

## Zusammenfassung

### *Die Hallesche Marktplatzverwerfung und ihr Einfluß auf Gebäudedehformationen am Markt von Halle/Saale*

Durch das Stadtgebiet von Halle/Saale streicht eine geologische Störzone – die Hallesche Marktplatzverwerfung. Nördlich der Störung sind Gesteine des Rotliegenden anzutreffen, die südlich von ihr durch karbonatische Bildungen des Zechsteins von den weiter im Süden anstehenden Gesteinen des Unteren Buntsandsteines getrennt werden. Um den Markt können zur Zeit Schäden an Gebäuden festgestellt werden, deren Analyse auf Veränderungen des Baugrundes hinweist. Als Ursache ist Salz- und Gipsauslaugung im Zechsteingebirge verantwortlich. Hohlräume verstürzten und zeichneten den Baugrund mit Senkungsmulden und Senkungstrichtern. Noch heute aktive Auslaugung bzw. Verstürzungen sind als Grund für Bauschäden anzunehmen.

## Summary

### *The Halle Market Place faulting and its influence on deformations of buildings on the Market Place of Halle on Saale*

A geological fault zone – the Halle market place faulting – passes through the area of the town of Halle. North of the fault zone rocks of the Lower Permian are found, which south of it are separated from the solid rock of the Lower Triassic occurring farther in the south by carbonate formations of the Zechstein subdivision. Around the market place building damages can now be pointed out, the analysis of which refers to changes in the foundation soil. The reason for them is salt and selenite leaching in the Zechstein formation. Cavities have collapsed and marked the subsoil by troughs and cones of depression. Leaching which is still active respectively sinkings are considered to be the cause of building damages.

## Die Hallesche Marktplatzverwerfung und ihr Einfluß auf Gebäudedehformationen am Markt von Halle/Saale<sup>1</sup>

*Mit 3 Abbildungen und 6 Photos im Text*

*Autor:*

Dipl.-Ing. VOLKER OEHLISCHLÄGER  
4090 Halle-Neustadt  
Block 762/4

<sup>1</sup> Mitteilung aus der Technischen Hochschule Leipzig, Sektion Ingenieurbau – Dozentur Ingenieurgeologie.

---

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 6  
Seite 23...40  
VEB H. Haack Gotha/Leipzig 1981

## Резюме

### Сброс галлезской рыночной площади и его влияние на формацию зданий вблизи рынка город Галле/Заале

Через город Галле/Заале простирается зона геологического нарушения — так называемый сброс галлезской рыночной площади. Севернее нарушения встречаются породы мертвого красного лежня, разделенные карбонатными образованиями цехштейна от залегающих южнее пород нижнего пестрого песчаника. Вокруг рынка в настоящее время обнаруживаются повреждения зданий, анализ которых указывает на изменение прочного грунта. Причина — соляное и гипсовое выщелачивание в породах цехштейна. Полости привели к образованиям мульд и воронок оседания. Активные по сей день выщелачивание или обвалы являются причиной повреждений зданий.

## 1.

### Einleitung

Das Zentrum von Halle/Saale befindet sich zur Zeit in einer Phase der baulichen Umgestaltung. Dabei treten besonders ingenieurgeologische Probleme auf. Als Ursache ist hierfür die Hallesche Marktplatzverwerfung anzusehen. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts läßt sich in Publikationen die Kenntnis dieser geologischen Störzone im Zentrum der Stadt Halle zurückverfolgen. Doch sind bis heute wichtige Erkenntnisse für ingenieurgeologische Belange, wie z. B. die Grundwasserstände, die chemische Zusammensetzung und die Tiefenlage der verschiedenen Grundwasserleiter sowie die Senkungstendenzen sowohl nach ihrer Größe an der Oberfläche als auch nach ihrer Verbreitung und Gleichmäßigkeit nicht ausreichend verfügbar. Deshalb kann bei der Planung von Neubauten bzw. Sanierungsarbeiten den Sicherheitsanforderungen nur mit einem erhöhten Aufwand Rechnung getragen werden. Für besondere Bauwerke mit komplizierter Statik ist es zur Zeit noch ratsam, das unmittelbare Verwerfungsgebiet zu meiden.

Oberflächlich markiert sich die Hallesche Marktplatzverwerfung durch eine steilstehende Kalkstein-Dolomit-Folge, die normal in Tiefen von 500 m bis 1 500 m anzutreffen ist. Speziell für das Stadtgebiet von Halle ist ein Sprung zwischen der Hoch- und Tiefscholle von ca. 600 m anzunehmen. Im Bereich der Störungszone steigt die Sole auf, der Halle seinen Namen verdankt. Der Name „Halla“ wird in einer Chronik erstmals im Jahre 806 erwähnt. Prähistorische Funde zeugen davon, daß schon in der jüngeren Bronzezeit (ca. 1 200 v. u. Z.) mit der Salzgewinnung in dieser Gegend begonnen wurde. In der frühen Eisenzeit trat eine Verstärkung der Gewinnung dieses für den Menschen wichtigen Naturproduktes auf. Noch heute wird in geringer Menge auf dem Gelände der ehemaligen Saline, unweit des Marktes, Sole gefördert und daraus Salz gewonnen.

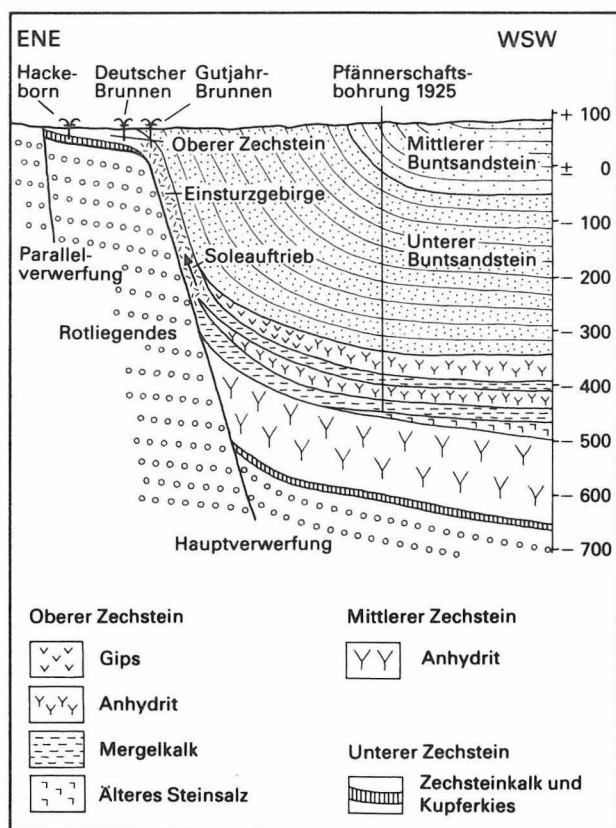


Abbildung 1  
Geologischer Schnitt durch die Hallesche Marktplatzverwerfung zwischen dem Hallmarkt und der Saline (nach FULDA 1929)

2.

## Geologische Verhältnisse im Stadtgebiet von Halle/Saale

Im Stadtgebiet von Halle und Halle-Neustadt grenzen drei tektonische Einheiten aneinander: im Norden das Hallesche Vulkanitgebiet, im Süden die Merseburger Buntsandsteinplatte und im Westen die Nietlebener Mulde – als Teil der Mansfelder Mulde. Die Grenzzone zwischen der Merseburger Buntsandsteinplatte bzw. der Nietlebener Mulde und dem Halleschen Vulkanitgebiet ist die Hallesche Marktplatzverwerfung (Abbildung 1). Die Lagerungsverhältnisse sind hauptsächlich auf tektonische Bewegungen in der Kreidezeit zurückzuführen. Die Hochscholle des Nordens und die Tiefscholle des Südens von Halle weisen Gesteine verschiedener Formationen an ihrer Oberfläche auf. So stehen im Norden Gesteine des Rotliegenden an, während im Süden Gesteine des Zechsteins und der Trias an der Oberfläche anzutreffen sind. Die vertikalen Verstellungen der beiden Schollen mit Sprunghöhen von 500 m bis 1 500 m sind von erheblichen Verkippungen begleitet, durch die Schichten fast senkrecht verstellt wurden.

Zu den Gesteinen des Permosiles, die als Molasse des Variszischen Gebirges entstanden, gehören rotgefärbte Konglomerate, Arkosen, Sandsteine und Schiefertone. Das Molassestadium wurde durch vulkanische Ausbrüche und subvulkanische Intrusionen gekennzeichnet, denen die Halleschen Porphyre angehören. Im Zechstein kam es zur Bildung mariner chemischer Sedimente, wie Kalkstein, Dolomit, Anhydrit, Stein- und Kalisalz und im Buntsandstein zu marinen klastischen Sedimenten, wie Ton-, Schluff- und Sandsteinen. Nach einer die mittlere und obere Trias, Jura und Kreide umfassenden Schichtlücke folgen tertiäre Sedimente: Tone, Sande, Kiese, Braunkohle sowie später die Ablagerungen des Quartärs.

Die großkristallinen Halleschen Porphyre werden nahe der Verwerfungszone durch die Brachwitzer Schichten sowie Porphyrkonglomerate überlagert. Weiter nördlich von der Verwerfungszone bilden die großkristallinen Halleschen Porphyre den Untergrund für die älteren Molassesedimente des Permosiles sowie die kleinkristal-

linen Halleschen Porphyre. In den Senken erhielten sich tertiäre Sande, Tone und Braunkohlenzwischenlagerungen. Pleistozäne und holozäne Sedimente sind allgemein verbreitet. In unmittelbarer Nähe der Verwerfung befinden sich stufelförmige Brüche mit Sprunghöhen zwischen wenigen und einigen hundert Metern.

Südlich der Marktplatzverwerfung bildet das Rotliegende den tieferen Untergrund für den nachfolgenden Zechstein, dessen Salinar aufgrund der Auslaugung stark reduziert ist. Nach KOCH (1978) stammt der polymikte Zechsteinrückstand teilweise aus dem Zechsteinkalk (Werraserie), teilweise aus Dolomit- und Rauchwacken (Staßfurtserie) sowie den Anhydrit- und Steinsalzfolgen des Staßfurt- bzw. Leinezyklus. Über dem Zechstein lagert der Untere Buntsandstein, der an der Grenze zum Mittleren Buntsandstein Rogensteinbildungen aufweist. Die Schichten zeigen eine zur Verwerfungszone hin immer steiler werdende Verkippung. Direkt an der Hauptstörung ist die Verstellung fast vertikal. Gips- und hauptsächlich Salzauslaugung haben den Störungsbereich mit Senkungen gezeichnet. Tertiäre Ablagerungen füllen die Senken über dem Mittleren Buntsandstein und überdecken diese Formation gleichmäßig. Das holozäne Deckgebirge füllte später Senken über den tertiären Sedimenten und schuf eine relativ ebene Oberfläche.

3.

## Die Lagerungsverhältnisse am Markt von Halle/Saale

3.1.

### *Allgemeines*

Die Untersuchungen erstreckten sich auf ein etwa quadratisches Gebiet von ca.  $10^5 \text{ m}^2$  Größe. Als Begrenzung gilt: Kleine Klausstraße, Große Nikolaistraße, Kleinschmieden, Marktplatz, Schmeerstraße, Alter Markt, Hallorenring, Salzstraße und Flutgasse. In diesem Bereich befinden sich bedeutende öffentliche und historische Gebäude, wie die Marktkirche, der Rote Turm, die Marien-

bibliothek, der Kühle Brunnen und das Händelhaus.

Für die folgenden Ausführungen wurden 37 Trockenbohrungen, 8 Kernbohrungen sowie 5 Sondierungen ausgewertet. Diese Baugrundaufschlüsse befinden sich fast ausschließlich in der Verwerfungszone und südlich davon. Weiterhin sind die Schichten der 5 historischen Solebrunnen nach Angaben von FREYDANK (1932) nach geologischen Abteilungen gegliedert worden. Dank der Hilfe von Prof. Dr. habil. E. NEUSS war es möglich, eine ausreichend exakte Kartierung dieser Brunnen vorzunehmen.

Nördlich des Marktes bzw. Hallmarktes stehen die ältesten hier erbohrten Schichten – das Rotliegende – an. Die Porphyrkonglomerate weisen dabei eine relativ schnelle Veränderung des Schichteneinfallwinkels auf. So beträgt z. B. am Roten Turm die Schichtneigung 20...50° nach Süden. Bei einer ca. 60 m weiter südlich gelegenen Bohrung beträgt der Einfallwinkel bereits 70...90°. Überdeckt ist dieses Gebiet von tertiären Tonen und holozäner Auffülle.

Abgelöst wird das Rotliegende oberflächlich durch einen Kalkstein-Dolomit-Streifen, der herzynisch (NW...SO) das gesamte Hallesche Stadtgebiet durchquert. Diese Zone charakterisiert die Hallesche Marktplatzverwerfung. Infolge Auslaugung und tektonischer Belastungen ist eine eindeutige Unterscheidung von Zechsteinkalk, Werraanhydrit, Stinkschiefer, Hauptdolomit und Auslaugungsrückständen aus dem Bohrgut ohne eine chemische und petrographische Analyse nicht möglich. Im folgenden soll daher von Aschen der Zechsteinserien gesprochen werden.

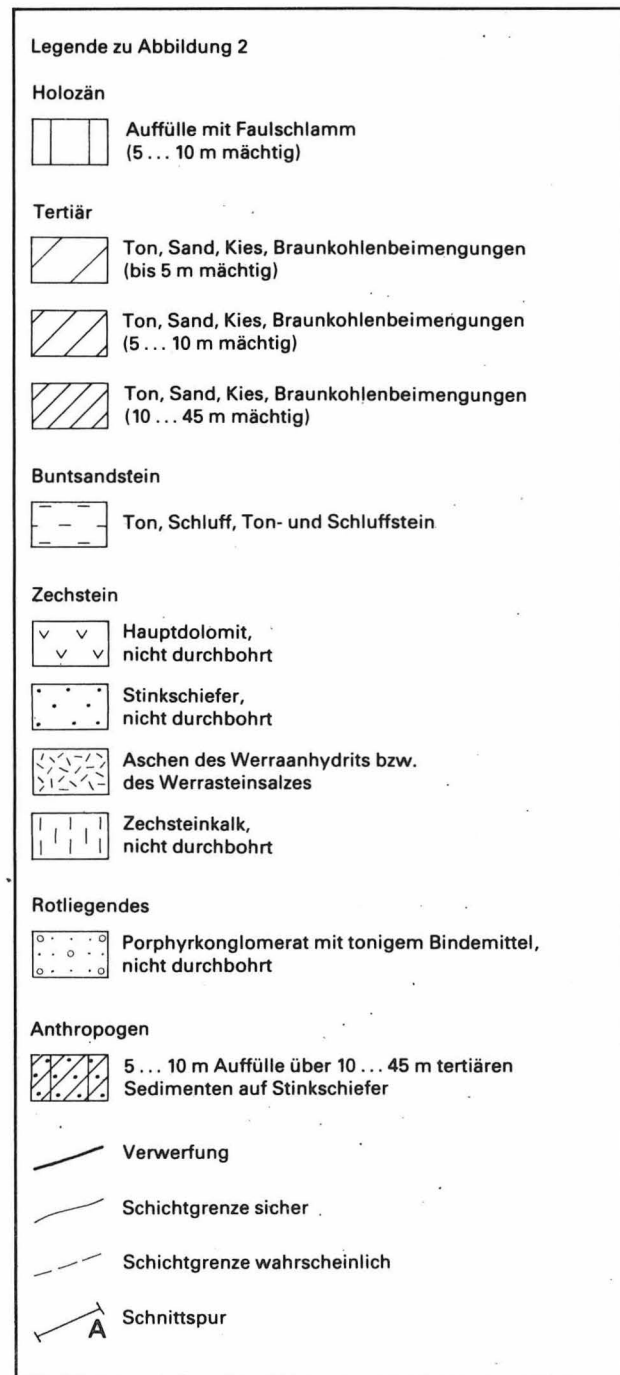
Der Untere Buntsandstein fällt in Richtung auf die Störungszone mit 75...90° ein. In Senken über dem Unteren Buntsandstein und über dem Zechstein sind Sedimente des Tertiärs verbreitet. Zu den Tonen, Sanden und Kiesen kommen auch vereinzelt Braunkohlennester mit weicher Konsistenz und einer minimalen Steifezahl von 10 kp/cm<sup>2</sup>. Holozäne Auffülle, die teils mit Faulschlamm durchsetzt ist, steht im südlichen Bearbeitungsgebiet mit einer max. Mächtigkeit von 8,5 m an. Diese Auffülle ist ein sehr heterogenes Gemenge, das sich zusammensetzt aus Holzresten, Bauschutt, Müll, Humus, Steinen, Salzsiederückständen u. a. m. Durch diese Auffülle entstand eine Geländeoberfläche, die heute im nörd-

lichen Bearbeitungsgebiet ein flaches Gefälle von ca. 6 m Höhenunterschied zur Saale hin zeigt. Südlich treten 3,5 m Differenz in gleicher Richtung auf.

### 3.2.

## Das flächenhafte Schichtsystem

In Abbildung 2 sind auf einem Lageplan die Schichtungen des Baugrundes nach Verbreitung und Mächtigkeit dargestellt. Dabei ist entgegen



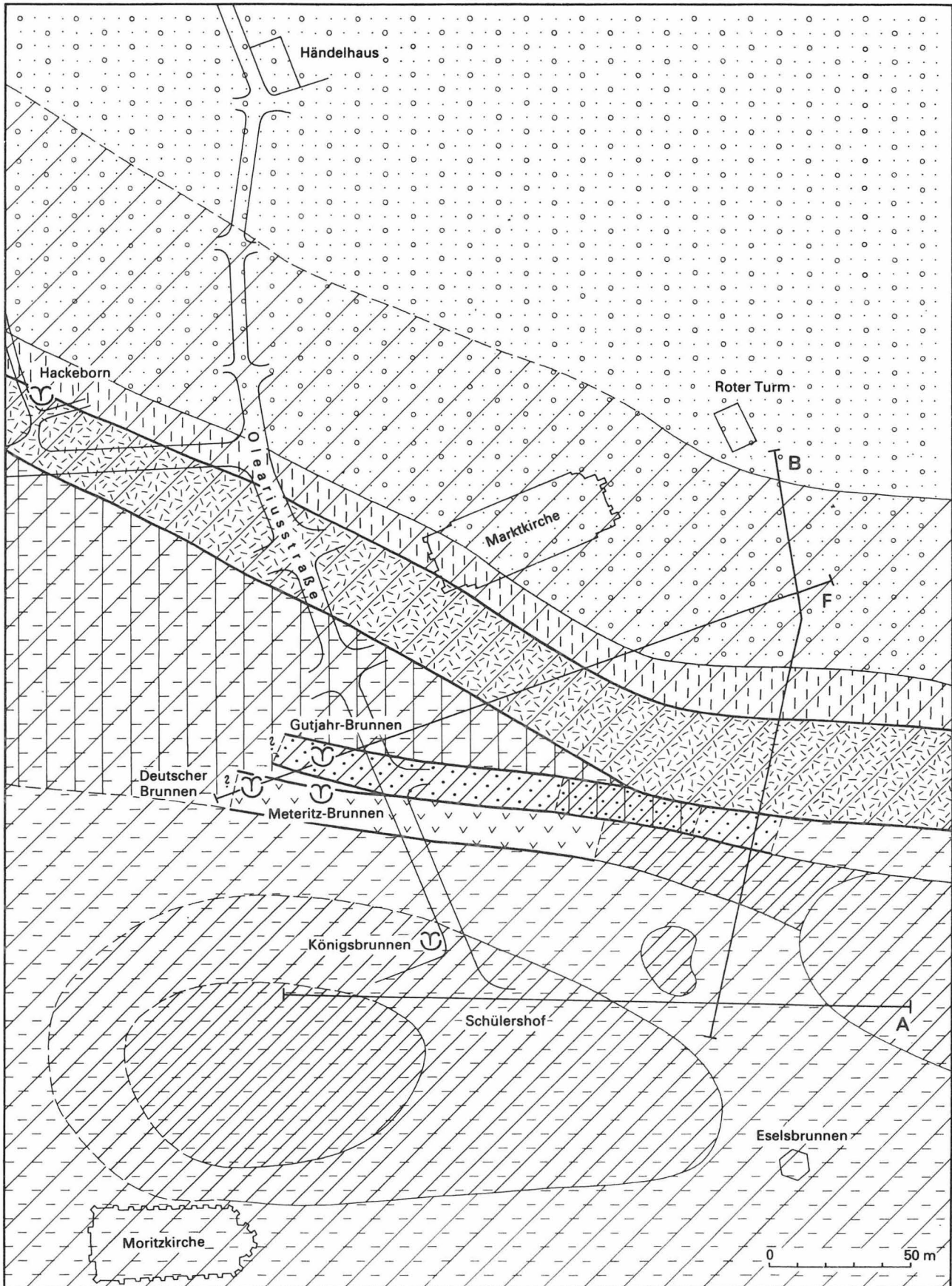


Abbildung 2  
 Geologische Karte des Stadtzentrums von Halle  
 (Markt, Hallmarkt und angrenzende Bereiche)

OEHLSCHLÄGER (1977) die Auffüllschicht abgedeckt worden. Sie steht im Bearbeitungsgebiet überwiegend in einer Mächtigkeit von 1,0...5,0 m an. Eine Ausnahme bildet der Hallmarkt, wo Mächtigkeiten größer als 5,0 m anzutreffen sind. Durch die Art der Darstellung in Abbildung 2 werden die Lagerungsverhältnisse deutlicher sichtbar. Bei der Betrachtung des flächenhaften Schichtsystems der geologischen Karte ist stets zu bedenken, daß alle Formationsgrenzen sich nur an der unmittelbaren Oberfläche so darstellen. Mit zunehmender Tiefe tritt aufgrund des Schichtfallwinkels eine Verschiebung der Grenzen nach Südwest auf.

Die sprunghaft wechselnde Mächtigkeit der tertiären Sedimente über den Zechsteinaschen läßt folgende Rückschlüsse zu:

- Durch Schichtgleitung im Zechsteingebirge erfolgte eine unterschiedlich weite Verschiebung einzelner Gesteinsstufen.
- Durch örtlich begrenzte, besonders starke Auslaugung sanken einzelne Staffeln des Zechsteins besonders tief ab.

Im vorliegenden Gebiet ist wahrscheinlich eine Kombination beider Möglichkeiten vorhanden. Die Deformationen unmittelbar an der Verwerfung müssen als Sackungen bezeichnet werden, da sie an das Ableiten von Zechsteinschollen direkt gebunden sind. Ihre Grenzen zeichnen sich somit scharf ab.

Über dem Buntsandstein lagert Tertiär mit Mächtigkeiten von mehr als 5,0 m. So läßt sich südlich der Gutjahrshof eine ausgedehnte Senkungsmulde vermuten. Gleiches gilt für die sich östlich andeutende abweichende Mächtigkeit tertiärer Sedimente.

Diese Oberflächendeformationen sind als Senkungsmulden zu bezeichnen. Bei flächiger Auslaugung des Zechsteingebirges verstürzt das Buntsandsteingebirge und verschleiert durch Auflockerungen und Gewölbekonstruktion den Auslaugungs-herd an der Oberfläche. Bei kleineren Auslaugungen kann sich die Deformation an der Oberfläche auch als Erdfall abzeichnen.

Auffällig in Abbildung 2 ist weiterhin die Auffächerung der Zechsteinaschen im Bereich der 3 historischen Solebrunnen (Meteritzbrunnen, Deutscher Brunnen und Gutjahrbrunnen). Der Zechsteinaustrich, der sich sonst in einer Breite von 40...50 m durch das Stadtgebiet zieht, ver-

breitert sich sprunghaft am Schülershof. Dabei verändert sich sofort das allgemeine Nordwest-Südost-Streichen der Verwerfung. Sie biegt nach Süden ab. Der Versuch, eine Unterteilung der Zechsteinaschen vorzunehmen, ist mit der nötigen Skepsis zu betrachten und aufgrund der mangelhaften Unterlagen nicht zu empfehlen. Als Ursache der Auffächerung kann das Einschieben von Gesteinen des Unteren Buntsandsteines infolge seitlichen Druckes parallel zur Verwerfung angesehen werden. Ein Verlauf der Auffächerung über die 3 Solebrunnen nach Westen hinaus ist nicht bekannt, da sich dort keine Bohrungen befinden.

Zusammenfassend läßt sich feststellen:

- Nach der Entstehung der Verwerfung erfolgte Auslaugung im Unergrund.
- Die nachfolgenden Verstürzungen im Deckgebirge sind bereits im Tertiär abgeklungen (Auffüllung der Mulden bzw. Sackungen mit Sedimenten von mehr als 5 m).
- Andauernde Auslaugung bzw. weiterführende Verstürzungen zeichnen sich im Quartär (sprunghaft ansteigende Mächtigkeit) ab.
- Noch heute andauernde Baugrunddeformationen, jedoch im Bereich von Millimetern bis Dezimetern.

### 3.3.

#### *Baugrundschnitte*

Der Schnitt A in Abbildung 3 verläuft in Ost-West-Richtung etwa parallel zum Streichen der Buntsandsteinschichten. Er berührt die Bohrungen 1...5. In unmittelbarer Nähe liegen die Bohrungen 6...8. Die tiefste hier niedergebrachte Bohrung Nr. 5 erreichte 40,1 m. Sie belegt 3 geologische Formationen: den Unteren Buntsandstein, Tertiär und Holozän. Nach Westen läßt sich der Untere Buntsandstein bis zur Bohrung Nr. 7 verfolgen. Über dem Tonstein bzw. Schieferthon (mit Steifezahlen von 500...1 000 kp/cm<sup>2</sup>), der nur bis zur Bohrung Nr. 3 belegt ist, lagert eine 10...15 m mächtige Decke von Verwitterungstonen. Die Grenze zwischen den Trias- und Tertiärtonen festzulegen ist schwer und nur aufgrund unterschiedlicher Färbungen, dem Vorhandensein bestimmter Beimengungen und durch den Vergleich der Steifezahlen möglich. Die Grenze ist nach dem

Farbumschlag von grau nach rotbraun festgelegt worden.

Die im Tertiär sedimentierten Kiese, Sande und Schluffe sind westlich des Schnittes besonders mächtig. Braunkohlenbeimengungen lassen sich in der Mehrzahl der Bohrungen nachweisen. Ihre Ansprache durch die Bohrmeister ist sehr unterschiedlich. Sie reicht von „kleine schwarze Einlagerungen“ über „Kohlespuren“ bis „kohlehaltig“. Ein geschlossenes Kohleflöz größerer Mächtigkeit ist im Bearbeitungsgebiet nicht zu erwarten. Da hier eine Beckenrandlage vorliegt, ist mit einer stark variierenden Ausbildung zu rechnen. Das Tertiär wird von Auffülle überlagert. Im Schnitt A sind diese Auffüllschichten ca. 1...4 m mächtig. Zum Teil ist die heterogene Auffülle mit Faulschlamm durchsetzt.

Die im Westen von Schnitt A besonders starke Ausbildung der tertiären Schichten und das Fehlen der sonst in ca. 10 m Tiefe erbohrten triadischen Gesteine lassen hier die Anzeichen einer Senkungsmulde deutlich werden.

Der Schnitt B in Abbildung 3 ist in Nord-Süd-Richtung angelegt. In der Schnittfläche befinden sich die Bohrungen 4 und 9...13. Aus unmittelbarer Nähe wurden die Bohrungen 14...17 mit verwendet. Ein Knick in der Schnittachse wurde notwendig, um zwischen der ca. 115 m langen Strecke von Bohrung Nr. 11 zur Bohrung Nr. 13 einen Zwischenpunkt (Bohrung Nr. 12) einschalten zu können. Da hier ein Großteil der Kernbohrungen für die Schnittdarstellung verwendet werden konnte, ist aufgrund ihrer präzisen Beschreibung eine gute Deutungsmöglichkeit gegeben. Die Schnittlinie verläuft etwa senkrecht zur Verwerfung.

In Abbildung 3 sind Gesteine des Perms, der Trias, des Tertiärs und Quartärs dargestellt. Die ältesten Schichten – das Rotliegende – sind im Norden anzutreffen. Aus den Bohrmeisterprofilen geht diese Identifizierung nicht ohne weiteres hervor. Wird aber bedacht, daß das Bindemittel des einst verfestigten Gesteins im oberflächennahen Bereich verwitterte und durch die Probennahme eine weitere Zerrüttung erfolgte, können trotz der unterschiedlichsten Ansprachen durch die Bohrmeister Rückschlüsse gezogen werden. Von 22,5 m bis zur Endteufe von 30,5 m wurde in der Bohrung Nr. 13 die Schichtung horizontal vorgefunden. Darüber konnte eine Neigung von 20...50° fest-

gestellt werden. Von der Bohrung Nr. 12 wurde angegeben, daß bei der Endteufe von 25,5 m der Schichteinfallwinkel 70...90° beträgt. Die Schichten von 7,9...22,8 m Tiefe sind seiger. Der Zechstein wurde in den Bohrungen Nr. 10, 11, 16 und 17 in unterschiedlicher Tiefe erbohrt. Der älteste Vertreter des Zechsteins – der Kupferschiefer – konnte nicht nachgewiesen werden. Durch die tektonischen Bewegungen dürfte dieser zerrieben worden sein. Denkbar wäre auch, daß er als Gleitschicht diente.

Im Schnitt B folgt auf die Zechsteinaschen im Süden der Untere Buntsandstein. Die Bohrung Nr. 4 erschloß die triassischen Tone und Tonsteine. In den Bohrungen Nr. 14 und 15 wurden nur tektonisch veränderte und verwitterte Gesteine des Unteren Buntsandsteins angebohrt.

Überdeckt wird das Relief des Zechsteins und des Unteren Buntsandsteins von tertiärem Sand, Kies, Schluff und Ton. In den Bohrungen Nr. 4...9 wurde eine Braunkohlenlinse angetroffen. In den Bohrmeisteransprachen reichen die Bezeichnungen von „Kohlespuren“ über „kohlehaltig“ bis hin zur eigentlichen „Braunkohle“.

Über dem Rotliegenden keilen die tertiären Ablagerungen aus. Vom Zechstein bis zur Bohrung Nr. 12 lassen sich Sande und Kiese verfolgen. In der Bohrung Nr. 13 fehlt jegliche tertiäre Bedekung.

Künstliche Ablagerungen in Form von polymorpher Auffülle mit örtlichen Faulschlammzwischenlagerungen wurden als Holozän dargestellt. Über dem Rotliegenden ist die Auffülle nur ca. 0,7...2,0 m mächtig. Die Mächtigkeit nimmt nach Süden zu. Die mächtigste Auffüllzone befindet sich über dem Unteren Buntsandstein an der Naht zum Zechstein.

Die Braunkohlenlinse im Süden ist nach Norden geneigt. Es liegt nahe zu vermuten, daß aufgrund von Auslaugungen der Zechstein und zum Teil auch die Buntsandsteinschichten sich gesenkt haben.

Der Schnitt F in Abbildung 3 wurde in Nordost-Südwest-Richtung geführt. In der Schnittfläche liegen die Bohrungen Nr. 12 und Nr. 18 sowie der Gutjahrbrunnen und der Deutsche Brunnen. Aus unmittelbarer Nähe wurden für die Darstellung Bohrung Nr. 19 und Nr. 20 mit herangezogen. Im Nordosten wurden in den Bohrungen Nr. 12, 18 und 19 zum überwiegenden Teil Gesteine des

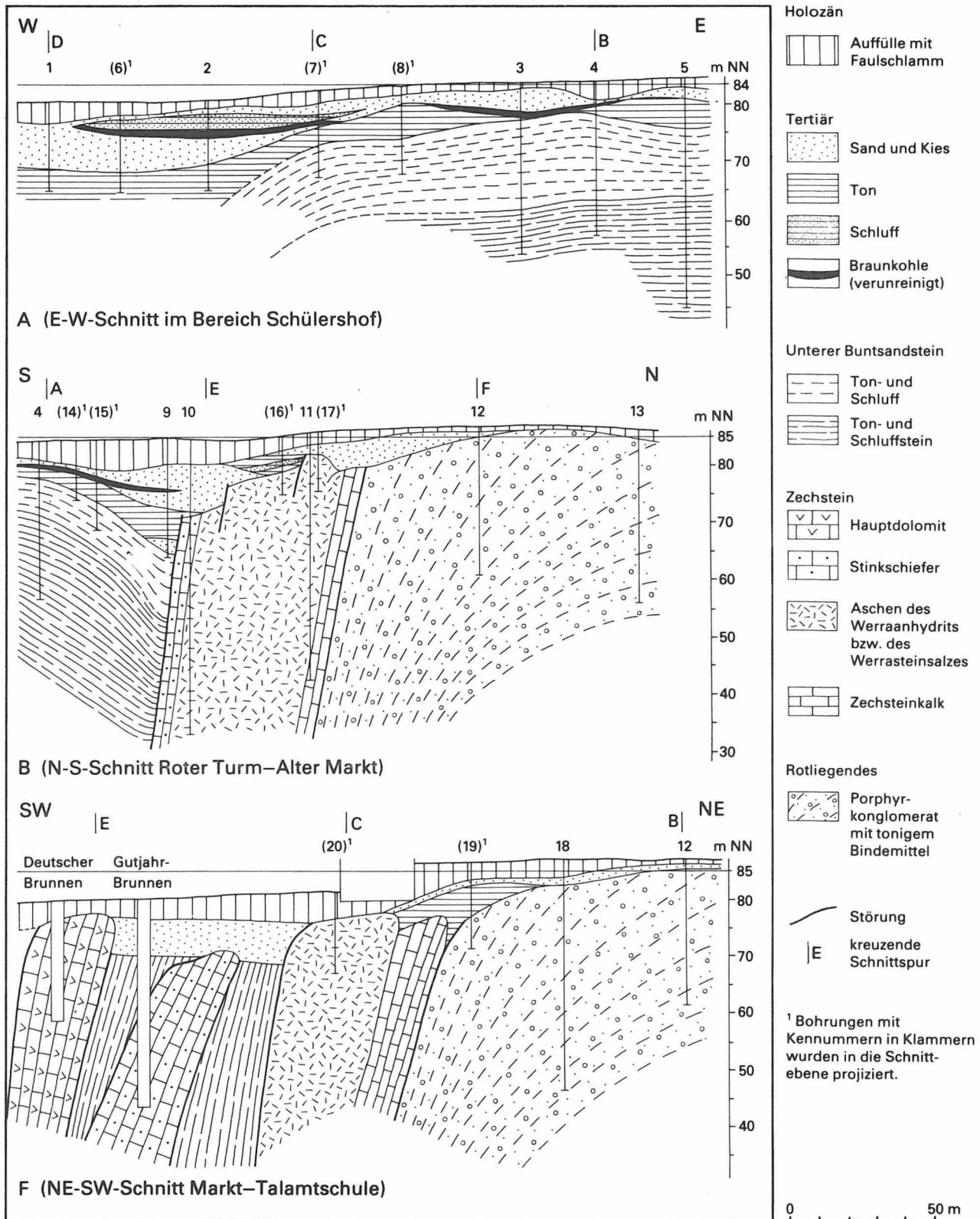


Abbildung 3  
 Geologische Schnitte im Stadtzentrum von Halle  
 (Lage vgl. Abbildung 2)



Rotliegenden erbohrt. Die Schichten fallen dabei mit 70...90° ein.

Abgelöst wird das Rotliegende nach Südwesten vom aufgefächerten Band der Zechsteinaschen. Die nach Süden abgesunkenen Staffeln, in denen der Deutsche Brunnen und der Gutjahrbrunnen niedergebracht sind, werden beidseitig von Gesteinen des Unteren Buntsandsteins begrenzt. Auch diese Gesteinsschichten besitzen einen Einfallwinkel von 60...90°.

Sedimente des Tertiärs sind im Schnitt F nicht durchgängig vorhanden. Im Norden wird das Perm von einer geringmächtigen tertiären Decke überlagert, die sich zur Verwerfung hin verstärkt und über dem Zechstein auskeilt. Im Südwesten kann aufgrund fehlender Aufschlüsse eine Verbreitung des Tertiärs nur vermutet werden.

Durch den Bau der Marienbibliothek entstand ein Absatz in der Geländeoberfläche. Daher wurde dieses Gebäude in den Schnitt eingefügt. Es wurde in die Auffülle gegründet. Diese künstliche Ablagerung überdeckt das Perm im Nordosten in relativ geringer Mächtigkeit. Nach Südwesten ist ein rascher Anstieg seiner Mächtigkeit zu verzeichnen, die dann mit 3...5 m konstant bleibt.

#### 3.4.

### *Auslaugungstendenzen*

Vier der historischen Solbrunnen von Halle/Saale wurden im Zechstein abgeteuft und förderten eine recht ergiebige Sole zutage. Der Königsbrunnen, abgeteuft in Ablagerungen des Buntsandsteins, erbrachte eine nur 7%ige Sole. Er wurde aus diesem Grund sehr bald wieder stillgelegt. Dagegen lieferte der einzige heute noch vorhandene Brunnen – der Gutjahrbrunnen – im 19. Jahrhundert Sole mit einem Salzgehalt von 15...20%. Bei einem Zufluß von 10l Sole pro Minute wurden jährlich 8000t Kochsalz (KRUMBIEGEL und SCHWAB 1974) gewonnen. Diese Menge entspricht einem Volumenschwund im Untergrund von ca. 3500 m<sup>3</sup> pro Jahr. Um einzuschätzen, welche Untergrundveränderungen stattgefunden haben, muß neben dem Substanzverlust durch die Salzgewinnung noch mit einem wesentlich umfangreicheren Verlust aus der natürlichen Abführung des Salzes mit dem Grundwasser gerechnet werden. Bedenkt

man, wie lange schon in Halle Salz produziert wird und welche Mengen von Feststoffen dem Untergrund entzogen wurden, kann die Schädigung des Untergrundes für Belange des Bauwesens nur zu gut abgeschätzt werden.

Die wesentlichsten Senkungen und Sackungen waren bereits im Tertiär abgeklungen. Heute sind weitflächig gleichmäßige Senkungen durch plötzlich auftretende Deformationen des Baugrundes nicht auszuschließen. Möglicherweise tritt hierbei auch eine ungleichmäßige Senkung an Störzonen auf. Da die zu erwartenden Größen der Bewegungen, wie schon oben erwähnt, im Bereich bis zu 20 cm liegen, sind für deren Erfassung meßtechnische Verfahren notwendig.

#### 4.

### Gebäudeschäden um den Markt von Halle/Saale

#### 4.1.

### *Analysenauswahl*

Südlich, im Gebiet Schülershof, Schmeerstraße und Alter Markt sind nach 1965 umfangreiche Abbrucharbeiten ausgeführt worden, die Platz für Neubauten schufen. Die Altbausubstanz wies zum Teil starke Bauschäden auf, die hauptsächlich auf Alterserscheinungen der Baumaterialien zurückzuführen waren. Bestimmte Hinweise lassen aber den Schluß zu, daß auch hier Bauschäden ihre Ursache im Baugrund hatten. Um die Frage zu beantworten, ob heute noch Senkungen stattfinden, ist ein Umweg über die Gebäudekinematik notwendig. Hierbei können Daten über das Verbreitungsgebiet von Senkungen sowie deren jeweilige Stärke erfaßt werden.

Für die Beurteilung von Gebäudedeformationen ist es notwendig, die verschiedenen Ursachen, die ein Schadensbild hervorrufen können, zu analysieren. Hierbei sind 2 Haupttypen zu unterscheiden:

- Typ I Versagen der Gebäudekonstruktion,
- Typ II Versagen des Baugrundes.

Der Typ II bedingt als Folgeerscheinung meist den Typ I. Die Schwächen des Baugrundes erkennt man leider erst, wenn Gebäudeschäden aufgetreten



Photo 1 und 2  
En-bloc-Bewegungen von Bauwerken über Auffülle  
mit Faulschlamm:  
zu beachten sind die offenen bzw. vermauerten Fugen der  
Giebelwände (Hallorenring)  
(Photo OEHLISCHLÄGER)

sind, fehlt eine frühzeitige Baugrundüberwachung in den gefährdeten Gebieten. Gleichmäßige Senkungen, Setzungen und Sackungen größerer Dimension beeinflussen die Gebäude in ihrer Konstruktion als Ganzes. Während ein Versagen der Baukonstruktion relativ leicht auszuwerten ist, gibt es erhebliche Schwierigkeiten für die Analyse



der Baugrundschwächen. Es sei hier nur auf die Möglichkeiten der Baugrunderkundung hingewiesen. Bohrungen besitzen die Nachteile eines Punktaufschlusses, der in heterogenem Baugrund eine erhebliche Unsicherheit darstellt. Dazu kommt noch die meist nur auf Analogien und schematischen Konstruktionen beruhende Dar-

stellung der geologischen Situation im tieferen Untergrund, wie hier im Gebiet um die Hallesche Marktplatzverwerfung.

Zur Unterscheidung von Gründungsfehlern und Baugrundschwächen sollte man folgende Ursachen bedenken: Grundbruch, Aufweichungen, Setzungen, Senkungen (Suffosion und Auslaugungen), Sackungen,

Hangrutschungen, dynamische Belastungen, Frosteinwirkungen, Erdbeben, Schrumpfung und Quellungen sowie aggressive Wässer. Erst die Analyse aller Möglichkeiten von Gebäudedeformationen gibt den sicheren Rückschluß auf die Wirkungsursachen im Baugrund. Zur weiteren Untersuchung von Deformationen kommen verschiedene Meßverfahren zur Anwendung. Bei einer Auswahl der Meßverfahren für die Erfassung der Gebäudekinematik muß von folgenden drei Gesichtspunkten ausgegangen werden:

1. die Art der geforderten Aussagen
2. die Größe der zu messenden Parameter
3. die Möglichkeit der Anwendung bestimmter Meßverfahren.

Der 1. Gesichtspunkt wird von der weiteren Nutzung des Gebäudes bestimmt. Im allgemeinen Fall kann gesagt werden, daß eine Gefahr erst dann besteht, wenn Deformationen sichtbar werden, die sich zeitlich schnell vermehren. Bei bestimmten sensiblen Traggliedern muß sich aber eine Gefahr nicht immer durch sich vergrößende Risse oder ähnliches andeuten, es kann auch hier plötzlich eine durch Spannungsumlagerungen erfolgte Überbelastung das totale Versagen hervorrufen. Eine genaue Analyse der speziellen Situation ist aus den oben erwähnten Gründen keinesfalls zu vernachlässigen. Durch gute Beobachtung aller Einzelheiten wird es möglich, den Aufwand der Messungen in effektiven Grenzen zu halten, ohne Abstriche an der Sicherheit der Aussagen machen zu müssen. Eine Zahl von Gebäuden rechtfertigt durch Einmaligkeit oder Bedeutung ihre Erhaltung. Die Ursachen für Bauschwächen können altersbedingt oder durch Veränderungen der Umwelt entstanden sein. Prinzipiell gilt, daß der größte Teil der Schäden behebbar ist. Die Begrenztheit der materiellen, personellen und finanziellen Ressourcen erfordert jedoch, die Kosten der Sanierung auf ein ökonomisch vertretbares Maß zu reduzieren. Um dem Rechnung zu tragen, muß der Bauingenieur Kenntnis von der Art der Bewegungen im Gebäude, ihrer Größe und ihrem zeitlichen Verlauf haben. Das schafft die Möglichkeit, die Sicherungsmaßnahmen kostengünstig zu realisieren.

Der 2. Gesichtspunkt fordert eine Einschätzung der zu erwartenden Größe der Deformationen. Hieraus ist der Abstand der anzuordnenden Messungen abzuleiten, um überhaupt Veränderungen festzustellen oder Zwischenwerte im zeitlichen Verlauf zu erhalten. Bei der Festlegung der Meßgenauigkeit muß der Einfluß aus jahreszeitlichen und witterungsbedingten Veränderungen mit in Betracht gezogen werden, da er zur Verschleierung der Meßergebnisse beitragen kann. Seine Trennung von den eigentlich zu messenden Größen ist schwierig und nur mit erhöhtem Aufwand möglich. Vergleiche der Meßergebnisse bei annähernd analogen Umweltbedingungen lassen die Größenordnung der Ein-

flüsse der Jahreszeit und der Witterung in etwa erkennen. Meßverfahren sowie die Geräte sind als Resultat dieser Betrachtung festzulegen.

Im 3. Gesichtspunkt kommt die Spezifik des Objektes zum Ausdruck. Hier sind Betrachtungen anzustellen, ob und welche Meßstellen realisierbar sind. Von entscheidendem Einfluß sind dabei die Zugänglichkeit und die Beschaffenheit der Grundsubstanz des Gebäudes. Auf die Errichtung reproduzierbarer Aufstellungspunkte für die Meßhilfseinrichtungen bzw. Meßgeräte selbst ist Wert zu legen. Bei mehrdimensionalen Gebäudebewegungen ist es meist notwendig, verschiedene Meßsysteme aufzubauen. Um eine Verbindung zwischen den Meßsystemen schaffen zu können, sind Gebäudegrundrisse sowie -schnitte erforderlich, deren Genauigkeit im Einklang mit den Auswertungen steht. Alle Meßstellen sind möglichst vor Beschädigungen zu schützen. Es ist zweckmäßig, einige Meßstellen über die unbedingt erforderliche Anzahl anzubringen. Das Material für die Meßstellen muß so gewählt werden, daß im Meßzeitraum keine Veränderungen desselben die Meßwerte verfälschen.

Diese kurze Darlegung einiger grundsätzlicher Gesichtspunkte soll verdeutlichen, welche Komplexität eine Erfassung von Gebäudebewegungen erfordert. Das Vermessungsprojekt ist daher gemeinsam vom Vermessungsingenieur, Bauingenieur und Auftraggeber zu beraten und festzulegen.

Eine schnelle Aussage ohne größere Aufwendung bringt die verbale Begutachtung ohne Messungen. Diese Form sollte in jedem Fall allen weiteren Maßnahmen vorangehen. In einem vom Schadensfortgang bestimmten Abstand – oder mindestens jährlich – ist diese Art der Schadensbeobachtung zwei- bis dreimal durchzuführen, bevor eine meßtechnische Erfassung nachfolgt. Als Ergänzung zu dem verbalen Gutachten können Photos den Stand und unter Umständen die Entwicklung des Schadens am Gebäude dokumentieren.

Eine exakte dreidimensionale Erfassung aller Gebäudebewegungen setzt folgende Meßsysteme voraus: Höhenmessung der Grundfläche, Neigungsmessung der Wandflächen und Rißmessungen.

#### 4.2.

### *Schadensbild und Ursachenanalyse*

Im Bearbeitungsgebiet wurden sieben Wohnhäuser und drei voluminöse Bauwerke ausgewählt: Wohnhäuser am Hallorenring und in der Steinbockgasse, die Gutjahrsschule, die Marienbibliothek und die Marktkirche (Photo 1...6).

Die Häuserreihe am Hallorenring (Photo 1 und 2) steht in Nord-Süd-Richtung. Ihre Giebelwände

öffnen sich in dieser Richtung, was vermutlich der Gründung in die Auffülle zuzuschreiben ist. Ihr unterschiedlich starkes Neigen nach Osten resultiert gleichfalls aus der Auffülle und vermutlich aus der Lage am Rande der Senkungsmulde mit Kern um die Gutjahrschule. Bei allen fünf statisch selbständigen Häusern fehlt eine betonte Rißbildung in den Fassaden, was dafür spricht, daß die Streifenfundamente biegesteif genug sind, sich den verändernden Untergrundverhältnissen anzupassen, oder daß die Gebäude sich als Ganzes setzen bzw. senken.

Die Südfront der Gutjahrschule (Photo 3 und 4) stellt ein Musterbeispiel für eine Gebäudedeformation in einer Senkungsmulde dar. Während der Mittelbau in einer Größenordnung von 10...12 cm absinkt, scheinen die Ränder des Gebäudes unverändert zu sein. Betrachtet man dagegen die Ost- bzw. Westseite der Schule, so fällt ein Absinken der nördlichen Bauteile auf. Die Richtung der Bewegung weist auf die aufgefächerte Verwerfungszone im Bereich der Zechsteinaschen bzw. in die Senkungsmulde nach Süden.

Über der Verwerfung befinden sich direkt die zwei Wohnhäuser der Steinbockgasse. Beide Häuser zeigen eine deutliche Neigung nach Osten. Aufgrund der stärkeren Neigung des östlichen Gebäudes tritt ein Öffnen ihrer Giebelwände auf. Hier zeigt die Bewegung auf die drei historischen Solbrunnen hin.

Die Analyse des Bauzustandes der Marienbibliothek (Photo 5) wirft einige Probleme auf. Zu nennen wären der bizarre Grundriß des Gebäudes in Verbindung mit seinem statischen System sowie die teilweise Gründung in unterschiedlich mächtiger Auffülle bei einer maximalen Schichthöhe von ca. 6,0 m. Während die Ostseite der Rückwand über 4,0 m mächtiger Auffülle gegründet ist, stehen westlich nur noch 2,0 m Auffülle unter den Fundamenten an. Das Gebäude befindet sich unmittelbar über der herzynisch streichenden Verwerfungszone, so daß auch hier Senkungen in östlicher Richtung die Setzungen verstärken. Die westliche Bewegungsrichtung weist auf die Senkungen im Bereiche des Zechsteinausstriches mit den drei historischen Solbrunnen.

Das wohl bedeutendste Bauwerk im Bearbeitungsgebiet – die Marktkirche – wurde ebenfalls von Deformationen betroffen. An diesem Bauwerk sind sehr ausführlich Untersuchungen durch-

geführt worden. Die ersten belegten Sanierungen der Tragkonstruktion gehen auf RÜTH (1936) zurück. Ein Teil des Langhauses und die Blauen Türme stehen auf der Verwerfungszone. In diesen Gebäudeteilen sind die deutlichsten Deformationen zu verzeichnen. Das westliche Turmpaar neigt sich nach Westen und zugleich jeder Turm unterschiedlich stark nach Süden. Ein Zusammenhang mit der Verwerfung besteht zweifellos. Trotz Fundamentvergrößerung und Sicherung der Gewölbeschübe der Blauen Türme und des Zwischenbaues neigen sich die Türme weiterhin in die genannten Richtungen. Zwischen dem ersten östlichen Pfeilerjoch des Schiffes und den Hausmannstürmen (östliches Turmpaar) wurde eine Empore in der Form einer Gewölbescheibe errichtet. Im Stich des Bogens lassen sich Deformationen an der Brüstung und den unteren Ornamentstreifen deutlich erkennen. Es ist ein Ausweichen der Pfeiler zu vermuten, deren Bewegungen das dazwischen befindliche Gewölbe nachgibt.

Photo 6 zeigt die Ostseite der Blauen Türme im Bereich des Langhaus-Dachstuhles. Das Mauerwerk der Türme bzw. des Turmzwischenbaues diente einst als Auflager für einige Balken der Stirnseite des Dachstuhles. Heute ist festzustellen, daß nicht ein Balken mehr in seinem Auflager ruht. Für den Dachstuhl sind daraus keine Folgen zu erwarten; doch gibt diese Tatsache einen Anhaltspunkt für das Ausmaß der Gebäudebewegungen. Die hellen Flecken und Streifen an der Unterseite des Balkens in Photo 6 stellen Druckstellen von einstigen Auflagerpunkten dar. Der links angesetzte kleine Balken ist nach Meinung des Verfassers bei einer Reparatur des Dachstuhles 1894/95 angebracht worden. An der markierten Stelle kann eine ca. 3 cm lange Schleifspur beobachtet werden, die verdeutlicht, daß dieser Balken sich neuerdings aus seinem Auflager herauszieht bzw. das Auflager sich vom Balken entfernt. Auf der linken unteren Hälfte des Photo 6 kann die Rißbildung im Turmzwischenbau noch abgelesen werden, die nach der Sicherung mit Spannankern zur Ruhe gekommen ist.

Ab 1974 sind bis 1977 Feinnivellements über den Grundriß des Bauwerkes und Längenmessungen im Dachraum als Neigungsmessungen der Türme ausgeführt worden (vgl. OEHLISCHLÄGER 1977). Um die Bewegungstendenzen zu bestätigen, sind weitere Messungen erforderlich.



Photo 3 und 4  
Bauschäden durch Senkungen im Untergrund und an  
Ziegelmauerwerk (Gutjahrsschule)  
(Photo NUGLISCH)



## 5. Schlußbetrachtungen

Es wurde dargelegt, daß das Stadtgebiet von Halle/Saale und speziell das Zentrum um den Marktplatz und Hallmarkt eine Sonderstellung als

Baugebiet einnimmt. Die Ursache ist in der geologischen Untergrundsituation fixiert. Die Halle-sche Marktplatzverwerfung bedingt die Teilung des Stadtgebietes in zwei völlig unterschiedliche Baugebiete. So steht nördlich der Verwerfungszone ein mit „gut“ zu bezeichnender Baugrund an. Hier brauchen keine speziellen Sonder-

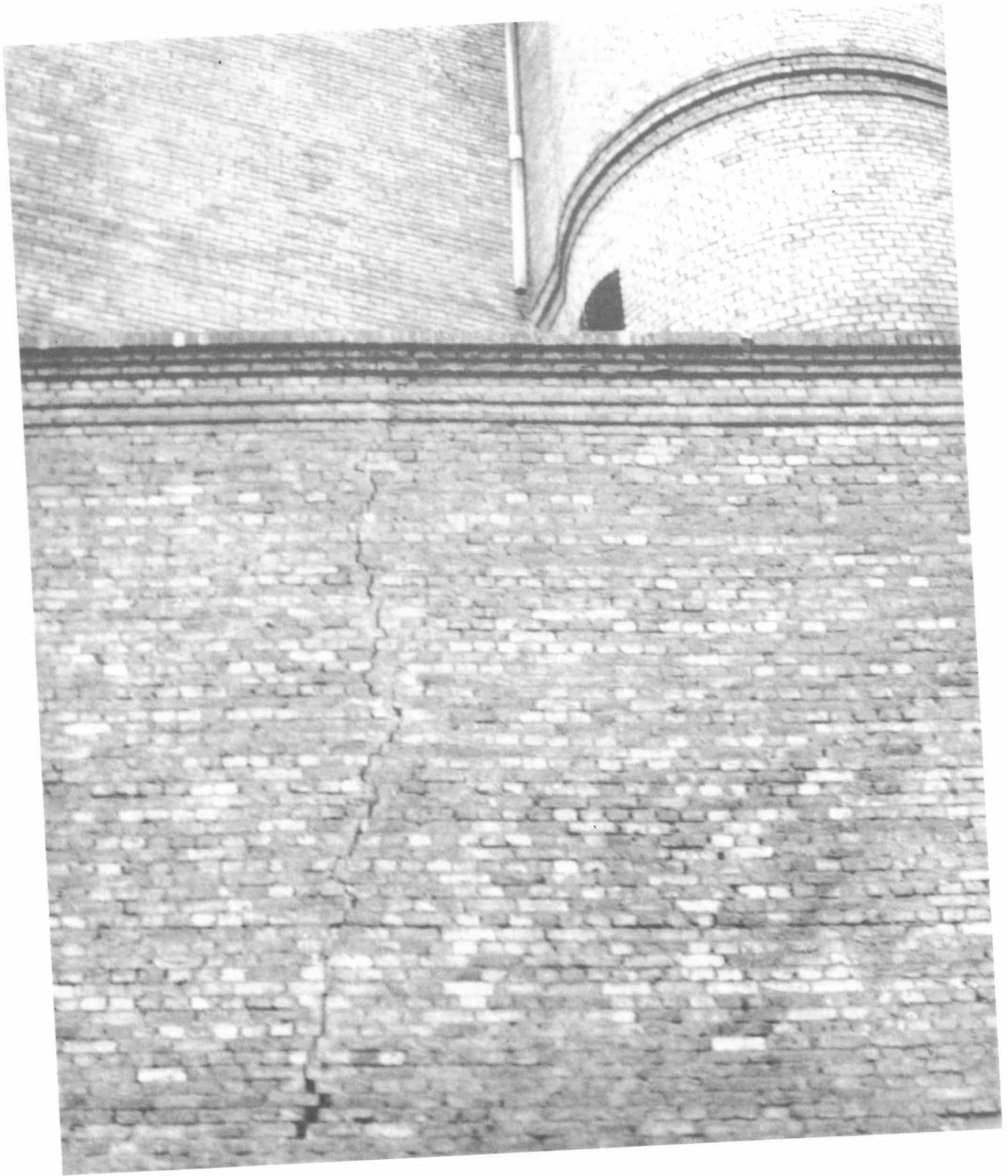


Photo 5  
Bauschäden an Ziegelmauerwerk durch Abgleiten der Marktplatzverwerfung, verstärkt durch Setzungsschäden  
(Marienbibliothek)  
(Photo OEHLISCHLÄGER)





Photo 6  
Dachstuhlbereich Ostseite der Blauen Türme der Marktkirche:  
zu beachten ist das ausweichende Balkenauflager nach W in Richtung der absinkenden Zechsteinscholle  
(Photo OEHLISCHLÄGER)

forderungen an die Gründungskörper gestellt werden.

Südlich der Verwerfungszone kann der Baugrund nur mit „schlecht bis mittel“ eingestuft werden. Diese Einstufung ist bedingt durch mächtige heterogene Auffüllschichten, die als Gründungsschicht keinesfalls genutzt werden dürfen. Hier besteht die Möglichkeit, die Auffülle gegen Kiespolster auszutauschen oder die Auffülle mit Gründungspfählen zu durchdringen sowie mehrere Kellergeschosse im Gebäude vorzusehen.

Im südlichen Stadtgebiet ist weiterhin als negativer Einfluß auf den Baugrund die Auslaugungserscheinung der Zechsteinformation im tieferen Untergrund anzusehen. Bis zum heutigen Tage ist nicht geklärt worden, ob diese Auslaugungen von Salz und Anhydrit noch stattfinden. Grundwasseranalysen wurden nur ungenügend ausgewertet und sind ohnehin zu wenig vorhanden. Analysenreihen, die Einblick in die zeitliche Entwicklung des Grundwassers geben, fehlen völlig. Hinweise auf offene Hohlräume im Untergrund gibt es nicht. Sie sind wohl in der Regel bereits verstürzt. Sollten sich diese Hohlräume bis an die Oberfläche „durchfressen“, würden sich Senkungsmulden oder sogar Erdfälle bilden. Südlich der Verwerfungszone ist bei neu zu errichtenden Gebäuden mit einem Kostenmehraufwand zu rechnen. In unmittelbarer Nähe der 100...200 m breiten Verwerfungszone muß der tektonisch stark beanspruchte Untergrund für Hochbaumaßnahmen und für bestimmte Leitungstypen, wie zum Beispiel Druckleitungen mit Muffenverbindungen, als „ungeeignet“ angesehen werden, da die komplizierten geologischen Verhältnisse stets einen schwer kalkulierbaren Risikofaktor darstellen.

## Literatur

- ANDRAE, C. J.:  
Erläuternder Text zur geognostischen Karte von Halle a. d. Saale. Halle: 1850.
- FREYDANK, H.:  
Halloren und Hallesche Pfännerschaft. Halle: 1932.
- FULDA, E.:  
Tiefbohrerergebnisse im Zechstein von Halle und Merseburg. — In: Jb. Hall. Verb., N.F. — 8 (1929), S. 79...86.
- HAEDICKE, K.:  
Gründungen. Bd. 1 und 2. Berlin: 1968.
- KAMMERER, F., R. A. KOCH und P. ROTT:  
Bauschadensursachen und bautechnische Verfahren zur Ermittlung des Schadensfortschrittes am Siebenspitzenturm der Burg Stolpen. — In: Wiss. Zeitschr. Hochschule Bauwesen. — Leipzig. — 2 (1976), S. 93...99.
- KAMMHOLZ, H.:  
Das Salz und die Solquellen. — In: Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. Teil 1/KRUMBIEGEL, G., und M. SCHWAB. — Halle: 1974, S. 47...53.
- KOCH, R. A.:  
Die statistische Gesteinszusammensetzung am Mauerwerk romanischer Türme in Halle/Saale. — In: Hercynia, N. F. — Leipzig. — 15 (1978), 2, S. 115...141.
- KRUMBIEGEL, G., und M. SCHWAB:  
Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. — Teil 1 und 2. Halle: 1974.
- MRUSEK, H.-J.:  
Halle/Saale. Leipzig: 1976.
- OEHLSCHLÄGER, V.:  
Ingenieurgeologische und bodenmechanische Ursachen der Gebäudeschäden im Stadtzentrum von Halle/Saale (Markt u. Umgebung). — Leipzig: Diplomarbeit, 1977.
- REY, S.:  
Die Baugrundverhältnisse im Stadtgebiet von Halle. — In: Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer. Teil 1/KRUMBIEGEL, G., und M. Schwab. — Halle: 1974, S. 84...90.
- RÜTH, G.:  
Bauliche Sicherung und Wiederherstellung der Blauen Türme der Marktkirche in Halle a. d. Saale. — In: Zentralblatt der Bauverwaltung. — 56 (1936), S. 413...419.
- SCUPIN, H.:  
Die Beziehungen der Solquellen der Gegend von Halle zum Gebirgsbau. — In: Zeitschr. f. Naturwiss. — Leipzig. — 86 (1918), S. 263...296.
- WEISSERMEL, W.:  
Geologische Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern, Maßstabsblatt Halle a. d. Saale (Süd). Berlin: 1927.