



Kalksteinkonservierung am Westportal des Halberstädter Domes St. Stephan und St. Sixtus



Feuchteteknische Zustandserfassung des Materialuntergrundes am Westportal des Halberstädter Domes

Ernst-Dieter Ganß

1. Problemstellung

Der gotische Dom St. Stephan und St. Sixtus zu Halberstadt wurde vom 13. Jh. bis zum Ende des 15. Jh. in mehreren Etappen in Form einer kreuzförmigen Basilika mit Chorumgang erbaut. Das Bauwerk wirkt steil und langgestreckt und beeindruckt durch sein zweitürmiges, breitgelagertes Westwerk mit großem spitzbogigem und gestuftem Säulenportal unter einer mittleren Rose. Das Kalksteinmauerwerk des Domes ist an vielen Stellen verwittert. Am prägenden Säulenportal des Westbaues zeigen sich gravierende Schäden der Bauzier durch Krusten- und Schalenbildung. Die strukturierten Oberflächen sind bereits teilweise verloren. Im Ergebnis von chemischen Prozessen, welche durch atmosphärische Umweltbelastungen in Verbindung mit dem im Naturstein gespeicherten Kapillarwasser ausgelöst wurden, sind die Natursteinoberflächen mit dunklen Gipskrusten überzogen. Die erheblichen thermisch-hygrischen Belastungen dieser Krusten haben zu einer Schalenbildung geführt. Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück geförderten Forschungsprojektes "Kalksteinkonservierung am Westportal des Halberstädter Domes" wird nach Möglichkeiten gesucht die Schalen durch Wiederanbindung an den Materialuntergrund zu erhalten. Kenntnisse über den hygrischen Zustand des Mauerwerkes sowie zu den Ursachen der Feuchtebelastung sind daher zur erfolgreichen Konservierung der Bauzier unerlässlich.

2. Untersuchungsmethodik

Der hygrische Mauerwerkszustand ist durch das zweidimensionale Feuchtefeld $u[y,z]$ ausreichend beschrieben und die gespeicherte mittlere Feuchte u_m kann daraus abgeleitet werden. Da die Feuchtesituation im Jahreszyklus Schwankungen unterliegt, ist auch das instationäre Verhalten des hygrischen Zustandes von Bedeutung. Das Feuchtefeld $u[y,z]$ des Materialuntergrundes ist nur über eine Sondierung in situ zu ermitteln. Dafür geeignete Methoden müssen selektiv auf die im kapillar-porösen mineralischen Materialuntergrund gespeicherte Feuchte empfindlich sein und eine ausreichende örtliche Auflösung aufweisen. Aus denkmalpflegerischer Sicht sind Meßmethoden welche zerstörungsarm sind zu bevorzugen. Diese Gründe waren der Anlaß die Ausmessung der Feuchtefeldes durch eine Stabsonde nach dem Neutronenverfahren vorzunehmen. Bei dieser Methode wird das Feuchtefeld mittels kleiner Meßöffnungen, welche im Fugensystem positioniert werden, sondiert. Das Neutronenverfahren basiert auf der Moderation schneller Neutronen an den Wasserstoffkernen des im Baustoff gespeicherten Wassers. Durch den sehr hohen Streuquerschnitt des Wasserstoffes gegenüber den geringen Streuquerschnitten der anderen in mineralischen Baustoffen vorkommenden Elementen wird die Feuchteselektivität erreicht, so daß Absolutmessungen der Materialfeuchte möglich sind. Das Bezugsvolumen für die Feuchte ist bei der verwendeten Neutronen-sonde etwa kugelförmig und weist einen Durchmesser von ca. 10cm auf.

Zur hygrischen Zustandserfassung wurden am Westportal drei vertikale sowie ein geteilter horizontaler Wandquerschnitt ausgewählt. Weiterhin erfolgten an den Musterflächen der Pfeiler des südlichen Kreuzgangflügels einzelne Feuchtebestimmungen. Diese Untersuchungen sind für die Feuchtesituation am Westportal nicht relevant, so daß darauf nicht eingegangen wird.

An den ausgewählten Mauerwerksbereichen wurden rechtwinklig zur Oberfläche Bohrlöcher mit einem Durchmesser von 1,2cm eingebracht. In den so entstandenen Meßachsen erfolgte anschließend in verschiedenen Tiefen y_i und Höhen z_i mittels der Neutronen-Stabsonde mit

einem Durchmesser von 1,0cm die Messung der diskreten Feuchtemeßwerte $u_i[y_i, z_i]$. Unter Verwendung der Meßwerte $u_i[y_i, z_i]$ eines Untersuchungsquerschnittes erfolgte die Approximation des Feuchtefeldes $u[y, z]$ in Form einer Verteilung und die Ableitung der gespeicherten mittleren Feuchte u_m . Zur grafischen Darstellung der Feuchteverteilungen wurden Intervalle einer Größe von 3V% gebildet und verschiedenen Farben zugeordnet. Diese Verteilungen sind in Anlage 1 und 2 dargestellt.

Die in den Feuchteverteilungen $u[y, z]$ angegebene Tiefe y bezieht sich auf die Mauerwerksoberfläche und beträgt maximal 70cm. Der Abstand der diskreten Meßpunkte nimmt Bezug auf den Mittelpunkt des Meßvolumens. Pro Meßöffnung wurden 7 Sondierungen in der Tiefe y realisiert, wobei diese 10cm bzw. 15cm voneinander entfernt sind. Die Meßöffnungen stehen an den senkrechten Untersuchungsquerschnitten außerhalb des Bogenfeldes in einer Höhe von 40cm bis 70cm übereinander. Die Kämpferplatten der Portalsäulen sind hier die Bezugsbasis. Innerhalb des Bogenfeldes beträgt der senkrechte Abstand 50cm bis 90cm. Hier werden die Angaben zu den Höhen auf die zweite Lagerfuge über dem Gesims bezogen. Beim durch die Archivvolten des Spitzbogens geteilten horizontalen Untersuchungsquerschnitt beträgt der Abstand der diskreten Meßpunkte einheitlich 70cm. Die verschiedenen Abstände der Meßöffnungen widerspiegeln die unregelmäßigen Quaderabmessungen. Die Anzahl der je Untersuchungsbereich ermittelten diskreten Meßwerte ist von der Zahl der Meßöffnungen abhängig. Bei den vertikalen Querschnitten am Westportal wurden z.B. je 70 Einzelmessungen ausgeführt.

Mit dem Einbringen der Bohrlöcher für die Erstmessung der Feuchte erfolgte gleichzeitig die Entnahme von Materialproben aus Bohrmehl für bauchemische Analysen. Diese Bestimmungen wurden vom Institut für Diagnostik und Konservierung Halle [IDK Halle] durchgeführt. Der Tiefenabstand der diskreten Entnahmepunkte beträgt 15cm bzw. 20cm und bezieht sich auf die Mitte des 5cm langen zylinderförmigen Materialvolumens mit einem Durchmesser von 1,2cm. Für repräsentative bauchemische Analysen wurden pro Meßöffnung 4 Materialproben entnommen. Auf Grund der großen Anzahl war die vollständige Analyse der bauschädlichen Salze nur an einigen ausgewählten Proben vertretbar. Die Bestimmung der Summe der wasserlöslichen Bestandteile fand für alle Baustoffproben statt. Aus den ermittelten diskreten Analysewerten konnten die Verteilungen der löslichen Bestandteile im Wandquerschnitt erstellt werden. Für die Approximation dieser Verteilungen wurden Intervalle von 2,5M% gebildet und verschiedenen Farbtönungen zugeordnet. Die Verteilungen sind in Anlage 3 dargestellt.

Alle Untersuchungsbereiche sind mit der Lage ihrer Meßachsen in die Projekt-Kartierungsunterlagen eingezeichnet sowie in den Aufrissen mit den Verteilungen in Anlage 1 bis 3 enthalten. Beim Wandquerschnitt im Bogenfeld liegen sämtliche Feuchtemeßwerte und alle Summenwerte der löslichen Bestandteile, mit Ausnahme einer oberflächennahen Probe, im ersten Intervall. Deshalb wurde die Verteilung hier lediglich in zwei Tiefen dargestellt.

Die Untersuchungen vor Ort umfaßten zwei Kampagnen. Die Sondierung des Ausgangsfeuchtefeldes erfolgte nach Einbringung der Meßöffnungen mit gleichzeitiger Entnahme der Materialproben vom 17. 06. bis 25. 06. 1998. Danach wurden die Bohrlöcher wieder verschlossen. Die Nachsondierungen fanden vom 20. 09. bis 24. 09. 1998 statt. Nach deren Ausführung wurden die Meßöffnungen wiederum geschlossen.

3. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Erst- und der Nachsondierung kennzeichnen exakt betrachtet nur den Zustand während der Untersuchung. Bei größeren Mauerwerksausdehnungen, wie am Westbau des Halberstädter Domes, gilt durch das Feuchtespeichervermögen diese Aussage nur für den oberflächennahen Bereich. Für größere Tiefen ist davon auszugehen, daß die Feuchte eine geringere Dynamik aufweist. Deshalb erfolgte die Nachmessung erst nach etwa einem Jahr.

Die Feuchteverteilung wird in den anderen nicht untersuchten Bereichen des Mauerwerkes von den Untersuchungsergebnissen abweichen. Die visuellen Schadensbilder der an die sondierten Wandquerschnitte angrenzenden Fassadenbereiche rechtfertigen es jedoch von ähnlichen hygrischen Zuständen auszugehen.

3.1. Mauerwerksfeuchte

Die Feuchtebilanz des Mauerwerkes wird durch den Feuchteeintrag und den Austrag der Feuchte beeinflusst. Feuchtequellen sind das über die Fassade eingetragene Niederschlagswasser. Die Feuchteaufnahme aus der Umgebungsluft ist nur temporär und führt nur zu einer Beeinflussung der Wandoberflächen. Der Feuchteaustrag erfolgt über den Feuchteübergang an die anliegenden Luftschichten und stellt die Verdunstung dar, welche u.a. durch die Sonnenexposition beeinflusst wird. An dieser Stelle sei auf die Temperaturmessungen des IDK Halle verwiesen. Sind die Verdunstungsmasseströme kleiner als die dem Mauerwerk zugeführten Feuchteströme kann dieses nicht austrocknen. Die Feuchtebilanz wird negativ und es kommt zu einer Feuchtespeicherung, welche durch die mittlere Feuchte u_m charakterisiert ist. Mit der mittleren Feuchte u_m kann bei Ausführung von Nachsondierungen das Austrocknungsverhalten beurteilt werden. Aussagen zu den in das Mauerwerk eindringenden Feuchteströme sind damit nicht möglich. Diese können jedoch aus der spezifischen Form der Feuchteverteilung abgeleitet werden.

Die Ergebnisse der **Erstmessung** sollen einleitend diskutiert werden. Dabei werden zunächst die mittleren Feuchtwerte u_{mE} , welche aus den diskreten Meßwerten u_i [y_i, z_i] des Feuchtefeldes errechnet wurden, betrachtet. Diese Werte für die Feuchtespeicherung sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

U n t e r s u c h u n g s b e r e i c h	u_{mE} [V%]	u_{mN} [V%]	a_m [%]
Nördlicher vertikaler Querschnitt	6,8	5,6	82
Südlicher vertikaler Querschnitt	6,7	5,5	82
Nördlicher horizont. Querschnitt	5,4	4,0	74
Südlicher horizont. Querschnitt	3,3	2,9	88
Bogenfeld vertikaler Querschnitt	0,9	0,9	100

Die mittlere Feuchte der den Spitzbogen umgrenzenden Untersuchungsbereiche beträgt für den nördlichen Querschnitt $u_{mE} = 6,8V\%$ und für den südlichen Querschnitt $u_{mE} = 6,7V\%$. Die Feuchtesituation des waagerechten Untersuchungsbereiches ist etwas günstiger. Hier beträgt die mittlere Feuchte des nördlichen Teiles $u_{mE} = 5,4V\%$ und die des südlichen Teiles $u_{mE} = 3,3V\%$. Die Feuchte des an den Spitzbogen seitlich und oberhalb angrenzenden Materialuntergrundes liegt damit überwiegend im überhygroskopischen Feuchtebereich. Die Archivolten und die nach außen anschließenden Natursteinoberflächen sind teilweise sehr tief verwittert und mit dicken Krusten überzogen.

Die Feuchte im Untersuchungsbereich des Bogenfeldes hat im Gegensatz dazu einen mittleren Wert von $u_{mE} = 0,9V\%$. Es ist davon auszugehen, daß sich der Materialuntergrund hier überwiegend im hygroskopischen Feuchtebereich befindet. Zur Verifizierung dieser Aussage wurden vom IDK Halle die relative Luftfeuchte und die Temperatur in der Meßöffnung Nr. 29 und Nr. 30 zwischen Oktober 1998 und September 1999 ermittelt. Die relative Luftfeuchte schwankte in dieser Periode von ca. 30% r.F. bis 85% r.F. und belegt, daß sich der Materialuntergrund in der Mitte des Bogenfeldes im hygroskopischen Feuchtebereich befindet. Die Bauzier ist deutlich besser erhalten. Nur an einigen exponierten Kanten und Figuren sind Mürbzonen mit Aufbruchstellen vorhanden.

Nach der Betrachtung der im Materialuntergrund gespeicherten mittleren Feuchte u_m sollen fortführend die zweidimensionalen Verteilungen $u[y,z]$ diskutiert werden. Diese Verteilungen bieten die Möglichkeit die über die Fassade eindringenden Feuchteströme zu differenzieren. Diese Ströme sind meist instationär und bilden in Höhe der Absorptionsflächen in Austrocknungsphasen partielle Befeuchtungsbereiche, welche als Feuchtenester bezeichnet werden.

Diese Nester sind in den in Anlage 1 abgebildeten Feuchteverteilungen der den Spitzbogen umfassenden Untersuchungsbereiche deutlich erkennbar. Am nördlichen vertikalen Untersuchungsquerschnitt zeigt sich ein Feuchtenest in Höhe der Meßöffnung Nr. 5 in einer Tiefe $y = 30\text{cm}$. Der südliche vertikale Wandquerschnitt läßt partielle Befeuchtungszonen in Höhe der Meßöffnung Nr. 11 und Nr. 12 sowie der Meßöffnung Nr. 17 in einem Tiefenintervall $15\text{cm} < y < 30\text{cm}$ erkennen. Gleichfalls sind Feuchtenester an den geteilten horizontalen Querschnitten erkennbar. Am südlichen horizontalen Untersuchungsbereich markiert sich nur an der Mauerwerksoberfläche ein Nest bei der Meßöffnung Nr. 25. Der nördliche horizontale Querschnitt hingegen zeigt eine in der Tiefe sehr ausgeprägte Befeuchtungszone bei der Meßöffnung Nr. 21.

Im Gegensatz dazu zeigt die Feuchteverteilung im Bogenfeld keine partiellen Zonen aus Fassadenbefeuchtungen. Alle Meßwerte liegen innerhalb der gelb markierten Isofläche $0\text{V}\% < u < 3\text{V}\%$.

Die Vielzahl der Feuchtenester an der Westfassade außerhalb des Bogenfeldes belegen die instationären Befeuchtungsverhältnisse. Es ist evident, daß diese Feuchtesituation nur über die Fassade eingetragene seitliche Feuchteströme entstanden sein kann. Zur Ursachenfindung wurde deshalb während mehreren Regenfällen die aus den vorhandenen Wasserspeichern abgegebenen Wasserströme beobachtet. Es konnte festgestellt werden, daß bei Niederschlägen und nordwestlicher Windrichtung das Regenwasser aus den inneren vorderen Wasserspeichern der Türme auf das Satteldach des Zwischenbaues trifft. Das gesamte Regenwasser des Satteldaches sammelt sich in den Kehlen zum Turmmauerwerk und wird durch relativ kurze Wasserspeicher abgeführt. Diese Speicher befinden sich jeweils oberhalb der Portalsäulen. Das Niederschlagswasser des nördlichen Speiers wird durch die Windströmung etwas südlich abgelenkt, trifft auf den oberen Teil des abgetreppten Gesimses und läuft partiell über die vertikalen Gesimsflächen ab. Dadurch entsteht ein "Wasserband", welches die Fassade mit Schwerpunkt unterhalb des Gesimses befeuchtet. Das Feuchtenest in der Meßöffnung Nr. 5 und Nr. 21 wurde so verursacht. Das Niederschlagswasser des südlichen Speiers wird gleichfalls in südliche Richtung abgelenkt. Da das Gesims nach rechts abtreppt, trifft der Wasserstrahl nicht die obere Gesimskante und gelangt so relativ ungestört an Teile der Fassade und besonders auf die Kämpferplatte der Kapitelle der Portalsäulen. Die Feuchtenester in Höhe der Meßöffnungen Nr. 11, Nr. 12 und Nr. 17 sind so entstanden. Die über die Fassade temporär eingetragenen Feuchteströme sind groß und können nicht mehr durch die Verdunstung kompensiert werden. Die daraus resultierende Feuchtespeicherung im Materialuntergrund ist ein auslösender Faktor für die Schäden an der Bauzier. Die Absorption des ablaufenden Niederschlagswassers wird durch die zahlreichen verwitterten Natursteinoberflächen noch erheblich verstärkt.

In Folgerung der Erstmessung wurden die relativ kurzen Wasserspeicher am Satteldach des Zwischenbaues Ende 1998 verlängert. Die Ergebnisse der **Nachmessung** verifizieren, ob sich die Feuchtebelastung durch die konstruktiven Maßnahmen verringert hat. Dies kann über den mittleren Austrocknungszustand quantitativ beurteilt werden. Zur Ermittlung des Austrocknungsverhaltens soll die mittlere Feuchte der Erst- und der Nachmessung herangezogen werden. Wird die mittlere Feuchte u_{mN} der Nachmessung durch die mittlere Feuchte der Erstmessung u_{mE} dividiert ergibt sich der mittlere Austrocknungszustand a_m , welcher in Prozent angegeben wird.

Die mittlere Feuchte der den Spitzbogen umgrenzenden Untersuchungsbereiche hat sich für den linken Querschnitt von $u_m = 6,8\text{V}\%$ auf $5,6\text{V}\%$ [$a_m = 82\%$] und für den rechten Wand-

querschnitt von $u_m = 6,7V\%$ auf $5,5V\%$ [$a_m = 82\%$] reduziert. Die Feuchte des südlichen horizontalen Querschnittes war bei der Erstmessung mit $u_{mE} = 3,3V\%$ geringer. Daher beträgt sein Austrocknungszustand nur $a_m = 88\%$. Am nördlichen horizontalen Querschnitt beträgt der Austrocknungszustand $a_m = 74\%$ und stellt die größte Verbesserung der Feuchtesituation dar. Es ist festzustellen, daß die konstruktiven Änderungen an den Speiern zu einer Verringerung der Feuchte geführt hat. Die genannten Wandquerschnitte liegen jedoch noch immer weitgehend im überhygroskopischen Feuchtebereich.

Die mittlere Feuchte u_m des vertikalen Querschnittes im Bogenfeld hat sich nicht verändert und beträgt auch nach der Nachmessung $u_m = 0,9V\%$. Der mittlere Austrocknungszustand beträgt daher $a_m = 100\%$. Der Materialuntergrund befindet sich weiterhin im hygroskopischen Feuchtebereich.

Der visuelle Vergleich der Feuchteverteilungen von Erst- und Nachmessung ermöglicht eine qualitative Beurteilung ob die konstruktiven Änderungen an den Wasserspeiern nunmehr die Fassadenbefeuchtungen ausschließen. Dies kann durch den mittleren Austrocknungszustand a_m nicht sicher beurteilt werden.

Die Verteilungen der Nachmessung in Anlage 2 zeigen außerhalb des Bogenfeldes eine deutliche Zunahme der gelben Isoflächen, welche trockenes Mauerwerk charakterisieren. Am Westportal hat sich die Feuchte im Bereich der Nester erkennbar reduziert. Beispielsweise ist das Feuchtenest in der Meßöffnung Nr. 5 und Nr. 21 zurückgegangen. Dies ist an den hellgrünen Isoflächen zu erkennen. Jedoch ist das Feuchtenest weiterhin in der oberflächennahen Zone vorhanden. Auffällig ist in diesem Zusammenhang die Zunahme der Feuchte an der untersten Meßöffnung Nr. 1, einem Steinquader über der Kämpferplatte der Portalsäulen. Die veränderte Wasserführung hat hier offenbar eine Verschlechterung der Feuchtesituation verursacht! Die Nachmessung am südlichen Wandquerschnitt zeigt beim oberen Feuchtenest in der Meßachse Nr. 17 eine geringe oberflächennahe Reduzierung der Feuchte. Das untere Feuchtenest in der Meßöffnung Nr. 11 und Nr. 12 ist dagegen erheblich zurückgegangen. Die Feuchtenester am waagerechten Querschnitt sind nur wenig verändert. Alle o.g. Veränderungen in den Feuchteverteilungen werden auf die Verlängerung der Wasserspeier am Satteldach des Zwischenbaues zurückgeführt.

Es ist jedoch festzuhalten, daß die konstruktiven Maßnahmen zum Feuchteschutz des Westportales nicht ausreichend sind, da weiterhin Fassadenbefeuchtungen an den außerhalb des Spitzbogens liegenden Untersuchungsbereichen auftreten. Das Mauerwerk kann nicht austrocknen und der Schadensprozeß wird nicht unterbunden.

Die Nachmessung der vertikalen Feuchteverteilung im Bogenfeld bestätigen die Feststellung der Erstmessung, daß hier keine partiellen Befeuchtungszonen existieren.

3.2. Bauschädliche Salze

Analog zu den Feuchteverteilungen wird abschließend auf die Verteilung der löslichen Bestandteile an der Westfassade eingegangen. Die löslichen Bestandteile treten erfahrungsgemäß an Fassadenflächen mit hoher andauernder Feuchtebelastung auf. Damit sind sie ein Indiz für das Feuchteverhalten in vorangegangenen Zeiträumen.

Bei Betrachtung der Feuchteverteilungen in Anlage 3 ist jeweils ein Bereich am nördlichen und südlichen Untersuchungsquerschnitt markant. Diese Zonen sind fast deckungsgleich mit den Feuchtenestern des nördlichen und dem oberen Feuchtenest des südlichen Querschnittes. Weiterhin ist auch die Ausdehnung in der Tiefe mit der Größe der o.g. Feuchtenester stimmig. Damit sind die vor den Nestern befindlichen Fassadenflächen in Übereinstimmung mit der Nachmessung als stationäre Feuchteintragsbereiche eindeutig charakterisiert. Die anderen Absorptionsflächen sind vermutlich von der Windströmung abhängig und verursachen nur temporäre Feuchtenester.

Aus Gründen der Vollständigkeit soll auszugsweise auf einige Ergebnisse der vom IDK Halle durchgeführten bauchemischen Analysen der entnommenen Materialproben eingegangen

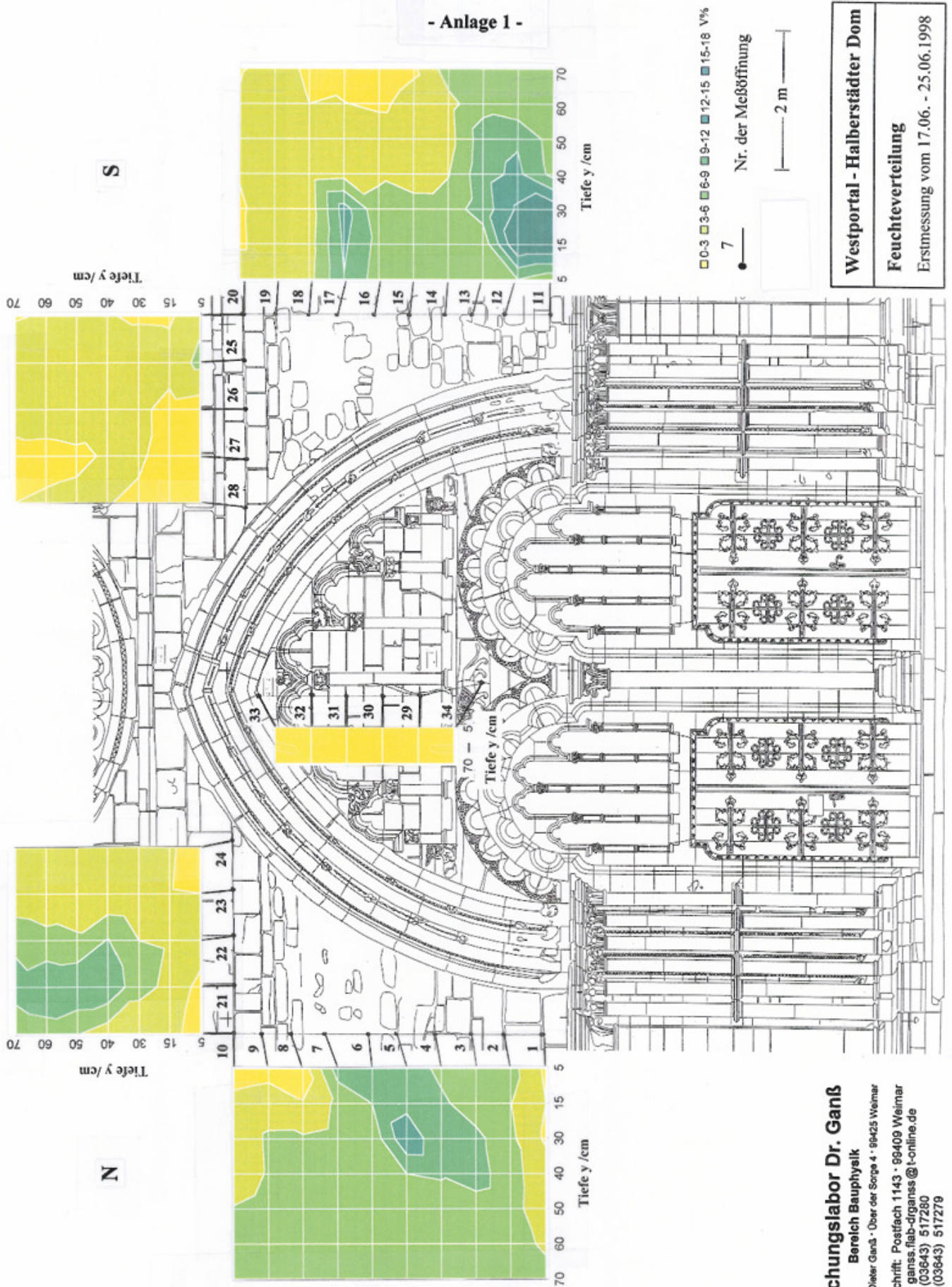
werden. Die Analysewerte zeigen neben den sehr hohen Sulfatbelastungen auch relativ hohe Nitratgehalte, insbesondere am südlichen Wandquerschnitt des Westportales. Hier hat z.B. die Oberflächenprobe der Meßachse Nr. 14 einen Nitratgehalt von 1,17M% ! Auch die darüber liegenden Meßöffnungen zeigen merkliche Nitratbelastungen. Weiterhin wurden Chloride analysiert. Es sind damit Schadsalze vorhanden, welche sehr mobil sind und sich im feuchten Mauerwerk durch vorhandene Feuchteströme ausbreiten können. Diese Ströme verlaufen von den bevorzugten Befeuchtungszonen seitlich und oberhalb der Archivolten in Richtung des Bogenfeldes und transportieren im Kapillarwasser bauschädliche Salze. Diese Vermutung zum Salztransport wird durch einen Nitratgehalt von 0,16M% und einen Chloridgehalt von 0,11M% in der oberflächennahen Materialprobe der Meßachse Nr. 31 bestätigt.

4. Schlußfolgerungen

Das Mauerwerk der Westfassade befindet sich überwiegend im überhygroskopischen Feuchtebereich. Dieser hygrische Zustand hat sich nach Verlängerung der Wasserspeier nicht entscheidend verändert und ist dem Erhalt der Bauzier abträglich. Die Wandflächen werden weiterhin durch ablaufendes Niederschlagswasser aus Wasserspeiern bis in große Tiefen befeuchtet. Im Gegensatz dazu wird der Materialuntergrund des zurückgesetzten Bogenfeldes nicht durch ablaufendes Niederschlagswasser befeuchtet und befindet sich im hygroskopischen Feuchtebereich. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß Feuchteströme aus den Befeuchtungszonen seitlich und oberhalb der aus der Mauerflucht ragenden Archivolten in das Bogenfeld gelangen. Die vorhandenen mobilen bauschädlichen Salze im untersuchten mittleren Bereich des Bogenfeldes bestätigen diese Vermutung. Die strukturierten Wandoberflächen im Bogenfeld können daher durch diese Salze kontaminiert und nachfolgend geschädigt werden. Die Feuchtesituation in den Randbereichen des Bogenfeldes sollte durch ergänzende Untersuchungen verifiziert werden.

Die Verwitterungsschäden am Westportal sind signifikant durch die mangelhafte Ableitung des Niederschlagswassers der Wasserspeier des Zwischenbaues verursacht. Es ist zu vermuten, daß die Veränderungen in der Wasserführung nach der Erneuerung der Turmobergeschosse einschließlich der Dachhelme am Ende des 19. Jh. zu dieser abträglichen Befeuchtungssituation geführt haben. Die ursprünglichen Türme hatten keine rheinischen Giebel und entwässerten über die Traufe. Dadurch konnte nur in geringem Maße das Niederschlagswasser der vorderen Turmdächer auf das Satteldach des Zwischenbaues gelangen. Die vorhandene Feuchtesituation deutet darauf hin, daß entweder die Länge der Wasserspeier am Satteldach des Zwischenbaues nicht ausreichend ist oder die Speier der Türme für die Befeuchtung der Westfassade mit wesentlich sind. Es ist bedenklich, daß nach den Änderungen an den Speiern die Belastung von bisher gering befeuchteten Fassadenflächen zunimmt. Gleichfalls wird das ablaufende Niederschlagswasser, welches nicht mehr von der Fassade absorbiert wird, die Feuchte im Baugrund erhöhen und am Sockelmauerwerk Verwitterungsprozesse beschleunigen. D.h. es tritt lediglich eine Verlagerung des Schadenspotentials auf ! Es werden daher grundsätzliche Überlegungen zur Veränderung der Niederschlagswasserführung an den Türmen und am Zwischenbau des Westwerkes empfohlen.

Die Konservierung der Krusten und Schalen welche sich außerhalb der Mitte des Bogenfeldes befinden, wird erst nach einer deutlichen Reduzierung der Fassadenbefeuchtung erfolgversprechend sein.



Forschungslabor Dr. Ganß

Bereich Bauphysik

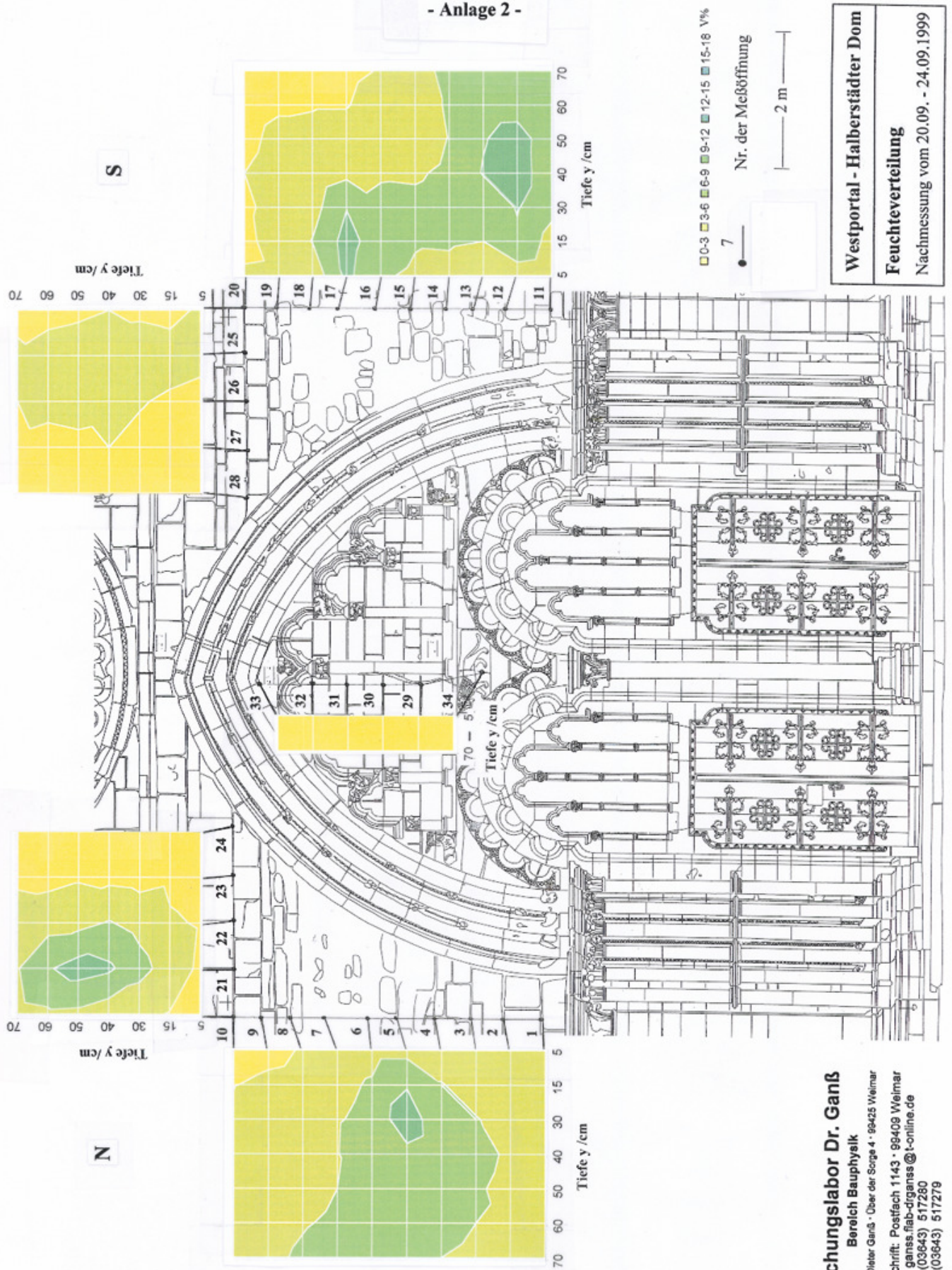
Dr. Ernst-Dieter Gand · Über der Sorge 4 · 99425 Weimar

Postanschrift: Postfach 1143 · 99409 Weimar

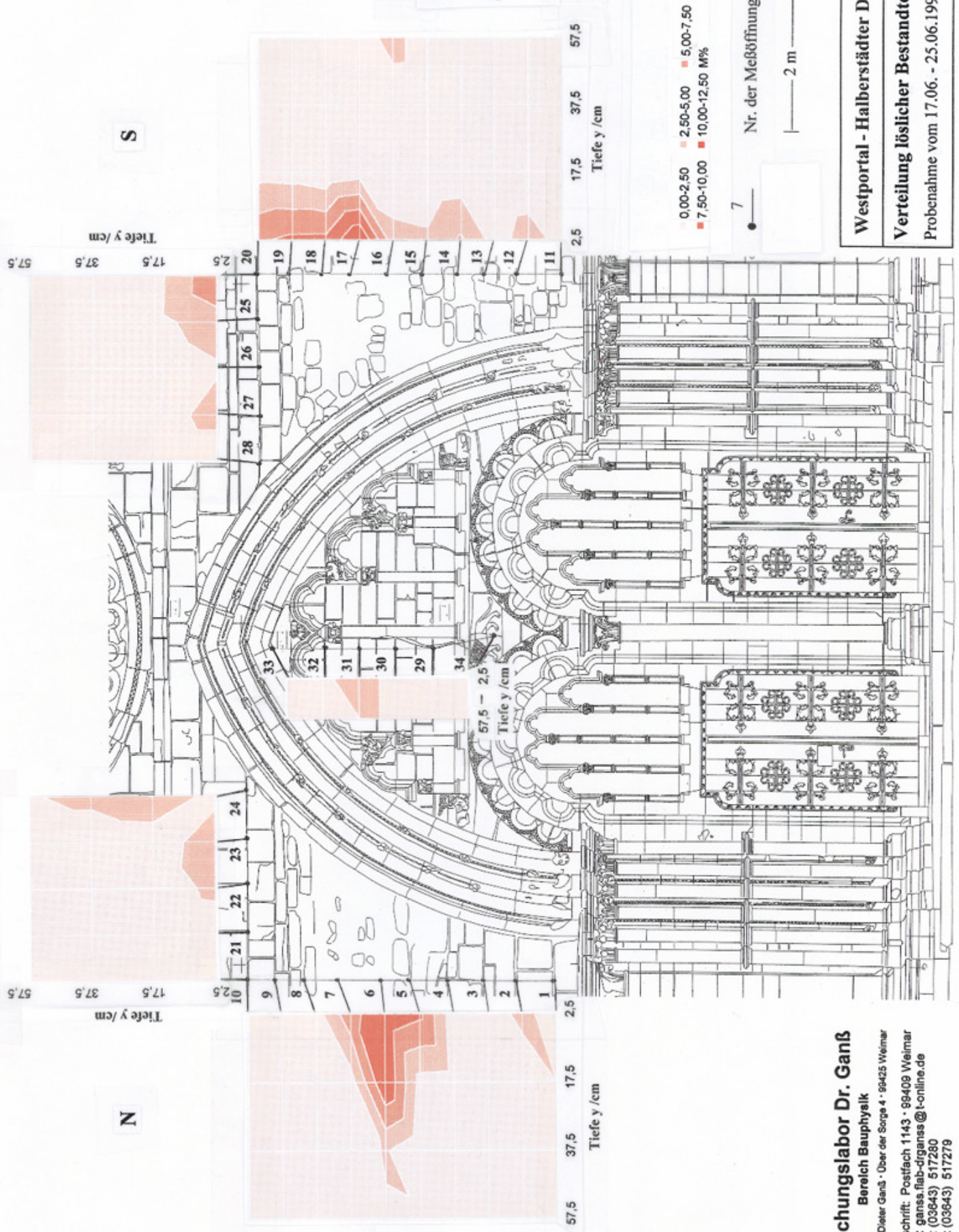
email : ganss.flab-drganss@t-online.de

Telefon: (03643) 517280
Telefax: (03643) 517270

Telefax: (03643) 517279



- Anlage 3 -



Forschungslabor Dr. Ganß

Bereich Bauphysik

Dr. Ernst-Dieter Ganß · Ober der Sorge 4 · 99425 Weimar
 Postanschrift: Postfach 1143 · 99409 Weimar
 email : ganss.flab-drganss@t-online.de
 Telefon: (03643) 517280
 Telefax: (03643) 517279