



Veranstaltung Samstag 14.09.2019:
Sporträume – Neu denken, Planen, Sanieren und effizient Betreiben

Die Nachhaltige Sportstätte Machbarkeit (Zukunft)

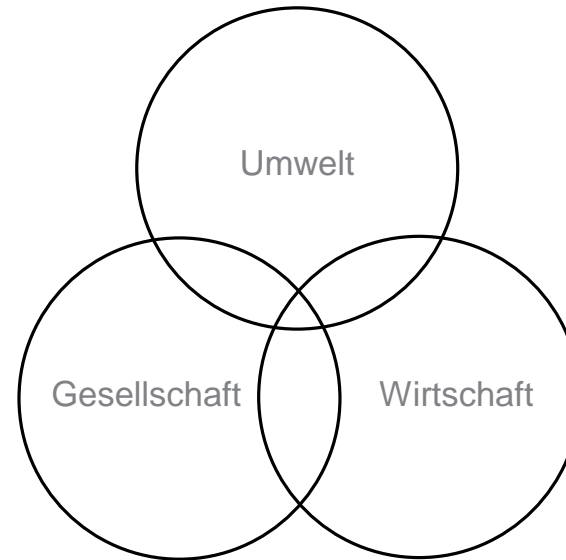
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Dirk Jacob
Technische Gebäude Ausrüstung
Fachbereich Bau
TH Lübeck
dirk.jacob@th-luebeck.de

Inhalt

- Eingrenzung / Planungswerkzeuge Nachhaltigkeit
- Effizienz (Zukunft)
 - Materialsysteme
 - Vakuum-Fassade (Dämmung+Fenster)
 - Wärmerückgewinnung (sensibel, latent)
 - Schaltbar (Fassaden, Dämmung, Lüftung)
 - Erzeugung / Speicherung / Wechselwirkungen andere Sektoren
 - Licht (nachfolgender Vortrag)
 - Wasser (Zeit?)
- „Downsizing“, „Multipurpose“, modular, schaltbar, flexibel (Akustik, Digitalisierung ...)

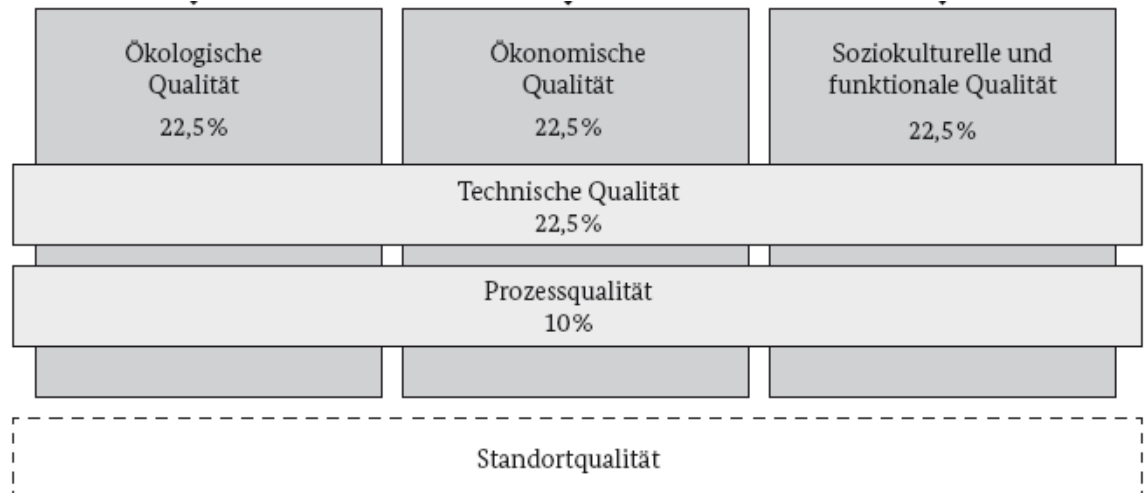
Eingrenzung

Drei Säulen-Modell Nachhaltigkeit:



- Abbildung z.B. in DGNB u. BNB
→ Gewichtung der „Säulen“

- Hier hauptsächlich Ausblick auf Entwicklungen **ökologische u. technische u. funktionale** Qualität (meine Expertise)



Was wird wichtig?

Gebäude sollten (ab heute) kaum noch CO₂ emittieren (Bundesregierung)!

→ Energiebedarf sinkt (bzw. muss sinken!)

→ Herstellungsenergie wird immer bedeutender!

→ **Material**-u. Konstruktionswahl wird immer **bedeutender**:

- Recycling Materialien
- Langlebigkeit (Wartung?)
- Recycelbarkeit (Fügungen, ...)
- Menge!
- Nachwachsende Materialien (Holz)

Klimawandel:

→ Haus ohne Heizung (**aber mit Klimaanlage?!?!**)



Nachwachsende Baumaterialien: Bsp. Holz

Sportstättenbau:

- Viele Beispiele
→ Stand der Technik

Zukunft:

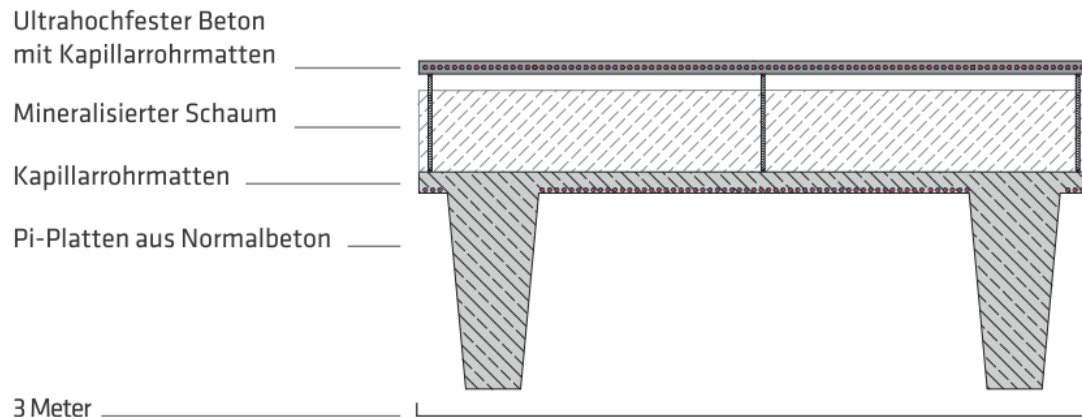
- Mengeneinsparungen
- Beschichtungs- u.
Verbund-Werkstoffe /
Klebertechniken:
Emissionsreduktion
- Nachhaltige
(einheimische)
Holzproduktion!



Innovative Baumaterialien: Schaumbeton

Industriehalle:

- Innenwände + Decken: Stahlbetonfertigteile (PI-Platten aus Normalbeton)
Dämmung: 20 cm??? **neuartiger Mineralschaum**
Verkleidung außen: dünne Platten mikrobewehrter ultrahochfester Beton.



Innovative Baumaterialien: Schaumbeton



- Wärmedämmung
- Trockenrohdichte: 180 kg/m³
- Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{\text{dry,d}}$: 0,06 W/mK
- Nicht brennbar
- Keine Autoklavierung



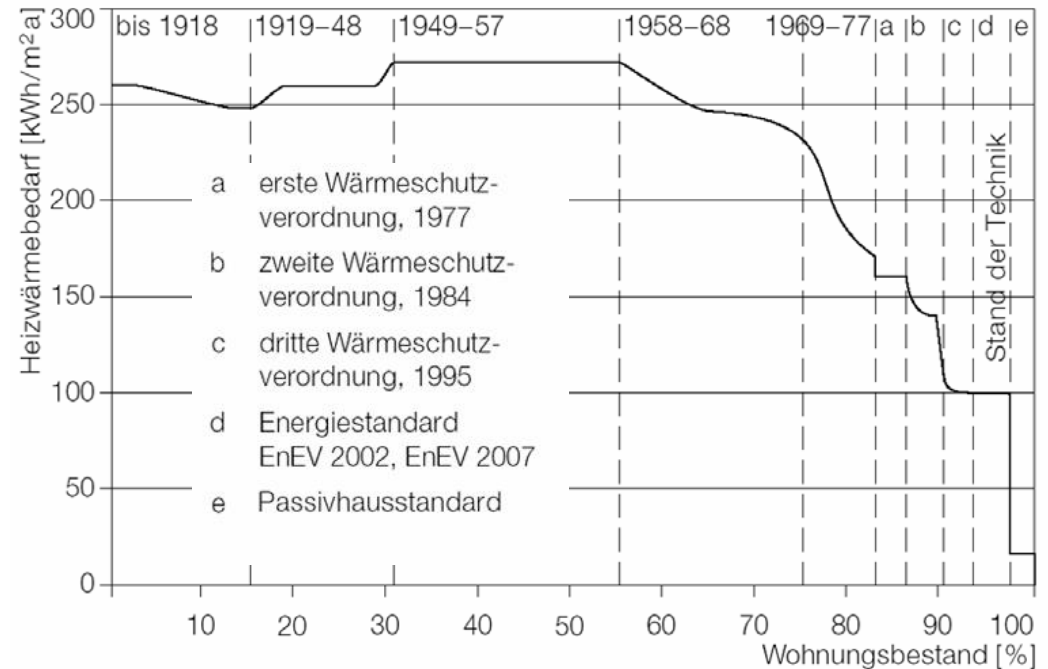
Gebäudehülle

- Seit Ende 1950er Jahre zunehmender Dämmstandard

- **Heutige Dämmdicken u. Dämmmaterialien erreichen Grenzen**

→ Mögliche nächste Schritte:

- **Vakuum-Dämmung** (Verfügbar, Weiterentwicklung notwendig)
- Vakuum-Fenster (Forschung)
- Nicht immer sinnvoll (keine Heizlast, Wärmequellen, Klima, **Kältebedarf** ...)!)



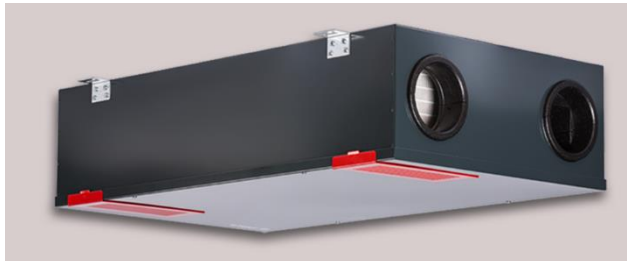
Lüftung

- Früher häufig:
Fensterlüftung, hohe Infiltration
Während Nutzung: zu geringe Luftwechsel \rightarrow u.a. Geruch, CO₂ (-)
- Heute häufig:
mechanische Lüftung, WRG, geringe Infiltration
 \rightarrow ausreichende Luftwechsel

ABER:

Wohnen: (häufig PH)

$$\eta_{WRG} > 96\%$$



Nicht-Wohnen: i.d.R.

$$\eta_{WRG} < 80\%$$



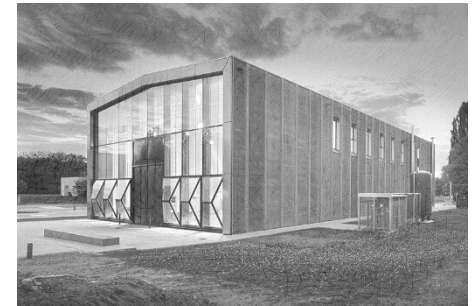
Verbesserungspotential: min. **Faktor 4**
(nicht immer sinnvoll \rightarrow regelbar, Luftmengenabhängig)

Schaltbarkeit!

Effizienzsteigerung durch **Schaltbarkeit** der **Energieströme** in das und aus dem Gebäude (An- und Abkoppeln der Umwelt):

- Transmission / Dämmung:
Kapillarrohrmatten Innen- und Außen
Bsp. Eta-Fabrik Darmstadt
(Zus. bei Berieselung als Rückkühlung wirksam)
- Erdreich:
(Wärmetauscher, Sonden ...)
- Sonnenschutz:
konventionell / schaltbare Verglasung
Bsp. Elektrochrome Verglasung
- Lüftung:
natürlich / mechanisch, Nacht / Tag, WRG an / aus

→ **Achtung: Gute Regelung entscheidend!**



Warum Speicher?

- Je **geringer** der **Energiebedarf** ist, desto wichtiger werden Energiespeichermöglichkeiten
→ **Optimierungsaufgabe** Erzeugung ↔ Speicherung (↔ Verbrauch)
- Je **volatiler (schwankender)** die Energieerzeugung bzw. der **Energiepreis** ist, desto wichtiger werden Energiespeichermöglichkeiten
Sektorenkopplung, Energiewende
→ **Optimierungsaufgabe**
(große Speicher → große Optimierungsmöglichkeiten)

Aber es ist nicht immer sinnvoll die Speicher in jedem Gebäude vorzuhalten
Speicher brauchen Platz!

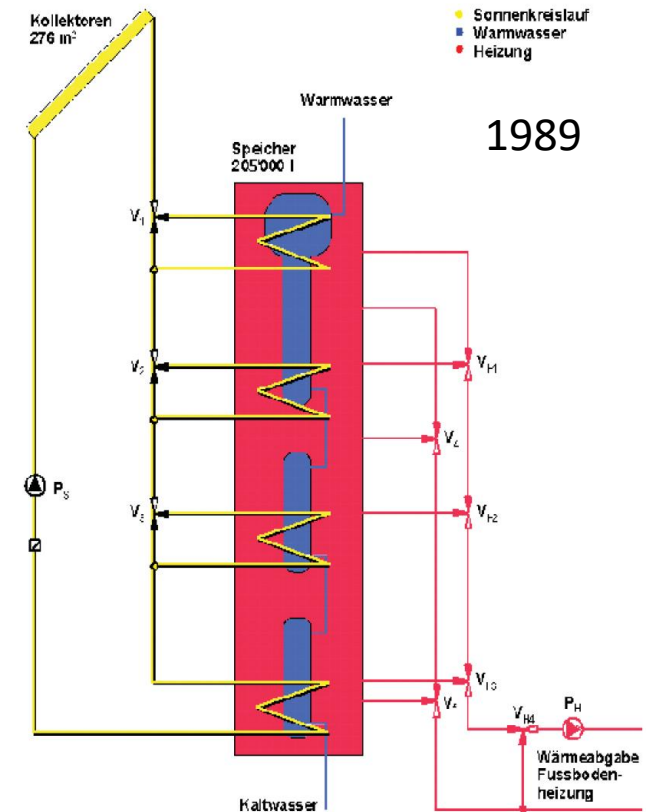
Andererseits: Gebäude stellen (einen) riesigen Wärme- (oder Kälte) Speicher dar

Speicher Beispiel 100% solare Deckung Wärme



Quelle: Jenny Energietechnik (CH)

Speicher Beispiel 100% solare Deckung Wärme



Quelle: Jenny Energietechnik (CH)

Speicher Beispiel 100% solare Deckung Alles

Energie-Autarkes Solarhaus (EAS)-Freiburg (1992)

- PV
- Sonnenkollektor
- Hocheffizienz-Lüftungsanlage
- Transparente Wärmedämmung (schaltbar)
- Elektrolyseur
- Brennstoffzelle
- Wasserstofftank
- Batterie
- Wärmespeicher (Wasser)
- ...



Schwimmbäder

- Leitfaden Passivhausinstitut
 - Einsparungen 20% - 60% stark fallabhängig
 - Gebäudehülle (Tauprobem verringern)
 - Luftmengen reduzieren
 - „Schichtlüftung (umgekehrt)“
 - Druckverluste (Wasser, Luft) reduzieren
 - Energieerzeugung optimieren



Komplexitätsreduktion

Bsp. Skanska (Schweden)

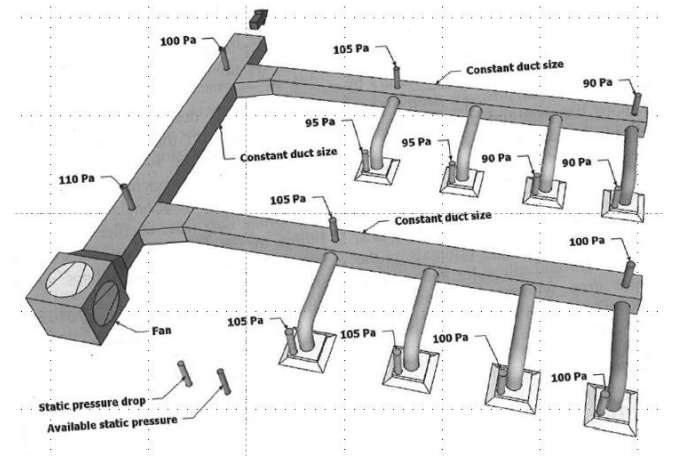
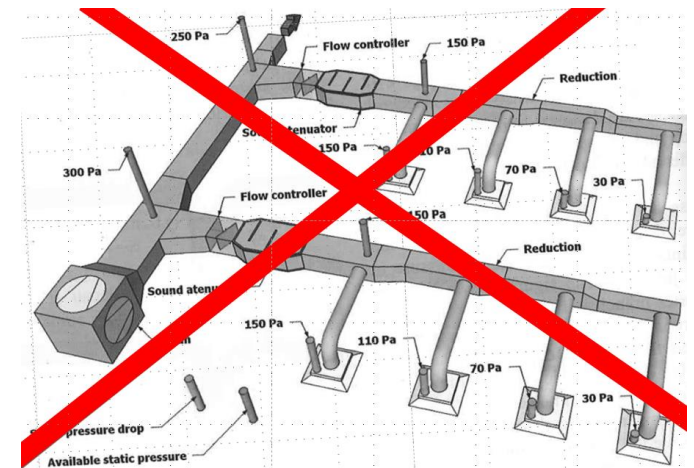
- 1996-2016 mehr als 100 Projekte
- mehr als 1 Mio m²

Viel experimentiert →

- Umweltverträglich
- Niedrige Lebenszykluskosten
- Flexibel
- **Einfache Lösungen**

→ Skanska Deep Green Cooling Bsp.:

- Wenige Luftkanaldimensionen
- 1 m/s, „Ringsysteme“
- Hauptdruckverlust am Auslass
- **sehr Leicht regel- und einstellbar**
- **sehr flexibel**



Weniger ist mehr!

- Suffizienz
- „Tiny“ Sportstätten?!?!
- „Downsizing“, „Multipurpose“, modular, schaltbar, flexibel, Nutzungszonen, schnell anpassbar, (Akustik, Digitalisierung ...)



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!