



INTERNATIONALE FÖDERATION  
DES DACHDECKERHANDWERKS

INTERNATIONAL FEDERATION  
FOR THE ROOFING TRADE

# RICHTLINIE FLACHDACH-MONITORING 2019

---

IFD-RICHTLINIE FÜR DIE PLANUNG UND  
AUSFÜHRUNG VON DICHTHEITS- UND  
FEUCHTEMONITORINGSYSTEMEN

Teil 1 - GRUNDLAGEN

Aufgestellt und herausgegeben von

**Internationale Föderation des Dachdeckerhandwerks e.V.** Marburg, Deutschland

Diese IFD-Richtlinie wurde von der IFD Arbeitsgruppe Dichtheits- und Feuchtemonitoring in Flachdachsystemen mit den folgenden Mitgliedern erarbeitet:



BI DGS – Österreich



Gebäudehülle Schweiz



LJA - Lettland



EMSZ - Ungarn



BMI Technical Service GmbH



ILD Deutschland GmbH



IFB – Institut für  
Flachdachbau und  
Bauwerksabdichtung



PITTSBURGH CORNING  
Europe SA



ProtectSys,  
ein Unternehmen der  
ILD-Gruppe



Sika - Österreich



Slavonia Baubedarf GmbH



ROCKWOOL Handels GmbH  
Österreich



Enke-Werk

Wir bedanken uns bei allen aktiven Mitgliedern

Der IFD-Präsident Walter Bisig im Namen des Vorstandes

© IFD-Service GmbH, Bahnhofstr. 27 a, 35037 Marburg, Germany

## INHALT

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>BEGRIFFE</b>	<b>7</b>
3.1	AKTIV	7
3.2	DICHTHEITSPRÜFUNG	7
3.3	DICHTHEIT-MONITORINGSYSTEME (AKTIV ODER PASSIV)	7
3.4	FEUCHTEPRÜFUNG	7
3.5	FEUCHTE-MONITORINGSYSTEME (AKTIV ODER PASSIV)	7
3.6	LECKORTUNG	7
3.7	MONITORING	7
3.8	PASSIV	7
3.9	SENSOR	7
<b>4</b>	<b>ZIELE / ANFORDERUNGEN</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>DICHTHEITS- UND FEUCHTEPRÜFMETHODEN</b>	<b>11</b>
5.1	ALLGEMEINES	11
5.2	DICHTHEITSPRÜFUNG/KONTROLLE	11
5.3	FEUCHTEPRÜFUNG/KONTROLLE	11
<b>6</b>	<b>DICHTHEITSMONITORING</b>	<b>12</b>
6.1	ALLGEMEINES	12
6.2	MESS-, SPEICHER- UND AUSLESEINTERVALL	12
6.3	MESSVERFAHREN	12
<b>7</b>	<b>FEUCHTEMONITORING</b>	<b>12</b>
7.1	ALLGEMEINES	12
7.2	PLANUNG UND EINBAU	12
7.3	MESSVERFAHREN	13
<b>8</b>	<b>DATENAUSWERTUNG</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>WARTUNG UND INSTANDHALTUNG DER SYSTEME</b>	<b>16</b>
<b>10</b>	<b>AUS- UND WEITERBILDUNG</b>	<b>16</b>
<b>11</b>	<b>ANHANG B - LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>17</b>

# 1 Einleitung

Bauschäden führen generell zu einer hohen Belastung der Volkswirtschaft. Die Feuchteschäden von Gebäuden verursachen dabei besonders hohe Schadensfolge- und Sanierungskosten, da nicht nur die Dachbaustoffe, sondern im Regelfall auch die Baukonstruktion geschädigt werden. Daraus resultieren Schadensersatzforderungen an Versicherungen, hohe Sanierungskosten für Hausbesitzer, bei öffentlichen Bauwerken die Inanspruchnahme von Steuergeld, etc. Zudem gehen von Schäden betroffene Personen zumeist einige Tage ihrer Arbeit nicht nach, da sie sich um die Schadensregulierung kümmern müssen, wodurch wiederum die Volkswirtschaft darunter leidet.

Neben den erwähnten Beschädigungen von Dachbaustoffen und Baukonstruktionen infolge von Feuchteschäden sind psychische Belastungen der Bewohner mit Verlust der Lebensqualität ein immaterieller Schaden.

Zusätzlich zu den individuellen und volkswirtschaftlichen Nachteilen, die durch Feuchteschäden verursacht werden, sind vor allem die umweltrelevanten Folgen von Bedeutung.

Die Beschädigung einer Bausubstanz erfordert einen erheblichen Material-, Arbeits- und Geräteaufwand für die Sanierung sowie hohen Energieaufwand für die Trocknung durchnässter Bauteile. Bei durch Feuchtigkeit provoziert pilzkontaminierten Holzbauteilen ist zudem eine entsprechende Entsorgung notwendig.

Folgen von Feuchtigkeitsschäden im Flachdach können sein:

- Reduktion der statischen Tragfähigkeit der Dachkonstruktion
- Korrosion von Stahlbauteilen
- Reduktion der Wärmedämmeigenschaften des Aufbaus
- Optische Verfärbung von Innenanstrichen
- Schimmelbildung
- Ungezieferbefall
- Hausschwammbildung
- Geruchsbelästigung
- Frostschäden
- 

Um nicht sämtliche Flachdächer bei der Vermutung von Feuchteschäden gleich großflächig öffnen zu müssen, sind in Zukunft Monitoring-Maßnahmen empfehlenswert. Diese Maßnahmen können bei der Neuerstellung mitgeplant oder für Bestandsbauten nachgerüstet werden.

## 2 Allgemeines

Die vorliegende Richtlinie schafft Grundlagen für Feuchte- und Dichtheits-Monitoring an nicht hinterlüfteten Flachdächern (Anwendungsbereich siehe IFD Flachdachrichtlinie – Richtlinie für die Planung und Ausführung von Dächern mit Abdichtungen).

Dichtheits-Monitoring soll die Funktionsfähigkeit des Abdichtungssystems durch frühzeitige Erkennung und gegebenenfalls Lokalisierung von Wassereintritten gewährleisten.

Feuchte-Monitoring in Bauteilen dient neben der Feststellung des allgemeinen Feuchtezustandes im Schichtaufbau auch der Überwachung und Erfassung der Feuchtigkeitsentwicklung sowie anderer relevanter physikalischer Parameter zum Abgleich mit bauphysikalischen Simulationsberechnungen. Dadurch können schadensrelevante Prozesse frühzeitig erkannt und lokalisiert, eine sachgerechte Instandhaltung unterstützt sowie der Erfolg von Sanierungen überwacht werden.

Derartige Monitoring-Maßnahmen sollten bei Terrassen, Laubengängen und ähnlich genutzten Dachflächen möglichst nicht sichtbar im Dachaufbau platziert werden, damit auch bei diesen Konstruktionen das Auftreten von Feuchtigkeit innerhalb des Flachdachaufbaus frühzeitig erkannt und verhindert werden kann.

Schadensfälle bei Flachdächern können mit Monitoring-Systemen frühzeitig erkannt und Sanierungen mit hohem Kostenaufwand rechtzeitig abgewendet werden. Es sind keine negativen Umweltauswirkungen zu erwarten.

Die Festlegung der Art und des Umfangs, je nach Situation und Erfordernis hat unter Einbeziehung fachkundiger Personen wie bspw. Systemhersteller, Bauphysiker, Elektriker, Bauwerksabdichter- und Dachdeckerbetriebe, welche nachweislich geschult sind, zu erfolgen. Auf die besonderen Bedingungen des einzusetzenden und für die Anwendung geplanten Produktes hinsichtlich Datenauslese und Speicherung sowie Ergebnisauswertung ist individuell Rücksicht zu nehmen. Entsprechende Beratungsprotokolle sind zu führen.

Monitoringsysteme können grundsätzlich bei allen Bauteilen eingesetzt werden, aber insbesondere jenen, die einer direkten Beobachtung entzogen sind und bei denen längerfristig unerkannt einwirkende Feuchtigkeit ein erhöhtes Risiko hinsichtlich der bestimmungsgemäßen Funktion der Konstruktion oder der Nutzung darstellt, dies sind insbesondere

- Schwer zugängliche Dachabdichtungen (z. B. unter Gründächern, fix installierte Energiegewinnungsanlagen, Betonestriche),
- Unzugängliche Dachflächen (z. B. Terrassen unterschiedlicher Nutzer),
- Bauteile, an denen verdeckte Feuchteanreicherung Schäden an der Unterkonstruktion verursachen,
- Insbesondere bei feuchteempfindlichen Baustoffen,
- kritischen Aufbauten mit wenig Fehlertoleranz (z. B. Dicht-Dichtkonstruktionen aus organischen Baustoffen),
- Nicht /schwer kontrollierbare Feuchtraumabdichtungen,

- Kontrolle und Überwachung nach Feuchteintritt (Trocknungskontrolle),
- Abdichtungen über oder an Gebäuden mit hoher Schadensfolge,
- Eignung einer Nutzungsänderung (z. B. nachträgliche Begrünung von Dächern, Photovoltaikanlagen),
- Vorgehängte Fassaden mit geringer oder fehlender Hinterlüftung,
- Unter Dacheindeckung zur Überwachung der Belüftungsebene oder in Wärmedämmschichten unter nicht diffusionsoffenen Unterdächern
- erdberührte Bauteile in denen ein Schadensfall zur Feuchteakkumulation führen kann

## **3 BEGRIFFE**

### **3.1 Aktiv**

Automatisierte Datenauswertung und Alarmierung bei einer Grenzwertüberschreitung

### **3.2 Dichtheitsprüfung**

Stichtagsbezogene Prüfung der Wasserdichtheit von Abdichtungen

### **3.3 Dichtheit-Monitoringsysteme (Aktiv oder Passiv)**

Ermöglichen permanente Dichtheitsprüfung der Abdichtung ohne Aufzeichnung der bauphysikalischen Größen.

### **3.4 Feuchteprüfung**

Stichtagsbezogene Prüfung der Feuchte oberhalb der diffusionshemmenden Schicht

### **3.5 Feuchte-Monitoringsysteme (Aktiv oder Passiv)**

Ermöglichen das kontinuierliche Messen und Aufzeichnen von physikalischen Größen zur Beurteilung der Feuchte im Dachaufbau

### **3.6 Leckortung**

Punktgenaues Auffinden von Leckagen in der Abdichtungsschicht

### **3.7 Monitoring**

Unmittelbares, systematisches Erfassen von physikalischen Größen mittels technischer Hilfsmittel worauf eine Bearbeitung und Auswertung erfolgt.

### **3.8 Passiv**

Systeme, deren Daten manuell ausgelesen bzw. ausgewertet werden. Es erfolgt keine automatisierte Alarmmeldung.

### **3.9 Sensor**

Technisches Bauteil zur Erfassung physikalischer oder chemischer Eigenschaften in seiner Umgebung

## 4 Ziele / Anforderungen

(1) Allgemeine Ziele der vorliegenden Richtlinie sind:

- Abgrenzung zwischen Prüfmethode, Aktive und Passive Systeme
- die Beschreibung von Feuchte- und Dichtheits-Monitoringsystemen
- die Definition der Rahmenbedingungen für Planung, Einbau und Betrieb
- Angaben zur Grundstruktur einer Feuchte- und Dichtheits-Monitoringdatenbank,
- Anforderungen an die dem System zugrundeliegende Auswertungssoftware formulieren,
- die Bereitstellung von Hinweisen für die Wartung und Instandhaltung von Feuchte- und Dichtheits-Monitoringsystemen,

(2) Ziele des Monitorings von Flachdächern können insbesondere sein:

- Ermittlung des vorhandenen Dichtheits- und/oder Feuchtezustandes,
- Früherkennung von schadensrelevanten Änderungen von Dichtheits- und /oder Feuchtezuständen,
- Lokale Eingrenzung von Schadstellen bzw. Leckagen,
- Prognose und Beurteilung von zukünftigen Feuchtezuständen (z. B. Überwachung von Trocknungsprozessen),
- Überwachung kritischer Bauteile hinsichtlich Überschreitung vorgegebener Grenzwerte wie z.B. Feuchtigkeit
- Überprüfung von bauphysikalischen Berechnungen z.B. Temperatur- oder Taupunktverläufen in Bauteilen

Die jeweiligen Ziele sind im Zuge der Planung des Systems und bei Festlegung der Art, Dauer und Intensität der Überwachung zu berücksichtigen.

Je nach Anforderung sind geeignete Monitoringsysteme zu verwenden, die ausreichend genaue Daten liefern, auf deren Basis zu den Dichtheits- und/oder Feuchtigkeitzuständen für den jeweiligen Bauteil von sachkundigen Personen nachvollziehbare klare Aussagen getroffen werden können. Darüber hinaus müssen diese Systeme Grenzwertüberschreitungen dokumentieren.

Das Schadensrisiko sowie die Höhe der Sanierungsfolgekosten sind entscheidend für die Auswahl des Systems.

(3) Zielgruppe für Monitoring Systeme sind alle Eigentümer, Betreiber und Nutzer von Flachdächern sowie:

- Unternehmen die sich mit der Errichtung von Flachdächern beschäftigen.
- Wohnungsgenossenschaften, Immobilienverwalter, Bauträger die Flachdachanteile in ihrem Portfolio haben.
- Sachverständige die Ursachenforschung betreiben in Schadensfällen
- Versicherungen die bei Mitinstallierung oder Nachrüstung Prämienvergütungen gewähren.
- Ingenieur-/Planungsbüros



(4) Die Vorteile für den Kunden sind beispielsweise:

- Frühzeitige Beurteilung über den technischen Zustand des Dachaufbaus
- Beurteilung des Lebenszyklus des Dachaufbaus
- Alarmierung bei Erreichung von kritischen bauphysikalischen Werten
- Verlängerung der Lebensdauer des Dachaufbaus
- Geringere Sanierungskosten des Daches

Der Nutzen für die Baubranche besteht zunächst darin, Planungs- und Ausführungsregeln zur Verfügung zu haben, welche die Projektierung von Monitoring-Maßnahmen unterstützt sowie deren Einbindung in die bestehende Bausubstanz erklärt.

Vor der Inbetriebnahme von Monitoringsystemen empfiehlt es sich, eine Dichtheitsprüfung durchzuführen.

Die Rechtssicherheit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer wird insofern gestärkt, indem eine Dachfläche ab dem Zeitpunkt der Leistungserbringung (durch den Auftragnehmer) transparent, objektiv und unbeeinflussbar Messdaten liefert, wodurch eine feuchtetechnische Bewertung der Dachkonstruktion möglich wird. Zeitliche und quantitative Änderungen in den Messergebnissen werden erfasst und lassen somit bspw. Beschädigungen in der Abdichtung, die wiederum zu Wassereintritten führen, rekonstruieren und zuordnen. Das bedeutet, dass die in der Baupraxis häufig anzutreffende Diskussion, ob Feuchtigkeit im Zuge der Errichtungsphase eingeschlossen wurde oder ob diese bspw. durch nachträgliche Arbeiten am Dachschichtenaufbau, wo die Leistungen des Bauwerksabdichters bereits abgeschlossen waren, eingetreten sind, nun klar abgegrenzt werden kann.

Es wird empfohlen, Feuchte- und Dichtheits-Monitoringsysteme anhand der Schadensfolgeklassen gemäß Tabelle 1 zu planen und einzusetzen.

Tabelle 1

	Schadensfolgeklasse analog EN 1990/Gebäudenutzung		
	CC 1	CC 2	CC 3
	Geringe oder vernachlässigbare wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen bei Versagen der Dachabdichtung	Beträchtliche wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen bei Versagen der Dachabdichtung	Sehr große wirtschaftliche, soziale oder umweltbeeinträchtigende Folgen bei Versagen der Dachabdichtung
	z. B.: Lagergebäude ohne besondere Güter, Einstellhallen, landwirtschaftlich genutzte Nebengebäude	z. B.: Wohn- und Bürogebäude, öffentliche Gebäude mit mittleren Versagensfolgen (z. B. ein Bürogebäude)	z. B.: Gebäude mit hohen Versagensfolgen (z. B. eine Konzerthalle, Krankenhaus, Kraftwerk, Museen) sowie Bauwerke mit lebenswichtiger Infrastrukturfunktion, wichtiger sozialer Funktion, Bauwerke mit Fassungsvermögen über 1000 Personen, Dachabdichtungen, die nur mit sehr großem Aufwand zugänglich sind
Einbau von Dichtheits- / Feuchtemonitoringsystemen	keine Vorgaben	empfohlen	dringend empfohlen

Sofern sich Tragwerkskonstruktionen aus feuchteempfindlichen Baustoffen innerhalb des Schichtaufbaus befinden, ist der Einbau eines Monitoring-Systems dringend empfohlen.

## 5 Dichtheits- und Feuchteprüfmethoden

### 5.1 Allgemeines

Prüfmethoden beschreiben exemplarisch Dichtheits- oder Feuchteprüfungen, bei denen eine messtechnische Kontrolle des Zustandes der Dachfläche durch den Handwerker erfolgt. Die Ergebnisse der Prüfungen stellen den IST-Zustand und somit eine Momentaufnahme dar. Im Zuge einer neuerlichen Prüfung könnte ein abweichendes Prüfergebnis festgestellt werden.

Messsysteme, bei denen elektrisch leitfähige Elemente am Dach verlegt werden, sind bei der Planung der Blitzschutzanlage zu berücksichtigen.

### 5.2 Dichtheitsprüfung/Kontrolle

Mit der Dichtheitsprüfung wird die generelle Wasserdichtheit von Abdichtungen zum Prüfzeitpunkt festgestellt. Weiters kann sie zum Auffinden von Leckstellen (Leckagen) an Dächern herangezogen werden.

Zur Dichtheitsprüfung bzw. Leckortung können folgende messtechnische Verfahren geeignet sein:

- Elektrotechnische Verfahren\* (z. B. Potential- und Impulsstromverfahren, Funkenschlagmethode)
- Vakuumprüfung
- Rauch- und Gasprüfung

*\*bei Verwendung als Dichtheitsprüfung sind gegebenenfalls leitfähige Schichten unterhalb der Dachabdichtung erforderlich*

Die visuelle Kontrolle mittels Inspektionsöffnungen gibt allein stehend keine eindeutige Auskunft über den Zustand der Dichtheit einer Abdichtung. Sie dient vielmehr als lokales, zerstörungsfreies, ergänzendes Hilfsmittel.

### 5.3 Feuchteprüfung/Kontrolle

Mit der Feuchteprüfung wird Feuchtigkeit oberhalb der diffusionshemmenden Schicht zum Prüfzeitpunkt festgestellt. Zur Feuchteprüfung können folgende messtechnische Verfahren geeignet sein.

- Widerstandsmessung (Inspektionsöffnung oder Übertragungstechnologie)
- Microwellenmessung
- Neutronensonde
- Revisionsrohr an Tiefpunkten

## 6 Dichtheitsmonitoring

### 6.1 Allgemeines

Das Dichtheitsmonitoring umfasst die permanente Kontrolle der Dichtheit der Dachabdichtung. Aktive Systeme lösen bei Wassereintritt über eine Leckage einen Alarm aus, passive Systeme müssen manuell ausgelesen werden. Eine solche Anlage besteht aus einer entsprechenden Sensorik. Messwerte werden an eine Zentraleinheit übermittelt. Die Zentraleinheit misst mithilfe von Sensoren und speichert die Daten in einer Datenbank, welche ausgelesen werden können.

Messsysteme, bei denen elektrisch leitfähige Elemente am Dach verlegt werden, sind bei der Planung der Blitzschutzanlage zu berücksichtigen.

### 6.2 Mess-, Speicher- und Ausleseintervall

Das Mess- und Speicherintervall ist im Wesentlichen von der Dachauflast hinsichtlich der Geschwindigkeit des Wasserabflusses abhängig. Je rascher der Wasserabfluss erfolgt, desto kürzer muss das Mess-, und Speicherintervall sein.

### 6.3 Messverfahren

Anlagen zum Dichtheitsmonitoring arbeiten auf elektrischer Basis in Form von Potentialen, Impulsen, oder Widerständen.

## 7 Feuchtemonitoring

### 7.1 Allgemeines

Monitoring wird zur Sicherung des Bestandes während der vereinbarten Nutzungsdauer des Projektes empfohlen.

Die Sensoren müssen gegen alle in der Einbausituation zu erwartenden chemischen und physikalischen Einflüssen beständig sein.

Messsysteme, bei denen elektrisch leitfähige Elemente am Dach verlegt werden, sind bei der Planung der Blitzschutzanlage zu berücksichtigen.

Monitoring erfordert in der Regel den Abschluss eines Wartungsvertrages für das Dach sowie des Monitoringsystems, um die Funktion des Systems sicherzustellen.

Monitoring in Flachdächer kann sowohl auf Bestandsdauer des Bauteils, als auch über eine zeitlich begrenzte Dauer erfolgen, z. B. zur Kontrolle von Trocknungs- und Sanierungsprozessen.

### 7.2 Planung und Einbau

Die Position (horizontale und vertikale Ausrichtung) von Sensoren im Dachschichtenaufbau ist nach dem jeweiligen Messverfahren festzulegen.

Die Lage und Zugänglichkeit der Sensoren ist neben den messtechnischen Erfordernissen auch in Abhängigkeit der Art, Lebensdauer und Energieversorgung der Sensoren zu planen.

Die Anzahl der Sensoren richtet sich nach den messtechnischen Erfordernissen, der Einbausituation und der Risikobewertung.

Je geringer der Sensorabstand zueinander ausgerichtet ist, desto genauer kann die horizontale Fläche überwacht werden. In zueinander abgeschotteten Dachbereichen ist in jedem getrennten Abschnitt mindestens ein Sensor erforderlich (z. B. Tramkonstruktionen, abgeschottete Warmdachkonstruktionen).

Wird die diff.-hemmende Schicht im Warmdachaufbau im Gefälle verlegt, sind Sensoren zur Detektion von flüssigem Wasser zumindest am Tiefpunkt einzubauen.

Ist die diff.-hemmende Schicht ohne Gefälle verlegt, so sollten bei der Positionierung der Sensoren die zu erwartenden Durchbiegungen (Positionierung in der Feldmitte) und Tiefpunkte, die sich aus den Toleranzen im Untergrund ergeben, berücksichtigt werden.

Ist kein definierbarer Tiefpunkt in der diff.-hemmenden Schicht vorhanden, so ist die Anzahl der Sensoren auf die gesamte Dachfläche gleichmäßig zu verteilen.

An Stellen mit erhöhtem Schadensrisiko (z.B. Terrassentüranschlüsse/Durchdringungen) ist der unmittelbare Einbau von Sensoren empfehlenswert.

Monitoringsysteme müssen in der Lage sein, die zur Beurteilung des betreffenden Bauteils erforderlichen Daten zu erfassen.

Unterschieden werden im Wesentlichen Sensoren, die mit Kabel oder kabellos mit einem externen Datenlogger (Zentraleinheit) verbunden sind, oder Sensoren mit integriertem Datenlogger.

Mit Dichtheits-Monitoringsystemen können keine Aussagen über das Funktionieren anderer gegebenenfalls vorhandenen Schichten getroffen werden.

## 7.3 Messverfahren

### 7.3.1 Messung der Luftfeuchtigkeit in der Dämmebene

Veränderungen der Luftfeuchtigkeit im Dämmaufbau lassen Rückschlüsse auf einen möglichen Wassereintritt zu.

Einzusetzen sind Sensoren, welche die relative Luftfeuchtigkeit am Einbauort mit einer empfohlenen max. Abweichung von +/- 2 % (höhere Abweichungen müssen im Berechnungsmodell der Auswertesoftware berücksichtigt werden) und die Luft- oder Bauteiltemperatur mit einer empfohlenen max. Abweichung von +/- 0,5 K (höhere Abweichungen müssen im Berechnungsmodell der Auswertesoftware berücksichtigt werden) messen.

### 7.3.2 Messung der Oberflächenfeuchtigkeit (Widerstandsmessung) auf der diff.-hemmenden Schicht:

Gemessen werden:

- Vorhandensein von freiem Wasser
- Indikatoren zur indirekten Messung von Feuchtigkeitszuständen
- Messung der Oberflächenfeuchtigkeit auf der diff.-hemmenden Schicht

Punktsensoren messen die Feuchtigkeit an einem Punkt bspw. auf der diff.-hemmenden Schicht. Werden die Punktsensoren in einem Raster angeordnet, ergibt das ein schlüssiges Gesamtbild über die Feuchtigkeitssituation auf der diff.-hemmenden Schicht.

Flächensensoren in Form von Bändern oder Matten werden auf der diff.-hemmenden Schicht fixiert. Systembedingt wird zwischen Matrix- oder Zonenverlegung unterschieden. Die Zonenverlegung kann linear oder flächig erfolgen. Wird an einem Punkt des Flächensensors der eingestellte Grenzwert überschritten, wird Alarm ausgelöst. Die Größe des Flächensensors sowie der Sensorabstand bestimmt die Systemauflösung und kann der Risikostufe des Objekts angepasst werden. Mehrere Flächensensoren über die gesamte Überwachungsfläche verteilt, ergeben ein schlüssiges Gesamtbild der Feuchtesituation auf der diff.-hemmenden Schicht.

### 7.3.3 Mess-, Speicher- und Ausleseintervall

Der Auftraggeber bestimmt den Hersteller/Errichter und Betreiber des Monitoringsystems mit der Datenspeicherung und Datenauswertung. Die kontinuierliche Datenspeicherung (Datenhosting) kann auch von externer Stelle erfolgen.

Das installierte Monitoringsystem und dessen Dokumentation muss so beschaffen sein, dass ein Auslesen und Interpretieren/Verwerten der erforderlichen Daten auf Wunsch des Auftraggebers auch von sachkundigen unabhängigen Dritten durchgeführt werden kann.

Das Mindestintervall für Messung und Datenspeicherung ist in Abhängigkeit des Konstruktionsaufbaus und einer Risikobewertung festzulegen. Die Daten sind mindestens vier Mal innerhalb von 24 Stunden zu messen sowie zu speichern. Die Datenerfassung sollte täglich zum gleichen Zeitpunkt erfolgen.

Das Messintervall für Feuchtemessungen ist auf die Trocknungsfähigkeit der Konstruktionsschichten abzustimmen. Z. B. sind bei Messungen unter frei liegenden Dachabdichtungen, die üblicherweise schnell trocknen, kürzere Intervalle sinnvoll.

Die Aufbewahrungsfrist der Messdaten ist mit dem Auftraggeber zu vereinbaren.

Systeme, deren Daten manuell ausgelesen bzw. ausgewertet werden, werden als passive Systeme bezeichnet, es erfolgt keine automatisierte Alarmmeldung. Sofern ein manuelles Auslesen der Daten erfolgt, ist das Intervall der Auslesung so festzulegen, dass nicht mehr als 75 % der Speicherkapazität des Aufzeichnungsgerätes belegt werden. Unabhängig von der Speicherkapazität sollte das max. Ausleseintervall 12 Monate betragen. Kürzere Abstände der Datenauslesung sind in Absprachen mit dem Auftraggeber festzulegen.

## 8 Datenauswertung

Die Auswertungssoftware ist Bestandteil des Monitoringsystems und muss eindeutige Aussagen über den Feuchtezustand des Bauteils und/oder einen Wasserdurchtritt durch eine Feuchtigkeitsabdichtung anzeigen.

Eine bauphysikalische Bewertung der Funktionsfähigkeit von Bauteilen auf Basis von Messwerten aus der Auswertungssoftware ist in der Regel nur möglich, wenn eine Datenfolge über einen projektabhängig zu definierenden Zeitraum vorliegt.

In Abhängigkeit der Rahmenbedingungen zum Zeitpunkt der Installation des Monitoringsystems können sich die Feuchte- und Temperaturtendenzen durch z. B. Änderungen im Bauteilschichtenaufbau, nachträglicher Bebauung, zusätzliche großflächiger Einbauten (Verschattung), Nutzungsänderungen ändern. Diese sind bei der Beurteilung der Messwerte zu berücksichtigen.

Für die bauphysikalische Auswertung der Messdaten von Sensoren sind zumindest folgende zusätzliche Angaben erforderlich:

- Allgemeine Objektinformation (z. B. geografische Lage des Objektes),
- Genauer Konstruktionsaufbau inkl. Materialkennwerten, Schichtdicken,
- Position des Sensors im Bauteilschichtaufbau,
- Lageplan des Sensors am Objekt,
- Raumklima (ev. auch mit Verlauf),
- Außenklima (ev. auch mit Verlauf),
- Lage, Ausrichtung des Bauteils (z. B. Beschattung, Neigung),
- Art der Nutzung.

Das Monitoringsystem hat in Abhängigkeit der definierten Funktion beispielsweise folgende Basisdaten bereitzustellen:

- Stammdaten:
- Objektdaten
- ID-Nummer des Sensors
- Messdaten:
- Datum, Uhrzeit,
- Lufttemperatur °C innerhalb des Bauteils,
- Relative Luftfeuchtigkeit innerhalb eines Bauteils
- Indikatoren zur indirekten Messung von Feuchtigkeitszuständen
- Indikatoren zur Beurteilung von Dichtheitszuständen von Abdichtungen
- gegebenenfalls das Vorhandensein von flüssigem Wasser innerhalb eines Bauteils (Zustand ja/nein)

## 9 Wartung und Instandhaltung der Systeme

In Abhängigkeit der Herstellerangaben muss eine Funktionsprüfung möglich sein.

Sichtbare Teile des Gehäuses oder Gerätes sind zu inspizieren und ggf. zu reinigen. Vom Hersteller vorgeschriebene Wartungsprozedere sind auszuführen.

Sensoren ohne externe Stromversorgung, deren Batterien in regelmäßigen Intervallen erneuert werden, bedürfen eines zerstörungsfreien (z. B. keine Notwendigkeit, die Dachabdichtung aufzuschneiden) Zuganges.

Datenlogger sind für den Fall eines Defekts austauschbar zu montieren. Mind. 1x pro Jahr hat eine optische Inspektion hinsichtlich mechanischer Beschädigungen, insbesondere wenn sich die Zentraleinheit im Freien befindet, zu erfolgen.

Die Herstellerangaben zur Kalibrierung der Sensoren während der Nutzungsphase des Monitoringsystems sind zu beachten.

## 10 Aus- und Weiterbildung

Monitoring-Systeme dürfen nur von systemspezifisch geschultem Personal montiert und gewartet werden.

Bei der Inbetriebnahme des Monitoring-Systems muss der Hersteller den Betreiber in der Bedienung und im Umgang mit der Anlage unterweisen.



## 11 Anhang B - Literaturverzeichnis

### Allgemeine Richtlinien

Nummer, Kurzname	Titel
Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union	EU-Bauproduktenverordnung
ASTM D7877 ASTM International in West Conshohocken, United States	ASTM - Wasserprobe
IFB- Institut f. Flachdachbau und Bauwerksabdichtung in Wien	Dichtheits- und Feuchtemonitoring Gebäudeassistenzsysteme innerhalb der Gebäudehülle und in Bauteilen ISBN 978-3-200-06119-4

### Österreich

Nummer, Kurzname	Titel
ÖNORM B3691 Austrian Standards Institute in Wien	Planung und Ausführung von Dächer mit Abdichtungen

### Schweiz

Nummer, Kurzname	Titel
SIA 271 Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA in Zürich	Abdichtungen von Hochbauten