Ber. naturhist. Ges. Hannover	129	93 - 102	Hannover 1987

Über eine Karsthöhle im Hopfenbergtunnel der Bundesbahn-Neubaustrecke Hannover – Würzburg

von
Horst GEISSLER

mit 8 Abbildungen

Zusammenfassung: Beim Vortrieb des nahe Kreiensen gelegenen Hopfenbergtunnels (Neubaustrecke der Deutschen Bundesbahn) wurde eine ca. 50 m lange Höhle, die Teil eines Systems von Hohlräumen ist, angefahren. Es handelt sich um eine Laughöhle im Sulfatkarst des Mittleren Muschelkalk. Die Subrosionserscheinungen im Bereich der Tunneltrasse waren durch die dem Bau vorausgegangenen Untersuchungen im Prinzip bekannt und wurden bei Bauwerksplanung und -konzeption berücksichtigt.

Summary: A karst hole in the Hopfenberg tunnel of the Hannover-Würzburg federal railway, currently under construction. - During excavation of the Hopfenberg tunnel in the vicinity of Kreiensen, a hole approximately 50 m in length was penetrated, that is part of a system of cavities. It is a leached hole in the sulphate karst of the Middle Muschelkalk. The subrosion phenomena in the vicinity of the tunnel alignment were in principle known of from the investigations conducted before construction begin and were taken in consideration during construction planning and conception.

1. Lokalität

Die Neubaustrecke Hannover--Würzburg der Deutschen Bundesbahn quert das niedersächsische Gebiet in Einschnitten, Tunneln, Dämmen und Brücken.

Südöstlich von Kreiensen unterfährt der Hopfenbergtunnel einen Bergrücken, der aus Gesteinen des Muschelkalk aufgebaut ist.

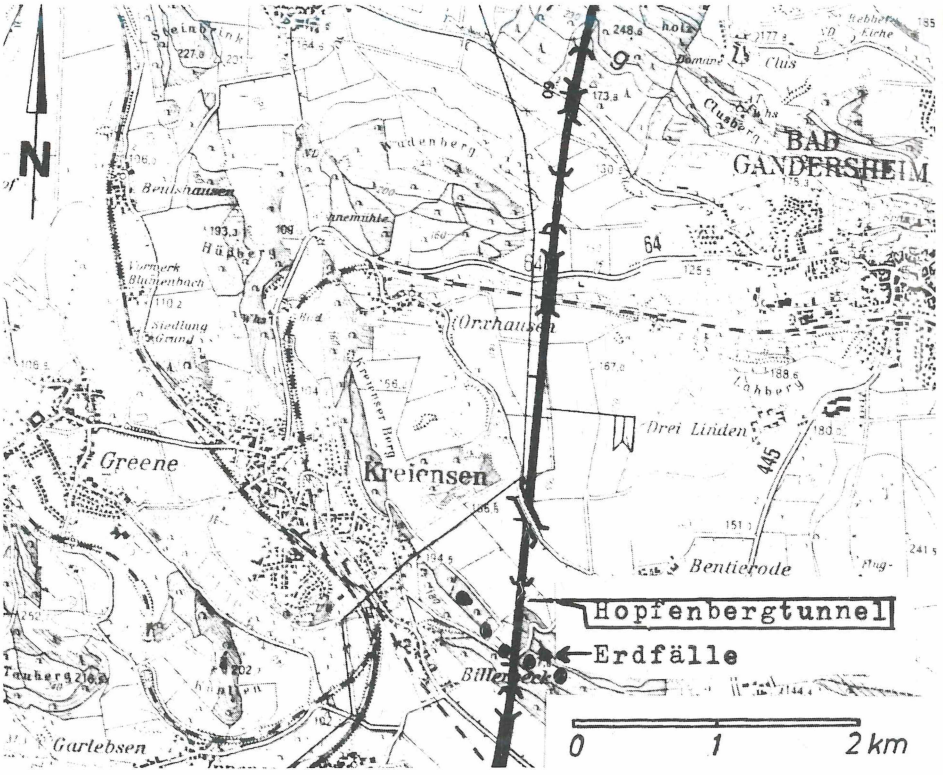


Abb. 1: Lageplan (Ausschnitt aus der Streckenkarte)

2. Erdfallproblematik beim Tunnelbau

Bereits die aufgrund zahlreicher runder und ovaler Einsenkungen auffällige Oberflächenmorphologie läßt erkennen, daß der Tunnel hier in einem bautechnisch schwierigen Erdfallgebiet liegt. Die in Trassennähe beobachteten morphologischen Einsenkungen (Erdfälle) sind durch den Einsturz von Hohlräumen im Untergrund entstanden. Untersuchungsbohrungen, die Hohlräume und Residualgebirge antrafen, lieferten den Nachweis von Ablaugungsvorgängen im Mittleren Muschelkalk.

Der Mittlere Muschelkalk setzt sich in der Hauptsache aus einer Folge von Mergelstein und Tonmergelstein mit Kalkstein- und Dolomiteinlagerungen zusammen. Im unteren Teil des Profils ist ein ca. 20 Meter mächtiges Gipslager eingeschaltet. Die Verkarstung des Gipses und die damit verbundene Hohlraumbildung sind die Ursache für die beschriebenen Einbrüche des Deckgebirges.

Zum Einsturz eines Hohlraumes kommt es, wenn die gewölbeartige Tragwirkung des Deckgebirges überschritten wird. Der jeweilige Deckenabbruch erfüllt den Hohlraum

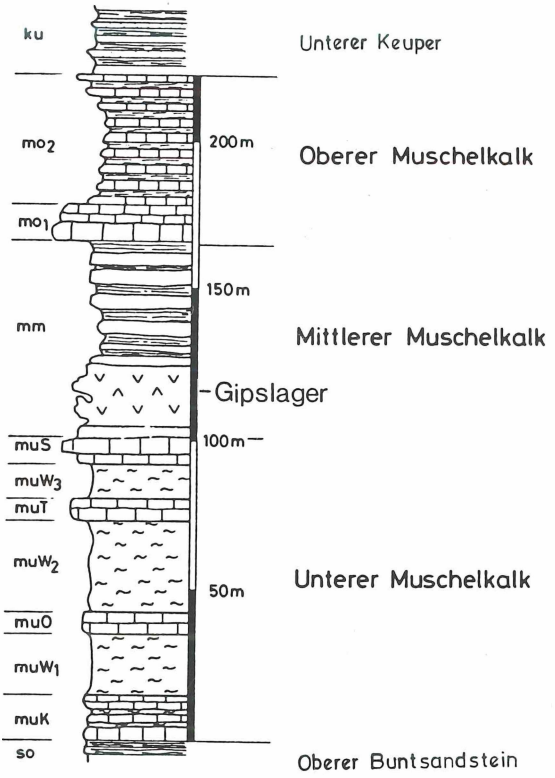


Abb. 2: Profil des Muschelkalk

nur zum Teil, so daß oben noch ein Resthohlraum verbleibt. Man kann daher von einem Hochwandern der Erdfallschlote in Form ständiger Deckenabbrüche unter leichter Verengung des Aufstiegsschlotes sprechen.

Es ist schwierig, konkrete Vorstellungen über Form und Größe der Laughöhlen im Gips des Mittleren Muschelkalk zu erhalten. Geophysikalische Verfahren sind lediglich geeignet, „verdächtige" Bereiche zu lokalisieren, die dann durch Kernbohrun-gen überprüft werden müssen. Wenn die Bohrung einen Hohlraum trifft, kann man versuchen, diesen mittels bohrlochgeophysikalischer Meßverfahren (Echo-Log der Prakla-Seismos) zu erkunden. Eine genaue Vermessung ist nicht möglich, weil der geradlinig verlaufende Echostrahl abknickende Ausläufer der Hohlräume nicht erfaßt.

3. Befund

Als im Zuge der Vortriebsarbeiten am Hopfenbergtunnel die Strossenortsbrust (Strosse = unterer Teil des Tunnelquerschnitts oberhalb der Sohle) den Tunnelmeter 310 am 28.9.1986 von Süden her erreicht hatte, zeigte sich am linken Ulmenfuß (Ulme =

untere seitliche Tunnelwandung) der Eingang eines Höhlensystems, dessen Hauptgang annähernd horizontal verlief, über ca. 16 Meter Länge zunächst spitzwinkelig zur Tunnellängsrichtung nach Norden strich und dann bei etwa Tunnelmeter 330 die Trasse rechtwinkelig querte. Das Ende des Ganges konnte zunächst nicht erreicht werden. Zuvor waren bereits bei den Tunnelstationen 300 und 308 am rechten Ulmenfuß Kavernen mit Volumen von 34 m^3 bzw. 15 m^3 angefahren worden.

Der Tunnel hat in diesem Bereich ca. 50 m Überdeckung, bestehend - vom Liegenden zum Hangenden - aus:
-- ca. 20 m Tonsteinen, Mergeln und Dolomiten des Mittleren Muschelkalk
-- etwa 15 m massigem, stark geklüftetem Trochitenkalk (Oberer Muschelkalk)
-- ca. 10 m Ceratitenschichten (Oberer Muschelkalk), einem bankigen Wechsel von Kalk- und Tonsteinen und
-- ca. 5 m quartärem Lockergestein.

Die Schichten fallen mit 0-15 Grad in nördlichen Richtungen ein.

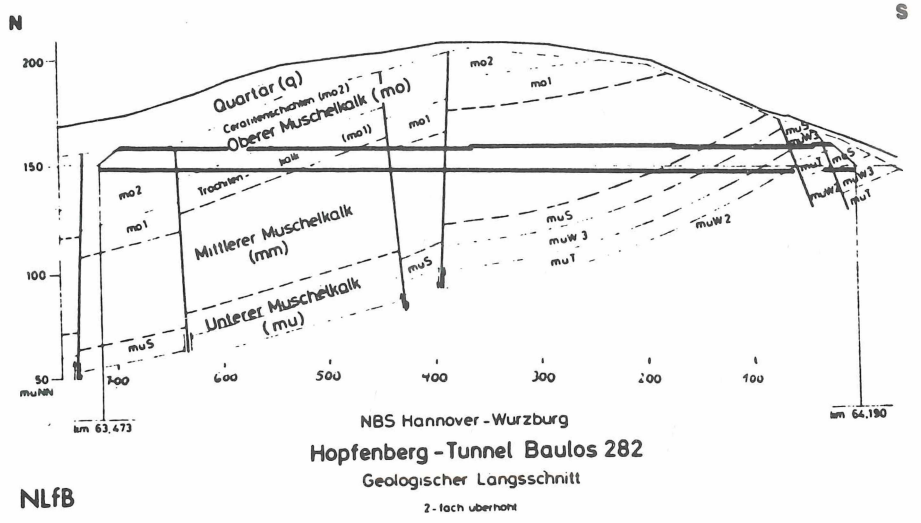


Abb. 3: Längsschnitt des Hopfenbergtunnels

Um festzustellen, ob die Standsicherheit des oberhalb des gesamten Höhlenbereichs bereits aufgefahrenen Kalottengewölbes (Kalotte = oberer Teil des Tunnelquerschnitts) beim weiteren Vortrieb beeinträchtigt wäre, wurden bauseits die begehbaren Abschnitte (Nord-Süd-Gang von Tunnelmeter 310 bis Tunnelmeter 330 und Ost-West-Gang bei Tunnelmeter 330) vermessen. Den östlich des Tunnels zwischen Tunnelmeter 330 und Tunnelmeter 350 gelegenen Teil der Laughöhle hat Herr F. Reinboth von der Arbeitsgemeinschaft für Karstkunde e.V. aufgenommen. Das Niveau des Höhlenbodens bewegt sich zwischen NN 141,50 m und NN 144,89 m, das der Höhlenfirste zwischen NN 145,12 m und NN 148,00 m. Die mittlere Höhe betrug zwischen Tunnelmeter 310 und Tunnelmeter 330 etwa 3,50 m. Die Höhlenquerschnitte unterschieden sich von Station zu Station. Teils verjüngten sie sich zur Firste hin, teils waren ein- oder beidseitige Verbreiterungen oben oder am Höhlenboden zu beobachten. Ab Tunnel-meter 345

verengte sich der Höhlenquerschnitt zwar auf wenige Dezimeter, aber es ist sicher, daß diese Höhle nur Teil eines größeren Systems von Laughohlräumen im Gips ist. Bereits im Zuge der für die Planung erforderlichen Erkundungen hatte die nur 20 Meter westlich des Tunnels bei Tunnelmeter 355 angesetzte Kernbohrung 282/6 zwischen NN 143,90 m und NN 137,20 m einen Hohlraum erbohrt.

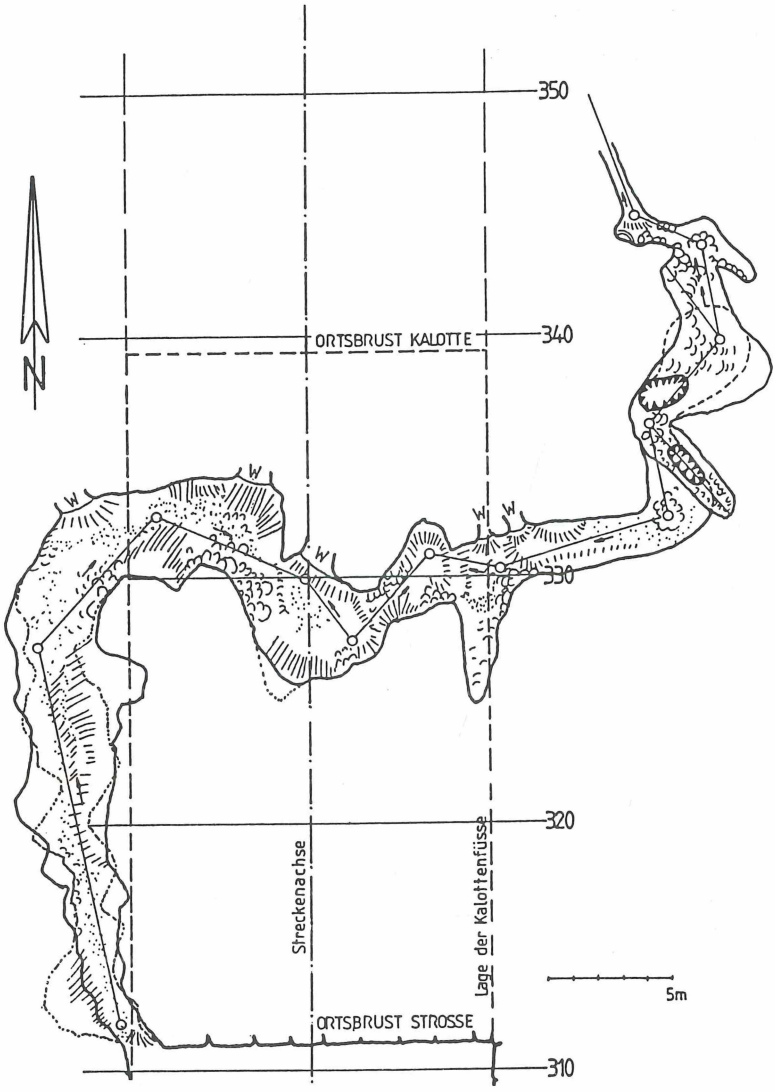


Abb. 4: Grundriß der Höhle
⊶⊷ = Meßprofil mit Gefälle;
w = Karstwasserspiegel
✱ = Erdfallschlot



Abb. 5: Der Höhleneingang an der linken Seite der Strossenortsbrust

Das angefahrene Gangsystem ist im rezenten Schwankungsbereich des Grundwassers entstanden. Im Zuge der Vorerkundungen wurden von September bis November 1980 in den bei Tunnelmeter 200, Tunnelmeter 355 und Tunnelmeter 440 nächstgelegenen Bohrungen Wasserstände zwischen NN 150 m und NN 141,20 m festgestellt. Der Tiefstwert stammt aus jener Bohrung 282/6, in der der erwähnte Hohlraum angetroffen worden war. Er stimmt in auffälliger Weise mit dem Grundwasserniveau von NN 141,50 m überein, das an den im Grundriß (Abb.4) mit „w" bezeichneten Stellen der Höhle unmittelbar nach dem Auffahren gemessen wurde.

Die Schwankungen des Wasserspiegels sind an den Höhlenwandungen erkennbar. Gestaffelte Facetten, d.h. gruppenweise angeordnete, harnischartig gestriemte, flach abwärts geneigte Flächen im Residualton, markieren die Niveaus früherer Grundwasserstände.

Wegen der betontechnologischen Konsequenzen für die Ausbildung der Tunnelschale wurde der Angriffsgrad des Karstwassers nach DIN 4030 untersucht. Mit 1450 mg/l SO_4 ergab sich die Einstufung in die Kategorie „stark angreifend", was die bei den Voruntersuchungen an Bohrwässern gemessene Größenordnung bestätigte und die Verwendung von sulfatbeständigem Beton (HS- Beton) erforderlich macht. Letzteres gilt umso mehr, als in Laughöhlen des Südharzes eine kurzfristige Sulfataufsättigung der Karstwässer (1-2 Monate) beobachtet worden ist. Die hohe Löslichkeit des Gipses (je nach Salzgehalt 2,6 g/l bis 9,3 g/l) begünstigt Auslaugungsvorgänge bzw. Hohlraumbildungen in besonderem Maße. Das Kluftsystem, das sowohl die Deckschicht als auch das Gebirge im Liegenden des Gipslagers durchsetzt, sorgt dabei für

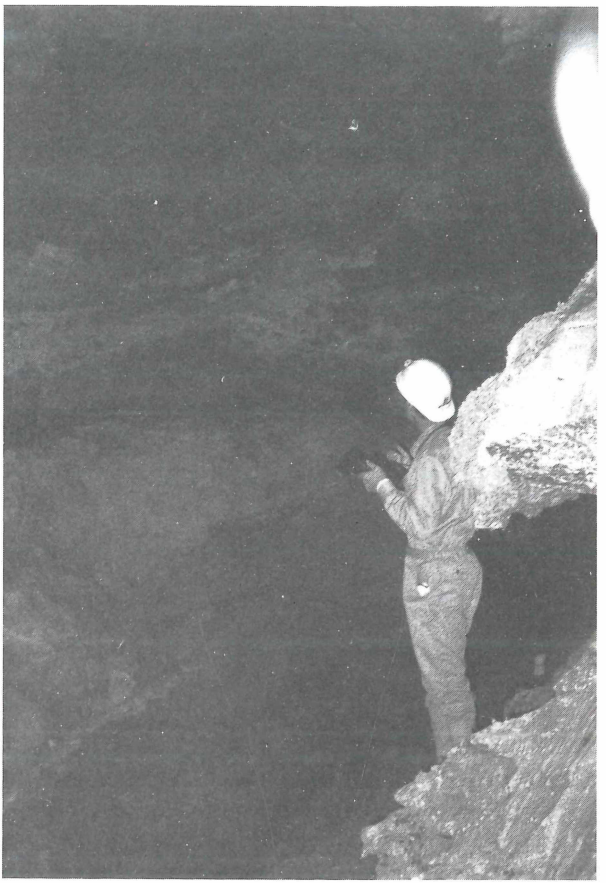


Abb. 6: Nord-Süd-Gang

die Zufuhr frischen Wassers und die Ableitung der mehr oder weniger gesättigten Lösungen. Dabei kommt es zu Sekundarausfällungen in den grauen tonig-schluffigen Auslaugungsrückständen und im Nachbargestein. Im Hopfenberg wurden massige und kristalline Neubildungen beobachtet. Teilweise traten in einer Stufe zwei Generationen unterschiedlicher Kristallausbildung auf: Tafelige Einkristalle und längliche Zwillinge mit Orientierung senkrecht zur Schichtebene (Abb.8).

In ihrem östlichen Abschnitt ist die Höhle in der Vergangenheit schon einmal schlotartig nach oben gewandert. Davon zeugen zwei mit Verbruchmaterial gefüllte Firstauskolkungen von je ca. 2 m Durchmesser.

4. Konsequenz

Lösungshohlräume im Untergrund und daraus entstehende Erdfälle könnten die Stabilität des Tunnelbauwerkes direkt gefährden. Deshalb wurde die Tunnelröhre kon-

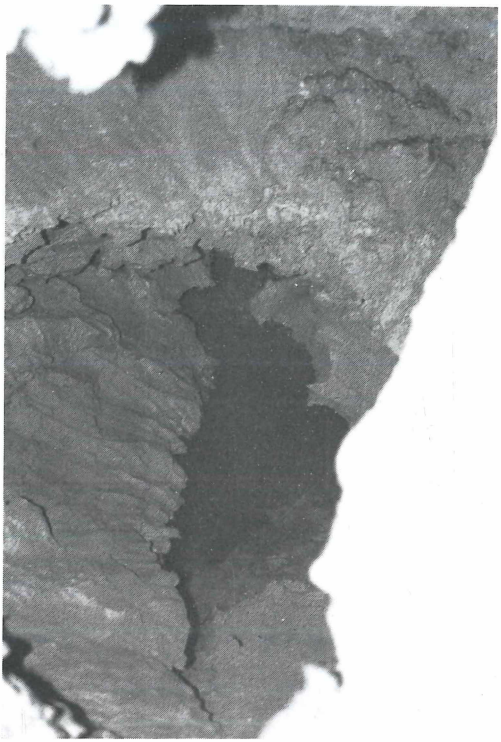


Abb. 7: Gestaffelte Facetten im Residualton (Draufsicht). Bildausschnitt ca. 2 x 3 m

struktiv so ausgelegt, daß sie in der Lage ist, evtl. zukünftig auftretende Hohlräume im Gestein schadlos zu überbrücken. Für den Fall langwelliger Gebirgsabsenkungen und damit verbundener Verformungen der Tunnelröhre wird das Lichtraumprofil (= Tunnelquerschnitt) durch eine planmäßige Überhöhung freigehalten. Auf diese Weise ist eine Korrektur der Gleislage in bestimmten Grenzen möglich. Obwohl die konstruktive Ausbildung des Tunnels bereits eine ausreichende Sicherheit gewährleistet, sollen evtl. im Untergrund vorhandene größere Hohlräume verfüllt werden. Die Suche erfolgt mittels geophysikalischer Messungen und Kernbohrungen.

Aus tunnelbautechnischen Gründen war es nicht möglich, die angetroffene Höhle oder Teile davon zu erhalten. Der Hopfenbergtunnel wird nach der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode aufgefahren, die davon ausgeht, daß das den Tunnel umgebende Gebirge eine tragende Funktion übernimmt. In diesem Sinne stellt die Karsthöhle eine Fehlstelle im Gebirgstragring dar, die zu sanieren ist. Deshalb wurde die Höhle unmittelbar nach ihrer Vermessung mit Pumpbeton versetzt. Zusätzliche Zementinjektionen vom Tunnel aus sollen den kraftschlüssigen Verbund des Verfüllkörpers mit dem Gebirge garantieren.

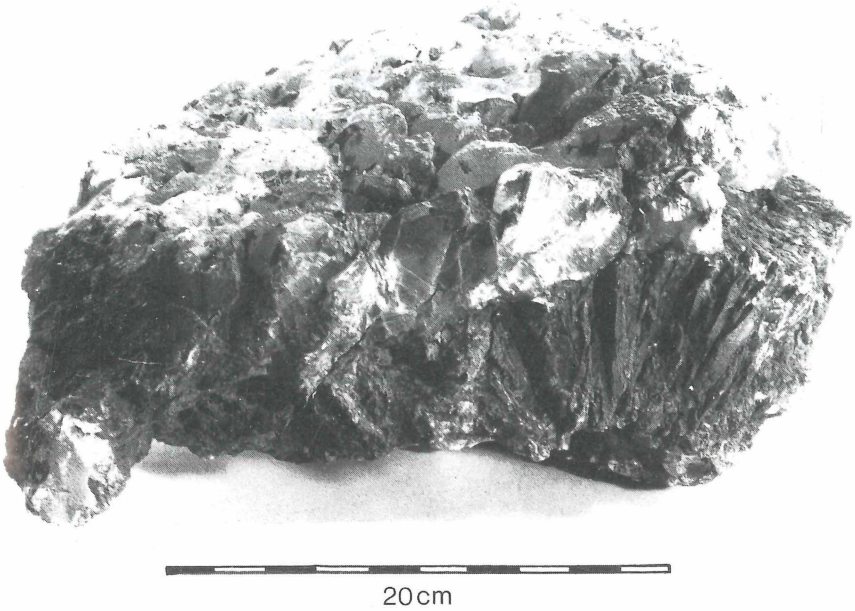


Abb. 8: Gipskristall-Stufe mit 2 Generationen (Photo: H.Silber)

Literatur

DRESCHER, J. (1984): Einfluß der Gesteinsformation des Muschelkalkes (Trias) auf die Tunnelplanung der DB- Neubaustrecke Hannover--Würzburg.- Forschung und Praxis, U- Verkehr und unterirdisches Bauen, Heft **29**, 175-179, 3 Bilder, 3 Tabellen, Düsseldorf.

GEISSLER, H. (1983): Ingenieurgeologisch-geotechnische Untersuchungen für Bauwerke der Neubaustrecke Hannover -- Würzburg der Deutschen Bundesbahn im Leinebergland.- Ber.4 Nat.Tag. Ing.-Geol., 87-98, 11 Bilder, 3 Tab., Goslar.

GEISSLER, H., MÖKER, H., SAUER, G. & SCHREWE, F. (1982): Tunnelplanung der Deutschen Bundesbahn in erdfallgefährdetem Gebiet, NBS Hannover--Würzburg, Leinebusch-Tunnel.- Rock Mechanics, Supp. **12**, 63-73, 5 Abb., 1 Tabelle, Springer-Verlag, Wien/New York.

GEISSLER, H. & SEIBERT, D. (1983): Subsidence features and the design of tunnels for the new Hannover--Wuerzburg rail link in the Bad Gandersheim-Kreiensen-area. RTR Sonderausgabe „Transport Consulting", 3 Bilder, Hestra-Verlag Darmstadt.

GEISSLER, H. (1986): Sulfatkarst im Untergrund von Ingenieurbauwerken sowie Konzepte für Sanierungsmaßnahmen-Mitt.Ing.-und Hydrogeol. **24**, 93-117, 12 Abb., 2 Tabellen, Aachen.

Manuskript eingegangen am 23.12.1986

Anschrift des Verfassers:

Dr. Horst Geissler
Niedersächsisches Landesamt für
Bodenforschung
Stilleweg 2
3000 Hannover 51

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 129

Autor(en)/Author(s): Geissler Horst

Artikel/Article: Über eine Karsthöhle im Hopfenbergtunnel der Bundesbahn-Neubaustrecke Hannover — Würzburg 93-102