

# Nachhaltigkeit der thermischen Sanierung der Fassaden von Wohngebäuden

Georg Pommer

Christian Pöhn

Magistratsabteilung 39

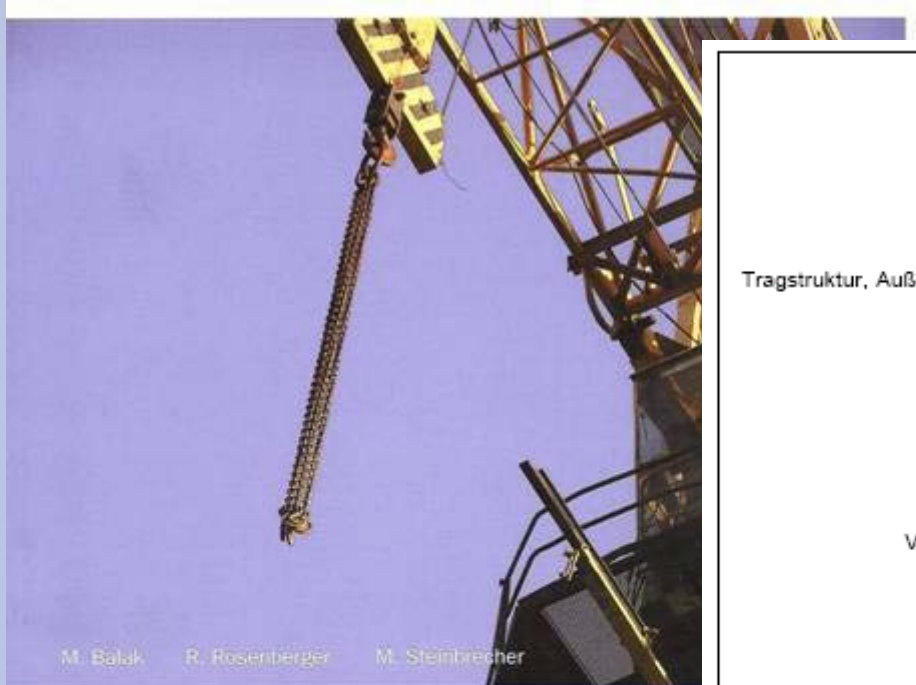
Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle  
der Stadt Wien

# Basis des Projektes

- Fassadensanierung als Kern der thermischen Verbesserung
- Zusammenspiel Fenster/Fassade
- WDVS als Problemlöser ?
- Schäden an Fassaden nehmen zu ?
- Marktanteil an WDVS in A ~ 8 Mio m<sup>2</sup>, ↑
- Varianten zur Verbesserung der Gebäudehülle
- Kostenvergleich

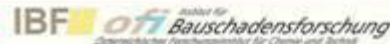
# Projektstruktur

- Teilung in
  - Fassadensanierung
    - Erhebung der Systeme
    - Zustandsdarstellung
    - Bewertung
    - Ausblick
  - Thermische Berechnung
    - Energieausweis-Sanierungstool mit CO2-Modul

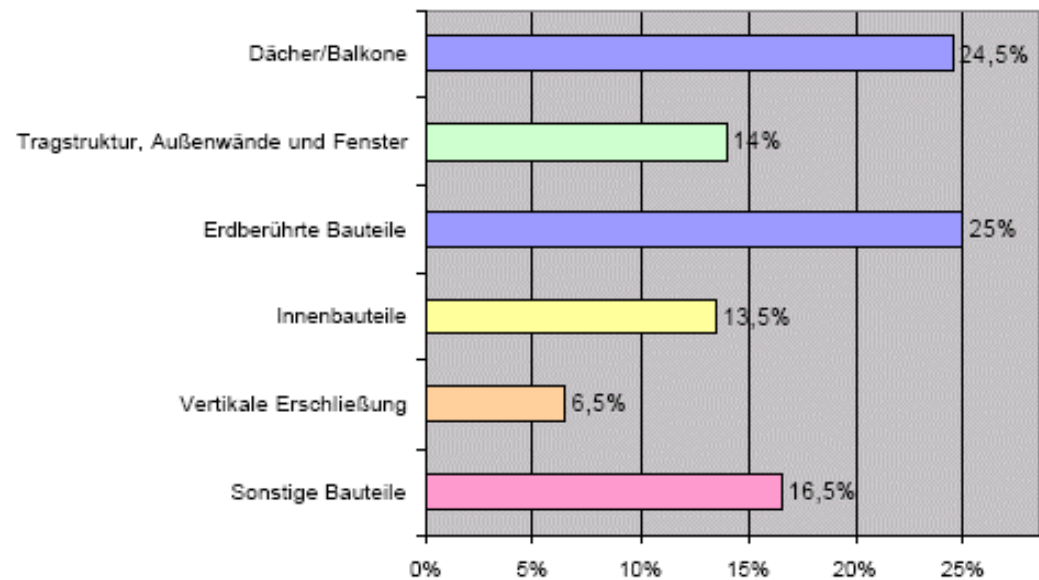


M. Baluk R. Rosenberger M. Steinbrecher

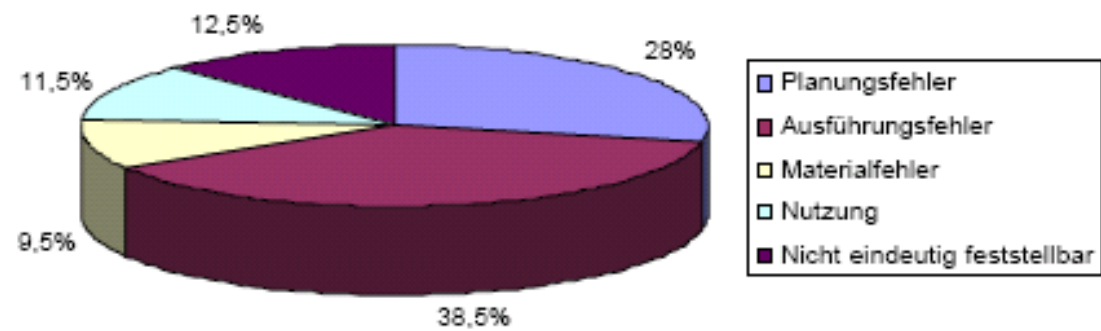
# 1. Österreichischer Bauschadensbericht



Schadensbetroffene Bauteile



### Schadensursachen

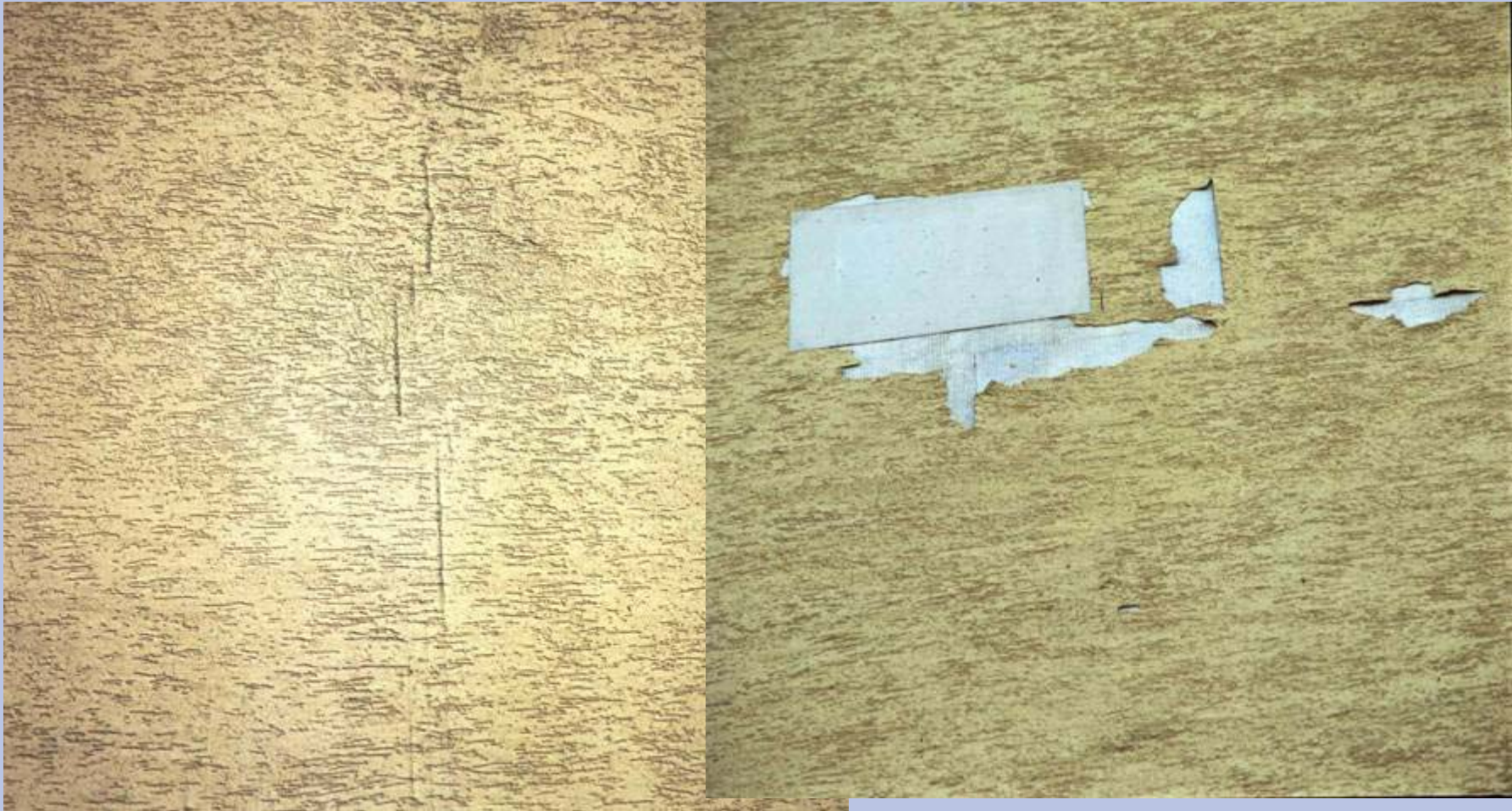


# Bewertungsschema

	1	2	3	4	5
<b>Optischer Gesamteindruck</b>	Sehr gut	gut	mittel	schlecht	sehr schlecht
<b>Vandalismus</b>	keine Anzeichen	ggf. Graffiti	Graffiti	Beschädigungen vermehrt sichtbar	massive Schäden
<b>Risse und Ablösungen</b>	keine Anzeichen	ggf. Risse (zB Leibungen) unter 0,2 mm	Risse bis 0,2 mm	Risse bis 0,3 mm teilweise Ablösungen	Risse über 0,3 mm, teilweise massive Schäden
<b>Algenbildungen, Verschmutzungen</b>	keine Anzeichen	ggf. Anzeichen	leichte Algenbildung	deutliche Verschmutzung und Algenbildung	massive, vollflächige Verschmutzung und Algenbildung
<b>Angabe der Orientierung</b>	Eintragen der Himmelsrichtung				
<b>Hohlagen</b>	keine Anzeichen	ggf. Anzeichen	bei Klopfen bemerkbar	bei Klopfen deutlich bemerkbar	massiv sichtbar
<b>Abzeichnen von Plattenstößen (Kisseneffekt)</b>	keine Anzeichen	ggf. Anzeichen	im Streiflicht sichtbar	im Streiflicht deutlich sichtbar	massiv sichtbar
<b>Abschlüsse und Kanten</b>	In Ordnung	ggf. Schäden	teilweise undicht	undicht	massiv offen und undicht
<b>Ausbildung Dehnfugen</b>	In Ordnung	ggf. Schäden	teilweise undicht	undicht	massiv offen und undicht
<b>Einbindungen der Fensterbänke</b>	In Ordnung	ggf. Schäden	teilweise undicht	undicht	massiv offen und undicht
<b>Tierische Schädlinge (Specht, Ameise etc.)</b>	keine Anzeichen	Spechtlöcher, saniert	Spechtlöcher	Beschädigungen vermehrt sichtbar	massive Schäden
<b>Abplatzungen bzw. sichtbare Schäden</b>	keine Anzeichen	ggf. Schäden	Beschädigungen vermehrt sichtbar	Ablösung ca. 20 x 30 cm <sup>2</sup>	massive Schäden

# Fehler der Vergangenheit

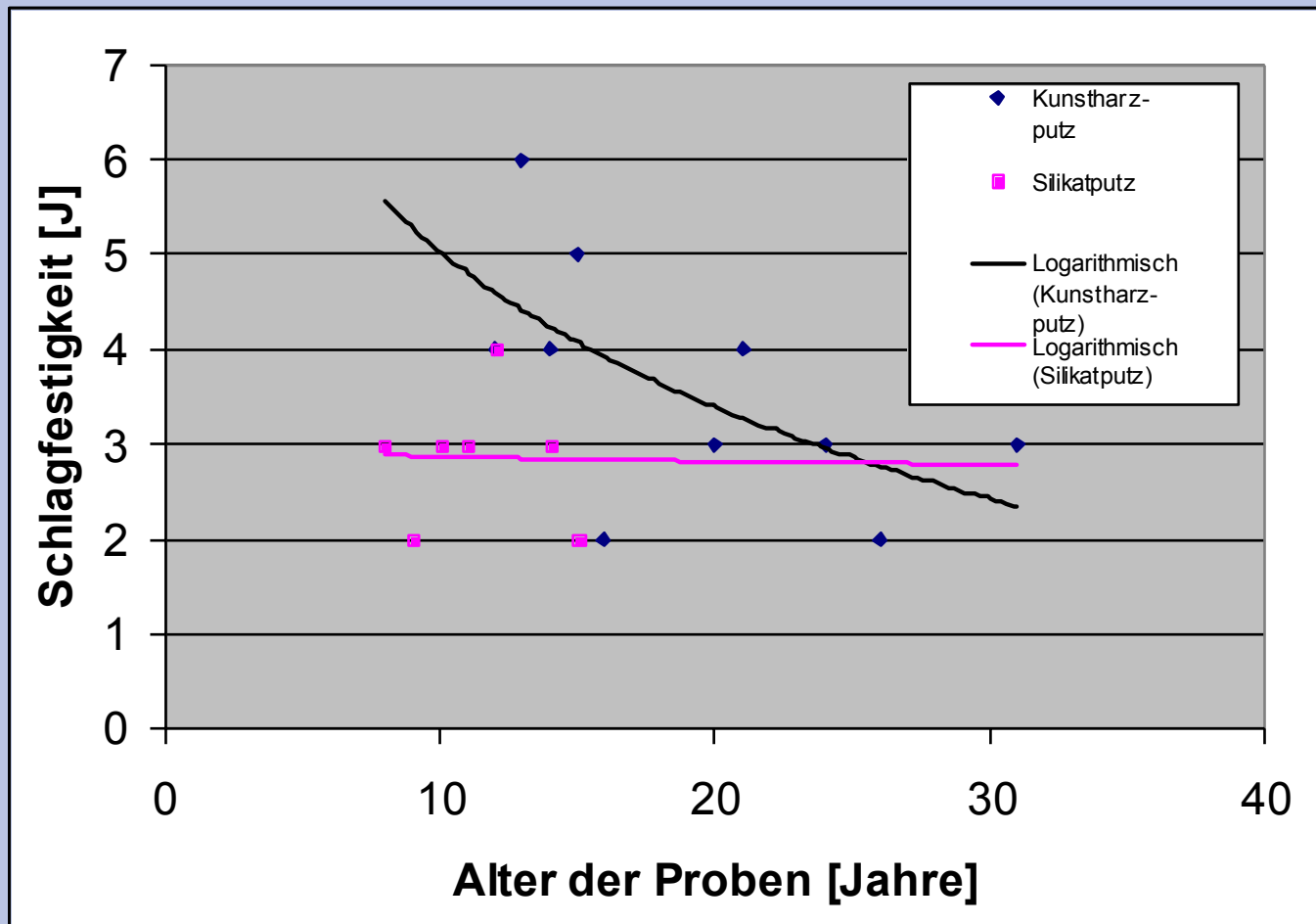




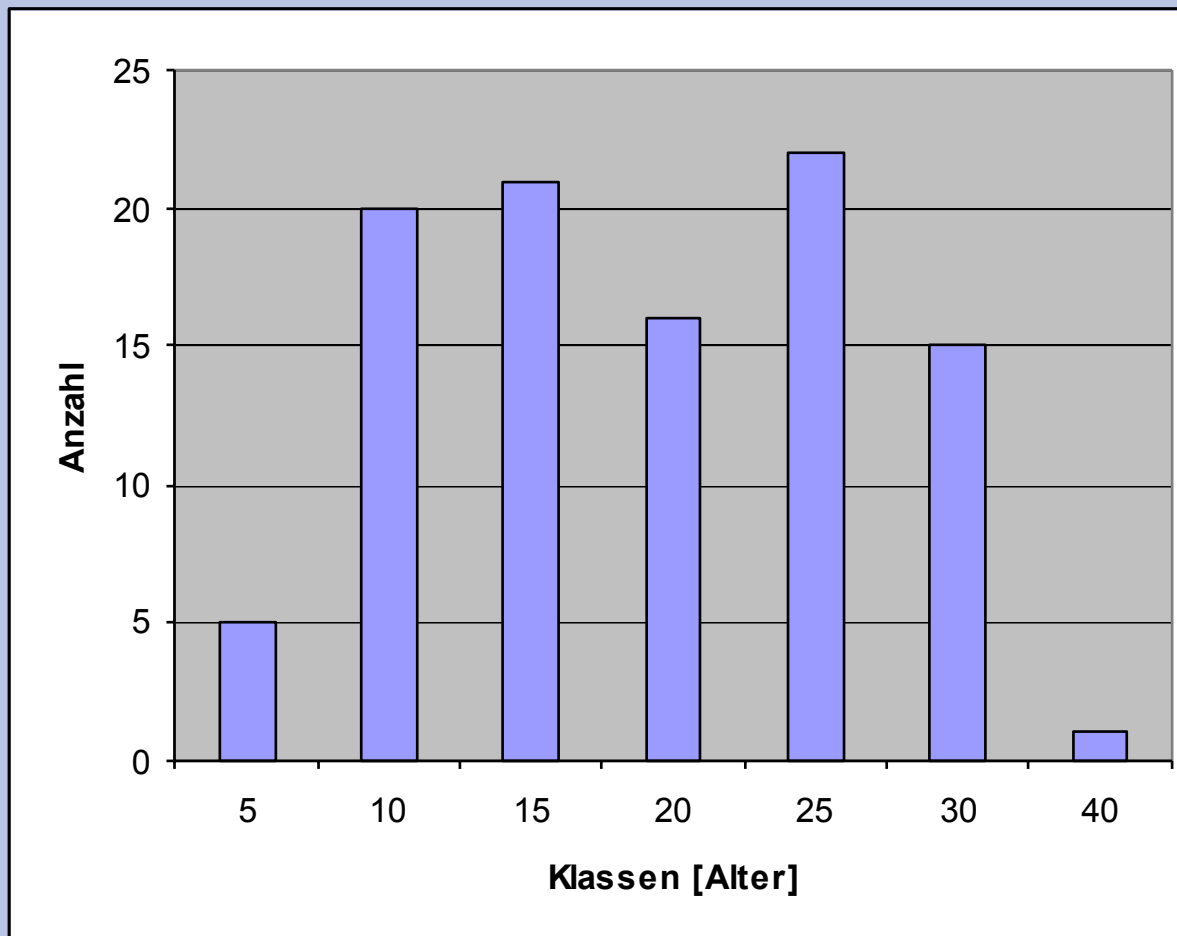
• 15 Jahre



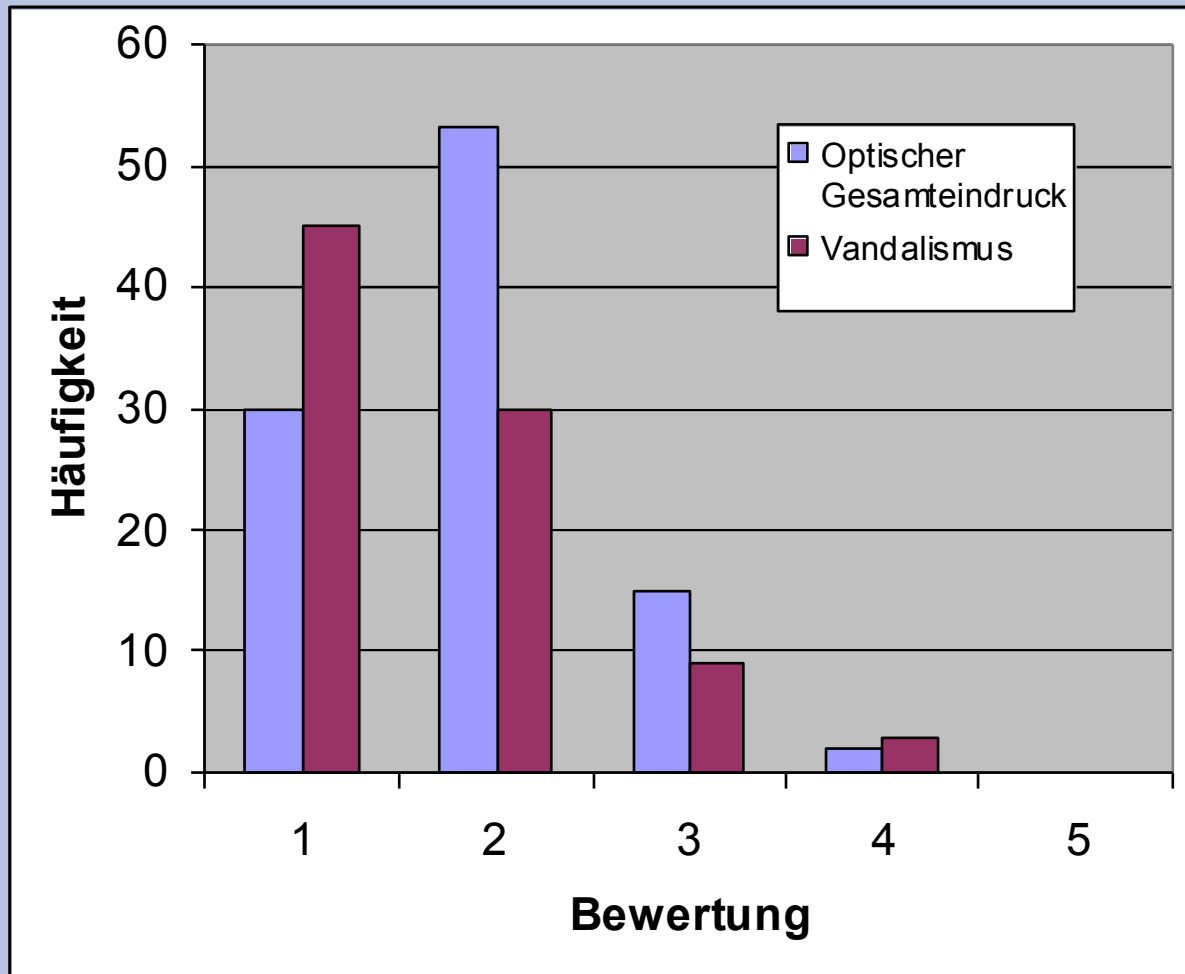
# Typischer Alterungsverlauf



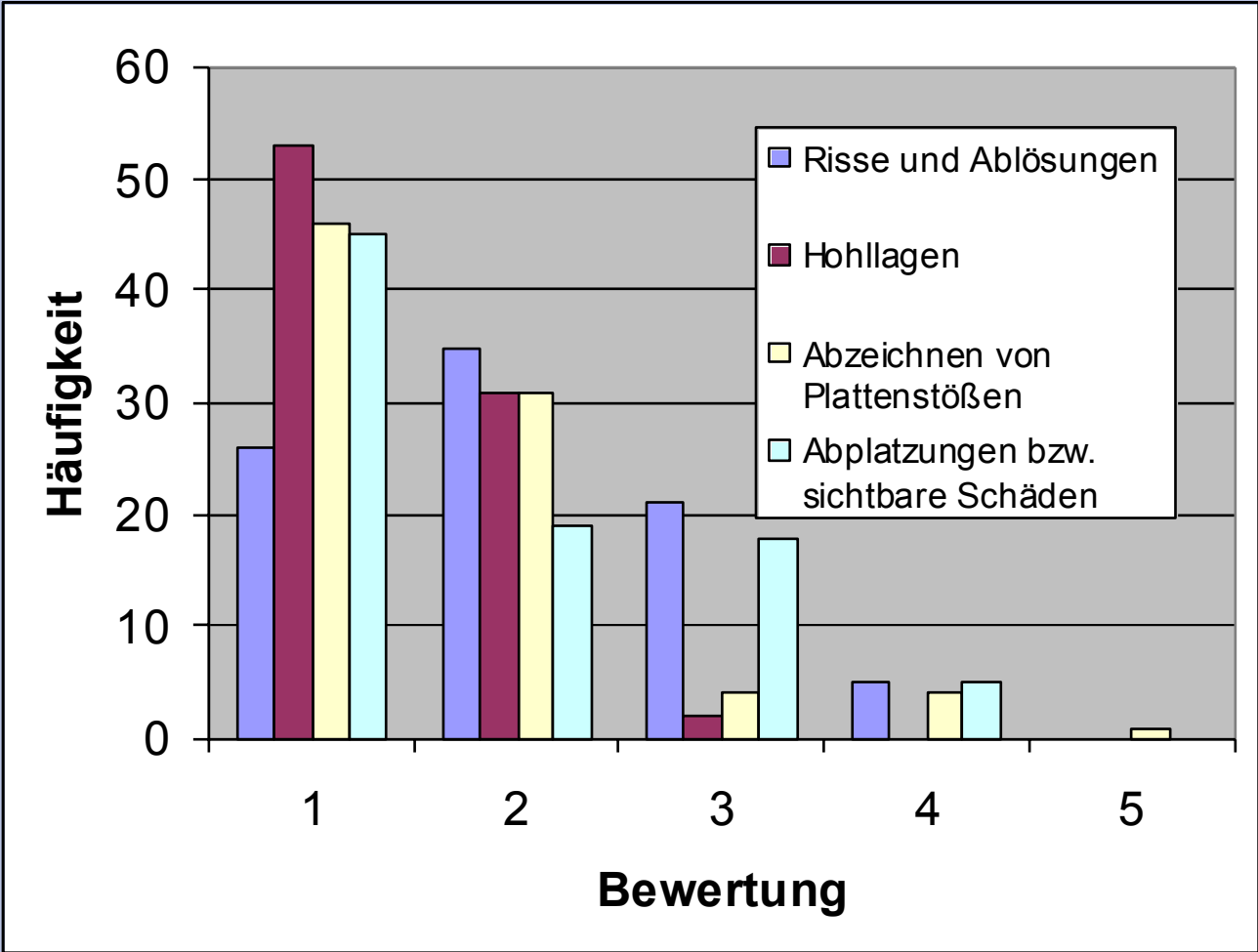
# Nutzungsdauer der Fassaden (n 100)

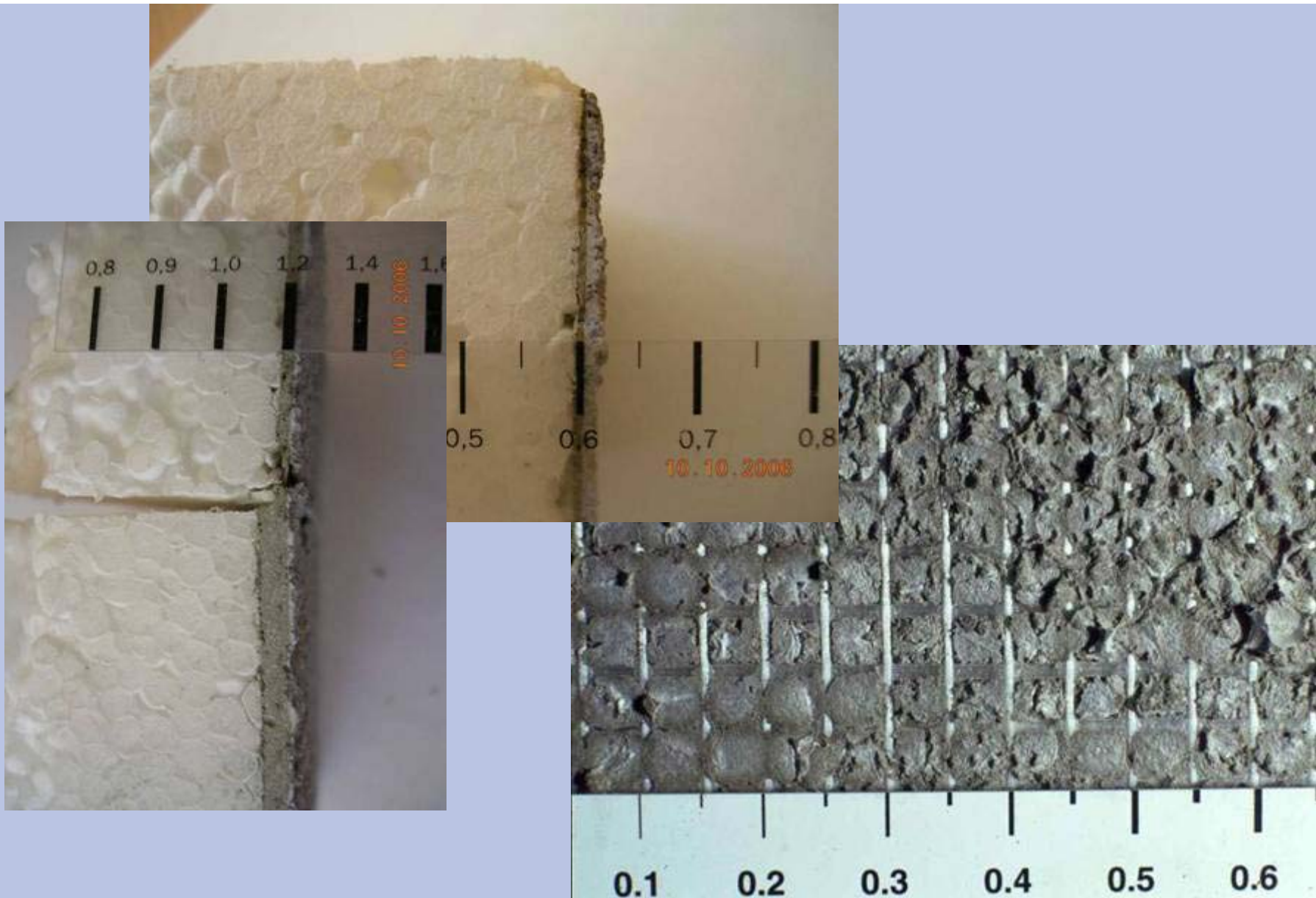


# Optischer Gesamteindruck inkl. Vandalismus

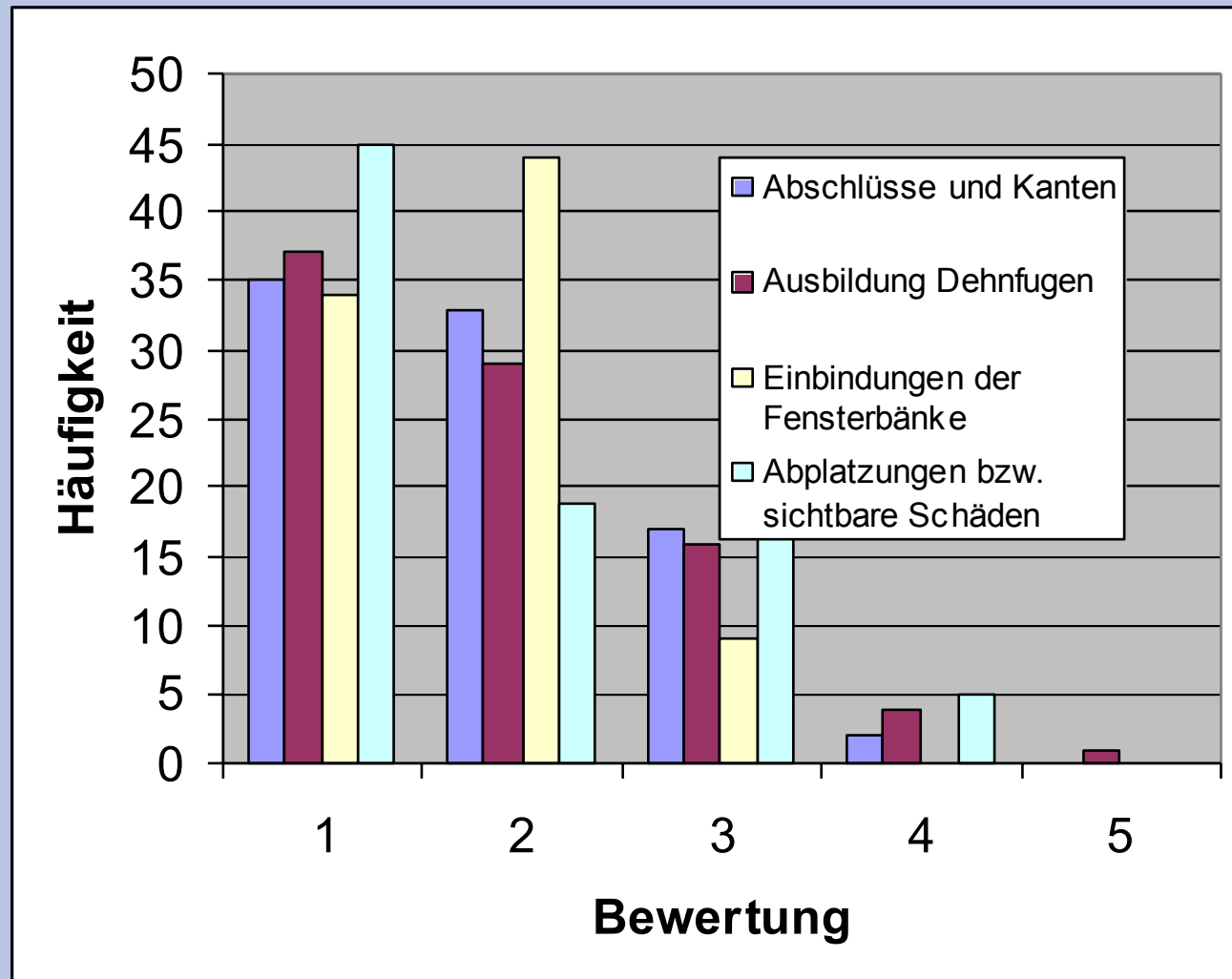


# Mechanische Schäden

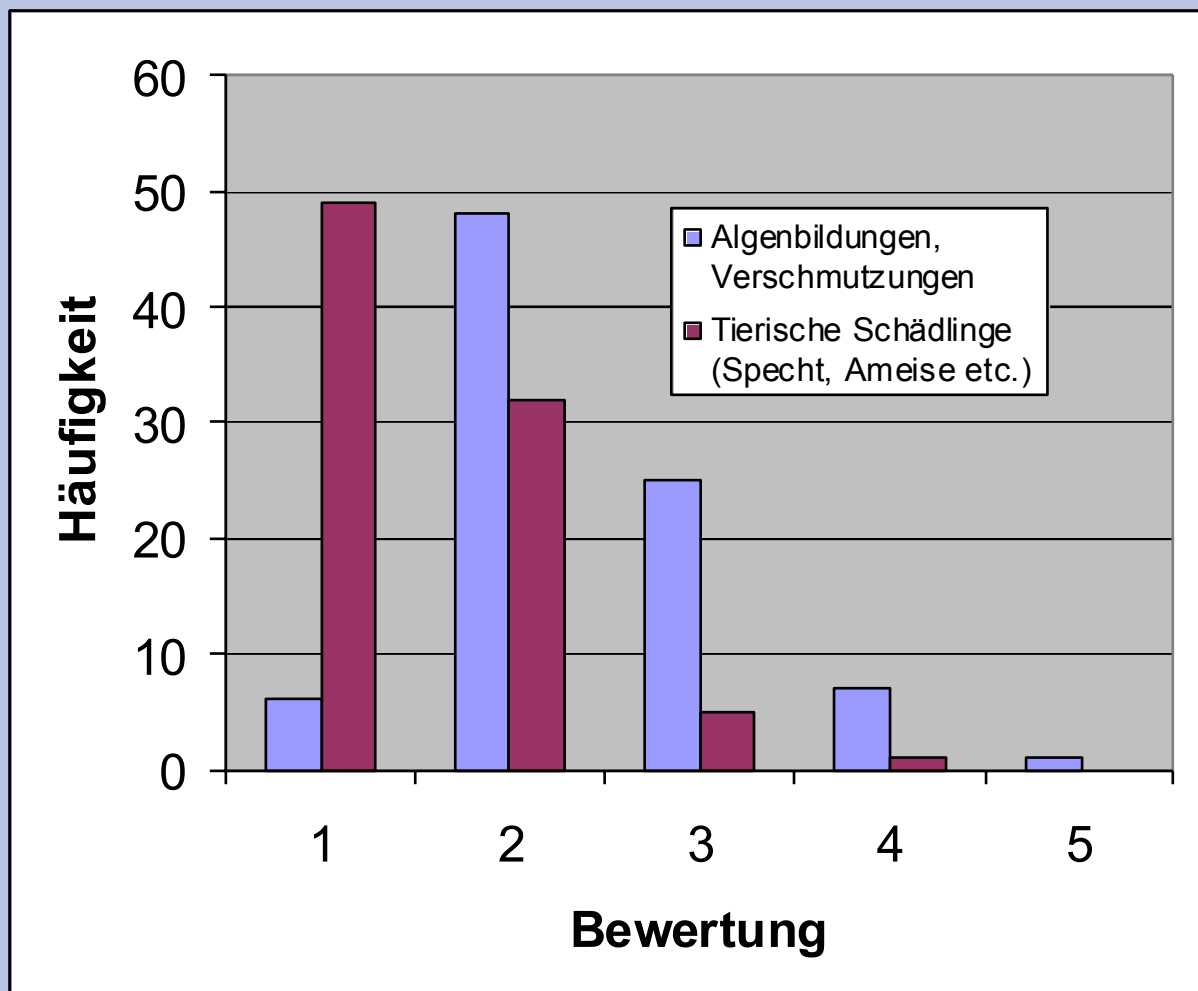




# Schäden im Bereich der Bauteilanschlüsse

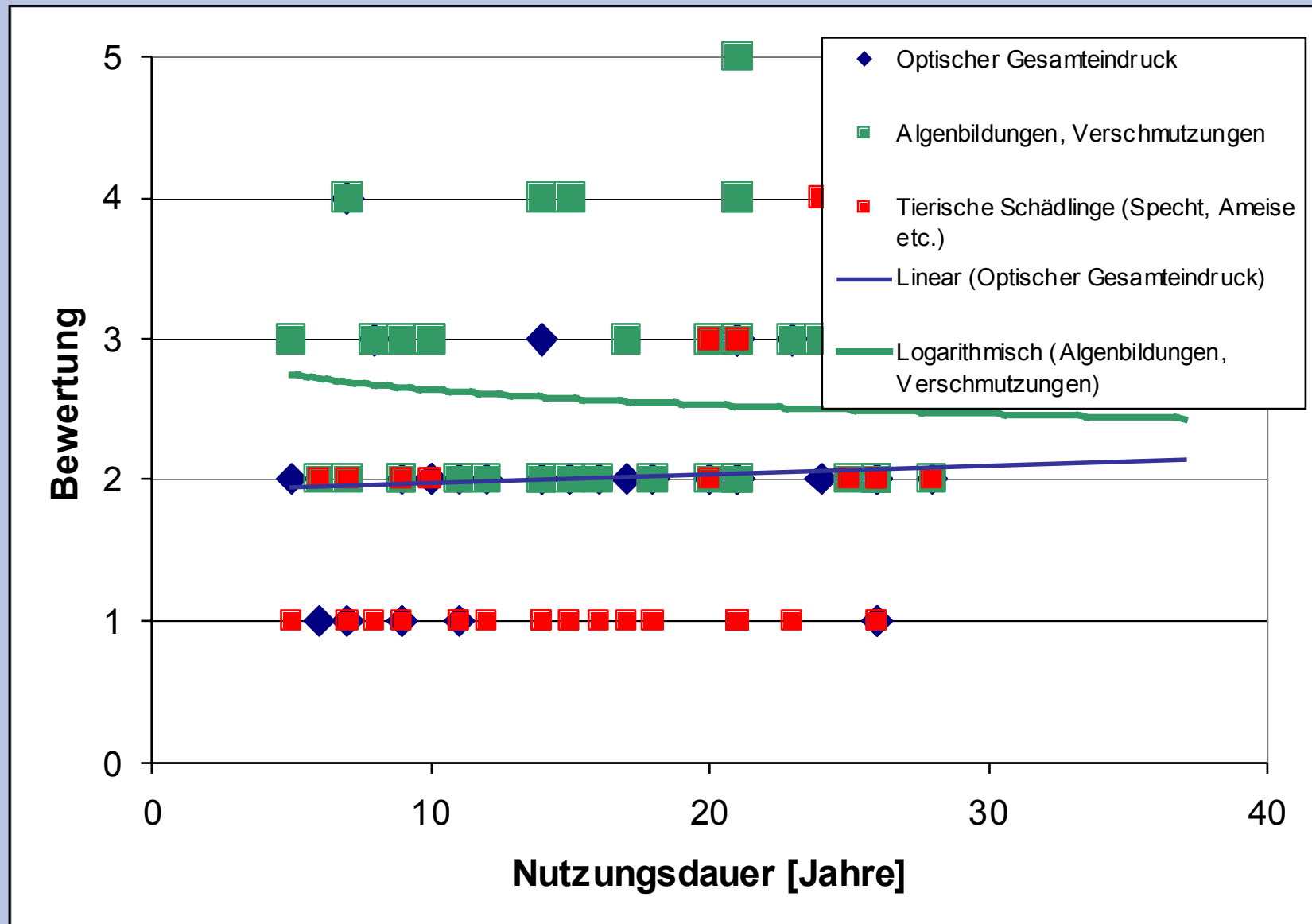


# Tierische und pflanzlichen Schäden









# Denkmalschutz +/-



Art der Maßnahme	übliche Dauer	maximal empfohlene Dauer	Kosten (Stand Jänner 2006)
	nach Jahren		[€/m <sup>2</sup> Wandfläche]
Fassadenreinigung	> 25	20	5,--
Fassadenanstrich	> 15	15 – 20	12,--
Ausbesserung von Rissen und Anschlüssen etc.	9 – 25	20	12,-- bis 50,--
Abbruch, Dicke 8 cm (inkl. Entsorgung) und Neuherstellung eines WDVS (EPS-F)	-	25 – 40	90,-- bis 120,--
Schälen der alten Deckschichte	~ 18	25 – 40	~10,--
Neubeschichtung des Dämmstoffes (EPS-F Systeme) nach Schälen inkl. Dübelung	~ 18	25 – 40	~35,--
Gerüstkosten	-	-	~ 5,--

# Zusammenfassung EPBD

1. Allgemeiner Rahmen für **Berechnungsmethode** der Gesamtenergieeffizienz
2. Anwendung von **Mindestanforderungen** auf neue und bestehende (große) zu renovierende Gebäude
3. Energiezertifizierung von Gebäuden (**Energieausweis**)
4. Regelmäßige **Inspektion** von **Heizkesseln** und **Klimaanlagen** in Gebäuden und Überprüfung der gesamten Heizanlage, wenn der Kessel älter als 15 Jahre alt ist
5. Umsetzung bis **4.1.2006** mit **Fachpersonal** (unabhängig, qualifiziert, zugelassen)

# Ausweis über die Energieeffizienz

- Heizwärmebedarf
- Warmwasserwärmebedarf
- Heizenergiebedarf
- Kühlbedarf
- RLT-Energiebedarf
- Kühlenergiebedarf
- Beleuchtungsenergiebedarf
- Endenergiebedarf (Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>)
- Ratschläge und Empfehlungen
- Gültigkeit: 10 Jahre

## Gebäude 2001 nach Art

Bundesland	1 - 2 Wohnungen	3 - 10 Wohnungen	mehr als 10 Wohnungen	Gemein- schaften	NWG	Gebäude insgesamt
Wien	82.273	23.353	33.413	103	12.030	114.403
Österreich	1.557.420	142.351	61.196	3.488	282.257	2.046.712

## Wohnungen 2001 nach Art

Bundesland	1 - 2 Wohnungen	3 - 10 Wohnungen	mehr als 10 Wohnungen	Gemein- schaften	NWG	Gebäude insgesamt
Wien	1,1	6,9	19,2	1,1	---	---
Österreich	1,2	5,6	18,5	6,2	---	---

# Wieviel EA werden gebraucht?

- 56.766 EA für Wohngebäude (MFH) werden bis zum 31.12.2008 in Wien gebraucht
- 203.547 EA für Wohngebäude (MFH) werden bis zum 31.12.2008 in Österreich gebraucht

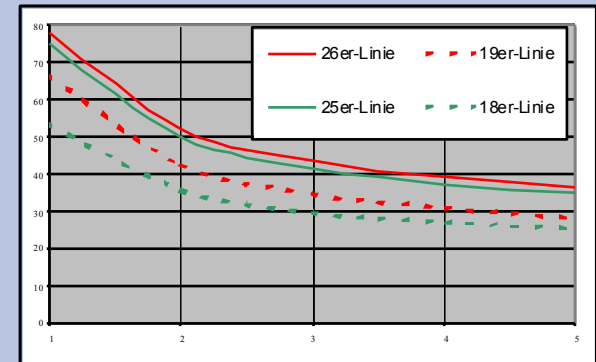
**BESTAND**

# Private Haushalte

- 292 PJ Endenergieverbrauch
  - Zusammensetzung
    - Innere Wärmen  $8.760 \text{ h} \times 3,75 \text{ W/m}^2 = 26,28 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$   
Strombedarf ca. 50 % =  $13,14 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$
    - Warmwasserwärmebedarf =  $12,78 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$
  - 292 PJ = 81,1 TWh in 3.307.780 Wohnungen
  - 24,5 MWh/Wohnung auf 90,5 m<sup>2</sup> je Wohnung (= 113,125 m<sup>2</sup> BGF)
  - $216,8 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}} - 13,14 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}} = 203,6 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$
  - $203,6 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}} \times \eta = (\text{HWB kWh/m}^2_{\text{BGFa}} + 12,78 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}})$
  - HWB = **150 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>** für  $\eta \cong 80 \%$



# Zukunft



- Wie hoch wäre der EEB nach einer **Großen Sanierung** aller Wohnungen?
  - Bestimmend ist die 34er-Linie
    - $68 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a} + 12,78 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a} = 80,78 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$
    - $\text{HEB} = 95 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$  für  $\eta \cong 85 \%$
    - Strombedarf ca.  $50 \%$  =  $13,14 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$
  - 146 PJ in 3.307.780 Wohnungen
  - Das sind  $50 \%$  von 292 PJ
  - Aber immerhin noch **60 %** von **242 PJ (1990)**

# Gebäudebestand

Bundesland	1.951	1.961	1.971	1.981	1.991	2.001
Wien	72.948	79.034	88.169	134.321	153.693	168.167
Österreich	896.030	1.049.953	1.259.533	1.586.841	1.809.060	2.046.712

# Wohnungsbestand

Bundesland	1.951	1.961	1.971	1.981	1.991	2.001
Wien	614.225	675.774	781.511	821.175	853.091	910.745
Österreich	2.138.001	2.249.678	2.665.942	3.052.037	3.393.271	3.863.262

# Widerspruch

- Neubau fand noch keine Berücksichtigung.
  - Wie viele Wohnungen müssen saniert werden, um durch den Neubau von 34.505 Wohnungen keinen Zuwachs beim EEB zu erzeugen?
    - Annahme  
 $34.505 \times 113,125 \text{ m}^2 \times (37,5 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}} + \text{WWWB}) / \eta + \text{SB} = 970 \text{ TJ}$   
für  $\eta \cong 90 \%$
    - Sanierungsnotwendigkeit  $\rightarrow +0 \text{ PJ}$  durch Neubau  
**16.000** Wohnungen  
für  $\eta \cong 67 \%$   $\rightarrow 85 \%$  und  $\text{HWB} = 150 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}} \rightarrow 68 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGFa}}$

## Ziel: 242 PJ $\times$ 80 % = 194 PJ

- 292 PJ – 194 PJ = 98 PJ
- 2008 – 2020 = 12 a
  - 98 PJ / 12 a = 8 PJ/a
  - Annahme
    - $[x \times 113,125 \text{ m}^2 \times (150 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a} + \text{WWWB}) / 67\% + \text{SB}] -$   
 $- [x \times 113,125 \text{ m}^2 \times (68 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a} + \text{WWWB}) / 85\% + \text{SB}] = 8 \text{ PJ}$
    - Sanierungsnotwendigkeit  $\rightarrow - 8 \text{ PJ}$   
**134.000** Wohnungen  
für  $\eta \cong 67\% \rightarrow 85\%$  und HWB =  $150 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a} \rightarrow 68 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}}\text{a}$
  - Damit ergibt sich unter Berücksichtigung des Neubaus eine **Sanierungsnotwendigkeit von 150.000 Wohnungen/a.**

# Energieausweis für WG

**Energieausweis für Wohngebäude** Logo

gemäß ONORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **OIB** Österreichischer Institut für Bautechnik

**GEBÄUDE**

Gebäudeart	<input type="text"/>	Erbaut	<input type="text"/>
Gebäudezone	<input type="text"/>	Katastralgemeinde	<input type="text"/>
Straße	<input type="text"/>	KG-Nummer	<input type="text"/>
PLZ/Ort	<input type="text"/>	Einlagezahl	<input type="text"/>
EigentümerIn	<input type="text"/>	Grundstücksnummer	<input type="text"/>

**SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)**

<b>A ++</b>	<input type="text"/>
<b>A +</b>	<input type="text"/>
<b>A</b>	<input type="text"/>
<b>B</b>	<input type="text"/>
<b>C</b>	<input type="text"/>
<b>D</b>	<input type="text"/>
<b>E</b>	<input type="text"/>
<b>F</b>	<input type="text"/>
<b>G</b>	<input type="text"/>

**ERSTELLT**

ErstellerIn	<input type="text"/>	Organisation	<input type="text"/>
ErstellerIn-Nr.	<input type="text"/>	Ausstellungsdatum	<input type="text"/>
GWR-Zahl	<input type="text"/>	Gültigkeitsdatum	<input type="text"/>
Geschäftszahl	<input type="text"/>	Unterschrift	<input type="text"/>

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeffizienz und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EA-VG).

EA-01-2007-SW-a  
EA-VG  
25.04.2007

**Energieausweis für Wohngebäude** Logo

gemäß ONORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **OIB** Österreichischer Institut für Bautechnik

**GEBÄUDEDATEN**

Brutto-Grundfläche	<input type="text"/>
beheiztes Brutto-Volumen	<input type="text"/>
charakteristische Länge (lc)	<input type="text"/>
Kompaktheit (A/V)	<input type="text"/>
mittlerer U-Wert (Um)	<input type="text"/>
LEK-Wert	<input type="text"/>

**KLIMADATEN**

Klimaregion	<input type="text"/>
Seehöhe	<input type="text"/>
Heizgradtage	<input type="text"/>
Heiztage	<input type="text"/>
Norm-Außentemperatur	<input type="text"/>
Soll-Innentemperatur	<input type="text"/>

**WÄRME- UND ENERGIEBEDARF**

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
WWWB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HTEB-RH	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HTEB-WW	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HTEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CO <sub>2</sub>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**ERLÄUTERUNGEN**

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20°C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

EA-01-2007-SW-a  
EA-VG  
25.04.2007

# EXCEL-Tool zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Reduktion durch eine thermische Sanierung

- [www.wohnbauforschung.at](http://www.wohnbauforschung.at)
- EA-CO<sub>2</sub>-Modul 31-12-2006 V1a.xls
- Programmvorführung
  - Geometrie
  - Bauphysik
  - Bauphysik Sanierung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle  
der Stadt Wien