



Transferpreis der Steinbeis-Stiftung | Lohnpreis

Echtzeitsteuerung von Pkw-Antriebsstrangerprobung zur
realitätsnahen Fahrzeugerprobung

Steinbeis-Transferzentrum

Verkehrstechnik.Simulation.Software

Leiter: M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Jakob Häckh



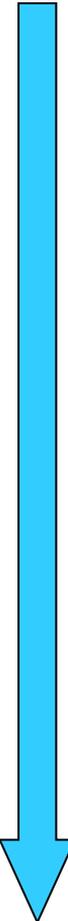


Gliederung des Vortrags

- Unternehmen
- Grundlagen Antriebsstrangerprobung
- Problemstellung
- Meilensteine
- Antriebsstrangsimulation
- Automatisierung & Regelung
- Zusammenarbeit
- Ausblick
- Strategische Grundsätze des TZ



Unternehmen und Geschichte

- 
- 1983 gründete Prof. Willmerding das TZ Neue Technologien in der Verkehrstechnik
 - In den ersten Jahren: Wachstum u.a. durch sehr enge und überwiegende Zusammenarbeit mit Voith, abgesichert durch entsprechende Verträge
 - Seit Ende 1980: Breite Diversifizierung des Kundenkreises durch Entwicklung von CAE-Software (winLIFE, winEVA, winADAM)
 - 2010: Nachfolgeregelung durch Ausgründung des TZ Verkehrstechnik.Simulation.Software
 - 2012: Übernahme der Mitarbeiter
 - 2018: Lohnpreis
 - 2018: Einzug in neue Räumlichkeiten und Büros
 - 2019: Schließung des TZ, Neue Technologien in der Verkehrstechnik



Unternehmen in neuen Räumen





Unternehmen und Team



Manager
Dipl. Ing (FH)
M.Sc. J. Häckh



Software Development
B. Eng.
S. Schuler



Software Development
Datenbanken
M.Sc. M. Benz



Software Development
Dipl. Math.
S. Hartmann



Secretary
E. Marszalkowksi



FEM-Simulation
M.Eng.
M. Deml



FEM-Simulation/Sales
Dipl.-Ing.
C. Seifert



Software Development
Dipl.-Ing.
F. Trübswasser





Unternehmen und Produkte



Antriebsstrangsimulation, Vorhersage von Kraftstoffverbrauch, Lebensdauer, Dynamik, Emissionen, Prüfstandssteuerung:
Software winEVA (90 Lizenzen) and winADAM (6 Messsysteme)



Strukturanalyse und Optimierung im Hinblick auf Festigkeit, Dynamik, Lebensdauer. Verwendung von MARC, ABAQUS, ANSYS, FEMAP



Lebensdauer vorhersage dynamisch belasteter Bauteile,
Software. winLIFE (ca. 250 Lizenzen international)



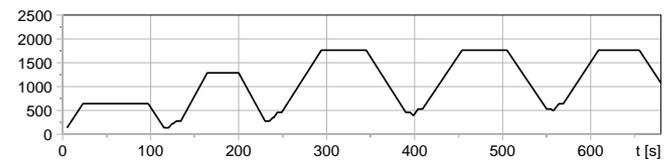
Grundlagen Antriebsstrangerprobung

Erprobungsarten

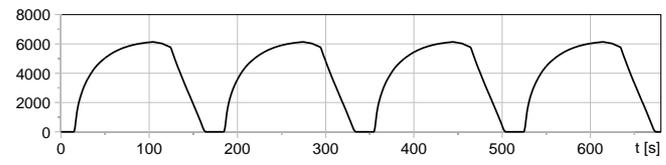


Prüfprogramme

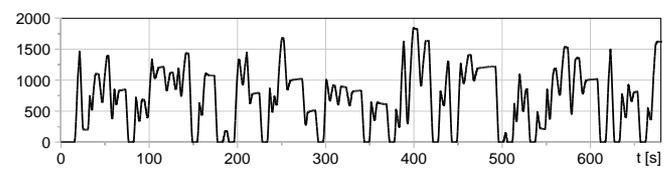
a) Stationäre Prüfprogramme



b) Synthetische Prüfprogramme

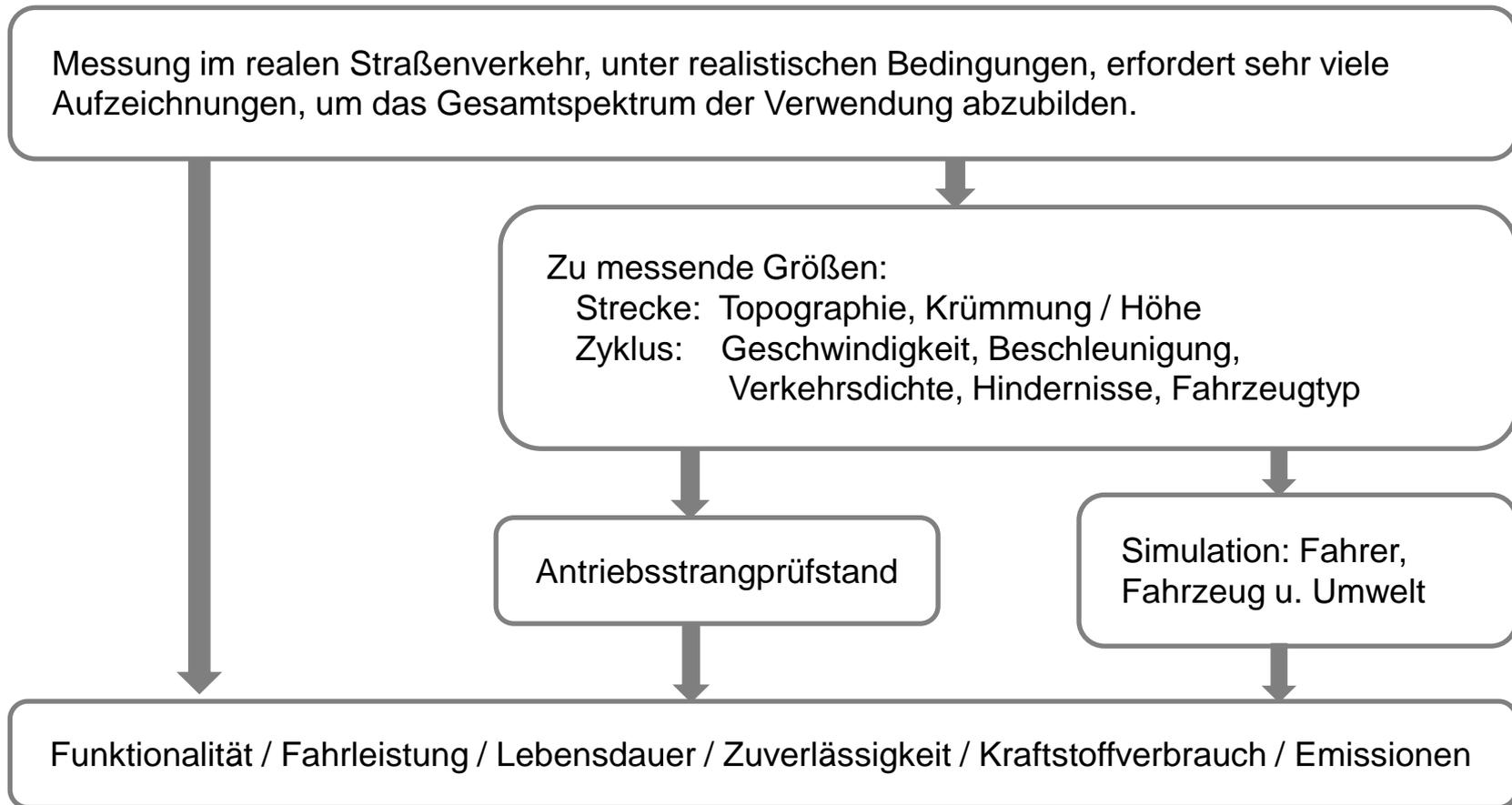


c) Dynamische Prüfprogramme





Grundlagen Antriebsstrangerprobung





Grundlagen Antriebsstrangerprobung

Messung im realen Straßenverkehr, unter realistischen Bedingungen, erfordert sehr viele Aufzeichnungen, um das Gesamtspektrum der Verwendung abzubilden.

Zu messende Größen:

Strecke: Topographie, Krümmung / Höhe

Zyklus: Geschwindigkeit, Beschleunigung,
Verkehrsdichte, Hindernisse, Fahrzeugtyp

Simulation: Fahrer,
Fahrzeug u. Umwelt

Funktionalität / Fahrleistung / Lebensdauer / Zuverlässigkeit / Kraftstoffverbrauch / Emissionen



Grundlagen Antriebsstrangerprobung

Messung im realen Straßenverkehr, unter realistischen Bedingungen, erfordert sehr viele Aufzeichnungen, um das Gesamtspektrum der Verwendung abzubilden.

Zu messende Größen:

Strecke: Topographie, Krümmung / Höhe

Zyklus: Geschwindigkeit, Beschleunigung,
Verkehrsdichte, Hindernisse, Fahrzeugtyp

Antriebsstrangprüfstand

Simulation: Fahrer,
Fahrzeug u. Umwelt

Funktionalität / Fahrleistung / Lebensdauer / Zuverlässigkeit / Kraftstoffverbrauch / Emissionen



Problemstellung

In den 90er Jahren wurden zur Prüfstandsteuerung die Ergebnisse der Streckenmessung für Dauerläufe verwendet. Dieses Verfahren war sehr teuer und unflexibel und hatte mehrere Nachteile:

- bei kleineren Änderungen des Antriebsstrangs mussten die Messungen auf der Straße wiederholt werden,
- es kamen nur Fahrzeuge in Betracht, welche bereits existierten,
- wenn sich der Antriebsstrang auf dem Prüfstand anders verhielt als in der Realität, wie beispielsweise beim Schaltprogramm, kam es zu folgenschweren Verspannungen und Schäden am Antriebsstrang.



Meilensteine

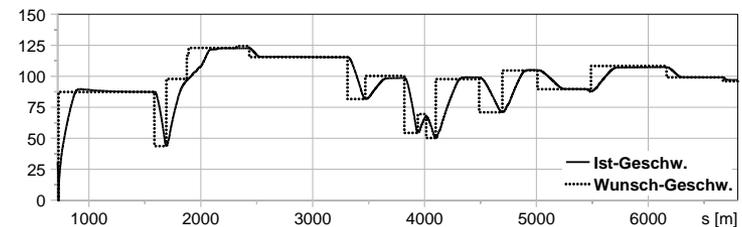
- Anfang 2002 ging Dr. Wolfgang Klos zu Daimler, nachdem er bei seiner Dissertation an der Uni Stuttgart in Kooperation mit Voith erfolgreich winEVA eingesetzt hatte.
- In einem ersten Schritt mussten die Streckendaten von 5 realen Zyklen mit winADAM (Messkoffer mit Auswertungssoftware des STZ) aufgezeichnet werden.
- Lastkollektiverstellung mit winEVA.
- Die Erstellung der Bandvorgabe mit winEVA von neuartigen Antriebssträngen mit den bekannten Nachteilen.
 - Aber: Erster Meilenstein bei der Antriebsstrangerprobung.
- Um den letzten Nachteil bei der Prüfstandsvorgabe zu beheben, führte Daimler verschiedene Gespräche mit ihren Lieferanten. Diese erklärten jedoch, dass eine Echtzeitsimulation realer, aus Messungen stammender Fahrzyklen, nicht möglich sei.



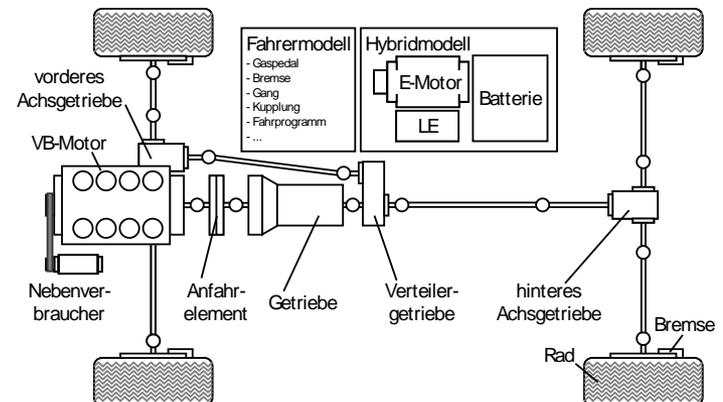
Antriebsstrangsimulation

- Streckenbasierte Wunschgeschwindigkeitssimulation → Beschreibung der Geschwindigkeitsstufen in größeren Intervallen, analog Geschwindigkeits-Angaben auf öffentlichen Straßen
- Detailliertes Antriebsstrangmodell
- Komplexes Fahrermodell unter Berücksichtigung von Streckendaten, wie Steigung, Krümmung und Geschwindigkeit, sowie Fahrereingriffe, wie Gangbegrenzung, Fahrprogramme, ...
- Unmittelbare Reaktion der Online-Simulation auf das Prüflingsverhalten in Echtzeit
- Systemabgleich durch Lernzyklen
- Einheitliches Vorgabesystem für alle Prüfstandssteuerungen

Wunschgeschwindigkeitssimulation



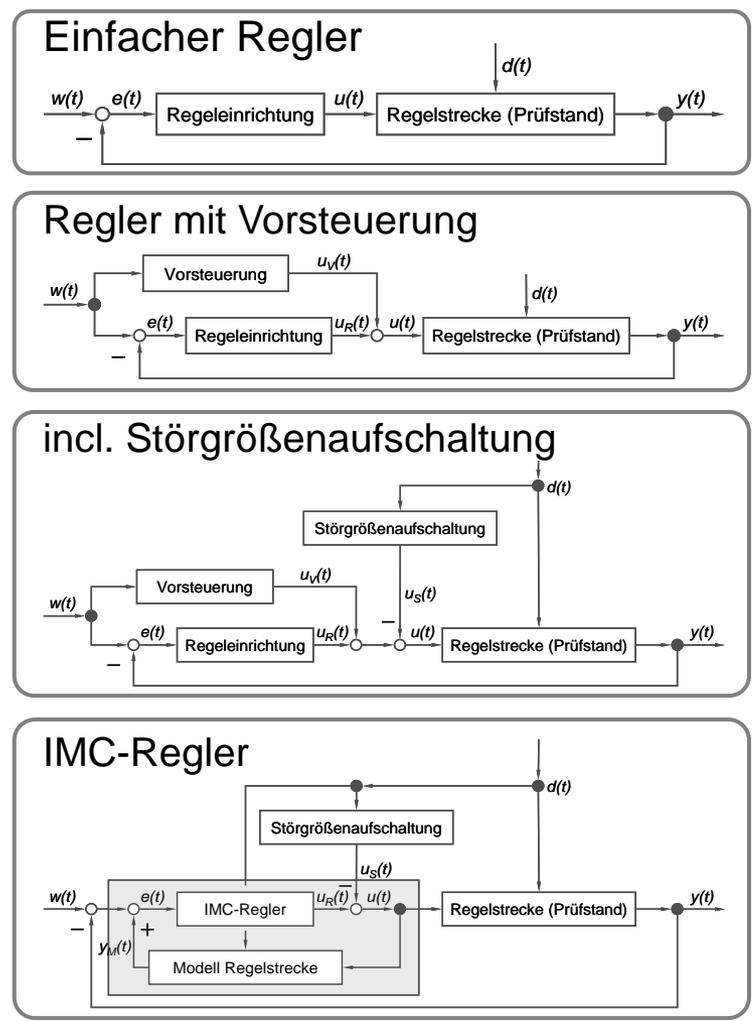
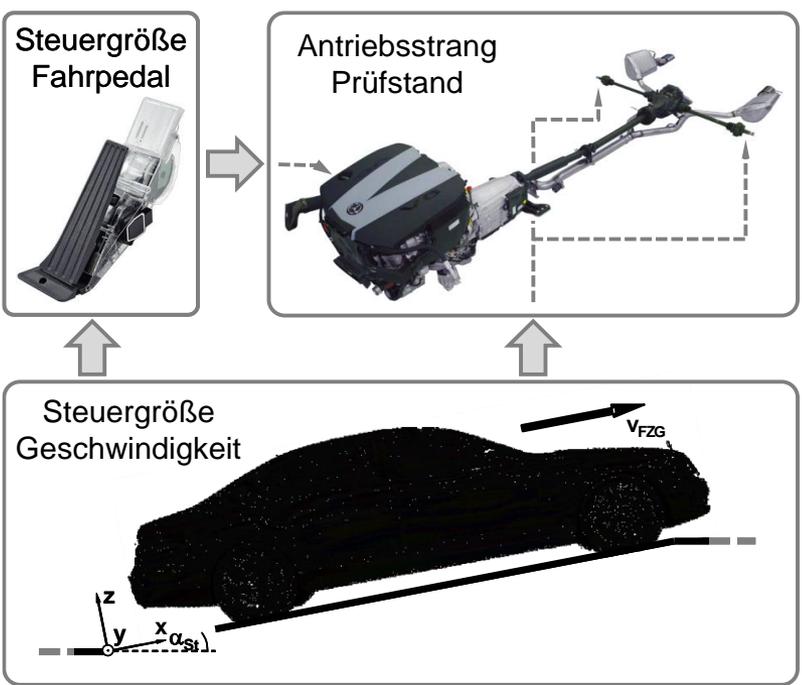
Antriebsstrangmodell - Baukastenprinzip



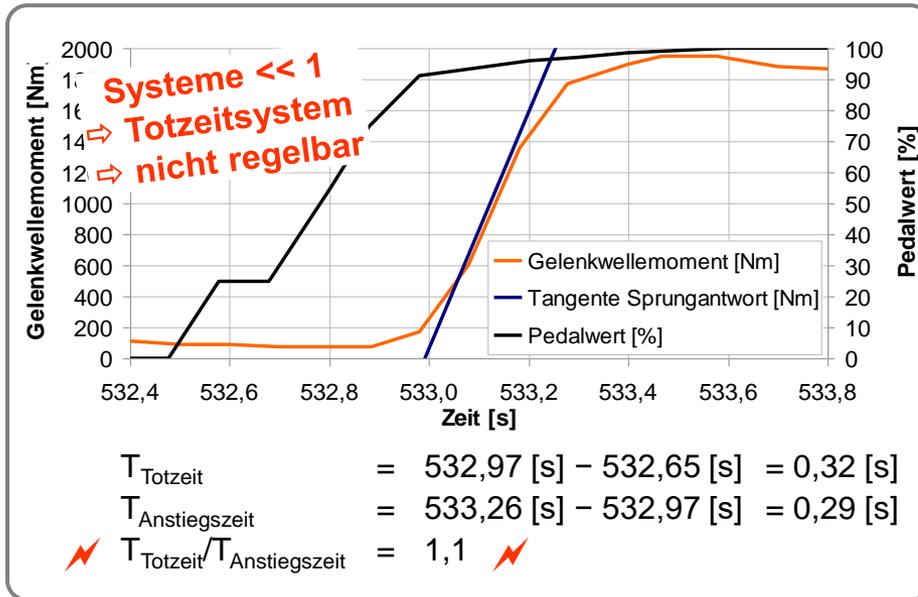


Automatisierung & Regelung

- Sicherheitssysteme,
- Hilfsbetriebe wie Kraftstoff, Kühlwasser, Luft, el. Versorgung...,
- Bussysteme incl. Restbussimulation,
- Mess- u. Applikationssysteme,
- Übertragung und Regelung der Vorgabewerte ...

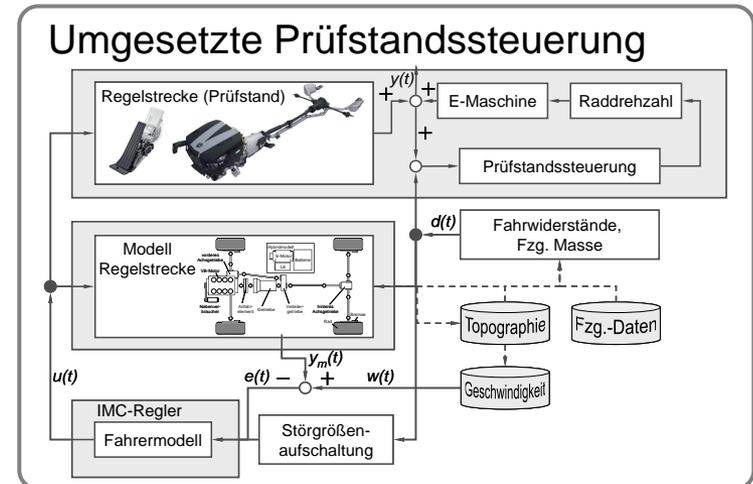
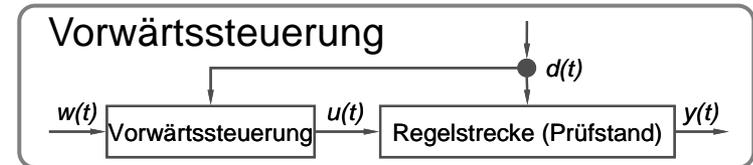


Automatisierung & Regelung



Kenngrößen zur Bewertung der Regelungsgüte

- Stabilität
- Störkompensation und Sollwertfolge
- Dynamikanforderung
- Robustheitsanforderung



- Prüfstandsregelung als Vorwärtssteuerung mit idealem Modell
- Beurteilung idealen Modellverhaltens
- ➔ Ideales Modell = Exakte Übereinstimmung aller Kenngrößen des Modells mit der Regelstrecke



Zusammenarbeit mit dem Projektpartner

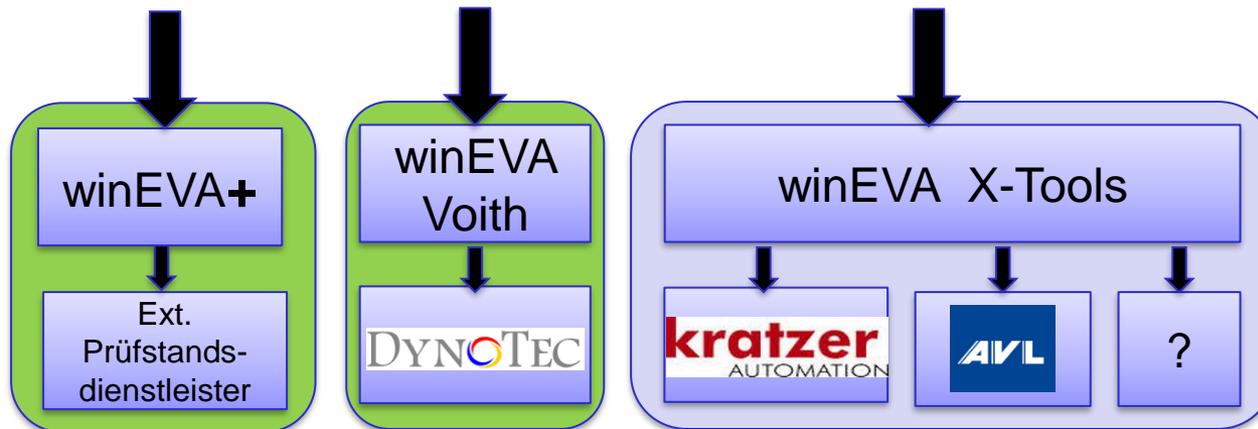
Zusammenarbeit mit dem Projektpartner

- Einfache Zusammenarbeit über persönliche Kontakte
 - Nicht nur über die Repräsentanten
- Sehr gutes Vertrauensverhältnis
- Noch unbürokratische Zusammenarbeit.
- Über Centergrenzen hinweg
- Regelmäßige Meetings



Zusammenarbeit und Weiterentwicklung

- Serieneinsatz > 30 Prüfstände bei Daimler.
- Hohe Automatisierung der Prüfstandsläufe
 - winEVAPlus.
- Weiterentwicklung von winEVAPlus für externe Prüfstands-Dienstleister
- Neuartige Antriebsstränge – Hybride und Elektrofahrzeuge
- Erweiterung von winEVAPlus
 - woM (winEVA online Monitoring)
- Schnittstellen zu anderen Prüfstandsdienstleistern





Ergebnis der Zusammenarbeit

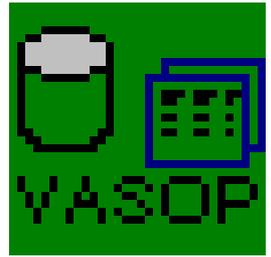




Ausblick



Steinbeis-Transferzentrum Verkehrstechnik.Simulation.Software





Strategische Grundsätze



-Prinzip (**K**ee**p** **i**t **S**imple and **S**hort)

Strategische Grundsätze

Differenzierung (anders), be differend or die
Effizienz (besser) durch Minimalprinzip, es geht noch einfacher
Richtiges Timing (schneller)

Wissenschaftliche Berechnungen mit Tools gehen immer noch einfacher,

Warum sind wir erfolgreich? Was muss ich tun um unsere Stärken aufzubauen?

- Tools sind einfach zu bedienen, es geht immer noch einfacher
- flexibel und schnell auf Kundenkontakt reagieren
- direkter Kundenkontakt
- Flexibilität, auch aufgrund der Größe
- we start where others stop

$$\text{Erfolg} = Q * A$$



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit

