



CAPATECT DarkSide

Dunkle Töne auf WDV-Systemen





SCHWARZ WIRKT!

Schwarz - bedeutet „nichts zu sehen“. Dabei wirkt Schwarz unvergleichlich elegant und nobel - und ist dennoch unaufdringlich, es nimmt sich zurück und betont die nicht schwarze Umgebung. Es kaschiert, macht Details unsichtbar, lässt der Phantasie Spielraum und reduziert auf Linienführung. ☐

BEREIT FÜR DUNKLE WEGE?



Gestaltung & Freiheit FORM & FARBE

Schwarz wirkt edel, wertig und schwer.

Schwarz stellt aber ein Risiko für Wärmedämm-Verbundsysteme dar - zumindest bis jetzt!
Denn die Carbon-Technologie eröffnet neue Möglichkeiten:
Grenzenlose Freiheit bei der Farbgestaltung von Wärmedämm-Verbundsystemen!

ESSENZ

Schwarz? Schwarz!

Freigabe des Hellbezugswertes
bei Capatect



□ INDEX

GRENZENLOSE FREIHEIT

Schwarz? Schwarz!

S 04 - 05

PROBLEMSTELLUNG & LÖSUNG

Revolution in Schwarz: Das Carbon-Package

S 06 - 07

HELLBEZUGSWERT & NORM

Reflexionen über Farben & WDV-Systeme

S 08 - 09

MESSUNGEN, VERSUCHE, RESÜMEES

Dunkle Fassaden bei extremen Temperaturen

S 10 - 11

AUFHEIZUNG

Andere Effekte

S 12 - 13

REFLEXION, ABSORPTION, EMISSION

Erhellendes aus der Welt der Farben und Putze

S 14 - 15

DIE DUNKLE SEITE DER FARBE

Wir setzen Ihrer Phantasie keine Grenzen!

S 16 - 17

WIR SIND BEREIT FÜR DUNKLE WEGE!

S 18 - 19

GRENZEN DER FARBGESTALTUNG? GRENZENLOSE FREIHEIT SCHWARZ? SCHWARZ!

□ GENIESSEN SIE DIE NEUE FREIHEIT!

GEHT NICHT, GIBT'S NICHT. ALLES IST LÖSBAR – VIELES SOGAR ERSTAUNLICH EINFACH! DIE BEGRENZUNG BEIM HELLBEZUGSWERT STELLTE SEIT LÄNGEREM EIN NOTWENDIGES ÄRGERNIS DAR.

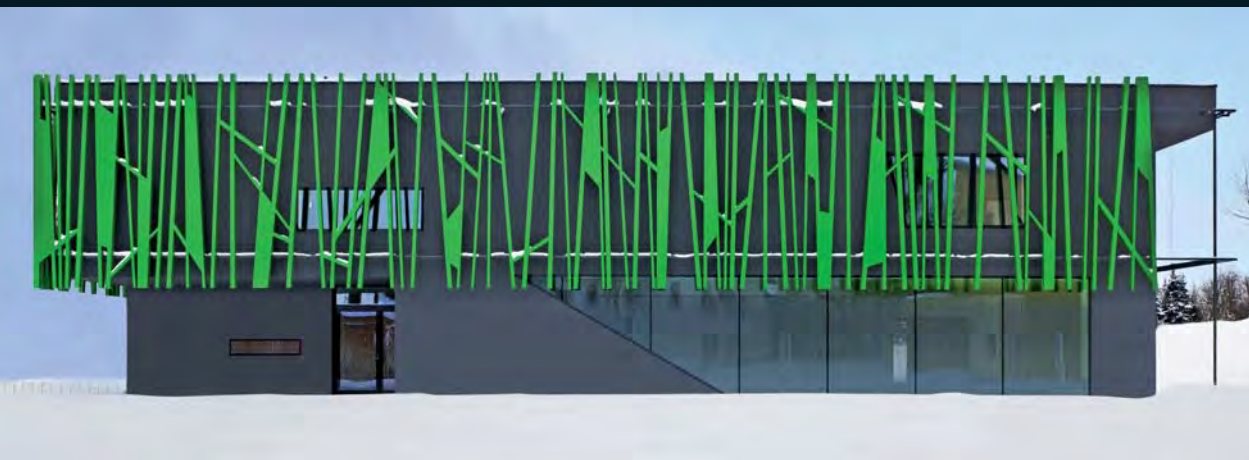
Situationsabhängige Freigaben bis HBW 20 und mit fallweise geringeren Werten sind mit nicht unerheblichem Risiko für alle Beteiligten verbunden – da jede so ausgeführte Fassade im Prinzip einen Prototyp darstellt. Es war offensichtlich, dass dies eine unbefriedigende „Lösung“ und sicherlich nicht der Weisheit letzter Schluss sein kann. Entsprechend zurückhaltend verhielten wir uns in der Vergangenheit bei diesbezüglichen Zusagen – um auf der sicheren Seite zu bleiben.

GRENZENLOS! **Absolute Farbttonfreiheit und optimaler Schutz** sind mit Capatect DarkSide erfüllt. Ermöglicht wird diese Revolution durch mehrschichtige Carbon-Technologie. Durch die extrem belastbare Faser ist es möglich, die erhöhte Beanspruchung der Fassade, die durch dunkle Farbtöne entsteht, kleinpartiell und somit unschädlich abzubauen.

KURZ UND BÜNDIG **Mit Capatect DarkSide sind dunkle Oberflächen auf WDV-Systemen realisierbar.** Hintergründe – wie Aufbau, Informationen über Normen und den technischen Background zur Entwicklung von DarkSide erfahren sie auf den nächsten Seiten.



PROBLEMSTELLUNG & LÖSUNG



REVOLUTION IN SCHWARZ: DAS CARBON-PACKAGE

BEI DUNKLEN FARBTÖNEN AN EINEM WÄRMEDÄMM-VERBUNDSYSTEM GILT ES ZWEI UNTERSCHIEDLICHE AUFGABEN ZU LÖSEN. NIEDRIGE HELLBEZUGSWERTE BEDINGEN HÖHERE TEMPERATUREN UND TEMPERATURSCHWANKUNGEN AN DER FASSADE.

I) TEMPERATURSCHWANKUNGEN

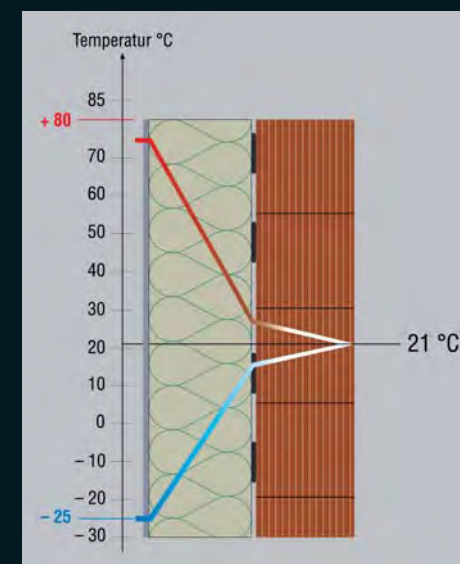
Die Armierung muss in der Lage sein, die erhöht wirksamen Kräfte aufzunehmen und zu neutralisieren. Dies erfolgt über die Carbonfasern und deren nanokristalline Einbettung in Armierung, Putz und Farbe. Die zur Dämmung hin gröber werdende Netzstruktur der Carbonfasern baut die auftretenden Spannungen kleinpartiiell ab. Die Fassade ist damit hervorragend vor hygrothermischen Belastungen geschützt.

II) TEMPERATURSPITZEN

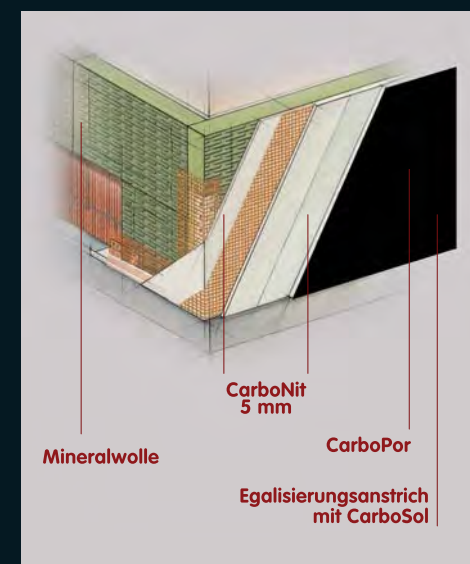
Der verwendete Dämmstoff muss die auftretenden Temperaturspitzen und Dauerbelastungen verkraften. EPS ist bei wirklich dunklen Tönen, wie Versuchsbaustellen mehrfach gezeigt haben, dazu nicht in der Lage. Capatect DarkSide beinhaltet daher Mineralwolle als thermostabilen Dämmstoff.

CAPATECT DarkSide

AUFBAU & FUNKTIONSWEISE:



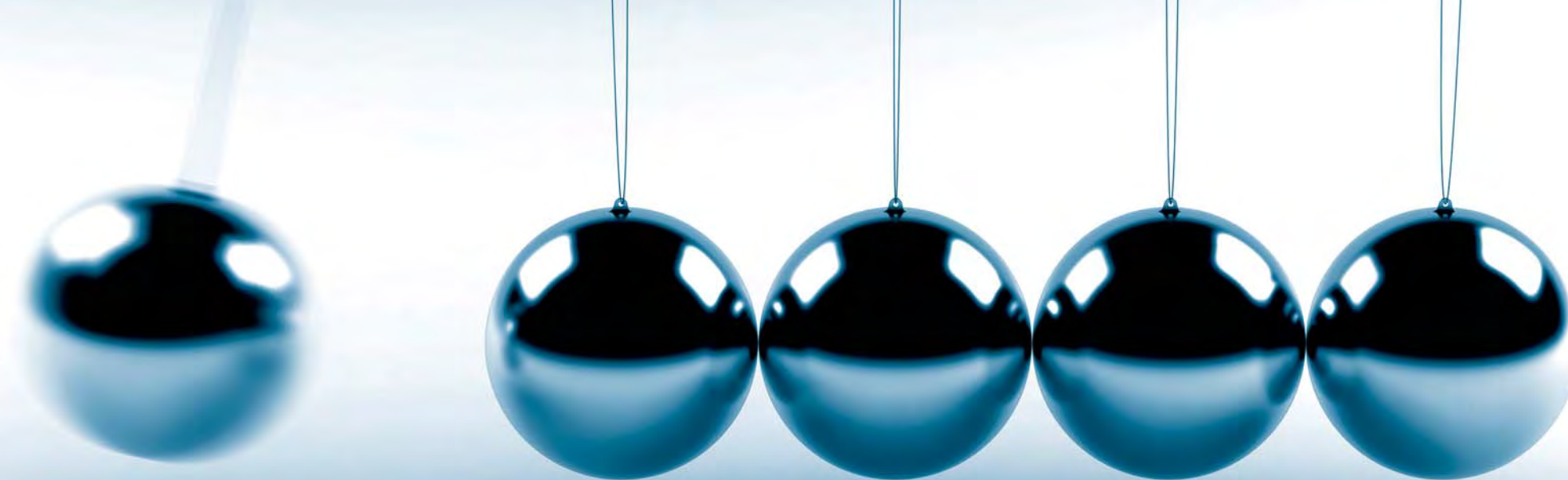
kleinpartiieller Spannungsabbau



CARBON-PACKAGE Gerade im Winter entstehen an dunklen Fassaden über Temperaturschwankungen von bis zu 50°K innerhalb von einigen Minuten enorme Kräfte an der Fassade. Das beste Material ist hier gerade gut genug.

Das Package aus CarboNit, CarboPor Putz sowie CarboSol Fassadenfarbe gewährleistet mit unterschiedlich feinem Faseraufbau den kleinpartiiellen Spannungsabbau von der Deckschicht bis zum thermostabilen Dämmstoff. Um den gewählten Farbton in seiner Brillanz zu erhalten und eine frühzeitige Vergrauung zu verhindern, ist es notwendig, auch die Bildung feinsten Mikrorisse zu unterbinden. Damit ist lange Lebensdauer und langanhaltende Farbbrillanz in Farbtönen sichergestellt, die bisher technisch nicht ausgeführt werden konnten.

Mit einem erhöhten Anteil an groben Carbonfasern gewährleistet CarboNit die schadensfreie Spannungsaufnahme; durch das immer feiner werdende Netz an Carbonfasern bei CarboPor und CarboSol werden auftretende Kräfte kleinpartiiell zur Oberfläche hin verteilt und abgebaut.



WIRKUNG & AUSWIRKUNG HELLBEZUGSWERT AUF WDV-SYSTEME

NORM

REFLEXIONEN ÜBER FARBEN & WDV-SYSTEME

DER HELLBEZUGSWERT IST EIN REFLEXIONSMASS UND GIBT IN PROZENT AN, WIE VIEL LICHT REFLEKTIERT WIRD. DIE HÖCHSTEN REFLEXIONSWERTE WEISEN POLIERTE, SILBRIG GLÄNZENDE OBERFLÄCHEN AUF, GEFOLGT VON WEISSEN FLÄCHEN.

WEISS & SCHWARZ

Ein Hellbezugswert zwischen 85 und 100 wird als weiß empfunden, ein Hellbezugswert zwischen 0 und 5 als schwarz. Abhängig von der Farbtonintensität erfolgt natürlich eine entsprechende Oberflächenaufheizung der Wand.

Bei Bauteilen mit großer Speichermasse (Beton/Ziegel) ist der Hellbezugswert nebensächlich, da ein zumeist gut wärmeleitender Untergrund vorhanden ist und über das Speichervermögen der Masse, Temperatur und damit Spannungsspitzen vermindert werden.

WIRKUNG

Helle Farben reflektieren einen großen Teil des Sonnenlichts – entsprechend ist die aufgenommene Energie und damit die Aufheizung einer so beschichteten Fläche gering. Unmittelbar erlebbar ist dieser Effekt beim Sonnenbaden am Gletscher. Während die geschlossene Schneedecke der Sonneneinstrahlung gut stand hält, ist es im Liegestuhl oder an den dunklen Hüttenwänden bereits angenehm warm.

GRENZWERT

Da die Farbgebung einer Fassadenfläche so beträchtlich die Aufheizung derselben beeinflusst, sieht die ÖNORM 6400 Grenzwerte für die einsetzbaren Farbtöne vor. Wie sinnvoll dieser Grenzwert ist, zeigen Bauschäden an dunklen, traditionell ausgeführten WDV-Systemen. Trotz allem wurden dunkle Flächen nachgefragt und fallweise ausgeführt. In einem langjährigen Projekt an verschiedenen eigenen Objekten und Versuchswänden haben wir die Grenzen des Machbaren ausgelotet.

Die Problematik rund um den Hellbezugswert kann mit DarkSide abgehakt werden.

BEREIT FÜR DUNKLE WEGE?

DER EFFEKTIVSTEN MÖGLICHKEIT EINER WÄRMEBRÜCKENFREIEN DÄMMUNG – MITTELS WDV-SYSTEM - SIND BEI DER FORMGEBUNG KAUM GRENZEN GESETZT.

Anders existiert für die Farbgebung eine entscheidende Einschränkung – die Norm sieht in Österreich als Untergrenze Hellbezugswert 25 vor. In Deutschland gilt aufgrund etwas milderer klimatischer Gegebenheiten und der schwächeren Sonneneinstrahlung ein Hellbezugswert von 20 – in der Schweiz einer von 30 auf Wärmedämmung. Dunkle Farbtöne haben damit laut Norm nichts auf einem Wärmedämm-Verbundsystem zu suchen.

Betrachtet man einen Farbtonfächer, sieht man rasch, dass ein Hellbezugswert von 25 eine erhebliche Einschränkung darstellt. Von Planern und Baurägern kehrte daher der Wunsch nach intensiveren, dunkleren Tönen immer wieder – die Industrie bediente dies zumeist bis Hellbezugswert 20 und in Ausnahmefällen unter Miteinbeziehung der Rahmenbedingungen auch knapp darunter. Die Norm ist gut und sinnvoll – es liegt jedoch in der Natur einer Norm, dass sie technologische Entwicklungen nicht voraussehen kann.

RESÜMEE

Die Norm ist wohlbegründet - mit entsprechend leistungsfähigen Materialien und deren intelligentem Einsatz sind jedoch selbst bei den dunkelsten Farbtönen noch ausreichende Sicherheitsreserven vorhanden. Selbst Schwarz ist damit auf WDV-Systemen ausführbar.

HELLBEZUGSWERTE

Normen für Fassaden mit Wärmedämmung:

Österreich	HBW > 25
Deutschland	HBW > 20
Schweiz	HBW > 30

NORM

Eine Norm repräsentiert den anerkannten Stand der Technik und ist eine Regel, die in der Praxis über eine breite Akzeptanz verfügt. Sie gewährleistet die Einhaltung der festgelegten Mindeststandards zum Schutz aller Marktteilnehmer. Normen haben den Charakter einer Empfehlung – rechtlich bindend werden sie durch die Aufnahme in Verträge.

MESSUNGEN, VERSUCHE, RESÜMEES

DUNKLE FASSADEN BEI EXTREMEN TEMPERATUREN

I) TEMPERATURSCHWANKUNGEN

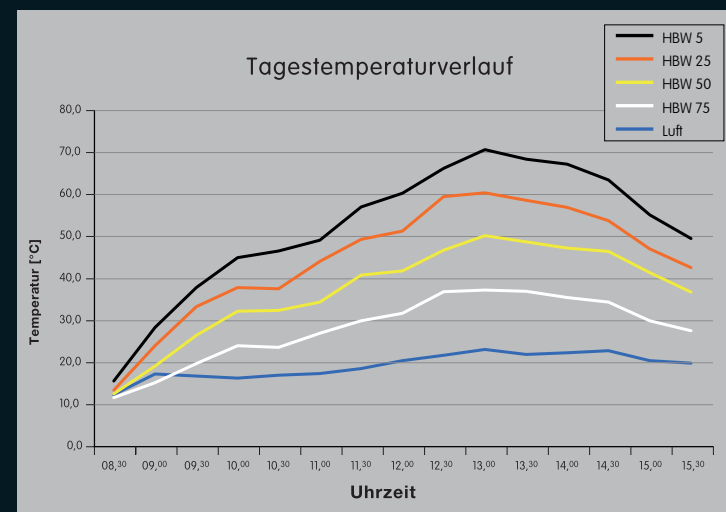
Die höchsten Temperaturschwankungen treten an sonnigen Wintertagen, vor allem im Februar und März auf. Bei immer noch kalten Lufttemperaturen ist die Sonneneinstrahlung bereits relativ intensiv. Der flache Einstrahlungswinkel trägt zusätzlich zu einer starken Aufheizung der Fassadenflächen bei. Bei dunklen Flächen wurden regelmäßig Temperaturen über 60°C gemessen. Problematisch sind hier vor allem die Verschattungswechsel durch Wolken, die innerhalb von 10 bis 15 Minuten zu Temperaturdifferenzen von 50°K führen können. Dadurch entstehen enorme Zwangsspannungen, die im Putz kleinpartieil abgebaut werden müssen.

II) HÖCHSTTEMPERATUR

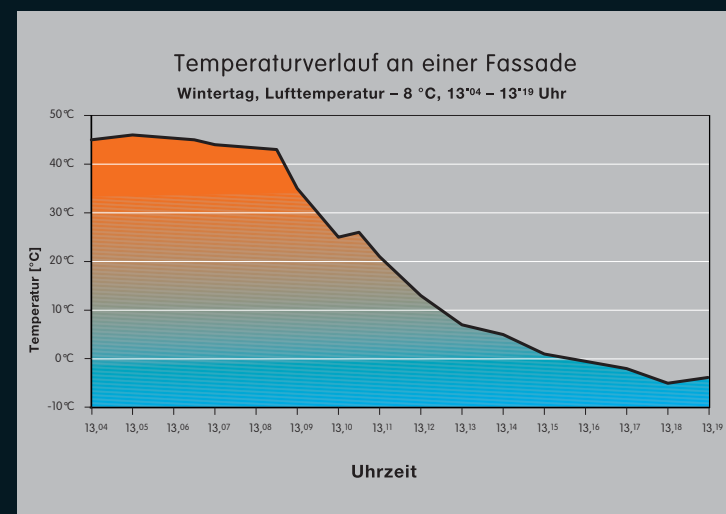
Sie tritt im Sommer über den steilen Einfallswinkel der Sonne, jedoch nicht um die Mittagszeit und daher auf Süd-Westfassaden auf. Die extremen Temperaturen, **die auf dunklen Flächen bis zu 80°C erreichen können** und einige Stunden gehalten werden, lassen guten Putz und eine gute Armierungsschicht ziemlich unbeeindruckt; anders den darunter liegenden Dämmstoff. Handelt es sich um an Fassaden meist eingesetztes EPS-F, sind diese Temperaturen eindeutig zu hoch. Der Dämmstoff EPS-F erfährt irreversible Dimensionsänderungen. Risse und verminderte Dämmleistung sind die offensichtlichen Folgen – im Weiteren versagt danach die schützende Deckschicht des WDV-Systems.

Werden unter hochwertigen Carbon-Deckschichten thermostabile Dämmstoffe wie Mineralwolle verwendet, können Temperaturschwankungen und Höchsttemperatur unbesorgt abgehakt werden.

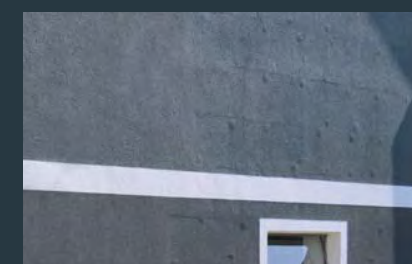
→ “Wer denkt, überwindet Grenzen”



Temperaturverlauf an einer Südfassade in 3m Höhe am 1.4.09



rasche Temperaturwechsel - hohe Beanspruchung der Armierung



VERSUCHSBAUSTELLE

Durch die thermische Überbeanspruchung aufgrund des dunklen Farbtons schrumpfen die EPS-F Platten stark. Es kommt zu Dübelabzeichnungen und Rissbildung entlang der nun nicht mehr vorhandenen Plattenstöße. Die Seite, die mit Carbontechnologie und Mineralwolle ausgeführt wurde, ist völlig intakt und unbeschädigt.

AUFHEIZUNG ANDERE EFFEKTE

- NEBEN DEM HELLBEZUGSWERT UND DER SPEICHERMASSE ALS VARIABLE EINFLUSSGRÖSSEN FÜR DIE AUFHEIZUNG GIBT ES DARÜBER HINAUS WIRKUNGSPARAMETER, DIE NICHT OHNE WEITERES ODER GAR NICHT BEEINFLUSST WERDEN KÖNNEN.

I) JAHRESZEIT UND AUSRICHTUNG

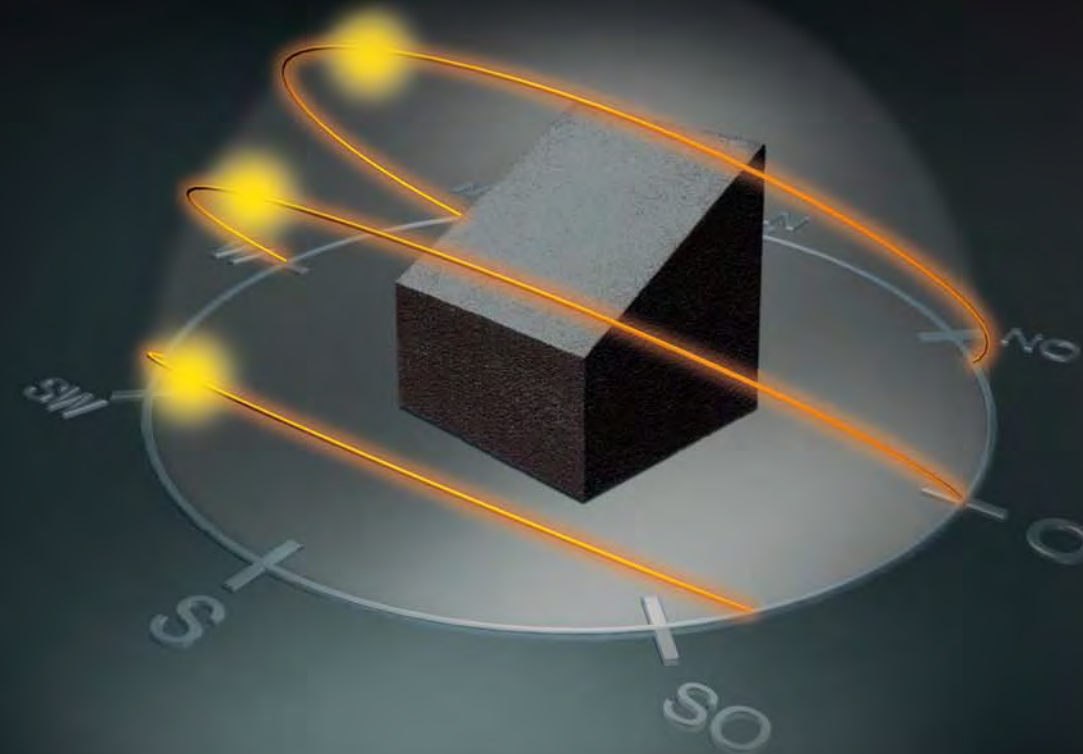
Diese zwei Punkte sind sinnvoller Weise miteinander zu betrachten, da sie sich gegenseitig beeinflussen. Von allen Parametern hängen der Einfallswinkel und die Einstrahlungsdauer ab. Über die Gebäudegeometrie ließe sich grundsätzlich die maximale Sonneneinstrahlung steuern, was jedoch ein untergeordneter Punkt ist, der nur bei Fensterflächen Berücksichtigung findet.

Auf die gemessenen Höchsttemperaturen sowie die Temperaturschwankungen haben – die **Himmelsrichtung und die Jahreszeit** selbstverständlich erheblichen Einfluss. Die geringe Strahlungsintensität im Winter wird über den extrem flachen Einstrahlungswinkel weitgehend kompensiert. Das Maximum an Temperaturschwankungen ist von Februar bis März an den Süd- und Westfassaden feststellbar. Die Temperaturmaxima treten an Westfassaden im Hochsommer auf - soweit - so erwartet. Überraschend hingegen ist, dass bereits ab April Richtung Westen orientierte Flächen höhere Temperaturen aufweisen als Südfassaden.

Die schnellsten gemessenen Temperaturwechsel sind jeweils Abkühlungen über Wind, Schnee und Regen. Das max. Temperaturgefälle ist im Winter mit über 50°K innerhalb von 10 Minuten höher als im Sommer. Gerade die Westflächen sind jedoch im Sommer oft mehrmals täglich mit Abkühlungen in Form eines Regengusses zwischen 20°K innerhalb von einigen Minuten konfrontiert. Die Lösung für längere Lebensdauer des Gesamtsystems liegt in einer hochwertigen, dünnen Carbonfaserarmierung oder in dickeren, traditionellen Armierungen.

WANDNEIGUNG

Aus optischen Gründen werden zunehmend Wandflächen geneigt. Während eine Verdrehung zum Boden hin unproblematisch und in Bezug auf Sonneneinstrahlung und Witterung sogar hilfreich ist, sorgen in Richtung Himmel geneigte Wandflächen für **erhebliche, zusätzliche hygrothermische Belastungen**. Putzflächen sind nicht für die wiederholte Belastung mit stehendem Wasser geeignet und dürfen daher nach ÖNORM B 6405 keine Abweichung von der Senkrechten aufweisen.



II) HÖHENLAGE

Die Klimata werden in höheren Lagen durchwegs rauer. Die durchschnittlichen Temperaturen, besonders nachts, fallen gegenüber jenen im Flachland deutlich ab, während die Strahlungsintensität und damit die Aufheizung dunkler Flächen zunehmen. Damit gehen wiederum deutlich **gesteigerte Anforderungen in Form höherer abzubauender Spannungen für die Armierungsschicht** einher.

Die meist nur 3mm dicke Armierung ist höchsten Belastungen in Form von raschen Temperaturwechseln und durchaus auch schwerem Hagelschlag ausgesetzt.

Carbonfaserarmierte Systeme liefern darüber hinaus Schlagfestigkeit, die von den wenigsten monolithischen Baustoffen auch nur annähernd erreicht werden kann.

III) SEKUNDÄREFFEKTE

Neben den farntonabhängigen Einflussfaktoren können in der Praxis zusätzliche thermische Belastungen auftreten, die nicht unmittelbar im Zusammenhang mit dem Hellbezugswert stehen.

- **Brennlinseffekt (Strahlung):** Reflektierende Metallbauteile oder verspiegelte Fenster können die thermische Einstrahlung auf WDVS Oberflächen beinahe verdoppeln, mit entsprechender Erhöhung der Höchsttemperatur wie auch der Temperaturschwankungen.
- **Temperaturquelle (Wärmeleitung):** Ein direkter Kontakt von EPS-F Dämmung mit dunkel beschichteten Blechen oder versenkten Lampen kann zu einer Beschädigung des Dämmstoffes führen.
- **Konvektion:** Die Heißluftentwicklung über dunklen, windgeschützten Vordächern kann ebenfalls zu örtlicher Überschreitung der Grenztemperaturen führen. Eine Bekiesung schafft hier Abhilfe.

Mit **DarkSide** sind die meisten dieser außergewöhnlichen Belastungen **einfach beherrschbar**.

REFLEXION, ABSORPTION, EMISSION

ERHELLENDES AUS DER WELT DER FARBEN UND PUTZE

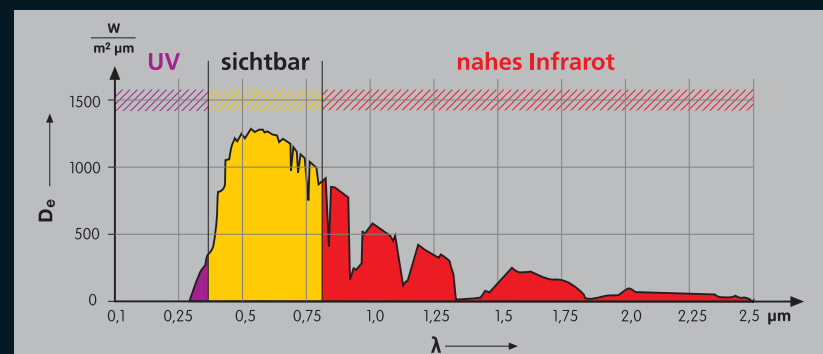
WÄRMESTRAHLUNG

WÄHREND DIE REFLEXION UND DAMIT DIE ABSORPTIONSRATE EINES WDV-SYSTEMS VOM GEWÄHLTEN FARBTON ABHÄNGEN, SPIELT DIESER BEI DER EMISSION (ALSO DER WÄRMEABSTRAHLUNG) KEINE ROLLE.

Dieser scheinbare Widerspruch zum Kirchhoffschen Strahlungsgesetz (Emission + Reflexion = 1) erklärt sich aus unterschiedlichen Wellenlängen, die abgestrahlt bzw. reflektiert werden.

Absorption und Reflexion:	sichtbarer Bereich	infraroter Bereich
Weiß (Carbon 1225 – HBW 85%)	$\epsilon \sim 15\%$	$\epsilon \sim 93\%$
(Carbon 4230 – HBW 6%)	$\epsilon \sim 94\%$	$\epsilon \sim 93\%$

D.h. würden wir Infrarot sehen und ausschließlich dieses Spektrum wahrnehmen, würden alle Putze, auch weiße Töne, dunkelgrau bis schwarz erscheinen.

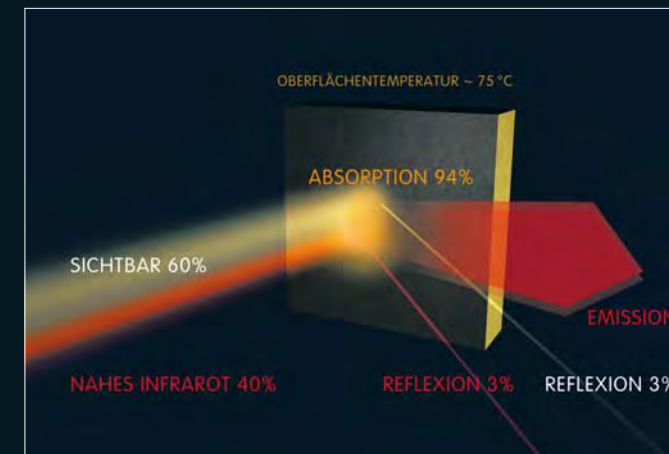


Die Sonneneinstrahlung erfolgt zu rund 60% im sichtbaren Bereich – der Rest in Wärmestrahlung. Der absorbierte Anteil des sichtbaren und des infraroten Bereichs wird, nach entsprechender Aufheizung, im infraroten Bereich bei einer Wellenlänge von $\sim 10\mu\text{m}$ emittiert.

ENERGETISCHE ABLÄUFE HINTER BEKANNTEN RESULTATEN



Reflexion an einer weißen Fassade



Reflexion an einer schwarzen Fassade

Reflexion, Absorption und Emission an einer weißen bzw. schwarzen Fassade.

Durch die Sonneneinstrahlung (Licht + nahes Infrarot) und die unterschiedliche Absorption des sichtbaren Bestands des Sonnenspektrums nimmt die schwarze Fassade erheblich mehr Energie auf. Der Emissionsgrad ϵ ist jedoch für beide Flächen identisch. An der dunklen Fassade stellt sich daher eine höhere Gleichgewichtstemperatur ein um die erhöhte Energiezufuhr abstrahlen zu können.

→ "Man sieht Farben, keine Wellenlängen"

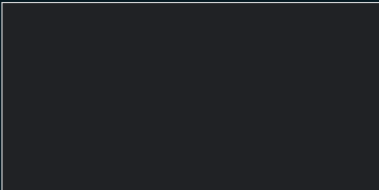
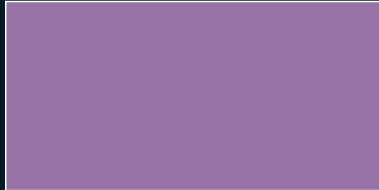
DIE DUNKLE SEITE DER FARBE

WIR SETZEN IHRER PHANTASIE KEINE GRENZEN!

DIE FARBBRILLANZ WIRD DURCH KONTRAST MIT DUNKLEN TÖNEN UNTERSTRICHEN. Kräftige Farbtöne übersteigen den normativen Grenzwert für den Hellbezugswert von 25 meist beträchtlich. Der Farbfächer der Carbon-Edition enthielt bereits vorausblickend auf Capatect DarkSide eine Vielzahl an dunklen - bisher technisch nicht ausführbaren Farbtönen.*

→ Schöpfen Sie also aus dem Vollen ...

Wenn Sie noch keinen Farbfächer der Carbon-Edition besitzen, können Sie diesen gerne auf www.capatect.at oder bei Ihrem Capatect-Berater gegen eine Schutzgebühr bestellen.

	GRAU	BRAUN	ROT	VIOLETT	BLAU
HBW 6	 Carbon 4330				
HBW ~ 10	 Carbon 4431	 Carbon 1350	 Carbon 1760	 Viola 100	 Carbon 2260
HBW ~ 20	 Carbon 4433	 Carbon 1300	 Carbon 1761	 Viola 105	 Saphir 100
HBW > 25	 Carbon 4435	 Carbon 1201	 Carbon 1762	 Viola 115	 Carbon 2361

* Farbtondarstellung kann im Druck herstellungsbedingt nicht genau realisiert werden – bitte Farbfächer der Carbon-Edition heranziehen.



WIR SIND BEREIT FÜR DUNKLE WEGE!



A-4320 Perg, Bahnhofstraße 32
Telefon +43 (0) 72 62 / 553 - 0
Telefax +43 (0) 72 62 / 553 - 2502
E-Mail: info@capatect.at
Internet: www.capatect.at

A-4320 Perg, Dirnbergerstr. 29 – 31
Telefon +43 (0) 72 62 / 560 - 0
Telefax +43 (0) 72 62 / 560 - 1500
E-Mail: office@synthesa.at
Internet: www.synthesa.at

GGG/KB1133m

A-1110 Wien, Sofie-Lazarsfeld-Str. 10
Telefon +43 (0) 1 / 20 146
Telefax +43 (0) 1 / 20 146 - 3504
E-Mail: wien@synthesa.at

A-3300 Amstetten, Clemens-Holzmeister-Str. 1
Telefon +43 (0) 74 72 / 64 4 24
Telefax +43 (0) 74 72 / 64 1 67
E-Mail: amstetten@synthesa.at

A-4053 Haid/Ansfielden, Betriebspark 2
Telefon +43 (0) 72 29 / 87 1 18
Telefax +43 (0) 72 29 / 87 1 18 - 5100
E-Mail: ansfielden@synthesa.at

A-5071 Salzburg-Wals, Viehhauser Straße 73
Telefon +43 (0) 662 / 85 30 59
Telefax +43 (0) 662 / 85 30 59 - 5511
E-Mail: salzburg@synthesa.at

A-6175 Kematen/lbk., Industriezone 11
Telefon +43 (0) 52 32 / 29 29
Telefax +43 (0) 52 32 / 29 30
E-Mail: kematen@synthesa.at

A-6830 Rankweil, Lehenweg 4
Telefon +43 (0) 55 22 / 44 6 77
Telefax +43 (0) 55 22 / 43 6 73
E-Mail: rankweil@synthesa.at

A-8101 Gratkorn, Eggenfelder Straße 5
Telefon +43 (0) 31 24 / 25 0 30
Telefax +43 (0) 31 24 / 25 0 30 - 7525
E-Mail: gratkorn@synthesa.at

A-9020 Klagenfurt, Hirschstraße 38
Telefon +43 (0) 463 / 36 6 33
Telefax +43 (0) 463 / 36 6 43
E-Mail: klagenfurt@synthesa.at