

Energiestandards im Wohnungsbau: Technische Maßnahmen und resultierende Bau(werks)kosten

Dietmar Walberg

GF Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V.

ARGE//eV Institute for Sustainable Constructions

Walkerdamm 17 • D - 24103 Kiel • www.arge-sh.de

Fon: +49 431/663 69-0 • Fax: +49 431/663 69 -69 dwalberg@arge-sh.de



Baukosten (?) : Glossar

Glossar

Kurzerläuterung von Kostenbegriffen

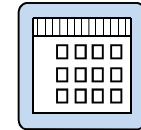
- **Gestehungskosten** (Gesamtkosten)
⇒ Kostengruppen 100 bis 700
- **Anschaffungskosten**
⇒ Kostengruppen 200 bis 600 + teilw. 100/700
*KG 100/700 => keine Aufwendungen für das Baugrundstück
sowie Geldbeschaffungs- und Finanzierungskosten*
- **Herstellungskosten** (Errichtungskosten)
⇒ Kostengruppen 200 bis 600 + teilw. 700
KG 700 => nur technische Baunebenkosten
- **Baukosten** (Erstellungskosten)
⇒ Kostengruppen 300 bis 700
- **Bauwerkskosten** (Herstellkosten)
⇒ Kostengruppen 300 und 400

| Kostengruppen nach DIN 276 | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 100 | Grundstück |
| 200 | Herrichten und Erschließen |
| 300 | Bauwerk – Baukonstruktionen |
| 400 | Bauwerk – Technische Anlagen |
| 500 | Außenanlagen |
| 600 | Ausstattung und Kunstwerke |
| 700 | Baunebenkosten |

Definition Typengebäude^{MHF}

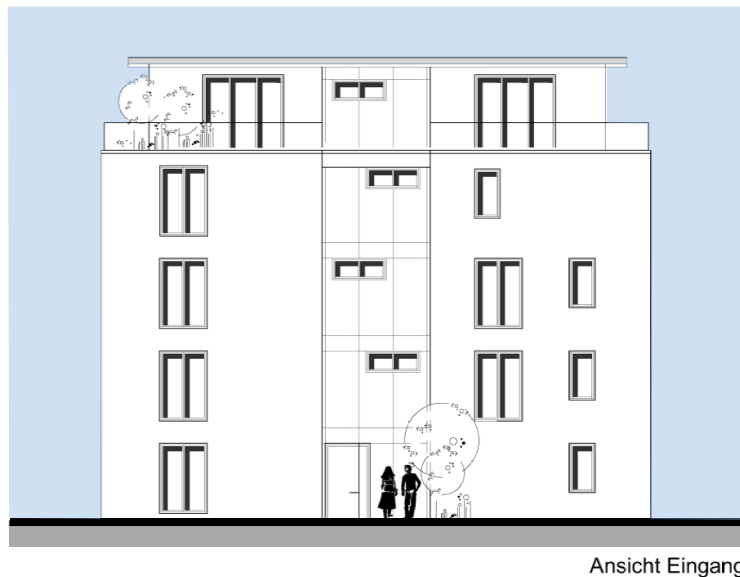
Definition Typengebäude^{MFH}

Kennzahlen und Ansichten

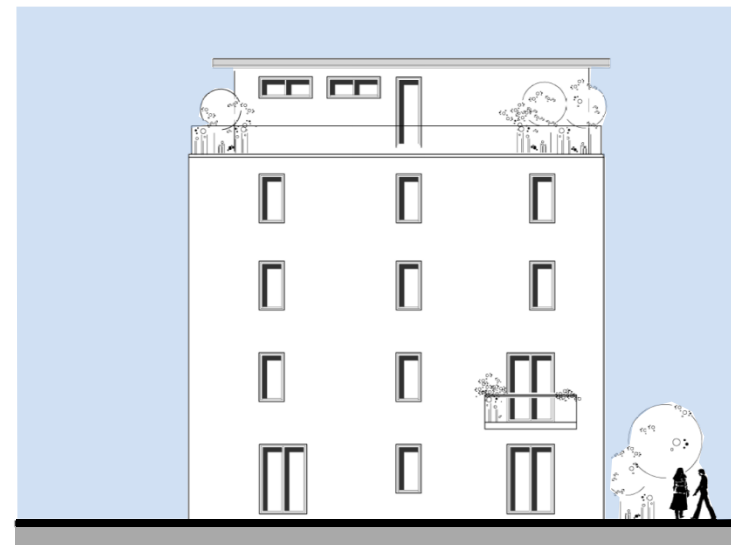


Entwickelt/Gestaltet auf Grundlage der vorgenannten Aspekte

- Gebäudenutzfläche (A_N): 1.064 m²
- Wohnfläche: ca. 880 m²
- Volumen (V_e): 3.325 m³
- Hüllfläche (A): 1.411 m²
- A/V_e -Verhältnis: 0,42



Ansicht Eingang

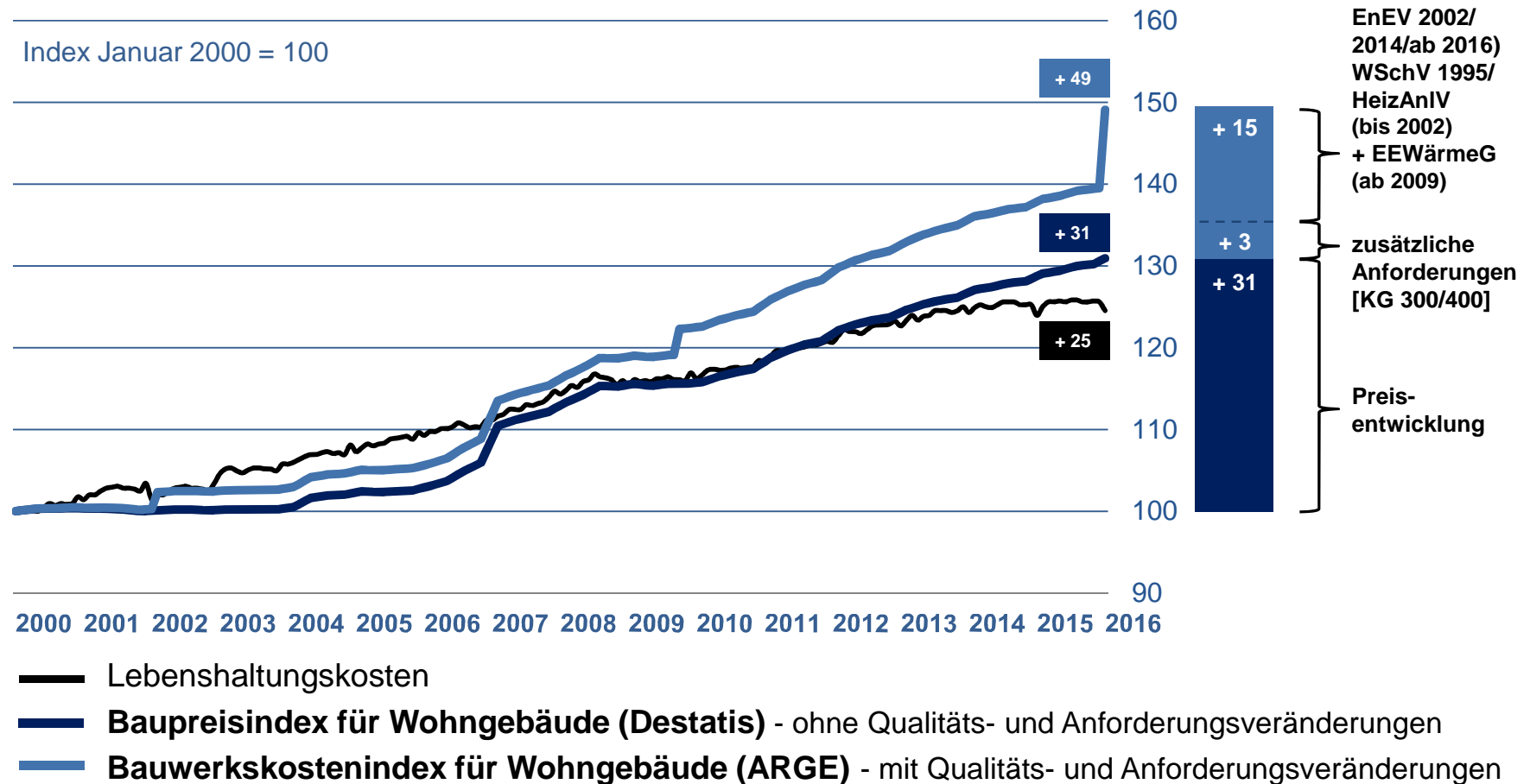


Ansicht Seite

Bauwerkskosten- Entwicklung

Kostenentwicklung

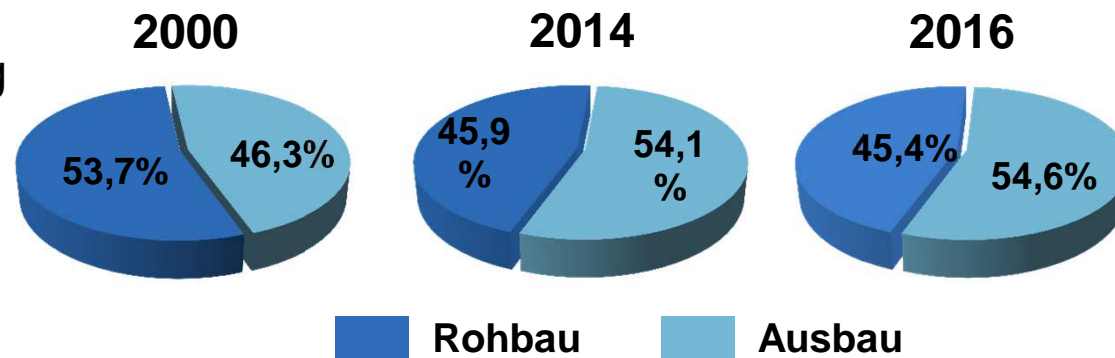
Bauwerkskosten 2000 bis 2016



Quelle: Statistisches Bundesamt, Controlling ARGE eV und Erhebungen in Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft

Verteilung der Bauwerkskosten Überblick

Darstellung der Entwicklung
der Verteilung bei den
Bauwerkskosten
anhand der Jahre
2000, 2014 und 2016



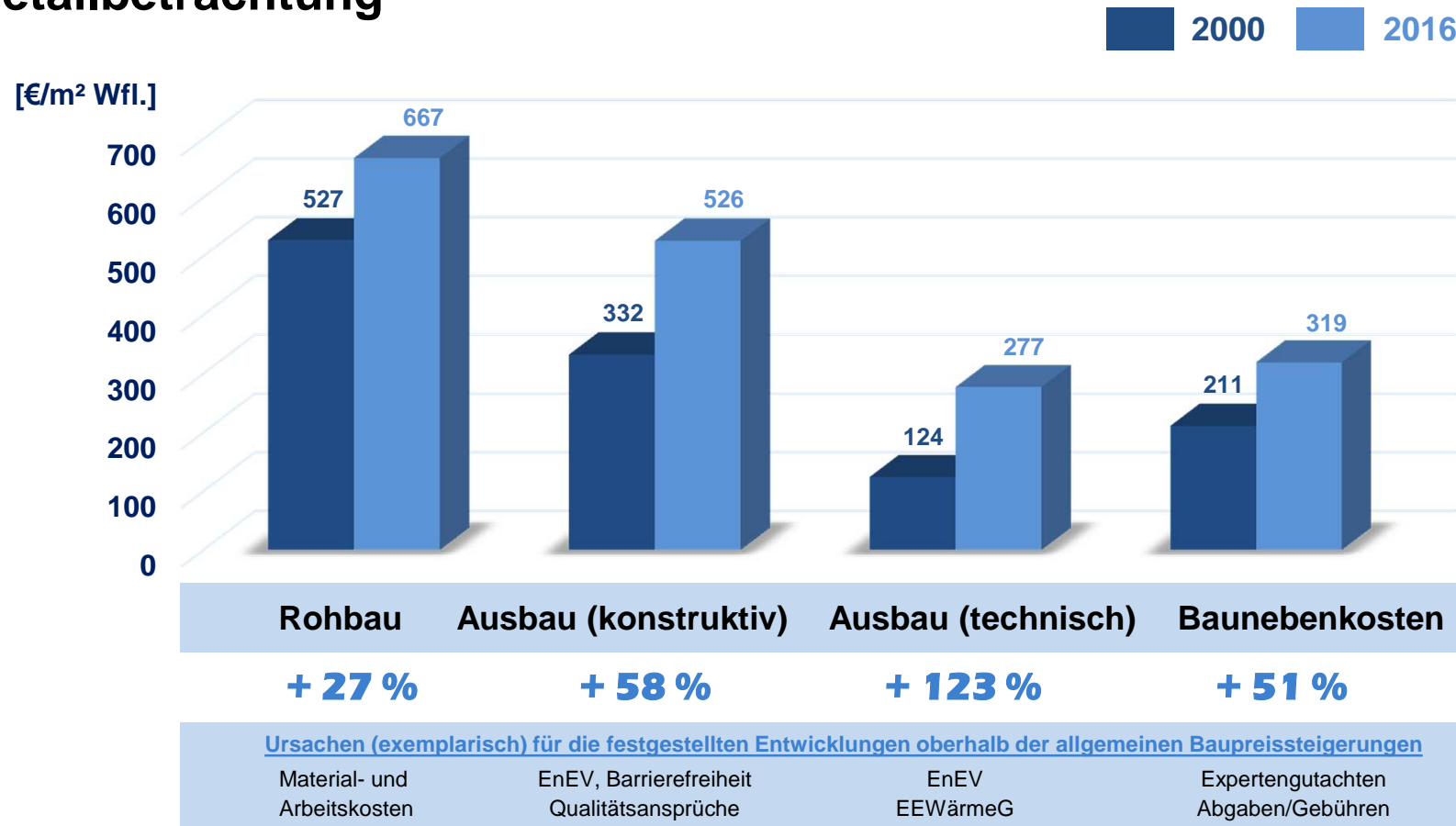
Zusatzauswertung zu Flächenveränderungen bei Badezimmern

=> höhere Anforderungs- und Qualitätsansprüche [Kostensteigerungen u.a. in den Leistungsbereichen Sanitäre Installation/Objekte und Fliesenarbeiten]

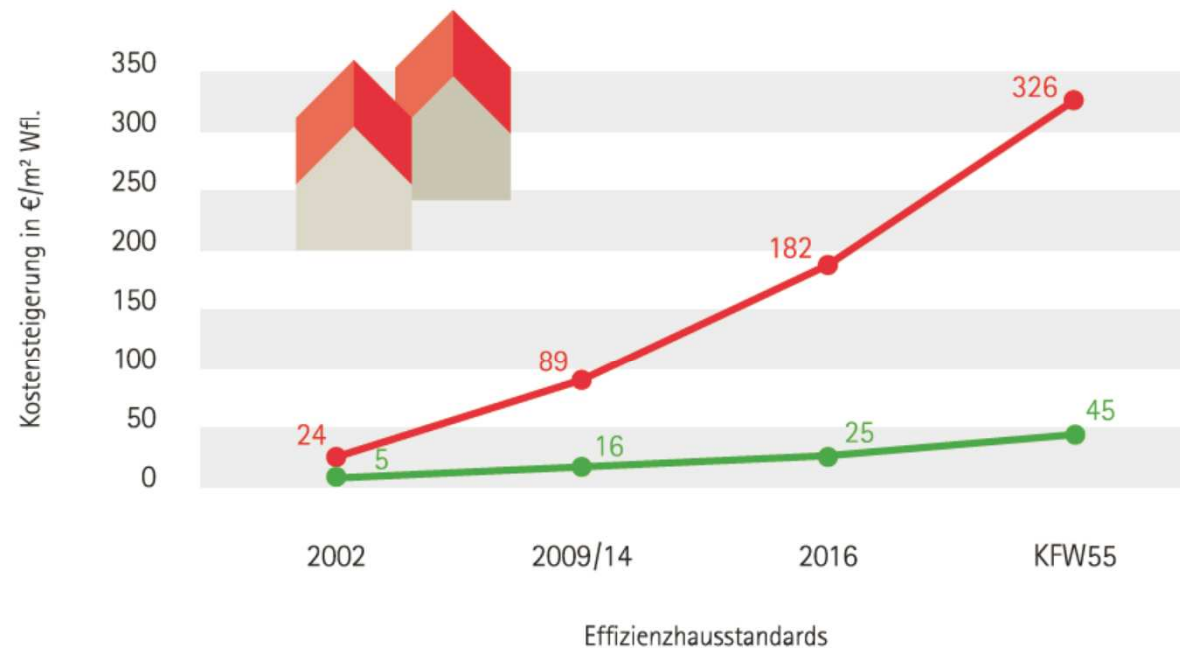
| Badezimmer | Flächenveränderung in % zwischen 2000 und 2016 |
|---------------|---------------------------------------------------|
| Basisgröße | + 13,3 |
| Standardgröße | + 9,8 |
| Komfortgröße | + 5,1 |

Hinweis: Bei den analysierten Bauvorhaben im mehrgeschossigen Wohnungsbau wurde festgestellt, dass sich die Badezimmer weitestgehend in drei Größenkategorien unterteilen lassen. Die Standardgröße liegt hierbei i.d.R. bei einer Raumgröße zwischen 5 und 8 m².

Entwicklung in den Leistungsbereichen Detailbetrachtung



Die **mittlere Nutzungsdauer im modernen Wohnungsbau** hat sich u.a. aufgrund der verschärften energetischen Anforderungen (anteilig immer mehr und komplexere technische Anlagen) bei steuerrechtlicher Betrachtungsweise auf mittlerweile **36 Jahre** reduziert.



Gegenüberstellung der kumulierten Kostensteigerungen für Bauwerk (KG300 & 400) und Dämmarbeiten für den Neubau von Wohngebäuden ausgelöst durch die verschiedenen Stufen der EnEV- und Energieeffizienzhausstandards (Basis WSVO 95)

Kostensteigerung
gesamtes Bauwerk

Kostensteigerung
Dämmung

Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. (Hrsg.): „**Anteil der Kosten für die Dämmarbeiten bei unterschiedlichen energetischen Standards**“; Bauforschungsbericht Nr. 72, Kiel 2017

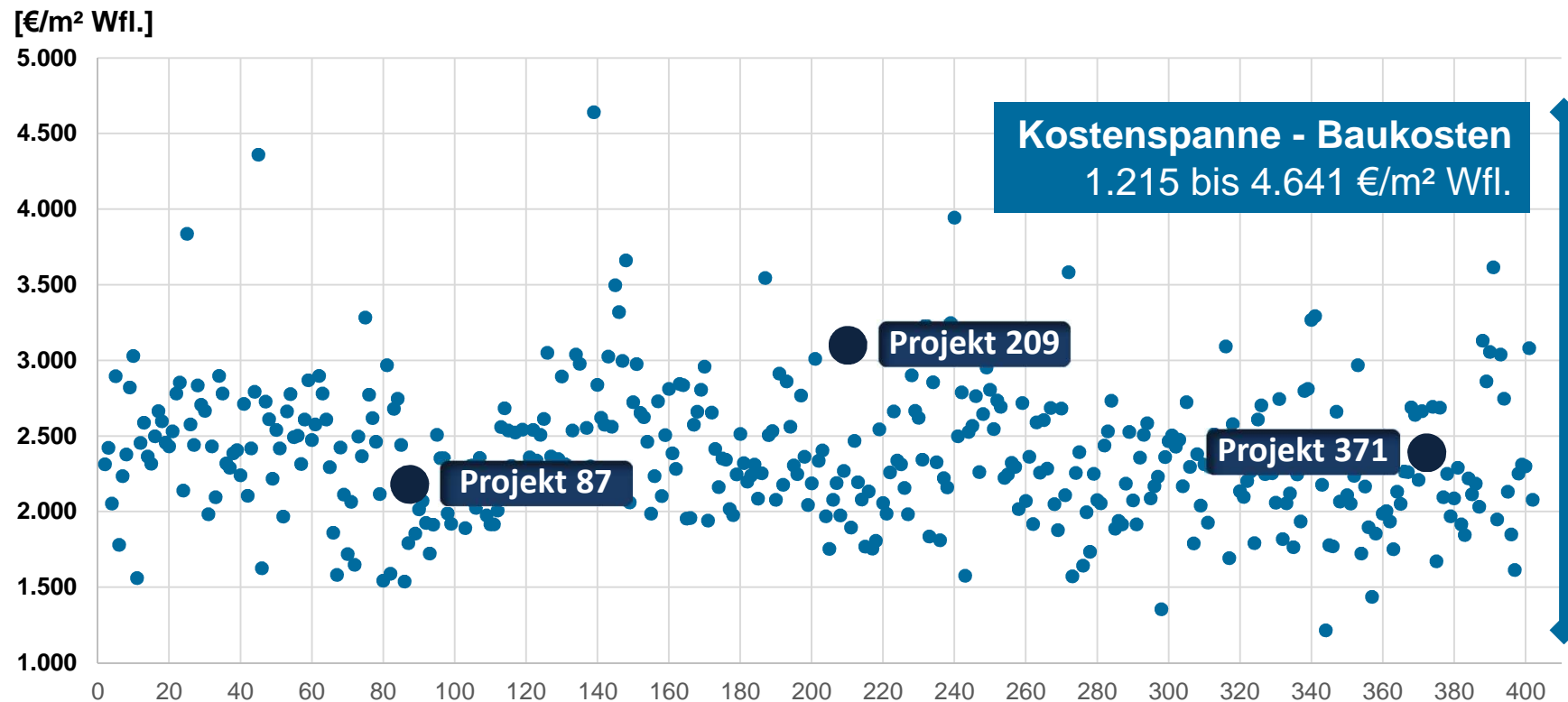
Baukostenerfassung und Auswertung

(Bauausführung und
Typengebäude^{MFH})

Kostenauswertungen - Rohdaten

Baukosten (Kostengruppe 300 bis 700)

Kostenstand: 1. Quartal 2016
Bundesdurchschnitt (Bruttokosten)



- Baukosten ohne Berücksichtigung der projektspezifischen Besonderheiten und der Ausführungsqualität weisen zwangsläufig eine sehr hohe Kostenpanne auf
- Diese sog. undifferenzierten Baukosten lassen keine Detailauswertungen zu (genaues Wissen über entsprechende Kostengruppen/-positionen erforderlich)

Kostenauswertungen – Beispiele

Baukosten (Kostengruppe 300 bis 700)

Kostenstand: 1. Quartal 2016
Bundesdurchschnitt (Bruttokosten)

| Projekt 87 | Projekt 209 | Projekt 371 |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 84 WE mit 4.975 m ² Wfl. | 30 WE mit 1.718 m ² Wfl. | 24 WE mit 1.848 m ² Wfl. |
| 3 Häuser, 4-geschossig | 1 Haus, 4-geschossig | 2 Häuser, 3-geschossig |
| A/V _e -Verhältnis: 0,43 | A/V _e -Verhältnis: 0,48 | A/V _e -Verhältnis: 0,51 |
| Innenganghäuser | Außenganghaus | Mehrspanner |
| besondere Gründung | besondere Gründung | besondere Gründung |
| Vollkeller | Teilkeller | Teilkeller |
| Tiefgarage | Tiefgarage | Tiefgarage |
| Aufzugsanlage | Aufzugsanlage | Aufzugsanlage |
| Barrierefreies Bauen | Barrierefreies Bauen | Barrierefreies Bauen |
| hoher Stellplatzschlüssel | hoher Stellplatzschlüssel | hoher Stellplatzschlüssel |
| bes. Fassadenmaterial | bes. Fassadenmaterial | bes. Fassadenmaterial |
| Effizienzhaus 55 | Effizienzhaus 70 | Effizienzhaus 40 |
| 2.167,57 €/m ² Wfl. | 3.092,69 €/m ² Wfl. | 2.377,93 €/m ² Wfl. |

Teilaspekte

Kostenauswertungen – Typengebäude^{MFH}

Definition einer einheitlichen Bewertungsbasis

Typengebäude^{MFH}

12 WE mit 880 m² Wfl.

1 Haus, 5-geschossig

A/V_e-Verhältnis: 0,42

Mehrspänner

~~besondere Gründung~~

~~Vollkeller~~

~~Tiefgarage~~

~~Aufzugsanlage~~

~~Barrierefreies Bauen~~

~~hoher Stellplatzschlüssel~~

~~bes. Fassadenmaterial~~

EnEV ab 2016

Datenanalyse

Vorgehensweise

- ➊ **Ableitung auf Basis der aktuellen Wohnungsbau-situation** (Statistik und Marktbeobachtung)
- ➋ **Ergänzende Festlegungen auf Basis bedarfs-gerechter Ansätze** (Controlling und Baupraxis)



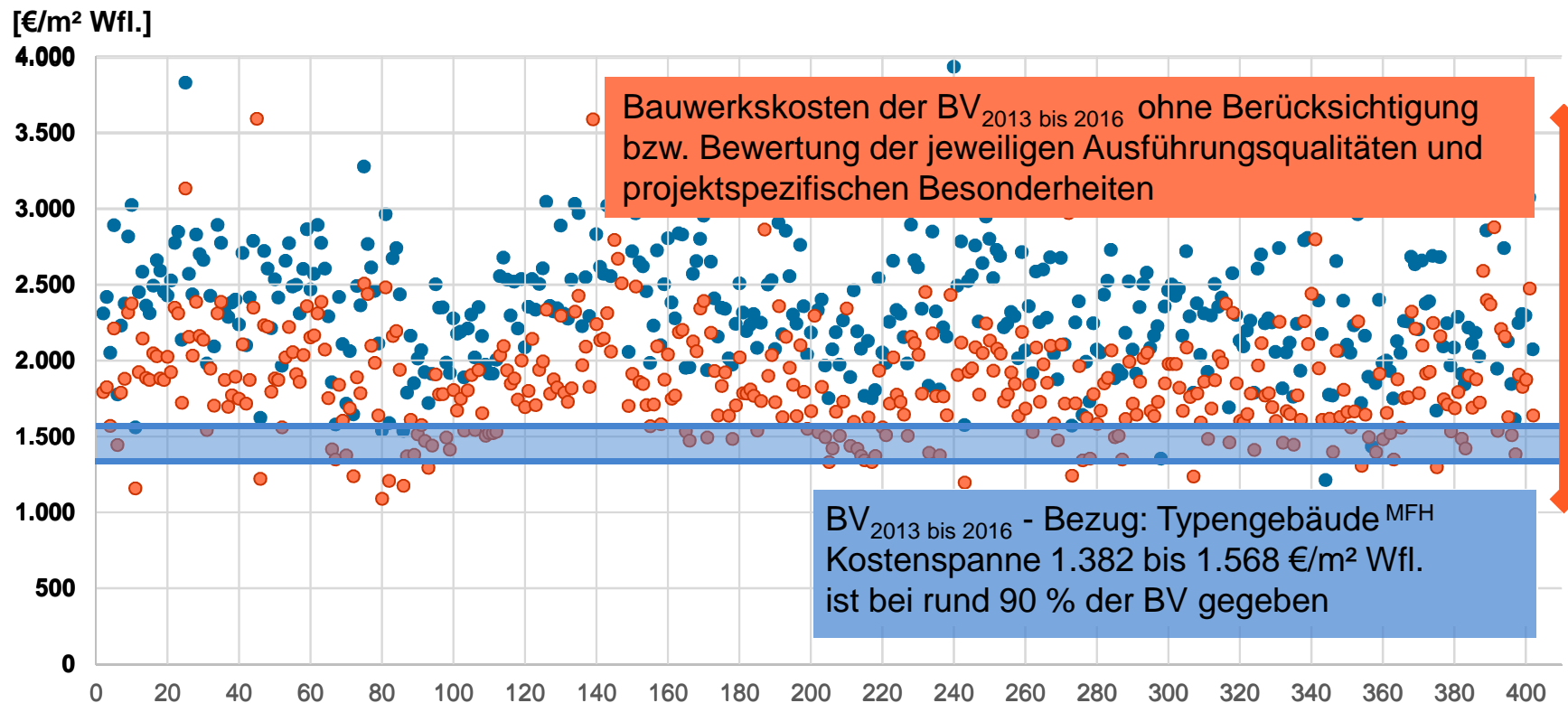
Ansicht

Grundriss

Kostenauswertungen - Datenanalyse

Bauwerkskosten (Kosten pro qm bis 3000) s 400)

Kostenstand: 1. Quartal 2016
Bundesdurchschnitt (Bruttokosten)



- Bauwerkskosten weisen ohne Berücksichtigung der projektspezifischen Besonderheiten und Ausführungsqualität ebenfalls eine sehr hohe Kostenpanne auf
- Einheitliche Bewertungsbasis reduziert die Kostenpanne in erheblichem Umfang, wodurch Kostenentwicklungen/-veränderungen sichtbar bzw. ablesbar werden

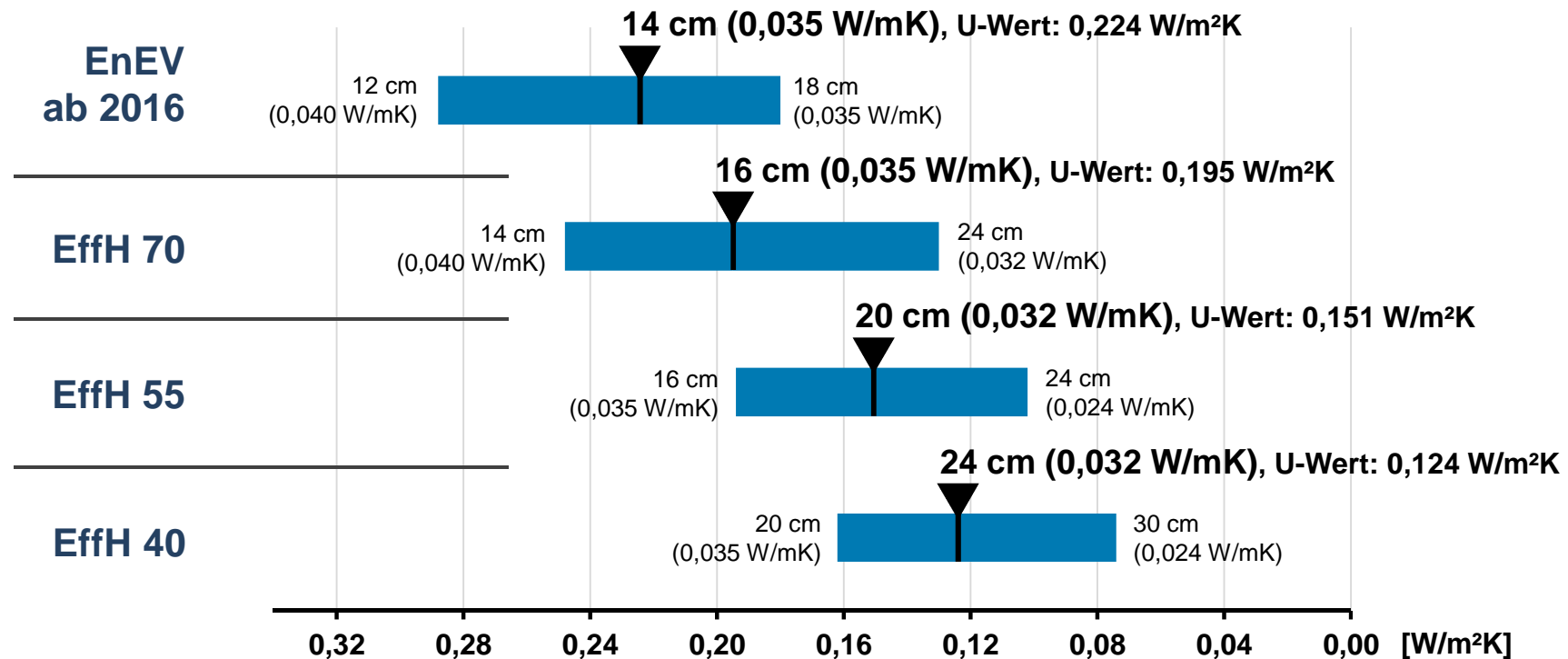
Supplementäre Datenerhebung und -auswertung (Ausführung in der Praxis)

Datenauswertung – Ausführungen in der Praxis

Außenbauteil: Außenwände



Darstellung der U-Werte (gesamter Schichtenaufbau) und der typischen Dämmstoffdicken/-qualitäten



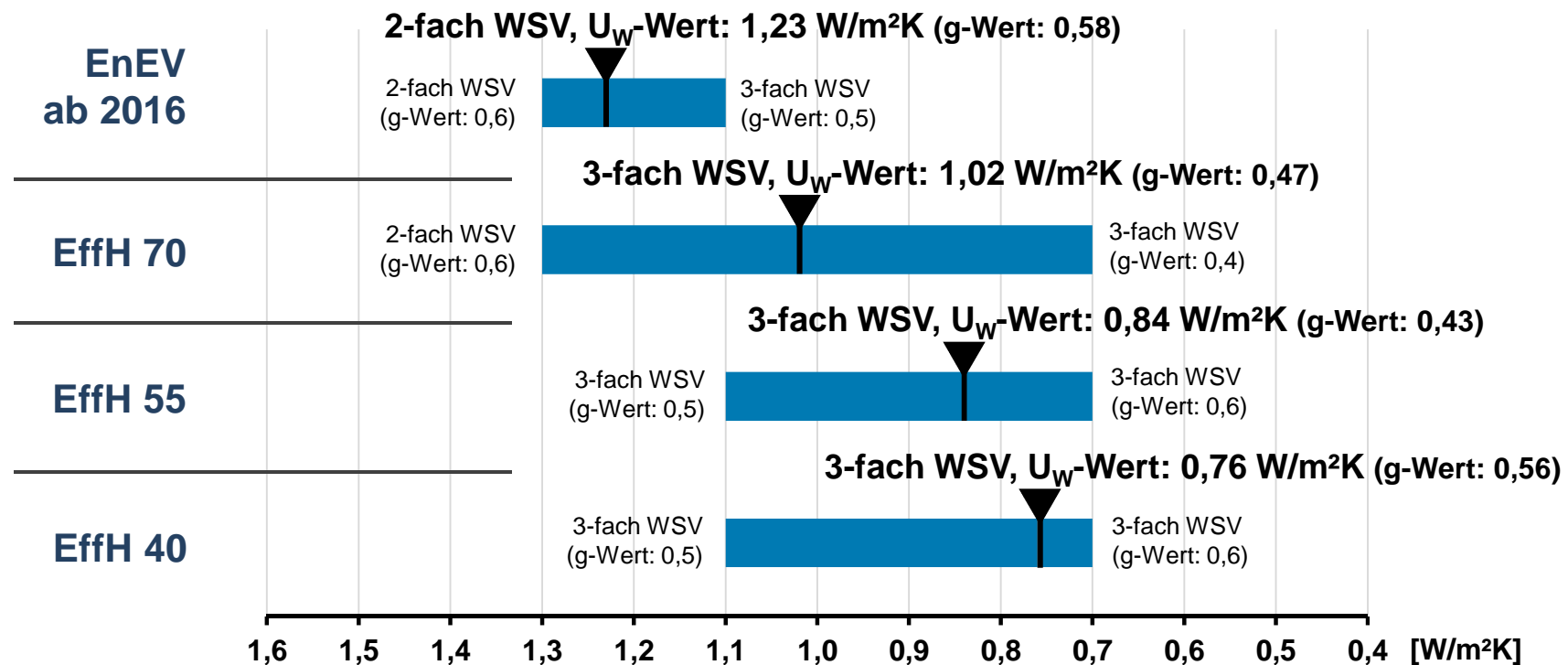
- ab dem EffH 55 verstärkter Einsatz von s.g. Hochleistungsdämmstoffen
- ab dem EffH 40 oftmals Sonderbefestigungsmittel/bes. Ausführungsdetails

Datenauswertung – Ausführungen in der Praxis

Außenbauteil: Fenster



Darstellung der U_W -Werte (gesamtes Fensterelement) und der typischen g-Werte (Gesamtenergiedurchlassgrad)



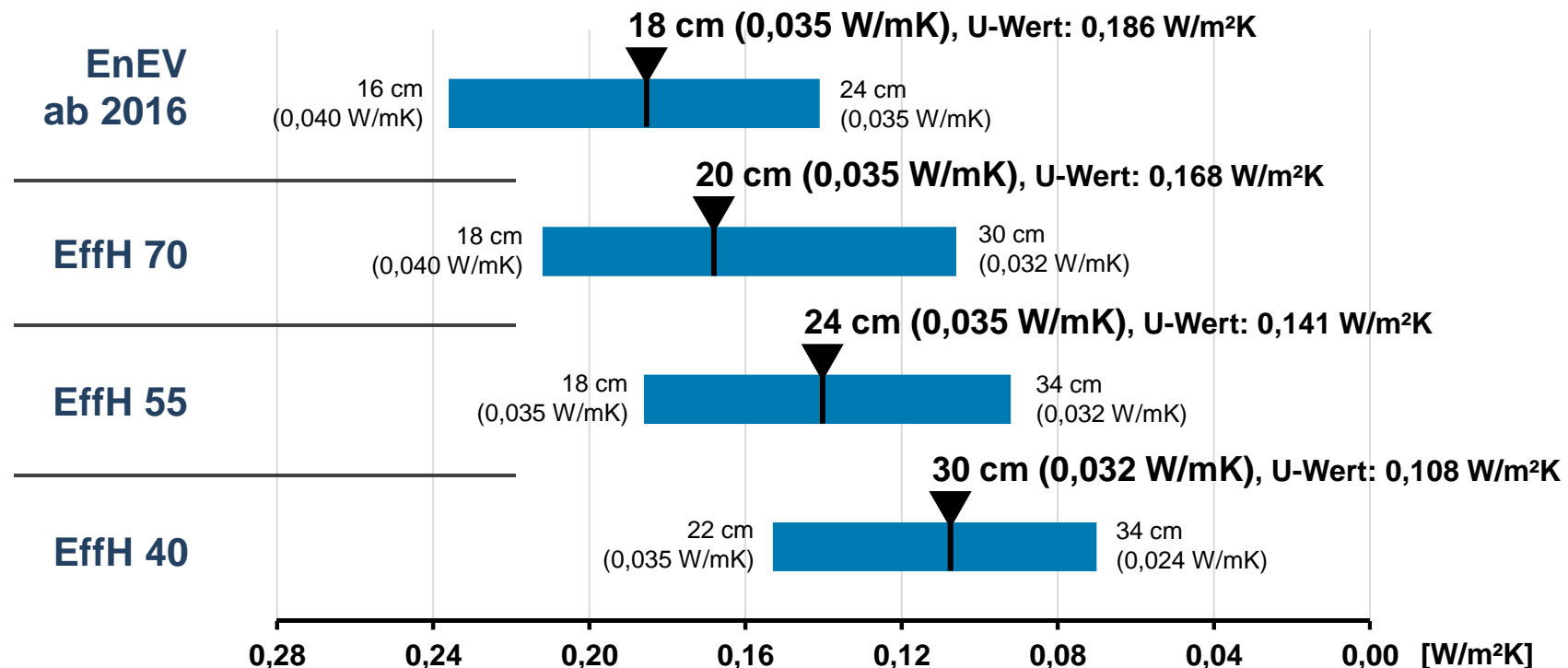
- ab dem EffH 55 überwiegend optimierte 3-fach WSV, ggf. zus. Sonnenschutz
- ab dem EffH 40 oft Sonderfenster mit zus. Sonnenschutz/bes. Ausführungsdetails

Datenauswertung – Ausführungen in der Praxis

Außenbauteil: Dach/oberste Geschossdecke



Darstellung der U-Werte (gesamter Schichtenaufbau) und der typischen Dämmstoffdicken/-qualitäten



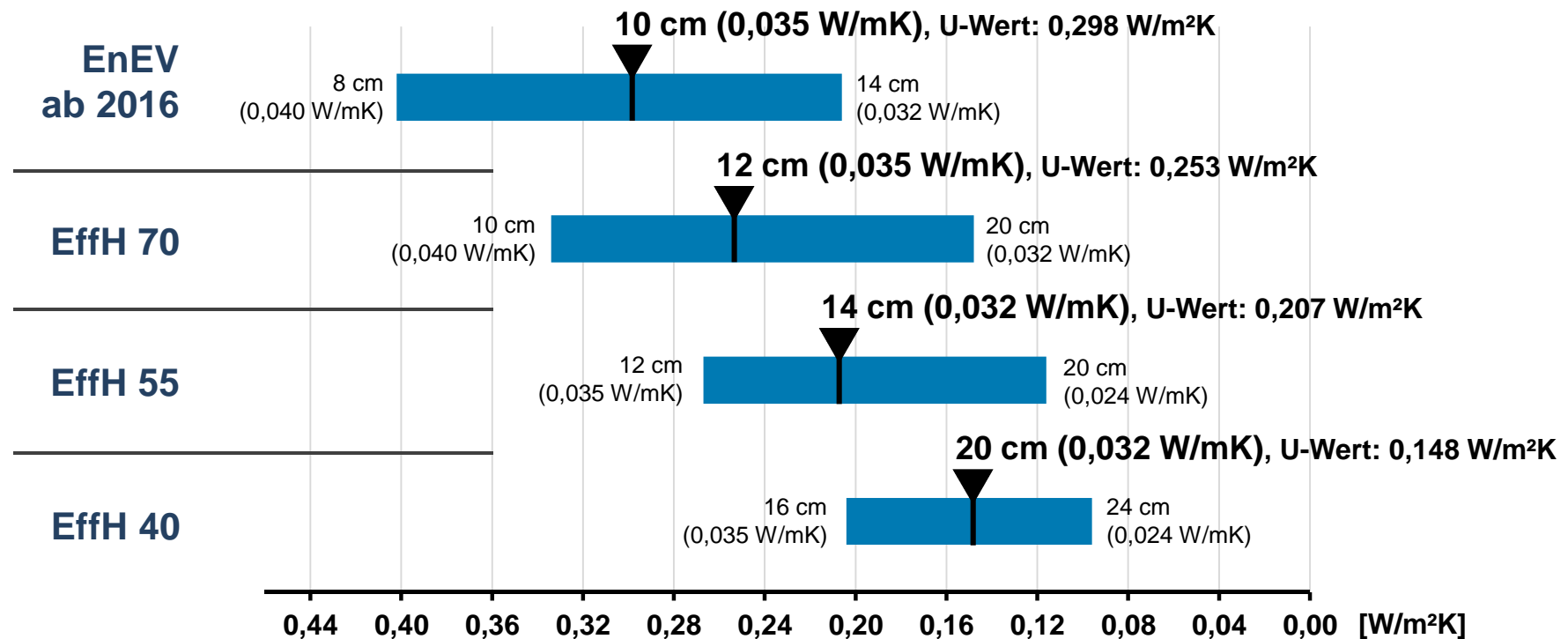
- bis einschl. EffH 55 überwiegend Einsatz von s.g. Standarddämmstoffen (MW/PS)
- ab dem EffH 40 verstärkter Einsatz von s.g. Hochleistungsdämmstoffen

Datenauswertung – Ausführungen in der Praxis

Außenbauteil: Keller/unterer Gebäudeabschluss



Darstellung der U-Werte (gesamter Schichtenaufbau) und der typischen Dämmstoffdicken/-qualitäten



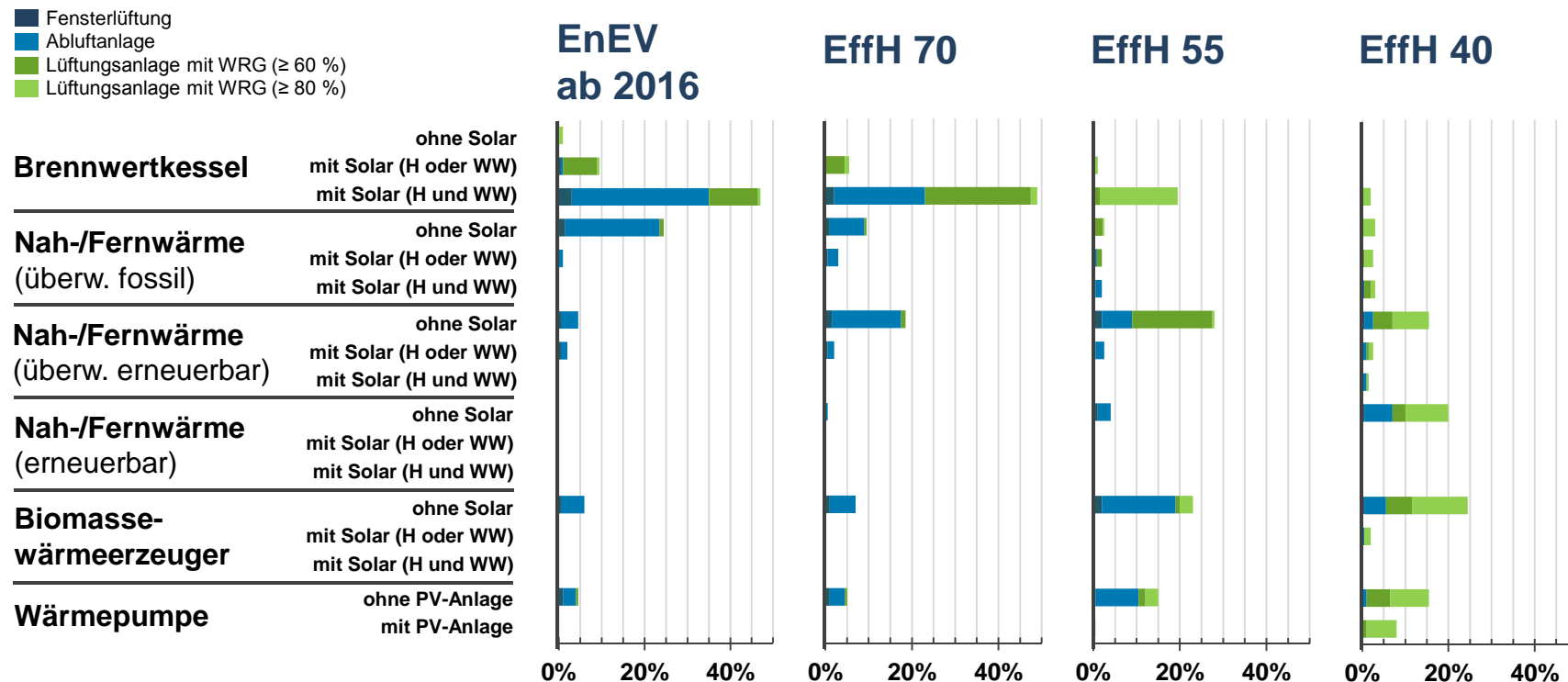
- ab dem EffH 55 verstärkter Einsatz von s.g. Hochleistungsdämmstoffen
- ab dem EffH 40 meist erweiterter Schichtenaufbau/bes. Ausführungsdetails

Datenauswertung – Ausführungen in der Praxis

Anlagentechnik



Darstellung der zur Anwendung kommenden Anlagentechnik (Wärmeerzeuger und Lüftung)



- ab dem EffH 55 verstärkte Abhängigkeit von Versorgungsmöglichkeiten (Standort)
- ab dem EffH 40 i.d.R. nur noch erneuerbare Energien + Lüftungsanlagen mit WRG

Datenauswertung – Ausführungen in der Praxis

Anlagentechnik



Beschreibung der in der Praxis zur Anwendung kommenden Anlagentechnik (Wärmeerzeuger und Lüftung)

| | | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EnEV ab 2016 | Wärmeerzeuger Brennwertkessel inkl. Solar (H/WW) Brennwertkessel inkl. Solar (H+WW) Nah-/Fernwärme (überw. fossil) | Lüftung Fensterlüftung Abluftanlage Lüftungsanlage mit WRG ($\geq 60\%$) |
| EffH 70 | Brennwertkessel inkl. Solar (H+WW) Nah-/Fernwärme (überw. fossil) Nah-/Fernwärme (überw. erneuerbar) | Fensterlüftung Abluftanlage Lüftungsanlage mit WRG ($\geq 60\%$) |
| EffH 55 | Nah-/Fernwärme (überw. erneuerbar) Biomasse-Wärmeerzeuger (überwiegend Holzpellets) Wärmepumpe | Abluftanlage Lüftungsanlage mit WRG ($\geq 60\%$) Lüftungsanlage mit WRG ($\geq 80\%$) |
| EffH 40 | Nah-/Fernwärme (erneuerbar) Biomasse-Wärmeerzeuger (überwiegend Holzpellets) Wärmepumpe teilw. mit Photovoltaikanlage | Lüftungsanlage mit WRG ($\geq 60\%$) Lüftungsanlage mit WRG ($\geq 80\%$) |

Datenauswertung – Ausführungen in der Praxis

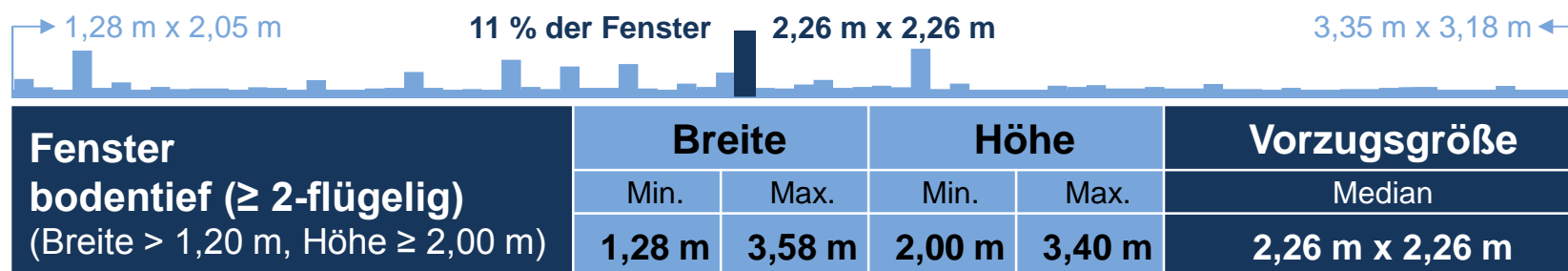
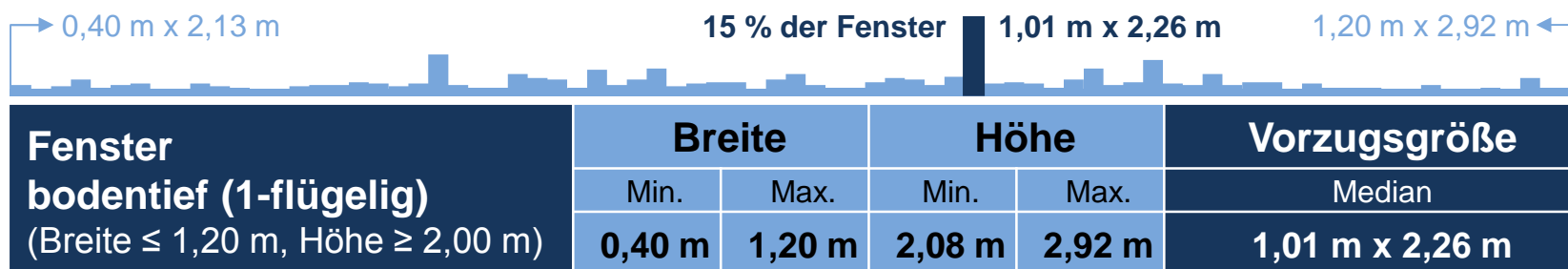
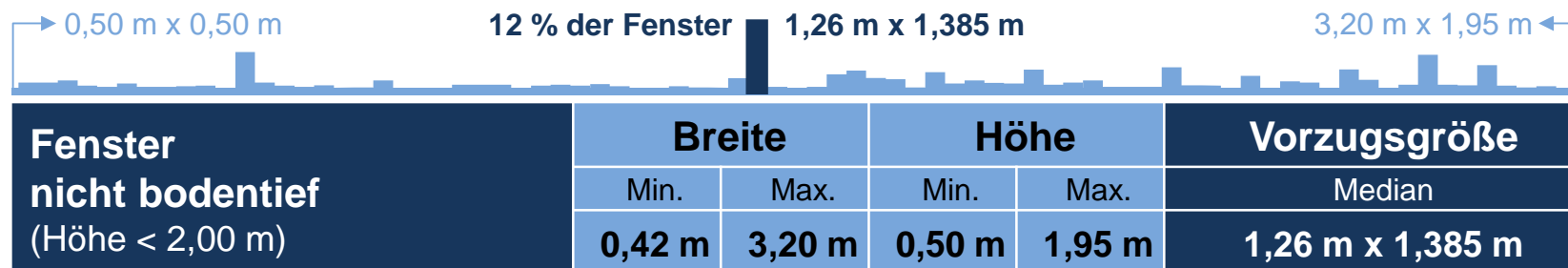
Übersicht

| | | EnEV ab 2016 | EffH 70 | EffH 55 | EffH 40 |
|--------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Außenwände | Dämmstoffdicke (-qualität) | 14 cm (0,035 W/mK) | 16 cm (0,035 W/mK) | 20 cm (0,032 W/mK) | 24 cm (0,032 W/mK) |
| Fenster | U_w -Wert (g-Wert) | 1,23 W/m²K (0,58) | 1,02 W/m²K (0,47) | 0,84 W/m²K (0,43) | 0,76 W/m²K (0,56) |
| Dach/oberste Geschossdecke | Dämmstoffdicke (-qualität) | 18 cm (0,035 W/mK) | 20 cm (0,035 W/mK) | 24 cm (0,035 W/mK) | 30 cm (0,032 W/mK) |
| Keller/unterer Gebäudeabschluss | Dämmstoffdicke (-qualität) | 10 cm (0,035 W/mK) | 12 cm (0,035 W/mK) | 14 cm (0,032 W/mK) | 20 cm (0,032 W/mK) |
| Wärmeerzeuger | Beschreibung | Brennwert+Solar Nah-/Fernwärme (überw. fossil) | Brennwert+Solar Nah-/Fernwärme (überw.erneuerbar) | Biomasse Wärmepumpe Nah-/Fernwärme (überw.erneuerbar) | Biomasse Wärmepumpe (PV) Nah-/Fernwärme (erneuerbar) |
| Lüftungsanlage | Beschreibung | Fensterlüftung Abluftanlage WRG (≥ 60 %) | Fensterlüftung Abluftanlage WRG (≥ 60 %) | Abluftanlage WRG (≥ 60 %) WRG (≥ 80 %) | WRG (≥ 60 %) WRG (≥ 80 %) |

Detaildatenauswertung am Beispiel „Fenster“ (Vorzugsgrößen und Kosten)

Detailbetrachtung Fenster

Ermittlung von Vorzugsgrößen



Detailbetrachtung Fenster

Differenzierte Kostenfeststellung

Kostenstand: 1. Quartal 2016
 Bundesdurchschnitt (Bruttokosten)
 Medianwerte - Fenster



* inkl. Zuschlag für Sonderfenster mit z.B. unsichtbarer Wärmedämmbeschichtung aus Edelmetall (kein Standardfenster)

Detailbetrachtung Fenster

Kostenübersicht - Vorzugsgrößen

Kostenstand: 1. Quartal 2016
 Bundesdurchschnitt (Bruttokosten)
 Medianwerte - Fenster

| U _w -Wert | g-Wert | Vorzugsgrößen | € je Fenster | €/m ² Fensterfläche |
|-------------------------------|------------|------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| 1,3 W/(m²K) | 0,6 | 1,26 m x 1,385 m | 490 € | 281 €/m ² Btf. |
| | | 1,01 m x 2,26 m | 682 € | 299 €/m ² Btf. |
| | | 2,26 m x 2,26 m | 976 € | 191 €/m ² Btf. |
| 1,1 W/(m²K) | 0,5 | 1,26 m x 1,385 m | 566 € | 324 €/m ² Btf. |
| | | 1,01 m x 2,26 m | 865 € | 379 €/m ² Btf. |
| | | 2,26 m x 2,26 m | 1.094 € | 214 €/m ² Btf. |
| | 0,6 | 1,26 m x 1,385 m | 657 €* 376 €/m ² Btf.* | 376 €/m ² Btf.* |
| | | 1,01 m x 2,26 m | 1.005 €* 440 €/m ² Btf.* | 440 €/m ² Btf.* |
| | | 2,26 m x 2,26 m | 1.287 €* 252 €/m ² Btf.* | 252 €/m ² Btf.* |
| 0,7 W/(m²K) | 0,4 | 1,26 m x 1,385 m | 770 € | 441 €/m ² Btf. |
| | | 1,01 m x 2,26 m | 1.069 € | 468 €/m ² Btf. |
| | | 2,26 m x 2,26 m | 1.492 € | 292 €/m ² Btf. |
| | 0,6 | 1,26 m x 1,385 m | 906 €* 519 €/m ² Btf.* | 519 €/m ² Btf.* |
| | | 1,01 m x 2,26 m | 1.257 €* 551 €/m ² Btf.* | 551 €/m ² Btf.* |
| | | 2,26 m x 2,26 m | 1.781 €* 349 €/m ² Btf.* | 349 €/m ² Btf.* |

* inkl. Zuschlag für Sonderfenster mit z.B. unsichtbarer Wärmedämmbeschichtung aus Edelmetall (kein Standardfenster)

Detailbetrachtung Fenster

Kostenübersicht – Typengebäude^{MFH}

Kostenstand: 1. Quartal 2016
 Bundesdurchschnitt (Bruttokosten)
 Medianwerte - Fenster

| U _w -Wert | g-Wert | Fensterfläche (Typengebäude ^{MFH}) | € alle Fenster | €/m ² Fensterfläche | €/m ² Wohnfläche |
|--------------------------|--------|-------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1,3 W/(m ² K) | 0,6 | ca. 178 m ² (Vorzugsgrößen) | 49.291 € | 277 €/m ² Btf. | 56 €/m ² Wfl. |
| 1,1 W/(m ² K) | 0,5 | ca. 178 m ² (Vorzugsgrößen) | 59.863 € | 336 €/m ² Btf. | 68 €/m ² Wfl. |
| | 0,6 | ca. 178 m ² (Vorzugsgrößen) | 69.603 €* | 391 €/m ² Btf.* | 79 €/m ² Wfl.* |
| 0,7 W/(m ² K) | 0,4 | ca. 178 m ² (Vorzugsgrößen) | 77.178 € | 434 €/m ² Btf. | 88 €/m ² Wfl. |
| | 0,6 | ca. 178 m ² (Vorzugsgrößen) | 90.908 €* | 511 €/m ² Btf.* | 103 €/m ² Wfl.* |

inkl. Sonnenschutz im Süden in Form von Rollläden (ggf. erforderlich aufgrund des hohen g-Wertes)

| | | | | | |
|--------------------------|-----|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 0,7 W/(m ² K) | 0,6 | ca. 178 m ² (Vorzugsgrößen) | 100.404 €* (inkl. Sonnenschutz) | 564 €/m ² Btf.* (inkl. Sonnenschutz) | 114 €/m ² Wfl.* (inkl. Sonnenschutz) |
|--------------------------|-----|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|

* inkl. Zuschlag für Sonderfenster mit z.B. unsichtbarer Wärmedämmbeschichtung aus Edelmetall (kein Standardfenster)

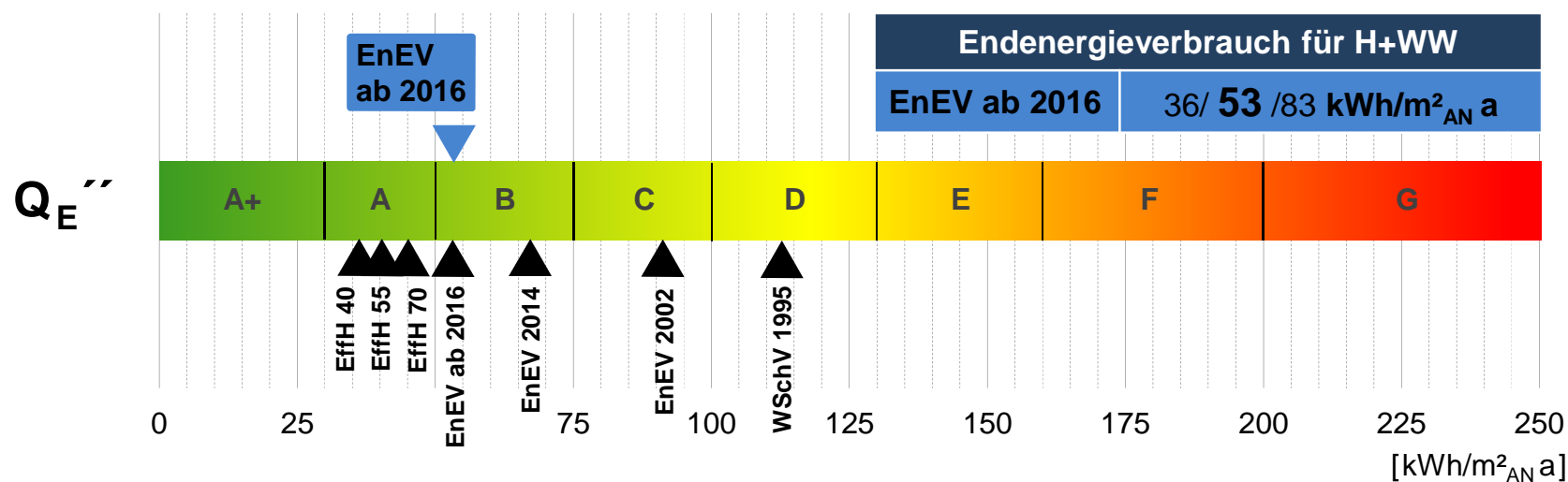
Datenauswertungen

Kostenübersicht – Typengebäude^{MFH}

Kostenstand: 1. Quartal 2016
 Bundesdurchschnitt (Bruttokosten)
 Medianwerte - Gebäude

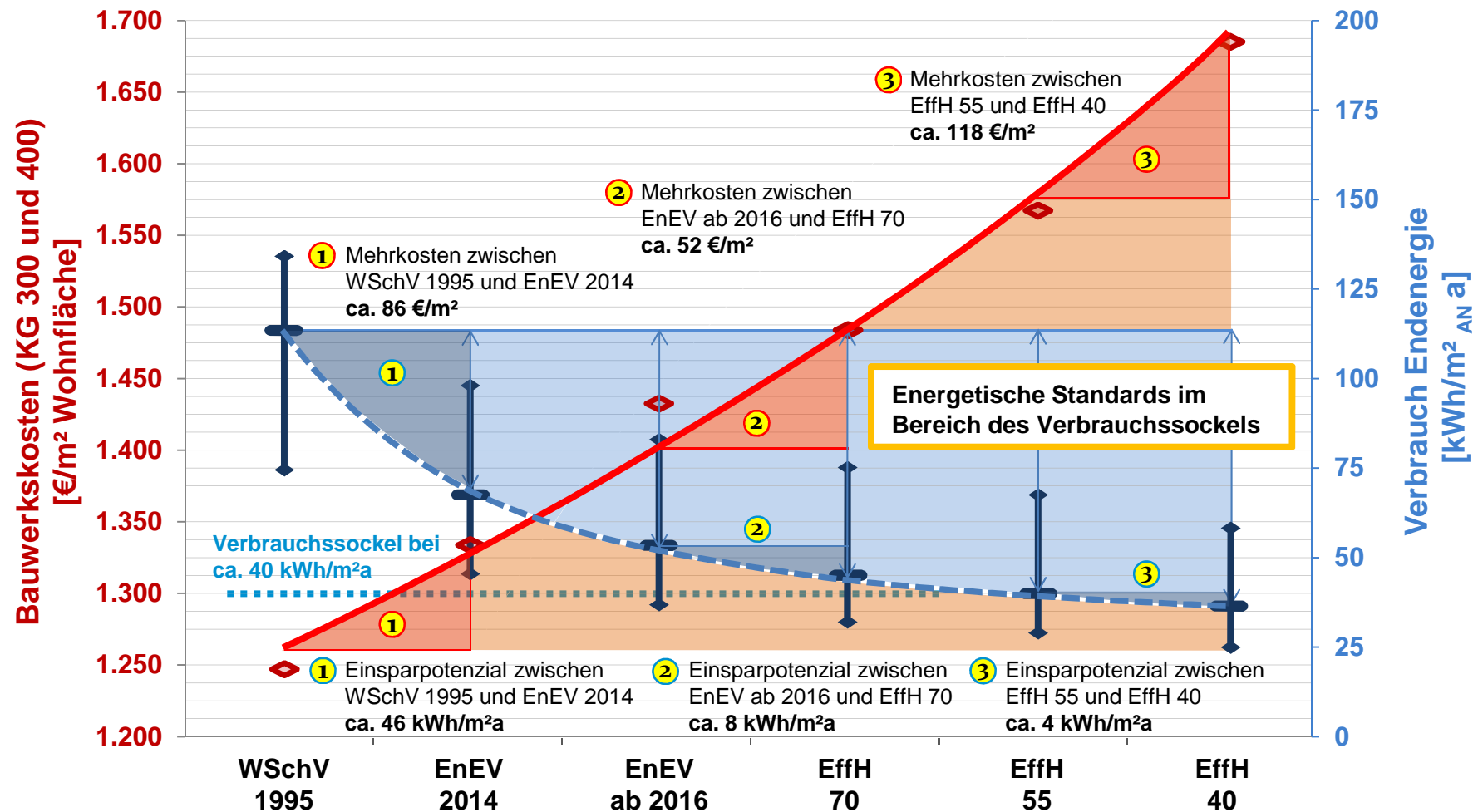
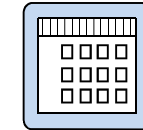
| E-Standard (Neubau) | Bauwerkskosten (Typengebäude ^{MFH}) | | Höchstwerte (prozentualer Vergleich) | |
|------------------------|--------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------|------------------------|
| | Kennwerte | Index | H' _{T, zul.} | Q _{P'', zul.} |
| EnEV bis 31.12.2015 | 1.377 €/m ² Wfl. | 93,7 | 115% | 100% |
| EnEV ab 2016 | 1.470 €/m² Wfl. | 100 | 100% | 75% |
| EffH 70 | 1.523 €/m ² Wfl. | 103,6 | 85% | 70% |
| EffH 55 | 1.614 €/m ² Wfl. | 109,8 | 70% | 55% |
| EffH 40 | 1.721 €/m ² Wfl. | 117,1 | 55% | 40% |

Durchschnittlicher Energieverbrauch



Detailbetrachtung – Energetische Standards

Bauwerkskosten und Energieverbräuche – Trendanalyse



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

www.arge-sh.de

ARGE//eV

Arbeitsgemeinschaft
für zeitgemäßes Bauen e.V.

Bauforschungseinrichtung
Fort- und Weiterbildungsträger
Gesprächsplattform des Bauwesens

Wohnungsbauinstitut im Auftrag der
Landesregierung Schleswig-Holstein

Baufachverlag seit 1947

ARGE//SH