

Mir deucht, es ist feucht

Zerstörungsfreie Verfahren zur Bestimmung der Bauteilfeuchte. Aus Anwendersicht werden Vorgehensweisen bewertet. Neben einer Listung der typischen Schadensgruppen erfolgt eine Vorstellung der zerstörungsfreien Verfahren, die in der Sanierungspraxis häufig eingesetzt werden, mit Hinweis auf ihre Vor- und Nachteile.

Ein Großteil der Bauschäden sind Feuchteschäden, (Abb. 1). Diese Feststellung betrifft nicht nur den Altbau-Bestand, sondern auch die Neubauten. Letztere sind genauso hiervon betroffen, insbesondere im Bereich der Kondensat- und Schimmelschäden.

Nachfolgend seien typische Schadensgruppen in Altbauten und deren Ursachen aufgeführt:

- Gründe für die Bildung von Kondensatfeuchte:
 - Tauwasserbildung durch Kältebrücken und/oder schlechte Hinterlüftung an Außenwänden
 - Kondensation im unteren Bereich von Außenwänden
 - fehlende oder beschädigte Dampfsperre bei Flachdächern
 - fehlende oder verstopfte Belüftungen im Dachbereich
 - Dachstuhl ohne Querbelüftung
- Gründe für eindringendes Regenwasser:
 - fehlende Türschwellen
 - mangelhafter Anschluss zwischen Dach und Schornstein
 - mangelhafte Attikaabdeckung ohne Feuchtigkeitsabdichtung
 - bei Flachdächern schadhafte Eindeckungen und ungenügendes Dachgefälle

Autor

Dipl.-Ing. Gernot Henrich
Bochum

- zu niedrige Wandanschlüsse an aufgehendem Mauerwerk oder fehlende Isolierung
- Putzschäden
- Wände mit Feuchtebrücken
- Ursachen für aufsteigende Feuchtigkeit:
 - fehlende senkrechte Abdichtung zwischen Erdboden und Kellerwänden
 - fehlende waagerechte Abdichtung im Kellerfußbodenbereich oder unter dem Deckenaufleger
 - Erdaufschüttungen ohne Isolierung im Außenwandbereich.

Zum Auftreten von Feuchteschäden in Alt- und Neubauten lässt sich je nach an Bauteil

und Befallshäufigkeit eine tabellarische Erfassung vornehmen (siehe Tabelle).

Zerstörungsfreie Mess- und Analyseverfahren

Zur Beurteilung und Eingrenzung der Schadensbereiche haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten mehrere zerstörungsfreie Analyseverfahren in der Bauwerksdiagnostik etabliert (Abb. 2).

Die Abbildung gibt alle im Bauwesen bekannten Feuchtemessverfahren wieder – die grün markierten gelten als zerstörungsfrei, die anderen können lediglich als zerstörungsarm bezeichnet werden.

Von den zerstörungsfreien Verfahren haben die nachfolgend genannten größere Bedeutung in der Praxis erlangt.

Messverfahren Neutronen-Radiometrie

Die Kollision von Neutronen mit Wasserstoffkernen ist mit dem Zusammenstoß zweier Billardkugeln vergleichbar. Analog hierzu kommt die Kollision zwischen einem Neutron und einem schweren Atom dem Zusammenstoß der Billardkugel mit einer Kegelkugel gleich. Durch die Abbremsung und Streuung der Neutronen bei der Kollision mit den Wasserstoffkernen entsteht um die Neutronenquelle eine Wolke langsamer Neutronen.

Die Dichte dieser Wolke ist abhängig von dem Gehalt an Wasserstoffatomen in der Materie. Bringt man nun in die Neutronenwolke Zählrohre, welche nur auf thermische, abgebremste Neutronen reagieren, so kann man über die Dichte der langsamen Neutronen die der Wasserstoffatome messen (Abb. 3).

Tabelle: Überblick zur Häufigkeitsverteilung der Schäden in Alt- und Neubau

Bauteil	Altbau (%)	Neubau (%)
Fußboden	5	12
Decken	5	4
Fenster + Türen	4	5
Dach + Balkon	33	27
Fassade	38	33
Erdbelastete Bauteile	15	19

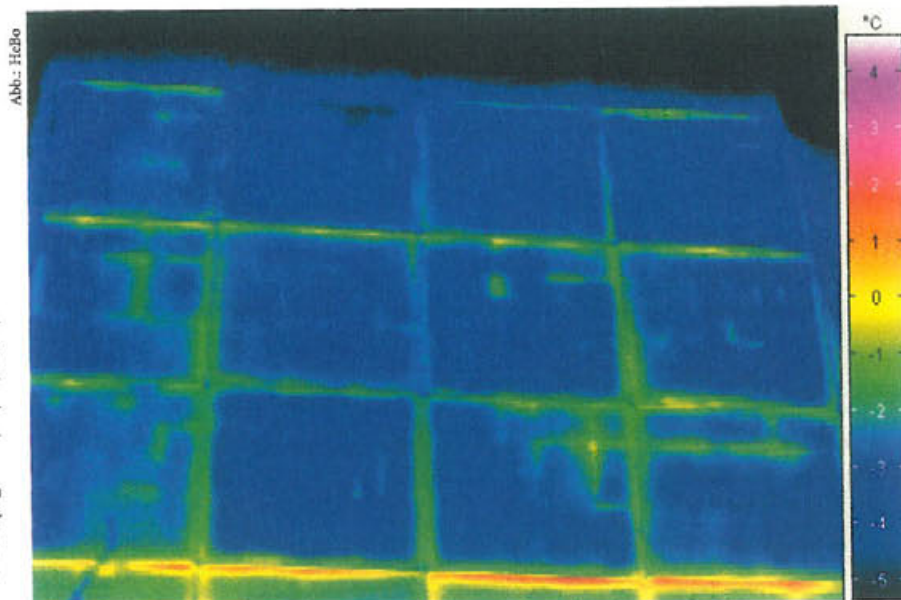


Abb. 1: Feuchte-Feststellung an Fertigfassade – hier IR-Thermografie an Plattenbau-WBS-70-Elementen zum Erkennen der Durchfeuchtung mehrschichtiger Bauteile

www.bautenschutz-bausanierung.de

Das B+B Abo-Archiv:

Schlagworte: Bauschäden,
Diagnosegeräte,
Feuchtemessung, Messtechnik.

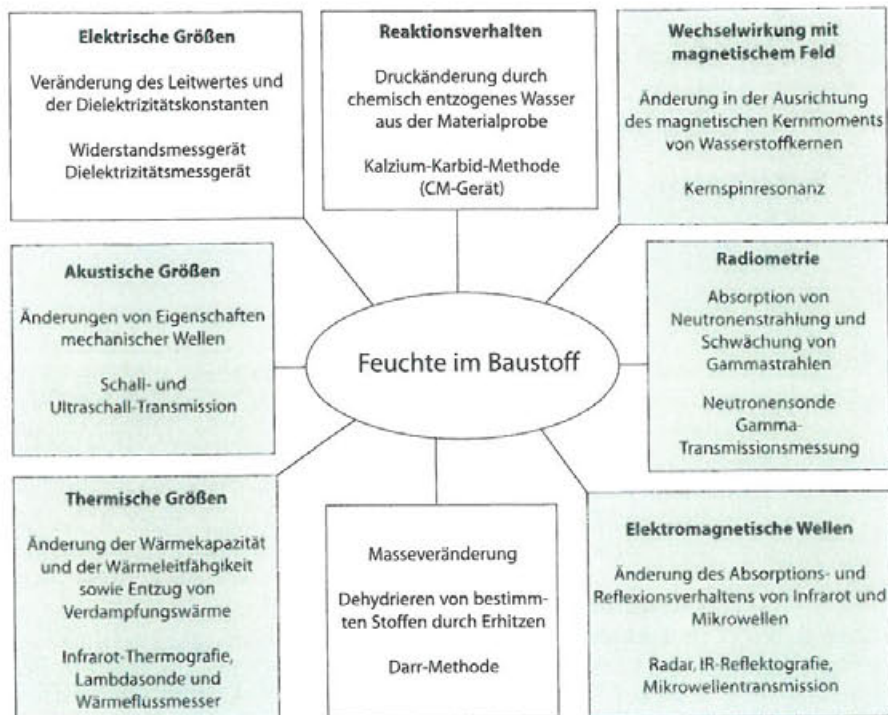


Abb. 2: Übersicht zu den im Bauwesen bekannten Feuchtemessverfahren, grün = zerstörungsfreie Feuchtemessverfahren

Messverfahren Mikrowelle

Das Mikrowellenverfahren gehört zur Kategorie der dielektrischen Feuchtemessverfahren. Dielektrische Messverfahren basieren auf den herausragenden dielektrischen Eigenschaften des Wassers. Wasser ist ein polares Molekül, die Ladungsschwerpunkte fallen innerhalb des Moleküls örtlich nicht zusammen. Deswegen richtet sich das Wassermolekül in einem von außen angelegten Feld in einer Vorzugsrichtung aus, es ist polarisierbar.

Wird ein elektromagnetisches Wechselfeld angelegt, dann beginnen die Moleküle mit der Frequenz des Feldes zu rotieren (Orientierungspolarisation). Dieser Effekt wird makroskopisch durch die physikalische Größe Dielektrizitätskonstante (Abkürzung DK) gekennzeichnet.

Der dielektrische Effekt ist bei Wasser stark ausgeprägt, so dass die DK von Wasser etwa 80 beträgt. Die DK der meisten Feststoffe, darunter auch der Baustoffe, ist wesentlich kleiner, sie liegt im Bereich 2 bis 10 und vorzugsweise zwischen 3 und 6.

Gemessen wird daher der Unterschied zwischen der DK von Wasser und der DK der Baustoffe. Wegen des großen Unterschiedes zwischen diesen Werten lassen sich auch kleine Wassermengen gut detektieren.

Bei zunehmenden Frequenzen kann das Wassermolekül einem von außen angelegten elektromagnetischen Wechselfeld wegen stoffinterner Bindungskräfte (das Wassermolekül »schwimmt« im Wasser und ist an die anderen Moleküle gebunden) diesem Wechselfeld immer schlechter folgen.

Es entsteht eine Art stoffinterne Reibung oder ein dielektrischer Verlust. Bei genügend hoher eingestrahelter Leistung führt dies zur Erwärmung (Abb. 4).

Dieser Effekt wird beispielsweise in der Küchenmikrowelle für die Erwärmung von Speisen genutzt.

Vorteile:

- Temperaturunabhängigkeit
- Unabhängigkeit von Leitfähigkeit des Untergrunds
- hohe Eindringtiefe (bis 30 cm)
- hohe Wiederholgenauigkeit
- kurze Messzeit (zumeist 7,5 bis 15 Sekunden)
- leichte Bedienbarkeit
- auch bei stehendem Wasser einsetzbar
- geringes Gewicht der Sonde (4 kg)
- zerstörungsfreie Messung

Nachteile:

- Strahlenschutz erforderlich. Aufgrund der Strahlen-

schutzbestimmungen ist eine Umgangs- und Transportgenehmigung der zuständigen Aufsichtsbehörde vor Erwerb des Gerätes erforderlich. Gemäß den üblichen Auflagen ist u. a. das Messgerät in einem separaten, abschließbaren Raum zu lagern. Das Transportfahrzeug muss mit genormten Schildern gekennzeichnet, mit einem 6-kg-Feuerlöscher und mit zwei Warnlampen ausgerüstet werden. Der Betreiber der Sonde muss einen Strahlenschutzkurs (Fachkundegruppe 2.1) sowie einen Kurs für die Beförderung von Gefahrgut (ADR-Bescheinigung) erfolgreich absolviert haben.

- »Fremde« Wasserstoffe können Durchfeuchtungen vortäuschen (gilt etwa für Bitumenhäufungen, Kunstharze). Abhilfe: Probenentnahme oder zusätzlicher Einsatz anderer Messverfahren wie Mikrowelle.

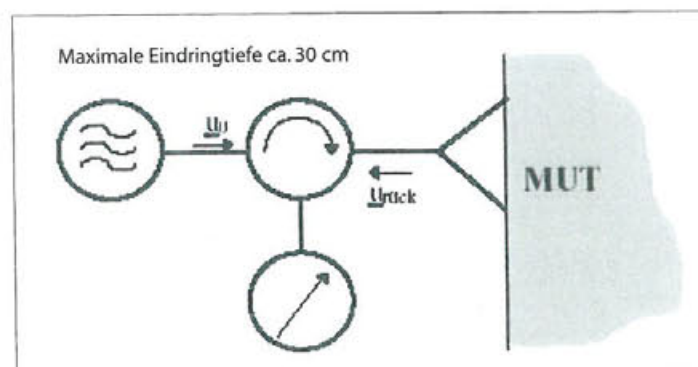
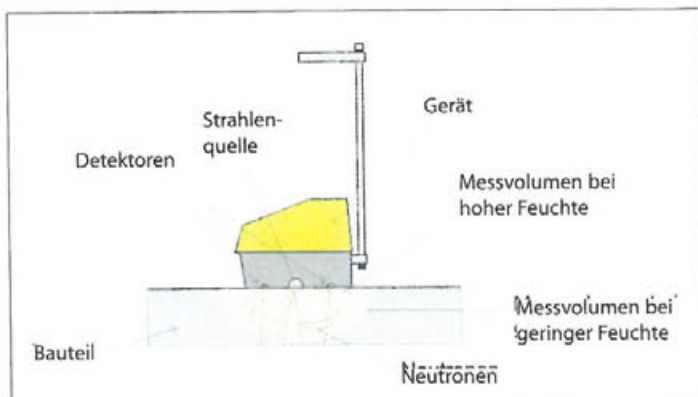


Abb. 3: Schnittbild einer Neutronenmessung

Abb. 4: Mikrowellen-Feuchtemessung nach dem Reflexionsprinzip

■ Vorteile:

- zerstörungsfrei
- kleines, handliches Messgerät
- schnelle Ergebnisse ohne Wartezeit
- unabhängig von möglicher Versalzung

■ Nachteile:

- Metalle im Bauteil sind nicht zulässig bzw. verfälschen das Messergebnis drastisch
- Bauteile müssen eine Mindeststärke von 30 mm aufweisen
- Messgerät muss ruhig und kippfrei stehen, sonst Messfehler

Messverfahren Dielektrizität

Dieses Verfahren beruht auf der Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten des Baustoffs mittels angelegter Streufeld-elektroden. Die Dielektrizitätskonstante ändert sich mit der Befeuchtung. Aufgrund des Messprinzips wird nur oberflächennahe Durchfeuchtung erfasst (Abb. 5).

■ Vorteile:

- zerstörungsfrei
- einfache Handhabung

■ Nachteile:

- Salze und Metalle im Baustoff verfälschen die Ergebnisse
- geringe Eindringtiefe

Messverfahren Infrarot-Thermografie

Bei der Aufnahme eines Objekts wird die für das menschliche Auge unsichtbare Wärmestrahlung gemessen und auf der Abbildung in so genannte Falschfarben umgesetzt (Rot, Gelb, Blau bedeuten dabei starke, mittlere und geringe Wärmestrahlung, siehe auch Abb. 1).

Neben der schnellen und rationalen Analyse von Wärmeverlusten bei Häusern können Thermografieaufnahmen auch Schwachstellen in der Wärmedämmung und mögliche Durchfeuchtungen anzeigen.

Einsatzbeispiel: Durchfeuchtete Bodenplatte und Keller, aufsteigende Feuchte

Für das Einsatz- und Problemfeld »Durchfeuchtete Keller –

aufsteigende Feuchte in Außenwänden – durchfeuchtete Bodenplatte« seien die einsetzbaren Messverfahren genannt und kommentiert.

Es sind: Neutronen-sonde, Mikrowellen-sonde, Dielektrizitätsverfahren sowie Infrarot-Thermografie.

Die Neutronen-sonde erfasst das Bauteil bis zu 30 cm tief. Das Messergebnis wird nicht durch metallische Baustoffe und nur in geringem Maße durch Salze im Bauteil beeinflusst. Eine Kombination mit dem Dielektrizitätsverfahren ist sinnvoll.

Die Mikrowelle erfasst das Bauteil je nach Frequenz/Sondentyp bis zu 30 cm tief. Vorsicht ist geboten bei Metallen im Bauteil (wie Stützen, Armierungen, Folien, Rohrleitungshalterungen).

Das Dielektrizitätsverfahren erfasst nur die oberflächliche Feuchte. Vorsicht ist geboten bei Salzen und Metallen im Bauteil. Die Infrarot-Thermografie visualisiert Bereiche mit erhöhter Wärmeleitung. Abb. 6 zeigt ein Beispiel für die Kombination zweier Verfahren.

Der oberflächennahe Befeuchtungsgrad der Wand deutet auf Kondensat aus der Raumluft als Ursache. Erst die Ermittlung des Durchfeuchtungsgrads mittels Neutronen-sonde zeigt die unsichtbare aufsteigende Feuchte im Wandquerschnitt auf.

Einsatzbeispiel Fassade, eindringendes Regenwasser

Für den Problembereich »Fassade, eindringendes Regenwasser« bieten sich als einsetzbare Messverfahren an: Neutronen-sonde, Mikrowellen-sonde, Dielektrizitätsverfahren.

Die Neutronen-sonde zeigt lokale Durchfeuchtungen unabhängig von Metallen im Bauteil an, beispielsweise werden Blechverkleidungen von der Neutronenstrahlung durchdrungen und offenbaren so dahinter liegende Durchfeuchtung.

Das Dielektrizitätsverfahren ermittelt demgegenüber nur oberflächennahes Kondensat



IVD

Dieses

Zeichen steht für Qualität von Fugendichtstoffen.

INDUSTRIEVERBAND DICHTSTOFFE E.V. IVD

Fon: +49 211 904870, Fax: +49 211 90486-35, info@ivd-ev.de

www.ivd-ev.de

KLEBEARMIERUNG

Nachträgliches Verstärken
von Stahlbeton mit über
20 Jahren Erfahrung.

- Stahlarmaturen
- Kohlefaserarmaturen
- Einschlitzarmaturen
- Kohlefaserarmaturen
- Vorgespannte Stoßcrete
- CFK-Lamellen

Bauaufsichtliche Zulassung für
Belastungen nach DIN 1055,
DIN 1072, DIN 4132, DIN 15018.

LUDWIG FREYTAG

Ludwig Freytag GmbH & Co. Kommanditgesellschaft • Abt. Bauwerkserhaltung/Klebearmierung
Ammerländer Heerstraße 368 • 26129 Oldenburg • Telefon: 0441/9704-228 • Telefax: 0441/9704-114
E-Mail: info@klebearmierung.de • Internet: www.klebearmierung.de

feuchte Mauern?

lömpel
BAUTENSCHUTZ

saniert

- Mauerrisse
- nasse Keller
- Schwebbelfall
- befallene Dachstühle

Wernstr. 10-12, 97450 Arnstein
Tel.: 0 93 63/90 60-0, Fax: 90 60 60, www.loempel.de

aus der Raumluft. Die Mikrowellen-sonde zeigt auf monolithischen Bauteilen (wie Vollziegel-Mauerwerk) je nach Einsatzfrequenz Oberflächen- oder Kernfeuchte an. Für den Problembereich Schimmelschäden sind die einsetzbaren Messverfahren Neutronen-sonde, Mikrowellen-sonde, Dielektrizitäts-

verfahren. Die Neutronen-sonde (bei Metallfreiheit im Bauteilquerschnitt auch die Mikrowelle) dient zum Ausschluss von möglichen Regenwasserschäden. Das Dielektrizitätsverfahren ermittelt die Oberflächenfeuchte und lässt einen Rückschluss auf Kondensat aus der Raumluft zu.

Einsatzbeispiel Fertigfassade, Durchfeuchtung mehrschichtiger Bauteile

Für den Problembereich »Durchfeuchtung mehrschichtiger Bauteile an Fertigfassaden« (wie WBS-70 Elemente) sind einsetzbare Messverfahren die Neutronen-sonde und die Infrarot-Thermografie.

Die Neutronen-sonde durchdringt, von außen mittels Hubsteiger eingesetzt, die Witterschutzschale und ermittelt den Durchfeuchtungsgrad der Kerndämmung. Die »Landkarte« der Durchfeuchtung weist auf Wassereindringzonen (wie durchfeuchtete Fugen) hin.

Die Infrarot-Thermografie ermöglicht die Visualisierung stark Wärme leitender (= durchfeuchteter (?) Zonen, siehe ebenfalls Abb. 1.

Einsatzbeispiel Durchfeuchtete Dachdämmung

Für den Problembereich »Durchfeuchtete Dachdämmung, verborgene Wasserlasten im Flachdach« sind einsetzbare Messverfahren die Neutronen-sonde sowie die Mikrowellen-sonde.

Die Neutronen-sonde erfasst durchfeuchtete Wärmedämmung und bestimmt den Durchfeuchtungsgrad (Abb. 7). Die Mikrowelle ist nur bei metallfreien Aufbauten einsetzbar.

Bei Sanierungen sind auszutauschende Teilflächen exakt eingrenzbar, dadurch können enorme Summen bei der Entsorgung alter Dachaufbauten gespart werden.

Die Neutronen-sonde ermittelt verborgene Wasserlasten im Flachdach. Häufig sammelt sich in den Tiefzonen der durchgebogenen Dächer auf der Dachhaut stehendes Wasser und die Gesamtwasserlasten erreichen eine Größenordnung von 75 kg/m^2 . Diese verborgenen Wasserlasten sind in der statischen Berechnung nicht berücksichtigt.

Daneben ergeben die Neutronen-sondenmessungen auch Hinweise auf Leckzonen. Rund um Wassereindringzonen (Dachdurchdringungen, Aufkantungungen, Einläufe) werden in solchen Fällen erhöhte Durchfeuchtungsgrade gemessen.

Gezielt einsetzbare zerstörungsfreie Leckortungsverfahren – wie das Impulsstromverfahren oder das Gasprüfverfahren – zeigen zusätzlich mögliche Undichtigkeiten in der Fläche (Risse, Beschädigungen) an.

Fazit

Diese Anwendungsbeispiele können nur einen groben Überblick über die vielfältigen und lohnenden Einsatzmöglichkeiten moderner Bauwerksdiagnostik geben. Insbesondere die zerstörungsfreien Feuchtemessverfahren sind längst bewährt und aus der Bauschadensanalyse nicht mehr wegzudenken. Die Verfahren sind schnell, zerstörungsfrei und geben daher in kürzester Zeit einen erschöpfenden Gesamtüberblick über den Bauteilzustand. Dem Bauphysiker dienen sie als eine wertvolle Beurteilungsgrundlage bei der Entwicklung von Sanierungs- oder Ertüchtigungsmaßnahmen. ■

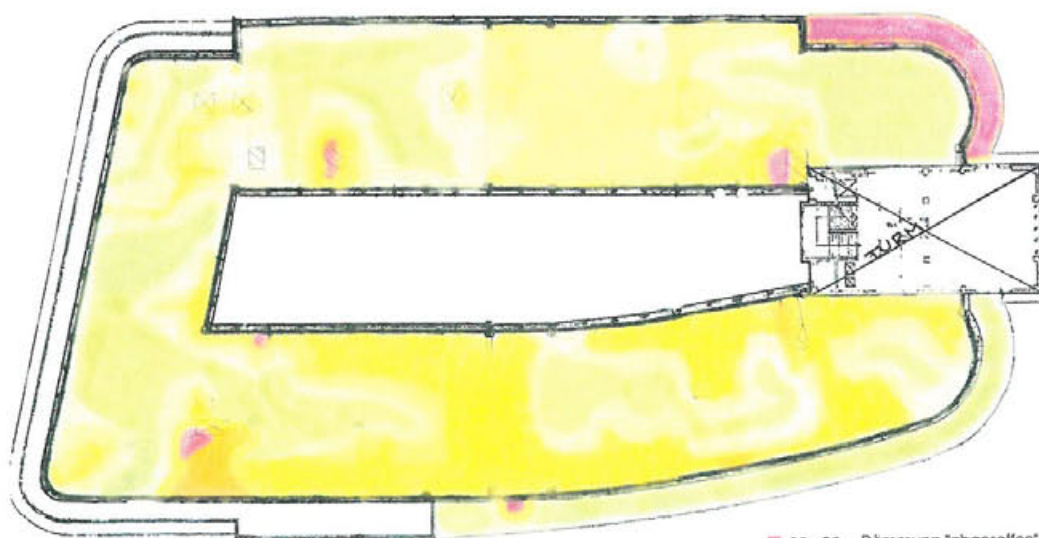
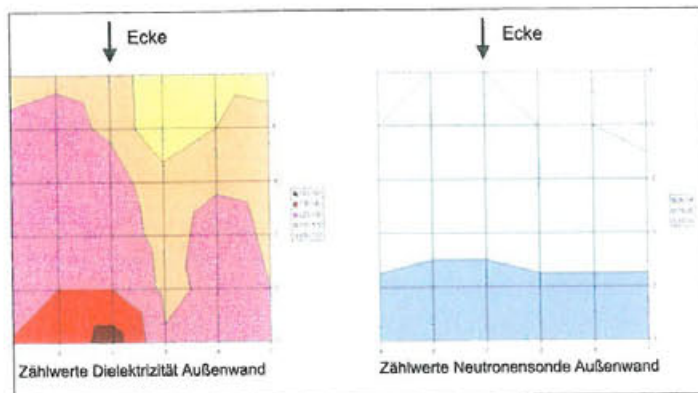
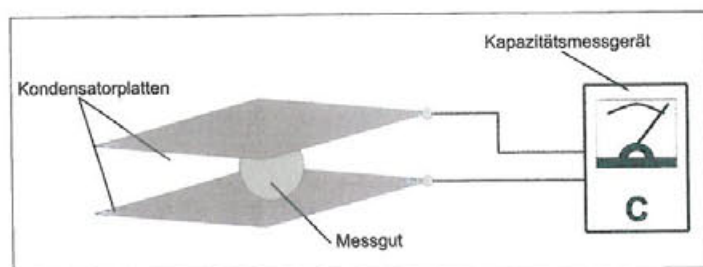


Abb. 5: Schematische Skizze des Versuchsaufbaues zum Messen der Dielektrizitätskonstanten

Abb. 6: Beispiel für die Kombination zweier Verfahren

Abb. 7: Partielle Durchfeuchtung eines Warmdachs: Messergebnisse Neutronen-sonde – farbliche Klassifizierung gemäß Durchfeuchtungsgrad

