

# Forschung in der Sport- und Freizeitschifffahrt

## Gewichts- und leistungsoptimierte Hausboote in hybrider Leichtbauweise sowie energieoptimierte, kraftstoffsparende Energieversorgungs- und Antriebssysteme

Herr Harald Kuhnle,  
Geschäftsführer der Kuhnle Werft  
und Kuhnle Tours Rechlin



**Forschung in der  
Sport- und  
Freizeitschifffahrt –  
gewichts- und  
leistungsoptimierte  
Hausboote in  
hybrider  
Leichtbauweise  
sowie  
energieoptimierte,  
kraftstoffsparende  
Energieversorgungs-  
und Antriebssysteme**

# Inhalt

## ➤ Einführung

- Das Unternehmen
- Die Kormoran-Baureihe
- Plattformstrategie
- Kormoran von morgen?
- Lösungsansätze

## ➤ FEM

- FEM
- Fertigungsoptimierung
- Prototyp Stahlbau H 12 801

## ➤ Hybridbauweise

- FEM-Auslegung GFK-Struktur
- Formenbau
- Prototyp GFK-Struktur
- Transport
- Auslegung Klebeverbindung
- „Hochzeit“
- H 12 801 heute

## ➤ Antrieb

- innovative Antriebslösungen
- Ergebnisse heute

# Das Unternehmen



1998

Gründung der Kuhnle Werft GmbH

Hauptsitz:

Rechlin (Müritz)

Mitarbeiter:

25 + 8 Auszubildende

Tätigkeitsfelder:

Neubau von Hausbooten

Service und Refit für Privatboote und

Fahrgastschiffe

# Entwicklung der Kormoran - Baureihe

Baujahr 1993/94

2000

2008



- 1991 Bau der ersten Generation Kormorane (bis 1995 46 Boote)  
Auftragsbauten auf Werften in den Niederlanden und Deutschland
- 1 Eigenkonstruktion der zweiten Generation Kormoran
- 1998 Bau und Stapellauf der zweiten Generation (bis heute 60 Boote)
- 2001 Bau von zwei vetus 900
- 1 erster Komplettbau auf der Kuhnle Werft

# Plattformstrategie: 4 Größen - 1 Standard

K940



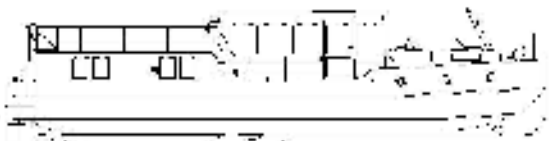
K1140



K1280



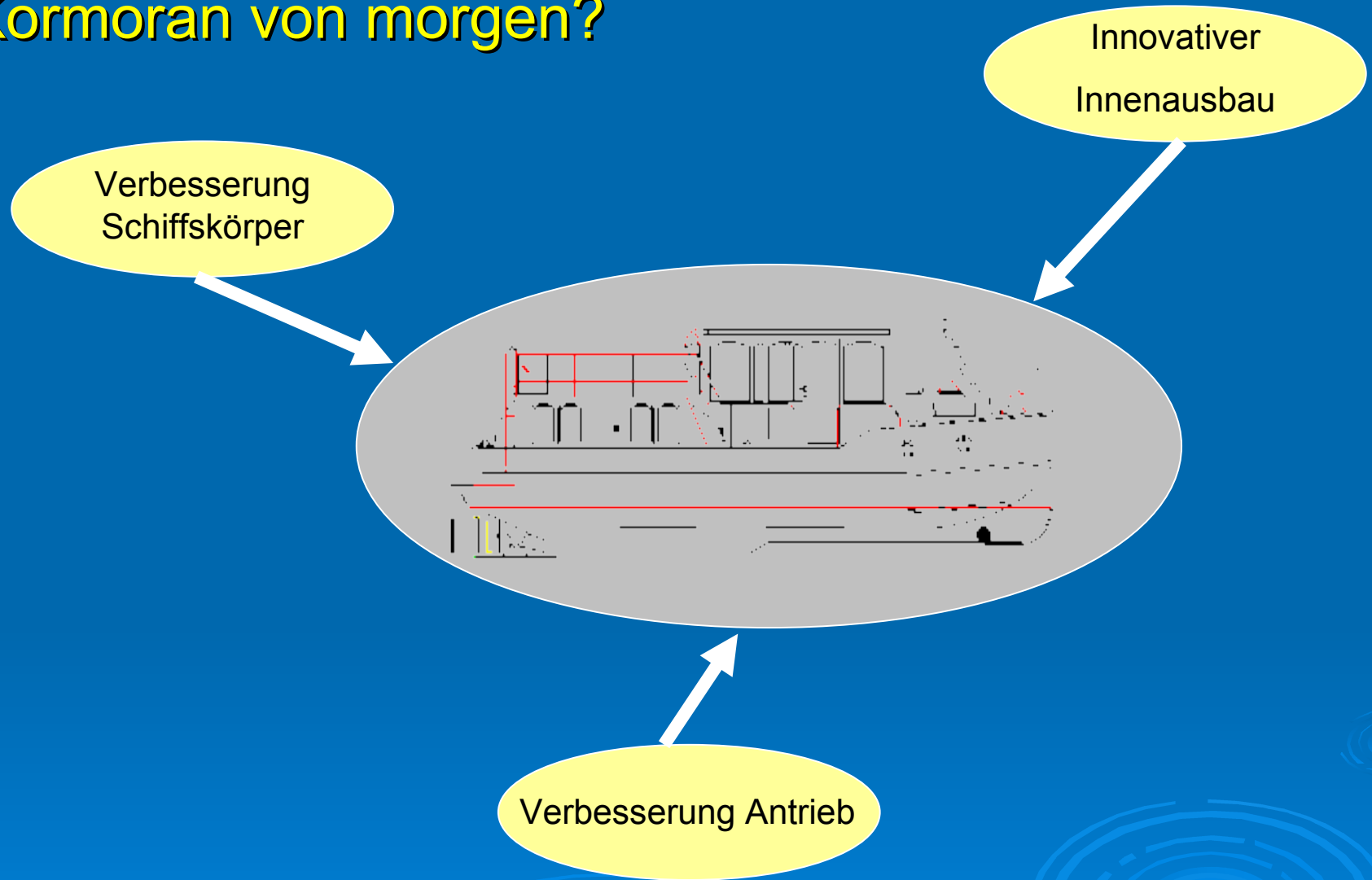
K1500



Standardisierte Technik, Ausrüstung und Komfort

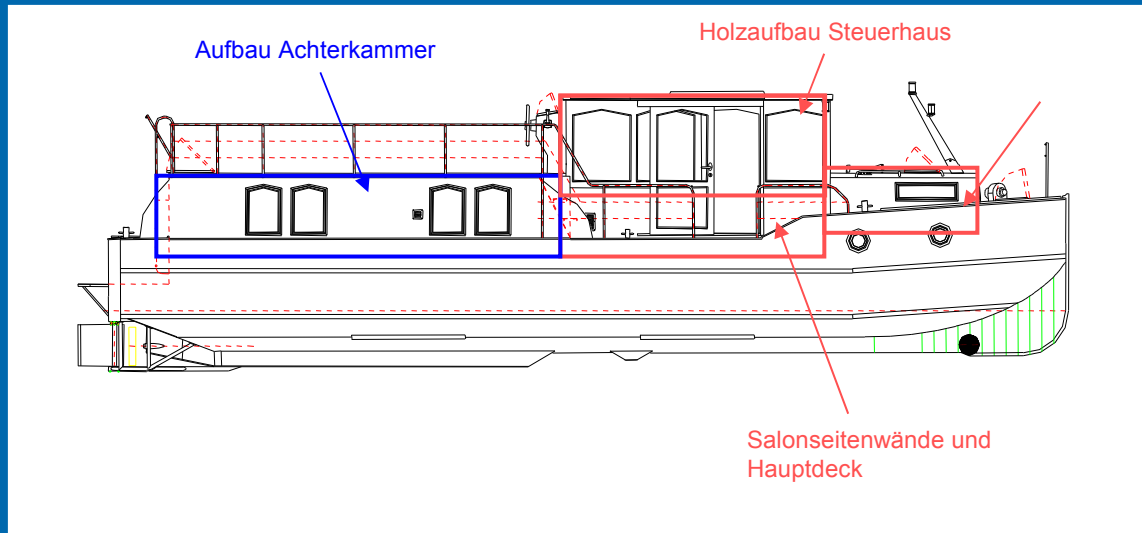
Effiziente Kleinserienfertigung und Betrieb

# Kormoran von morgen?



Ineinandergreifende Projekte für eine umfassende Gesamtlösung

# Lösungsansatz



Gewichtsreduzierung durch Leichtbau in ausgewählten Bereichen

Annahme: Geringere benetzte Fläche = weniger Widerstand

Ziel: Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit und Treibstoffeinsparung

# Verbesserung der Kormoran durch Hybridbauweise

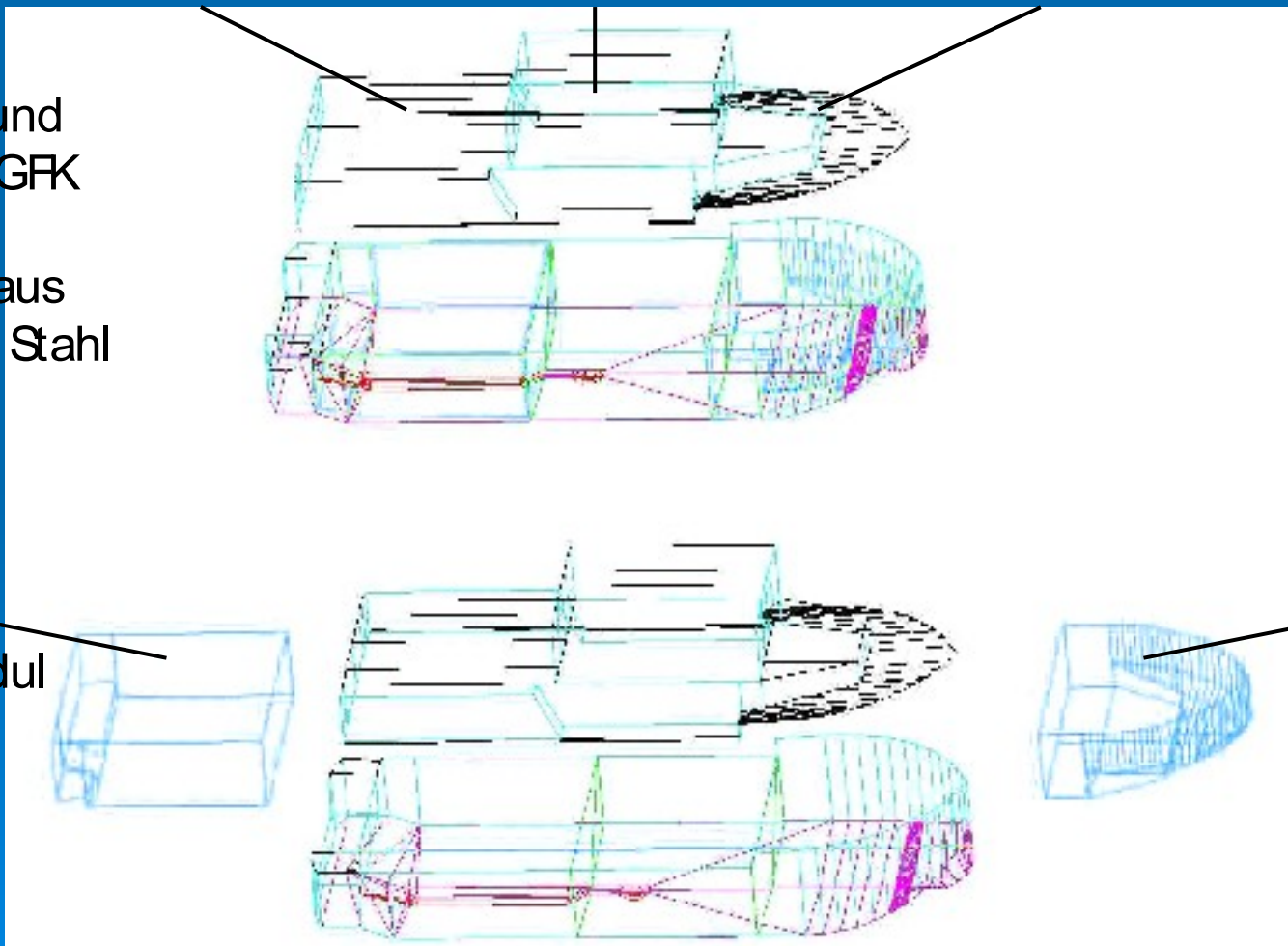
Heck- bzw. Antriebssektion      modulare Mittelschiffsektion      Bugsektion

Oberschale und Aufbau aus GFK

Unterschale aus höherfestem Stahl

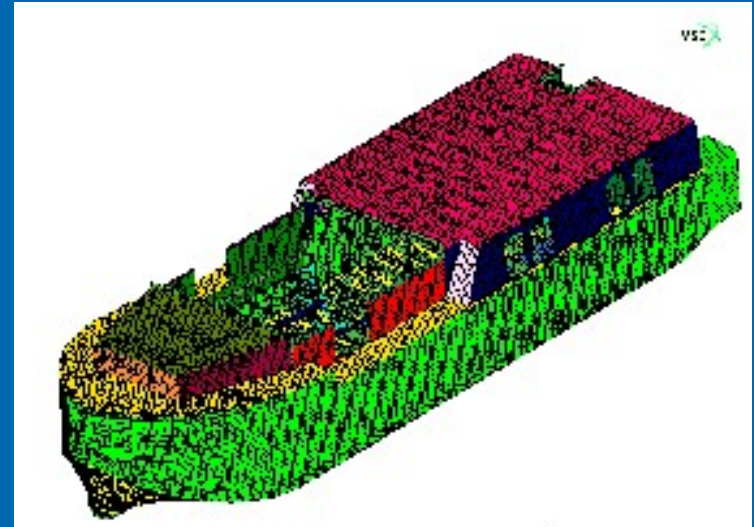
Heck- bzw. Antriebsmodul

Bugmodul



# FEM – Berechnung Ist-Stand

Begriffsbestimmung:  
FEM = Finite Elemente Methode



Finite Elemente Modell K1280  
MARC MENTAT

Analyse der aktuellen Baureihe für die Grobauslegung:

- Modellierung der gesamten Stahlstruktur
- Darstellung des Innenausbaus als Gewichtskraft

# FEM – Lastfall Germanischer Lloyd (1)

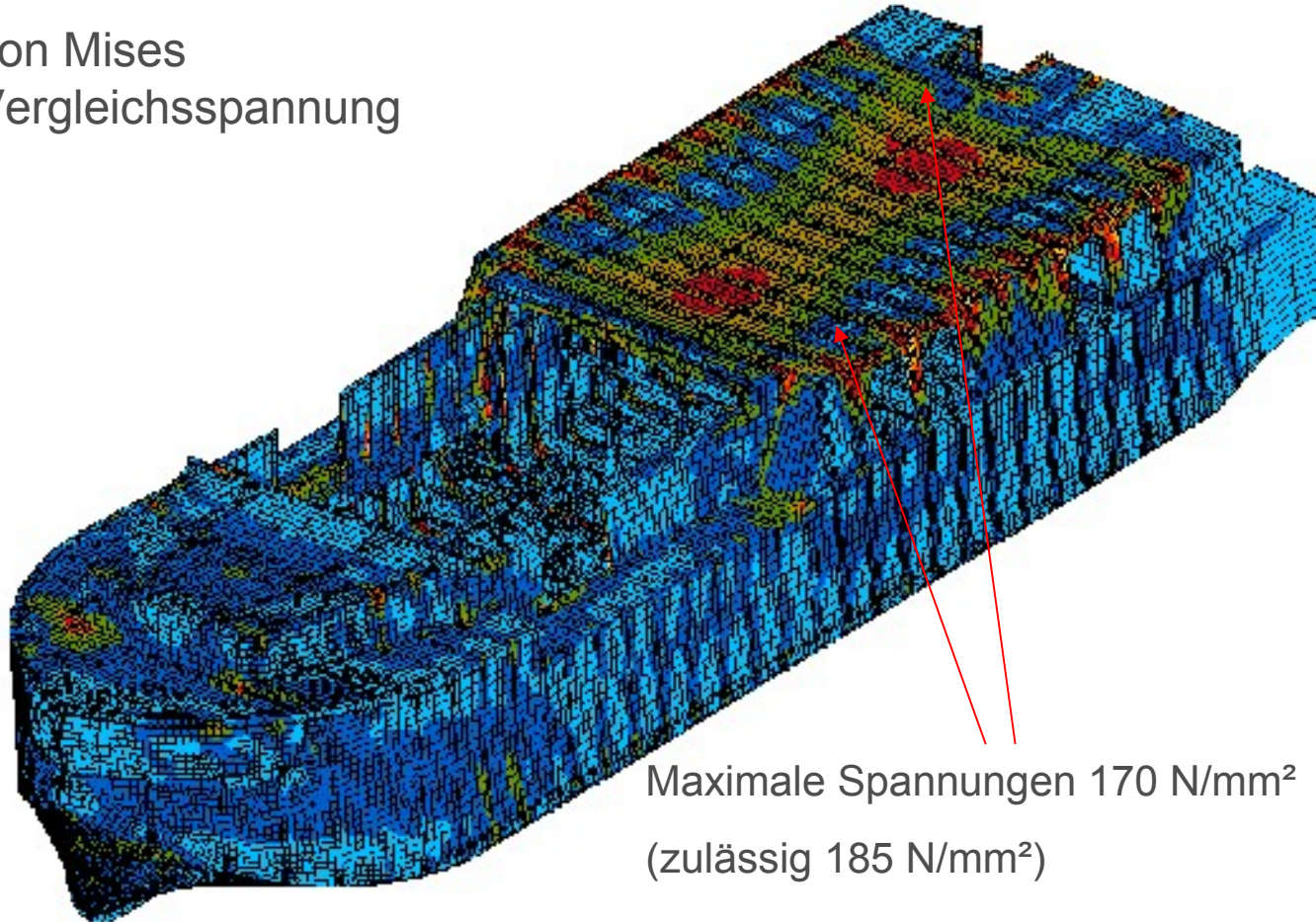
Bereich	Belastung [kN/m <sup>2</sup> ]
Außenhautboden 0 – 5,04 m	26,86
Außenhautboden 5,04 – 12,60 m	33,58
Außenhautseite 0 – 5,04 m	18,28
Außenhautseite 5,04 – 12,6 m	22,90
Kiel	33,58
Hauptdeck	10,36
Sonnendeck	10,36
Vordeck	10,36
Dach Bugkammer	9,34
Seiten Achterkammer	10,36
Seiten Bugkammer	10,36
Salonseitenwände (Stahlbereiche)	10,36

Kormoran 1280: Lastannahmen nach Germanischem Lloyd

# FEM – Lastfall Germanischer Lloyd (2)

Kormoran 1280

von Mises  
Vergleichsspannung



Maximale Spannungen 170 N/mm<sup>2</sup>  
(zulässig 185 N/mm<sup>2</sup>)

# Fertigungsoptimierung

CNC-Laserzuschnitt

der kompletten Blechsätze

- Reduzierung manueller Fertigung
- Geringer Blechverzug



Fertigungsplätze für Baugruppen

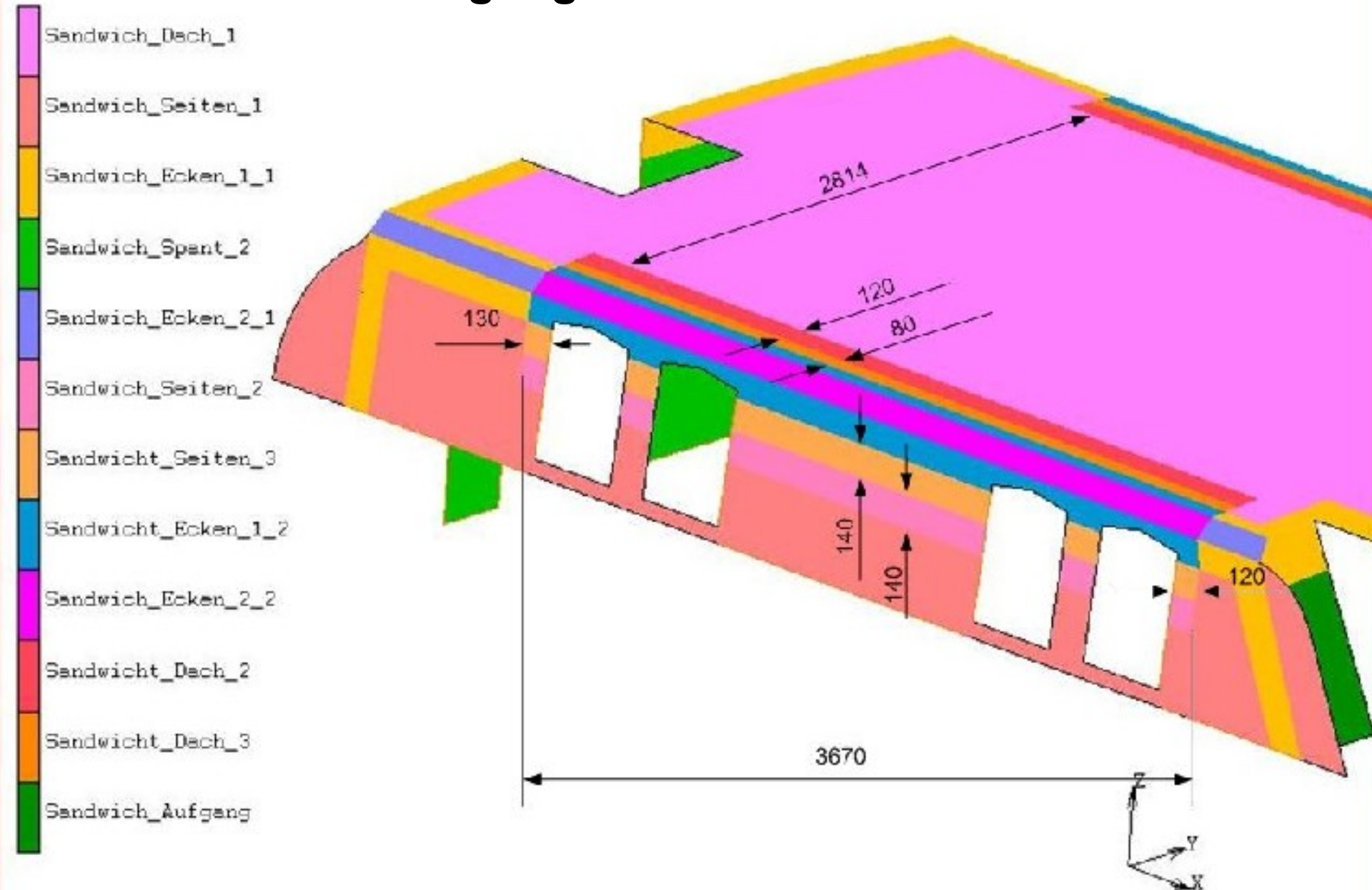
- Optimierte Schweißbedingungen
- Genaufertigung



# Prototyp Stahlbau H 12 801

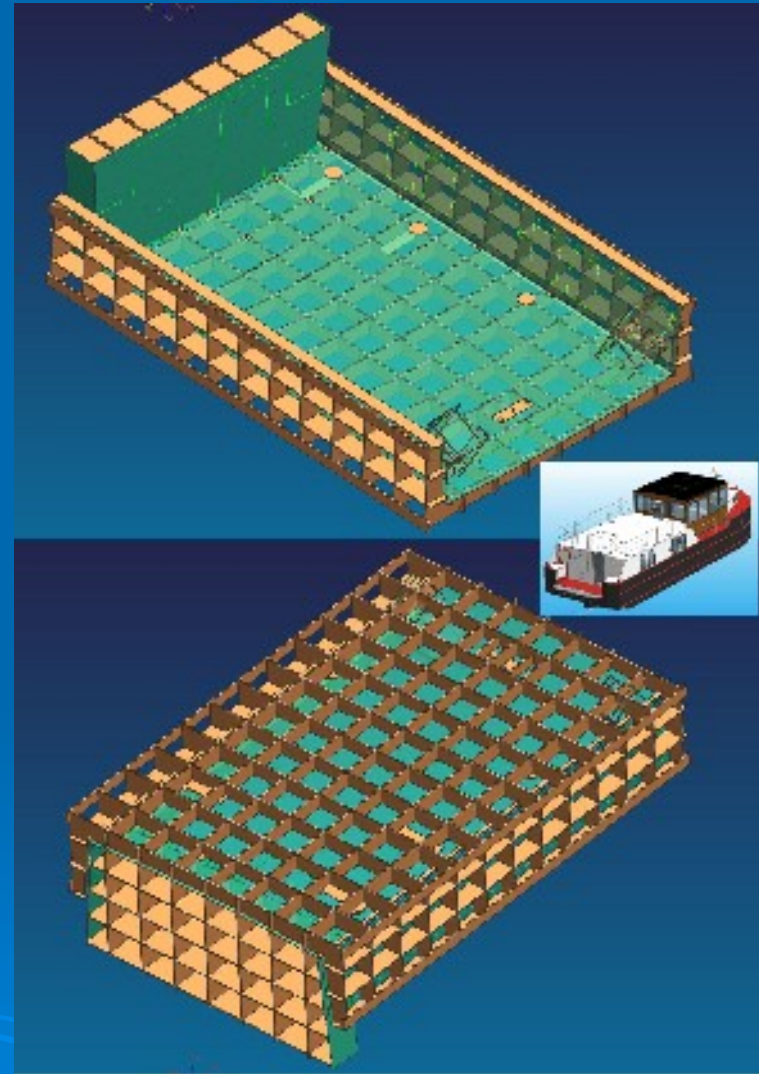


# Auslegung der GFK - Struktur

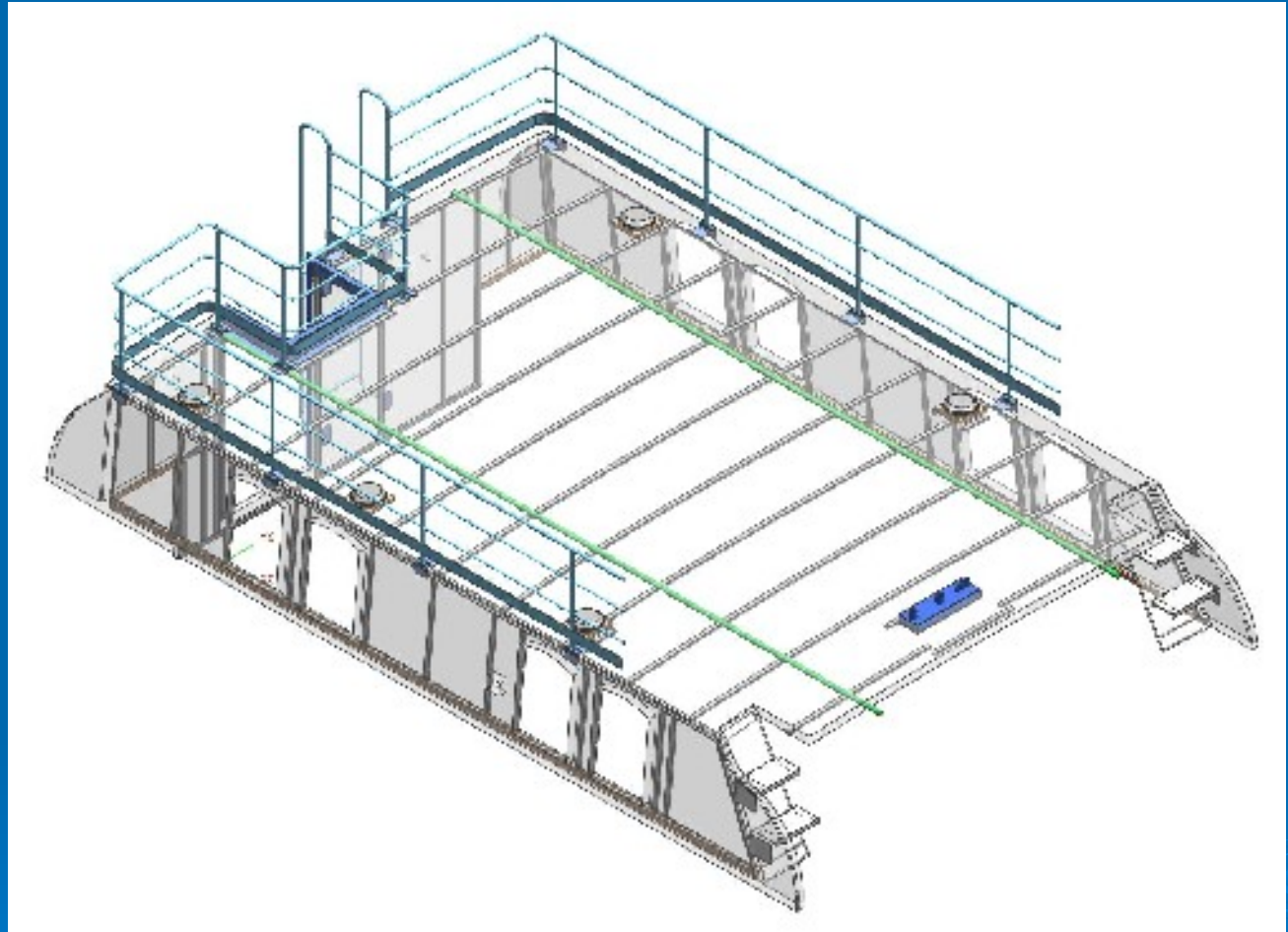


# Formenbau

Modularer Formenaufbau:  
(Fertigung für K940-K1280)



# Prototyp GFK-Aufbau



## GFK-Aufbau

- Relingstützen
- Leerrohre für Elektroleitungen
- Unterbau für Innenverkleidung

# Außenlaminat

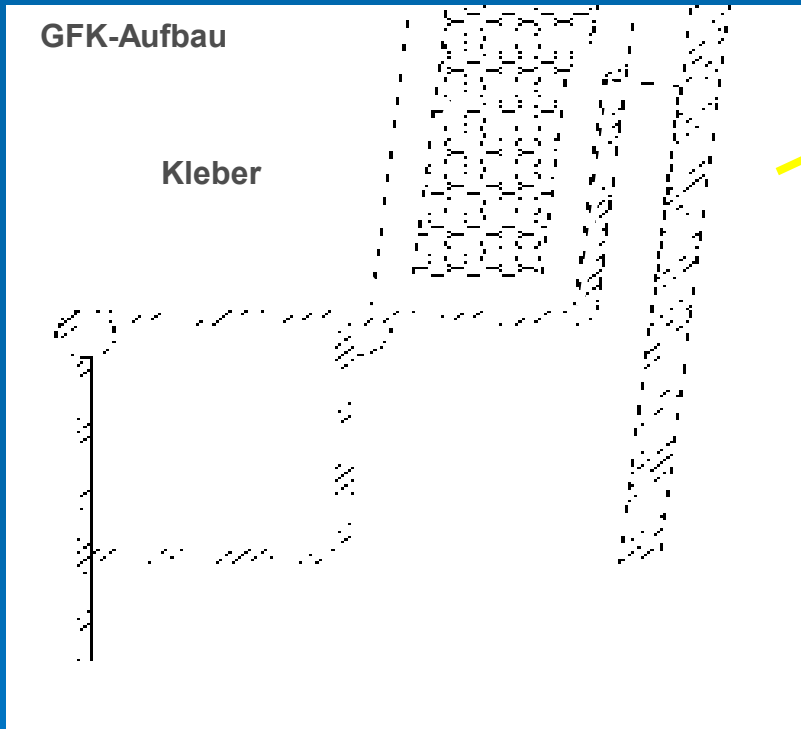


# Transport

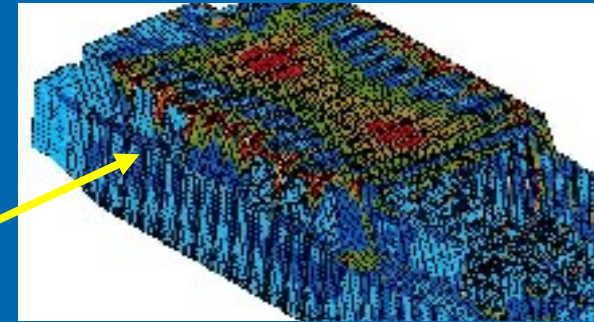


- Transportgestell extra gebaut
- Überbreiten-Sondergenehmigung erforderlich

# Auslegung der Klebverbindung



Stahlflansch



Klebeflansch oberhalb des Hauptdecks:

- Überlappung 80mm
- Verstärkter Bereich des Stahlkörpers
- Maßhaltige Schweißarbeiten möglich
- Haupttrefferzone (Rumpf) bleibt Stahl

# „Hochzeit“



Topfzeit: 40 Minuten ... ein Versuch

## Ergebnis bisher GFK-Aufbauten:



- technisch gut umsetzbar
- 30 % Gewichtsersparnis GFK gegenüber Stahlbau
- 1 % Ersparnis bezogen auf Bootsgewicht
- ➔ ungünstiger Kosten-Nutzen Faktor

# Verbesserung der Kormoran durch innovative Antriebslösungen

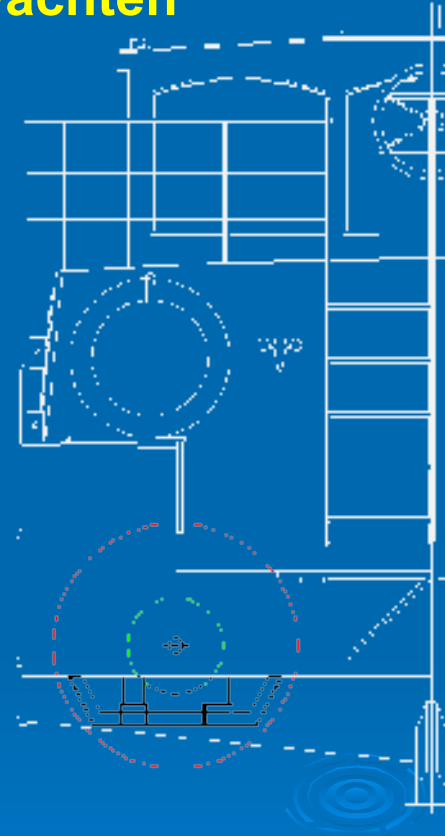
## Entwicklung eines Dieselelektrischen Antriebs für Motoryachten

### • Leistungssteigerung

- Verbessern des Gesamtwirkungsgrades
- Verbessern der Manövrierbarkeit
- Verzicht auf Ruderanlage
- Reduzierung des Rumpfwiderstandes
- Überdenken des Energiemanagements
- 230 V-Bordnetz als Standard

### • Umwelt

- Reduzierung des Treibstoffverbrauchs
- Reduzierung der Lärmemissionen
- Reduzierung umweltgefährdender Betriebsstoffe



# Dieselelektrischer Antrieb

## Soll (Projektskizze)

- max. 300 U/min
- 240 Betriebspunkt
- Propellerdurchmesser 1,45 m
- Bootsgeschwindigkeit 20 km/h
- Reduzierung Lärmemission

## Ist (Stand 2009)

- max. 275 U/min
- 190 Betriebspunkt
- Propellerdurchmesser 1,10 m
- Bootsgeschwindigkeit 9,5 km/h
- erhöhte Lärmentwicklung der Propeller vergleichbar Helikopterflügel
- Betriebsparameter nicht einstellbar; Eingriff in die Programmierung notwendig
- Getriebeauslegung fehlerhaft
- keine Geradeausfahrt möglich

# Kontakt



Referent: Dipl.-Ing. Harald Kuhnle

Kontakt: Kuhnle Werft GmbH

Hafendorf Müritz

17248 Rechlin

[www.kuhnle-werft.de](http://www.kuhnle-werft.de)