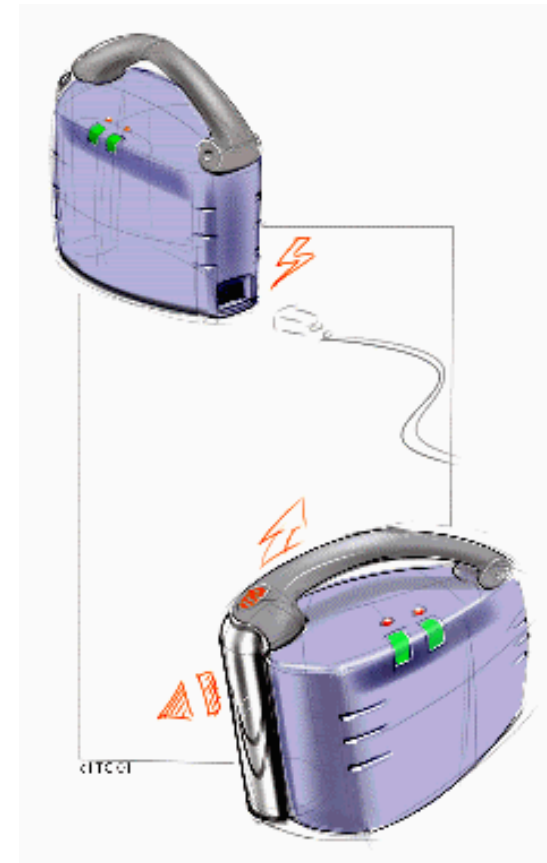
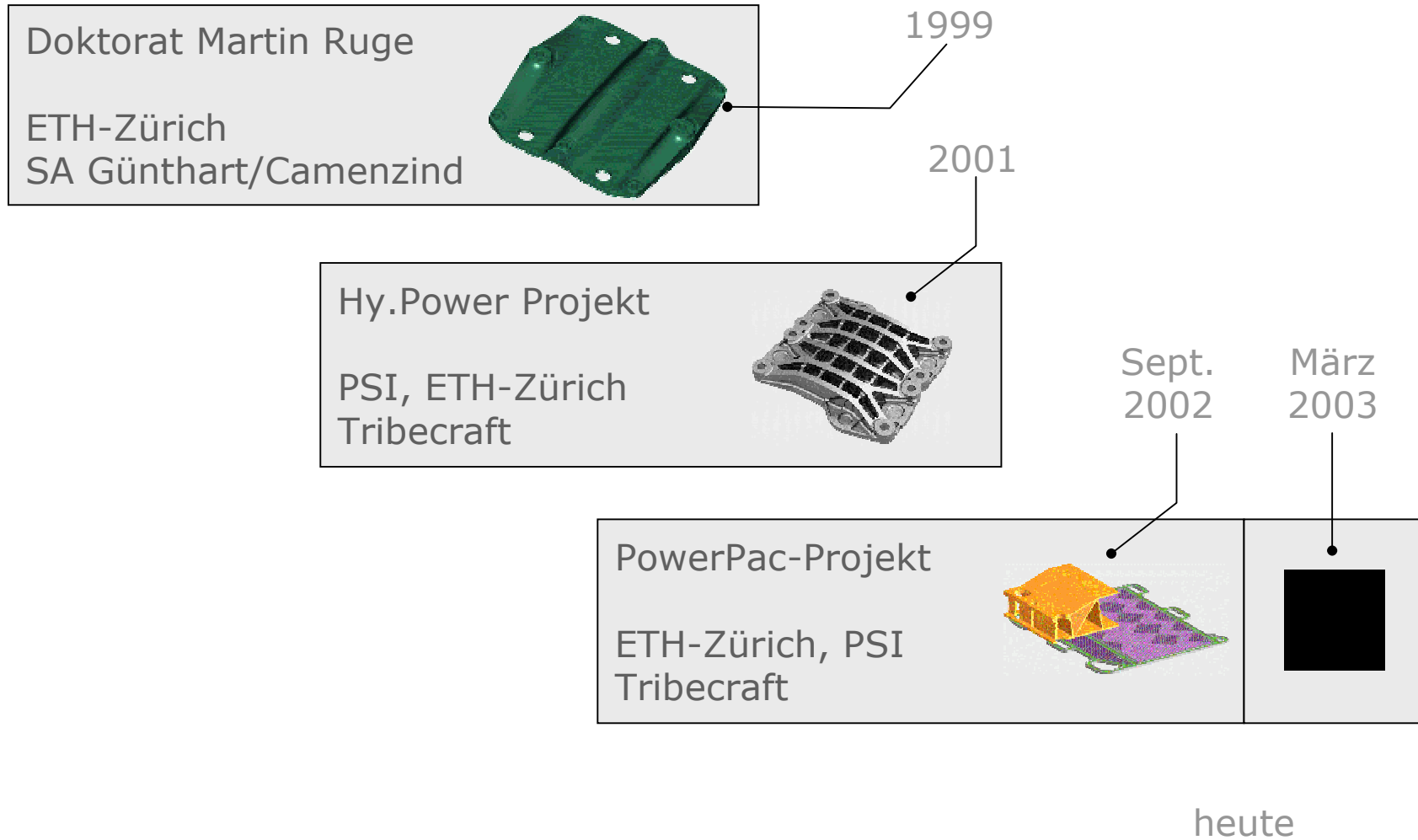


# Strukturkonzepte für die Endplatte einer Brennstoffzelle

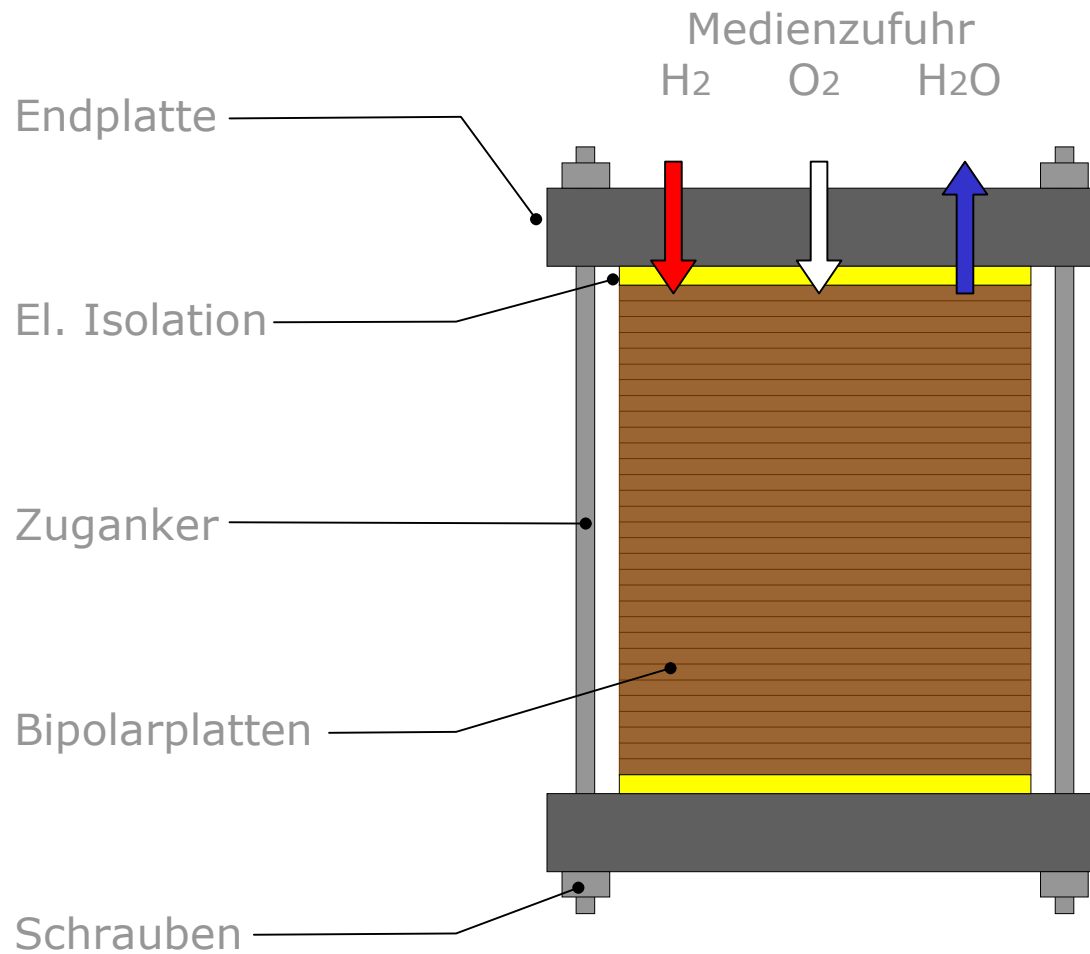
Tribecraft, 12/2002



# Projektübersicht



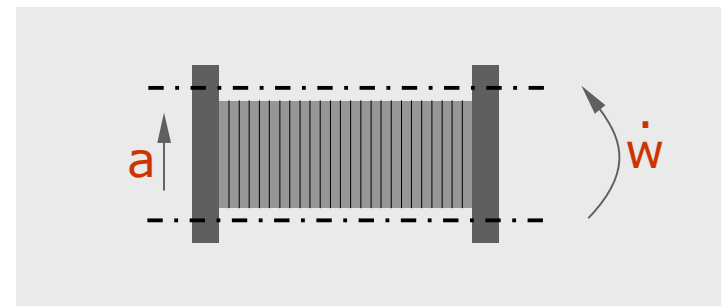
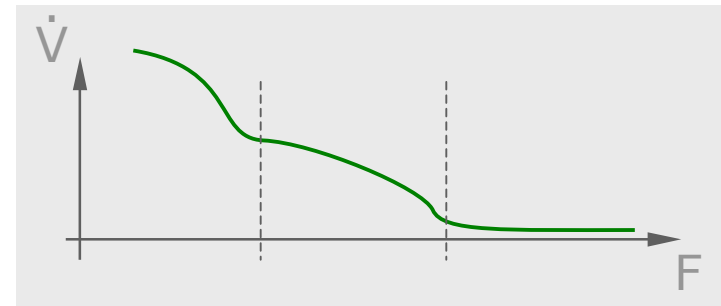
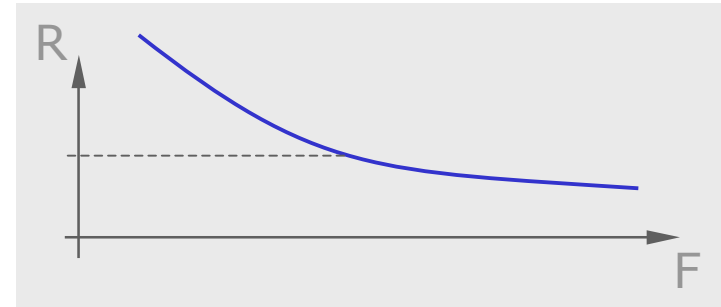
# Komponenten eines Brennstoffzellenstapels



# Funktionen einer Endplatte

Anpresskraft zwischen den Bipolarplatten erzeugen

- Elektrischen Widerstand verringern  
(Erhöhung des Wirkungsgrades)
- Strömungskanäle dichten  
(Leckageverluste verhindern)
- Belastungen und Stöße aufnehmen  
(Beschleunigungen und Winkelbeschleunigungen ertragen)



# Anforderungen an eine Endplatte

---

## Anforderungen sind Abhängig vom Einsatzort

- Stationär oder mobil
  - Stationär (Herstellkosten im Vordergrund)
  - Mobil (Gewicht im Vordergrund)

## Geringe Herstellkosten

- HK steigen mit Erhöhung der Anpresskraft
- Fokus: **kostengünstige Herstellverfahren** (Druck-/Spritzguss, Strangpressen, ...)

## Geringes Gewicht

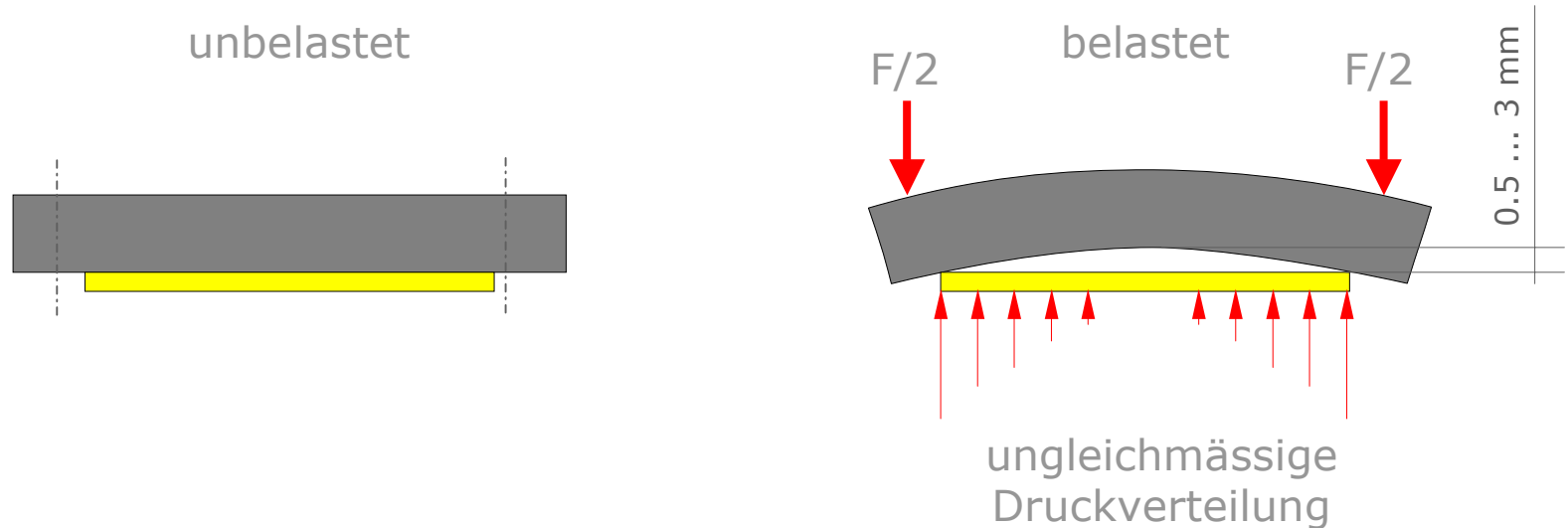
- Masse steigt mit Erhöhung der Anpresskraft
- Fokus: effizienter Materialeinsatz → **Biegespannungen vermeiden**



# Endplatte als Strukturbauteil

## Endplatte wird durch die Belastung deformiert

- Deformation ist bei massiven Platten vernachlässigbar (0.1mm)
- Bei gewichtsoptimierten Endplatten entstehen aber relevante Deformationen in der Grössenordnung **0.5 bis 3 mm!**

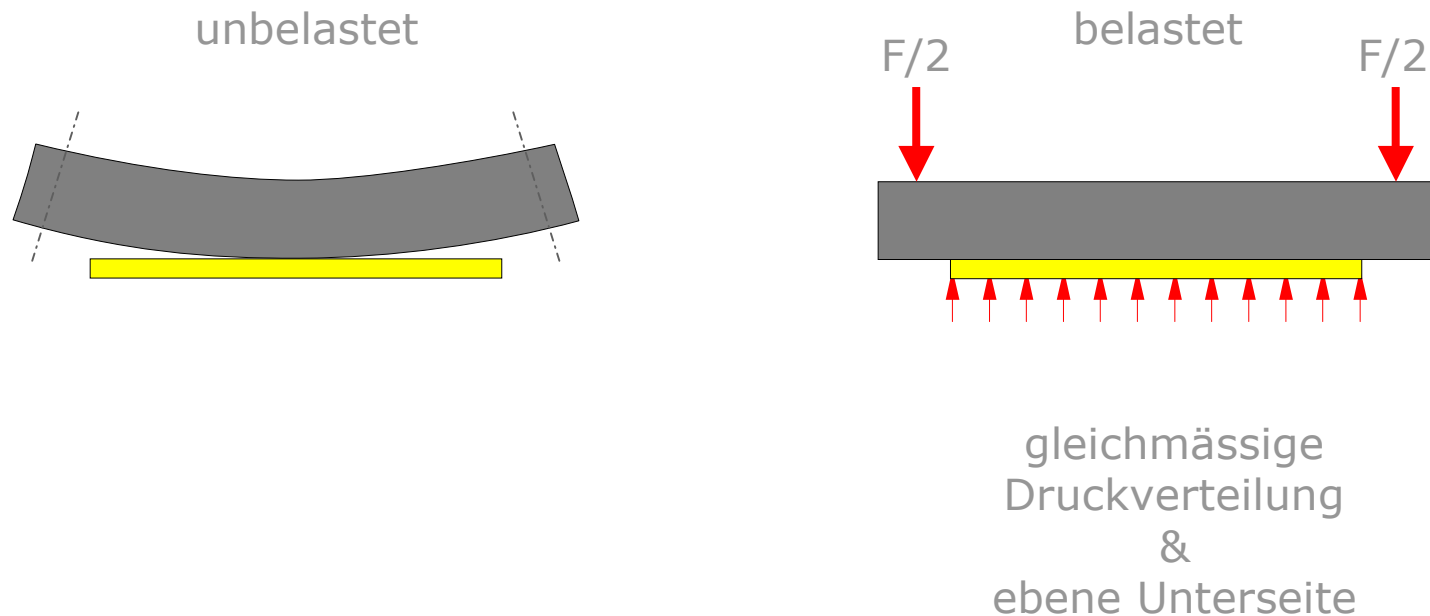


Idee: **Bombierung der Unterseite**

# Bombierung der Endplatte

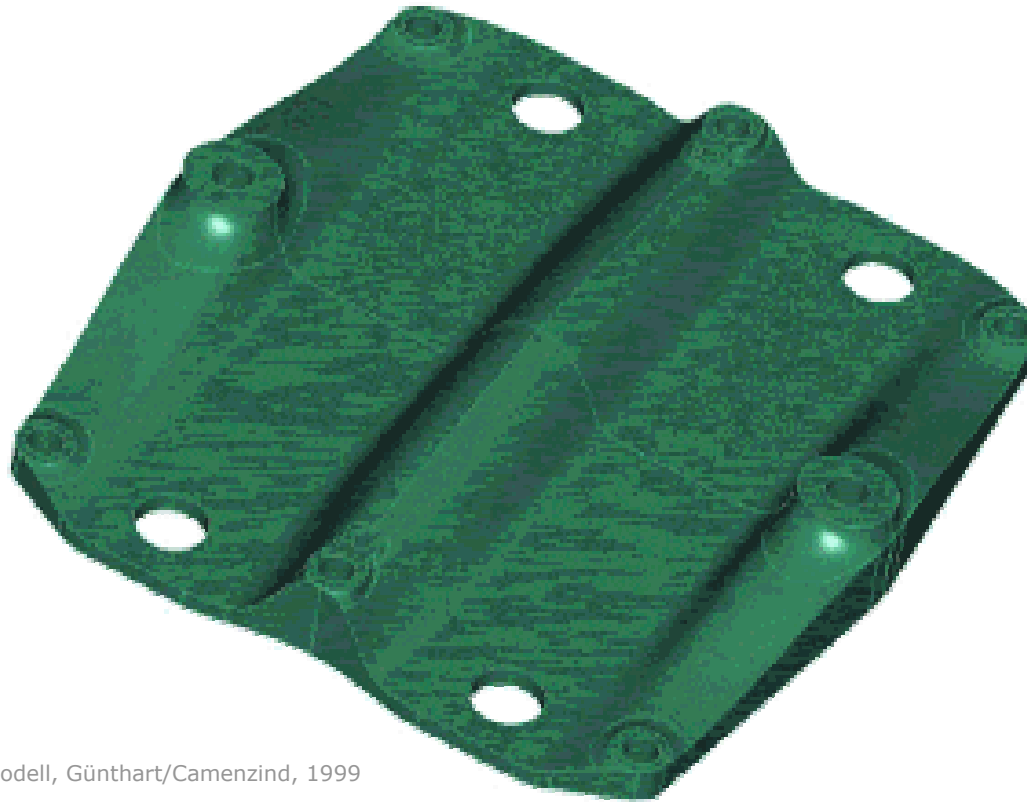
Unterseite ist im gefertigten Zustand nicht eben

- Gekoppeltes strukturmechanisches Problem
  - Vorgaben von Druckverteilung und Deformationsmuster müssen gleichzeitig erfüllt sein!



# Umsetzung der Bombierung, 1. Projekt

Semesterarbeit M. Günthart, S. Camenzind



CAD-Modell, Günthart/Camenzind, 1999

zulässige Spannung [MPa]	belastete Fläche [mm <sup>2</sup> ]	Masse [Gramm]	Anpressdruck [MPa]	INDEX [-]
160	19540	1050	1.2	<b>225.3</b>



# PowerPac: Neues Strukturkonzept für die Endplatte, 1. Schritt

## Ziel:

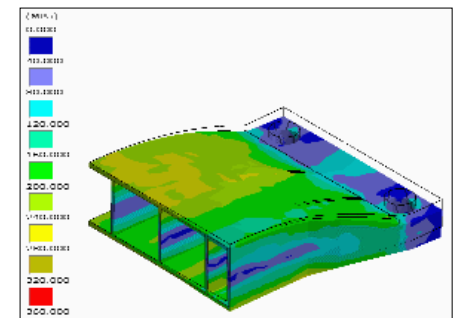
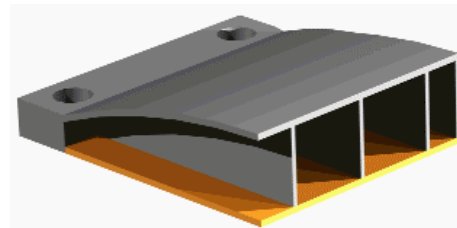
- Weitere Gewichtsreduktion

## Problem:

- Weitere Gewichtsreduktion wegen Biegung der Endplatte kaum möglich

## Idee:

- Reduktion der Biegung
- **Aufteilung der Endplatte in 2 Bauteile**
  - Gussteil: Zuggurt, Abstandsrippen, Bombierung
  - Druckplatte: ebene Platte, passt sich der Bombierung an



## Vereinfachung der Bauteile:

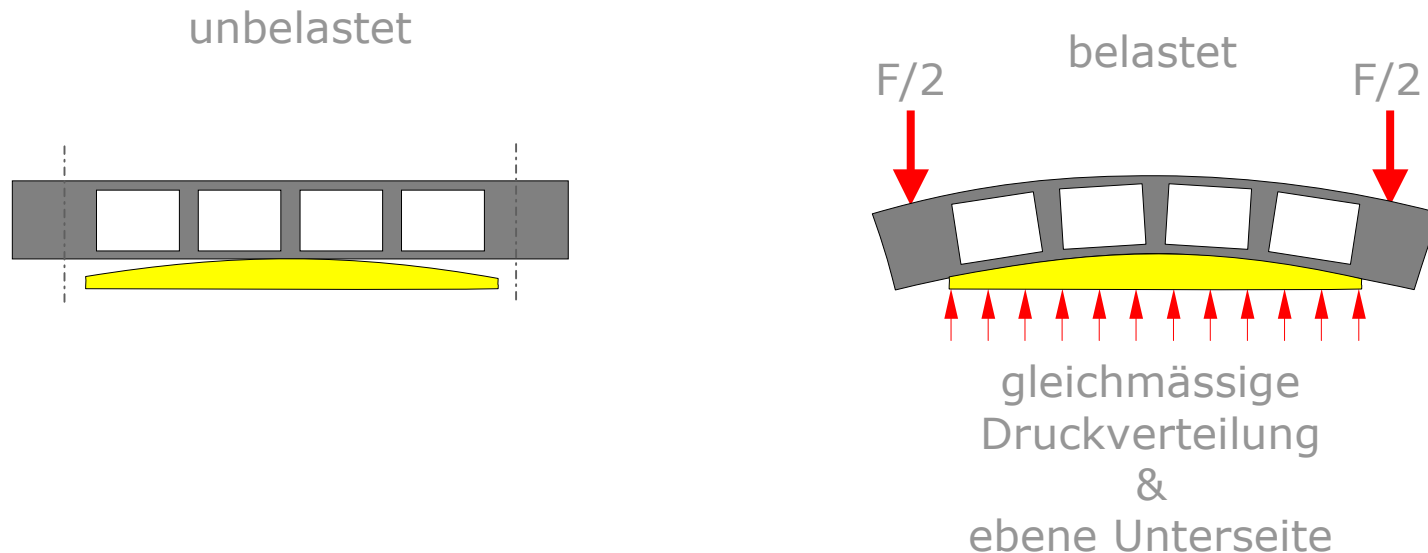
- Gussteil und Druckplatte zu einem Profil vereinen

## Problem:

- Bombierung der Endplatte nicht möglich

## Idee:

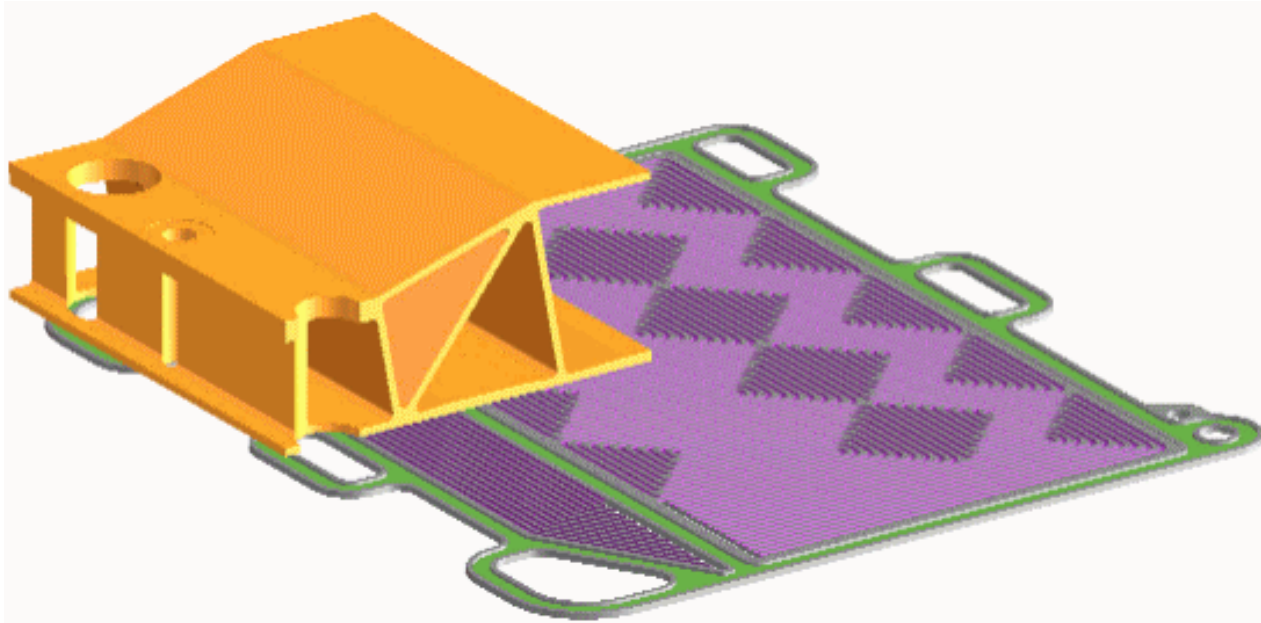
- **Bombierung der el. Isolation**



# Umsetzung der Endplatte PowerPac, Phase 1

## Viertelmodell der Endplatte

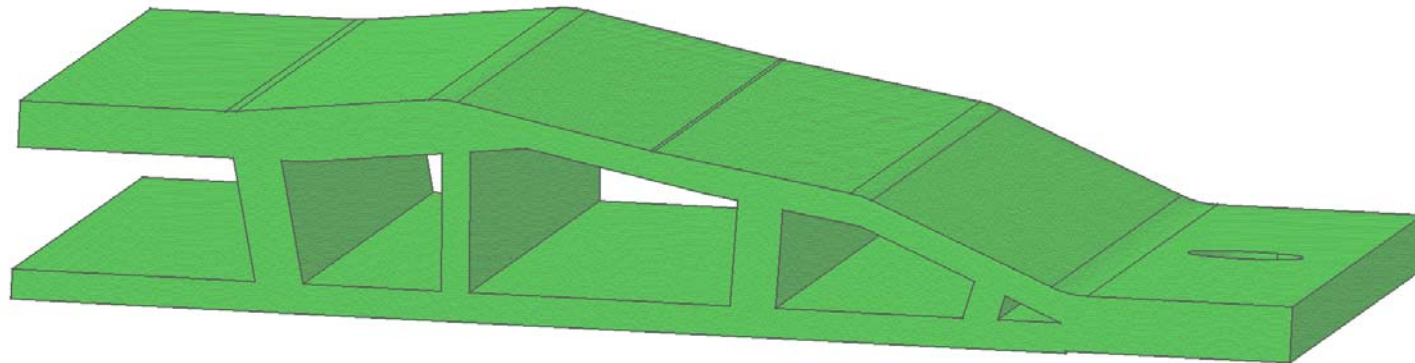
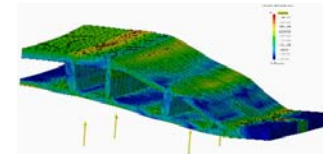
- elektrische Isolation ist nicht dargestellt



zulässige Spannung [MPa]	belastete Fläche [mm <sup>2</sup> ]	Masse [Gramm]	Anpressdruck [MPa]	INDEX [-]
360	24402	ca. 500	1.6	<b>508.2</b>

## Durchgeführt am Zentrum für Strukturtechnologien

- Strukturoptimierungsgruppe
- CATIA V5, integriertes FE-Modul, integrierter Optimierer (Simulated Annealing)

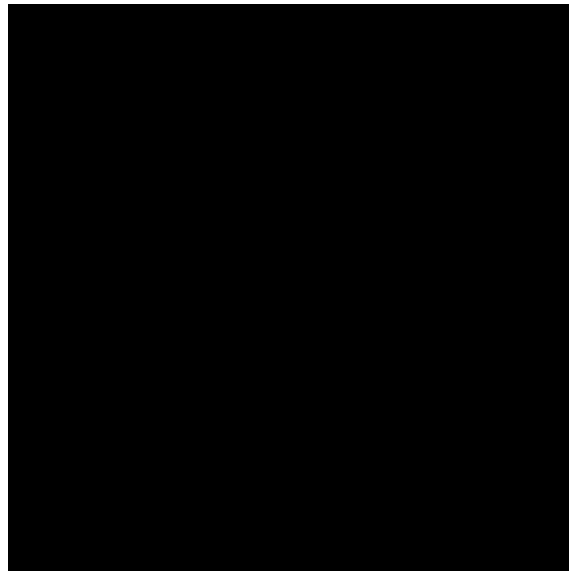


Marc Wintermantel, ETH-Zürich, 11/2002

zulässige Spannung [MPa]	belastete Fläche [mm <sup>2</sup> ]	Masse [Gramm]	Anpressdruck [MPa]	INDEX [-]
350	24402	400	1.6	<b>644.3</b>

## Nochmalige Änderung des Strukturkonzeptes...

- Konstruktion ist abgeschlossen
- Präsentation im März 2003
- Herstellkosten: <10 Sfr. (Serie)



zulässige Spannung [MPa]	belastete Fläche [mm <sup>2</sup> ]	Masse [Gramm]	Anpressdruck [MPa]	INDEX [-]
220	24402	450	1.6	<b>722.4</b>

## Problem:

- Die verschiedenen Konzepte unterscheiden sich in
  - Werkstofffestigkeit  $\sigma_{zul}$
  - Fläche  $A$
  - Anpressdruck  $p$
  - Masse  $M$
  - Bauweise (Rippen, Hohlprofil, ...)
- Konzepte sind dadurch nicht unmittelbar vergleichbar

## Idee:

- Vergleichsindex als Gütekriterium (höherer Index=„besser“)
- Index bleibt konstant, wenn bei gleicher Bauweise
  - Werkstofffestigkeit, Fläche oder Anpressdruck verändert wird

## Herleitung:

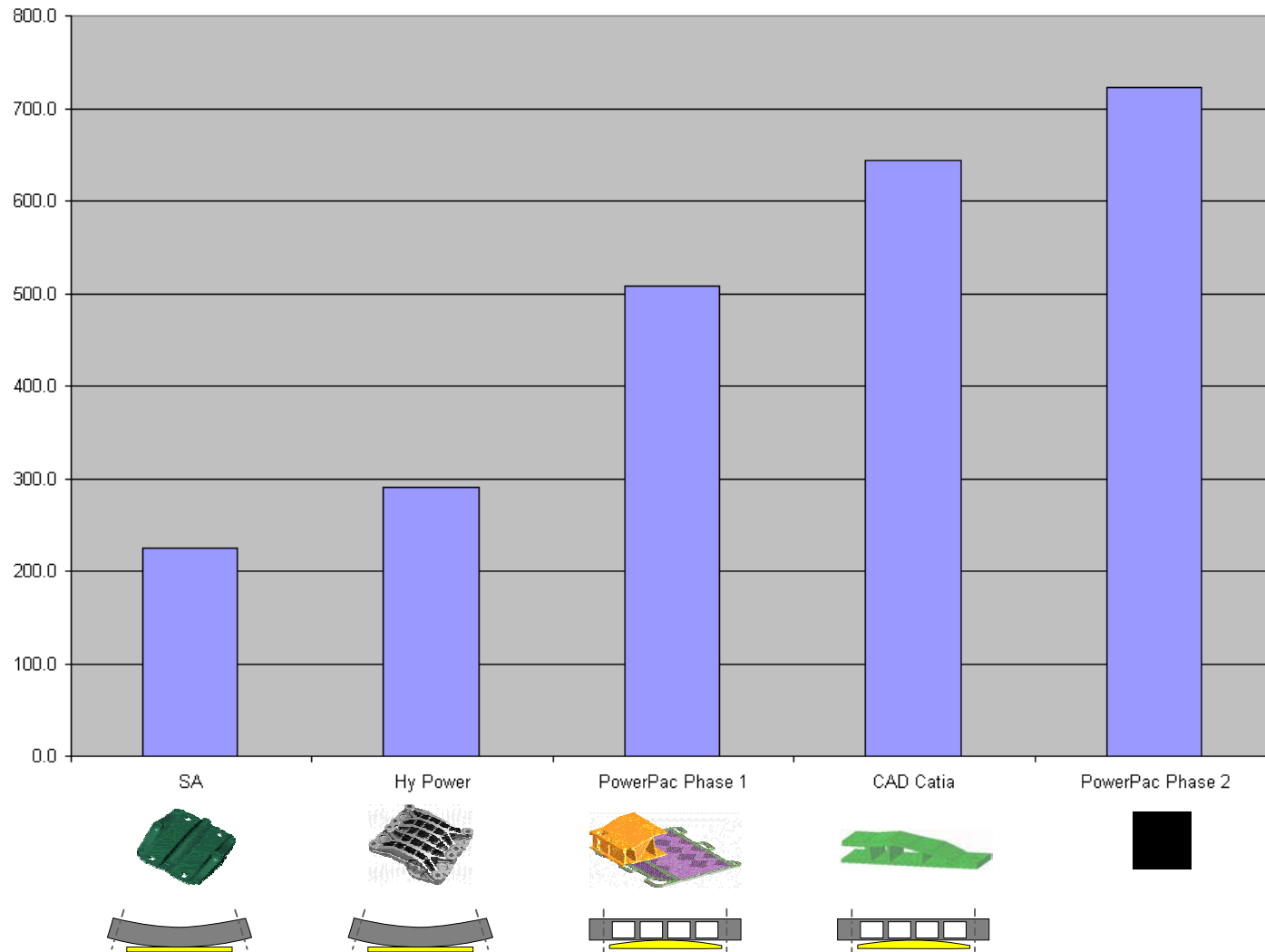
- Auf Basis einer ersten Näherung (Biegebalkentheorie) findet man:

$$I = \frac{A^{1.5} \cdot \sqrt{p}}{\sqrt{\sigma_{zul}} \cdot M}$$



# Vergleich der Strukturkonzepte

## Vergleich der diskutierten Konzepte anhand des Index I



# Zukünftiges Entwicklungspotential

---

Technologie der Bombierung von Endplatte oder el. Isolation kann weiter verbessert werden.

Diese Technologie kann auch auf andere Bereiche der Industrie adaptiert werden.

Nochmalige Halbierung der Masse (Verdopplung des Index) bei gleichbleibend niedrigen Kosten ist aus unserer Sicht zukünftig unwahrscheinlich.

Idealzustand:

- Neue Verbindungs- und Dichtungstechnologien  
→ **keine Endplatte mehr erforderlich**

joerg.evertz@tribecraft.ch , Mythenquai 345, 8038 Zürich, Tel. +41 1 485 45 82