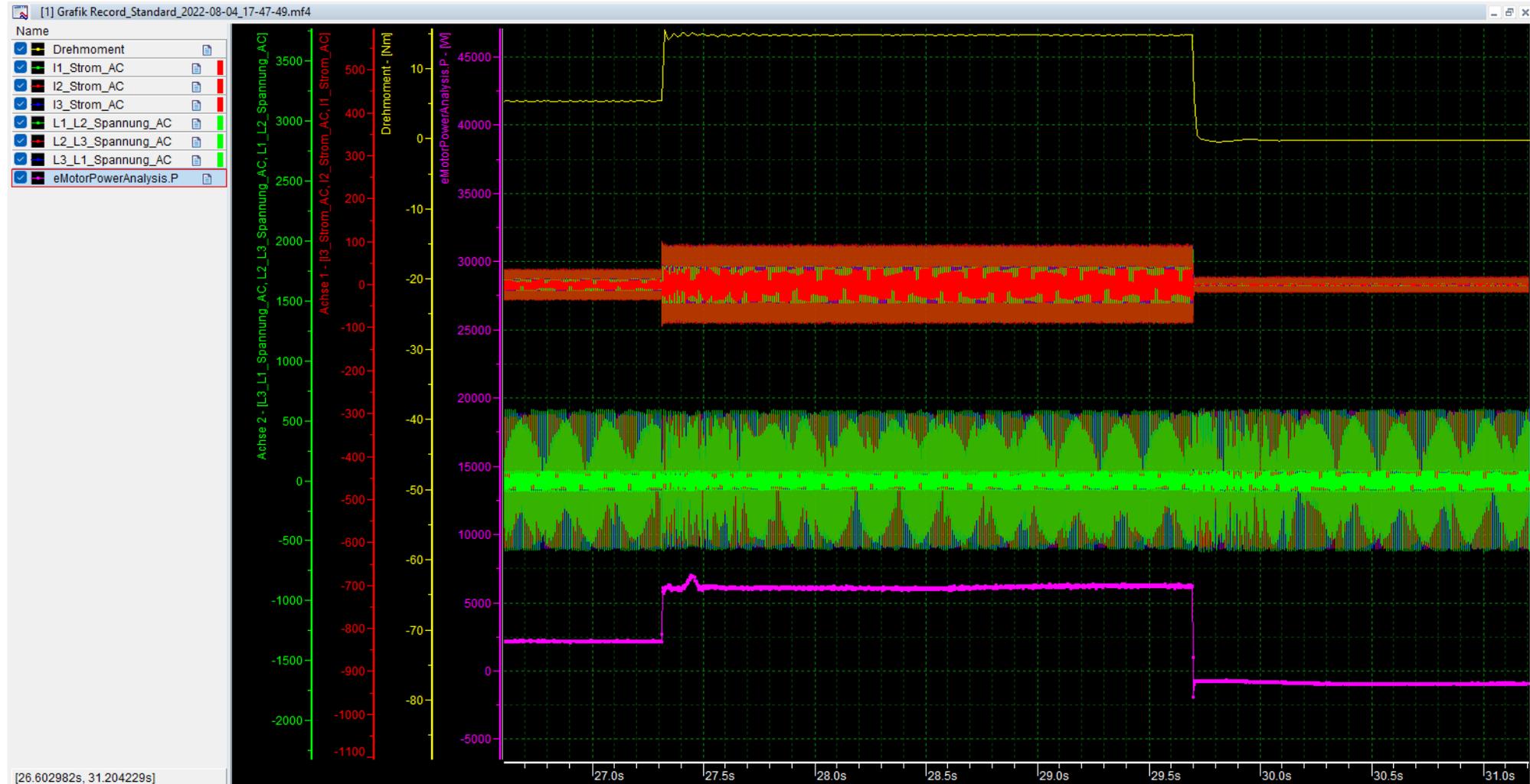
Datenanalyse und -auswertung



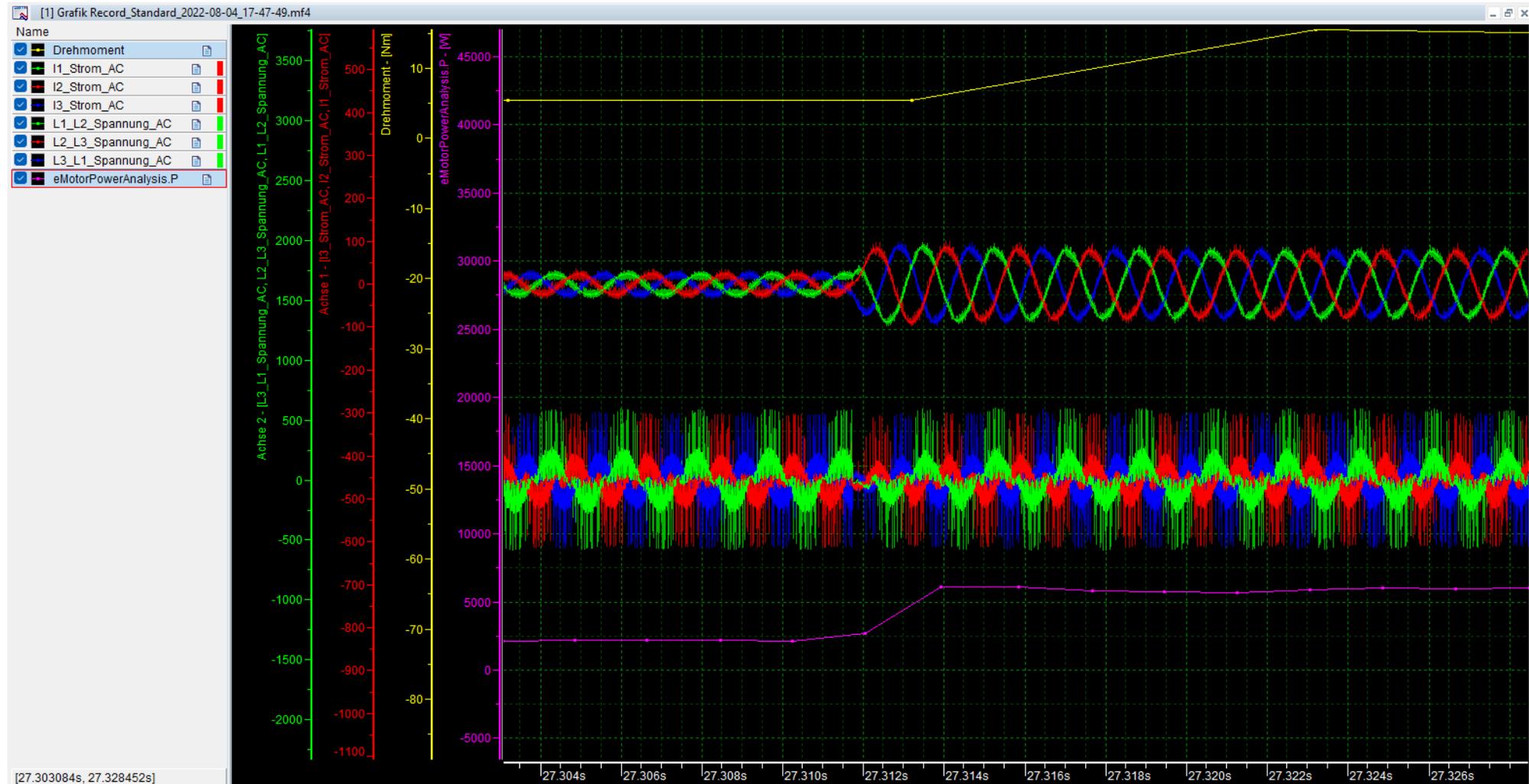
Datenanalyse und -auswertung



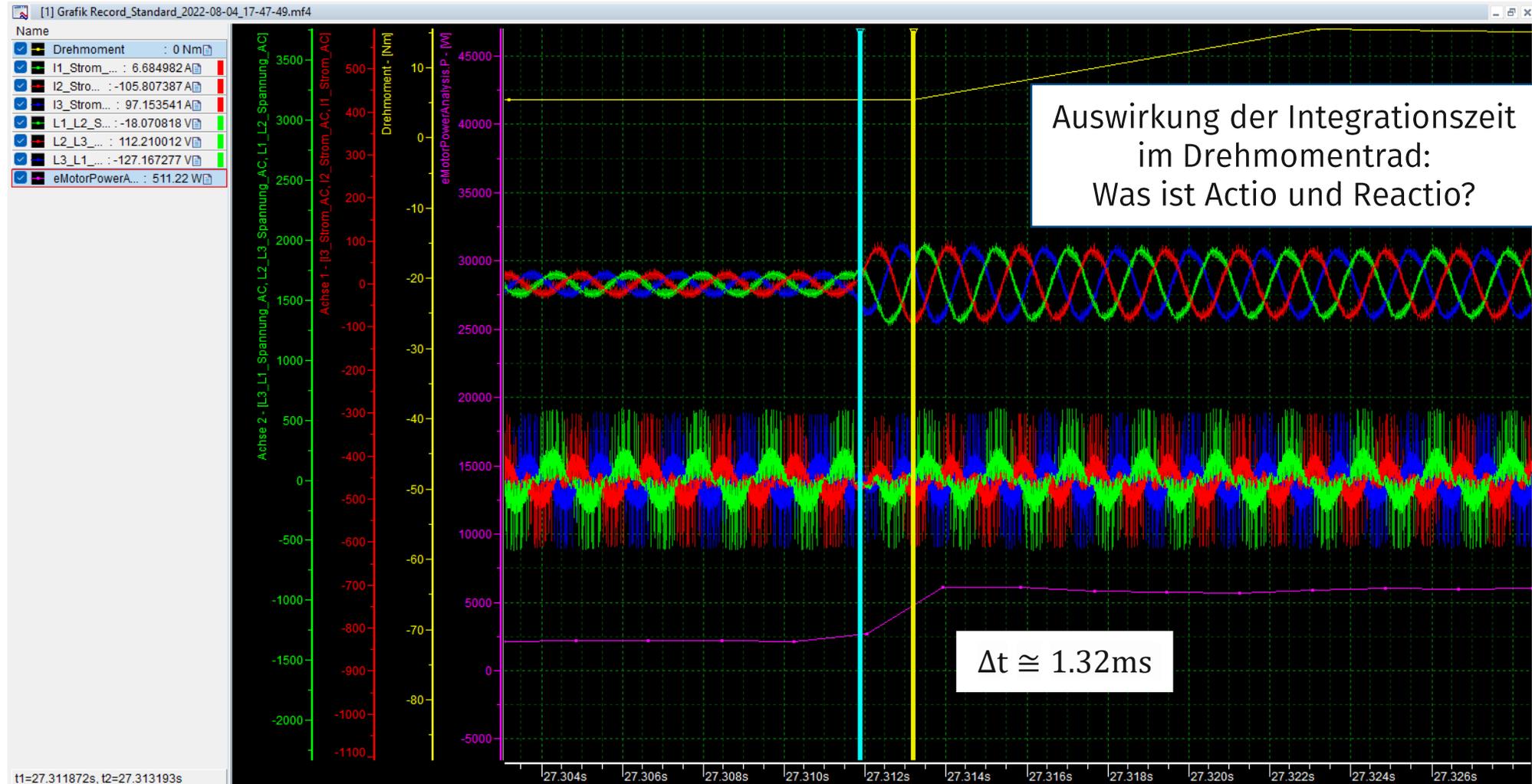
Datenanalyse und -auswertung



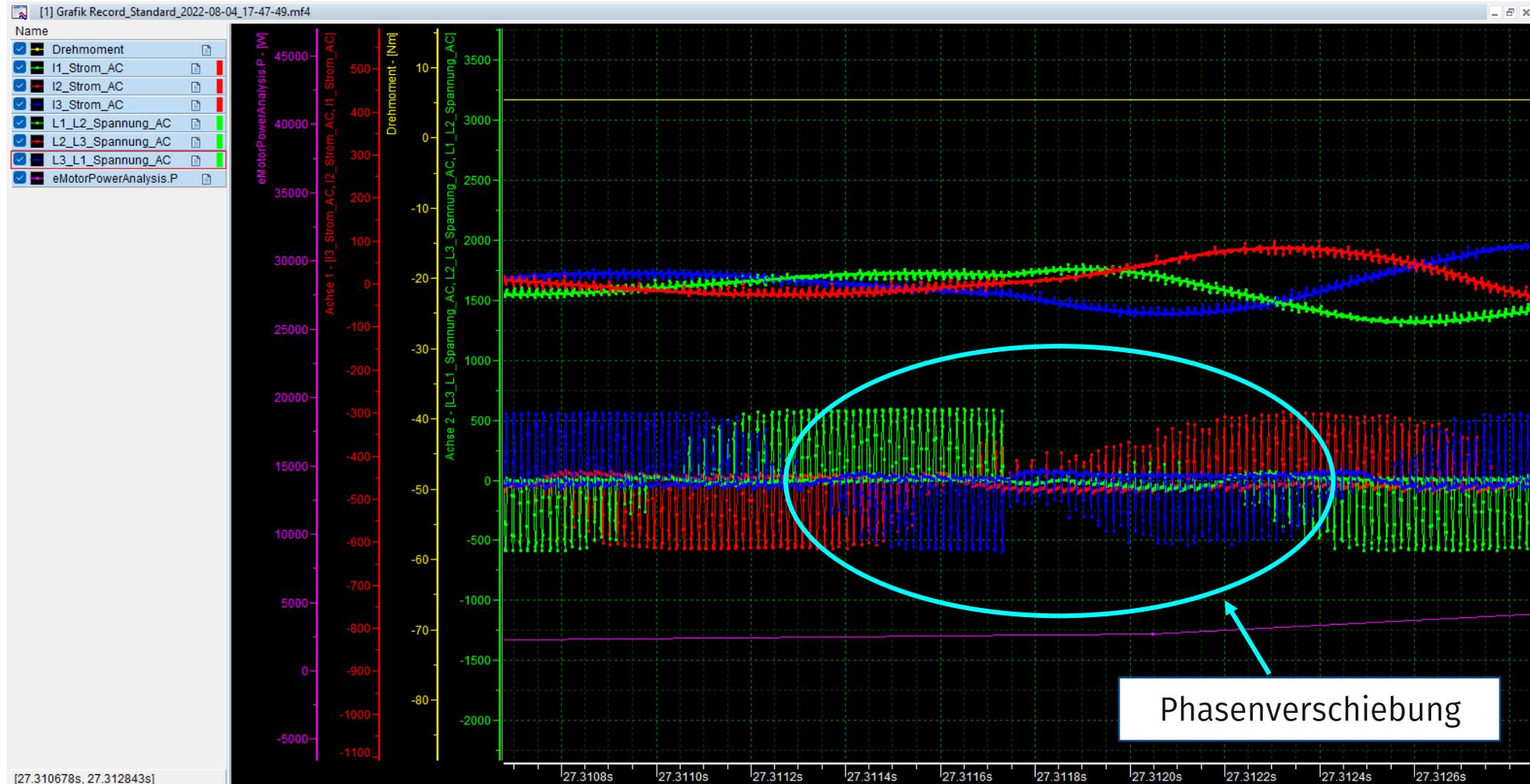
Datenanalyse und -auswertung



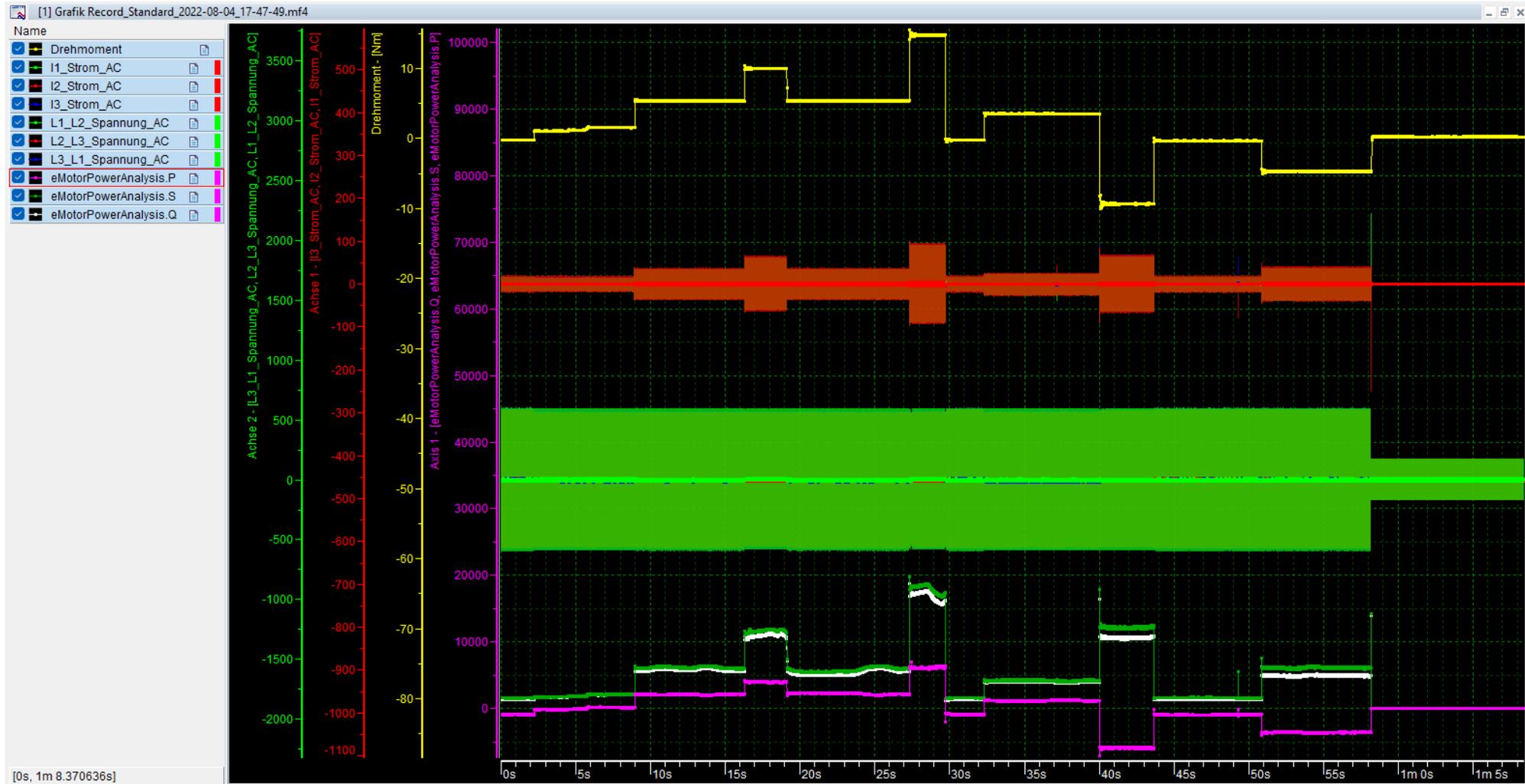
Datenanalyse und -auswertung



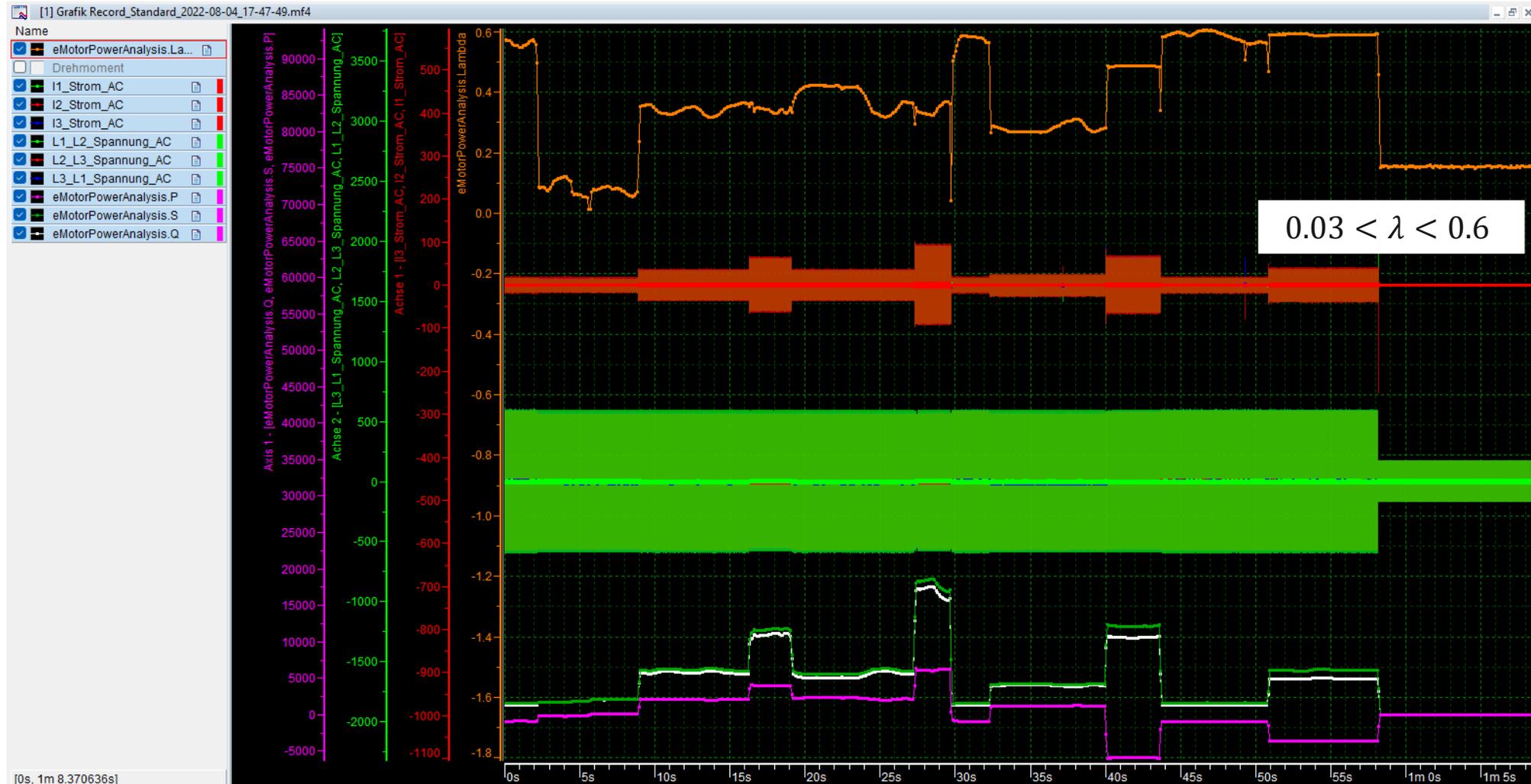
Datenanalyse und -auswertung



Datenanalyse und -auswertung



Datenanalyse und -auswertung



Zusammenfassung

CSM und Vector verfügen über gemeinsame Werkzeuge zur Bewältigung aktueller und zukünftiger Entwicklungsaufgaben für die nächste Generation elektrisch betriebener Fahrzeuge

- ▶ Messgeräte für alle Arten von physikalischen Sonden
 - ▶ Sicherer Betrieb
 - ▶ Robuste Geräte
 - ▶ Zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse
 - ▶ Hoher Dynamikbereich
- ▶ Messsoftware zur Aufzeichnung und Online-Verarbeitung der erfassten Daten
 - ▶ eMobilityAnalyzer Funktionsbibliothek
 - ▶ Synchrone Erfassung von mehreren Signalquellen, z.B. über IEEE1588
 - ▶ Optimierte Arbeitsstationen für Tests
- ▶ Nicht nur für die Entwicklung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen
 - ▶ Setzen Sie sich mit uns in Verbindung, um die ideale Messlösung für Ihre Entwicklungsaufgabe zu finden!

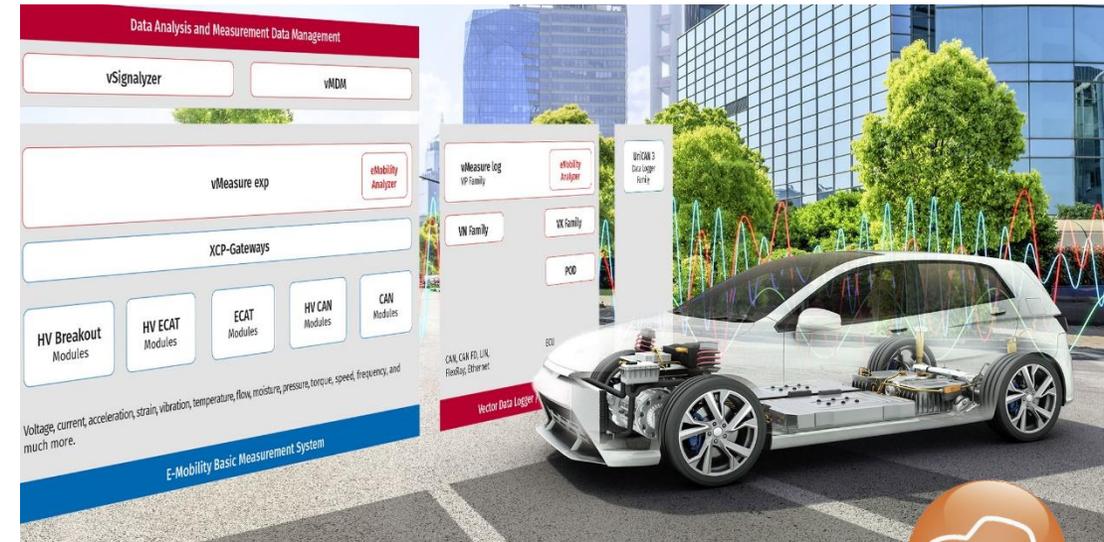
Über CSM

CSM setzt seit über 35 Jahren technologische Maßstäbe für dezentrale Messtechnik in der Fahrzeugentwicklung. Unsere CAN-Bus und EtherCAT®-Messgeräte unterstützen weltweit namhafte Fahrzeughersteller, Zulieferer und Dienstleister bei ihren Entwicklungen.

Permanente Innovation und langfristig zufriedene Kunden sind unser Erfolgsgarant. Gemeinsam mit unserem Partner Vector Informatik haben wir ein einfach skalierbares und leistungsfähiges E-Mobility-Messsystem für Hybrid und Elektrofahrzeuge entwickelt und bauen die Anwendungsbereiche stetig aus. Mit unseren Hochvolt-sicheren, für schnelle und synchrone Messungen und Leistungsanalysen ausgelegten Messsystemen begleiten wir aktiv den Wandel zur **E-Mobility**.

CSM GmbH

Computer-Systeme-Messtechnik
Raiffeisenstraße 36, 70794 Filderstadt
Tel.: +49 711 - 77 96 40
E-Mail: sales@csm.de



Weitere Informationen und die aktuellen Termine von CSM
Xplained finden Sie unter

www.csm.de/webseminars



CSM Xplained
measurement technology