

Bauteiloptimierung im Workbench-Umfeld

Beat Schmied, Schmied Engineering GmbH, CH-4564 Obergerlafingen

Einleitung

Inhaltsverzeichnis

- das Produkt
- die Problemstellung
- Grobdimensionierung mit Balkenmodell und Modalanalyse
- Konstruktive Gestaltung mit Solidmodell
- Detailkonstruktion mit CAD-Import
- Schlussbemerkungen zu Workbench und DesignModeler

Das Produkt

Das Produkt **RoboLoop**

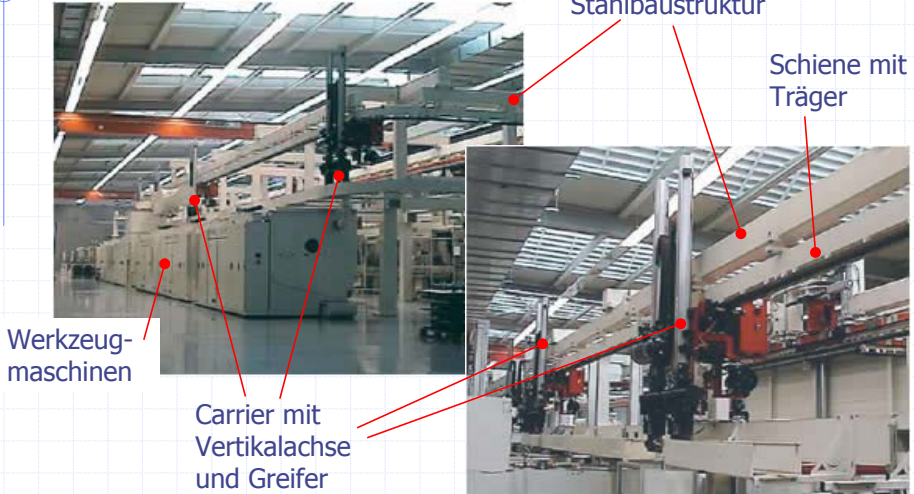
Umlaufendes, kurven-
gängiges Portal- und
Transfersystem

An einer hängend
angeordneten Schiene
verfährt eine beliebige
Anzahl Carrier zum Be-
und Entladen von
Werkzeugmaschinen resp.
für beliebig andere
Applikationen.



Das Produkt

Ein Anlagenbeispiel



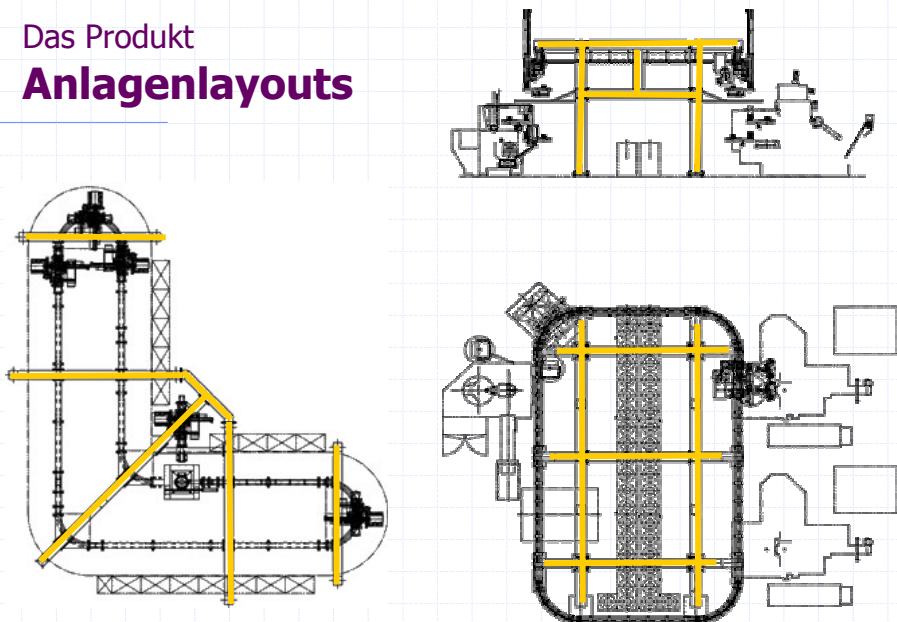
CADFEM User's Meeting 2005

Beat Schmied

5

Das Produkt

Anlagenlayouts



CADFEM User's Meeting 2005

Beat Schmied

6

Das Produkt

Detailangaben

- Hersteller und Patentinhaber Güdel AG, Langenthal
www.gudel.com
- kurvengängiges Portal- und Transfersystem
- 2 oder mehr Carrier verfahren unabhängig voneinander
- Zahnstangenantrieb bietet hohe Positioniergenauigkeit
- Nutzlast 6.3 kN bis 25 kN
- Verfahrgeschwindigkeit bis 150 m/min
- Beschleunigung 2 m/s²

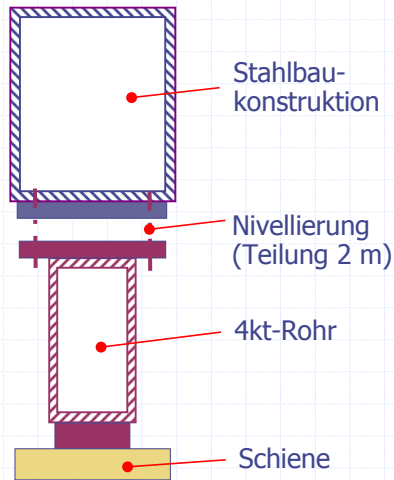
Schmied
Engineering GmbH

Die Problemstellung

Die Problemstellung

Bisherige Tragkonstruktion

Die Schiene des RoboLoops wird an einem relativ schwachen 4kt-Rohr aufgehängt. Die eigentliche Stabilität des Systems wird durch eine projekt-spezifische Stahlbaukonstruktion gewährleistet.

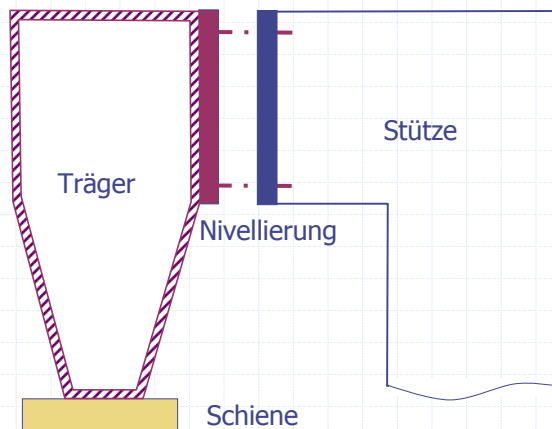


Die Problemstellung

Neue Tragkonstruktion

Die beiden 4kt-Profile sollen zu einem stabilen Träger für Stützenweiten bis 10 m zusammengefasst werden.

Die Stützen sollen individuell an beliebigen Stellen aufgestellt werden können.



Grobdimensionierung

Grobdimensionierung

Ziel und Vorgehen

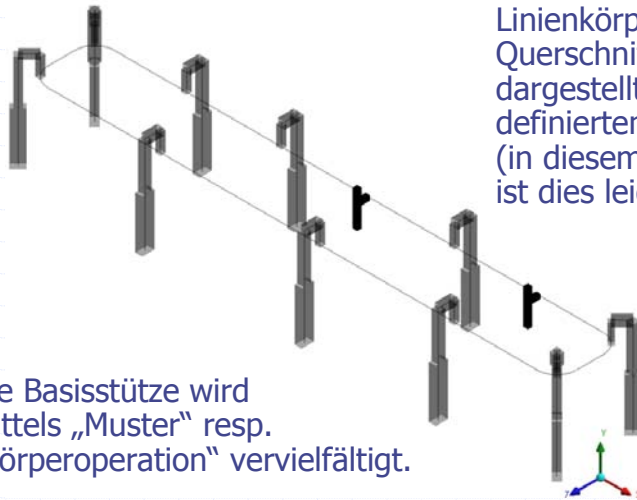
In der 1. Entwicklungsphase geht es darum, die Hauptabmessungen des Trägers und der Stützen zu ermitteln. Nebst den maximalen Verformungen interessiert vor allem das Schwingungsverhalten. Denn, sobald mehrere Carrier unabhängig voneinander verfahren, dürfen sie sich nicht gegenseitig negativ beeinflussen.

Die Analyse erfolgt mit einem Balkenmodell, da damit die Abmessungen, resp. die Flächenkennwerte sehr einfach verändert werden können.

Die Modellerstellung erfolgt im DesignModeler für eine konkrete Anlage mit 2 Carriern.

Grobdimensionierung

Balkenmodell im Designmodeller

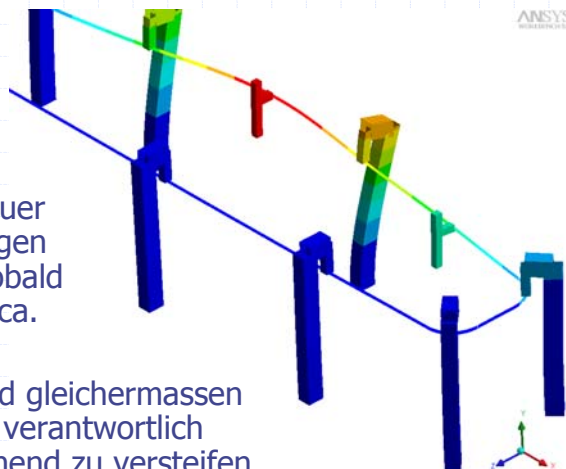


Linienkörper sind mit ihren Querschnitten als Volumen dargestellt. Bei selbst definierten Querschnitten (in diesem Fall der Träger) ist dies leider nicht möglich.

Die Basisstütze wird mittels „Muster“ resp. „Körperoperation“ vervielfältigt.

Grobdimensionierung

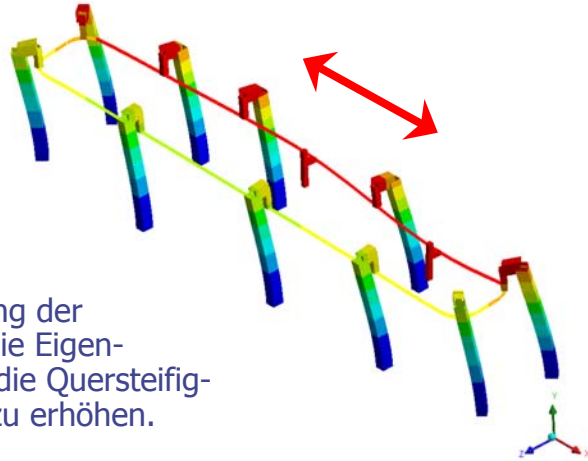
Steifigkeit quer zur Verfahrriichtung



Die Eigenfrequenzen quer zur Verfahrriichtung liegen unter den Vorgaben sobald die Stützenweite über ca. 6 m (soll 10 m) liegt.

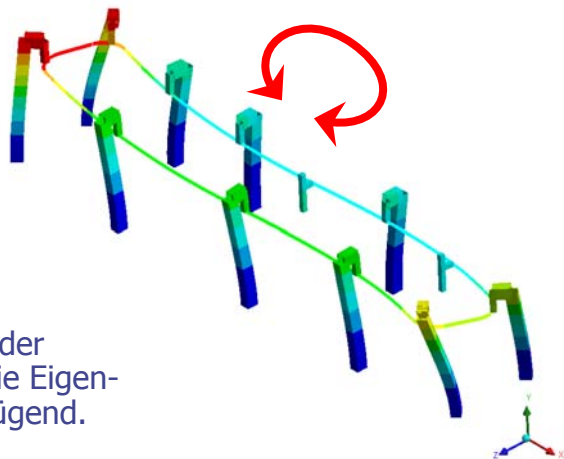
Balken und Stützen sind gleichermassen für die zu tiefen Werte verantwortlich
→ beide sind entsprechend zu versteifen.

Eigenfrequenzen der Gesamtstruktur



Auch in Längsrichtung der Gesamtstruktur ist die Eigenfrequenz zu tief → die Quersteifigkeit der Stützen ist zu erhöhen.

Eigenfrequenzen der Gesamtstruktur



In Umfangsrichtung der Gesamtstruktur ist die Eigenfrequenz knapp genügend.

Grobdimensionierung

Erhöhung der Steifigkeiten

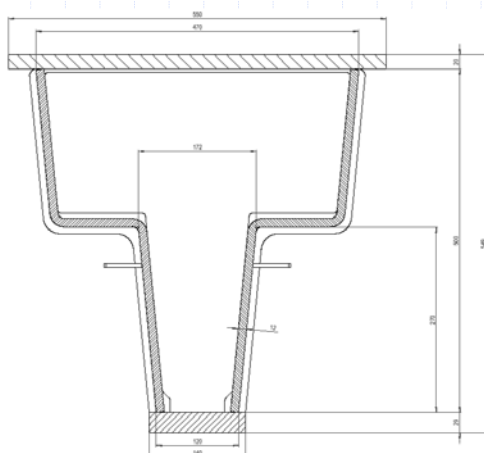
Die ersten Eigenfrequenzen erreichen bloss ca. 50% der angestrebten Werte. Dies bedeutet, dass die Steifigkeiten, unter Berücksichtigung der Eigenmassen, um rund das 4 bis 5-fache erhöht werden müssen.

Im Folgenden werden die Querschnitte von Träger und Stützen erhöht. Dabei wird einzig auf die Platzverhältnisse Rücksicht genommen. Weitergehende konstruktive und fabrikatorische Kriterien werden vorerst ausgeblendet.

Im Balkenmodell werden die Flächenkennwerte der verstärkten Profile überprüft. Jene des Trägers werden in ANSYS ermittelt, da der DesignModeler 9.0 über keine derartige Funktion verfügt.

Grobdimensionierung

Beispiel von Trägervarianten



Grobdimensionierung

Ergebnisse

- Vom Träger und von den Stützen sind nun die Hauptabmessungen, mit denen die Anforderungen erfüllt werden können, bekannt.
- Bei der konstruktiven Ausarbeitung ist beim Träger und bei der Stütze (hier mindestens im oberen Bereich) auf ein hohes Steifigkeits-Masse-Verhältnis zu achten.

Bemerkung: Die Definition von Balkenstrukturen ist im DesignModeler einfach, solange auf vordefinierte Querschnitte zugegriffen werden kann. Die Definition eigener Querschnitte, insbesondere die Bedeutung der einzelnen Parameter ist nur mangelhaft beschrieben und in der Grafik wird nur eine Linie gezeigt, was die richtige Orientierung des Balkens um seine Längsachse erschwert.

Konstruktive Gestaltung

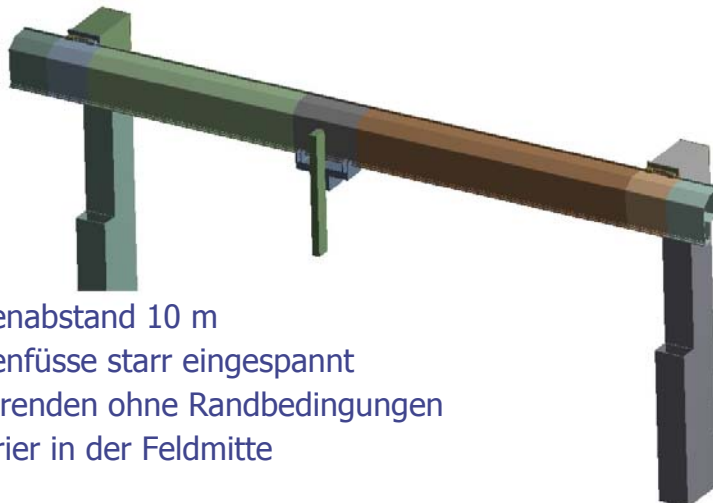
Konstruktive Gestaltung

Vorgehen

- Die weiteren Berechnungen werden nicht mehr am ganzen System durchgeführt, sondern auf ein einfaches Portal mit 10 m Stützenweite beschränkt.
- Es erfolgt der Wechsel vom Balken- zum Solid-Modell. Dies um auch Details, wie die Lasteinleitung des Carriers in den Träger und die Trägernivellierung berücksichtigen zu können.
- In enger Zusammenarbeit mit der Konstruktion und dem Schweissfachmann werden Stütze und Träger (Querschnitte, Blechteiligkeiten, Schweissnahtdetails) definiert.
- Auch in dieser Phase erfolgt die Modellierung noch ausschliesslich im DesignModeler.

Konstruktive Gestaltung

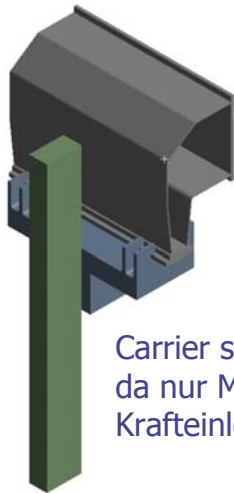
Das Grundmodell



- Stützenabstand 10 m
- Stützenfüsse starr eingespannt
- Trägerenden ohne Randbedingungen
- 1 Carrier in der Feldmitte

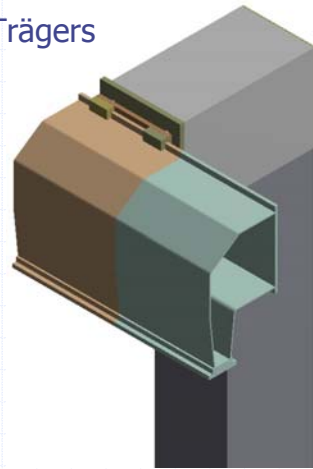
Konstruktive Gestaltung

Details des Grundmodells



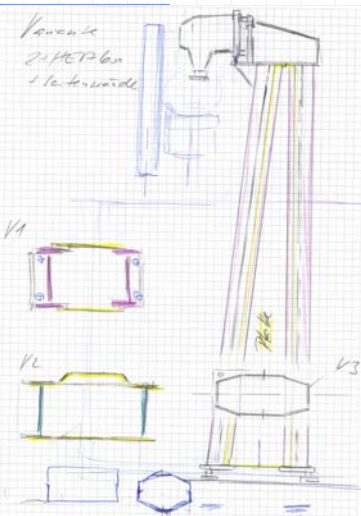
Klemmung des Trägers
an Stütze noch
vereinfacht

Carrier stark vereinfacht,
da nur Masse und
Krafteinleitung relevant



Konstruktive Gestaltung

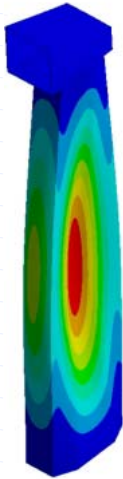
Entwicklung des Stützenkonzepts



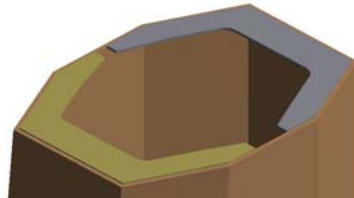
Schnitt durch Stütze



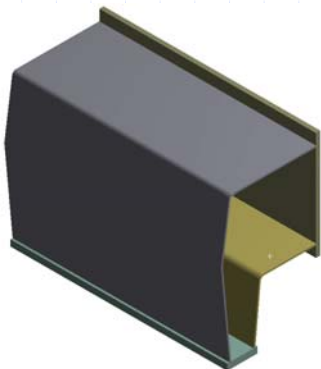
Dimensionierung der Stütze



Mittels Modal- und Beulanalyse werden die Wände dimensioniert und die Rippen bestimmt.



Verfeinerte Profile



Beim Träger liegt das Endergebnis aus der Grobdimensionierung bereits nahe am Optimum. Es sind vor allem noch die Blechstärke und die Verrippung zu definieren.

Bei der Stütze braucht die definitive Lösung jedoch mehrere Iterationsschritte.



Detailkonstruktion & Festigkeitsnachweis

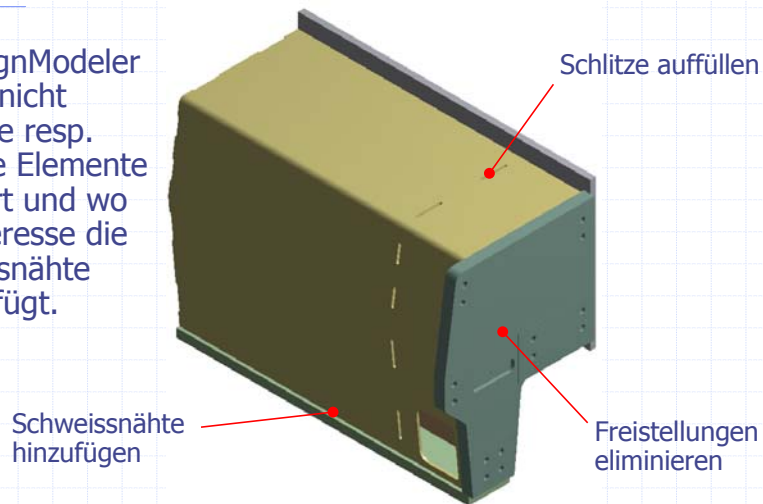
Detailkonstruktion

Vorgehen

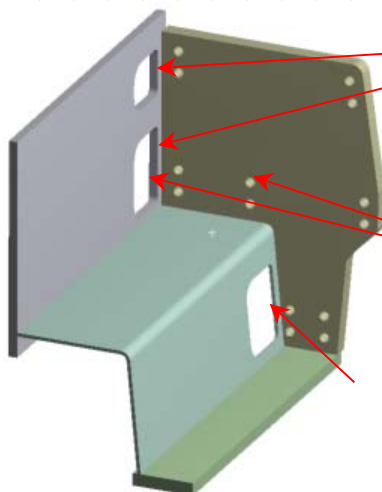
- Die vorliegenden Lösungen werden nun in SolidWorks modelliert. Dabei werden auch die Details definiert.
- Über die Parasolid-Schnittstelle wird das Modell in den DesignModeler importiert. Für die Berechnung überflüssige Bauteile resp. störende Details werden eliminiert. Da die Schweissnähte im CAD nicht modelliert werden, sind sie wo nötig noch einzufügen.
- Zeigen die Berechnungen Schwachstellen, werden im Modeler entsprechende Modifikationen vorgenommen.
- Erfolgreiche Modifikationen werden via Parasolid wieder an den Auftraggeber zurückgegeben.

Detailkonstruktion **CAD-Modelle aufbereiten**

Im DesignModeler werden nicht relevante resp. störende Elemente eliminiert und wo von Interesse die Schweissnähte hinzugefügt.



Konstruktive Gestaltung **Trägergestalt optimieren**

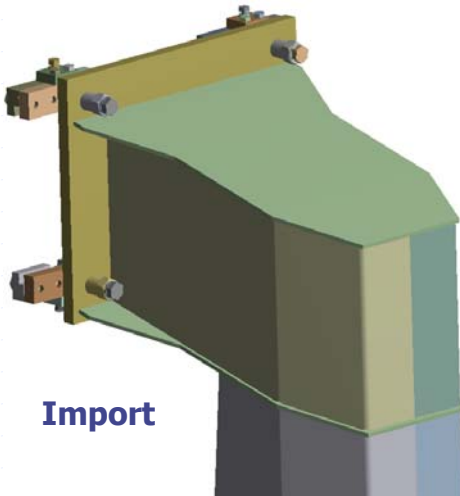


Fenster in Vertikalplatte und dafür geschlossene Blechträger ergibt klareren Kraftfluss sowie einfachere und weniger Teile.

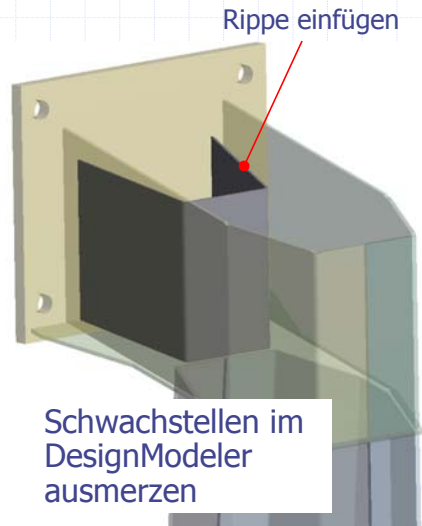
Fenster muss grösser sein, wegen der Zugänglichkeit zu den inneren Schrauben.

Fenster mit umlaufendem Rahmen gibt kleinere Schweissnahtbelastungen
→ Schrauben müssen in Querrichtung näher zusammen.

Stützenstruktur optimieren



Import



Rippe einfügen

Schwachstellen im
DesignModeler
ausmerzen



Schlussbemerkungen

Workbench und DesignModeler

- Workbench bietet gegenüber ANSYS Classical viele Vereinfachungen und Automatismen.
- Es ist jedoch wichtig, diese Automatismen zu kennen und zu verstehen (z.B. automatische Kontakterkennung).
- Wie jedes Programm hat auch Workbench seine Macken (z.B. bei der automatischen Vernetzung).
- Der DesignModeler erlaubt eine klare Aufgabentrennung zwischen Konstruktion und Berechnung. Das CAD-Modell muss keine Rücksicht mehr auf die FE-Berechnung nehmen:
 - der Konstrukteur wird entlastet
 - Umwege bei der Lösungsfindung beschäftigen nicht auch noch den Auftraggeber