

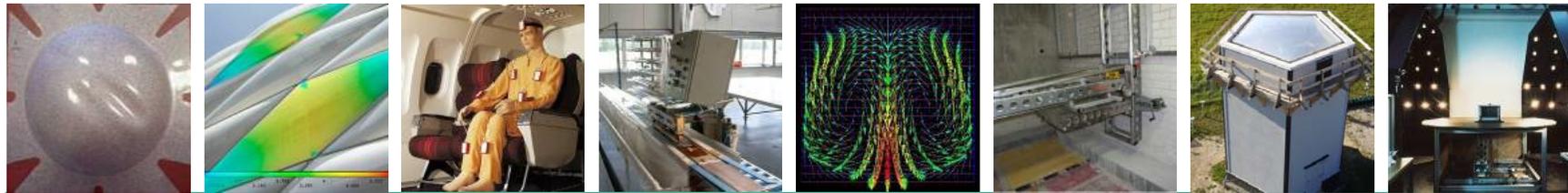
---

# Integrale Schulsanierung

---



Prof. Dr. Klaus Sedlbauer

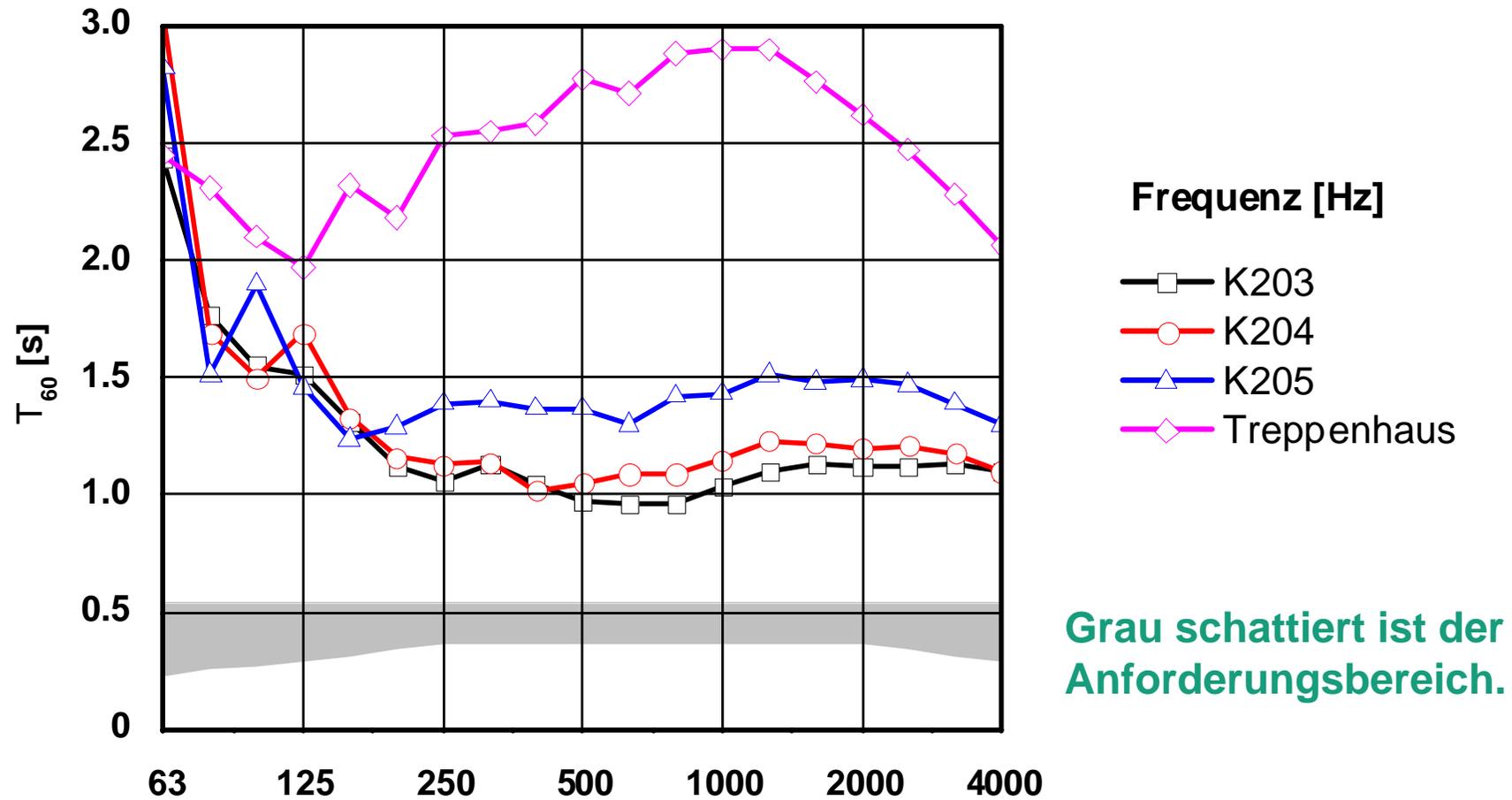


# Noten abhängig vom Klassenraum?



**Problem:** Schallharte Flächen  
**Folge:** Sprachverständlichkeit zu gering  
Nachhallzeit zu groß

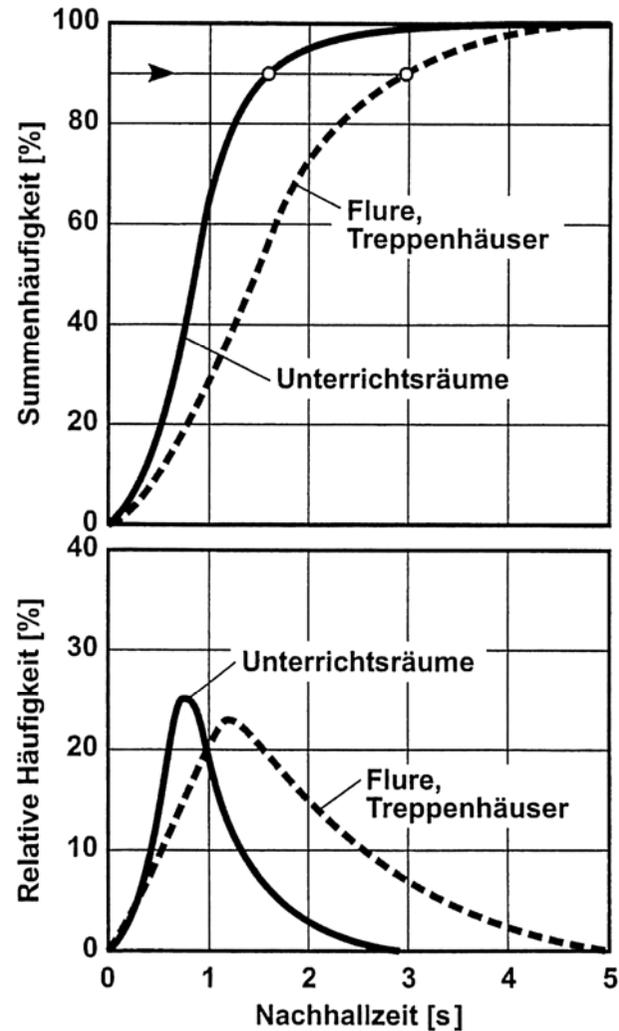
# Gemessene Nachhallzeiten in einem Klassenzimmer



Grau schattiert ist der Anforderungsbereich.

# Raumakustik in Schulen

## Häufigkeitsverteilungen von Nachhallzeiten in Schulgebäuden



Auf Basis der Messungen von:  
Schick, A.; Klatte, M. und Schmitz, A.:  
Lärminderung in Schulen. Schriftenreihe  
Hess. Landesamt für Umwelt und Geologie,  
H. 4, Wiesbaden (2007).

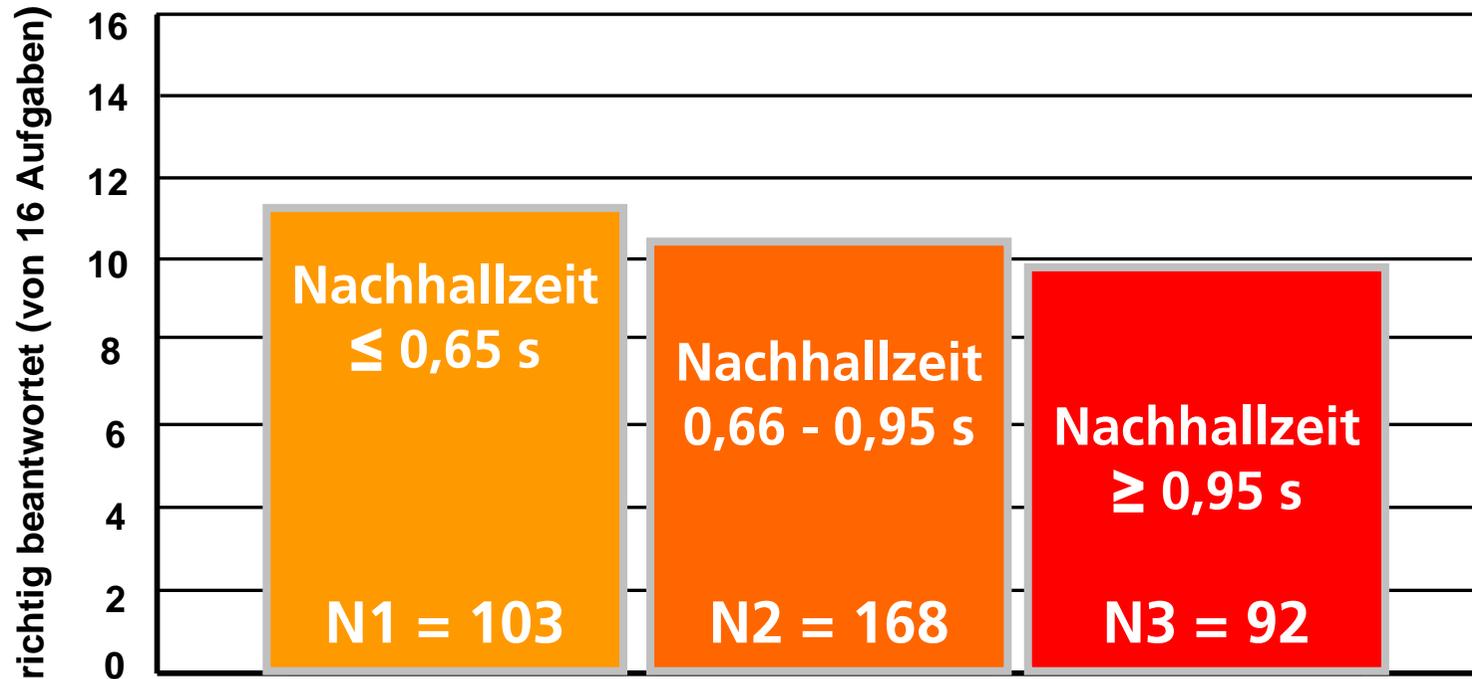
# Raumakustischer Effekt

➔ Ursache / Wirkung - Spirale, + 10 dB (A)



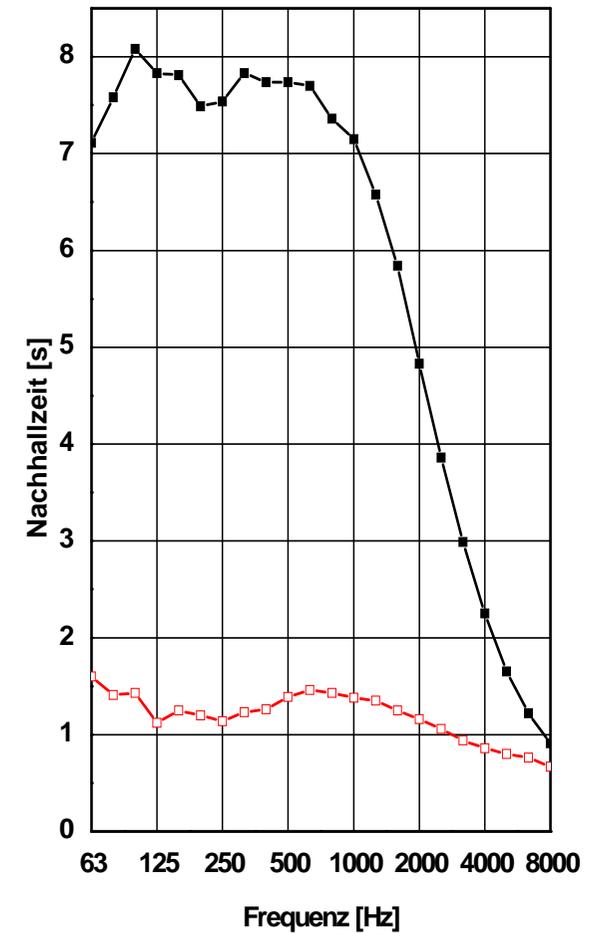
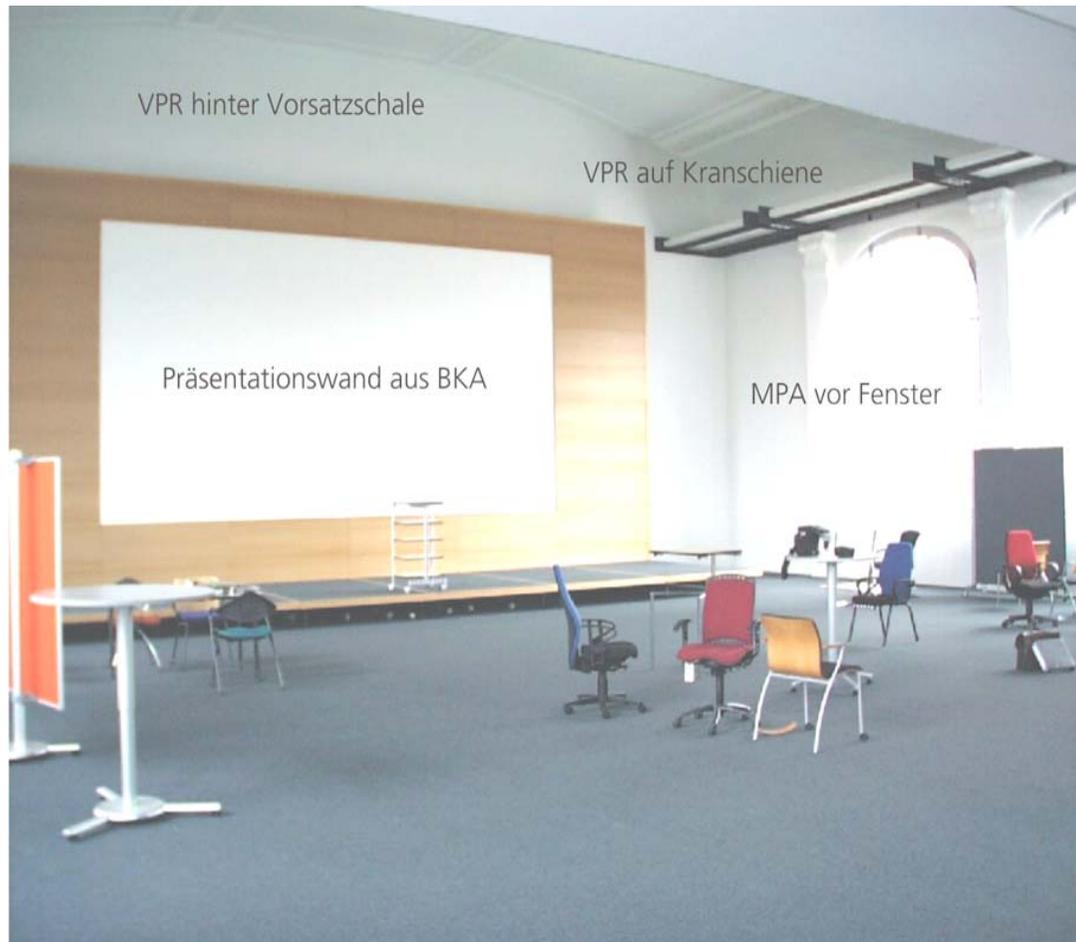
# Raumakustik in Schulen

Wirkungen von Nachhallzeiten auf kognitive Grundfunktionen



**Leistung von Zweitklässlern beim Kategorisieren von Lauten.**  
(Test unter gleichen Nachhallbedingungen)

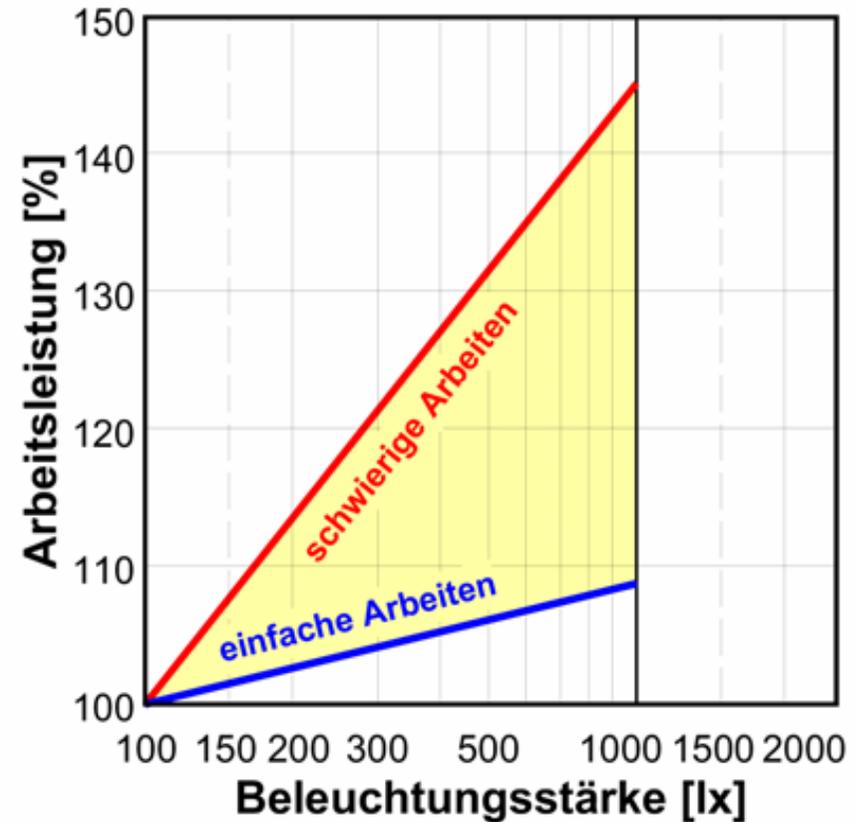
# Produkte für funktionale Raum-Akustik vorhanden



# Tageslichtverhältnisse in Klassenzimmern



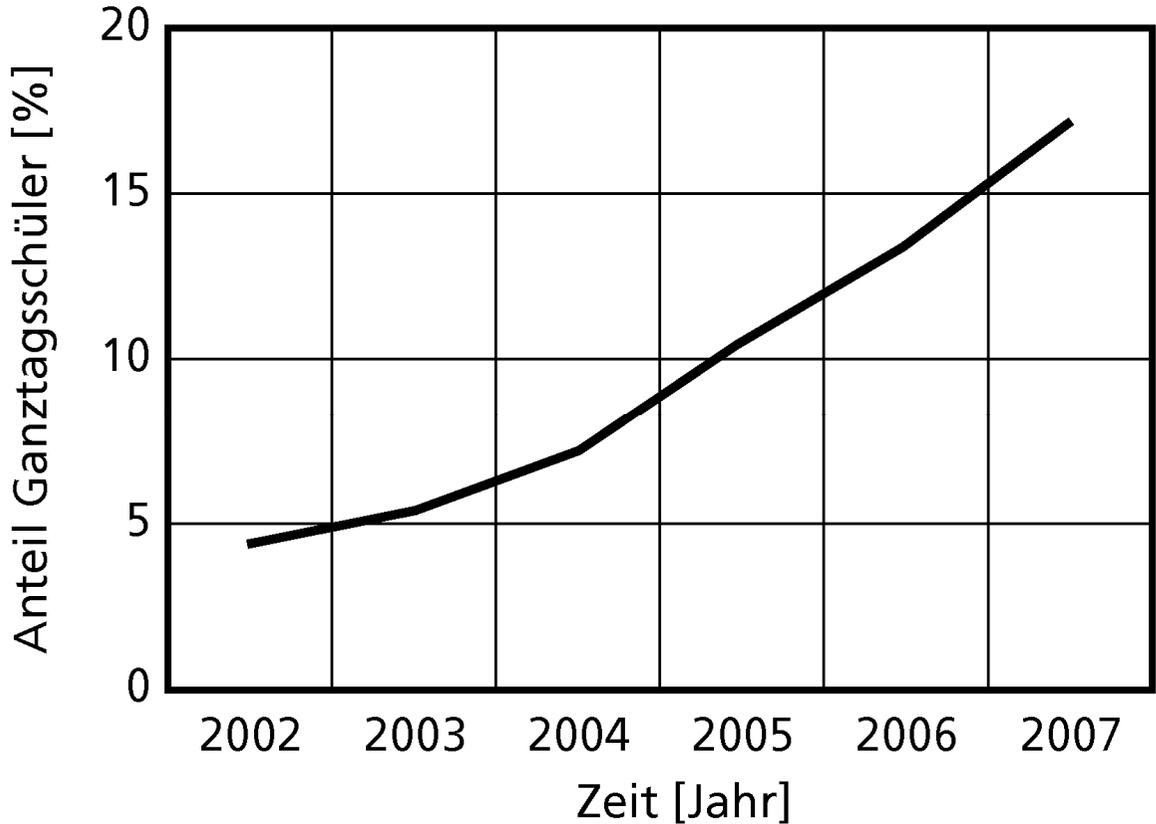
**Gute Lichtverhältnisse in Klassenzimmern erhöhen die Leistung von Lehrenden und Lernenden**



Quelle: CH. Schierz; Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, Eidgenössische Technische Hochschule

# Mehr Zeit in der Schule

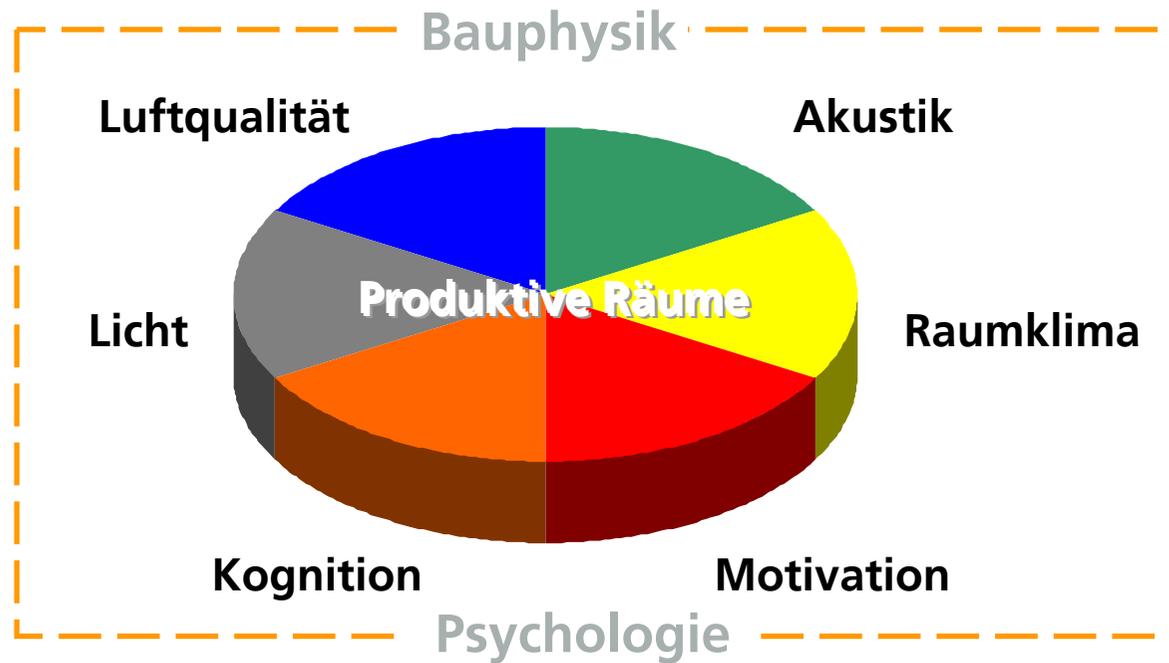
Anteil der Ganztagschüler an Grundschulen



Quelle: Bildungsmonitor 2009

# Ziel: Leistungsfördernde Raumumgebungen

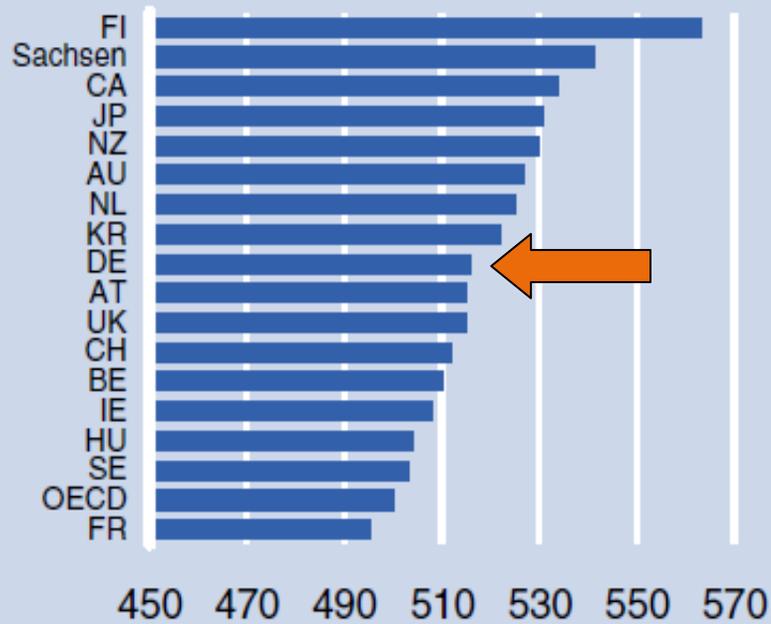
Gesundheit, Behaglichkeit und Produktivität in Räumen



# Schülerleistung in PISA-Studie

## ... "Gut" auch international

Mittelwertergebnisse ausgewählter OECD\_Länder aus PISA-E

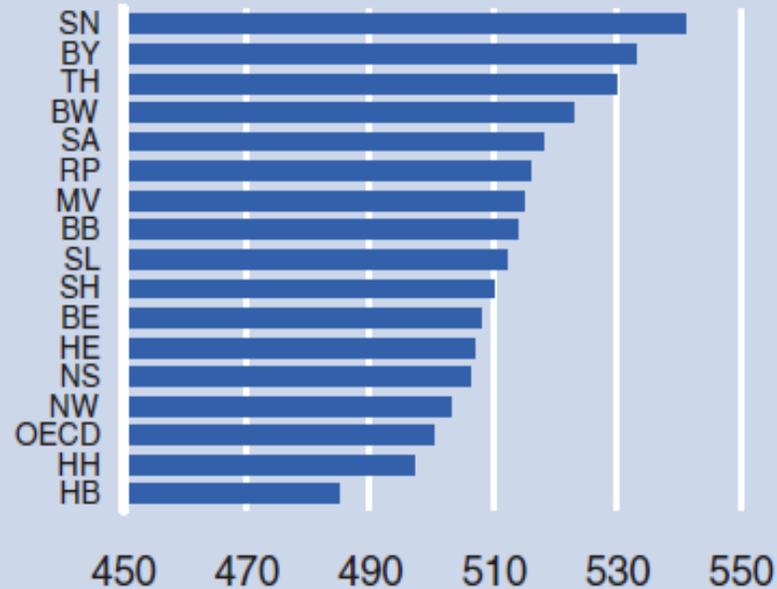


Quellen: PISA-Konsortium Deutschland, DBR

15

## Sachsen: Testnote "Sehr Gut" innerdeutsch...

Mittelwerte aus Normalverteilung in PISA-E 2008, Bezugsjahr 2006



Quellen: PISA-Konsortium Deutschland, DBR

14

Quelle: DBResearch

# Workshop: Klasse(n) Zimmer - Viel Raum für Leistung

## ***Empfehlungen im UBA-Schulleitfaden***

Dr. Dir. u. Prof. Heinz-Jörn Moriske

## ***Farben in der Schule: Rettungslos verkrampt***

Prof. Axel Venn

## ***Raum für Leistung mit leistungsfähigen Materialien***

Margit Pfundstein

## ***Baustoffe mit neuen Funktionen***

Prof. Dr. Jochen Pfau, Sebastian Mittnacht

## ***Der dritte Lehrer – Einrichtungskonzepte für Lernräume der Zukunft***

Dr. Axel Haberer

## ***Raumakustik in Schulen***

Horst Drotleff

## ***Schulraumakustik – Balanceakt zwischen Kosten, Gestaltung und guter Akustik***

Aibidin Uygun

## ***Die raumklimatische Situation in Schulen – Anforderungen und Realität***

Prof. Dr. Runa Hellwig

## ***Zur Belastung der Atemluft von Klassenräumen mit Feinstaub***

Prof. Dr. Tunga Salthammer

## ***Luftqualität und Geruchsbelastung in Schulen***

Dr. Florian Mayer

## ***Schimmel und Feuchte in Räumen unter besonderer Berücksichtigung der Situation in Schulen***

Dr. Wolfgang Hofbauer

# Luftqualität im Raum – CO<sub>2</sub> als Indikator

## Pettenkofer-Wert

1.000 ppm

Luftqualität nicht befriedigend

1.500 ppm

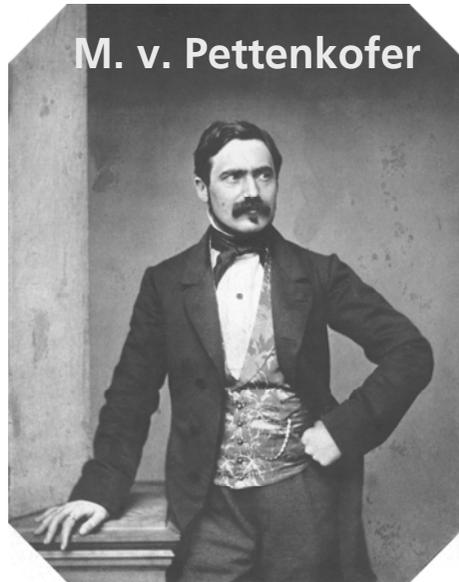
zunehmende Müdigkeit; verringerte Leistungsfähigkeit

5.000 - 10.000 ppm

erhöhte Atemfrequenz, verringerte Leistungsfähigkeit

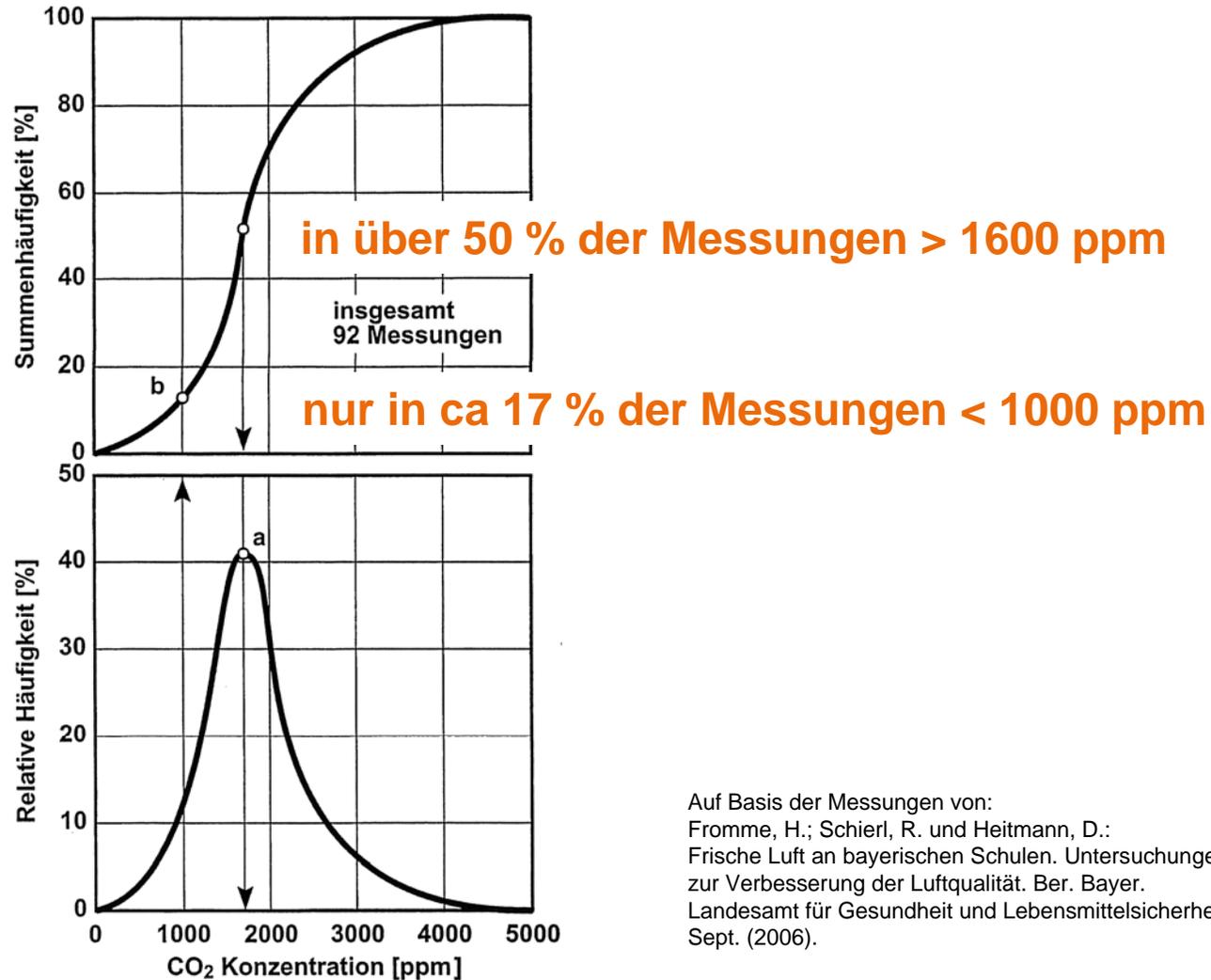
30.000 - 40.000 ppm

Kopfschmerzen und Schwindel



# Luftqualität im Raum – CO<sub>2</sub> als Indikator

## Häufigkeitsverteilung von CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Klassenräumen



# Luftqualität im Raum – CO<sub>2</sub> als Indikator

Bewertung von mechanischen Lüftungsanlagen in Schulräumen

Bewertung	Anteil [%]	
	Schüler	Lehrer
Sehr zufrieden	7	16
Zufrieden	32	31
Unzufrieden	44	32
Sehr unzufrieden	17	21

**> 50 %**

Quelle: Greml, A.; Kapferer, R. und Leitzinger, W.: Evaluierung von mechanischen Klassenzimmer-Lüftungen in Österreich. Schule u. Sportstätten 43 (2008), H. 2, S. 10-11.

# Luftqualität im Raum – CO<sub>2</sub> als Indikator

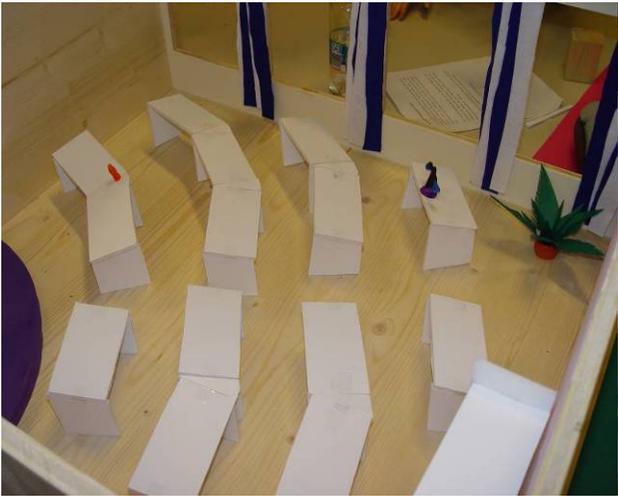
Lösungsmöglichkeit Hybride Lüftung - Experimente am IBP



**Regelungssystem intelligent**

**Antriebe der Fenster  
mechanisch**

# Partizipation von Schülern und Lehrern - Planspiel



# Workshop: Aus der Praxis für die Praxis

## **Schulen als Kraftorte gestalten**

Prof. Peter Hübner

## **Pädagogik und Raum. Welche „Weichen“ müssen die Pädagogen stellen, bevor der Zug der Architekten seine Fahrt aufnehmen kann?** Dr. Otto Seydel

## **Schulhof: Komplexer Funktions- und Lebensraum**

Günter Beltzig

## **SMS – Service Management Schule**

Prof. Dr. Wilhelm Alfen, Dr. Katrin Firscher

## **Vorbeugender Brandschutz an Schulen aus Sicht des Unfallversicherungsträgers**

Hans-Joachim Wachter, Michael Sommer

## **Neue Schulbauformen, neue Anforderungen: Die A.P. Møller Schule in Schleswig**

Julian Weyer

## **Eine neue Architektur für eine neue Pädagogik? Neuerungen im Schulbau der Schweiz mit Blick nach Europa** Martin Schneider

## **Null-Heizkosten-Schule – eine Machbarkeitsstudie**

Antonio Wehnl

## **Die MultiKomfortSchule – ganzheitliche Gebäudemodernisierung mit System**

Reiner Machner

## **Transparenz im Public Private Partnership (PPP) für Kommunen**

Herrmann Altmeyen

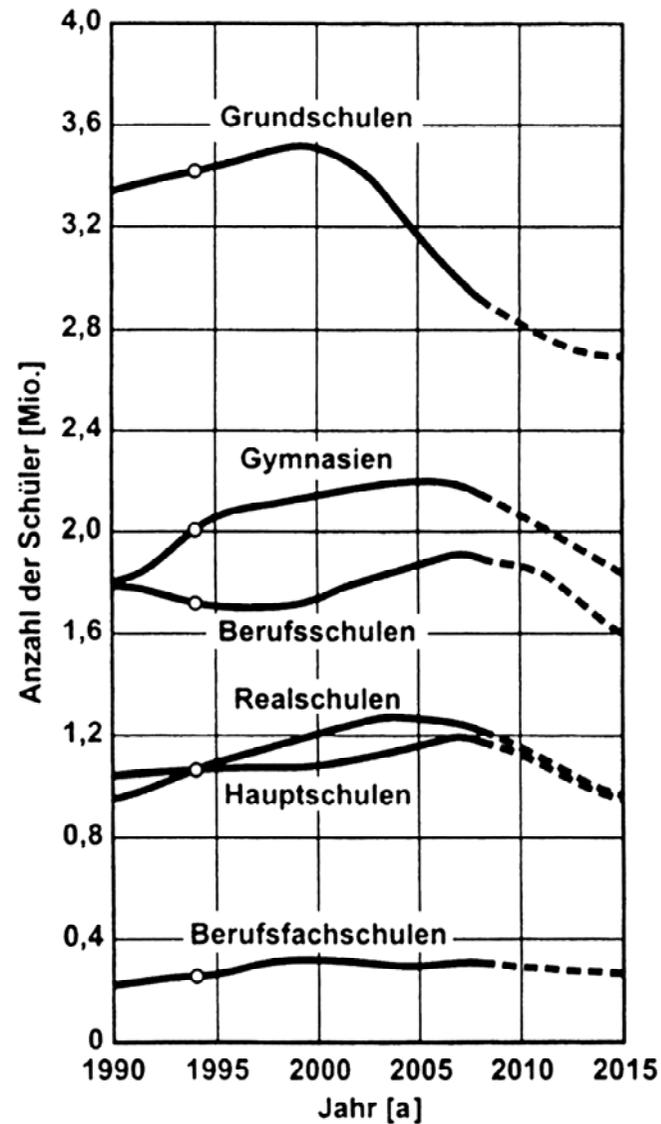
## **Optimierte Bewirtschaftung für Schulbestände**

Christian Wetzel

## **Schulsanierungen mit PPP – Chancen Verbesserung der Lern- und Arbeitsbedingungen**

Dieter Mörlein

# Entwicklung der Anzahl der Schüler seit 1990



nach:

Lederer, A. et al.: Schulen in Deutschland – ein Situationsbericht zu Schulbau, Schulsanierung und Schulschließung, S. 36-67. In: Wüstenrot-Stiftung (Hrg.): Schulen in Deutschland. Neubau und Revitalisierung. Verlag K. Krämer, Stuttgart (2004).

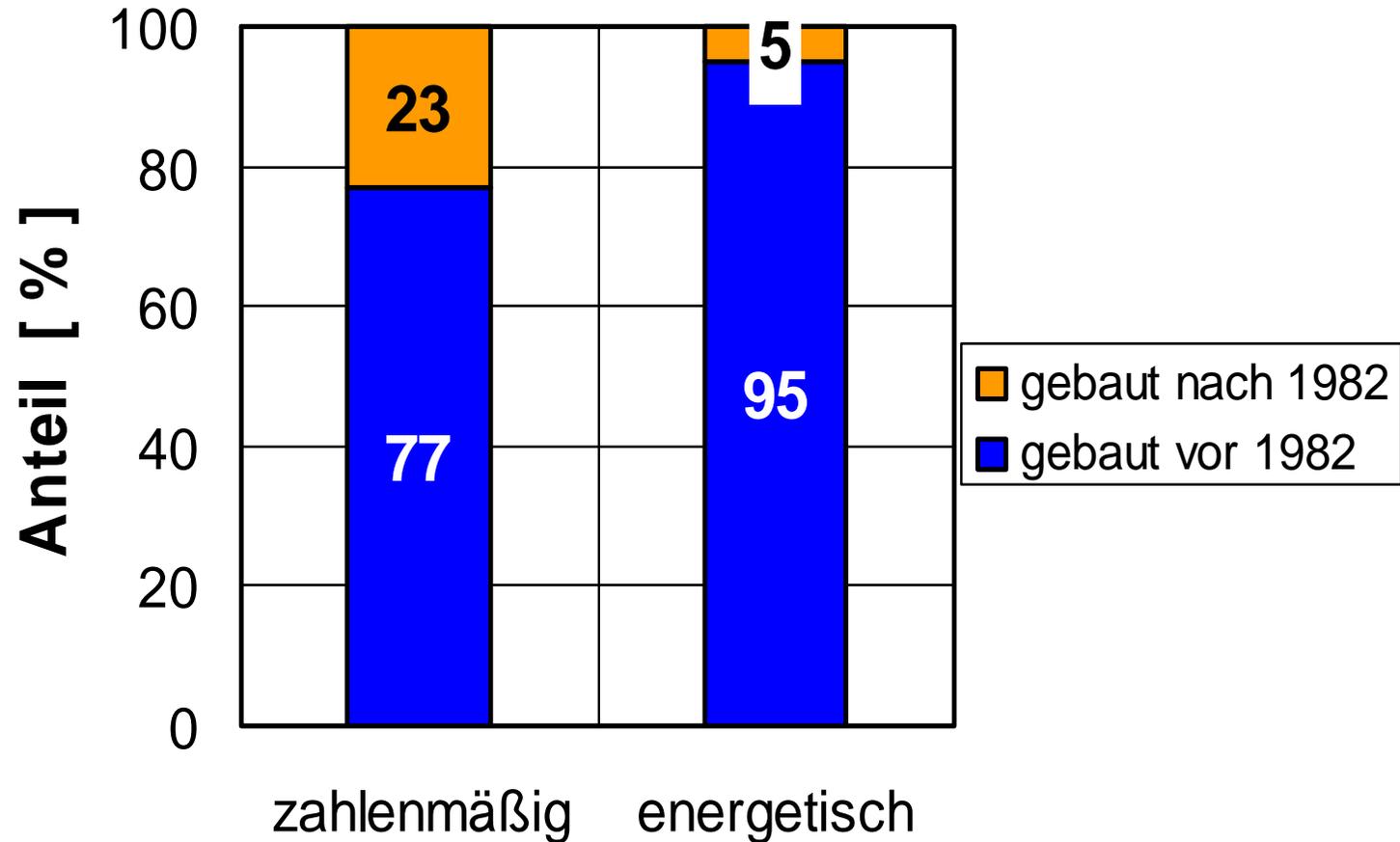
und

Krämer, S.: Der Schulbau in Deutschland im Spiegel der Statistik, S. 68-87. In: Wüstenrot-Stiftung, siehe Lederer et al.

# Einsparpotential bei der Sanierung

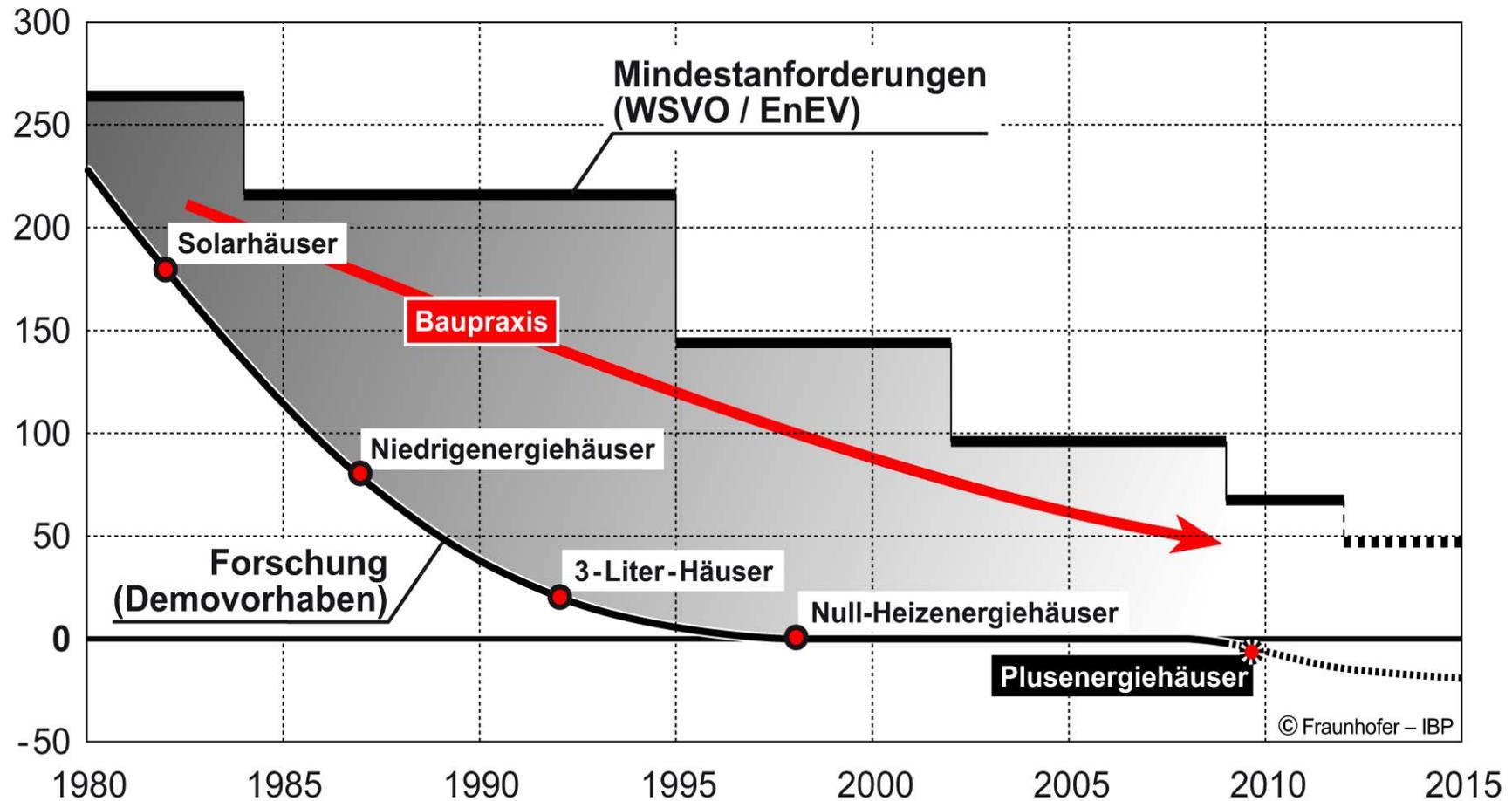
Gebäude und Energie

## Focus Altbau



# Meilensteine des energiesparenden Bauens

Primärenergiebedarf – Heizung [kWh/m<sup>2</sup>a]

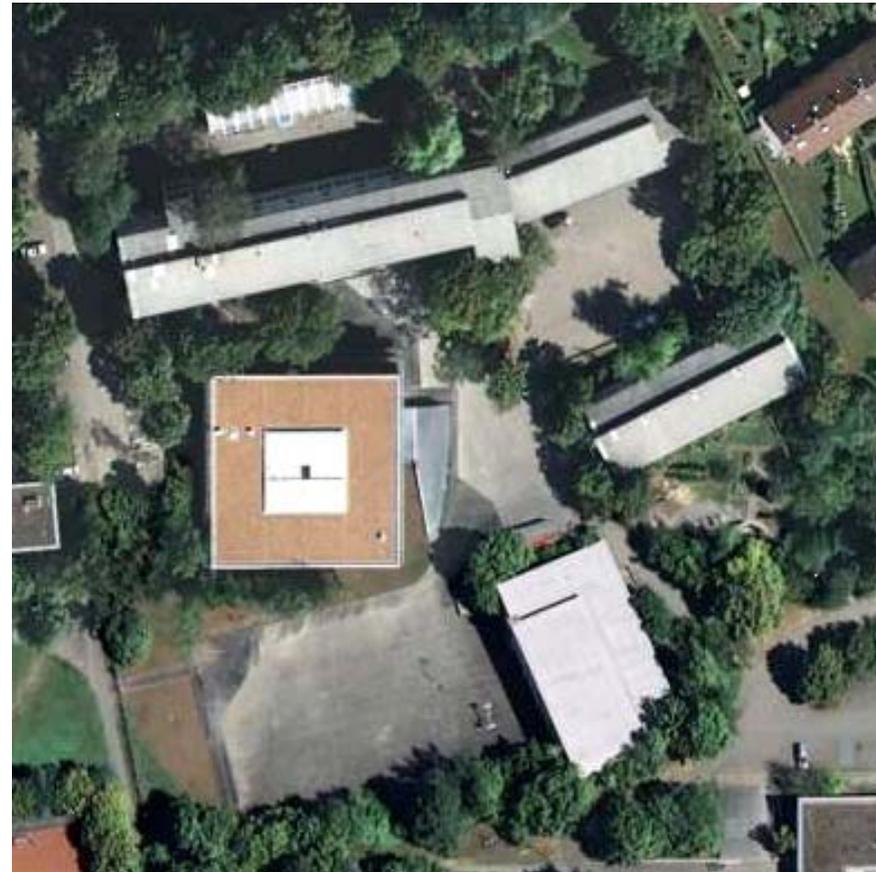


# Sanierung der Uhlandschule in Stuttgart-Zuffenhausen

## Ziel: Plus-Energie-Schule

### Beispielhafte Maßnahmen:

- Dämmung Dach: bis 40 cm
- Dämmung Außenwand: 30 cm
- Dämmung Boden: VIP
- Niedertemperatur-Flächenheizung
- Lüftungsanlage mit 85 % WRG
- Wärmepumpe mit Erdsonden
- Neues, effizientes Beleuchtungssystem
- Stromerzeugung: Photovoltaik
- Keine Kälteerzeugung für Kühlzwecke



**Haupthaus  
Baujahr 1954**

# Lebenszykluskosten eines Gebäudes

2 % Planungskosten

15 % Errichtungskosten

80 % Folgekosten

- 50 % Bewirtschaftung  
(Energie-, Betriebs- und Wartungskosten von Anlagen)
- 50 % Sonstige  
(z.B. Reinigung, Instandhaltung/-setzung...)

3 % Abbruch und Entsorgung



# Workshop: Energieeffiziente Schule - Sparsam gebildet

***Erfahrungen aus dem BMWi-Forschungsschwerpunkt EnEff-Schule***

Johann Reiß

***Integrale Planungstools***

Simon Wössner

***Innovative Fenster und Fassaden – Von der Wetterhaut zum Mini-Kraftwerk***

Hans Erhorn

***Zukunftsorientierte Lüftungskonzepte***

Günter Grabbert

***Innovative Belüftung von Klassenräumen – Hybride Lüftungstechnik***

Prof. Dr. Runa Hellwig

***Innovative Beleuchtungskonzepte***

Dr. Jan de Boer

***Wärmeversorgung mit Umweltenergie***

Stefan Vötsch

***Betriebsüberwachung und Energiemanagement***

Prof. Dr. Werner Jensch

***Innovative Pädagogikkonzepte***

Edelgard Gruber

***Auf dem Weg zur ersten Plus-Energie Schule***

Dr. Jürgen Görres

***Erfahrungsbericht zu den DENA-Modellsanierungen von Schulen***

Thomas Kwapich

***Europäische Konzepte zur energieeffizienten Schulsanierung***

Heike Erhorn-Kluttig

***Stuttgarter Leitlinien für die energetische Schulsanierung***

Hans Erhorn

# Nachhaltigkeit durch »Energieeffizienz«

Seit rund 20 Jahren Langzeitpartnerschaft zwischen der Stadt Stuttgart und Fraunhofer IBP

## NEH-Beschluss des Gemeinderates:

Unterschreitung der gesetzlichen Mindestanforderungen um durchschnittlich 30%

## Demonstrationsvorhaben mit hohem Bekanntheitsgrad:

- Niedrigenergiehaus Stammheim
- **Schule Plieningen**
- solare Niedrigenergiesiedlung Burgholzhof
- Altenheim Sonnenberg
- Pflegeheim Filderhof
- Passivhaussiedlung Feuerbach u.a.



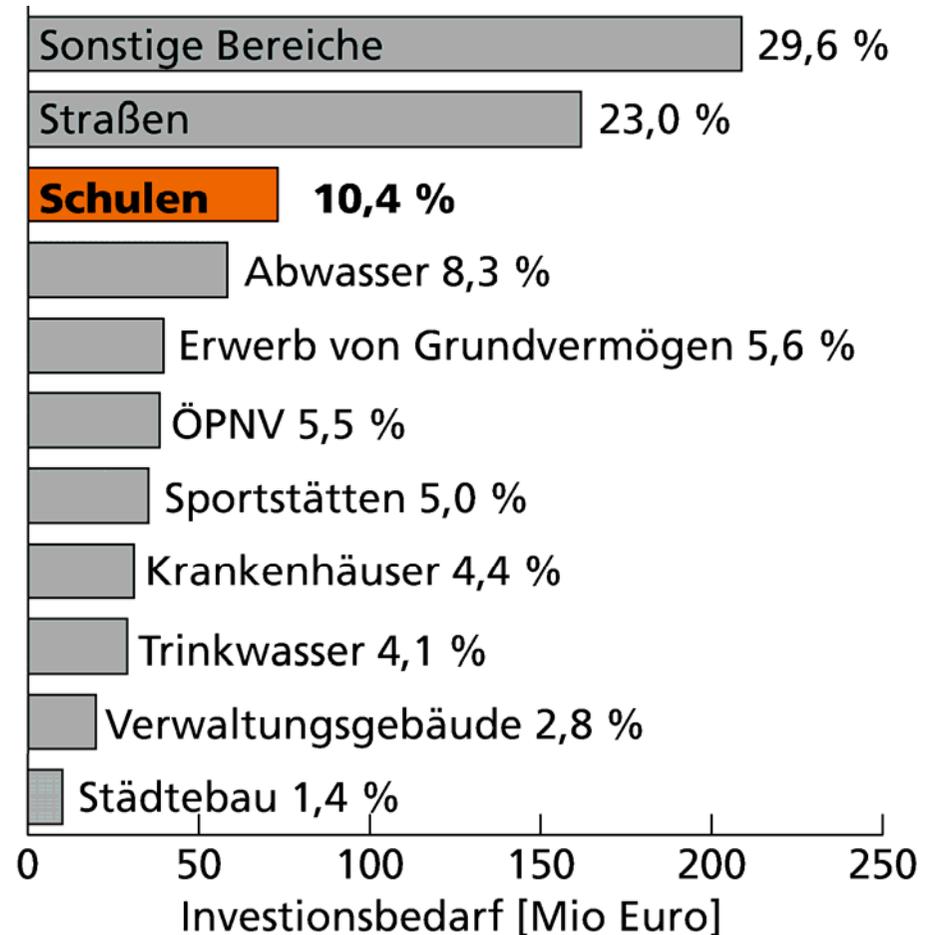
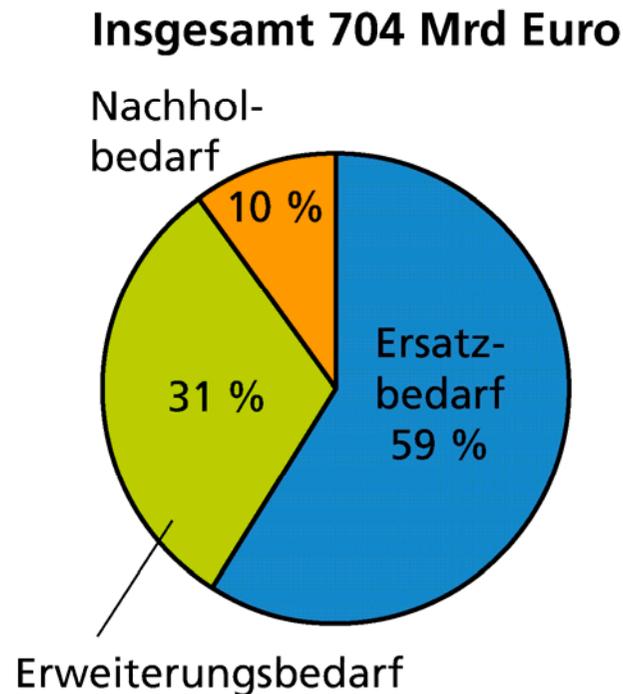
**Stuttgart ist zum Energieeffizienz-Trendsetter geworden!**

# Zusammenfassung

- Bildung in Deutschland fern von optimal
- Trotz sinkender Schülerzahlen existiert ein Investitionsbedarf von 70 Mrd. Euro bis 2020
- Baulicher Zustand vieler Schulen unbefriedigend
- Erreichbar bei integraler Sanierung:
  - Energetisch 40 – 70 % (bis Plusenergieschulen)
  - Luftqualität: Pettenkofer-Grenzwert einhalten
  - Lichttechnisch: Gutes Sehen für gute Leistung
  - Akustisch: Nachhallzeit < 0,5 s
- Betriebskosten genauso wichtig wie Investitionskosten

# Zukunftsperspektiven im öffentlichen Bau

Kommunaler Investitionsbedarf 2006 - 2020



Quelle: Deutsches Institut für Urbanistik (2008)