

# Historische Tiefkelleranlagen unter urbaner Bebauung

Dr.-Ing. habil. Günter Meier  
Ingenieurbüro Dr. G. Meier, Wegfarth/Freiberg

*Umfangreiche unterirdische Hohlräume wurden unter den Städten Mitteleuropas in den zurückliegenden Jahrhunderten mit Hilfe von bergmännischen Vortriebsmethoden angelegt. Einen sehr großen Anteil umfassen tiefe Kellersysteme mit Entwässerungsstrecken, die vor allem zur Bier- und Weinlagerung dienten. Stollen versorgten die Städte mit frischem Trinkwasser. In Kriegszeiten wurden die tiefen Keller zu Schutzräumen ausgebaut. Zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und für eine schadensfreie urbane Bebauung sind dauerhaft standsichere Tiefkeller eine wichtige Voraussetzung. Die ingenieurgeologische Dokumentation und Bewertung der verschiedenen hohlraumbezogenen Schadensbilder stellen auch die Grundlage für eine effiziente bergtechnische sowie bautechnische Sicherung und Sanierung dar. Die Entwässerungsstrecken in den tiefliegenden Kellern sind in ihrer Funktion zu erhalten. An Beispielen von Tiefkellern unter historischer urbaner Bebauung werden die Schadensbilder aufgezeigt und Maßnahmen zur Sicherung und Sanierung umrissen.*

## 1. Einleitung

Ein Bearbeitungsschwerpunkt der Ingenieurgeologie ist die Untersuchung, Dokumentation und Bewertung von geodynamischen Prozessen. Es werden darunter die Veränderungen der geologischen Körper und deren Eigenschaften an der Tagesoberfläche und in den oberen Gebirgsschichten verstanden, die auf die Nutzung als Baugrund und Bauraum oder auf den natürlichen Baustoff einwirken. Neben den endogenen und exogenen geodynamischen Prozessen gewinnen zunehmend die anthropogenen Einflüsse auf das geologische Umfeld an Bedeutung. Insbesondere durch die bergmännische Tätigkeit in den tagesnahen Gebirgsschichten resultieren an zahlreichen Stellen der Bebauung erhebliche Gefahren- und Risikosituationen und damit Handlungsbedarf zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit. Einerseits entwickeln sich oft Sicherheitsprobleme durch ältere bergmännisch angelegte Hohlräume, andererseits ergeben sich Nutzungseinschränkungen und erhebliche Erkundungs- und Sanierungsaufwendungen bei neuer oder veränderter städtebaulicher Nutzung.

In den traditionsreichen Bergbaurevieren Mitteleuropas kam es über die Jahrhunderte zu einer engen Verzahnung zwischen der städtebaulichen Entwicklung und dem Bergbau. In den Mittelgebirgen erfolgte die Gründung der

Bergstädte im Lagerstättenbereich, wodurch eine direkte Überbauung der altbergbaulichen Hinterlassenschaften nicht ausblieb. Hinweise, dass der Bergmann aus seinem Wohnhaus unmittelbar in den Berg einfahren konnte, sind nicht selten. Es war auch naheliegend, dass mit Hilfe bergmännischer Methoden in den Bergstädten bauliche und ver- und entsorgungstechnische Probleme gelöst oder bergmännisch angelegte Hohlräume beispielsweise für Lagerzwecke aufgefahren wurden. So wurde eine qualitätsgerechte Bierlagerung des untergärigen Bieres in allen mitteleuropäischen Städten vor allem ab dem 15./16. Jahrhundert durch Tiefkelleranlagen oder Bergkeller gewährleistet. Wasserstollen versorgten viele urbane Ansiedlungen mit ausreichendem und gutem Trinkwasser aus nahen Quellgebieten, wie beispielsweise von Nürnberg (1), Darmstadt (2), Freiberg/Sa. oder Annaberg/Sa. (3) bekannt ist. Wenn ein tiefer Brunnen anzulegen war, wurden Bergleute gerufen. Ein bekanntes Beispiel ist hierfür der Brunnen auf der Festung Königstein im Elbsandsteingebirge. Zur Wasserlösung der Tiefkeller wurden ebenfalls tiefliegende Entwässerungssysteme (Anzüchte, Steinschleusen) unter den historischen Stadtkernen mittels bergmännischer Bauweise vorgetrieben. Auch in den anderen Städten des Landes wurden diese Erfahrungen genutzt und bergmännische Methoden zur Herstellung von tiefen Kelleranlagen eingesetzt.

Durch verschiedene geodynamische und nutzungsbedingte Einflüsse auf diese zahlreichen tagesnahen Hohlräume verändern sich die Standfestigkeiten und es erhöht sich die Deformationswahrscheinlichkeit an der Tagesoberfläche (4). Es entstehen so teils erhebliche Gefahren- und Risikomomente für die Menschen und Bebauung im urbanen Umfeld (Bilder 1 und 2).



Bild 1: Tagesbruch (Dezember 1989) durch verbrochenen Höhler auf dem Marktplatz von Gera.



Bild 2: Tagesbruch (1981) im „Steinweg“ in der Altstadt von Gera.

Im Ergebnis der systematischen ingenieur-geologischen Erkundung, Dokumentation und Bewertung dieser Objekte können unter Berücksichtigung der baulichen Nutzung der Tagessituation zur Erhöhung der Standsicherheit erforderliche Sicherungs- und Verwahrungsmaßnahmen abgeleitet werden, die stets eine Verbesserung der öffentlichen Sicherheit und

Gebrauchstauglichkeit des urban genutzten Geländes zum Ziel haben.

## 2. Arten und Entstehung der mit bergmännischen Mitteln hergestellten Hohlräume

Über die Jahrhunderte wurden zu unterschiedlichen Zwecken sehr verschiedenartige Hohlräume sowohl bergmännisch als auch in offener Bauweise oder in deren Kombination in den Städten angelegt. In der Tabelle 1 sind die verschiedenen Arten zusammengestellt und erläutert.

Tab. 1: Arten der bergmännisch hergestellten Hohlräume in Bebauungsgebieten

Art	Kurzbeschreibung
Grubenbau	vertikale und horizontale bergmännische Auffahrung zur Erkundung, Vorrichtung und zum Abbau von Erzen, Steine und Erden, Salz, Stein- und Braunkohlen
Bergkeller, Höhler, Kellergang, Felsenkeller	Kammer- oder streckenartige bergmännische Auffahrungen mit und ohne Ausbau zu Lagerzwecken (vor allem Lagerbier)
Tiefkeller	In offener Bauweise in den Fels eingesenktes, oft mehretagiges, tonnen- oder korb-bogenartiges Gewölbesystem in Ziegel- oder Naturstein-mauerwerk; in standfestem Fels auch vollständig bergmännisch angelegt und meist ohne Ausbau
Wasserstollen	Streckenartige Auffahrungen zur Trinkwasserversorgung
Rösche	Offener Graben oder tagesnahe streckenartige Auffahrung zur Brauchwasserver- und -entsorgung
Brunnen	Vertikale bergmännische Auffahrungen zur punktuellen Wasserversorgung

Anzucht	Streckenartige, befahrbare Auffahrung mit und ohne Ausbau (mit Steinplatten oder in Gewölbe abgedeckt) vorrangig zur Entwässerung der Tiefkelleranlagen und Kellergänge in den historischen Stadtkernen
Steinschleuse	In offener Bauweise hergestelltes, kleinprofiliges Leitungssystem zur Be- und Entwässerung, in Natursteinen ausgebaut und mit Steinplatten abgedeckt, selten befahrbar
Bunker, Luftschutzanlagen	Hohlräume oder Hohlraumssysteme als Bombenschutz für Menschen und Sachwerte oder Produktionsstätten

In vielen Fällen kam es über die Jahrhunderte auch zu einer Nutzungsänderung der Hohlräume, die oft mit einer Erweiterung oder einer grundlegenden Umgestaltung verbunden war. In Abhängigkeit von der jeweiligen primären Hohlraumgröße und deren Lage erfolgte insbesondere bei den Lagerkellern eine Nachnutzung beispielsweise zu Luftschutzzwecken, als Produktionsstätte, Archivraum, Heizungskeller, Gaststätte oder Museum. Bergkeller dienten auch als Höhlenwohnung, Beinhaus, Garage und Stallanlage. Alle Hohlräume haben aber bei fehlender Nutzung eines gemeinsam, sie sind häufig vermüllt.

Unter der urbanen Bebauung heben sich drei Haupttypen an unterirdischen Hohlräumen hervor:

- Tiefkeller, meist mehretagige Tonnengewölbe in Natursteinausbau unter dem Gebäude
- Streckenartige Tiefkellergänge mit und ohne Ziegel- oder Natursteinausbau unterhalb der Hauskeller
- Streckenartige, horizontal angelegte Bergkeller meist ohne Ausbau, vorwiegend an Hängen und Geländeeinschnitten angesetzt

Die gewölbeartigen Tiefkelleranlagen haben die größte Bedeutung in den mitteldeutschen Städten. Auch Mischformen der aufgeführten Haupttypen sind zu beobachten.

Tief in den meist angewitterten Fels eingesenkte, teils mehretagige Kellergewölbe dominieren. In Torgau bilden beispielsweise bis

zu 6 Einzelgewölbe, die in verschiedenen Ebenen in Verbindung stehen, ein abgeschlossenes Kellersystem (5). Die unterschiedlichen Größen der Tiefkeller ergeben sich aus den verschiedenen Brauanteil auf den einzelnen städtischen Grundstücken.

Mit dem Stadtrecht war ursprünglich auf den Grundstücken innerhalb der Stadtmauer auch das Recht auf „Brauen und Schenken“ vergeben. Dieses Privileg war über Jahrhunderte für die Bürger und die Stadt ein sehr großer wirtschaftlicher Faktor. Für die festgelegten Braumengen musste seit dem Brauen von untergärigem Lagerbier ab dem 14./15. Jahrhundert geeigneter Lagerraum geschaffen werden, wozu diese tiefen Keller- und Gangsysteme dienten. Das untergärige Bier konnte nur in den kühlen Wintermonaten gebraut werden. Für die Lagerung über die Sommermonate reichte das sehr tagesnahe Hauskellerniveau nicht aus und somit bedurfte es tiefliegender Kellerräume ohne Witterungseinfluss mit konstanter Temperatur und gleichbleibender Feuchtigkeit, was ab einer Überdeckung von mindestens 3 bis 4 m gewährleistet werden konnte.

Der Bau von Kellergewölben erfolgte vorrangig in offener Bauweise, wobei bergmännische Vortrieb insbesondere bei felsigem Baugrund zum Einsatz kam. Unter der Altstadt von Nürnberg sind die Tiefkeller fast vollständig in dem Sandstein bergmännisch angelegt. Kellergänge oder Höhlen wie in Gera (6), Penig, Zwickau, Glauchau, Crimmitschau, Oppenheim (7), Tabor (8) oder Zeitz wurden ebenfalls ausschließlich in bergmännischer Bauweise aufgeföhren.

Bei Fels im Baugrund musste zu jedem Tiefkeller eine Entwässerungstrecke (Anzucht oder Steinschleuse) im Bereich der Kellersohle angelegt werden, die in erster Linie das hypodermische Wasser entsorgte. Dieses Wasser fließt auf der Felsoberfläche ab und sammelt sich in den eingetieften Kellergruben. Auch eine Mitnutzung zur Ableitung des Abwassers oder sogar von Fäkalien ist zu beobachten. In Abhängigkeit von der morphologischen Situation wurden die einzelnen Anzüchte aus dem Tiefsten der Gewölbekeller fischgrätenartig unter den Straßen und Gassen zu Hauptanzüchten zusammengefasst und aus der Stadt geführt, in den Stadtbach eingebunden oder entgegen bergamtlichen Festlegungen in tagesnahen Altbergbau verstrützt. Durch die Stadtverwaltungen wurden bis ins 19. Jahrhundert laufende Kontrollen, Unterhaltung und Erweiterung zentral organisiert

und von den einzelnen Kellereigentümern bzw. –nutzern finanziert. Nach Aufhebung des Brau- und Schankprivileges verfielen oder versetzten sich diese umfangreichen wasserführenden Systeme. Zunehmend kam es zu Kellervernässungen oder Tagesbrüche auf den Straßen.



Bild 3: Verbrechender Tiefkellergang mit intensiven Wurzelbildungen unter einer Wohnbebauung in Crimmitschau.

Am Beispiel der Bergstadt Annaberg (Erzgebirge) soll die Kellersituation mit den Entwässerungsanlagen kurz umrissen werden. Die Bergstadt Annaberg wurde am 21. September 1496 planmäßig auf freier Fläche gegründet. Vorangegangen waren umfangreiche Silbererzfunde in der näheren Umgebung. Unmittelbar nach dem fürstlichen Gründungsakt und der Absteckung der Straßen und Parzellen wurden im Marktbereich die ersten massiven Steingebäude mit Kellergewölben errichtet. Beim Baugrubenaushub für die Keller wurden mehrfach die Ausbisszonen von Erzgängen freigelegt und bergbaulich verfolgt. Beispielsweise wurde die Zeche „St. Dorothea uffn Keller“ 1504 in der Großen Kartengasse 10 fündig. Aber auch kurze Suchstollen wie in den Kellern der Kleinen Kirchgasse 2 und Großen Kirchgasse 14 wurden angelegt. Selbst große und tiefe Schächte mit Göpelanlagen wurden in der entstehenden Stadt über mehrere Jahre betrieben. Ein Beispiel ist dafür das Besucherbergwerk „Im Gößner“ unmittelbar neben der St. Annenkirche, zugänglich über einen neu angelegten Schacht im Hof des Erzgebirgsmuseums (9). Der dort einsehbare luftgefüllte Kunstschacht ist über 100 m tief.

JENISIUS (10) schreibt in seiner Annaberger Stadtchronik, dass die Häuser mit „Vorratsräumen und Kellern wohl ausgestattet“ sind. „Unter der Erde gibt es gewölbte Keller, die selbst im heißesten Sommer kühl und frisch bleiben. Bei einigen derselben sind die Seitenwände sowie die Lager für die Fässer und Gefäße aus dem Felsen gearbeitet.“ Diese Beschreibung verweist auf die Lagerung vor allem von Bier, da viele Häuser ein Brau- und Schankrecht besaßen. Bei Neu- und Umbauten sowie nach Bränden wurden die Kelleranlagen im ursprünglichen Zustand belassen und wieder überbaut. Die Tiefkeller stellten auch einen hohen Wert dar. Mindestens ein Drittel der Gebäudekosten umfasste der Keller. Auch Erweiterungen und Umbauten, besonders im Bereich der Zugänge, sind zu beobachten, worauf die wenigen Jahreszahlen in den Kellern verweisen (z. B. 1790, 1794). Ab 1900 dienten die Keller auch zur Lagerung von Brennstoffen. Während des Zweiten Weltkrieges wurden sie zu Luftschutzzwecken genutzt. Nebeneinander liegende Keller wurden mittels Durchbrüchen verbunden, die jedoch später wieder verschlossen wurden. Die Entwässerung der tiefen Kelleranlagen erfolgte über Anzüchte und Steinschleusen, die auch heute noch benötigt werden und somit funktional erhalten werden müssen.

JENISIUS (10) berichtet darüber: „Außerdem gibt es Anzuchten und Schleusen, die unter der Erde stollenförmig ausgewölbt sind. In diese geht das Wasser aus den Rohrleitungen und schwemmt alle Unreinheiten mittels besonderer Ausgüsse in den Bach“. Der Rechenmeister Adam Ries errichtete 1540 an seinem Haus in der Johannissgasse 23 einen Anbau als „Schreibstübchen“ (11). Von Merten Behm kaufte er dazu ein Stück Land mit der Auflage, „uff sein aigen uncost ein Aptzucht zu Behms alt haus fueren und fertigen“ zu lassen, was jedoch zu Unstimmigkeiten führte und durch den Rat geschlichtet werden musste.

Das Tonnengewölbe war die dominierende Ausbauart. In der Altstadt von Annaberg wurden nur drei Tiefkeller vollständig und ohne Ausbau in den Gneis bergmännisch vorgetrieben. Das vorherrschende Bruchsteinmauerwerk aus Gneis und Kalkmörtel in den Kellern weist eine Stärke zwischen 30 und 45 cm auf. Ziegel wurden nur in Ausnahmen verwendet. Nach 1870 wurden die Kellerdecken als preußisches Kappengewölbe und nach 1930 als Stahlbetondecke ausgeführt.





Bild 4: Freigelegter Kellerhals nach einem Gebäudeabriss in der Bergstadt Schneeberg.

Bei den historischen Kellergewölben können zwei Größen unterschieden werden. Die kleinen Einzelkeller (meist Hauskeller), oft in Gebäuden mit peripherer Lage zum Zentrum der Altstadt, weisen eine Grundfläche von 7 bis 40 m<sup>2</sup> (Ø 25 m<sup>2</sup>) auf. Sie waren nicht für die Bierlagerung bestimmt. Große Kelleranlagen mit mehreren verbundenen Einzelgewölben befinden sich im Zentrum (Markt und Hauptstraßen). Sie besitzen eine Grundfläche von 50 bis 120 m<sup>2</sup> (Ø 85 m<sup>2</sup>). Sie sind bis 4,5 m breit und erreichen Längen bis 13 m. Die Scheitelhöhe beträgt 2,5 m, selten 3,5 m. Diese Keller waren die Lagerräume vor allem für selbst gebrautes Bier, aber auch für importierten Wein. Die Tiefkeller erstrecken sich unter dem Hauptgebäude des jeweiligen Grundstückes. Vereinzelt sind sie auch unter den Hof- und Gartenflächen angelegt. Die großen Bürgerhäuser sind voll unterkellert. Einfache Wohngebäude sind teilunterkellert (meist Hauskeller). Die prinzipielle räumliche Lage des Hauskellers und der Tiefkellergänge (z. B. Geraer Höhler) ist im Bild 5 dargestellt.

Die Sohlen von Hauskellern weisen eine Tiefe von 3,5 bis 4 m auf. Der Gewölbescheitel liegt zwischen 1 und 1,5 m unter der Geländeoberfläche bzw. dem Fußboden des Erdgeschosses.

Innerhalb der Stadtmauergrenzen der Bergstadt Annaberg befinden sich ca. 700 Gebäude. Eine Vermessung und Dokumentation der Keller erfolgte in 75 % der Fälle. Bei den restlichen 25 % waren die Keller nicht zugänglich, der Zugang wurde verweigert oder die Gebäude waren ohne Keller.

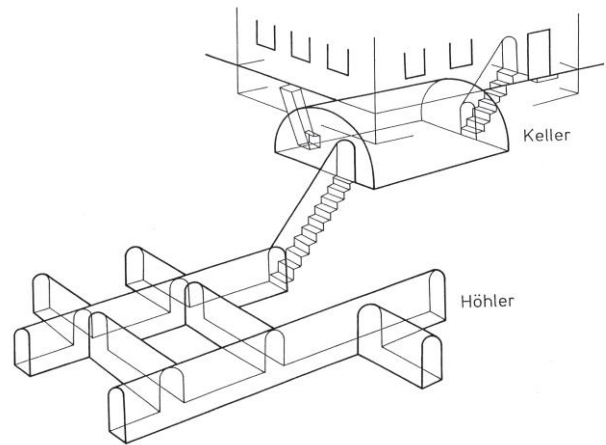


Bild 5: Im oberflächennahen Hauskeller befindet sich der Zugang zum Bierhöhler

### 3. Ingenieurgeologische Dokumentation und Bewertung

Auf der Grundlage der systematisch durchgeführten ingenieurgeologischen Kellerdokumentationen erfolgte eine Zustandsanalyse der tiefen Annaberger Kellersysteme in Verbindung mit den jeweiligen Fundamentbereichen der Gebäude und eine Risikoabschätzung für die öffentliche Sicherheit mit Schlussfolgerungen und Sanierungsempfehlungen. Dazu waren eine hinreichend genaue Vermessung der Anlagen und eine entsprechende Zuordnung zur Bebauung erforderlich. Im Vorfeld wurden alle verfügbaren Archivunterlagen gesichtet und ausgewertet. Einen weiteren Schwerpunkt stellte die Analyse der ingenieurgeologischen und hydrogeologischen Situation dar. Weiterhin wurden die Verteilung und Zugänglichkeit des tagesnahen Altbergbaus im Stadtgebiet untersucht.

Der anstehende Gneis ist in verschiedenen Varietäten ausgebildet und dadurch auch unterschiedlich intensiv verwittert. Die vorwiegend verwitterungsbeständigen Schichtpartien des Gneises, die auch rippenartig als Härtlinge im unmittelbaren Stadtgebiet hervortreten, wurden als Bausteine verwendet. Tiefgründig verwitterte und hydrothermal zersetzte Zonen konnten nur zu Auffüllungszwecken genutzt werden. Die anfallenden Haldenmassen der zahlreichen kleineren Schachtanlagen in der Altstadt wurden vor allem zur Terrassierung steilerer Hangzonen im Bereich der Hinterhöfe eingesetzt. In der Regel folgt in anthropogen unbeeinflussten Bereichen nach Mutterboden, Hanglehm und Hangschutt bereits ab 1,6 m Tiefe der angewitterte Gneis.

Die hydrogeologische Situation wird durch die Morphologie und Geologie sowie durch den Altbergbau und die Tiefkelleranlagen bestimmt. Durch die Höhenlage von über 600 m muss mit einem jährlichen Niederschlagsmittel von 930 mm gerechnet werden. Ein Großteil des unterirdischen Abflusses erfolgt in der ersten Phase im Bereich der Felsoberfläche und im Hangschutt als hypodermisches Wasser. Durch den Silberbergbau und die Tiefkelleranlagen ist jedoch kein zusammenhängender Bergwasserspiegel ausgebildet. Eine zentrale Bedeutung für die Entwässerung des Altstadtgebietes besitzt der verrohrte und größtenteils überbaute Stadtbach, in den zahlreiche Anzuchte und Steinschleusen einbinden. Auch im tagesnahen Altbergbau verströmt das Wasser aus einer Vielzahl von Anzuchten und Steinschleusen. Die Grubenbaue selbst werden über tiefe Wasserlösestollen entwässert.

Durch die Tiefenlage der Keller im Fels wird das hypodermische Wasser auf der Kellersohle in einem Gerinne ringförmig gesammelt und über eine Steinschleuse oder Anzucht abgeleitet (Bilder 6 und 7). Kleine Wasserbecken in den Kellern als Zwischenspeicher und Entnahmestellen sind häufig. In wenigen Fällen erfolgte die Entwässerung über Klüfte oder Hangschutt. So ist auch bekannt, dass eine anzuchtähnliche Versickerungsstrecke angelegt wurde, wo das Wasser auf großen Klüften und Gangstrukturen verfällt.

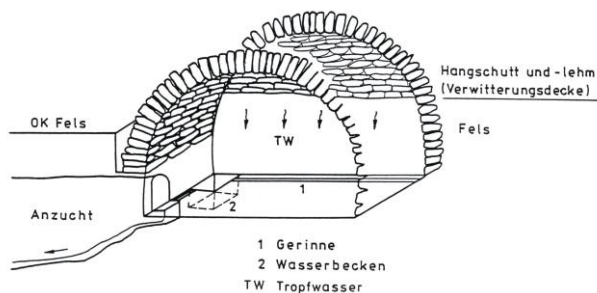


Bild 6: Verlauf des hypodermischen Wassers in einem Tiefkellergewölbe.

In 11 Kellern wurde ein direkter Zugang zum Altbergbau erkundet. Anbindungen der Anzuchte und Steinschleusen in den Altbergbau sind in größerer Zahl zu erwarten, jedoch im Rahmen der visuellen Dokumentation oft schwer feststellbar.

Insgesamt wurden in Annaberg 64 Anzuchte und eine befahrbare Steinschleuse dokumentiert, davon sind jedoch etwa 70 % verfüllt oder abgemauert. Weitere 22 % der Anzuchte waren offen. Von den bekannten Anzuchten waren 8 % bereits verfüllt.

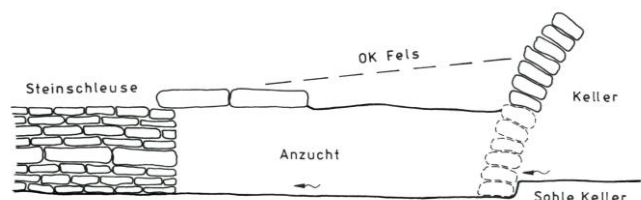


Bild 7: Schematischer Schnitt durch den Übergangsbereich Tiefkeller - Anzucht - Steinschleuse.

Grundsätzlich lässt sich einschätzen, dass eine Vielzahl der Anzuchte und Steinschleusen durch ihre Unzugänglichkeit nicht erfasst und bewertet werden konnte.

Die Analyse der massiven Kellergewölbe aus Natursteinen ergab einen relativ guten Zustand und intakte Funktionalität. Lokal waren Gewölbedeformationen durch Überlastungen bei nachträglicher Überbauung zu beobachten, die meist durch pfeilerartige Stützen punktuell unterfangen wurde. Mauerwerksdurchbrüche waren häufig in einem schlechten Zustand und oft mangelhaft verschlossen.

Nur lokal sind Mauerwerksanierungen in den alten Kellergewölben erforderlich. Einwirkungen auf die Tagesoberfläche sind insbesondere durch die Anzuchte und Steinschleusen sowie durch den sehr tagesnahen Altbergbau zu erwarten. Zahlreiche Tagesbrüche im Stadtgebiet und häufige Einbrüche bei der Verlegung von Leitungssystemen verweisen auf die Gefahren- und Risikomomente durch diese Anlagen. Wiederum erlauben in vielen Fällen erst diese Aufschlüsse zumindest einen begrenzten Zugang in die tagesnahe Unterwelt der Altstadt. Eine begleitende Erfassung, Vermessung und ingenieur-geologische Dokumentation der Zugänge trägt zu einem systematischen Überblick über die Gesamtsituation der Hohlräume bei, da alte Pläne oder Aufmessungen fehlen oder meist unvollständig sind.

Im Ergebnis der ingenieur-geologischen Dokumentation der Tiefkelleranlagen mit ihren Entwässerungssystemen und ihrer Altbergbaunähe lassen sich folgende Schadensbilder zusammenfassen:

- Mauerwerksschäden in den Kellern durch alte Durchbrüche und lokale Überbelastungen in Form von Ausbauchungen der Gewölbe infolge von Um- und Ausbau, sowie Ausspülungen des Bindemittels (teilweise Lehm oder Kalksinter) aus dem Mauerwerk

- Verbrüche von Anzuchten und Steinschleusen sowie deren Lichtlöcher einschließlich Stoß- und Firstausbrüche von Mauerwerk und Verbrüche von Deckplatten
- Ausgespülte oder aufgeweichte Mauerwerksauflager durch Verwitterungseinflüsse
- Querschnittsverengungen durch Stoßausbauchungen bei Mauerwerk
- Auflockerungen durch grabende Tiere und Pflanzenwurzeln
- Verschlammung und Verstopfung der Anzuchte und Steinschleusen mit starker Beeinträchtigung oder Wegfall ihrer Funktionalität
- Rückstau von Wasser und Vernässung der Keller mit Auswirkung auf die Gründungen sowie Mauerwerkshinterfüllungen

In vielen Fällen ist auch eine Kombination der einzelnen Schadensbilder zu beobachten.

In der Bergstadt Freiberg befindet sich beispielsweise die obere Kellersohle 4 bis 6 m unter dem Straßenniveau. In der Kirchgasse und Domgasse werden die Tiefkeller sogar in etwa 11 m Tiefe unter der Tagesoberfläche direkt in den Altbergbau entwässert. Der erhebliche Zulauf an hypodermischen Wasser in die Tiefkeller wird durch ein über 8,6 km langes Anzuchtsystem und teilweise direkt über Altbergbau im unmittelbaren Altstadtgebiet entsorgt. Vorhandene Karten zu den Anzuchten sind unvollständig und widerspiegeln immer nur den Stand der Aufnahmezeit.

In Abhängigkeit vom Dauerstandverhalten des anstehenden Gebirges (Locker- oder Festgestein), der jeweiligen Hohlrumsituation unter den urbanen Ansiedlungen und der Ausbauart sowie einer Vielzahl weiterer Einflussfaktoren sind die Auswirkungen auf die bebaute Geländeoberfläche durch die Tiefkeller sehr differenziert. Grundsätzlich kann jedoch eingeschätzt werden, dass sich die verschiedenen Schadensformen fast überall entwickeln können, jedoch treten große Unterschiede in der Häufigkeit und Schadensgröße auf.

Eine besondere Situation ergibt sich für die Tiefkelleranlagen, die sich im Bereich des mitteldeutschen Lößgürtels befinden, wie beispielsweise in der Stadt Lommatzsch, wo Lößmächtigkeiten bis 20 m anstehen.

Die Standfestigkeit dieser Tiefkeller wurde durch Wasserleitungsbrüche bereits mehrfach soweit herabgesetzt, dass ganze Straßenzüge zum Einsturz gebracht wurden (4).

Ähnliche ingenieurgeologische Baugrundsituationen sind aus Altenburg, Rochlitz, Döbeln, Glauchau, Waldenburg und vielen anderen Städten Mitteldeutschlands bekannt.



Bild 8: Eine defekte Wasserleitung führte zum Verbruch von Kellergängen und zur Deformation der Häuserfassaden der inneren Meißner Gasse in Lommatzsch (historische Aufnahme von 1926)

In Abhängigkeit von den morphologischen Gegebenheiten wurden in Hängen zahlreiche Bergkeller aufgefahren. Diese Hohlräume befinden sich entlang von Straßenzügen, wo sich die Keller perlschnurartig an den Hanganschnitten aufreihen (Bild 8). Waren die Städte in Talauen der Flüsse angelegt, erfolgte die Anlage von genossenschaftlich genutzten Bergkellersystemen außerhalb der Stadtmauern an einem geeigneten Hang oder Straßeneinschnitt. So entstanden beispielsweise die etwa 2 km langen Streckensysteme in den „Kellerbergen“ von Penig oder die Bergkelleranlagen in Zwickau, Crimmitschau, Orlamünde und Chemnitz.

#### 4. Maßnahmen zur Sicherung und Sanierung

Alle Stabilisierungs- und Wartungsmaßnahmen in den Tiefkellersystemen unter urbaner Bebauung dienen der Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit, der Wiederherstellung der dauerhaften Funktionalität der Wasserführung, der Erhaltung der vorwiegend historischen Gebäudesubstanz und der Sicherung des Baugrundes im öffentlichen Verkehrsraum. In der Regel werden diese notwendigen Eingriffe in den Untergrund im Zusammenhang mit dem Straßenbau oder anderen Baumaßnahmen durchgeführt. Nur die untrennbare Einheit aus Erkundung, Vermessung,

ingenieurgeologischer Dokumentation, Sicherung und Verwahrung bildet die Grundlage von effizienten berg- oder/und bautechnischen Maßnahmen. Die Vermessung der zugänglichen oder geöffneten Anlagen ist stets in Verbindung mit der Erfassung der Bebauungssituation durchzuführen. Anhand der ingenieurgeologischen Dokumentation und Schadensbewertung sind geeignete berg- oder/und bautechnische Maßnahmen zur dauerhaften Wiederherstellung ihrer Funktionalität zu planen und zu realisieren. Eine Beräumung der Hohlräume von Sedimenten und Verbruchmassen stellt sich prinzipiell stets an den Anfang jeglicher berg- oder bautechnischer Tätigkeit. In den kleinprofiligen Kelleranlagen sind häufig manuelle bergtechnische Tätigkeiten unumgänglich. Der Einsatz von Technik ist nur beschränkt möglich. Bei überbelasteten Gewölben sind statisch bemessene Stützpfiler einsetzbar. Fehlstellen und Ausbrüche im Mauerwerk sind bautechnisch zu reparieren.

Nur in Ausnahmefällen und nach gründlicher Prüfung sollte eine Verfüllung von Tiefkelleranlagen und deren Entwässerungssystem vorgenommen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass sehr dünnflüssiger, erhärtender Versatz (z. B. Dämmer) nicht in offene Leitungssysteme gelangt oder über Grab- und Wurzelgänge unkontrolliert abfließen kann. Eine Kombination aus Schotter, Geokunststoff und erhärtendem Versatz (z. B. Porenleichtbeton) kann für eine hohlraumfreie Verfüllung genutzt werden, wobei gleichzeitig Drainagefunktionen erhalten bleiben müssen.

Insbesondere die Anzüchte sind als wasserführende Stollen einzustufen, deren Funktionalität stets erhalten werden sollte (11). Auch für Steinschleusen trifft diese Feststellung in der Regel zu. Sollten die historischen Kelleranlagen unter Denkmalschutz stehen, sind die denkmalpflegerischen Zielstellungen zu berücksichtigen.

## 5. Quellennachweis

- (1) Herppich, W.: *Das unterirdische Nürnberg. Von „geheimen Gängen“ und Felsengewölben.* - 2. Aufl. Hofmann Verlag, Nürnberg 2001
- (2) Henschel, H.-V.; Kempe, S.: *Darmstadts „Unterwelt“.* - Justus von Liebig Verlag, Darmstadt 2007

(3) Meier, G.: *Wasser führende Stollen im Altbergbau.* - Tagungsband zum 5. Altbergbau-Kolloquium, Technische Universität Clausthal, 3. bis 5. November 2005, S. 201 - 222, Verlag Glückauf GmbH, Essen, 2005

(4) Meier, G.: *Gebäudeschaden in der Stadt Lommatzsch (Sachsen) durch Verbruch von Tiefkelleranlagen.* - Berichte von der 12. Nationalen Tagung für Ingenieurgeologie, 12. bis 16. April 1999, Halle (Saale) 1999, S. 48 – 55, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Eigenverlag

(5) Kadatz, H.-J.: *Bier und Brauwesen in Torgau vom Mittelalter bis zum späten 19. Jahrhundert.* - Torgau: Schriften des Torgauer Geschichtsvereins, Band 4, 2001

(6) Meier, G.: *Kulturhistorische Betrachtungen zur Entstehung der Geraer Höhlen.* - Veröff. Mus. Stadt Gera, Hist. Reihe, H. 2, 110 S., Gera 1985

(7) Ehlke, Th.; *Die unterirdische Stadt Oppenheim.* - 2. Aufl. Hermann-Josef Emons Verlag Köln 2007

(8) Krajcic, R.: *Historisches Kellergeschoß in der Stadt Tabor (Tschechische Republik).* - Tagungsband, Internat. Kolloquium in Oppenheim am Rhein vom 14. - 17.04.1994. Historische Keller und Gangsysteme in Europa. Probleme der Erforschung, Erhaltung, Nutzung, Landesamt f. Denkmalpflege Rheinland Pfalz 1977, S.196-206

(9) Meier, G.: *Zur Entstehung des Besucherbergwerkes „Im Gößner“ in Annaberg-Buchholz.* - Sächsische Heimatblätter, Jg. 41 (1995), H. 3, S. 161 - 168

(10) Jenisius, P.: *Annaberger Chronik.* - Nachdruck von 1591 des Erzgebirgsmuseums Annaberg-Buchholz, bearbeitet: Unger, H. und Unger, R., Leipziger Verlagsgesellschaft 1994

(11) Roch, W.: *Adam Ries – Ein Lebensbild.* - In: Sachsenbuch Verlagsgesellschaft mbH, Leipzig 1992