



Requirements in Product Development

- * All designed products should be manufacturable, testable, and maintainable
- * Materials used must have known, reliable, and reproducible properties and shall have proven resistance to the environment envisaged
- * It has to be shown by:
 - Analyses that the *design meets the requirements*,
 - Manufacturing with Quality Assurance that the *structural product meets the requirements*,
 - Structural Test that the *requirements are verified*.

Zielvorstellung des AG ENGINEERING

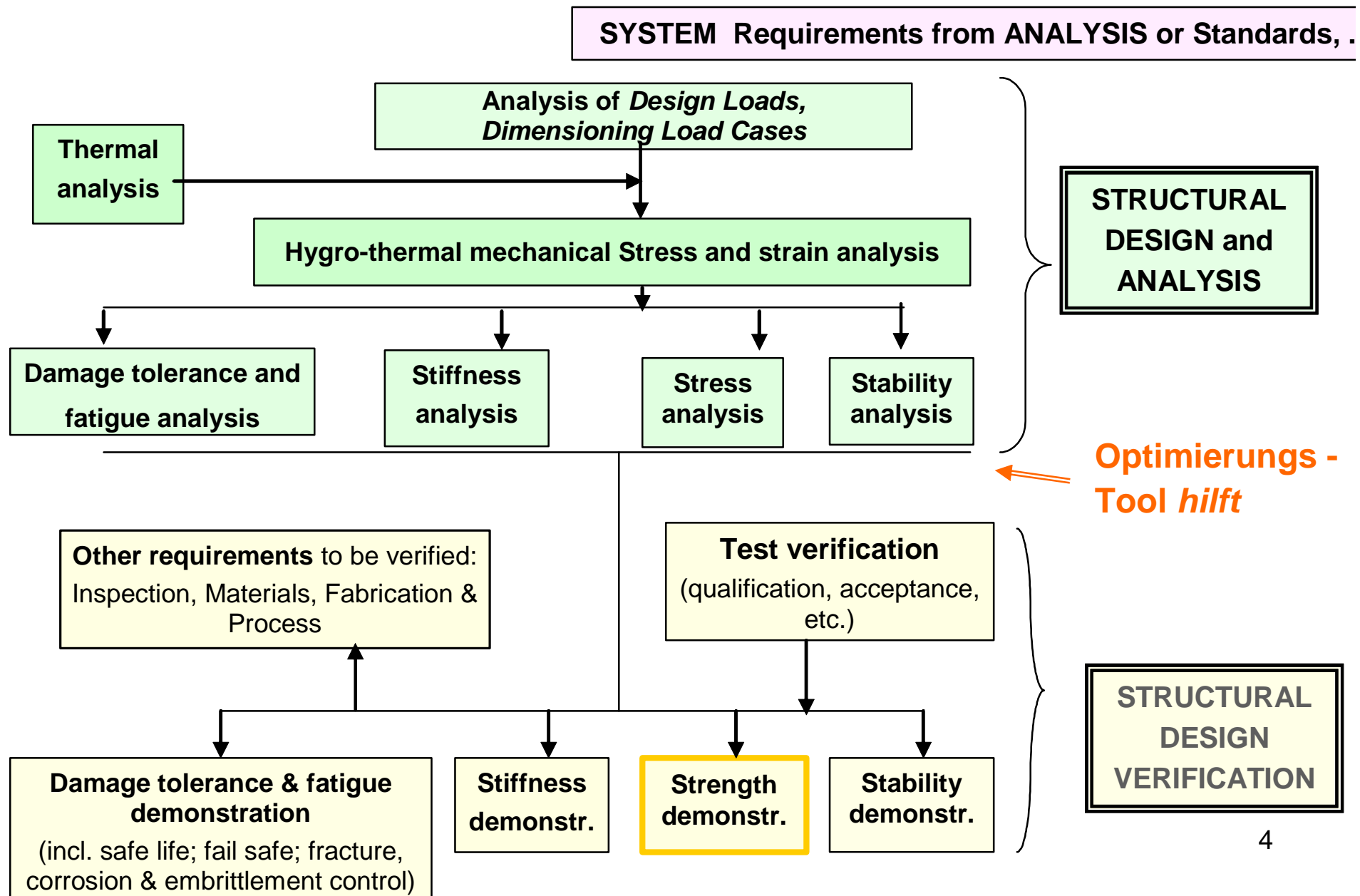
Erzielung einer sinnvollen Überlappung der Arbeitskreise *zum gemeinsamen Nutzen*

Materials & Processes	Dr. Schröder
• Engineering	Prof. Cuntze
• Materialien	Hr. Radmann
• Herstellverfahren	Hr. Frick
• Automatisierung	Hr. Scheitle
• Werkstoff- und Bauteilprüfung	Prof. Busse
• Bearbeitung, Fügen und Montage	Dr. Schröder

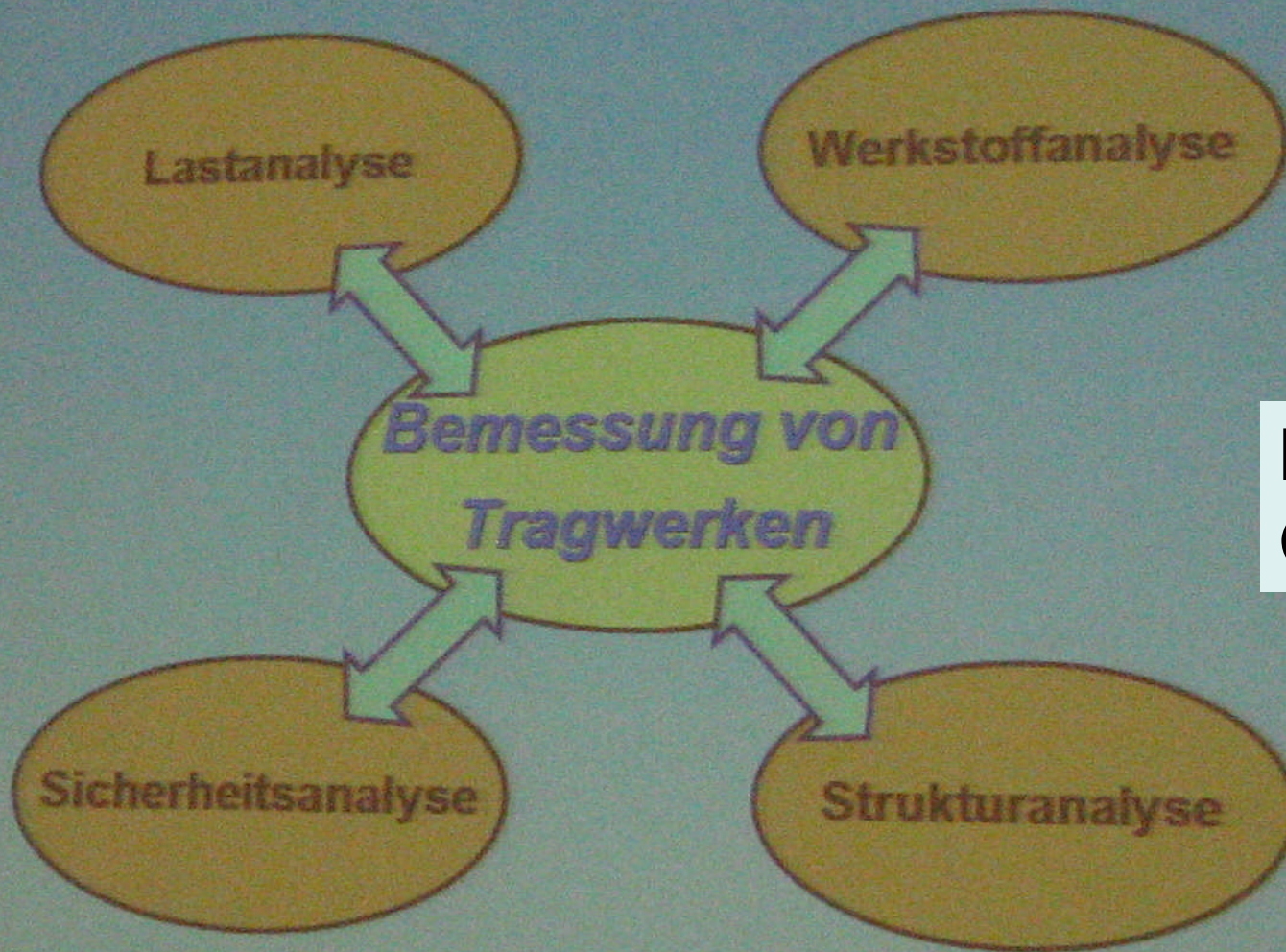
Engineering zielt primär auf Bauteile / Strukturen und hat Entwicklungsprozeß + Zertifizierungsprozeß im Blick

- einem Themenschwerpunkt besonderen wissenschaftlichen und praktischen Interesses,
- Vorträgen aus Forschung und industrieller Anwendung,
- einer ganzheitlichen Betrachtung von Prozessabläufen, Werkstoffen, Bauweisen, Simulationen und Tests sowie dem Systembezug,
- Teilnahme von Studenten, Praktikern, Wissenschaftlern

Design Analyses and Design Verifications: *Flow diagram* [ESA/ECSS]



UNSICHERHEITEN



**Modell-
Genauigkeit ?**

der dieser 4 Schritte wird mit höchst unterschiedlichem Genauigkeitsanspruch durchgeführt

audenthal: Die Sicherheit der Bauwerkstrukturen

Utilization of which Statistical Properties ?

- 1 Input: *DESIGN* Stress & Strain Analysis (Struktur-Analyse)
* *Mean elasticity properties and geometry (thickness, length)*
to represent mean structural behaviour. Is economic wrt number of analyses
as well as a necessity in case of (usual) redundant behaviour of the structure.
* *Choice of code-dependent + problem-dependent stress-strain curve*

- 2 Input: Strength Demonstration (verification) (Nachweis)
One-sided (static and fatigue strength), and two-sided tolerance bands
(thickness, E-modulus) have to be considered ...

- 3 Input: Stiffness Demonstration
Due to stiffness requirements → upper and/or lower tolerance limits

-
4 A-and B-value *Design Allowables* (Aerospace) (statistics-based, Mil Hdbk)
A-values: In application of the military Safe Life Concept
B-values: In application of Damage Tolerance Concept (multiple load paths).

NOTE: To achieve a reliable design the so-called *Design Allowable* has to be applied.
It is a value, beyond which at least 99% (“A” value) or 90% (“B” value) of the population of values is expected to fall, with a 95% confidence (on test data achievement) level, see MIL-Hdbk 17.

Sensitivität und Robustheit

Was ist für eine genaue Vorhersage wichtig?

- Wie ist der Einfluß unsicherer Eingangsparameter aufs Modell?
- Welche unsichere Parameter bestimmen die Ungewißheit der Antwort am meisten?
- Welche Eingangsparameter müssen für eine zuverlässigere Vorhersage besser bestimmt werden?
- Welche Eingangsparameter sind dominant für die gesuchte Struktur-Antwort?

*Essential question wrt all uncertainties:
Do they increase the risk to an unacceptable level or not !*

Lessons Learnt

Robust (tolerant) ***design*** or robustness to :

- manufacturing tolerances and
- later changes of the design parameters
with identification of the most sensitive design parameters is a **NEED**

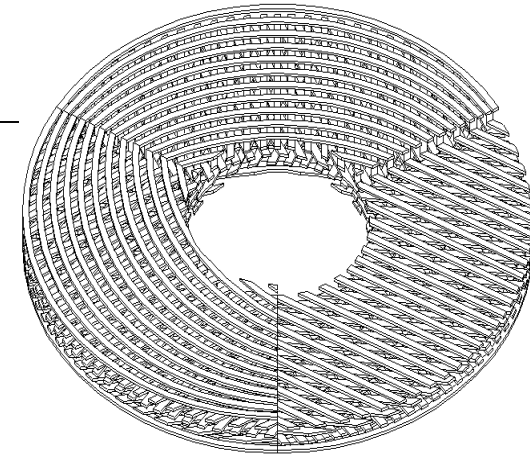
Overall Design Requirements

Design must fulfill many of the following *design requirements*:

- *mass, production cost and life cycle cost, geometry, ...*
- *environmental loadings (loads, temperature, moisture, chemical, impact, ..)*
limits of deformation, lifetime, leakage, eigenfrequency,
strength , stiffness , dimensional stability , buckling,
connections, interfaces, support conditions ...
- *manufacturability , repairability , testability , inspectability,*
(RAMS) reliability + availability + maintainability + safety .

Overview on the Various Textile Composites Types

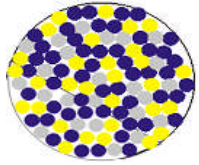
Manufacturing: pre-pregging, wet winding, RTM, ..
Filaments: glass, aramide, carbon, ceramics, ..
Matrices : thermosets, thermoplastics, ceramics,



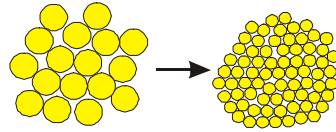
variable-axial
textile reinforcement

Fibre preforms :
 from *roving, tape, weave, braid (2D, 3D), knit, stitch,* or mixed as in a *preform hybrid*

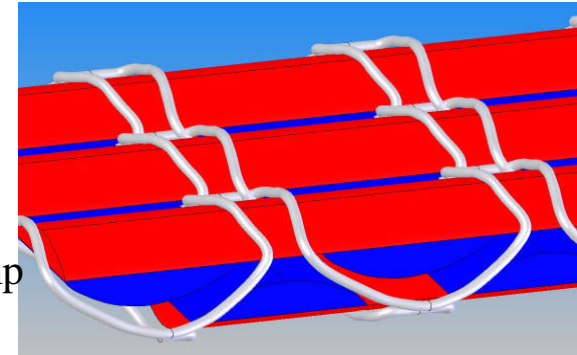
Textiles for Load-carrying Structures
 (German R&D project: SFB 1986)



PP/glass/aramide



PEEK/glass –filament-yarn



non-crimp
fabrics

A strong reason for discrepancies analysis-test:

Modelling *may be lamina-based, sub-laminate-based (e.g. non-crimp fabrics) or laminate-based !*

- * Is performed, if applicable, according to the distinct symmetry of the envisaged material (e.g. UD)
- * Chosen material model determines the number of strengths, of elasticity properties to be measured, and type of test specimen !

Toleranzanalyse: Vorbereitung des Modells auf die reale Welt

- Bringt Konstruktionen schneller zur Fertigungsreife und auf den Markt.
- Dabei sinkt nicht nur der Bedarf an physischen Prototypen, sondern die Innovation wird verbessert durch virtuelle „Was-wäre-wenn“-Szenarien?
- Validierte Toleranzinformationen zu einem frühen Zeitpunkt im Konstruktionsprozess zur Verfügung stellen können – also zu einem Zeitpunkt, der die Produktqualität und die Kosten in hohem Maß bestimmt.

Themenblock-Vorschläge

- Theorie (Modell-Bildung, Analyse, Bruchmechanik, Parameteridentifikation, Optimierung, Sensitivitätsanalyse + Fertigungstoleranzanalyse mit Einsatz prob. Mittel, Nachweise)
- Werkstoffkennwerte-Ermittlung (Standards, Auswertung, Probekörper, statisch/ zyklisch/ Impakt/ Dehnrage, ungekerbt (gekerbt, ..))
- Bauweisen/ Lasteintragung/ Verbindungen, Repair
- Herstell-Imperfektionen (manufacturing signatures = Fehler, Faserablage, ...)
- Konstruktionshinweise zwecks Minimierung von Composites-Nachteilen (Baier)
- Ermüdung, Impakt, Schadensakkumulation, Delaminationsfortschritt

Robust Design:

Entwurf einer Struktur,
der bei den normalen Streuungen der Entwurfsparameter
keine so große Veränderung des Tragverhaltens nach sich zieht,
so dass lediglich nur eine tolerierbare Gefahr
für die Nicht-Erfüllung der Funktionsanforderungen vorhanden ist .

Struktur-Zuverlässigkeit:

Zuverlässigkeit eines Struktur-Bauteils ist die Fähigkeit
während einer vorgegebenen Zeit
(mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit P)
vorgegebene Funktionsanforderungen zu erfüllen.

**Je planmäßiger Menschen vorgehen,
desto wirksamer trifft sie der Zufall.**

Friedrich Dürrenmatt (1921-1990)

Name und Leiter der UAG	Mitglieder
<p>Bewertung von NDI (NDE) Hr. Klug, Premium Aerotec</p>	<p>Hr. Aoki (Senior Expert / DLR) Eurocopter FACC FH Augsburg IKT (Universität Stuttgart) IVW iwb Augsburg (TU München) Liebherr LLB (TU München)</p>
<p>Bewertung von neuen Engineering-Software Produkten Prof. Baier, LLB</p>	<p>LLB (TU München) C.F. Maier MT Aerospace Premium Aerotec SGL</p>
<p>Erweitertes fertigungsgerechtes Konstruieren Herr Frick (Dr. Schröder klärt)</p>	<p>Hr. Frick ? (Senior Expert) Hr. Buchs (Senior Expert) C. F. Maier Eurocopter FACC IVW iwb Augsburg (TU München) LLB (TU München) MT Aerospace Premium Aerotec Schmuhl Wagner</p>