
NUMERISCHE OPTIMIERUNG AKTIVER UND PASSIVER SYSTEME ZUR SCHWINGUNGSREDUKTION

Einführung zu metaheuristischen Optimierungsverfahren



Auslegung und Optimierung verteilter Systeme

Whatever can go wrong, will go wrong: Millennium Brücke

- Im Jahr 2000 wurden die **Millennium Brücke** in **London** eröffnet, musste jedoch am **selben Tag** aufgrund von **Vibrationsproblemen** geschlossen werden
 - Die Brücke konnte erst nach **2 Jahren** und zusätzlichen **5 Mio. £** [1] konnten die Vibrationsprobleme gelöst werden
 - **52 passive Tilger** mussten **angebracht** werden
 - **Zusätzlich** mussten **Schwingungsdämpfer** integriert werden

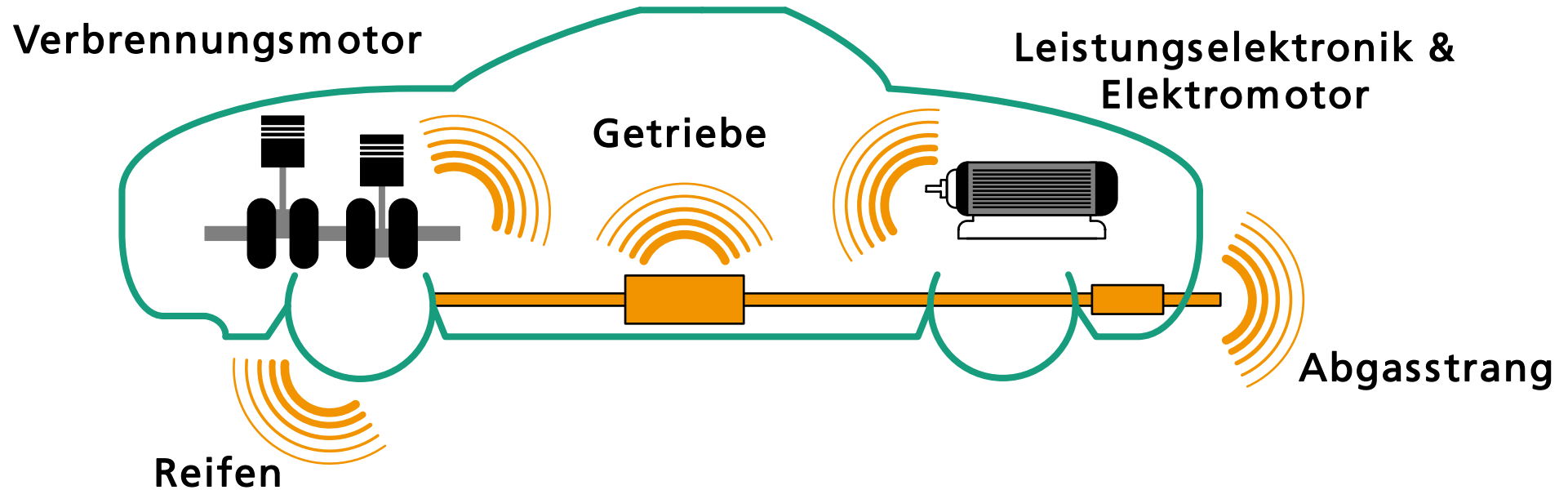


[1]: http://news.bbc.co.uk/hi/english/static/in_depth/uk/2000/millennium_bridge/default.stm

Stoßen wir auf ähnliche Probleme in Kraftfahrzeugen?

Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

Auslegung verteilter Systeme: Warum in Kraftfahrzeugen?



Verteilte Lösungen und Systeme für ein „optimales“ NVH-Verhalten

Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

Motivation für die Optimierung verteilter Systeme

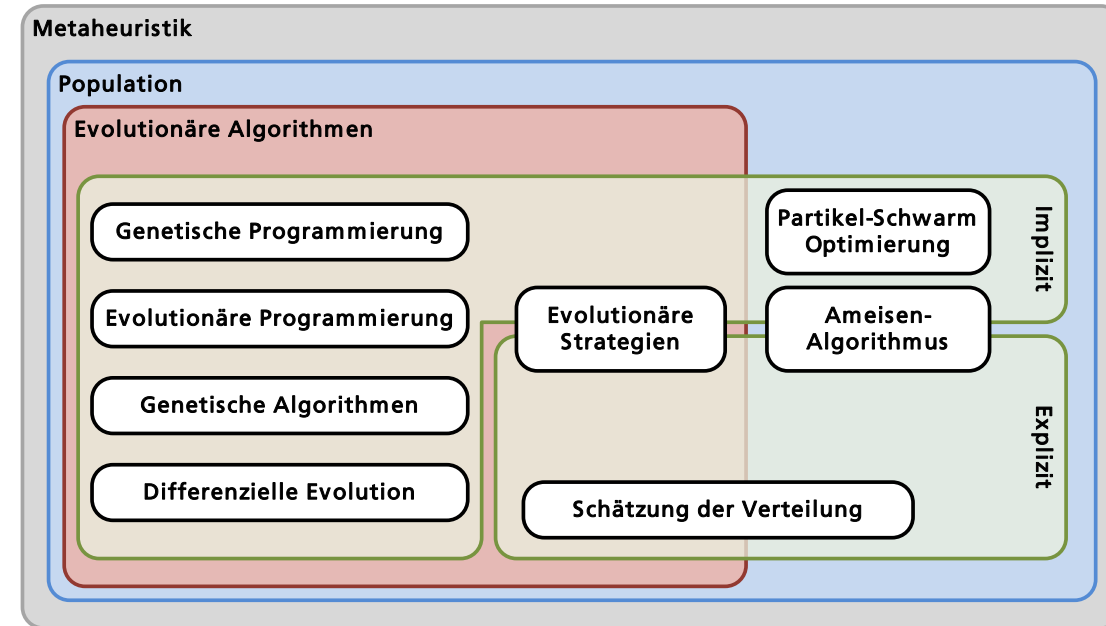
- **Verteilte Systeme zur Schwingungsreduktion** zeigen hohe **Wechselwirkungen** der einzelnen **Komponenten** untereinander
- **Abstimmung und Optimierung** verteilter Systeme...
 - ... kann daher **nicht** mit klassischen **Verfahren** (z.B. Gradienten basiert) erfolgen
 - ... ist **essentiell** im **Designprozess** in vielen technischen **Systemen** und **Anwendungen**
- In **Kraftfahrzeugen** wird eine **Vielzahl** an Systemen und **Komponenten** für die **Schwingungs- und Schallreduktion** verbaut, wie beispielsweise...
 - ... aktive **Motorlager**
 - ... **Piezopatches**
 - ... passive **Tilger**

Wie kann man solche komplexen Systeme optimieren?

Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

Einführung und Klassifizierung

- **Metaheuristiken** können (theoretisch) auf jede **Problemstellung** für die Optimierung angewendet werden
- Eine Ausprägung metaheuristischer Optimierung sind **evolutionäre Algorithmen**:
 - Das Prinzip evolutionäre Algorithmen **basiert** auf der natürlichen **Evolution** von Lebewesen („**naturnaloge Optimierungsverfahren**“)
 - **Unterscheidung** der verschiedenen evolutionären Algorithmen anhand der verwendeten **Operatoren** (Kreuzung, Mutation, Selektion,...)
- Fokus dieses Vortrages sind **genetische Algorithmen**

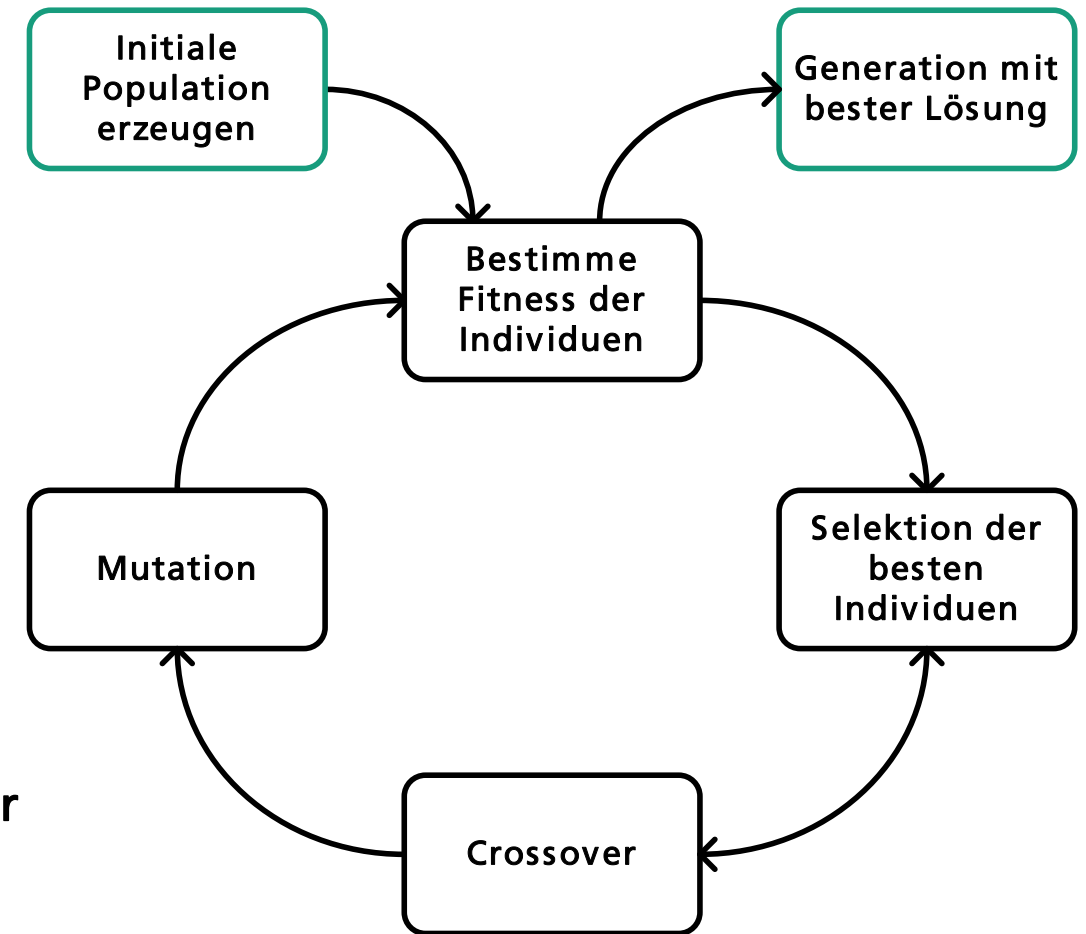


Klassifizierung von metaheuristischen Optimierungsalgorithmen [2]:
<http://metah.nojhan.net/post/2007/10/12/Classification-of-metaheuristics>

Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

Theoretische Grundlagen

- **Konditionierung** der Problemstellung erfolgt über die Definition der **Fitness** einer Lösung einer **Population**
 - Fitness entspricht einem **Maß** für die **Güte** einer Lösung (**Individuum**)
- Mittels **Selektion** werden die **besten** Individuen einer **Population** ausgewählt
- Die **Kreuzung** und **Mutation** bestimmen die Individuen der nächsten Population
- **Abbruch** des Algorithmus erfolgt nach **bestimmter Anzahl an Populationen** oder falls eine **optimale Lösung** gefunden wird



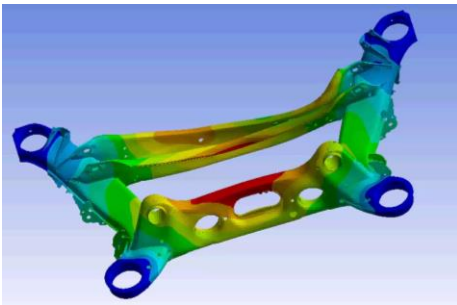
Vereinfachtes Aktivitätsdiagramm eines genetischen Algorithmus

Ein Beispiel aus dem Projekt „LeichtFahr“ ...

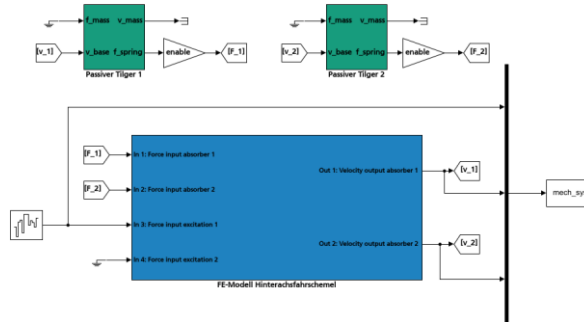
Optimierung verteilter passiver Tilger

Workflow für die Optimierung

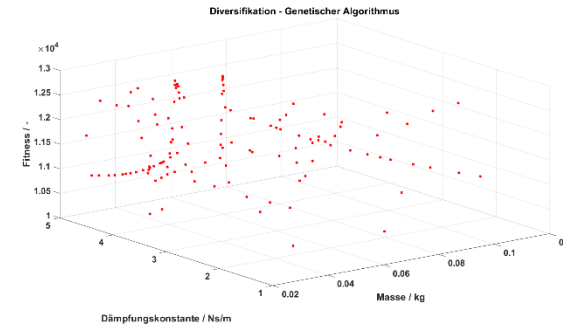
Modellerstellung
(AdaptoSim
oder FE-Import)



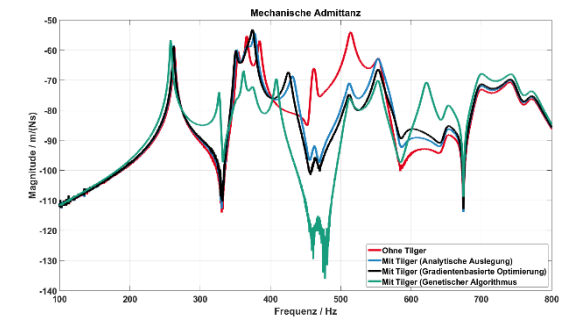
Systemlösung für
verbessertes
NVH-Verhalten



Optimierung der
Parameter



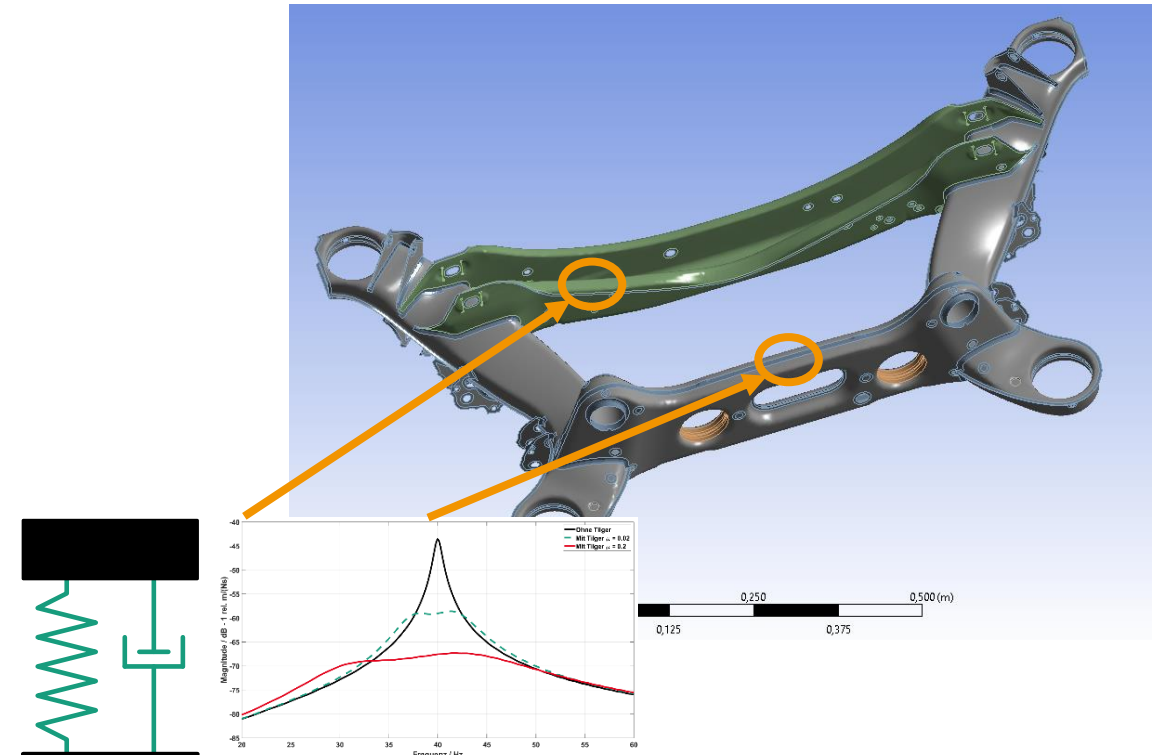
Grafische
Darstellung und
Analyse



Optimierung verteilter passiver Tilger

Vibrationen und Schallabstrahlungen am Hinterachsfahrschemel

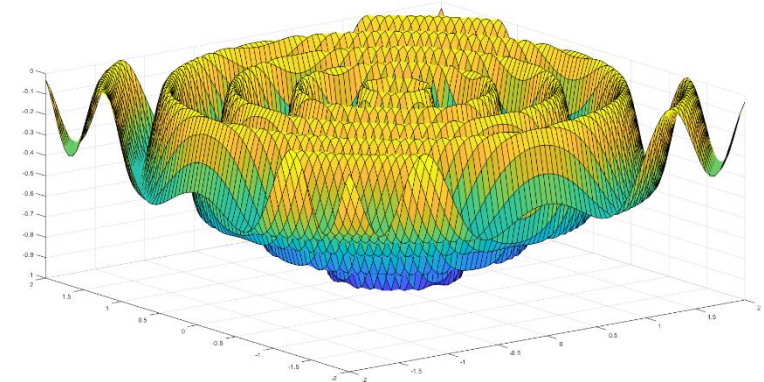
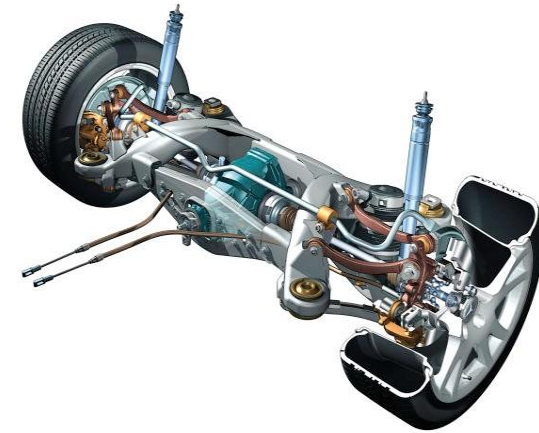
- Integration von zwei Tilgern zur Reduktion von Körper- und Luftschall
 - Positionierung der Tilger basierend auf einer Modalanalyse des FE-Modells
 - Export des FE-Modells über AdaptoSim als Zustandsraum-Modell
 - Modellierung der Tilger als 1-DOF Systeme in AdaptoSim
- Optimierung der Tilgerparameter (Steifigkeit, Masse, Dämpfung) mittels genetischem Algorithmus



Optimierung verteilter passiver Tilger

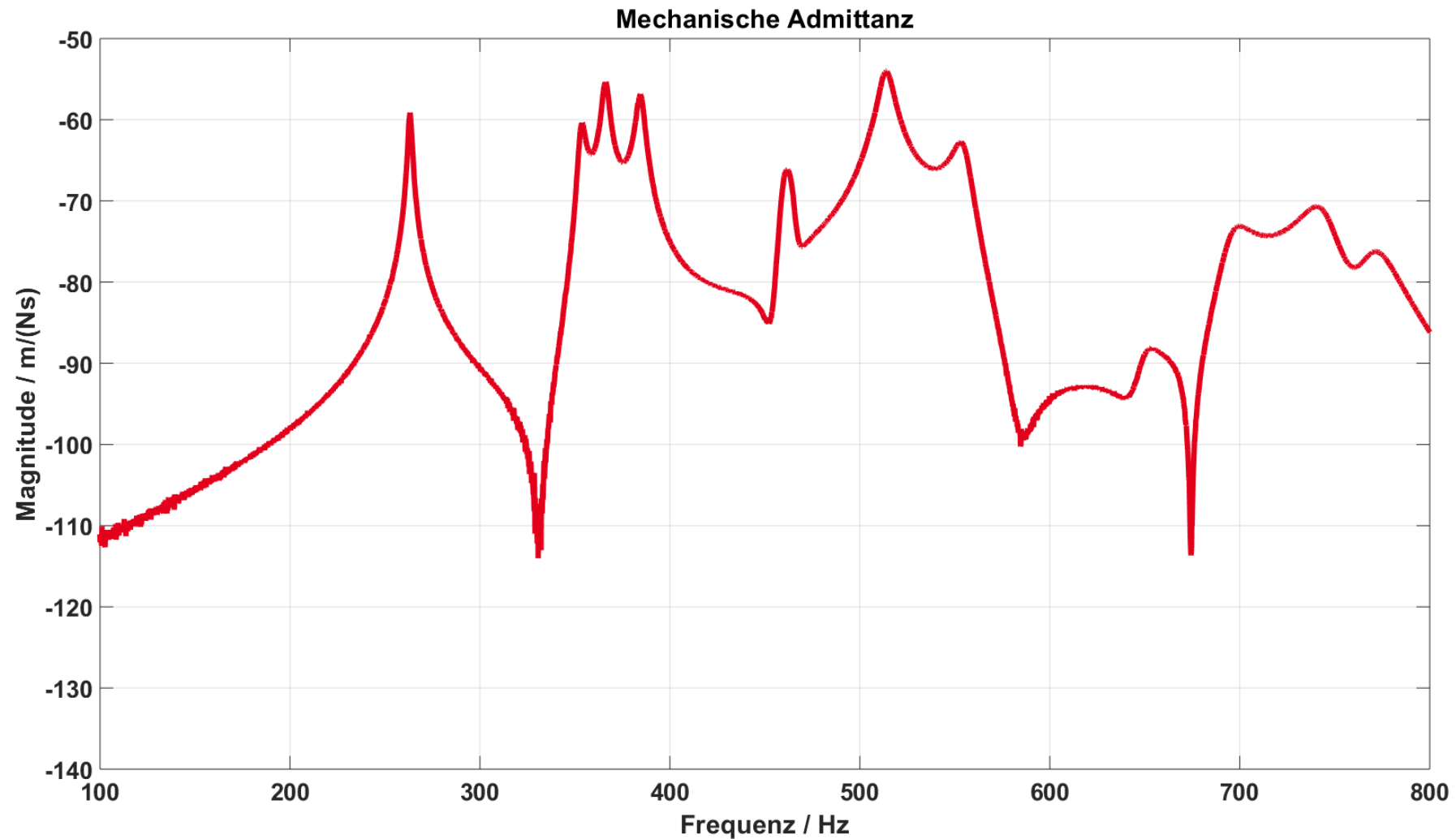
Implementation des Optimierungsalgorithmus

- Implementation eines **zweistufigen genetischen Algorithmus** zur **Optimierung** der Tilger-Parameter
- **Individuum** besteht aus **n Tilgern** mit den jeweiligen Parametern
- **Fitness** eines **Individuums** innerhalb einer Population definiert über:
 - **Schwingungsreduktion** (definiertes Frequenzband)
 - **Eingebrachte Masse** der Tilger in **Bezug** auf das gesamte **System**



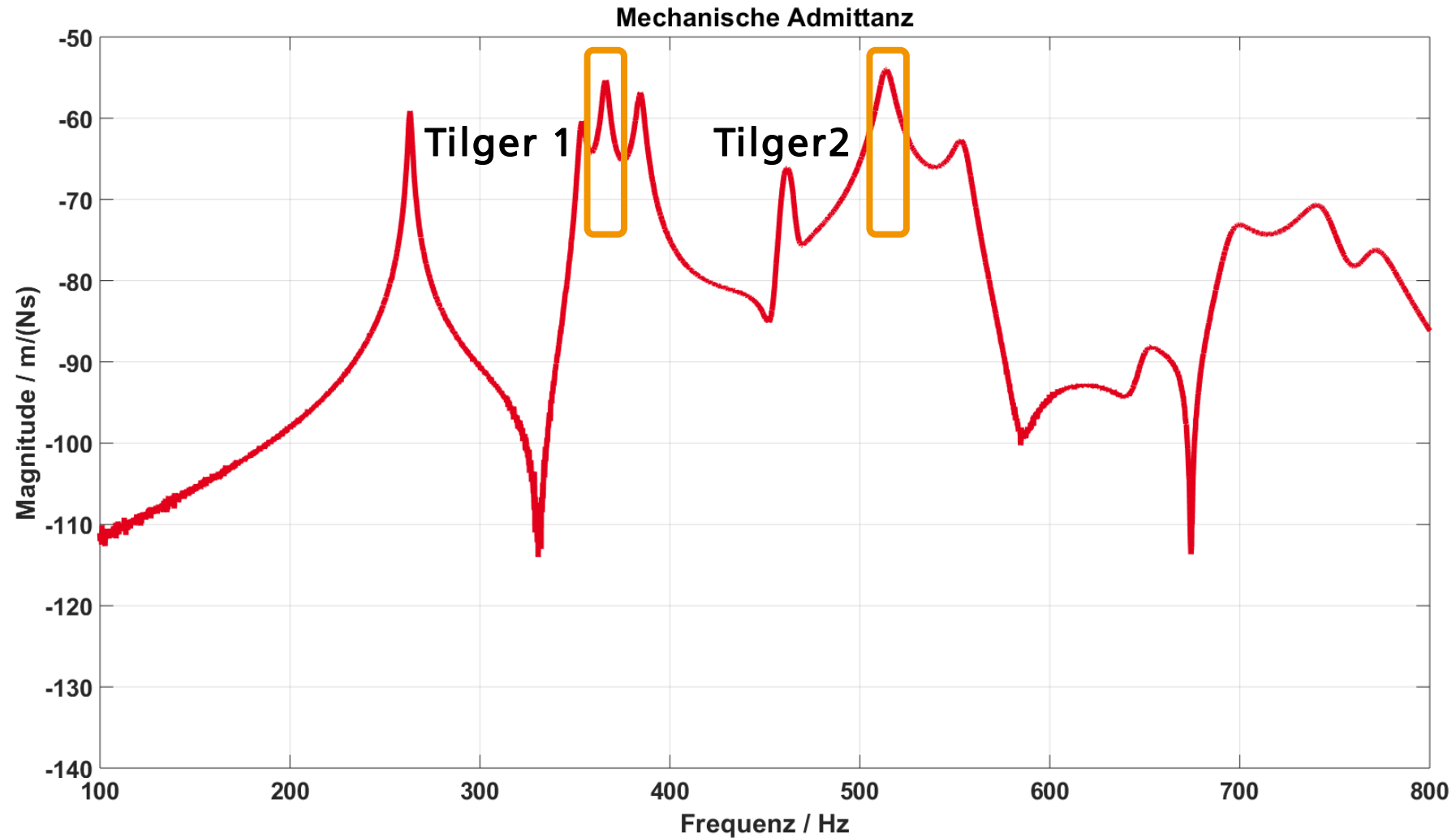
Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

Beispiel: Verteilte passive Tilger am Hinterachsfahrschemel



Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

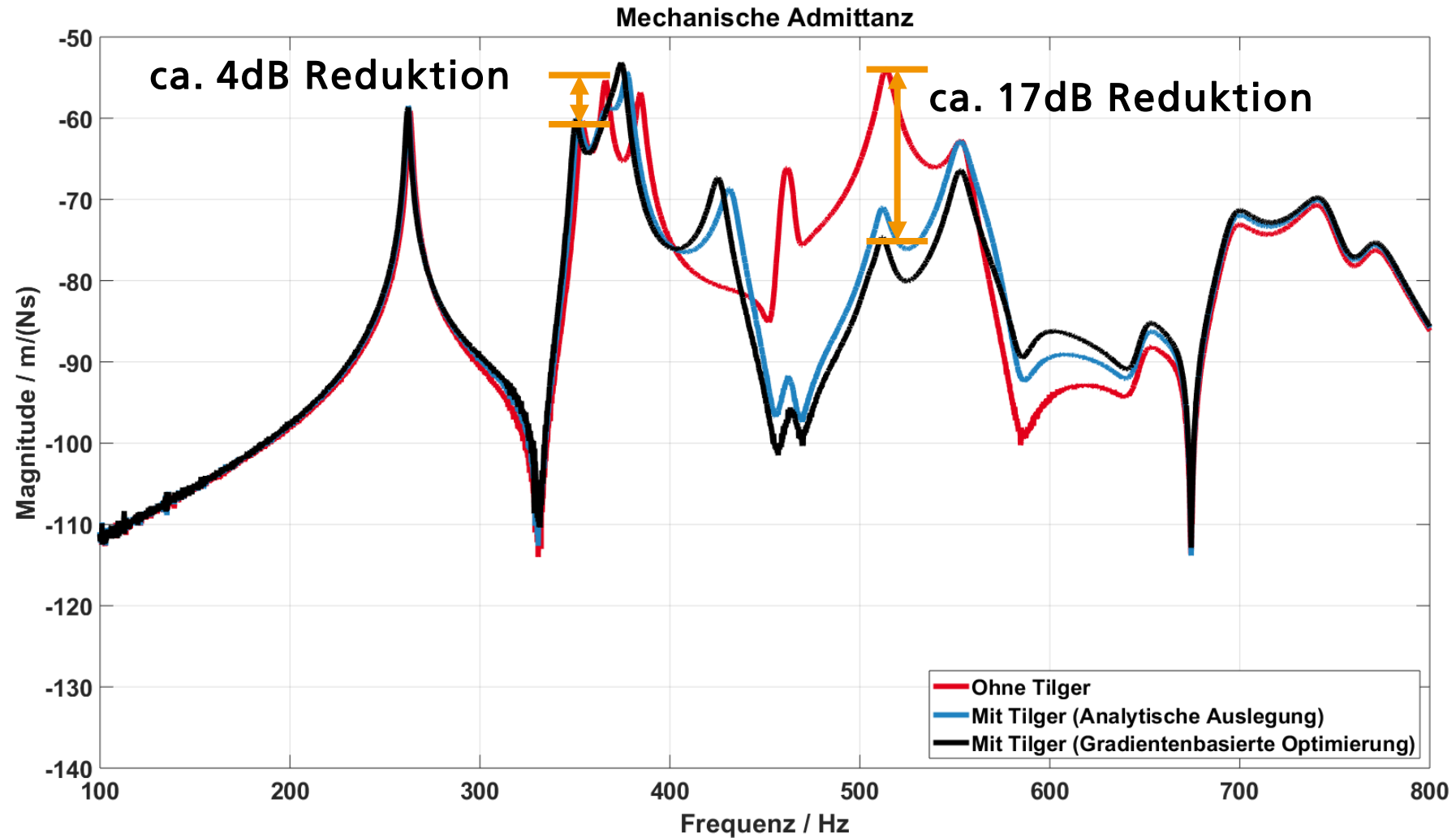
Beispiel: Verteilte passive Tilger am Hinterachsahrschemel



Wie viel Reduktion erreicht man mit konventionellen Methoden?

Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

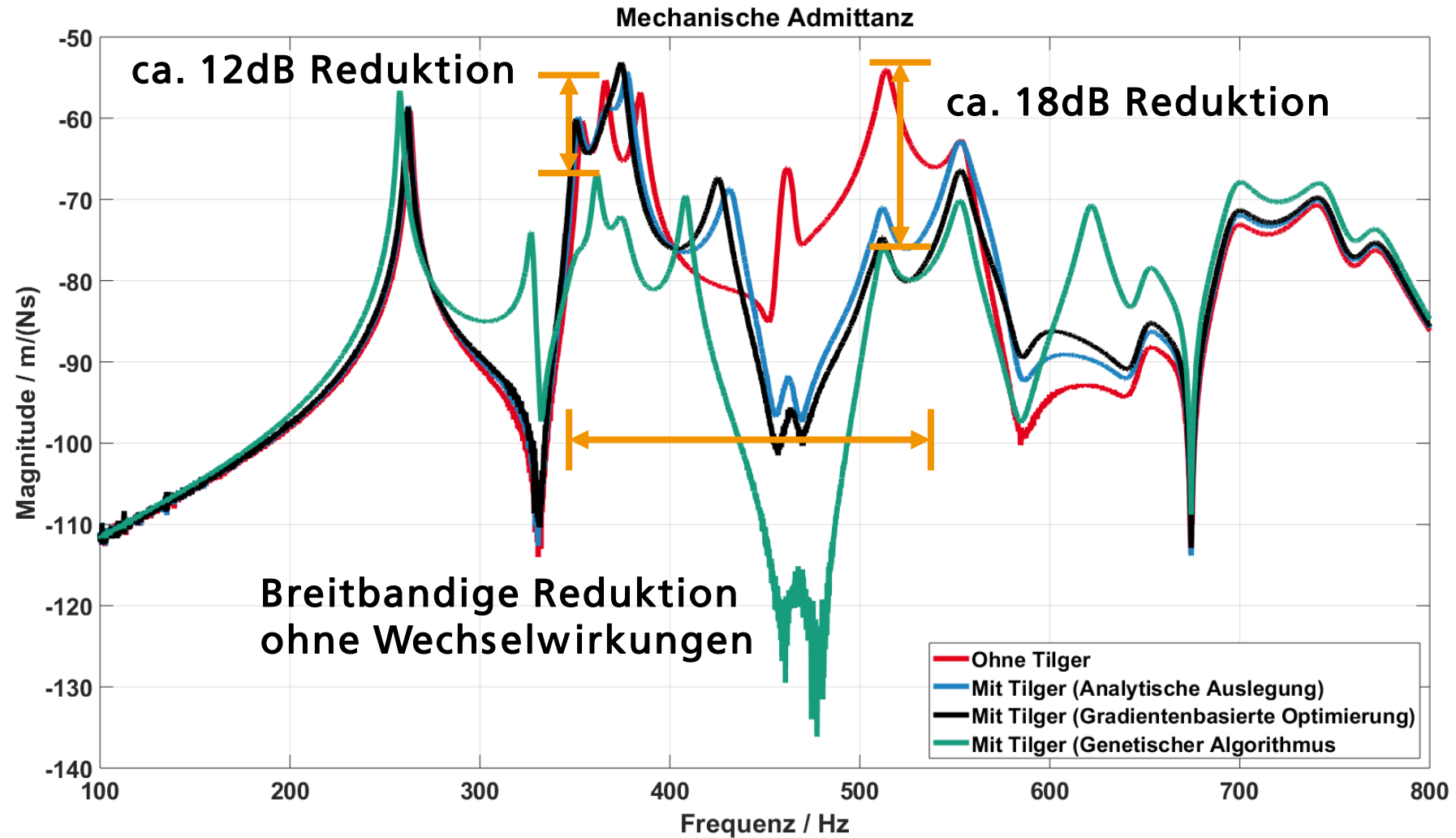
Beispiel: Verteilte passive Tilger am Hinterachsahrschemel



Wie viel Reduktion erreicht man mit metaheuristischen Methoden?

Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

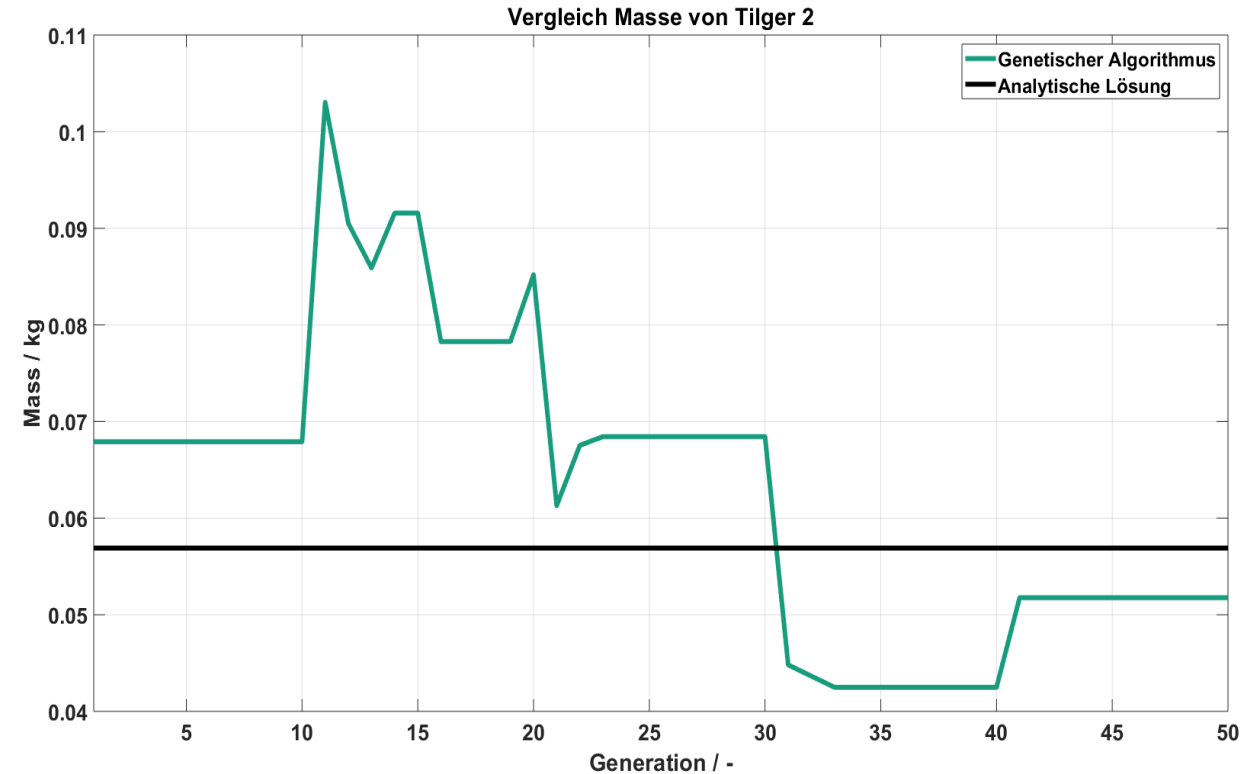
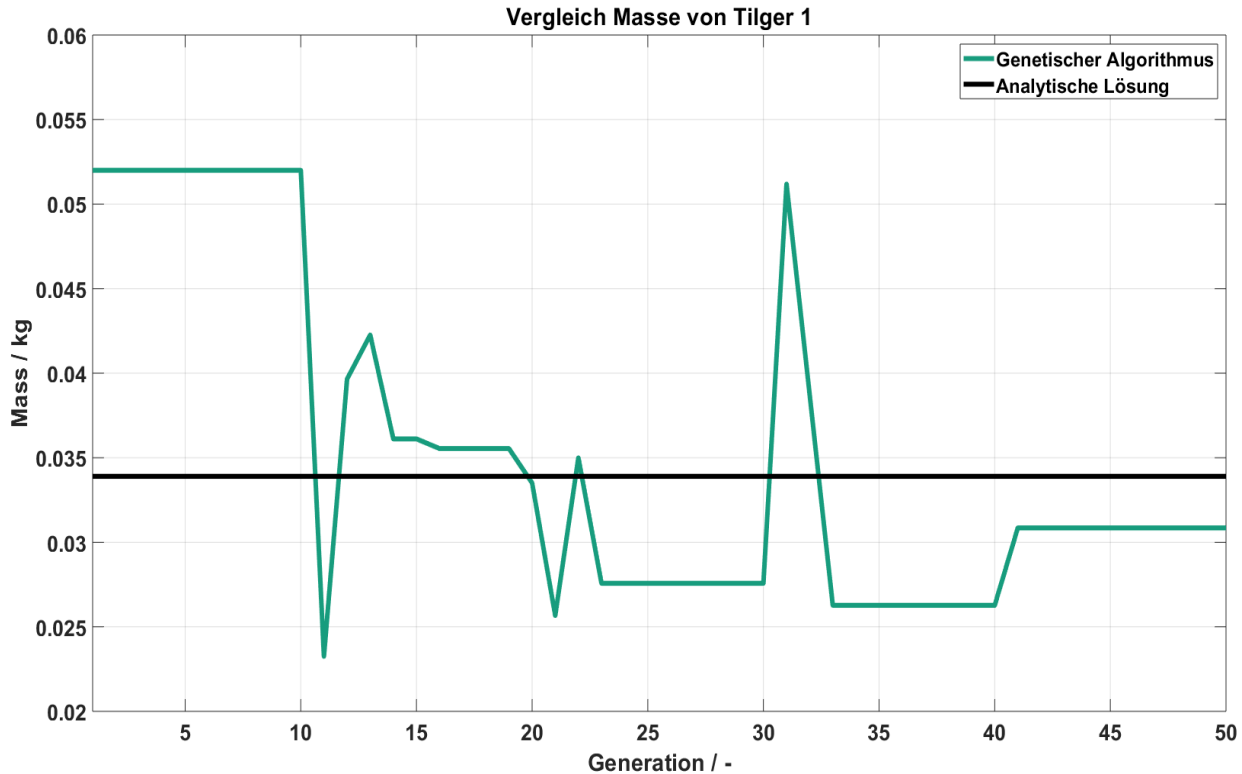
Beispiel: Verteilte passive Tilger am Hinterachsahrschemel



Können wir auch Gewicht sparen?

Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

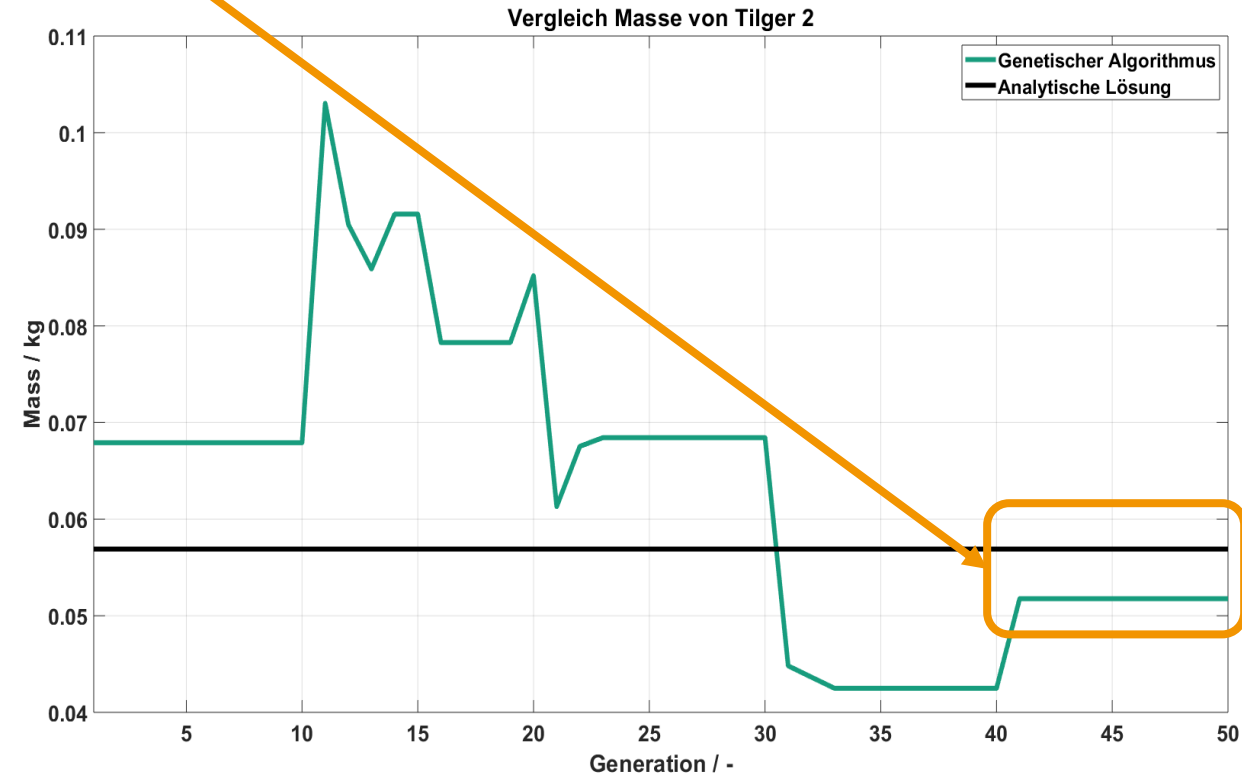
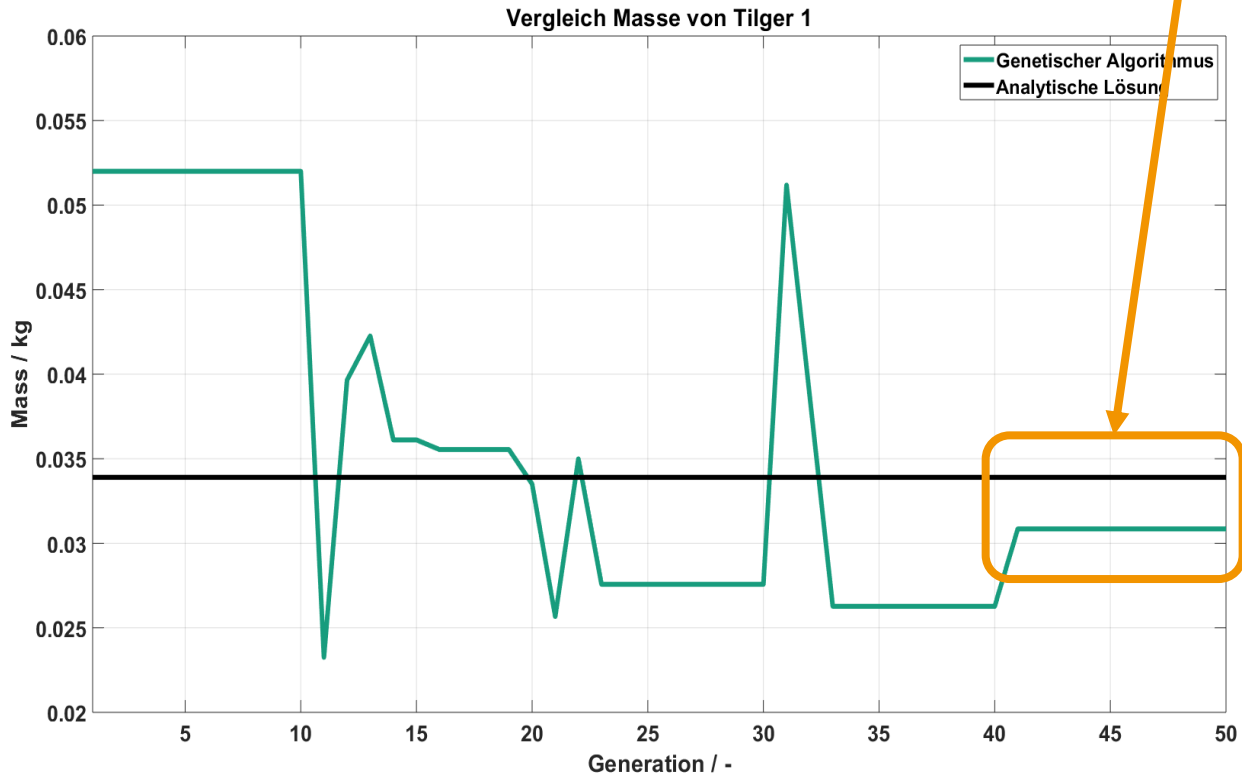
Beispiel: Verteilte passive Tilger am Hinterachsfahrschemel



Optimierung mittels metaheuristischer Verfahren

Beispiel: Verteilte passive Tilger am Hinterachsfahrschemel

Gewichtersparnis!



Danke für die Aufmerksamkeit!



Kontakt:

Christopher Ranisch, M.Sc.

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

E-Mail: christopher.ranisch@lbf.fraunhofer.de

Telefon: +49 6151 705 231