

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

- 5 Bauwerksspezifische Kennzahlen**
- 5.1 Bauabfallmengen**
- 5.2 Zusammensetzung ausgewählter Gebäudetypen
- 5.3 Abfallentstehung bei Neubau und Sanierung

Bauwerksspezifische Kennzahlen für Bauabfälle

Bauwerksspezifische Kennzahlen dienen der Ermittlung der Abfallmenge, die beim Abbruch eines Gebäudes anfallen. Sie können außerdem Hinweise geben, auf die zu erwartende Baustoffart. Sie können zur Abbruch- und Verwertungsplanung herangezogen werden.

Die Angabe erfolgt als Masse in t oder als festes Baustoffvolumen in m^3 . Verschiedene Bezugsbasen werden verwendet:

- Bruttorauminhalt (BRI) nach DIN 227
- umbauter Raum (UR)
- m^2 Wohnfläche

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Unterscheidung zwischen

- Geschossbauten für unterschiedliche Nutzungen
- Hallen
- Flachbauten
- Ingenieurbauwerken wie Schornsteine, Kühltürme, Behälter, Brücken

Quellen für bauwerksspezifische Kennzahlen

- Massenermittlung bei durchgeführten Abbrüchen
- Angaben zum Materialverbrauch in Bauwerken

Hoffmann/Kremer

Zahlentafeln für den Baubetrieb

Herausgegeben von
Prof. Dipl.-Ing. Manfred Hoffmann

Bearbeitet von
Prof. Dipl.-Ing. Manfred Hoffmann
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Olk
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Pick
Prof. Dipl.-Ing. Oskar M. Schmitt
Prof. Dr.-Ing. Norbert Winkler

4., neubearbeitete und erweiterte Auflage
Mit 577 Bildern und 53 Beispielen



B.G. Teubner Stuttgart 1996

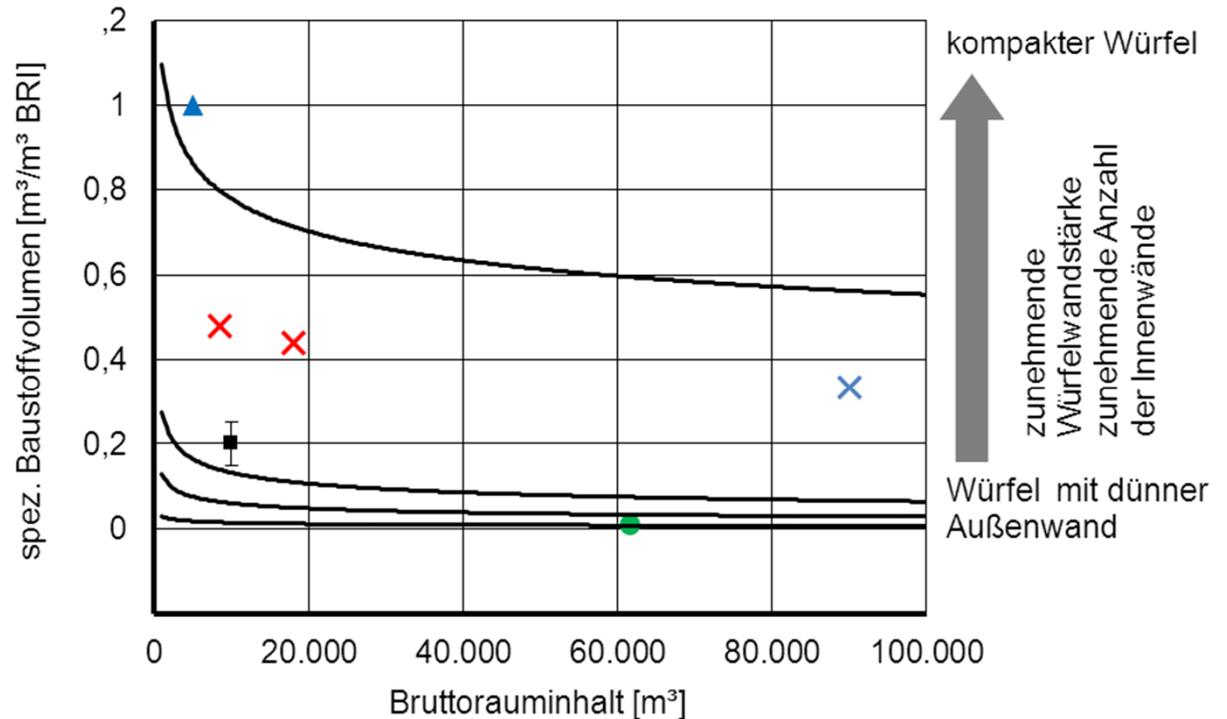
Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Grundlage der Massenberechnung: Verhältnis Oberfläche zu Volumen nimmt mit abnehmenden Volumen zu.

$$A / V = \frac{6 * V^{1/3} * V^{1/3}}{V^{1/3} * V^{1/3} * V^{1/3}} = \frac{6}{V^{0,33}}$$

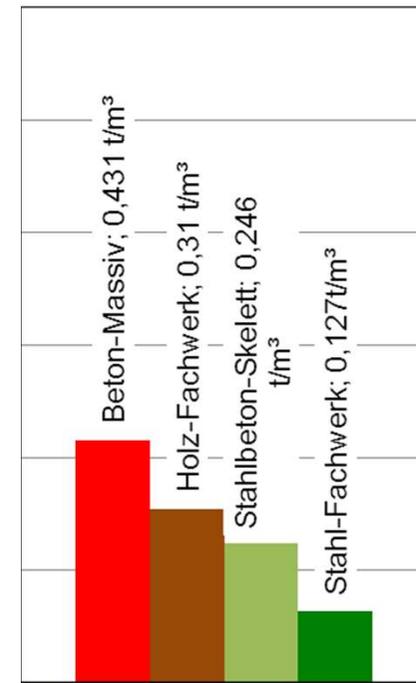
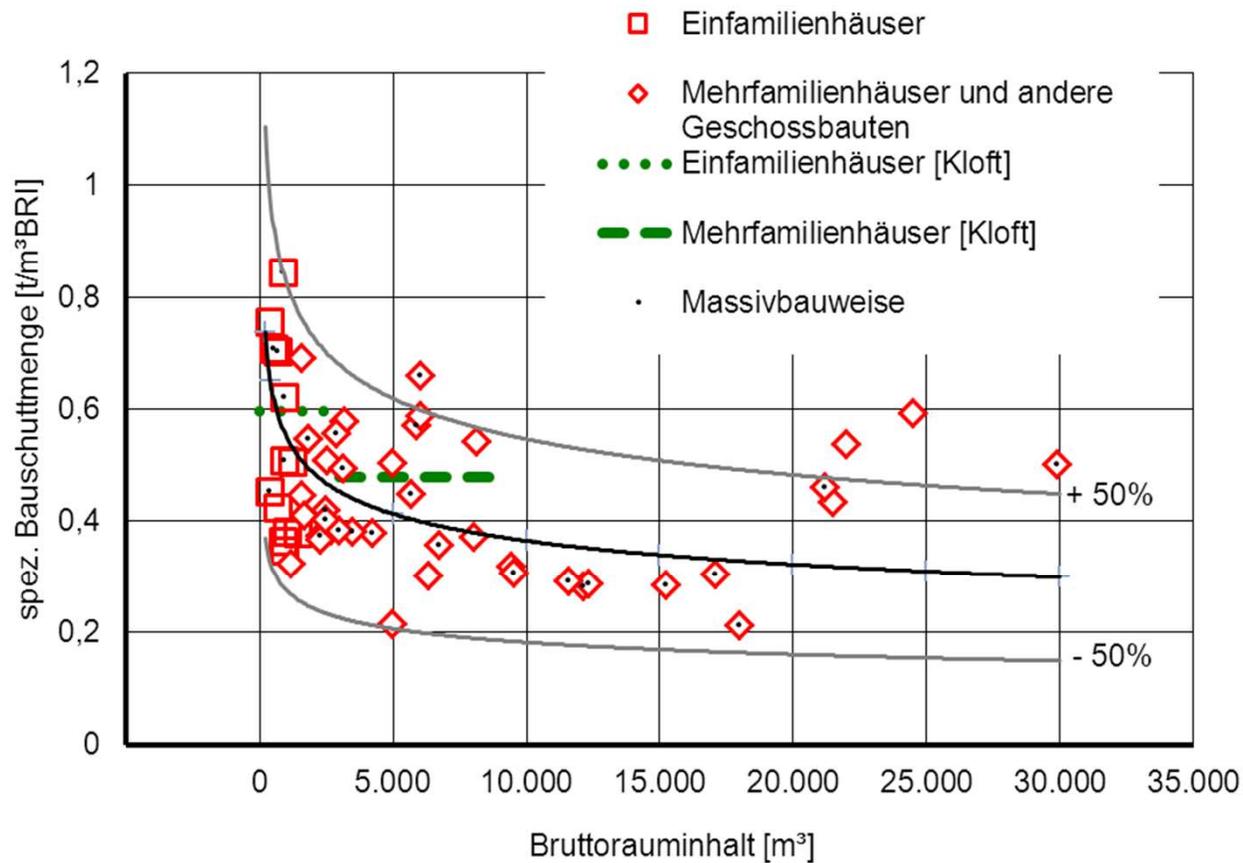
$$V_A / V = \frac{6 * \text{Wandstärke}}{V^{0,33}}$$

- Kühlturm
- Geschößbauten
- × Bunker
- × Gebäudekomplex mit integriertem Bunker
- ▲ Fundament



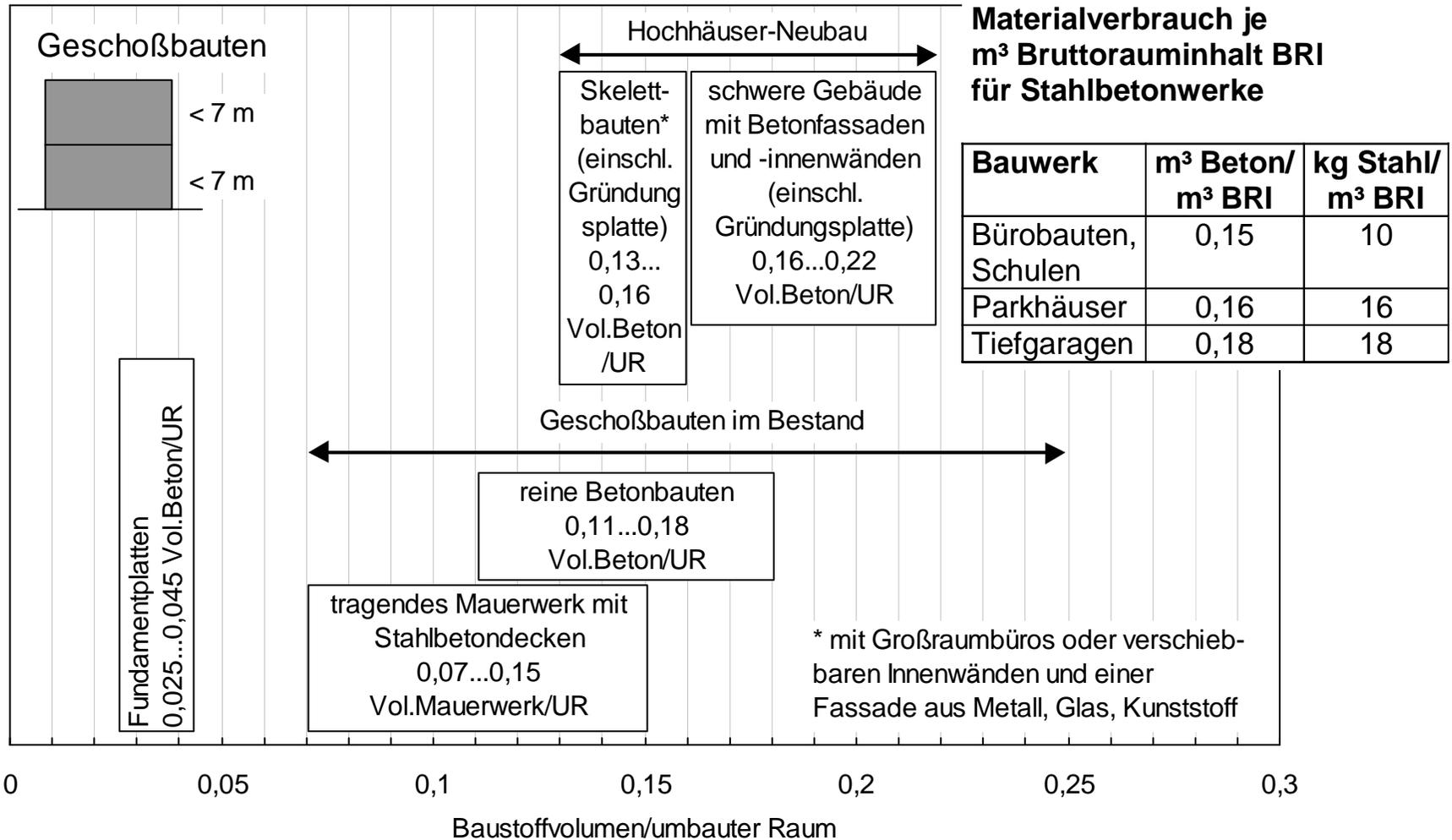
Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Daten für Wohnbauten



Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Weitere bauwerksspezifische Kennzahlen für Geschossbauten

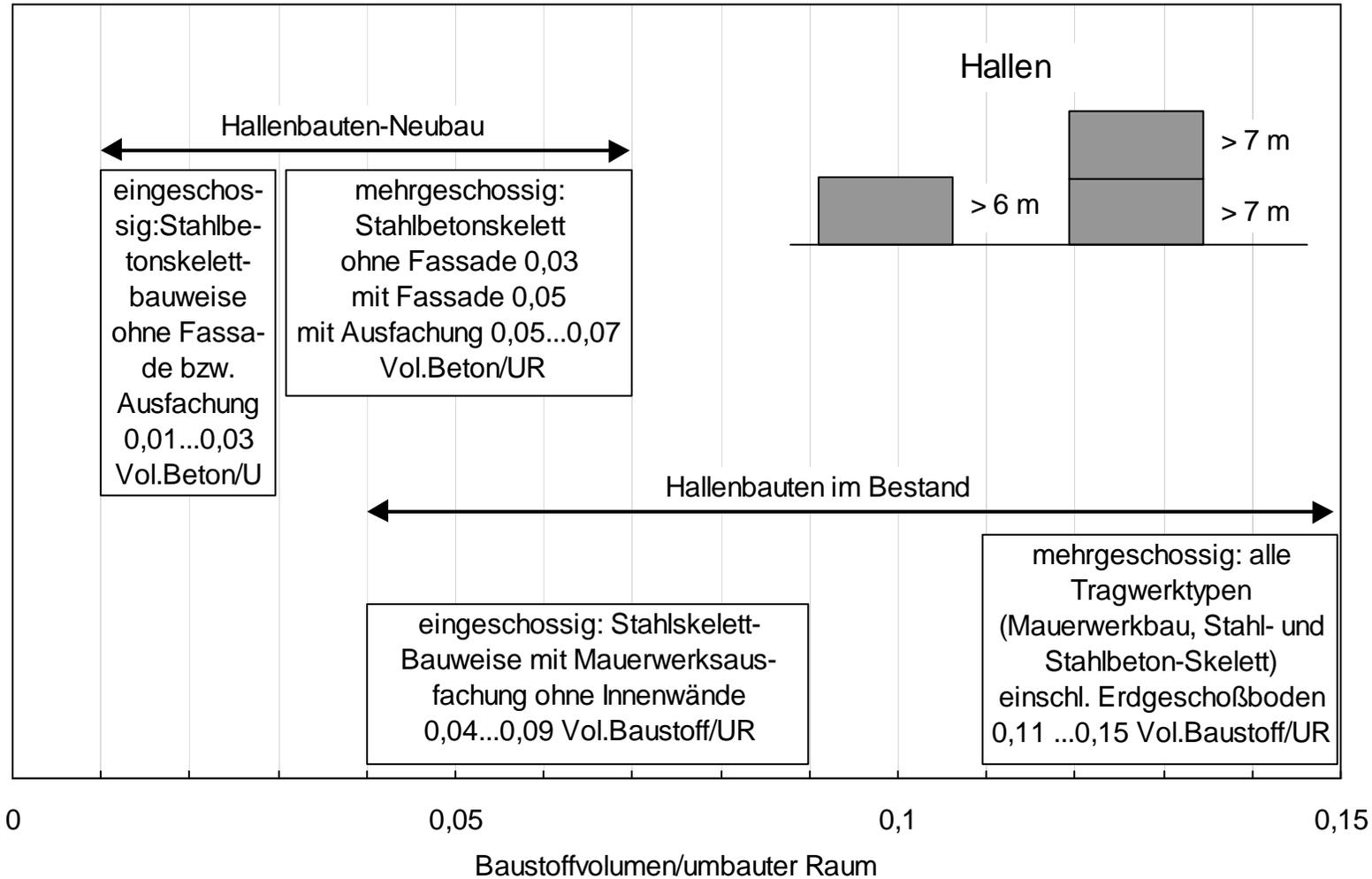


Quelle Diagramm: <http://www.b-i-m.de/Berichte/z0998frame.htm>

Quelle Tabelle: Hoffmann/Kremer

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

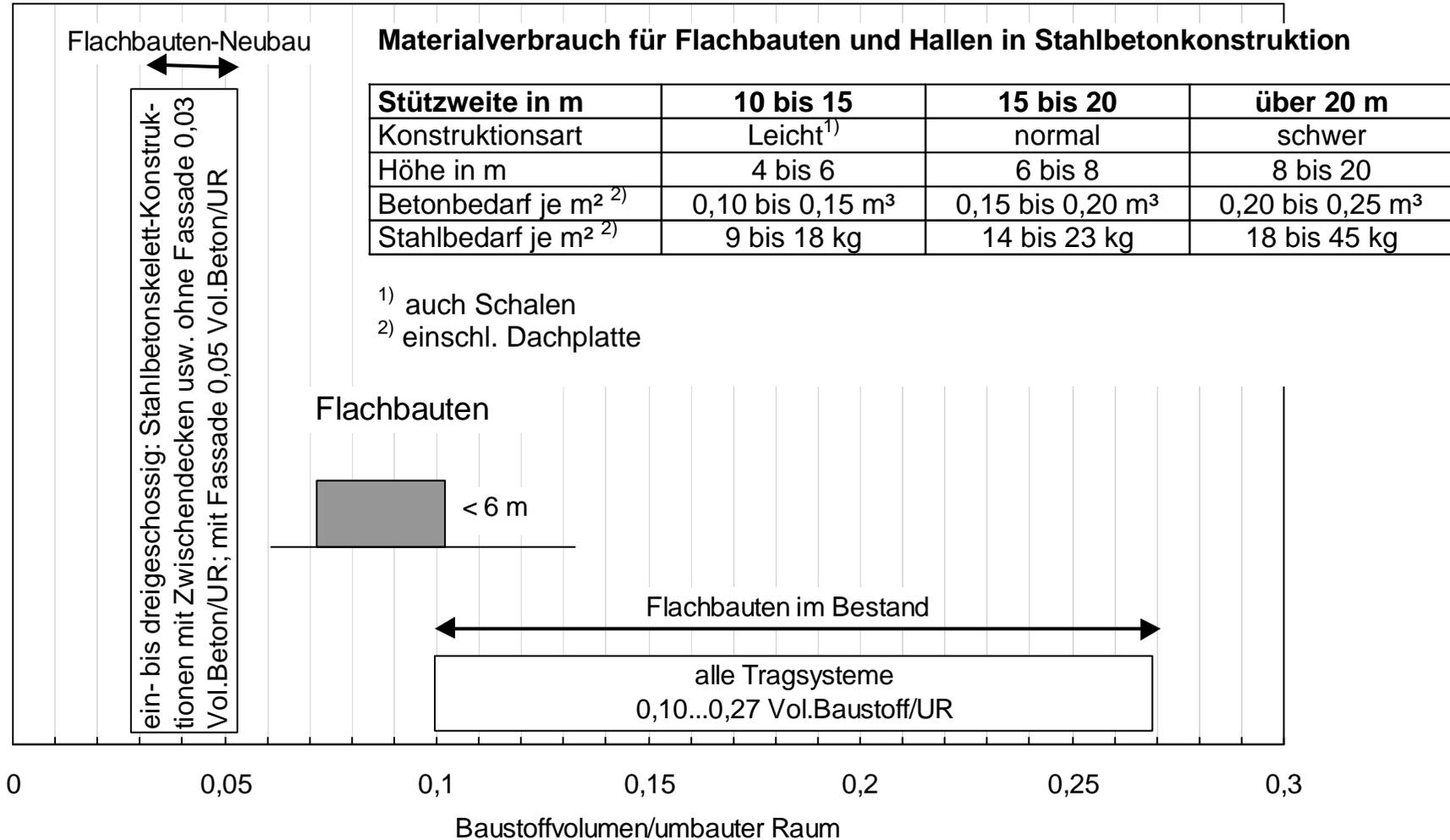
Weitere bauwerksspezifische Kennzahlen für Hallen



Quelle Diagramm: <http://www.b-i-m.de/Berichte/z0998frame.htm>

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Weitere bauwerksspezifische Kennzahlen für Flachbauten



Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

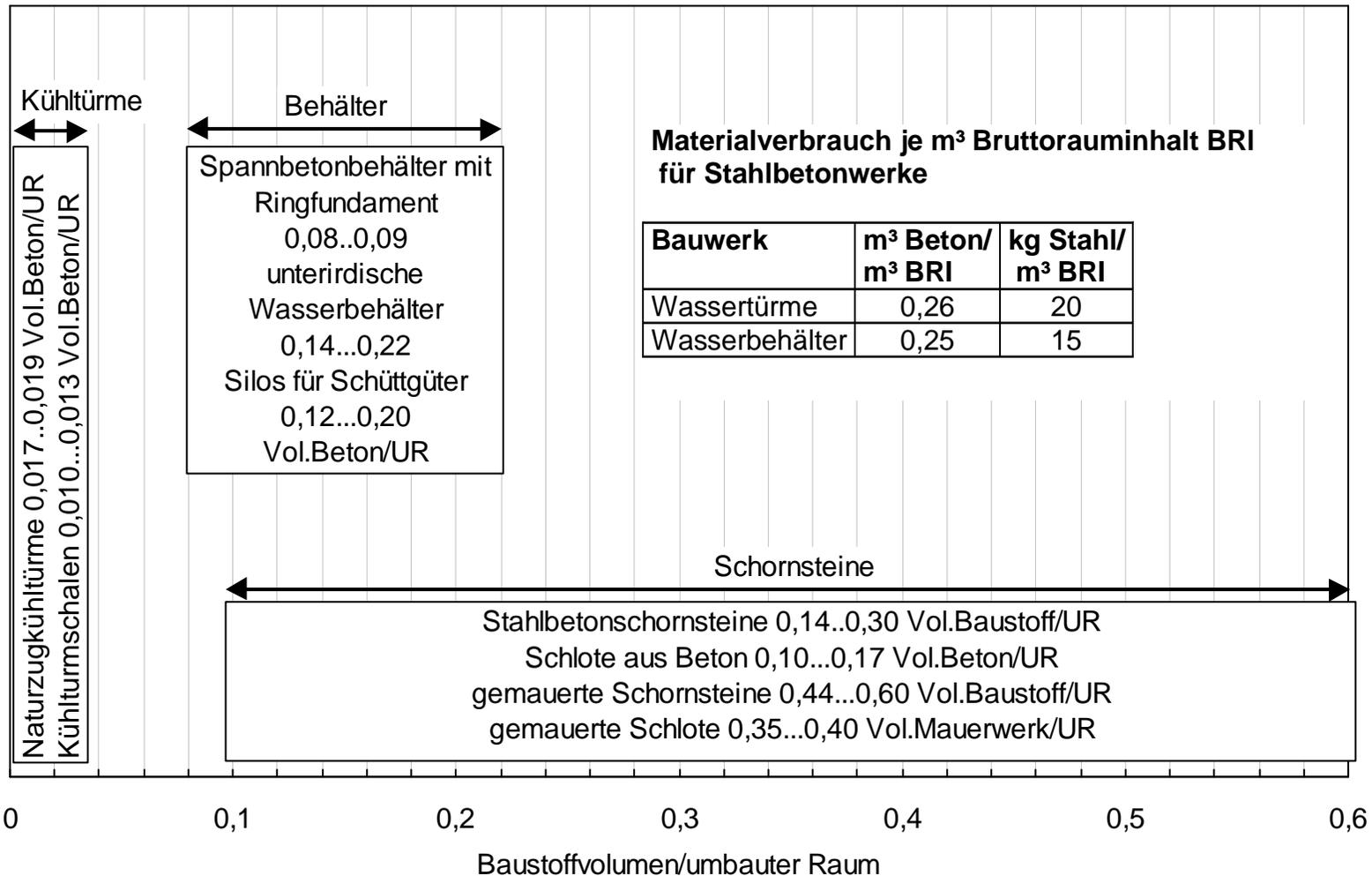
Fallbeispiel:
 Landwirtschaftlich ge-
 nutzte Halle im Bestand



| Bezeichnung | | FT-Halle |
|--|-----------------------------------|----------|
| Aussen- u. Zwischenwände incl. Fundamente | [m ³] | 1000 |
| 70 Stahlbetonstützen | [m ³] | 65 |
| 70 Hülsenfundamente | [m ³] | 100 |
| Einbauten (Beton; Stahl; Holz) | [m ³] | 150 |
| Dachtragwerk (Betonfertigteilebinder) | [m ²] | 4200 |
| | [m ³] | 130 |
| Betonfussboden | [m ²] | 4000 |
| | [m ³] | 1500 |
| Dacheindeckung (Wellasbest); Dämmung (Mineralwolle) | [m ²] | 4500 |
| Fensterbänder und Türen | [lfm] | 300 |
| Abbruchvolumen (ca.; ohne Dämmung und Asbest) | [m ³] | 3000 |
| umbauter Raum | [m ³] | 23400 |
| Feststoffanteil pro umbautem Raum | [m ³ /m ³] | 0,13 |

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Bauwerksspez. Kennzahlen für Schornsteine und Behälter



Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen



Fallbeispiel: Kühltürme

Kühlturmabmessungen

- Höhe 55 m
- Durchmesser über dem Stützring 45 m
- Durchmesser oben 30 m*
- Schalenstärke 0,10 m*

Masse laut Berechnung ?

Masse nach Angaben
Abbruchunternehmen 1512 t

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen



Fallbeispiel: Silos

| | | |
|---|-----------------------------------|----------|
| Bezeichnung | | 12 Silos |
| Betonfertigteile in Segmentform | [m ³] | 4500 |
| Betonbodenplatte/ Fundamente | [m ³] | 1000 |
| Stahlarmierung und technische Einbauten | [m ³] | 40 |
| | [t] | 300 |
| Abbruchvolumen (ca.; ohne Dämmung und Asbest) | [m ³] | 5540 |
| umbauter Raum | [m ³] | 45000 |
| Stahlanteil pro umbautem Raum | [t/m ³] | 0,007 |
| Feststoffanteil pro umbautem Raum (ohne Stahl) | [m ³ /m ³] | 0,12 |

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen



Fallbeispiel: Schornsteine

| Bezeichnung | | 3 Schornsteine |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Stahlbeton | [m ³] | 2600 |
| Mauerziegel | [m ³] | 2100 |
| Abbruchvolumen über GOK | [m ³] | 4700 |
| umbauter Raum | [m ³] | 30000 |
| Feststoffanteil pro umbautem Raum | [m ³ /m ³] | 0,16 |

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Bauwerksspezifische Kennzahlen für Brücken

Materialverbrauch für Stahlbeton-Autobahnbrücken: Einfeldbrücken, Brückenklasse 60

| Stützweite in m | m ³ Überbaubeton je m ² Überbaugrundfläche | kg Betonstahl je m ³ Überbaubeton |
|-----------------|--|--|
| 4 | 0,4 bis 0,6 | 20 bis 110 |
| 10 | 0,6 bis 0,8 | 100 bis 170 |
| 15 | 0,7 bis 0,85 | 150 bis 210 |

Materialverbrauch für Spannbeton-Straßenbrücken: Mehrfeldbrücken, Brückenklassen 60 und 30

| Stützweite in m | m ³ Überbaubeton je m ² Überbaugrundfläche | kg Betonstahl je m ³ Überbaubeton | kg Betonstahl je m ³ Überbaubeton |
|-----------------|--|--|--|
| 20 | 0,4 bis 0,6 | 40 bis 75 | 30 bis 60 |
| 40 | 0,5 bis 0,7 | 50 bis 85 | 45 bis 80 |
| 60 | 0,6 bis 0,8 | 60 bis 90 | 60 bis 90 |

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Zusammenfassung bauwerksspezifischer Abfallmengen nach Mengenreihenfolge

| | Baustoffvolumen pro UR ≈ Baustoffvolumen pro BRI [m ³ /m ³] |
|--|--|
| Fundamentplatten, Straßen, kompakte Bauwerke | 1 |
| Schornsteine | 0,10-0,60 |
| Geschoßbauten | 0,07-0,25 (0,4) |
| Behälter, Silos | 0,08-0,22 |
| Flachbauten, Hallen | 0,04-0,27 |
| Kühltürme | 0,01-0,04 |

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

- 5 Bauwerksspezifische Kennzahlen
 - 5.1 Bauabfallmengen
 - 5.2 **Zusammensetzung ausgewählter Gebäudetypen**
 - 5.3 Abfallentstehung bei Neubau und Sanierung

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Die Zusammensetzung von Abbruchabfällen hängt ab von

- der Art des Bauwerks und dessen Konstruktion
- dem Alter
- dem Standort

Das Abbruchverfahren spielt insoweit eine Rolle, dass damit der Vermischungszustand beeinflusst werden kann.

In „Nicht-Wohngebäuden“ und Ingenieurbauwerken kann ab ca. 1930 überwiegend Beton erwartet werden.

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

In Wohngebäuden ist die Systematisierung des Materialbestandes mit großen Unsicherheiten verbunden. Orientierung kann hauptsächlich das Bauwerksalter geben.

Zusammensetzung eines hypothetischen Mustergebäudes (CH)

| Stoffgruppen nach DIN 4226-100 | Masse-% | |
|----------------------------------|---------|---|
| Beton | 69,9 | |
| Ziegel | | |
| Kalksandstein | | |
| Andere mineralische Bestandteile | 3,9 | Σ |
| Asphalt | | |
| Fremdbestandteile | 8,1 | $\Sigma(\text{Gips}+\text{Glas}+\text{Stahl}+\text{Kunststoffe}+\text{Holz}+\text{Elektrokabel})$ |

Hyp. Mustergebäude stellt Abstraktion dar. Kann für Bilanzierungen, Modellbetrachtungen etc. herangezogen werden.

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Zusammensetzung von Modellgebäuden unterschiedlichen Alters (1)

| Musterhaus 1 | | | Musterhaus 2 | | |
|---|---------------------|--------|--|---------------------|--------|
| 1870 – 1918 | | | 1919-1945 | | |
| MFH, 4 bis 5 Geschosse, Ziegelbauweise, Geschosshöhe 3,26 m | | | MFH, 3 bis 5 Geschosse, Ziegelbauweise, tw. Betondecken, GH 3,13 m | | |
| | t/m ² WF | M. - % | | t/m ² WF | M. - % |
| Mauerwerk / Ziegel | 1,44 | 60 | Mauerwerk / Ziegel | 1,3 | 55 |
| Mörtel / Putz | 0,47 | 19 | Mörtel / Putz | 0,4 | 15 |
| Sand in Decken | 0,44 | 18 | Sand in Decken | 0,2 | 11 |
| Beton | n.v. | n.v. | Beton | 0,38 | 16 |
| Holz | 0,08 | 3 | Holz | 0,05 | 2 |
| Stahl | n.v. | n.v. | Stahl | 0,02 | 1 |
| Dämmstoff | n.v. | n.v. | Dämmstoff | n.v. | n.v. |

Quelle: Görg

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Zusammensetzung von Modellgebäuden unterschiedlichen Alters (2)

| Musterhaus 3 | | | Musterhaus 4 | | |
|---|---------------------|--------|---|---------------------|--------|
| nach 1945 | | | nach 1970 | | |
| MFH, 4 bis 6 Geschosse, Ziegelbauweise, Betondecken, Holz nur im Dachstuhl, GH 2,83 m | | | Zusammengesetzt aus den gängigen Haustypen Einfamilienhaus, Reihenhaus, Wohnblock | | |
| | t/m ² WF | M. - % | | t/m ² WF | M. - % |
| Mauerwerk / Ziegel | 1,1 | 49 | Mauerwerk / Ziegel | 0,43 | 18 |
| Mörtel / Putz | 0,34 | 15 | Mörtel / Putz | 0,14 | 6 |
| Sand in Decken | n.v. | n.v. | Sand in Decken | n.v. | n.v. |
| Beton | 0,8 | 36 | Beton | 1,6 | 68 |
| Holz | 0,01 | < 1 | Holz | 0,021 | 1 |
| Stahl | n.v. | n.v. | Stahl | 0,16 | 7 |
| Dämmstoff | 0,01 | < 1 | Dämmstoff | 0,004 | < 1 |

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Abfallmenge und Zusammensetzung eines 5-geschossigen P2-Standardgebäudes mit 30 Wohneinheiten

Länge 36,00 m
Breite (inkl. Loggien) 12,76 m
Höhe 16,20 m
umbauter Raum 6.742 m³



- ⇒ 1084 Betonfertigelemente mit einer Masse von 2029 t
- ⇒ spezifischer Betoneinsatz 300 kg/m³ uR
- ⇒ Gesamtbaustoffmenge 2403 t
- ⇒ spezifischer Baustoffeinsatz 356 kg/m³uR

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Materialbestand in Abhängigkeit vom Bauwerksalter

| | Massivbau vor 1918 | | Massivbau 1918-1949 | | Massivbau ab1949 | |
|-------------|------------------------|--------|------------------------|--------|------------------------|--------|
| | Mengen | Anteil | Mengen | Anteil | Mengen | Anteil |
| | [t/m ³ BRI] | [M.-%] | [t/m ³ BRI] | [M.-%] | [t/m ³ BRI] | [M.-%] |
| Beton | 0,125 | 35 | 0,116 | 32 | 0,137 | 37 |
| Ziegel | 0,214 | 60 | 0,224 | 62 | 0,206 | 55 |
| Holz | 0,008 | 2 | 0,009 | 2 | 0,008 | 2 |
| Metalle | 0,007 | 2 | 0,006 | 2 | 0,003 | < 1 |
| Restabfälle | 0,002 | < 1 | 0,004 | 1 | 0,015 | 4 |
| Sonstiges | 0,001 | < 1 | 0,002 | < 1 | 0,003 | < 1 |
| Summe | 0,357 | | 0,361 | | 0,372 | |

Quelle: Lippok/Korth

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

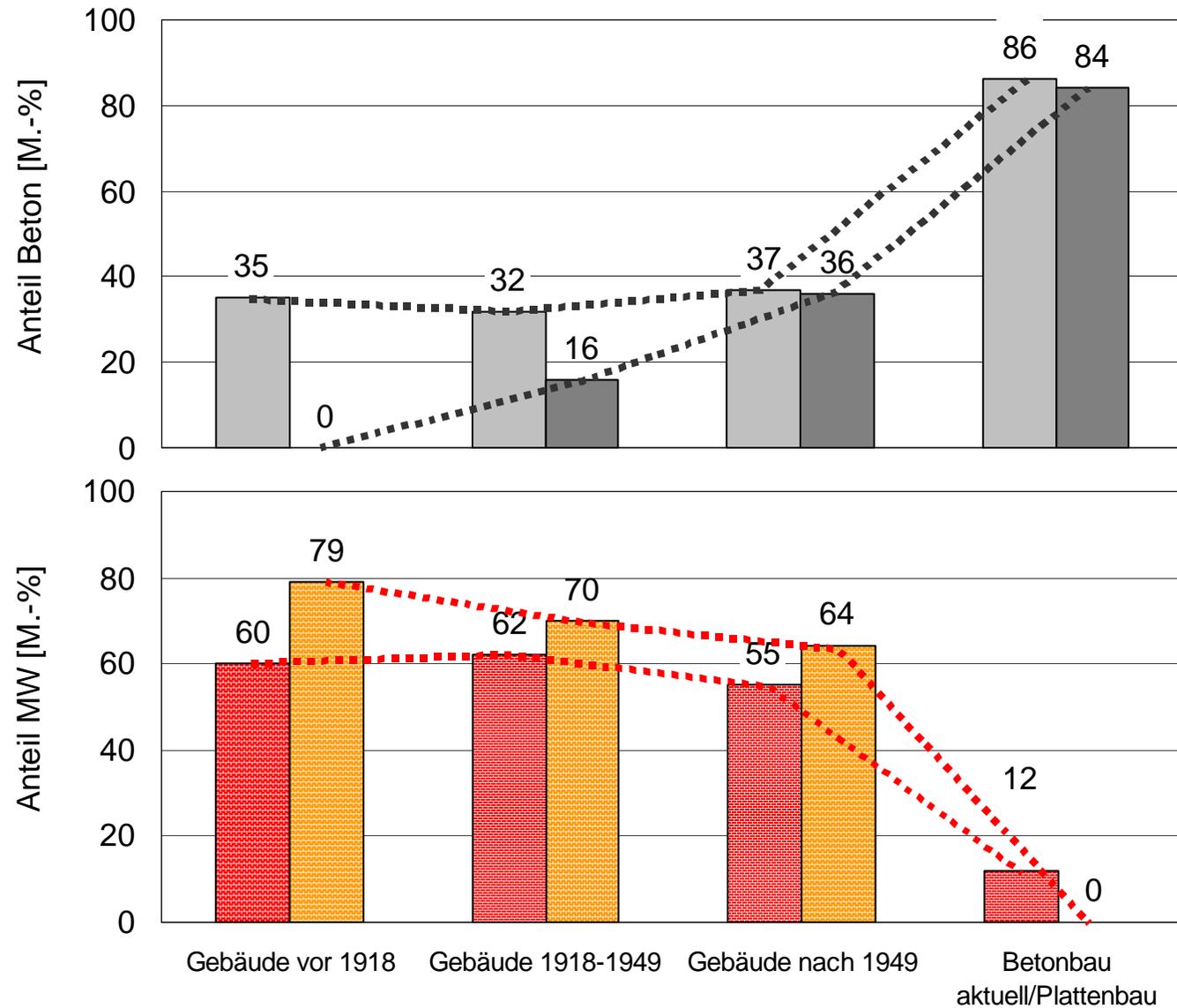
Materialbestand in Abhängigkeit von der Bauwerkskonstruktion

| | Holzfachwerkhaus | | Stahlbetonskelettbau | | Betonmassivbau | | Stahlfachwerkgebäude | |
|-------------|------------------|--------|----------------------|--------|----------------|--------|----------------------|--------|
| | Mengen | Anteil | Mengen | Anteil | Mengen | Anteil | Mengen | Anteil |
| | [t/m³BRI] | [M.-%] | [t/m³BRI] | [M.-%] | [t/m³BRI] | [M.-%] | [t/m³BRI] | [M.-%] |
| Beton | 0,036 | 12 | 0,230 | 93 | 0,369 | 86 | 0,077 | 61 |
| Ziegel | 0,238 | 77 | 0,006 | 2 | 0,050 | 12 | 0,023 | 18 |
| Holz | 0,028 | 9 | 0,004 | 2 | 0,002 | < 1 | 0,009 | 7 |
| Metalle | 0,003 | < 1 | 0,002 | < 1 | 0,006 | 1 | 0,016 | 13 |
| Restabfälle | 0,004 | 1 | 0,002 | < 1 | 0,002 | < 1 | 0,001 | < 1 |
| Sonstiges | 0,001 | < 1 | 0,002 | < 1 | 0,002 | < 1 | 0,001 | < 1 |
| Summe | 0,310 | | 0,246 | | 0,431 | | 0,127 | |

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Zusammenfassung zur Bauschuttzusammensetzung

Holzanteil: 0-3 %



Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

- 5 Bauwerksspezifische Kennzahlen
 - 5.1 Bauabfallmengen
 - 5.2 Zusammensetzung ausgewählter Gebäudetypen
 - 5.3 **Abfallentstehung bei Neubau und Sanierung**

Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Gemischte Bau- und Abbruchabfälle entstehen während des Ausbaus von Neubauten oder beim Umbau bzw. bei der Sanierung von Altbauten.

Die (absolute) Menge nimmt mit zunehmender Gebäudegröße zu.

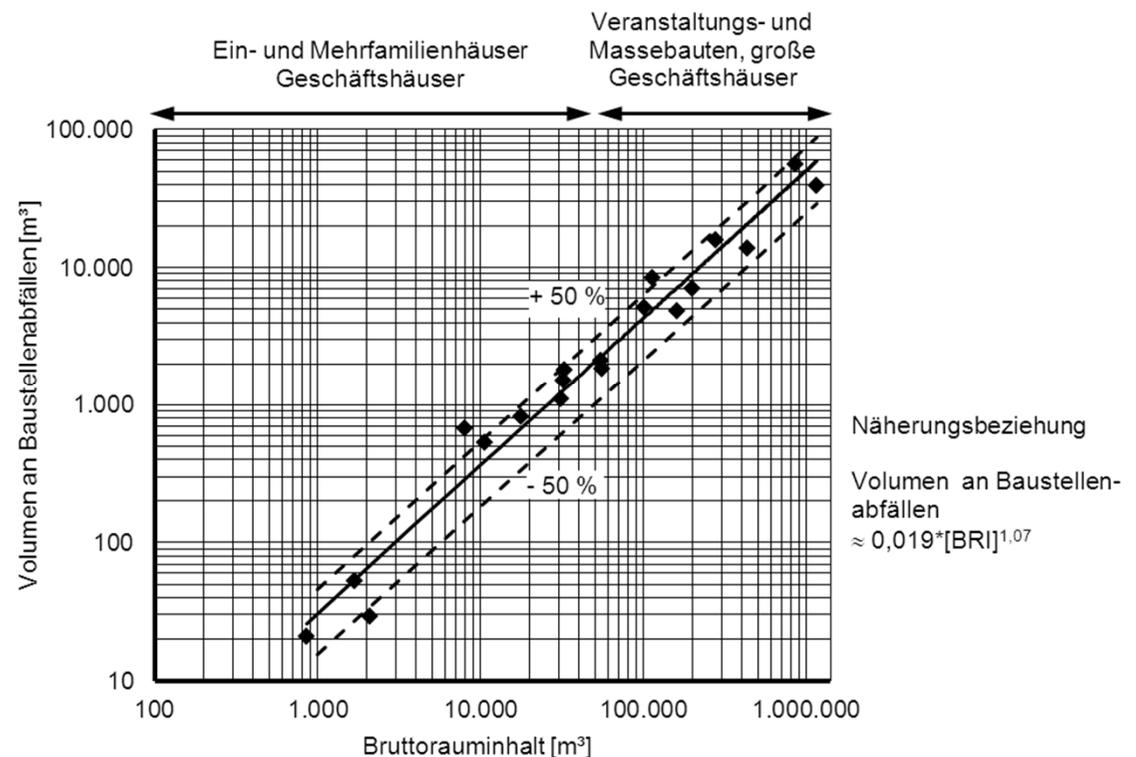
Einzelbeispiele

Aufkommen [nach K. Subbe]

- Neubau 0,035 - 0,05 m³/m³UR
- Sanierung 0,08 - 0,18 m³/m³UR

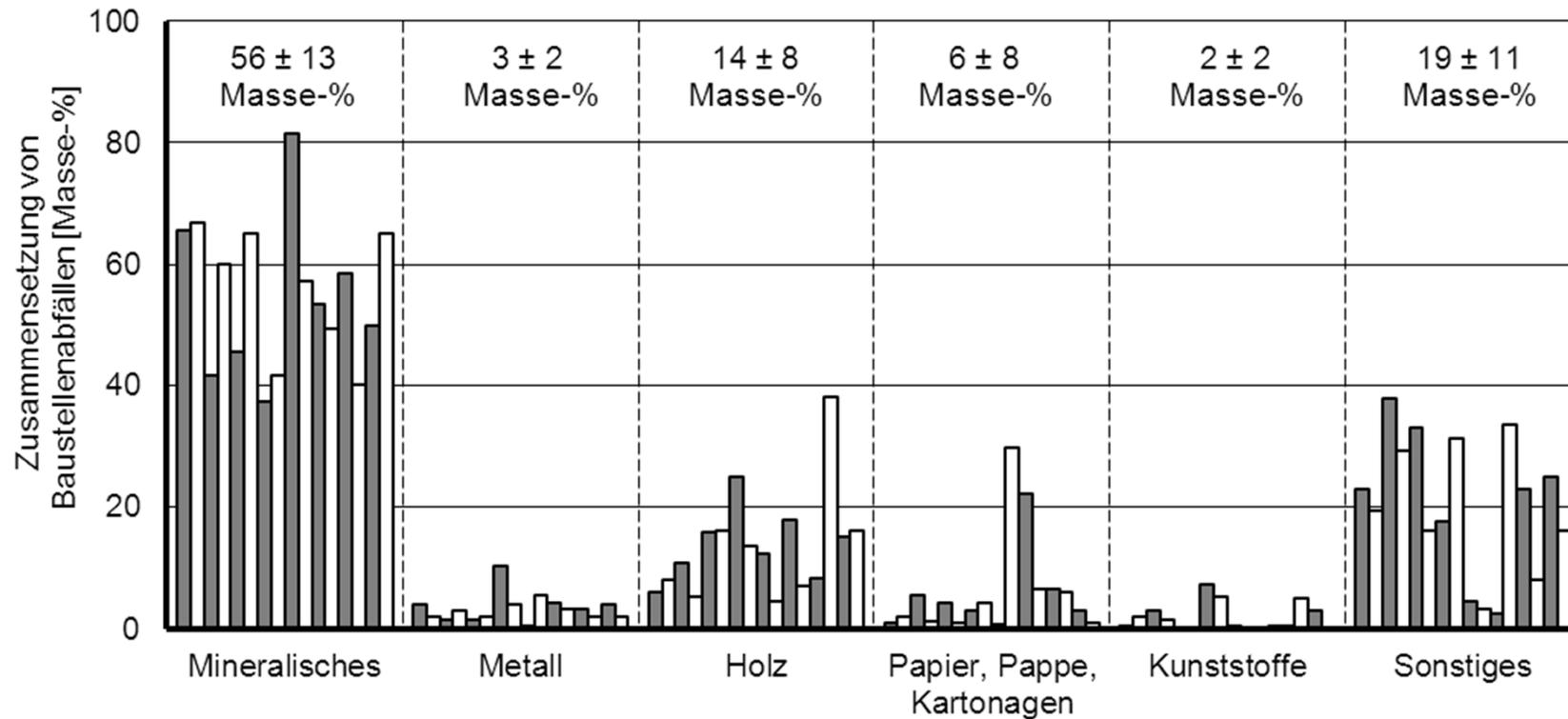
Aufkommen [nach N. Haeberlin]

- Neubau
 - Bürogebäude 0,025 m³/m³UR
 - Mehrfamilienhaus 0,031 m³/m³UR
 - Geschäftshaus 0,036 m³/m³UR
- Umbau
 - Geschäftshaus 0,30 m³/m³UR
 - Bürogebäude 0,32 m³/m³UR



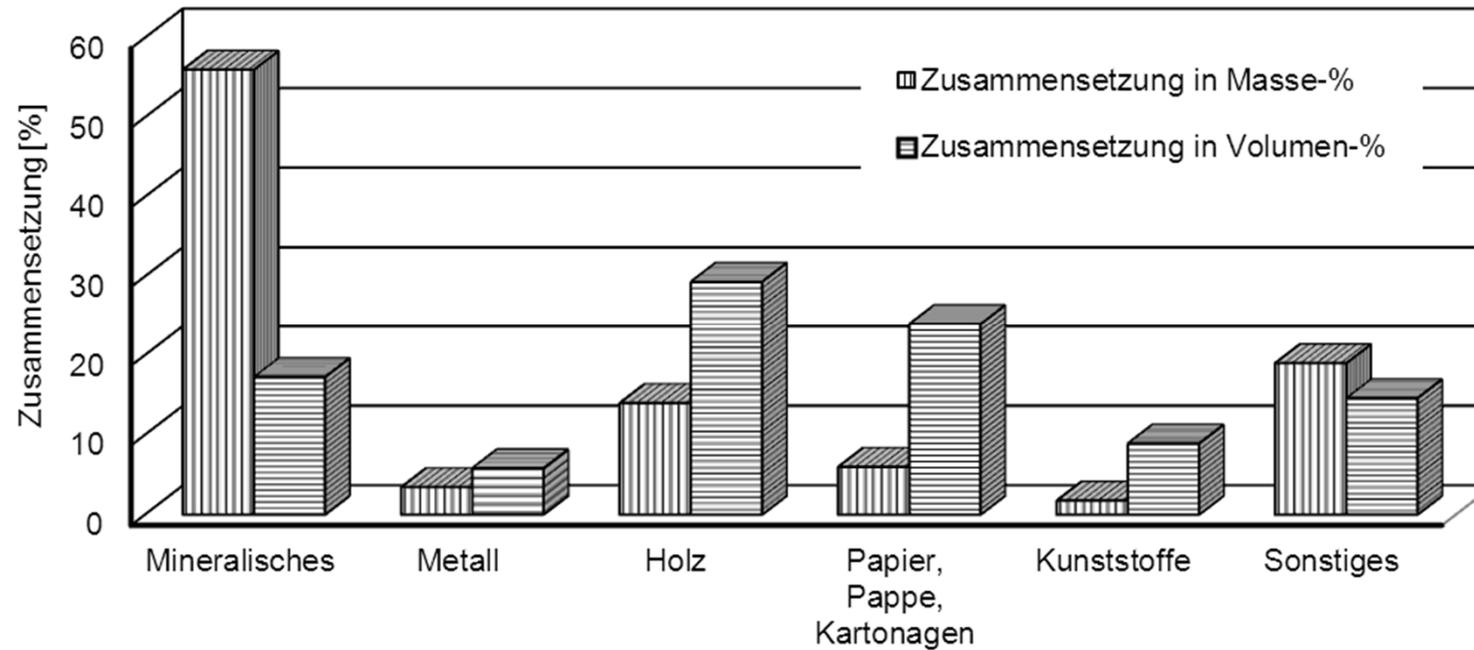
Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Zusammensetzung von gemischten Bau- und Abbruchabfällen stark schwankend



Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Kapazitäten für die Zwischenlagerung oder den Transport richten sich nach der Volumenzusammensetzung. Berechenbar aus den Schüttdichten.



Vorlesung C/Kapitel 5: Bauwerksspez. Kennzahlen

Schüttdichten

| | Schüttdichte [t/m ³] | | Schüttdichte [t/m ³] |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Bauschutt | 1,142 | Metalle | 0,208 |
| Holz, behandelt | 0,205 | Mineralfasern | 0,090 |
| Holz, unbehandelt | 0,130 | Gips | 0,257 |
| Pappe, Papier | 0,088 | Baumischabfall, Rohbau | 0,730 |
| Folie | 0,070 | Baumischabfall, Ausbau | 0,185 |
| Dachpappe | 0,374 | | |

Rechenbeispiel

| | Anteile [Masse- %] | Dichte [t/m ³] | Volumen der Bestandteile [m ³ /100 t Gesamtmaterial] | Anteile [Volumen-%] |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---|--------------------------|
| Mineralisches | 56 | 1,142 | = 56/1,142 = 49,0 | = 100*49,0/283,9 = 17 |
| Metall | 3 | 0,208 | 16,6 | 6 |
| Holz | 14 | 0,168 | 83,3 | 29 |
| Papier, Pappe, Kartonagen | 6 | 0,088 | 68,2 | 24 |
| Kunststoffe (Folien) | 2 | 0,07 | 25,3 | 9 |
| Sonstiges | 19 | 0,458 | 41,5 | 15 |
| Summe | 100 | | 283,9 | 100 |