

# Assistenzsysteme innerhalb der Gebäudehülle

Online-Monitoring zur Visualisierung des aktuellen Feuchtezustandes in Bauteilen

Zu spät erkannte Feuchteschäden an und in Gebäuden belasten in Bezug auf Schadensfolge- und Sanierungskosten die Volkswirtschaft enorm. Feuchteschäden in Gebäuden verursachen hygienische Defizite und führen zu psychischen Belastungen der Bewohner mit Verlust der Lebensqualität. Ebenso sind umweltrelevante Folgen von großer Bedeutung, da die Beschädigung der Bausubstanz erheblichen Material-, Arbeits- und Geräteaufwand für Sanierungen erfordert. Speziell die hohe Entsorgungskapazität feuchtegeschädigter Baustoffe wirkt sich belastend auf die ÖKO-Bilanz aus. Vordringliches Ziel ist es in Zukunft, über Gebäudeassistenzsysteme den Feuchtezustand, ohne dass Eingriffe in das Bauteil erforderlich werden, visualisiert zu bekommen. Dies bedeutet, dass die Planung und Ausführung von Dichtheits- und Feuchte-Monitoringsystemen innerhalb der Gebäudehülle in Zukunft zum „Standard“ erklärt werden wird.

**Autor:**  
Wolfgang Hubner,  
IFB- Institut für Flachdachbau und  
Bauwerksabdichtung in Wien

## Nutzen für die Baubranche

Folgeschäden aufgrund Feuchteakkumulation in Bauteilen sind vielfach auf ungelöste Schnittstellen zurückzuführen. Aus diesem Grund ist es relativ kompliziert, einen eindeutigen Verursacher fest zu machen, wodurch sich sehr häufig die Gerichte beschäftigen müssen. Mittels Dichtheits- und Feuchte-Monitoringsystemen wird die Rechtssicherheit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer insofern gestärkt, da ein Bauteil ab dem Zeitpunkt der Leistungserbringung (durch den Auftragnehmer), transparent, objektiv und unbeeinflussbar Messdaten liefert, wodurch eine feuchtetechnische Bewertung der Baukonstruktion möglich wird. Zeitliche und quantitative Änderungen in den Messergebnissen werden erfasst und lassen somit z.B. 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 z.B. durch nachträgliche Arbeiten am Bauteil, wo die Leistungen des Bauwerksabdichters bereits abgeschlossen waren, eingetreten sind, nun klar abgegrenzt werden kann.

Auch der wissenschaftliche Nutzen von den generierten Messwerten ist enorm, kann dadurch erstmals der tatsächliche Ist-Zustand eines Gebäudes mit dem in der Planung definierten Soll-Zustand verglichen werden. Es ist nicht auszuschließen, dass aufgrund der praktisch ermittelten Messwerte Anpassungen an bauphysikalische Berechnungsprogramme erfolgen werden. Dies kann die Planung und in weiterer Folge die Ausführungssicherheit optimieren.

## Begriff „Dichtheits- und Feuchtemonitoring

Dichtheits-Monitoring soll die Funktionsfähigkeit des



Abdichtungssystems durch frühzeitige Erkennung und gegebenenfalls Lokalisierung von Wassereintritten gewährleisten.

Unter Feuchte-Monitoring wird die messtechnische Überwachung und ingenieurtechnische Bewertung von Feuchtigkeitszuständen in Bauteilen verstanden. 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.

Abb. 1: Einsatzorte für Dichtheits-Feuchtemonitoringsysteme sind primär die Gebäudehülle aber lokal auch im Gebäudeinneren wie z.B. in Nassräumen

## INFOKASTEN

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

Skizze 1: Diagramm Darstellung der relativen Luftfeuchte und der Temperatur im Bauteilschichtaufbau.

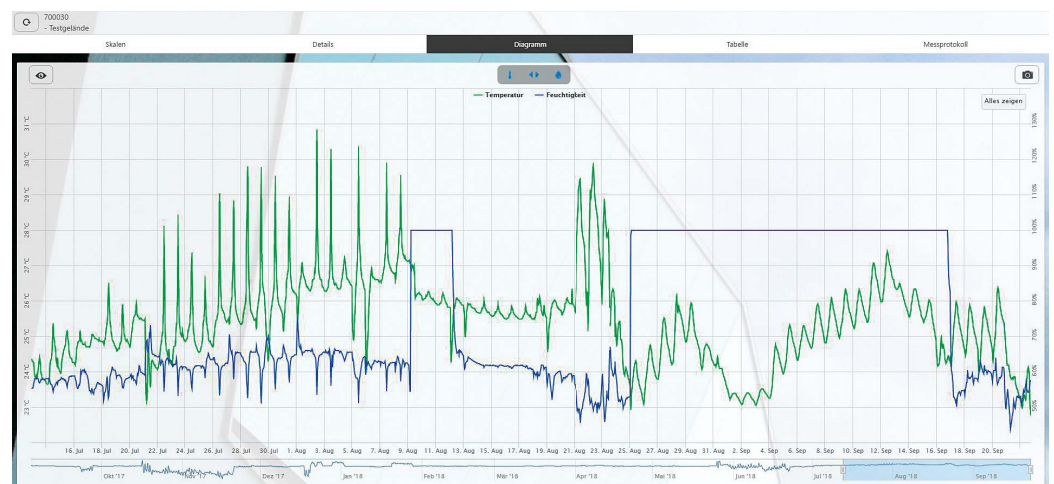




Abb. 2:  
Einbringöffnung in einer genutzten  
Dachfläche für Feuchtesensoren.

### Feuchtemonitoring am Beispiel von Flachdach- konstruktionen

Aufgrund der verdichteten Bauweise, speziell im urbanen Raum wird und werden verstärkt Dachformen gewählt, die stark von den traditionellen geneigten Dachformen abweichen.

Um alle Möglichkeiten der Bebauungsmöglichkeiten auszuschöpfen wird daher verstärkt auf die Bauform von Flachdächern zurückgegriffen. Hohe Grundstückskosten sowie die Nutzbarmachung bereits bestehender Flächen (z.B. Urban Gardening) ist eine Konsequenz dieser Ent-

Abb. 3:  
Der Feuchtesensor wurde am Tief-  
punkt des Dachaufbaus positioniert.



wicklung. Beispielsweise werden in einer Grünraumanalyse der Stadt Wien alleine nur für Wien 256 ha potentielle Gründachflächen genannt. Andere, genutzte aber auch nicht genutzte Flachdachflächen sind in dieser Studie nicht inkludiert. Gründachflächen unterliegen naturgemäß einem etwas höheren Schadensrisiko als beispielweise nicht genutzte Dachflächen und sind prädestiniert für die Anwendung von Dichtheits-Feuchte-Monitoring.

Auch die zukünftig verstärkte Nachfrage nach Klimapufferzonen – um z.B. die sommerliche Überwärmung im städtischen Bereich zu dämpfen – wird die Nachfrage nach genutzten Flachdächern zudem erhöhen.

Der überwiegende Anteil der in Österreich verbauten Flachdachkonstruktionen wurde ohne Zusatzmaßnahmen (z.B. Abschottungen) ausgeführt, wodurch im Schadensfall eine großflächige Wasserausbreitung innerhalb der Flachdachkonstruktion erfolgen kann.

**LIGNOLOC®**  
Der magazinierte Nagel aus Holz



## BECK LignoLoc® ist der erste schießbare Nagel aus Holz!

**Schnelle Verarbeitung – kein Vorbohren**

LignoLoc® Holznägel werden pneumatisch eingeschossen und verbinden sich durch Holzschweißen stoffschlüssig mit dem Werkstück.

**Keine Wärmebrücken – höhere Dämmwerte**

LignoLoc® Holznägel stellen keine thermischen Wärmebrücken dar und ermöglichen somit höhere Dämmwerte.

**Vorbildliche Ökologie**

LignoLoc® Holznägel werden aus heimischen Buchenholz gefertigt und sind ökologisch nachhaltig.

[www.beck-lignoloc.com](http://www.beck-lignoloc.com)

**BAU 2019**

14.-19. Januar · München

Halle C6.303



**LIGNOLOC®**  
NEWSLETTER

[bit.ly/LignoLoc-Newsletter](http://bit.ly/LignoLoc-Newsletter)

**beck**  
FASTENER GROUP



Abb. 4:  
Damit keine Wärmebrücken entstehen war das Sensorgehäuse im Wärmedämmzylinder eingepasst worden.

Folgen von Feuchtigkeitsschäden im Flachdach können sein:

- Reduktion der statischen Tragfähigkeit der Dachkonstruktion
- Korrosion von Stahlbauteilen
- Fäulnis- und Schimmelschäden
- Reduktion der Wärmedämmeigenschaften
- Optische Verfärbung von Innenanstrichen
- Geruchsbelästigung
- Frostschäden

### Technische Umsetzung

#### Indirekte und direkte Feuchtemessverfahren

Grundsätzlich ist der Einsatz von indirekten Feuchte-

messverfahren in Dachkonstruktionen nicht unbekannt, wurden diese in der Vergangenheit jedoch überwiegend zur sogenannten Leckortung, also dem Aufspüren von Undichtheiten in Dachabdichtungen angewendet. Dazu sind bereits seit Jahren unterschiedliche, überwiegend auf elektrischer Leitfähigkeit basierender Systeme am Markt bekannt. Positive Aspekte vieler Leckortungssysteme ist, dass mit relativ hoher Genauigkeit die Funktionstauglichkeit der Dachabdichtung überprüft werden kann.

Einige Systeme lassen auch eine Lokalisierung einer etwaigen Fehlstelle zu.

Nachteil der bekannten Systeme war, dass im Regelfall Feuchtigkeit, welche bspw. während der Bauphase in den Dachaufbau eingeschlossen wurde, oder Feuchtigkeit welche sich aufgrund bauphysikalischer Einflüsse im Dachschichtenaufbau bildete, nicht detektiert werden konnte. Weiters sind Leckortungssysteme im Regelfall nicht dazu konzipiert, eine fortlaufende Überwachung eines Flachdachaufbaus zu ermöglichen.

Abb. 5:  
Über Inspektionsöffnungen, welche in die Dachabdichtung eingedichtet sind, werden wärmedämmte Sensoren in den Dachaufbau versenkt.



Überwiegend werden diese Systeme dann eingesetzt, wenn bereits ein Feuchteschaden entstanden ist.

Dieser Umstand wurde von einigen Unternehmen erkannt und es entwickelten sich in den letzten Jahren sogenannte „Dichtheits-Monitoringsysteme“, welche über elektrische Messverfahren die Wasserdichtheit der Dachabdichtung regelmäßig überwachen. Dadurch können Änderungen innerhalb der Dachabdichtung durch bspw. Wassereintritte meist unverzüglich detektiert werden, wodurch das Folgeschadensrisiko deutlich reduziert wird. Nachteil dieser Systeme ist jedoch, dass im Regelfall eingeschlossene Baufeuchtigkeit oder Wasser aus der Bauphase sowie bauphysikalische Feuchteanreicherungen im Dachaufbau nicht aufgezeigt werden.

Feuchte-Monitoringsysteme haben den Vorteil, dass sie Wassereintritte im Dachschichtenaufbau, unabhängig ob dieser durch Undichtheiten in der Dachabdichtung oder Wassereintritte über An- und Abschlusskonstruktionen aber auch Feuchtigkeit aus der Bauphase, Feuchteanreicherung durch bauphysikalische Zustände u.ä. erkennen, regelmäßig aufzeichnen und somit Tendenzen erkennen lassen. Eine geeignete Auswertsoftware ermöglicht fachlich kompetenten Personen eine Beurteilung und Schlussfolgerung ob und wenn ja welche Maßnahmen zu treffen sind.

Unterschieden werden bei diesen Systemen kabelgebundene Systeme, wo die Feuchte-sensorik über elektrische Leitungen mit einer Speicher- oder Steuereinheit verbunden sind, sowie kabellose Systeme, welche über eine im Sensorgehäuse integrierte Sendeeinheit Daten an eine Speichereinheit oder Auswertelektro-nik weiterleitet.

Unter direktem Feuchtemessverfahren wird verstanden, dass über Öffnungen in der Dachfläche mittels Handmessgeräten der Feuchtigkeitsgehalt der Baustoffe gemessen wird.

### Messsysteme

In der im Dezember 2018 erschienenen IFB- ASMME Richtlinie „Dichtheits- und Feuchtemonitoringsysteme – Gebäudeassistenzsysteme innerhalb der Gebäudehülle und in Bauteilen“ wurden die Rahmenbedingungen für den Einsatz von Monitoringsystemen definiert. Diese Richtlinie enthält unter anderem folgende Themen:

- Vergleichbarkeit von Feuchte-Monitoringsystemen
- Grundstruktur einer Feuchte-Monitoringdatenbank
- Rahmenbedingungen für den Einbau
- Planung der strategisch richtigen Position
- Definition von Grenzwerten im Kontext der Bauphysik
- Vermittelbare Grundlagen in der Aus- und Weiterbildung
- Wartung u. Instandhaltung von Feuchte-Monitoringsystemen
- Integration der Feuchte-Monitoringsysteme in die obligatorischen Inspektions- Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten.

Aus heutiger Sicht und unter Berücksichtigung der allgemein zugänglichen und veröffentlichten Daten der Hersteller von Monitoringsystemen können die auszugswiese genannte Systeme folgendermaßen gegenübergestellt werden.

### Schlusswort

Der Feuchteschutz von Baukonstruktionen ist ein zentrales Thema, da ein Großteil der Bauschäden weltweit auf Feuchte zurückzuführen ist. Gegenüber dem Dichtheits- sowie Feuchte-Monitoring besteht eine sehr hohe Erwartungshaltung die langfristig nur dann erfüllt werden kann, wenn sowohl Planer als ausführende Unternehmen geeignete Fortbildungsmaßnahmen absolvieren. ■

### Literaturverweise

[IFB 2018] IFB-Institut für Flachdachbau und Bauwerksabdichtung-Richtlinie Dichtheits- und Feuchtemonitoring. ISBN 978-3-200-06119-4

Tabelle 1: Vergleich einzelner Systeme

Firma	Produkt	Kurzbeschreibung
<p>BMONC GmbH Birkengasse 53 A-3100 St. Pölten +43-664-1602386 www.bmonc.at office@bmonc.eu</p>	bmonc - Micro-Sensor	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Primär Feuchtemonitoring, projektabhängig Dichtheitsmonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, Steildach, Hinterlüftetes Dach, Hinterlüftete Fassade, Fassaden-Wärmedämmverbundsysteme, erdberührte Bauteile, Außenklimamessung <u>Gebäudeinneren:</u> Behälter- und Beckenbau, Nassräume, Boden- Deckenaufbauten, Wandaufbauten, Raumklimamessungen</p> <p><b>Messverfahren:</b> - Temperatur - relative Luftfeuchtigkeit</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> - Interner Messdatenspeicher je Sensor - App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> In jedem Sensor integriert ein GSM Modul <u>Passiv:</u> Bluetooth</p>
<p>RPM Gebäudemonitoring GmbH Frankenweg 2 A-9100 Völkermarkt, +43 4232 20100 www.roofprotector.at office@roofprotector.at</p>	Roof Protector	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Primär Feuchtemonitoring, projektabhängig Dichtheitsmonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> gem. eigenen Angaben primär (Flach)Dach,</p> <p><b>Messverfahren:</b> Kapazitive Feuchtefühler, Widerstandsmessung</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> - Interner Messdatenspeicher je Sensor - App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> Funkmodul am Sensor (optional GSM) - Funkzentrale - Webportal <u>Passiv:</u> Handmessgerät</p>
<p>ILD Deutschland GmbH Am Steinbuckel 1 D-63768 Hösbach +49 6021 5995 14 www.ild-group.com info@ild-group.com</p> <p>Jansen.Projekt.Bau GmbH Jubiläumsstraße 19/1 A-2352 Gumpoldskirchen +43 664 921 42 53 office@jansen.co.at</p>	ProtectSys® WM ProtectSys® B	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> ProtectSys® WM Feuchtemonitoring ProtectSys® B Dichtheitsmonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> gem. eigenen Angaben primär Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, Teiche, Außenklimamessung <u>Gebäudeinneren:</u> Behälter- und Beckenbau</p> <p><b>Messverfahren:</b> - Widerstandsmessung (ProtectSys® B Dichtheitsmonitoring) - Temperatur - relative Luftfeuchtigkeit</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> - Interner Messdatenspeicher je Sensor - App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> Funkmodul am Sensor - Funkzentrale - Webportal <u>Passiv:</u> Handmessgerät</p>

<p>HUM-ID GmbH Chausseestraße 107 D-10115 Berlin +49 30 683 20 41 – 70 www.hum-id.com info@hum-id.com</p>	<p>Hum-ID Sensoren</p>	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Primär Feuchtemonitoring, projektabhängig Dichtheitsmonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, Steildach, Hinterlüftetes Dach, Hinterlüftete Fassade, Fassaden-Wärmedämmverbundsysteme <u>Gebäudeinneren:</u> Nassräume, Boden- Deckenaufbauten, Wandaufbauten</p> <p><b>Messverfahren:</b> Widerstandsmessung</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> - App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Passiv:</u> Dachscanner (RFID)</p>
<p>PROGEO Monitoring GmbH &amp; Co. KG Hauptstraße 2 D-14979 Großbeeren +49 33701 22-0 www.progeo.com progeo@progeo.com</p>	<p>smartex®</p>	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Primär Dichtheitsmonitoring, Feuchtemonitoring projektabhängig</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, erdberührte Bauteile, Teiche, Deponien <u>Gebäudeinneren:</u> Behälter- und Beckenbau, Nassräume</p> <p><b>Messverfahren:</b> - Spannungsabfallmessung (leitfähiges Vlies + mit integrierten Sensoren + Elektrode auf der Abdichtungsoberfläche)</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> - App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> Sensoren über Kabel mit Monitoringbox verbunden <u>Passiv:</u> Handmessgerät</p>
<p>Ortungstechnik Nachbaur GmbH Müsinenstraße 52 A- 6832 Sulz +43 (0) 5522 / 43770 www.optidry.at kundendienst@optidry.at</p>	<p>Optidry®-Monitoring-System (OMS)</p>	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Dichtheitsmonitoring + Feuchtemonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, erdberührte Bauteile <u>Gebäudeinneren:</u> Nassräume</p> <p><b>Messverfahren:</b> Widerstandsmessung</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> - Zentraleinheit - App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> Matrixförmig verlegte Sensorbändern über Kabel mit der Zentraleinheit verbunden <u>Passiv:</u> Handmessgerät</p>
<p>EPI GmbH Leopoldauer Straße 173 A- 1210 Wien +43 (0) 1/904 83 61 info@epi-tec.com www.epi-phs.at</p>	<p>PHS - Printed Humidity Sensor</p>	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Dichtheitsmonitoring + Feuchtemonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, Steildach, Hinterlüftetes Dach, Hinterlüftete Fassade, erdberührte Bauteile <u>Gebäudeinneren:</u> Behälter- und Beckenbau, Nassräume, Boden- Deckenaufbauten, Wandaufbauten</p> <p><b>Messverfahren:</b> Impedanzmessung</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> - App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> Matrixförmig verlegte Sensorbändern über Kabel mit der Zentraleinheit verbunden <u>Passiv:</u> Handmessgerät</p>
<p>Texplor Austria GmbH Hosnedlgasse 5/1 A- 1220 Wien +43 (0)1 - 202 47 17-0 office_wien@texplor.com www.texplor.de</p>	<p>TexControl</p>	<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Dichtheitsmonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, erdberührte Bauteile <u>Gebäudeinneren:</u> Behälter- und Beckenbau, Nassräume</p> <p><b>Messverfahren:</b> Widerstandsmessung</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> Meanderförmig verlegte Geberleitung über Kabel mit der Zentraleinheit verbunden <u>Passiv:</u> Handmessgerät</p>
<p>roofSec GmbH Spattendorf 22 A- 4211 Alberndorf office@roofsec.com www.roofsec.com</p>		<p><b>Klassifikation gem. IFB – ASMME Richtlinie:</b> Feuchtemonitoring + Dichtheitsmonitoring</p> <p><b>Einsatzbereiche:</b> <u>Gebäudehülle:</u> Flachdach, Terrassen, genutzte Dächer, Parkdecks, Steildach, erdberührte Bauteile <u>Gebäudeinneren:</u> Behälter- und Beckenbau, Nassräume, Boden- Deckenaufbauten</p> <p><b>Messverfahren:</b> kapazitive Näherungssensoren</p> <p><b>Datenspeicherung:</b> App basierende Datenspeicherung i.d. Cloud (Webportal) inkl. Auswertung und Reports</p> <p><b>Datenübertragung:</b> <u>Aktiv:</u> Meanderförmig verlegte Sensorleitung über Kabel mit der Zentraleinheit verbunden <u>Passiv:</u> Handmessgerät</p>