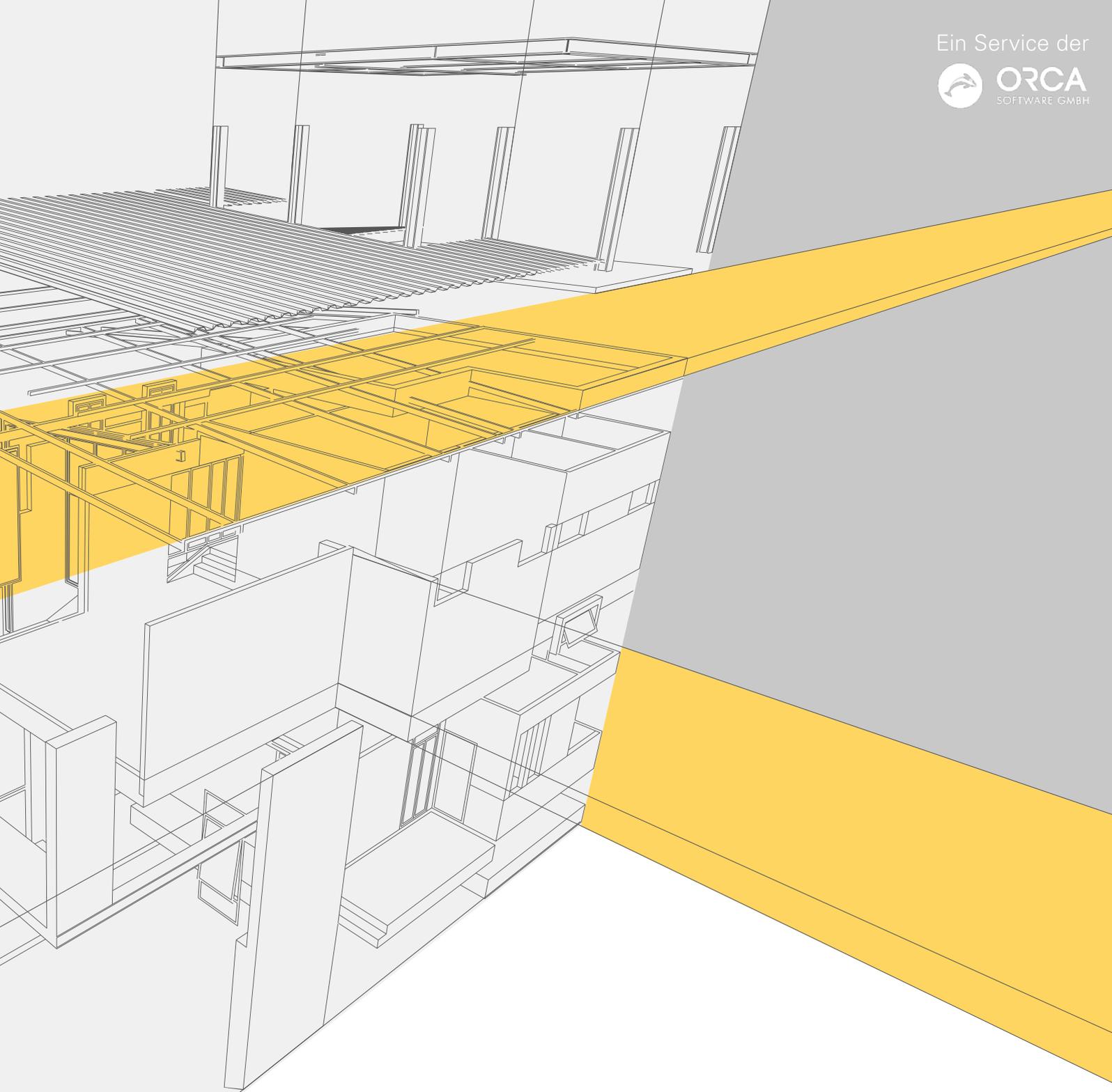


Ein Service der



WHITEPAPER TECHNIK

Altbau und Sanierung



ÜBER DIESE WHITEPAPER-SERIE

Die Serie ORCA Whitepaper Technik bietet in jedem Whitepaper einen kurzgefassten Überblick über ein spezifisches Feld der Bau- und Gebäudetechnik. Jedes Whitepaper dient als erstes Nachschlagemedium, als technische Referenz oder als Kurz-Leitfaden für Planung und Ausschreibung.

Die inhaltliche Ausrichtung liegt weniger auf den Planungsgrundlagen, sondern auf dem aktuellen

Regelwerk, einschließlich der ATV-Normen, und auf den für die korrekte Ausschreibung benötigten Begriffen, Techniken und Hintergründen.

ÜBER DEN AUTOR

Mag.Ing. Franz Dam ist seit über 25 Jahren auf dem Gebiet der Bauausschreibung tätig. Mit seinem Expertenwissen berät er Unternehmen zur LPH 6 der HOAI. Seit 2016 ist er Partner der ORCA Software GmbH.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1. Altbauten historisch	4
1.1.1. Fachwerkhäuser	4
1.1.2. Gründerzeithäuser	4
1.1.3. Vorkriegsbauten	4
1.1.4. Nachkriegsbauten	5
1.1.5. Siebziger Jahre und Plattenbauten	5
1.1.6. Nach den Siebziger Jahren	5
1.2. Denkmalschutz	5
2. Hinweise zur Planung	6
2.1. Analyse des Bestandes	6
2.1.1. Allgemeine Zustandsfeststellung	6
2.1.2. Energetische Bestandsanalyse	7
2.1.3. Besondere Verfahren der Bestandsaufnahme	7
2.2. Vorschriften des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)	8
2.2.1. Sanierungspflicht bei Wechsel des Eigentümers	8
2.2.2. Sanierungspflicht bei Ausbau, Umbau und Erneuerung	8
2.2.3. Modernisierung mit Gesamtenergiebilanz	9
Wege zur Energieeinsparung	9
2.3. Die Gebäudehülle	10
2.3.1. Energetische Sanierung	10
2.3.2. Instandsetzung/Sanierung des Daches	12
2.3.3. Instandsetzung/Sanierung der Außenwände	13
2.3.4. Außenputze	14
2.3.5. Sanierputze	14
2.3.6. Natursteinmauerwerk und -fassaden	14
2.4. Das Gebäude innen	14
2.4.1. Decken	14
2.4.2. Böden	15
2.4.3. Abdichtung in Feuchträumen	15
2.4.4. Trennwände	15
2.4.5. Schornsteinsanierung	16



3.	Vorschriften, Normen und Regelwerke	16
3.1.	Nationale und internationale Normen	16
3.2.	Regeln Betoninstandhaltung	17
3.3.	DGUV Informationen zu Asbest	17
3.4.	Regeln für Gefahrstoffe	18
3.5.	WTA-Merkblätter	18
4.	Klassifizierungen und Bezeichnungen	19
4.1.	Altbetonklassen	19
4.2.	Einwirkungen aus Umgebung und Betonuntergrund	20
4.3.	Verfahren zur Instandsetzung von Betonschäden	21
4.4.	Verfahren zur Instandsetzung bei Bewehrungskorrosion	23
4.5.	Rautiefeklassen und Instandsetzungssysteme	24
4.6.	Anforderungen an OS-Beton-Instandsetzungssysteme	24
4.7.	Betonersatz	27
4.8.	Rissfüllstoffe zum Füllen von Rissen und Hohlräumen	28
5.	Planung und Ausführung	29
5.1.	Pflanzliche und tierische Schädlinge	29
5.1.1.	Schimmelsanierung	29
5.2.	Schadstoffsanierung allgemein	29
5.2.1.	Schadstoffe in Innenräumen	30
5.2.2.	Schädliche alte Mineralwolle	30
5.3.	Asbestsanierung	30
	Gefahr durch Asbest	31
5.3.1.	Klassifizierung von Asbestprodukten	31
5.3.2.	Anwendungen von Asbest	31
5.3.3.	Asbestzement	32
5.3.4.	Untersuchung auf Asbestverunreinigung	33
5.3.5.	Planung einer Asbestsanierung	33
5.3.6.	Durchführung einer Asbestsanierung	34
	Zu beachten bei Asbestsanierung	35
5.3.7.	Arbeitsschutz nach TRGS 519	36
5.4.	Beton im Altbau	36
5.4.1.	Risse im Beton	37
5.4.2.	Kiesnester	37
5.4.3.	Kalkausblühungen	37
5.4.4.	Lochfraßkorrosion	37
5.4.5.	Karbonatisierung	37
5.4.6.	Frost- und Taumittel	37
5.5.	Betoninstandsetzung	38
5.5.1.	Richtlinien und Normen	38
	TR Instandhaltung	39
5.5.2.	Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken	39
5.5.3.	Planungsgrundsätze nach TR Instandhaltung	39
5.6.	Innendämmung	43
5.6.1.	Planung einer Innendämmung	43
5.6.2.	Probleme der Innendämmung	43
	Aspekte der Innendämmung	44
5.6.3.	Der Umgang mit Tauwasser	44
5.6.4.	Zwei Dämmsysteme	45
5.6.5.	Innendämmung – Produktübersicht	46
	Kommentar	47



1. Einleitung

Eine allgemeingültige Definition für den Begriff Altbau sucht man vergebens. Nicht jedes in Gebrauch stehende oder früher in Gebrauch gestandene Gebäude würde man als Altbau bezeichnen, sondern einfach als ein Bestandsgebäude.

Gebäude aus den Perioden bis zum zweiten Weltkrieg, häufig auch aus den unmittelbar darauffolgenden Jahrzehnten, werden gemeinhin aber als Altbauten bezeichnet. Das Diktum, ein Altbau ist es dann, wenn er eine Menge Ärger macht und Unmengen kostet, dient manchmal als humorvolle, doch meist treffende Definitionsleitlinie.

1.1. Altbauten historisch

1.1.1. Fachwerkhäuser

Bei Fachwerkhäusern handelt es sich um regional unterschiedliche Mischkonstruktionen aus tragenden Holzrahmen mit nicht tragenden Ausfachungen, bestehend aus Ziegeln, Steinen oder Lehm. Fachwerk kann verkleidet oder sichtbar sein.

Die Sanierungskosten von Fachwerkhäusern sind meist hoch, das energetische Einsparpotenzial ebenfalls.

Mängel

- ▶ unzureichende Wärme- und Schalldämmung
- ▶ Schädlingsbefall an tragenden Holzteilen
- ▶ undicht gegen Schlagregen
- ▶ kleine Fensterflächen
- ▶ Schiefstellungen und Schieflagen von Decken und Wänden
- ▶ zu geringe Geschosshöhe

1.1.2. Gründerzeithäuser

In den Innenstadtbereichen moderner Städte findet man vorwiegend diese Art von Gebäuden. Gründerzeithäuser im weiteren Sinne wurden meist von 1870 bis zum ersten Weltkrieg errichtet.

Bei Gründerzeithäusern handelt es sich um massive Mauerwerksbauten mit Holzbalkendecken. Über den Kellergeschossen hat man oft Kappendecken eingezogen.

Das Energieeinsparpotenzial ist aufgrund der massiven Außenwände nur bei Dächern und teilweise bei Fenstern als hoch zu bezeichnen.

Mängel

- ▶ Technische Gebäudeausrüstung unzureichend
- ▶ Feuchtigkeitsschäden in den Kellergeschossen, auch im Sockelbereich
- ▶ unzureichende Wärmedämmung, vor allem unter Dach (oberste Geschossdecke)
- ▶ unzureichende Schalldämmung (Innenwände, Treppenhaus)
- ▶ Schädlingsbefall an Holzbalkendecken
- ▶ schadhafte Dacheindeckung

1.1.3. Vorkriegsbauten

Wohnhäuser aus den 20er und 30er Jahren zeichnen sich durch einen völlig veränderten Baustil und das Aufkommen von Wohnsiedlungen aus. Die Bauweise ist weniger massiv, Holzbalkendecken herrschen immer noch vor.

Mängel

- ▶ Technische Gebäudeausrüstung unzureichend
- ▶ Feuchtigkeitsschäden in den Kellergeschossen, auch im Sockelbereich
- ▶ unzureichende Wärmedämmung (Außenwände, oberste Decke)
- ▶ unzureichende Schalldämmung
- ▶ Fenster
- ▶ Korrosionsschäden an Stahlträgern

1.1.4. Nachkriegsbauten

Einfaches und ökonomisch stringentes Bauen prägt die Nachkriegszeit. Kleine Wandquerschnitte, schlechte Wärme- und Schalldämmung. Decken aus Stahlbeton mit Estrichen ohne Dämmung. Fenster zunächst normal- dann großformatig. Das Flachdach kommt langsam in Mode. Fassaden zunehmend aus Beton im Raster.

Mängel

- ▶ Technische Gebäudeausrüstung unzureichend
- ▶ Feuchtigkeitsschäden in den Kellergeschossen
- ▶ unzureichende Wärmedämmung
- ▶ unzureichende Schalldämmung
- ▶ Fenster
- ▶ Fassadensanierung
- ▶ Flachdächer schadhaft (teils Sondermüll!)
- ▶ Balkone schadhaft

1.1.5. Siebziger Jahre und Plattenbauten

Das industrielle Bauen hält Einzug. In der DDR werden Fertigteilsysteme eingesetzt (Plattenbau). Man beginnt, Wärmedämmung einzusetzen, sie ist aber noch sehr mangelhaft. Porenbetonwände kommen in Mode.

Mängel

- ▶ Technische Gebäudeausrüstung unzureichend
- ▶ Fassaden (auch Fugensanierung)
- ▶ unzureichende Wärmedämmung
- ▶ unzureichende Schalldämmung

1.1.6. Nach den Siebziger Jahren

Die erste Wärmeschutzverordnung wurde in dieser Zeit verabschiedet und auch bald wieder novelliert. Putzfassaden und hinterlüftete Fassaden herrschen vor. Plattenbauten werden nach wie vor errichtet.

- 💡 Sanierungsschwerpunkt dieser Gebäude liegt auf Wärmeschutz, Schallschutz und Fassade. Auch die Technische Gebäudeausrüstung muss oft erneuert werden. Asbesthaltige Materialien stellen ein Problem dar.

1.2. Denkmalschutz

Denkmalschutz und Denkmalpflege sind ein Anliegen des Gesetzgebers. Bei der Modernisierung und der Instandhaltung von Denkmälern sind Maßnahmen zu wählen, die dem Anspruch des Gesetzgebers und dem Denkmal gerecht werden.

Ziele von Denkmalschutz und Modernisierung

- ▶ Erhaltung von Einzelgebäuden, Ensembles und Stadtbildern
- ▶ Schutz von Bau- und Kunstgeschichte
- ▶ Energieeinsparung (Heizung, Dämmung)
- ▶ Schutz von Leben und Gesundheit (Brandschutzmaßnahmen)
- ▶ Modernisierung für den Werterhalt

Typische Maßnahmen im Denkmalschutz

- ▶ Tragfähigkeit verbessern oder wiederherstellen
- ▶ Trockenlegung durchfeuchteter Wände
- ▶ Putze und Beschichtungen erneuern
- ▶ Dachdeckung erneuern, einschl. Klempnerarbeiten
- ▶ Modernisierungsmaßnahmen: Wärmeschutz, Schallschutz, TGA (Heizung), Grundrissveränderungen

💡 Es ist sinnvoll, Bauweisen anzuwenden, welche Zeit und Kosten sparen. Das bedeutet, trockene Bauweisen, anstatt Feuchte in den Bau einzubringen, leichte Bauweisen, um das Tragwerk zu schonen, Wiederverwendung von Bauteilen. Auch das Zusammenschließen von gebäudetechnischen Strängen ist geboten, um die Zahl der nötigen Durchbrüche gering zu halten.

2. Hinweise zur Planung

2.1. Analyse des Bestandes

Bei der Planung von Modernisierungsmaßnahmen muss die grundsätzliche Eignung des Altbaus für die vorgesehenen Ziele geprüft werden. Eine Diagnose von Gebäudezustand und Konstruktion muss vorgenommen werden. Eine exakte Kartierung der Bauschäden ist erforderlich. Die Beurteilung des Gebäudewertes muss letztlich auch Grundstück, Außenanlagen und Erschließung umfassen.

💡 Technische und energetische Bestandsaufnahmen erfassen den Gesamtzustand und die Bauteile des Altgebäudes hinsichtlich Funktionsfähigkeit, Zustand und Qualität und bewerten sie.

💡 Bestandsanalysen und maßliche Bestandszeichnungen dienen als Grundlage von Planung und Kostenberechnung.

2.1.1. Allgemeine Zustandsfeststellung

- ▶ Außenwände: Tragfähigkeit, Durchfeuchtungen, Dämmwerte, Rissbildungen, Putzschäden
- ▶ Kellerbereich: Feuchteschäden
- ▶ Dach: Dichtheit der Dachhaut, Zustand des Dachstuhls, Wärmedämmung
- ▶ Fenster: Dichtheit, Materialzustand, Verglasungsart
- ▶ Geschossdecken und Innenwände: Tragfähigkeit, Risse, Durchfeuchtungen, Schalldämmung
- ▶ Fußböden: Stabilität, Oberflächenzustand

- ▶ Schornsteine: Versottung, Risse
- ▶ Heizungsanlagen: Heizungsart, Alter, Energieverbrauch, Allgemeinzustand
- ▶ Installationen: Zustand der Leitungen und Anlagen
- 💡 Die zuständigen Ämter von Bauaufsicht und Denkmalschutz sollten bereits in einem sehr frühen Planungsstadium einbezogen werden.

2.1.2. Energetische Bestandsanalyse

- ▶ Analyse Gebäudehülle
 - Außenwände
 - Bodenplatte
 - oberste Geschossdecke
 - Kellerdecke
 - Dach
 - Balkone, Loggien
 - Fenster, Türen
- ▶ Analyse TGA-Anlagen
 - Heizungsanlage
 - Heizungsleitungen
 - Warmwasserbereitung
 - Lüftung
- ▶ Prüfung der Luftdichtigkeit
- ▶ Nutzerverhalten und Energieverbrauch

2.1.3. Besondere Verfahren der Bestandsaufnahme

Neben visueller und maßlicher Bestandsaufnahme besteht meist die Notwendigkeit eingehender Untersuchungen mittels technischer Verfahren.

- ▶ 3-D-Laser
 - Zur Überprüfung oder Korrektur der Bestandspläne von komplexen Altbaustrukturen (falls vorhanden), direkt importiert in CAD-Programm.
- ▶ Bauradarverfahren
 - Zustandsermittlung von Mauerwerk, Beton oder Natursteinstrukturen. Eindringtiefe bis 6 Meter.
- ▶ Endoskopie
 - Invasive Inspektion durch Bohröffnung von unzugänglichen Konstruktionen und Aufbauten oder Hohlräumen.
- ▶ Bewehrungssuchgerät
 - Ermittlung von Zustand und Lage der Stahlbewehrung mittels induziertem magnetischen Feld.
- ▶ Feuchtigkeitsmessgerät
 - Feuchtigkeitsmessung für Wände, Böden oder Decken.

- ▶ Thermografiekamera
 - Thermografieaufnahmen zeigen den energetischen Gebäudezustand sowie die Schwachstellen.

2.2. Vorschriften des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)

Mehrfamilienhäuser sowie Ein- und Zweifamilienhäuser in Deutschland haben Mindestanforderungen nach dem seit Ende 2020 gültigen Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) zu erfüllen.

Der Bundestag hat mit Verzögerung am 8. September eine Novelle des GEG beschlossen. Diese sieht u.a. vor, dass jede künftig neu eingebaute Heizung auf der Basis von 65 % erneuerbaren Energien betrieben werden soll.

Das neue GEG soll nach Annahme durch den Bundesrat am 1.1.2024 in Kraft treten und ist noch nicht Teil dieses Whitepaper. Die untenstehenden Angaben beziehen sich auf das GEG aus dem Jahr 2020 bzw. auf die am 1.1.2023 in Kraft getretene Novellierung

2.2.1. Sanierungspflicht bei Wechsel des Eigentümers¹

- ▶ Alte Heizkessel (über 30 Jahre) mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen müssen erneuert werden.
 - Ausnahme bei: Niedertemperatur- oder Brennwertkessel; Heizkessel mit einer Nennleistung unter 4kW oder über 400kW Anlagen, die nur zur Warmwasserbereitung dienen etc.
- ▶ Zentralheizungen müssen mit Regelungen nachgerüstet werden.
- ▶ Warmwasserführende Rohre müssen in unbeheizten Räumen gedämmt werden.
- ▶ Oberste Geschoßdecke² oder Dach muss gedämmt werden.
- ▶ Wartungsintervalle für die Gebäudetechnik sind einzuhalten.
- ▶ Bei Verkauf oder Neuvermietung muss ein Energieausweis erstellt werden³.

Geringfügige Maßnahmen im Altbau

- 💡 Bei Reparatur- und Wartungsmaßnahmen oder bei Renovierungsarbeiten sind keine zusätzlichen energetischen Maßnahmen nötig. Typische Arbeiten in dieser Kategorie sind das Streichen der Fenster, das kleinflächige Ausbessern des Putzes, die Beschichtung der Fassade oder auch eine Erneuerung der Böden.

2.2.2. Sanierungspflicht bei Ausbau, Umbau und Erneuerung

Bei größeren Umbaumaßnahmen (Änderungen der Gebäudehülle, Erweiterungen, Ausbau) besteht die Pflicht, die Anforderungen des GEG einzuhalten. Diese Anforderungen sind jedoch nicht identisch mit jenen an einen Neubau.

- 💡 Bei der Erneuerung einzelner Bauteile (z.B. Fenster, Fassadenputz)⁴ muss die Anforderung des GEG für dieses Bauteil eingehalten werden.⁵

1 Ausgenommen sind nur Ein- und Zweifamilienhäuser, die bereits am 1.2.2002 vom Eigentümer selbst bewohnt wurden.

2 Es betrifft die oberste Geschoßdecke zu einem nicht ausgebauten und unbeheizten Dachraum, wenigstens dann, wenn diese Decke zugänglich ist und die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz nicht erfüllt sind.

3 Ausgenommen sind denkmalgeschützte Gebäude.

4 Die Erneuerung des Fassadenputzes wird als Erneuerung der Fassade gewertet – Dämmwerte müssen dann eingehalten werden. Das gilt jedoch nicht bei einer Neubeschichtung der Fassade.

5 Ausnahmen zur Sanierungspflicht können beantragt werden, wenn beispielsweise die Fassade saniert werden soll, bei einer dann vorgeschriebenen neuen Fassadendämmung aber weitere, noch funktionsfähige Bauteile wie Fenster oder Dach erneuert werden müssten.

Erforderliche Dämmwerte für erneuerte Bauteile

Bauteil	Max. U-Wert (W/m ² · K)
Fenster	1,30
Dachflächenfenster	1,40
Außenwände	0,24
Oberste Geschossdecke ⁶	
Steildächer, Dachschrägen	
Flachdächer	0,20
Wände oder Decken gegen unbeheizte Kellerräume oder Erdreich ⁷	0,30

2.2.3. Modernisierung mit Gesamtenergiebilanz

- 💡 Wahlweise kann auch eine Gesamtenergiebilanz des modernisierten Altbaus erstellt werden, ähnlich dem Energieausweis des Neubaus. Jedoch sind die Anforderungen in Bezug zu einem Referenzgebäude um vieles geringer als beim Neubau. Die Einzelnachweise für Bauteile entfallen bei dieser Lösung.

Wege zur Energieeinsparung

- ▶ **Gebäudehülle**
 - Dämmung von Außenwänden, des Daches oder der obersten Geschossdecke, der Kellerdecke oder der Bodenplatte
- ▶ **Sanierung/Austausch der Fenster**
 - Anbringen von Vorsatzscheiben, Austausch der Verglasung, Nachbildung alter Fenster. Oder Fenster-austausch.
- ▶ **Wärmeerzeugung**
 - alte Heizanlage austauschen, vor allem wenn sie vor ca. 1990 eingebaut wurde.⁸
- ▶ **Heizungsverteilung**
 - nachträgliche Dämmung von Leitungen in unbeheizten Räumen; Einbau von programmierbaren Ther-mostaten an den Heizkörpern.
- ▶ **Lüftung**
 - Einbau einer Lüftung nach energetischer Sanierung, wenn diese zu hoher Luftdichtigkeit des Gebäu-des führt.

6 Gilt ebenso Wände gegen den unbeheizten Dachraum.

7 Dieser Wert gilt bei Dämmung auf unbeheizter Seite.

8 Aktuelle geplante oder tatsächliche Vorschriften zu Wärmeerzeugern sind hier noch nicht berücksichtigt.

2.3. Die Gebäudehülle

2.3.1. Energetische Sanierung

Dämmung des Steildaches

- 💡 Neben der Erneuerung der Deckung kann eine Dämmung eingebaut werden, mit zusätzlicher Unterdeckung oder Unterspannung.
- 💡 Die Möglichkeiten der nachträglichen Dämmung umfassen eine Zwischensparrendämmung aus Mineralwolle (bei ausgebautem Dachgeschoss auch von außen aufgebracht), eine Untersparrendämmung (Mineralwolle u.a.), eine Kombination der beiden, oder eine Aufdachdämmung, die meist aus Hartschaumplatten besteht und eine Schalung erfordert.
- 💡 Raumseitig ist in allen Fällen eine Dampfsperre erforderlich.

Dämmung des Flachdaches

- 💡 Bei schlechtem Zustand der vorhandenen Dämmung und Abdichtung müssen alle Dachaufbauschichten erneuert werden.
- 💡 Bei intakter Dachabdichtung kann der Dachaufbau ohne jeglichen Rückbau bestehen bleiben. Es wird in diesem Fall eine neue Dämmschicht auf die vorhandene Dachabdichtung verlegt (es entsteht also ein Umkehrdach). Bei defekter Dachabdichtung wird diese vor Verlegung der zweiten Dämmschicht erneuert oder ausgebessert. Diesen Dachaufbau nennt man im Sanierungsfall ein Plusdach.
- 💡 Zweischalige, belüftete Flachdächer (Kaltdächer) können oft mit Einblasdämmungen energetisch saniert werden.

Dämmung der obersten Geschossdecke

- 💡 Die Dämmung kann auf der Oberseite der Decke mit einfacher, nichtbegehrbarer Dämmschicht, zusätzlich mit begehrbarer Kaschierung aus Spanplatten, oder mit einer Konstruktion aus Lagerhölzern, Wärmedämmung und oberer Abdeckung aus Holzwerkstoffen oder Gipsfaserplatten erfolgen. Eine Dampfsperrschicht unter der Dämmung ist in jedem Fall erforderlich.
- 💡 Ebenso kann die Unterseite der Decke mit einer Dämm- und Plattenschicht bekleidet werden.
- 💡 Die selten angewandte Dämmung innerhalb einer obersten Holzbalkendecke wird als Einblasdämmung ausgeführt.

Fenster

- 💡 Fenster können neu verglast, saniert (Kastenfenster) oder ausgetauscht werden. In jedem Fall kommt den Anschlüssen eine erhöhte Bedeutung zu.

Dämmung der Kellerdecke

- 💡 Da die Kellerräume von Altbauten nicht beheizt sind, ist eine Dämmung an der Deckenunterseite oder an der beheizten Raumseite (als Dämmung unter Estrich) von großem Gewinn. Es gelten bei diesen Lösungen verschiedene U-Werte.

- 💡 An der Deckenunterseite werden meist Mineralschaumplatten, Hartschaumplatten oder auch zugfeste Mineralwolleplatten aufgebracht. Die Dämmung kann mit Mörtel beschichtet sein oder eine zusätzliche Abdeckung aus Holzwerkstoff- oder Gipsplatten aufweisen.⁹

Innendämmung¹⁰

Sichtmauerwerk, Sichtfachwerk oder (andere) denkmalgeschützte Fassaden können i.d.R. nur von innen gedämmt werden. Die bauphysikalischen Probleme einer Innendämmung müssen jedoch gelöst werden. Ebenso zu berücksichtigen sind die bei einer solchen Dämmart entstehenden Wärmebrücken.

- 💡 Bei Sichtfachwerk kann alternativ eine zusätzliche Leichtlehmwand im Innenbereich errichtet werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Gefache mit hochwärmedämmenden Steinen zu erneuern.

Perimeterdämmung

- 💡 Kellerwände von Altbauten sind meist ungedämmt und unzureichend gegen Feuchtigkeit abgedichtet. Bei Beheizung der Kellerräume muss eine Dämmung, meist in Form einer Perimeterdämmung, angebracht werden. Wie beim Neubau eignen sich hierzu Schaumglasplatten (CG) und Platten aus extrudiertem Polystyrol (XPS).

Wärmedämm-Verbundsysteme

- 💡 Das nachträgliche Anbringen von Wärmedämm-Verbundsystemen ist ein probates Mittel zur energetischen Sanierung von nicht erhaltenswerten Fassaden. Verputzte wie unverputzte Fassaden können so gedämmt werden.
- 💡 Für WDVS-Systeme kommen hofseitige Außenwände von Gründerzeithäusern, industriell vorgefertigte Gebäude/Fassaden (Plattenbauten), Büro- und Wohngebäude aus der Nachkriegszeit ebenso wie umzunutzende Gewerbe- oder Industriebauten in Frage.

Vorgehängte Fassaden

- 💡 Nachträglich angebrachte vorgehängte, hinterlüftete Fassaden müssen ausreichende Dämmstärken aufweisen und bieten den Vorteil der kreativen Fassaden-Neugestaltung durch die Wahl des Bekleidungsmaterials, das von Faserzementplatten über Blechbekleidungen, Holzzementplatten, Naturstein, Holzschindeln bis zu Ziegelplatten reicht.
- 💡 Bestehende VHF weisen meist eine Bekleidung aus Schiefer, Holzschindeln oder Blech auf und sind i.d.R. nicht gedämmt. Sie müssen mit einer Dämmschicht aufgerüstet oder gänzlich erneuert werden.

Luftdichte Sanierung der Gebäudehülle

- 💡 Anschlüsse von Fenster und Außentüren sowie Bauteilfugen sind in Altbauten oft undicht. Die Wiederherstellung dichter Fugen ist bei einer angestrebten energetischen Sanierung von großer Bedeutung.

Wärmebrücken in Bestandsbauten

- ▶ Balkonplatten
 - Balkonplatten sind eine konstruktiv bedingte Wärmebrücke in Gebäuden der Nachkriegszeit. Die Geschossdecke wurde als Kragplatte einfach verlängert.
 - Bei nachträglicher Wärmedämmung von Balkonplatten: vollständige oder weitgehende Dämmung der Balkonplatte an Ober- und Unterseite; Randanschlüsse sanieren.

⁹ Alternativ kann eine abgehängte Unterdecke angebracht werden.

¹⁰ Sehen Sie bitte dazu genauer den Abschnitt *Innendämmung* in Kapitel 5 dieses Whitepapers.

- ▶ Heizkörpernischen
 - Heizkörpernischen mindern den Querschnitt der ungedämmten Außenwand.
- ▶ Rollladenkästen
 - Rollladenkästen waren stets ungedämmt und stellen eine äußerst problematische Wärmebrücke dar.
- ▶ Attikakonstruktionen bei Flachdächern
 - Bei der Attika des Flachdaches handelte es sich i.d.R. um eine Verlängerung der Außenwand.
- ▶ Regenfallrohre in Außenwänden
 - in Außenwände integrierte Regenfallrohre vermindern den Querschnitt der ungedämmten Wände.

2.3.2. Instandsetzung/Sanierung des Daches

Bei der Sanierung wie bei der Modernisierung des Daches, die meist eine Verstärkung des Dachtragwerks erfordert, muss das Dach geprüft werden hinsichtlich

- ▶ Lastabtragung
- ▶ Windaussteifung
- ▶ Zustand der Pfetten
- ▶ Zustand der Giebelwände
- ▶ Schädlinge
- ▶ Durchbiegung
- ▶ Zustand der Dachdeckung
- ▶ Zustand von Deckungsdetails, Durchdringungen und Anschlüssen
 - *Weiters*: Möglichkeiten energetischer Sanierung

Dachdeckungen im Altbau

- ▶ Holzschindeldeckung
 - Es finden sich Fichtenholz-, Lärchenholz- und Eichenholzschindeln. Bei der alten Legschindeldeckung wurde die Deckung nur mit Stangen und Steinen beschwert.
- ▶ Reet- oder Stroheckung
 - Man unterscheidet das gebundene und das genähte Reetdach.
- ▶ Schieferdeckungen
 - In den Schieferregionen an Mosel und Rhein wurden viele Deckarten realisiert, am bekanntesten ist die *Altdeutsche Deckung*.
- ▶ Biberschwanzdeckungen
 - Im Mittelalter wurde die Biberschwanzdeckung entwickelt, die entweder als Doppeldeckung oder als Kronendeckung verlegt wird.
- ▶ Hohlpannendeckungen
 - In Norddeutschland dominierte lange die Hohlpfanne. Hohlpannen werden in Vorschnitt- oder Aufschnittdeckung verlegt.
- ▶ Falzriegeldeckungen
 - Erst ab den achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts wurden Falzriegel hergestellt, damals zunächst als Strangfalzriegel. Falzriegel werden einfach und trocken verlegt.
- ▶ Metalldeckungen
 - Metalldeckungen besitzen eine lange Haltbarkeit. Früher wurde vor allem Blei und Kupfer verwendet, später, insbesondere im Alpenraum, auch Stahlblech.

Sanierung von Flachdächern

Bei älteren Flachdächern aus der Nachkriegszeit handelt es sich oft um Sanierungsfälle. Zudem sind sie unzureichend gedämmt. Alte Abdichtungen müssen entsprechend entsorgt werden.

- 💡 Zunächst müssen die Schadensursachen ermittelt werden - Leckagen, undichte Nähte, Durchdringungen, Anschlüsse.
- 💡 Bei einer Sanierung können ein Totalaustausch der Abdichtung, eine Ausbesserung mittels Flüssigkunststoff oder eine teilflächige Neuabdichtung nötig werden.
- 💡 Häufig werden ältere Flachdächer nachträglich begrünt. Aufgrund der niedrigen Last eignet sich eine dünnsschichtige Extensivbegrünung, welche auch die Abdichtung schützt.

2.3.3. Instandsetzung/Sanierung der Außenwände

Die traditionellen Außenwandbauweisen genügen i.d.R. nicht den heutigen Anforderungen, insbesondere was den energetischen Anspruch betrifft.¹¹

Schäden/Schwachstellen an Außenwänden

- ▶ Wärmedurchgang zu hoch
- ▶ Wärmebrücken
- ▶ Feuchteschäden des Mauerwerks
- ▶ Putzschichten schadhafte (oder falscher Aufbau)
- ▶ ungenügende Frostbeständigkeit
- ▶ Beschichtung nicht schlagregendicht, feucht
- ▶ Plattenbau: Fugen sanierungsbedürftig
- ▶ Mangelhaftes Wärmedämmverbundsystem

Feuchteschäden

Eine eingehende Diagnose ist zu stellen, falls nötig durch eine Probenanalyse, welche Sättigungsfeuchte, Durchfeuchtungsgrad und hygroskopische Ausgleichsfeuchte ermittelt.

- 💡 Die Ursachen von Feuchteschäden in Außenwänden sind vielfältig und reichen von mangelhaften Dachrändern oder Fensterbänken über stauendes Oberflächenwasser, Spritzwasser und Bodenfeuchte bis hin zu versalztem Mauerwerk oder defekten Wasserleitungen.

Horizontale Abdichtungsmaßnahmen umfassen

- ▶ abschnittsweises Aufstemmen des Wandquerschnitts + Einlegen von Dichtungsbahnen
- ▶ Aufsägen des MWK, Einschleiben von Dichtungsmaterialien
- ▶ Einrammen von Edelstahlblechen
- ▶ Injektion von Abdichtungsmaterial

Vertikale Abdichtungsmaßnahmen

- ▶ Dichtungsschlämme aufbringen
- ▶ Bitumendickbeschichtung aufbringen
- ▶ (Polymer-)Bitumenbahn anbringen
- ▶ innenseitige Abdichtung als Notlösung

¹¹ Sehen Sie hierzu den Abschnitt zur energetischen Sanierung weiter oben.

2.3.4. Außenputze

💡 In der Regel muss der Putz abgeschlagen und der Untergrund vor dem Neuverputzen mit einer Ausgleichsschicht versehen werden.

Putzarten

- ▶ Kalkputze
 - auf Altbau-Außenwänden finden sich meist zweilagige Kalkputze, die sich nach Kalkart und Zuschlägen unterscheiden.¹² In der Denkmalpflege werden oft Luftkalkputze verwendet.
- ▶ Gipsputze
 - werden nur in der Denkmalpflege eingesetzt.
- ▶ Zement- und Zementkalkputze
 - sind frostsicher, schlagfest und wasserundurchlässig; sie werden im Sockelbereich eingesetzt (im Keller auch innen).
- ▶ Silikatputze
 - verfügen über eine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit, sie eignen sich für Modernisierungen.

2.3.5. Sanierputze

Eindringende Erdfeuchtigkeit, aufsteigendes Grundwasser und Salze im Mauerwerk führen bei nicht abgedichtetem Alt-Mauerwerk häufig zu Putzschäden.

- 💡 Es kommt zu Abplatzungen, Blasen- und Rissbildungen und Ausblühungen am Putz oder am Sichtmauerwerk. Salz im Mauerwerk verstärkt das Problem.
- 💡 Bei der Sanierungsplanung müssen zunächst die Ursachen der Schäden genau ermittelt werden.¹³
- 💡 Sehr oft wird ein hydrophober Sanierputz eingesetzt. Bei solchen Putzen kann das Wasser auf der Oberfläche besonders schnell verdunsten, Salze können auskristallisieren.

2.3.6. Natursteinmauerwerk und -fassaden

Natursteinfassaden werden häufig nur gereinigt (sandgestrahlt) und hydrophobiert. Diverse Konservierungsmaßnahmen kommen oft zusätzlich zum Einsatz.

2.4. Das Gebäude innen

2.4.1. Decken

Gewölbedecken, Holzbalkendecken und Kappendecken sind in Altbauten vorzufinden, dazu die schallschutztechnisch fragwürdigen Stahlbetondecken der Nachkriegsjahrzehnte.

- 💡 Altbaudecken benötigen daher oft statische sowie schallschutztechnische Ertüchtigung. Zusätzlich müssen Schädlingsfälle behandelt werden.
- 💡 Holzbalkendecken werden häufig durch Anlaschen von Holzbohlen verstärkt. Schadhafte Balkenteile werden mit Stahlschuhen ins Mauerwerk eingebunden. Auch Auswechslungen oder Kunstharzprothesen können Abhilfe schaffen.

¹² Im WTA-Merkblatt, *Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerksdiagnostik*, wird das Vorgehen bei der Diagnostik von Altputzen systematisch beschrieben.

¹³ Das WTA-Merkblatt 2-9-04/D behandelt Sanierputzsysteme und definiert Verarbeitung und Anwendungsgebiete.

- 💡 Bei alten Stahlbetondecken wird häufig ein Estrichaufbau mit Trittschalldämmung gewählt. Ebenso spielt in diesen Fällen eine effektive Trennung zu anderen Bauteilen eine entscheidende Rolle.
- 💡 Bei Holzbalkendecken kann eine Deckenbekleidung auf Federschienen oder eine abgehängte Unterdecke den Schallschutz verbessern; oder es werden Dämmstoffe in den Deckenhohlraum eingebracht.
- 💡 An der Deckenoberseite können bei Holzdecken trittschalldämmende Aufbauten wie Trockenestriche mit aufkaschierten Dämmschichten zum Einsatz kommen.

2.4.2. Böden

Ausgleich von Unebenheiten

- ▶ Ausgleichsspachtelungen
 - Unterbodenspachtelmassen werden in Schichtstärken bis zu 1 cm auf den Untergrund aufgetragen.
- ▶ Ausgleichsschüttungen
 - müssen heute eine gebundene Form aufweisen, das heißt, das Schüttgut wird mit einem Bindemittel aus Epoxidharz versehen und mit Wasser angerührt.

Einbau von Unterböden

- ▶ Trockenunterböden aus Span- und Grobfaserplatten
 - häufig werden auch Unterböden aus OSB-Platten eingebaut.
- ▶ Trockenunterböden aus Gipsplatten
 - teils kommen auch Fußbodenelemente mit aufkaschierter Dämmschicht zur Anwendung.
- ▶ Unterböden aus Anhydritestrich oder Zementestrich
 - Anhydritestrich ist eine häufige Wahl, Zementestriche werden meist nur bei kleineren Flächen ausgeführt.

2.4.3. Abdichtung in Feuchträumen

- ▶ Bei geringer Feuchtebeanspruchung ist ein Spritzwasserschutz (Oberfläche wasserabweisend) ausreichend.
 - ▶ Bei mittlerer Feuchtebeanspruchung werden Fliesenbeläge aufgebracht mit Sperrputz, Dichtungsanstrich oder mit einer Verbundabdichtung.
 - ▶ Bei hoher Feuchtigkeitsbeanspruchung werden bahnenförmige Abdichtungen erforderlich.
- 💡 Eine in Feuchträumen erforderliche Abdichtung von Fußböden kann durch eine Dichtungsbahn auf dem Unterboden oder auch mittels einer Verbundabdichtung mit Fliesen erfolgen.

2.4.4. Trennwände

Müssen neue Wände eingezogen werden, eignen sich insbesondere

- ▶ Holzständerwände mit Gipsfaser- oder Holzwerkstoffplatten
- ▶ Metallständerwände mit Gipsplatten (mit oder ohne Brandschutz)
- ▶ Gipswandbauplatten
- ▶ Porenbetonelemente

Zur Ertüchtigung bestehender Wände eignen sich

- ▶ Installationswände für Rohrleitungen (auch als Installations-Vorsatzschalen)
- ▶ Vorsatzschalen mit Gipsplatten für Brandschutzmaßnahmen
- ▶ Vorsatzschalen zur Schallschutzverbesserung

2.4.5. Schornsteinsanierung

- 💡 Gemauerte, einschalige Schornsteine sind für moderne Heizungsanlagen in Niedertemperatur- oder Brennwerttechnik meist nicht geeignet.
- 💡 Aus diesem Grund wird oft ein Abgasrohr aus Edelstahl oder Kunststoff in den vorhandenen Schornstein eingezogen.¹⁴

3. Vorschriften, Normen und Regelwerke

3.1. Nationale und internationale Normen

- § **DIN EN 1504:** Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität, Teile 1 bis 10
- § **DIN EN 1936:** Prüfverfahren für Naturstein - Bestimmung der Reindichte, der Rohdichte, der offenen Porosität und der Gesamtporosität
- § **DIN EN 12504-1:** Prüfung von Beton in Bauwerken, Teil 1: Bohrkernproben – Herstellung, Untersuchung und Prüfung der Druckfestigkeit
- § **DIN EN 13294:** Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung der Verarbeitbarkeitszeit
- § **DIN EN 13529:** Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Widerstand gegen starken chemischen Angriff
- § **DIN EN 13581:** Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung des Masseverlustes von hydrophobiertem Beton nach der Beanspruchung durch Frost-Tausalz-Wechsel
- § **DIN EN 14068:** Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Bestimmung der Wasserdichtheit von injizierten Rissen ohne Bewegung in Beton
- § **DIN EN ISO 8501-1:** Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen - Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit, Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen (ISO 8501-1:2007)
- § **DIN EN ISO 12944-4:** Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme, Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4:2017)

¹⁴ Ist der vorhandene Kamin bereits zweischalig, kann u.U. auf das Einziehen eines Rohres verzichtet werden.

- § **DIN EN ISO 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation**

3.2. Regeln Betoninstandhaltung

- § **Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung).** Hrsg. Deutsches Institut für Bautechnik (Mai 2020)
- § **DAfStb-Richtlinie - Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie);** mit Berichtigungen 1 und 3
- § **Anwendungshilfe zur Technischen Regel Instandhaltung von Betonbauwerken des DIBt (TR IH) in Verbindung mit der DAfStb Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (RL SIB)¹⁵**
- § **ZTV-ING: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 3 Massivbau, Abschnitt 5: Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen.** Hrsg. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- § **ZTV-W LB 219: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau – für die Instandsetzung der Betonbauteile von Wasserbauwerken (Leistungsbereich 219).** Hrsg. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

3.3. DGUV Informationen zu Asbest

- § **DGUV Information 201-012: Emissionsarme Verfahren nach TRGS 519 für Tätigkeiten an asbesthaltigen Materialien (Asbestsanierung; früher BGI 664)**
- Die DGUV Information zu Asbest wird ergänzt um folgende Arbeitsverfahren: AT 6 und AT 7 (Standardheizkessel), AT 8.1./8.2 /8.3 (Funktionsprüfung von Brandschutzklappen), BT 3, BT 4 und BT 21 (Asbestzement-Wasserrohrleitungen), BT 8, BT 9 und BT 10 (Schornsteinfegerarbeiten), BT 12, BT 19, BT 28, BT 47 und BT 52 (Asbestzementfassaden), BT 16 (Asbestzement-Rohrleitungen, Berstliningverfahren), BT 17 (Abschleifen von asbesthaltigen Bitumenklebern), BT 18 (Entfernen asbesthaltiger Estriche), BT 20 (Ausbau von asbesthaltigem Fugenkitt) und BT 22 (Reinigen und Beschichten von AZ-Lüftungskanälen) bis – ausgenommen schon erwähnte Arbeitsblätter - BT 54 (ENVIPRO-Verfahren), sowie ET 1 (Asbesthaltige Elektrospeicherheizgeräte).¹⁶

¹⁵ Die Anwendungshilfe vereint die gültigen Inhalte der Technischen Regel des DIBt, *Instandhaltung von Betonbauwerken*, mit denen der DAfStb-Richtlinie - *Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen* (RL SIB), entsprechend der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) sowie den DIBt-Hinweisen zur Technischen Regel (DIBt), *Instandhaltung von Betonbauwerken*.

¹⁶ vgl. <https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-gefahrstoffe/asbestsanierung/aktuelle-ergaenzungen/index.jsp> (abgerufen am 15.11.2022)

3.4. Regeln für Gefahrstoffe

- § Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (**Gefahrstoffverordnung**, GefStoffV)
- § Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden (**Asbest-Richtlinie**)¹⁷
- § TRGS 517 (Technische Regel für Gefahrstoffe): Tätigkeiten mit potenziell asbesthaltigen mineralischen Rohstoffen und daraus hergestellten Gemischen und Erzeugnissen
- § TRGS 519 (Technische Regel für Gefahrstoffe): Asbest - Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten
- § TRGS 521 (Technische Regel für Gefahrstoffe): Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle

3.5. WTA-Merkblätter¹⁸

- ▶ 1-1-08/D - Heißluftverfahren zur Bekämpfung tierischer Holzzerstörer
- ▶ 1-2-21/D - Der Echte Hausschwamm
- ▶ 1-4-00/D - Baulicher Holzschutz in der Denkmalpflege, Teil 2: Dachwerke
- ▶ 1-6-13/D - Probenahme am Holz – Untersuchungen hinsichtlich Pilzen, Insekten, Holzschutzmitteln, Holzalter und Holzarten
- ▶ 1-7-12/D - Holzergänzungen
- ▶ 1-8-13/D - Dekontamination von Holzschutzmittel belastetem Holz I: Ermittlung und Gefährdungsbeurteilung
- ▶ 1-9-13/D - Dekontamination von Holzschutzmittel belastetem Holz II: Abreicherung von Holz
- ▶ 1-10-15/D - Sonderverfahren im Holzschutz, Teil 1: Bekämpfungsmaßnahmen
- ▶ 2-4-14/D - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden
- ▶ 2-7-01/D - Kalkputze in der Denkmalpflege
- ▶ 2-9-20/D - Sanierputzsysteme
- ▶ 2-10-06/D - Opferputze
- ▶ 2-11-18/D - Gipsmörtel im historischen Mauerwerksbau und an Außenfassaden
- ▶ 2-12-13/D - Fassadenanstriche für mineralische Untergründe in der Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege
- ▶ 2-13-15/D - Wärmedämm-Verbundsysteme – Wartung, Instandsetzung, Verbesserung
- ▶ 3-5-98/D bis 3-12-16/D - Natursteinrestaurierung nach WTA
- ▶ 3-13-19/D - Salzreduzierung an porösen mineralischen Baustoffen mittels Kompressen
- ▶ 3-15-14/D - Instandsetzung von Ortterazzo
- ▶ 3-16-09/D - Kunststeinrestaurierung
- ▶ 3-18-14/D - Monitoring von Bauten und Denkmälern aus Naturstein
- ▶ 3-19-16/D - Instandsetzung von Natursteinbodenbelägen im Innenbereich
- ▶ 8-1-14/D bis 8-12-17/D – Fachwerkinstandsetzung nach WTA, Teile I bis XII
- ▶ 4-6-14/D - Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile
- ▶ 4-7-15/D - Nachträgliche mechanische Horizontalsperre
- ▶ 4-9-19/D - Nachträgliches Abdichten und Instandsetzen von Gebäude- und Bauteilsockeln
- ▶ 4-10-15/D - Injektionsverfahren mit zertifizierten Injektionsstoffen gegen kapillaren Feuchtetransport

¹⁷ Diese Richtlinie wurde in den einzelnen Bundesländern zu unterschiedlichen Zeiten eingeführt (Beispiel Bayern: 1996).

¹⁸ Merkblätter herausgegeben von der WTA: Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.

- ▶ 4-11-16/D - Messung des Wassergehalts bzw. der Feuchte bei mineralischen Baustoffen
- ▶ 4-12-21/D - Ziele und Kontrolle von Schimmelpilzschadensanierungen in Innenräumen
- ▶ 5-1-99/D - Wartung von Betonbauwerken: Musterwartungsvertrag
- ▶ 5-6-99/D - Diagnose an Betonbauwerken
- ▶ 5-7-99/D - Prüfen und Warten von Betonbauwerken
- ▶ 5-8-93/D - Untergrund- Anforderungen, Vorbereitung und Prüfung
- ▶ 5-15-03/D - Schutz und Instandsetzen von Beton: Leistungsbeschreibung
- ▶ 5-17-21/D - Schutz und Instandsetzung von Beton: Instandsetzungskonzepte
- ▶ 5-20-09/D - Gelinjektionen
- ▶ 5-21-09/D - Gebundene Bauweise – historisches Pflaster
- ▶ 6-2-14/D - Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse
- ▶ 6-3-05/D - Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos
- ▶ 6-4-16/D - Innendämmung nach WTA I: Planungsleitfaden
- ▶ 6-5-14/D - Innendämmung nach WTA II: Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren
- ▶ 6-8-16/D - Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation
- ▶ 6-9-15/D - Luftdichtheit im Bestand, Teil 1: Grundlagen der Planung
- ▶ 6-10-15/D - Luftdichtheit im Bestand, Teil 2: Detailplanung und Ausführung
- ▶ 6-11-15/D - Luftdichtheit im Bestand, Teil 3: Messung der Luftdichtheit
- ▶ 6-12-11/D - Klima und Klimastabilität in historischen Bauwerken
- ▶ 6-15-13/D - Technische Trocknung an durchfeuchteten Bauteilen, Teil 1: Grundlagen
- ▶ 6-16-19/D - Technische Trocknung an durchfeuchteten Bauteilen, Teil 2: Planung, Ausführung und Kontrolle
- ▶ 6-18-19/D - Bauthermografie im Bestand
- ▶ 7-1-18/D - Erhaltung und Instandsetzung von Mauerwerk – Konstruktion und Tragfähigkeit
- ▶ 7-2-19/D - Historische Holzkonstruktionen - Zustandsermittlung und Beurteilung der Tragfähigkeit geschädigter und verformter Holzkonstruktionen
- ▶ 7-4-21/D - Ermittlung der Druckfestigkeit von Bestandsmauerwerk aus künstlichen kleinformatigen Steinen
- ▶ 8-1-14/D bis 8-9-14/D - Fachwerkinstandsetzung nach WTA
- ▶ 11-1-20/D - Brandschutz im Bestand und bei Baudenkmalen nach WTA I: Grundlagen
- ▶ 10-3-22/D - Klima und Klimastabilität in historischen Bauwerken II: Klimazielwerte

4. Klassifizierungen und Bezeichnungen

4.1. Altbetonklassen¹⁹

💡 Die Klassifizierung von Altbeton wurde von der Technischen Regel *Instandhaltung von Betonbauwerken* neu eingeführt. Die DAfStb-RL SIB kennt diese Klassen nicht.

Altbetonklassen	Druckfestigkeit (MPa)	Oberflächenzugfestigkeit Mittelwert (MPa) ²⁰
A1	≤ 10	< 0,8
A2	> 10	≥ 0,8
A3	> 20	≥ 1,2
A5	> 30	≥ 1,5
A5	> 75	≥ 2,5

¹⁹ vgl. Tabelle 4 in TR Instandhaltung.

²⁰ Der kleinste Einzelwert liegt 0,3 MPa (bei Klassen A1 und A2), 0,4 MPa (Klasse A3) oder 0,5 MPa (bei Klassen A4 und A5) unter dem Mittelwert.

4.2. Einwirkungen aus Umgebung und Betonuntergrund²¹

Bezeichnung		Beschreibung Umgebung	Beispiele
Einwirkungen aus der Umgebung			
XALL		Einwirkungen, die nicht in Expositionsklassen erfasst werden; auch Stoffe aus Instandsetzungssystem	Alle Bauteile
Expositionsklassen	X0	Beton ohne Bewehrung, alle Bedingungen, ausgen. Frostangriff, Verschleiß oder chem. Angriff	Gemäß Betonnormung (DIN EN 206, DIN 1045-2)
	XC1-XC4	Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung	
	XD1-XD3	Bewehrungskorrosion durch Chloride (kein Meerwasser)	
	XS1-XS3	Bewehrungskorrosion durch Chloride	
	XF1-XF4	Frostangriff mit/ohne Taumittel/Meerwasser	
	XA1-XA3	Betonkorrosion durch chem. Angriff	
	XM1-XM3	Betonkorrosion durch Verschleiß	
	WO-WA	Feuchtigkeitsklassen	
XW1		Ständige Wasserbeaufschlagung	Schleusenkammer, Sparbecken
XW2		Temporäre Wasserbeaufschlagung	
Einwirkungen aus dem Untergrund			
XSTAT (static)		Statisch mitwirkend	Reprofilierung von druckbeanspruchten Bauteilen; kraftschlüssiges Füllen von Rissen und Hohlräumen
XBW1 (backfacing water)		Rückseitige Durchfeuchtung oder erhöhte Restfeuchtigkeit	Bei drückendem Wasser
XBW2 (backfacing water)		Rückseitige Durchfeuchtung, flächig	
XCR (cracks)		Risse	-
W (width)		Rissbreite	-
Δw DFR (low frequent) HFR (high frequent) CON (continuous)		Rissbreitenänderung - zyklisch niedrigfrequent (z.B. Temperatur) - zyklisch hochfrequent (z.B. Verkehr) - kontinuierliche Rissbreitenänderung (z.B. Setzungen)	WU-Bauteil; Brücke, Bodenplatte, Rissbildung durch Stützensenkung
DY (dry)		Zustand ‚trocken‘ -kein Wasserzutritt möglich -keine Beeinflussung des Riss-/Hohlraumbereichs durch Wasser	Innenbauteil
DP (damp)		Zustand ‚feucht‘	frei bewittert; erdberührt
WT (wet)		Zustand ‚nass‘ (drucklos gefüllt)	-

²¹ vgl. Tabelle 2 in TR Instandhaltung.

WF (waterflow)	Zustand ‚fließendes Wasser‘ (druckwasserführend) Wasserstrom tritt aus Riss aus	WU-Bauteil
XDYN	Dynamische Beanspruchung bei Anwendung	befahrene Brücke

4.3. Verfahren zur Instandsetzung von Betonschäden²²

Anforderung	Geregeltes Verfahren	Anforderung an Produktsysteme
Schutz gegen Eindringen von Stoffen	Hydrophobierung ²³	OS 1 (OS A)
	Beschichtung	OS 2 (OS B) OS 4 (OS C) OS 5a (OSDII) OS 8 OS 11a (OS Fa) OS 14
	Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)	OS 11a (OS Fa) OS 14
	Füllen von Rissen oder Hohlräumen	F-I (P) ²⁴ , F-V (P) ²⁵ F-I (H) ²⁶ , F-V (H) ²⁷ D-I (P) ²⁸
Regulierung des Wasserhaushalts des Betons	Hydrophobierung	OS 1 (OS A)
	Beschichtung ²⁹	OS 2 (OS B) OS 4 (OS C) OS 5a (OSDII) OS 8 OS 11a (OS Fa) OS 14
	Füllen von Rissen oder Hohlräumen	F-I (P) ³⁰ F-I (H) D-I (P)

²² vgl. Tabelle 5 in TR Instandhaltung.

²³ Die Wirksamkeit, Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit von Hydrophobierungen sind vom tiefenabhängigen Wirkstoffgehalt bezogen auf den Beton und der Eindringtiefe abhängig. Die Eindringtiefe von Hydrophobierungen wird wesentlich durch den Feuchtegehalt und die Porosität des Betons bestimmt.

²⁴ Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Injektion (I) mit reaktivem Polymerbindemittel (P)

²⁵ Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Vergießen (V) mit reaktivem Polymerbindemittel (P)

²⁶ Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Injektion (I) mit hydraulischem Bindemittel (H)

²⁷ Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Verfüllen (V) mit hydraulischem Bindemittel (H)

²⁸ Rissfüllstoff zum dehnbaren Füllen (D) durch Injektion (I) mit reaktivem Polymerbindemittel (P)

²⁹ Für die Instandsetzung von Betonbauteilen, die durch eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion geschädigt wurden, müssen OS 5-Systeme mit einer wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke $sD \leq 2,5$ m verwendet werden.

³⁰ Bezeichnungen siehe FN oben

Reprofilierung oder Querschnittsergänzung	Kleinflächiger Handauftrag	RM, RC PRM, PRC ³¹
	Betonieren oder Vergießen	Normalbeton Vergussbeton ³² RM, RC PRM, PRC ³³
	Spritzauftrag	Spritzbeton Spritzmörtel SRM, SRC ³⁴
	Auswechseln von Bauteilen	
Verstärkung des Betontragwerks	Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben	Normalbeton RM, RC Spritzbeton SRM, SRC
	Verstärkung durch geklebte Bewehrung	nach DAfStb-Richtlinie (Verstärken von Betonbauteilen)
	Querschnittsergänzung durch Mörtel oder Beton	Normalbeton RM, RC Spritzbeton SRM, SRC
	Füllen von Rissen oder Hohlräumen	F-I (P), F-V (P) ³⁵ F-I (H), F-V (H)
Erhöhung des physikalischen Widerstands	Beschichtung	OS 8 OS 14
	Mörtel- oder Betonauftrag	Normalbeton RM, RC ³⁶ Spritzbeton ³⁷ SRM, SRC ³⁸
Erhöhung des Widerstands gegen chemischen Angriff	Beschichtung ³⁹	OS 4 (OS C) OS 5a (OSDII) OS 8 OS 11a (OS Fa) OS 14
	Mörtel- oder Betonauftrag	Normalbeton RM, RC Spritzbeton SRM, SRC

31 PRM (Polymermörtel) und PRC (Polymerbeton) dürfen nur angewendet werden, wenn andere zementgebundene Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen (z.B. aus Zeitgründen und bei zu geringer Schichtdicke). Bei Anwendung von PRM/PRC ist die Auswirkung auf den Brandschutz zu beurteilen.

32 Nach Vergussbetonrichtlinie

33 PRM/PRC sind nicht für den großflächigen Einsatz (> 1 m²) vorgesehen.

34 Spritzmörtel (SRM) und Spritzbeton (SRC)

35 Bezeichnungen siehe FN oben

36 Betonersatzmörtel (RM) und Betonersatzbeton (RC)

37 Nicht anwendbar auf waagerechten und schwach geneigten Flächen, die von oben gespritzt werden müssen.

38 Siehe FN zuvor

39 Mit entsprechendem Nachweis des Widerstands gegen chemischen Angriff

4.4. Verfahren zur Instandsetzung bei Bewehrungskorrosion⁴⁰

Prinzip	Geregeltes Verfahren	Anforderungen an Produkte/ Systeme
Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität	Erhöhung bzw. Teilersatz der Beton- deckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton	- Normalbeton - Vergussbeton/-mörtel - RM, RC - Spritzbeton - SRM, SRC
	Ersatz von chloridhaltigem oder carbonisiertem Beton	- Normalbeton - Vergussbeton/-mörtel - RM, RC - Spritzbeton - SRM, SRC
	Realkalisierung von carbonisier- tem Beton durch Diffusion	- Normalbeton - Vergussbeton/-mörtel - RM, RC - Spritzbeton - SRM, SRC
	Füllen von Rissen oder Hohlräumen	- F-I (P), F-V (P) ⁴¹ - F-I (H), F-V (H) - D-I (P)
	Beschichtung	- OS 2 - OS 4 - OS 5a - OS 8 - OS 11a - OS 14
	Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen)	- OS 11a - OS 14
Erhöhung des elektri- schen Widerstands	Hydrophobierung ⁴²	- OS 1
	Beschichtung ⁴³	- OS 2 - OS 4 - OS 5a - OS 8 - OS 11a - OS 14
Kathodischer Schutz	Anlegen eines elektrischen Poten- zials	- RM, RC - SRM, SRC

⁴⁰ vgl. Tabelle 6 in TR Instandhaltung

⁴¹ Bezeichnungen siehe FN zu voriger Tabelle

⁴² Dieses Verfahren darf nicht bei den Expositionsklassen XD, XS angewendet werden.

⁴³ Dieses Verfahren sollte ab einem Chloridgehalt von 1,5 M.-% bezogen auf die Zementmasse an der Bewehrung nicht angewendet werden.

4.5. Rautiefeklassen und Instandsetzungssysteme⁴⁴

Rautiefeklassen	Mittlere Rautiefe R_t (in mm)	Instandsetzungssystem
RT0,3	$0,3 \leq R_t < 0,5$	OS 4, OS 5, OS 8, OS 11, OS 14, Feinspachtel
RT0,5	$0,5 \leq R_t < 1,0$	PRM oder PRC
RT1,0	$1,0 \leq R_t < 1,5$	Spritzbeton, Spritzmörtel, RM, SRM, Vergussmörtel
RT1,5	$1,5 \leq R_t < 3,0$	Beton, Spritzbeton, SRC, Vergussbeton
RT3,0	$R_t \geq 3,0$	Beton, Spritzbeton, SRC, Vergussbeton

4.6. Anforderungen an OS-Beton-Instandsetzungssysteme⁴⁵

Anwendung /Produkt	Schichtdicke (μm)	Erf. Oberflächenzugfestigkeit (MPa) ⁴⁶	Beschreibung	Anwendung	Eigenschaften	Regelaufbau
OS 1 (OS A)	-	-	Hydrophobierung	Reduzierung Wasseraufnahme bei vertikalen und geneigten Bauteilen ⁴⁷	- zeitlich begrenzte Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme - zeitlich begrenzte Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalzwerstandes	Hydrophobierung
OS 2 (OS B)	80	0,8	Beschichtung für nicht bege- und befahrbare Flächen	Erhöhung des Carbonatisierungswiderstands an freibewitterten Betonbauteilen mit ausreichendem Wasserabfluss ⁴⁸	- Reduzierung Wasseraufnahme - Reduzierung Eindringen angreifender Stoffe - Reduzierung Kohlenstoffdioxiddiffusion - begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit - Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalzwerstandes	1. Hydrophobierung 2. ggf. Grundierung 3. mind. zwei Oberflächenschutzschichten

44 vgl. Tabellen 8 und 9 in TR Instandhaltung

45 vgl. Tabellen 7, 12 und A.1 in TR Instandhaltung

46 Als Mittelwert

47 Nicht wirksam bei drückendem Wasser

48 Nur bedingt im Sprühbereich von Tausalzen

OS 4 (OS C)	80	1,3	Beschichtung mit erhöhter Dichtheit für nicht begeh- und befahrbare Flächen	Freibewitterte Betonbauteile, auch im Sprühbereich von Tausalzen	-Reduzierung Wasseraufnahme -Reduzierung Eindringen angreifender Stoffe -Reduzierung Kohlenstoffdioxiddiffusion -begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit -Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalzwerstandes	1.Kratz-/Ausgleichsspachtelung 2.ggf. Hydrophobierung 3.ggf. Grundierung 4.mind. zwei Oberflächenschutzschichten
OS 5a (OS DII)	300	1,0	Beschichtung mit geringer Rissüberbrückung, für nicht begeh- und befahrbare Flächen	Frei bewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen, auch im Sprühbereich von Tausalzen	-Reduzierung Wasseraufnahme -Reduzierung Eindringen angreifender Stoffe -starke Reduzierung Kohlenstoffdioxiddiffusion -Rissüberbrückungsfähigkeit für oberflächennahe Risse -begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit -Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalzwerstandes	Als Polymerdispersion: 1.Kratz-/Ausgleichsspachtelung 2.i.d.R. Grundierung 3. mind. zwei Oberflächenschutzschichten 4.ggf. Deckversiegelung <i>Variante:</i> Polymer/Zementgemisch ⁴⁹
OS 5b (DI)	2000	1,0 ⁵⁰				
OS 8	2500 ⁵¹	1,5	Starre Beschichtung für befahrbare Flächen	Mechanisch und chemisch beanspruchte Flächen im überdachten Bereich	-Verhinderung der Aufnahme von in Wasser gelösten Schadstoffen -Verbesserung Chemikalienbeständigkeit -Verbesserung Verschleißwiderstand -Erhöhung Schlagfestigkeit -Verbesserung Griffigkeit -Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalzwerstandes	1.i.d.R. Grundierung oder Grunderspachtelung 2.verschleißfeste, ggf. vorgefüllte Oberflächenschutzschicht abgestreut, ggf. mehrlagig 3.Deckversiegelung

49 Variante ohne Grundierung, Spachtelung ist optional.

50 Für OS 5 (DI): 1,3 MPa

51 Gesamtdicke mit Grundierung

OS 11a (OS F)	3000 ⁵²	1,5	Beschichtung mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückung, für begeh- und befahrbare Flächen	Freibewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen u/o Trennrissen und mechanischer Beanspruchung, auch im Sprüh- oder Spritzbereich von Tausalzen (z.B. Brückenkappen)	<ul style="list-style-type: none"> -Verhinderung Wasseraufnahme -Verhinderung Eindringen angreifender Stoffe -dauerhafte Rissüberbrückung, unter temperatur- und lastabhängigen Bewegungen -Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalzwiderstandes -Verbesserung Griffigkeit 	<i>Variante OS 11a:</i> 1.Grundierung 2.elastische Oberflächenschutzschicht 3.verschleißfeste vorgefüllte Deckschicht, abgestreut 4.Deckversiegelung <i>Variante OS 11b:</i> 1.Grundierung 2.verschleißfeste vorgefüllte Oberflächenschutzschicht, abgestreut 3.Deckversiegelung ⁵³
OS 11b	4000	1,5				Beschichtungssystem mit hoher dynamischer Rissüberbrückung, mit integrierter Nuttschicht, direkt befahrbar ⁵⁵
OS 14	4000 ⁵⁴	1,5				

52 Als elastische Oberflächenschutzschicht (Schwimmschicht): 1500 µm

53 ggf. mit Abstreuerung und zweiter Deckversiegelung

54 Als elastische Oberflächenschutzschicht (Schwimmschicht): 2000 µm

55 Bestehend aus flexiblem Reaktionsharz, mit zusätzl. Nuttschicht aus Reaktionsharz; ggf. mit mineral. Einstreuung und ggf. Deckversiegelung

4.7. Betonersatz⁵⁶

Abkürzungen

- ▶ PRM: Polymermörtel
- ▶ PRC: Polymerbeton
- ▶ SRM: Spritzbetonmörtel
- ▶ SRC: Spritzbeton
- ▶ RM: Betonersatzmörtel
- ▶ RC: Betonersatzbeton

Altbetonklassen	Geeignete Produkte/ Systeme ⁵⁷	Schichtdicke bei Adhäsion	Schichtdicke bei Verbund durch Bewehrung	Anmerkungen
A5, A4, A3, A2	Normalbeton	-	d > 60 mm	-
A5, A4	Betonersatz (RC) Betonierverfahren	30 mm ≤ d ≤ 60 mm	d > 60 mm	-
A3, A2	(D > 4 mm)	-	-	-
A5, A4	Betonersatz (RC) mit zugehörigen System- komponenten im Hand- auftrag (D > 4 mm)	Keine Anforde- rung	-	Nur für kleinflächige Instandsetzung; großflächig nur bei horizontalen Flächen
A3, A2		-		-
A5, A4	Vergussbeton nach DAfStb-Richtlinie Ver- gussbeton	Keine Anforde- rung	d > 60 mm	Nur für das drucklo- se Füllen von Hohl- stellen; Anforderun- gen gem. DAfStb-RL SIB
A3, A2		-	-	-
A5	Spritzbeton	-	d > 50 mm	-
A4, A3, A2			d > 60 mm	-
A5, A4, A3, A2	Betonersatz im Spritz- auftrag (SRC) (D > 4 mm)	30 mm ≤ d ≤ 60 mm	d > 60 mm	-
A4	Spritzmörtel	-	-	-
A5, A4, A3, A2	Betonersatz im Spritz- auftrag (SRM) (D ≤ 4 mm)	20 mm ≤ d ≤ 60 mm	-	Grundsätzlich zwei- lagiger Auftrag ⁵⁸
A5, A4	Betonersatz (RM) Betonierverfahren (D ≤ 4 mm)	15 mm ≤ d ≤ 30 mm	-	-
A3, A2		-		-
A5, A4	Betonersatz (RM) Handauftrag (D ≤ 4 mm)	Keine Anforde- rung	-	Nur für kleinflächige Instandsetzung, großflächig nur bei horizontalen Flächen
A3, A2		-		

⁵⁶ vgl. Tabelle 15 in TR Instandhaltung

⁵⁷ Für die einzusetzenden Verfahren sehen Sie bitte die Angaben in Spalte 2 von Tabelle 15 in der TR Instandhaltung. Die Angaben sind hier weggelassen.

⁵⁸ Dies gilt, wenn die obere Lage abgerieben werden kann. Für einlagigen Auftrag ist ein gesonderter Nachweis der Haftzugfestigkeit nötig.

A5, A4	Betonersatz Betonierverfahren (PRM oder PRC)	$d \geq 3 \times D$	-	Nur für kleinflächige Instandsetzung (höchstens 1 m ²)
A3, A2		-	-	-

4.8. Rissfüllstoffe zum Füllen von Rissen und Hohlräumen⁵⁹

Rissfüllstoffe

- ▶ F-I (P): Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Injektion (I) mit reaktivem Polymerbindemittel (P)
- ▶ F-V (P): Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Vergießen (V) mit reaktivem Polymerbindemittel (P)
- ▶ F-I (H): Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Injektion (I) mit hydraulischem Bindemittel (H)
- ▶ F-V (H): Rissfüllstoff zum kraftschlüssigen Füllen (F) durch Verfüllen (V) mit hydraulischem Bindemittel (H)
- ▶ D-I (P): Rissfüllstoff zum dehnbaren Füllen (D) durch Injektion (I) mit reaktivem Polymerbindemittel (P)

Füllziel	Füllart	Zulässige Rissfüllstoffe je Einwirkungsart auf Füllbereich			
		Trocken DY	Feucht DP	Nass WT	Fließendes Was- ser WF
Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	- F-I (H) D-I (P)
	durch Vergießen	F-V (P) F-V (H)	- F-V (H)	- -	- -
Abdichten	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	- - D-I (P)
	durch Vergießen	F-V (P) F-V (H)	- F-V (H)	- -	- -
Kraftschlüssi- ges Verbinden	durch Injektion	F-I (P) F-I (H)	F-I (P) F-I (H)	F-I (P) F-I (H)	- F-I (H)
	durch Vergießen	F-V (P) F-V (H)	- F-V (H)	- -	- -
Begrenzt dehn- bares Verbinden	durch Injektion	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)

59 vgl. Tabelle 13 in TR Instandhaltung; für weiterführende Informationen sehen Sie bitte auch Tabelle 14 in TR Instandhaltung.

5. Planung und Ausführung

5.1. Pflanzliche und tierische Schädlinge

Pilze/Schwämme sind neben Insekten die Verursacher von Holzschäden. Das Nährsubstrat, der pH-Wert, die Feuchtigkeit des Holzes und die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte) spielen für den Schädlingsbefall die entscheidenden Rollen.⁶⁰

Pflanzliche Schädlinge

- ▶ Echter Hausschwamm
- ▶ Kellerschwamm
- ▶ Weißer Porenschwamm
- ▶ Weiß- und Braunfäulepilze

💡 Am gefährlichsten ist ein Befall durch den echten Hausschwamm, auch weil er unbemerkt wächst und sehr widerstandsfähig ist. Hausschwammbefall geschieht bei Holzfeuchte ab 35%, zum Überleben benötigt der Schwamm jedoch viel geringere Feuchte. Hausschwammbefall zieht umfangreiche Sanierungsarbeiten nach sich.

💡 Der Befall mit Hausschwamm, ebenso wie der Befall durch Hausbockkäfer und Termiten, ist in den meisten Bundesländern anzeige- und meldepflichtig.

Tierische Schädlinge

- ▶ Hausbock (*Hylotrupes bajulus*)
- ▶ Nagekäfer (*Anobium punctatum*)
- ▶ Gemeiner Scheibenbock (*Callidium violaceum*)
- ▶ Holzwespe (*Siricidae*)

💡 Für einen Insektenbefall müssen die jeweiligen optimalen Bedingungen herrschen. Durch Veränderung der Umgebungsbedingungen kann daher auch einem Befall entgegengewirkt werden.

5.1.1. Schimmelsanierung

💡 Altschimmel ist zunächst zu beseitigen, während die Raumfeuchte zukünftig reguliert werden muss.

💡 Bei der Sanierung müssen befallene poröse Materialien ausgetauscht/beseitigt werden. Bei Holz soll dabei zwischen Holzbläue und aktivem Schimmelpilzwachstum unterschieden werden.

💡 Die hohen Sporenkonzentrationen können entsprechende Arbeitsschutzbedingungen erforderlich machen.

5.2. Schadstoffsanierung allgemein

Für Schadstoffe sind insbesondere die *Gefahrstoffverordnung* (GefStoffV) sowie die diversen *Technischen Regeln für Gefahrstoffe* (TRGS) zu beachten.

⁶⁰ Die WTA-Merkblätter 1-2-21/D, *Der echte Hausschwamm*, 1-4-00/D, *Baulicher Holzschutz in der Denkmalpflege* und 1-1-08/D, *Heißluftverfahren zur Bekämpfung tierischer Holzzerstörer*, behandeln diese Thematik.

5.2.1. Schadstoffe in Innenräumen

- 💡 Zu hohen Schadstoffkonzentrationen in Innenräumen muss durch Entfernung oder Versiegelung der Schadstoffquellen entgegengewirkt werden.
- 💡 Laboruntersuchungen oder Raumluftmessungen sind meist nötig, um Auskunft über Art und Konzentration der Schadstoffe zu erhalten.
- 💡 Schadstoffe können häufig durch katalytische Stoffe neutralisiert werden. Dazu gehören manche alkalische Baustoffe wie Kalkputze oder Kalkfarben, die noch mit entsprechenden Zusätzen versehen sind. Ebenso angewendet wird Schafwolle, dessen Protein Keratin neutralisierend wirken kann.

Holzschutzmittel

Die mit Holzschutzmitteln behandelten Bauteile können – werden sie nicht entfernt – auch abgehobelt, gefräst, abgelautet oder beschichtet werden.

Formaldehyd

Formaldehyd kommt in Bindemitteln von Holzwerkstoffen (Span-, Hartfaser-, MDF- und OSB-Platten, Sperrholz), in Klebern, Lacken und Versiegelungen vor.

PAK und VOC

PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) und VOCs (*Volatile Organic Compounds*) finden sich in älteren Isolier- und Parkettklebstoffen, in Klebstoffen, Farben, Lacken sowie in Abdichtungsmaterialien.

- ▶ Quellen von PAK: Klebstoffe, Bitumen, Teer
- ▶ Quellen von VOCs: Teppichböden, Einrichtungsgegenstände, Pflegemittel, Bürochemikalien

5.2.2. Schädliche *alte* Mineralwolle

Vor ca. 1996 erzeugte, als krebserregend eingestufte, *biopersistente Mineralwolle* wird bei Abbruch- oder Umbauarbeiten oft freigelegt bzw. ausgetauscht. Für diese Arbeiten gilt die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 521.

- 💡 Sogenannte neue Mineralwollen werden nach den Kriterien der Gefahrstoffverordnung freigezeichnet und dürfen eingebaut werden.

Expositionskategorien⁶¹

Man unterscheidet drei Expositionskategorien und auf diese abgestimmte Arbeitsschutzmaßnahmen.

- ▶ Bei Kategorie 1 liegt die Faserstaubkonzentration während der Arbeiten unter 50.000 Fasern/m³. Bei Kategorien 2 und 3 erhöhen sich die Faserstaubkonzentrationen auf bis zu 250.000 respektive auf mehr als 250.000 Fasern/m³.

5.3. Asbestsanierung

Asbest ist eine Sammelbezeichnung für eine Gruppe mineralischer Silikatfasern mit feinfaseriger Struktur und bestimmten physikalischen und chemischen Eigenschaften, wie Nichtbrennbarkeit, Beständigkeit gegen Fäulnis und Korrosion, geringe elektrische Leitfähigkeit, geringe Wärmeleitfähigkeit, große Elastizität und Zugfestigkeit sowie hohe Adsorptions- und Isolierfähigkeit.⁶² Asbestprodukte wurden in den vielfältig-

⁶¹ vgl. Abschnitt 3.3 der TRGS 521

⁶² Bei den verschiedenen Asbestarten wird zwischen Amphibolasbesten und Serpentinbesten unterschieden. Zu den Vertretern der Amphibolasbesten gehört zum Beispiel der sogenannte Blauasbest (Krokydolithasbest) und der sogenannte Braunasbest (Amosit). Der einzige Vertreter der Serpentinbesten ist der sogenannte Weißasbest (Chrysotilasbest).

Die Fasern der Amphibolasbesten sind spröde und brüchig. Amphibolasbesten, insbesondere der Blauasbest, zeigen eine besonders auffällige Längsspaltbarkeit in sehr feine Fasern mit Durchmessern von weniger als 3/1000 Millimeter. Die Menge und Feinheit der dünnen Asbestfasern nimmt mit der Beanspruchung und der Verwitterung des Asbestproduktes zu.

ten Anwendungsbereichen verwendet. Man schätzt, dass Asbest in circa 3500 Produkten verarbeitet und verbaut wurde.

Gefahr durch Asbest

Seit 1993 ist Asbest in Deutschland aufgrund seiner krebserregenden Eigenschaften verboten.. Die Asbestfaser spaltet sich in winzige, bis hin zu monokristalline Formen auf, die als Faserstäube eingeatmet werden können. Asbest kann Krebs der Atmungsorgane, des Brust- und Bauchraumes und eine seltene Krebsform des Rippen- und Bauchfelles hervorrufen. Wobei von der Exposition bis zum Krankheitsausbruch mehrere Jahrzehnte vergehen können.

§ In der sogenannten **Asbestrichtlinie** (*Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden*) wird die Sanierungsdringlichkeit von vorgefundenen schwachgebundenen Asbestprodukten geregelt. Der Umgang mit dem Material bei diversen Arbeiten (Abbruch, Sanierung, Entsorgung, Instandhaltung) ist wiederum in der **TRGS 519** geregelt.

5.3.1. Klassifizierung von Asbestprodukten

- 💡 Asbestprodukte werden in schwachgebundene und festgebundene Asbestprodukte eingeteilt. Die Bindung der Fasern (die Fähigkeit ihrer Freisetzung) ist entscheidend für die Bewertung ihrer gesundheitlichen Gefährlichkeit.
- 💡 Schwach gebundene Asbestprodukte besitzen einen hohen Asbestanteil, weshalb die Fasern leicht freisetzbar sind. Es handelt sich oft um Spritzasbestprodukte.
- 💡 Eine Verpflichtung zur Sanierung gibt es für Asbestprodukte, die nach der Asbestrichtlinie in die **Dringlichkeitsstufe I** eingestuft wurden.

5.3.2. Anwendungen von Asbest

Brandschutzanwendungen

- ▶ Ummantelung von Bauteilen aus Stahl, Stahlbeton, Aluminium und Holz
- ▶ Innenbeschichtung von Stahlblech- oder Stahlbetondächern, von Decken und Wänden in Technikräumen u.dgl.
- ▶ Abschottung von Kabeldurchführungen u.ä.
- ▶ Abdeckungen von Kabelkanälen
- ▶ Ummantelung von Lüftungskanälen

Feuchteschutzbeschichtungen

- ▶ Beschichtung von Decken in Bädern, Garagen
- ▶ Ummantelung von Dampf- oder Wasserleitungen und Kesselanlagen

Schallschutzbeschichtungen

- ▶ in Musikräumen, Theatersälen, Stadthallen, Technikräumen; von großen Lüftungskanälen

Asbesthaltige Bodenbeläge

- ▶ Cushion-Vinyl-Beläge
 - Wohnungsbelag aus den 70er und 80er Jahren, mit sehr hohem Asbestanteil
- ▶ Floor-Flex-Platten
 - in gewerblichen und öffentlichen Gebäuden, wenig Abrieb, mit geringem Asbestanteil von ca. 20%
- ▶ Asphalt Tiles
 - Fußbodenplatten auf Asphalt- oder Bitumenbasis

Asbesthaltige Öfen und Heizgeräte

- ▶ Elektro-Speicherheizgeräte
- ▶ Nachtspeicheröfen
- ▶ Nachtspeicherheizung

Sonstige asbesthaltige Materialien

- ▶ Lüftungskanäle
- ▶ Feuerschutzklappen
- ▶ Schutzvorhänge in Theatern
- ▶ Dichtungsschnüre

5.3.3. Asbestzement⁶³

Asbestzementprodukte sind asbesthaltige, zementgebundene Bauprodukte mit einer Rohdichte von > 1400 kg/m³. Der Asbestanteil liegt meist unter 15%.

- 💡 Von Asbestzementprodukten geht keine akute Gefährdung aus. Eine Gefahr besteht nur bei Abbruch- oder Sanierungsarbeiten, bzw. bei der Entsorgung der Produkte. Dann sind die Regeln der TRGS 519 einzuhalten.

Anwendungen von Asbestzement

- ▶ Asbestzement-Dachplatten (Wellasbest, Schindeln)
- ▶ Asbestzement-Fassadenplatten
- ▶ Asbestzement Verbundplatten
- ▶ Innenwände, Sanitärrennwände
- ▶ Balkonverkleidungen
- ▶ Dachrinnen, Fallrohre
- ▶ Abwasserrohre
- ▶ Lüftungskanäle
- ▶ Elektroschränke
- ▶ Kabelkanäle
- ▶ Blumenkästen und div. Formteile

⁶³ In Deutschland besteht seit dem Jahr 1991 ein Verwendungsverbot von Asbestzementprodukten mit der Ausnahme, dass Asbestzementdruckrohre noch bis 1995 eingebaut werden durften.

5.3.4. Untersuchung auf Asbestverunreinigung

- 💡 Zentral ist die Feststellung einer konkreten aktuellen Gefährdung durch Asbest im Gebäude. Dies betrifft i.d.R. schwachgebundene Asbestprodukte.
- 💡 Nachrangig dazu erfolgt die Ermittlung von festgebundenen Asbestprodukten sowie von Asbestzementprodukten.

Vorgehensweise

- Sichtung von Bestandsunterlagen, Plänen
- Begehung aller Räume
- Entnahme von Materialproben und Kontaktproben
- Erfassung von Fundstellen, Fotoaufnahmen
- Analyse der entnommenen Proben
- Bewertung schwachgebundener Asbestprodukte
- Auflistung festgebundener Asbestprodukte
- Erstellung eines Ergebnisberichts

Messungen der Raumluf

Gemäß der Asbestrichtlinie sind als Erfolgsnachweis einer Sanierung oder von vorläufigen Maßnahmen Messungen der Konzentration von Asbestfasern in der Raumluf durchzuführen.⁶⁴

5.3.5. Planung einer Asbestsanierung

Einzelne Planungsleistungen

- ▶ Asbestuntersuchung
 - ▶ Gefährdungsabschätzung (Bewertung)
 - ▶ Sanierungskonzept erstellen
 - ▶ Sanierungsplanung
 - ▶ Ausschreibung
 - ▶ Bauleitung
 - ▶ Abnahme
- 💡 Ein unabhängiger Gutachter sollte zur Überwachung der Gesamtsanierungsmaßnahme herangezogen werden.

Baustelleneinrichtung

Art und Umfang der Baustelleneinrichtung ist von Größe und Umfang der Arbeitsmaßnahmen abhängig. Benötigt werden beispielsweise:

- ▶ Unterkünfte und Sanitärcontainer
- ▶ Maskencontainer
- ▶ spezielle Abfallcontainer
- ▶ Schleusenanlagen für die Dekontamination von Mitarbeitern und Material
- ▶ Unterdruckgeräte
- ▶ Notstromaggregate für Unterdruck
- ▶ Vakuumsauganlagen
- ▶ Verfestigungsanlagen für Asbest
- ▶ Filteranlagen

⁶⁴ Diese Messungen erfolgen nach VDI-Richtlinie 3492, *Messen von Innenraumlufverunreinigungen – Messen von Immissionen – Messen anorganischer faserförmiger Partikel – Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren.*

Für bestimmte Sanierungsarbeiten gibt es Erleichterungen in Bezug auf Schutzmaßnahmen und Kontrollmessungen:

- ▶ Entfernen von Asbestzementprodukten (im Gebäude und im Außenbereich)
- ▶ Arbeiten von geringem Umfang sowie Instandhaltungsarbeiten
- ▶ Arbeiten, bei denen keine Asbestfasern freigesetzt werden
- ▶ Arbeiten mit geringer Exposition
 - die DGUV Information 201-012 (ehemals BGI 664), *Verfahren mit geringer Exposition gegenüber Asbest bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten*, beschreibt diese Arbeiten. Es handelt sich dabei um Asbestprodukte, die weder schwachgebunden noch Asbestzementprodukte sind, beispielsweise asbesthaltige Vinylfußbodenplatten (Flexplatten).

5.3.6. Durchführung einer Asbestsanierung

- 💡 Schwach gebundene Asbestprodukte können entweder entfernt, ‚räumlich getrennt‘ oder beschichtet werden. Die Entscheidung wird je nach Methode oder Sanierungsfall erfolgen.
- 💡 Schutzmaßnahmen für die Arbeiter, Maßnahmen zum Schutz Dritter und zum Schutz der Umwelt müssen nach Asbestrichtlinie und TRGS 519 getroffen werden.

Sanierungsablauf bei umfangreichen Arbeiten

- ▶ Anmeldung der Sanierungsarbeiten bei Gewerbeaufsichtsamt und Berufsgenossenschaft
- ▶ Erstellen Arbeitsplan
 - Ebenso Betriebsanweisung und Arbeitsanweisung
- ▶ Baustelleneinrichtung
- ▶ Abschotten des Arbeitsbereiches durch staubdichte Abschottungen
 - Inkl. Abdichten aller Öffnungen des Sanierungsabschnittes nach außen und zu anderen Bereichen
- ▶ Herstellen von Unterdruck im Sanierungsbereich durch Unterdruckanlagen und Filter
 - Unterdruck von 20 Pascal, während Sanierungsarbeiten
 - 24-Stunden-Aufzeichnung des Unterdruckes
- ▶ Einbau von Filtern für die gesteuerte Zufuhr von Frischluft im Sanierungsbereich
 - Es ist ein 5-8-facher Luftwechsel pro Stunde gefordert
- ▶ Arbeitsplatzsperrung und Kennzeichnung
- ▶ Herstellen von Personalschleuse (Zugang zum Schwarzbereich über Personaldekontaminationsanlage) und Materialschleuse (Materialdekontaminationsanlage)
 - Einschl. Herstellen eines separaten Unterdruckes für Personal- und Materialschleusen
- ▶ Abnahme der Schutzmaßnahmen durch den Aufsichtsführenden
- ▶ Beginn der Entsorgung
- ▶ Nach Arbeiten: Feuchtreinigen sämtlicher Oberflächen, Maschinen und Werkzeuge im Sanierungsbereich
- ▶ gründliche visuelle Kontrolle im Schwarzbereich
 - Asbestprodukte müssen vollständig entfernt worden sein, kein sichtbarer Staub darf vorhanden sein.
- ▶ Aufbringen von Restfaserbindemittel auf Oberflächen (wo nötig)

- ▶ Luftreinigung von schwebenden Asbestfasern über die Unterdruckanlage
- ▶ Erfolgskontrollmessung
- ▶ Abbau der Abschottungen und Schleusen und Absperrungen
- ▶ 12 Stunden Ruhe im Sanierungsbereich (keine Arbeiten)
- ▶ Feinreinigung als Nassreinigung aller Oberflächen und ebenso angrenzender Bereiche
- ▶ erneute Erfolgskontrollmessung

Asbestmessung: Erfolgskontrolle

- 💡 Die Ausführung erfolgt unter Beibehaltung aller Schutzmaßnahmen mit Nutzungssimulation.
- 💡 Die Erfolgskontrollmessung soll belegen, dass die Asbestfaserkonzentration weniger als 500 F/m³ beträgt und die Obergrenze der Anzahlkonzentration von Asbestfasern berechnet nach der Poisson-Verteilung (95% Vertrauensbereich) unterhalb von 1000 F/m³ liegt.⁶⁵

Asbestmessung: Schutz Dritter

- 💡 Zum Schutz Dritter ist eine Asbestfasermessung durchzuführen, die belegt, dass die Asbestfaserkonzentration weniger als 1000 F/m³ beträgt.

Zu beachten bei Asbestsanierung

- 💡 Asbestprodukte müssen beim Abbau feucht gehalten werden (um Staubentwicklung zu vermeiden).
- 💡 Es soll möglichst ohne Zerstörung der Asbestprodukte gearbeitet werden.
- 💡 Spritzasbest ist mit einer Hochleistungsvakuumsauganlage direkt abzusaugen.
- 💡 Asbeststäube, die beim Abbau entstehen, sind direkt an der Entstehungsstelle abzusaugen.
- 💡 asbesthaltige Abfälle und asbestkontaminierte Abfälle sind im Schwarzbereich luftdicht zu verpacken und auszuschleusen.
- 💡 kontaminierte Abfälle und Einbauten, die gereinigt werden können, sind über die Materialschleuse zu dekontaminieren und auszuschleusen.

⁶⁵ Nach dem Aufheben der Schutzmaßnahmen und vor der erneuten Nutzung der sanierten Räume durch Dritte ist noch eine weitere Erfolgskontrollmessung durchzuführen.

5.3.7. Arbeitsschutz nach TRGS 519

- Die TRGS 519 behandelt Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten von schwach gebundenen Asbestprodukten, Asbestzementprodukten und asbesthaltigen Estrichen, Bodenbelägen, Klebern, Spachtelmassen und Beschichtungen.
- Dazu kommen Nebenarbeiten wie Begehen von verunreinigten Räumen, Probenahmen, Ausräumen, Reinigen, Materialtransport oder das Einrichten der Baustelle.
- Es bestehen besondere Anforderungen an Lüftungsmaßnahmen, raumlufttechnische Anlagen, Industriestaubsauger und Entstauber. Eine persönliche Schutzausrüstung muss vorgehalten und angewendet werden. Die Beschäftigten müssen darüber hinaus unterwiesen werden.

Tätigkeiten mit geringer Exposition

Als Tätigkeiten mit geringer Exposition gelten Arbeiten, bei denen eine Asbestkonzentration von 10.000 Fasern/m³ unterschritten wird.⁶⁶

Arbeiten geringen Umfangs

Arbeiten geringen Umfangs liegen vor, wenn für die Arbeiten nicht mehr als zwei Beschäftigte eingesetzt werden, die Arbeiten nicht mehr als vier Personenstunden umfassen und die Faserkonzentration zu keinem Zeitpunkt 100 000 Fasern/m³ überschreitet.⁶⁷

Schwarz- und Weißbereiche⁶⁸

- Für den Arbeitsbereich sind Schleusen vorzusehen, und eine Trennung in Weiß- und Schwarzbereiche.
- Der Arbeitsbereich (Schwarzbereich) muss gegenüber der Umgebung staubdicht abgetrennt sein.
- Der Arbeitsbereich darf nur über ausreichend bemessene Personal-Dekontaminationsanlagen (Personenschleusen) betreten oder verlassen werden.
- In der Regel ist ein Mehrkammersystem, bestehend aus drei Kammern mit Vorraum oder vier Kammern im Baukastensystem oder als Festinstallation im Container vorzusehen.⁶⁹
- In den Weißbereichen von Schleusen und der Umgebung des Arbeitsbereiches soll eine Asbestfaserkonzentration von 1000 F/m³ unterschritten werden.

Materialschleusen

Material-Dekontaminationsanlagen (Materialschleusen) sind so zu gestalten, dass Gegenstände und Materialien einwandfrei transportiert, gereinigt, verpackt und zwischengelagert werden können.

5.4. Beton im Altbau

Die Quelle von Mangelerscheinungen bei Beton oder gar von Schäden sind in der Planung und der Ausführung sowie in äußeren Einflüssen (Witterung) zu suchen.

⁶⁶ vgl. Abschnitt 2.8 in TRGS 519

⁶⁷ vgl. Abschnitt 2.10 in TRGS 519

⁶⁸ vgl. Abschnitte 14.2 und 14.3 in TRGS 519

⁶⁹ Eine Drei-Kammerschleuse ist ausreichend, wenn die Faserkonzentration weniger als 100 000 F/m³ beträgt und bei einer Faserkonzentration von mehr als 100 000 F/m³ nicht mehr als drei Beschäftigte eingesetzt werden und die Arbeitsdauer insgesamt nicht mehr als zwei Schichten beträgt.

Ursachen von Schäden können sein

- ▶ Mangelhafte Planung (betrifft auch Betonzusammensetzung)
- ▶ Mangelhafte Betoneinbringung und/oder Nachbehandlung
- ▶ Interne Ursachen: Eigenbewegung oder Kräfte im Beton (Schwinden, Quellen, Kriechen, Verformungen)
- ▶ Externe Ursachen: aus Luft, aus Wasser, Salze, Chemikalien

5.4.1. Risse im Beton

Interne Ursachen, Umgebungseinwirkungen oder äußere Spannungen (Lastspannungen) können zu Betonrissen führen.

Rissursachen⁷⁰

- ▶ Setzen des Frischbetons
- ▶ Frühschwinden (plastisches Schwinden)
- ▶ Abfließen der Hydratationswärme
- ▶ Schwinden (Trocknungsschwinden)
- ▶ Äußere Temperatureinwirkungen
- ▶ Änderung der Auflagerbedingungen (Setzungen, Lagerverformungen)
- ▶ Eigenspannungszustände (Verformungsbehinderungen, Tragwerksverhalten)
- ▶ Äußere (direkte) Lasten
- ▶ Frost
- ▶ Korrosion der Bewehrung

Instandsetzung von Rissen⁷¹

Die Instandsetzung von Rissen zur Verhinderung des Zutritts korrosiver Medien zum Betongefüge und zur Bewehrung, basiert auf folgenden Prinzipien:

- ▶ Verfüllen (Schließen) der Risse mittels Rissstränkung (drucklos) oder Rissverpressung (unter Druck)
- ▶ Abdichten der Risse durch eine rissüberbrückende Oberflächenbeschichtung, ganzflächig oder teilweise (mit Rissbandage)

5.4.2. Kiesnester

- ▶ sind Entmischungerscheinungen der Gesteinskörnung. Die gröberen Körnungsanteile werden abgesondert.

5.4.3. Kalkausblühungen

- ▶ entstehen durch Kalkhydrat, welches sich im Wasser löst und nach außen wandert.

5.4.4. Lochfraßkorrosion

- ▶ entsteht durch Chloride, welche die Bewehrung punktuell angreifen. Tiefe Lochschäden können entstehen.

5.4.5. Karbonatisierung

- ▶ Die Alkalität des Betons gewährleistet den Korrosionsschutz der Bewehrung. Durch den Einfluss von Kohlendioxid kann eine von außen nach innen fortschreitende Absenkung der Alkalität des Betons auftreten, die Karbonatisierung. Bewehrungsschäden sind die Folge, die wiederum zu Betonabplatzungen führen.

5.4.6. Frost- und Taumittel

- ▶ Chemischer Angriff auf Beton im Freien und im Nahbereich von Straßen.

70 vgl. Tabelle 1 in Zement-Merkblatt B 18.

71 vgl. Abschnitt 5 in Zement-Merkblatt B 18

5.5. Betoninstandsetzung

- 💡 Zur Planung von Betoninstandsetzungsarbeiten gehört die exakte Analyse des Zustands eines Bauwerkes und die Ermittlung der Schadensursachen.
- 💡 Wesentliche Parameter sind Betongüten, aktuelle Druckfestigkeiten, Oberflächenzugfestigkeiten, Karbonatisierungstiefen, Rissformen und -breiten sowie Schadstoffgehalte und Durchfeuchtungen.

Oberflächenschutzsysteme

Eine zentrale Methode der Betoninstandsetzung sind Oberflächenschutzsysteme. Sie umfassen Hydrophobierungen oder siliziumorganische und polymerhaltige Beschichtungen.

Die Anwendungen bewirken

- ▶ Hemmen oder Verhindern des Eindringens von betonangreifenden/korrosionsfördernden Stoffen
- ▶ Regulierung des Beton-Wasserhaushalts
- ▶ Erhöhung des Widerstands des Betons
 - gegen Chemikalien oder mechanischen Angriff
- ▶ Instandsetzung bei Bewehrungskorrosion
 - Erhalt/Wiederherstellung der Passivität, Erhöhung des elektrischen Widerstands

5.5.1. Richtlinien und Normen

- § Regeltechnische Grundlage für Betoninstandsetzungen ist seit Kurzem die neue *Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung)*.
- § Ergänzend gilt die **DAfStb Betonbauteile: DAfStb Richtlinie – Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen** (Instandsetzungs-Richtlinie; DAfStb RL SIB) sowie die zehnteilige Normenreihe **DIN EN 1504, Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken**.
- § Planung und Ausführung werden auch in **ATV DIN 18349, Betonerhaltungsarbeiten**, beschrieben.
- § Für die Instandsetzung von Ingenieurbauwerken können die *Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING)* vereinbart werden.

TR Instandhaltung

- § Mit Beginn des Jahres 2021 wurde die neue *Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken* (TR Instandhaltung) im Zuge der Umsetzung der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2020 (MVV TB) eingeführt.
- § Die TR Instandhaltung ersetzt große Teile der Instandsetzungs-Richtlinie des DAfStb, deren Aktualisierung überfällig war.
- § Teil 1 der TR Instandhaltung führt die Grundsätze der Instandhaltungs- und Instandsetzungsverfahren auf und beschreibt die allgemeinen Anforderungen.
- § Teil 2 der TR Instandhaltung befasst sich mit den zu erfüllenden Leistungsmerkmalen von Instandsetzungsprodukten und -systemen, deren Einsatz die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Betonbauteilen erhalten oder wiederherstellen soll.

5.5.2. Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken

- 💡 Die übergeordneten Ziele der Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen sind die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Tragfähigkeit oder der Gebrauchstauglichkeit von Betonbauteilen für einen bestimmten Zeitraum unter Festlegung von Prinzipien, die durch Anwendung unterschiedlicher Verfahren umgesetzt werden können.⁷²

Beschriebene Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen

- ▶ Herstellung des dauerhaften Korrosionsschutzes der Bewehrung
- ▶ Wiederherstellung des dauerhaften Korrosionsschutzes bereits korrodierter Bewehrung
- ▶ Erneuerung des Betons im oberflächennahen Bereich (Randbereich), wenn der Beton durch äußere Einflüsse oder infolge Korrosion der Bewehrung geschädigt ist
- ▶ Füllen von Rissen und Hohlräumen
- ▶ Vorbeugender zusätzlicher Schutz der Bauteile gegen das Eindringen von beton- und stahlangreifenden Stoffen
- ▶ Erhöhung des Widerstandes von Bauteiloberflächen gegen Abrieb und Verschleiß
- ▶ Ebenso *Anwendung von*: Betonersatz aus Spritzmörtel und Vergussbeton

5.5.3. Planungsgrundsätze nach TR Instandhaltung⁷³

- ▶ Sachkundige Planung besteht aus Ermittlung, Darstellung und Beurteilung des Ist-Zustandes des Bauwerkes bzw. Bauteiles
 - Übereinstimmung mit Bestandsplänen, Vorgeschichte, Schädigungsgrad, Schädigungsausmaß, dauerhaftigkeitsrelevante Einwirkungen / statische Beanspruchung, Schadensursache, Abschätzung der weiteren Ist-Zustandsentwicklung.

⁷² vgl. Abschnitt 1, TR Instandhaltung

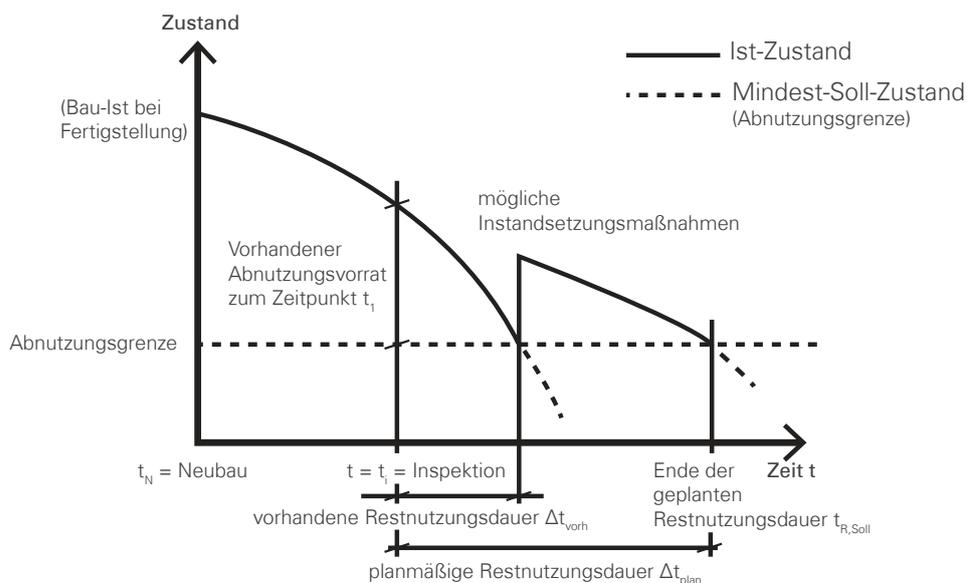
⁷³ vgl. Abschnitt 3, TR Instandhaltung

- ▶ Festlegung des Mindest-Sollzustands
 - ergibt sich aus den Anforderungen an Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Verkehrssicherheit und Brandschutz in Abstimmung mit dem Auftraggeber und ist während der Restnutzungsdauer nicht zu unterschreiten.
- ▶ Vergleich von Ist- und Mindest-Sollzustand plus Abschätzung der Restnutzungsdauer
- ▶ Erstellung eines Instandhaltungskonzeptes
 - ggf. mit mehreren Varianten unter Berücksichtigung der Aspekte Inspektion/Wartung und Instandsetzung
- ▶ Erstellung eines Instandhaltungsplanes
 - impliziert einen Inspektions- und Wartungsplan, ggf. auch einen Instandsetzungsplan.

Erfassung des Ist-Zustandes

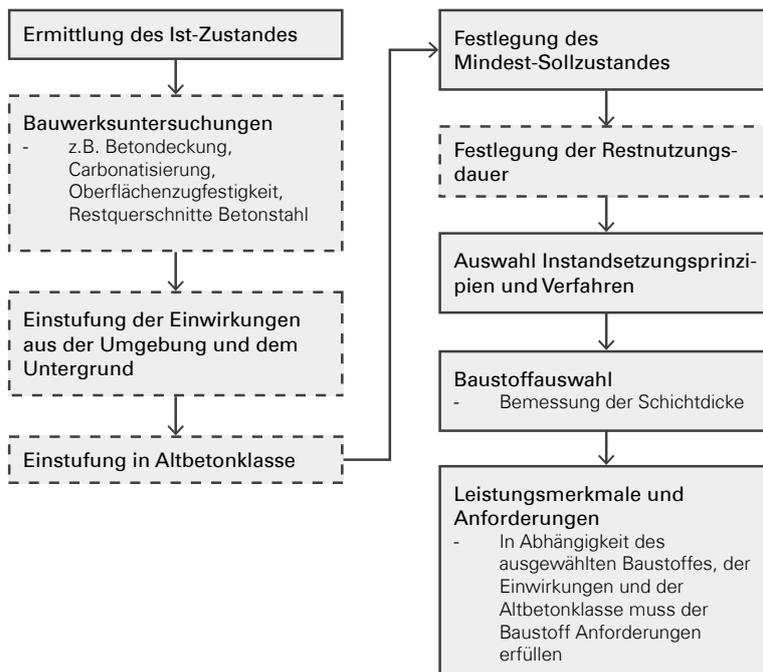
Auswertung der verfügbaren Informationen zur Vorgeschichte des Bauwerks

- ▶ Zeitpunkt der Erstellung
 - ▶ Verwendete Baustoffe und Bauverfahren
 - ▶ Erfassung der bisherigen relevanten Einwirkungen
 - ▶ Nutzung, Umnutzungen, bauliche Veränderungen
 - ▶ Vorgegangene Instandsetzungsmaßnahmen
 - ▶ Besondere schadensrelevante bzw. außergewöhnliche Ereignisse (Brand, Anprall etc.)
 - ▶ Sichten und Auswerten von Plänen und Dokumenten
- 💡 Die Ursachen von Schäden müssen ermittelt und angegeben werden. Hierzu sind ggf. weitergehende Untersuchungen erforderlich.
- 💡 Einwirkungen aus der Umgebung und dem Betonuntergrund sind zu beschreiben.
- 💡 Weitere Einwirkungen sind darzustellen (z.B. Betonkorrosion durch biogene Schwefelsäure, Verschleiß infolge Hydroabrasion oder Befahren, Erschütterungen z.B. aus Baubetrieb oder Verkehr).



Instandsetzungszyklus von Betontragwerken

Quelle: Abbildung 2 in TR Instandhaltung



Planung einer Betoninstandsetzung

Quelle: Abbildung 3 in TR Instandhaltung

Instandsetzungsverfahren für Beton nach TR Instandhaltung⁷⁴

- ▶ **Prinzip 1: Schutz gegen das Eindringen von Stoffen**
 - Hydrophobierung (Hydrophobierungen der Kategorie OS 1)
 - Beschichtung (Beschichtungssysteme für die Regulierung des Wasserhaushaltes)
 - Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) inkl. Beschichtungs-/Abdichtungssystem. (Geeignet ist z.B. ein Aufbau gemäß den Oberflächenschutzsystemen OS 11 oder OS 14)
 - Füllen von Rissen oder Hohlräumen (Rissfüllstoffe unter Druck durch Injektion, oder drucklos durch Vergießen eingebracht)
- ▶ **Prinzip 2: Regulierung des Wasserhaushaltes des Betons**
 - Hydrophobierung
 - Beschichtung
 - Füllen von Rissen oder Hohlräumen
- ▶ **Prinzip 3: Reprofilierung oder Querschnittsergänzung**
 - Kleinflächiger Handauftrag (Polymermörtel (PRM) und Polymerbetone (PRC) dürfen nur für den Fall angewendet werden, dass bei Instandsetzungsmaßnahmen zementgebundene Betonersatzsysteme ausgeschlossen werden müssen.)
 - Betonieren oder Vergießen (Sicherstellung des Verbundes ausschließlich über Adhäsion; Sicherstellung des Verbundes über Verankerung und Bewehrung; Füllen von Hohlräumen mit Vergussmörtel oder Vergussbeton)

⁷⁴ vgl. Abschnitt 6, TR Instandhaltung

- Spritzauftrag
- Auswechseln von Bauteilen

▶ **Prinzip 4: Verstärkung des Betontragwerks**

- Zufügen und Auswechseln von eingebetteten Bewehrungsstäben
- Verstärkung durch geklebte Bewehrung⁷⁵
- Querschnittsergänzung durch Betonersatz (Mörtel oder Beton)
- Füllen von Rissen oder Hohlräumen (durch Injektion oder durch druckloses Füllen)

▶ **Prinzip 5: Erhöhung des physikalischen Widerstandes**

- Beschichtung

▶ **Prinzip 6: Erhöhung des Widerstandes gegen chemischen Angriff**

- Beschichtung
- Mörtel- oder Betonauftrag

Instandsetzungsverfahren für Bewehrung nach TR Instandhaltung⁷⁶

Werden in der Betondeckungsschicht Chloridgehalte über 0,5% Cl⁻, bezogen auf die Zementmasse, und bei Spannbetonbauteilen Werte über 0,2% Cl⁻ ermittelt, ist bei der Instandhaltungsplanung festzulegen, ob Maßnahmen zur Abwehr von Korrosionsschäden erforderlich sind.

▶ **Prinzip 7: Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität**

- Erhöhung bzw. Teilersatz der Betondeckung mit zusätzlichem Mörtel oder Beton
- Ersatz von chloridhaltigem oder carbonatisiertem Beton
 - Ist der Altbeton bis hinter die Bewehrung carbonatisiert, ist dieser bei Betonstahldurchmessern < 16 mm bis mindestens 10 mm hinter und 20 mm neben der Bewehrung zu entfernen.
 - Altbeton mit Chloridgehalten oberhalb des korrosionsauslösenden Wertes ist vollständig zu entfernen.
 - Im gesamten freigelegten Bereich muss mindestens ein Oberflächenvorbereitungsgrad Sa 2 erreicht werden.
 - Polymermörtel (PRM) oder Polymerbeton (PRC) sind für dieses Verfahren nicht anwendbar.
- Realkalisierung von carbonatisiertem Beton durch Diffusion
- Füllen von Rissen oder Hohlräumen (unter Druck durch Injektion oder in besonderen Fällen drucklos durch Vergießen)
- Beschichtung (grundsätzlich sind die Oberflächenschutzsysteme OS 2, OS 4, OS 5a und OS 5b, OS 8, OS 11 sowie OS 14 geeignet.)
- Lokale Abdeckung von Rissen (Bandagen) (zur Abdeckung von beweglichen Rissen, Arbeitsfugen oder Zonen mit hoher Risswahrscheinlichkeit, z.B. über Auflagern)

▶ **Prinzip 8: Erhöhung des elektrischen Widerstandes**

- Hydrophobierung
- Beschichtung (grundsätzlich sind die Oberflächenschutzsysteme OS 2, OS 4, OS 5a und OS 5b, OS 8, OS 11a und OS 11b sowie OS 14 geeignet. Bei OS 2 ist die Wirksamkeit von der Menge und Größe von Poren an der Betonoberfläche abhängig. OS 2 ist nur bedingt gegen Chlorideindringen einsetzbar. Rutschhemmung oder die Rauheit von befahrenen Flächen sind bei OS 8, OS 11 oder OS 14 nachzuweisen.)

⁷⁵ vgl. auch die DAfStb-Richtlinie, *Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung*

⁷⁶ vgl. Abschnitt 6, TR Instandhaltung

- ▶ **Prinzip 10: Kathodischer Schutz**
 - Anlegen eines elektrischen Potentials

5.6. Innendämmung

5.6.1. Planung einer Innendämmung

Die Innendämmung der Außenwand als energetische Maßnahme wird grundsätzlich dann in Betracht gezogen, wenn die Möglichkeit der Außendämmung ausscheidet. Das gilt beispielsweise bei erhaltenen Fassaden, bei enger städtischer Bebauung oder bei Überbauungsverboten.

Da sehr viele Faktoren für das Raumklima ausschlaggebend sind, bedarf die nachträgliche Innendämmung eines Altbaus immer einer sehr umsichtigen Planung und Ausführung. Planung und die Wahl des Dämmsystems müssen immer auf den Einzelfall bezogen bleiben.

- 💡 Vor dem Einbau muss sorgfältig geprüft werden, ob die Voraussetzungen für eine bauschadensfreie Innendämmung überhaupt gegeben sind. Hierzu gehören ein wirksam vorhandener Schlagregenschutz der Außenfassade und eine maximale Raumluftfeuchtigkeit von 50%, um eine Feuchteanreicherung im Wandquerschnitt zu verhindern.
- 💡 Da die meisten Dämmsysteme eine schlagregendichte Außenhaut voraussetzen, steht die Prüfung der äußeren Regenbelastung und der Schlagregendichtheit der Außenwandkonstruktion im Vordergrund. Bevor eine Innendämmung eingebaut wird, können daher eine Hydrophobierung oder eine Neuverfugung der Fassade notwendig werden.

5.6.2. Probleme der Innendämmung

- 💡 Innengedämmte Fassaden bleiben länger feucht. Damit steigt das Gefährdungspotenzial für Frostschäden erheblich. Auch deshalb besteht für die meisten innengedämmten Konstruktionen die Anforderung nach einem Schlagregenschutz.
- 💡 Da die innere Dämmung die Erwärmung der Außenwand von der Raumseite her verhindert, können an der Innenseite der Außenwand sehr niedrige Temperaturen auftreten. Es besteht die Gefahr von Kondensat- bzw. Tauwasserausfall zwischen Außenwand und Innendämmung.
- 💡 Bei unzureichendem Schlagregenschutz muss von einer diffusionsdichten Dämmung abgesehen werden.
- 💡 Durch Innendämmungen werden Wärmebrücken im Bereich von Fenster-, Wand- und Deckenanschlüssen unter Umständen verstärkt.
- 💡 Außerdem lassen sich Wärmebrücken durch einbindende Bauteile (Wände, Decken) mit einer innen angebrachten Dämmung nicht verringern. Aus diesem Grund werden (meist wenig erwünschte) Flankendämmungen oder Dämmkeile eingesetzt, die mindestens 50 cm am Bauteil entlang in den Innenraum geführt werden.
- 💡 Problematisch erweist sich eine Innendämmung auch dann, wenn sie in einer Wohnung ausgeführt wird, die angrenzende Nachbarwohnung jedoch ungedämmt bleibt. Da die Temperatur der Außenwand nach der Dämmmaßnahme geringer wird, sinken auch die Oberflächentemperaturen der angrenzenden Wohnung, sodass sich dort in den Raumecken Schimmel bilden kann.

Aspekte der Innendämmung

Vorteile

- ▶ schnelleres Aufheizen von Räumen im Winter möglich
- ▶ energetische Verbesserung durch Reduzierung der Transmissionswärmeverluste
- ▶ Erhöhung der inneren Oberflächentemperatur
- ▶ Reduzierung des Schimmelpilzrisikos
- ▶ Verbesserung der Behaglichkeit
- ▶ schrittweise raumbezogene Sanierung von Gebäuden möglich
- ▶ keine Gerüstkosten

Nachteile

- ▶ schnelles Erwärmen der Räume unter sommerlichen Bedingungen
- ▶ zusätzliche Unterkonstruktion bei wandbefestigten Möbeln notwendig
- ▶ Wärmebrückeneffekte verstärken sich
- ▶ Gefahr des Tauwasserausfalls und der Schimmelbildung auf kalten Bauteilen hinter Dämmebene
- ▶ eventuell Verschlechterung des Schallschutzes
- ▶ ggf. Brandschutzrisiken
- ▶ Verlust an Nutzfläche
- ▶ Reduzierung des Trocknungspotenzials
- ▶ Gefrierpunkt wandert tiefer in das Bauteil: Gefahr von Frostschäden bei wasserführenden Leitungen in Wänden

5.6.3. Der Umgang mit Tauwasser

Mit dem Anbringen einer innenliegenden Dämmung wird das bauphysikalische Verhalten der Außenwand verändert. Wasserdampf kann durch die Dämmung schnell in die (jetzt) kalten Bereiche der Konstruktion eindringen und dort kondensieren.

Berechnung des Tauwasserausfalls

Bei der Berechnung von innen gedämmten Konstruktionen sind sogenannten instationären hygrothermischen Simulationsverfahren der Vorzug zu geben vor der Bewertungsmethode des herkömmlichen ‚Glaser-Verfahrens‘ nach DIN 4108-3. Nur eine Simulationsberechnung kann die wichtigen Einflussfaktoren Schlagregenaufnahme, Feuchtespeicherung und Feuchtetransport angemessen erfassen.⁷⁷

⁷⁷ Das Verfahren nach Glaser ist nur anzuwenden, wenn Schlagregenaufnahme, Flüssigtransport und Feuchtespeicherfunktion keine Rolle spielen. Doch in solchen Fällen können auch ohne besondere Einzelfallberechnung die meisten marktüblichen Innendämmsysteme zur Anwendung kommen.

Kriterien und Faktoren für die instationäre hygrothermische Simulationsberechnung nach DIN EN 15026	Einflussfaktoren Umgebung	Konstruktions - und materialbezogene Faktoren
	raumseitige und außenseitige Temperatur	Flüssigtransport der Oberflächendiffusion und Kapillarleitung
	raumseitige und außenseitige Luftfeuchte	Feuchteabhängige Wärmespeicherung
	Niederschlag	Feuchteabhängige Wärmeleitung
	Wind	Latentwärmeeffekte
	Wärmestrahlung (Sonneneinstrahlung)	Feuchtespeicherung durch Sorption und Kapillarkräfte

5.6.4. Zwei Dämmsysteme

- Entweder wird die Tauwasserbildung durch das Anbringen einer dampfdiffusionsbremsenden Schicht vermieden oder stark begrenzt, oder es wird ein Dämmsystem verwendet, das Wasserdampf aufnimmt und eingedrungene Feuchte nach innen abtrocknen lässt. Diese diffusionsoffenen, kapillaraktiven Systeme bezeichnet man als tauwassertolerant.

Diffusionsdichte Systeme

- Der Feuchtetransport von der Raumseite in den Dämmstoff wird mit Hilfe geeigneter Materialien und Konstruktionen verhindert. Hierzu wird raumseitig eine Dampfsperre aufgebracht. Auch diffusionsdichte Beschichtungstoffe können eine vergleichbare Wirkung haben.
- Weist der Dämmstoff selbst einen hohen Diffusionswiderstand auf, kann systemabhängig auf den Einbau einer separaten Dampfsperrebene verzichtet werden. Schaumglasplatten oder Vakuum-Isolationspaneele gehören in diese Kategorie.
- Bei diffusionsdichten Systemen können optimierte Kleber verwendet werden, die in der Lage sind, entstandenes Kondensat in begrenztem Maße aufzunehmen und zwischenzuspeichern.

Tauwassertolerante Systeme

Viele der am Markt befindlichen Innendämmprodukte sind tauwassertolerante Systeme. Bei ihnen wird die Kondensatbildung bewusst in Kauf genommen bzw. toleriert. Durch die Verwendung eines hydrophilen Dämmmaterials wird sichergestellt, dass dieses Tauwasser aufgenommen, gespeichert und verteilt werden kann.

- Das entstehende Kondensat wird von der Tauebene kapillar durch den Dämmstoff in Richtung Wandinnenseite transportiert. Dort kann es während des nächsten Tages wieder nach innen abtrocknen.
- Durch tauwassertolerante Systeme wird das Feuchteniveau in der Wand dauerhaft auf ein unkritisches Maß reduziert. Die Wand bleibt diffusionsoffen und kann Feuchtespitzen aus der Raumluft puffern. Die relative Luftfeuchtigkeit im Innenraum wird reguliert.
- Bei tauwassertoleranten Systemen muss die Offenheit des System gewährleistet bleiben. Es dürfen keine dampfbremsenden Beschichtungen oder Tapeten aufgebracht werden.⁷⁸

⁷⁸ Es kann auch notwendig werden, in einem Sanierungsvorhaben verschiedene Systeme anzuwenden. Bei verfließten Flächen ist beispielsweise der freie Austausch von Feuchte zwischen Innendämmung und Innenraum nicht mehr möglich.

5.6.5. Innendämmung – Produktübersicht

Mineralische Innendämmung, diffusionsdicht

- ▶ Mineralwolle-Dämmplatten (*mit Dampfsperre*)
- ▶ Vakuum-Isolationspaneel (*diffusionsdicht; beidseitig mit Platten*)
- ▶ Schaumglas-Dämmplatten (*diffusionsdicht*)
- ▶ Mehrschichtplatten (Holzwolle mit Mineralwolle; *mit Dampfsperre*)

Mineralische Innendämmung, tauwassertolerant

- ▶ Spezial-Mineralwolleplatten, WLG 019 (MW mit Siliziumschaum)
- ▶ Perlite-Dämmplatten (*tauwassertolerant*)
- ▶ Mineralschaum-Dämmplatten (*tauwassertolerant*)
- ▶ Kalziumsilikatplatten (*tauwassertolerant*)
- ▶ Leichtlehmplatten (*tauwassertolerant*)

Innendämmung aus Kunststoffen

- ▶ Polyurethan-Dämmplatten (*mit Dampfsperre*)
- ▶ Polystyrol-Dämmplatten, expandiert (*mit Dampfsperre*)
- ▶ Polystyrol-Dämmplatten, extrudiert, für Wärmebrücken

Organische Innendämmungen

- ▶ Holzweichfaserdämmplatten (*mit Dampfsperre*)
- ▶ Kork-Dämmplatten (*mit Dampfsperre*)
- ▶ Dämmplatten aus Schilfrohr (*mit Dampfsperre*)

Innendämmungen kaschiert mit Gipsplatten

- ▶ Polystyrol-Dämmung mit Gipskartonplatte (*mit Dampfsperre*)
- ▶ Mineralwolle-Dämmung mit Gipskartonplatte (*mit Dampfsperre*)
- ▶ Spezial-Mineralwolle-Dämmung mit Gipsfaserplatte (*mit Dampfsperre*)

Kommentar

Für Altbausanierungen gibt es eine Vielzahl von Fördersystemen⁷⁹, die insbesondere die energetische Sanierung im Blick haben. Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bietet zahlreiche Förderprogramme an, ebenso die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).

Sanierungswillige erhalten Förder-Zuschüsse, Steuernachlässe und attraktive Förder-Kredite. Während das BAFA ausschließlich durch Zuschüsse fördert, vergibt die KfW vorwiegend Kredite, doch sind auch Zuschüsse oder Tilgungs-Verzicht bei der KfW möglich.

Die Zuschüsse reichen von 20% für einzelne Sanierungsmaßnahmen bis zu 40% für eine Sanierung zum Effizienzhaus. Für einen Heizungsaustausch können bis zu 45% fällig werden und für Energieberatungen werden bis zu 80% bezuschusst.

Das BAFA fördert

- ▶ Energieberatung
bis zu einer Höhe von 80% der Kosten für eine umfassende Energieberatung
- ▶ Umstieg auf Heizen mit erneuerbaren Energien
30-40% Zuschuss für die Installation einer Solarthermieanlage, Biomasseheizung, Wärmepumpe oder Gas-Hybridheizung. Der Ersatz einer alten Ölheizung erhält noch einen zusätzlichen Bonus von 15%
- ▶ Steuernachlässe für Einzelmaßnahmen
bis zu 20% der förderfähigen Kosten, maximal 40.000 Euro

Die KfW fördert

- ▶ Einzel-Sanierungsmaßnahme
z.B. Austausch der Heizungsanlage, neue Fenster oder Wärmedämmung
- ▶ Energetische Komplettsanierung

79 Die hier angeführten Fördermöglichkeiten berücksichtigen noch nicht mögliche Änderungen/Neuerungen durch die Neufassung des GEG.