

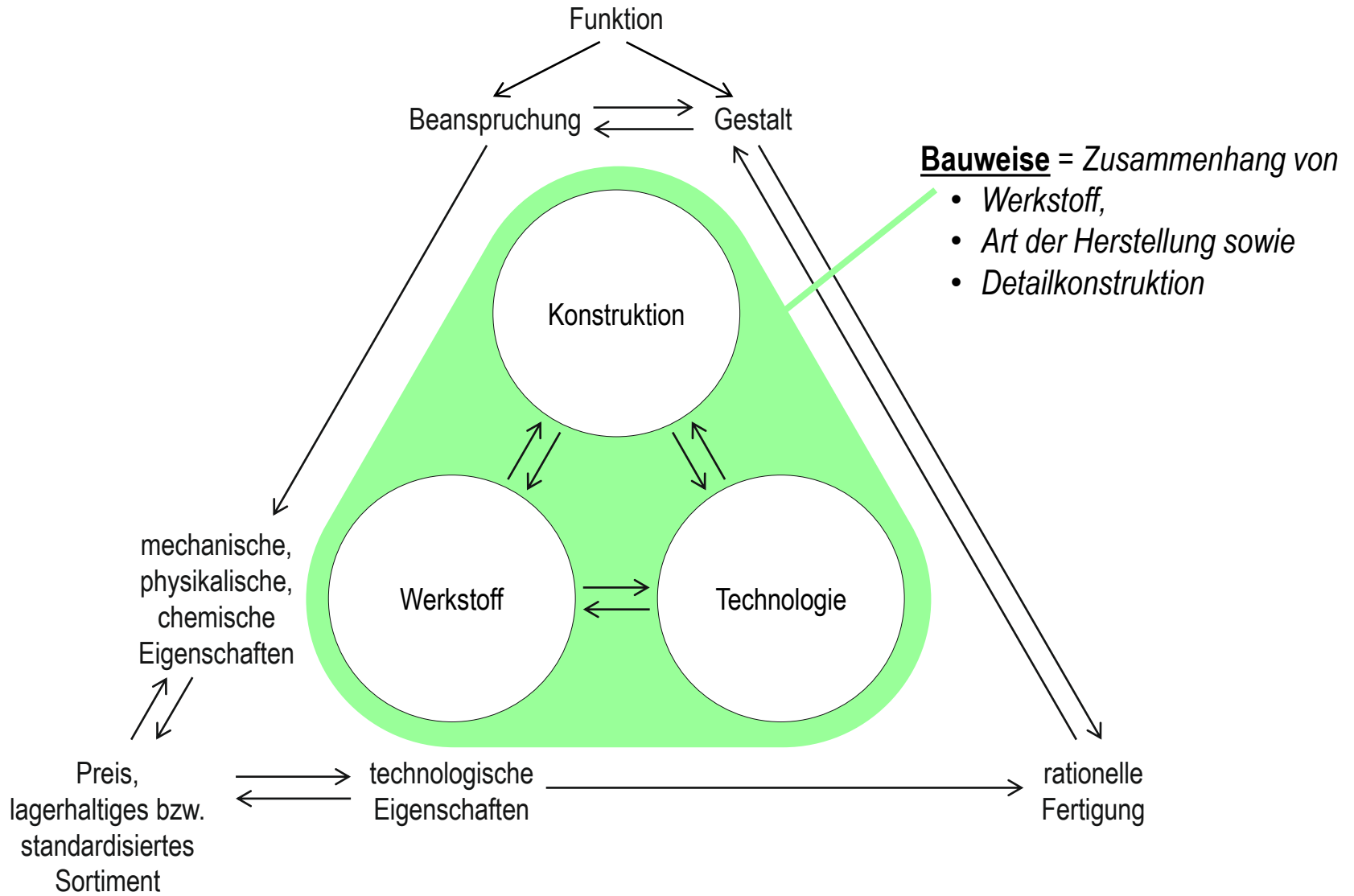
- 2.0. Einleitung
- 2.1. Stahl
- 2.2. Aluminium-Legierungen
- 2.3. Faserverbundwerkstoffe
- 2.4. Zusammenfassung

Folie Wichtige Randbedingungen für die Konstruktion von Schienenfahrzeugen

Randbedingungen						
Geometrische	Betriebs- u. sicherheitstechnische	Technologische	Festigkeitsmäßige	Funktionelle	Instandhaltungstechnische	Umwelt- und kreislaufgerechte
1. Absolute Randbedingungen (Gesetze, Vorschriften ← von Aufsichtsbehörde abgenommen)						
<ul style="list-style-type: none"> • Hauptabmessungen • Vorgeschriebene Abmessungen für Elemente • Einbauräume / Anordnung Zug- und Stoßeinrichtung 	<ul style="list-style-type: none"> • Lastannahmen • Brandschutzvorschriften • Vorgeschriebene Anordnung von Freiräumen, Tritten, Bedienelementen 	<ul style="list-style-type: none"> • Grenzen der Herstellungsgenauigkeit • Verarbeitbarkeit der Werkstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Festigkeit/Steifigkeit • Durchbiegung • Verwindungssteifigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Standsicherheit • Anlenkung / freie Beweglichkeit der Fahrwerke 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestaltung Anhebestellen für Hebezeuge und Fördermittel 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltbedingungen • Umwelt-/Gesundheits-/Arbeitsschutz • Vorschriften zur Entsorgung • Recyclingfreundliche Werkstoffauswahl
2a. Bauartspezifische Randbedingungen (Sicherstellung bauartspezifische Funktion)						
<ul style="list-style-type: none"> • Einhalten Ladelängen, -breiten, -höhen • Abmessungen von Türen, Klappen, ... • Gestaltung Fahrgast- bzw. Laderäume 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauartspezifische Sicherheitsvorschriften • Festlegeeinrichtungen für Ladegut 		<ul style="list-style-type: none"> • Einleitung bauartspezifischer Belastungen • Bahnfestigkeit • Zweckmäßiger Werkstoffeinsatz 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherung einwandfreie Funktion bauartspezifischer Ausrüstungsteile u. Bedienelemente • Isolierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Zugänglichkeit • Beibehalten bewährter Bauarten 	
2b. Serienabhängige Randbedingungen						
		<ul style="list-style-type: none"> • Abmessungsbegrenzungen von Bauteilen zur Nutzung vorhandener Maschinen und Vorrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der Werkstoffe und Halbzeuge 		<ul style="list-style-type: none"> • Verwendung von Standard- bzw. Normteilen • Einpassung in technologischen Fluss 	
3. Bedingte Randbedingungen (Stand der Technik, Wünsche, ...)						
<ul style="list-style-type: none"> • Optimierte Platzverhältnisse • Design 		<ul style="list-style-type: none"> • Zugänglichkeit für Füge-technologien 	<ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Leichtbauprinzipien 	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigungsfreundlichkeit • Komfort 	<ul style="list-style-type: none"> • Korrosionsschutzgerechte Konstruktion • Vandalismusresistenz 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökologische Zukunftskonzepte • Wirtschaftlichkeit

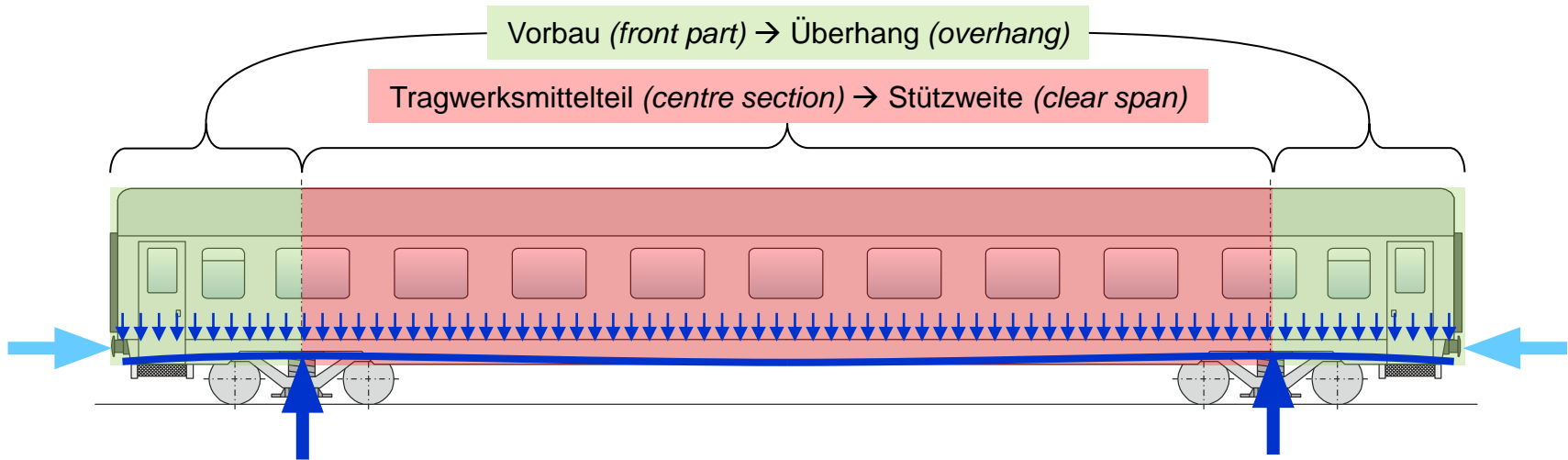
(Quelle: nach Fachwissen des Ingenieurs, Bd.8)

Folie Werkstoffauswahl als Einheit von Konstruktion, Technologie und Werkstoff



(Quelle: nach Gerhard; Meyer; Altenburg: ETR 51(2002)1/2)

Folie Anforderungen an Wagenkastenstrukturen



- Hohe Längsfestigkeit → z.B. Durchleitung der Längskräfte aus Zug- und Stoßeinrichtung
high longitudinal strength
- Große Struktursteifigkeit → z.B. Durchleitung der Vertikalkräfte zu den Auflagerpunkten
high structural rigidity
- Hohe lokale Festigkeit → Aufnahme von Personen/Gütern, Form, Kraftaufnahme
high local strength
- Strukturdämpfung → Komfort
structural damping
- Einbau definierter Elastizitäten → Zugbildung, Fahrsicherheit, Komfort
installation of defined elasticities
- Einbau von Energieverzehrelementen → Kollisionsschutzanforderungen
installation of energy absorption elements

- Ressourcen, Kosten
→ *Weniger Gewicht = Leichtbau*
- Niedrige Preise
→ *Kostengünstige Fertigung*
- Oft geringe Stückzahlen pro Auftrag
→ *Weniger Aufwand = Modulbaukasten, Plattformkonzepte*
- Individuelle Komponenten
→ *Hohe Flexibilität*
- Wertschöpfung im Betreiberland (Local Content)
→ *Robuste Technologien, Modularer Aufbau*

→ Fokus: Geringe Kosten bei hoher Flexibilität

(Quelle: nach Nickel - Faserverbundbauweisen für den Next Generation Train, 2009)

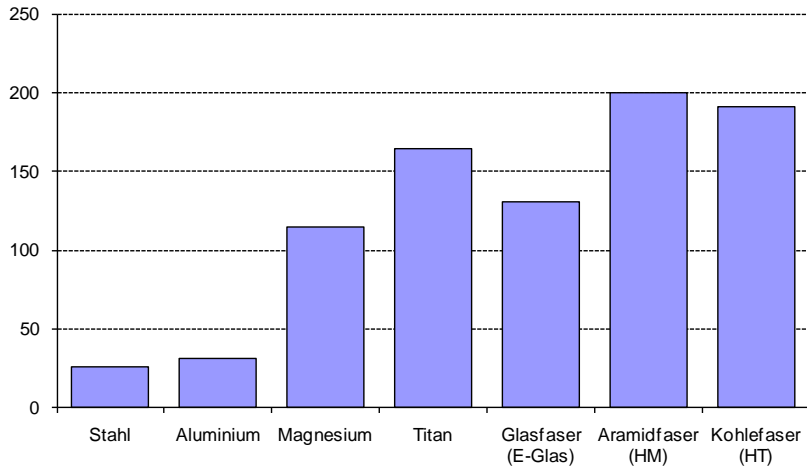
Folie Werkstoffeigenschaften

- Grunddaten:
 - Werkstoffgruppe, Werkstoffname, Werkstoffnummer, Werkstoffnorm, chemische Zusammensetzung, Elastizitätsmodul, Verbundwerkstoff, Halbzeug, Sicherheitsdatenblatt (Betriebsanweisungen), Besonderheiten: Arbeitsschutz, Lagerung u. ä.
- Gebrauchseigenschaften: richtungsabhängig, temperaturabhängig
 - Dichte, Nennmaße, Masse, Reibwert
 - Spannungs-Dehnungs-Verhalten, Kriechverhalten:
 - E-Modul, Proportionalitätsgrenze, Bruchgrenze, Brucharbeit, Kerbschlagzähigkeit, Kriechfähigkeit, Ausdehnungskoeffizient
 - Festigkeiten:
 - Dauerfestigkeit, Verschleißfestigkeit, Zug-Druck-Festigkeit, Schubwechselfestigkeit, Biegewechselfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung
 - Leitungs- bzw. Isolationseigenschaften:
 - spezifischer elektrischer Widerstand, Magnetisierungseigenschaften, spezifische Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärmekapazität, Temperaturkoeffizient, Lärm und Schwingungen
 - Resistenzen:
 - gegenüber Licht, Wasser, Wasserdampf, Öl, Fett, Benzin, Graffiti, Korrosion, Alterung, Reinigerchemie
- Herstellungseigenschaften:
 - Fügeverfahren und –eigenschaften, Schweißbarkeit, Formgebungsmöglichkeiten, Wärmebehandlung, Umformbarkeit (Biegen, Abkanten), Kompatibilität mit anderen Werkstoffen, Farbgebungsnotwendigkeit, -aufwand
- Sicherheitseigenschaften:
 - Verformungs-Bruch-Verhalten (Crash-Verhalten), Brennbarkeit, Rückfallebenen bei Ausfall, Toxizität, Vandalismusresistenz
- Instandhaltungseigenschaften:
 - Austauschbarkeit, Instandhaltbarkeit, Trennbarkeit, Richtbarkeit, Aufarbeitbarkeit zur Weiterverwendung
- Kreislaufeigenschaften:
 - Wiederverwendung, Weiterverwendbarkeit, Wiederverkaufswert, Recycling
- Umwelteigenschaften:
 - bezüglich Menschen: Verträglichkeit, Emissionen,
 - bezüglich Natur und Umwelt: Schadstoffe, Ausdünstungen

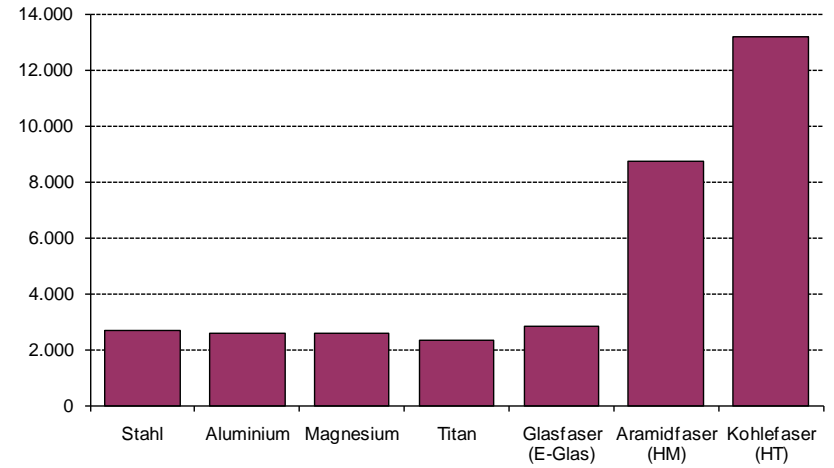
(Quelle: Bahnkreis – Nachhaltiges Wirtschaften am Beispiel eines Schienenfahrzeuges)

Folie Leichtbaukennziffern

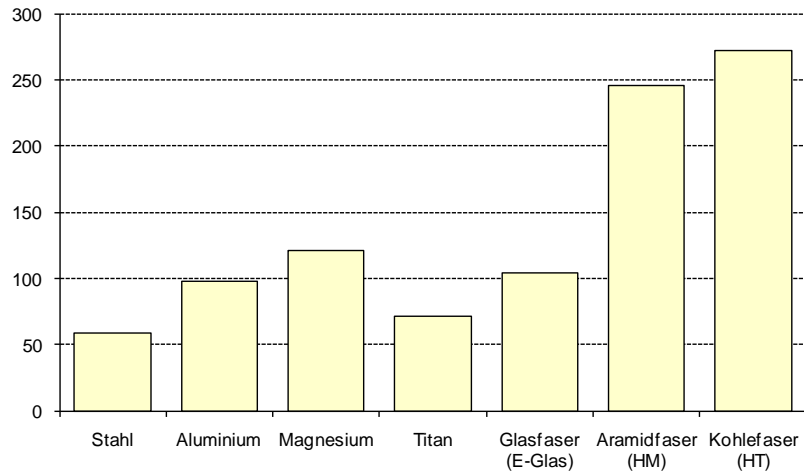
Reißlänge [km]



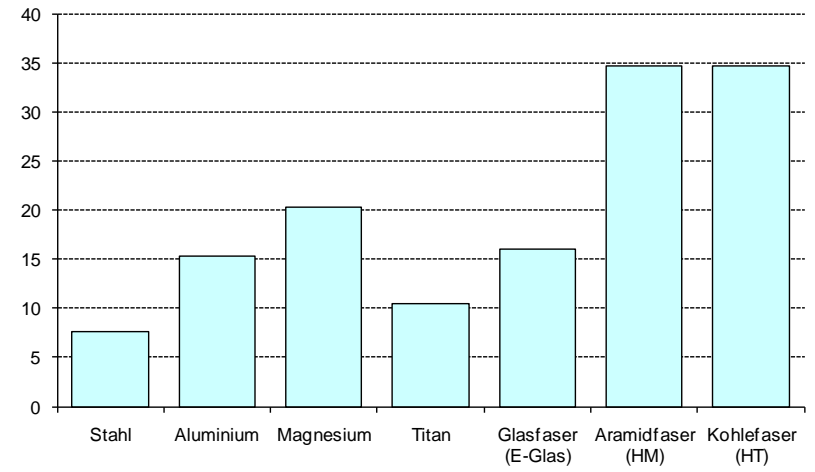
Dehnlänge [km]



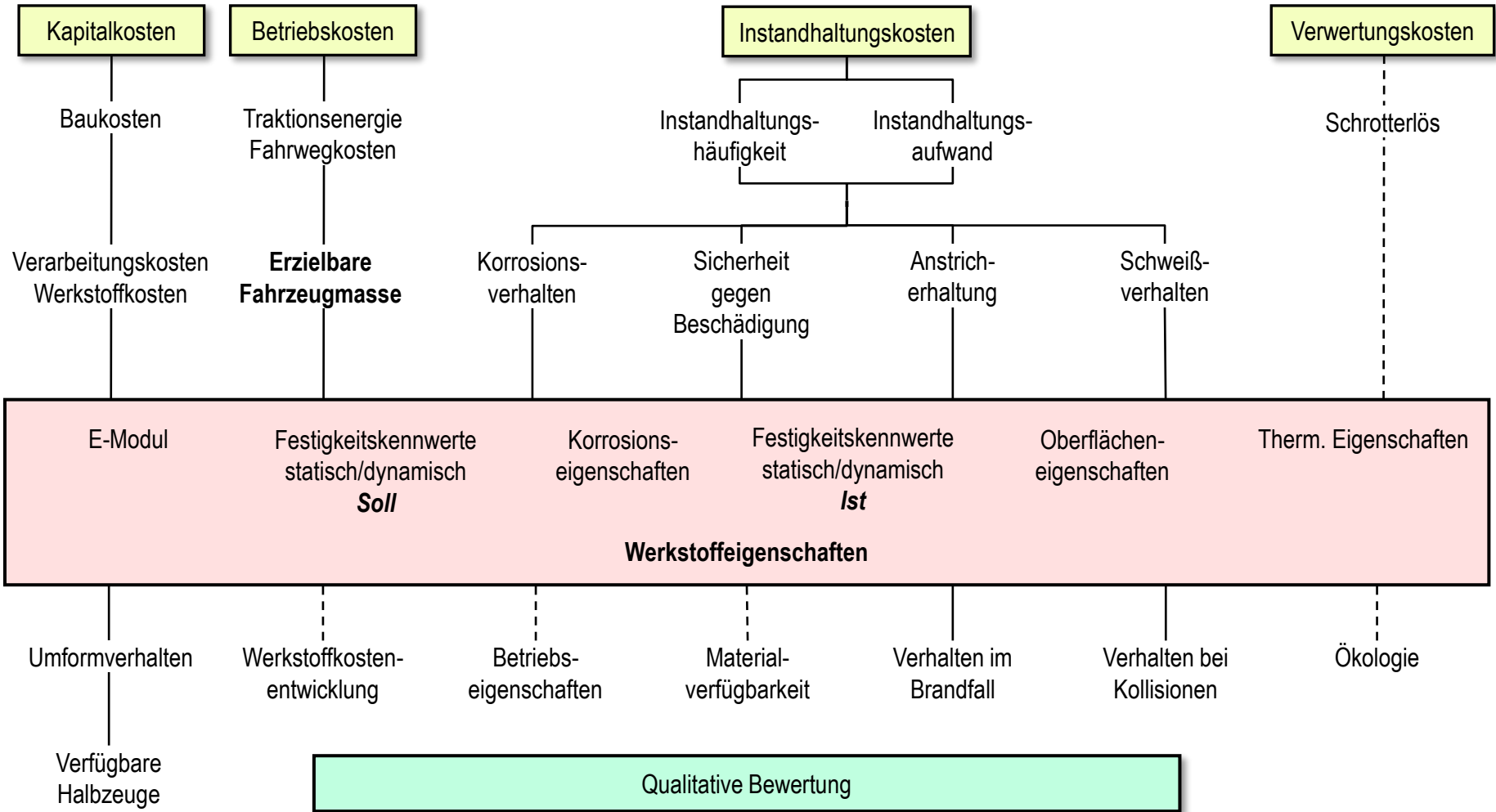
Beulgüte $[(\text{MPa})^{1/2} \cdot \text{cm}^3/\text{g}]$



Knickgüte $[(\text{MPa})^{1/3} \cdot \text{cm}^3/\text{g}]$

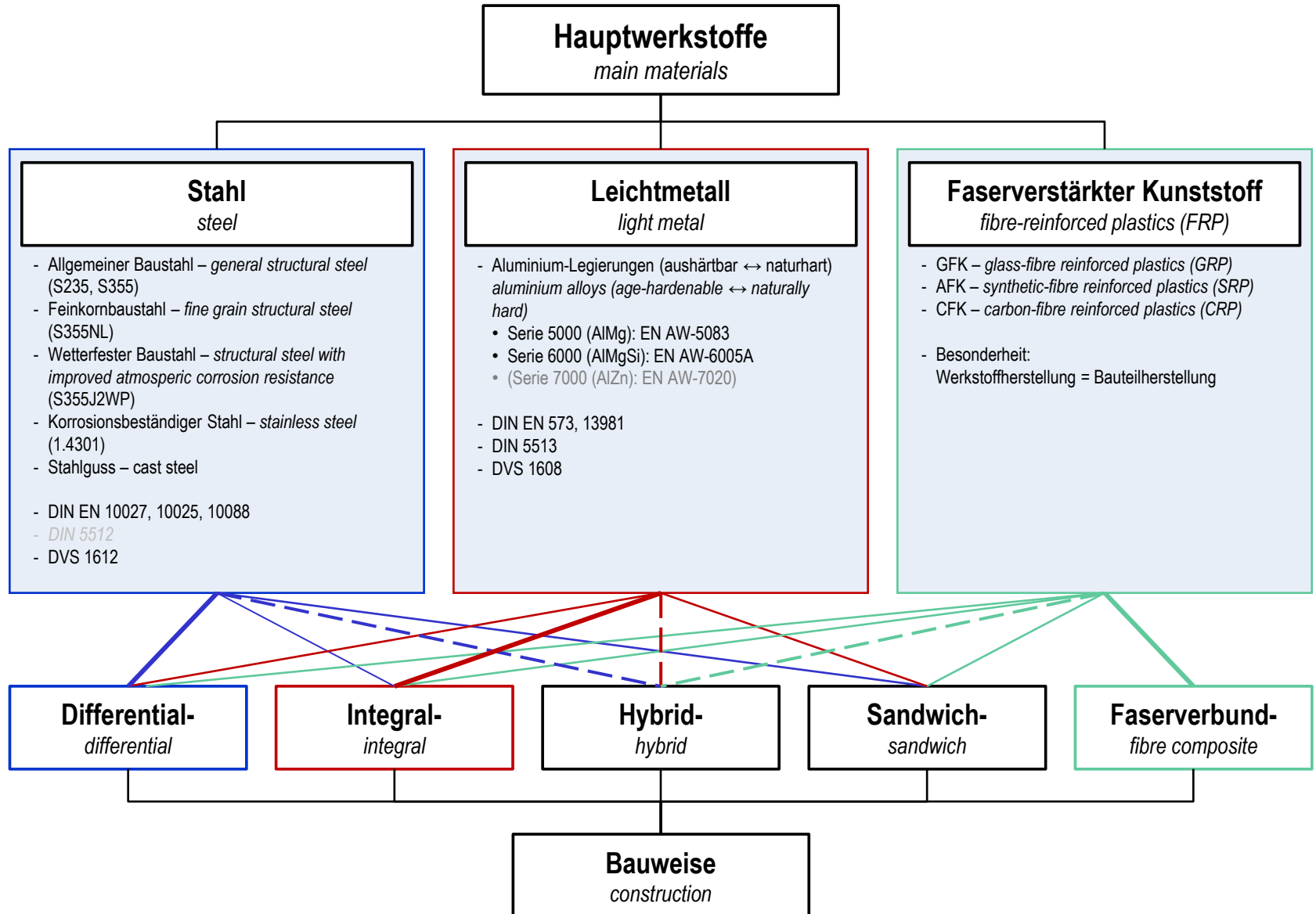


Folie Beeinflussung der Lebenszykluskosten (LCC) durch Werkstoffeigenschaften

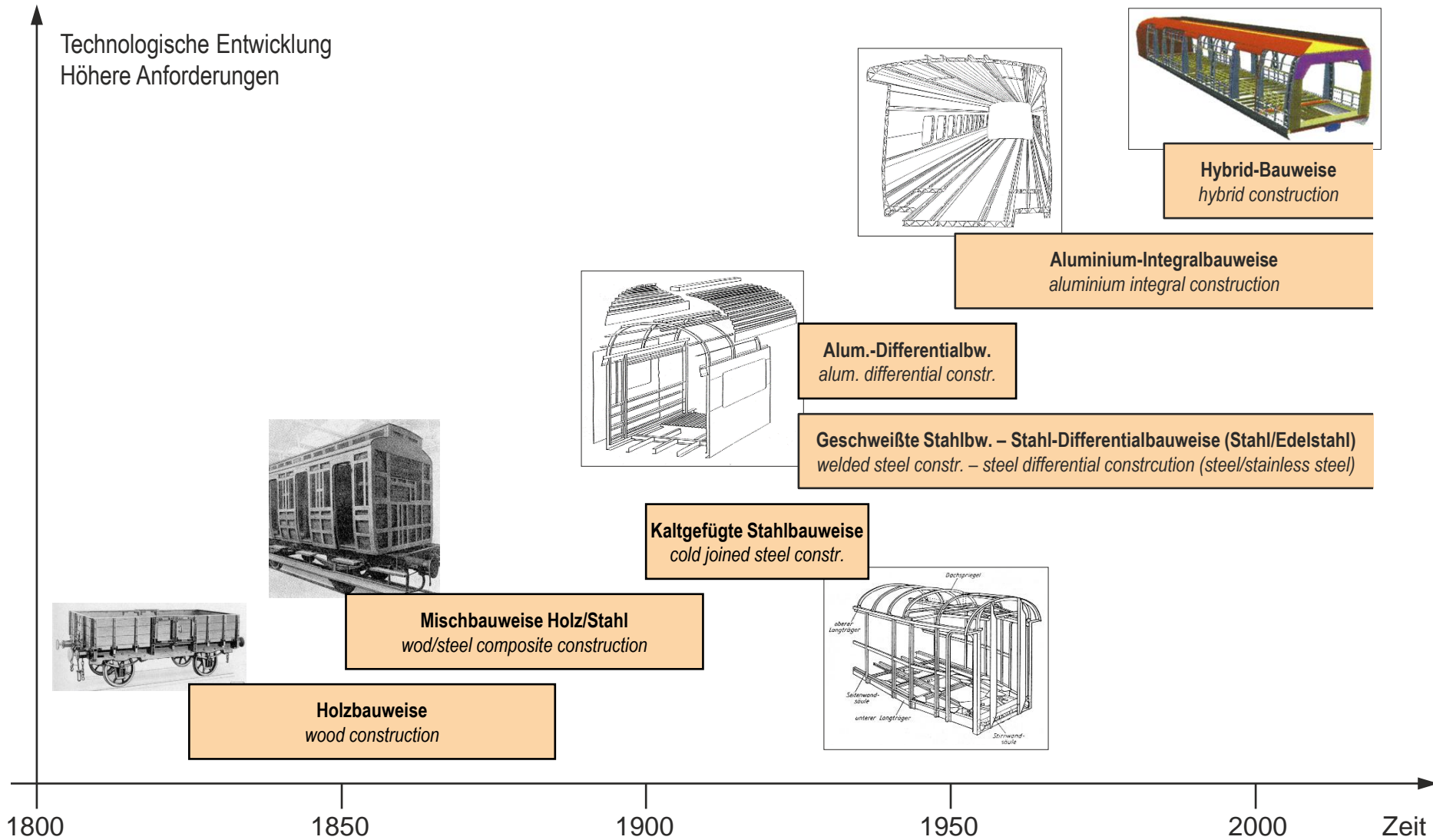


(Quelle: nach Cabos: ETR 41(1992)11)

Folie Werkstoffe & Bauweisen für Schienenfahrzeugtragwerke



Folie Bauweisen im zeitlichen Überblick



(Quelle: nach Gerhard, Meyer, Altenburg, ETR 51(2002)1/2)