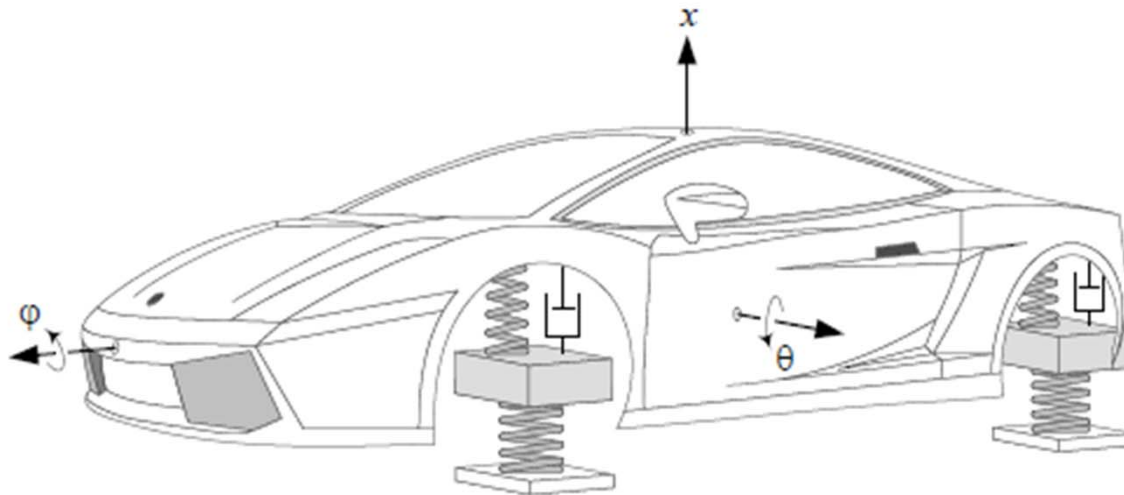


# Identifikation von modalen Größen und Model Updating



# Ausgangssituation



- Simulationssoftware benötigt Fahrzeugparameter
- Zerlegen des Fahrzeugs und Messung an Einzelkomponenten



# Ziel



- Schnellere, einfachere Testdurchführung
- Kostenersparnis
- Genauere Bestimmung der Fahrzeugparameter



1. Annahme eines Vollfahrzeugmodells (7DOF) mit geschätzten FP
2. Identifikation der modalen Größen am vollständigen Fahrzeug mit dynamischen Tests ohne Kenntnis des Eingangs (OMA)
3. Iteratives Angleichen der FP des geschätzten Modells an die identifizierten FP (Model Updating)

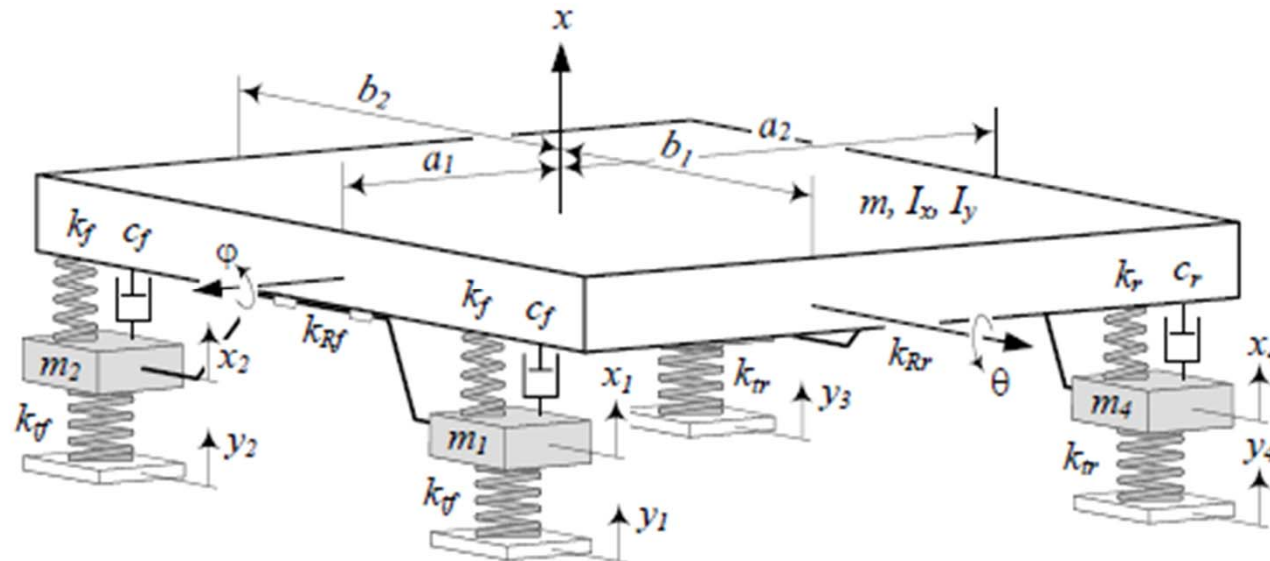


# 7 DOF Vollfahrzeugmodell

- Zustandsraumdarstellung

$$\dot{\vec{x}} = \mathbf{A}\vec{x} + \mathbf{B}\vec{u}$$

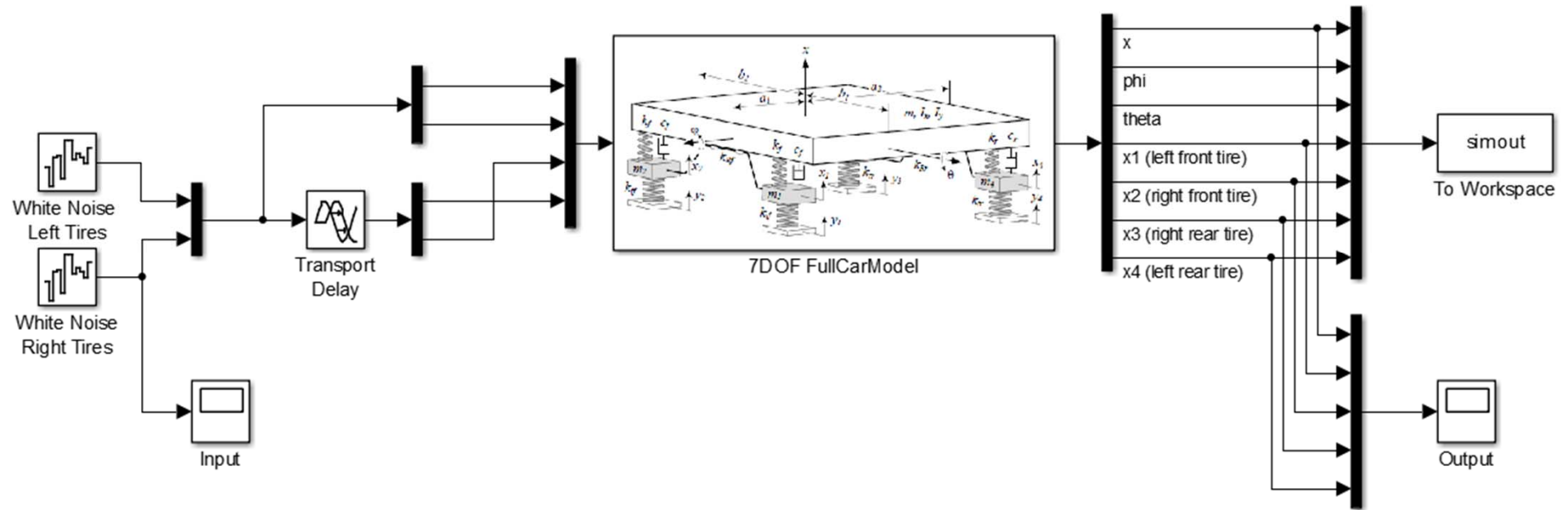
$$\vec{y} = \mathbf{C}\vec{x} + \mathbf{D}\vec{u}$$





# 7 DOF Vollfahrzeugmodell

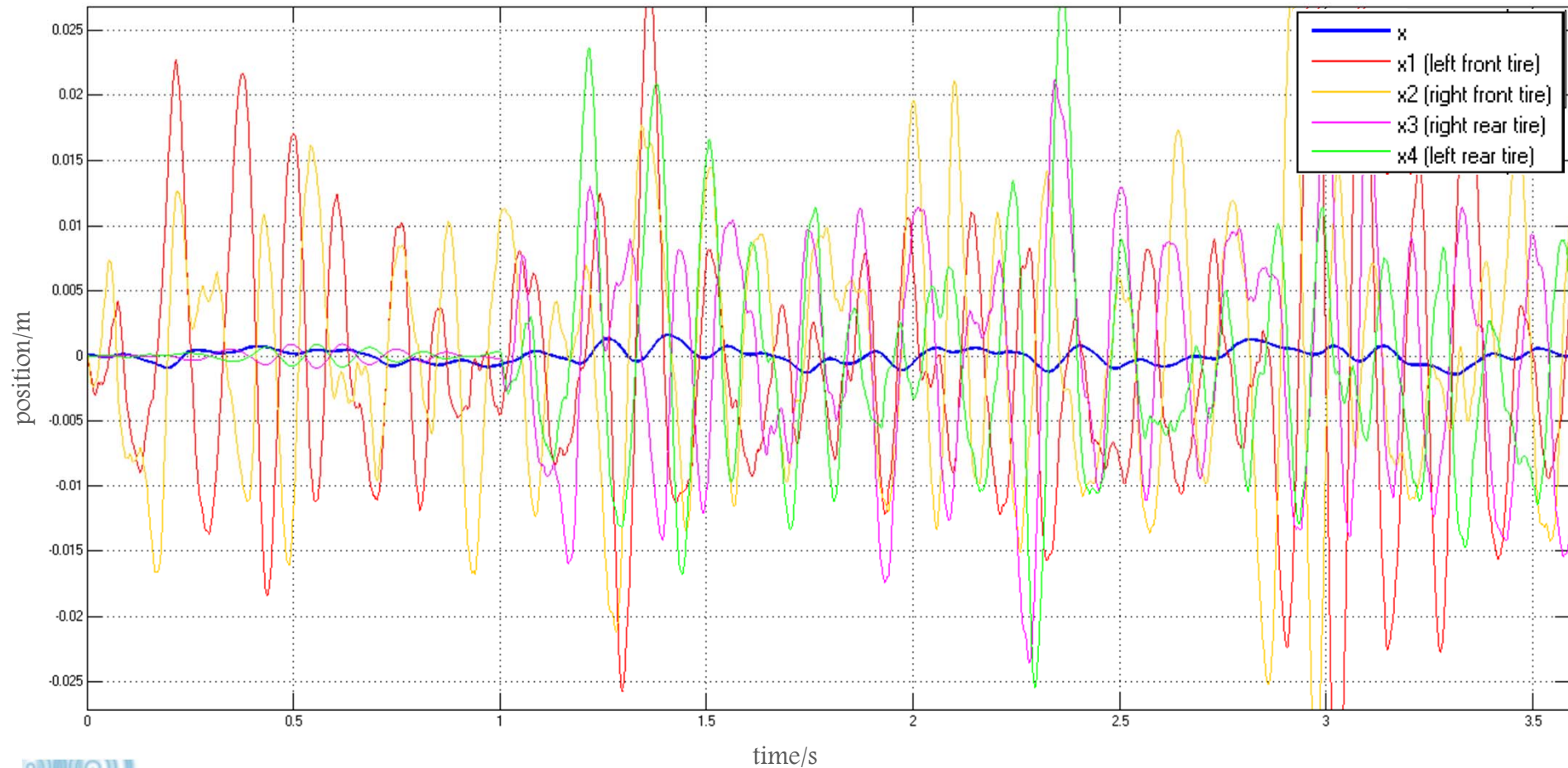
- Simulinkmodell



# 7 DOF Vollfahrzeugmodell



- Ausgang bei weißem Rauschen am Eingang



# OMA: Stochastic Subspace Identification



1. Erzeugen der Block-Hankel-Matrix

$$\mathbf{Y}_h = \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{(1:N-2s)} \\ \mathbf{Y}_{(2:N-2s+1)} \\ \vdots \\ \mathbf{Y}_{(2s:N)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{hp} \\ \mathbf{Y}_{hf} \end{bmatrix}$$

2. Berechnen der Projektions-Matrix

$$\mathbf{O} = E(\mathbf{Y}_{hf} | \mathbf{Y}_{hp}) = \mathbf{Y}_{hf} \mathbf{Y}_{hp}^T (\mathbf{Y}_{hp} \mathbf{Y}_{hp}^T)^{-1} \mathbf{Y}_{hp}$$
$$\mathbf{O} = \mathbf{\Gamma}_s \mathbf{X}_0$$

3. Singulärwertzerlegung

$$\hat{\mathbf{\Gamma}} = \mathbf{U} \mathbf{S}^{1/2}$$
$$\hat{\mathbf{X}}_0 = \mathbf{S}^{1/2} \mathbf{V}^T$$

4. Schätzen der Systemmatrizen

$$\hat{\mathbf{A}}_d = \hat{\mathbf{\Gamma}}_{(1:n)}^{-1} \hat{\mathbf{\Gamma}}_{(n+1:2n+1)}$$
$$\hat{\mathbf{C}} = \hat{\mathbf{\Gamma}}_{(1:n)}$$

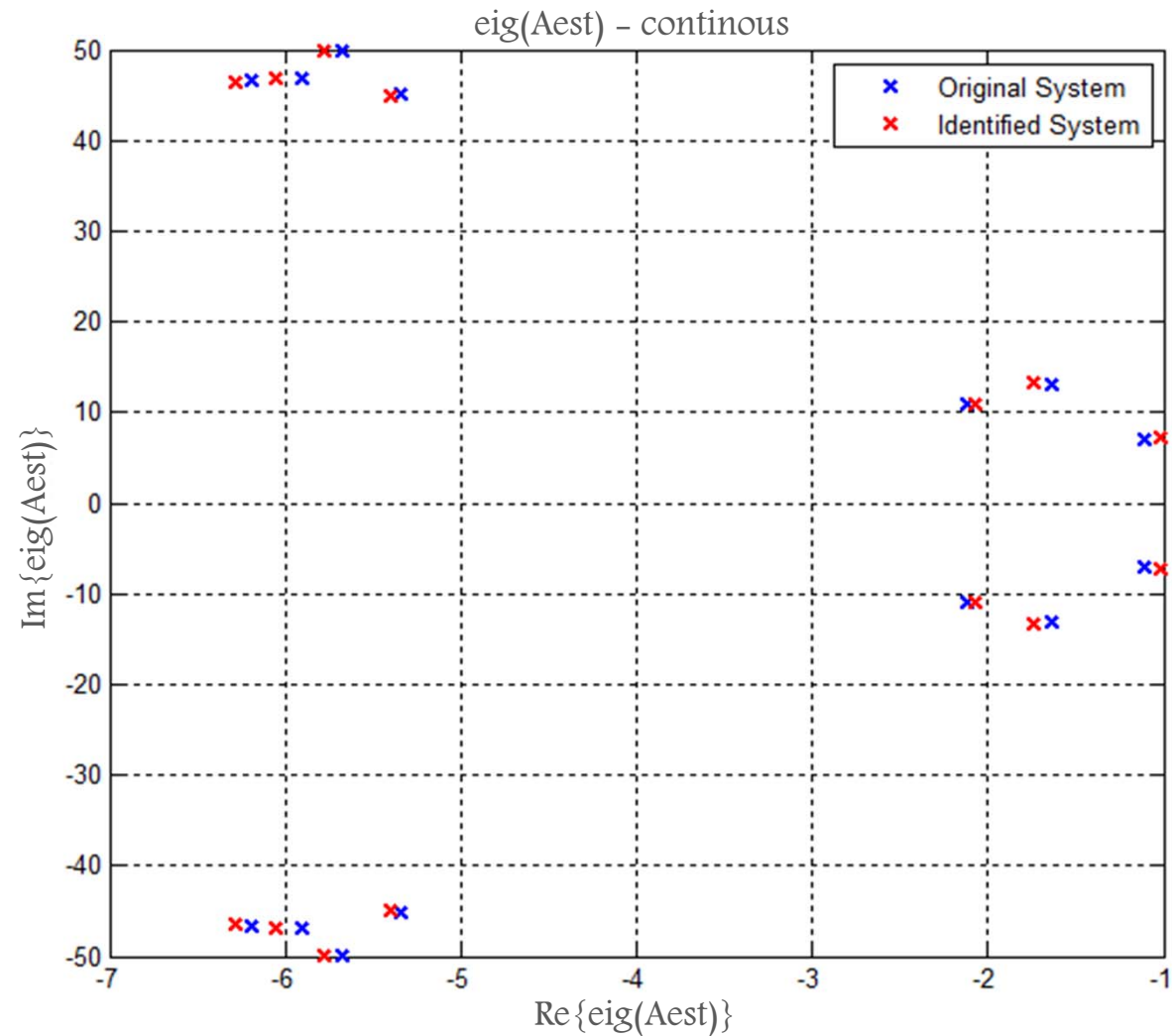






# OMA: Stochastic Subspace Identification

- $[ A_{est}, C_{est} ] = SSI( y, n )$





1. Differenz der EW berechnen (richtige EW vergleichen!!!)

$$\delta\lambda = \lambda_{meas} - \lambda_{tent}$$

2. Parameter mittels Sensitivität updaten

$$\delta\lambda_j = \sum_{i=1}^m S_{ji} \cdot \delta\theta_i$$
$$S_{ji} = \frac{\partial\lambda_j}{\partial\theta_i} = \Phi_j^T \left[ \frac{\partial K}{\partial\theta_i} - \lambda_j \frac{\partial M}{\partial\theta_i} \right] \Phi_j$$

3. Iterative Näherung an reale Parameter (max. 7 Parameter)

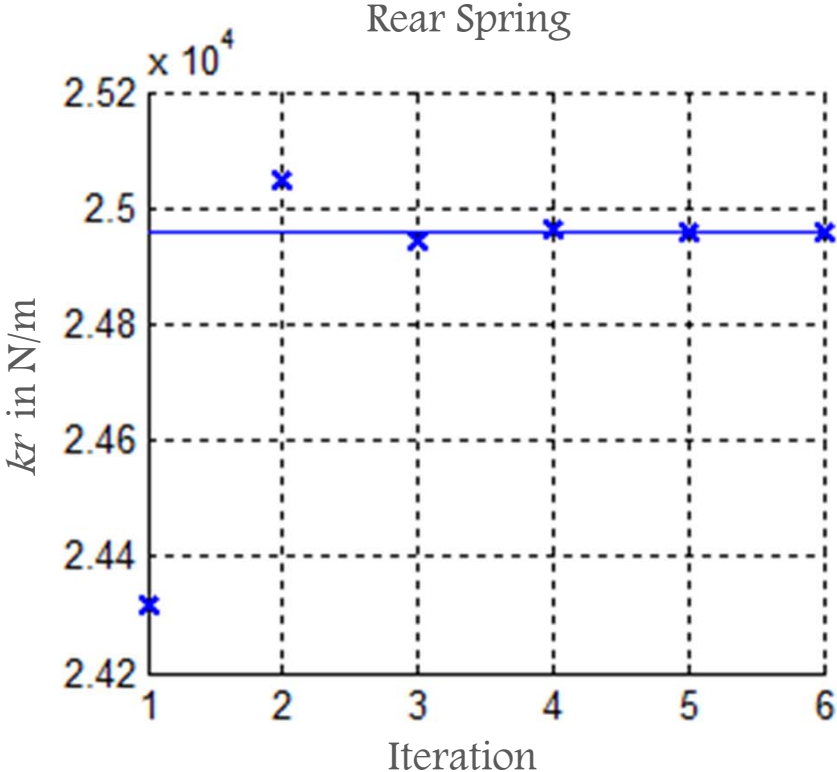
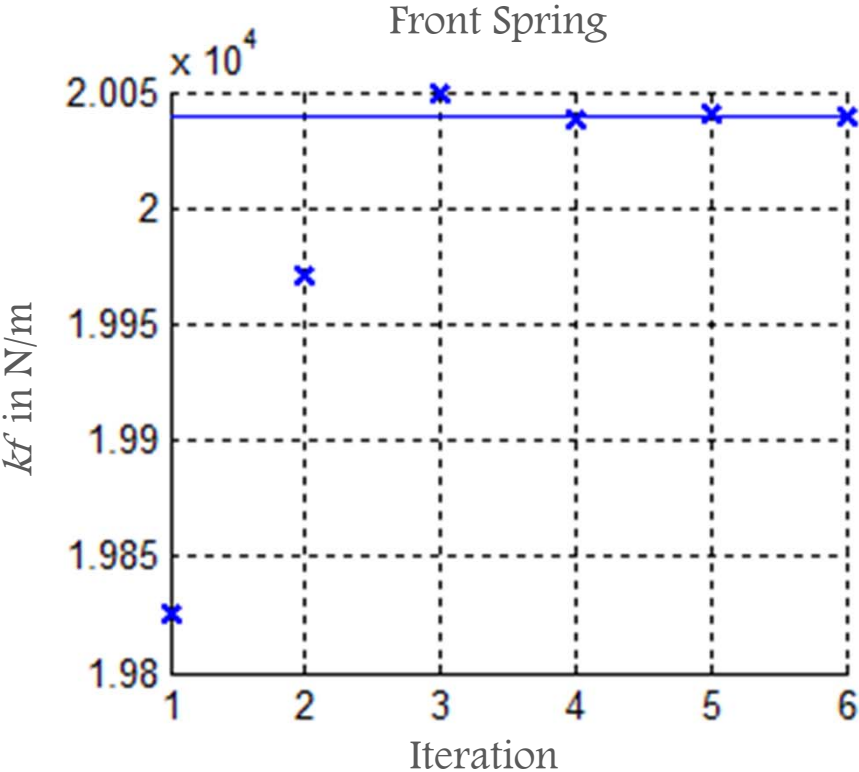
$$\theta_{k+1} = \theta_k + S_k^{-1} (\lambda_{meas} - \lambda_k)$$

$$\theta_{k+1} = \theta_k + [S_k^T S_k]^{-1} S_k^T (\lambda_{meas} - \lambda_k)$$



# Model Updating

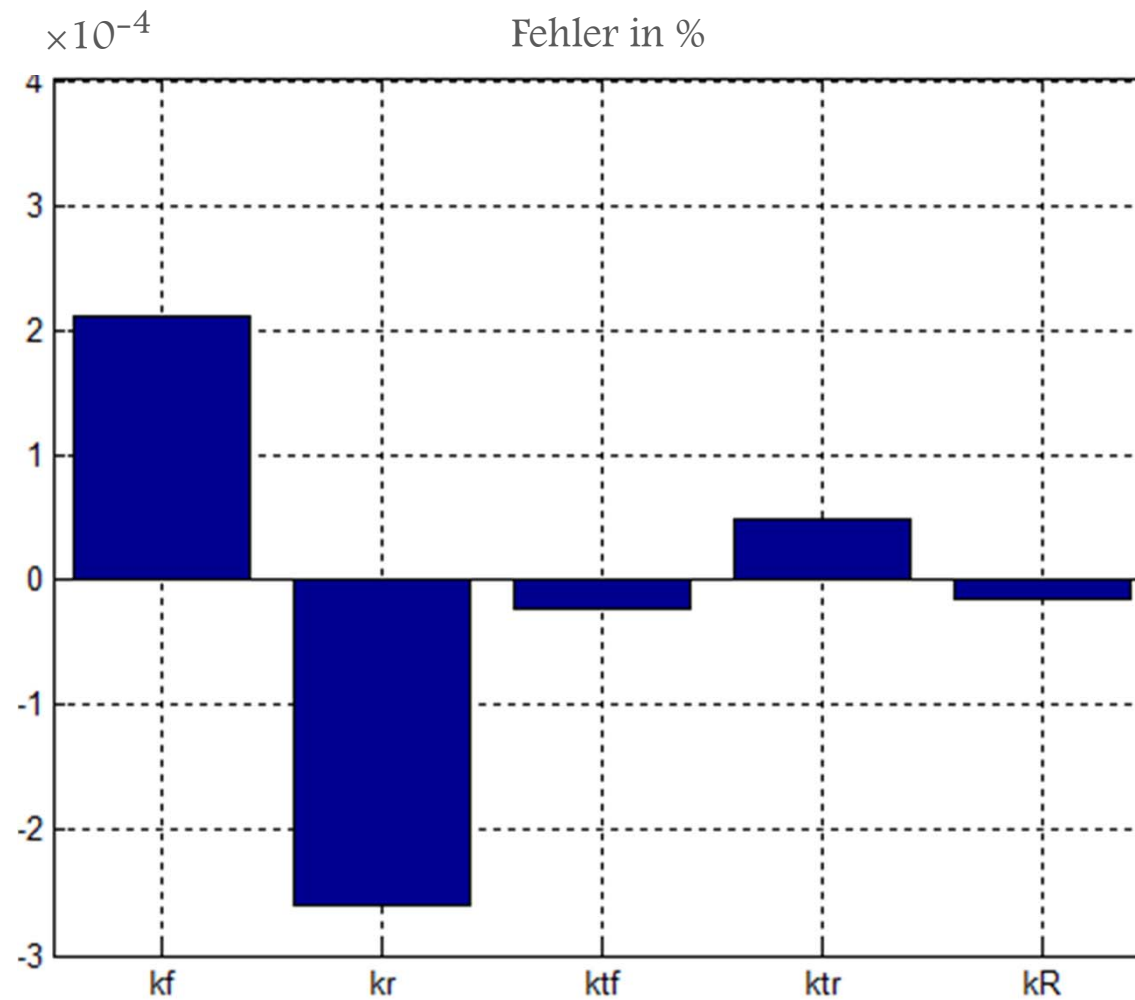
- Iterationsschritte (ab 1. Iteration)



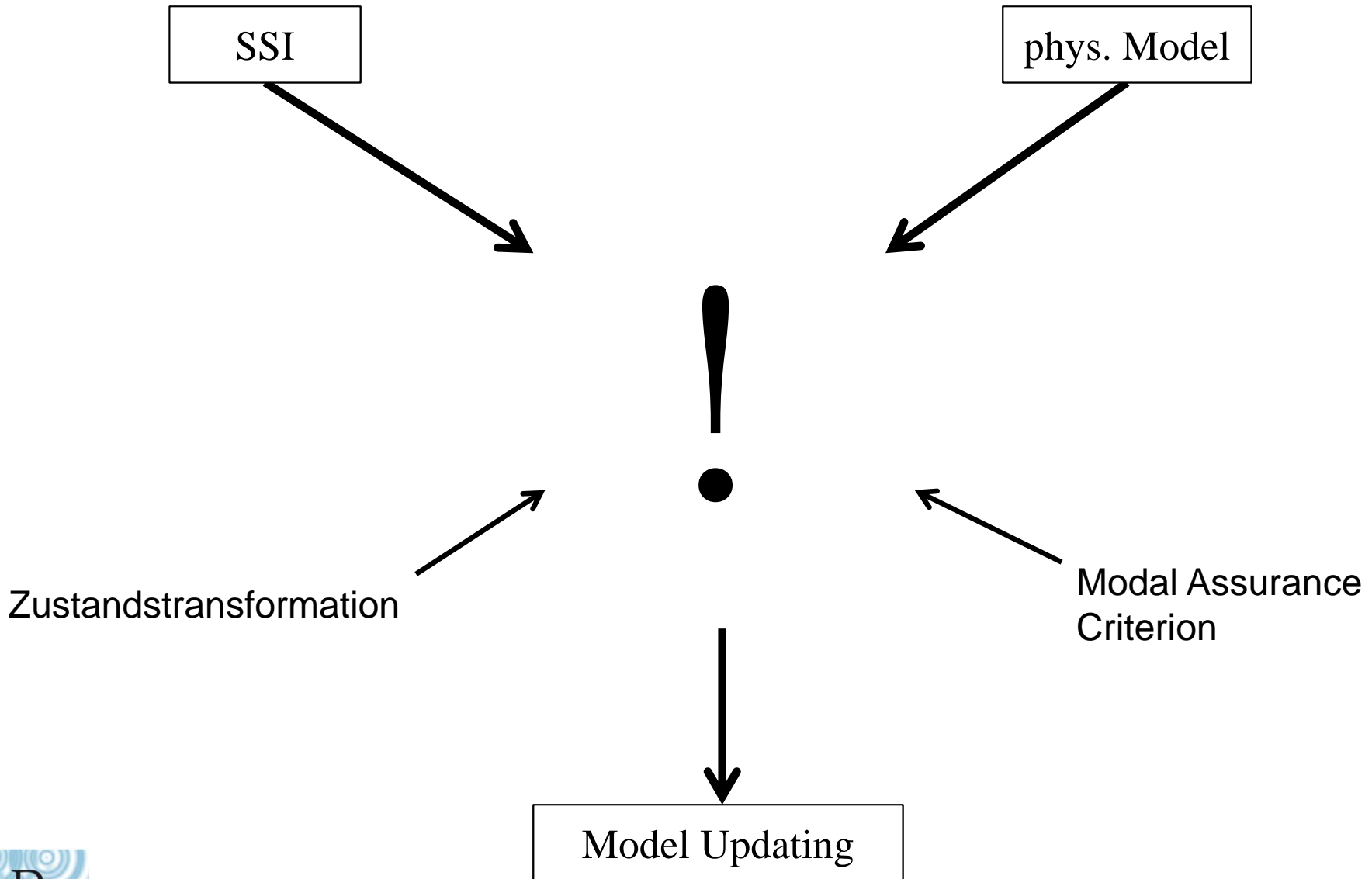
# Model Updating



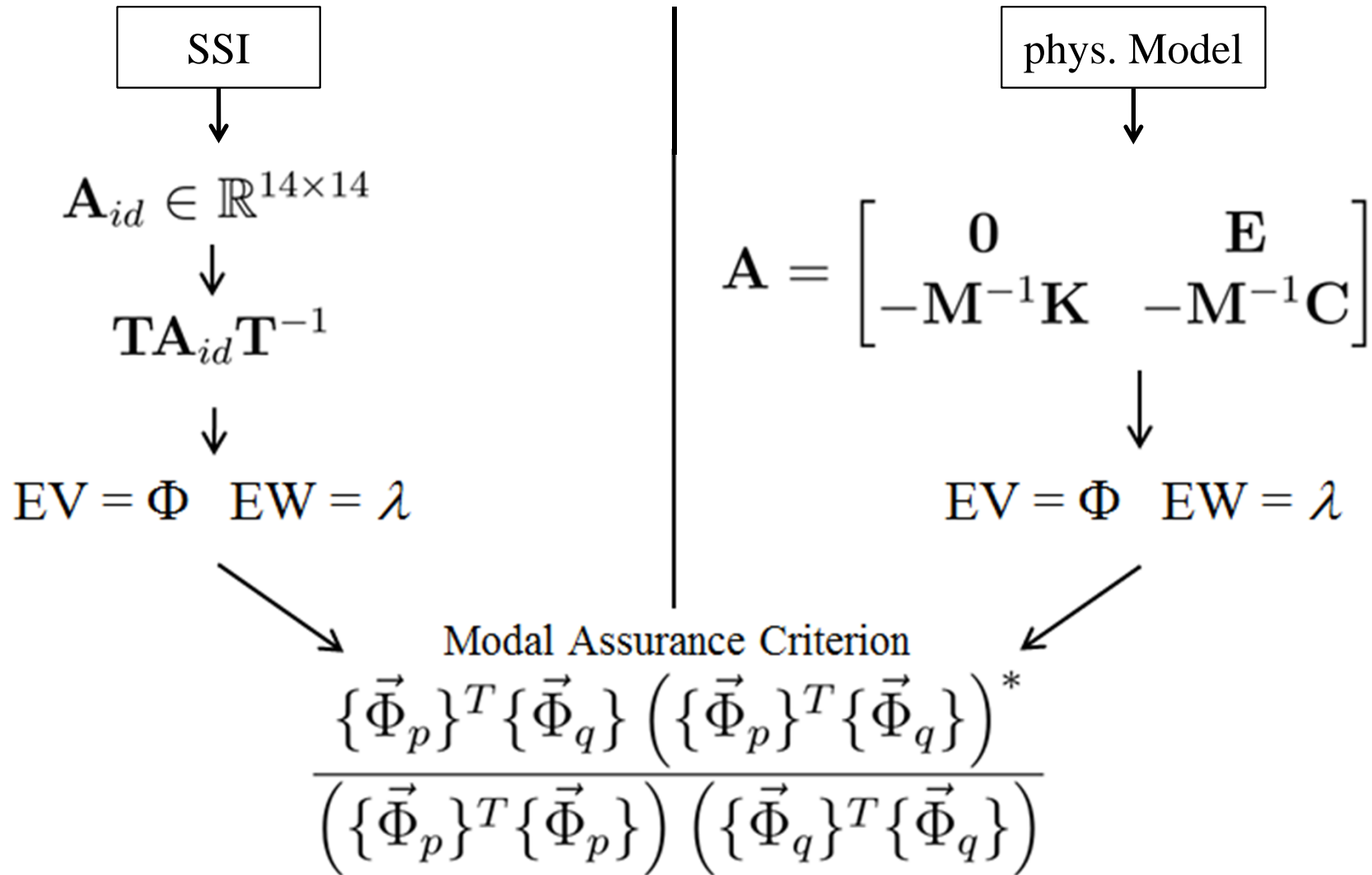
- Fehler der geschätzten Parameter



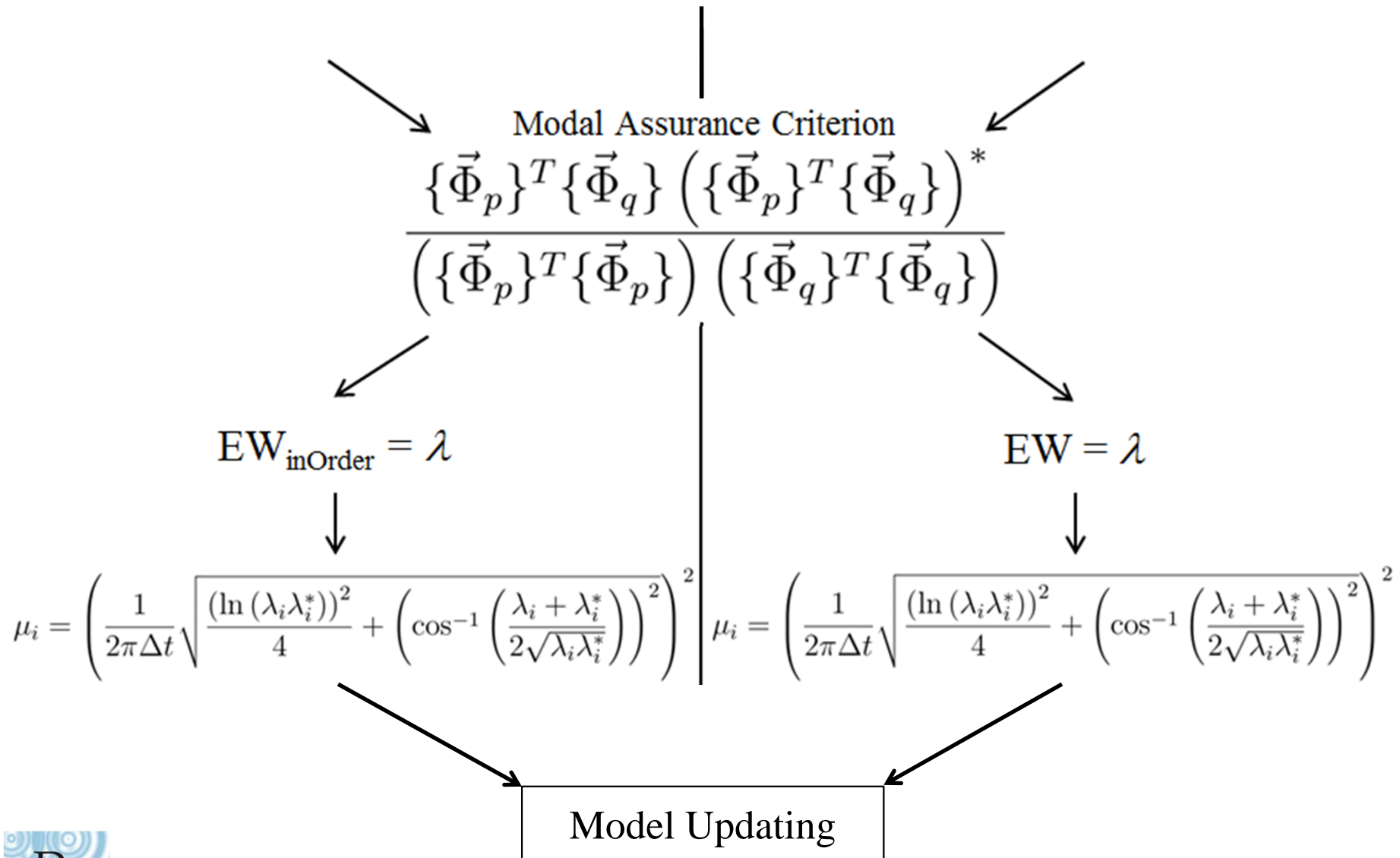
# Gesamter Identifikationsprozess



# Gesamter Identifikationsprozess



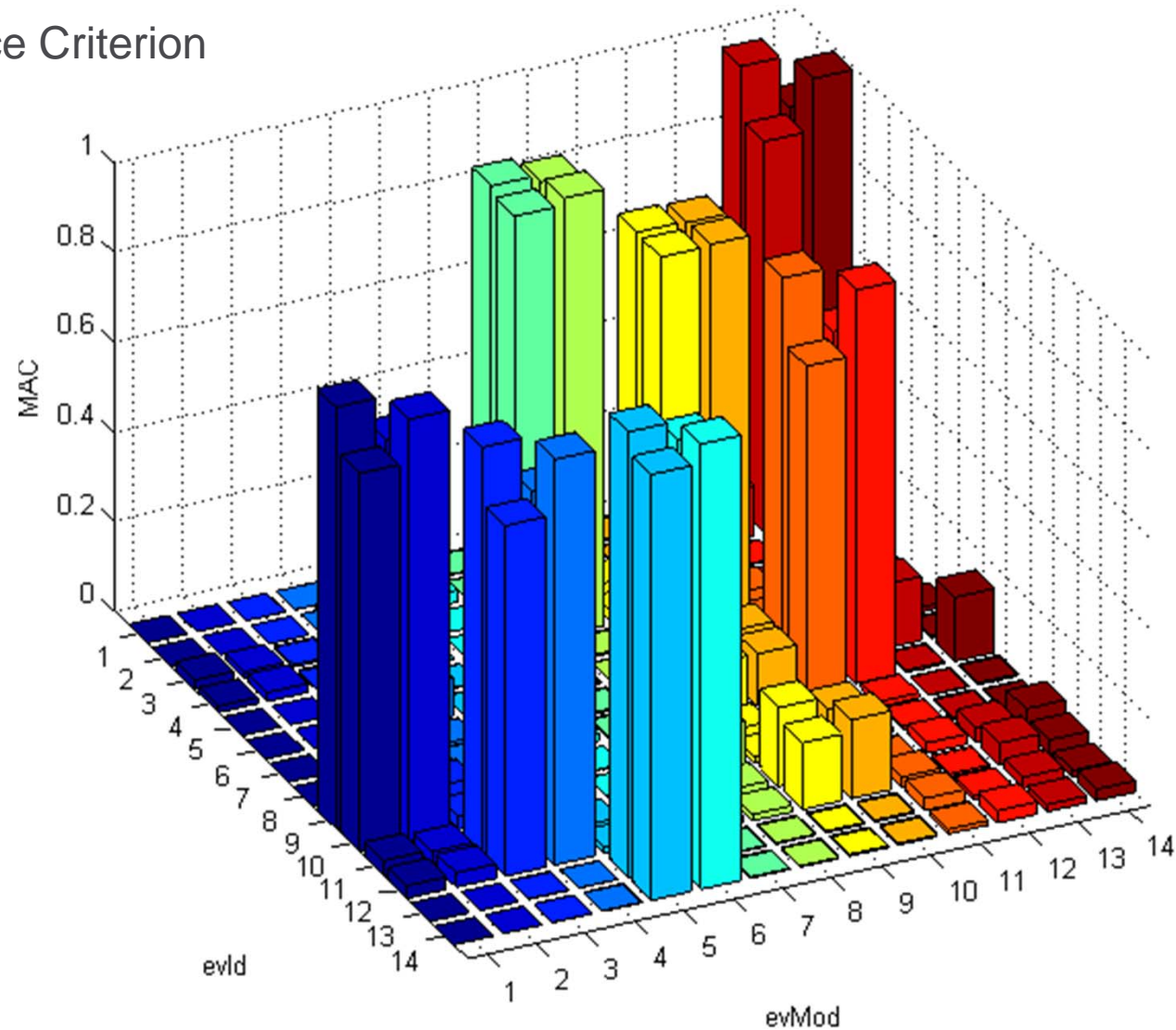
# Gesamter Identifikationsprozess



# Gesamter Identifikationsprozess

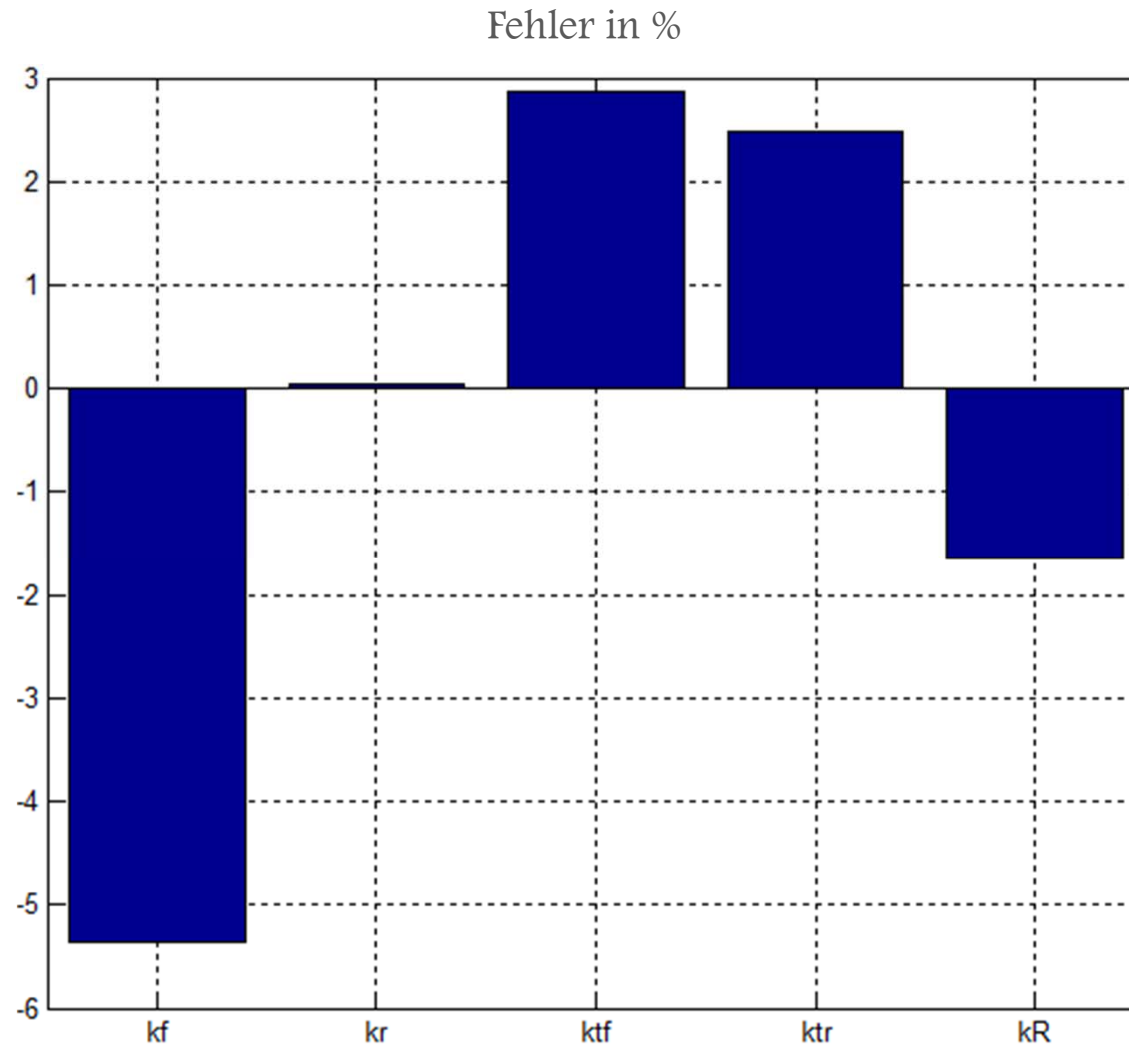


- Modal Assurance Criterion



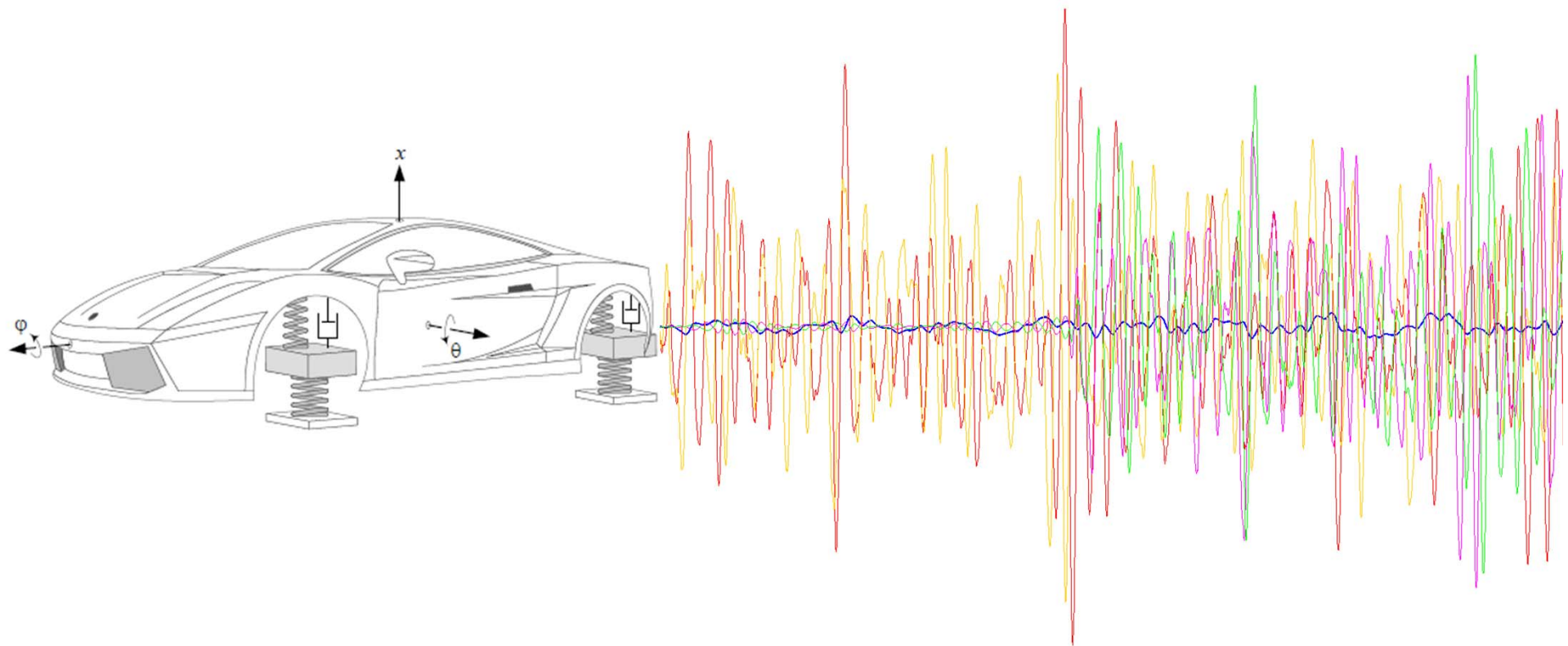


# Gesamter Identifikationsprozess





- Test mit realen Daten
- Anpassen der SSI um nur mit Beschleunigungssignalen arbeiten zu können



„SIMPLICITY IS  
THE ULTIMATE SOPHISTICATION“ S.J.