

Der Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V. (BVS) ist die zentrale Organisation der öffentlich bestellten und vereidigten sowie gleichwertig qualifizierten Sachverständigen in Deutschland.

Allgemeine Hinweise zu den BVS-Standpunkten

BVS-Standpunkte spiegeln die fachliche Meinung der BVS-Sachverständigen in den Fachbereichen, die den jeweiligen Standpunkt erarbeitet haben, wider. Die fachliche Meinung ergibt sich unter Berücksichtigung entsprechender normativer oder gesetzlicher Anforderungen, kann allerdings im Widerspruch zu diesen stehen. Die in dem Standpunkt dargestellten Sachverhalte und ggf. Wertgrenzen ergeben sich auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse oder der Einschätzung einer als sachgerecht zu beurteilenden Gebrauchstauglichkeit.

Die in den Standpunkten aufgeführten Wertgrenzen stellen kein Anforderungsniveau dar. Es handelt sich hierbei um Empfehlungen, die aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse berücksichtigen.

Bezüglich der Anwendung der Standpunkte wird darauf hingewiesen, dass die BVS-Standpunkte keine technisch eingeführten Normen, auf die in Verträgen Bezug genommen wird, ersetzen können. Ebenso wenig ersetzen sie gesetzliche Vorgaben. Den Mitgliedern steht es frei, abweichende Meinungen zu vertreten. Bei der Durchführung eines Vorhabens sind somit in jedem Falle gesetzliche Vorgaben, eingeführte technische Bestimmungen und vertraglich vereinbarte Regelwerke zu berücksichtigen. Soll von vorstehenden Vorgaben auf der Grundlage eines Standpunktes abgewichen werden, so ist dieses zwischen den Vertragsparteien zu vereinbaren. Unbenommen hiervon sind gesetzliche Vorgaben und behördlich eingeführte technische Bestimmungen.

Fachbereich Bau

Der Fachbereich Bau im BVS diskutiert in Arbeitskreisen Fachthemen, die durch Normen, Merkblätter, Richtlinien usw. nicht ausreichend geregelt sind oder deren besondere Bedeutung hervorgehoben werden soll.

Das Diskussionsergebnis wird in Standpunkten mit konkreten Empfehlungen veröffentlicht.

Viele Bereiche technischer und baupraktischer Belange sind nicht oder nur eingeschränkt geregelt; Anforderungen nicht ausreichend definiert.

Impressum:

Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V. (BVS)
Charlottenstraße 62, 10117 Berlin

Download: www.bvs-ev.de

Stand: 09-2025

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen

- 1 Einleitung**
 - 2 Ziel des Standpunktpapiers**
 - 3 Anforderungen aus Normen und Richtlinien**
 - 4 Schutzmaßnahmen**
 - 5 Methode**
 - 5.1 Technik der optischen Bau-Forensik**
 - 5.2 Auswertungskriterien**
 - 6 Interpretation und Bewertung**
 - 7 Dokumentation**
 - 7.1 VIS-Normalbilder**
 - 7.2 Aufnahmeparameter**
 - 7.3 Bildunterschriften**
 - 8 Schlüsselemente guter Bau-Forensik**
 - 8.1 Lichtquellen**
 - 8.2 Filter**
 - 8.3 Referenzen und Standards**
 - 8.4 Störlichtmanagement**
 - 9 Fehlervermeidung**
 - 9.1 Vermeidung von Fehldiagnosen**
 - 9.2 Aus- und Fortbildung**
 - 10 Schlussfolgerung**
 - 11 Literatur**
 - 12 Empfehlungen des BVS**
- Mitwirkende des Arbeitskreises**

Abkürzungen

- IR = Infrarot
- OBf = Optische Bau-Forensik
- PTFE = Polytetrafluorethylen
- UV = Ultraviolett
- VIS = Visuell = mit dem Auge sichtbar
- WB = Whitebalance = Weißabgleich
- BW = Baumwollreferenz

1 Einleitung

Optische Bau-Forensik (OBf) ist der Einsatz von bildgebenden optischen Verfahren zur Spurensuche bei der Aufdeckung verborgener Schäden und deren Ursachenklärung. Die hierzu eingesetzten Werkzeuge sind insbesondere spezielle Lichtquellen, optische Filtergläser und Kameras mit einem erweiterten Wellenlängenbereich sowie Referenzmaterialien und Standards. Hierdurch werden Spuren sichtbar, die mit bloßem Auge bei normaler Beleuchtung nicht erkennbar sind.

Viele Vorzüge der optischen Bau-Forensik hängen damit zusammen, dass es sich um eine bildgebende Technik handelt. Da Bilder schnell erfassbar sind, werden größere Flächen und Räume schnell und zerstörungsfrei auf Verdächtiges überprüfbar, ohne wichtige Spuren zu übersehen.

Bilder verdeutlichen Zusammenhänge auch für fachtechnische Laien. Die Auswertung multispektraler Bildinformationen erlaubt dem ausgebildeten Bau-Forensik-Experten wichtige Rückschlüsse auf Materialveränderungen.

Zusätzliche Untersuchungen können hierzu sinnvoll und erforderlich sein. In diesem Fall dient die Bau-Forensik zum Auffinden der geeignetsten Stellen für eine repräsentative Probenahme.

2 Ziel des Standpunktpapiers

Das bloße Vorhandensein von fluoreszierenden Stellen allein belegt noch keinen Mangel, beispielsweise keinen Schimmelpilzbewuchs oder abgetrocknete Feuchtigkeit. Wenn aber die Methoden richtig angewandt und die Befunde systematisch ausgewertet werden, wird ein im VIS unsichtbarer Schimmelpilzbewuchs oder eine zurückliegende Feuchteeinwirkung zweifelsfrei feststellbar und ihre Ausdehnung exakt quantifizierbar.

Ziel dieses Standpunktpapiers ist es daher, genau dies zu erreichen. Hierfür werden die Regeln des Faches der optischen Bau-Forensik dargelegt, Wege aufgezeigt und auf mögliche Fehlerquellen hingewiesen.

Dieser Standpunkt ist kein Lehrbuch und kann eine fundierte Bau-Forensik-Ausbildung (s. 9.2) nicht ersetzen. Diese ist unbedingt erforderlich, um die hier beschriebenen Techniken korrekt einzusetzen und die Feststellungen fachlich zu bewerten.

3 Anforderungen aus Normen und Richtlinien

Bisher existieren keine Normen und Richtlinien zur optischen Bau-Forensik. Eine entsprechend hohe Bedeutung kommt dem vorliegenden BVS-Standpunkt mit

den darin beschriebenen Regeln zur fachgerechten Anwendung und zur Qualitätssicherung zu.

4 Schutzmaßnahmen

Im UV-Bereich kommen Wellenlängen um 365 nm zur Anwendung. Beim Betrieb der Lampen sind Schutzmaßnahmen entsprechend der Herstellerangaben zu treffen.

Zum Schutz der Augen wird das Tragen einer UV-Schutzbrille empfohlen, weil sonst unter den typischen Untersuchungsbedingungen (dunkle Umgebung) besonders viel schädliches UV-Licht auf die Netzhaut gelangt.

Arbeitsschutzrelevante Werte zu nicht ionisierender, nicht kohärenter Strahlung finden sich in [2–5].

5 Methode

5.1 Techniken der optischen Bau-Forensik

In der optischen Bau-Forensik werden bildgebende Untersuchungen mit Licht in einem Wellenlängenbereich von ca. 320 bis 1100 nm durchgeführt und nach den in (5.2) gelisteten Regeln ausgewertet. Dabei wird Licht mit einem häufig eng und scharf begrenzten Wellenlängenbereich auf das Untersuchungsobjekt eingestrahlt, meist mit Hilfe gefilterter Lichtquellen. Das vom Objekt abgestrahlte Licht wird dann von einer Kamera mit vorgesetzten Kamerafiltern aufgezeichnet. Es werden folgende Grundtechniken unterschieden:

1. **Absorptionstechniken**, bei denen das aufgezeichnete Licht die gleichen Wellenlängen aufweist wie das eingestrahlte Licht. Sie werden verwendet für:

- **UV-Absorptionsbildanalyse** mit einem Wellenlängenbereich von ca. 320–400 nm
- **VIS-Absorptionsbildanalyse** mit einem Wellenlängenbereich von ca. 400–700 nm
- **IR-Absorptionsbildanalyse** mit einem Wellenlängenbereich von ca. 700–1100 nm

Im Gegensatz zu den anderen Techniken der OBF ist bei Absorptionstechniken keine Abdunkelung erforderlich, d. h. sie sind auch bei Tageslicht möglich. Das Prinzip der Absorptionsbildtechniken ist in Abbildung 1 dargestellt.

2. **Fluoreszenztechniken**, bei denen das aufgezeichnete Licht immer eine größere Wellenlänge aufweist als das eingestrahlte Licht. Sie werden verwendet für:

- **VIS-Fluoreszenzanalyse** mit Emissionswellenlängen im visuellen Bereich (ca. 400–700 nm)

- **IR-Fluoreszenzanalyse** mit Emissionswellenlängen im nahen IR-Bereich (ca. 700–1100 nm)

Das Prinzip der Fluoreszenzbildtechnik ist in Abbildung 2 dargestellt.

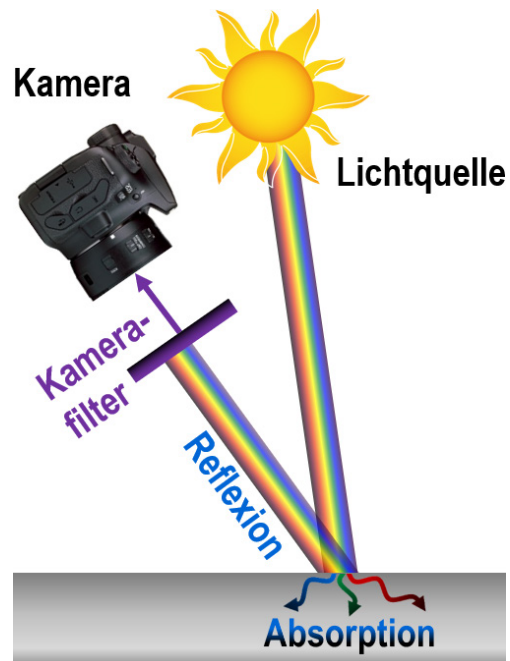


Abbildung 1: Prinzipskizze zu Absorptionsbildtechniken. Das von der Lichtquelle ausgesandte Licht trifft auf das Untersuchungsobjekt und wird von diesem teilweise absorbiert, teilweise reflektiert. Der Kamerafilter lässt nur die Zielwellenlängen in die Kamera.

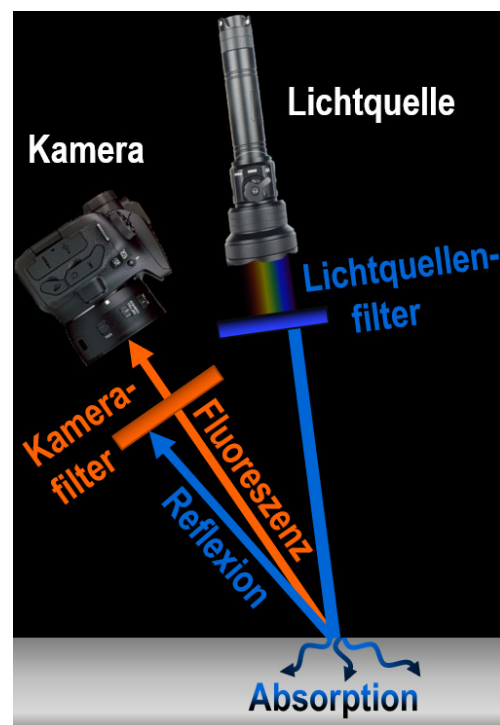


Abbildung 2: Prinzipskizze zur Fluoreszenzbildtechnik. Das von der Lichtquelle ausgesandte Licht wird durch den Lichtquellenfilter so gefiltert, dass nur die Anregungswellenlänge (hier blau) auf das Untersuchungsobjekt trifft. Dieses erzeugt Fluoreszenz (hier orange). Der Kamerafilter sperrt das reflektierte Licht und lässt nur die Fluoreszenz in die Kamera.

3. **Phosphoreszenztechnik**, bei der die Dauer und Wellenlänge des Nachleuchtens nach Anregung mit UV-Licht ausgewertet wird.

5.2 Auswertungskriterien

Die Auswertung von OBF-Bildern erfolgt systematisch durch Beantwortung folgender Fragen:

Bei allen Techniken

- Gibt es nach Weißabgleich auf dem Objekt auffällige **Kontraste** im Forensikbild, die im Normalbild nicht erkennbar sind?
- Sind auffällige **Muster** oder **geometrische Formen** wie z. B. Ringe, Kreise, Rechtecke, Ablaufspuren, Streifen, Spritzer, Tropfen, Hand-/Fußabdrücke sowie typische Kolonie-/Bewuchsmuster, z. B. bei Schimmelpilzen, vorhanden?
- Wie ist die **Morphologie**, z. B. gleichmäßig flächig, gehäuft, punktuell, wolkenförmig mit/ohne Ränder, bauteilübergreifend oder scharf auf einzelne Bauteile begrenzt?
- Ist eine **Makro-/Mikro-Morphologie** erkennbar, z. B. eine Hyphenstruktur?
- Gibt es bei **Vergleich** mit anderen Bauwerksteilen, Rückstellproben oder früheren Zeitpunkten qualitative oder quantitative (s. 8.3) Unterschiede?

Bei Absorptionstechniken

- Sind **Helligkeitsunterschiede** vorhanden? Wenn ja, sind diese gesichert durch Unterschiede im Absorptionsgrad des Materials erklärbar oder werden die Unterschiede durch ungleichmäßige Beleuchtung oder Spiegelungen verursacht? Überprüfung: Verändern sich die Helligkeitsunterschiede bei wechselnder Position von Lichtquelle und Kamera, dann liegen keine materialspezifischen Phänomene vor.
- Welchen **Reflexionsgrad (Quantifizierung)** besitzen die abgebildeten Materialien im jeweiligen Wellenlängenbereich im Verhältnis zu mitfotografierten Reflexions-/Absorptionsstandards?
- Sind nach dem Weißabgleich auf einer Referenz (s. 8.3) Farbunterschiede durch selektive Absorption bestimmter Wellenlängenbereiche erklärbar? Falls ja, in welchen Wellenlängenbereichen (Quantifizierung durch mitfotografierte Reflexionsstandards)? Hinweis: Bei Beleuchtung mit monochromatischem Licht (z. B. einer UV-LED) sind kaum Farbunterschiede erkennbar. Abhilfe: Sonnenlicht oder ähnlich breitbandige Lichtquelle.

Bei Fluoreszenztechniken

- Sind **Helligkeitsunterschiede** vorhanden?
- Welche **Intensität (Quantifizierung)** besitzen die Materialien?
- Welche **Farbtönung** weisen die Materialien nach Weißabgleich auf einer Fluoreszenzreferenz (s. 8.3) auf? Objektivierung durch Bestimmung des Farbwerts oder Vergleich mit Farbreferenz.
- Mit welchem Wellenlängenbereich (unterschiedliche Lichtquellen) ist Fluoreszenz **anregbar** und in welchem nicht anregbar?

Erfahrene Bau-Forensiker betrachten alle diese Auswertungskriterien in der Zusammenschau, um daraus hinreichend sichere Schlüsse abzuleiten.

6 Interpretation und Bewertung

Es gibt gesicherte Erfahrungen für die Interpretation von bau-forensischen Befunden. Nachfolgend sind einige Beispiele hierfür genannt.

- Die **Fluoreszenzintensität** ist direkt proportional zur Beleuchtungsstärke des Anregungslichts und zur Konzentration des fluoreszierenden Stoffes.
- Reine **mineralische Baustoffe** (Zement, Kalk, Gips, Quarz) absorbieren kaum UV und erscheinen daher hell im UV-Absorptionsbild. Bekannte Ausnahmen sind Titanweiß und Zinkweiß.
- Mit steigendem **organischen Anteil** (z. B. Bindemittel) nimmt die UV-Absorption zu. Bekannte Ausnahmen sind Reinacrylate, Cellulose und Chitin.
- **Wasserränder** fluoreszieren häufig gelborange bei UV- oder Blauanregung.
- **Überstrichene Spuren** treten besonders bei blauer Anregung hervor.
- Schimmelpilze, die im Normalbild unsichtbar sind, werden durch Anregung mit UV-, Violett- oder Blaulicht sichtbar.
- **Hausstaub** lässt sich im Gegensatz hierzu nicht mit blauem Licht anregen.
- **Viele Polyurethane** fluoreszieren langwellig, was im IR-Fluoreszenzbild charakteristisch blau erscheint, nachweisbar durch Farbwertbestimmung.

Diese Auflistung ist exemplarisch. Die Interpretation der Befunde erfolgt auf Basis von konsistenten Erfahrungswerten und verfügbarer Literatur [1].

7 Dokumentation

7.1 VIS-Normalbilder

Um die Interpretation bau-forensischer Bilder zu erleichtern, wird zu jedem bau-forensischen Bild ein Normalbild (VIS-Absorptionsbild) mit möglichst gleichem Bildausschnitt aufgenommen.

7.2 Aufnahmeparameter

Viele relevante Bildinformationen werden von modernen Kameras automatisch erfasst. Dies sind u. a. Datum und Uhrzeit, Objektiv, Belichtungszeit, Blendenzahl, ISO-Zahl etc. Folgende wichtige Informationen, die die Kamera nicht automatisch aufzeichnet, müssen manuell erfasst werden. Dies sind:

- die Art der Lichtquelle und des Lichtquellenfilters, welche den Wellenlängenbereich des eingestrahelten Lichts bestimmen,
- die Art der Kamerafilter, welche den Wellenlängenbereich des aufgezeichneten Lichts bestimmen,
- die Art des Weißabgleichs, üblicherweise mit Angabe des Materials, worauf der Weißabgleich manuell durchgeführt wurde,
- die Art des Standards oder Referenzmaterials, das mitfotografiert wurde,
- bei Makroaufnahmen die Größe des Bildausschnitts, z. B. in Form eines Maßstabsbalkens im Bild.

7.3 Bildunterschriften

Eine Bildunterschrift muss mindestens folgende Informationen enthalten:

- die Art der bau-forensischen Technik (s. 5.1),
- Wellenlänge des Anregungslichts,
- den aufgenommenen Wellenlängenbereich bzw. die verwendeten Kamerafilter,
- die Art des Weißabgleichs,
- die Art der abgebildeten Referenzen/Standards,
- Informationen zum abgebildeten Objekt.

Sinnvoll ist außerdem eine kurze Beschreibung der aufgezeigten Effekte.

8 Schlüsselemente guter Bau-Forensik

Die nachfolgenden Punkte haben sich als essenziell für den Erfolg und die Aussagekraft einer bau-forensischen Untersuchung erwiesen.

8.1 Lichtquellen

Lichtquellen für die Bau-Forensik sollten einen gleichmäßig ausgeleuchteten Lichtkegel besitzen. Ungleichmäßige Ausleuchtung verursacht hellere und dunklere Bereiche im Bild, die zu Fehlinterpretationen führen können.

Eine **hohe Beleuchtungsstärke** ist sinnvoll, um Bildunschärfe und lange Belichtungszeiten der Kamera zu vermeiden und den Einfluss von störendem Umgebungslicht (8.4) zu mindern. Für das Überprüfen großer Flächen ist eine Lichtquelle mit starker optischer Ausgangsleistung von Vorteil.

Die **Reinheit der Lichtquelle** ist bei Fluoreszenzaufnahmen das wichtigste Kriterium. Die Lichtquelle darf nur das beabsichtigte Anregungslicht aussenden und keine anderen Wellenlängen, da dieses Störlicht (8.4) den Bildkontrast verringert. Bereits weniger als 0,1 % von der Lichtquelle ausgesendetes Störlicht macht schwach fluoreszierende Spuren unsichtbar. Dieser Fehler einer Lichtquelle kann durch geeignete vorge-setzte Filter behoben werden. Lediglich bei den Absorptionstechniken spielt die Reinheit der Lichtquelle keine Rolle.

8.2 Filter

Es darf nur der Wellenlängenbereich des Lichts in die Kamera gelangen, der ausgewertet werden soll (z. B. visuelles Licht bei UV-angeregten VIS-Fluoreszenzbildern). Unerwünschte Wellenlängen werden durch optische Filter entfernt, die vor das Kameraobjektiv gesetzt werden. Diese werden als **Kamerafilter** bezeichnet, im Gegensatz zu den **Lichtquellenfiltern**, die bei Fluoreszenztechniken vor unreine Lichtquellen gesetzt werden (s. 8.1). Kamera- und Lichtquellenfilter müssen in ihren Wellenlängenbereichen exakt aufeinander abgestimmt sein, um zu verhindern, dass bei Fluoreszenztechniken Störlicht aus der Lichtquelle direkt in die Kamera gelangt.

Alle Filter sollten folgende Kriterien erfüllen:

- eine hohe optische Dichte,
- einen steilen Übergang von undurchlässigen zu durchlässigen Wellenlängenbereichen (Absorptionskanten),
- geringe Eigenfluoreszenz.

Absorptionsfilter aus Farbglass sind vorteilhaft gegenüber Interferenzfiltern. Letztere sind für die üblicherweise in der Bau-Forensik eingesetzten Weitwinkelobjektive nur eingeschränkt verwendbar, da im Bildzentrum andere Falschfarben als im Randbereich vorkommen.

8.3 Referenzen und Standards

Jedes OBF-Bild muss geeignete Referenzmaterialien oder Standards enthalten. Diese sind notwendig für die Objektivierung und Quantifizierung von Befunden, insbesondere hinsichtlich:

- Intensität von Fluoreszenz,
- Emissionswellenlängenbereichen (Farbe),
- Anregungswellenlängenbereichen (Lichtquelle),
- Absorptionswellenlängenbereichen.

Sie ermöglichen:

- die Identifikation von Stoffen und stofflichen Veränderungen (z. B. Alterung),
- die Durchführung des Weißabgleichs,
- die Abschätzung von Störlicht,
- den Vergleich zwischen unterschiedlichen Materialien, Orten und Zeitpunkten.

Als Referenzmaterialien können im Minimalfall ein Stück hochreines PTFE (Polytetrafluorethylen) als reflektierende (nicht fluoreszierende) Referenz und unbehandelte Rohbaumwolle als fluoreszierende Referenz dienen. Zu bevorzugen sind jedoch abgestufte Referenzen oder kalibrierte Standards, die speziell für die Bau-Forensik entwickelt wurden (Abbildung 3). Sie bieten Sicherheit und erlauben quantitative Aussagen.

8.4 Störlichtmanagement

Störlicht lässt Objekte fälschlicherweise hell erscheinen. Ein Beispiel ist Abbildung 3. Störlicht kann auf folgende Arten entstehen und verringert werden:

- Eine unreine Lichtquelle sendet selbst Störlicht aus (z. B. eine UV-Lampe, die neben UV-Licht auch einen geringen Anteil unerwünschten „Weißlichts“ aussendet). Dies lässt sich mit Lichtquellenfiltern beheben.
- Der Kamerafilter sperrt bei Fluoreszenzuntersuchungen das Anregungslicht nicht vollständig, oder bei UV-Absorptionsbildern das VIS- oder IR-Licht nicht vollständig, oder der Kamerafilter fluoresziert. Dies wird behoben durch den Einsatz von Filtern, welche die in 8.2 gelisteten Kriterien erfüllen.
- Fluoreszierende Nicht-Zielobjekte in der Umgebung, die durch ihre Fluoreszenz das Untersuchungsobjekt beleuchten. Dies wird behoben, indem diese Objekte (z. B. Möbel) entfernt oder abgedeckt werden. Auch fluoreszierende Kleidung ist zu vermeiden.

Umgebungslicht (z. B. Tageslicht, das durch Rollläden oder Vorhänge dringt, oder Notausgangsbeleuchtung) ist oft der Hauptfeind von kontrastreichen Fluoreszenzaufnahmen. Es verlangt deshalb besondere Aufmerksamkeit. Eine vollständige Verdunkelung des

Raumes ist ein möglicher, aber aufwendiger Weg. Deshalb bieten sich als Lösungen an:

- lokal begrenzte Abdunkelung des Untersuchungsbereichs durch Decken oder Wannen,
- insbesondere bei Makroaufnahmen eine Abdeckblende vor dem Objektiv, die gleichzeitig Verwackelung vermeidet und das Objekt abschirmt,
- die Planung der Ortsbesichtigung am späten Abend verringert das Umgebungslicht.

Forschung und Entwicklung (Stand 2025) versprechen technische Lösungen zur Eliminierung der störenden Einflüsse von Umgebungslicht. Hierüber wird in künftigen Überarbeitungen des Standpunkts und Fortbildungen (s. 9.2) informiert.

9 Fehlervermeidung

9.1 Vermeidung von Fehldiagnosen

Die optische Bau-Forensik ist hoch empfindlich und macht Spuren verschiedenster Art sichtbar. Diese hohe Empfindlichkeit kann aber auch dazu führen, dass Spuren beobachtet werden, die nichts mit der Fragestellung zu tun haben.

Um **Falsch-Positivdiagnosen** zu vermeiden, müssen alle im Abschnitt 5.2 genannten Auswertungskriterien berücksichtigt werden. Zusätzlich ist Makrofotografie besonders hilfreich. Kolonieähnliche Muster können z. B. auch durch Salzausblühungen entstehen. Vergrößerungen und Bildauflösung sind so zu wählen, dass Mycelstrukturen sicher erkannt werden können. Im Übersichtsbild (Abbildung 4 oben) ist noch keine Zuordnung möglich. Erst in der Makroaufnahme (Abbildung 4 unten) sind einzelne Hyphen erkennbar. Dies gilt als sicherer Beleg für Pilzbewuchs. Weitere Untersuchungen, z. B. mit spezifischen Nachweisreagenzien, Mikroskopie und Laboruntersuchungen können im Zweifel weitere Klarheit schaffen.

Spuren können verdeckt sein oder durch ungünstige Untersuchungsbedingungen übersehen werden. Diese Gefahr von **Falsch-Negativdiagnosen** besteht besonders bei einem hohen Anteil an Störlicht (Abbildung 3) oder fluoreszierenden Untergründen (siehe unten). Falsch-Negativdiagnosen werden vermieden durch ein effektives Störlichtmanagement (s. 8.4), bestmögliches Equipment (s. 8.1 und 8.2) und die Verwendung von Standards (s. 8.3) zur Quantifizierung von Befunden, Untergrundfluoreszenz und Störlicht (Abbildung 3).

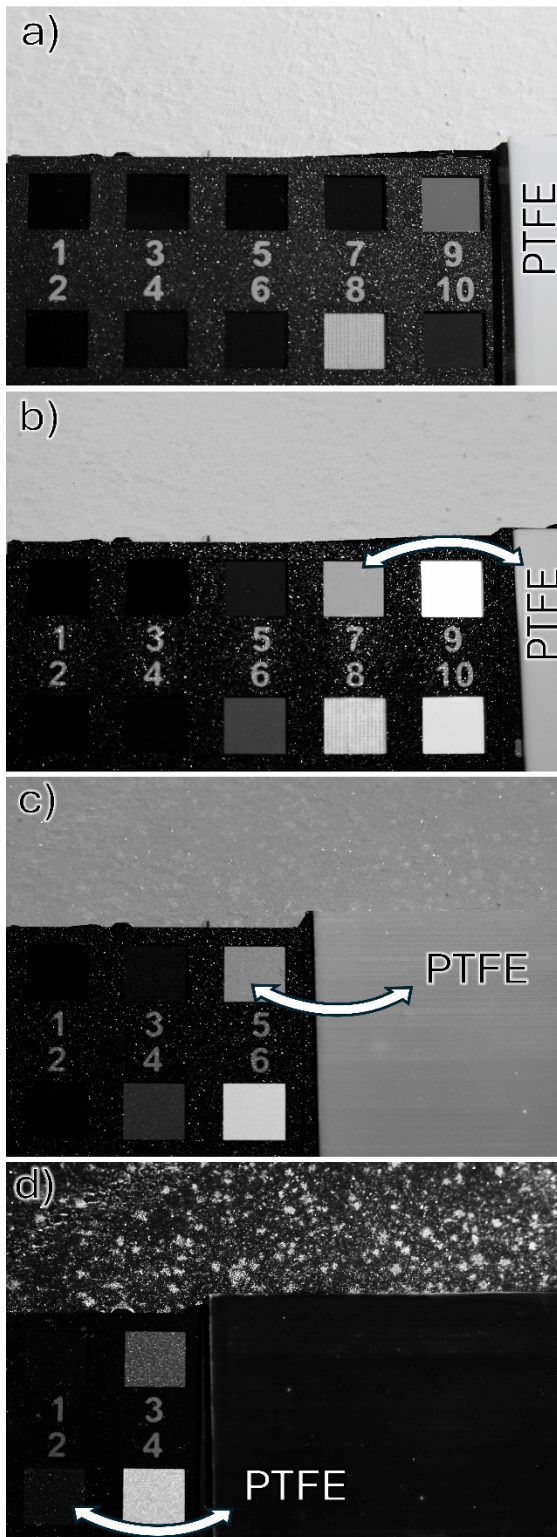


Abbildung 3: Transparenter Schimmelpilz auf weißer Wand mit Stufenstandard und PTFE. VIS-Normalbild (a) und UV angeregte Fluoreszenzbilder mit unterschiedlichem Störlichtanteil, der, gemessen am PTFE, in Bild b) dem Feld 7, in Bild c) dem Feld 5 und in Bild d) dem Feld 2 des Stufenstandards entspricht. Die schwache Fluoreszenz des Schimmelpilzes entspricht etwa der Intensität von Feld 3-4. Sie hebt sich nur bei geringem Störlicht wie in Bild d) deutlich vom Untergrund ab. Bei zu viel Störlicht wie in Bild b) und c) besteht die Gefahr einer Falsch-Negativdiagnose

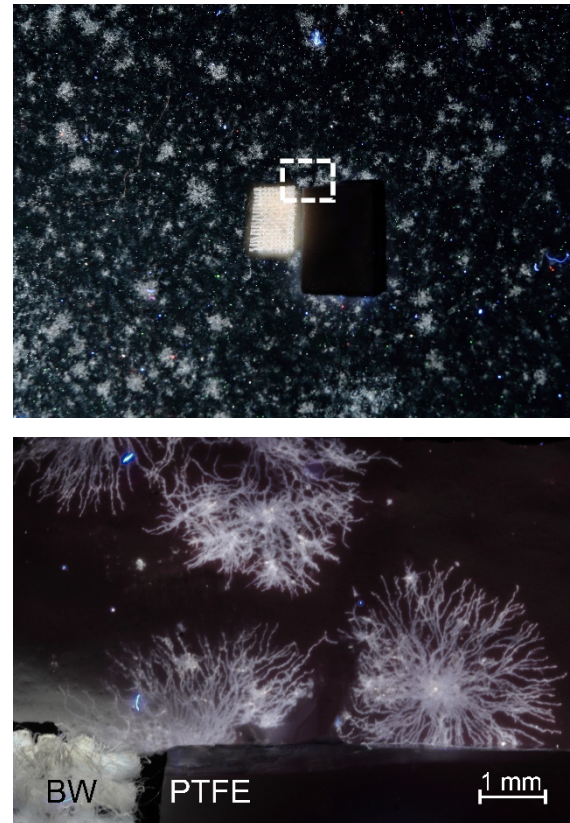


Abbildung 4: Fluoreszierende Struktur auf nicht fluoreszierender weißer Wandfarbe. UV angeregtes VIS-Fluoreszenzbild, Weißabgleich auf Baumwolle (BW). Im Übersichtsbild (oben) sind nur undifferenzierbare Flecken zu erkennen. Erst durch die im Makrofluoreszenzbild (unten) erkennbaren Hyphen wird der Pilzbewuchs eindeutig nachgewiesen und eine Falsch-Positivdiagnose ausgeschlossen

Fluoreszierende Untergründe können die Fluoreszenz eines Untersuchungsobjektes maskieren. In diesem Fall sind weitere Untersuchungen mit anderen Kombinationen aus Lichtquelle und Kamerafilter oder einer anderen bau-forensischen Technik (s. 5.1) hilfreich. Auch mehrfach aufgetragene nicht fluoreszierende dicke Beschichtungen und besonders diffusionsdichte Anstriche können die Fluoreszenz von darunterliegendem Schimmelpilzbewuchs verbergen. Hier hilft eine kleine Öffnung an der durch kapazitive Feuchtemessung gefundenen feuchtesten Stelle, ggf. in Kombination mit Folienkontaktprobe und lichtmikroskopischer Untersuchung zur Vermeidung einer Falsch-Negativdiagnose.

9.2 Aus- und Fortbildung

Der vorliegende BVS-Standpunkt dient einem einheitlich hohen Qualitätsniveau in der OBF. Zum Erlernen der Grundtechniken werden Bau-Forensik Seminare zur qualifizierten Ausbildung mit Prüfungsabschluss angeboten. Da die OBF eine junge Disziplin mit entsprechend raschen Fortschritten ist, sind regelmäßige Weiterbildungen noch mehr als in anderen Bereichen notwendig, um auf dem aktuellen Stand zu bleiben.

10 Schlussfolgerung

Wenn alle Auswertungskriterien nach Abschnitt 5.2 der optischen Bau-Forensik mit der fachspezifischen Erfahrung eines Sachverständigen des jeweiligen Gewerkes kombiniert werden und die Grundsätze aus den Abschnitten 8 und 9 berücksichtigt werden, besitzen bauforensische Analysen eine hohe Zuverlässigkeit.

11 Literatur

- [1] Rapp, A.O., Peters, F.B., Lange, G.: Methoden der optischen Bau-Forensik für die Schimmelpilzdetektion; in: Kraus-Johnsen, I. (Hrsg.): Schimmelpilzhandbuch. 2. Aufl. Köln, Reguviv Fachmedien GmbH. 2024
- [2] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - OStrV), zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 6 V v. 18.10.2017 I 3584
- [3] Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung) (19. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) vom 5. April 2006 (ABL EU Nr. L 114, S.38) zuletzt geändert durch Artikel 1 III. Nummer 13 der Verordnung vom 20. Juni 2019 (ABl. L 198, S. 241), in Kraft getreten am 26. Juli 2019
- [4] Verordnung der Bundesregierung über den Schutz der Bediensteten vor der Einwirkung durch optische Strahlung (Verordnung optische Strahlung Bund – B-VOPST) StF: BGBl. II Nr. 291/2011 [CELEX-Nr.: 32006L0025]
- [5] Technische Regeln zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (TROS Inkohärente Optische Strahlung), Teile 1–3, Ausgabe November 2013

12 Empfehlungen des BVS

Der BVS empfiehlt folgende Maßnahmen:

1. Gefilterte Lichtquellen einsetzen, die den Untersuchungsbereich stark und gleichmäßig ausleuchten.
2. Bestmögliche und aufeinander abgestimmte Lichtquellenfilter und Kamerafilter.
3. Zu jedem Forensikbild ein VIS-Normalbild.
4. Referenzen in jedes Bild legen; möglichst mit kalibrierten Standards arbeiten, die eine objektivierte Aussage erlauben.
5. Wenn erforderlich und möglich, Befunde quantifizieren.
6. Bei Fluoreszenzuntersuchungen Raum möglichst stark abdunkeln oder Untersuchungsobjekt abschirmen.
7. Fluoreszierende Nicht-Zielobjekte aus dem Untersuchungsbereich entfernen oder abschirmen.
8. Korrekte und vollständige Bezeichnung der eingesetzten Untersuchungstechnik.
9. Bildunterschriften mit Bezeichnung von Lichtquelle, Lichtquellenfilter, Kamerafilter, Art von Weißabgleich, Kamera und Objektiv.
10. Nachvollziehbare Dokumentation anfertigen, z. B. als Untersuchungsprotokoll (siehe Anhang).
11. Positivdiagnosen ggf. mit Makroanalysen und/oder weiteren Untersuchungen stützen; Vorsicht bei Negativdiagnosen.
12. Fundierte Ausbildung mit Qualifikationsnachweis in Form einer schriftlichen und praktischen Prüfung.
13. Regelmäßige Weiterbildung.

**Arbeitskreis Optische Bau-Forensik im Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter
sowie qualifizierter Sachverständiger e. V. (BVS)**

Leiter des Arbeitskreises:

Prof. Dr. Andreas O. Rapp

ö. b. u. v. Sachverständiger für das Parkettleger-Handwerk
30519 Hannover
Telefon: +49 511 6468 3808
E-Mail: rapp@faktum.eu

Mitwirkende des Arbeitskreises:

Dipl.-Ing. Maria Dilanas, LL. M

ö. b. u. v. Sachverständige für Schäden an Gebäuden
75045 Walzbachtal
Telefon: +49 7203 4874490
E-Mail: Dilanas@sv-dilanas.de

Dipl.- Ing. (FH) Ronald Hutterer

ö. b. u. v. Sachverständiger für Putz und Wärmedämmverbundsysteme
85254 Einsbach
Telefon: +49 8135 939790
E-Mail: rhutterer@ihre-baugutachter.de

Dipl. (HTL) Ing. Emanuel Mairinger

Bundesverband für Schimmelsanierung und technische Bauteiltrocknung
1150 Wien, Österreich
Telefon: +43 1786 7060
E-Mail: office@bv-schimmel.at

M. Ed. Frank Bernhard Peters

32051 Herford
Telefon: +49 170 824 8087
E-Mail: frank.bernhard.peters@web.de

Christiane Herget

ö. b. u. v. Sachverständige für Schimmelpilze in Innenräumen
97074 Würzburg
Telefon +49 931 702880
E-Mail: mail@sv-herget.de

Priv. Doz. Mag. Dr. Martin Kirchmair

Universität Innsbruck, Institut für Mikrobiologie
A-6020 Innsbruck
E-Mail: martin.kirchmair@uibk.ac.at

Dipl.-Ing. (FH) Ralph Mathes

ö. b. u. v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden
78224 Singen
Telefon +49 7731 984250
E-Mail: info@bsv-mathes.de

Dipl.-Ing. Architektin Sandra Willkommen

ö. b. u. v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden
70567 Stuttgart
Telefon +49 177 8383677
E-Mail: kontakt@sv-willkommen.de



Bundesverband öffentlich
bestellter und vereidigter
sowie qualifizierter
Sachverständiger e. V.



Bundesgeschäftsstelle

Charlottenstraße 62
10117 Berlin

T +49 (0) 30 255938 0

F +49 (0) 30 255938 14

E info@bvs-ev.de

I www.bvs-ev.de

Beispiel Untersuchungsprotokoll Bau-Forensik		
Projekt: Auftrag Nr. 1234; Fensterlaibung Wohnzimmer		
Objekt/Bauteil: gelbbraune Verfärbungen, Verdacht auf Schimmel	Dateinamen/Fotonummern:	
	Forensikbild	VIS-Normalbild
	IMG_0815	
Untergrund: Raufasertapete, beschichtet mit Dispersionsfarbe, Fabrikat unbekannt	IMG_0816	IMG_0817
	IMG_0820	IMG_0821

Kamera: Canon EOS R50	☒ Forensikkam.	☐ Normalkam.
Bau-Forensik-Technik: UV angeregte VIS-Fluoreszenzbildanalyse		
Lichtquelle: Hersteller/Modell UV-LED 365 nm, 10 W		
ggf. Lichtquellenfilter: UV-Pass		
Kamerafilter: Fluo 1 + Cyan		
Weißabgleich auf:	☐ Objekt	☐ PTFE
	☒ Baumwollnessel (BW)	☐ _____
Bildausschnitt (bei Makro):	6 cm x 4 cm in Bild Nr.: IMG_0820	
Farbwertbestimmung Objekt: h=30	Referenz/Standard:	BW
Helligkeitsquantifizierung Objekt: Feld 3-4	Referenz/Standard:	Chinin
Helligkeitsquantifizierung Untergrund: Feld 2-3	Referenz/Standard:	Chinin
Störlichtquantifizierung: Feld 2	Referenz/Standard:	PTFE

Beschreibung der Morphologie: - gelbbraune Verfärbungen sind deckungsgleich mit fluoreszierenden Wasserrändern - weitere, im VIS nicht sichtbare fluoreszierende Ränder in mehreren Abstufungen um die gelbbraunen Verfärbungen herum - Ränder meist scharf abgegrenzt - Ränder liegen teilweise konzentrisch ineinander mit einzelnen Überschneidungen - Keine Hyphen im Makrobild (IMG_0820)
Bemerkungen: - Scharf abgegrenzte Ränder deuten auf Einfluss von flüssigem Wasser hin - Überschneidung von Rändern deutet auf mehrere Feuchteereignisse hin - Schimmelpilzmycel wurde nicht eindeutig nachgewiesen (IMG_0820)
Weitere Untersuchungen: kapazitive Feuchtemessung; Folienkontaktprobe

Name des Untersuchenden:

Datum:

Beispiel Untersuchungsprotokoll Bau-Forensik

Projekt:

Objekt/Bauteil:

Dateinamen/Fotonummern:

Forensikbild

VIS-Normalbild

Untergrund:

Kamera:

☐ Forensikkam.☐ Normalkam.

Bau-Forensik-Technik:

Lichtquelle:

ggf. Lichtquellenfilter:

Kamerafilter:

Weißabgleich auf:

☐ Objekt☐ PTFE☐ Farbstandard Art _____☐ Baumwollnessel (BW)☐ _____

Bildausschnitt (bei Makro):

_____ cm x _____ cm in Bild Nr.: _____

Farbwertbestimmung Objekt:

Referenz/Standard:

Helligkeitsquantifizierung Objekt:

Referenz/Standard:

Helligkeitsquantifizierung Untergrund:

Referenz/Standard:

Störlichtquantifizierung:

Referenz/Standard:

Beschreibung der Morphologie:

Bemerkungen:

Weitere Untersuchungen: