

Einfach clevere Baustoffe.

**quick-mix**

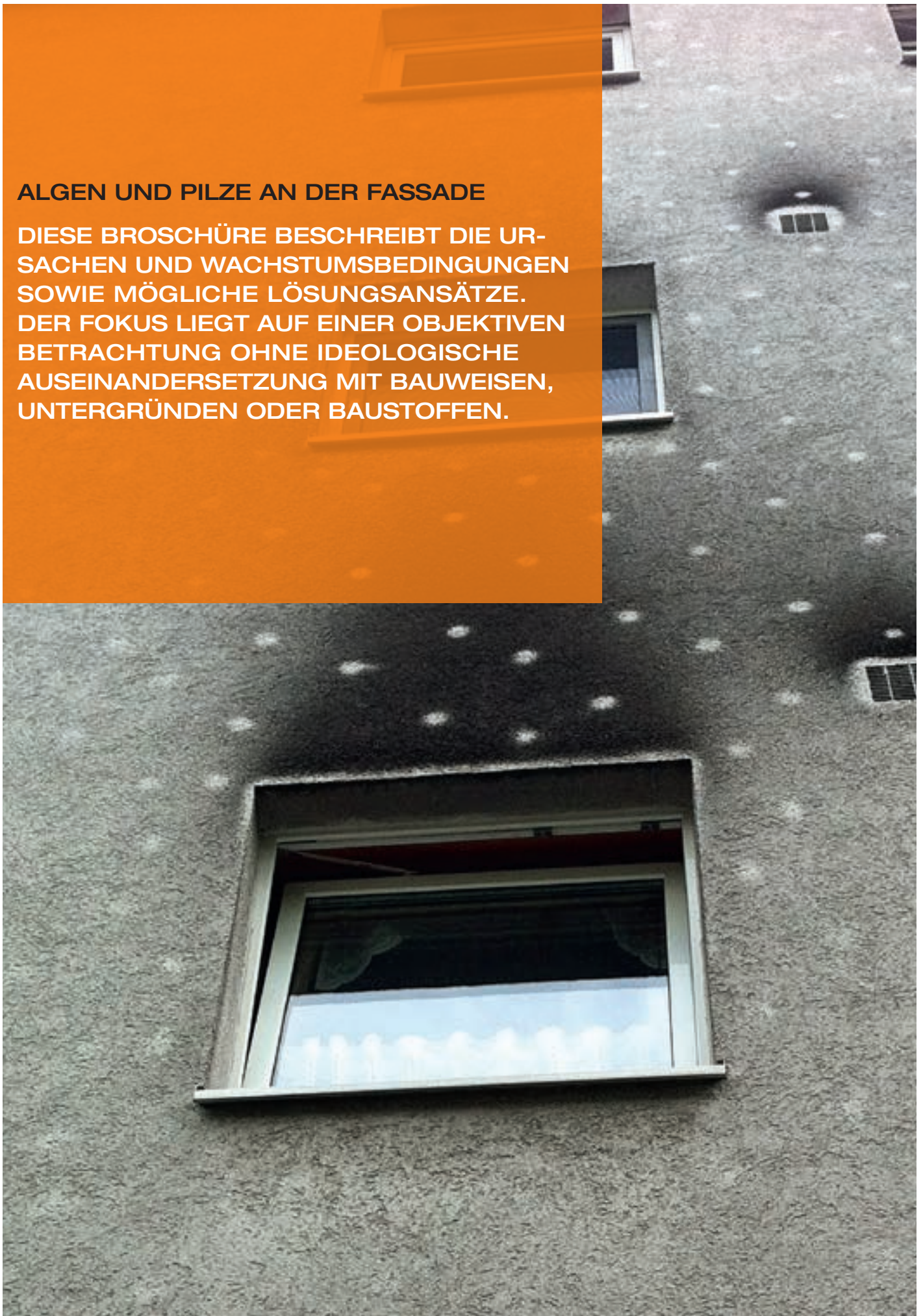


## ALGEN UND PILZE AN DER FASSADE HINTERGRÜNDE, URSACHEN UND LÖSUNGSANSÄTZE



## ALGEN UND PILZE AN DER FASSADE

DIESE BROSCHÜRE BESCHREIBT DIE URSACHEN UND WACHSTUMSBEDINGUNGEN SOWIE MÖGLICHE LÖSUNGSANSÄTZE. DER FOKUS LIEGT AUF EINER OBJEKTIVEN BETRACHTUNG OHNE IDEOLOGISCHE AUSEINANDERSETZUNG MIT BAUWEISEN, UNTERGRÜNDE ODER BAUSTOFFEN.



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Bewertungsmatrix</b> .....	<b>28</b>
1.1	Mikrobieller Befall: zunehmendes Problem oder verstärkte Wahrnehmung? .....	5	5.1	Systeme und ihre Wirksamkeit .....	29
1.2	Die Welt der Mikroorganismen .....	6	<b>6</b>	<b>Rechtliche Aspekte</b> .....	<b>30</b>
1.3	Wachstumsbedingungen .....	7	6.1	Einleitung .....	30
1.4	Multikausale Einflussfaktoren .....	8	6.2	Grundlagen des werkvertraglichen Mangelbegriffs .....	30
<b>2</b>	<b>Ursachen</b> .....	<b>10</b>	6.2.1	Vorrang der vertraglichen Vereinbarung .....	30
2.1	Klimatische und Umweltaspekte .....	11	6.2.2	Folgen eines Mangels .....	31
2.2	Primär- und Sekundärbefall .....	13	6.3	Bewertung von Algen und Pilzen im Rahmen der Gewährleistung .....	32
2.3	Gesetzliche, rechtliche und normative Vorgaben .....	14	6.3.1	Problemdarstellung .....	32
2.4	Bautechnische Einflüsse .....	15	6.3.2	Stand der Rechtsprechung .....	32
2.5	Materialspezifische Einflüsse .....	16	6.3.3	Stellungnahme, Bewertung der Rechtsprechung .....	33
2.6	Individuelle Einflüsse .....	17	6.4	Hinweis- und Aufklärungspflicht .....	33
<b>3</b>	<b>Schadenspotenzial</b> .....	<b>18</b>	6.5	Fazit, Ergebnis .....	33
3.1	Auswirkungen auf die Bausubstanz .....	19	<b>7</b>	<b>Das HYDROCON®-System</b> .....	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>Lösungsansätze</b> .....	<b>20</b>	7.1	Grundlagen .....	35
4.1	Präventive Maßnahmen .....	20	7.2	Wirkprinzip – Beschreibung der Oberflächentechnologie .....	36
4.2	Universeller oder individueller Ansatz .....	22	7.3	Das Zeichen für die Umwelt .....	39
4.3	Zugabe von bioziden Wirkstoffen .....	23			
4.4	Biozidfreie Alternativen .....	24			
4.5	Sonstige Theorien .....	26			

# EINLEITUNG



## 1.1 MIKROBIELLER BEFALL: ZUNEHMENDES PROBLEM ODER VERSTÄRKTE WAHRNEHMUNG?

Algen und Pilze an Fassaden sind ein zunehmendes Problem. Während man früher nur selten vor allem Algen auf Wärmedämm-Verbundsystemen angetroffen hat, umfasst der mikrobielle Befall heute sowohl Algen und Pilze, zunehmend auch Bakterien und immer öfter auch Flechten. Längst sind nicht mehr nur Wärmedämm-Verbundsysteme und hoch wärmegeämmte Mauerwerke betroffen, sondern selbst nicht sanierte Altbauten – und dies über alle Baustoffarten und Oberflächen hinweg.

Algen und Pilze auf Untergründen und Baustoffen sowie speziell auf Fassaden sind kein Problem nur der Gegenwart. Die Literaturrecherche zeigt, dass man sich bereits in den 1980er Jahren mit dem zunehmenden Problem des mikrobiellen Befalls auseinandergesetzt und nach Ursachen und Lösungen gesucht hat. Bis weit in die 1990er Jahre war es übliche Praxis, dass man Fassadenfarben und pastöse Fassadenputze optional mit einem algiziden und fungiziden Zusatz ausgestattet hat. Dies musste dann bei der Bestellung angegeben werden und der Zusatz wurde der Produktionscharge zugegeben. Mitte der 1990er Jahre tauchte dann die erste Gewährleistung über fünf Jahre gegen Algen und Pilze auf. Und wieder einige Jahre später war es sogar Branchenstandard, dass alle im Eimer gelieferten Fassadenbeschichtungen bereits werkseitig neben der Topfkonservierung auch eine Filmkonservierung (biozider Filmschutz) besaßen.

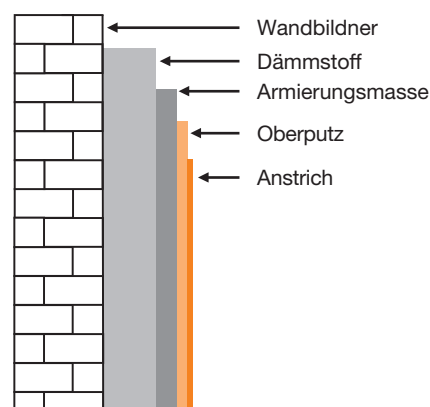
Dies war dann auch der Zeitpunkt, ab dem zwischen Qualitäten für den Innen- und Außenbereich unterschieden werden

musste. Die ökologische Formulierung der Putze und Farben klappte immer weiter auseinander. Während man bei Innenputzen und -farben zunehmend auf lösemittel- und emissionsfreie Formulierungen setzte und das Thema Wohngesundheit und nachhaltige Innenraumgestaltung in immer neue Dimensionen vorstieß, stieg die zusätzliche Ausrüstung bei Fassadenputzen und -farben. Dies hat natürlich Ursachen, auf die nachfolgend noch eingegangen wird. Denn die Erwartung an eine moderne Fassadenbeschichtung besteht heute eben nicht mehr nur darin, dass das Bauwerk vor Witterungseinflüssen geschützt wird. Fassadenputze und -farben müssen heute eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen, die sich nicht immer vereinbaren lassen.

Deshalb müssen bei der Planung und Ausführung von Fassadenbeschichtungen nicht selten Kompromisse zwischen den technischen, ökonomischen und ökologischen Anforderungen gefunden werden. Eine schwierige Aufgabe, die durch das Thema Algen und Pilze auf Fassaden an Komplexität zunimmt. Die vorliegende Broschüre soll dazu beitragen, objektive Hintergründe und Fakten zu liefern, komplexe Zusammenhänge darzustellen und Lösungsansätze aufzuzeigen, damit eine auf das Objekt zugeschnittene Lösung gewählt werden kann. Hierbei ist es wichtig zu erkennen, dass ein Kompromiss nicht zwangsläufig die zweitbeste Wahl sein muss, sondern oftmals die Lösung zwischen Kundenwunsch und Machbarkeit darstellt.

### EINFLUSSFAKTOREN FÜR DIE FASSADENOBERFLÄCHE:

- Preis
- Verarbeitung
- Zeitdruck bei der Erstellung
- Gewährleistung
- rechtliche Aspekte
- normative Vorgaben
- Umweltschutz
- Renovierungszyklen
- Farbtonvielfalt und -beständigkeit
- Untergrund- und Systemverträglichkeit
- Rissbildung
- Witterungsbeständigkeit
- Ausblühungen
- Fleckenbildung
- Verschmutzung
- Algen und Pilze



## 1.2 DIE WELT DER MIKROORGANISMEN



Während man früher auf hoch wärmedämmten Fassaden, vor allem auf Wärmedämm-Verbundsystemen, in erster Linie Algen antraf, sind es seit einigen Jahren zunehmend Pilze, die auf Fassaden nachgewiesen werden. Hinzu kommen in jüngster Zeit auch Bakterienarten. Immer öfter werden sogenannte Mischexpositionen festgestellt. Es ist nachgewiesen, dass mikrobieller Befall sowohl qualitativ als auch quantitativ zunimmt. Es sind verschiedene Arten und Spezies, die oftmals unterschiedli-

che Wachstumsbedingungen brauchen und unterschiedlich bekämpft werden müssen.

Algen, Pilze oder Bakterien sind nur Oberbegriffe für eine jeweils sehr heterogene Gruppe, die sich in den Biotopen zum Teil erheblich unterscheidet. Hinzu kommt, dass nicht selten unterschiedliche Mikroorganismen an der Fassade eine Symbiose eingehen. Dies macht eine Erkennung ohne mikrobielle Untersuchung fast unmöglich. Während früher

ein grünlicher Belag den Algen und eine gräulich-schwärzliche Verfärbung den Pilzen zugeordnet wurde, weiß man heute, dass die Erscheinungsbilder der verschiedenen Arten nicht mehr so eindeutig voneinander abgegrenzt werden können. Zumal nicht jede Vergrauung der Fassade automatisch einen mikrobiellen Befall darstellen muss. Immer öfter kann man feststellen, dass neben den Mikroorganismen auch anorganische Schmutzpartikel das Erscheinungsbild von Fassaden beeinflussen. Durch die sogenannten Biofilme, deren Existenz an der Fassade erst seit einigen Jahren bekannt ist, wird das Problem komplex und die Grenzen der Zuordnung fließend.

Relativ sicher gilt, dass Algen eher „Abläufer“ an der Fassade verursachen, während sich Pilze mehr durch kleine Punkte über die Fläche verteilt zeigen. Außerdem gilt heute als Regel, dass Algen eher auf organisch gebundenen Putzen und Dispersionsfarben angetroffen werden, da diese meist hoch hydrophob sind und somit mehr Wasser auf der Oberfläche verfügbar ist (Wasserfilm), während mineralische Putze eher durch Pilze befallen werden. Ursächlich ist die Tatsache, dass mineralische Putze mehr Wasser im Putzaufbau speichern, was wiederum das Wachstum des Myzels bei Pilzen begünstigt.



*Algen und Pilze sind ein allgegenwärtiges Problem*

### 1.3 WACHSTUMSBEDINGUNGEN

Für das Wachstum von Algen und Pilzen ist Feuchtigkeit der alles entscheidende Faktor. Ob in Form direkter Durchfeuchtung durch Regen oder Spritzwasser, durch Tauwasser infolge von Kondensation oder durch hygroskopische Feuchte: Wenn ausreichend Feuchtigkeit im Untergrund vorhanden ist, braucht es relativ wenig weitere Faktoren, damit sich Algen und Pilze ausbreiten können. Der sogenannte  $a_w$ -Wert der meisten Mikroorganismen an der Fassade liegt bei 0,7 bis max. 1,0. Dies bedeutet, dass die relative Luftfeuchte unmittelbar über dem Bauteil bei 70 bis 100 % liegt. Ein Wert, der gerade bei hoch wärmegeprägten Fassaden (ob nun aus Wärmedämm-Verbundsystemen oder verputztem Mauerwerk aus Porenbeton oder Leichthochlochziegeln) an der Nord- und Nordost-Ausrichtung in den späten Nacht- bis frühen Morgenstunden nicht selten erreicht wird.

Der Faktor Temperatur kann vernachlässigt werden, da die meisten Mikroorganismen an der Fassade einen Wachstumsbereich von  $-10$  bis max.  $+70$  °C aufweisen. Auch dieses Temperaturspektrum ist über das Jahr gesehen an den meisten Fassaden als Standard anzusehen. Dennoch spielt der konstante Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur um  $0,3$  °C in den letzten 30 Jahren dem Wachstum der Mikroorganismen zusätzlich in die Karten. Die milden Winter und die viel zu feuchten Sommermonate sind für das Wachstum an der Fassade optimal.

Ähnlich verhält es sich mit dem pH-Wert. Auch wenn die meisten Algen und Pilze ein ideales Umfeld bei einem pH-Wert von 7 bis 8 vorfinden, liegt das pH-Spektrum über alle Arten und Spezies betrachtet bei 2 bis 12. Daher weisen in Ausnahmefällen auch hochalkalische Oberflächen (z. B. bei Kalkputzen oder Silikatfarben) nach relativ kurzer Zeit manchmal einen leichten mikrobiellen Befall auf. Hinzu kommt, dass einige Pilze und Bakterien in der Lage sind, Stoffwechselprodukte auszuscheiden, mit denen sie den pH-Wert ihrer Umgebung absenken – und sich somit selbst den für sie erträglichen Lebensraum schaffen. Bei Nährstoffen sind Algen und vor allem Pilze und Bakterien sehr anspruchslos. Selbst kleinste Verschmutzungen, Staubpartikel und Aerosole reichen in der Regel schon aus, um die Mikroorganismen zu versorgen. Nährstoffe sind somit immer vorhanden.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Algen und Pilzen besteht beim Faktor Licht. Pilze und Bakterien kommen ohne Licht (und in der Regel auch ohne Sauerstoff) aus. Algen brauchen für die Photosynthese Licht und werden daher auch nur an der Fassadenoberfläche angetroffen. Pilze und Bakterien dringen jedoch auch in den Untergrund ein und können in Bauteilzwischenräumen überleben. Bei Algen handelt es sich deshalb nur um einen oberflächlichen Belag, während Pilze ein Myzel ausbilden und in den Untergrund eindringen. Diese Erkenntnis ist für die Beseitigung und Sanierung wichtig.

#### WESENTLICHE UNTERSCHIEDE IN DEN WACHSTUMSBEDINGUNGEN ZWISCHEN ALGEN UND PILZEN

	Algen	Pilze
Temperatur	Temperaturbereich von ca. $-7$ °C bis ca. $+70$ °C Optimum bei ca. $+20$ °C, je nach Art verschieden	Breiter Temperaturbereich von ca. $0$ °C bis ca. $+50$ °C, Optimum bei ca. $+20$ °C bis $+35$ °C, je nach Art verschieden
Feuchtigkeit/Wassergehalt des Substrats	Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert) ca. 0,70 bis 1,00, z. T. auch bis 0,60	Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert) ca. 0,70 bis 1,00, Optimum bei ca 0,80 bis 0,98, je nach Art verschieden
pH-Wert	5 bis etwa 10; Optimum bei 7 bis 8, je nach Art verschieden	2 bis 12; je nach Art verschieden
Nährstoffe	CO <sub>2</sub> als Kohlenstoff-Quelle, Salze und Spurenelemente (Nitrat und Phosphat), Aerosole	CO <sub>2</sub> als Kohlenstoff-Quelle, Stickstoffquellen (org. und anorg.), Salze und Spurenelemente
Licht	Erforderlich zur Photosynthese	Nicht erforderlich

Diese relativ einfachen Wachstumsbedingungen sind der Grund dafür, warum Algen und Pilze ubiquitär vorkommen, also überall. Sie wachsen nicht nur auf hoch wärmegeprägten Fassaden, sondern auch auf nicht sanierten Altbauten. Sie kommen aber auch auf Beton, Dachziegeln, Naturstein, Holz, Glas, Metall, Kunststoffen und anderen Untergründen vor. Ein Spaziergang mit

offenen Augen durch die Stadt lässt schnell erkennen, dass Algen und Pilze ein allgegenwärtiges Problem auf allen Untergründen darstellen, was jedoch nicht zu einer ideologischen Auseinandersetzung mit Bauweisen und/oder Baustoffen führen sollte. Wenn die Voraussetzungen vorliegen – und hier primär Feuchtigkeit –, ist ein mikrobielles Wachstum in der Regel nicht zu verhindern.

## 1.4 MULTIKAUSALE EINFLUSSFAKTOREN



- |  |                          |                           |   |
|--|--------------------------|---------------------------|---|
| <b>1</b> Niederschläge/<br>Witterungseinflüsse | <b>4</b> Bewuchs         | <b>7</b> Verschmutzung    | <b>10</b> Wärmebrücken                        |
| <b>2</b> geografische Lage                     | <b>5</b> Verschattung    | <b>8</b> Sockelausbildung | <b>11</b> Anschlüsse und<br>Regenentwässerung |
| <b>3</b> Luftverschmutzung                     | <b>6</b> Himmelsrichtung | <b>9</b> Dachüberstand    | <b>12</b> Beschaffenheit der<br>Oberfläche    |





**13** gesetzliche und rechtliche Restriktionen

**14** normative Vorgaben

**15** Klimaveränderungen

**16** Nutzerverhalten

**17** mangelhafte Sanierung

Auch wenn Algen und Pilze grundsätzlich überall auftreten können, gibt es Gründe, weshalb einige Fassaden relativ schnell mikrobiell befallen werden, während andere erst nach vielen Jahren Algen und Pilze aufweisen oder sogar komplett sauber bleiben. Ausschlaggebend sind:

- die klimatischen Bedingungen in der Region, in der das Gebäude steht,
- das unmittelbare Umfeld des Gebäudes sowie
- das objektspezifische Mikroklima der Fassade.

Zu den klimatischen Bedingungen zählen die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge, die geografische Lage (wie z. B. Nebelgebiet, Höhenlage, Stadt oder ländliche Region) oder auch die Luftbelastung. In ländlichen Gebieten ist aufgrund der höheren mikrobiellen Luftverschmutzung die Gefahr eines Bewuchses deutlich größer als in den Städten.

Zum unmittelbaren Umfeld des Gebäudes zählen vor allem die individuelle Belastung durch Bewuchs (Bäume, Sträucher) sowie seinen Abstand zum Gebäude, Verschattung der Fassade (durch Bewuchs oder Nachbargebäude), die geografische Ausrichtung des Gebäudes sowie mögliche Verschmutzung (durch benachbarte Felder, Biokompostanlagen, stark befahrene Straßen).

Den größten Einfluss auf das mikrobielle Wachstum hat allerdings das objektspezifische Mikroklima der Fassade. Hier spielen baukonstruktive und ausführungsrelevante Aspekte wie eine mangelhafte Sockelausbildung, zu geringe Standzeiten, fehlender Dachüberstand, Tauwasseranfall an Wärmebrücken, mangelhafte Anschlüsse und Regenwasserführung und dgl. eine gewichtige Rolle. Aber auch die individuelle Ausführung der Fassadenbeschichtung hat wesentlichen Einfluss auf das Mikroklima. So spielt der Wasserhaushalt der Oberfläche eine große Rolle, also das Verhältnis von Wasseraufnahme und -abgabe sowie das Speichervermögen. Weitere Aspekte sind ein ausgeglichenes Verhältnis von Wasserabweisung (von außen) und Wasserdampfdiffusion (von innen), um die Baukonstruktion vor Feuchtigkeit zu schützen. Der Wandaufbau muss so beschaffen sein, dass Kondensation und Tauwasserbildung vermieden werden oder das Auftreten keinen Schaden verursacht.

Die Grafik (links) gibt einen Überblick über die vielfältigen Einflussfaktoren, die zu mikrobiellem Befall führen können. Ebenfalls einen nicht unerheblichen Einfluss haben auch gesetzliche und rechtliche Restriktionen sowie normative Vorgaben, die einzuhalten sind, wodurch im Ergebnis das mikrobielle Wachstum begünstigt werden kann. Alle diese Einflussfaktoren werden im nächsten Kapitel beschrieben.

# 2

## URSACHEN

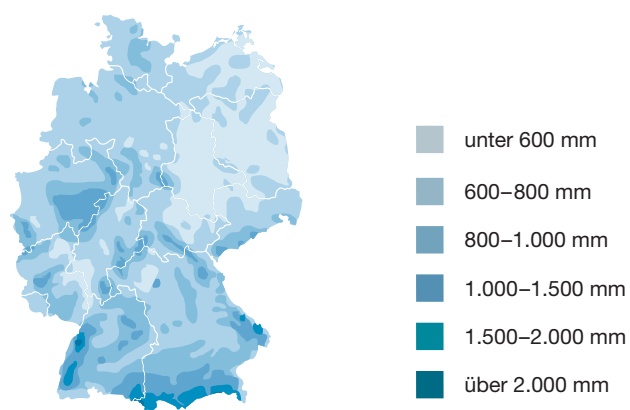


## 2.1 KLIMATISCHE UND UMWELTASPEKTE

Für das Wachstum von Algen und Pilzen gibt es nicht die eine Ursache, sondern einen multikausalen Zusammenhang. Die möglichen Ursachen werden in sechs Kategorien unterteilt. Wichtige Einflüsse sind zunächst einmal die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge sowie die sehr milden Winter und sehr feuchten Sommer der vergangenen Jahre, was ideale Voraussetzungen für das Wachstum von Algen und Pilzen sind. Die beiden Deutschlandkarten zeigen die regionalen Unterschiede in Bezug auf die jährlichen Niederschlags-

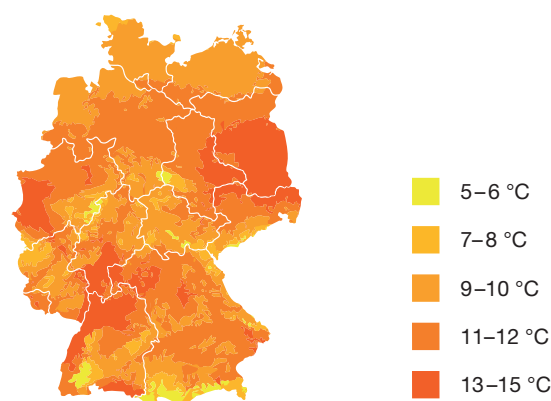
mengen (links) und die Durchschnittstemperaturen (rechts). Man erkennt deutlich, dass in der Region um Baden-Baden bis Lörrach sowie entlang der Alpen einerseits die meisten Niederschläge fallen, dagegen in derselben Region in Baden-Württemberg deutlich höhere Temperaturen gemessen werden als an den Alpen in Bayern. Dies ist einer der Gründe, weshalb die Region um Baden-Baden bis Lörrach schon immer besonders stark von Algen und Pilzen an Fassaden betroffen war.

### Durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge



*Schlagregenkarte. Je nach geografischer Lage und Exposition des Gebäudes variiert die durchschnittliche Niederschlagsmenge. Regionen mit einer hohen Regenbelastung sind stärker von Algen und Pilzen betroffen.*

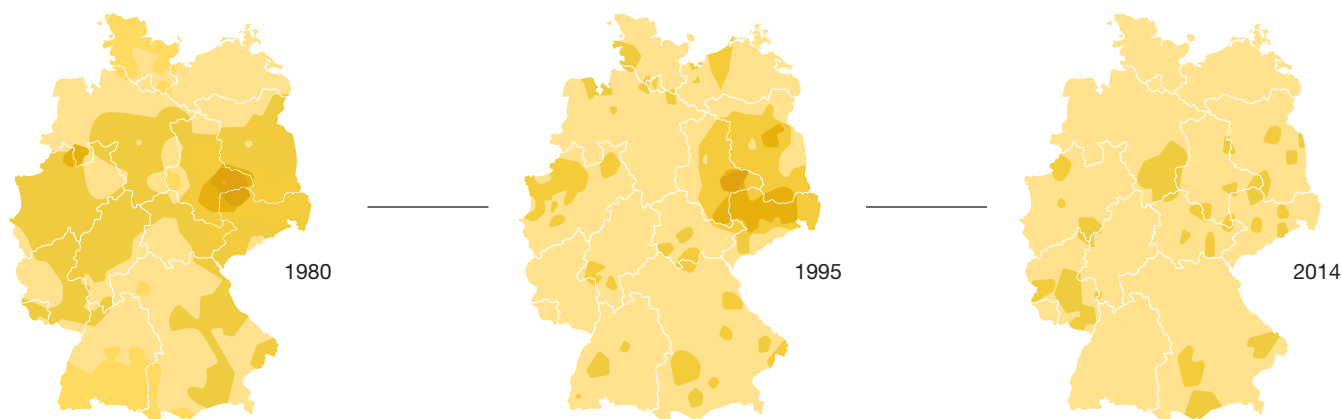
### Durchschnittliche Temperaturverteilung



*Temperaturkarte. Je nach geografischer Lage und Zahl der Sonnenstunden variiert die durchschnittliche Jahrestemperatur. Warme Temperaturen sind für mikrobiellen Befall ideal.*

Die Umweltbedingungen sind das nächste Problem: Während Algen vor allem Salze und Spurenelemente aus Nitrat- und Phosphorverbindungen bevorzugen, sind es bei Pilzen vor allem die aus den Stickstoffverbindungen. Außerdem benötigen beide Mikroorganismen Kohlendioxid aus der Luft zum Wachstum. Da der Kohlendioxidgehalt der Außenluft von Jahr zu Jahr steigt, ist

besonders fatal, dass gleichzeitig der Gehalt an Schwefeldioxid sinkt. Denn Schwefelsäure hemmt das Wachstum von Algen und Pilzen. Allein diese gegensätzliche Entwicklung ist ein wesentlicher Grund dafür, dass in den letzten knapp 30 Jahren das Problem durch Mikroorganismen an Fassaden deutlich zugenommen hat.



*Der Schwefeldioxidgehalt in der Außenluft sinkt von Jahr zu Jahr. Damit verschwindet ein mächtiger Gegenspieler der Mikroorganismen.*

Neben diesen Einflüssen durch Schadstoffe in der Außenluft kommen noch saisonale Unterschiede bei den Mikroorganismen dazu. Durch die immer stärkere Begrenzung von Bioziden in der Landwirtschaft kommt es zwangsläufig zu einer höheren Sporenkonzentration in den Sommer- und Herbstmonaten. Nicht ohne Grund wird in der zweiten Jahreshälfte vor allem Cladosporium an Fassaden nachgewiesen, der sogenannte Getreidepilz. Dieser macht ca. drei Viertel der gesamten Sporenkonzentration der

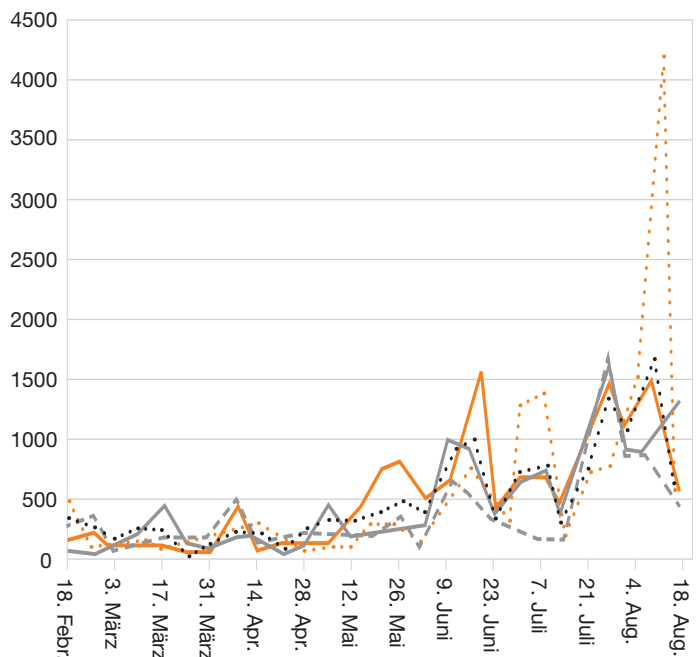
Außenluft in den Monaten Juni bis Oktober aus, während er in den Wintermonaten komplett vernachlässigt werden kann. Auch andere Pilze haben vor allem in den Sommermonaten Hochkonzentration. Die nachfolgende Tabelle zeigt am Beispiel einiger Pilze die Unterschiede und verdeutlicht, dass es neben ganzjährigen Pilzarten auch nur temporär auftretende Arten gibt. Dies ist für die Bestimmung von Mikroorganismen an der Fassade eine wichtige Erkenntnis.

Name	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Alternaria												
Aspergillus												
Botrytis												
Chaetomium												
Cladosporium												
Fusarium												
Mucor												
Penicillium												
Aureobasidium												
Rhizopus												
Ustilago												

Misst man die sogenannten koloniebildenden Einheiten (KBE) pro m<sup>3</sup> Luft in verschiedenen Regionen und über das Jahr verteilt, zeigt sich, dass die Belastung durch Mikroorganismen in ländlichen Regionen höher ist als in den Städten. Dies hat zum einen mit der höheren Sporenbelastung aufgrund der Landwirtschaft in den ländlichen Regionen und zum anderen mit der höheren Umweltbelastung durch industrielle und verkehrsbedingte Abgase in den Städten zu tun.

Und zu allem Überfluss haben einige Algen, Pilze und vor allem Bakterien in den letzten Jahren auch noch Resistenzen gegen herkömmliche Biozide entwickelt. Die Hersteller von bioziden Wirkstoffen sprechen daher immer öfter von Wirkstofflücken gegenüber den bekannten Mikroorganismen. Durch neue Arten und Spezies verschärft sich dieses Problem zunehmend. Zumal der Gesetzgeber den Einsatz biozider Wirkstoffe immer mehr reglementiert und auf ein notwendiges Minimum reduziert. Der zunehmenden Exposition durch Mikroorganismen stehen immer weniger Möglichkeiten der Bekämpfung gegenüber. Daher ist abzusehen, dass sich das Problem durch Algen und Pilze künftig verschärfen wird. Hinzu kommt, dass Mikroorganismen auch untereinander im Wettbewerb um Nährstoffe stehen. Werden einzelne Spezies bekämpft, erhöht sich für andere das Nährstoffangebot.

**UNTERSCHIEDLICHES AUFKOMMEN VON KBE/M<sup>3</sup> LUFT am Beispiel einiger Regionen in Baden-Württemberg**



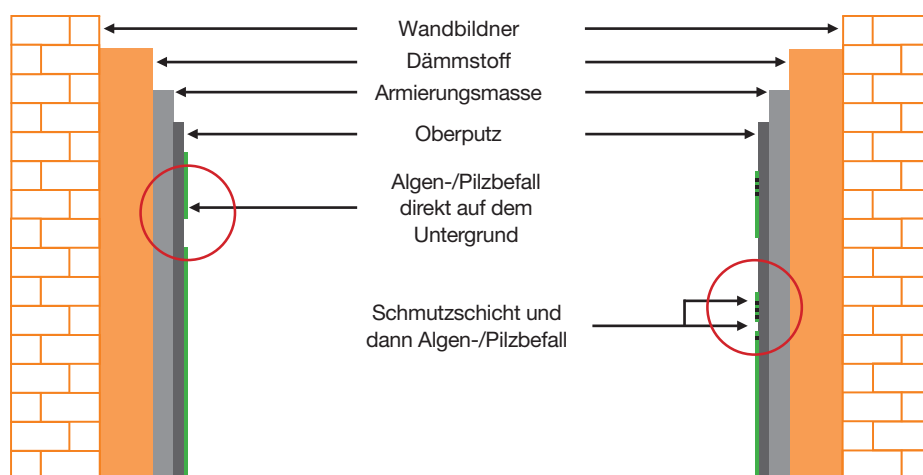


## 2.2 PRIMÄR- UND SEKUNDÄRBEFALL

Bei mikrobiellem Befall wird zwischen dem sogenannten Primär- und Sekundärbefall unterschieden. Beim Primärbefall werden die Untergründe direkt von Algen oder Pilzen befallen. Es liegen also ideale Wachstumsvoraussetzungen vor, sodass die Mikroorganismen direkt auf dem Untergrund wachsen können. Dagegen spricht man von einem Sekundärbefall, wenn andere Faktoren ein Wachstum begünstigen oder erst ermöglichen. Dies liegt vor, wenn eigentlich resistente Oberflächen dennoch befallen werden, da z. B. durch Verschmutzung die Nährstoffe zur Verfügung gestellt werden. Häufig sind diese Verschmutzungen eine Folge von sogenannten Biofilmen. Hierbei handelt es sich um einen hauchdünnen, transparenten und leicht klebrigen Überzug, den einige Mikroorganismen absondern, um ihren Lebensraum (Untergrund, Umgebung) zu schützen. Zum einen gegen

Austrocknung, da diese Biofilme den Untergrund feucht halten und Schutz gegen Sonne und Wind bieten, zum anderen bleiben Schmutzpartikel und Aerosole an der klebrigen Oberfläche haften, was wiederum als Nahrungsquelle dient. Besonders problematisch

ist, dass diese nicht oder kaum sichtbaren Biofilme ursächlich dafür sind, dass biozide Wirkstoffe nicht in den Untergrund eindringen können, sodass eine biozide Behandlung des Untergrundes meist wirkungslos bleibt.



## 2.3 GESETZLICHE, RECHTLICHE UND NORMATIVE VORGABEN

Für Bauherren, Planer und Architekten, Fachhandwerk, Produkt-hersteller und Baustofffachhandel gilt gleichermaßen, dass sich die Planung und Ausführung einer Fassade in einem rechtlich geregelten Rahmen bewegt. So gelten verschiedene Rechte und Gesetze (z. B. Werkvertragsrecht, Kaufvertragsrecht, Landesbauordnung), DIN- und europäische Normen und Regelwerke (z. B. die EnEV sowie diverse Material- und Ausführungsnormen oder Zulassungen, die Biozid- oder die Bauprodukteverordnung). Grundsätzlich gilt, dass diese einzuhalten sind – auch dann, wenn dadurch der mikrobielle

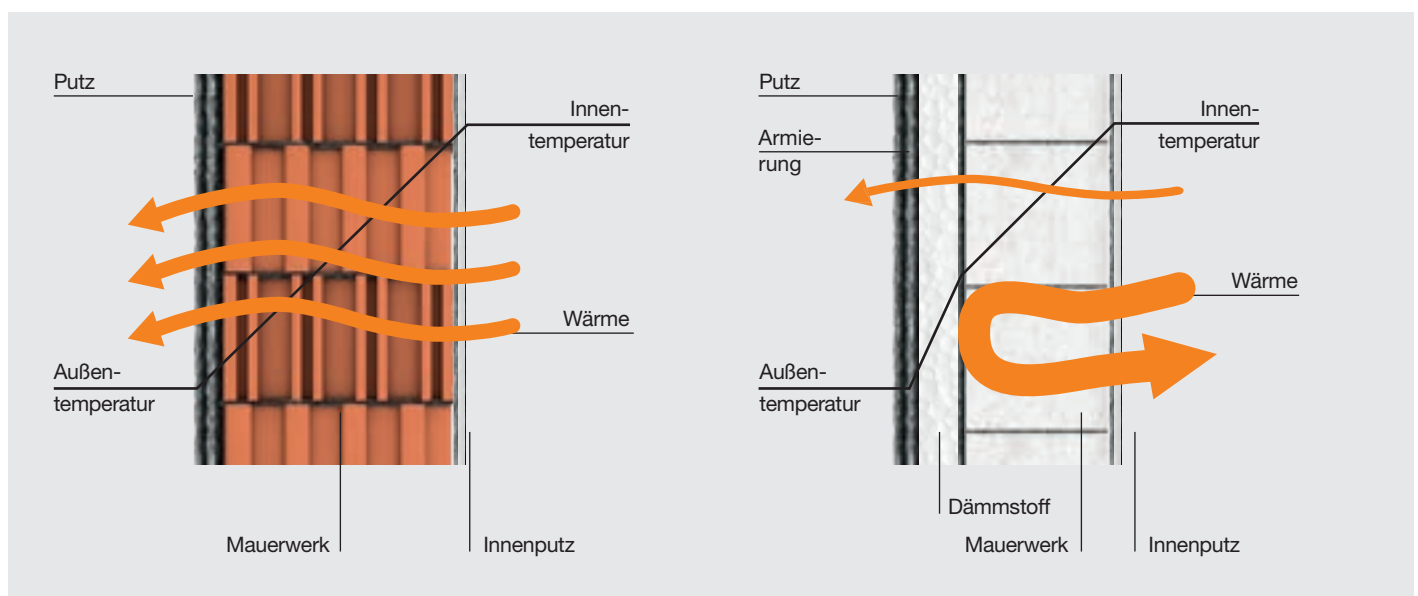
Befall begünstigt werden kann. Daher gilt für alle Beteiligten eine besondere Beratungs- und Hinweispflicht über Ursache und Wirkung sowie in Auswahl der Möglichkeiten ein Abwägen zwischen dem technisch Machbaren und Sinnvollen und dem rechtlich Vereinbarten. Schließlich ist ein Werk frei von Sachmängeln, wenn es die vereinbarte Beschaffenheit hat. Es kommt also in erster Linie auf die vertraglichen Vereinbarungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer an. Auf die rechtlichen Ausführungen in Kapitel 6 wird ausdrücklich verwiesen.



## 2.4 BAUTECHNISCHE EINFLÜSSE

Die genannten äußeren Faktoren, denen Gebäude zwangsläufig ausgesetzt sind, lassen sich kaum beeinflussen. Hinzu kommen bautechnische Besonderheiten, die das Wachstum von Algen und Pilzen begünstigen und durchaus in Planung und Ausführung beeinflusst werden können. Hier muss an erster Stelle der konstruktive Feuchteschutz genannt werden, da moderne Architektur kaum noch Dachüberstände kennt. Infolgedessen wird über Regen viel Wasser an die Fassade geführt. Aber auch die richtige Gefälleausbildung im Sockelbereich oder an anderen, an das Gebäude angrenzenden Horizontalflächen, wie z. B. Balkone und Terrassen, ist elementar, um Wasser von der Fassade fernzuhalten. Zum konstruktiven Feuchteschutz zählt weiterhin auch die sachgerechte Wasserableitung über Fensterbänke, Tropfkanten, an Verblechungen, Attiken und dgl. Die Ausführungs- und Detailplanung spielt also eine nicht unerhebliche Rolle bei der Vermeidung von mikrobiellem Befall an Fassaden.

Einen elementaren Einfluss auf das Mikroklima von Fassaden nehmen die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV). Durch hoch wärmegeämmte Baukonstruktionen kommt es zu einer kompletten Veränderung der hygrothermischen Verhältnisse auf Fassadenoberflächen. Das Mikroklima der Oberfläche, z. B. auf einem Wärmedämm-Verbundsystem, ist ideal für das Wachstum von Algen und Pilzen, da infolge der Entkopplung und Wärmedämmung der Baukonstruktion keine Wärme mehr von innen nach außen entweichen kann, sodass kalte Oberflächen auf der Fassade entstehen. Sinkt die Temperatur der Putzoberfläche unter die der Außenluft, kommt es zur Oberflächenkondensation, die zu Tauwasserausfall führen kann. Besonders häufig beobachtet man dies in den späten Nacht- bis frühen Morgenstunden an der Nord- und Nordost-Fassade des Gebäudes. Während die Oberfläche an Ost- über Süd- bis zur Westfassade aufgrund der Erwärmung durch die Sonne tagsüber abtrocknen kann, bleiben die Nord- und die Nordost-Fassade kühl und sind somit für mikrobiellen Befall besonders anfällig.



Durch die kontinuierliche Zunahme der Dämmstoffdicken in den letzten Jahrzehnten hat sich dieser Effekt eher noch verstärkt. Kondensation und Tauwasserbildung werden aber nicht nur durch hohe Dämmstoffdicken verursacht, sondern

auch durch Wärmebrücken sowie durch das Austreten von feuchter Luft an Lüftungsklappen oder Fensterstürzen (z. B. durch falsche Lüftung, Kippstellung der Fenster).

## 2.5 MATERIALSPEZIFISCHE EINFLÜSSE

Algen und Pilze treten auf der Fassadenoberfläche auf. Daher ist naheliegend, dass die Schlussbeschichtung einen wesentlichen Einfluss auf den mikrobiellen Befall hat. Fassadenputze und -farben haben sehr unterschiedliche Eigenschaften, die das Wachstum von Algen und Pilzen fördern oder hemmen können. Eine der wichtigsten Eigenschaften ist der oberflächennahe Feuchtehaushalt, der über ein ausgewogenes Verhältnis von Feuchtaufnahme und -abgabe definiert wird. Seit Jahren streiten Experten darüber, ob die Oberfläche hydrophobe oder hydrophile Eigenschaften haben soll. Beide Ansätze verfolgen das Ziel, die Feuchtigkeit von der Oberfläche über einen längeren Zeitraum fernzuhalten.

Rohstoffe an. Auch die Farbtonhelligkeit, ausgedrückt durch den Hellbezugswert, beeinflusst die Erwärmung der Fassadenfläche und damit das mikrobielle Wachstum. Im Farbton dunklere Fassadenbeschichtungen mit einem niedrigen Hellbezugswert absorbieren mehr Energie des sichtbaren Lichts, erwärmen die Oberfläche stärker und beschleunigen so die Trocknung der Fassade. Über die Sonnenstrahlung wird neben dem sichtbaren Licht auch die unsichtbare IR-Strahlung aufgenommen, die einen weiteren wesentlichen Beitrag zur Erwärmung der Fassadenoberfläche leistet. Die Intensität ist jedoch unabhängig von der Oberflächenhelligkeit. Die Erwärmung wird somit nicht allein vom Farbton bestimmt.



Weiteren Einfluss haben die Art des Bindemittels, Additive, die Porosität und Schichtdicke sowie der pH-Wert der Schlussbeschichtung. Auch die Verschmutzungsanfälligkeit spielt eine wesentliche Rolle, da z. B. elastische Farben im Rahmen der Rissanerung stärker verschmutzen, wohingegen z. B. dickschichtige Edelkratzputze aufgrund ihrer Kreidung weniger Verschmutzungsneigung aufweisen. Für farbige mineralische Edelputze gilt seit vielen Jahren, dass diese mit einem ein- oder zweimaligen Anstrich versehen werden. Anfangs wurden hierfür hochwertige Silikonharzfarben oder Dispersions-Silikatfarben verwendet. Seit einigen Jahren ist aber zunehmend zu beobachten, dass „billige Egalisationsfarben“ verwendet werden, die zusätzlich stark verdünnt und im Regelfall auch nur einmal gestrichen werden.

Neben den Nährstoffen von außen bieten die Additive der meisten Putze und Farben ebenfalls eine hervorragende Quelle. Verdickungsmittel, Tenside oder Entschäumer sind biologisch verwertbar. Daher fängt der Schutz gegen Algen und Pilze bereits bei der sorgfältigen Auswahl mikrobiell resistenter

Heute gilt als gesichert, dass alle Schlussbeschichtungen mehr oder weniger von Algen und Pilzen besiedelt werden können. Egal, ob die Oberfläche rau oder glatt, hydrophob oder hydrophil ausgebildet ist. Egal, ob es sich um organisch gebundene oder mineralische Putze handelt, ob der Schutz gegen Mikroorganismen durch eine hohe Anfangsalkalität oder durch den Einsatz von bioziden Wirkstoffen erreicht werden soll. Wärmedämm-Verbundsysteme oder hoch wärmedämmende Mauerwerke sind genauso betroffen wie sanierte oder unsanierte Altbauten: Wenn die Voraussetzungen für Wachstum gegeben sind, werden alle diese Oberflächen früher oder später besiedelt. Algen und Pilze sind deshalb ein generelles Umweltthema, das Fassaden genauso betrifft wie alle anderen Oberflächen, wie zahlreiche Beispiele aus der Natur belegen (z. B. Verkehrsschilder, Parkbänke, Buswartehäuschen, Papierkörbe). Generell gilt: Was trocken bleibt, bleibt auch lange frei von Algen und Pilzen.



## 2.6 INDIVIDUELLE EINFLÜSSE

Neben den globalen, regionalen und lokalen Einflüssen, die zu einem Bewuchs durch Algen und Pilze an der Fassade führen können, gibt es auch noch ganz individuelle Aspekte, die ursächlich sein können. Hierbei handelt es sich dann immer um die Objekte, die „aus der Reihe fallen“. Also das eine Gebäude, das mikrobiellen Befall zeigt, wenn andere Gebäude gleicher Bauart, gleichen Baualters und/oder gleicher Ausführung keinerlei Anzeichen diesbezüglich zeigen. Hierbei handelt es sich um Faktoren, die durch Planung und Ausführung sowie bau- oder materialtechnisch nicht beeinflusst werden können und in den Verantwortungsbereich des Bauherrn fallen.

An erster Stelle soll das Nutzerverhalten genannt werden. Bei falscher Lüftung (z. B. Kippstellung der Fenster in Räumen mit erhöhter Luftfeuchte) kommt es regelmäßig zu starkem Pilzbefall, da die feuchtwarme Luft (von innen) über die kalte Oberfläche der gedämmten Fassade (außen) entweicht und hierbei kondensiert.

Des Weiteren müssen evtl. Veränderungen im Umfeld des Gebäudes genannt werden, die zum Zeitpunkt der Planung und Ausführung der Fassade noch nicht vorlagen und/oder auch nicht absehbar waren und Einfluss auf das Wachstum haben können. Gerade bei der Errichtung von Ein- oder Zweifamilienhäusern in Neubaugebieten ist zum Zeitpunkt der Fassadenarbeiten die Außenanlage noch nicht erstellt. Dies zieht sich ggf. aus finanziellen Gründen über mehrere Jahre hin. Wenn also z. B. drei oder vier Jahre nach Ausführung der Fassade das Gebäude umringt wird von Bäumen und Sträuchern und der Abstand zur Fassade sehr gering ist, kann es zu mikrobiellem Befall kommen. Gleiches gilt, wenn im Nachgang der Baumaßnahmen auf Nachbargrundstücken gebaut wird und eine Verschattung der eigenen Fassade stattfindet, die zum Zeitpunkt der Planung und Ausführung nicht bekannt war. Dadurch kann das Mikroklima der eigenen Fassade grundlegend verändert werden, was dem Produkt oder der Planung und Ausführung nicht angelastet werden kann.

Viel wichtiger ist aber der Wunsch des Bauherrn nach individueller Oberflächengestaltung. Nicht jeder Bauherr möchte einen großen Dachüberstand, einen dickschichtigen Edelkratzputz oder einen ihm vorgeschriebenen Farbton. Wenn sich in der Planungsphase bereits herausstellt, dass das Gebäude einem



erhöhten Risiko für mikrobiellen Befall unterliegt, muss die sicherste Variante empfohlen werden. In dem Fall reicht die reine Erfüllung der Mindeststandards nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht aus. Aufgrund des erhöhten Risikos muss auch die Planung und Ausführung einem Sicherheitsgedanken folgen. Sollte diese Variante dem Bauherrn technisch, optisch, ökologisch oder preislich nicht zusagen, ist es Aufgabe für Planung und Ausführung, auf die Konsequenzen hinzuweisen, sich schriftlich abzusichern oder auch mal einen Auftrag abzulehnen.

Und abschließend sollen Aspekte der Wartung und Inspektion angesprochen werden. Wenn sich während der Nutzung am Gebäude erste kleinere „Auffälligkeiten“ zeigen, sollten diese umgehend behoben werden, bevor daraus größere Schäden entstehen. Hier zeigen sich vor allem Risse im Putz oder undichte Anschlüsse an Bauteilen als besondere Schwachstellen, da durch die Öffnungen Wasser eindringen kann und für Algen und Pilze ideale Wachstumsbedingungen bietet. Und selbstverständlich darf auch eine Fassade regelmäßig gereinigt werden, um sie vor Verschmutzung sowie vor Algen und Pilzen zu schützen. Schließlich werden auch Fenster, Terrasse und Gartenmöbel regelmäßig gereinigt und nicht beim Hersteller reklamiert.

# 3

## SCHADENSPOTENZIAL



### 3.1 AUSWIRKUNGEN AUF DIE BAUSUBSTANZ

Im Zusammenhang mit mikrobiellem Befall an Fassaden stellt sich gelegentlich die Frage, ob es sich um einen Mangel handelt und/oder ob und inwieweit durch Algen, Pilze und Bakterien evtl. Schäden verursacht oder Baustoffe zerstört werden können. In Bezug auf die rechtliche Bewertung wird auf Kapitel 6 verwiesen.

Grundsätzlich gilt, dass mikrobieller Befall auf Fassaden „nur“ ein optisches Problem ist und eine direkte Zerstörung von Baustoffen nicht stattfindet. Allerdings zeigt die etwas differenzierte Betrachtung, wie schwierig eine technische Bewertung ist und dass zwischen den Mikroorganismen differenziert werden muss. Algen z. B. benötigen für ihr Wachstum die Photosynthese. Infolgedessen handelt es sich auch nur um einen oberflächlichen Belag, von dem keinerlei Gefahr ausgeht. Bei Pilzen und Bakterien dagegen verhält es sich anders, da diese Mikroorganismen auch auf anaerobe Lebensformen umstellen können. Deshalb wachsen Pilze und Bakterien, im Gegensatz zu Algen, auch in den Baustoff hinein oder können in tieferen Schichten überleben. Man erkennt dies z. B. daran, dass das Myzel der Pilze in den Baustoff eindringt und sich in den Poren, Rissen und sonstigen Öffnungen verbreiten kann. Für die Bekämpfung ist dies ein elementarer Unterschied. Während Algen nur entfernt werden müssen, muss bei Pilzen auch das Myzel im Baustoff abgetötet werden. Bei Bakterien kommt noch ein anderer Aspekt hinzu. Bakterien können Säuren bilden, mit denen langfristig die Oberfläche von Baustoffen angegriffen und in ihren bauphysikalischen Eigenschaften verändert wird. Dieser Vorgang, besser bekannt unter dem Begriff der Biokorrosion, ist äußerlich kaum sichtbar. Er kann aber z. B. die Wasseraufnahme verändern oder zu Farbtonveränderungen führen. Allerdings sind hierzu Konzentrationen notwendig, die an der Fassade im Regelfall nicht anzutreffen sind.



© ibp.fraunhofer

# 4

## LÖSUNGSANSÄTZE



### 4.1 PRÄVENTIVE MASSNAHMEN

Wie bereits ausgeführt, setzt sich die Branche seit knapp 30 Jahren mit dem Problem der Algen und Pilze an der Fassade auseinander. In diesem Zeitraum gab es ganz unterschiedliche Ansätze, um das Problem zu beseitigen oder die Auswirkungen zu minimieren. Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen präventiven Maßnahmen (zur Verhinderung oder Minimierung) sowie der Sanierung (Beseitigung). Technologisch werden folgende Ansätze unterschieden:

- Zugabe von bioziden Wirkstoffen
- Verwendung von hoch hydrophoben Oberflächen
- Verwendung von hydrophilen Oberflächen
- Steuerung über den pH-Wert durch Einsatz von alkalischen Produkten
- Erhöhung der Wärmespeicherkapazität über die Schichtdicke
- Einsatz von selbstreinigenden Materialien
- Veränderung des hygrothermischen Mikroklimas der Oberfläche

Hierbei werden einige Ansätze auch miteinander kombiniert, um die Wirkung zu verstärken.



Bevor man sich über die Materialausführung der Oberfläche Gedanken macht, geht es zunächst einmal um die konstruktive Planung des Feuchteschutzes. Auch wenn sich der Planer im Spannungsfeld zwischen architektonischer Individualität, einer stetig steigenden Zahl neuer Produkte, kostengünstigem Bauen, Aspekten der Energieeinsparung und Nachhaltigkeit sowie den individuellen Wünschen des Bauherrn bewegt, so geht es doch letztendlich um die Errichtung eines Gebäudes mit einer möglichst langen Nutzungsdauer und wenig Renovierungszyklen. Die Wirtschaftlichkeit der Gebäudeunterhaltung sollte das oberste Ziel des „Erfüllungsgehilfen“ des Bauherrn sein. In diesem Sinne sollten bei der Planung

- wasserabführende Ebenen,
- Maßnahmen gegen Spritzwasser,
- ausreichende Dachüberstände,
- funktionstüchtige Horizontalabdeckungen,
- fach- und sachgerechte Anschlüsse sowie entsprechende Tropfkanten

berücksichtigt werden. Hierzu muss über eindeutige Formulierungen in den Ausschreibungstexten und in den Plänen zur Ausführung genau beschrieben werden, wie die Umsetzung zu erfolgen hat. Häufig wird dem Fachhandwerk die Art der Ausführung von Details überlassen. Deshalb müssen Ausführungsdetails eindeutig sowie fach- und sachgerecht geplant, beschrieben, ausgeführt und überwacht werden.

Dachüberstände schützen die Fassade nicht nur vor direkter Beregnung, sondern reduzieren auch die Wärmeabstrahlung gegen den klaren Nachthimmel, womit oftmals die Bildung von Tauwasser verhindert oder zumindest vermindert werden kann.

## 4.2 UNIVERSELLER ODER INDIVIDUELLER ANSATZ

Sind alle konstruktiven Möglichkeiten des Feuchteschutzes ausgeschöpft, geht es um die Auswahl, Planung und Ausführung des geeigneten Beschichtungssystems für die Fassade. Hierbei wird heute eher universell vorgegangen. Soll heißen, dass das einmal ausgewählte Beschichtungssystem dann überall zur Anwendung kommt, unabhängig von der Überlegung, ob dies überhaupt notwendig ist. Ein individueller Ansatz würde verschiedene Systeme kombinieren. Man nimmt z. B. organisch gebundene Fassadenputze und -farben. Diese sind in der Regel mit bioziden Wirkstoffen versehen und sollen an besonders exponierten Fassadenseiten (z. B. Nord- und Nordost-Ausrichtung) gegen Algen und Pilze wirken. Dies bedeutet aber auch, dass Fassadenbereiche, die durch mikrobiellen Befall unter Umständen gar nicht betroffen wären, ebenfalls mit bioziden Beschichtungen versehen werden.

Umgekehrt wären hydrophile Schlussbeschichtungen bei großen Dachüberständen und/oder auf der wetterabgewandten Gebäudeseite eine biozidfreie Alternative. Auf der Schlagregenseite und ohne direkte Sonneneinstrahlung und/oder ausreichenden Dachüberstand würde dieser Ansatz buchstäblich ins Wasser fallen. Stark hydrophobe Oberflächen haben dort ihre Vorteile, wo eine direkte Beregnung stattfindet. Unter Dachüberständen, Vordächern und selbst auskragenden Fensterbänken erreichen diese Systeme oftmals ihre Grenzen. Kondensation und Tauwasserbildung können auch durch die hoch hydrophoben Beschichtungen nicht vermieden werden. Hier wäre der Ansatz, dass das Tauwasser möglichst

schnell in den Untergrund eindringt, sich verteilt, zwischengespeichert und anschließend wieder abgegeben wird. Planer und Architekten sollten daher über einen individuellen Ansatz nachdenken. Oder um mit einem Zitat des Soziolo-

gen Paul Watzlawick zu enden: „Wer als Werkzeug nur einen Hammer hat, sieht in jedem Problem einen Nagel.“ In diesem Sinne sind die nachfolgenden Ansätze zu verstehen und zu bewerten.



## 4.3 ZUGABE VON BIOZIDEN WIRKSTOFFEN

Auch wenn in pastösen Putzen und Farben die Zugabe von bioziden Wirkstoffen technisch keine dauerhafte Lösung darstellt, ökologisch bedenklich ist und die Einsatzmöglichkeiten zukünftig immer weiter reduziert werden, handelt es sich derzeit um die (technisch und rechtlich) sicherste Variante, um Fassaden vor Algen und Pilzen zu schützen. Dies wird u. a. deutlich durch das Urteil des LG München vom 29. 5. 2008: „Verwendet der Auftragnehmer ein WDVS, dessen Putz in einem so geringen Umfang biozid eingestellt ist, dass sich bereits ein bis zwei Jahre nach Fertigstellung deutlicher Schimmelpilz- und Algenbefall zeigt, so handelt es sich um einen Mangel.“ (AZ: 8 O 2231/01)

Bei der Zugabe von bioziden Wirkstoffen handelt es sich um eine sogenannte Filmkonservierung, nicht zu verwechseln mit der Topfkonservierung. Während die Topfkonservierung den pastösen Putz oder die flüssige Farbe im Eimer vor mikrobiellem Befall (vor allem Bakterien) schützt, geht es bei der Filmkonservierung darum, die applizierte und durchgetrocknete Fassadenbeschichtung möglichst lange vor mikrobieller Belastung aus der Außenluft zu schützen.

„Biozide“ ist der Oberbegriff für algizide, fungizide und bakterizide Wirkstoffe. Das Besondere daran ist, dass die sogenannten Breitbandbiozide möglichst gegen eine Vielzahl von Mikroorganismen wirken und so weit wasserlöslich sein müssen, dass sie nur in kleinsten Mengen an der Oberfläche freigesetzt

werden. Gleichzeitig dürfen diese Biozide wiederum nur so weit wasserlöslich sein, dass sie nicht gleich beim ersten Regen oder bei Dauerberegnung ausge-



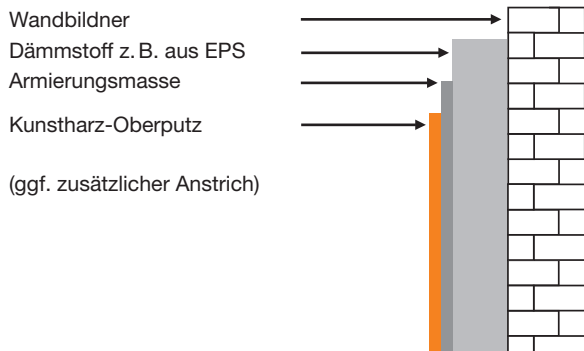
waschen werden. Somit wird eine länger anhaltende Wirkung erreicht. Man setzt deshalb seit einiger Zeit auf verkapselte Wirkstoffe, um die Retardzeit noch gezielter steuern zu können. „Verkapselt“ heißt in dem Zusammenhang, dass der biozide Wirkstoff durch eine Polymerhülle geschützt wird.

Dennoch gilt allgemein als sicher, dass irgendwann die Wirkstoffe ausgewaschen sind und das biozide Depot aufgebraucht

ist. Ein dauerhaftes Ausbleiben von Algen-, Pilz- oder Bakterienbefall kann also nicht sichergestellt werden. Über den Zeitpunkt, ab wann die Biozide nicht mehr wirken, gibt es unterschiedliche Meinungen und Erfahrungen, da dies von Art und Menge der Wirkstoffe, der Exposition des Objektes bzw. der Oberflächen sowie anderen Faktoren, wie z. B. der Beständigkeit gegen UV-Strahlung oder Alkaliwanderungen aus dem Untergrund, abhängig ist.

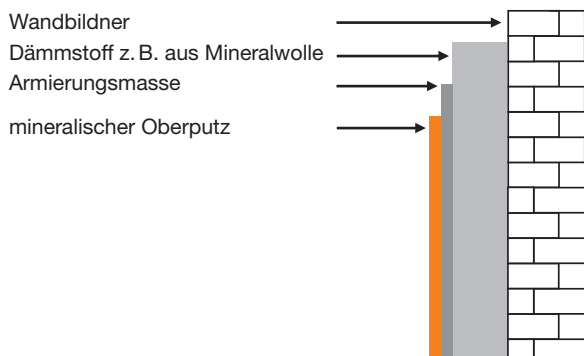
Biozide sind in der letzten Zeit stark in die Diskussion geraten, da ihre Wirkung auf die Umwelt noch nicht abschließend erforscht ist und nicht genau beziffert werden kann, ob und wie viel Wirkstoff über die Beregnung ausgewaschen wird und ggf. in das Grundwasser gelangt. Untersuchungen haben allerdings ergeben, dass Auswaschungen nur in der Anfangsphase stattfinden, bevor die Fassadenbeschichtung vollständig durchgetrocknet ist. Einige Hersteller sind daher dazu übergegangen, die Wirkung der Biozide zu relativieren und mit Begriffen wie „ökologische Biozide“ oder „abbaubare Biozide“ zu beschönigen. Davon sollte man sich distanzieren: „Biozid“ bedeutet „das Leben töten“, in diesem Fall die Mikroorganismen. Oberstes Ziel muss es daher sein, biozide Wirkstoffe einzusetzen, die gegen Algen und Pilze wirken, aber Mensch und Umwelt möglichst gering gefährden oder belasten.

## 4.4 BIOZIDFREIE ALTERNATIVEN



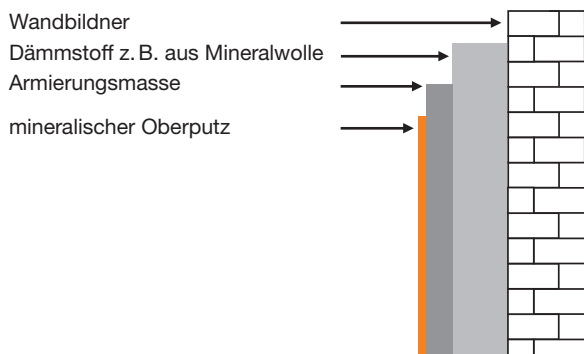
### VERWENDUNG HOCH HYDROPHOBER OBERFLÄCHEN

Biozide Beschichtungen werden meistens mit hoch hydrophoben Eigenschaften kombiniert. Hydrophobe Oberflächen zeichnen sich durch einen Benetzungswinkel von  $> 90^\circ$  aus. Der Ansatz besteht darin, durch eine hohe Wasserabweisung den Mikroorganismen kein Wasser zur Verfügung zu stellen. Was bei Beregnung noch funktioniert und sich seit vielen Jahrzehnten bewährt hat, zeigt Probleme bei Tauwasser. Hydrophobe Materialien nehmen kein Wasser auf, was bei Kondensation zu einem Wasserfilm auf der Oberfläche führt. Somit wird für das Wachstum von Algen und Pilzen der genau entgegengesetzte Effekt erzielt, weshalb hoch hydrophobe Beschichtungen in der Regel mit bioziden Wirkstoffen ausgerüstet werden.



### STEUERUNG ÜBER DEN PH-WERT DURCH EINSATZ VON ALKALISCHEN PRODUKTEN

Ein weiterer Ansatz besteht darin, die Oberfläche durch den Einsatz von hochalkalischen Beschichtungen vor Algen und Pilzen zu schützen. Hier handelt es sich um Kalkputze oder Silikatputze und -farben. Die hohe Anfangsalkalität dieser mineralischen Beschichtungen baut sich im Außenbereich allerdings innerhalb von wenigen Monaten ab, sodass der natürliche Schutz vor Algen und Pilzen nur von kurzer Dauer ist. Man versucht, durch dickschichtige Aufbauten, wie z. B. durch den klassischen Edelkratzputz, den Alkalipuffer zu erhöhen, um somit den Zeitpunkt hinauszuzögern. Silikatfarben haben darüber hinaus den Vorteil der schnellen Trocknung und des nährstofffreien Anstrichfilms.



### ERHÖHUNG DES SPEICHERVERMÖGENS ÜBER DIE SCHICHTDICKE

Dickschichtige Putzsysteme in Form einer mitteldickschichtigen Armierung und/oder des bereits erwähnten Edelkratzputzes verfügen durch ihre Masse über eine erhöhte Wärmespeicherkapazität. Diese verzögert die Zeit bis zum Erreichen der Taupunkttemperatur, was wiederum einen gleichmäßigen Feuchtehaushalt sicherstellt. Zusätzlich nimmt mit der Putzdicke auch der Speicherplatz für die aufgenommene Feuchte zu.

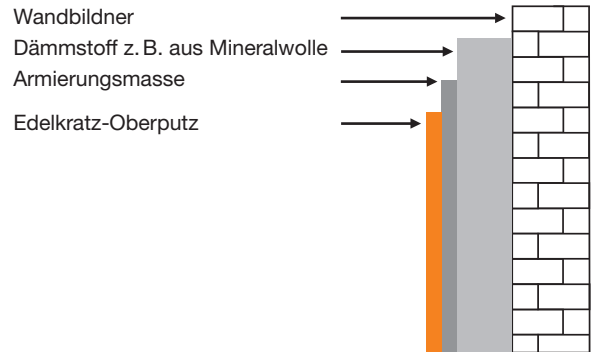


### EINSATZ VON SELBSTREINIGENDEN MATERIALIEN

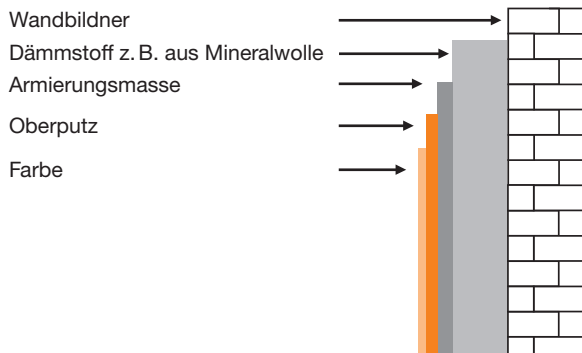
Bei den Materialien mit selbstreinigenden Oberflächen müssen ganz unterschiedliche Ansätze erwähnt werden. Da wäre wieder der dickschichtige Edelkratzputz zu nennen, der über seine produktspezifische Edelkreidung verfügt. Hierbei rieseln mit der Zeit feinste Körnungen von der Oberfläche ab und sorgen somit für eine Selbstreinigung. Die Abnutzung der Oberfläche ist über die am Boden liegenden Körnungen gut sichtbar. Was bei anderen Materialien als mangelhaft eingestuft würde, ist beim Edelkratzputz normal und ausdrücklich erwünscht. Liebhaber dieses Putzes sprechen dann gerne auch mal davon, dass sich die Oberfläche „neu erfindet“. Nachteilig sind die eingeschränkte Farbtonauswahl sowie das Problem der Überarbeitung (im Renovierungsfall).

Bei den modernen Beschichtungsstoffen müssen zunächst hoch hydrophobe Fassadenputze und -farben mit Selbstreinigungseffekt genannt werden, die aus der Bionik abgeschaut sind und eine spezielle Noppenstruktur aufweisen sollen. Hierbei handelt es sich um Beschichtungen mit einem Benetzungswinkel über  $125^\circ$ . Untersuchungen und die Erfahrung seit Markteinführung haben gezeigt, dass die funktionalen Oberflächen in erster Linie aufgrund der starken Frühhydrophobie erzielt werden und eine reinigende Wirkung kaum nachgewiesen werden kann. In Bereichen, die nicht direkt beregnet werden, kann der Effekt auch in der Theorie nicht eintreten.

Eine andere Kategorie moderner Beschichtungen mit selbstreinigender Wirkung sind die fotokatalytischen Farben. Hierbei kommen spezielle Pigmente – nanoskaliges Titandioxid – zum Einsatz, die durch UV-Strahlung ausgelöst fotokatalytische



Prozesse aktivieren. Bei diesem Vorgang entstehen an der Oberfläche hochreaktive Radikale (Ozon), die in der Lage sind, Schadstoffe in der Luft wie Stickoxide oder organische Verbindungen in unproblematische Moleküle zu spalten. Diese Farben werden nur in Weiß oder hellen Nuancen angeboten, da eine farbige Pigmentierung die Wirkung reduziert. Außerdem baut die Fotokatalyse mit der Zeit Pigmente und Bindemittel ab. Die Erfahrung seit Markteinführung dieser Produkte zeigt, dass in erster Linie eine Verbesserung der Luftqualität gemessen wird. Außerdem kann man eine geringfügige Wirkung gegen Verschmutzung nachweisen. Einen Schutz gegen Algen und Pilze haben diese Beschichtungen dagegen nicht. Im Gegenteil: Durch die Fotokatalyse können sogar Nährstoffe aus der Beschichtung aufgeschlossen werden, die dann als Nahrung für Pilze dienen.



### VERÄNDERUNG DES HYGROTHERMISCHEN MIKROKLIMAS DER OBERFLÄCHE

Die neuesten Ansätze der Forschung und Entwicklung setzen auf die gezielte Aussteuerung des hygrothermischen Mikroklimas der Fassadenoberfläche. Das Wirkprinzip basiert hierbei auf einer Kombination aus hydrophobem Untergrund und hydrophiler Oberfläche. Durch einen speziellen Spreizeffekt fördert die hydrophile Oberfläche eine schnelle Wasseraufnahme und durch den hydrophoben Untergrund wird die Baukonstruktion vor Feuchtigkeit geschützt. Durch das „Auseinanderziehen“ des Wasserfilms wird die Oberflächentrocknung beschleunigt. Dieser Effekt kann durch den Einsatz von IR-Farben noch verstärkt werden, indem der Emissionsgrad für langwellige Strahlung von über 90 auf etwa 60 % gesenkt wird. Die verminderte thermische Abstrahlung führt tagsüber zu höheren Temperaturen und nachts zur verminderten Unterschreitung der Taupunkttemperatur.

## 4.5 SONSTIGE THEORIEN

Alle anderen Ansätze, Beschichtungen mit Eigenschaften auszustatten, um einen Schutz gegen Algen und Pilze aufzubauen, müssen noch der Kategorie „Versuch und Irrtum“ zugeordnet werden. So gibt es Farben, denen Nanosilber zugegeben wird, deren Wirkung noch nicht nachgewiesen wurde. Andere Ansätze setzen auf die Erhöhung der Oberflächentemperatur durch Zugabe von PCM(Phase Change Material)-Partikeln. Neueste Erkenntnisse zeigen, dass PCM sogar als Brandbeschleuniger fungieren kann, sodass sein Einsatz aufgrund der aktuellen Diskussion um Brandschutz an wärme gedämmten Fassaden überhaupt keine Zukunftsberechtigung hat.

### FAZIT

Alle derzeitigen Ansätze, mikrobiellen Befall auf Fassaden zu vermeiden, erreichen nur eine mehr oder weniger kurze Wirkungsdauer von wenigen Jahren. Ein dauerhaftes Ausbleiben von Algen, Pilzen und Bakterien auf wärme gedämmten Fassaden ist aufgrund der beschriebenen Aspekte nach

derzeitigem Stand nicht möglich. Durch gezielte Planung und Ausführung sowie den Einsatz individueller Lösungen, die auf das jeweilige Gebäude und in Summe aufeinander abgestimmt sein müssen, kann man einen Anfangsbefall vermeiden und den Zeitpunkt für mikrobiellen Befall hinauszögern. Unzählige Gebäude ohne jeglichen mikrobiellen Befall auch nach vielen Jahren zeigen, dass der Kampf gegen Algen und Pilze nicht verloren ist. Man muss aber die individuellen Ursachen erkennen und gezielt abstellen.



# 5

## BEWERTUNGSMATRIX



## 5.1 SYSTEME UND IHRE WIRKSAMKEIT

Nach der Vorstellung der verschiedenen Ansätze zur Vermeidung von Algen und Pilzen auf der Fassade wird häufig nach einer Bewertung gefragt. Welches System hält denn nun am längsten? Oder mit welchen Maßnahmen kann der mikrobielle Befall dauerhaft oder möglichst lange vermieden werden? Und was heißt „lange“? Werden speziell ausgerüstete Beschichtungen verwendet, stellt sich die Frage, um wie viel mehr sich dann der Schutz gegenüber den nicht ausgerüsteten Beschichtungen erhöht.

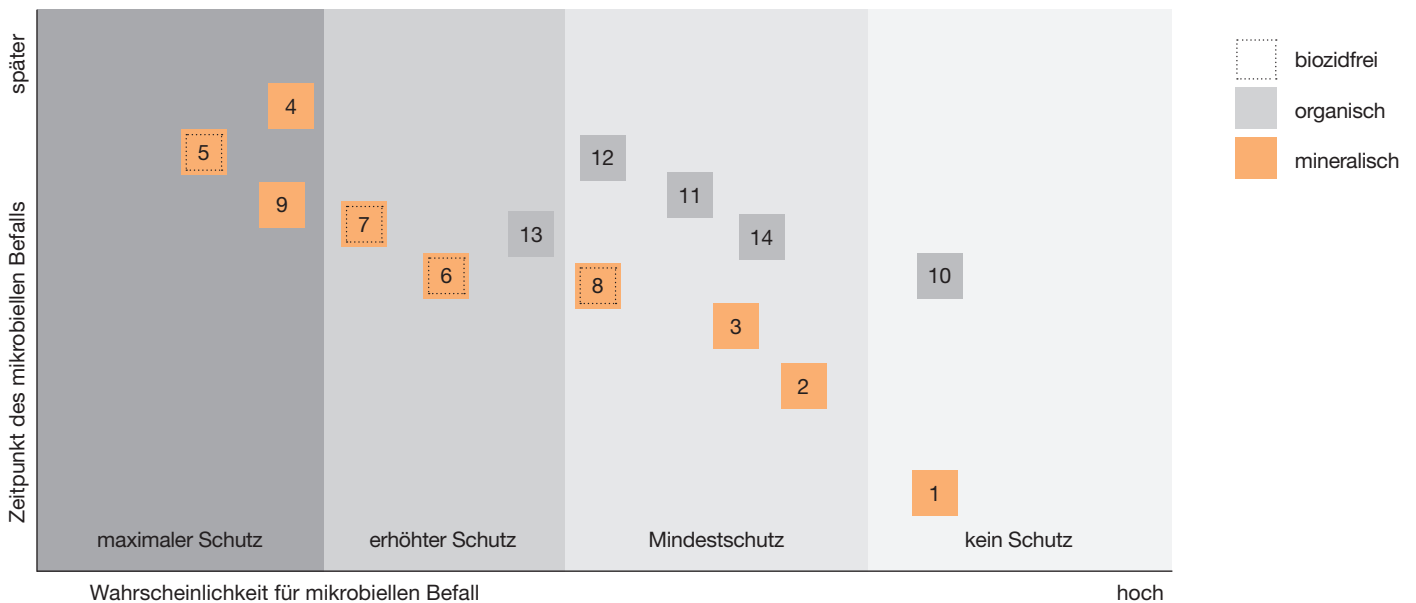
Nachfolgend soll der Versuch einer Bewertung unternommen werden. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass ein Vergleich schwierig ist, da die unterschiedlichen Systeme unterschiedliche Ansätze verfolgen und daher nicht immer direkt miteinander verglichen werden können.

- Hydrophobe Oberflächen brauchen eine Beregnung, also sind fehlende Dachüberstände von Vorteil.
- Hydrophile Oberflächen sind anfällig für Schlagregen und brauchen einen ausreichenden Dachüberstand.

- Hydrophobe Oberflächen können alkalische Eigenschaften haben oder pH-neutral sein.
- Auch in Bezug auf die Wasseraufnahme unterscheiden sich hydrophobe Systeme. Wasserabweisende Systeme sollten über eine hohe Wasserdampfdiffusion verfügen.
- Hydrophile Oberflächen können spreitend oder saugend sein.
- Kapillaraktive Oberflächen können dünn-schichtig sein und brauchen einen hydrophoben Untergrund oder sind Bestandteil eines dickschichtigen Systemaufbaus.

Daher ist die nachfolgende Bewertung immer im Zusammenhang zu sehen mit folgenden wichtigen Gebäudeparametern:

- konstruktiver Feuchteschutz vorhanden
- Exposition/Himmelsrichtung der Fassade
- unterschiedliche Herstellerqualitäten
- Möglichkeiten der Renovierung
- Dämmstoffart und -dicke
- Kombination verschiedener Ansätze möglich



**Legende:**

- |   |  |  |
|---|--|--|
| 1 mineralischer Putz, dünn-schichtig  | 6 mineralischer Putz, dünn-schichtig, hydroaktive Schlussbeschichtung, biozidfrei            | 11 organisch geb. Putz, dünn-schichtig, zweimaliger org. Anstrich, biozid ausgerüstet            |
| 2 mineralischer Putz, dünn-schichtig, biozid ausgerüstet  | 7 mineralischer Putz, dünn-schichtig, hydroaktive Schlussbeschichtung, biozidfrei, IR-Farben | 12 organisch geb. Putz, dünn-schichtig, zweimaliger org. Anstrich, biozid ausgerüstet, IR-Farben |
| 3 mineralischer Putz, dünn-schichtig, biozid ausgerüstet, einmaliger Egalisationsanstrich               | 8 mineralischer Putz, dickschichtig, hydroaktive Schlussbeschichtung, biozidfrei             | 13 organisch geb. Putz, dünn-schichtig, biozidfrei, Selbstreinigungseffekt                       |
| 4 mineralischer Putz, dünn-schichtig, biozid ausgerüstet, zweimaliger org. Anstrich, biozid ausgerüstet | 9 mineralischer Putz, dickschichtig, zweimaliger org. Anstrich, biozid ausgerüstet           | 14 organisch geb. Putz, dünn-schichtig, biozidfrei, fotokatalytischer Effekt                     |
| 5 mineralischer Putz, dickschichtig, Selbstreinigungseffekt (Edelkratzputz)                             | 10 organisch geb. Putz, dünn-schichtig, biozid ausgerüstet                                   |  |

# 6

## RECHTLICHE ASPEKTE



### 6.1 EINLEITUNG

Ist mikrobieller Befall ein Mangel, der durch fehlerhafte Planung und Ausführung zustandekommt? Die Antwort ist wie das gesamte Thema nicht eindeutig.

Die bisherigen Ausführungen zeigen auf, dass mikrobieller Befall auf Fassaden nicht zu vermeiden ist und die technischen Lösungsansätze in der Regel eine Wirkungskdauer von wenigen Jahren aufweisen. Es besteht demnach, insbesondere bei in „kritischen“ Lagen befindlichen Gebäuden, eine erhebliche Wahrscheinlichkeit, dass Algen, Pilze und Bakterien auf wärme-gedämmten Fassaden innerhalb des Zeitraumes auftreten, für den meistens noch die Mängelhaftung gilt.

Vor diesem Hintergrund stellt sich in rechtlicher Hinsicht die Frage, ob der mikrobielle Befall auf Fassaden, der innerhalb der Gewährleistungszeit auftritt, einen Mangel darstellt und demnach vom Fachunternehmer auf eigene Kosten zu beseitigen oder auch vom planenden Architekten zu verantworten ist.

### 6.2 GRUNDLAGEN DES WERK- VERTRAGLICHEN MANGEL- BEGRIFFS

#### 6.2.1 VORRANG DER VERTRAGLICHEN VEREINBARUNG

Sowohl nach § 633 Abs. 2 Satz 1 BGB als auch nach § 13 Abs. 1 Nr. 1 Satz 1 VOB/B ist das Werk frei von Mängeln, wenn es die vereinbarte Beschaffenheit aufweist. Beide Vorschriften statuieren damit die vorrangig zu beachtende vertragliche Vereinbarung der Parteien. Ein Werk ist demnach grundsätzlich nicht mangelhaft, wenn es der vertraglichen Vereinbarung entspricht. Im Rahmen der werkvertraglichen Regelungen ist aber neben der vertraglichen Vereinbarung stets ein „Erfolg“, mithin also eine erfolgreiche Herstellung des Werkes, geschuldet.

Erst wenn eine ausdrückliche oder stillschweigende Vereinbarung nicht getroffen wurde, ist in einem nächsten Schritt zu prüfen, ob sich das Werk für die nach dem Vertrag vorausgesetzte oder sonst für die sogenannte „gewöhnliche Verwendung“ eignet und damit eine Beschaffenheit aufweist, die „üblich ist“ und die der Besteller erwarten kann.



Aus rechtlicher Sicht ergibt sich deshalb folgende Hierarchie:

- Ein Mangel liegt primär dann nicht vor, wenn die vertragliche Beschaffenheit, also die Vorgaben des Vertrages, eingehalten wird.
- Ist eine Vereinbarung über eine bestimmte Position (z. B. Algenfreiheit) nicht getroffen worden, so ist das Werk dann mangelfrei, wenn es sich für die vertraglich vorausgesetzte Verwendung eignet, sonst,
- wenn es jedenfalls üblich ist.

### 6.2.2 FOLGEN EINES MANGELS

Liegt nach Maßgabe der in Ziffer 6.2.1 dargestellten Kriterien ein Mangel vor, so steht dem Bauherrn als Auftraggeber ein Nacherfüllungsanspruch zu, der eine Beseitigung des Mangels durch den und auf Kosten des Unternehmers und/oder des Planers beinhaltet.

Die spezielle Problematik des möglicherweise regelmäßig wiederkehrenden Befalls liegt darin, dass die Beseitigung eines vom Fachunternehmer/Planer anerkannten Mangels nach § 212 BGB

regelmäßig zu einem Neubeginn der Verjährung für den betroffenen Mangel führen wird und der Bauherr demnach erneut fünf Jahre (§ 634 a Abs. 1 Nr. 2 BGB) oder mindestens zwei Jahre (§ 13 Abs. 5 Nr. 1 Satz 3 VOB/B) nach der Beseitigung des ursprünglichen Mangels Nachbesserungsansprüche geltend machen kann, wenn sich der Mangel erneut zeigt.

Im Falle der Bewertung des Algen- und/oder Schimmelbefalls als „Mangel“ droht demnach eine jahrelange Einstandspflicht der Baubeteiligten.

Dabei ist es für die Bewertung des Mangels unerheblich, ob dieser auch zu einem „Schaden“ geführt hat. Ein Nacherfüllungsanspruch ist bereits dann gegeben, wenn ein Mangel besteht, ohne dass sich ein Schaden manifestiert haben muss. Insofern ist die Argumentation, Schimmel- und/oder Algenbefall sei im Wesentlichen ein optisches Problem und führe nicht zu einem „Schaden“ an der Fassade, in juristischer Hinsicht weitgehend unerheblich.

## 6.3 BEWERTUNG VON ALGEN UND PILZEN IM RAHMEN DER GEWÄHRLEISTUNG



### 6.3.1 PROBLEMDARSTELLUNG

Nach Maßgabe der unter Ziffer 6.2 vorgestellten Grundlagen stellt sich die Bewertung von Algen und Pilzen in juristischer Hinsicht wie folgt dar:

In aller Regel wird über die konkrete Frage, ob eine Fassade frei von Algen und Pilzen zu erstellen ist, keine gesonderte vertragliche Vereinbarung getroffen. Sagt der Hersteller oder Fachunternehmer jedoch eine solche Freiheit ohne jede weitere Voraussetzung für die Dauer der Gewährleistungszeit zu und stellt sich diese Zusage als unrichtig heraus, so liegt in jedem Falle aufgrund eines Verstoßes gegen die vertraglichen Vorgaben ein Mangel vor. In der Regel werden aber an eine vertraglich zugesicherte Freiheit der Fassade von Algen und Pilzen Voraussetzungen geknüpft

oder es werden Bedingungen definiert, die eingehalten werden müssen.

In der weit überwiegenden Mehrzahl der Vertragskonstellationen ist jedoch in juristischer Hinsicht die weitere Prüfungsreihenfolge, die unter Ziffer 6.2 dargestellt wurde, maßgeblich.

Da sich ein Objekt auch mit einer algen- und/oder schimmelpilzbehafteten Fassade für Wohnzwecke und damit für die „vorausgesetzte Verwendung“ eignet, ist für die Bewertung der Mangelhaftigkeit einer befallenen Fassade maßgeblich, ob ein solcher Befall „üblich“ ist.

Zu diesem Themenkreis bestehen unterschiedliche Auffassungen und es gibt eine divergierende Rechtsprechung. Einen Überblick bietet Ziffer 6.3.2.

### 6.3.2 STAND DER RECHTSPRECHUNG

Die Rechtsprechung hat sich in der Vergangenheit lediglich selten mit Algen- und Schimmelpilzbefall an wärmege-dämmten Fassaden befassen müssen. Die wenigen Einzelfallentscheidungen lassen jedoch eine Tendenz erkennen, wonach Algen- und Schimmelpilzbefall an einer Fassade, der seine Ursache nicht nachweislich etwa in unzureichender Belüftung des Objekts hat, einen Mangel des Werkes darstellt.

So hat etwa das Landgericht München (Urteil vom 29. 5. 2008, AZ: 8 O 2231/01) entschieden, dass ein Wärmedämm-Verbundsystem, dessen Putz in einem so geringen Umfange biozid eingestellt sei, dass sich bereits ein bis zwei Jahre nach Fertigstellung deutlicher Schimmel-, Pilz- und Algenbefall zeige, mangelhaft sei.

In die gleiche Richtung ging das dem Landgericht München übergeordnete OLG München (Urteil vom 27. 1. 1999, AZ: 27 U 415/98). Das Gericht entschied, dass eine Fassade aufgrund von Algenbefall mangelhaft sei, wenn sich wenige Jahre nach der Abnahme blaugraue Verfärbungen zeigen.

Das OLG Frankfurt (Beschluss vom 7. 7. 2010, AZ: 7 U 76/09) urteilte, dass eine Wärmedämm-Verbundfassade, die während der Gewährleistungszeit großflächigen Algen- und Pilzbewuchs aufweise, auch dann mangelhaft sei, wenn die verwendeten Systemkomponenten, insbesondere der mineralische Putz, mangelfrei gewesen seien.

Lediglich das Landgericht Darmstadt (Urteil vom 7. 8. 2007, AZ: 14 O 615/05) schloss sich diesen Auffassungen nicht an und befand, ein Wärmedämm-Verbundsystem mit mineralischem Oberputz sei nicht mangelhaft, wenn bereits



nach zwei bis drei Jahren ein Algenbefall auftrete, der zu Verfärbungen führe. Vorhersagen über einen möglichen Befall durch Algen oder Pilze eines solchen Systems sowie über deren Ausmaß und Umfang seien nicht möglich.

Für die Baupraxis ist deshalb festzustellen, dass allein aufgrund existierender Rechtsprechung stets das Risiko einer Einstufung von Befall als „Mangel“ besteht, wenngleich die besseren juristischen Argumente – siehe sogleich – gegen eine solche Bewertung sprechen.

### 6.3.3 STELLUNGNAHME, BEWERTUNG DER RECHTS- SPRECHUNG

Die überwiegende Auffassung der Rechtsprechung, eine algen- und/oder schimmelpilzbefallene Fassade innerhalb der Gewährleistungszeit stelle einen Mangel dar, überzeugt aus unterschiedlichen Gründen nicht.

- Haben die Parteien keine Vereinbarung über die Algen- und Schimmelpilzfreiheit getroffen, so eignet sich die Fassade zunächst für die vertraglich vorausgesetzte Verwendung, sofern sie ihre eigentliche Funktion, nämlich die Wärmedämmung, erfüllt.
- Ein Algen- und/oder Schimmelpilzbefall führt demnach nur dann zu einem Mangel, wenn dieser nicht üblich ist. Wie im Rahmen dieser Broschüre ausführlich und unter Zugrundelegung des aktuellen technischen Standards geschildert, kann der Befall nicht mit der notwendigen Sicherheit innerhalb der Gewährleistungszeit ausgeschlossen oder vermieden werden. Unter der Voraussetzung, dass der Algen- und Schimmelpilzbefall seine Ursache nicht in der Bauausführung oder aufgrund von Materialfehlern hat, sondern aufgrund äußerer Einflüsse eintritt, ist er in technischer Hinsicht demnach bei dem betroffenen konkreten Objekt im Einzelfall „üblich“.
- Eine solche Üblichkeit ist mithin anzunehmen, wenn das technisch Mögliche unternommen wurde und dennoch mikrobieller Befall auftritt. Was nicht vermieden werden kann, dürfte schwerlich „unüblich“ sein und einen Mangel am Werk darstellen.

Dennoch müssen sich alle am Bau Beteiligten angesichts der überwiegenden Rechtsprechung darauf einstellen, dass derartige Befall innerhalb der Gewährleistungszeit nicht toleriert wird.

## 6.4 HINWEIS- UND AUFKLÄRUNGSPFLICHT

Aufgrund der vorstehend dargestellten Rechtslage ist dem planenden Architekten und dem bauausführenden Fachunternehmen zu empfehlen, den Bauherrn auf die Möglichkeit eines Befalls vor Vertragsschluss oder jedenfalls vor der Entscheidung über das Aufbringen eines Wärmedämm-Verbundsystems hinzuweisen.

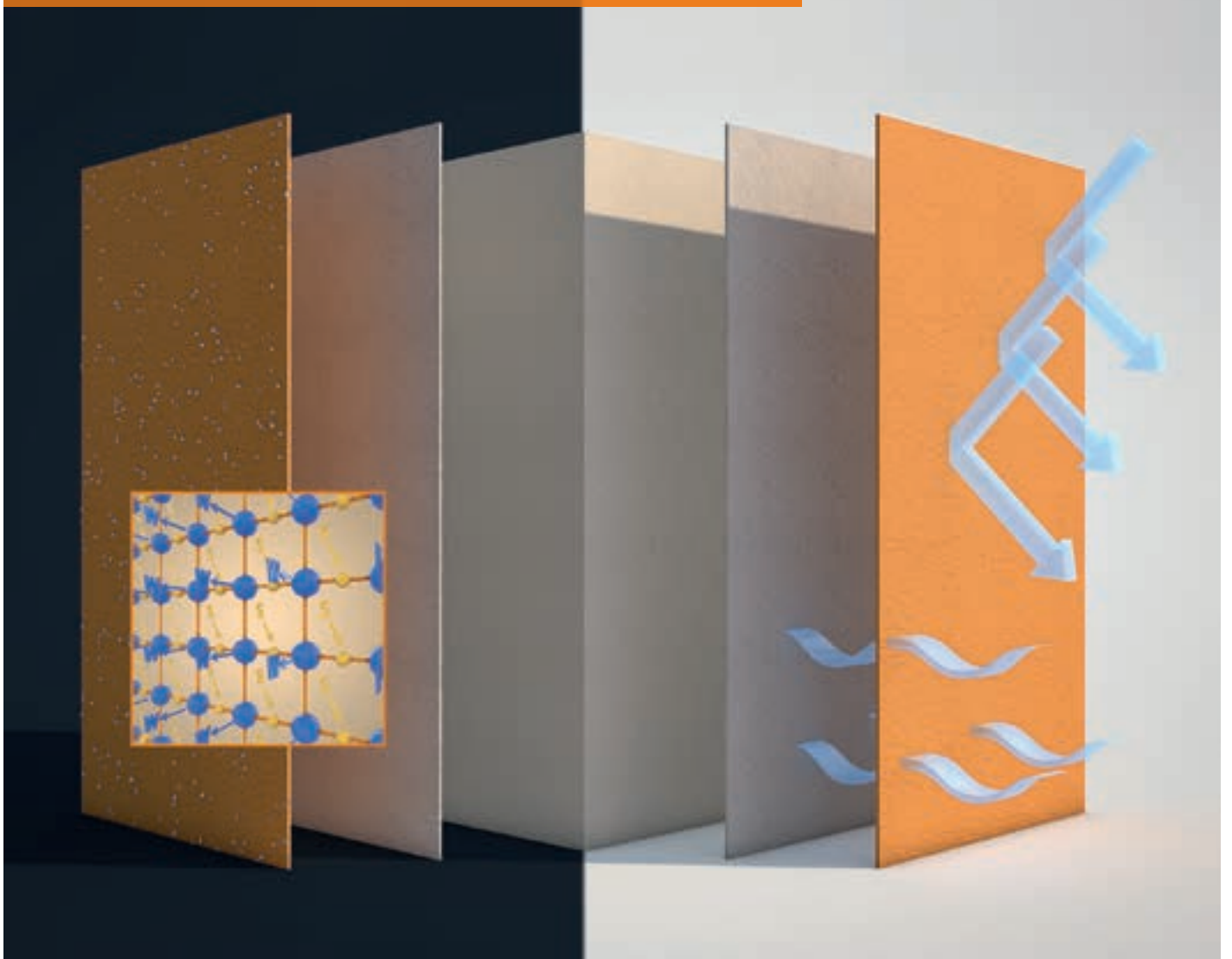
Diese Empfehlung folgt zweierlei Überlegungen:

- Zum einen besteht in jedem Vertragsverhältnis eine (Neben-) Pflicht, den Vertragspartner vor Beeinträchtigungen seiner Rechtsgüter zu schützen, insbesondere, wenn eine Vertragspartei einen Informationsvorsprung hat. Da sowohl der planende Architekt als auch das Fachunternehmen über die Thematik des mikrobiellen Befalls in aller Regel besser informiert sind als ein (privater) Bauherr, stellt die Aufklärung über den möglichen Befall eine Vertragspflicht dar, deren Verletzung ebenfalls zu Mängelrechten des Bauherrn führt.
- Zum anderen kann argumentiert werden, dass durch die Aufklärung eine vertragliche Beschaffenheitsvereinbarung über die „Möglichkeit eines Befalls“ getroffen wurde. Tritt der Befall dann tatsächlich ein, erhält der Bauherr ein Werk, über dessen Beschaffenheit er sich bewusst war.

## 6.5 FAZIT, ERGEBNIS

1. Aufgrund der Tendenz der Rechtsprechung besteht in der Baupraxis stets das Risiko für den Fachunternehmer und den Planer, für den mikrobiellen Befall einer wärmedämmten Fassade in Haftung genommen zu werden.
2. Die Rechtsprechung überzeugt nicht, da aufgrund der örtlichen und technischen Gegebenheiten in vielen Konstellationen ein mikrobieller Befall nicht vermeidbar ist und damit „üblich“ sein dürfte.
3. In jedem Falle haben sowohl der bauplanende Architekt als auch der bauausführende Fachunternehmer vor Vertragsschluss, jedenfalls vor der Ausführung, auf die Möglichkeit des mikrobiellen Befalls hinzuweisen und darüber aufzuklären.

## DAS HYDROCON®-SYSTEM



## 7.1 GRUNDLAGEN

Das biozidfreie System HYDROCON® setzt auf eine hygrothermische Oberflächentechnologie und war Vorreiter einer ganzen Branche – die Weiterentwicklung setzt neue Maßstäbe.

Biozidfreie Systeme gibt es nicht erst, seitdem in den Medien kritische Äußerungen zu Wärmedämm-Verbundsystemen aufgetaucht sind. Mit dem AQUA PURA-System der SCHWENK Putztechnik sowie dem HYDROCON®-System von quick-mix gibt es nachweislich seit über zehn Jahren Erfahrungen mit sogenannten hydroaktiven Beschichtungssystemen, die nicht chemisch, sondern rein physikalisch wirken. Beide Systeme setzten auf eine biozidfreie Lösung und ein physikalisches Wirkprinzip zu einem Zeitpunkt, zu dem die meisten Experten ausschließlich hoch hydrophobe Oberflächen als Problemlösung kommunizierten. Die Zeit hat alle eines Besseren belehrt und gezeigt, dass diese Systeme genauso von Algen und Pilzen befallen werden (können). Zum Teil sogar noch schneller, als dies vorausgesagt wurde oder zu erwarten war. Ursächlich hierfür

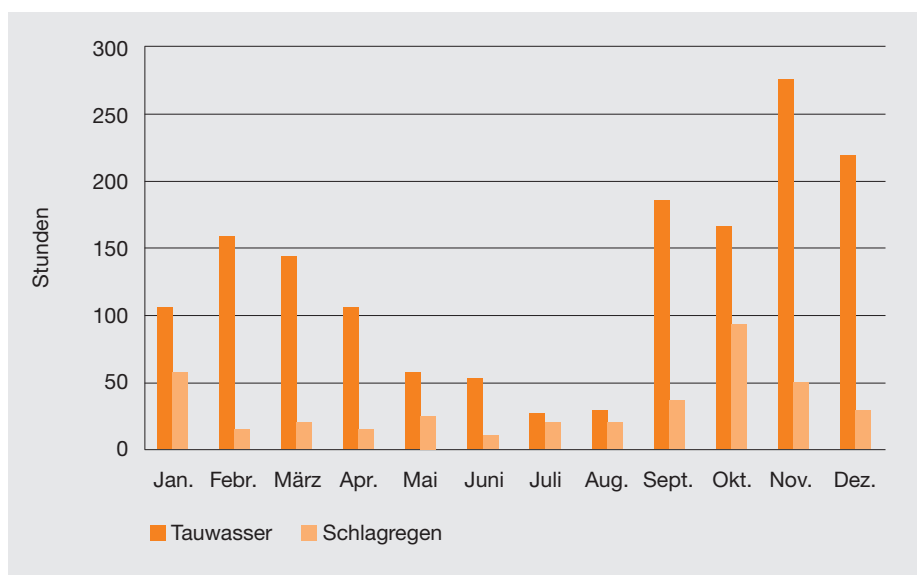
ist die vorwiegende Feuchtebelastung wärmedämmter Fassaden infolge von Tauwasser, gegen das hydrophobe Oberflächen nicht ausgelegt sind.

Hydroaktiv sind Oberflächen, die Feuchtigkeit aktiv aufnehmen und bei Trockenheit wieder abgeben. Über ein Feuchtemanagement der kontrollierten Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe, bewerkstelligt durch einen abgestimmten Schichtaufbau, wird der Untergrund gleichzeitig vor Durchfeuchtung geschützt. Im übertragenen Sinne handelt es sich um sogenannte hybride Systeme – nicht in Bezug auf ihre Bindemittel, sondern auf die funktionalen Oberflächen. Der oberflächennahe Querschnitt der Schlussbeschichtung besteht aus einer Kombination hydrophiler und hydrophober Schichten, die in direkter Wechselwirkung miteinander „kommunizieren“. Somit wird den Algen und Pilzen die für ihr Wachstum wichtigste Grundlage entzogen: Feuchtigkeit.

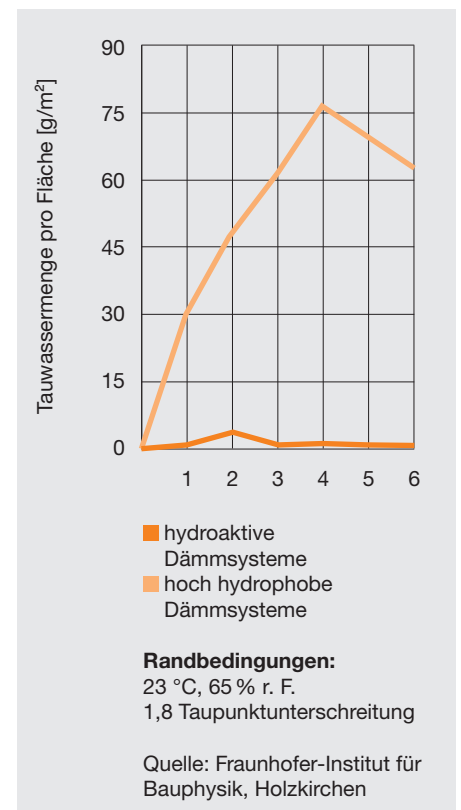
Früher wurden Beschichtungssysteme in hydrophil, hydrophob oder in jüngerer

Vergangenheit auch als hoch hydrophob unterschieden. Unter hydrophob versteht man wasserabweisende Oberflächen mit einem Benetzungswinkel von  $> 90^\circ$ , hydrophile Oberflächen dementsprechend darunter. Hoch hydrophobe Oberflächen weisen einen Benetzungswinkel von  $> 125^\circ$  auf, ultrahydrophobe sogar über  $140^\circ$ . Durch die Grundlagenforschung im Bereich moderner Beschichtungstoffe weiß man heute, dass diese Unterteilung längst nicht mehr ausreicht. So unterscheidet man bei den hydrophilen Oberflächen zusätzlich in kapillaraktiv oder -saugend im Gegensatz zu spreizend oder benetzend. Und auch bei den hydrophoben Oberflächen muss man heute weiter differenzieren in perlenbildend und aberplend.

### Jährliche Feuchtebelastung von Fassaden



### Tauwassermenge auf Fassaden



## 7.2 WIRKPRINZIP – BESCHREIBUNG DER OBERFLÄCHENTECHNOLOGIE

Das HYDROCON®-System von quick-mix basiert auf einer modularen und abgestimmten Technologie des kontrollierten und gesteuerten Feuchtmanagements funktionaler Oberflächen.

Zu den Systemkomponenten gehört als Schlussbeschichtung die spezielle, auf den HYDROCON®-Oberputz abgestimmte Silikatfarbe HC 425 mit niedriger Wasseraufnahme und sehr hoher Wasserdampfdurchlässigkeit. Aufgrund ihrer Membranwirkung können größere Wassertropfen bei Beregnung nicht eindringen und werden über die Oberfläche direkt abgeführt. In der Tauperiode anfallendes

Kondensat wird kontrolliert in den kapillar angekoppelten mineralischen HYDROCON®-Oberputz, die zweite Komponente des HYDROCON®-Systems, transportiert, verteilt und in einem „Puffer“ zwischengelagert. Die Fassadenoberfläche bleibt während der Tauperiode über einen deutlich längeren Zeitraum frei von Kondensat. Ein Aufschaukeln des Wasserhaushaltes im System wird deutlich minimiert, da lediglich der Feuchteanteil aus Tauwasser aufgenommen und eingelagert wird und nicht das Regenwasser. Die dritte Systemkomponente stellt der mineralische Armierungsmörtel dar. Aufgrund seiner starken wasserabweisenden

Wirkung wird die Einlagerung und Weiterleitung der im HYDROCON®-Oberputz vorhandenen Feuchte in den Untergrund (Dämmstoff) unterbunden. Unterstützt durch die hohe Wasserdampfdurchlässigkeit des HYDROCON®-Oberputzes und die Schlussbeschichtung HC 425 wird eine sehr schnelle Rücktrocknung des HYDROCON®-Systems erzielt.

Dieser Trocknungseffekt wird durch die Weiterentwicklung des HYDROCON®-Systems zusätzlich verstärkt. Die neu entwickelte HYDROCON® Silikat-Fassadenfarbe HC 425 ist IR-aktiv. Dies wird durch den Einsatz spezieller IR-Pigmente



### 1. MEMBRAN-EFFEKT

Die HYDROCON® Silikat-Fassadenfarbe HC 425 verfügt über eine Membran, die nur die für Mikroben wichtigen Tautropfen hindurchlässt. Grobe Regentropfen werden blockiert, damit sich das System bei starker Feuchteeinwirkung nicht vorzeitig vollsaugt.



### 2. HYDROCONTROL-EFFEKT

Mittels eines patentierten Wirkprinzips und einer innovativen Bindemittelkombination ist der mineralische HYDROCON®-Edelputz in der Lage, die bei niedrigeren Temperaturen entstehende Taufeuchte kontrolliert aufzunehmen und zu speichern. Im späteren Tagesverlauf trocknet er schnell und zuverlässig zurück.



### 3. HYDRODRY-EFFEKT

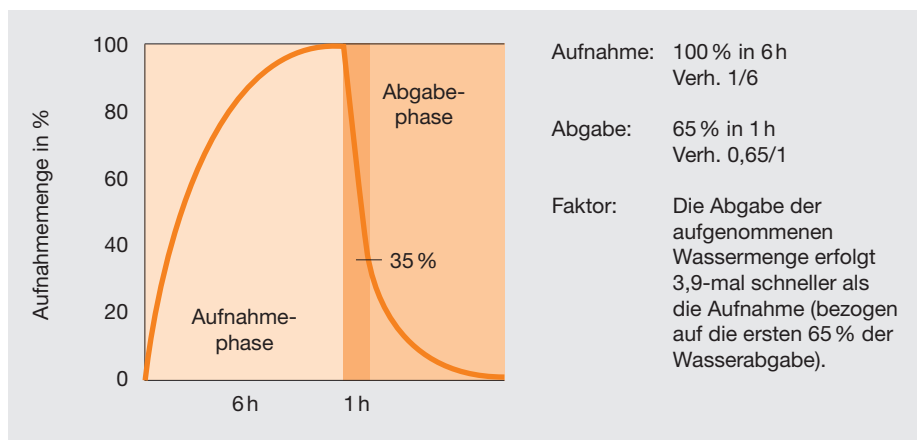
Die Farbschicht beschleunigt die Rücktrocknung des Systems. IR-aktive Komponenten sorgen für eine gezielte Erwärmung der Fassade um bis zu 10 °C und fördern so die Abtrocknung.

erreicht, die eine erhöhte Menge an Infrarot-Strahlung aus der Sonnenstrahlung aufnehmen und in Wärme umwandeln. Die hieraus resultierende Erhöhung der Oberflächentemperatur führt zu einer noch kürzeren Rücktrocknungsphase, dem sogenannten HydroDry-Effekt.

Das namhafte Fraunhofer-Institut für Bauphysik hat nachgewiesen, dass Fassadenfarben mit aktiven Infrarot-Pigmenten durchgängig eine gleichbleibende Absenkung der Betauungszeiten sicherstellen. In den Morgenstunden der Messreihe konnte auf der Oberfläche

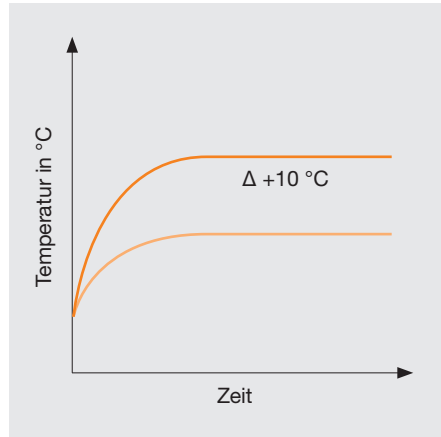
fast kein Wasser gemessen werden. Der Emissionsgrad für langwellige Strahlung konnte von über 90 % auf etwa 60 % gesenkt werden. Diese verminderte thermische Abstrahlung führt tagsüber zu höheren Maximaltemperaturen und nachts zu verminderter Unterschreitung der Taupunkttemperatur.

### Wasseraufnahme und -abgabe der Fassade



Die vorangehende Grafik stellt das Verhalten des HYDROCON®-Systems infolge Tauwasserbelastung dar. Die Fähigkeit der kontrollierten Kondensataufnahme und zügigen Feuchteabgabe wird hierbei ins Verhältnis gesetzt. Gibt das System die aufgenommene Feuchte in der Trocknungsphase mindestens in gleicher Geschwindigkeit wie aufgenommen wieder ab, wird ein „Aufschaukeln“ der Feuchte durch Tauwasseranfall vermieden. Für die Beurteilung reicht es aus, lediglich die Abgabe des eingelagerten Kondensats innerhalb der ersten Stunde der Rücktrocknung ins Verhältnis zur Kondensataufnahme über den gesamten Zeitraum von 6 Stunden in Bezug zu setzen. Hieraus resultiert der Verdunstungsfaktor. Je größer dieser ist, desto unkritischer verhält sich das Beschichtungssystem.

**Temperaturverlauf an der Fassaden-  
oberfläche mit HC 425**



Für das HYDROCON®-System erhält man einen Verdunstungsfaktor FV von 3,9. Die unten gezeigte Grafik stellt die Geschwindigkeit der Tauwasseraufnahme und -abgabe des HYDROCON®-Systems und die Berechnung des Verdunstungsfaktors für das System HYDROCON®, bestehend aus Spachtel- und Klebemörtel SKS-L, Oberputz HYDROCON® HSS und HYDROCON® Silikat-Fassadenfarbe HC 425, dar.

Aufbau	HYDROCON®	HYDROCON® + HC 425	herkömmlicher Edelputz	herkömmlicher Silikonharzputz
Verdunstungs- faktor	3,9	3,9	2,4	0,9

Einheit Verdunstungsfaktor: dimensionslos [-]



## 7.3 DAS ZEICHEN FÜR DIE UMWELT



Das HYDROCON®-System erfüllt die Anforderungen an besonders umweltfreundliche Produkte. Dank des patentierten und biozidfreien, rein physikalischen Wirkprinzips wurden die

Systemkomponenten nach den Umweltkriterien der RAL-Gütegemeinschaft geprüft und mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ für umweltgerechten Wärmeschutz<sup>1</sup> ausgezeichnet.

<sup>1</sup> Ausgezeichnet wurde LOBATHERM System M mit den Komponenten Mineralwolldämmung MW-035-PT (U, E, B) ab 140 mm Dämmstoffdicke, MW-036-PT-U ab 145 mm Dämmstoffdicke, MW-041-LA-B ab 165 mm Dämmstoffdicke, SKS nature, SKS-L Spachtel- und Klebemörtel leicht, HYDROCON® mineralische Edelpütze und HC 425 HYDROCON® Silikat-Fassadenfarbe.



## Hotline Technische Beratung

**+49 541 601-601**

quick-mix **Leipzig** GmbH & Co. KG  
Tornauer Straße 6 · 04356 Leipzig  
Tel. +49 341 52608-11, 26, 28, 55  
Fax +49 800 5260800  
Kundenbetreuung.Lipzig@quick-mix.de

quick-mix Leipzig GmbH & Co. KG  
Werk **Ostrau**  
Mittelstraße 2 · 04749 Ostrau  
Tel. +49 341 52608-11, 26, 28, 55  
Fax +49 800 5260800  
Kundenbetreuung.Lipzig@quick-mix.de

quick-mix für **Berlin/Brandenburg**  
GmbH & Co. KG  
Gottlieb-Daimler-Straße 15  
14974 Ludwigsfelde  
Tel. +49 180 32325-06, 07  
Fax +49 800 12580-80  
Kundenbetreuung.Ludwigsfelde@quick-mix.de

quick-mix **Rostock** GmbH & Co. KG  
Ost-West-Straße 15  
18147 Rostock-Überseehafen  
Tel. +49 4191 8089-41, 42  
Fax +49 4191 8089-43  
Kundenbetreuung.Rostock@quick-mix.de

quick-mix Hamburg-**Kaltenkirchen**  
GmbH & Co. KG  
Werner-von-Siemens-Straße 3  
24568 Kaltenkirchen  
Tel. +49 4191 8089-22, 38, 39, 40  
Fax +49 4191 8089-25  
Kundenbetreuung.Kaltenkirchen@quick-mix.de

quick-mix Hamburg-**Kaltenkirchen**  
GmbH & Co. KG  
Werk **Groß-Jörl**  
Hauptstraße 51 · 24992 Jörl  
Tel. +49 4607 931120  
Fax +49 800 9311222  
Kundenbetreuung.Gross-Joerl@quick-mix.de

quick-mix **Hannover** GmbH & Co. KG  
Am Hafen 23 · 30629 Hannover-Misburg  
Tel. +49 180 32325-04, 05  
Fax +49 800 12580-70  
Kundenbetreuung.Hannover@quick-mix.de

quick-mix Gruppe GmbH & Co. KG  
Mühlenschweg 6 · 49090 Osnabrück • Tel. +49 541 601-01 • Fax +49 541 601-853  
info@quick-mix.de • www.quick-mix.de

quick-mix Osnabrück GmbH & Co. KG  
Werk **Marl**  
Lippestraße 104-106 · 45768 Marl-Brassert  
Tel. +49 180 32325-01, 04  
Fax +49 800 12580-50  
Kundenbetreuung.Marl@quick-mix.de

quick-mix Osnabrück GmbH & Co. KG  
Werk **Schwagstorf**  
Zum Kronensee · 49179 Ostercappeln  
Tel. +49 180 32325-02, 03  
Fax +49 800 12580-60  
Kundenbetreuung.Schwagstorf@quick-mix.de

quick-mix **Kruft** GmbH & Co. KG  
Bundesstraße 256 · 56642 Kruft  
Tel. +49 2652 81-350  
Fax +49 800 12580-40  
Kundenbetreuung.Kruft@quick-mix.de

quick-mix **Stockstadt** GmbH & Co. KG  
Vogesenstraße 5 · 63811 Stockstadt  
Tel. +49 6027 4171-11, 13, 16, 17, 61  
Fax +49 800 4170000  
Fax +49 800 2266330  
Kundenbetreuung.Stockstadt@quick-mix.de

quick-mix Stockstadt GmbH & Co. KG  
Werk **Griesheim**  
Waldstraße 10 · 64347 Griesheim  
Tel. +49 9646 801-11, 13, 16, 17, 61  
Fax +49 800 4170000  
Fax +49 800 2266330  
Kundenbetreuung.Stockstadt@quick-mix.de

quick-mix Manching/Ingolstadt GmbH & Co. KG  
Werk **Rosenau**  
Werkstraße 9 · 94437 Mamming  
Tel. +49 9646 801-22, 24  
Tel. +49 9646 801-14 (lose Ware)  
Fax +49 9646 801-51  
Kundenbetreuung.Freihung@quick-mix.de

quick-mix Porphy GmbH  
Werk **Freihung**  
Porphyrweg 1 · 92271 Freihung  
Tel. +49 9646 801-20, 22  
Tel. +49 9646 801-10 (lose Ware)  
Fax +49 9646 801-51  
Kundenbetreuung.Freihung@quick-mix.de

quick-mix Putztechnik GmbH & Co. KG  
Werk **Bernburg**  
Altenburger Chaussee 3 · 06406 Bernburg  
Tel. +49 3471 3465-100  
Fax +49 3471 3465-128  
Kundenbetreuung.Bernburg@quick-mix.de

Werk **Essen**  
Deilbachtal 63 · 45257 Essen  
Tel. +49 201 8488-0  
Fax +49 201 8488-256  
Kundenbetreuung.Essen@quick-mix.de

Werk **Eigeltingen**  
Großer Felsen 1 · 78253 Eigeltingen  
Tel. +49 7774 9346-0  
Fax +49 7774 9346-24  
Kundenbetreuung.Eigeltingen@quick-mix.de

Werk **Wittlingen**  
Römerstraße 30 · 89426 Wittlingen  
Tel. +49 9076 2809-0  
Fax +49 9076 2809-399  
Kundenbetreuung.Wittlingen@quick-mix.de

Werk **Allmendingen**  
Fabrikstraße 62 · 89604 Allmendingen  
Tel. +49 7391 581-294  
Fax +49 7391 581-267  
Kundenbetreuung.Allmendingen@quick-mix.de

Werk **Gräfenberg**  
Egloffsteiner Straße 19 · 91322 Gräfenberg  
Tel. +49 9192 9292-0  
Fax +49 9192 9292-81  
Kundenbetreuung.Graefenberg@quick-mix.de

Werk **Karlstadt**  
Laudenbacher Weg 8 · 97753 Karlstadt  
Tel. +49 9353 9855-180  
Fax +49 9353 9855-188  
Kundenbetreuung.Karlstadt@quick-mix.de

