



VHF: Die Energieeinsparfassade®

Im Fokus

**Vorgehängte
Hinterlüftete
Fassade**



Fachverband Baustoffe und Bauteile für
vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V.

VHF: Die Energieeinsparfassade®

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Vogdt, Technische Universität Berlin
Fachgebiet Bauphysik und Baukonstruktionen

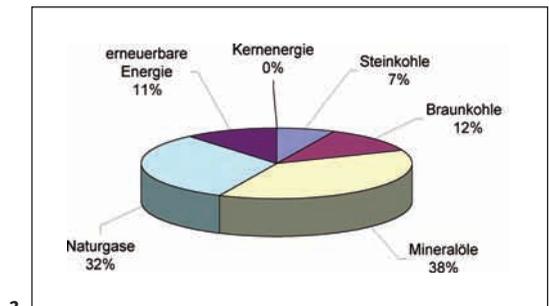
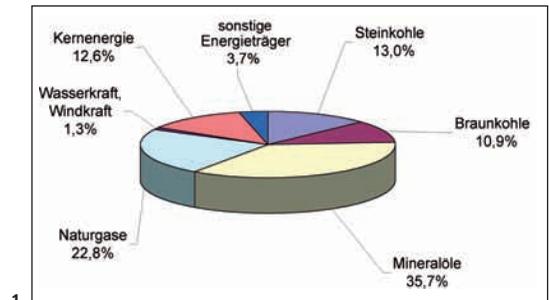
Der Energieverbrauch

Allein in Deutschland betrug 2005 der Primärenergieverbrauch insgesamt 14.530 PJ (Petajoule). Das entspricht 4,036 Billionen Kilowattstunden oder in Zahlen 4.036.000.000.000 kWh.

Dieser Verbrauch verteilt sich entsprechend Abbildung 1 auf die verschiedenen Energieträger – Mineralöl, Steinkohle, Braunkohle, Naturgas (Erdgas, Erdöl, Erdgas, Grubengas und Klärgas), Kernenergie, Wasser- und Windkraft sowie Sonstiges (Brennholz, Brenntorf, Klärschlamm, Müll und sonstige Gase).

Die erneuerbaren Energieträger haben dabei derzeit nur einen kleinen Anteil an der Energieversorgung. Trotz einer Steigerung um ca. 50 % wird sich dies auch zukünftig nicht deutlich ändern können, wie Prognosen zeigen (vgl. Abb. 2).

Im Jahre 2020 wird der Energieverbrauch in Deutschland um gut 6 % unter dem Niveau des Jahres 1998 liegen, obwohl die Wirtschaft im gleichen Zeitraum um 59 % wächst (Bruttoinlandsprodukt). Damit verbessert sich die Energieeffizienz um 41 %.



Die Reserven und Ressourcen

Doch die fossilen Energiereserven sind begrenzt. Legt man die derzeitige Förderung als statische Größe zugrunde, ergeben sich bezogen auf die Energiereserven – das sind die nach derzeitigem Stand der Technik technisch und wirtschaftlich gewinnbaren Vorräte – folgende Angaben zur Reichdauer:

- Kohle: 161 Jahre
- Erdgas: 63 Jahre
- Erdöl: 42 Jahre
- Uran: 35 Jahre

- 1 Primärenergieverbrauch in Deutschland: Anteile der Energieträger im Jahre 2006.
- 2 Primärenergieverbrauch in Deutschland: Prognose der Anteile der Energieträger im Jahre 2030.
- 3 Das Institutsgebäude und die Versuchshalle der TU Darmstadt von Knoche Architekten erhielt eine Fassade aus Streckmetall.

3

Kurzgefasst

VHF: Die Energieeinsparfassade® ist einer Spardose vergleichbar, die durch ihre Energieeinsparung bares Geld bringt. Die Vorteile dieses Fassadensystems begründen sich zusätzlich in weiteren ökologischen und ökonomischen Aspekten, zum Beispiel der Rückführung einzelner Komponenten in ihre Wertstoffkreisläufe.

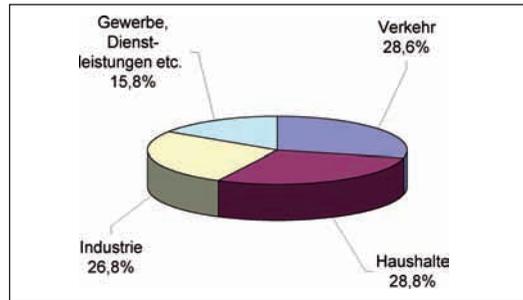
Unter Hinzuziehung der Ressourcen – also den nachgewiesenen, aber derzeit technisch oder wirtschaftlich nicht gewinnbaren Vorräten, oder den nicht nachgewiesenen, aber geologisch möglichen Vorräten, – erhöht sich die Reichdauer erheblich. Die Gewinnung dieser Ressourcen führt jedoch in jedem Falle zu einer deutlichen Erhöhung der Kosten. Ein Beispiel: Während die Förderkosten konventioneller Öle zwischen 2 und 20 Dollar je Barrel liegen, ist bei Ölsanden von Förderkosten von 6 bis 8 Dollar und für Ölschiefer von bis zu 60 Dollar je Barrel auszugeben.

Wo aber liegen die Einsparpotenziale?

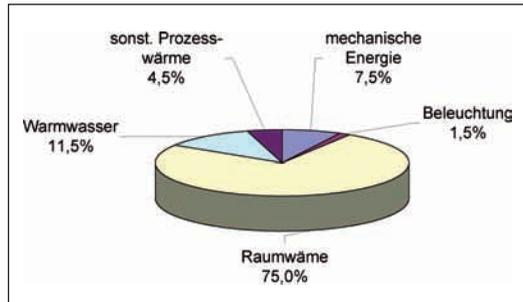
Das Energiesparpotenzial

Eine Aufschlüsselung der einzelnen Verbraucher erfolgt auf der Endenergieebene, also nach Abzug der Umwandlungsverluste und Ähnlichem (Abb. 4).

Nach der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke lässt sich der Endenergieverbrauch in Deutschland für 1998 entsprechend Abb. 5 und 6 aufschlüsseln.



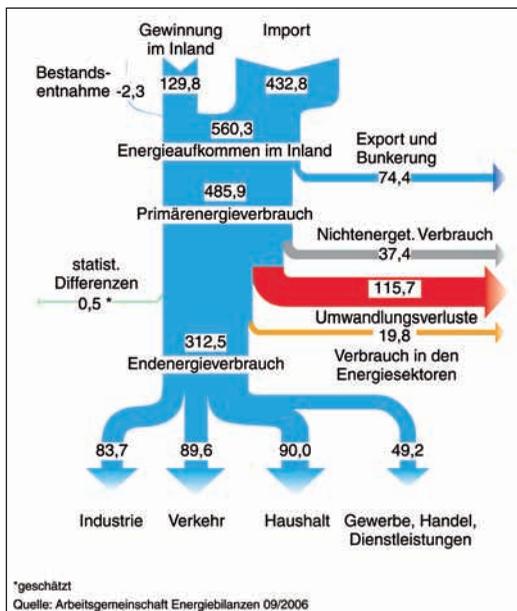
5



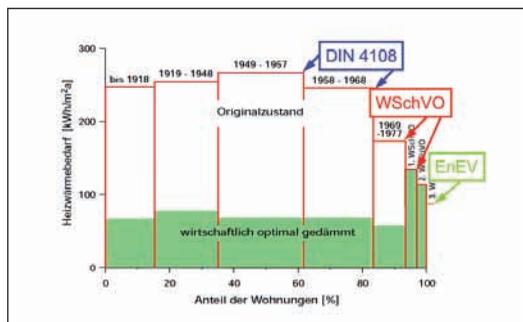
6

Gerade im Bereich des Gebäudebestands sind dabei wesentliche Einspareffekte bei dem Heizwärmebedarf zu erzielen (Abb. 7).

Wie lässt sich die Effizienz von Energieeinsparmaßnahmen beurteilen?



4



7

4 Energieflussbild 2005 für die Bundesrepublik Deutschland in Mio. t SKE.

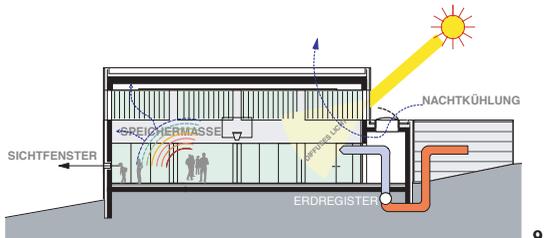
5 Endenergieverbraucher 2005.

6 Anteile der Anwendungsbereiche des Endenergieverbrauchs im Haushalt 2005.

7 Heizwärmebedarf des Wohnungsbestands einer Großstadt im Originalzustand und nach wirtschaftlich optimaler Dämmung.



8



9

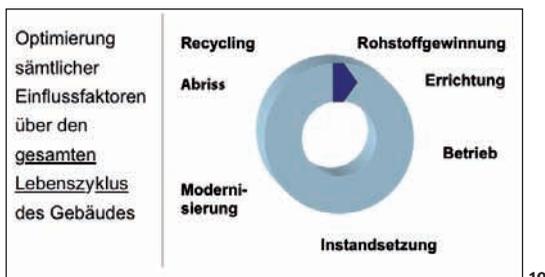
Nachhaltigkeit

Auch im Bauwesen gewinnt eine vollständige Lebenszyklusbetrachtung von der Wiege bis zur Bahre (cradle to grave) zunehmend an Bedeutung (Abb. 10). Dabei müssen die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökonomie, Ökologie und Sozio-Kulturelles – gleichermaßen berücksichtigt werden.

Ökonomie

Aufgrund der hohen Lebensdauer sowie des geringen Wartungs- und Instandsetzungsaufwands erweisen sich VHF trotz der höheren Erstinvestitionen in ökonomischer Hinsicht günstig.

Auch beim Bauen im Bestand sind zusätzliche Wärmedämmmaßnahmen immer dann wirtschaftlich, wenn sie in Zusammenhang mit ohnehin erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden.



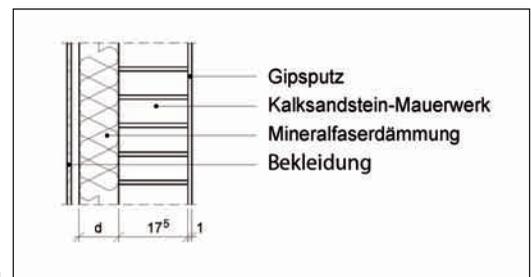
10

Ökologie

Gleiches gilt bei der ökologischen Bewertung. Ein Beispiel: Eine Kalksandsteinwand ($d = 17,5 \text{ cm}$) mit einer hinterlüfteten Außenwandbekleidung (Aluminium-Unterkonstruktion, Mineralfaserdämmung, Bekleidung; vgl. Abb. 11).

Zur Berücksichtigung der Lebensdauer sowie des Wartungs- und Instandsetzungsaufwands werden die im Folgenden betrachteten Wirkungen (Primärenergieinhalt PEI, Treibhauspotenzial GWP sowie Versauerungspotenzial AP) auf die jeweilige Gesamtlebensdauer verteilt. Für die Nutzungsphase werden die entsprechenden Wirkungskategorien aus dem Transmissionswärmeverlust unter Zugrundelegung einer Gasheizung ermittelt. Entsprechend Abb. 10 zeigt sich, dass die Nutzungsphase dominiert. Betrachtet man die Gesamtaufwendung bzw. Wirkungen aus der Errichtung, Wartung, Instandsetzung sowie des Heizwärmebedarfs, zeigt sich, dass auf Grundlage der derzeitigen Energiekosten die ökonomisch optimale Dämmstoffdicke bei 15 cm gegeben ist.

Bei der zukünftig zu erwartenden Energiekostenerhöhung wird sich dieses wirtschaftliche Optimum zu höheren Dämmstoffdicken verschieben. Dabei werden aber noch nicht die aus ökologischen Aspekten optimalen Dämmstoffdicken von $25 \text{ bis } 55 \text{ cm}$ erreicht. Damit ist auch zukünftig bei VHF sowohl in ökonomischer wie in ökologischer Hinsicht Entwicklungspotenzial gegeben.



11

8 Die neue Turnhalle der Eichendorffschule in Lörrach von Askari Architekten mit einer Bekleidung aus Faserzementtafeln.

9 Das Gebäude beruht auf einem Energiekonzept, das in der FVHF-Publikation „Ausgezeichnete Architektur; Deutscher Fassadenpreis 2007“ näher erläutert ist.

10 Lebenszyklusbetrachtung.

11 Außenwandkonstruktion.

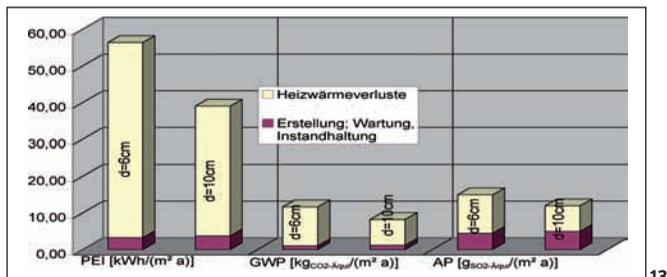


12

Darüberhinaus gewährleistet die im Vergleich zu Verbundwerkstoffen relativ einfache Demontierbarkeit eine gute Rückführung der VHF-Komponenten in den Wertstoffkreislauf.

Sozio-Kulturelles

Zur Dimension des Sozio-Kulturellen lässt sich insbesondere auf die hohe architektonische Gestaltungsbreite bei den VHF-Systemen hinweisen. Dabei ist auch der Einsatz dunkler oder dunklerer Farben möglich, ohne dass es in den Sommermonaten zu einer Aufheizung des Gebäudeinneren – also einem Barackenklima – kommt. Damit wird ein weiterer sozio-kultureller Aspekt, nämlich die Behaglichkeit, erfüllt.



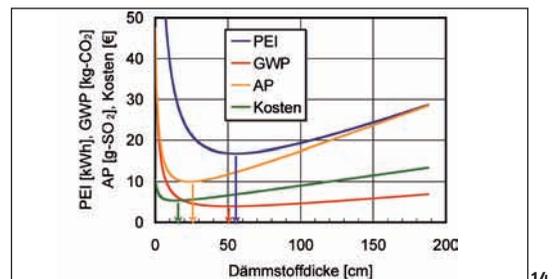
13

- 12 Radial geformte Fassadenplatten am Mainova AG Verwaltungsgebäude in Frankfurt von KuP Kleinert und Partner.
 13 Ökologische Aufwendungen bzw. Wirkungen in der Erstellungs- und Nutzungsphase einer Außenwandkonstruktion mit VHF.

Die Synergieeffekte

Das in dampfdiffusionstechnischer Hinsicht günstige Verhalten von VHF ist bekannt. Im Gegensatz zu monolithischen, beidseitig verputzten Außenwänden, bei denen es in der Tauperiode zu Tauwasserbildung kommt (vgl. Abb. 15), oder monolithischen Außenwänden mit Wärmedämmverbundsystemen, bei denen es zur Tauwasserbildung in der Tauperiode kommen kann (vgl. Abb. 16), kann bei monolithischen Außenwänden mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden eine Tauwasserbildung vollständig ausgeschlossen werden (vgl. Abb. 17).

Dies erweist sich darüberhinaus beim Bauen im Bestand als günstig, da die vorhandene Konstruktion bei Aufbringen von VHF im Vergleich zu anderen Fassadensystemen schneller austrocknet und damit mögliche Korrosionsprozesse frühzeitig gestoppt werden können [4]. Dies führt zu einer deutlichen Erhöhung der Lebensdauer des Gebäudebestands – einem weiteren Aspekt der Nachhaltigkeit.



14

- 14 Ökonomische und ökologische Aufwendungen bzw. Wirkungen für eine Außenwandkonstruktion mit VHF in Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke.

Die konstruktiven Vorteile

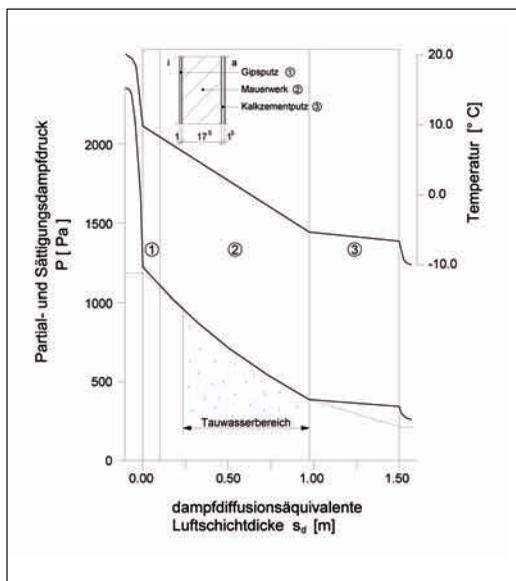
Aufgrund der Konstruktionsart kann die Wärmedämmstoffdicke einfach und sicher variiert werden. Gerade für den Bereich beim Bauen im Bestand erweist sich die Möglichkeit des Toleranzausgleichs als besonders wichtig. Mineralische Dämmstoffe passen sich zudem der Außenwandstruktur bzw. -oberfläche an. Damit wird ein Hinterströmen der Dämmung mit kalter Außenluft verhindert.

Die Wandhalter können durch einfache konstruktive Maßnahmen von der Außenwand thermisch entkoppelt werden. Dadurch wird der Einfluss von Wärmebrücken minimiert. Der noch verbleibende Wärmebrückeneinfluss kann rechnerisch auf Basis der Richtlinie „Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse von Wärmebrücken bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden“ [3] ermittelt werden. Dies schafft zusätzliche Sicherheit.

Andere konstruktive oder geometrische Wärmebrücken, wie Fensterleibungen oder Gebäudeecken, können wärmeschutztechnisch einfach optimiert werden.

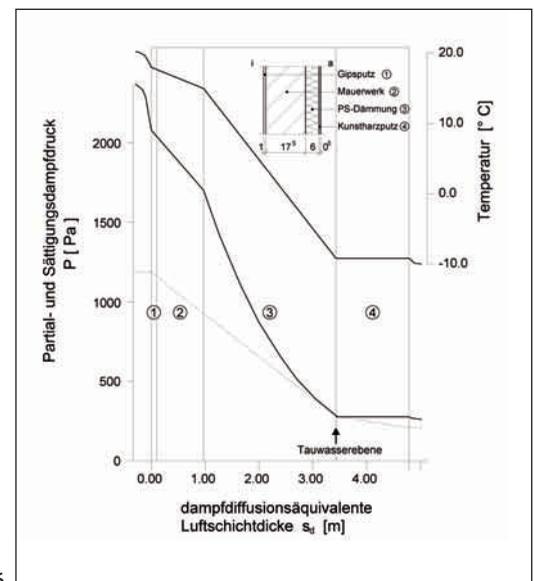
Die Zusammenfassung

Mit VHF steht dem Anwender ein Fassadensystem zur Verfügung, das die Anforderungen aus den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökonomie, Ökologie und Sozio-Kulturelles – in besonderer Weise erfüllt. Hierbei ist die mögliche architektonische Gestaltungsvielfalt, die Sicherstellung der Behaglichkeit, die wirtschaftliche Rentabilität, die aufgrund der hohen Lebensdauer geringen ökologischen Wirkungen und das hohe Energieeinsparpotenzial zu nennen.



15

15 Temperatur- und Dampfdruckverlauf in der Tauperiode nach dem Glaser-Verfahren für eine einschalige, beidseitig verputzte Mauerwerkskonstruktion.



16

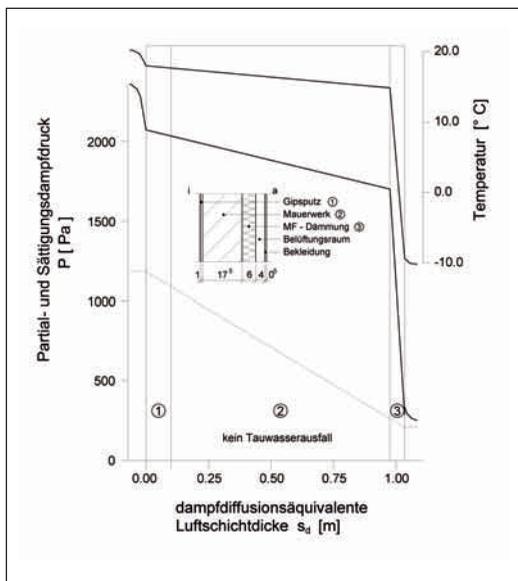
16 Temperatur- und Dampfdruckverlauf in der Tauperiode nach dem Glaser-Verfahren für eine Mauerwerkskonstruktion mit Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS).



18

Literatur:

- [1] **BMWi-Dokumentation Nr. 387** **Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa** – Perspektiven bis zum Jahr 2020, Kurzfassung, Februar 1996, Bonn
- [2] **Bundesarchitektenkammer (Hrsg.)** **Energiegerechtes Bauen und Modernisieren**, Birkhäuser Verlag
- [3] **Richtlinie** **Bestimmung der wärmetechnischen Einflüsse** von Wärmebrücken bei vorgehängten hinterlüfteten Fassaden, FVHF e.V. Berlin
- [4] **Im Fokus** **Sanierung von Korrosionsschäden** in Betonsandwichwänden
- [5] **Im Fokus** **Wirtschaftlichkeit der vorgehängten hinterlüfteten Fassade (VHF)**, Fassaden im Bestand
- [6] **Im Fokus** **Verbesserter Wärmeschutz** mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF)
- [7] **Im Fokus** **Mineralische Wärmedämmung mit Zusatznutzen** in vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF)
- [8] **Im Fokus** **Schadenfreies Bauen** mit vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF)



17

17 Temperatur- und Dampfdruckverlauf in der Tauperiode nach dem Glaser-Verfahren für eine Mauerwerkskonstruktion mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade (VHF).

18 Einfamilien-Passivhaus in Ulm mit einer Fassade aus wetterfestem Baustahl.

Alle Hinweise, technische und zeichnerische Angaben, entsprechen dem derzeitigen technischen Stand sowie unseren darauf beruhenden Erfahrungen.

Die beschriebenen Anwendungen sind Beispiele und berücksichtigen nicht die besonderen Gegebenheiten im Einzelfall. Die Angaben und die Eignung der gezeigten Werkstoffe sind in jedem Fall für die beabsichtigten Verwendungszwecke bauseitig zu überprüfen.

Eine Haftung des FVHF e.V. ist ausgeschlossen. Dies betrifft auch Druckfehler und nachträgliche Änderungen technischer Angaben, insbesondere bei Normen und anderen Regelwerken.

FVHF e.V., Berlin, 03/2008



Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF)
Kurfürstenstraße 129 · 10785 Berlin · Telefon: 030/21286-281 · Telefax: 030/21286-241
Internet: <http://www.fvhf.de> · e-mail: info@fvhf.de