

# Energetische Flachdachsanierung

BASF Plastics – key to your success

 **BASF**  
The Chemical Company

## Sanierung eines Flachdach-Bungalows mit dem Plusdach-System

Von Peter J. Klepper, Branchenservice Styrodur® C

Als Plusdach wird eine Konstruktion bezeichnet, bei der einem vorhandenen alten Warmdach ein zusätzliches Umkehrdach nach DIN 4108-2, Abschnitt 5.3.3, aufgesetzt wird. Angesichts steigender Energiepreise und der zunehmenden Tendenz zum Eigentümerwechsel von Flachdachbungalows aus den 1960er Jahren bietet sich in vielen Fällen eine Flachdachsanierung mit dem Plusdachsystem als richtige Sanierungsmaßnahme an.

Das im folgenden beschriebene Flachdachhaus aus den 1960er Jahren besteht aus einem Wohnhaus, einer angrenzenden Schwimmhalle sowie Carport und Garage.



**Bild 1:** Flachdachbungalow von 1964

Die Schwimmhalle war 1975 nachträglich mit einem Stahltrapezprofildach überdeckt worden. Dieses hat außenseitig eine kiesbedeckte, zweilagige Bitumenabdichtung auf einer 40 mm dicken Styropor-Dämmschicht und ist innenseitig mit einer abgehängten, offenen Holzdecke verkleidet. Als erste Maßnahme zur energetischen Sanierung des Anwesens wurde das Schwimmbecken außer Betrieb

gesetzt. Durch einen Dielenboden auf einer Hohlsteindecke mit Überbeton kann nun das Nebengebäude mit früherer Schwimmhalle als Wintergarten mit Wechselfunktion genutzt werden. Der ehemalige 64 kW Gasbrenner für Heizung und Brauchwasser war nach dem Wegfall des Schwimmbeckens überdimensioniert und mit seinem schlechten Wirkungsgrad veraltet. Er wurde durch ein modernes Brennwertgerät mit interner modulierender Regelung zwischen 14 bis 33 kW Nennwärmeleistung ersetzt. Der Verzicht auf das Schwimmbecken und der neue Brenner haben die jährlichen Kosten für Gas, ohne weitere bauliche Maßnahmen, um zwei Drittel reduziert.

Auf dem Wohnhaus war die Bitumenabdichtung bereits Anfang der 90er Jahre mit einer Rhepanol-fk-Dachabdichtung der Firma Braas erneuert worden. Jetzt wurde die Rhepanol-fk-Dachabdichtung abschnittsweise vom Kies freigelegt, die Funktionstüchtigkeit der ca. 10 Jahre alten Dachhaut überprüft und zur Sicherheit im Bereich des Kamins der Übergang vom Dach zur Aufmauerung umlaufend mit einer selbstklebenden Abdichtungslage erneuert.



**Bild 2:** Erneuerung der Dachabdichtung um den Kaminkopf

Auf die sauber abgekehrte Dachabdichtung wurden Styrodur® 3035 CS-Platten in 100 mm Dicke nach dem sogenannten Umkehrdachprinzip aufgebracht. Bei dieser Konstruktion werden Polystyrol-Extruderschaumplatten mit Stufenfalz auf die Dachabdichtung verlegt. Der Dämmstoff ist damit sämtlichen Witterungseinflüssen direkt ausgesetzt. Umgekehrt schützt der Dämmstoff die Dachabdichtung vor extremen Witterungsbedingungen.

Auf das Styrodur® C wurde Lutradur® 6613 verlegt, ein diffusions-offenes Polyestervlies der Firma Freudenberg Vliesstoff KG, das ein Flächengewicht von ca. 130 g/m<sup>2</sup> besitzt. Das thermisch verfestigte Filamentvlies verhindert, dass Feinteile aus dem Kies und Scharfkantiges unter die Wärmedämmung gelangen und so die Dachabdichtung beschädigen können. Das gleiche Vlies wurde als Trennlage (Bild 3) auch auf die Dachabdichtung gelegt. Dies ist zwar nicht funktionsbedingt erforderlich, gibt aber zusätzlichen Schutz für die Dachabdichtung vor mechanischen Einwirkungen.

generell zum Schutz gegen Windsog, gegen die UV-Strahlen der Sonne und gegen Flugfeuer und strahlende Wärme aufgebracht werden muss.

Auf dem Dach der Garage und dem Carport war die alte Bitumenabdichtung vor Jahren, ebenso wie auf dem Haupthaus, bereits mit einer Rhepanol-fk-Abdichtung überdeckt worden. Auch hier wurde festgestellt, dass ohne weitere Maßnahmen ein Styrodur® C-Umkehrdach aufgebracht werden konnte. Der vorhandene Kies war, wegen der nahestehenden Bäume, mit huminösen Bestandteilen durchsetzt und von Moos überwachsen. Er wurde vor Ort zur Wiederverwendung gesiebt.

Die Bilder 5a-c zeigen den alten, verschmutzten Kies, das an den Dachrand angepasste Styrodur® 3035 CS sowie die Rasengittersteine als Windsogballast und Randbegrenzung für den gereinigten, wiederverwendeten Kies.



**Bild 3:** Umkehrdachaufbau mit Styrodur® C



Im Randbereich der Dachfläche (Bild 4) wurden Rasengittersteine zur Windsogsicherung und als „Aufstockung“ des Flachdachrandes verlegt. Auf die Erhöhung der Attika mit neuer Unterkonstruktion und neuer Blechverwahrung wurde aus Kostengründen bewusst verzichtet. Die Rasengittersteine sind wegen ihrer durchbrochenen Betonstruktur auch bei starken Windkräften windsogsicher. Betonplatten können im Gegensatz zu Rasengittersteinen wegen ihrer geschlossenen Oberfläche wesentlich leichter durch Windsogkräfte vom Dach abgehoben werden. Die Rasengittersteine am Dachrand dienen bei diesem Dach auch als Begrenzung für den Kies, der



**Bild 4:** Attika mit Rasengittersteinen als Ballast gegen Windsog und Dachranderhöhung für die Kiesbegrenzung



**Bild 5a, b, c:** Dachrand der Garage vorher, während und nach der Sanierung

Die Geschlossenenzelligkeit des Dämmstoffs, sein einfacher Zuschnitt mit Holzbearbeitungswerkzeugen und die leichte Verlegung machen das Umkehrdach mit Styrodur® C zur witterungsunabhängigen Sanierungslösung für jedes Flachdach (Bild 6a, b).



**Bild 6a, b:** Leichte, schnelle und wetterunabhängige Verarbeitung von Styrodur® C

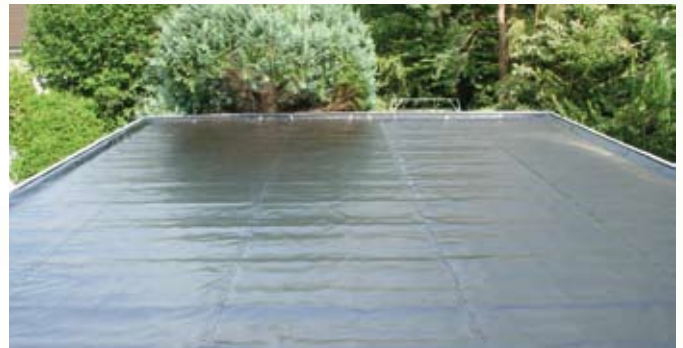
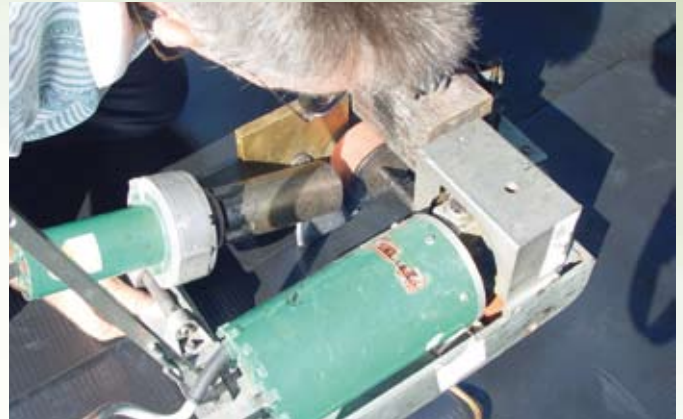
Styrodur® C auf einer unbeheizten Garage spart keine Energiekosten, ist aber sinnvoll, weil die Wärmedämmplatten im Sommer das Garageninnere angenehm kühl halten und die Dachabdichtung vor Hitze, Kälte und Hagel schützen. Deshalb ist ihre Lebenserwartung um ein Vielfaches höher als ohne schützende Dämmschicht.

Die Überprüfung der alten zweilagigen Bitumenabdichtung mit Heißabstrich und PE-Folien-Trennlage gegen den alten Kiesbelag auf der ehemaligen Schwimmhalle ergab ein intaktes, dichtes Dach. Dennoch bestanden Zweifel gegenüber der Dichtigkeit für die nächsten Jahrzehnte, zumal sich der Kies (Bild 7) ins Bitumen eingedrückt hatte.



**Bild 7:** Geräumtes altes Kiesdach mit kleinen Muldenbildungen im Bitumen

Es wurde mit O.C.-Plan 3020 eine schwarze, bitumenverträgliche Dach- und Dichtungsbahn aus Ethylen-Copolymer-Bitumen (ECB) der Firma Polyfin AG ausgewählt, die sehr schnell und leicht mit einem Heißluftschweißgerät verlegt werden kann (Bild 8a).



**Bild 8a, b:** Verschweißen der ECB Dachabdichtung O.C.-Plan 3020 der Firma Polyfin AG

Auf die neu abgedichtete Leichtdachkonstruktion der Halle (Bild 8b) wurde Styrodur® 3035 CS in 100 mm aufgebracht und wie beim Haupthaus und der Garage mit Lutradur® 6613, dem diffusions-offenen Polyestervlies, belegt und danach mit dem vorhandenen Kies überdeckt. Es muss betont werden, dass die Halle vom Kies gänzlich befreit wurde (Bild 7), da die Statik des Stahltrapezprofildaches nicht für aufgeschüttete Kieslasten ausgelegt wurde.

Im Randbereich der Halle befinden sich umlaufende, sehr massive Stahlträger als statisches Traggerüst, die leicht in der Lage sind, die zusätzlichen Lasten der Rasengittersteine zu tragen. Diese dienen wiederum als Ballast zur Windsogsicherung, als Begrenzung für den Kies und als Erhöhung für die Attika (Bild 9a, b).



**Bild 9a, b:** Hallendach mit Rasengittersteinen als Ballast zur Windsogsicherung und Kiesbegrenzung, während und nach der Sanierung

## Energetische Dimensionierung nach Energieeinsparverordnung

Gemäß der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist der Eigentümer eines Gebäudes verpflichtet, bei Umbau und Erneuerungsarbeiten im Dachbereich ein bestimmtes Wärmeschutzniveau zu erreichen. Bei Flachdächern wird laut EnEV, Abschnitt 4.2 Flachdächer, Tabelle 1 Zeile 4b, ein maximaler Wärmedurchgangskoeffizient  $U_{\max}$  für Wohngebäude von  $\leq 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  gefordert.

Aus der nachfolgenden Tabelle 1 ist die U-Wert-Verbesserung ersichtlich. Zeile 7 beinhaltet die Summe der Wärmedurchlasswiderstände der Bauteilschichten vor der Sanierung und Zeile 15

diejenigen nach der Fertigstellung des Wohnhausdaches. Aus dem Verhältnis dieser beiden Wärmedurchlasswiderstände wird nach den Vorgaben der Tabelle 2 der Umkehrdachzuschlag  $\Delta U$  ermittelt, der den zusätzlichen Energieverlust durch abfließendes Niederschlagswasser berücksichtigt. Er beträgt in diesem Falle  $0,03 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Dieser Wert wird auf den vorhandenen U-Wert von  $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  aufgeschlagen, so dass sich für die sanierte Dachkonstruktion ein Wärmedurchgangskoeffizient  $U_{\text{neu}}$  von  $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  ergibt, womit die gesetzlichen Auflagen erfüllt sind. Im Vergleich zu  $U_{\text{alt}}$  von  $0,51 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  ist dies eine deutliche Verbesserung.

**Tabelle 1**

Berechnung des U-Werts des alten Flachdachaufbaus und Verbesserung nach Vorgabe der Energieeinsparverordnung				
1	Alter Dachaufbau	Dicke $s$ [m]	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R$ [W/(m·K)]	Wärmedurchlasswiderstand $R = s/\lambda_R$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
2	Rohrschilfmatte verputzt	0,020	0,056	0,36
3	Luftschicht ruhend	0,060	0,256	0,23
4	Betondecke	0,200	2,100	0,10
5	Dämmschicht: Styropor®	0,040	0,040	1,00
6	Alte Dachabdichtungen	0,020	0,170	0,12
7	<b><math>\Sigma</math> Wärmedurchlasswiderstände <math>R_{\text{alt}}</math> [m<sup>2</sup>·K/W]</b>			<b>1,80</b>
8	Wärmeübergangswiderstand innen $R_i$	–	–	0,13
9	Wärmeübergangswiderstand außen $R_a$	–	–	0,04
10	Wärmedurchgangswiderstand $1/U$ [m <sup>2</sup> ·K/W]			1,97
11	Wärmedurchgangskoeffizient $U_{\text{alt}}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			0,51
12	Verbesserter Dachaufbau	Dicke $s$ [m]	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R$ [W/(m·K)]	Wärmedurchlasswiderstand $R = s/\lambda_R$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
13	Alter Dachaufbau ( $R_{\text{alt}}$ aus Zeile 7)			1,80
14	Styrodur® 3035 CS	0,100	0,039	2,56
15	<b><math>\Sigma</math> Wärmedurchlasswiderstände <math>R_{\text{neu}}</math> [m<sup>2</sup>·K/W]</b>			<b>4,36</b>
16	Wärmeübergangswiderstand innen $R_i$	–	–	0,13
17	Wärmeübergangswiderstand außen $R_a$	–	–	0,04
18	Wärmedurchgangswiderstand $1/U$ [m <sup>2</sup> ·K/W]			4,53
19	Wärmedurchgangskoeffizient $U$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			0,22

Anteil des alten Wärmedurchlasswiderstands (Zeile 7) am gesamten Wärmedurchlasswiderstand (Zeile 15)  $1,80/4,36 = 0,41$  also 41%

20	Zuschlag $\Delta U$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] aus Tabelle 2	0,03
21	Wärmedurchgangskoeffizient $U_{\text{neu}}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] entsprechend den Anforderungen der EnEV	0,25

**Tabelle 2**

Zuschlag $\Delta U$ beim Umkehrdach nach DIN 4108-2	
Anteil des Wärmedurchlasswiderstands unterhalb der Dachhaut in Prozent des gesamten Wärmedurchlasswiderstands	Zuschlag $\Delta U$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
0-10	0,05
10,1-50	0,03
> 50	0

## Bewertung der Sanierungsmaßnahmen

Nach Durchführung der Sanierungsmaßnahme konnten in dem darauf folgenden Winter nochmals 15 % Heizkosten eingespart werden. Darüber hinaus ist bekannt, dass Umkehrdächer langlebiger als Warmdachkonstruktionen sind: Die Dachabdichtung wird vor der UV-Versprödung durch die Sonne geschützt; und sie ist keinen großen Temperaturwechseln und Temperaturschocks sowie mechanischen Beanspruchungen, wie beispielsweise bei Hagelschlag, ausgesetzt. Und im Falle, dass das Gebäude zur Wohnraumerweiterung jemals aufgestockt werden sollte, kann Styrodur® C an einer anderen Stelle wiederverwendet werden.

In den der Sanierung folgenden Sommer- und Winterperioden wurden Temperaturmessungen im Haus und in der Dachkonstruktion vorgenommen. Die Ergebnisse waren dabei sehr zufriedenstellend. Anhand der Temperaturskizzen in Bild 10 wird deutlich, dass neben der allgemeinen Wärmedämmwirkung die Dachabdichtung durch Styrodur® C außerordentlich vor Hitze und Kälte geschützt wird.

Beispielsweise lag am 28. Februar 2005 um 7:00 Uhr die Lufttemperatur über dem mit 15 cm Schnee bedeckten Umkehrdach des Wohnhauses bei  $-17^{\circ}\text{C}$ . Gleichzeitig wurde im darunter liegenden Schlafzimmer eine gemütliche Temperatur von  $+17^{\circ}\text{C}$  gemessen. Die Temperatur der Dachabdichtung betrug zu diesem Zeitpunkt, aus materialtechnischer Sicht, angenehme  $+11^{\circ}\text{C}$ . Ohne

die Styrodur®-C-Umkehrdachkonstruktion wäre die Abdichtung der direkten Außenlufttemperatur von  $-17^{\circ}\text{C}$  Kälte ausgesetzt gewesen. Bei solch niedrigen Temperaturen sind Abdichtungen hart und äußerst spröde, da sie im Zustand der spannungsreichsten, maximalen Materialverkürzung erstarrt sind.

Am 26. Juli 2006 herrschten gegen 14:00 Uhr  $+38^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur über dem Dach des Wohnhauses. Der Kies war trotz schwülgewittriger Wetterlage, mit wolkenbedingt reduzierter Sonneneinstrahlung, auf immerhin  $+60^{\circ}\text{C}$  aufgeheizt. Im gleichen Bereich, auf der Innseite des Gebäudes, war es nach wochenlanger Hitzeperiode im Schlafraum auch bereits zu  $+26^{\circ}\text{C}$  Lufttemperatur gekommen. Dennoch befand sich die Abdichtung wieder in einem materialtechnisch günstigen Temperaturbereich von nur  $+27^{\circ}\text{C}$ . Sie war damit nicht, wie dies bei ungeschützten, freiliegenden schwarzen Abdichtungen die Regel ist, auf 60 bis  $90^{\circ}\text{C}$  aufgeheizt. Nach der Sanierungsmaßnahme ist die Dachabdichtung keinen extremen Materialbeanspruchungen mehr ausgesetzt, die zu einer beschleunigten Alterung führen.

Diese winterlichen und sommerlichen Messergebnisse bestätigten anschaulich, dass mit dem Aufbringen der Styrodur®-C-Umkehrdachkonstruktion nicht nur die Heizkosten reduziert, sondern auch die Lebensdauer des Flachdachs verlängert wurden.

