

## Investition in Ihre Zukunft



Dieses Projekt wird von der EU kofinanziert.  
Die Mittel stammen aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)



IT Power  
Consultants



[www.temea.org](http://www.temea.org)



# Wiederverwendbarkeit und Management von Modellbasierten X-in-the-Loop Tests mit TTCN3 Embedded

Dr. Hans-Werner Wiesbrock  
[hans-werner.wiesbrock@itpower.de](mailto:hans-werner.wiesbrock@itpower.de)



# Übersicht



- Hintergrund
  - Regelungen im Automotive Bereich
  - Closed Loop Architektur
  - Testverwaltung (Teil1)
- TTCN-3
  - Allgemein
  - TTCN-3 Embedded
- Testprozess unter Einbeziehung von TTCN-3 Embedded



## Hintergrund

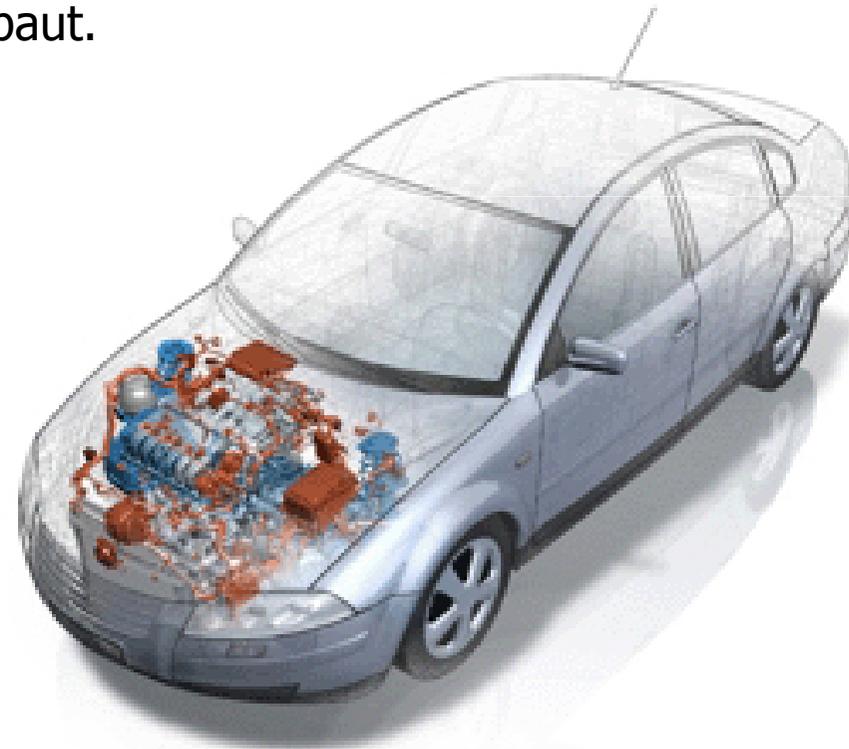


IT Power  
consultants

# Regelungen in eingebetteten Systemen

In einem modernen Mittelklassewagen werden über 70-80 Steuergeräte verbaut.

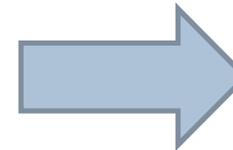
- Bordnetzsteuergerät:
  - Lichtsteuerung
  - Wegfahrsperre
  - ...
- ABS Steuergerät
  - ABS
  - ASR
  - ...
- Motorsteuergerät
  - Drosselklappenregelung
  - Einspritzregelung
  - ...



- Beispiele aus dem Automotive Bereich

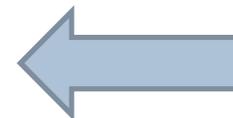
**Lichtsteuerung:**

Abhängig von der Zündschlüsselstellung und dem Lichtdrehshalter werden die entsprechenden Lampen angesteuert



**Drosselklappenregelung:**

Abhängig vom Fahrerwunsch, Drehzahl und Geschwindigkeit ist die Klappenöffnung für die Luftzufuhr des Motors zu regeln.

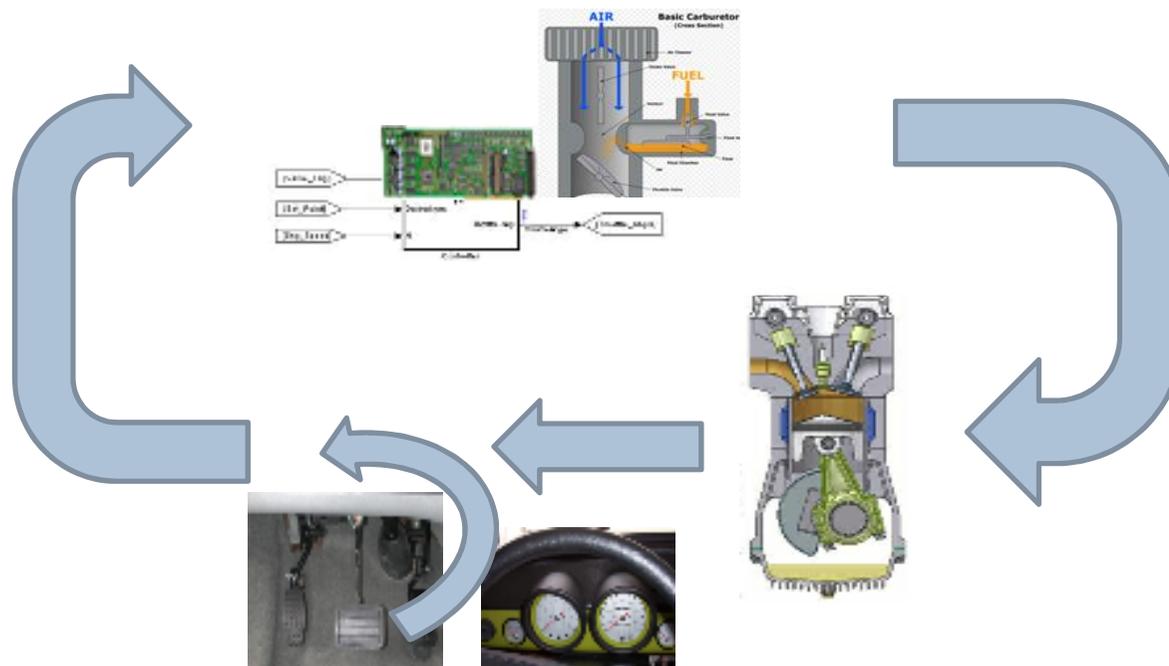




# Closed-Loop Testarchitektur I



## Testaufbau für eine Drosselklappenregelung



Einmal angestoßen,  
kann er im Prinzip  
beliebig lange  
selbständig  
weiterlaufen!

Problem: Was ist eine Testspezifikation? Das Umgebungsmodell?  
Die Beschreibung der Pedalbewegung?  
Wann ist der Test erfolgreich gewesen?  
Wie lassen sich Tests wiederverwenden?...

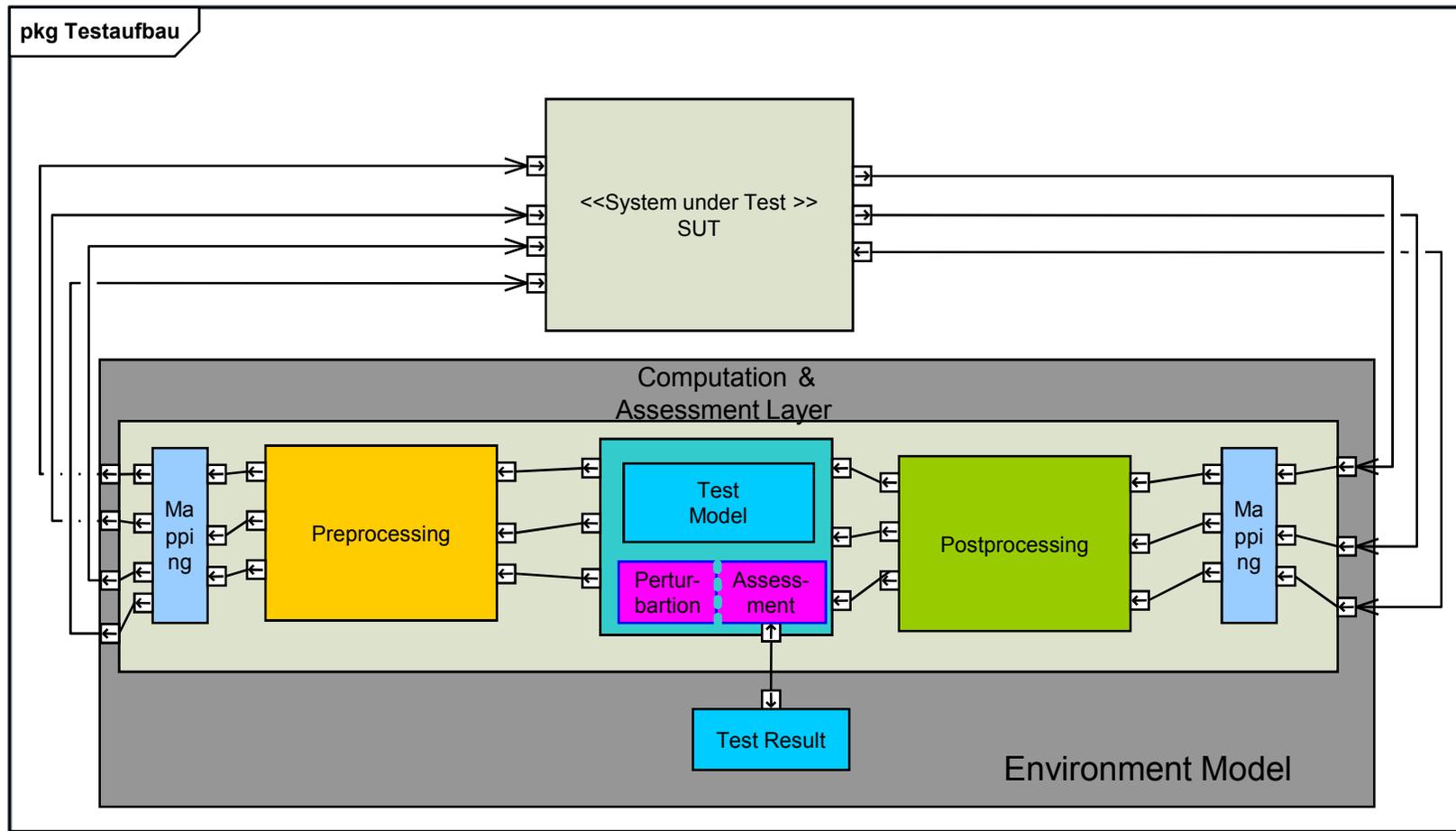


# Closed-Loop Testarchitektur II



IT Power  
consultants

## Generischer Testaufbau



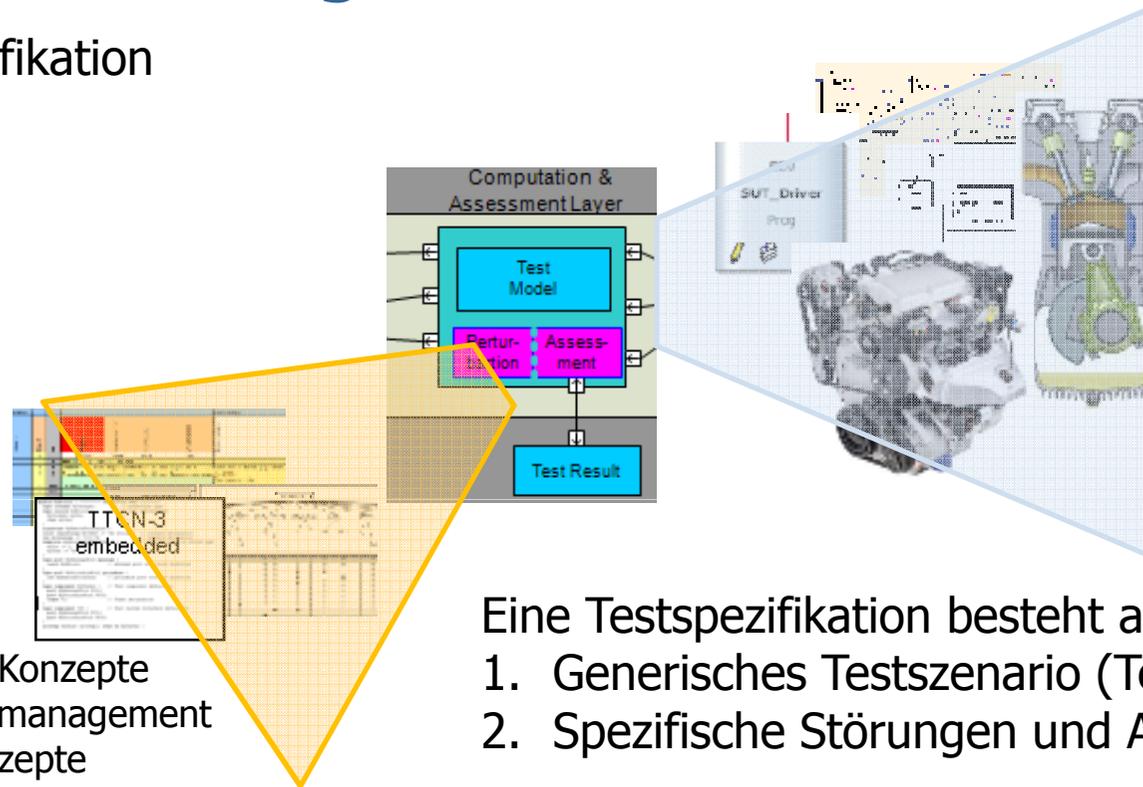


# Testverwaltung I

## Testspezifikation

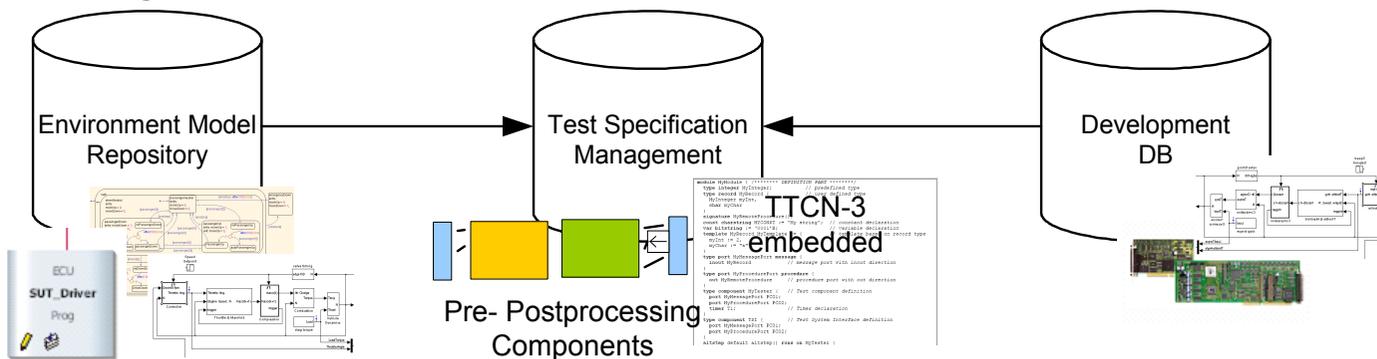


IT Power  
consultants



- Etablierte MBE Konzepte
- Konfigurationsmanagement
  - Bibliothekskonzepte
  - Parametrierung
  - ....

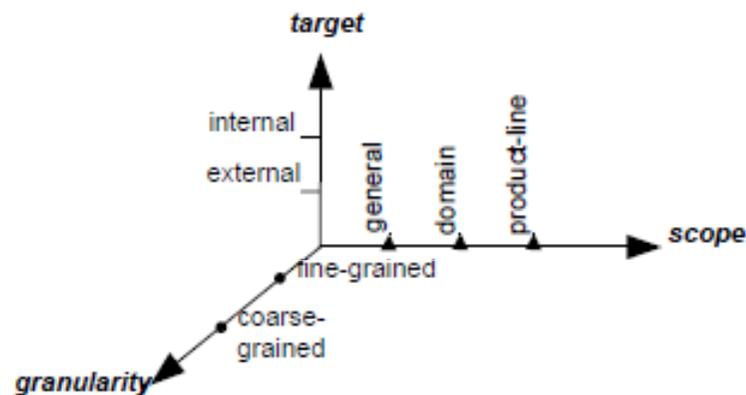
- Eine Testspezifikation besteht aus 2 Teilen:
1. Generisches Testszenario (Test Model)
  2. Spezifische Störungen und Assessments



# Techniken zur Wiederverwendung



Regression/Horizontal/Vertikal



- Erweiterung spezifischer Tests
- Spezialisierung allgemeiner Tests
- Konfiguration von Tests
- Parametrierung von Tests
- Verwendung von Testmuster
- ...

## ■ Etablierte TTCN-3 Konzepte:

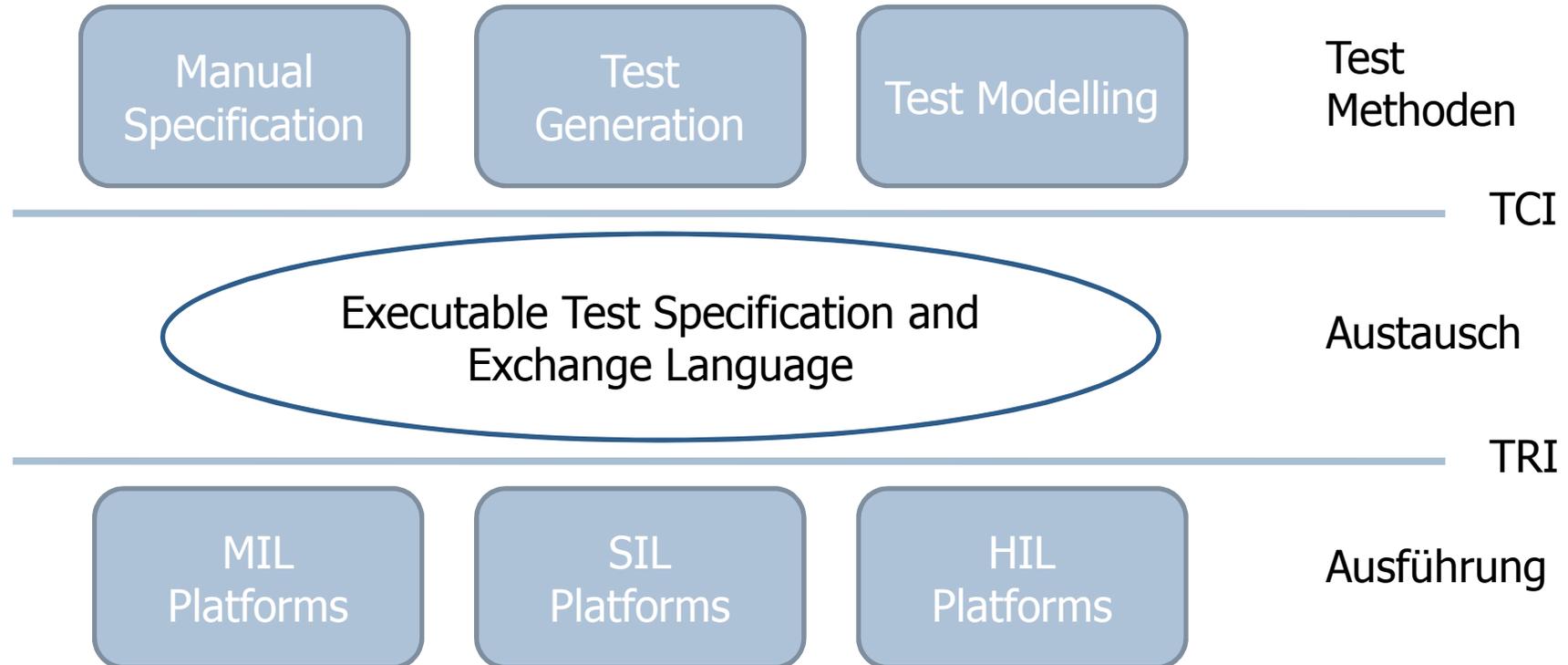
- Substitution und Symbole (functions, templates, constants)
- Parametrierung (parametrizable test cases, functions, and templates)
- Modifikationen (template modification)
- Module
- ...

- TTCN-3
- Notation für die spezifischen Tests



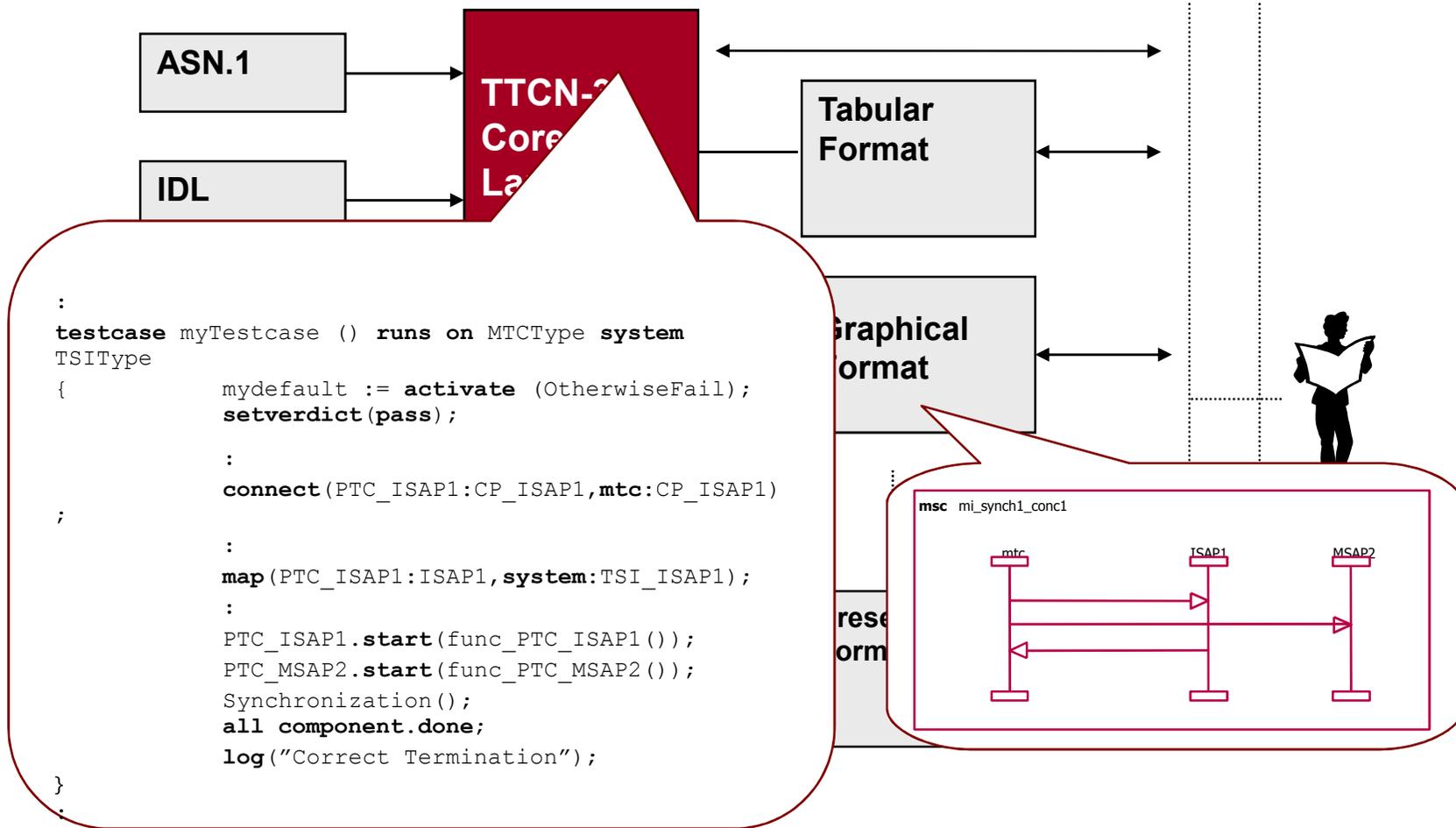
- ausführbar
- modular und ausdrucksmächtig  
(Bibliothekskonzept z.B.)
- freie Wahl der Abstraktionsebene  
(System-, Integrations-, Modul-, Unit- Tests,...)
- standardisiert (ITU, ETSI)
- Erprobt und vielfach etabliert in Industrieprojekten  
(Telekommunikation, Automobil Industrie, Medical or  
eGovernment)

- TTCN-3 Allgemeine Test Design- and Ausführungs Architektur



- TTCN-3 ist ein ausführbares Testaustauschformat

- TTCN-3
- Testing and Test Control Notation





## Testen Kontinuierlicher Systeme



- Physikalische Messgrößen sind kontinuierliche Datenströme (Geschwindigkeit, Drehzahl,...)
  - Ein kontinuierliches Signal ist eine Funktion über eine Teilmenge der realen Zahlen, üblicherweise die Zeit.
  - Messzeitpunkte sind diskrete Zeitpunkte, Sampling ist die Projektion des kontinuierlichen Signals auf diskrete Signale.
  - Filter und andere Verarbeitungen werden zur Rauschunterdrückung und Vorverarbeitung eingesetzt.
- Harte Echtzeit Anforderungen (ABS, ESP,...)
- TTCN-3 ist für die Telekommunikation entwickelt worden, verwendet also messages, procedure calls,...



Fehlende Konzepte  
und Sprachkonstrukte



## TTCN-3 embedded : Konzepte



- ***Sampled Time*** gemeinsame diskrete Zeitbasis für Datenströme und Template Definitionen.
- ***Sampled Streams*** Datenstruktur für die Bereitstellung, den Zugriff und Manipulation diskreter Signale mit ihrer Geschichte.
- ***Assertions*** Auswertungssprache, um Erwartungen zu formulieren.
- ***Hybride Automaten*** erlauben die Spezifikation geeigneter Kontrollflüsse von kontinuierlichen Strömen, sowie ihre Überwachung
- ***Real Time Semantics*** zur Formulierung auch harter Echtzeitanforderungen

- TTCN-3 embedded:
- **Time**
- 



- Zeitmessung beginnt mit dem Start des Testlaufes
- Time hat den Datentyp `float` und kann mit `now` **abgerufen werden**
- Präzision ist abhängig vom Testsystem (base sampling)

```
x:=now+2.0;
if(now>20.0) { //do something
}
```

- TTCN-3 embedded:
- Streams



- Datenstruktur zur Erfassung von Datenströmen (Daten über der Zeit)
  - Hält aktuelles Datum mit Historie
  - sampling definiert die Zeit-Genauigkeit
- TTCN-3 embedded stellt Ports zur Verfügung
  - stream ports zum Datenaustausch zwischen Komponente / Umgebung
  - Mapping von streams auf TTCN-3 record structures

```
type port FloatInStream stream {in float};
type port FloatOutStream stream {out float};
type component tester{
    port FloatInStream inPort;
    port FloatOutStream outPort;
}
```

- TTCN-3 embedded:
- Zugriff auf Stream Data (Read/Write)



- TTCN-3 streams erlauben den Zugriff auf Werte und deren Zeitstempel:
  - `.value` Zugriff auf den Wert
  - `.timestamp` gibt den Zeitpunkt zurück
  - `.delta` Zeitschrittweite zur letzten Messung

```
outPort.value := 10.0;
outPort.value := inPort.value + 10.0;

if (outPort.timestamp > 10.0) {...}
if (outPort.delta > 0.001) {...}

outPort.delta := 0.001;
```

- TTCN-3 embedded:
- Definition von Erwartungen



## Assertion

- Definition von geforderten Eigenschaften
- Verdikt des Testlaufs wird automatisch bei Verletzung auf **fail** gesetzt
- Anwendbar auf alle Booleschen Ausdrücke, insbesondere auch, wenn sie Datenströme enthalten.

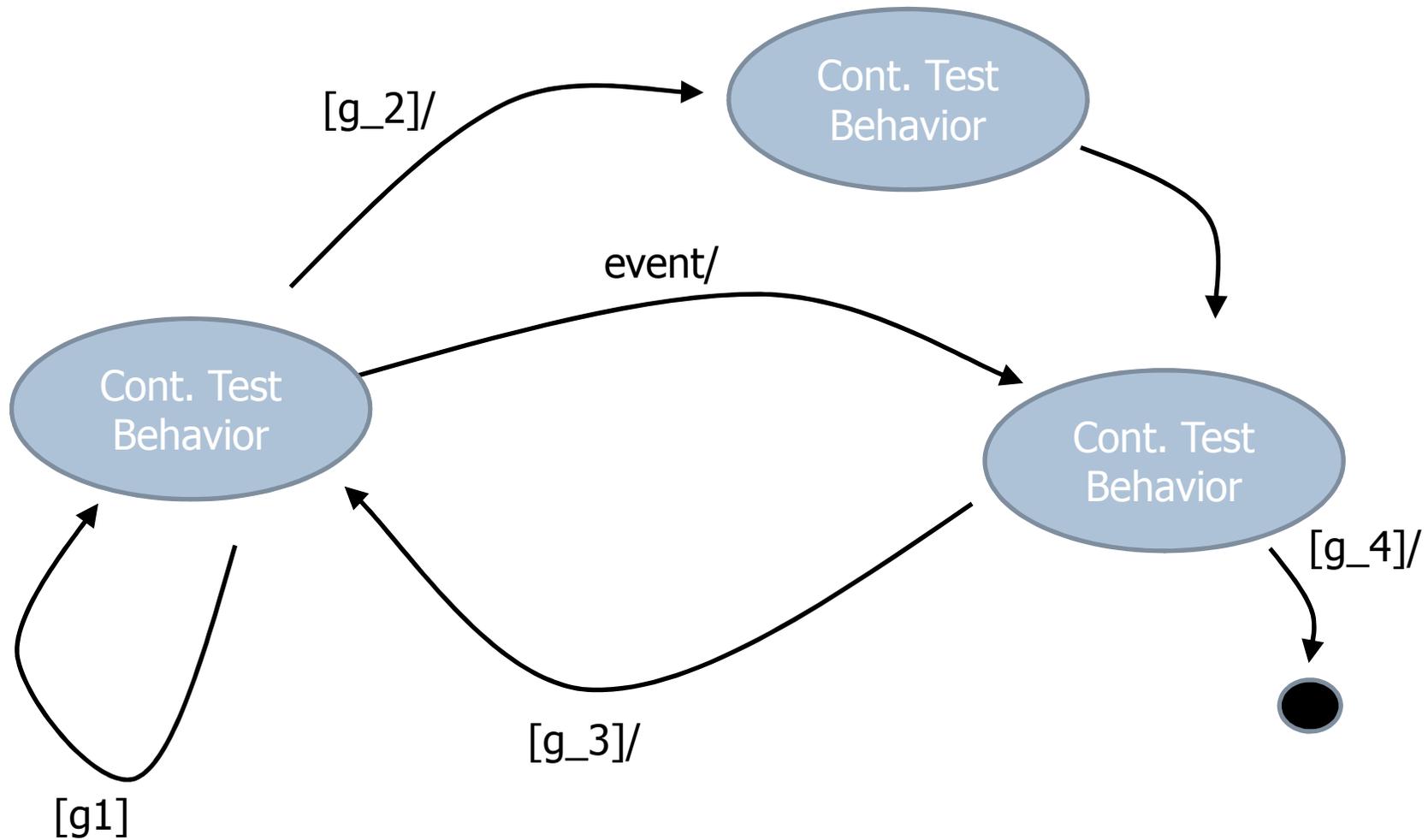
```
assert(inPort.value > x or inPort.prev.value > y );
```

```
assert(expression1, expression2, ...);
```

- Abkürzung von

```
if(not expression) setverdict(fail);
```

- TTCN-3 embedded:
- Hybride Automaten

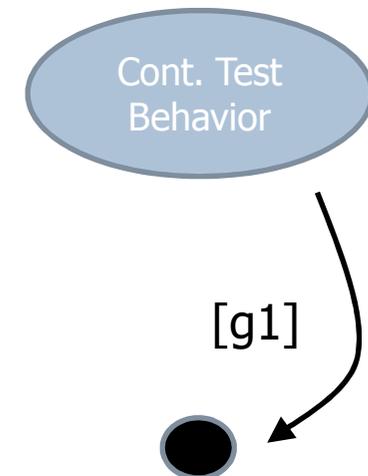


- TTCN-3 embedded:
- Kontinuierliches Verhalten



- ... über die Definition des Modus eines Testsystems

```
cont{
    outPort.value:=inPort.value*2.0;
    assert(inPort.value > 0.0);
}until (g1)
```

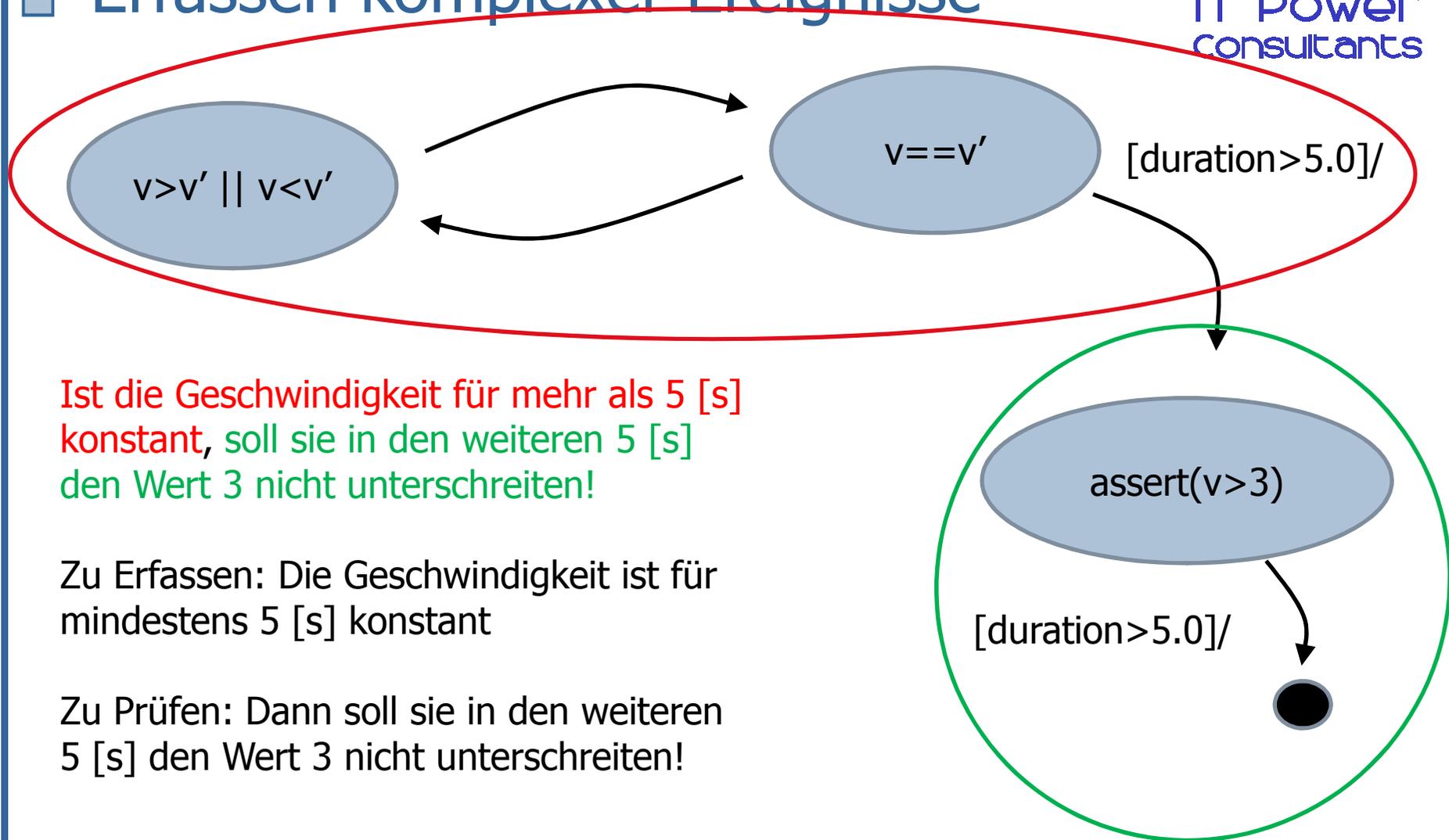


- Einfache Semantik:
  - Wiederhole die Ausführung des cont{} Inhaltes im Takt der Schrittweite, bis der Guard g1 erfüllt wird.
  - Die Schrittweite ergibt sich als Minimum aus den Schrittweiten der beteiligten Ströme.

- TTCN-3 embedded:
- Erfassen komplexer Freignisse



IT Power  
Consultants



Ist die Geschwindigkeit für mehr als 5 [s] konstant, soll sie in den weiteren 5 [s] den Wert 3 nicht unterschreiten!

Zu Erfassen: Die Geschwindigkeit ist für mindestens 5 [s] konstant

Zu Prüfen: Dann soll sie in den weiteren 5 [s] den Wert 3 nicht unterschreiten!

- TTCN-3 embedded:
- Textuelle Darstellung

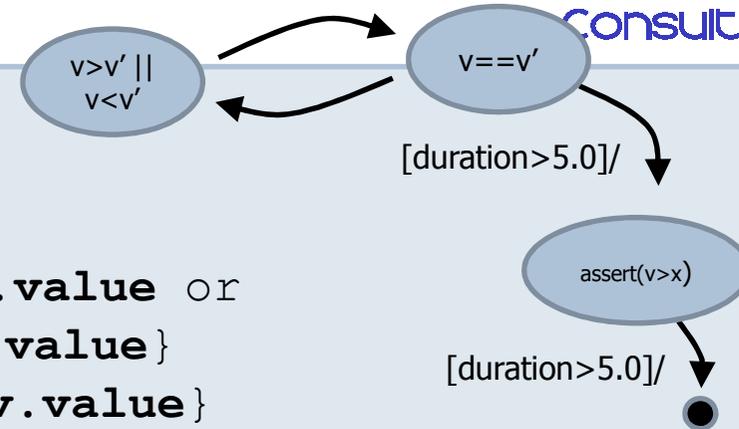


IT Power  
Consultants

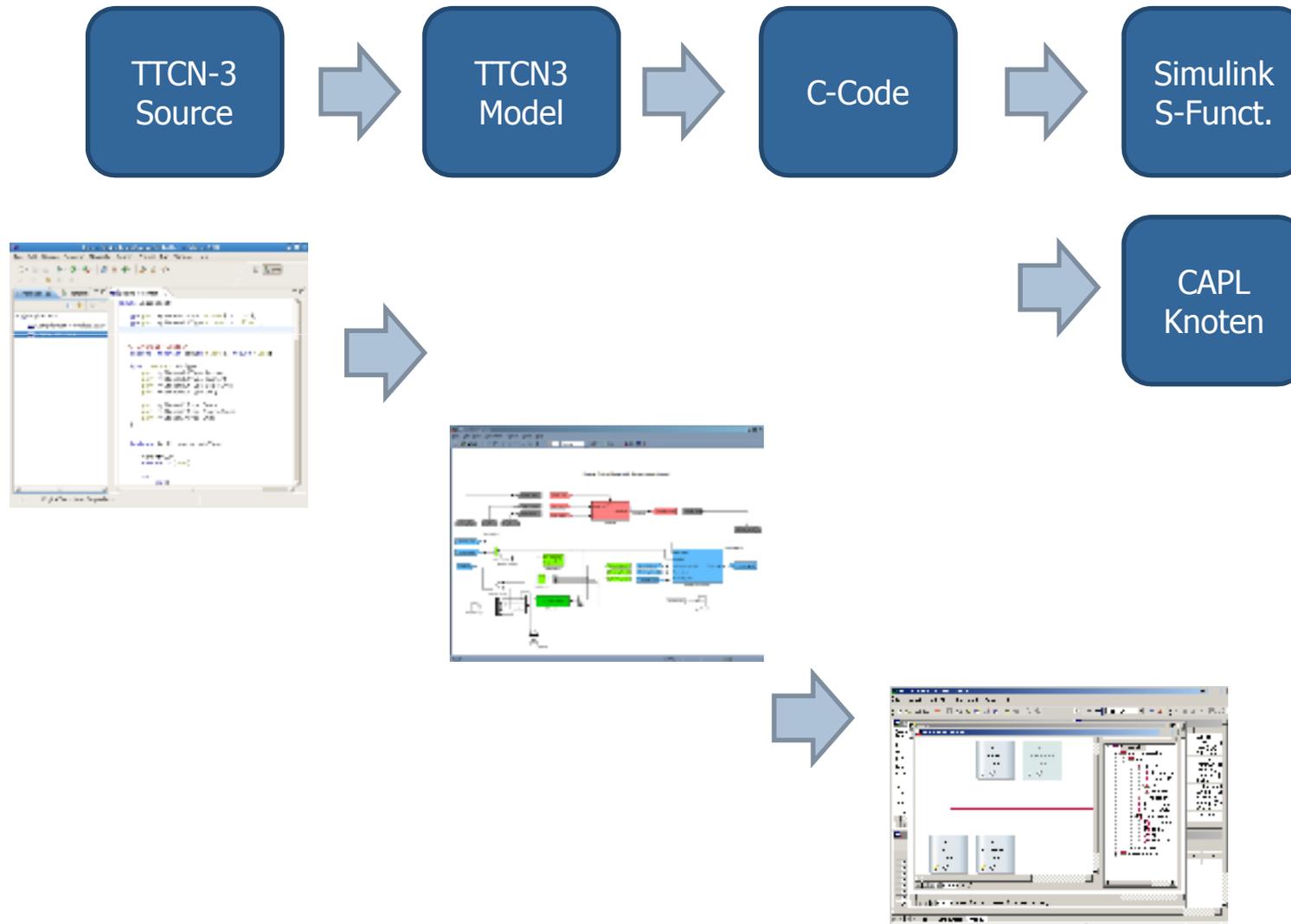
```

seq{
  label start;
  cont{}inv{ v.value > v.prev.value or
             v.value < v.prev.value }
  cont{}inv{ v.value == v.prev.value }
  until{
    [duration > 5.0] {}
    [notinv] {} goto start;
  }
  cont{assert(v.value > 3)} until (duration > 5.0)
}
until(duration>60.0)

```

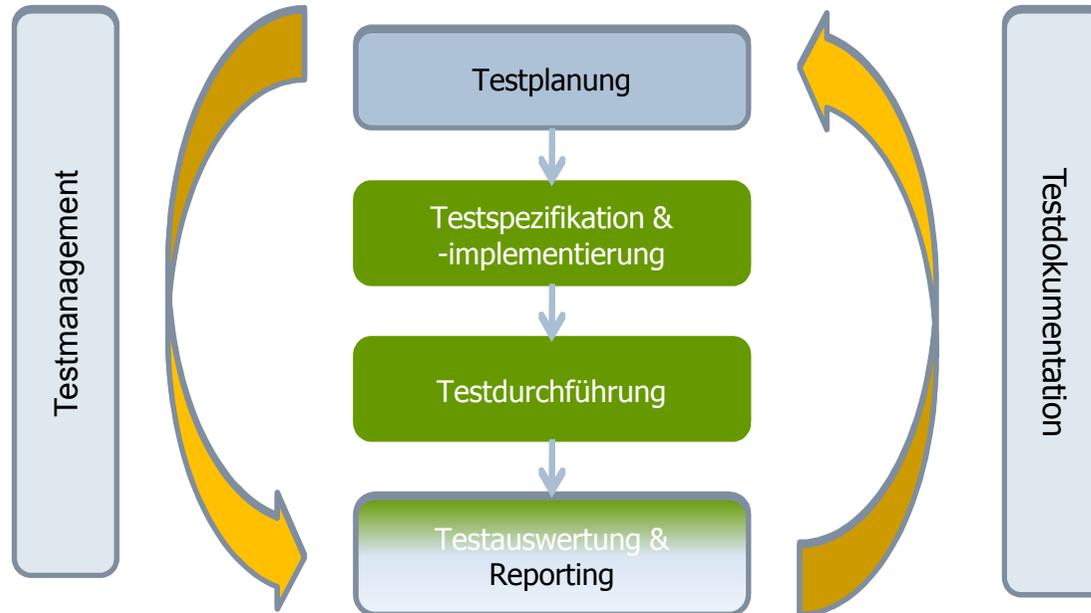


- Wiederverwendung:
- Matlab Simulink -> CANoe



- 
- 
- 

# Testprozess



Testspezifikation & -implementierung,  
Durchführung und Auswertung



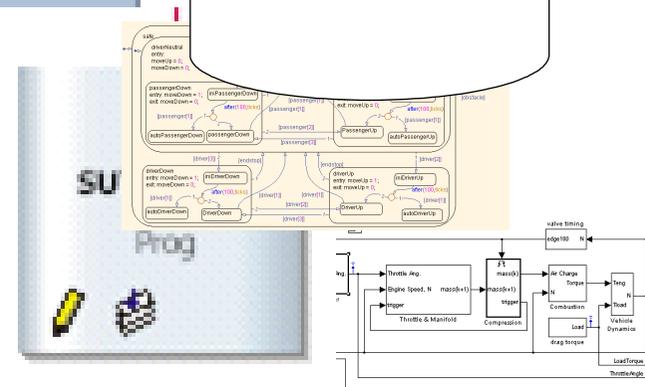
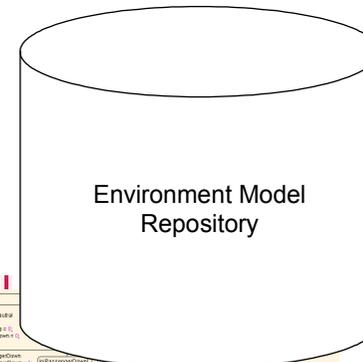
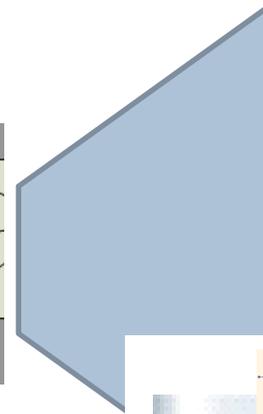
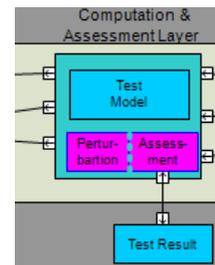
X-in-the-Loop,  
TTCN-3 embedded



# Testverwaltung: Testmodell



IT Power  
Consultants



Testmodell – funktionales Modell

Performanz, Skalierungen,... unbedeutend

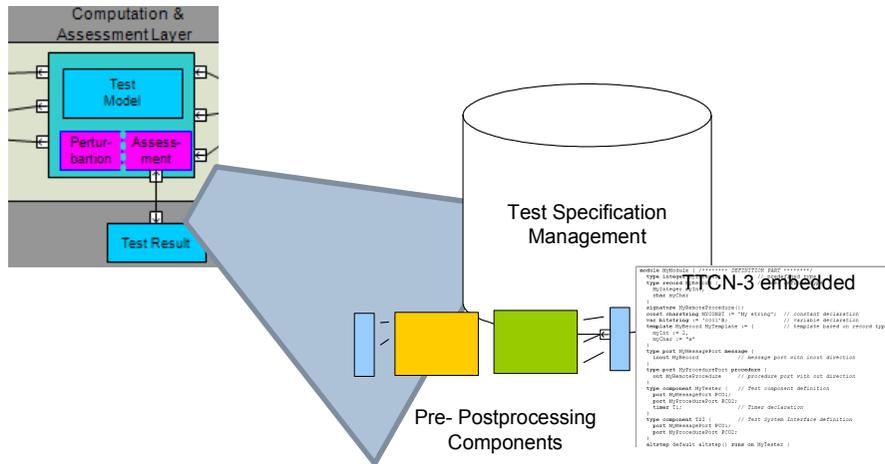
Verwaltung und Wiederverwendung:

Etablierte Techniken aus der Modell-basierten Entwicklung

- Bibliotheken
- Parametrierung
- Repository
- ...



# Testverwaltung: Testskripte



Testskripte – Diskrete Störungen,  
Angabe der Erwartungen

Einsatz von TTCN-3 embedded

Verwaltung, Wiederverwendung:  
erprobte Techniken aus TTCN-3

Test-Bett und -Rahmen

- Substitution und Symbole (functions, templates, constants)
- Parametrierung (parametrizable test cases, functions, and templates)
- Modifikationen (template modification)
- Module
- ...

# ■ Zusammenfassung



Durch die konzeptionelle und architektonische Trennung von generischen Testszenarien (Umgebungsmodelle) und spezifischen Testfällen (Testskripte) lassen sich viele Testartefakte eines X-in-the-Loop Tests sauber verwalten und wiederverwenden.

Um die spezifischen Tests als Störung eines Closed-Loop Laufes wiederverwendbar zu beschreiben, wird hier der Standard TTCN-3 empfohlen.

Zur Anwendung auf kontinuierliche Systeme wurde in TEMEA eine Erweiterung zu TTCN3-embedded ausgearbeitet und exploriert.



## Contact and Info



IT Power  
Consultants

[www.itpower.de](http://www.itpower.de)

**IT Power**  
Consultants

**Dr. Hans-Werner Wiesbrock**

IT Power Consultants

Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin

Tel: +49-30-4677-6947

[Hans-werner,wiesbrock@itpower.de](mailto:Hans-werner,wiesbrock@itpower.de)

[www.temea.org](http://www.temea.org)

**Jürgen Großmann**

Fraunhofer FOKUS

Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin

Tel: +49-30-3463-7390

[juergen.grossmann@fokus.fraunhofer.de](mailto:juergen.grossmann@fokus.fraunhofer.de)



**VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT**