

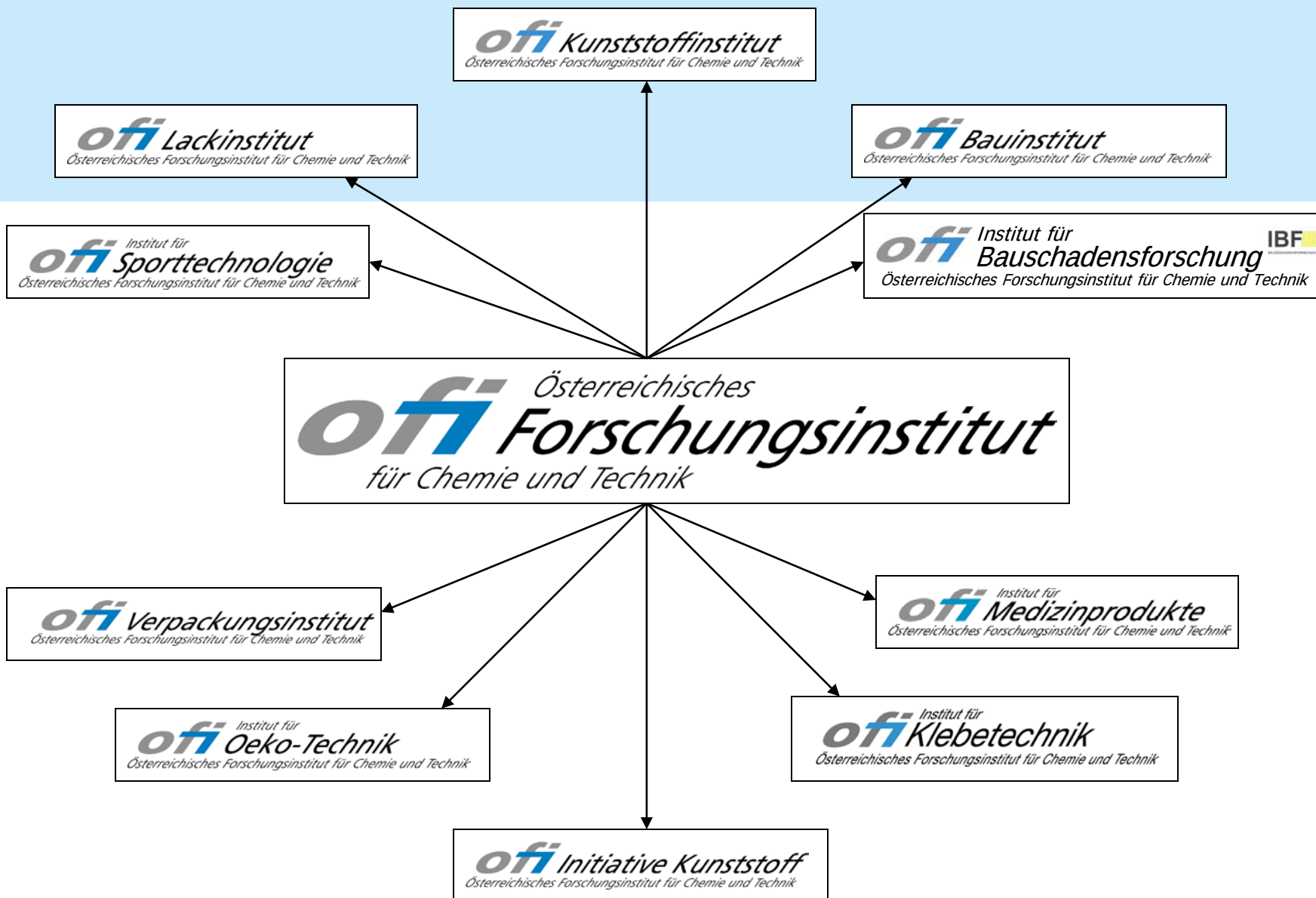
Nachträgliche Abdichtungen von Altobjekten

Dipl.-Ing.Dr.techn. Michael Balak

Zivilingenieur für Bauwesen

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter
Sachverständiger

Institutsleiter – **ofi**-Institut für Bauschadensforschung







































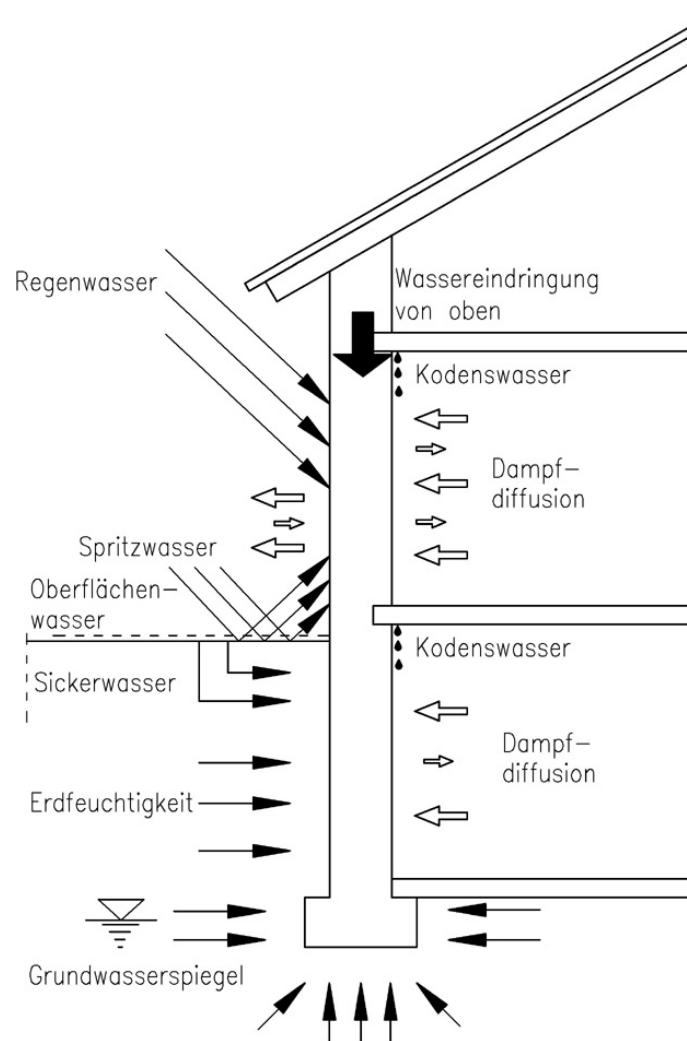








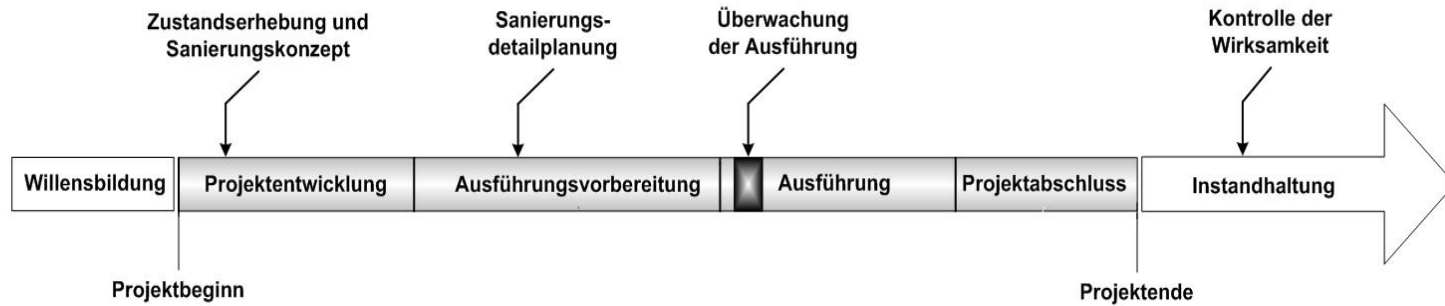




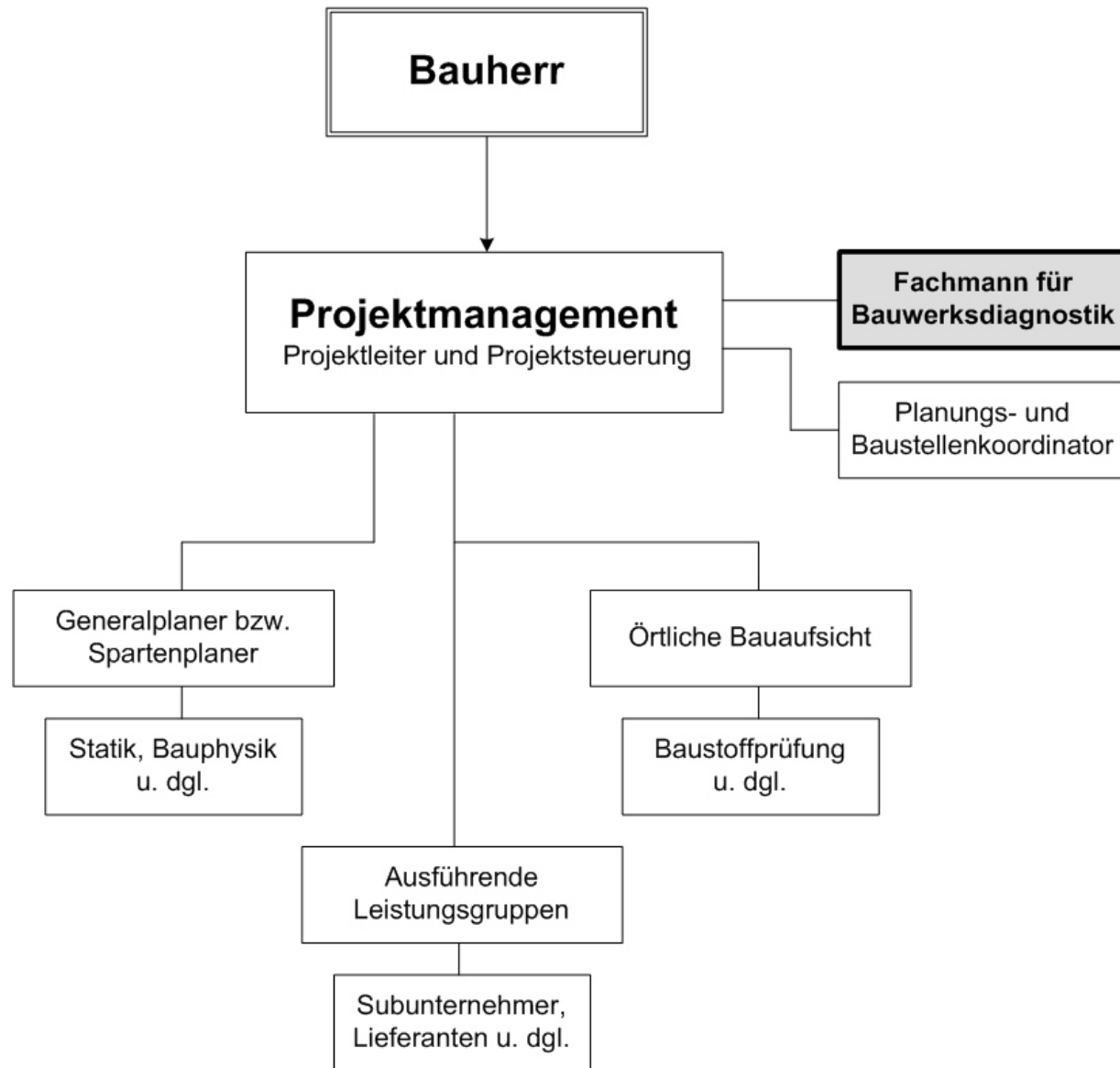
ÖNORM B 3355 – 1

Trockenlegung von feuchtem
Mauerwerk – „Bauwerksdiagnose
und Planungsgrundlagen“

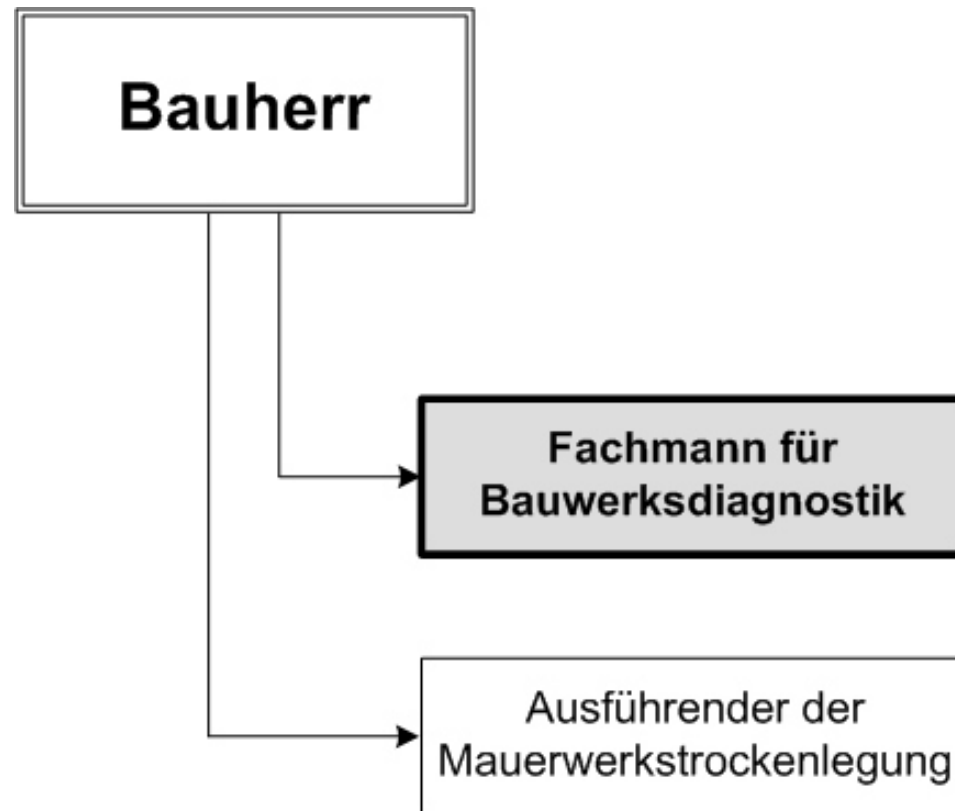
Zeitlicher Projektablauf



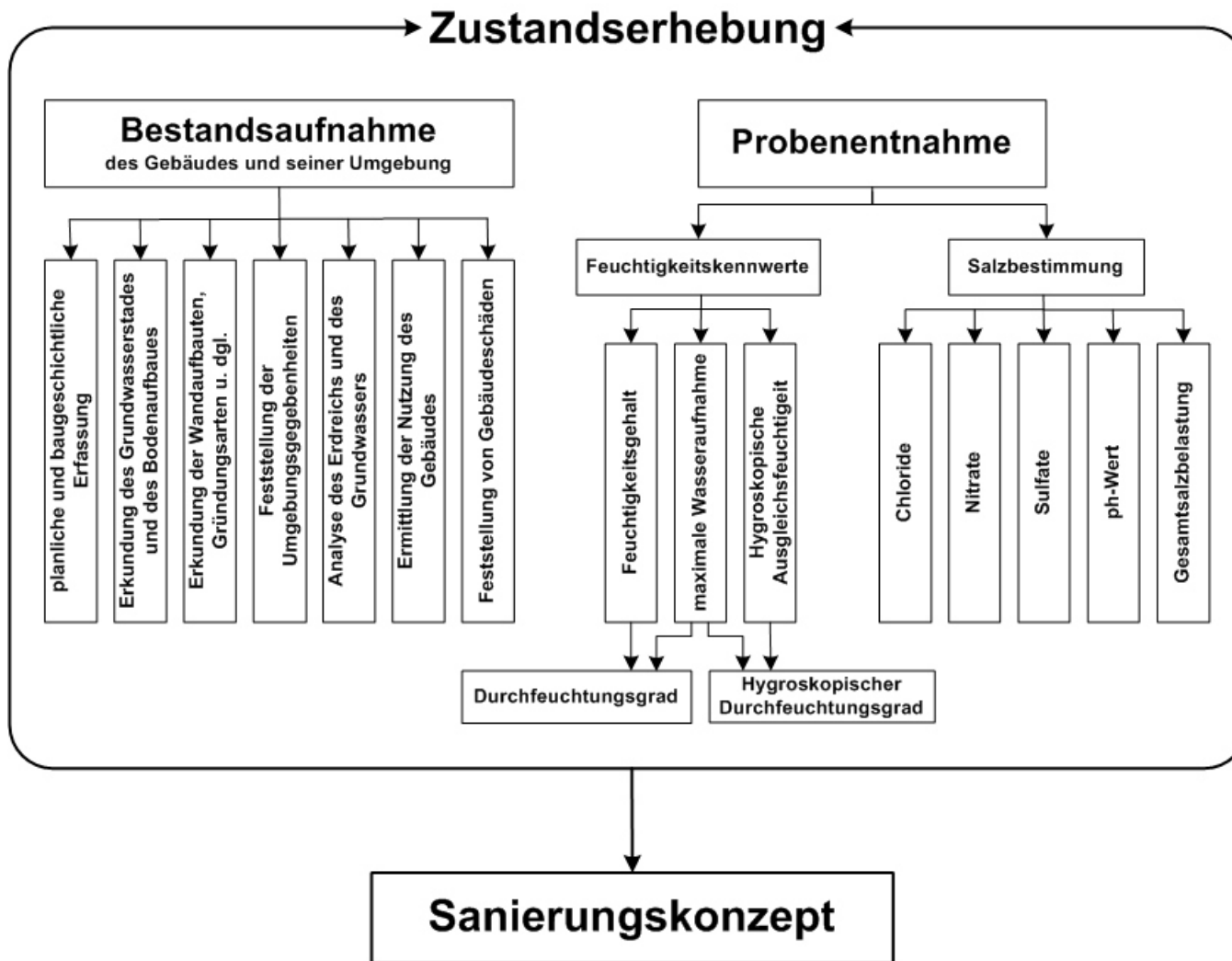
Organisatorische Zuordnung des Fachmanns für Bauwerksdiagnostik für ein Großprojekt



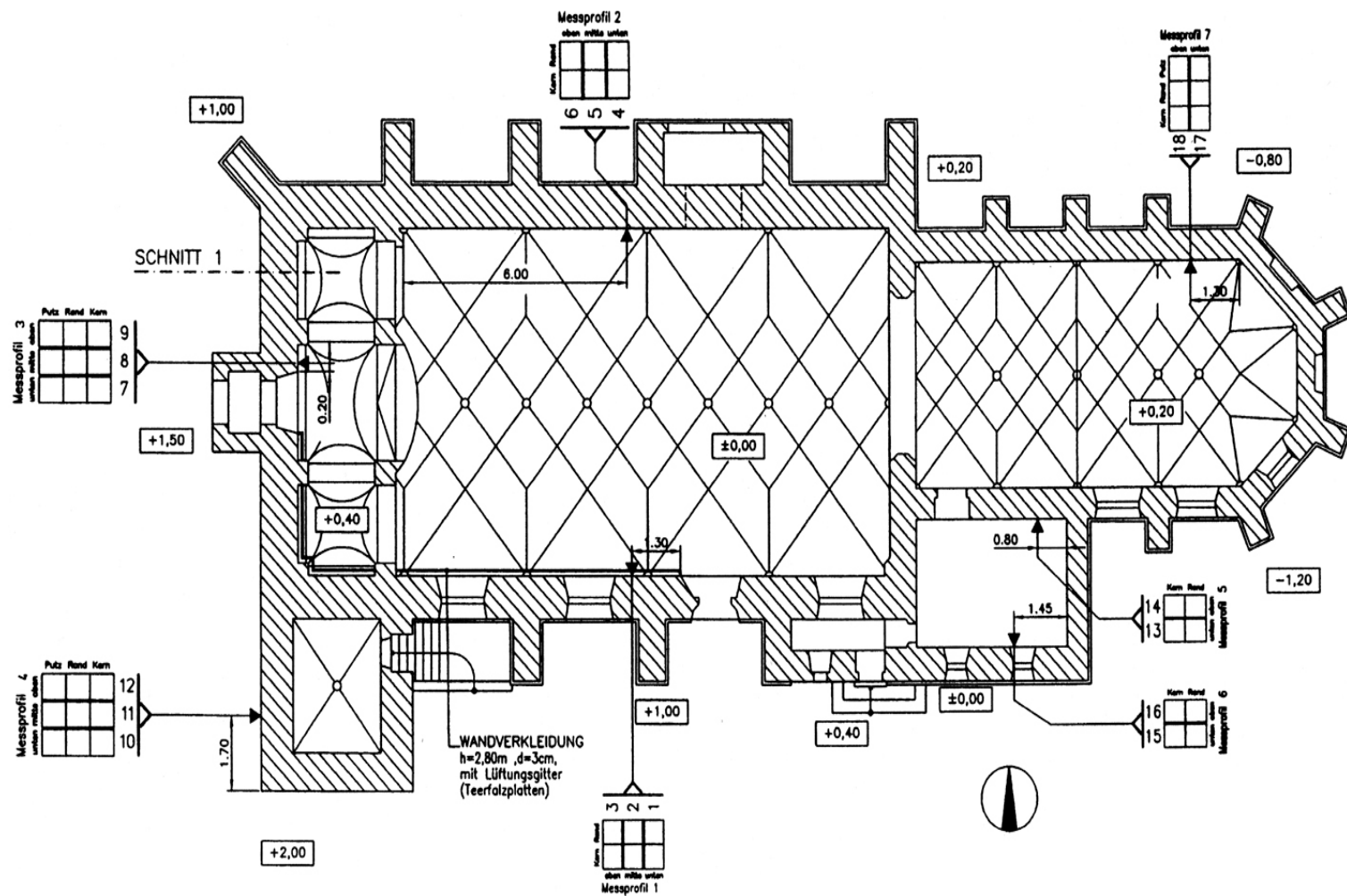
Organisatorische Zuordnung des Fachmanns für Bauwerksdiagnostik für eine Einzelmaßnahme



Arbeitsprozesse der Zustandserhebung



Probenentnahme



Probenentnahme durch Ausstemmen:



Probenentnahme mittels Spiralbohrer



Probenentnahme mittels Spiralbohrer



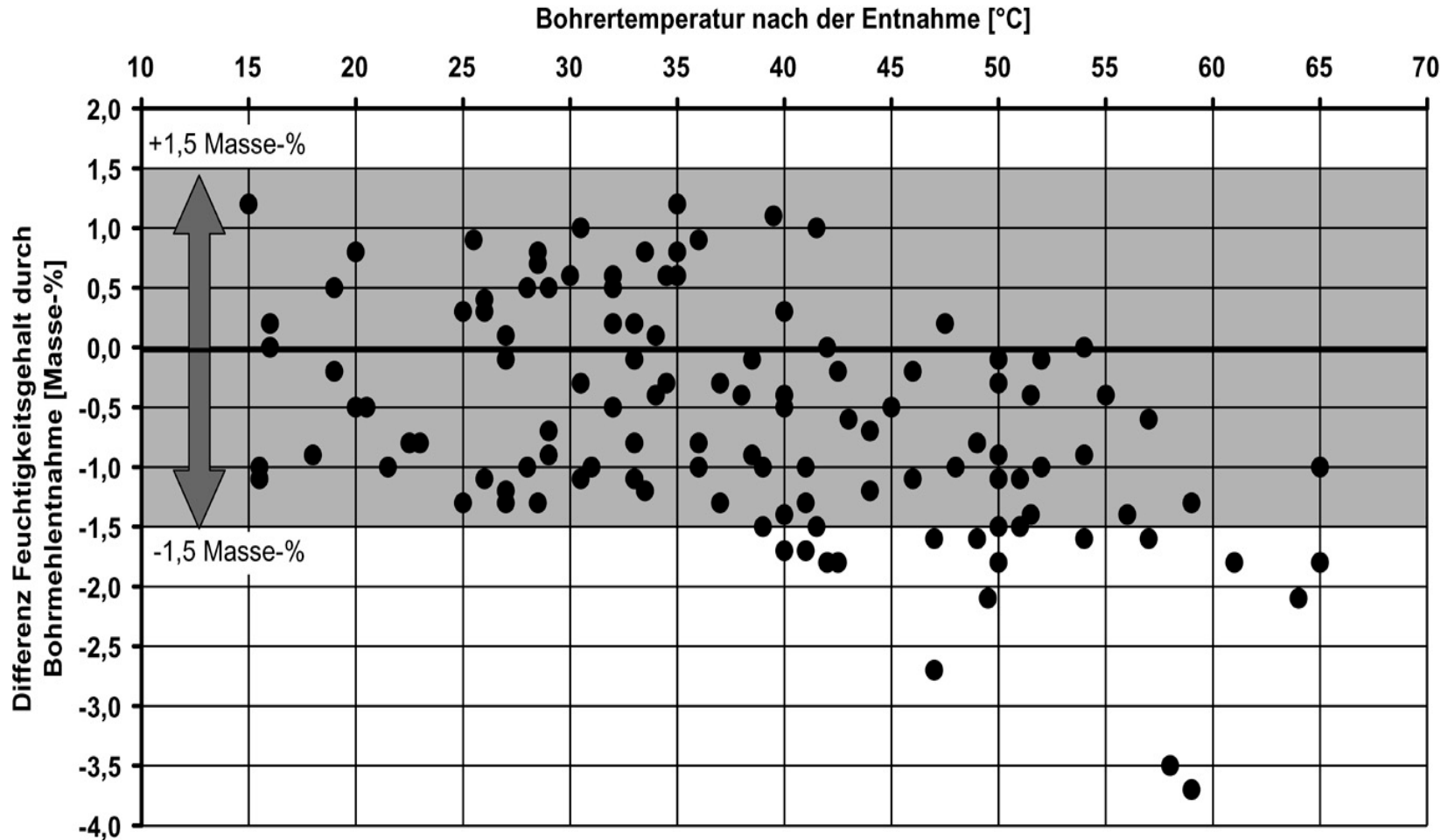
Probenentnahme mittels Spiralbohrer



Probenentnahme mittels Spiralbohrer



Probenentnahme mittels Spiralbohrer



Probenentnahme mittels Kernbohrer



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

Feuchtigkeitsgehalt: Bestimmung mit der Darr-Methode



Feuchtigkeitsgehalt: Bestimmung mit der Darr-Methode



Feuchtigkeitsgehalt: Bestimmung mit der CM-Methode



Feuchtigkeitsgehalt: Ungeeignete Methode



Feuchtigkeitsgehalt: Ungeeignete Methode



Maximale Wasseraufnahme



Durchfeuchtungsgrad

$$D = F/W_{\max}$$

Hygroskopische Ausgleichsfeuchtigkeit

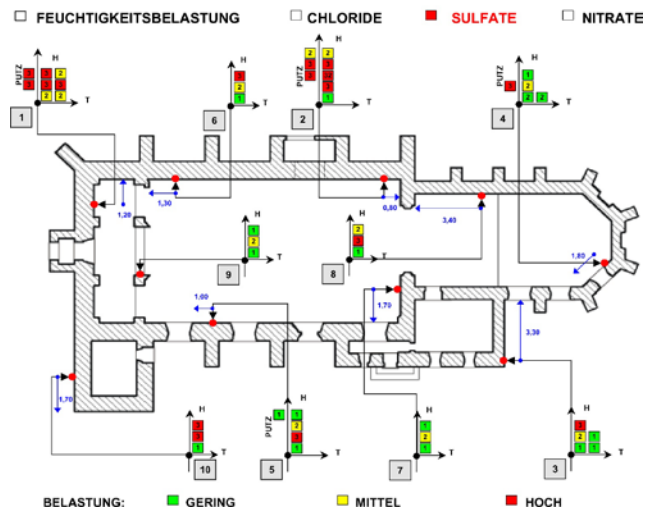
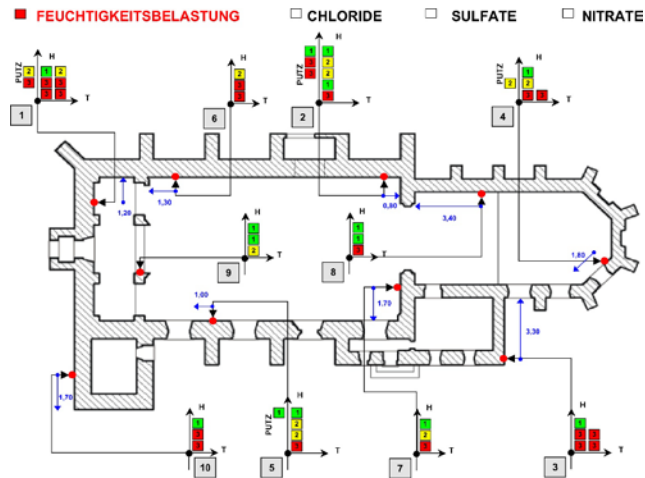


Bauschädliche Salze



Objekt: Wohnhaus, 1200 Wien, Streffleurgasse 15																A.Nr.:301625		Seite 1		Formblatt A6																																											
Entnahme										Feuchte							Salz																																														
Sachbearbeitung: Morariu Datum: 21.11.2003										Sachbearbeitung: Morariu Datum: 21.11.2003-15.12.2003							Sachbearbeitung: Morariu Datum: 26.11.2003																																														
Meß- profil		Ort		Behälter		Bezugsniveau BN		Höhe BN [m]		Höhe Gelände Art [m]		Entnahmetiefe von bis [cm]		Material		Anmerkung/Situation		F		Wm		Wv		D		H		S		R		A		halbquant. Cl SO ₄ NO ₃		quantitativ Cl SO ₄		pH- Wert		Leitwerte A B																							
1	1	244						-	0,20	M	25,0	30,0	Zi	Außenwand	18,9	22,3	-	84,8	2,2	-	3,4	0,5	1	1	1	0,018	0,099	0,018	7,0	-	-																																
1	2	900						-	0,90	M	26,0	31,0	Zi	Außenwand	7,6	22,3	-	34,1	-	-	14,7	-	1	1	1	0,009	0,062	0,013	7,0	-	-																																
1	3	7120						-	1,70	M	24,0	29,0	Zi	Außenwand	1,4	22,3	-	6,3	2,7	-	20,9	0,6	1	2	1	0,007	0,139	0,003	7,8	-	-																																
2	4	1080						-	0,20	M	25,0	30,0	Zi	Außenwand	20,2	22,3	-	90,5	3,6	-	2,1	0,8	2	2	1	0,051	0,190	0,027	7,0	-	-																																
2	5	1205						-	0,90	M	26,0	30,0	Zi	Außenwand	9,4	22,3	-	42,2	-	-	12,9	-	1	2	1	0,018	0,109	0,015	7,2	-	-																																
2	6	1740						-	1,70	M	27,0	31,0	Zi	Außenwand	4,7	22,3	-	21,0	2,7	-	17,6	0,6	1	2	1	0,009	0,226	0,017	7,0	-	-																																
3	7	116						-	0,20	M	25,0	30,0	Zi	Außenwand	18,6	22,3	-	83,4	3,1	-	3,7	0,7	2	1	1	0,038	0,096	0,030	7,0	-	-																																
3	8	1081						-	0,90	M	26,0	31,0	Zi	Außenwand	7,4	22,3	-	33,2	-	-	14,9	-	1	3	1	0,008	0,460	0,006	7,8	-	-																																
3	9	1765						-	1,65	M	24,0	29,0	Zi	Außenwand	1,8	22,3	-	8,0	4,0	-	20,5	0,9	1	3	1	0,007	0,288	<0,001	8,2	-	-																																
4	10	309						-	0,20	M	25,0	30,0	Zi	Außenwand	17,9	22,3	-	80,3	3,6	-	4,4	0,8	2	2	1	0,069	0,147	0,046	7,0	-	-																																
4	11	815						-	1,00	M	26,0	31,0	Zi	Außenwand	8,1	22,3	-	36,3	-	-	14,2	-	1	2	1	0,029	0,203	0,029	7,0	-	-																																
4	12	1252						-	1,75	M	24,0	29,0	Zi	Außenwand	2,6	22,3	-	11,7	5,8	-	19,7	1,3	2	2	3	0,067	0,215	0,424	7,6	-	-																																
5	13	249						-	0,15	M	25,0	30,0	Zi	Außenwand	16,8	22,3	-	75,3	3,1	-	5,5	0,7	2	1	1	0,046	0,047	0,022	7,0	-	-																																
5	14	311						-	0,90	M	26,0	31,0	Zi	Außenwand	7,8	22,3	-	35,0	-	-	14,5	-	2	2	1	0,045	0,236	0,030	7,0	-	-																																
5	15	7048						-	1,70	M	24,0	29,0	Zi	Außenwand	3,3	22,3	-	14,7	6,3	-	19,0	1,4	3	2	3	0,232	0,141	0,351	7,4	-	-																																
6	16	387						-	0,15	M	10,0	15,0	Zi	Innenwand	7,1	22,3	-	31,8	5,8	-	15,2	1,3	2	2	3	0,058	0,175	0,554	7,0	-	-																																
6	17	7051						-	0,95	M	11,0	16,0	Zi	Innenwand	2,9	22,3	-	13,0	-	-	19,4	-	2	3	3	0,048	0,364	0,448	7,1	-	-																																
7	18	1148						-	0,20	M	12,0	17,0	Zi	Feuermauer	6,8	22,3	-	30,4	5,4	-	15,5	1,2	1	3	2	0,011	0,565	0,094	7,1	-	-																																
7	19	1651						-	1,00	M	10,0	15,0	Zi	Feuermauer	2,4	22,3	-	10,8	-	-	19,9	-	1	3	1	0,017	0,431	0,028	7,6	-	-																																
8	20	1371	EG-FBOK					0,30	-	M	20,0	25,0	Zi	Innenwand	6,8	22,3	-	30,6	7,2	-	15,5	1,6	3	3	3	0,193	1,206	0,954	7,0	-	-																																
8	21	7101	EG-FBOK					1,05	-	M	21,0	24,0	Zi	Innenwand	1,7	22,3	-	7,6	-	-	20,6	-	1	2	1	0,009	0,114	0,003	10,1	-	-																																
S.....Stemprobe																Zi.....Ziegel																Mö.....Mörtel																Besch.....Beschüttung															
M.....Bohrmehlprobe																St.....Naturstein																Pu.....Putz																															
K.....Bohrkernprobe																Be.....Beton																Es.....Estrich																															
Klimadaten: (erfaßt mit TESTO 601 - Geräte-Nr. 1309)																																																															
Lufttemperatur - außen:																7,3 °C																Lufttemperatur - innen:																10,5 °C															
Relative Luftfeuchte - außen:																77,2 %																Relative Luftfeuchte - innen:																75,3 %															
Wandoberflächentemp. - außen:																- °C																Wandoberflächentemp. - innen:																- °C															
Prüfgeräte:																Waage: Mettler SM1520 Geräte-Nr. 705																Wärmeschrank: Heraeus UT-6200 Geräte-Nr. 791																☐															
																Klimaschrank: WEISS T130 AB Geräte-Nr. 275																UT-6200 Geräte-Nr. 792																☐															
																Wärmeschrank: Heraeus KT-500 Geräte-Nr. 447																UT-6200 Geräte-Nr. 793																☐															
																																Colorimeter: Hach DR/890 Geräte-Nr. 1.642																															
																																Reflektometer: RQFLEX Geräte-Nr. 1.238																															
																																pH-Meter: WTW pH96 Geräte-Nr. 917																															

Bauschädliche Salze



Sanierungsplanung

- Entfernen des Altputzes
- Mechanische Reinigung der Wandoberflächen
- Horizontale Feuchtigkeitsabdichtung des Mauerwerks
- Mauerwerksentfeuchtung
- Mauerschadsalzreduktion
- Vertikale Feuchtigkeitsabdichtung des Mauerwerks
- Flächenabdichtung der Fußböden
- Putze
- Beschichtungen
- Ableitung der Oberflächenwässer
- Wandverschleißungen
- Allgemeine Hinweise – bauwerksspezifisch
- Bauablauf

Sanierungsdetailplanung

- Detaillierte technische Beschreibung
- Beschreibung der zu verwendenden Baustoffe und Geräte
- Alle relevanten Maßangaben

Überwachung und Kontrolle

Wirksamkeit sämtlicher durchgeführter Trockenlegungsmaßnahmen:

$$W = (F_v - F_n) / (F_v - A) \cdot 100$$

F_v Feuchtigkeitsgehalt vor Durchführung der Maßnahmen

F_n Feuchtigkeitsgehalt nach Durchführung der Maßnahmen

A Ausgleichsfeuchtigkeit bevorzugt vor
Maßnahmendurchführung

$A = 0$ bei Anionenkonzentration bis Stufe 1

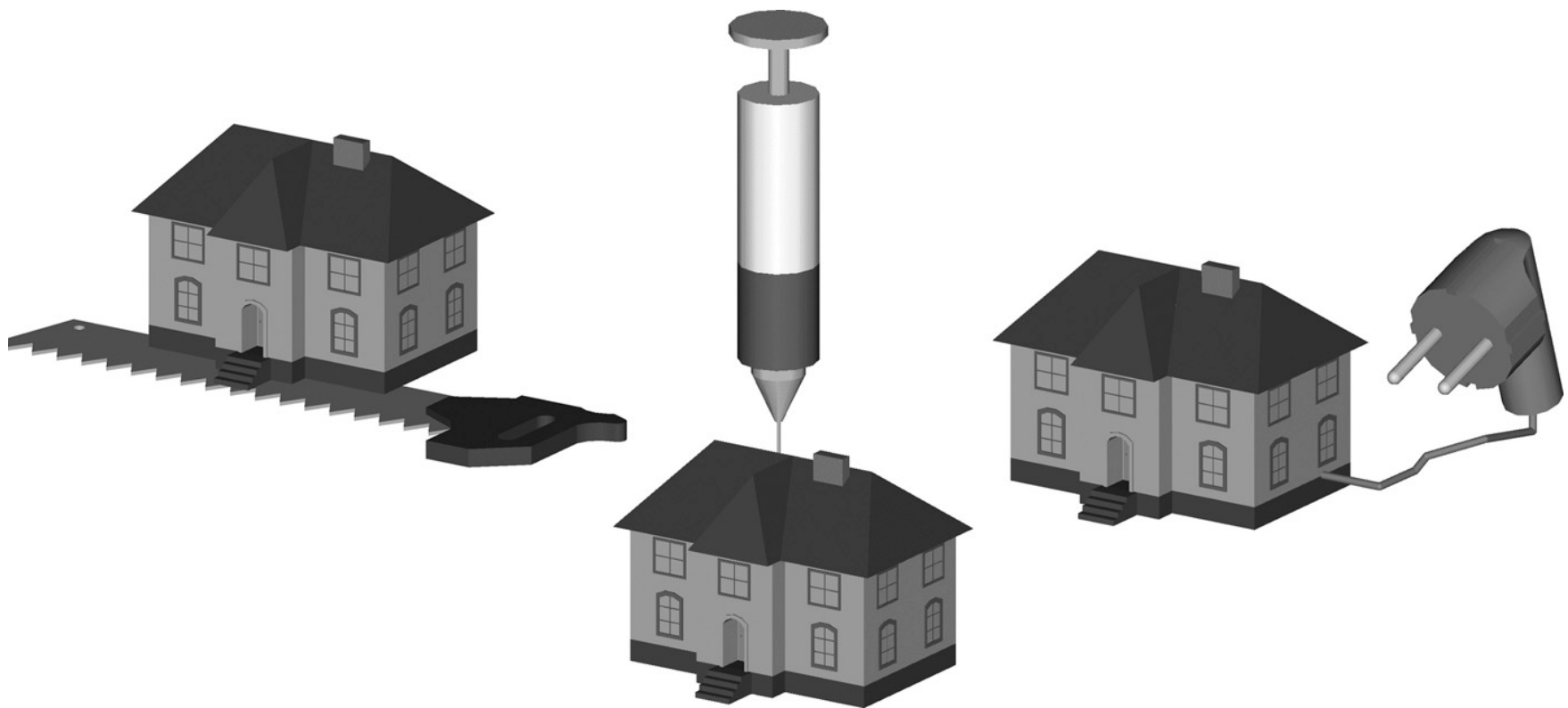
Wirksamkeit gegeben wenn:

$W \geq 70 \%$ oder

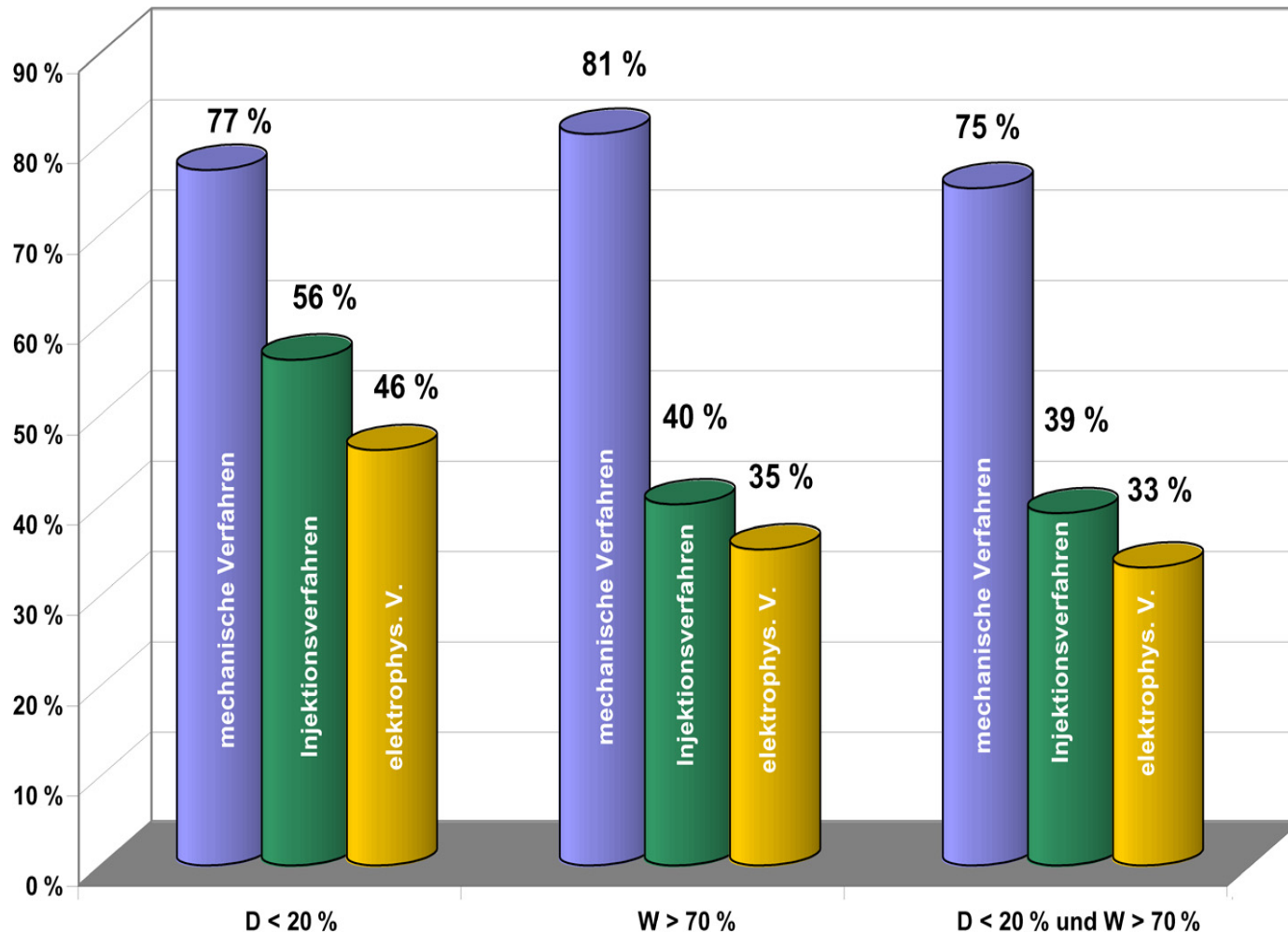
Prognose mit $W \geq 70 \%$ möglich

Durchfeuchtungsgrad maximal 20%

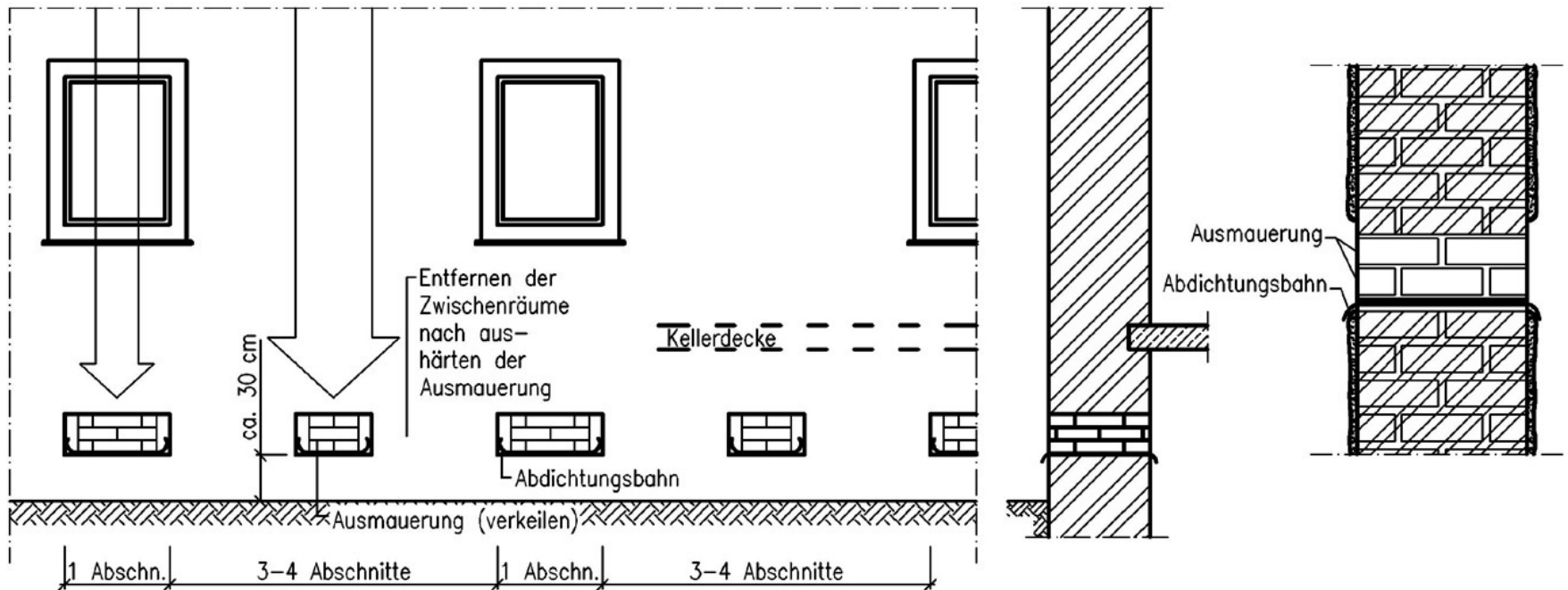
VERFAHREN ZUR NACHTRÄGLICHEN HORIZONTALABDICHTUNG VON MAUERWERK ÖNORM B 3355 - 2

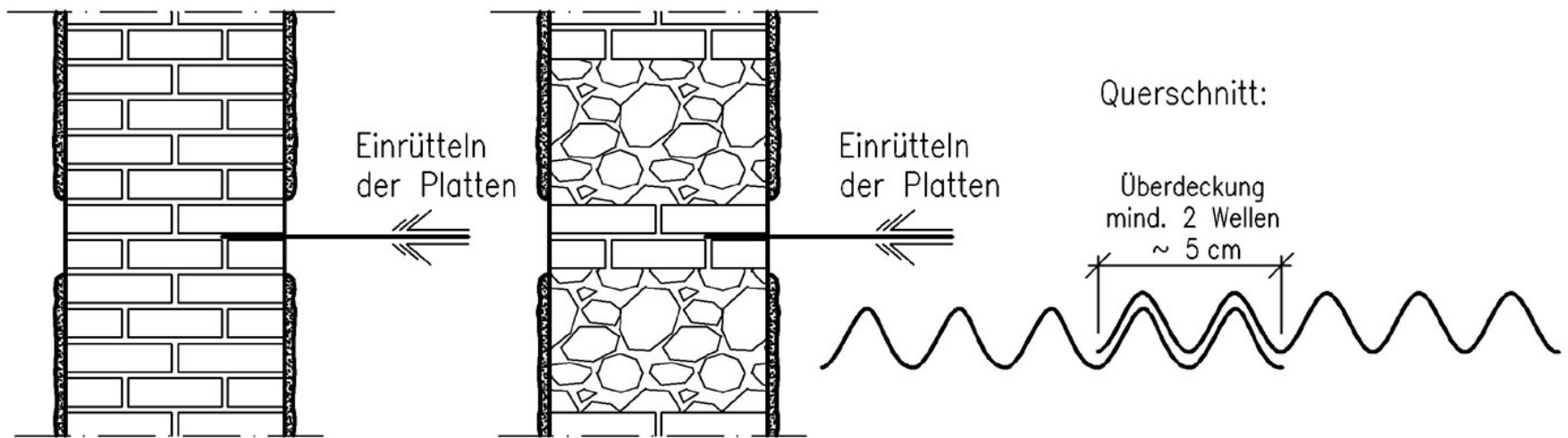


Untersuchung an 40 Objekten haben folgendes ergeben:



MECHANISCHE VERFAHREN





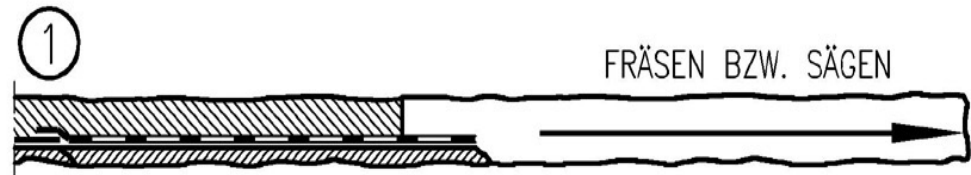
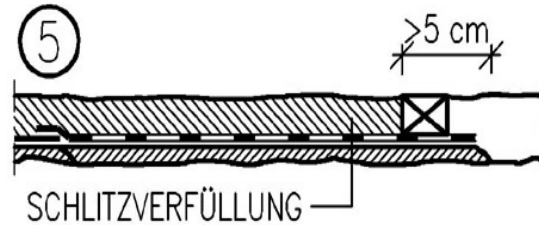
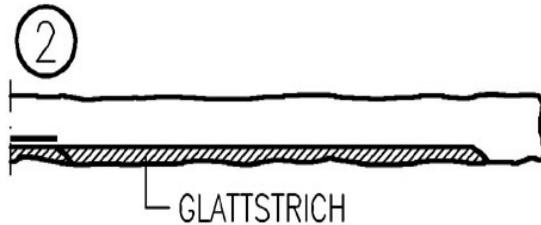


Schadensfälle nach Anwendung von mechanischen, einstufigen Verfahren



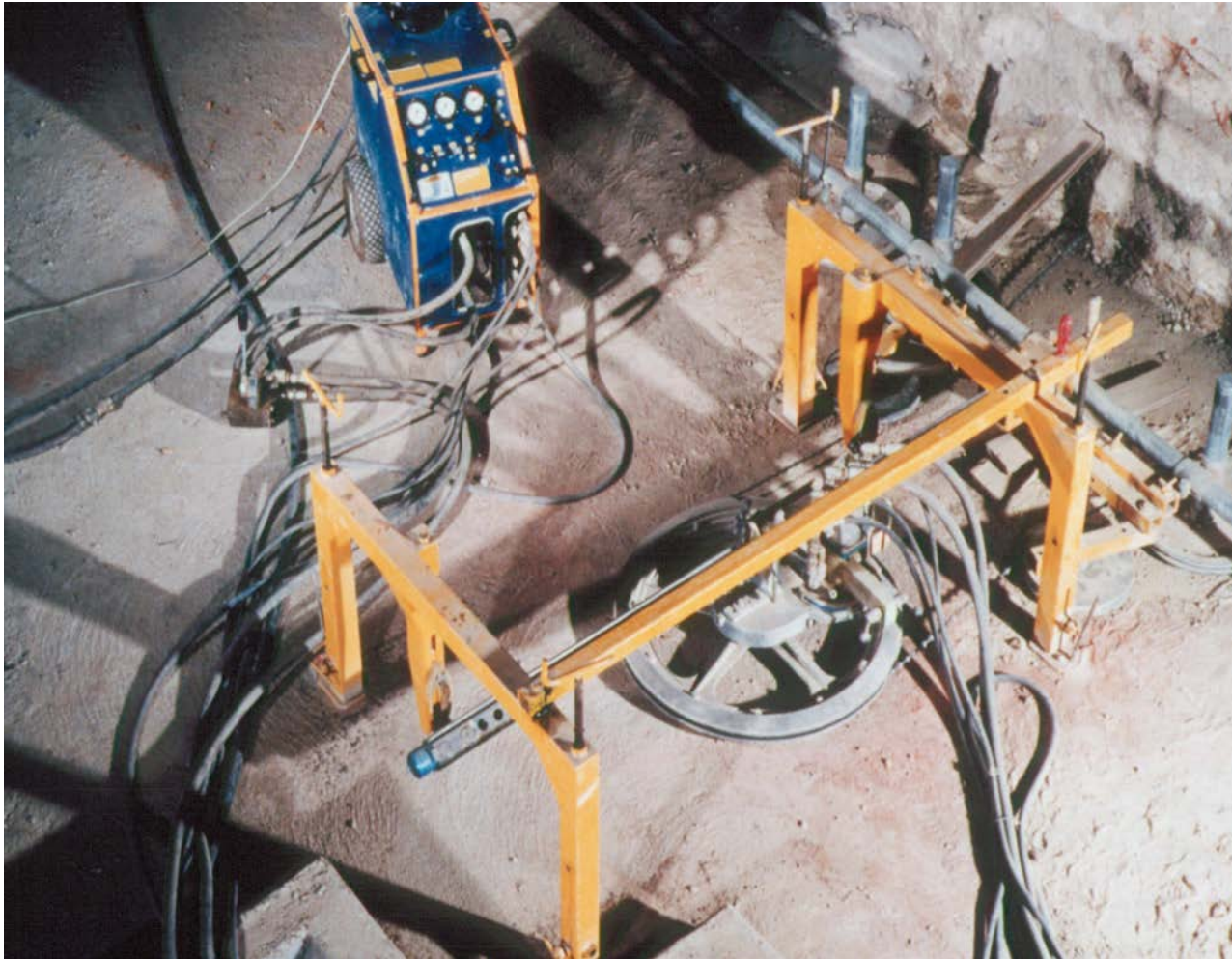
Schadensfälle nach Anwendung von mechanischen, einstufigen Verfahren

















Schadensfälle nach Anwendung von mechanischen, zweistufigen Verfahren

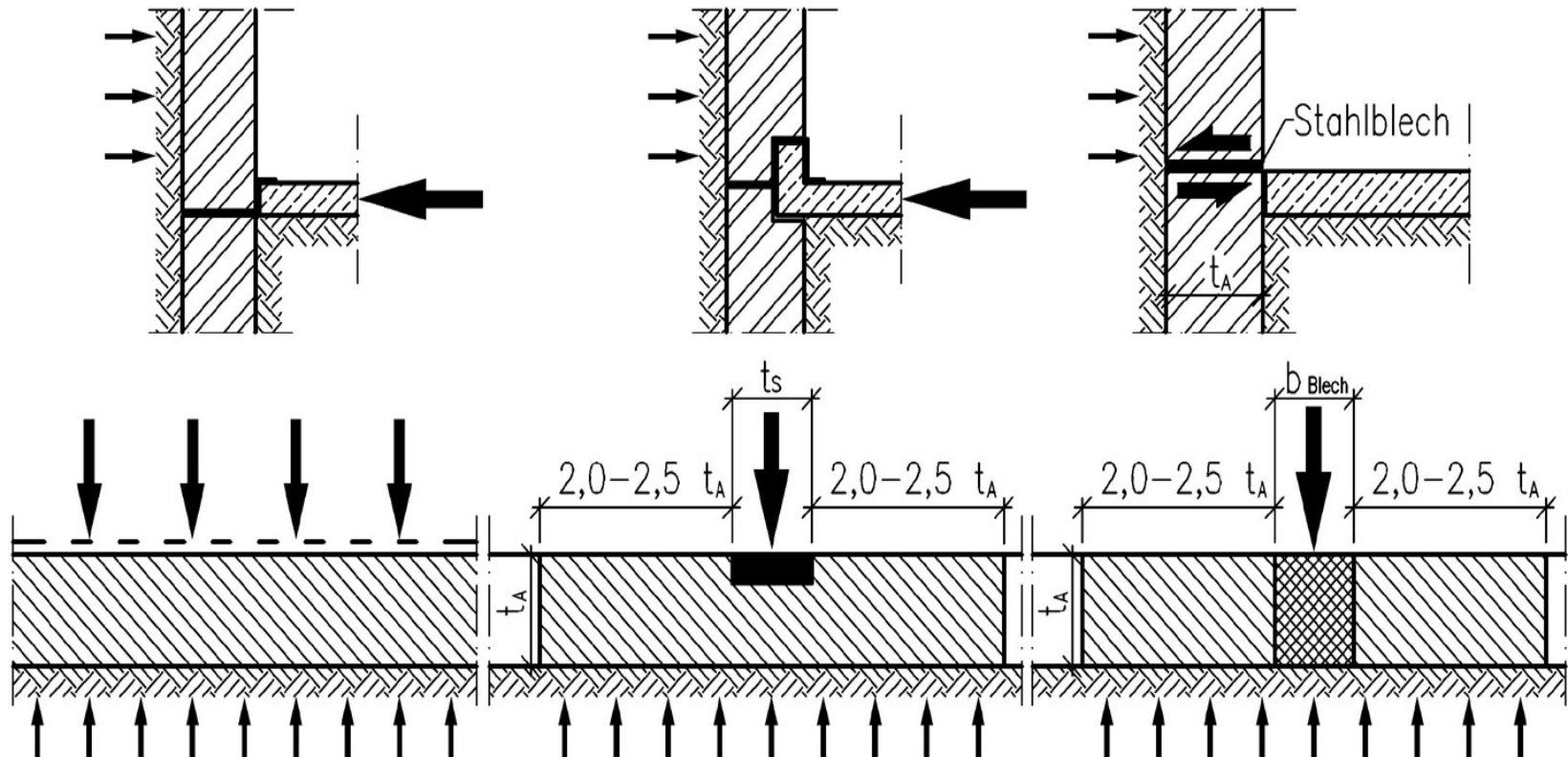


Schadensfälle nach Anwendung von mechanischen, zweistufigen Verfahren

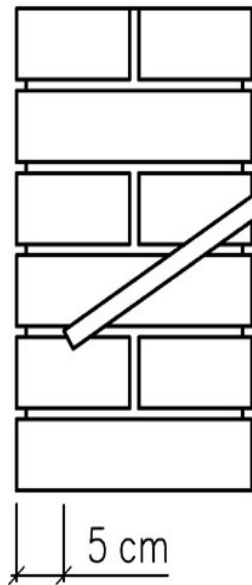


Schadensfälle nach Anwendung von mechanischen, zweistufigen Verfahren

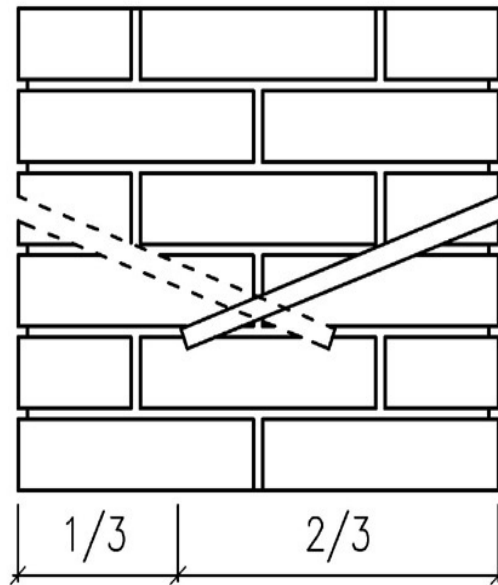




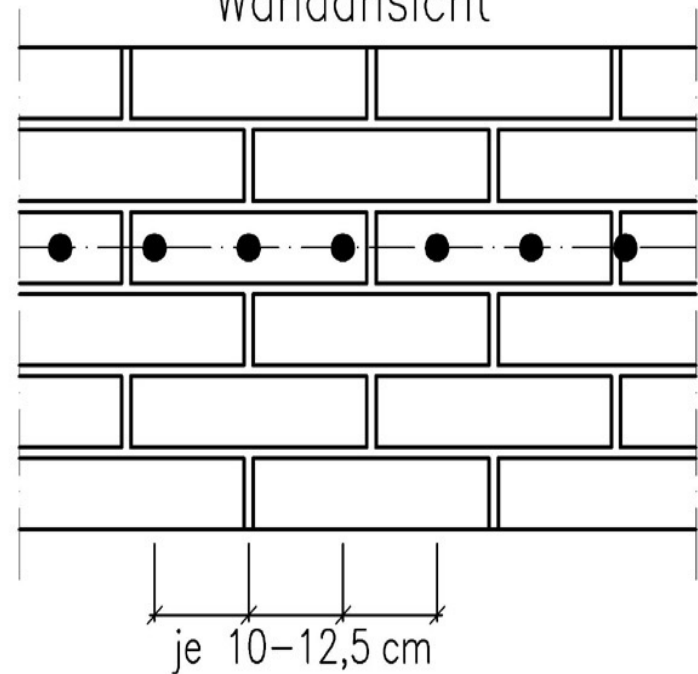
INJEKTIONSVERFAHREN

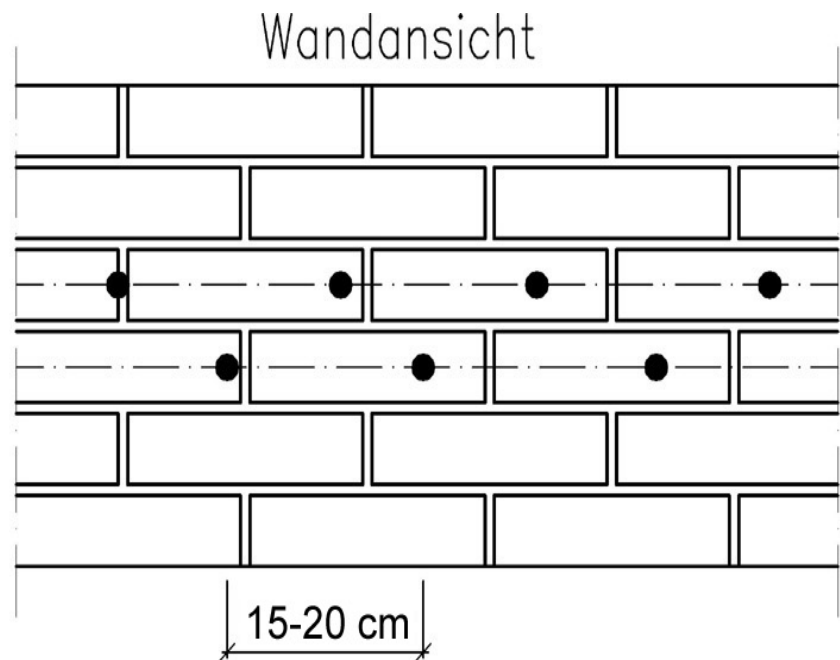
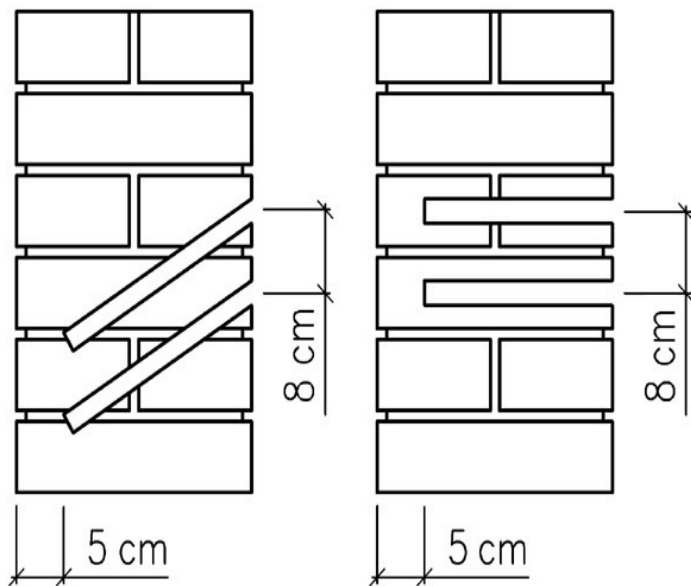


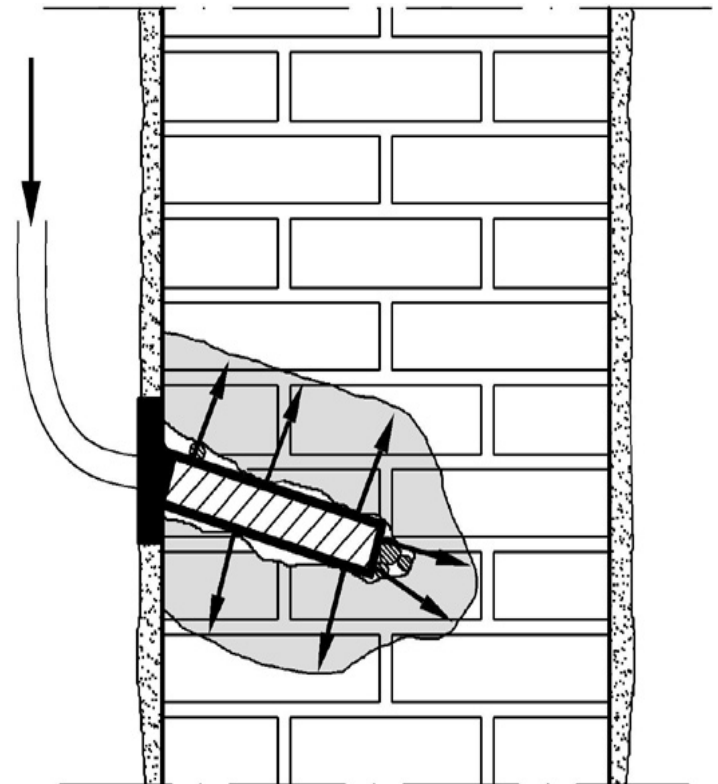
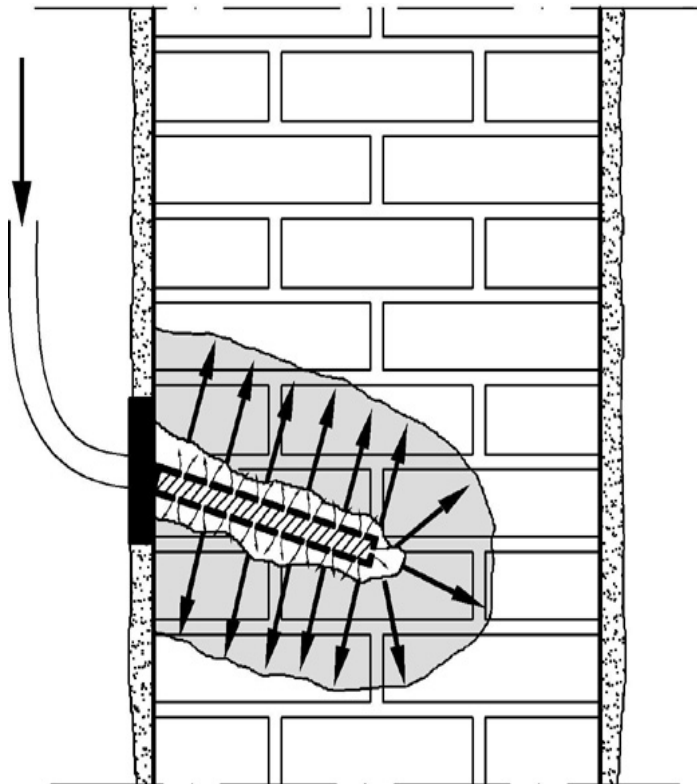
Mauerdicke $d > 60$ cm

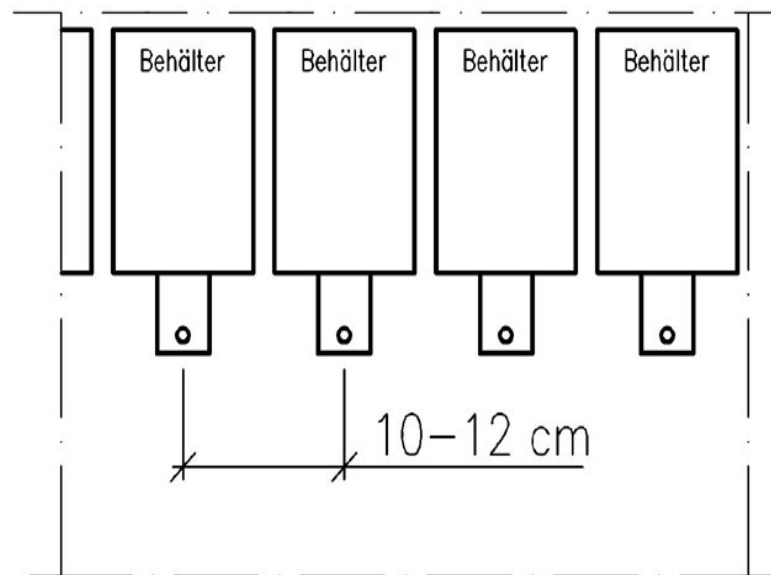
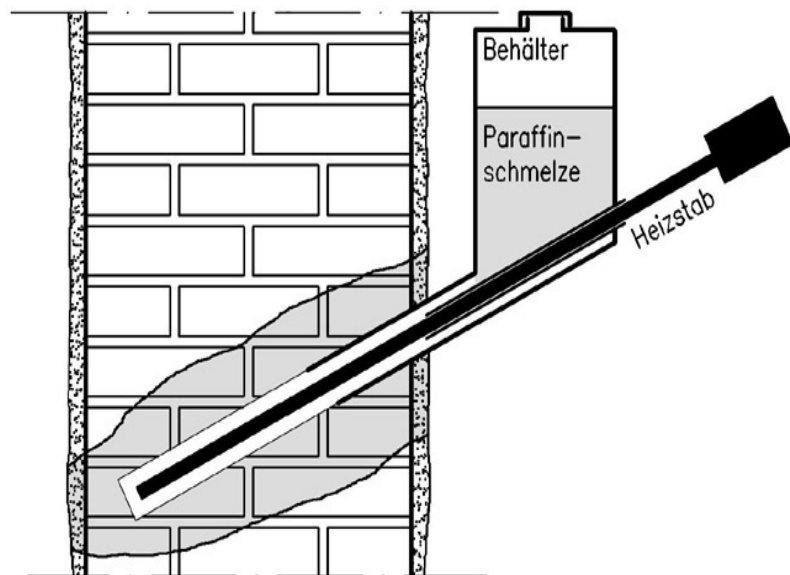


Wandansicht









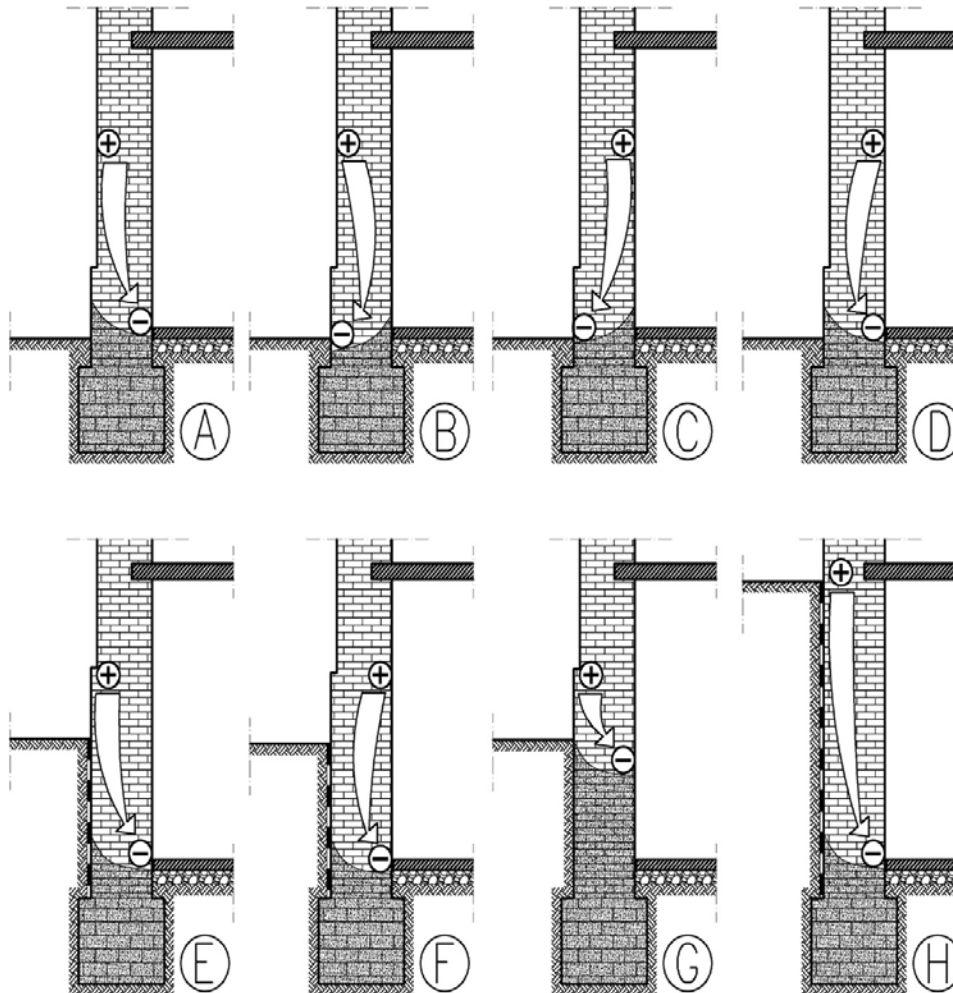




Maßnahmen zur Schadensvermeidung

- Injektionsverfahren erst bei einem Durchfeuchtungsgrad $< 60\%$ anwenden
- Falls Durchfeuchtungsgrad $> 60\%$ - Vortrocknen mittels Heiztechnik

ELEKTROPHYSIKALISCHE VERFAHREN

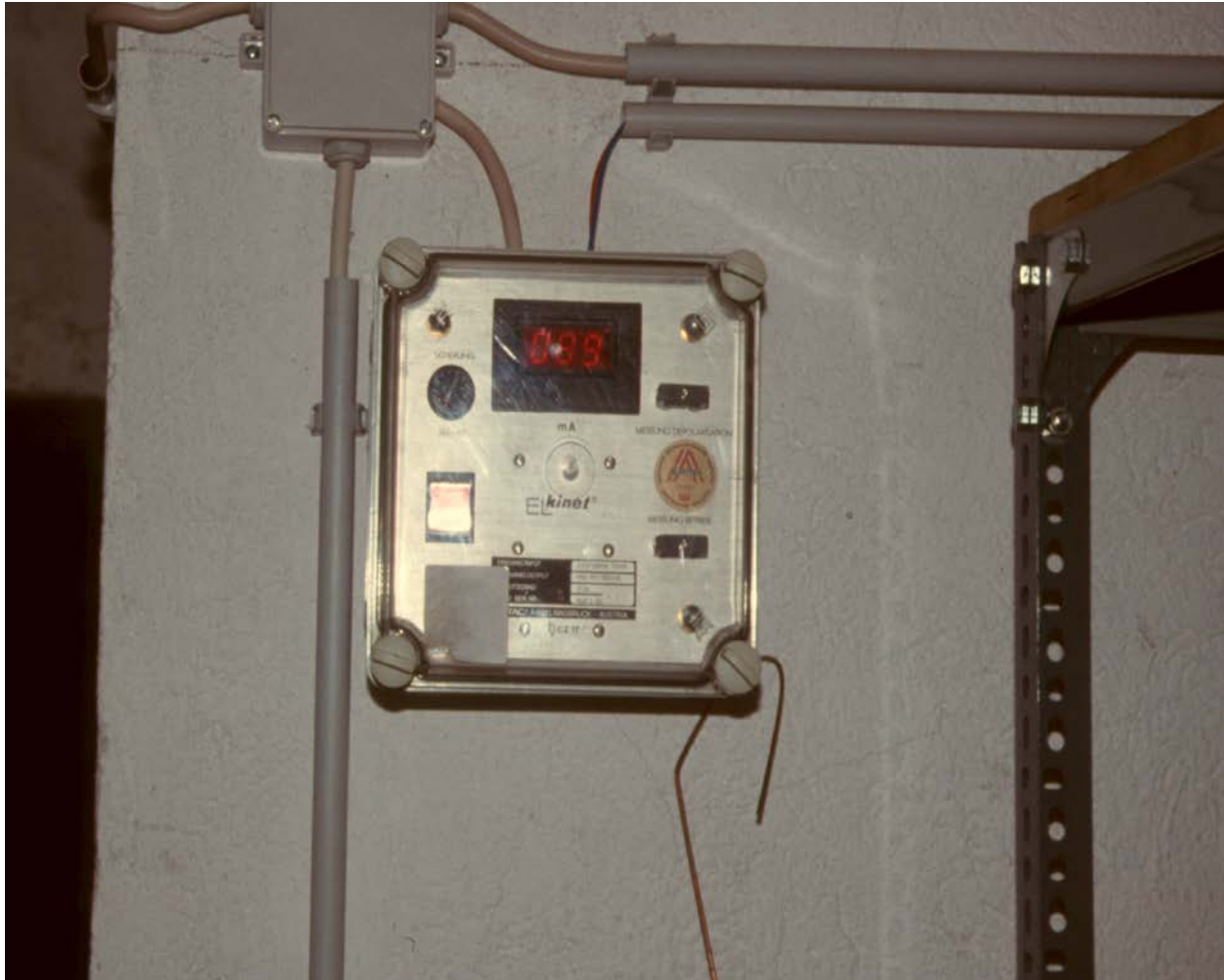












Schadensfälle nach Anwendung von elektrophysikalischen Verfahren

Elektrophysikalische Anlagen müssen regelmäßig überprüft und gewartet werden, da Anoden einem Abbauprozess unterworfen sind

→ Wartungsvertrag mit der Fachfirma erforderlich

Überprüfung der Anlage mindestens 2x jährlich:

→ Messung des Stromflusses im Mauerwerk zwischen Anode und Kathode

→ Stromflussmessung in der Anode

Schadensfälle nach Anwendung von elektrophysikalischen Verfahren



Metalleinbauteile müssen elektrisch isoliert werden, um Korrosion zu vermeiden



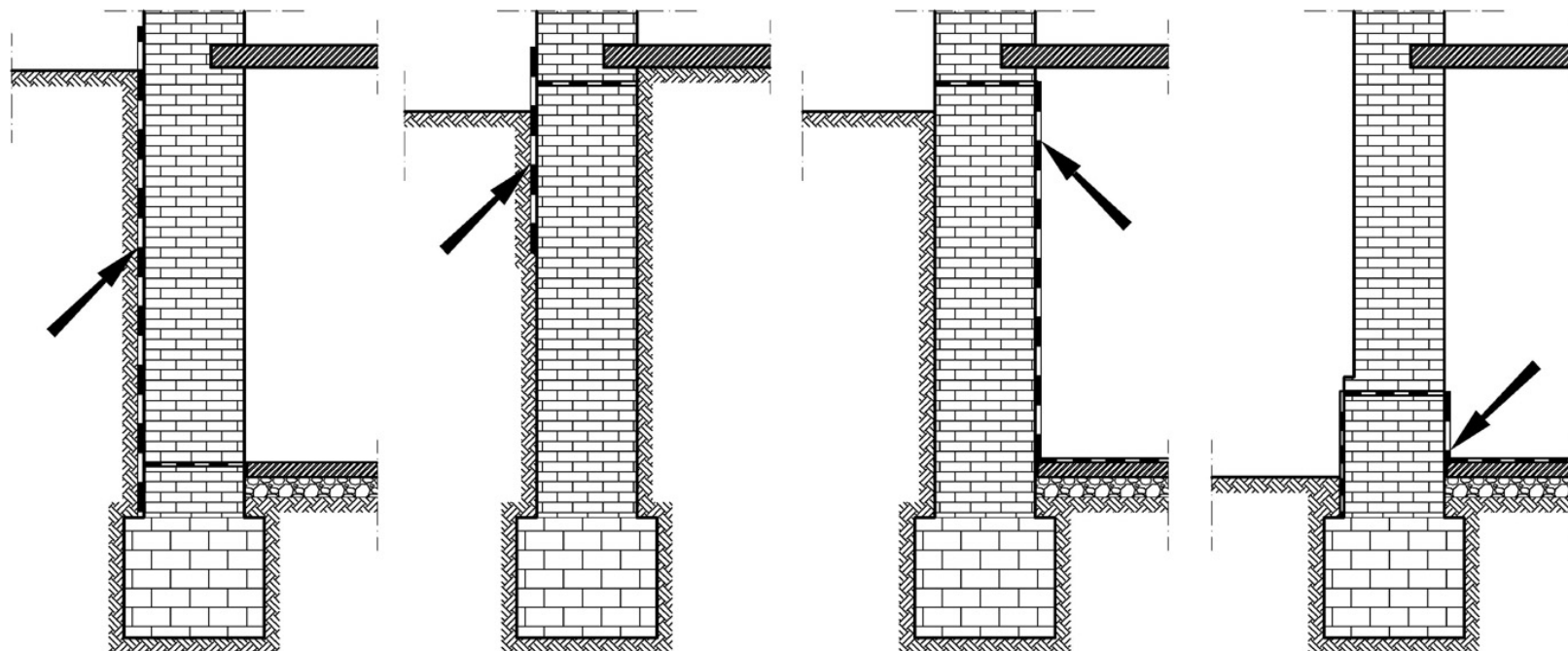
Metalleinbauteile müssen elektrisch isoliert werden, um Korrosion zu vermeiden



FLANKIERENDE MAßNAHMEN ZUR MAUERWERKSTROCKENLEGUNG ÖNORM B 3355 - 3

VERTIKALABDICHTUNGEN

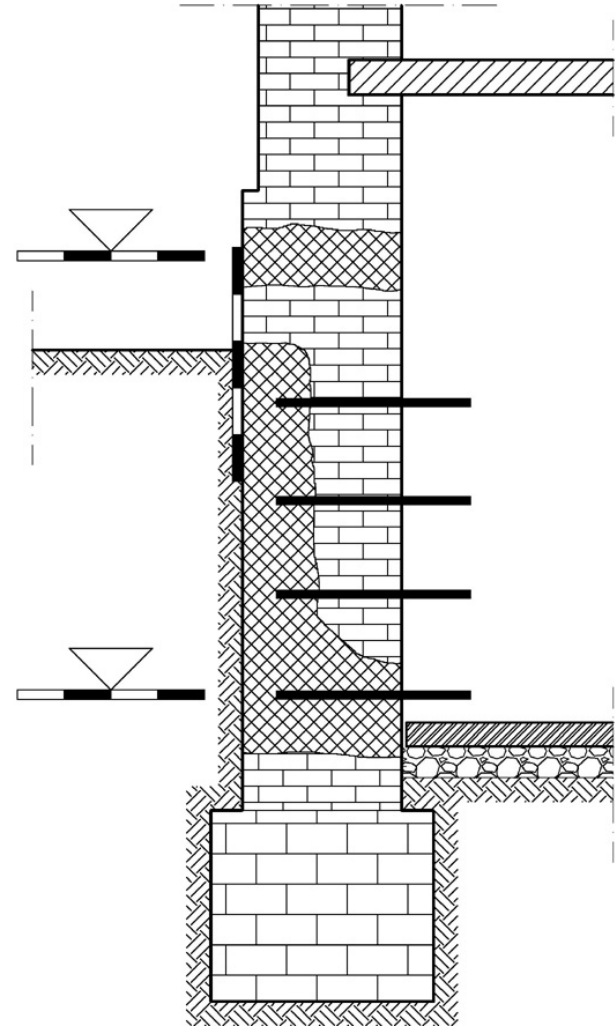
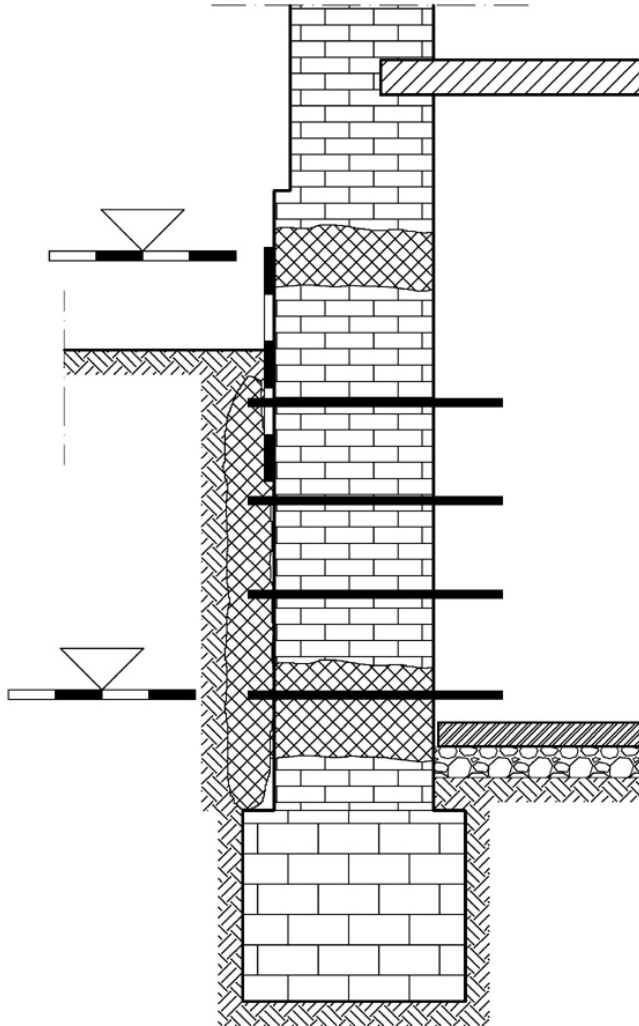
Anwendungsbereiche Vertikalabdichtungen



Bituminöse Vertikalabdichtung außen



Flächeninjektionen

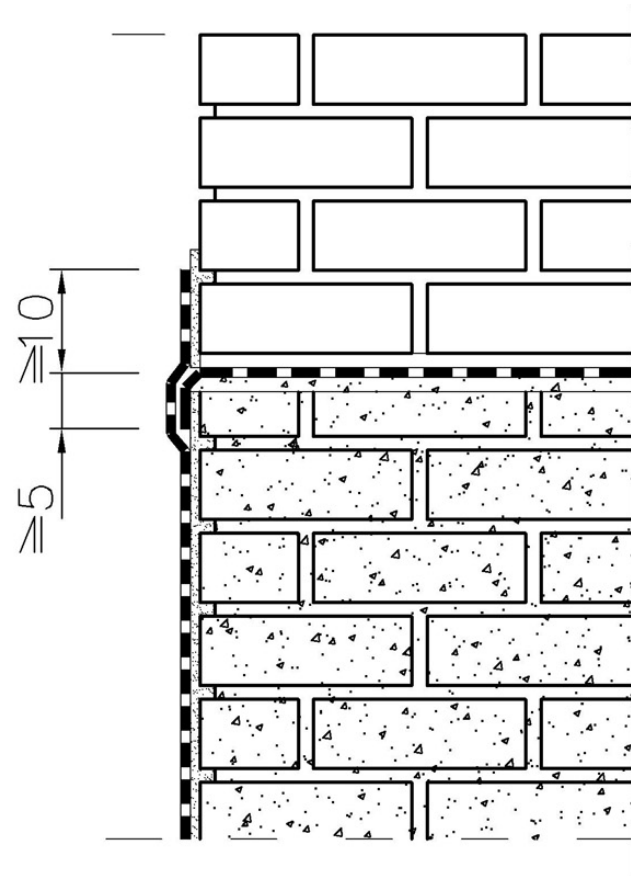
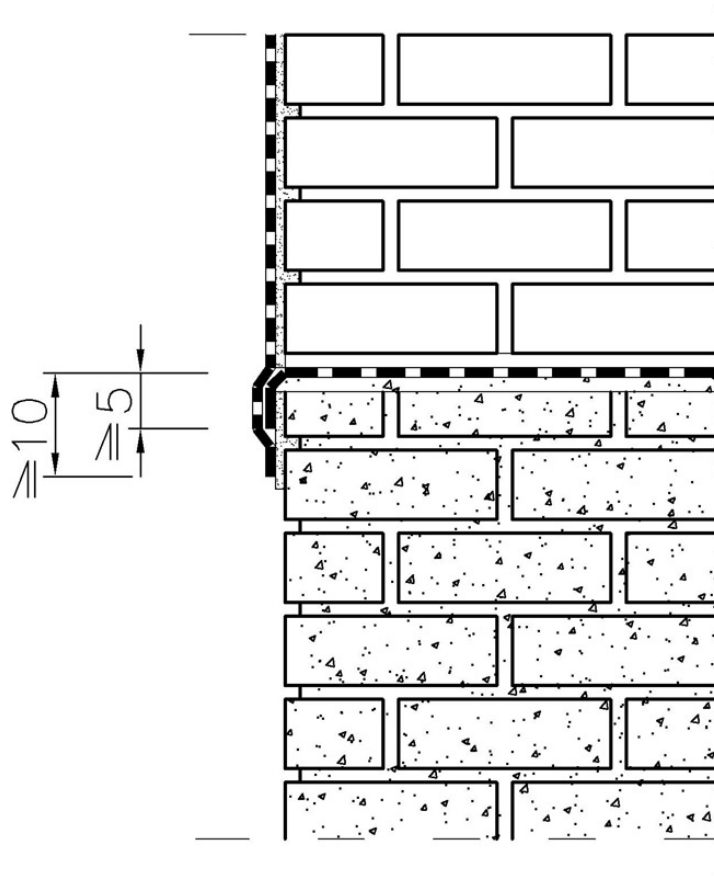


Vertikalabdichtung durch Flächeninjektion

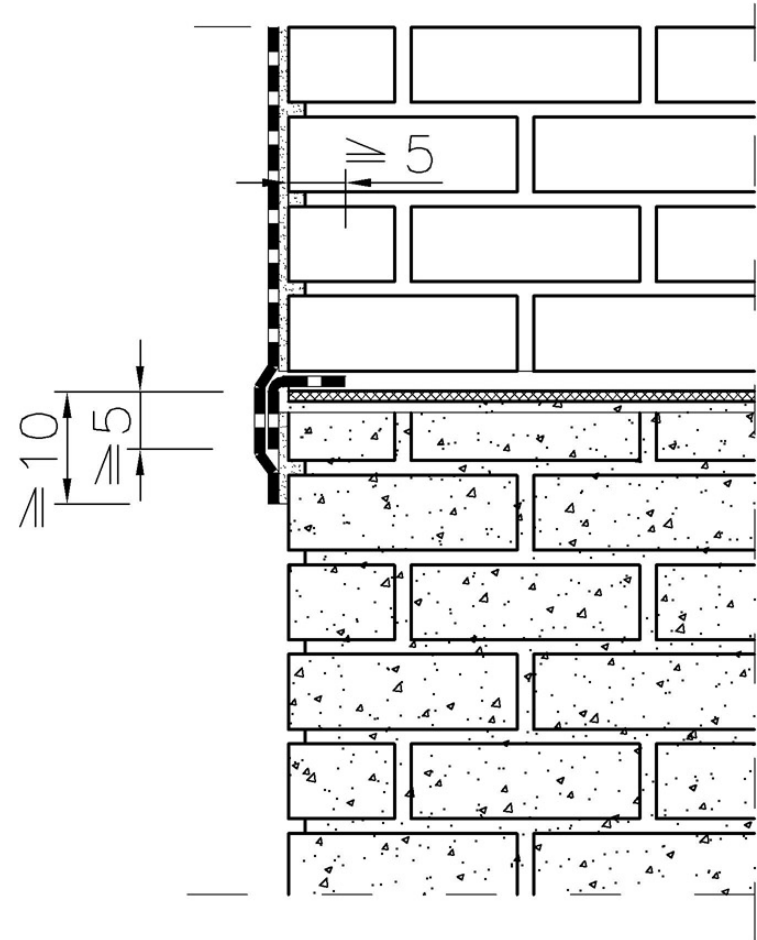
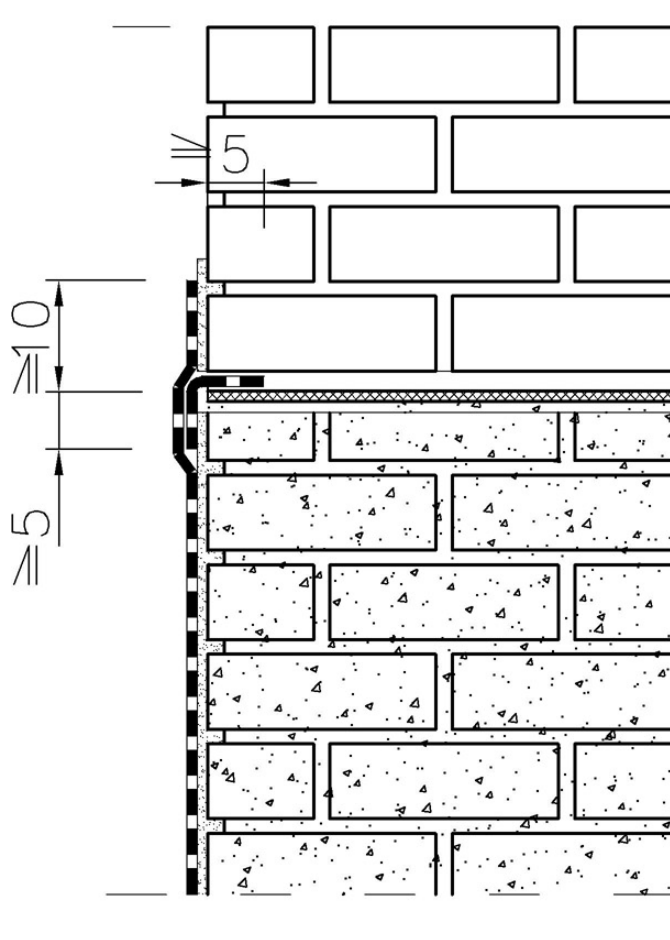


ABDICHTUNGSANSCHLÜSSE

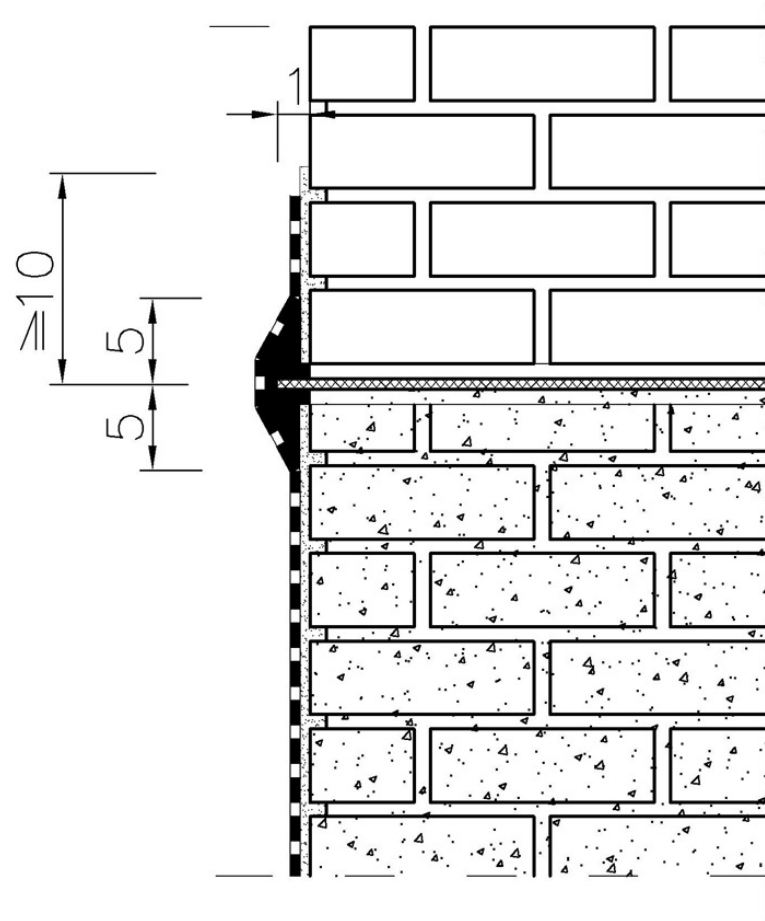
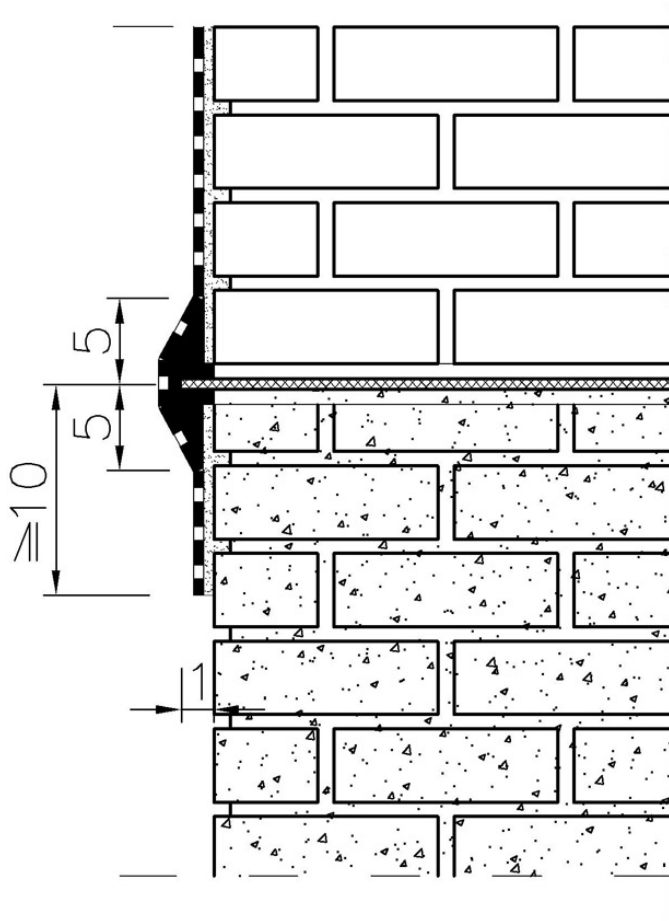
Bituminöse Abdichtungsbahnen



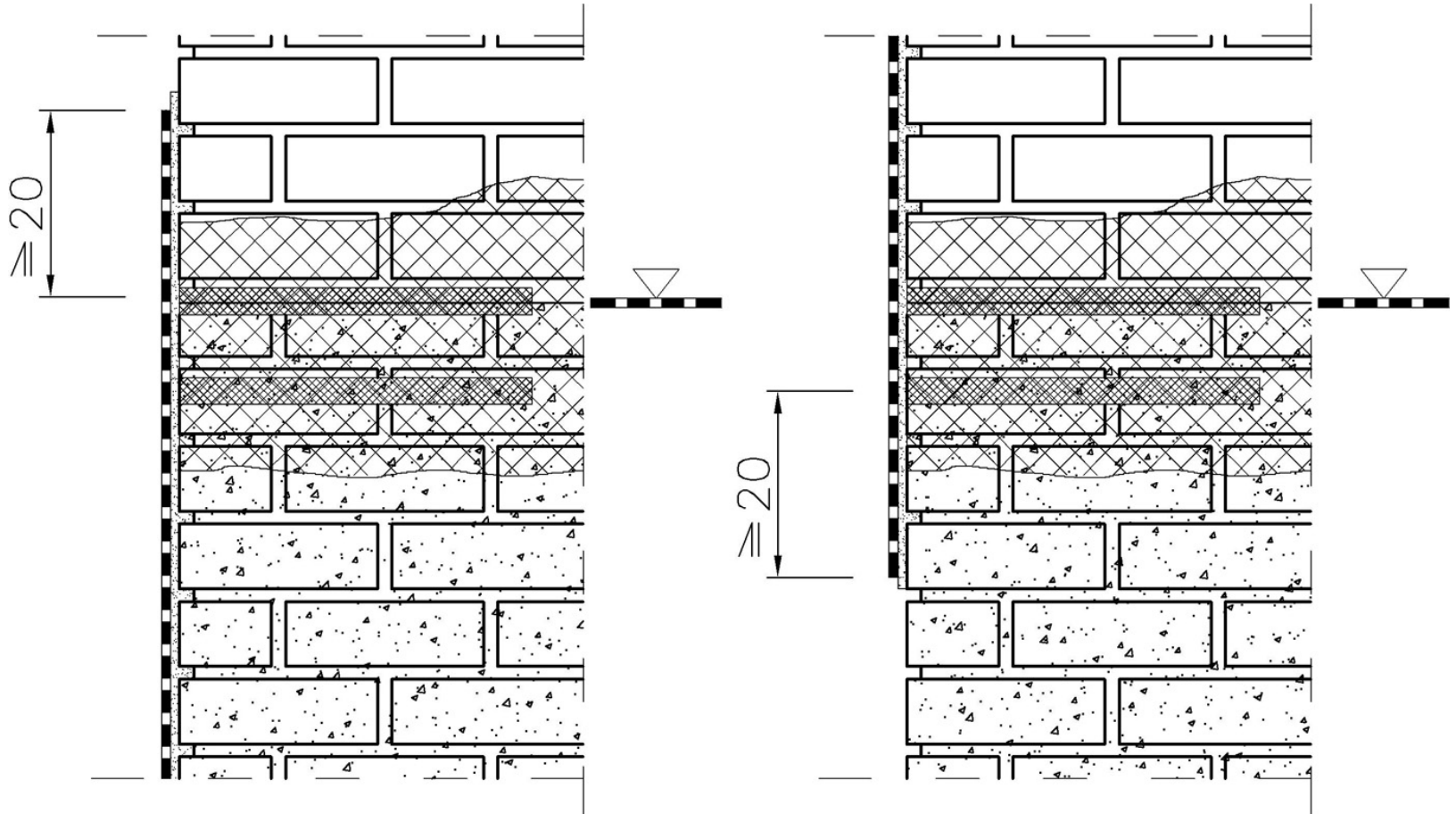
Abdichtungsplatten - Abdichtungsbahnen



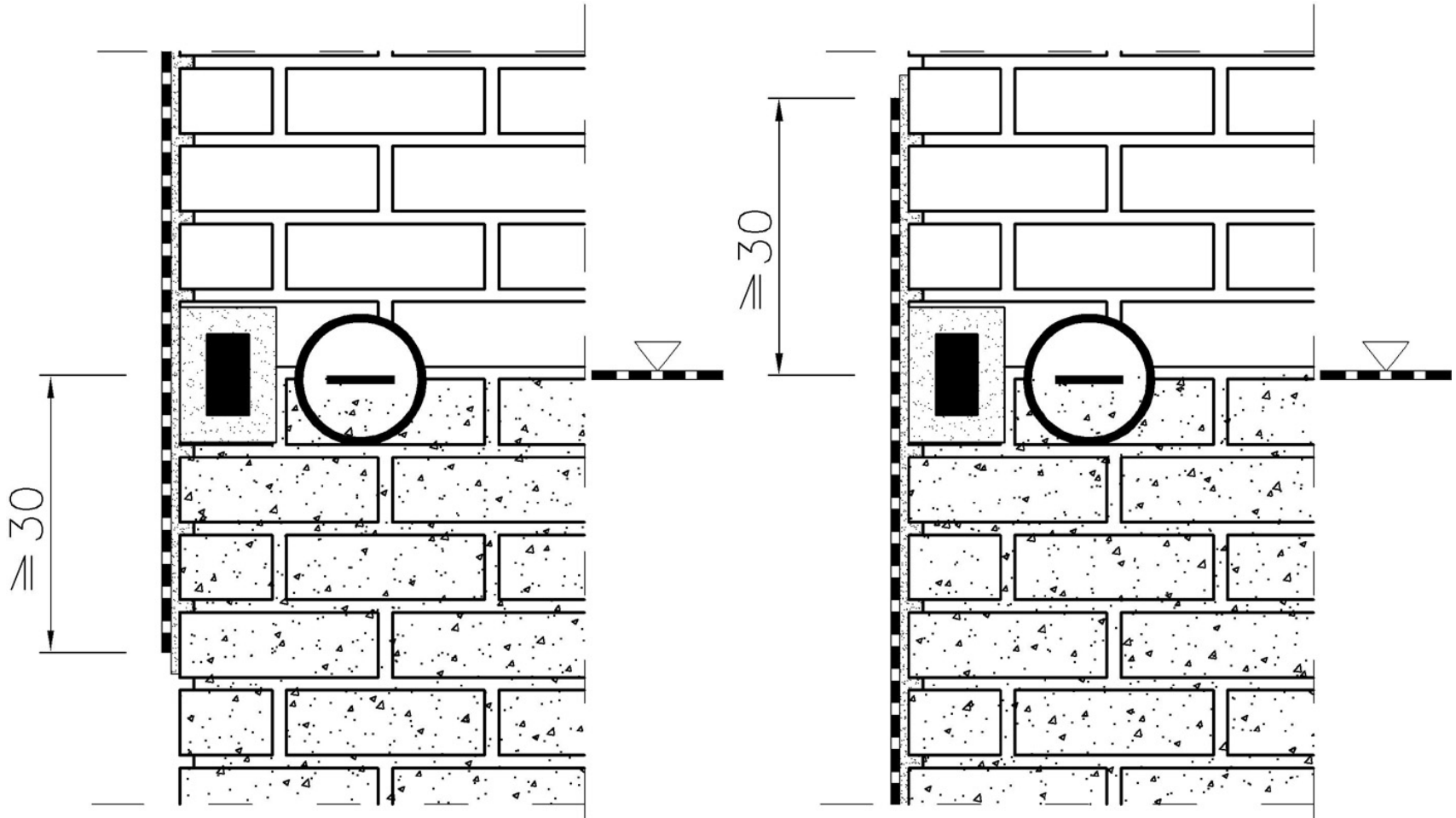
Abdichtungsplatten - Bitumenspachtelmasse



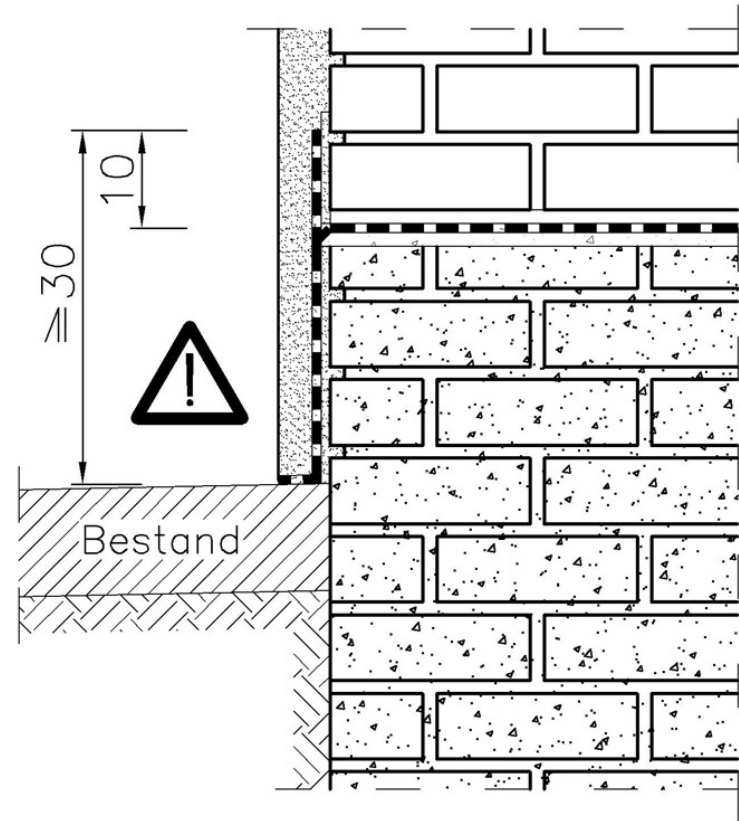
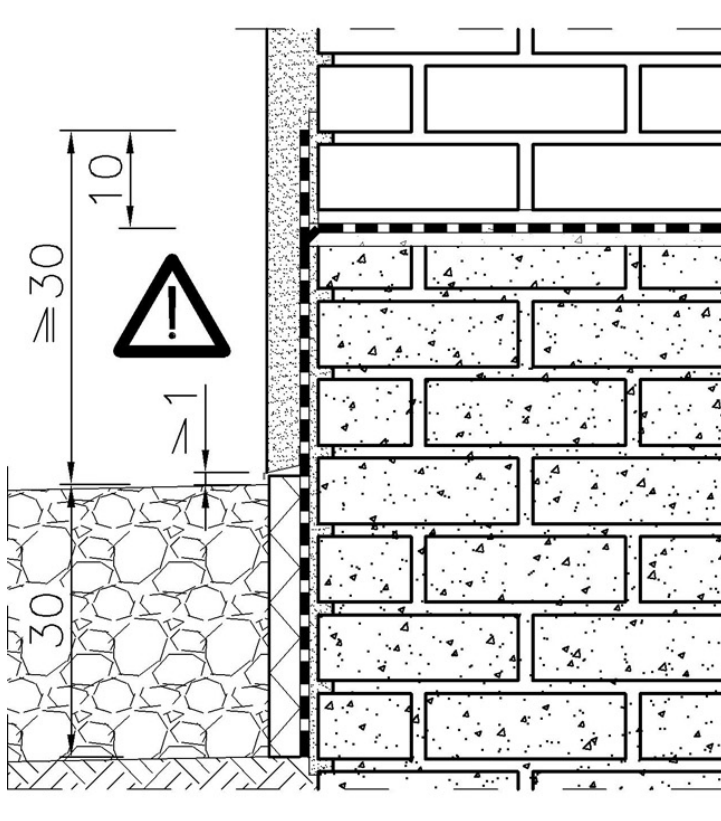
Mauerwerksinjektionen



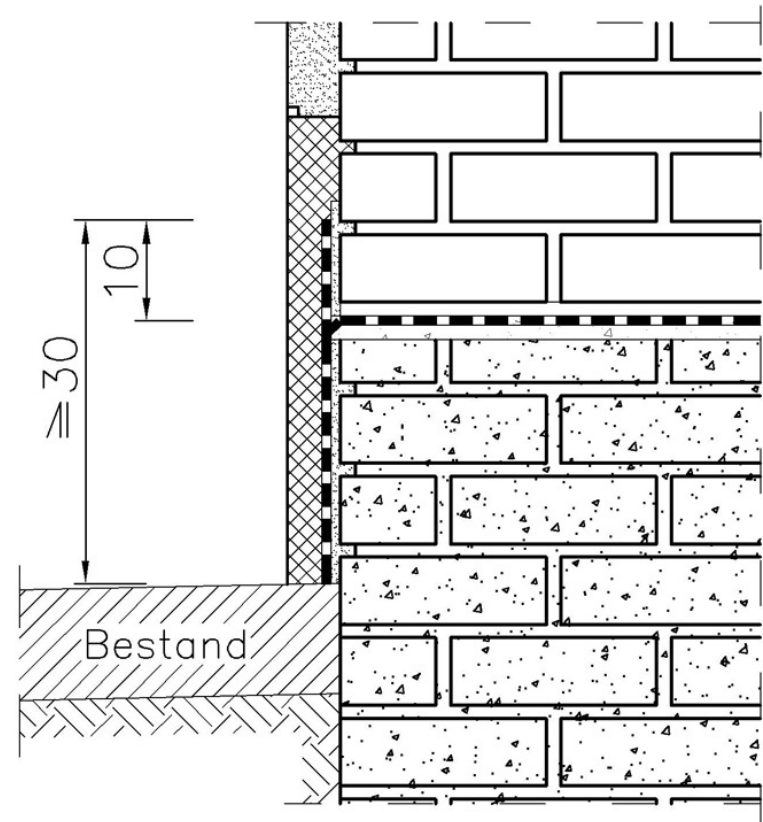
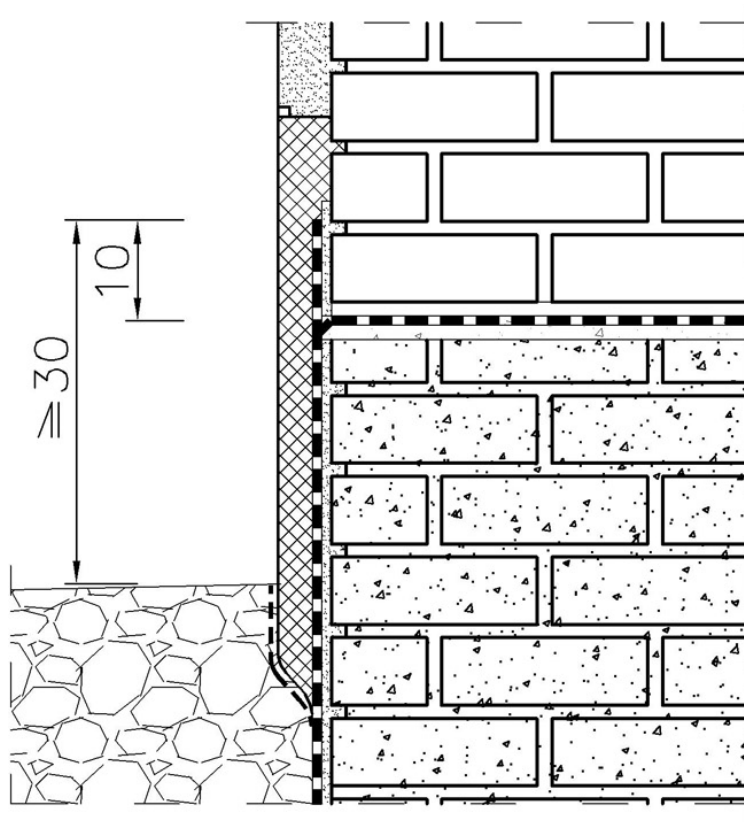
Elektrophysikalische Verfahren



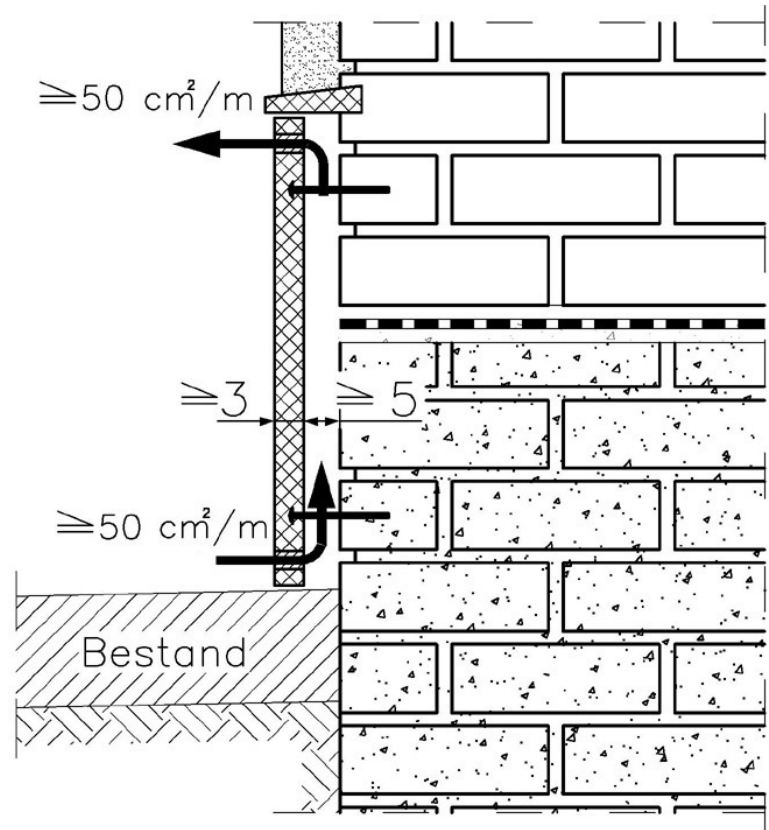
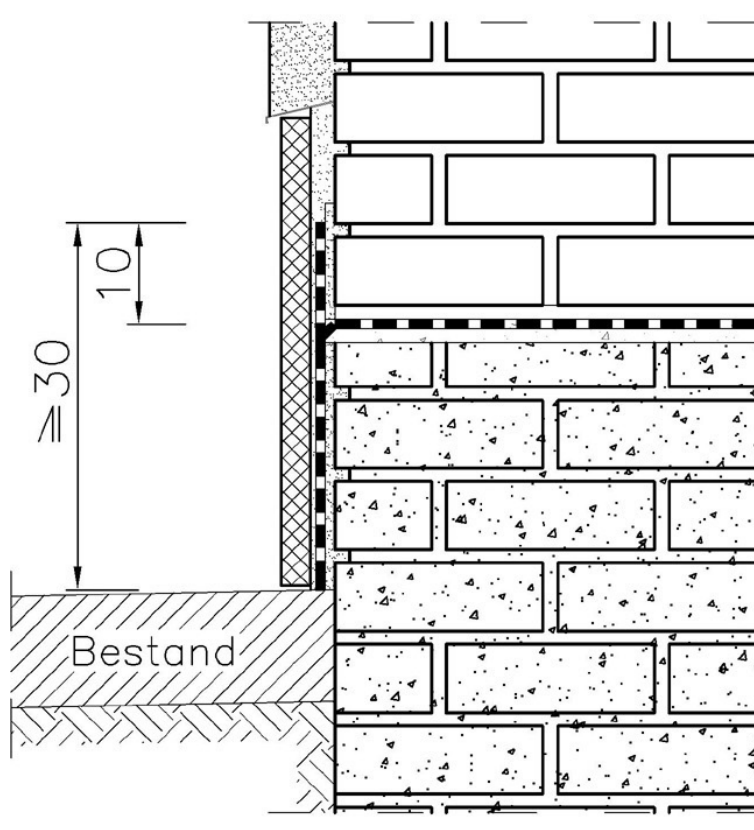
Sockeldetails Sanierputz



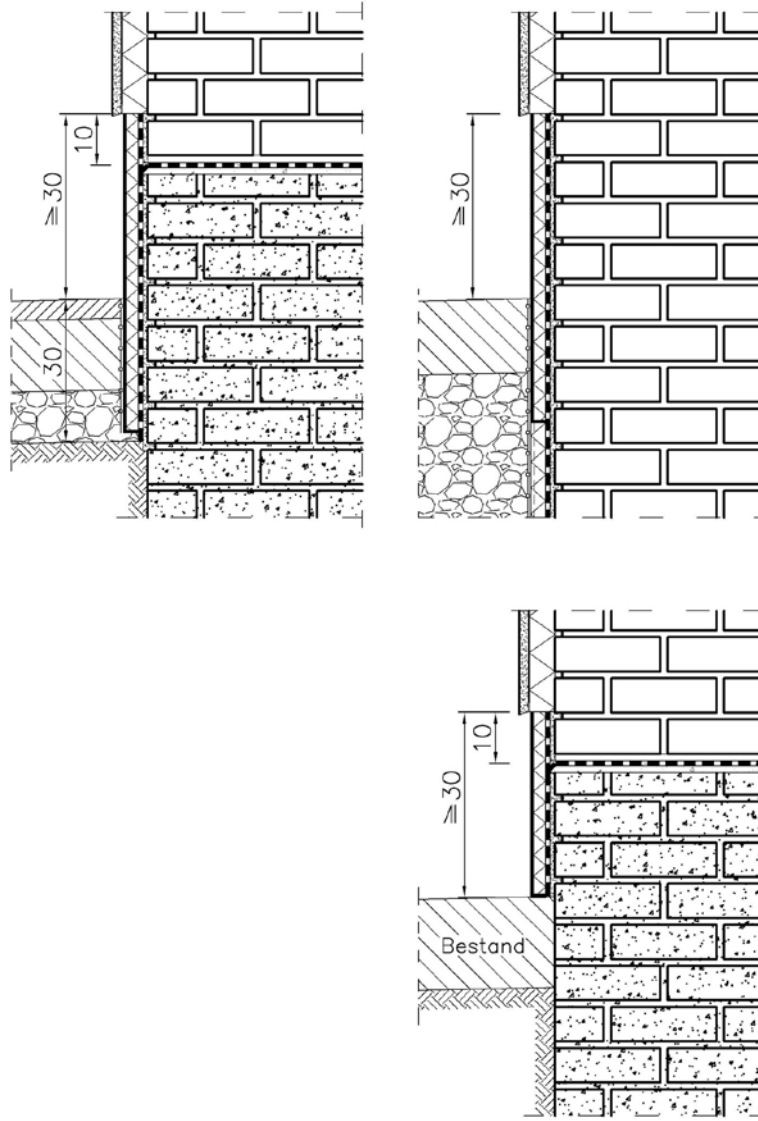
Sockeldetails Zementputz



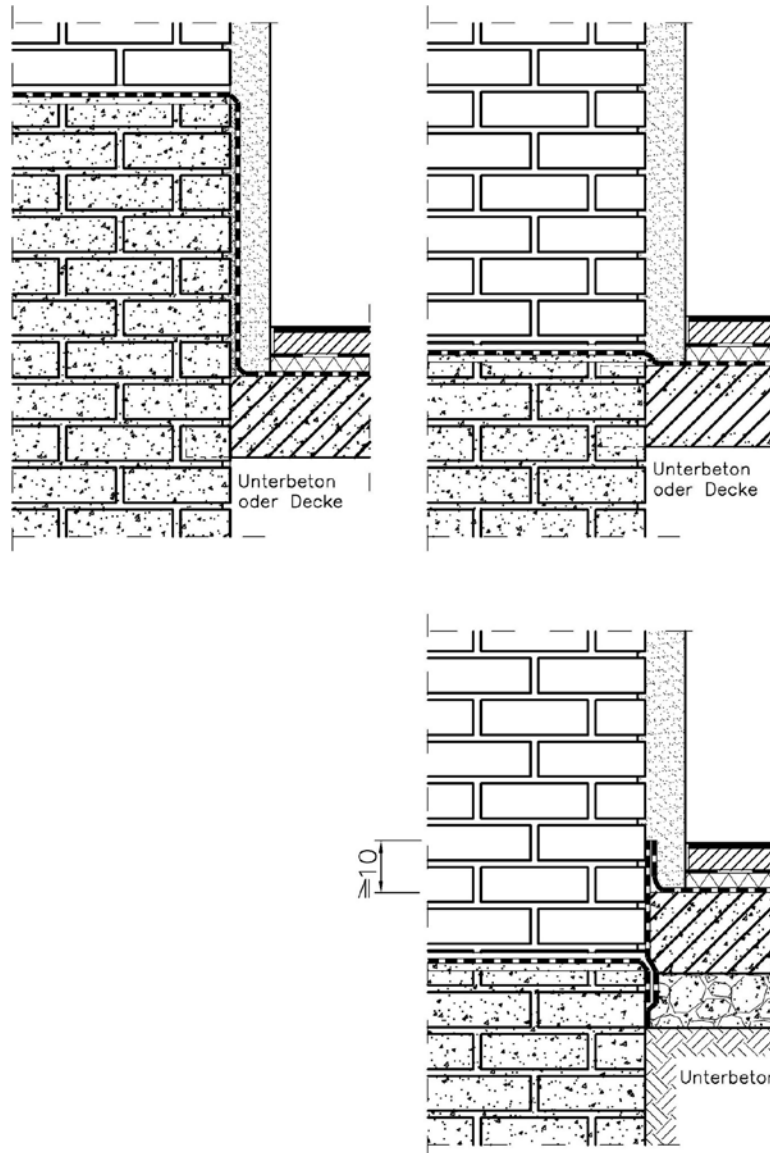
Sockeldetails Steinsockel



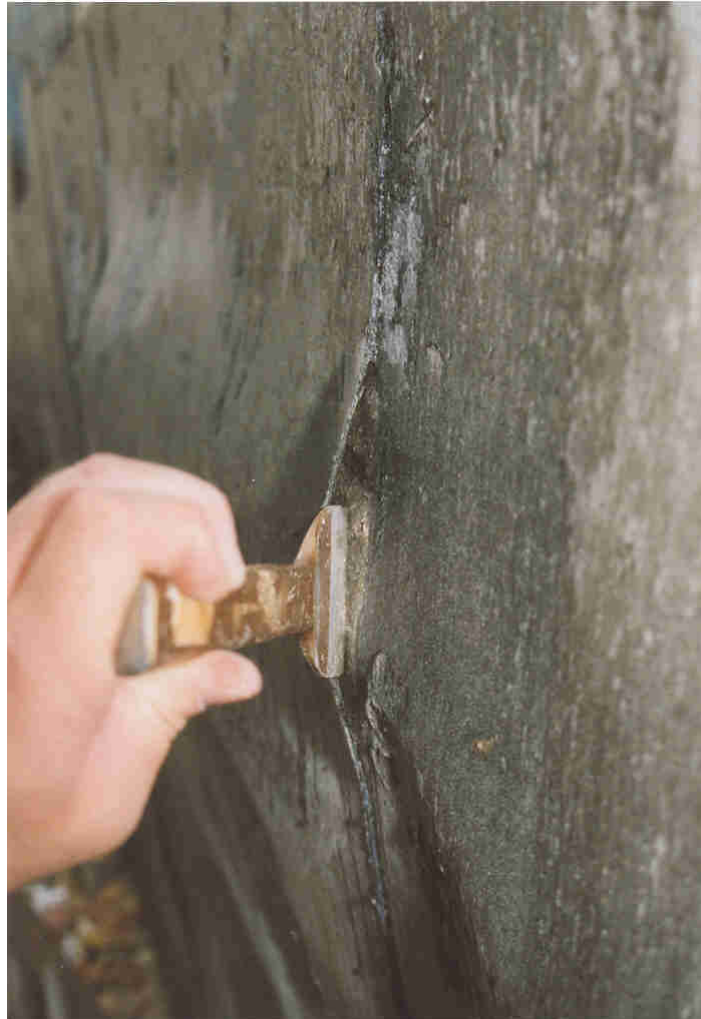
Sockeldetails Vollwärmeschutz



Anschlussdetails innen



Vertikalabdichtung in erdberührten Wandbereichen mangelhaft



Vertikalabdichtung in erdberührten Wandbereichen mangelhaft

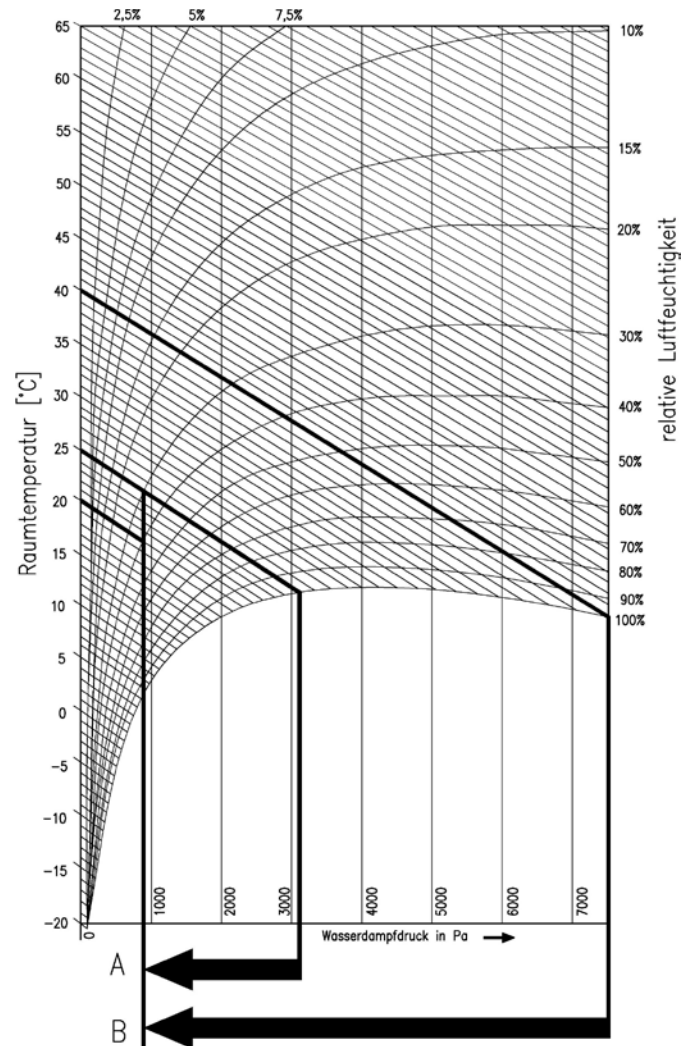


MAUERWERKSENTFEUCHTUNG

Grundsätze für eine rasche Wandentfeuchtung

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

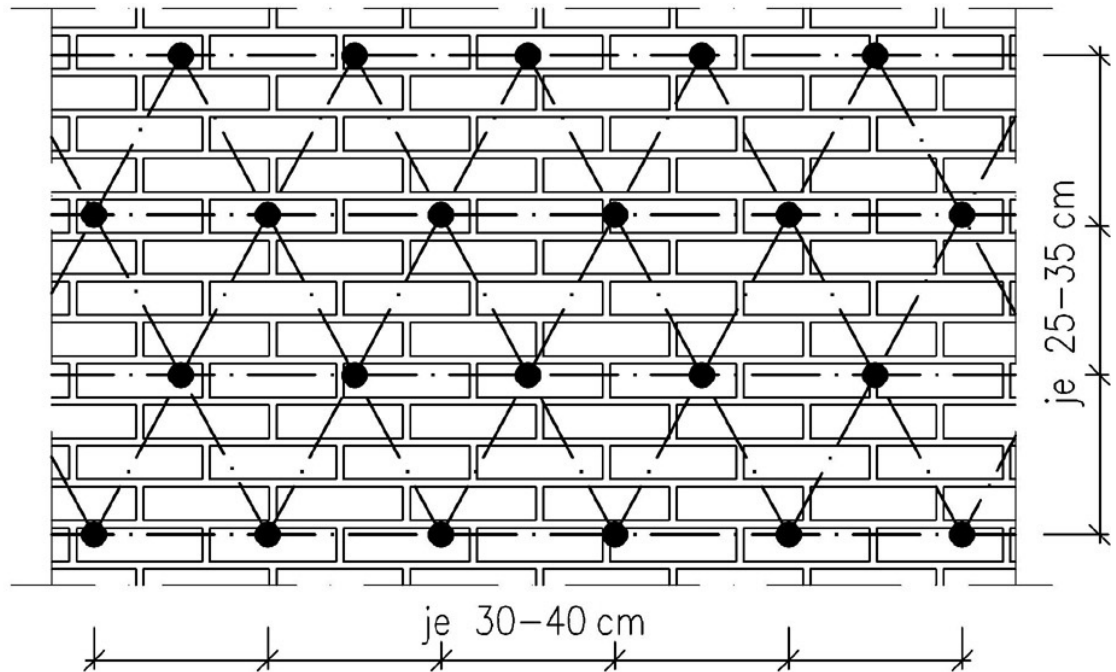
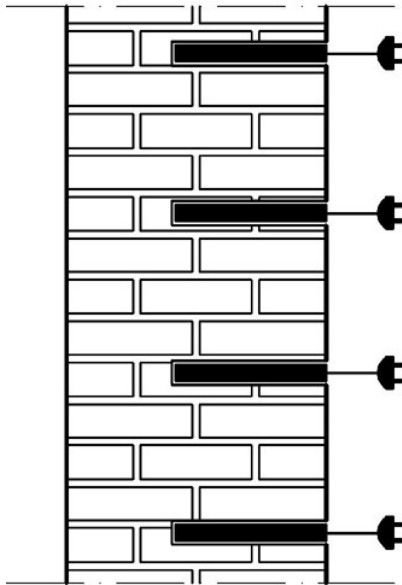
i- χ -Diagramm



Die Erwärmung des Mauerwerks von innen erfolgt durch folgende Maßnahmen:

- Heizstabtechnik
- Heizstabtechnik in Kombination mit Druckluft
- Mikrowellentechnik

Mauerwerksentfeuchtung - Heizstabtechnik



Heizstabtechnik



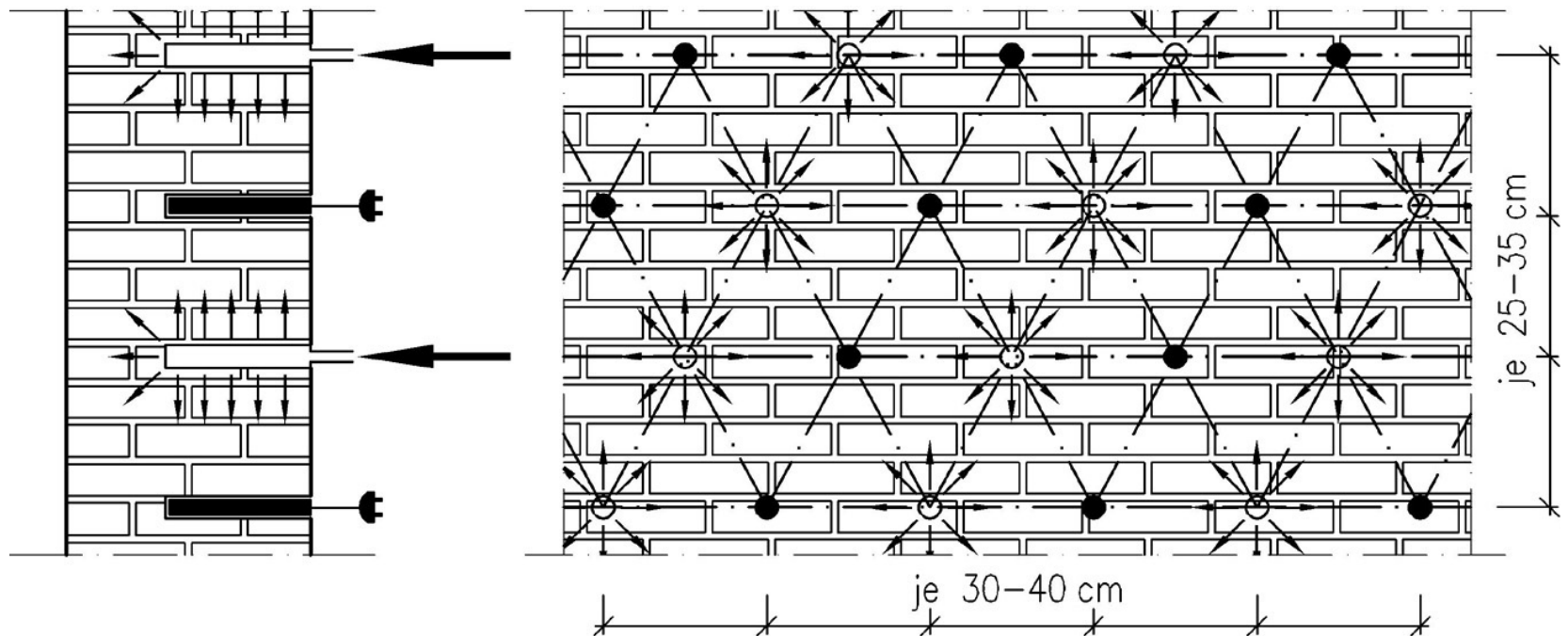
Heizstabtechnik



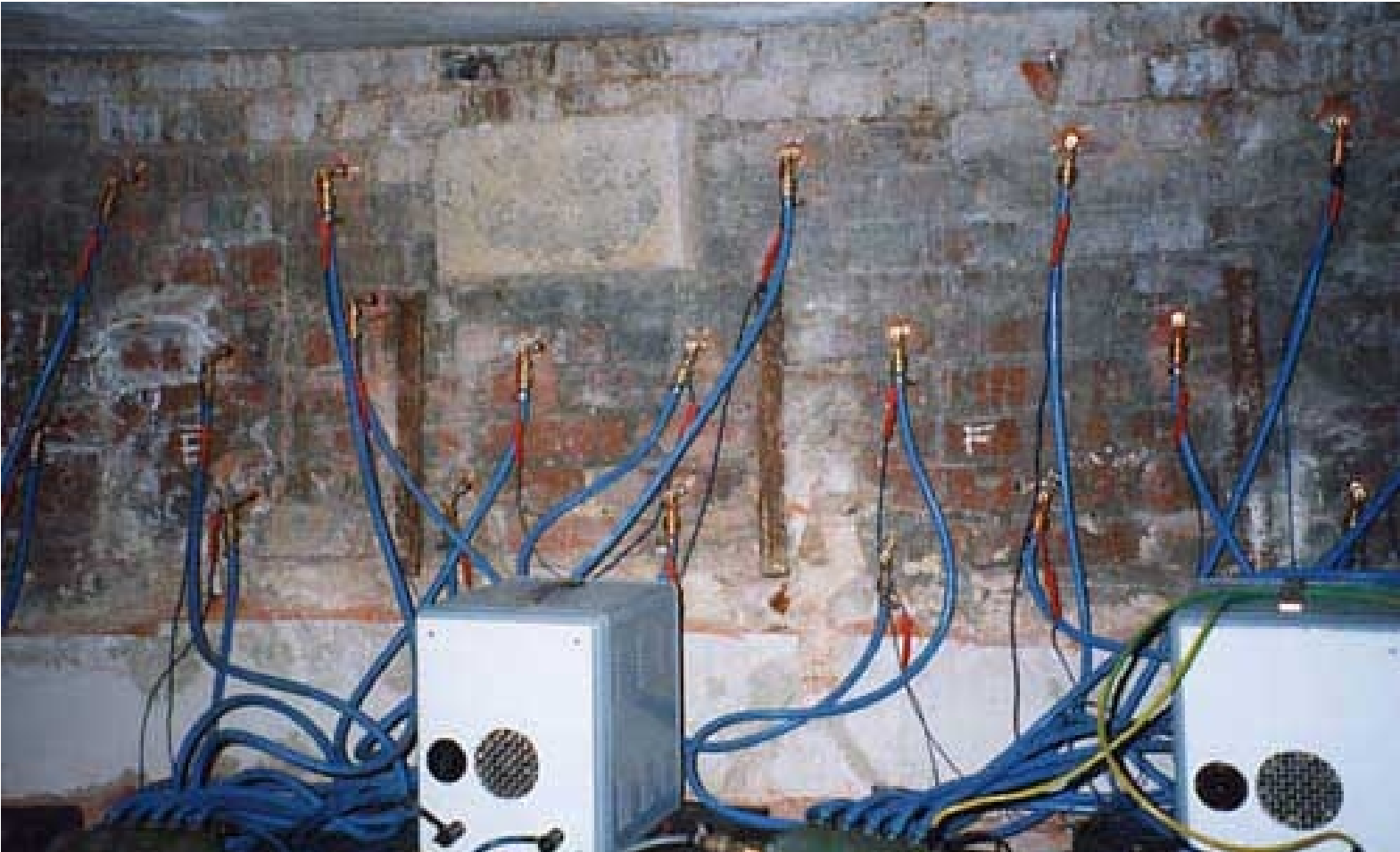
Heizstabtechnik



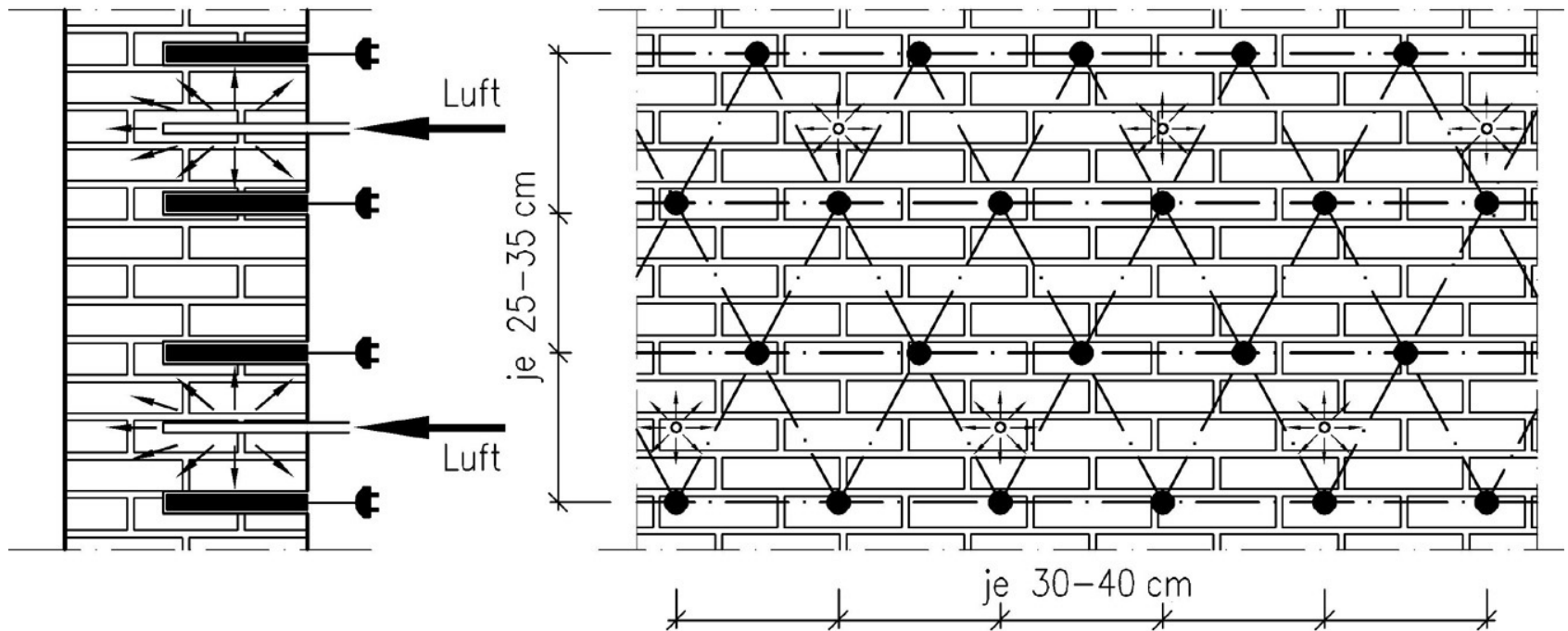
Mauerwerksentfeuchtung – Heizstabtechnik mit konditionierter Druckluft



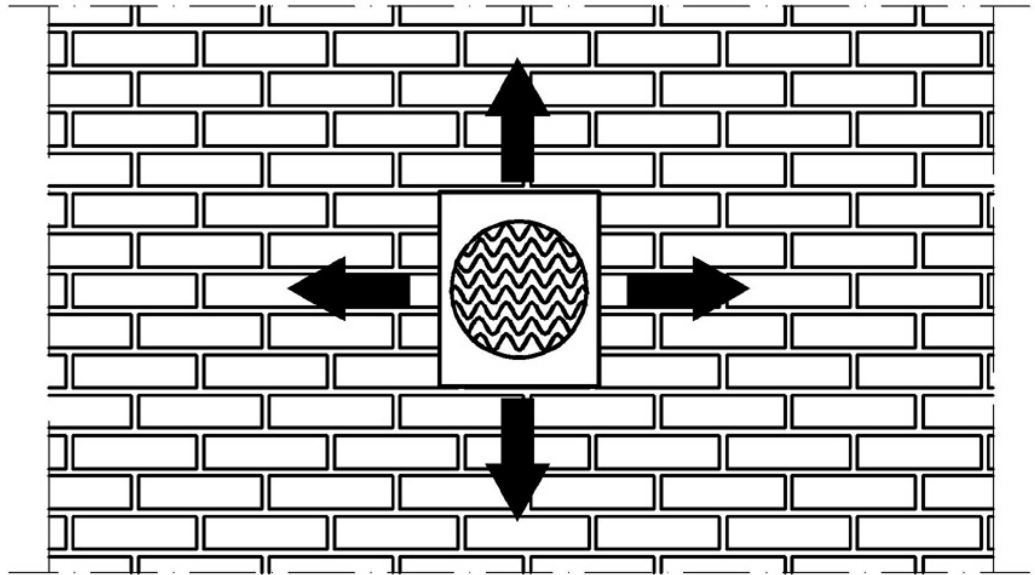
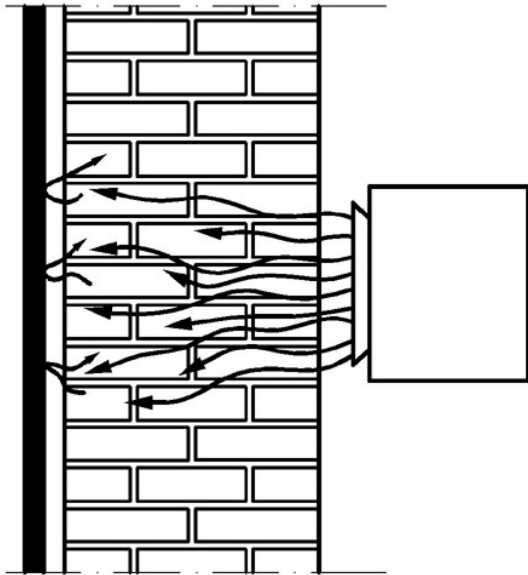
Heizstabtechnik mit konditionierter Druckluft



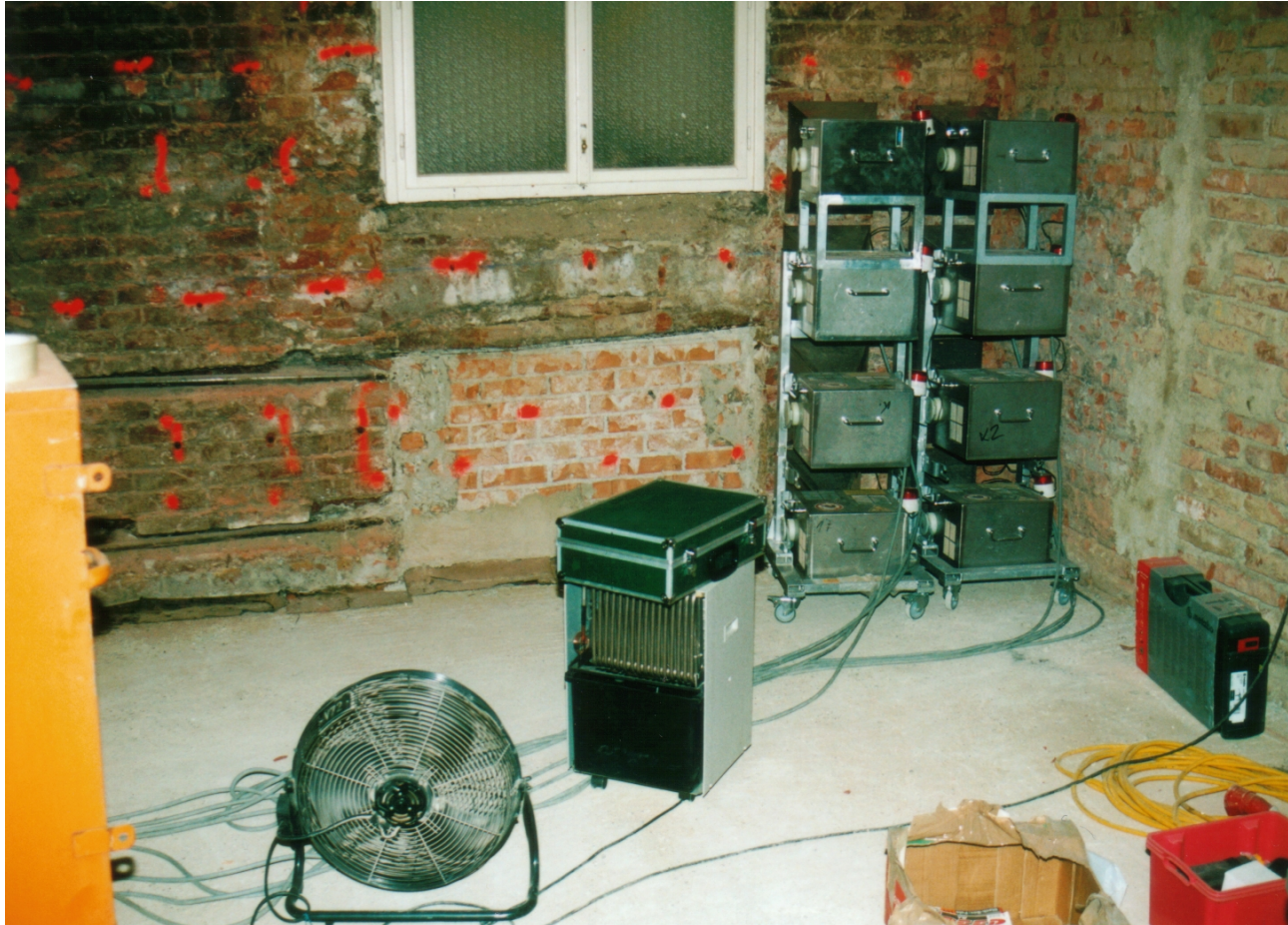
Mauerwerksentfeuchtung – Heizstabtechnik mit zusätzlicher Druckluft



Mauerwerksentfeuchtung - Mikrowellentechnik



Mikrowellentechnik



Mikrowellentechnik



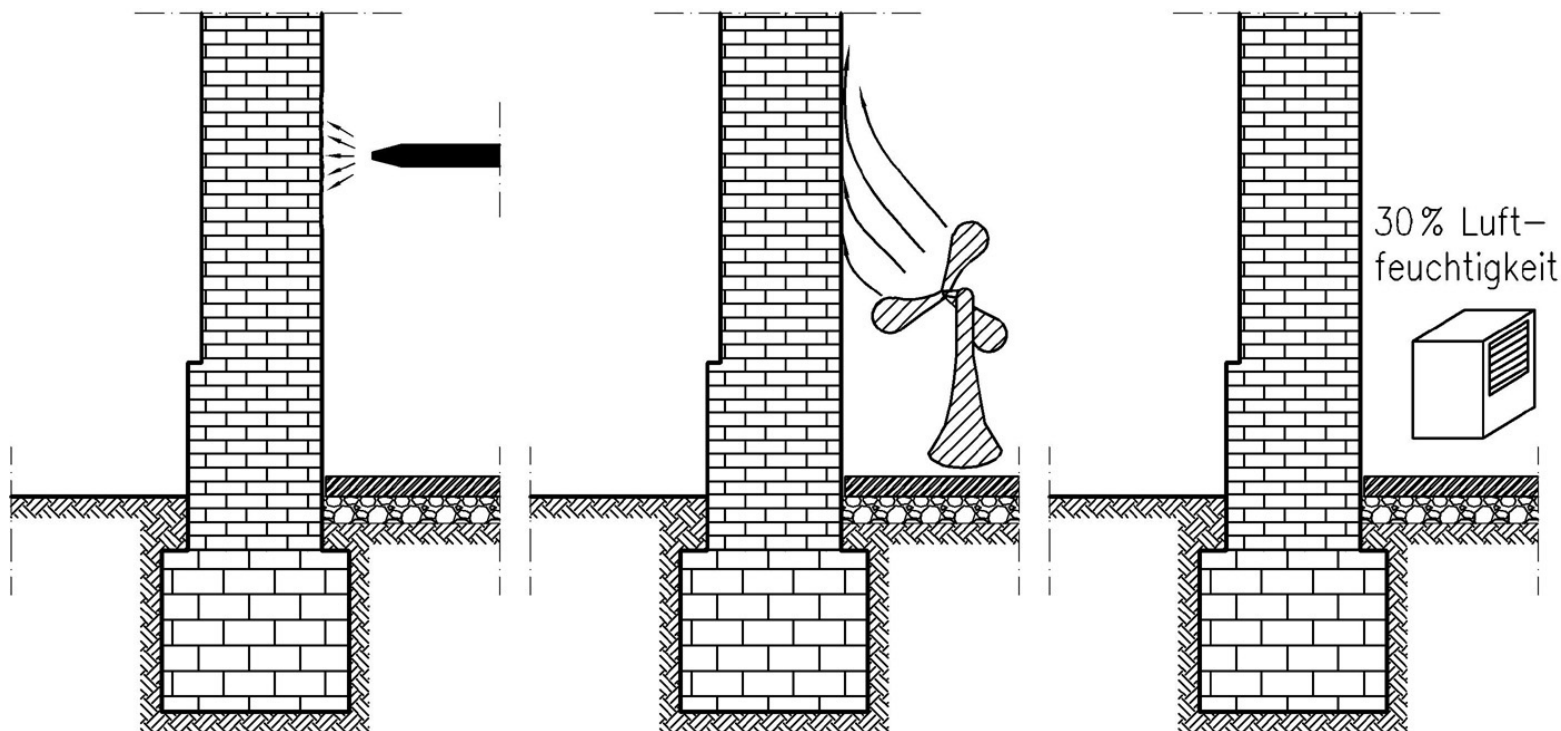
Mikrowellentechnik



Mikrowellentechnik



Zusatzmaßnahmen zur Mauerwerksentfeuchtung



Sandstrahlen – Luftanblasung - Klimatisierung

Sandstrahlen der Wandoberfläche



Mauerwerksentfeuchtung - Vakuumtechnik

