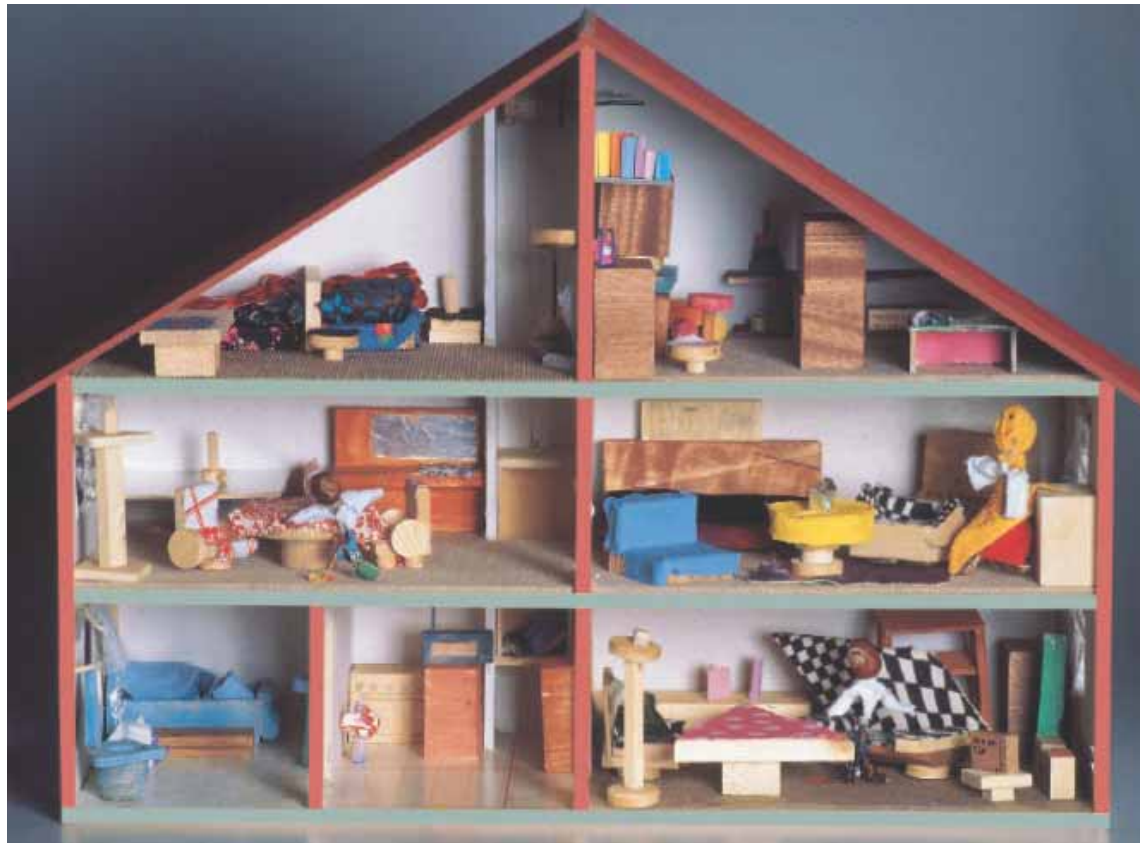

Bauphysik

Wärme T01: physikalische Grundlagen

Prof. Dr.-Ing. Petra Rucker-Gramm

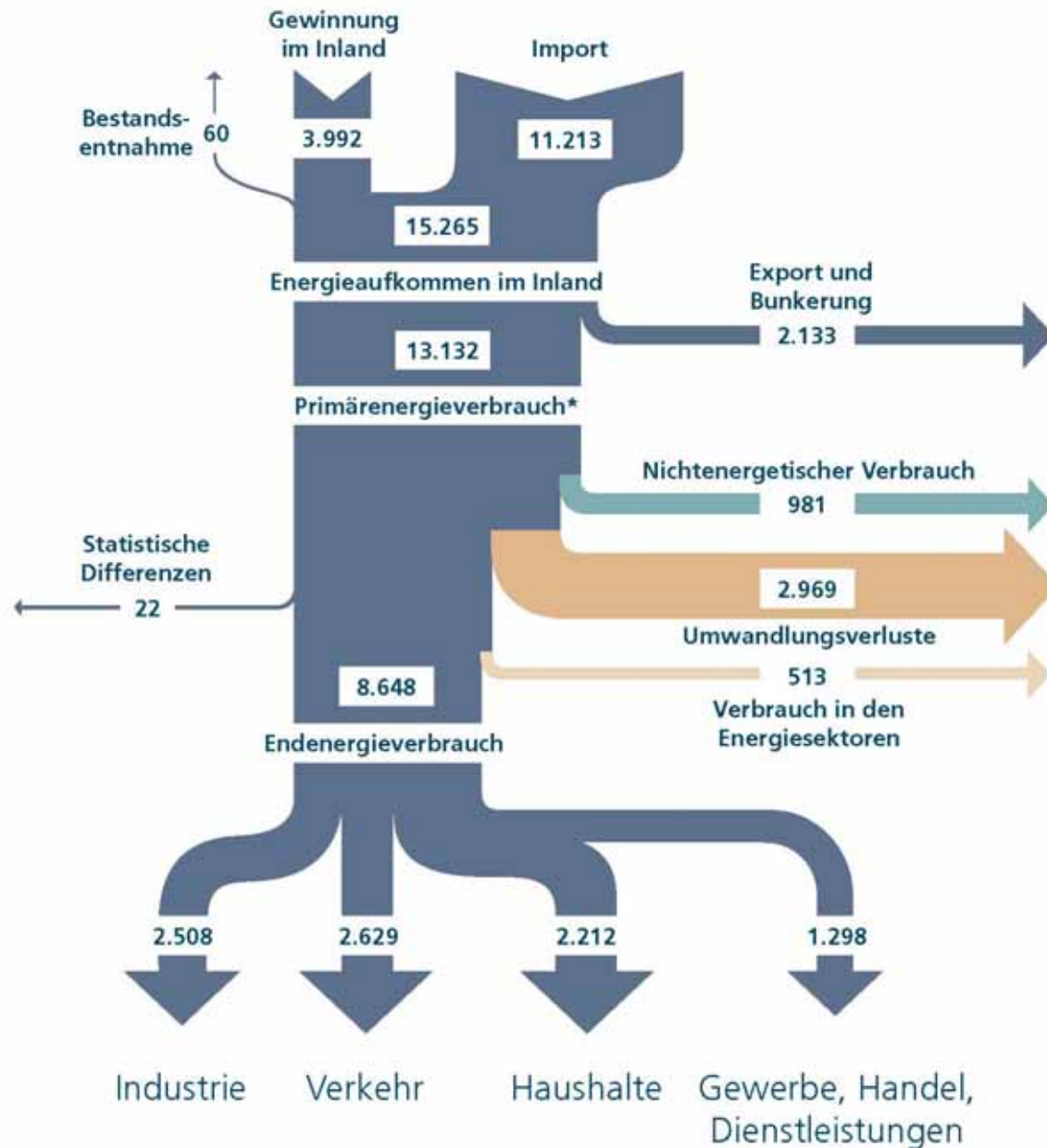
Vorlesungsunterlagen nur für studentische Zwecke. Eine Weitergabe oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur nach schriftlicher Genehmigung durch die Verfasserin erlaubt.

Wärmeschutz - Wozu?



[ökologisches
Bauen mit
Ziegeln]

Energieflussbild Deutschland 2014



[PJ]

26% des
Gesamtenergie-
bedarfs wird im
privaten Haushalt
verbraucht

[AG Energiebilanzen e.V. Stand
08/2015]

Energieverbrauch im Haushalt

Frage:

Wofür verbrauchen wir in den
privaten Haushalten die meiste Energie?

Warmes Wasser?

Beleuchtung?

Haushaltsgeräte?

Heizung?

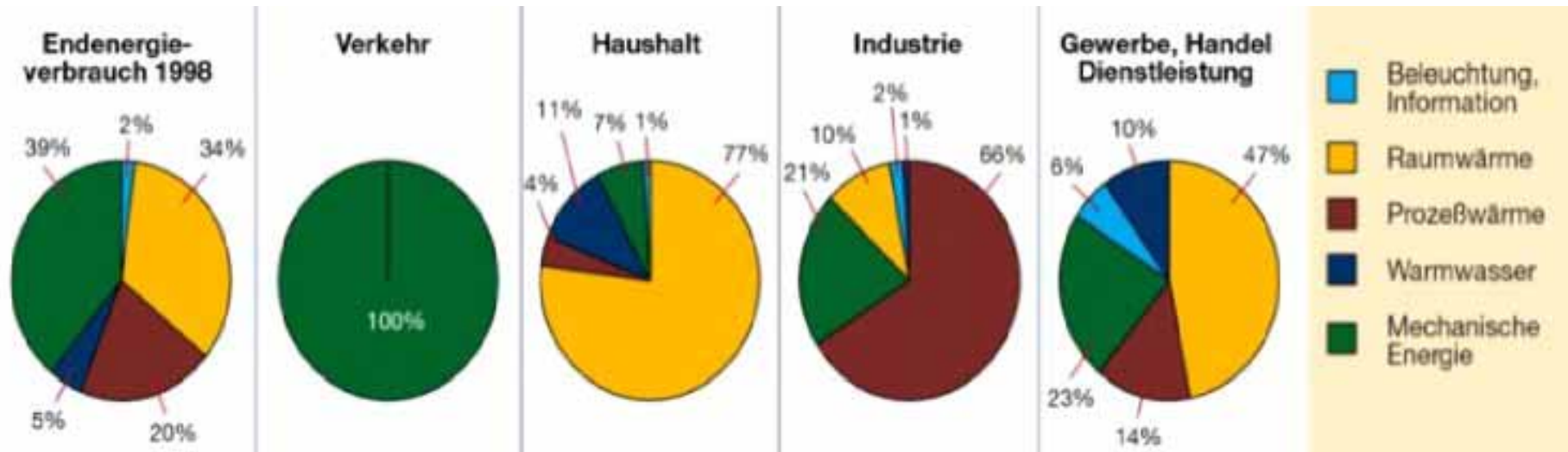
Energieverbrauch im privaten Haushalt



→ rd. 77 % des Energieverbrauchs fällt auf Raumwärme

EINSPARPOTENTIAL!

Struktur des Endenergieverbrauchs



→ rd. 1/3 der gesamten Energie wird für Raumwärme aufgewendet

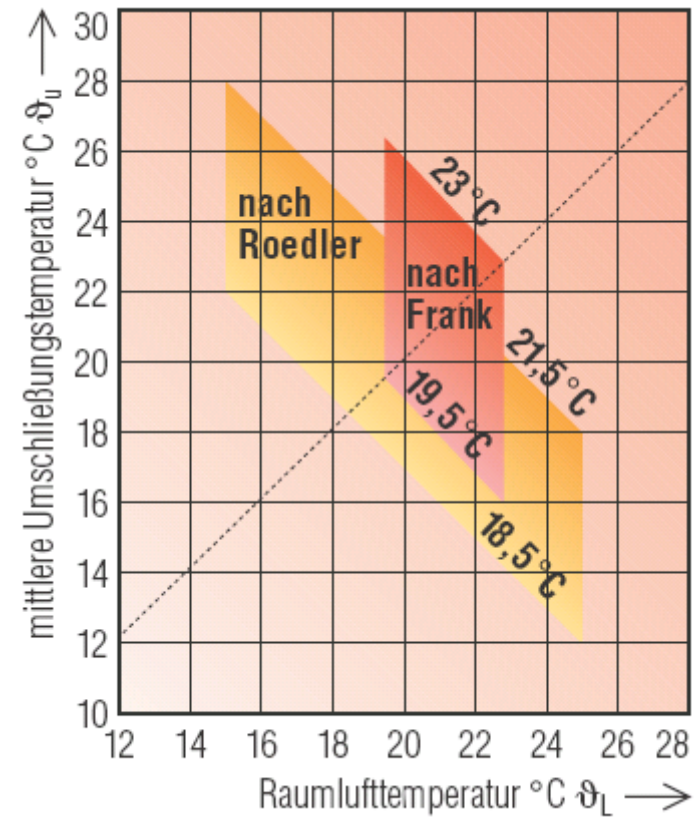
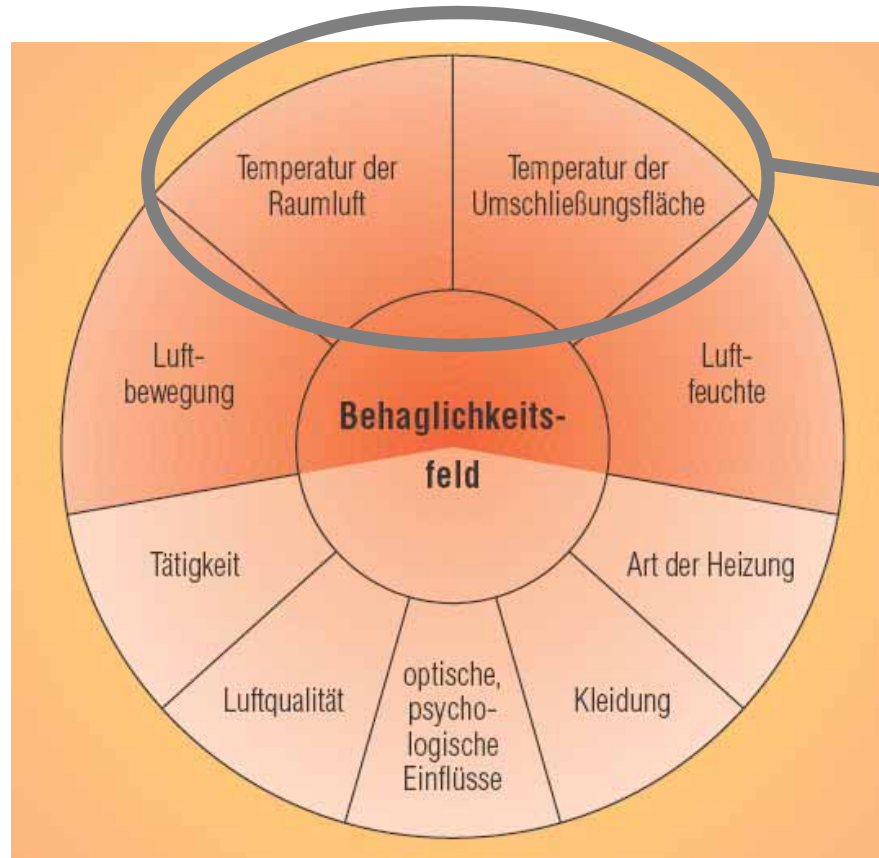
Wozu Wärmeschutz?

- Energieeinsparung
 - Sicherung der thermischen Behaglichkeit
 - Sicherung hygienischer Wohnverhältnisse
 - Verringerung der thermischen Beanspruchung der Bauteile
- Vermeidung von Bauschäden

Wozu Wärmeschutz?

- Energieeinsparung
- Sicherung der thermischen Behaglichkeit
- Sicherung hygienischer Wohnverhältnisse
- Verringerung der thermischen Beanspruchung der Bauteile
- Vermeidung von Bauschäden

Thermische Behaglichkeit



[ökologisches Bauen mit Ziegeln]

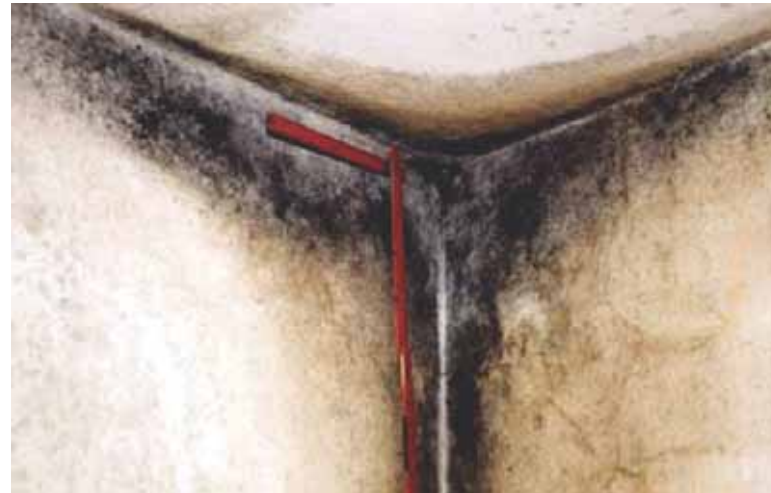
Bsp. Altbau / Neubau:

Behaglichkeit bei Innenraumtemperatur von 23°C / 20°C

Wärmeschutz wozu?

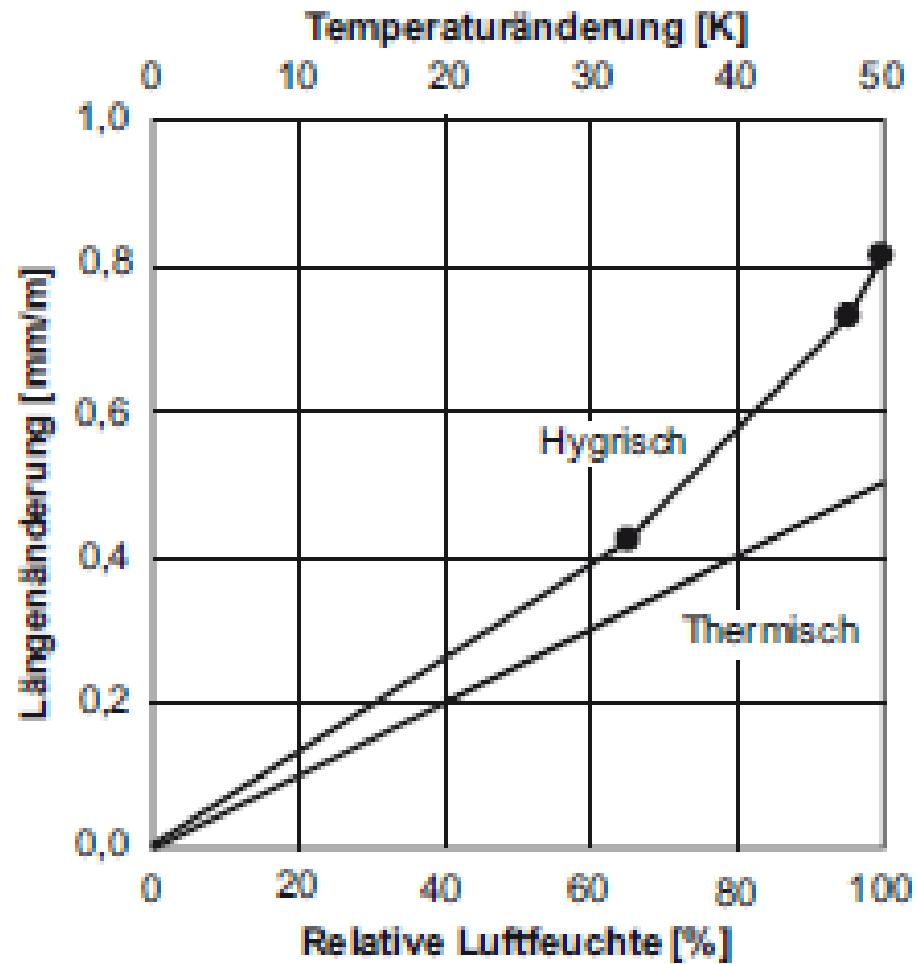
- Energieeinsparung
- Sicherung der thermischen Behaglichkeit

- Sicherung hygienischer Wohnverhältnisse



- Verringerung der thermischen Beanspruchung der Bauteile

Thermische Beanspruchung der Bauteile



Wozu Wärmeschutz?

- Energieeinsparung
- Vermeidung schädlicher Tauwasserbildung
- Verringerung der thermischen Beanspruchung der Bauteile
- Sicherung hygienischer Wohnverhältnisse
- Sicherung der thermischen Behaglichkeit

Umwelt

Dauerhaftigkeit

Komfort

Zurück: wofür steht der Begriff der Bauphysik?

Übertragungsphänomene

- **der Wärme,**
- der Feuchte
- des Schalls und
- des Lichtes

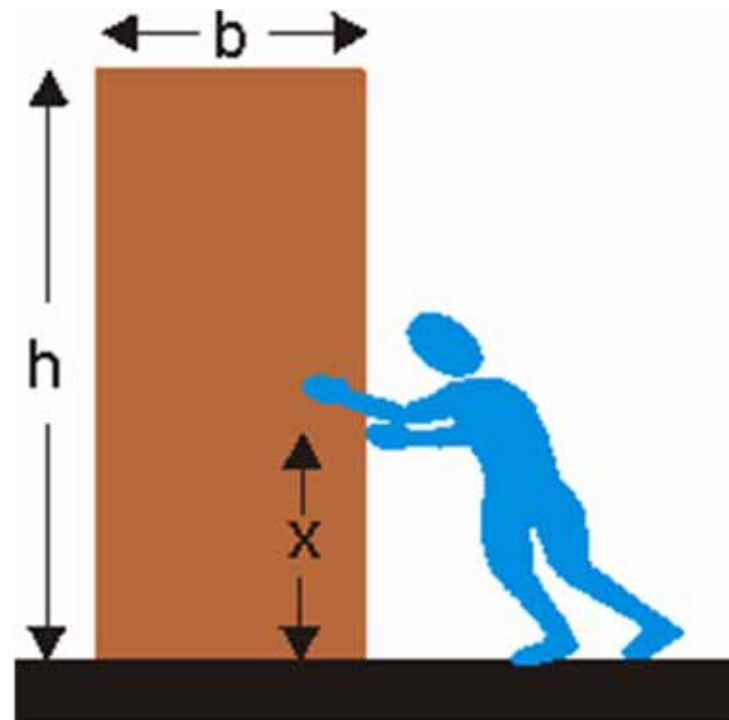


- im Inneren eines Gebäudes,
- im Bauteil selbst,
- in einem Raum und
- in der Umgebung des Bauwerks!

Wärme – physikalische Grundbegriffe

Zusammenhänge zwischen Mechanik und Thermodynamik (Wärmelehre)

Was ist Arbeit?



Arbeit/Energie – physikalische Grundbegriffe



Arbeit/ Energie/ Wärme – physikalische Grundbegriffe

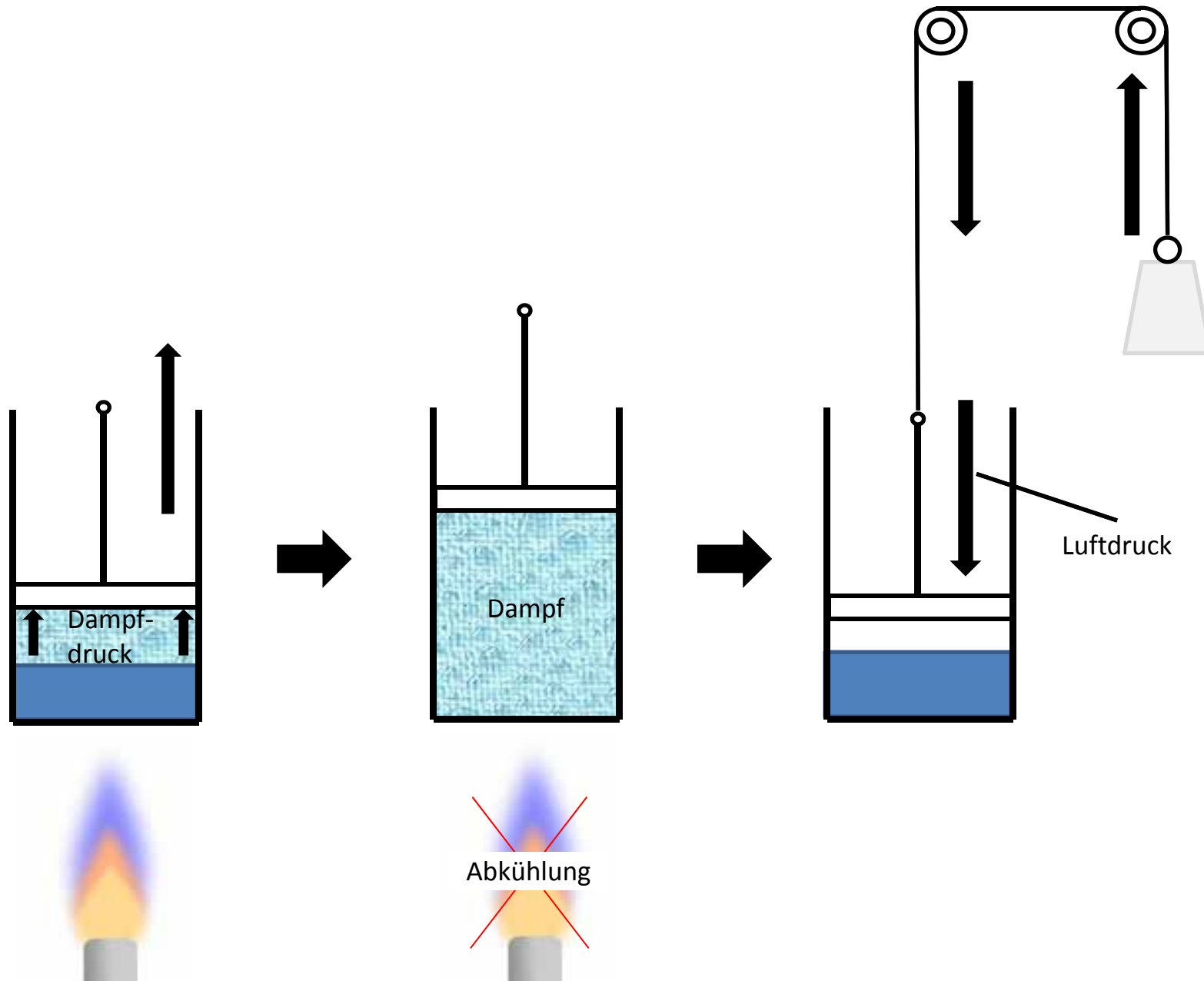
Zusammenhänge zwischen Mechanik und Thermodynamik (Wärmelehre)

Physikalischer Begriff	Formel-Zeichen	Einheit	
		gebräuchl.	alternativ
Arbeit = Kraft x Weg	W	J	Ws, Nm
Energie = Arbeit	W	J	Ws, Nm
Wärmemenge = Wärmeenergie	Q	J	Ws

Wärmeenergie in J (Joule), Wh (Wattstunden), kWh (Kilowattstunden) wird
umgangssprachlich mit **Wärme** bezeichnet

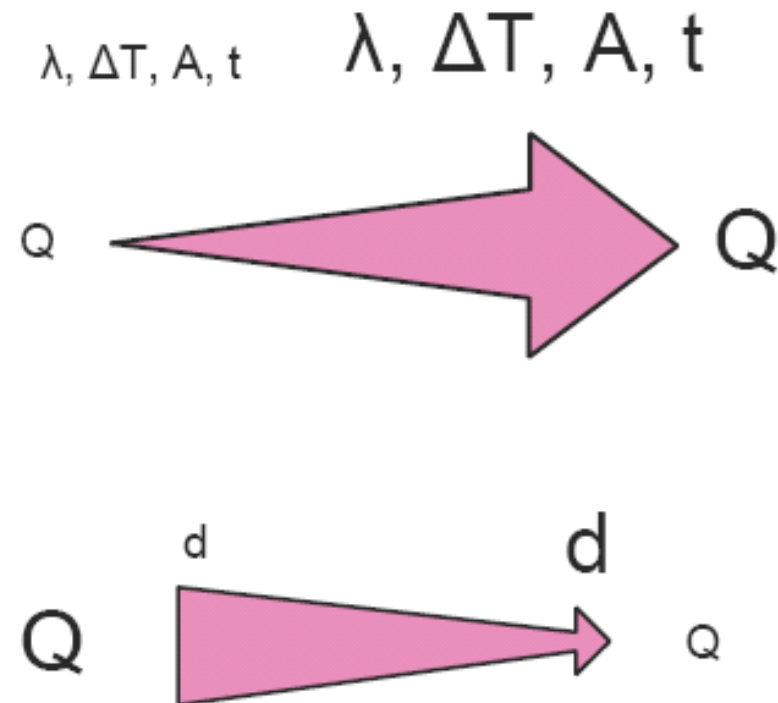
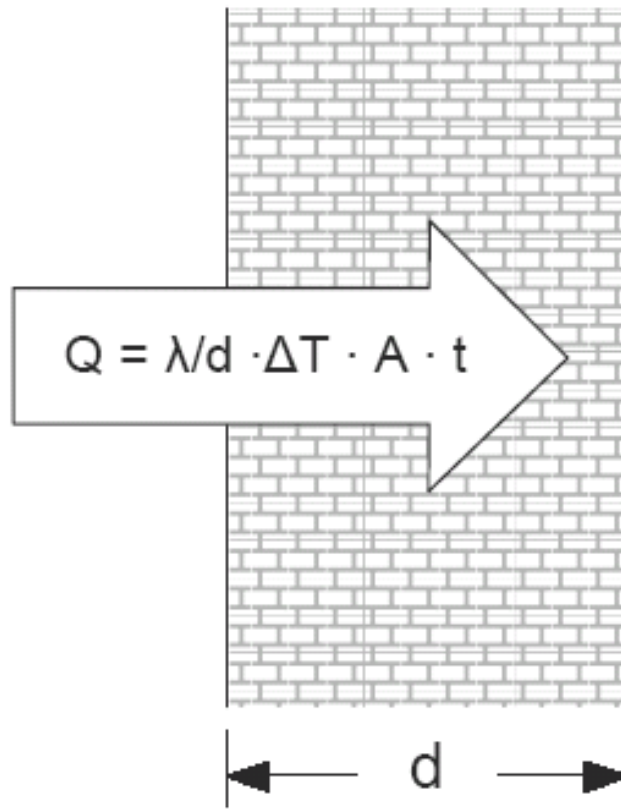
→ Fähigkeit Arbeit zu verrichten

Arbeit – die Dampfmaschine



Wärmeenergie Q in $W \times s$

Einflüsse auf den Verlust von Wärmeenergie



Wärme – physikalische Grundbegriffe

Physikalischer Begriff	Formel-Zeichen	Einheit	
		gebräuchl.	alternativ
Arbeit = Kraft x Weg	W	J	Ws, Nm
Energie = Arbeit	W	J	Ws, Nm
Wärmemenge = Wärmeenergie	Q	J	Ws
Leistung = Arbeit/Zeit	P	W	J/s, Nm/s
Wärmestrom	$\dot{Q}$, Φ	W	J/s

Wärmeenergie ist die über einen Zeitraum abgerufene Leistung

Wärmestrom ist die innerhalb einer definierten Zeiteinheit transportierte Wärmemenge



$$1 \text{ PS} = 735,5 \text{ W}$$

Leistung und Wärmestrom

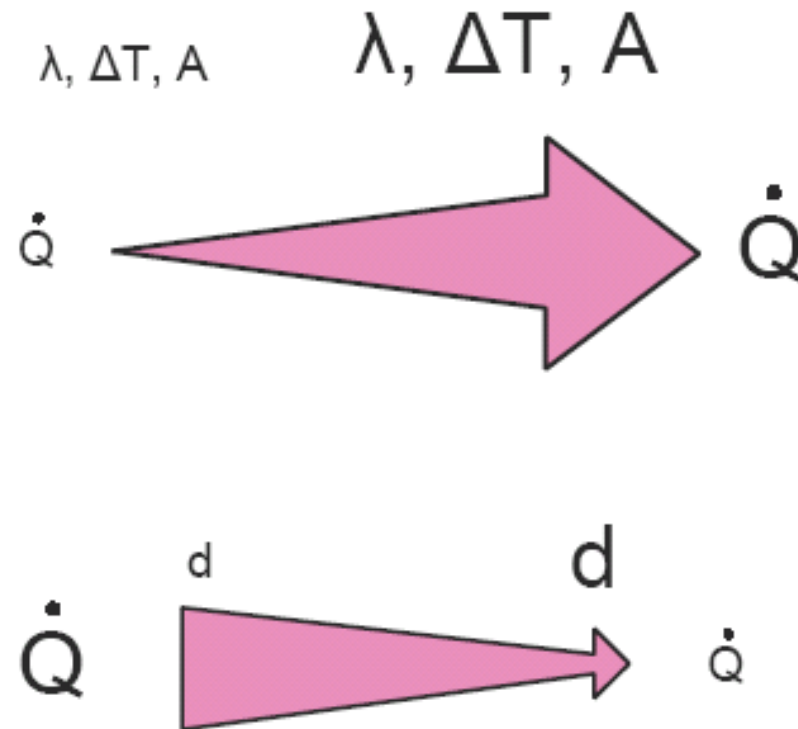
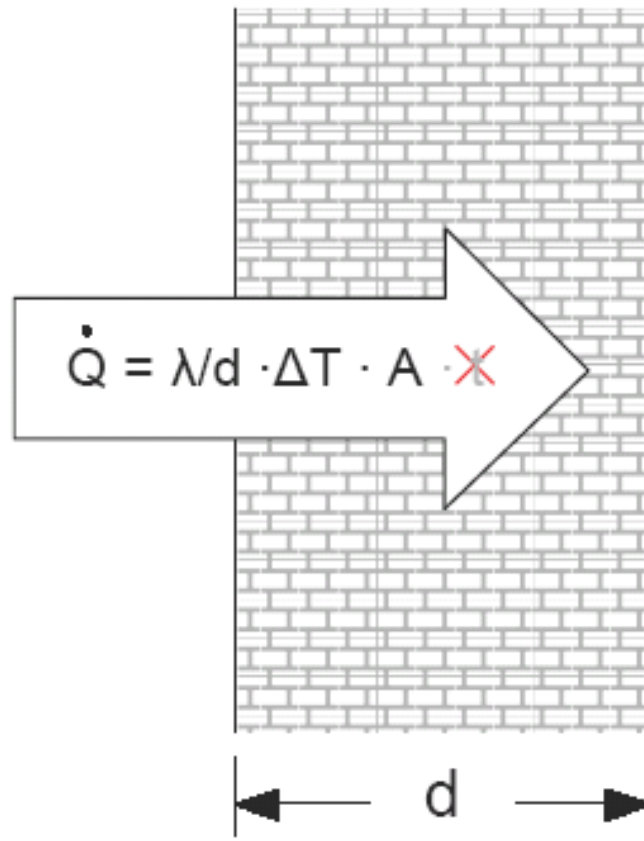
Leistungswerte im Vergleich

- Glühbirne 0,1 kW 
- Höchstleistung eines Menschen 0,75 kW (rd. 1 PS)
z.B. bei Stemmarbeiten
- Mittelklasseauto 50 kW (rd. 68 PS)
- Verkehrsflugzeug 40 000 kW
- Größte Wasserturbine 300 000 kW

-
- **Wärmestrom** durch eine 200m² große
und 240 mm dicke Gasbetonwand,
bei $T_{\text{außen}} -7^{\circ}\text{C}$ und $T_{\text{innen}} +20^{\circ}\text{C}$ 6,3 kW

Wärmestrom $\dot{Q}$ in W

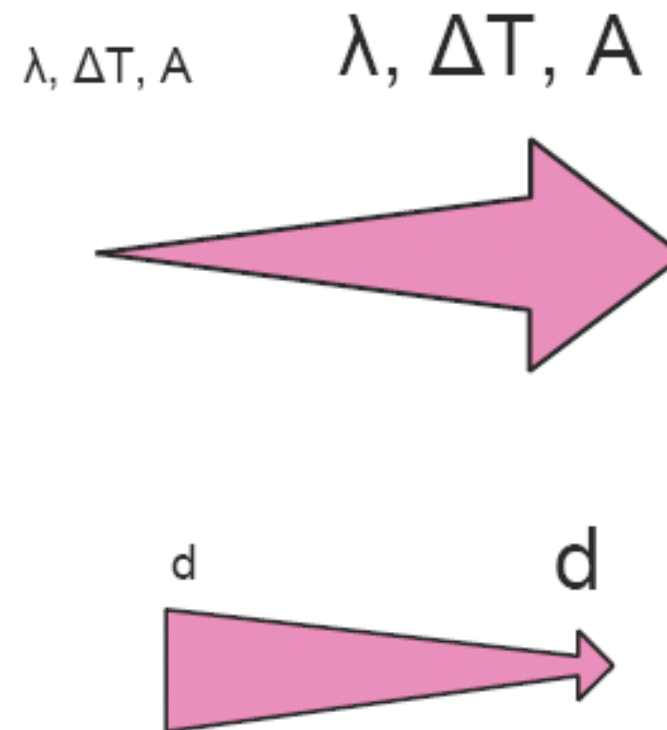
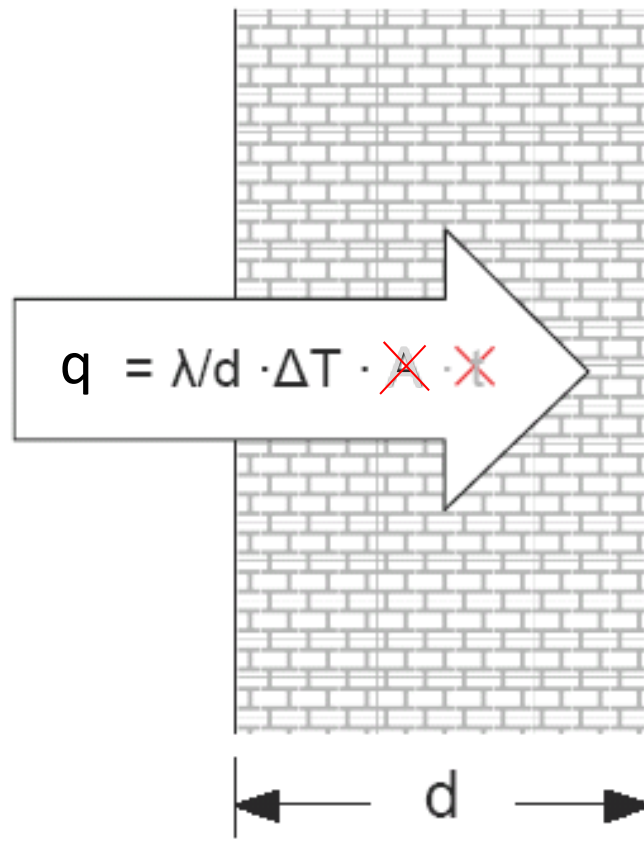
$\dot{Q} = F$ = Wärmeenergie, die je Sekunde durch einen Körper fließt



→ Fließrichtung immer von der warmen Seite zur kalten Seite

Wärmestromdichte q in W/m^2

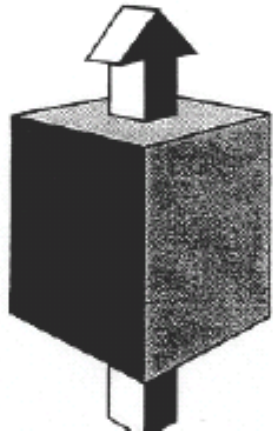
q = Wärmeenergie, die je Sekunde durch einen Körper mit einer Fläche senkrecht zur Wärmestromrichtung von 1 m^2 fließt



Wärmetransportmechanismen

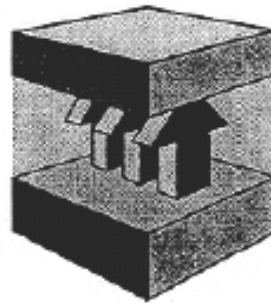
Welche Wärmeübertragungsphänomene gibt es?

Leitung



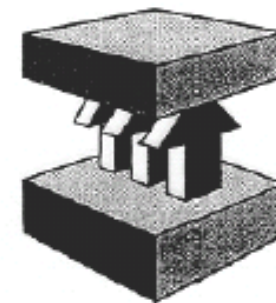
Innerhalb eines Materials
oder bei direktem Kontakt
zwischen zwei Körpern

Konvektion



Wärmeenergie wird durch
Strömen eines Mediums
mittransportiert

Strahlung



Ausstrahlung oder
Aufnahme elektromagn.
Strahlung

→ Im Festkörper dominiert die Wärmeleitung, während im Gasraum
Konvektion und Strahlung dominieren

Quellen

- Vorlesung FH Rosenheim Prof. Klaus Sedlbauer, Dr. Martin Krus,
Fraunhofer-Institut für Bauphysik

2008: An dieser Stelle **danke** ich **Dr. Martin Krus** und **Prof. Klaus Sedlbauer** vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik, dass sie so hilfsbereit waren, mir die Unterlagen, der von ihnen entworfenen Vorlesung an der FH Rosenheim zu Lehrzwecken an der FH Frankfurt zur Verfügung zu stellen.

Genauso danke ich **Prof. Schulz**, dass er mich bei der Gestaltung der Vorlesung beraten und unterstützt hat und mir seine Unterlagen zur Verfügung gestellt hat.