



# Nie wieder feuchte Mauern! Beispiele aus der Sanierungsplanung

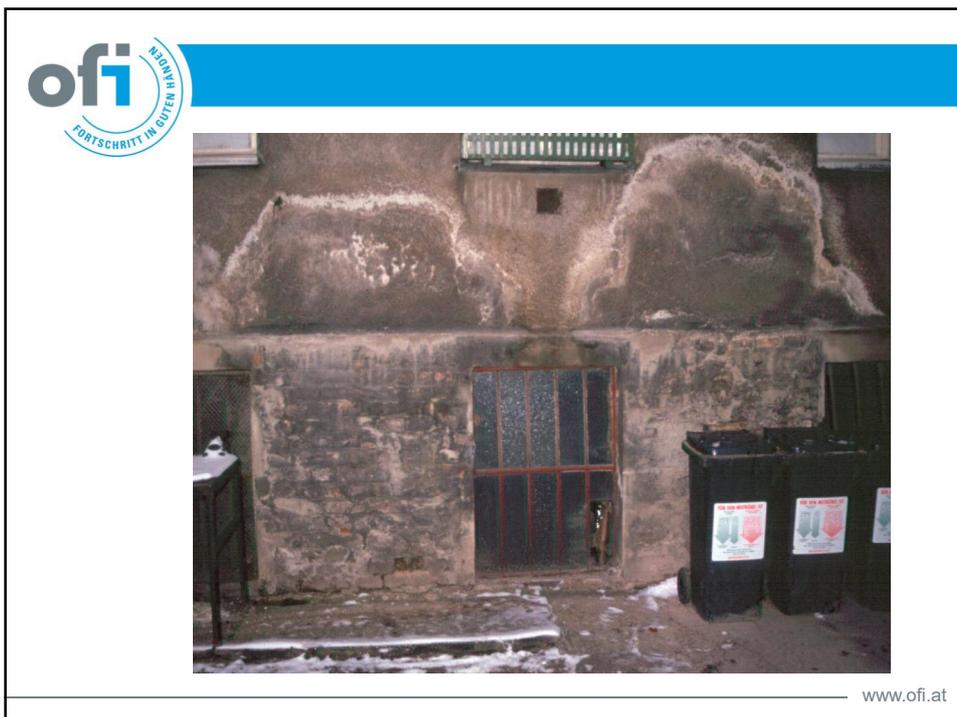
Baurat h.c. DI Dr. Michael Balak

Mitglied bei  
**a** **cr** austrian  
cooperative  
research

November 2022



[www.ofi.at](http://www.ofi.at)







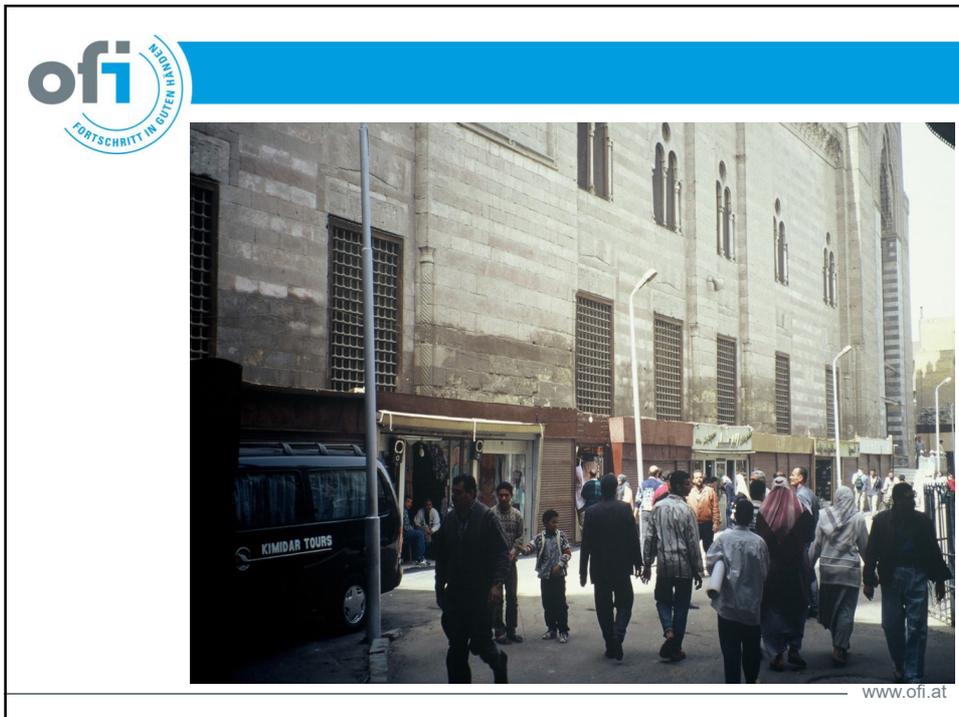
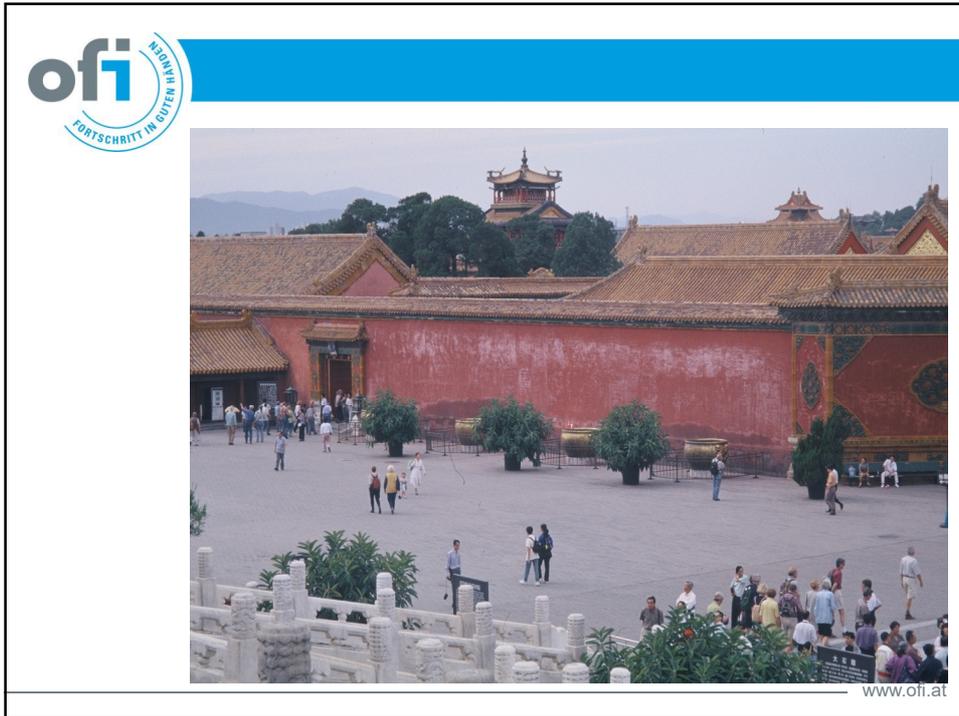
www.ofi.at



www.ofi.at













[www.ofi.at](http://www.ofi.at)



[www.ofi.at](http://www.ofi.at)

**ofi** FORTSCHRITT IM GUTEN SINDEN

Schicht/Materialkenndaten

Schicht/Materialname: Vollziegelmauerwerk

Materialdaten | Info

Grundkennwerte	
Rohdichte [kg/m³]	1900,0
Porosität [m³/m³]	0,24
Wärmekapazität trocken [J/kgK]	850,0
Wärmeleitfähigkeit trocken .10°C [W/mK]	0,6
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl [-]	10,0

Approximationsparameter	
Bezugsfeuchtegehalt [kg/m³]	18,0
Freie Wassersättigung [kg/m³]	190,0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Feuchte [%/M-%]	15,0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp. [W/mK²]	0,0002

Typische Baufeuchte [kg/m³]: 100,0

Schichtdicke [m]: 0,4

Farbe: ■

Hygrothermische Funktionen

- Feuchtespeicherfunktion
- Flüssigtransportkoeffizient, Saugen
- Flüssigtransportkoeffizient, Weiterverteilung
- Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl, feuchteabhängig
- Wärmeleitfähigkeit, feuchteabhängig**
- Wärmeleitfähigkeit, temperaturabhängig
- Enthalpie, temperaturabhängig

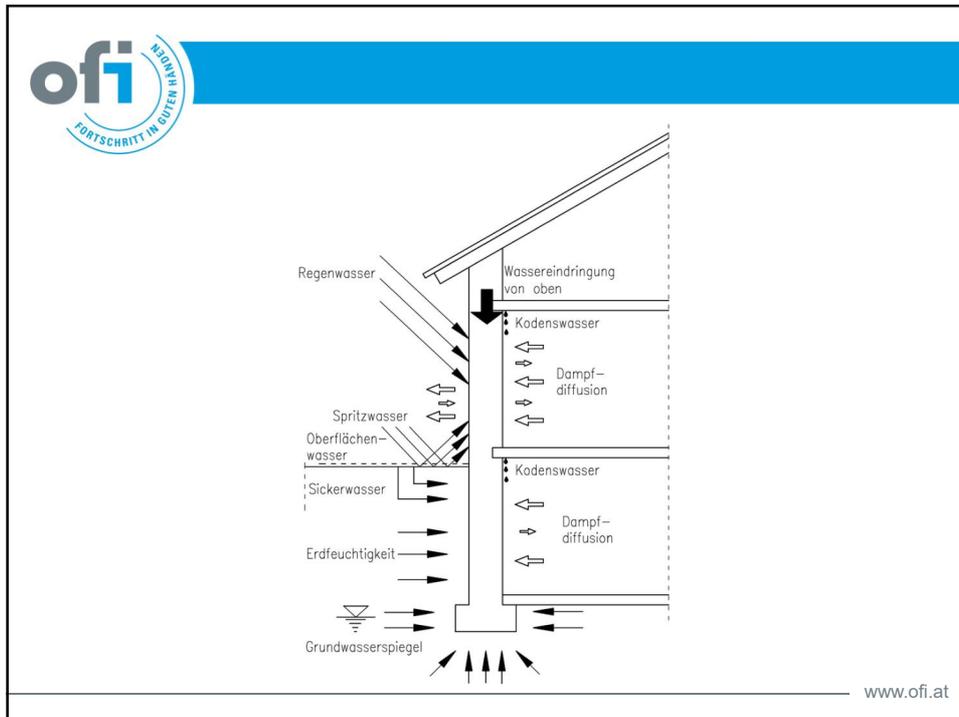
Bild | Tabelle/Editieren | aus Daten...

Wärmeleitfähigkeit [W/mK]

Normierter Wassergehalt [-]

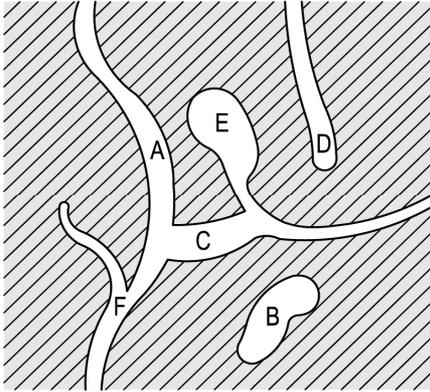
In Datenbank übertragen | Importieren... | Exportieren... | OK | Abbrechen | Hilfe

www.ofi.at



**ofi** FORTSCHRITT IM GUTTEN

## Porenformen



- A: durchgehende Pore
- B: geschlossene Pore
- C: Verbindung
- D: Sackpore
- E: Flaschenhals
- F: Verzweigung

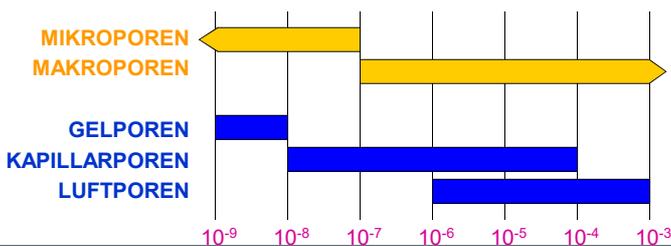
www.ofi.at

**ofi** FORTSCHRITT IM GUTTEN

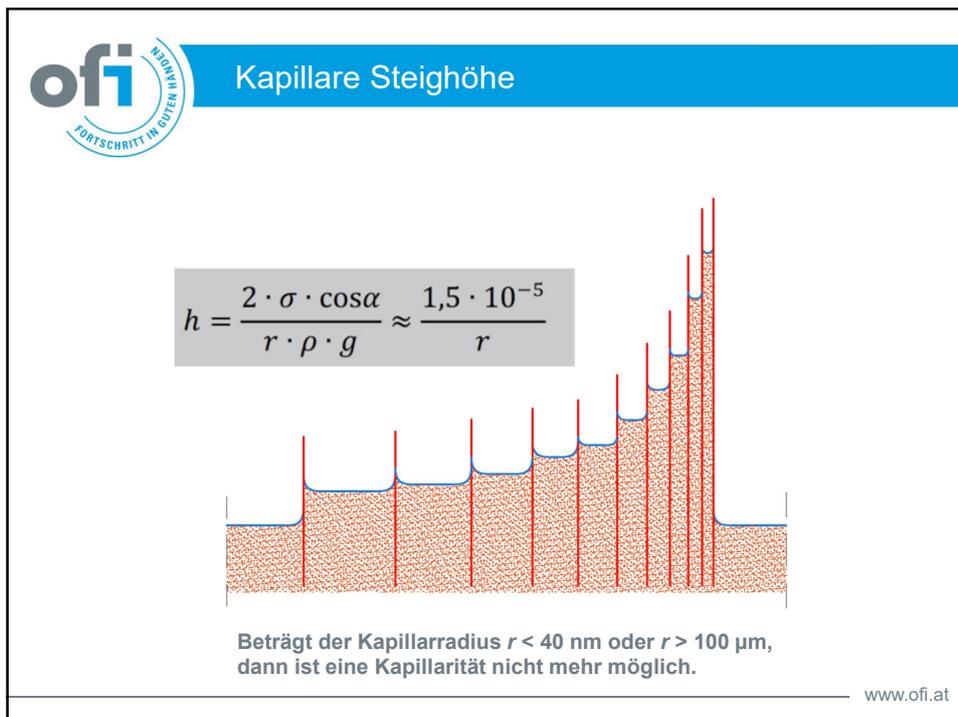
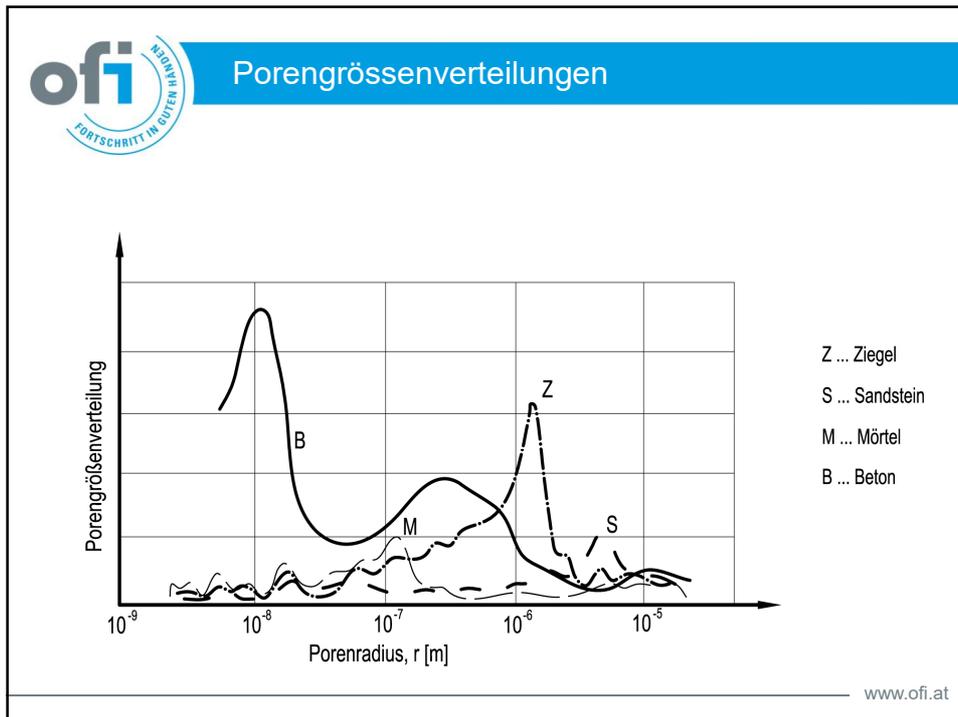
## Porenbezeichnungen

**MIKROPOREN** <  $10^{-7}$  m  
**MAKROPOREN**  $\geq 10^{-7}$  m

**GELPOREN**  $10^{-9}$  bis  $10^{-8}$  m  
**KAPILLARPOREN**  $10^{-8}$  bis  $10^{-4}$  m  
**LUFTPOREN**  $10^{-6}$  bis  $10^{-3}$  m



www.ofi.at





## Kapillare Sauggeschwindigkeit

Die **kapillare Sauggeschwindigkeit** kann direkt proportional aus dem Kapillarradius ermittelt werden. Je größer die Kapillaren, desto schneller wird Flüssigkeit hinauf transportiert. Für den kapillaren Feuchtigkeitstransport gilt demnach, dass in feinkapillaren Baustoffen eine sehr große kapillare Steighöhe erreicht werden kann, der kapillare Feuchtigkeitstransport jedoch sehr langsam vor sich geht.

$$v = \frac{r^2}{8 \cdot \eta \cdot h} \left( \frac{2 \cdot \sigma}{r} - g \cdot \rho \cdot x \right)$$

$$v \approx K \cdot r^2$$

$v$	kapillare Sauggeschwindigkeit	m/s
$r$	Kapillarradius	m
$K$	Konstante $\sim 1,3 \cdot 10^6$	1/s·m
$x$	Steighöhe des Wassers	m
$h$	kapillare Steighöhe des Wassers	m
$\eta$	Viskosität des Wassers $\sim 10^{-3}$	N·s/m <sup>2</sup>
$\sigma$	Oberflächenspannung des Wassers $\sim 72 \cdot 10^{-3}$	N/m
$\rho$	spezifisches Gewicht des Wassers = 1000	kg/m <sup>3</sup>
$g$	Erdbeschleunigung $\sim 9,81$	m/s <sup>2</sup>

www.ofi.at



www.ofi.at



**ofi** FORTSCHRITT IN GUTEN

## ÜBERBLICK Salze

	Basen						Bezeichnung Salze
	NaOH Natron- lauge	KOH Kalilauge	Mg(OH) <sub>2</sub> Mg- Hydrox.	Ca(OH) <sub>2</sub> Ca- Hydrox.	Al(OH) <sub>3</sub> Al- Hydrox.	NH <sub>4</sub> OH AMM.- Hydrox.	
<b>Säuren</b> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Schwefelsäure	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sulfate
HNO <sub>3</sub> Salpetersäure	NaNO <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Nitrate
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> Phosphorsäure	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Mg(PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Al PO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Phosphate
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Kohlensäure	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	–	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonate
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> Kieselsäure	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	MgSiO <sub>3</sub>	CaSiO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> (SiO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	–	Silikate
HF Flusssäure	NaF	KF	MgF <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>	Al F <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> F	Fluride
HCl Salzsäure	NaCl	KCl	MgCl <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>	Al Cl <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	Chloride
H <sub>2</sub> S Schwefel- W.St.	Na <sub>2</sub> S	K <sub>2</sub> S	MgS	CaS	Al <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	–	Sulfide

www.ofi.at



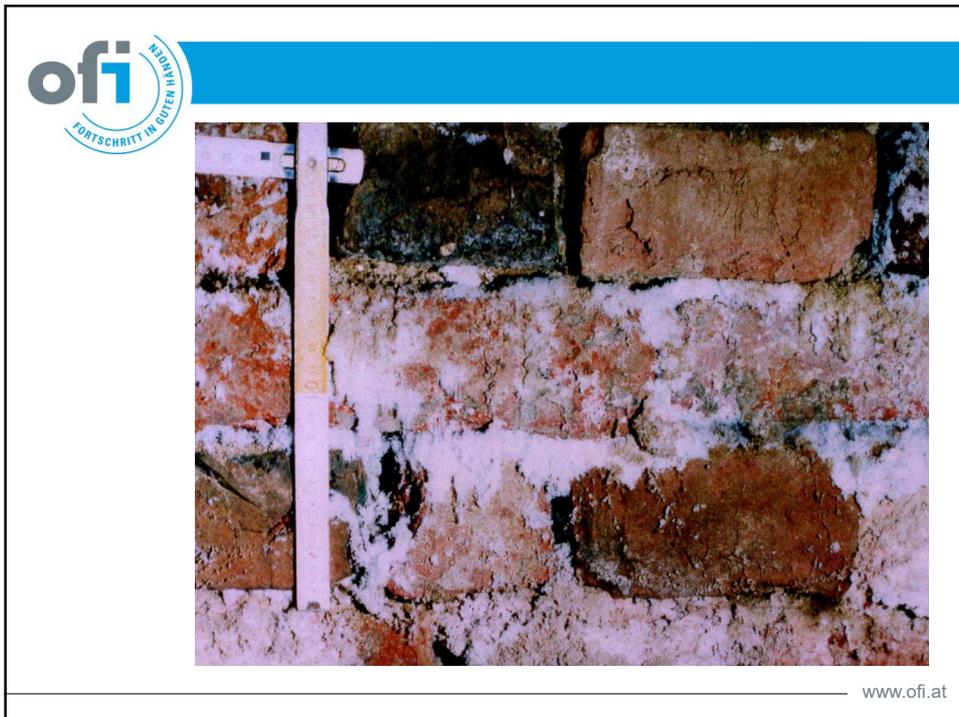
### Schadensmechanismen bauschädlicher Salze:

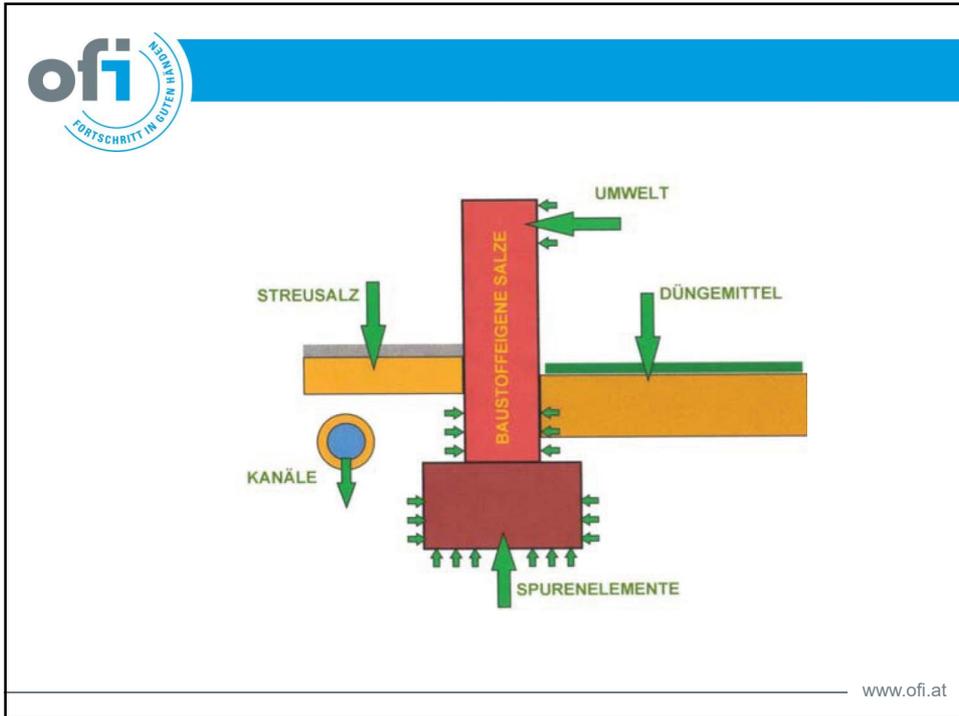
- Kristallisation
- Hydratation
- Hygroskopizität

www.ofi.at

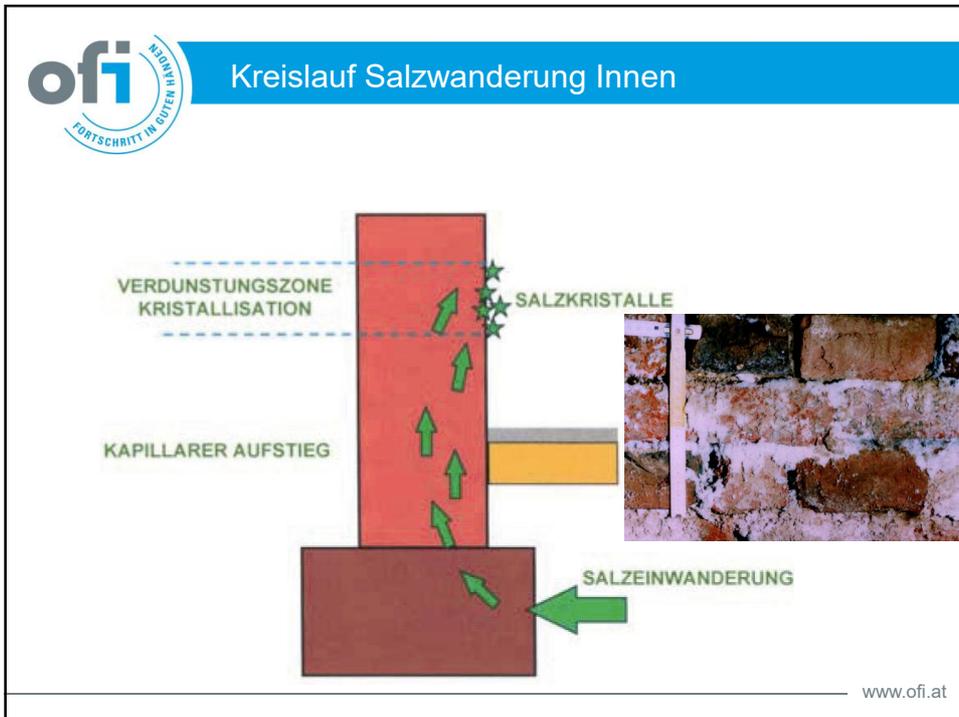


www.ofi.at





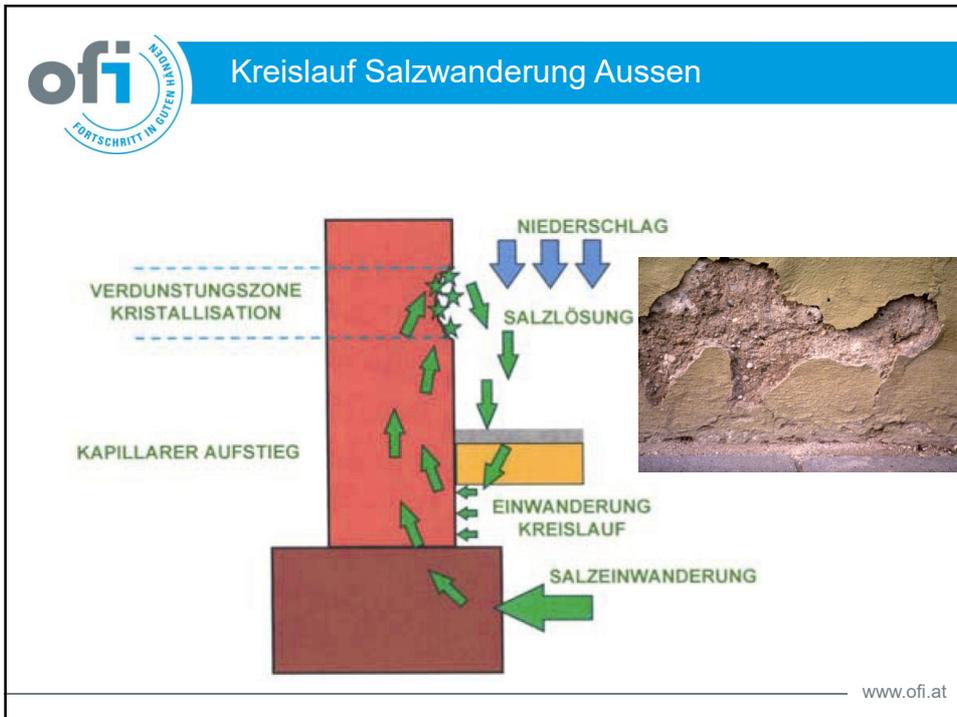
www.ofi.at



www.ofi.at



www.ofi.at



www.ofi.at



### KRISTALLISATIONSDRÜCKE [N/mm<sup>2</sup>]

Salz	Molvolumen	Kristallisationsdruck [N/mm <sup>2</sup> ] C/C <sub>s</sub> = 10, T=20°C
CaSO <sub>4</sub> · ½ H <sub>2</sub> O	46	120,2
CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	55	100,7
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	147	37,6
MgSO <sub>4</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	130	43,5
MgSO <sub>4</sub> · 1 H <sub>2</sub> O	57	97,8
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	220	25,1
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	53	104,2
Na <sub>2</sub> Cl	28	198,3
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	199	27,9
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	154	34,6
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 1 H <sub>2</sub> O	55	100,5

www.ofi.at



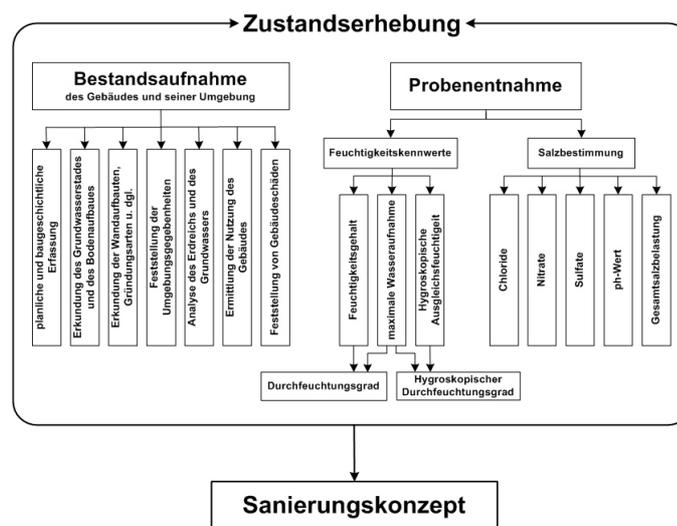
### HYDRATATIONSDRÜCKE [N/mm<sup>2</sup>]

CaSO <sub>4</sub> · ½ H <sub>2</sub> O → CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O rel. Luftfeuchtigkeit	0° C	20° C	60° C
100 %	219	176	93
70 %	160	115	25
50 %	107	58	0
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · H <sub>2</sub> O → Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 7 H <sub>2</sub> O rel. Luftfeuchtigkeit	0° C	20° C	60° C
100 %	94	61	43
70 %	64	28	9
50 %	24	0	0
MgSO <sub>4</sub> · 6 H <sub>2</sub> O → MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O rel. Luftfeuchtigkeit	0° C	20° C	60° C
100 %	15	12	9
70 %	10	7	4
50 %	5	2	0

www.ofi.at

## Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk – „Bauwerksdiagnose, Planungsgrundlagen, Ausführungen und Überwachung“

Ausgabe: 2017 03 01





### Probenentnahme mittels Spiralbohrer



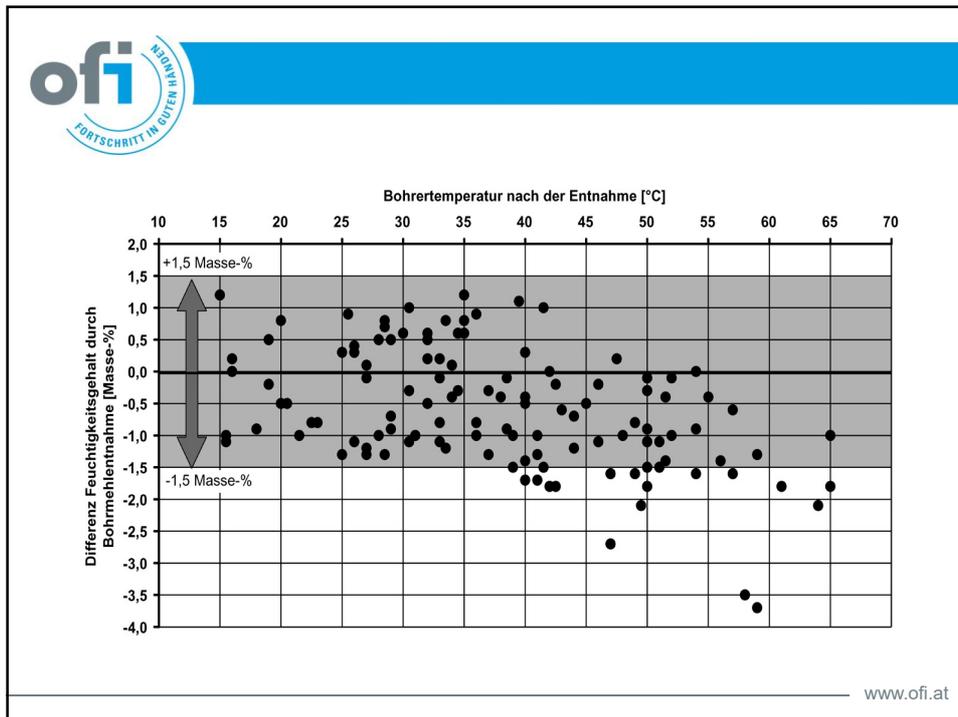
www.ofi.at



### Probenentnahme mittels Spiralbohrer



www.ofi.at





## Probenentnahme mittels Kernbohrung



www.ofi.at



## Baustoffanalysen

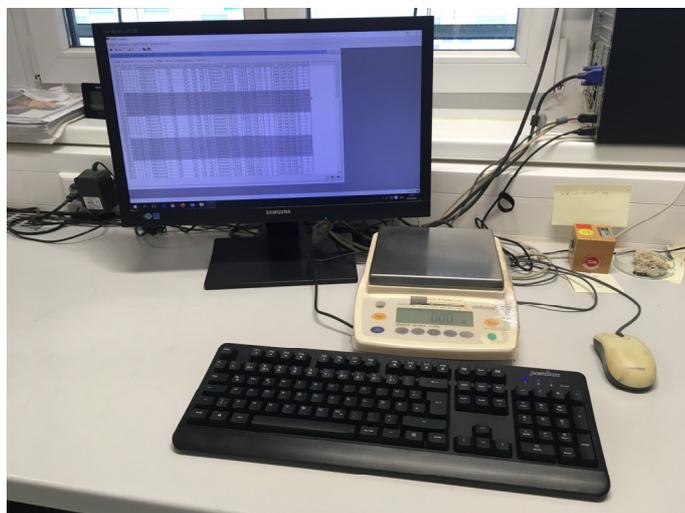
**Folgende feuchtigkeitsrelevante Kennwerte sind an den entnommenen Baustoffproben zu bestimmen**

- Feuchtigkeitsgehalt
- Maximale Wasseraufnahme
- Durchfeuchtungsgrad
- Restsaugfähigkeit
- Hygroskopische Ausgleichsfeuchtigkeit
- Hygroskopischer Durchfeuchtungsgrad
- Chlorid-, Sulfat-, Nitratbelastung
- pH-Wert

www.ofi.at



### Feuchtigkeitsgehalt: Bestimmung Mittels Darr-Methode



www.ofi.at



www.ofi.at

**ofi** FORTSCHRITT IN GUTEN  
NEHMEN

### Feuchtigkeitsgehalt: Bestimmung Mittels Cm-Methode



www.ofi.at

**ofi** FORTSCHRITT IN GUTEN  
NEHMEN

### Feuchtigkeitsgehalt: Ungeeignete Methode



www.ofi.at



Feuchtigkeitsgehalt: Ungeeignete Methode



www.ofi.at



Feuchtigkeitsgehalt: Ungeeignete Methode



www.ofi.at



## Durchfeuchtungsgrad

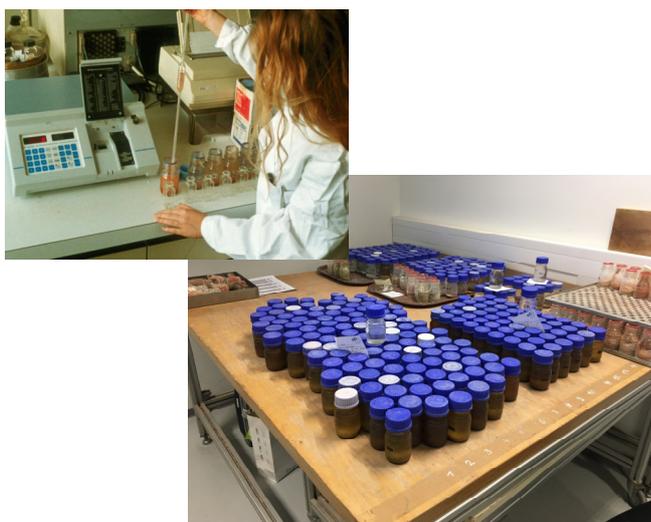
Tabelle 1 — Wertung der Durchfeuchtungsgrade

Bereich	Stufe 1: ■ gering	Stufe 2: ■ mittel	Stufe 3: ■ hoch
Bauwerksdiagnose	unter 20 %	20 % bis 60 %	über 60 %
Horizontale Mauerwerksabdichtung	keine Maßnahmen erforderlich	Maßnahmen im Einzelfall zu entscheiden	Maßnahmen im Einzelfall zu entscheiden
Flankierende Maßnahmen	Maßnahmen im Einzelfall zu entscheiden	Maßnahmen erforderlich	Maßnahmen erforderlich

www.ofi.at



## Bauschädliche Salze



www.ofi.at



Objekt:										A.Nr.:301625										Seite 1	Formblatt A6								
Entnahme										Feuchte										Salz									
Sachbearbeitung: Moritz Datum: 21.11.2023										Sachbearbeitung: Moritz Datum: 21.11.2023-15.12.2023										Sachbearbeitung: Moritz Datum: 26.11.2023									
Met- profil	Ort	Maße	Bearbeitungs- BN	Höhe BN	Höhe Gelände Art	Entnahmetiefe von bis [cm]	Material	Anmerkung/Situation	F	W	Wv	D	H	S	R	A	halbquant. Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	pH-	Wert	Letzwerte A	B						
1	1	244	-	0,20	M	25,0	30,0	Z	Außenwand	18,8	22,3	-	84,8	9,2	-	3,4	0,8	1	1	1	0,018	0,099	0,018	7,0	-	-			
1	2	909	-	0,09	M	25,0	31,0	Z	Außenwand	7,8	22,3	-	34,5	-	-	14,2	-	1	1	1	0,008	0,052	0,013	7,0	-	-			
1	3	7103	-	0,19	M	24,0	20,0	Z	Außenwand	7,4	22,3	-	6,8	2,7	-	20,8	0,1	1	1	1	0,007	0,139	0,003	7,0	-	-			
2	4	1089	-	0,09	M	25,0	30,0	Z	Außenwand	20,2	22,3	-	80,5	3,6	-	2,1	0,4	2	2	1	0,051	0,190	0,027	7,0	-	-			
2	5	1205	-	0,09	M	25,0	30,0	Z	Außenwand	9,4	22,3	-	42,2	-	-	12,8	-	1	2	1	0,018	0,109	0,015	7,0	-	-			
2	6	1745	-	0,19	M	27,0	31,0	Z	Außenwand	4,7	22,3	-	21,0	2,7	-	17,6	0,1	1	1	1	0,008	0,209	0,017	7,0	-	-			
3	7	114	-	0,09	M	25,0	30,0	Z	Außenwand	18,6	22,3	-	83,4	3,1	-	3,7	0,1	2	1	1	0,038	0,096	0,030	7,0	-	-			
3	8	1081	-	0,09	M	25,0	31,0	Z	Außenwand	7,4	22,3	-	33,2	-	-	14,8	-	1	3	1	0,009	0,463	0,006	7,0	-	-			
3	9	1765	-	0,09	M	24,0	20,0	Z	Außenwand	9,4	22,3	-	8,0	4,0	-	20,5	0,1	1	1	1	0,007	0,288	0,001	8,0	-	-			
4	10	208	-	0,09	M	25,0	30,0	Z	Außenwand	17,8	22,3	-	80,3	3,6	-	4,4	0,4	2	2	1	0,068	0,147	0,046	7,0	-	-			
4	11	815	-	1,00	M	25,0	31,0	Z	Außenwand	8,1	22,3	-	36,3	-	-	14,2	-	1	2	1	0,028	0,203	0,029	7,0	-	-			
4	12	320	-	1,75	M	24,0	20,0	Z	Außenwand	2,6	22,3	-	11,5	6,8	-	19,5	1,2	1	3	1	0,001	0,215	0,424	7,0	-	-			
5	13	248	-	0,19	M	25,0	30,0	Z	Außenwand	18,8	22,3	-	75,3	3,1	-	5,6	0,1	2	1	1	0,046	0,047	0,022	7,0	-	-			
6	14	311	-	0,09	M	25,0	31,0	Z	Außenwand	7,8	22,3	-	39,0	-	-	14,5	-	2	2	1	0,045	0,236	0,030	7,0	-	-			
6	15	705	-	1,75	M	24,0	20,0	Z	Außenwand	3,3	22,3	-	14,5	6,3	-	19,0	1,4	1	3	1	0,225	0,141	0,351	7,0	-	-			
6	16	247	-	0,19	M	10,0	15,0	Z	Innenwand	7,1	22,3	-	31,8	6,8	-	15,4	1,4	2	3	1	0,058	0,175	0,554	7,0	-	-			
6	17	705	-	0,05	M	11,0	16,0	Z	Innenwand	2,8	22,3	-	13,0	-	-	19,4	-	2	3	3	0,048	0,384	0,448	7,0	-	-			
7	18	1146	-	0,09	M	12,0	17,0	Z	Fugenmauer	6,8	22,3	-	30,4	6,4	-	15,5	1,2	1	3	1	0,011	0,065	0,094	7,0	-	-			
7	19	1651	-	1,00	M	10,0	15,0	Z	Fugenmauer	8,4	22,3	-	15,8	-	-	19,8	-	1	3	1	0,017	0,431	0,628	7,0	-	-			
8	20	1371EG-FBOK	0,30	-	M	20,0	25,0	Z	Innenwand	6,8	22,3	-	30,6	7,2	-	15,5	1,4	3	3	3	0,193	1,209	0,854	7,0	-	-			
8	21	7101EG-FBOK	1,05	-	M	21,0	24,0	Z	Innenwand	1,7	22,3	-	7,6	-	-	20,4	-	1	2	1	0,009	0,114	0,003	10,1	-	-			

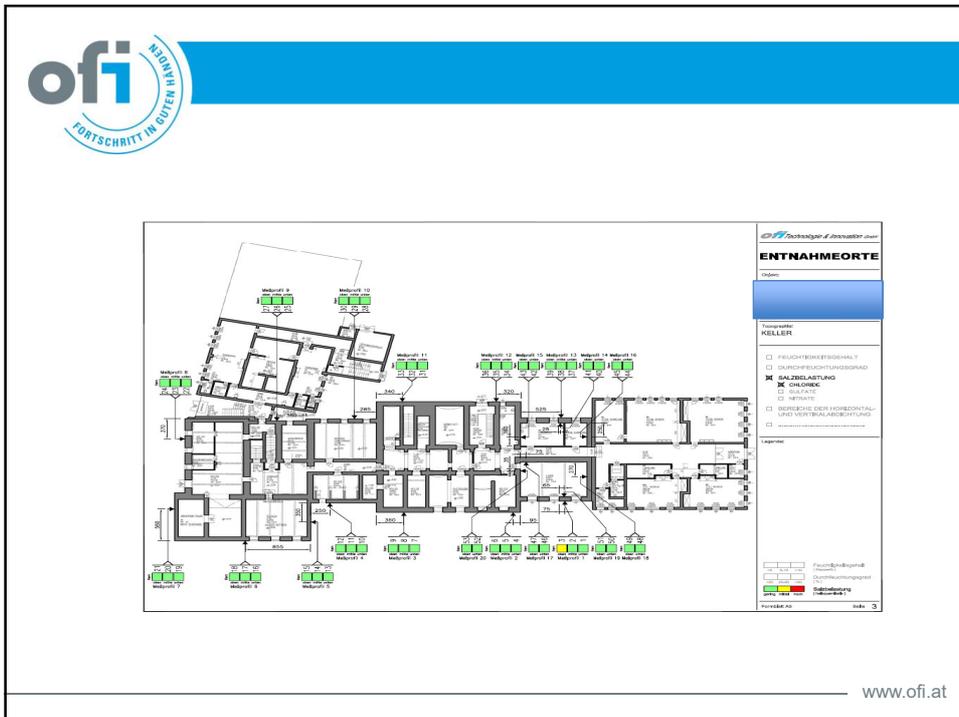
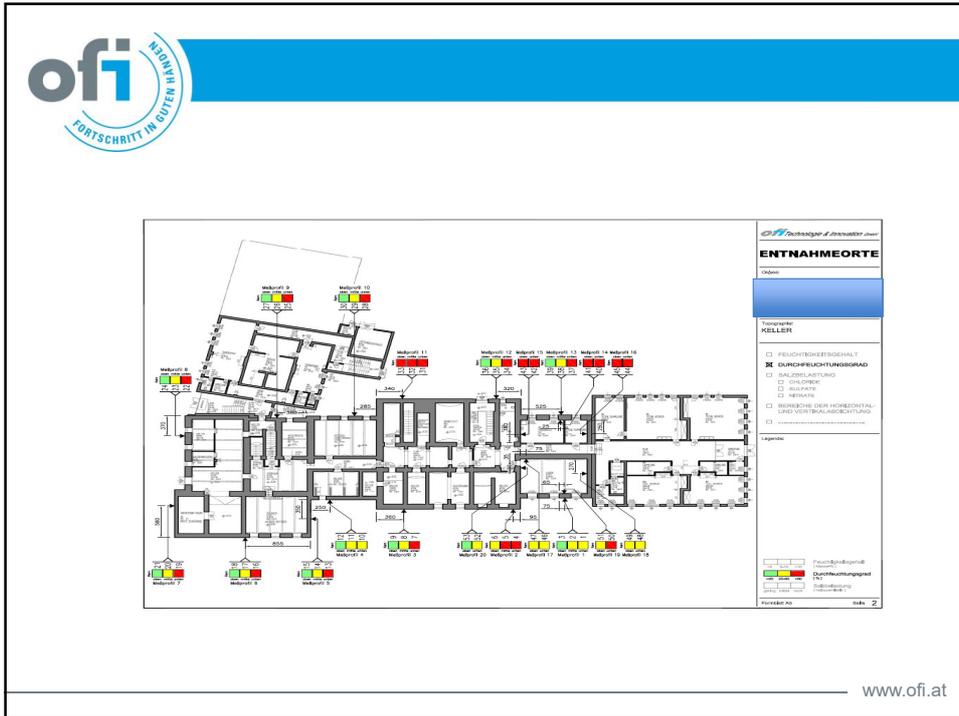
www.ofi.at

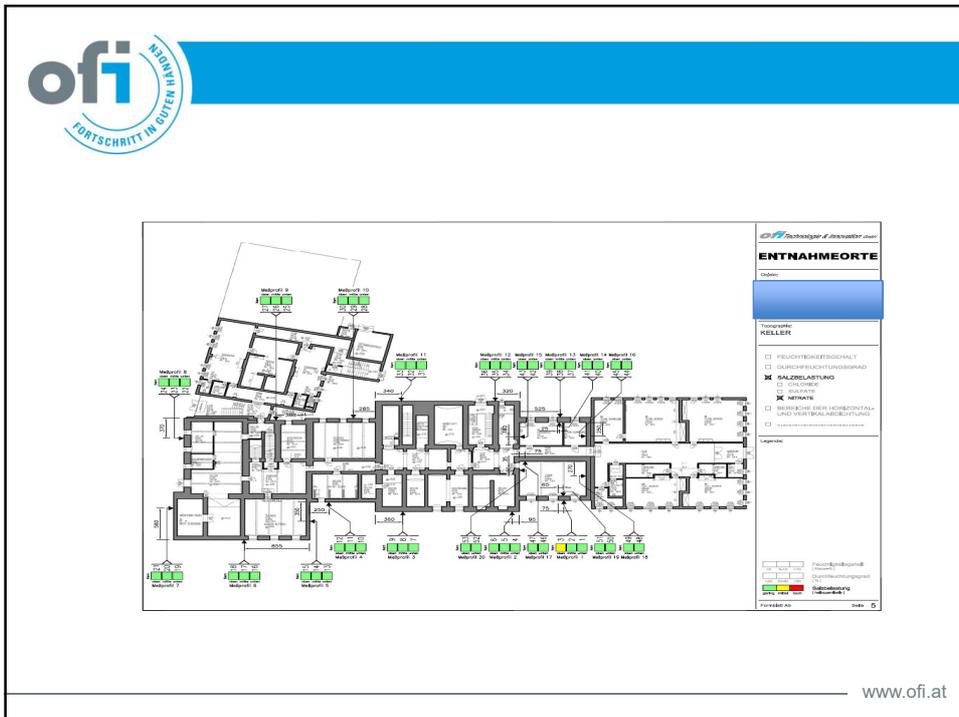
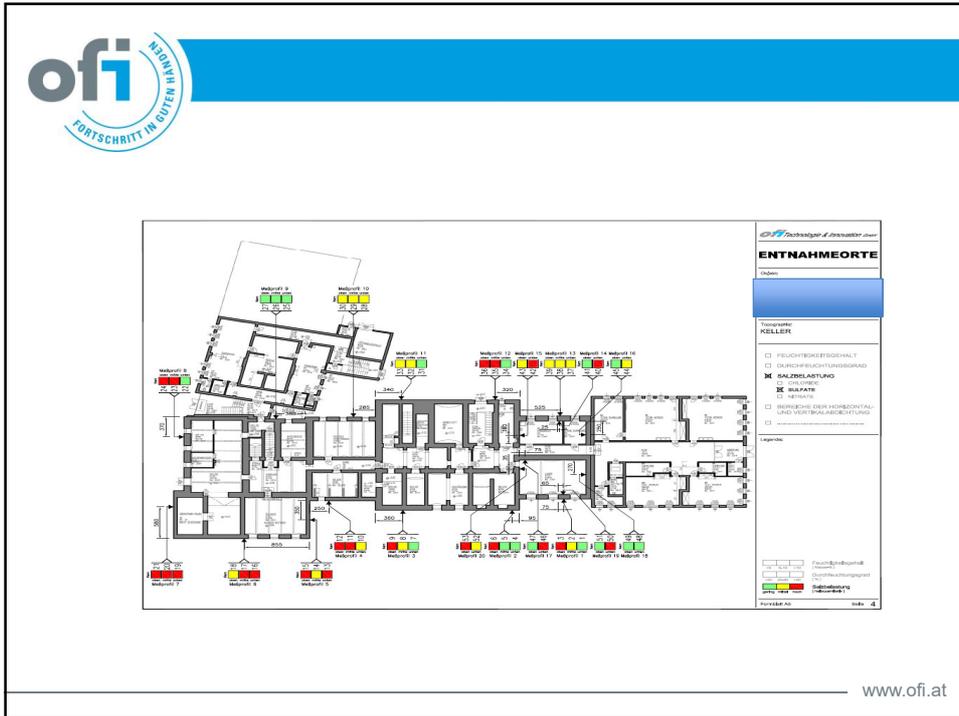


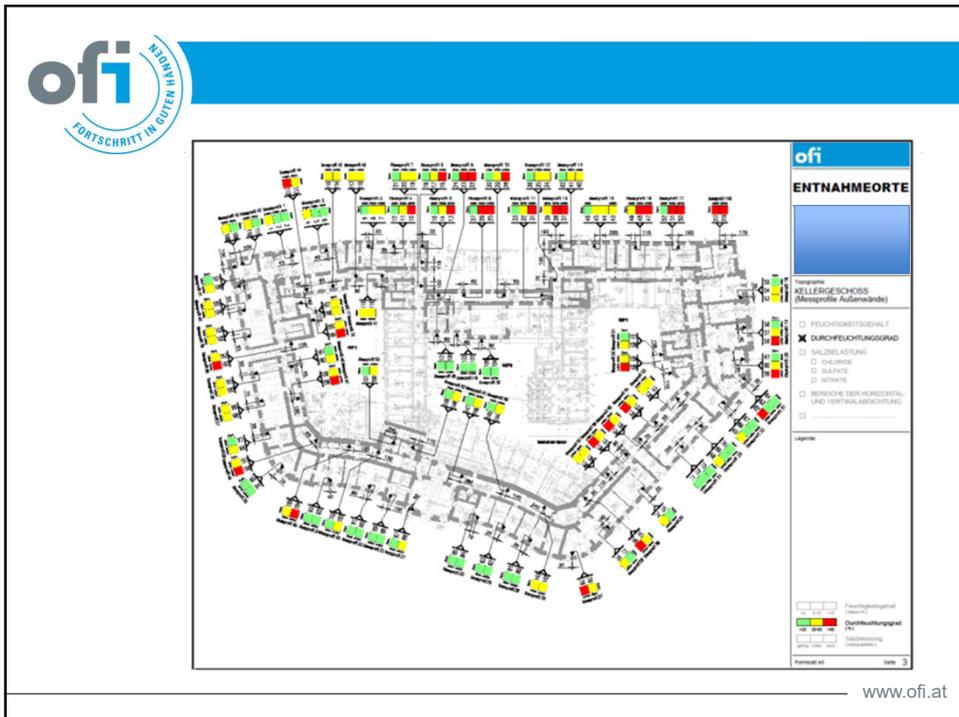
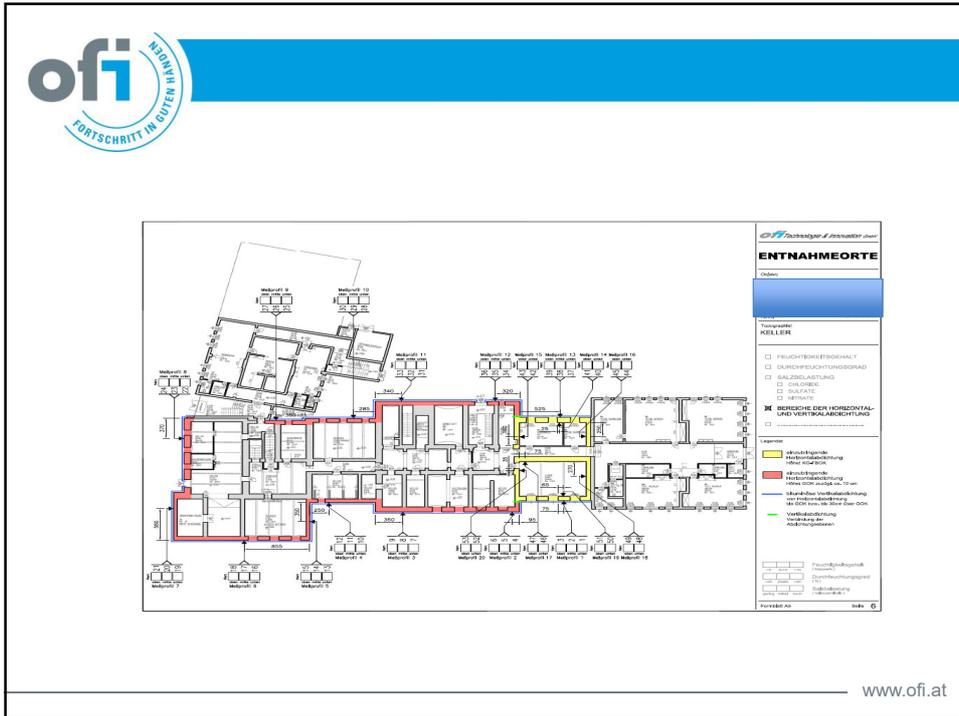
## Sanierungsplanung

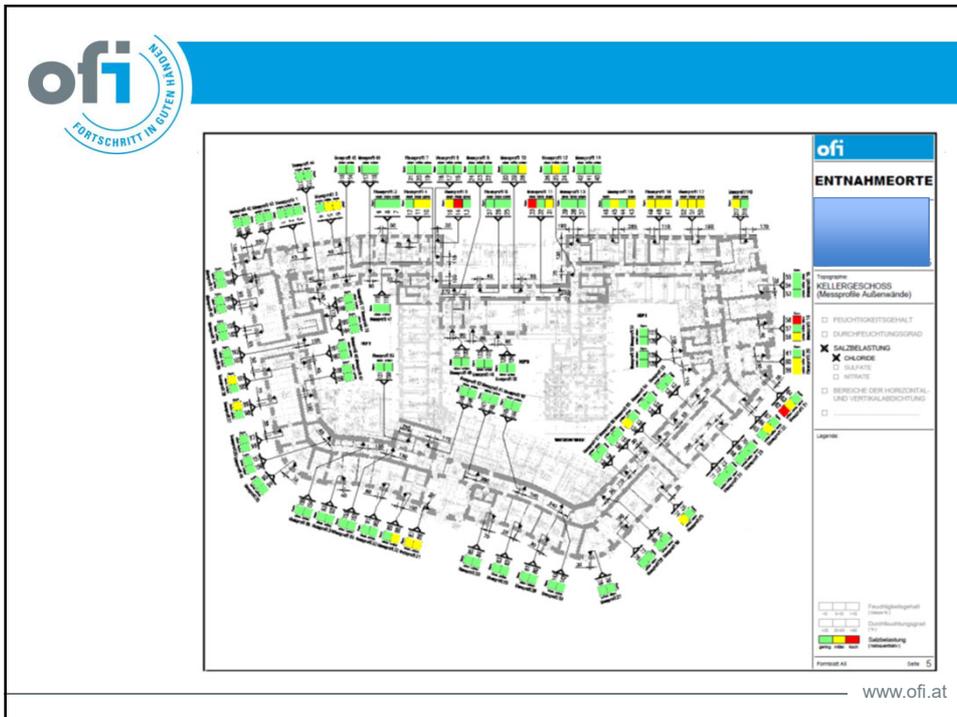
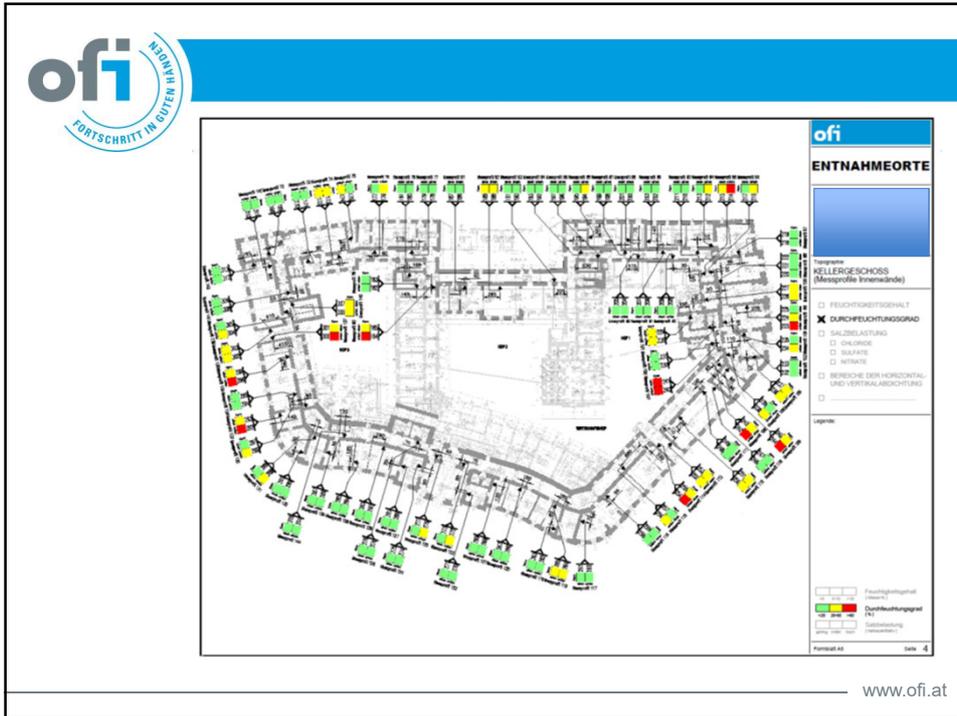
- Entfernen des Altputzes
- Mechanische Reinigung der Wandoberflächen
- Horizontale Feuchtigkeitsabdichtung des Mauerwerks
- Mauerwerkentfeuchtung
- Mauerschadssalzreduktion
- Vertikale Feuchtigkeitsabdichtung des Mauerwerks
- Flächenabdichtung der Fußböden
- Putze
- Beschichtungen
- Ableitung der Oberflächenwässer
- Wandverschließungen
- Allgemeine Hinweise – bauwerksspezifisch
- Bauablauf

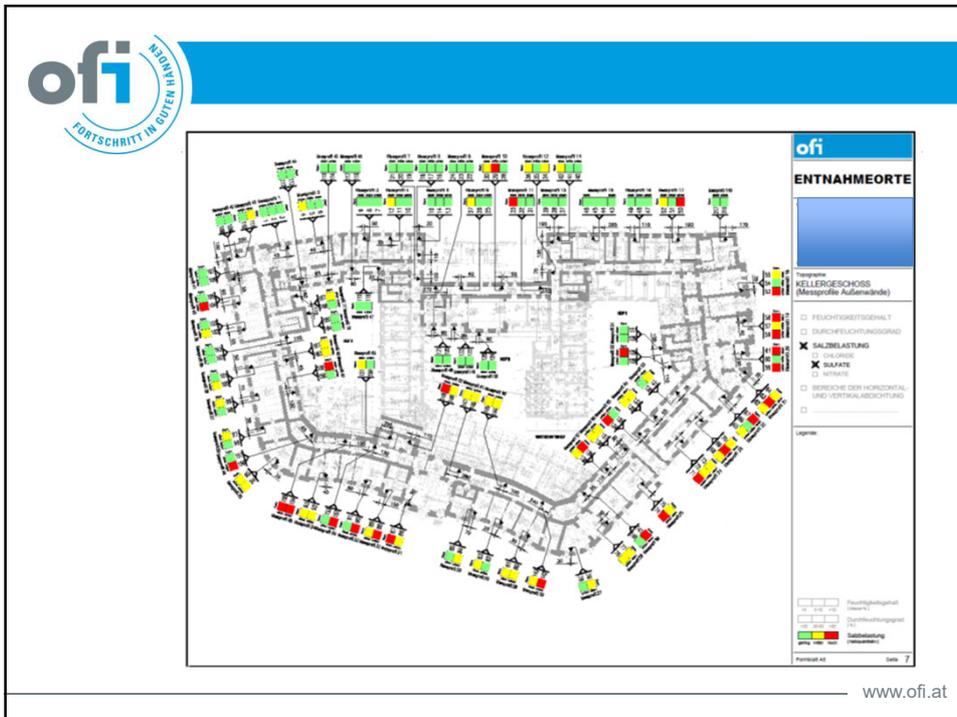
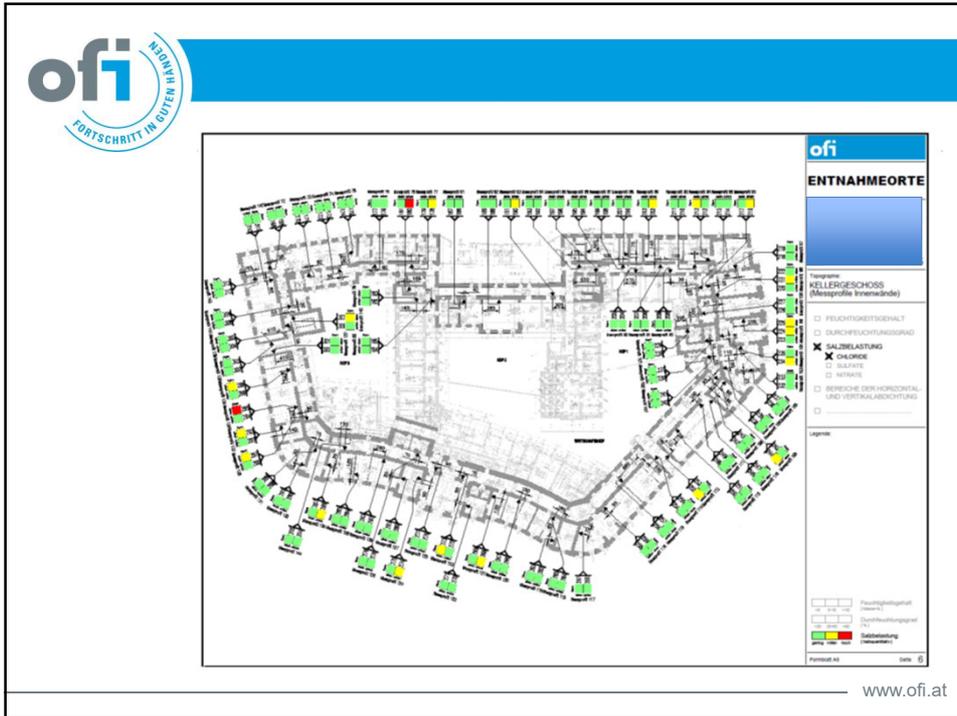
www.ofi.at

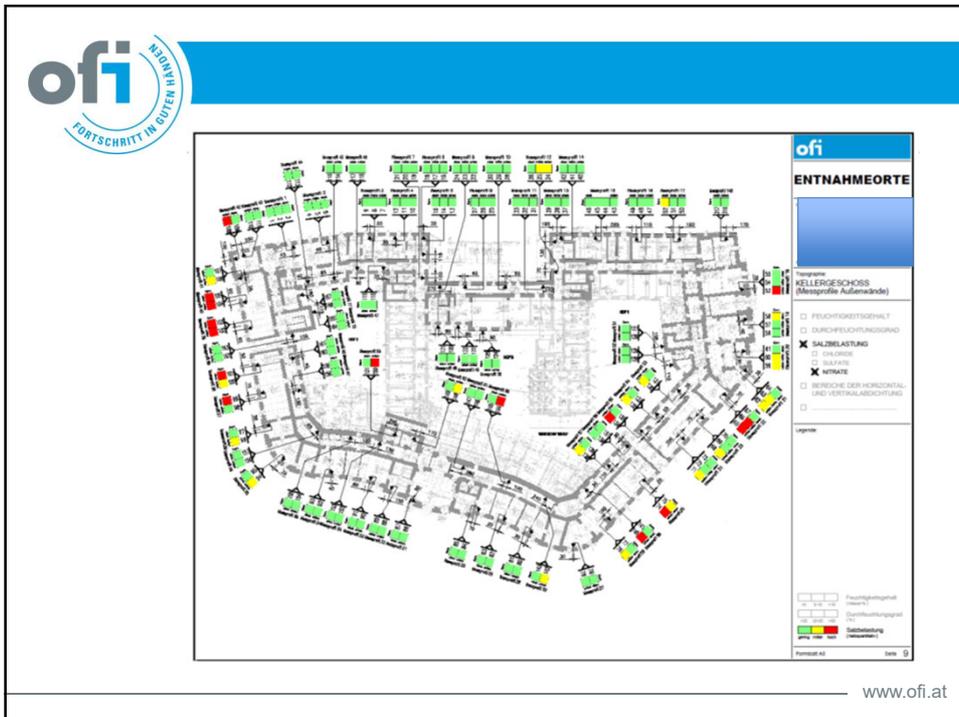
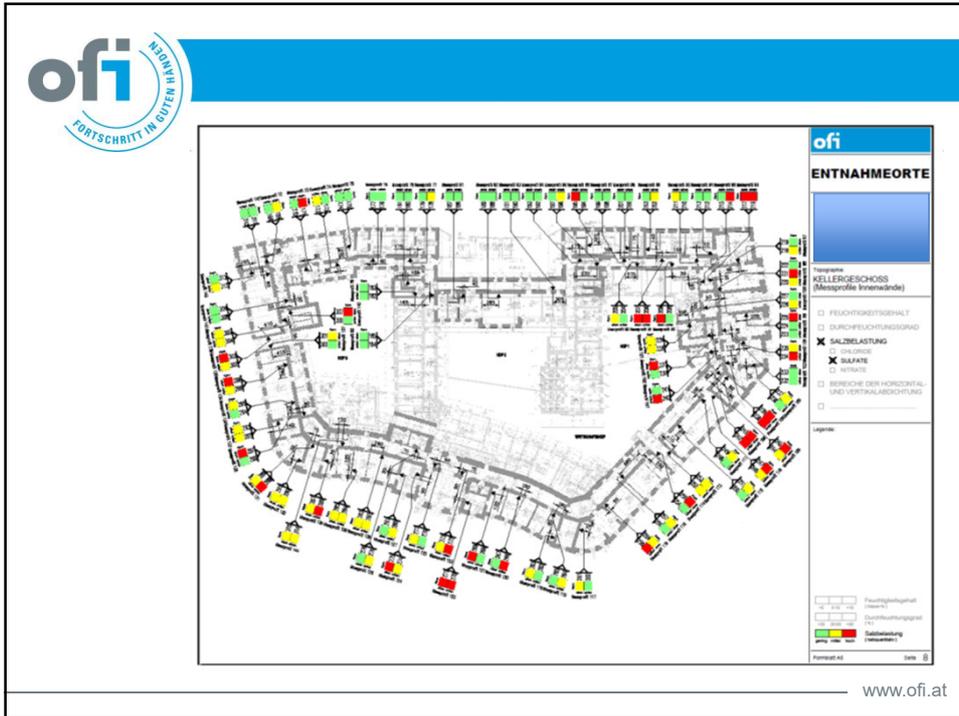




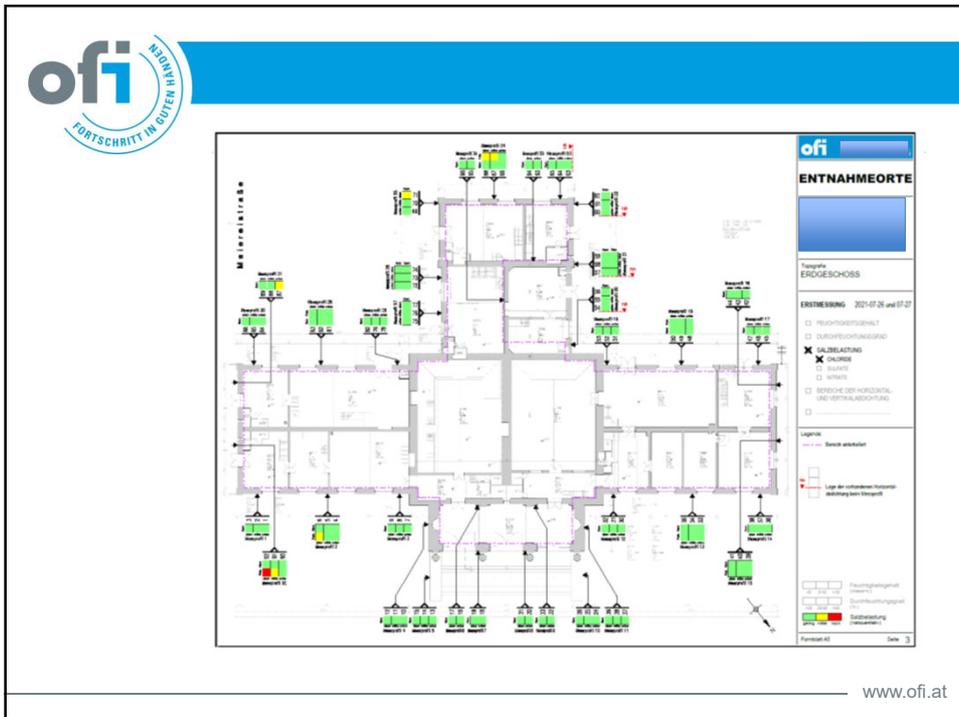
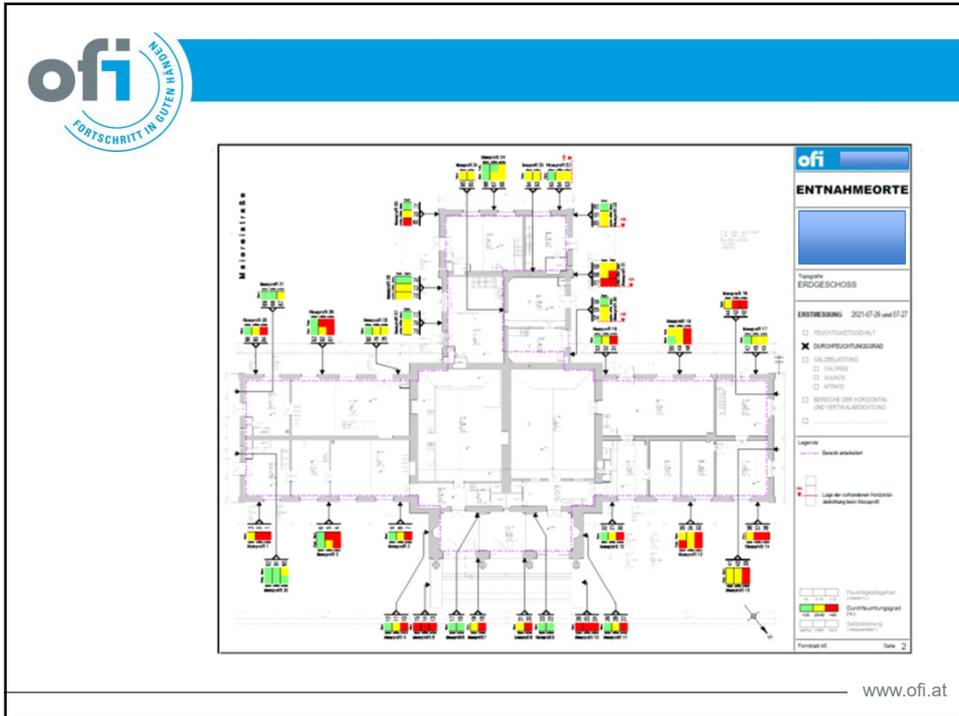


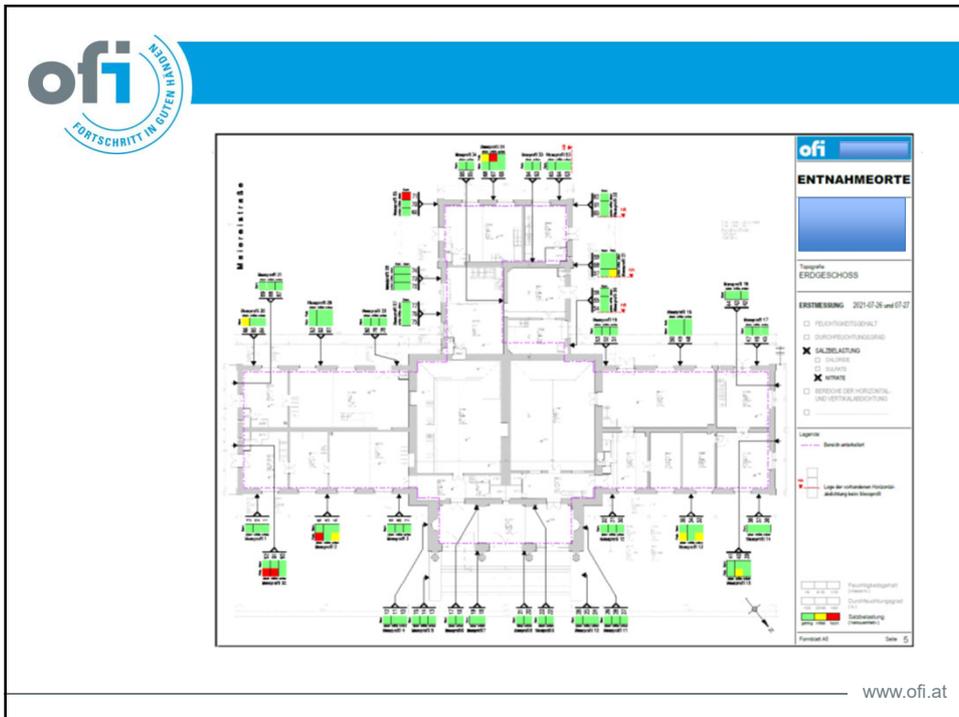
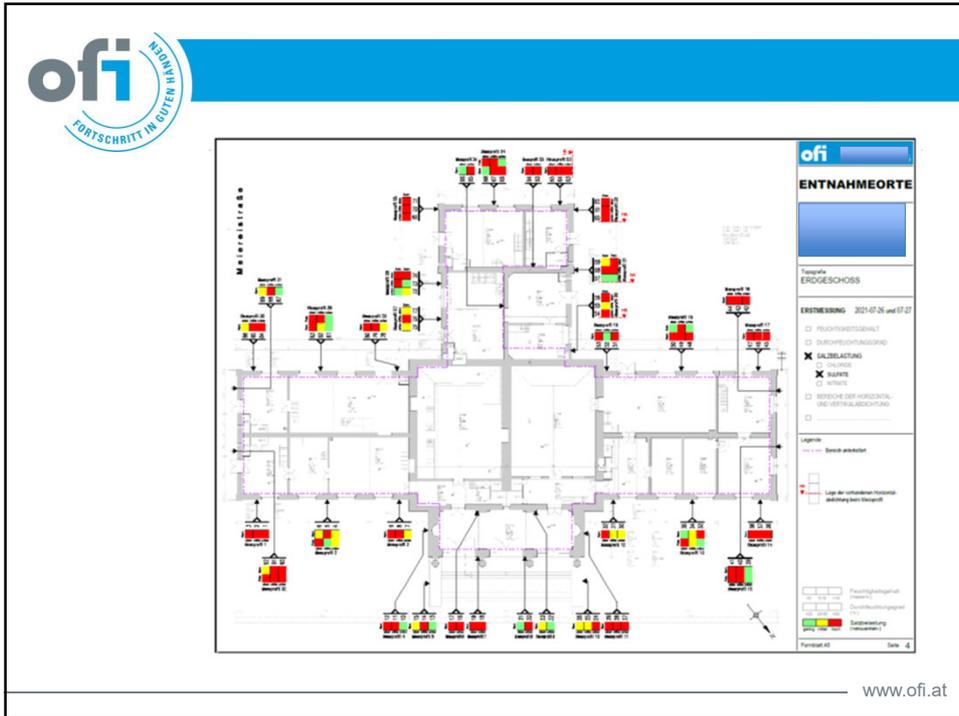


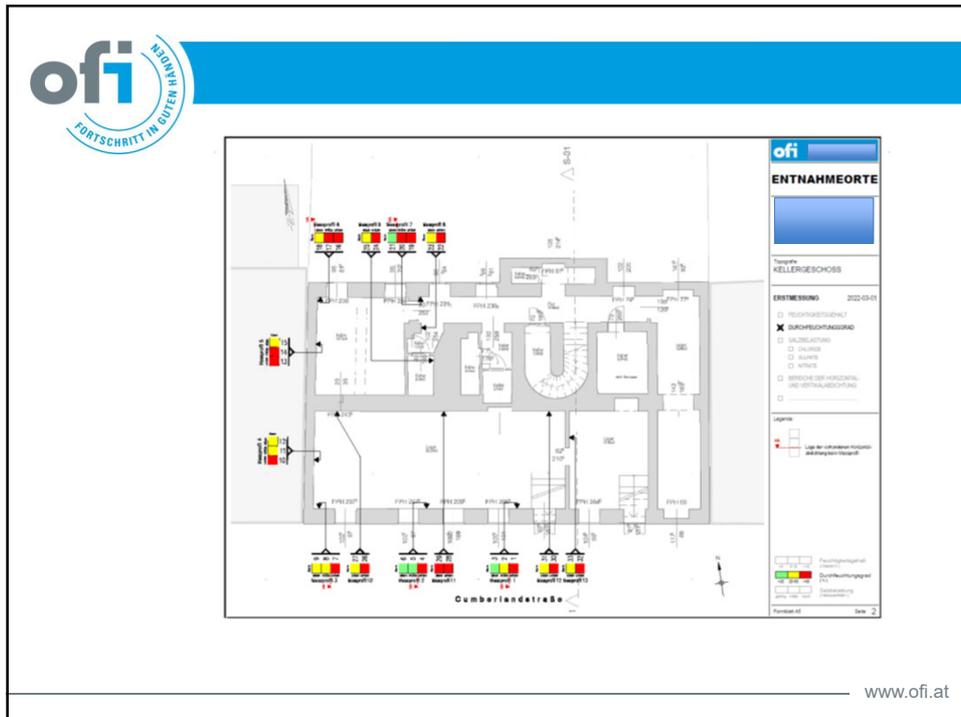
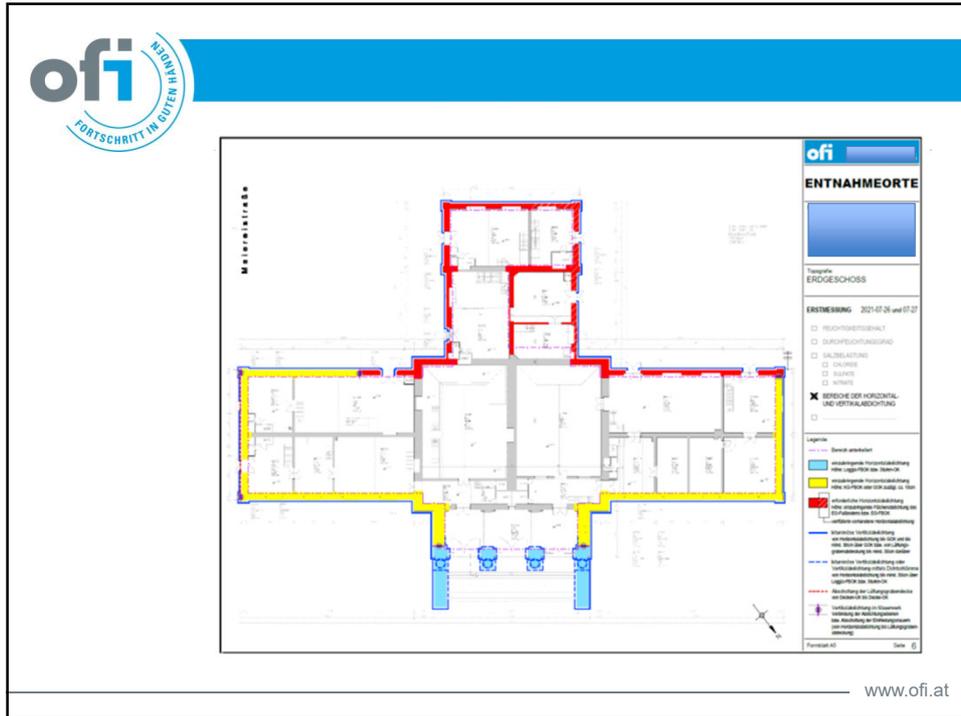


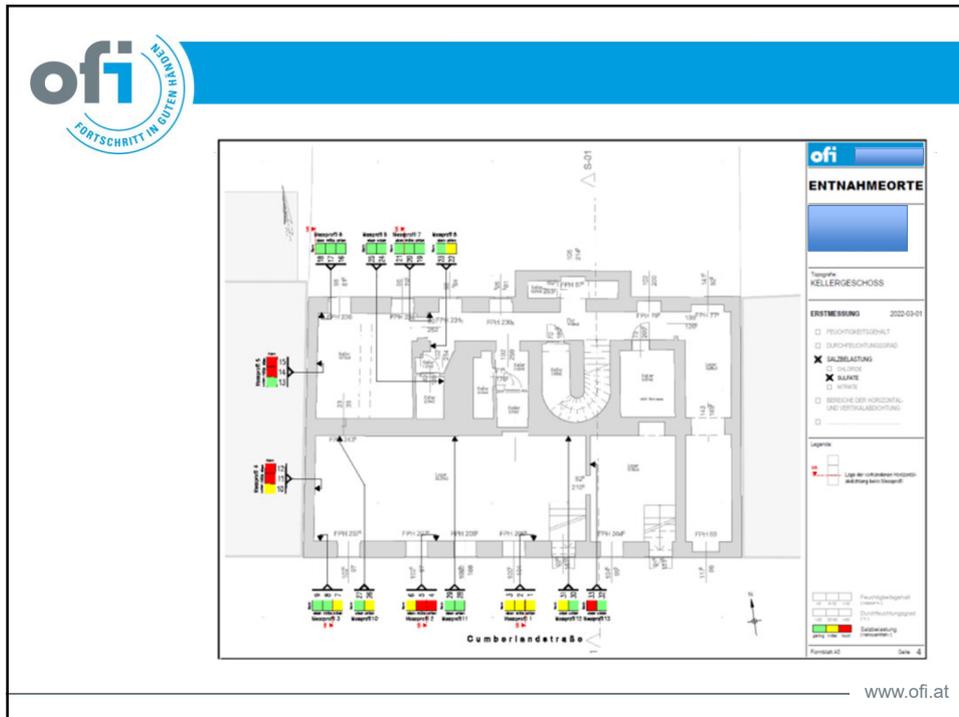
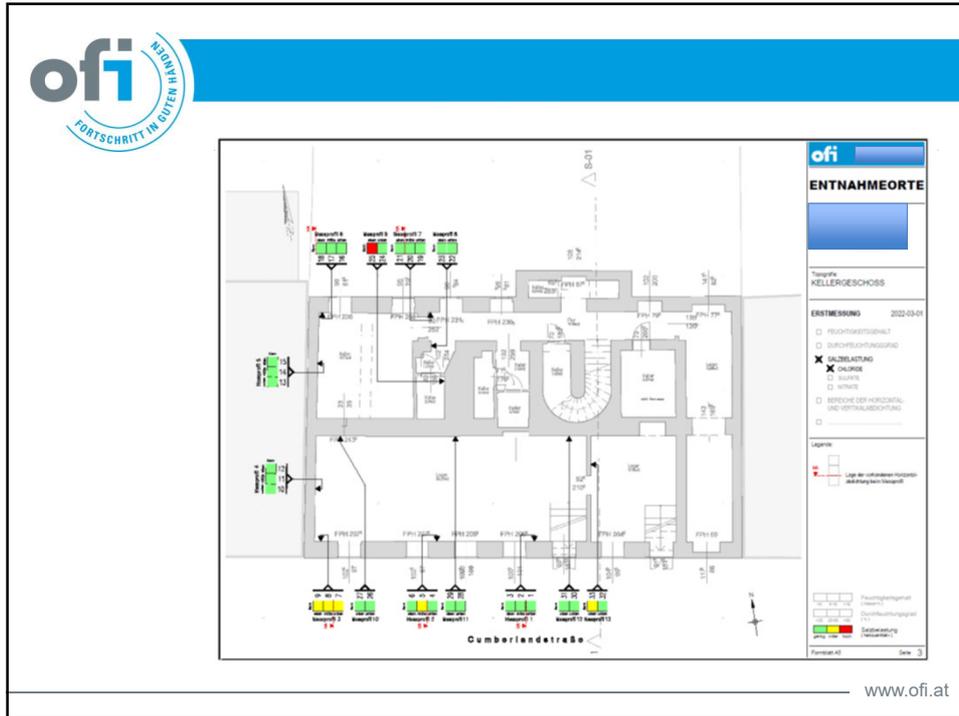






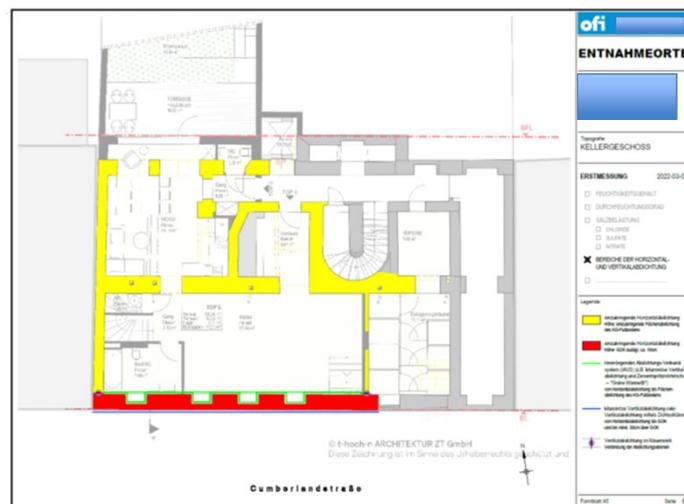






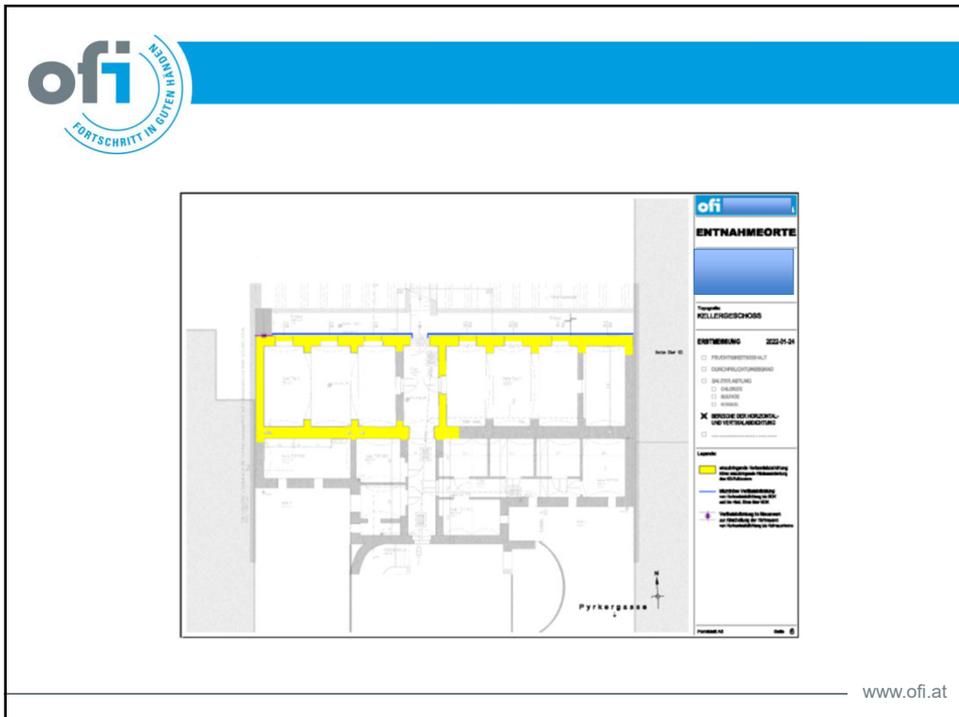
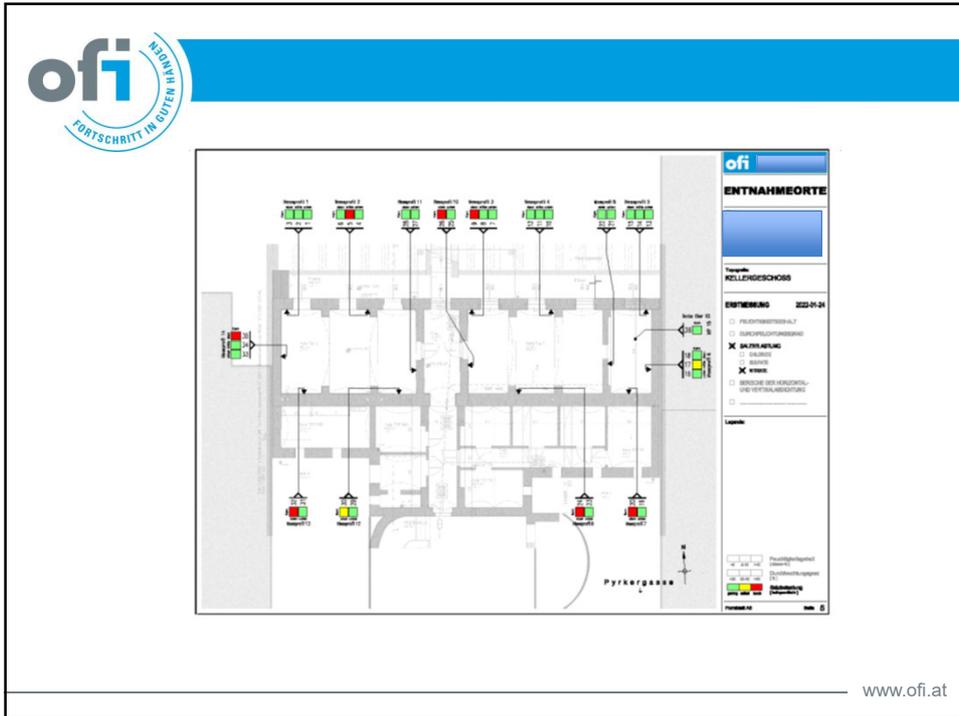


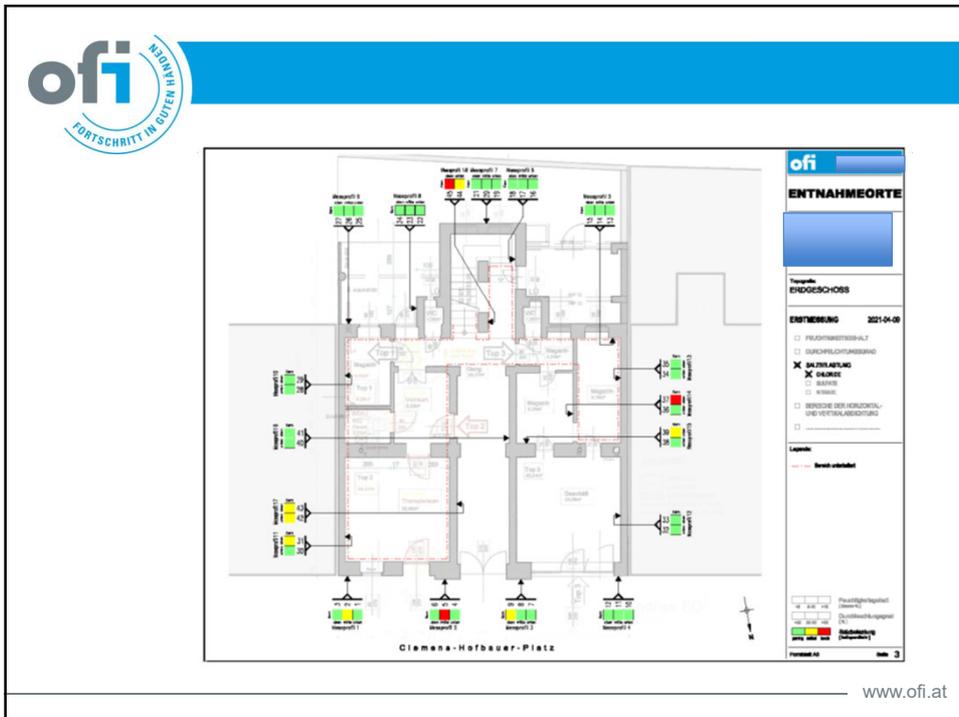
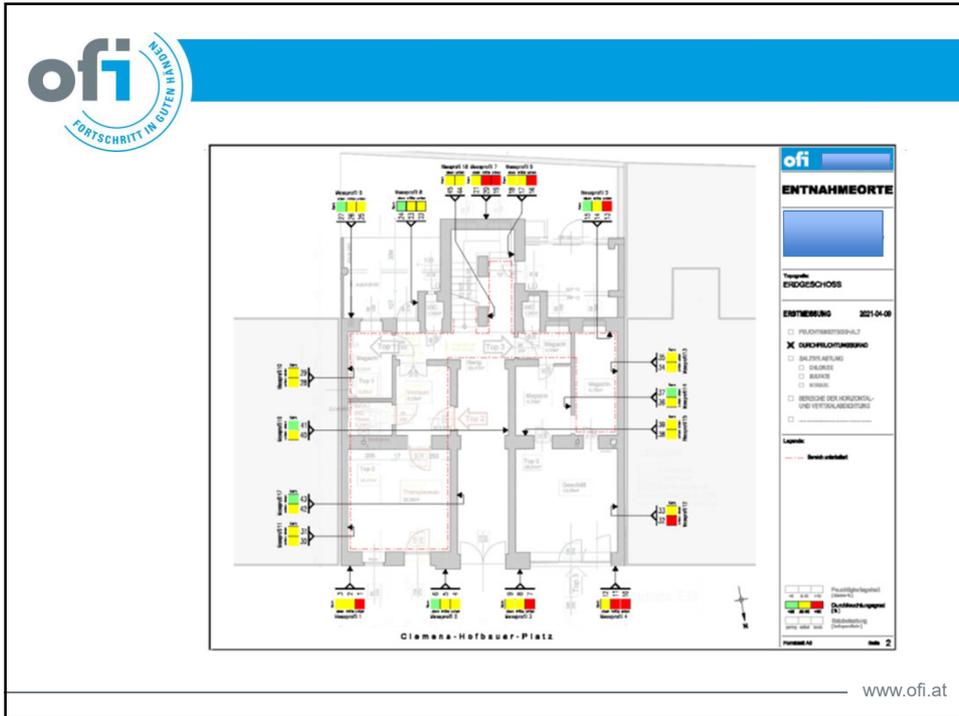
www.ofi.at

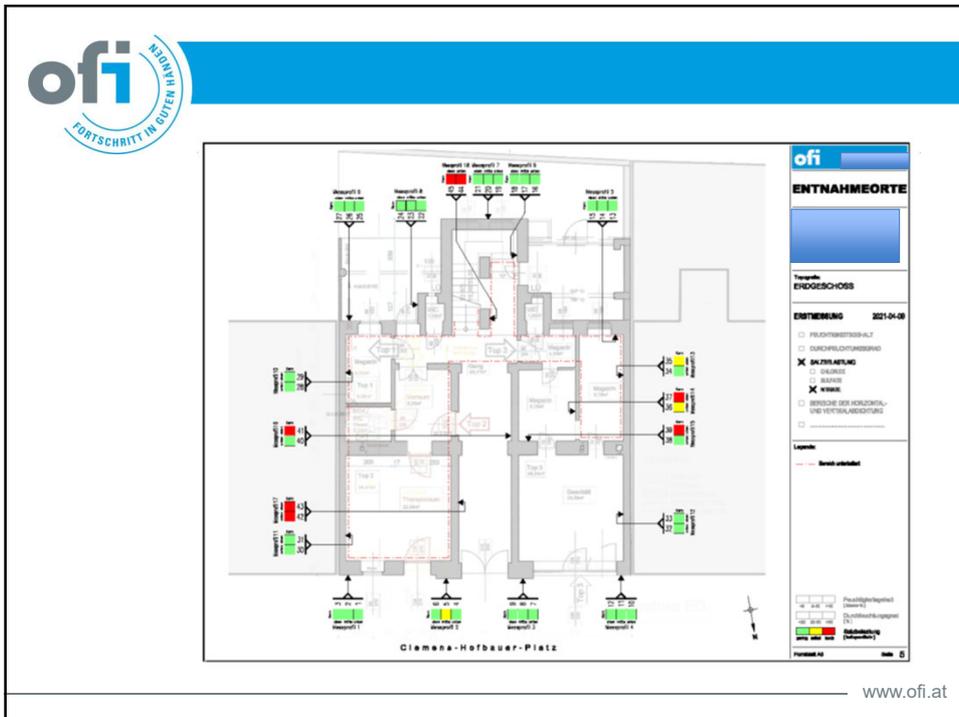
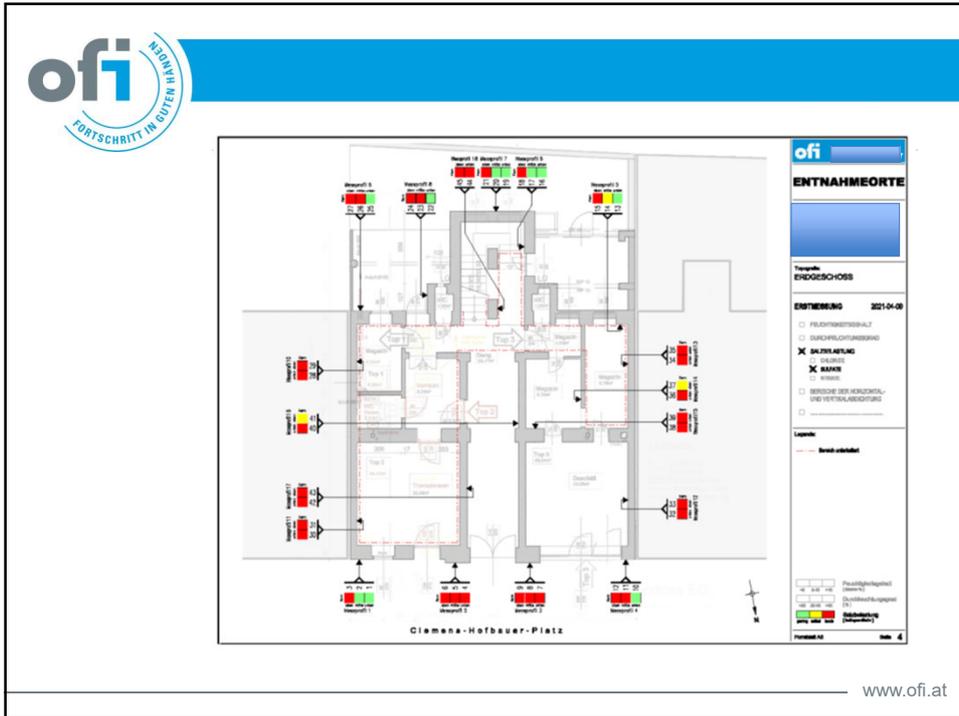


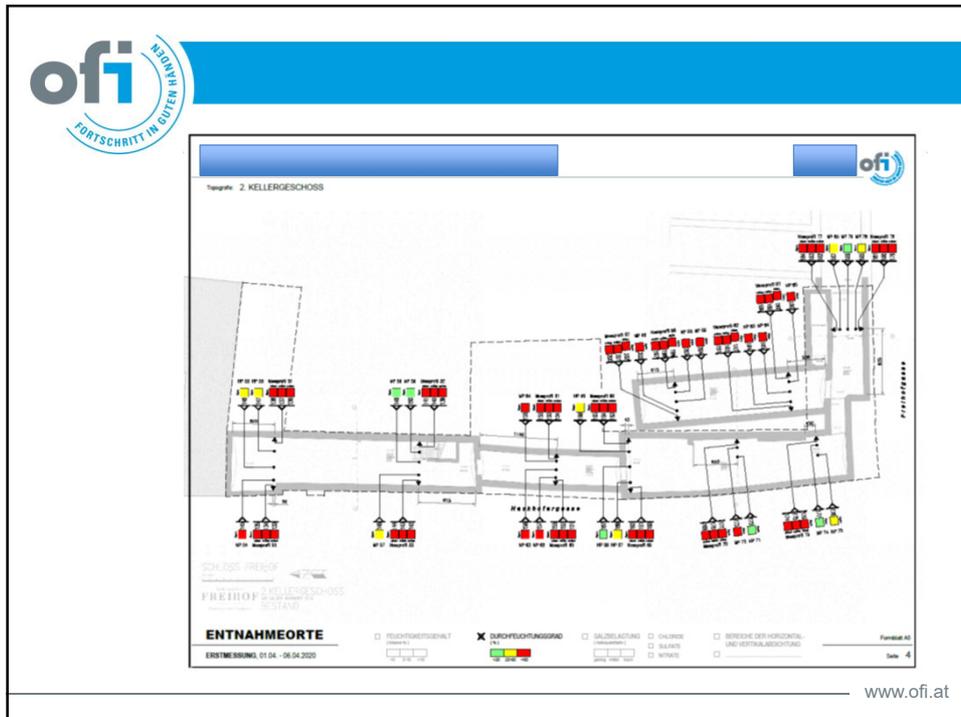
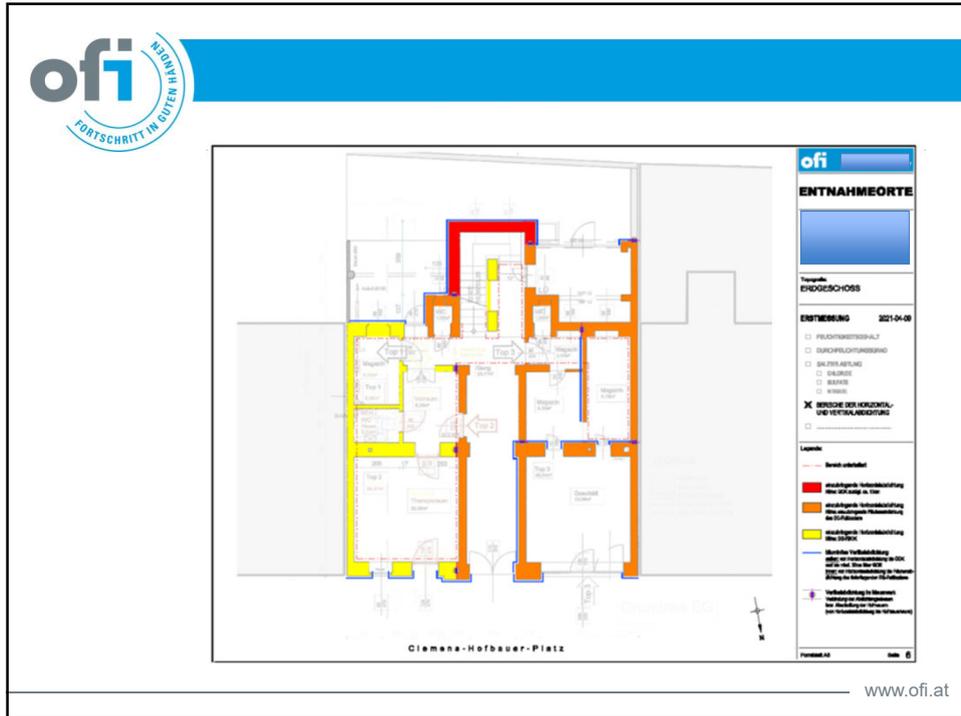
www.ofi.at

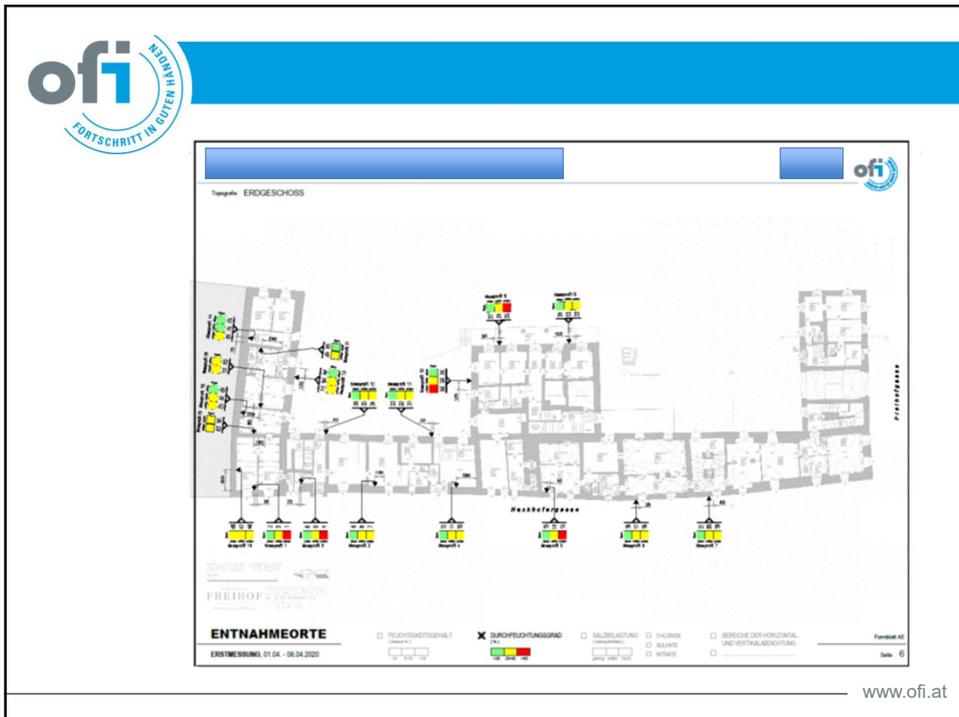
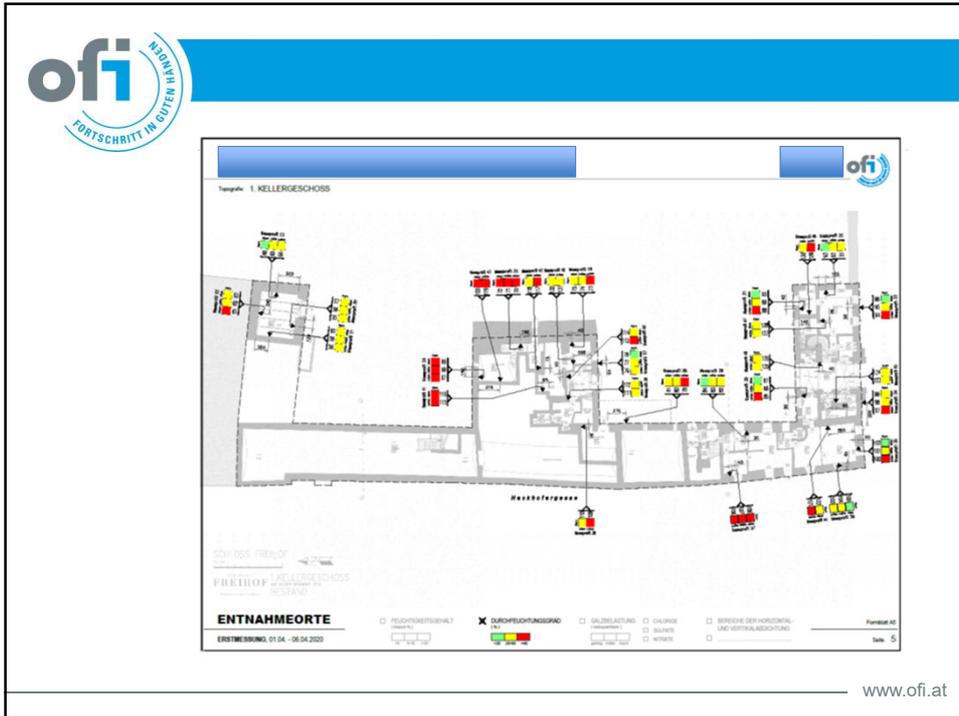


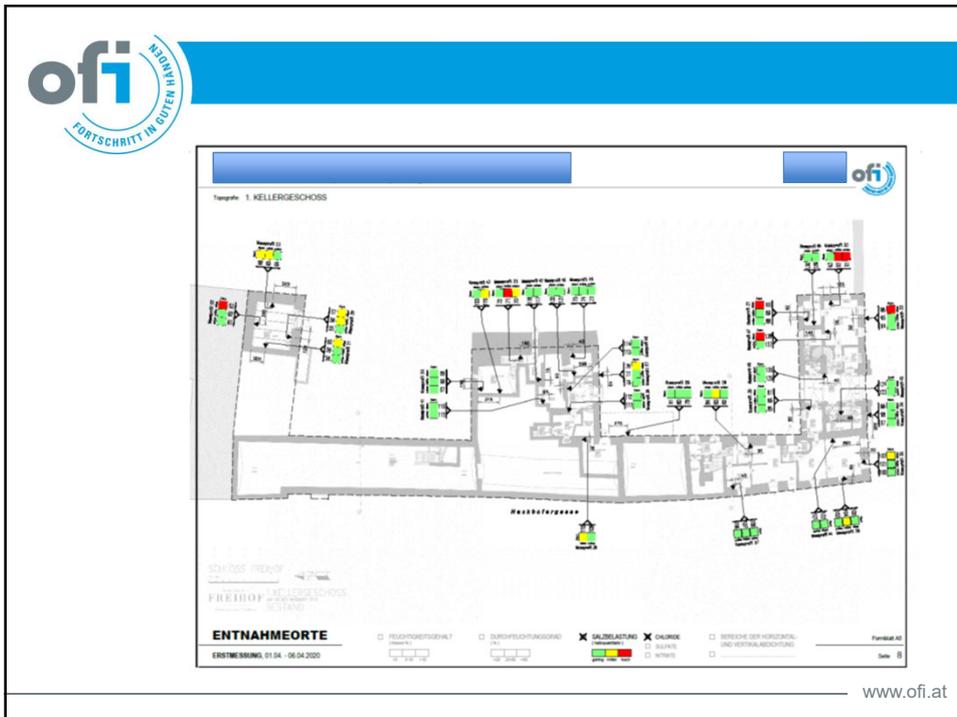
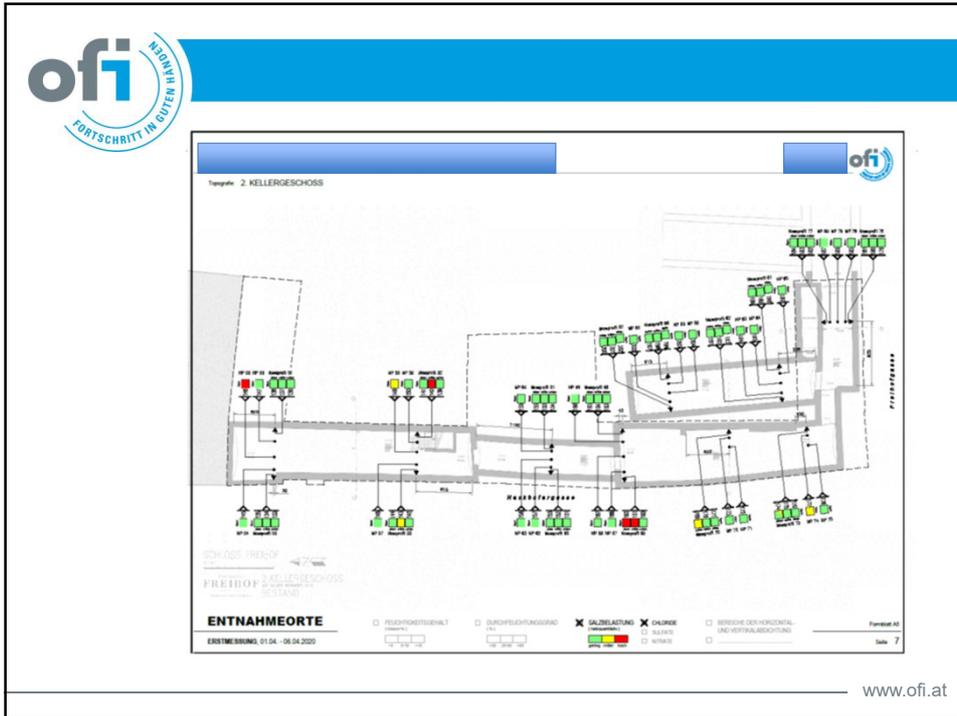


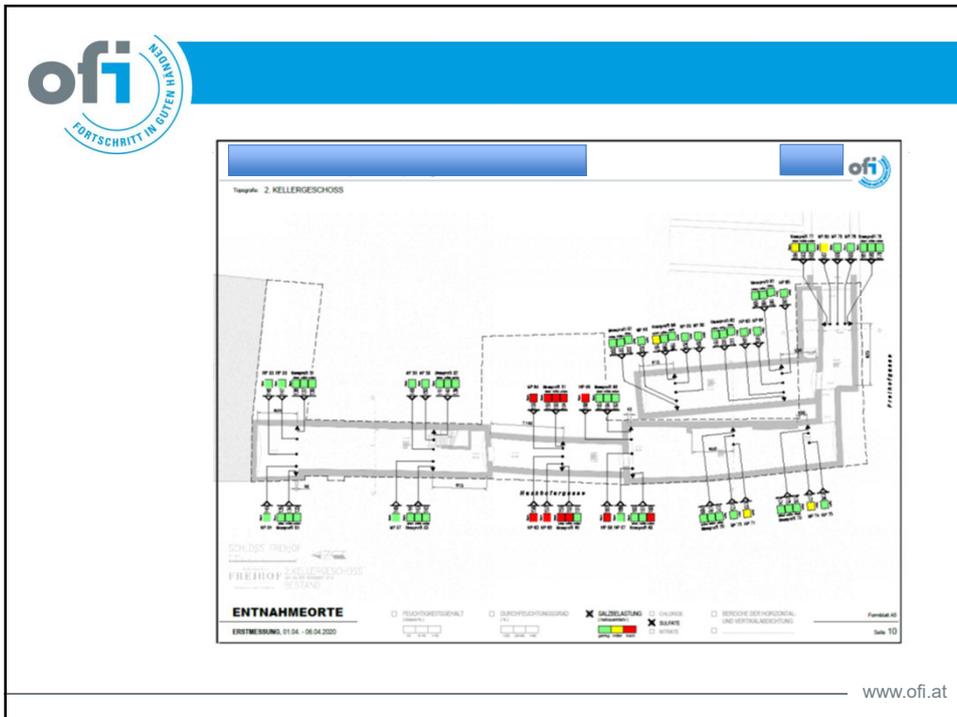
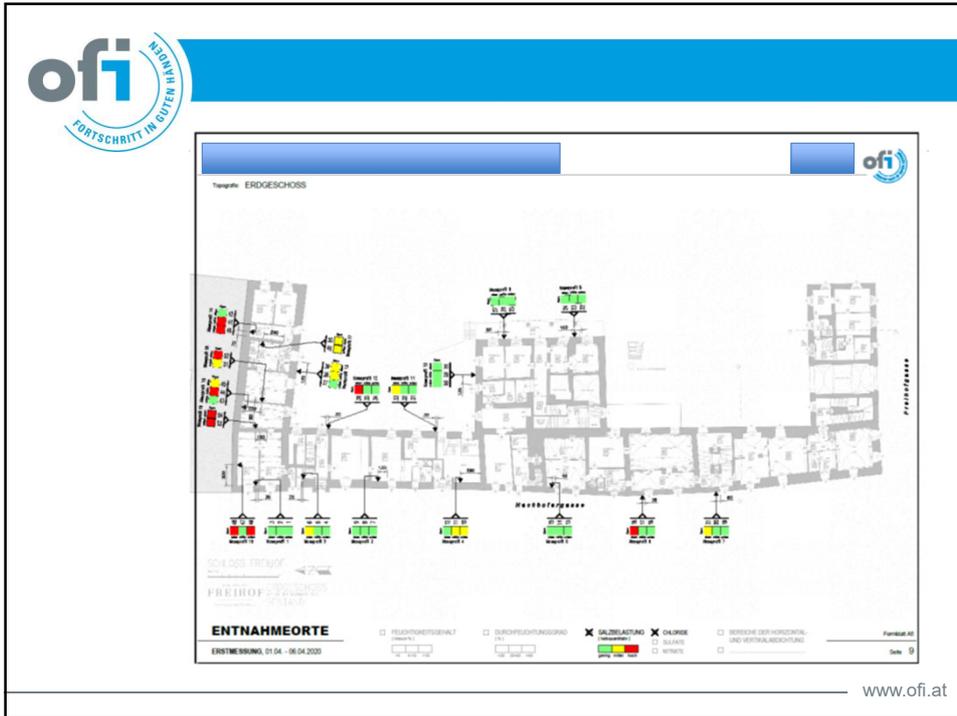


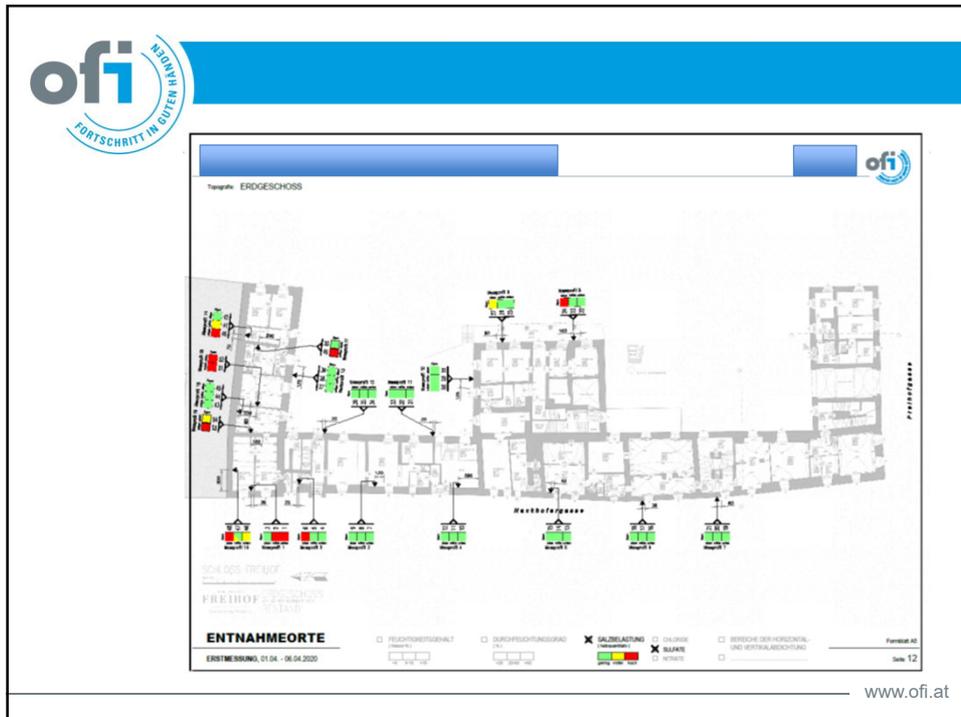
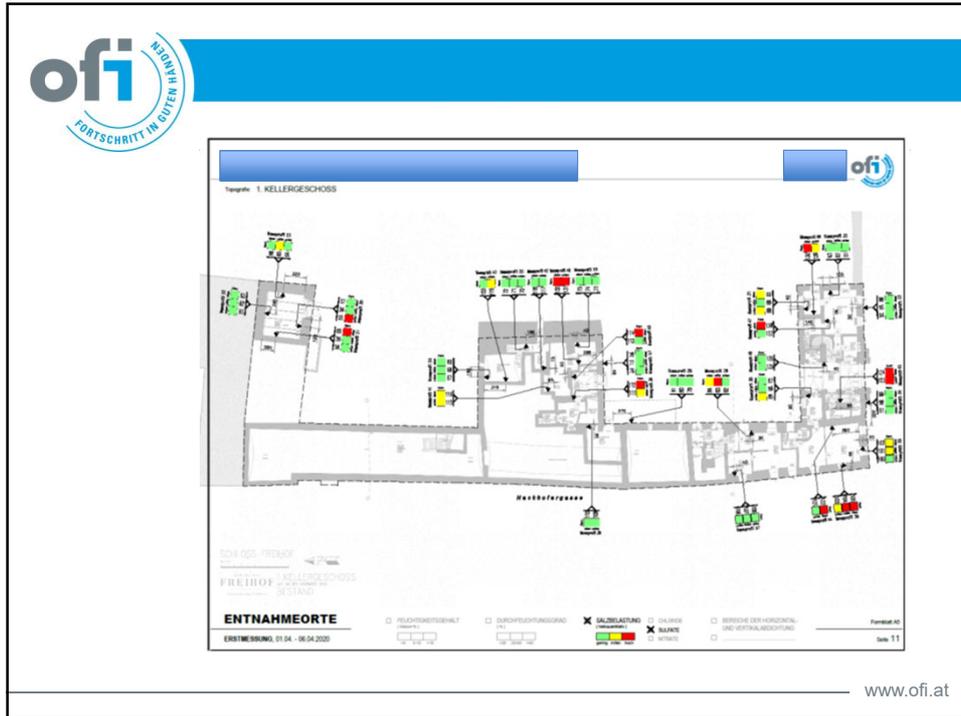


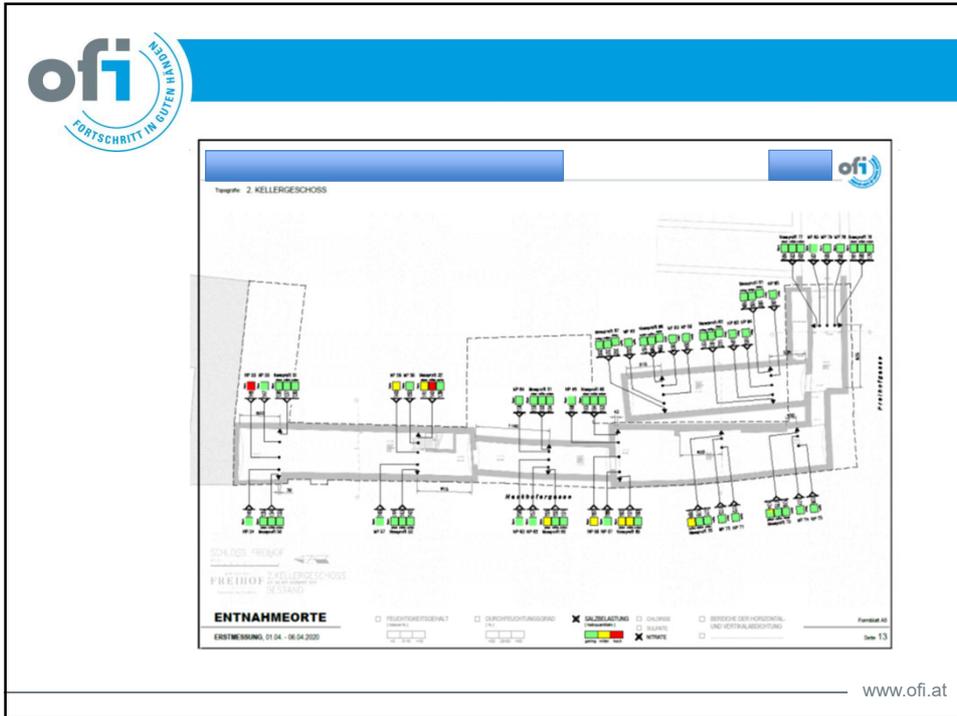
















## Überwachung und Kontrolle

Der Nachweis der Wirksamkeit von Trockenlegungsmaßnahmen kann durch Nachmessung des Feuchtigkeitsgehaltes oder Durchfeuchtungsgrades vor und nach der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen erfolgen, wobei die Wirksamkeit nach mehreren Formeln ermittelt werden kann.

nach ÖNORM B 3355

$$W = \frac{D_v - D_n}{D_v} \cdot 100$$

$W$	Wirksamkeit durchgeführter Trockenlegungsmaßnahmen	%
$D_v$	Durchfeuchtungsgrad vor Durchführung der Maßnahmen	%
$D_n$	Durchfeuchtungsgrad nach Durchführung der Maßnahmen	%

Wirksamkeit gegeben wenn:

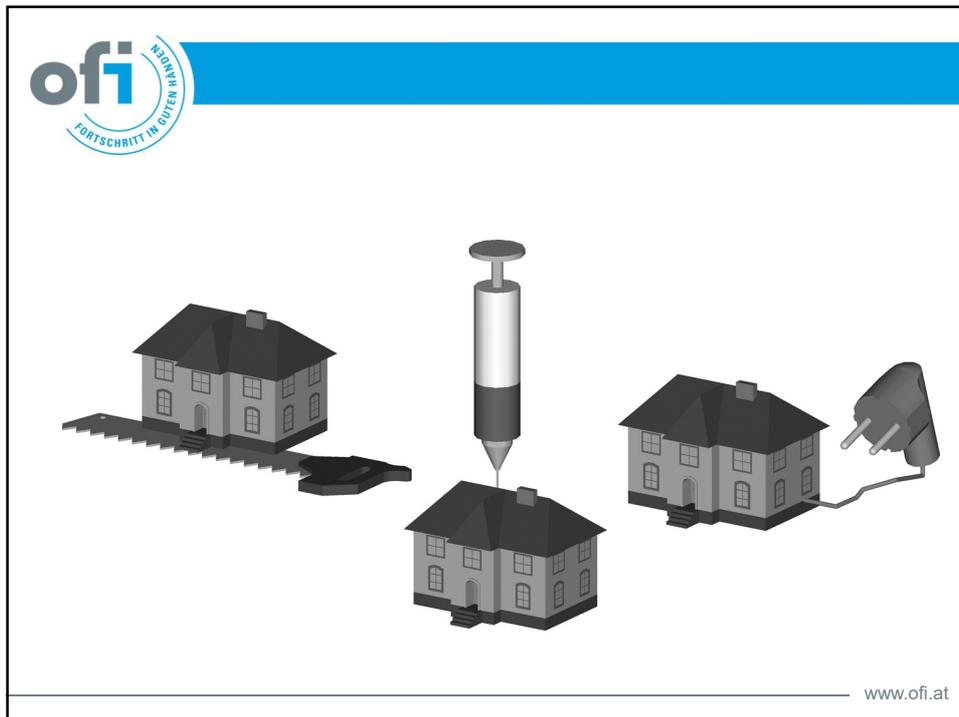
$W \geq 70 \%$  oder Durchfeuchtungsgrad  $D$  in der Kernzone  $< 20\%$

www.ofi.at



## VERFAHREN ZUR NACHTRÄGLICHEN HORIZONTALABDICHTUNG VON MAUERWERK ÖNORM B 3355

www.ofi.at



## Mechanische Verfahren

- Maueraustauschverfahren
- Chromstahlblechverfahren
- Bohrkernverfahren
- Bohrlochfrässchlitzverfahren
- Sägeverfahren

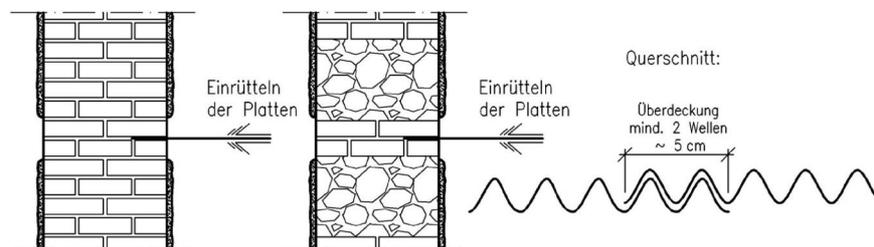
www.ofi.at



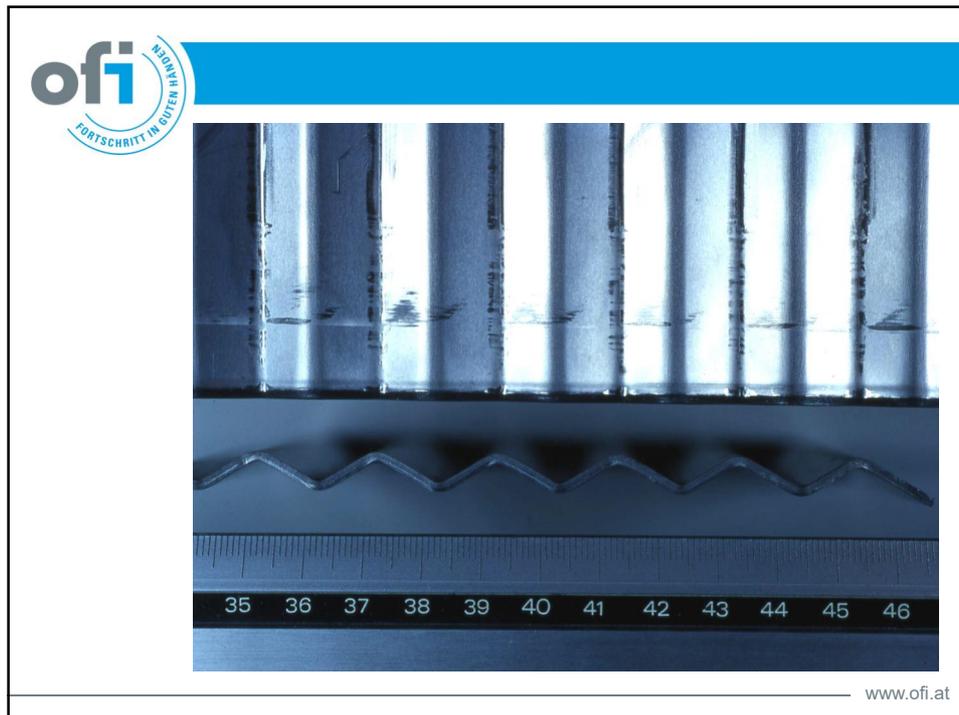
## Chromstahlblechverfahren

- einstufiges Verfahren bei dem gewellte Edelstahlplatten in das Mauerwerk eingeschlagen werden.
- Einbringung mit Presslufthammer mit 1200-1500 Schlägen pro Minute.
- Blechdicke 1,5mm, Blechbreite 30-40cm, Nichtrostender Edelstahl 1.4016, 1.4401, 1.4436 oder 1.4571.
- erforderlicher Arbeitsraum: Wanddicke + ca.50cm
- Anwendung nur bei durchgehenden Lagerfugen mit genügender Fugendicke möglich.
- Mörtelfestigkeit des Fugenmörtels darf nicht zu hoch sein.
- Bei hohen Wandlasten zu große Reibungskräfte an den Plattenoberflächen.

www.ofi.at



www.ofi.at



www.ofi.at



## Chromstahl-Verfahren

- Ausbeulen oder Ausknicken der Bleche bei zu großen Wandstärken und hohen Einpressdrücken möglich.
- Erschütterungen bzw. Vibrationen beim Einschlagen.
- Der vertikale Kraftfluß im Mauerwerk wird während der Arbeiten nicht unterbrochen.
- Aufnahme von Horizontalkräften durch Reibung zwischen Mörtel und Stahlplatten möglich.
- Eckausbildung nur durch Überlappung der Stahlplatten.
- Anschlüsse an bituminöse Vertikalabdichtungen oder Horizontalabdichtungen (z.B. Fußboden) zum Teil problematisch.

www.ofi.at







Schadensfälle nach Anwendung von mechanischen einstufigen Verfahren



www.ofi.at



Schadensfälle nach Anwendung von mechanischen einstufigen Verfahren



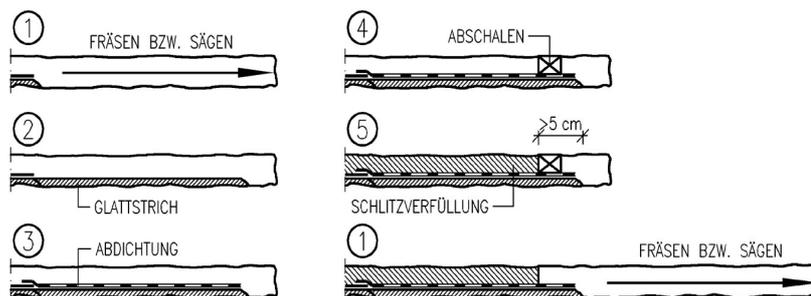
www.ofi.at



## Sägeverfahren

- Mauerwerkstrennung mittels Trennscheiben, Stichsägen, Mauerfräsen oder Seilsägen.
- Festlegung der Arbeitsabschnitte nach statischem Erfordernis.
- Arbeitsablauf: Sägen - Glattstrich - Abdichtung - Schlitzverfüllung
- Bei mehrschaligem Mauerwerk mit loser Füllung Injektion zur Vorverfestigung erforderlich.
- Anwendung abhängig von Mauerwerksart und Geräteeinsatz, Trennscheiben bis 1m, Seilsägen bis 6m Wandstärke möglich.
- Füllmörtel muss schwind- und kriecharm sein.
- Anwendungsgrenzen der Abdichtungsmaterialien sind zu beachten.

www.ofi.at

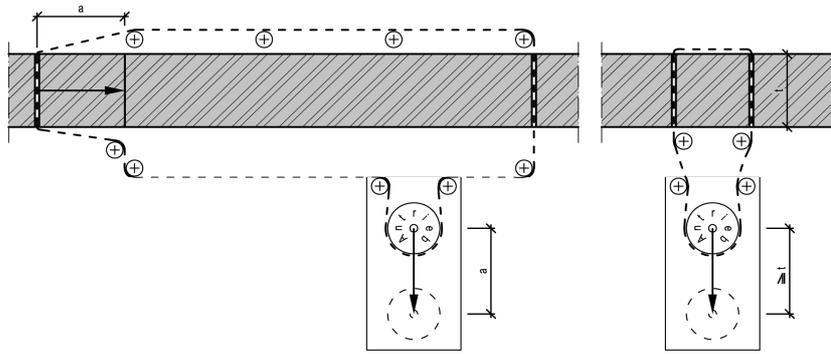


www.ofi.at



# Sägeverfahren

## SEILSÄGEN



www.ofi.at

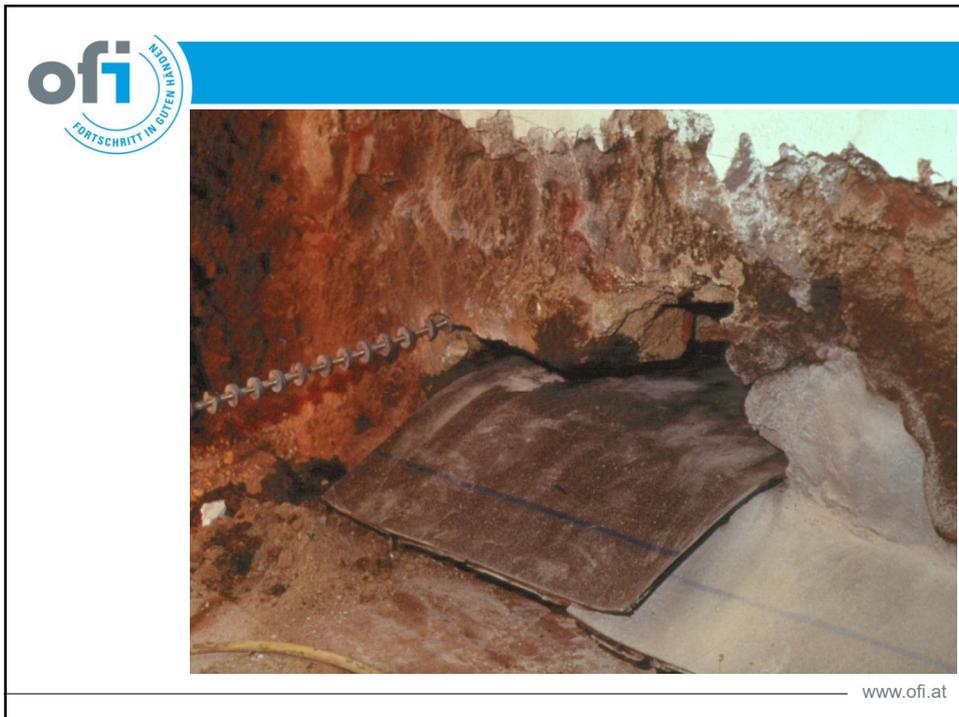
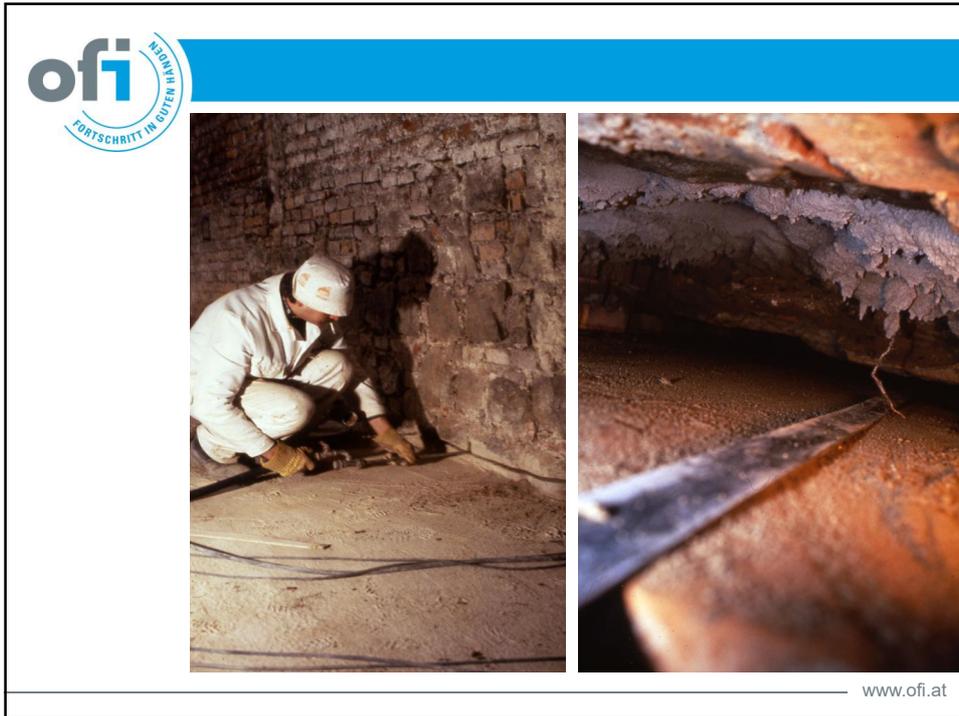


www.ofi.at













## Sägeverfahren

### MAXIMALE SCHNITTFUGENLÄNGE

- $\leq 1\text{m}$  für untergeordnete Bauteile ohne große Vertikallasten ( $\sigma_N \leq 0.1\text{N/mm}^2$ )
- $\leq 0.80\text{m}$  für Bauteile mit Druckspannungen bis  $\sigma_N \leq 0.2\text{N/mm}^2$
- $\leq 0.60\text{m}$  für Bauteile mit Druckspannungen bis  $\sigma_N \leq 0.5\text{N/mm}^2$
- $\leq 0.40\text{m}$  für Bauteile mit Druckspannungen bis  $\sigma_N \leq 0.8\text{N/mm}^2$
- $\leq \frac{1}{4}$  der Bauteillänge, d.h. jeder einzelne Bauteil (Wand, freistehender Pfeiler) ist mindestens auf 4 Abschnitte zu durchtrennen.

www.ofi.at

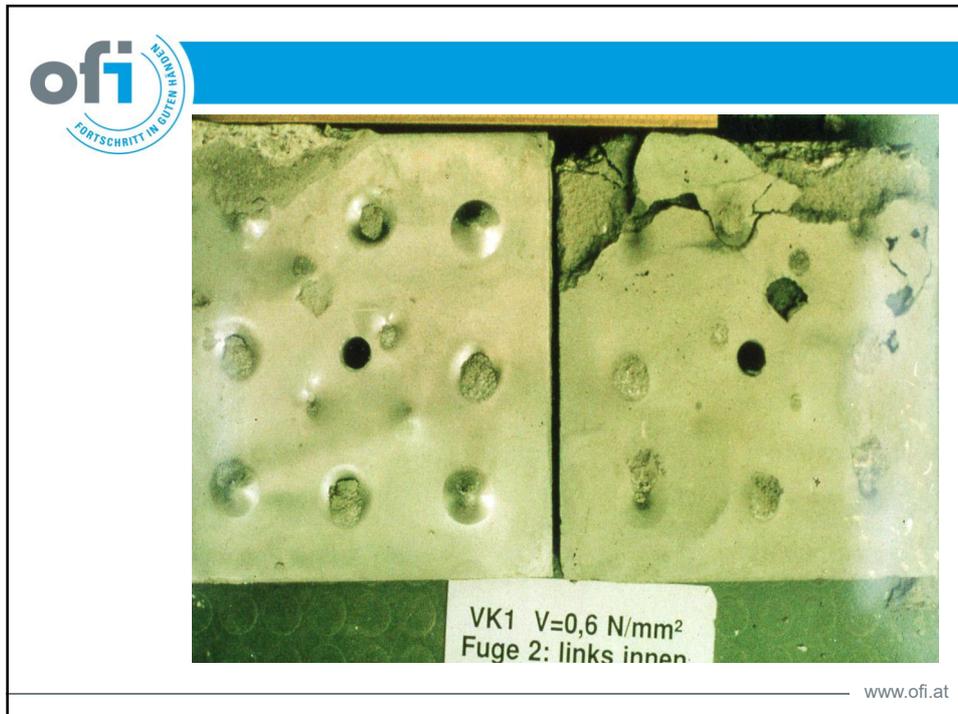
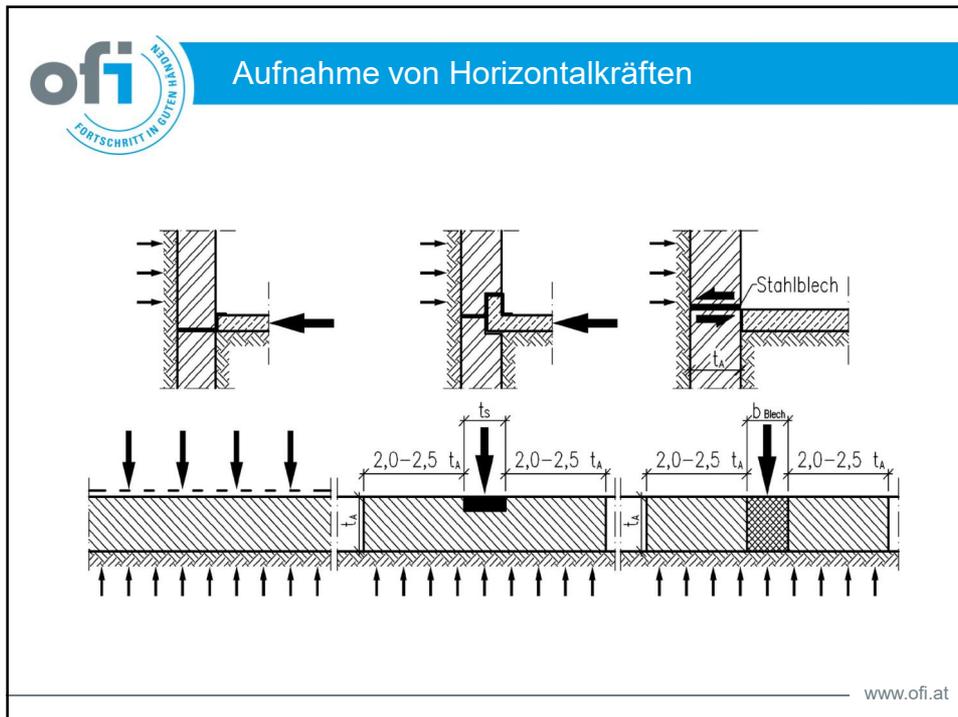


## Einsatzgrenzen Abdichtungsmaterialien

### Anwendungsgrenzen Plastomerbitumenbahn (VILLAS P- 4)

- maximale Einbau- und Bauteiltemperatur  $30^\circ\text{C}$
- zulässige Druckbeanspruchung zufolge Dauerlast  $\leq 0.6\text{ N/mm}^2$
- zulässige Druckbeanspruchung zufolge Dauer- und Nutzlast  $\leq 0.8\text{ N/mm}^2$
- keine Aufnahme von dauernd wirkenden Scherkräften möglich
- zulässige Scherspannung aus veränderlichen Lasten  $\leq 0.05$  mal Normalspannung aus ständigen Lasten
- zulässige Scherspannung aus außergewöhnlichen Kräften (Erdbeben, Explosionen)  $\leq 0.12$  mal Normalspannung aus ständigen Lasten

www.ofi.at





## Einsatzgrenzen Abdichtungsmaterialien

Anwendungsgrenzen Stahlbleche mit Schubverzahnung (Noppen)

- keine Einschränkung der Einbau- und Bauteiltemperatur
- keine Einschränkung der zulässigen Druckbeanspruchung, Mauerwerk ist maßgebend
- zulässige Scherspannung  $\leq 0.30$  mal Normalspannung aus ständigen Lasten
- zulässige Scherspannung aus außergewöhnlichen Kräften (Erdbeben, Explosionen)  $\leq 0.50$  mal Normalspannung aus ständigen Lasten

www.ofi.at



## INJEKTIONSVERFAHREN

www.ofi.at



## Injektionsverfahren

Injektionsverfahren umfassen das **Einbringen von Injektionsmitteln in die Porenräume** des Mauerwerks.

Der **Abstand der Bohrlöcher** ist in Abhängigkeit vom Injektionsmittel sowie von der Porengängigkeit des Injektionsmittels und den Materialeigenschaften des Mauerwerks festzulegen.

Wesentlich für eine **zielführende Anwendung** sind die ausreichende **Menge**, die **Einwirkungsdauer** und die **kontrollierte Einbringung** des Injektionsmittels.

**Nach Art der Einbringung unterscheidet man:**

- drucklose Verfahren
- Verfahren unter Druck

www.ofi.at



## Injektionsverfahren

GEÄNDERT in Ausgabe 2011

### Poren verschließende Injektionsmittel

Durch die eingebrachten Injektionsmittel oder durch die im Mauerwerk gebildeten Reaktionsprodukte werden die Kapillarporen der porösen Bauteile verschlossen, wobei zu unterscheiden ist zwischen:

- Kapillarporen verschließenden Injektionsmittel
- Makroporen verschließenden Injektionsmittel (Baustoff umhüllende Injektionsmittel)

### Hydrophobierende Injektionsmittel

Der hydrophobierende Wirkstoff belegt die Kapillaroberflächen und macht sie dadurch wasserabweisend. Die Poren und Kapillaren werden nicht verschlossen, das heißt, dass die Diffusionsfähigkeit des Baustoffes nahezu unverändert erhalten bleibt.

### Poren verengende und hydrophobierende Injektionsmittel

www.ofi.at

**ofi** NEHMEN SIE  
FORTSCHRITT IN GUTEN

## Bohrlochraster drucklose Injektion

Mauerdicke  $d > 90$  cm

5 cm

1/3 2/3

Wandansicht

$\leq 10$  cm

$\varnothing \sim 20$  mm

$\leq 10$  cm

www.ofi.at

**ofi** NEHMEN SIE  
FORTSCHRITT IN GUTEN

## Injektionscreme – Verfahren

- Silane, Siloxane
- keine Vortrocknung der Injektionsebene
- keine Nachtrocknung der Injektionsebenen

www.ofi.at



## Injektionscreme-Verfahren



www.ofi.at



## Injektionscreme-Verfahren



www.ofi.at

**ofi** NEUWEITEN  
FORTSCHRITT IM GUTEN

## Injektionscreme-Verfahren



www.ofi.at

**ofi** NEUWEITEN  
FORTSCHRITT IM GUTEN

## Wirksamkeit von Injektionsverfahren zur nachträglichen Horizontalabdichtung von Mauerwerk

Maximale kapillare Wasseraufnahme  $W_{\text{kap}}$  von Proben aus der Injektionsebene  $\leq 20\%$  von  $W_{\text{max}}$

www.ofi.at



Wirksamkeit von Injektionsverfahren zur nachträglichen Horizontalabdichtung von Mauerwerk



www.ofi.at



Wirksamkeit von Injektionsverfahren zur nachträglichen Horizontalabdichtung von Mauerwerk



www.ofi.at

**ofi** NEUWIRKEN  
FORTSCHRITT IM GUTTEN

Wirksamkeit von Injektionsverfahren zur nachträglichen Horizontalabdichtung von Mauerwerk



www.ofi.at

**ofi** NEUWIRKEN  
FORTSCHRITT IM GUTTEN

Grundsätzlich gilt:

- Mechanische Verfahren sind Absolutsperrern
- Injektionsverfahren sind Relativsperrern

www.ofi.at



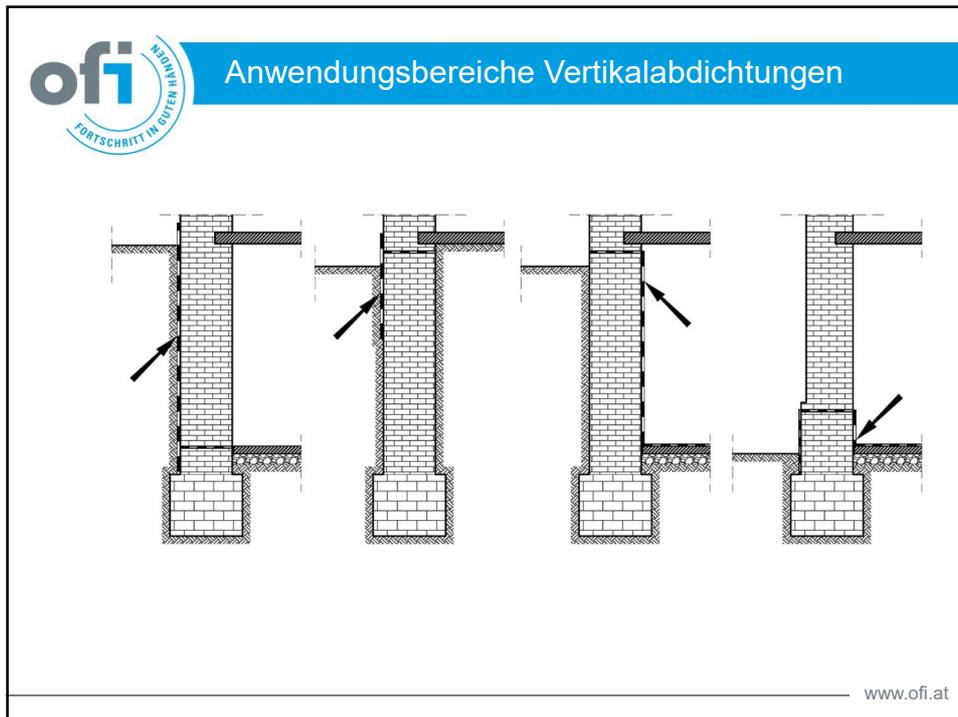
## FLANKIERENDE MASSNAHMEN ZUR MAUERWERKSTROCKENLEGUNG ÖNORM B 3355

[www.ofi.at](http://www.ofi.at)



## VERTIKALABDICHTUNGEN

[www.ofi.at](http://www.ofi.at)



 Vertikalabdichtung innen



www.ofi.at

 Vertikalabdichtung innen

Innenliegendes Abdichtungs-Verbundsystem  
(IAVS - „Grüne Wanne“)

- Spritzbitumenabdichtung
- Bewehrte Zementspritzmörtelschale mit Nirodübel verankert

www.ofi.at

**ofi** FORTSCHRITT IM GUTEN

## Vertikalabdichtung innen – Grüne Wanne®

nachträgliche, innenliegende Vertikalabdichtung von erdberührttem Kellermauerwerk

Niederschlag  
Abdichtung nach ÖNORM B3692:2014

horizontal eindringende Feuchtigkeit nach System GRÜNE WANNE®

aufsteigende Feuchtigkeit Flächenabdichtung nach ÖNORM B3692:2014

aufsteigende Feuchtigkeit nach ÖNORM B3355:2017

www.ofi.at

**ofi** FORTSCHRITT IM GUTEN

www.ofi.at



www.ofi.at



www.ofi.at





www.ofi.at



www.ofi.at



www.ofi.at



www.ofi.at

**ofi** NEUWEITEN FORTSCHRITT IN GUTEN

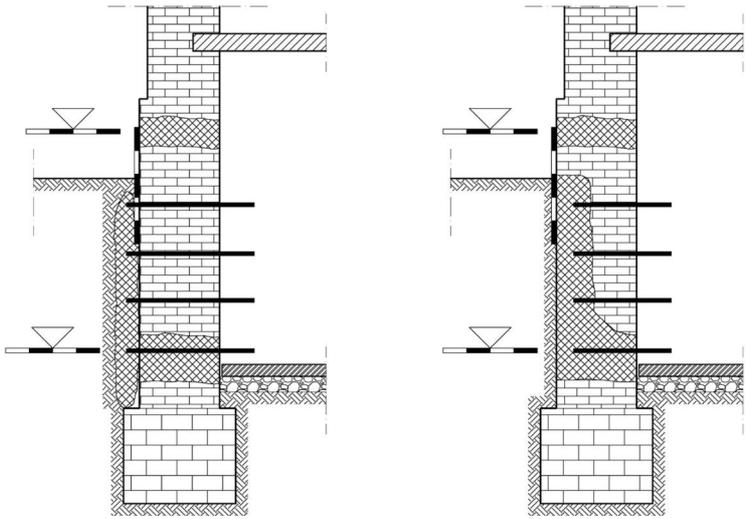
### Vertikalabdichtung innen – „Grüne Wanne“



www.ofi.at

**ofi** NEUWEITEN FORTSCHRITT IN GUTEN

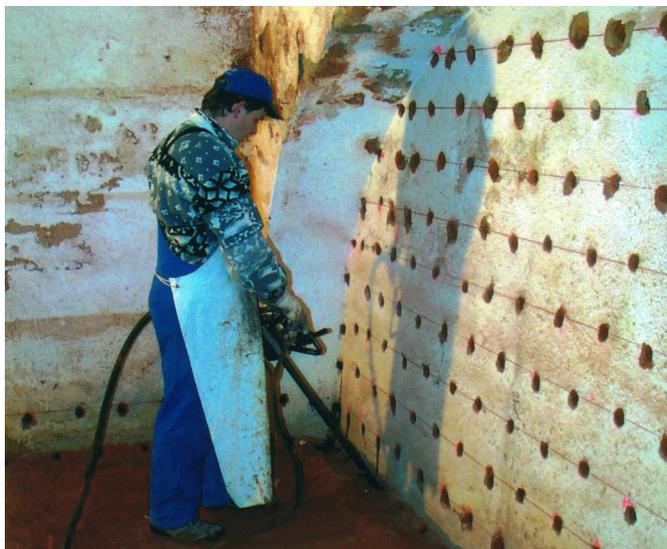
### Flächeninjektionen



www.ofi.at



## Vertikalabdichtung durch Flächeninjektion



www.ofi.at



## ABDICHTUNGSANSCHLÜSSE

www.ofi.at

**ofi** NEUWIRKUNG  
FORTSCHRITT IM GUTEN

### Bituminöse Abdichtungsbahnen

≥ 20 cm  
≥ 10 cm

≥ 10 cm, ≥ 10 cm

www.ofi.at

**ofi** NEUWIRKUNG  
FORTSCHRITT IM GUTEN

### Abdichtungsplatten - Abdichtungsbahnen

≈ 5 cm  
≥ 10 cm, ≥ 10 cm

≈ 5 cm  
≥ 20 cm, ≥ 10 cm

www.ofi.at

**ofi** NEUWEITEN FORTSCHRITT IN GUTEN

### Abdichtungsplatten - Bitumenspachtelmasse

Technical drawings illustrating the application of waterproofing plates (Abdichtungsplatten) using bitumen mortar (Bitumenspachtelmasse) on a brick wall. The drawings show the mortar thickness and the gap between the plate and the wall.

Dimensions shown:

- Mortar thickness:  $\geq 15$  cm
- Gap between plate and wall: 1 cm
- Mortar layer thickness: 5 cm

www.ofi.at

**ofi** NEUWEITEN FORTSCHRITT IN GUTEN

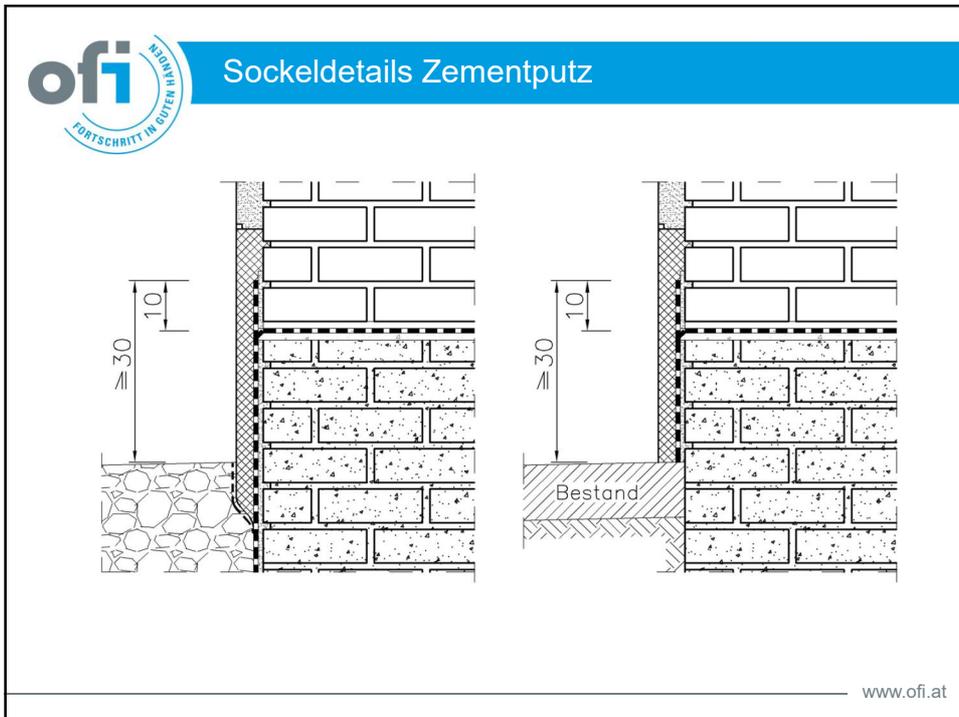
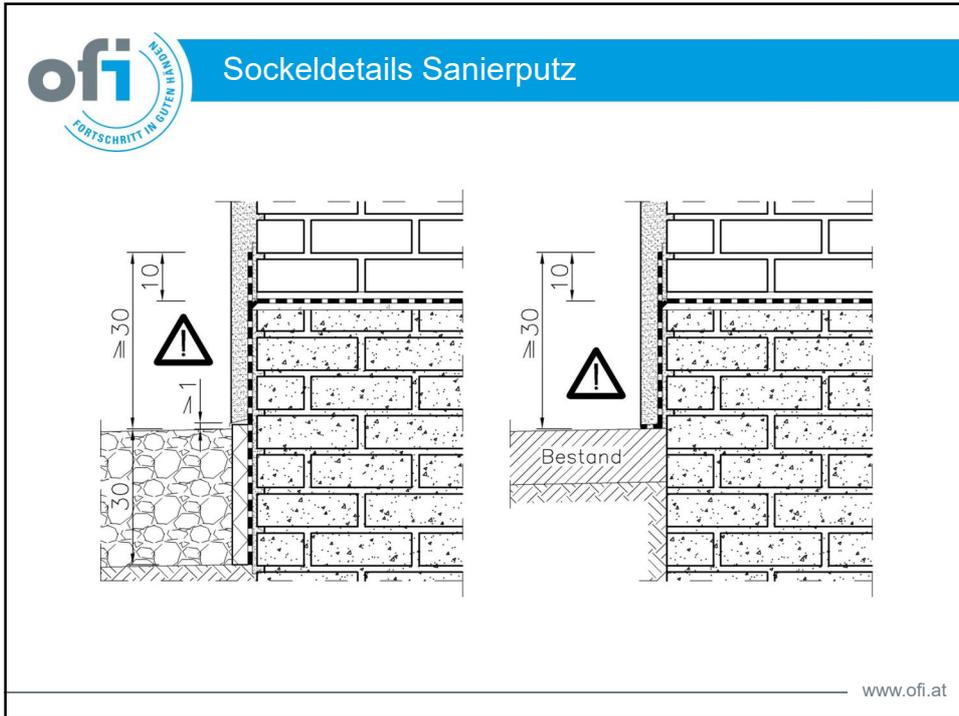
### Mauerwerksinjektionen

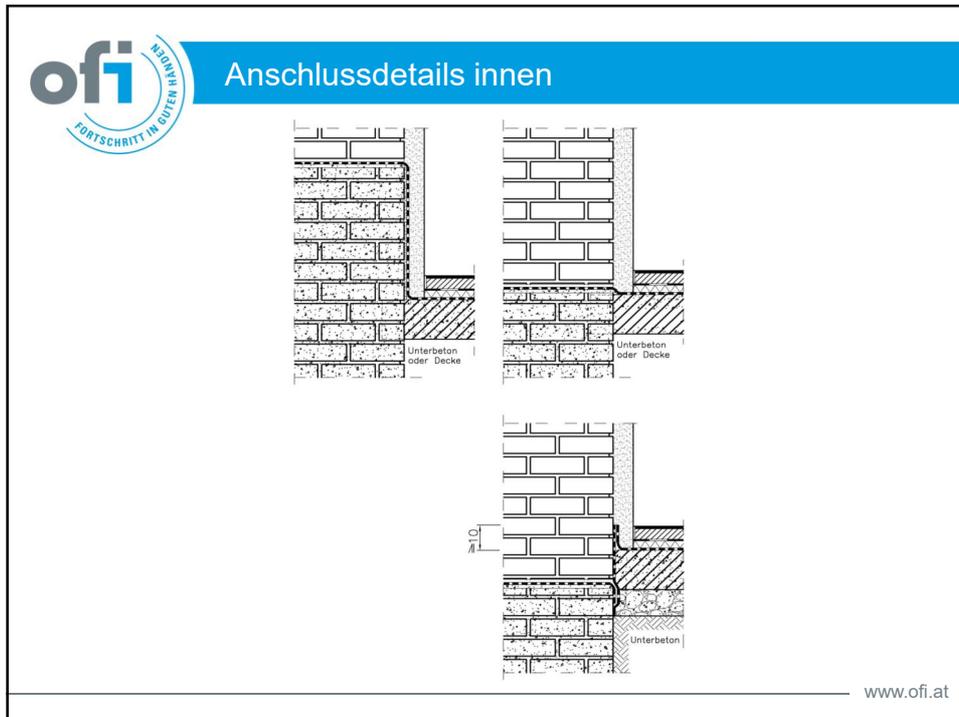
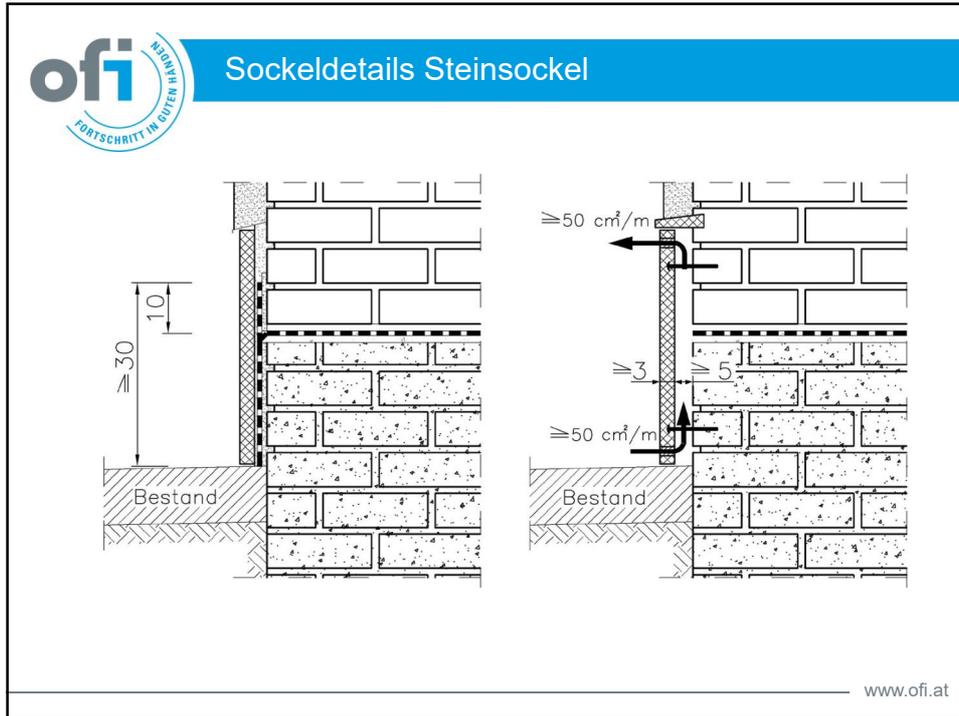
Technical drawings illustrating masonry injections (Mauerwerksinjektionen) in a brick wall. The drawings show the injection channel and the width of the channel.

Dimensions shown:

- Injection channel width:  $\geq 20$  cm

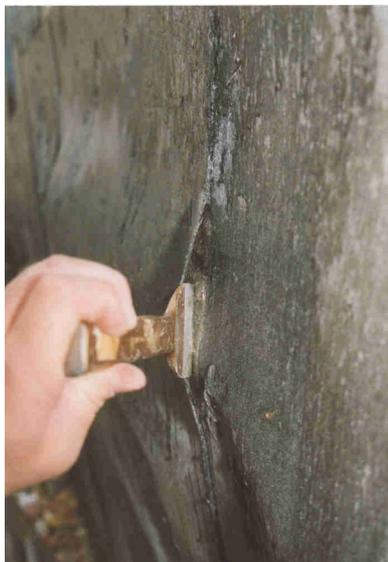
www.ofi.at







Vertikalabdichtung in erdberührten  
Wandbereichen mangelhaft



www.ofi.at



MAUERWERKSENTFEUCHTUNG

www.ofi.at



## Grundsätze für eine rasche Wandentfeuchtung

- Wasserdampfdruckgefälle möglichst groß
- Wasserdampfübergang an der Oberfläche möglichst groß
- Kapillarausgänge an der Oberfläche müssen geöffnet werden

www.ofi.at



## DAMPFDRUCK-DIFFERENZ

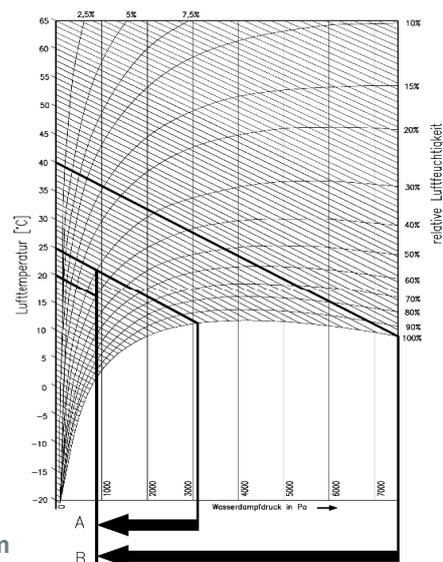
### BEISPIEL A: Luftentfeuchtung

- Raumtemperatur 25°C
- rel. Luftfeuchtigkeit 30%
- Wandtemperatur 25°C
- Dampfdruckgefälle 2219 Pa

### BEISPIEL B: Wandheizung

- Raumtemperatur 20°C
- rel. Luftfeuchtigkeit 40%
- Wandtemperatur 40°C
- Dampfdruckgefälle 6444 Pa

i- $\chi$ -Diagramm



www.ofi.at



Die Erwärmung des Mauerwerks von innen erfolgt durch folgende Maßnahmen

- Heizstabtechnik
- Heizstabtechnik in Kombination mit Druckluft
- Mikrowellentechnik

www.ofi.at



## Heizstabtechnik



www.ofi.at



### Heizstabtechnik mit konditionierter Druckluft



www.ofi.at



### Mikrowellentechnik



www.ofi.at



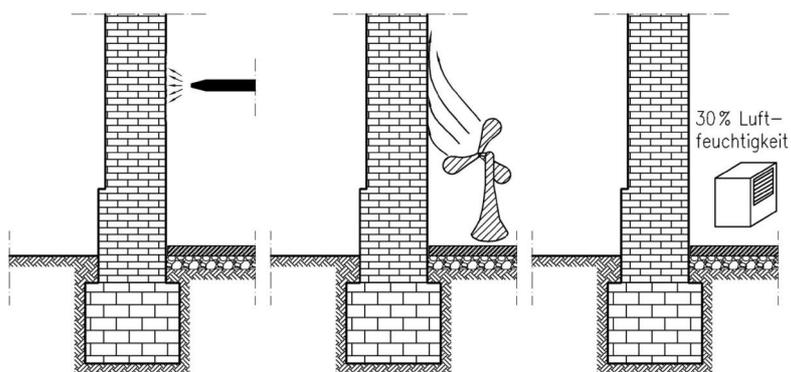
## Mikrowellentechnik



www.ofi.at

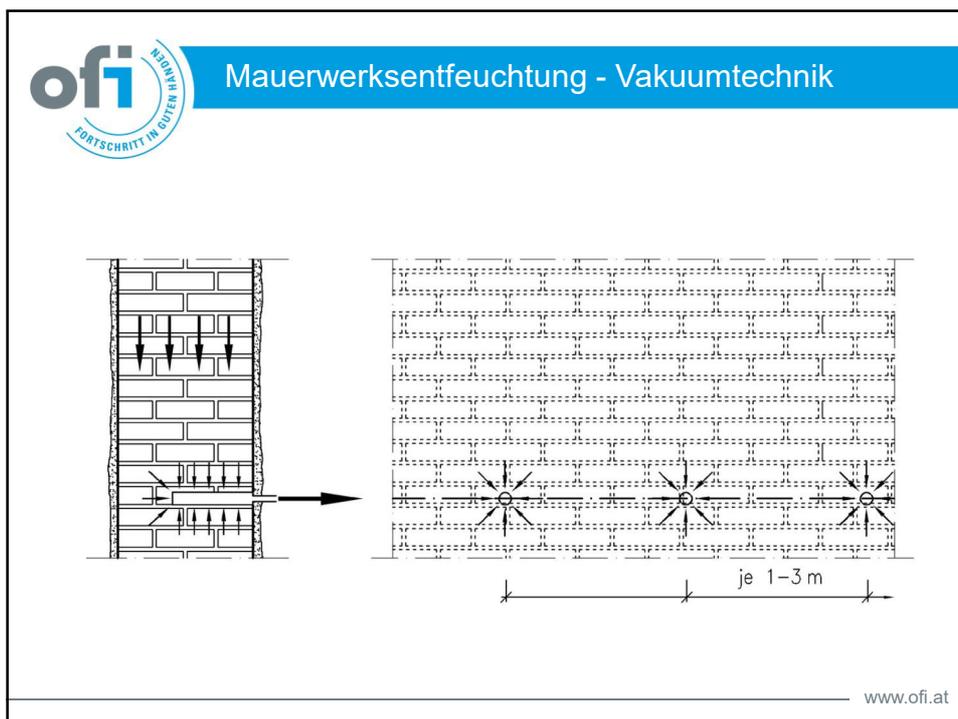


## Zusatzmaßnahmen zur Mauerwerkentfeuchtung



Sandstrahlen – Luftanblasung – Klimatisierung

www.ofi.at





## Mauerwerksentfeuchtung - Vakuumtechnik



www.ofi.at

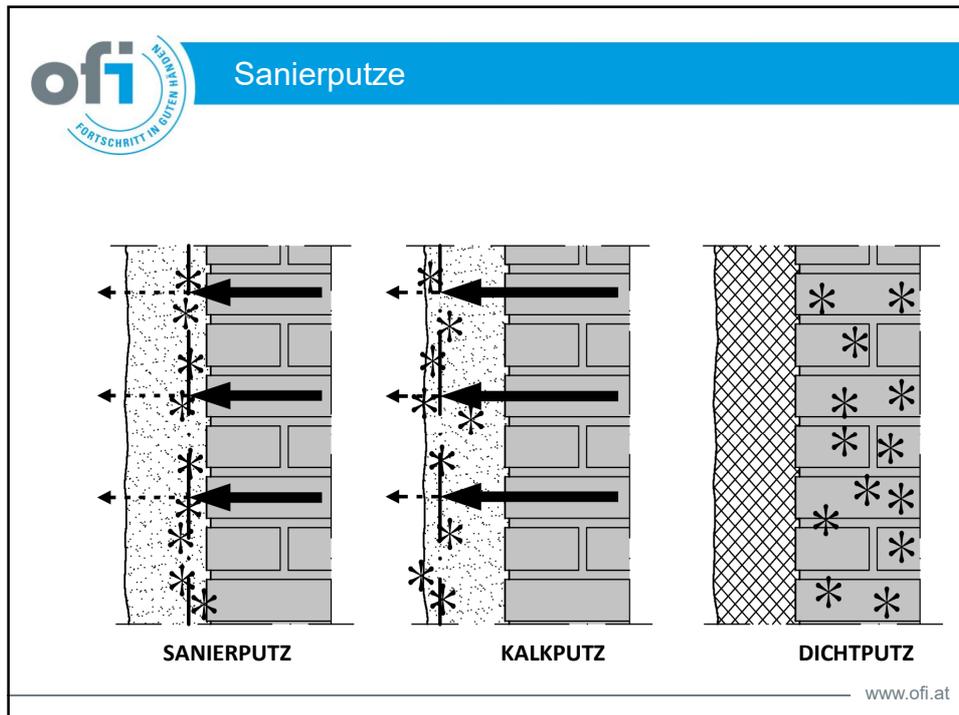


## Putze

Die Standzeit von Putzen auf feuchten und schadsalzbelasteten Untergründen hängt von einer Vielzahl von Parametern ab wie beispielsweise:

- Durchfeuchtungsgrad des Mauerwerks
- Chlorid-, Sulfat- und Nitratbelastung des Mauerwerks
- Art des Bindemittels des Putzes
- Putzdicke
- Porenvolumen
- Porenstruktur
- kapillare Eindringtiefe der Salzlösung in den Putz

www.ofi.at



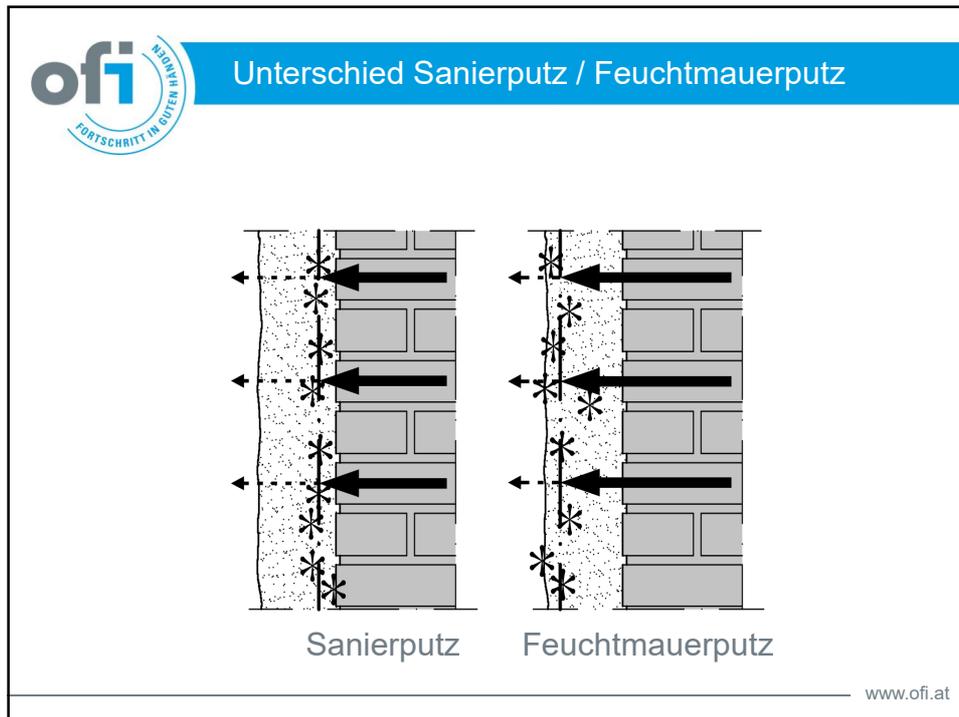

## Feuchtmauerputze

Feuchtmauerputze wurden entwickelt, um **feuchtes und schadsalz-belastetes Mauerwerk ohne Horizontal- und Vertikalabdichtungsmaßnahmen** mittelfristig zu kaschieren. Seitens der Produkthersteller wird darauf hingewiesen, dass die Feuchtmauerputze ein „spezielles“ Mikroporensystem besitzen, das mit einem „ausgeklügelten“ Feinstkapillarnetz verbunden ist, wodurch die Schadsalze im Mauerwerk keinen negativen Einfluss auf den Putz haben.

Grundsätzlich ist zu bemerken, dass **Feuchtmauerputze keine Entfeuchtungsputze** – wie oft in Prospekten zu lesen ist – sind, sondern möglicherweise auf Mauerwerk mit hoher Feuchtigkeits- und Schadsalzbelastung eine längere Standzeit besitzen als die herkömmlichen Sanierputze. Dies bedeutet, dass der Einsatz der Feuchtmauerputze nur dann sinnvoll ist, wenn der **kapillare Feuchtigkeitstransport im Mauerwerk durch Abdichtungsmaßnahmen nicht mehr stattfindet**, aber der Durchfeuchtungsgrad des Mauerwerks noch deutlich über 20 % liegt.

**Feuchtmauerputz:**  
Putzaufbringung bei Durchfeuchtungsgrad >20 % möglich in Abhängigkeit der Schadsalzbelastung des Mauerwerks.

www.ofi.at



**ofi** FORTSCHRITT IM GUTEN

## Historische Putze

Unter dem Begriff „historische Putze“ sind jene Putze zu verstehen, die den am Bauwerk noch vorhandenen Altputzen nachempfunden bzw. angepasst werden. Dabei handelt es sich meist um Kalk-, Kalk-Trass-Trass-Kalk-, hydraulische Kalk-Putze etc.

Wichtig dabei sind einerseits die Herstellung und die Verarbeitung der Putze und andererseits, dass diese „historischen Putze“ nur auf einem Mauerwerk mit einem Durchfeuchtungsgrad  $\leq 20\%$  und einer geringen bis maximal mittleren Schadsalzbelastung aufgebracht werden, da sie sonst meist kurzfristig als „Opferputz“ enden.

www.ofi.at



## Sockelputze

Für den Sockelbereich eines Objektes eignen sich grundsätzlich nachfolgende Putzarten:

- Zementputz
- Zementputz mit sulfatbeständigem Zement (bei einer mittleren bis hohen Sulfatbelastung des Mauerwerks)
- Sanierputz - Sockelputzmörtel
- Feuchtmauerputz
- Trassputz

Grundsätzlich gilt natürlich auch für die Sockelputze, dass der Putz erst bei einem Durchfeuchtungsgrad des Mauerwerks von  $\leq 20\%$  aufgebracht werden soll. Hinsichtlich der Beständigkeit gegen Spritzwasser eignen sich am besten Zementputze. Für **kapillar saugende Putze** (wie z.B. Sanierputze) ist unbedingt darauf zu achten, dass diese Putze **nur oberhalb des anschließenden Geländes** eingesetzt werden.

www.ofi.at



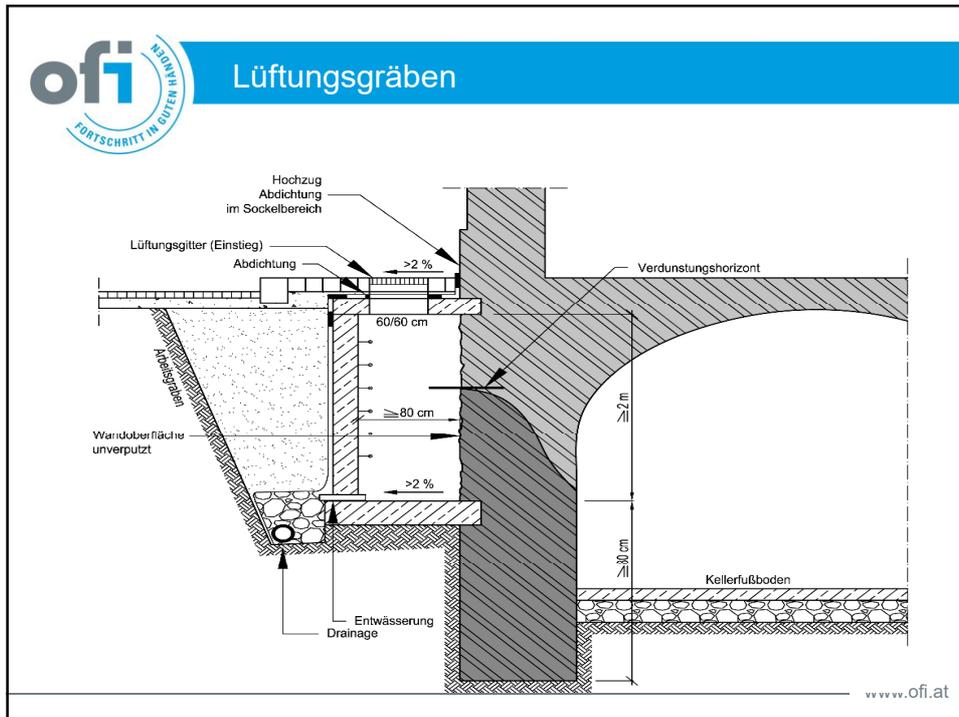
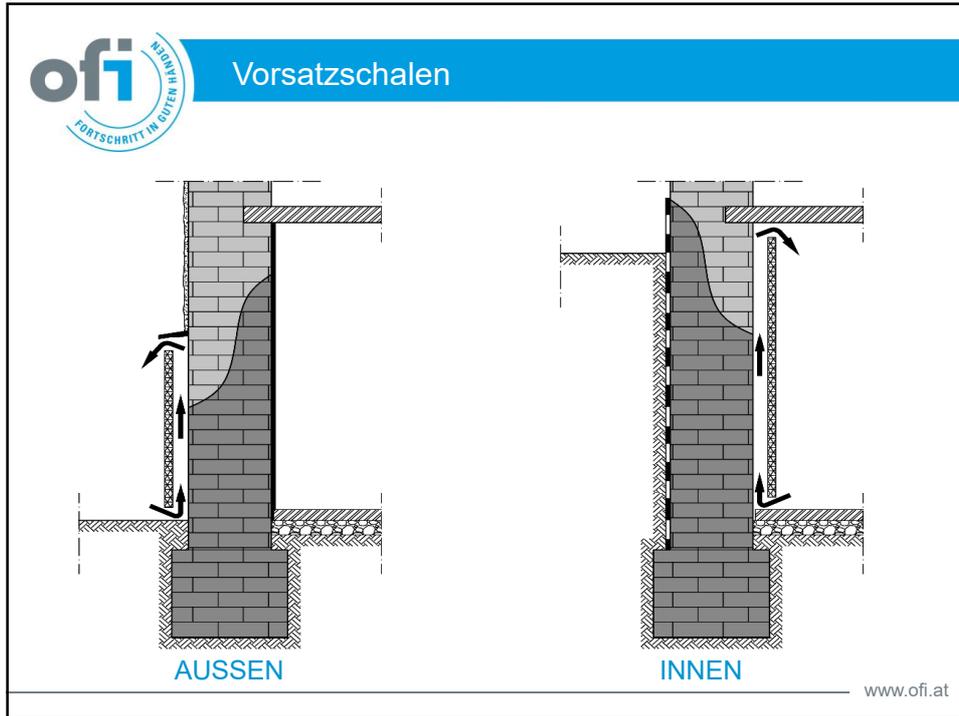
## Anstriche

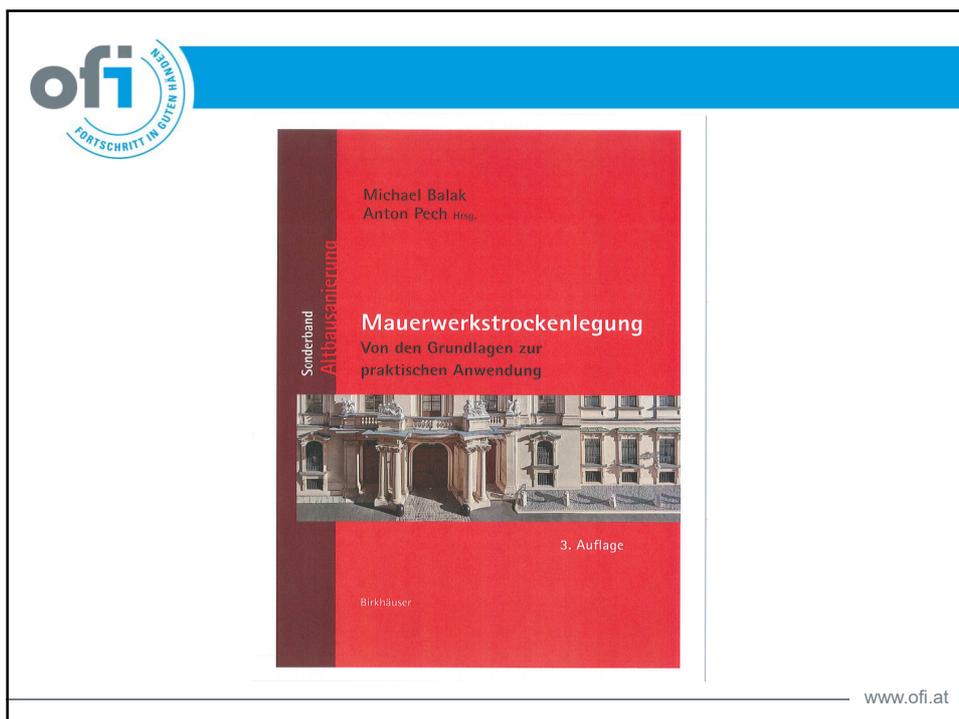
**Farbanstriche** müssen eine geringere diffusionsäquivalente Luftschichtdicke ( $s_d$ -Wert) aufweisen als die darunter liegenden Putzschichten. Geeignete Farbanstriche auf Putzen, die auf ein „trockengelegtes“ oder feuchtes Mauerwerk aufgebracht werden, sind Mineralfarben, da diese dampfdiffusionsoffen sind.

Dazu zählen:

- Kalkfarben
- Silikatfarben
- Silikonharzfarben

www.ofi.at





[www.ofi.at](http://www.ofi.at)



Kontakt: Michael Balak

t: +43 1 798 16 01 - 600

f: +43 1 798 16 01 - 530

m: +43 664 336 33 89

[michael.balak@ofi.at](mailto:michael.balak@ofi.at)

[www.ofi.at](http://www.ofi.at)