

Geologische Profile (Oberrotliegendes bis Unterer Keuper, Quartär) und ingenieurgeologische Aspekte zu Autobahnteilstücken in der Umgebung von Trier und Bitburg

HUBERT HEITEL

Kurzfassung: In einigen Teilen der Bitburger Triasmulde konnten die Abfolge und die Lagerung der Schichten bei Baugrunduntersuchungen im Bereich der Nordumgehung von Trier zwischen Kyll- und Sautal und nördlich von Bitburg näher geklärt werden. Einerseits konnten dadurch Erd- und Grundbaumaßnahmen sicherer beurteilt und andererseits lithostratigraphische und tektonische Vergleiche gezogen werden.

1. Einführung

Im folgenden werden einige geologische Profile besprochen, die bei verschiedenen Straßenbauvorhaben zwischen 1974 und 1980 durch ca. 400 Kernbohrungen (bis 40 m tief) erkundet wurden (Abb. 1). Die Profile zeigen Quartär-Ablagerungen in Talauen und an Talhängen sowie Schichtenfolgen des Oberrotliegenden und der Trias. Die für die Bauvorhaben wichtigen ingenieurgeologischen Gegebenheiten werden aufgezeigt.

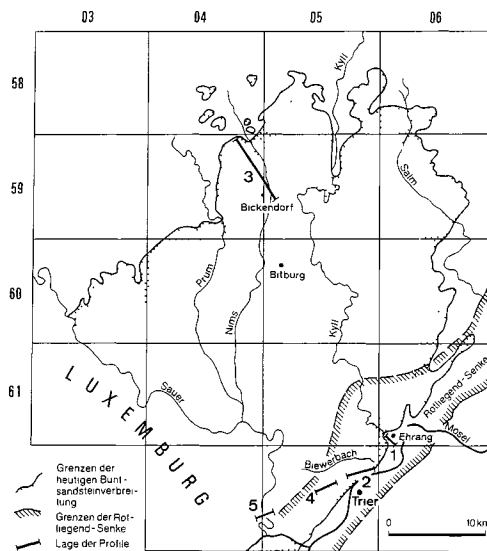


Abb. 1: Lage der Profile.

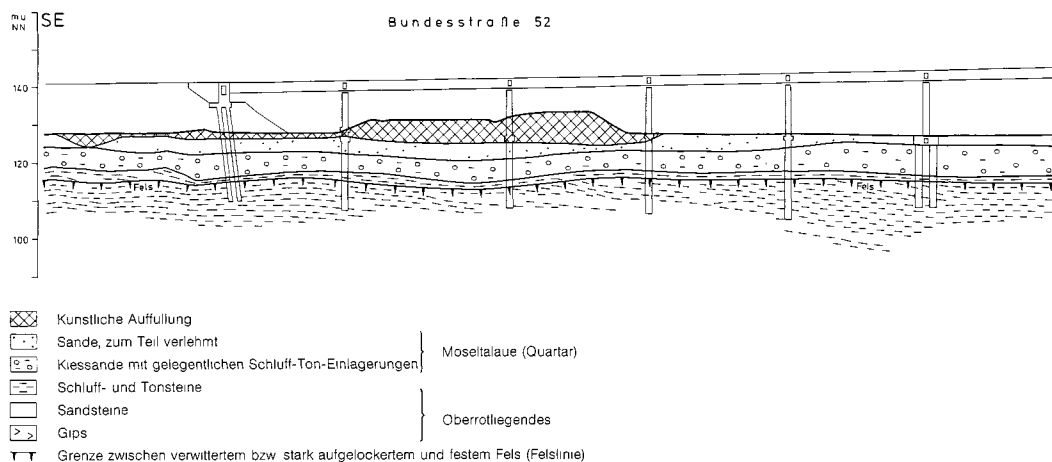


Abb. 2: Brücke über den Bahnhof Ehrang (Profil 1).

2. Profil 1: Brücke über den Bahnhof Ehrang im Zuge der Bundesstraße 52

Im untersuchten Terrassenabschnitt lagern Schichten des Oberrotliegenden unter 4 bis 17 m mächtigen Deckschichten pleistozänen und holozänen Alters. Die rund 480 m lange Brücke (lichte Weite 459,4 m) verläuft einem flachen Rücken (Schuttfächer der Kyll) entlang in der Mosel-Talaue (Abb. 2).

2.1. Holozän, Pleistozän

2.1.1. Künstliche Aufschüttungen

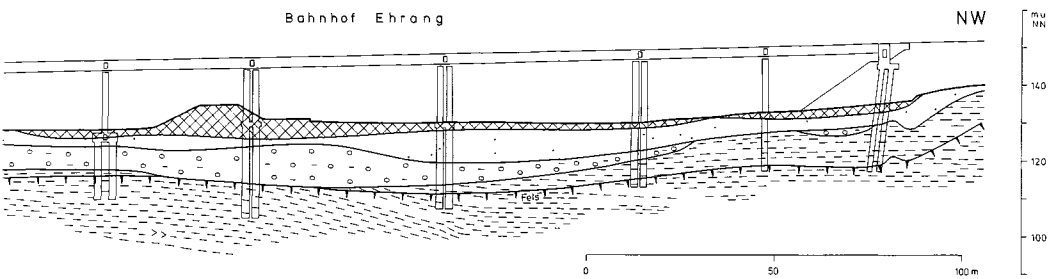
Im Trassenverlauf befinden sich künstliche Aufschüttungen bis über 5 m Mächtigkeit. Es handelt sich dabei um gemischtkörnige Böden mit stark unterschiedlicher Lagerungsdichte. Häufig ist Bauschutt beigemischt, der z. T. aus der Römerzeit stammt.

2.1.2. Auenlehm, Auensande

Bei dieser bis knapp 10 m mächtigen Schichtenfolge handelt es sich um Hochflutablagerungen der Mosel und der Kyll. Sie bestehen aus einer Wechselfolge von sandig-tonigen Schluffen, schluffig-tonigen Sanden und z. T. auch schwach schluffigen Sanden mit geringem Kiesgehalt; stellenweise sind organische Bestandteile (Reste von Torfbildungen) eingelagert. Das überwiegend lockere, z. T. auch weiche bis breiige Material ist meist braunrot gefärbt, da es sich hauptsächlich um abgeschwemmte Verwitterungsrückstände aus Buntsandstein-Gebieten handelt.

2.1.3. Kiessande der Talaue

Die Kiessand-Ablagerungen in der Moseltalaue im Liegenden des Auenlehms und der Auensande erreichen Mächtigkeiten bis etwa 12 m. Auch diese Sedimente haben keine einheitliche Kornzusammensetzung und Lagerungsdichte; sie sind ein buntes Gemisch von Sanden und Kiesen mit wechselnden Schluffgehalten, wobei die gröberen Komponenten zur Basis hin überwiegen. Gelegentlich sind neben organischem Material (Holzreste) auch sandige Schluff-Ton-Linsen eingelagert. Der stark wechselnde Aufbau dieser klastischen



Auenablagerungen ist u. a. darauf zurückzuführen, daß sich pleistozäne Sedimente von Mosel und Kyll hier eng miteinander verzahnen.

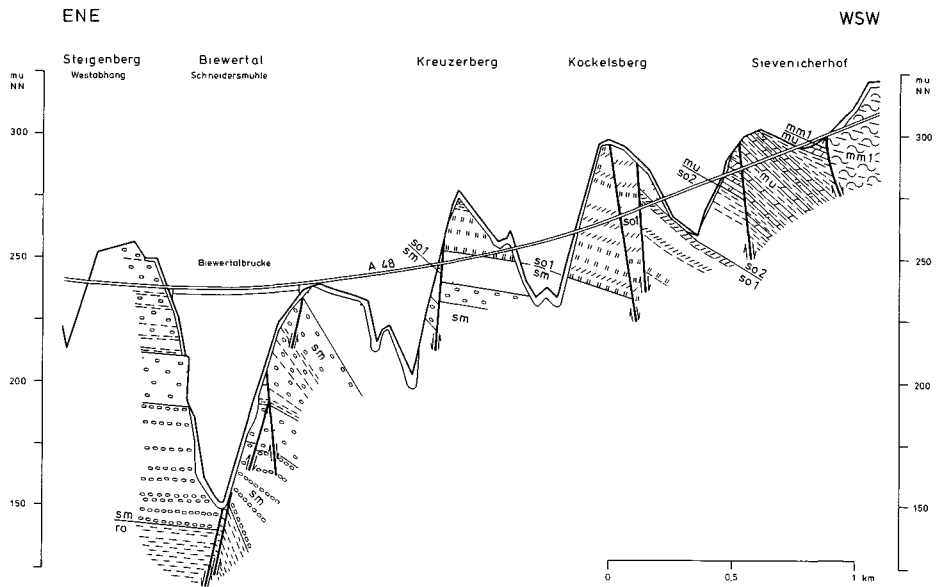
2.2. Oberrotliegendes (ro)

Das Oberrotliegende baut sich aus Schluffsteinen mit wechselnden Ton- und Sandgehalten und Sandstein-Einlagerungen auf. Charakteristisch für die Schluffsteine ist die dunkelrotbraune Färbung mit zahlreichen hellgrünen Reduktionsflecken; die Sandsteine sind braunrot, graurot und manchmal auch graugrün gefärbt. Die nicht immer deutlich gebankte Schichtenfolge hat in der Talau ein Einfallen von 5–10°, am unteren Teil des Hanges (Widerlager im W) treten auch Werte bis 25° auf; die Einfallrichtungen schwanken zwischen SW und NW.

Manchmal ist das Gestein von Kluftscharen mit 50–90° Einfallen durchzogen. In der Kontaktzone zu den Deckschichten sind die Gesteine des Oberrotliegenden mehr oder weniger stark verwittert. In dieser Verwitterungszone ist die Konsistenz der Schluffsteine höchstens halbfest, z. T. auch nur steif oder sogar weich; die Sandsteine sind in der Regel sehr mürbe und leicht zerreibbar. Diese Verwitterungszone ist nur wenige Meter, am Hangfuß bis 10 m mächtig. Unterhalb der Verwitterungszone sind die Gesteine des Oberrotliegenden überwiegend fest. Kleinere Auflockerungen liegen nur noch im Bereich von Störungen und Spalten vor. Stellenweise ist in unverwitterten Schluffsteinen auch Fasergips eingelagert.

2.3. Brückengründung

Bei der 1980 fertiggestellten Brücke (12 Felder von je rund 30–50 m Länge) wurden die Stützen auf Bohrpfählen gegründet, die 20–28 m lang sind und bis in das unverwitterte Rotliegende hinabreichen, wobei darauf geachtet wurde, die Pfähle nicht in den Bereich mit den Gipseinlagerungen einzubinden. Bis 1983 wurden im Bereich der Brücke Setzungen von mehr als 1 cm nicht festgestellt. Bei den Pfählen waren Spitzenbelastungen bis 200 N/cm² zugelassen.

















-  Gehangeschutt, Gehangelehm, Auenlehm, z T mit Torf
- mm 1** Mittlerer Muschelkalk
-  Tonmergel, graublau und rot
- mu** Unterer Muschelkalk
-  Tonsteine und Schluffsteine, gelbbraun, graugrün, z T sandig
-  Dolomit, sandig, Sandsteine, dolomitisch
- so 2** Voltzien-Sandstein
-  Schluffsteine und Tonsteine, dunkelrot (Grenzletten)
-  Werkstein (feinkorniger Sandstein, braunrot)
- so 1** Zwischenschichten
-  Sandsteine, braunrot, hellbraunrot, mittelkornig
-  Schluff- und Tonlagen, dunkelrot
-  Dolomitbrockelbank, gelbrot, z T schwarzbraun, verwittert
-  Violettfarbung
- sm** Mittlerer Buntsandstein
-  Sandstein, dunnschichtig, gelb und rot, meist murbe
-  Sandstein, rot, geröllführend, fest (Felszone)
-  Konglomerat, graubraunrot
- ro** Oberrotliegendes
-  Feinsandstein, dunkelrot, grün gefleckt, schluffig

Abb. 3: Biewertalbrücke und Streckenabschnitt Biewertal–Sievenicher Hof (Profil 2).

3. Profil 2: Biewertalbrücke und Streckenabschnitt Biewertal–Sievenicher Hof (Bundesautobahn A 48).

Im Streckenabschnitt zwischen der Biewertalbrücke (lichte Weite 510,6 m) und dem Sievenicher Hof führt die A 48 oberhalb des Aacherbachtals an den von tiefen Schluchten durchzogenen Nordwestabhängen des Gläsesberges, Kockelsberges, Kreuzerberges und Stubenberges entlang. Dabei sind Dämme und Einschnitte mit Höhen bis nahezu 50 m angelegt worden. Am Kreuzerberg wurde ein Überführungsbauwerk errichtet (Abb. 3).

3.1. Quartär

3.1.1. Quartär im Biewertal

Im oberen Teil des östlichen Talhanges (mittlere Hangneigung rund 17°) sind die Deckschichten 2,0 bis 3,2 m mächtig. Sie bestehen aus roten und braunen, mehr oder weniger schluffigen Sanden, die teilweise mit Sandsteinbrocken durchsetzt sind. Der mittlere und untere Teil des östlichen Talhanges ist sehr steil (mittlere Hangneigung rund 35°). Hier streicht der Buntsandstein mit einigen Felspartien zutage aus; nahezu senkrecht stehende Klufflächen bilden Felswände bis über 5 m Höhe. Oberhalb und am Fuße der Felspartien erreichen die sandigen Deckschichten wahrscheinlich 2 m Mächtigkeit. Am Hangfuß nimmt die Mächtigkeit der Deckschichten rasch zu, es wurden bis 11,2 m erbohrt. Dieser Schuttkegel besteht in seinem unteren Teil überwiegend aus Sandsteinblöcken; oben setzt er sich hauptsächlich aus locker gelagerten Sanden zusammen, die Sandsteinschutt von Kies- und Blockgröße enthalten.

Die bei den Aufschlußbohrungen durchteuften Auensedimente des Biewerbachtals zeigten Mächtigkeiten von 4,4 bis 7,0 m. Ihr oberer Teil (1,4 bis 2,7 m mächtig) wird von einem weichen bis breiigen, sandigen Auenlehm gebildet. Dieser schwarzgrau gefärbte Auenlehm ist stark humos und führt teilweise Torflagen. Unter dem Auenlehm folgen bis zum anstehenden Buntsandstein Kiese und Sande, die gelbbraun, rotbraun und grauweiß sind und z. T. auch humose Schluffe enthalten. Der westliche Talhang ist, außer einer steilen Partie am Hangfuß (mittlere Hangneigung 30°) und einer mäßig steilen Partie im mittleren Teil des Hanges (durchschnittliche Hangneigung 20°), wesentlich flacher als der östliche Talhang. Die Hangneigungen übersteigen hier auf weiten Strecken kaum 10° und gehen im oberen Teil unter 5° zurück. Die braunroten Gehängesande, die stellenweise auch in sandigen Gehängelehm übergehen, haben über den größten Teil des Hanges Mächtigkeiten von 1 bis 4 m; im oberen Hang sind sie nicht mächtiger als 3 m. Die größten Mächtigkeiten mit 4,2 bis 6,2 m wurden auch hier im unteren Teil des Hanges festgestellt. Die Gehängesande sind locker gelagert und enthalten auch Sandsteinschutt.

3.1.2. Quartär zwischen Biewertal und Sievenicher Hof

Im untersuchten Trassenabschnitt beträgt die Mächtigkeit der Deckschichten meist weniger als 2 m; an Steilhängen fehlen sie z. T. völlig, und harte Sandsteine des Buntsandsteins bilden mancherorts nahezu senkrechte Felswände. Die Deckschichten sind als Gehängelehme und Gehängesande ausgebildet, die nach oben hin in eine 10 bis 30 cm dicke Mutterbodenschicht übergehen. An Hängen mit Unterem Muschelkalk überwiegt ein graubrauner Gehängelehm, an Buntsandsteinhängen kommen nahezu ausschließlich braunrote Gehängesande vor, die stellenweise verlehmt sind.

3.2. Oberrotliegendes und Trias im Profil Biewertal (Schneidersmühle)–Kreuzerberg–Kockelsberg–Sievenicher Hof

In diesem Bereich am SE-Rand der Bitburger Triasmulde können in der Ausbildung des Mittleren und Oberen Buntsandsteins viele Parallelen zur Fazies dieser Stufen in der Pfälzer Mulde (Pfälzer Wald, Westrich) und im Saarland festgestellt werden.

3.2.1. Oberrotliegendes (ro)

Das Liegende des Buntsandsteins wird hier von den „Rötelschiefern“ gebildet, die bislang als Oberrotliegendes angesehen wurden. Es handelt sich hierbei um schluffige Feinsandsteine von dunkelrotbrauner Farbe mit charakteristischen kreisrunden, hellgrünen Flecken; eingelagerte Schluff- und Tonsteine können ebenfalls hellgrün gefärbt sein.

3.2.2. Grenzbereich Oberrotliegendes/Buntsandstein (evtl. Unterer Buntsandstein)

Der Grenzbereich zum Basiskonglomerat des Buntsandsteins wird durch eine etwa 0,2 m mächtige Lage eines mürben Schluff-Sand-Kies-Gemisches von hellgrüner Farbe gebildet. Eine Winkeldiskordanz der Schichtflächen zwischen Rotliegendem und Buntsandstein konnte nicht festgestellt werden.

3.2.3. Mittlerer Buntsandstein (sm)

Über dem Rotliegenden steht als Basis des Mittleren Buntsandsteins eine rund 44 m mächtige Wechselfolge an, die knapp zur Hälfte aus grauroten bis dunkelbraunroten Konglomeraten und im übrigen aus ziegelroten, geröllführenden Sandsteinen mit gelegentlichen graugrünen und gelbweißen Streifen und Flecken besteht. Die Mächtigkeiten der Sandstein- und Konglomeratbänke wechseln von Bohrung zu Bohrung; das Sediment setzt sich aus zahlreichen Schüttungskörpern zusammen und ist intensiv schräggeschichtet. Vereinzelt sind auch cm-dicke Schluff-Ton-Linsen und Tongallen eingelagert. Nach der obersten Konglomeratlage folgt eine etwa 20 m mächtige Schicht eines relativ harten, überwiegend kieselig gebundenen Sandsteines, in den einzelne Gerölle und Geröllschnüre eingestreut sind. Der überwiegend schräggeschichtete, fleischrot bis ziegelrot gefärbte, manchmal gelbweiß gestreifte und gefleckte Sandstein bildet massige Bänke mit weit durchschlagenden Spalten und Klüften (große Kluffkörper); häufig ist Wabenverwitterung zu beobachten. Dieses Schichtglied stellt eine für den Mittleren Buntsandstein charakteristische Felszone dar.

Im Hangenden dieser Felszone folgt eine ca. 50 m mächtige Wechselfolge geröllführender Sandsteine (Felsbänke) mit häufigen Einschaltungen dunkelroter Schluff- und Tonsteine; der höchste Teil dieser Wechselfolge wird von einem über 5 m mächtigen, dünngeschichteten, sandigen Schluffstein von braunroter Farbe gebildet. Die geröllführenden Sandsteine sind deutlich schräggeschichtet, braunrot bis ziegelrot gefärbt und gelegentlich gelbweiß gestreift und gefleckt. Darüber steht bis zur Hangendgrenze des Mittleren Buntsandsteins eine 120 bis 130 m mächtige, ziemlich eintönige Abfolge von Sandsteinen an. Während die Sandsteine in der unteren Hälfte in mehreren Horizonten Gerölle führen, sind sie in der oberen Hälfte bis auf eine etwa 8 m mächtige, stark geröllführende Felszone nahe der Hangendgrenze so gut wie geröllfrei. Die geröllführenden Sandsteine weisen teilweise eine intensive Schrägschichtung auf, wohingegen die geröllfreien Sandsteine überwiegend dünnschichtig und nur gelegentlich sehr flach schräggeschichtet sind. Die dünngeschichteten Sandsteine sind hellbraunrot bis ziegelrot gefärbt und häufig grauweiß und hellgelb gestreift oder partienweise gebleicht; sie haben insbesondere oberhalb der Felszone so wenig Bindemittel, daß sie häufig wie dicht gelagerter Sand aussehen. Die geröllführenden Sandsteine sind braunrot bis dunkelbraunrot.

3.2.4. Oberer Buntsandstein (so)

3.2.4.1. Zwischenschichten (so 1)

Im unteren Teil der Zwischenschichten des Oberen Buntsandsteins kann man eine etwa 45 m mächtige Schichtenfolge mit charakteristischen Merkmalen zusammenfassen. Es handelt sich um Sandsteine mit erheblichen Schluff-Ton-Gehalten und unregelmäßig eingeschalteten Schluff- und Tonsteinen; gelegentlich sind auch Gerölle und Geröllanreicherungen zu beobachten. Die Profile wechseln von Bohrung zu Bohrung stark, so daß angenommen werden muß, daß das Sediment aus verschiedenen, rasch wechselnden Schüttungskörpern besteht. Manchmal sind gelbrote Dolomitenknauer oder deren Verwitterungsrückstände, schwarzbraune Anreicherungen von Eisen-Mangan-Mulm, eingelagert; gelegentlich werden auf Schichtflächen Glimmeranreicherungen beobachtet. Die Ton-, Schluff- und Sandsteine sind im allgemeinen intensiv dunkelrot gefärbt, die Sandsteine partienweise gelb und grauweiß gebleicht und gefleckt; stark schluffige Sandsteine sind insbesondere im unteren Teil der Abfolge häufig in bizarren Formen leuchtend violett gefärbt. Darüber folgt bis zum Voltzien-Sandstein eine rund 40 m mächtige Abfolge relativ harter, braunroter bis hellbraunroter Sandsteine, in denen typische, gelbrot bis ockerbraun gefleckte, z. T. kavernöse Dolomitbröckelbänke auftreten. Diese bestehen aus einem dolomitischen Sandstein, in den zahlreiche Bröckchen eines sandigen Dolomits eingelagert sind, die teilweise herauswittern, wobei als Rückstand dunkelbrauner Eisen-Mangan-Mulm entsteht und der Sandstein dadurch kavernös wird. Die überwiegend schräggeschichteten Sandsteine sind partienweise gelbweiß und grauweiß, manchmal auch violett. Schluff-Ton-Einlagerungen sind selten und meist nur wenige Zentimeter dick.

3.2.4.2. Voltzien-Sandstein (so 2)

Der etwa 20 m mächtige Voltzien-Sandstein gliedert sich in den Werkstein (9 m) und die Lettenregion (II m). Der Werkstein besteht aus einer Abfolge von ebenschichtigen, dunkelbraunroten, z. T. lauchgrün gefleckten und gestreiften Feinsandsteinbänken mit wenigen dünnen Schluff-Ton-Zwischenlagen. Glimmerreicher Sandstein und Schluff-Tonsteine von braunroter Farbe bilden die Lettenregion; in den obersten 3 m setzt sich das Sediment nahezu vollständig aus Schluff- und Tonsteinen (Grenzletten) zusammen.

3.2.5. Unterer Muschelkalk, Muschelsandstein (mu)

Der Muschelsandstein beginnt mit einer Wechselfolge von graubraunen und grau-grünen, z. T. auch rötlichen Dolomiten, kalkarmen Mergeln und typischen dunkel gepunkteten Sandsteinen. Darüber folgen graugrüne mehr oder weniger sandige Tonmergel mit einzelnen Zwischenlagen von harten hellgraubraunen Dolomiten und gelbbraunen Sandsteinen. Der obere Teil der Schichtenfolge wird von einer über 10 m mächtigen Partie harter sandig-mergeliger Dolomite von grauer und graubrauner Farbe gebildet, die in kompakten Bänken von meist über 1 m Dicke anstehen (*orbicularis*-Schichten). Die Gesamtmächtigkeit des Unteren Muschelkalkes beträgt knapp 50 m.

3.3. Tektonik

3.3.1. Schichtenlagerung

Bei den Trias-Gesteinen bilden die Schichtflächen die Haupttrennflächen; lediglich in kompakten Sandsteinbänken und -partien können Spalten und Klüfte vorherrschen. Im gesamten Trassenbereich haben die Schichten generelles Einfallen nach W bis NW, z. T. auch nach SW; lediglich in der Nähe von Störungen wurden manchmal andere Einfallrichtungen beobachtet. Die Einfallswinkel wechseln ständig von weniger als 5° bis auf 10° und erhöhen sich im Bereich von Störungen häufig auf 10° bis 20°.

3.3.2. Klüfte, Spalten

Die Hauptstreichrichtung der Klüfte ist SE-NW; die Klufflächen fallen überwiegend mit 50–80° nach NE ein, untergeordnet auch nach SW. Die senkrecht zu dieser Hauptkluffrichtung streichenden Querklüfte sind seltener. Im Bereich harter Sandsteinbänke und kompakter Sandsteinpartien lassen sich die Klufflächen vielfach auf eine Erstreckung von mehreren Zehnermetern verfolgen und die Klüfte sind häufig zu Spalten erweitert. Mürbe Sandsteine und Schluff-Ton-Lagen sind gar nicht oder nur undeutlich geklüftet. Im Bereich der Tonmergel des Unteren Muschelkalkes haben die Klüfte meist sehr geringe Erstreckung.

3.3.3. Störungen

Eine Reihe NNE-SSW bis NE-SW streichender Störungen quert in diesem Abschnitt die Autobahntrasse; es handelt sich größtenteils um synthetische Abschiebungen, d. h. Störungen und Schichten haben ungefähr dieselbe Einfallrichtung. Etwa senkrecht zu dieser Hauptstörungsrichtung streicht eine Anzahl kleinerer Störungen, deren Verwurfs-höhen jedoch meist so klein sind, daß sie bei den Untersuchungen nicht erfaßt werden konnten. Diese Störungsrichtung wird vor allem durch die zahlreichen parallel streichenden Hauptklüfte gekennzeichnet. Im Bereich von Störungen mit größeren Verwurfs-höhen sind die Sandsteine des Buntsandsteins stark aufgelockert und oft sehr mürbe und gebleicht. Diese Erscheinung ist bei den bindemittelparmen Sandsteinen des Mittleren Buntsandsteins im Bereich des Kreuzerberges sehr ausgeprägt.

3.3.4. Tektonische Besonderheiten im Biewertal

Die Schichtflächen fallen im Bereich der Talbrücke mit knapp 5° bis rund 30° nach SW bis NW ein. Am östlichen Talhang, in dem vermutlich keine größeren Störungen vorhanden sind, fallen sie mit knapp 5° bis 15° nach NW ein. Diese Verhältnisse sind auch noch im größten Teil der Biewertalau gegeben. Erst westlich des Biewerbaches erreicht das Einfallen der Schichten 20°, und in höheren Teilen des westlichen Talhanges stellenweise 30°. Nach den Aufschlüssen ist das Einfallen hier überwiegend nach SW gerichtet. Der westliche Talhang wird von einer Schar parallel zum Tal (also NW-SE) verlaufender antithetischer und synthetischer Abschiebungen durchzogen, die bewirken, daß der mittlere Teil des Hanges eine tektonische Horst-Graben-Struktur bildet. Besonders stark gestört ist dabei der Hangabschnitt, in dem auf den Horst ein Graben folgt. Hier ist der Buntsandstein bis in große Tiefen sehr mürbe, gebleicht, unregelmäßig von Eisenabscheidungen durchzogen und durch Klüfte kleinstückig zerlegt. Beim Bohren wurden große Kernverluste durch Ausspülungen des Sandes festgestellt. Das beträchtliche Einfallen der Schichten mit starken Schwankungen auf engem Bereich ist ebenfalls eine Folge der Störungen.

Die im Mittleren Buntsandstein sich oft über mehrere Zehnermeter erstreckenden Klüfte haben überwiegend ein Einfallen von 60° bis 80°. Die beiden Hauptstreichrichtungen stehen nahezu senkrecht zueinander: NW-SE und ENE-WSW. Im ungestörten Gebirge (östlicher Talhang) liegen die Kluffabstände im Meter- bis Zehnermeterbereich; in der Nähe von Störungen (Talaue, westlicher Talhang) dagegen im Dezimeter- bis Meterbereich. Die feinkörnigen Sandsteine des Oberrotliegenden sind intensiver geklüftet als die Konglomerate und die Mittel- bis Grobsandsteine des Mittleren Buntsandsteins. Im Bereich der Talhänge sind die Klüfte z. T. zu Spalten erweitert (Bergzerreißen, Talzuschub). Diese bis zu mehreren Dezimetern klaffenden Spalten sind größtenteils durch eingespülten Sand und Eisenabscheidungen erfüllt; teilweise bilden sie jedoch auch langgestreckte Hohlräume (Spaltenhöhlen).

3.4. Gründungen, Erdbau

Bei der Biewertalbrücke (bestehend aus 11 Feldern mit Längen von 32–50 m) wurden die Widerlager und die meisten Pfeiler flach in Tiefen bis zu 5 m auf standsicherem Buntsandstein gegründet. Lediglich in der Talau sind 2 Tiefgründungen mit Bohrpfehlern bis in die Rötelschiefer ausgeführt worden. Bei den Bohrpfehlern wurden Belastungen bis 300 N/cm² und bei den Flachgründungen solche von 50–100 N/cm² zugelassen.

Die Einschnitte und Dämme zwischen dem Biewertal und dem Sievenicher Hof konnten mit relativ steilen Böschungsneigungen standsicher angelegt werden, wobei generell im Zehnmeter-Abstand Bermen vorgesehen wurden. Bei den Einschnitten wurden falseitig Böschungsneigungen 1:1 und bergseitig 1:1,5 gewählt; die einzelnen Dammabschnitte wurden immer im Verhältnis 1:1,5 geböscht. Dort, wo die Einschnitte im Oberen Buntsandstein mit einer Böschungsneigung von 1:1 angelegt wurden, ergaben sich im Bereich von großen Störungsflächen während der Bauzeit Teilausbrüche, während später nur noch gelegentlich Steinschlag bemerkt wurde. Die Dämme wurden durch Dränagen an den Flanken und starken Rigolen unter den Dammauflageflächen vor zusitzendem Hangdruckwasser und periodischen Quellaustritten gesichert. Seit der Fertigstellung im Jahre 1981 sind nur bei Dämmen teilweise merkliche Setzungen aufgetreten, während sich die Brückenbauwerke praktisch nicht setzten.

4. Profil 3: Nimstalbrücke und Streckenabschnitt Feuerscheid–Bickendorf (Bundesautobahn A 60)

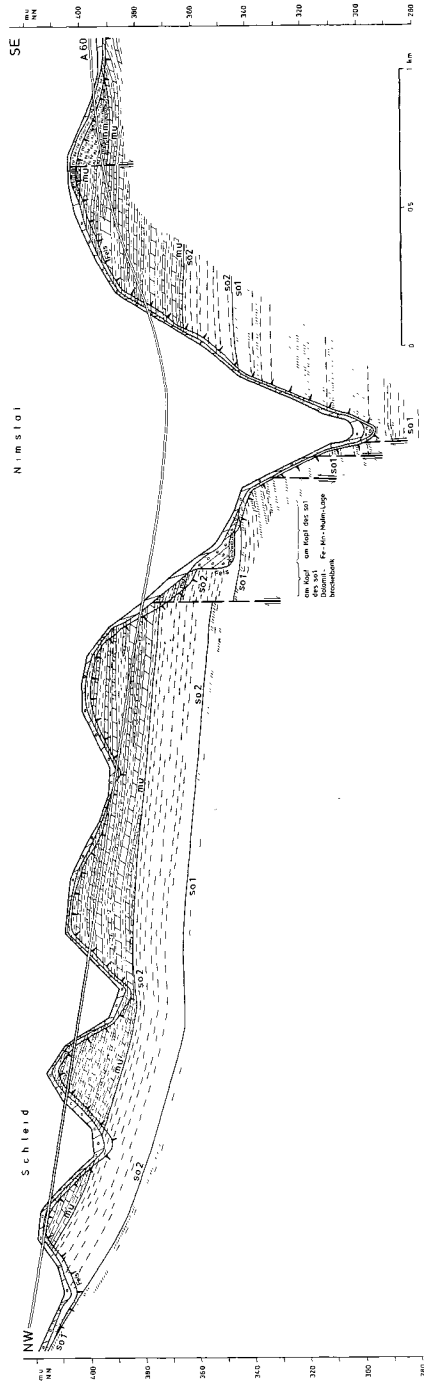
Im Streckenabschnitt Feuerscheid–Bickendorf führt die Trasse der A 60 vom ardennischen Hochland in die Bitburger Triasmulde. Die Trasse überwindet dabei auf knapp 10 km einen Höhenunterschied von rund 100 m und gelangt aus dem Devon in immer jüngere Schichtglieder der Trias. Die bei Bickendorf fertiggestellte Talbrücke über die Nims ist ca. 920 m lang (lichte Weite 780,2 m) und max. 66 m hoch; bis etwa 1985 soll der gesamte Streckenabschnitt halbseitig ausgebaut und für den Verkehr freigegeben werden (Abb. 4).

4.1. Quartär

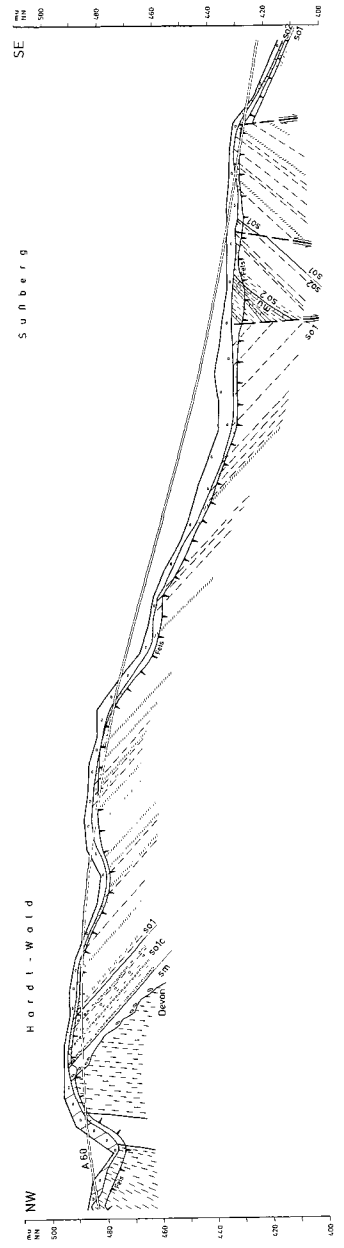
Die Schichten des Devons und der Trias werden überwiegend von Deckschichten holozänen Alters überlagert (Gehängelehm, und -schutt), die in weiten Streckenabschnitten weniger als 2 m und selten mehr als 4 m mächtig sind. Lediglich im Bereich der Nimstalbrücke sind die Deckschichten z. T. über 10 m mächtig.

4.1.1. Holozän im Bereich der Nimstalbrücke

Gehängelehm, Gehängeschutt und Auenlehm bestehen aus zusammengeschwemmten bzw. abgerutschten Verwitterungsrelikten der Trias-Schichten. Der Gehängelehm, ein mit Gesteinsschutt durchsetzter sandiger Lehm, ist in den Übergangsbereichen zum Auenlehm (Hangfuß) und in den sehr flachen Teilen des westlichen Talhanges relativ mächtig (bis über 5 m); in den steileren Hanggebieten des westlichen Talhanges und im östlichen Talhang liegt die Mächtigkeit selten über 2 m. In den unteren Teilen der steilen Hanggebiete geht ein sehr schutthaltiger Gehängelehm in Gehängeschutt über. Der Auenlehm, ein Hochflutsediment der Nims, ist ein Schluff-Sand-Gemisch mit wechselnden und geringen Anteilen an Ton und Kies. Häufig ist organisches Material (Holzreste, abgeschwemmter Mutterboden) eingelagert. Der Auenlehm hat meist Mächtigkeiten von 3 bis 4 m. Die Deckschichten gehen nach oben hin in Mutterboden mit einer Dicke von meist 0,2 m über.



246


















	Quartar Schluff, zum Teil kiesig, zum Teil sandig
	Sand und Kies, zum Teil schluffig
mm 	Mittlerer Muschelkalk Tonmergel und Tonstein, z. T. dolomitisch, Drusen führend, dunkelrot, graugrün
mu 	Unterer Muschelkalk (Muschelsandstein) Mergel mit dolomitischen Sandsteinen und sandigen Dolomiten, grau, gelbbraun
so 2 	Oberer Buntsandstein Vollzien-Sandstein Sandstein, feinkörnig, mit Ton- und Schlufflagen, glimmerreich, rotbraun
so 1 	Geröllfreie Zwischenschichten Sandsteine, mittelkörnig, braunrot, hellbraunrot
so1c 	Geröllführende Zwischenschichten Sandsteine und Konglomerate, braunrot
sm 	Mittlerer Buntsandstein Sandstein, überwiegend murbe, mit aufgearbeitetem Tonmaterial an der Basis aus dem Liegenden, rot, ockerbraun
	Devon Sandstein, quarzitsch
	Tonschiefer, z. T. mit Silt- und Sandsteinen durchsetzt
	Schluff-Ton-Lagen
	Konglomerate
	Dolomitbrockelbank u. Dolomitknauer bzw. deren Verwitterungsrelikte, Fe-Mn-Mulm
	Violett-Färbung
	Grenze zwischen verwittertem bzw. stark aufgelockertem und festem Fels (Felslinie)

Abb. 4: Nimstalbrücke und Streckenabschnitt Feuerscheid–Bickendorf (Profil 3).

4.1.2. Pleistozän im Bereich der Nimstalbrücke

4.1.2.1. Höhenlehm

Im flachen Hanggebiet unterhalb des westlichen Widerlagers steht über dem Oberen Buntsandstein steifer bis halbfester Lehm von gelbbrauner Farbe mit Mächtigkeiten bis 13 m an. Es handelt sich dabei um einen tonigen Schluff mit nur sehr geringen Sandgehalten, in den gelegentlich Sandsteinbrocken und verbreitet Bohnerze eingelagert sind.

4.1.2.2. Terrassen

Unter dem Höhenlehm und dem Auenlehm folgen mehr oder weniger verlehmt Kies-Sand-Gemische mit Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis zu rund 3 m. Es sind altpleistozäne (im Bereich des Höhenlehms) und jungpleistozäne (im Bereich des Auenlehms) Terrassenablagerungen der Nims. Die Korngrößenzusammensetzung dieser Terrassen reicht vom Schluff- bis in den Grobkies- oder Steinbereich (\varnothing von 0,01 bis 100 mm). Die Anteile der einzelnen Korngrößengruppen ändern sich auf kleine Erstreckung sehr rasch.

4.2. Trias im Profil Feuerscheid-Bickendorf

4.2.1. Das Liegende des Buntsandsteins, Mittlerer Buntsandstein (sm)

In diesem Profil ist der Mittlere Buntsandstein 10 bis 20 m mächtig. Er lagert auf einem alten Relief, das von gefaltetem Unterdevon (Tonschiefer, Siltsteine, quarzitisches Sandsteine) gebildet wird. Das Profil quert im Hardtwald den SW-Hang einer prätriasischen Festlandsfläche. Die sehr lose gebundenen Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins sind ziegelrot bis rostrot gefärbt und häufig hellgelb gefleckt und gestreift. In dem dünn-schichtigen Sediment läßt sich eine flache Schrägschichtung erkennen. Im Basisbereich ist häufig zu violetter Ton verwitterter Tonschiefer-Schutt aus dem Devon regellos im Sandstein eingelagert.

4.2.2. Oberer Buntsandstein (so)

4.2.2.1. Geröllführende Zwischenschichten (so 1c)

Der Obere Buntsandstein beginnt mit einer ungefähr 20 m mächtigen Wechselfolge von rotbraunen, geröllführenden Sandsteinen und Konglomeraten, die auch als geröllführende Zwischenschichten bezeichnet werden. In den oberen zwei Dritteln der Abfolge ist das Gestein manchmal violett gefleckt. Etwa in der Mitte der Schichtenserie fällt in allen untersuchten Profilen eine aus Ton, Schluff, Sand und Kies bestehende, 1,5 bis 2,5 m mächtige Einlagerung auf, die starke Ähnlichkeit mit einer holozänen Talauenfüllung hat: das schwarz- bis rostbraun, z. T. auch violett gefärbte Sediment enthält viel Devon-schutt. Über dieser Schicht treten untergeordnet weitere rotbraun und grau-violett gefärbte Schluff-Ton-Einschaltungen auf. Die Mächtigkeiten der verschiedenen Sandsteine und Konglomerate ändern sich von Bohrung zu Bohrung erheblich, was auf eine wechselnde Ausbildung der einzelnen Schüttungskörper schließen läßt.

4.2.2.2. Geröllfreie Zwischenschichten (so 1)

Über den geröllführenden folgen die geröllfreien Zwischenschichten mit einer Mächtigkeit von etwa 165 m, in deren oberem Drittel typische Dolomitbröckelbänke auftreten. Die Abfolge besteht hauptsächlich aus massigen, schräggeschichteten Sandsteinbänken mit gelegentlichen Schluff-Ton-Einschaltungen, die im mittleren Teil mehrere Meter mächtig sein können. Im Basisbereich führen die Sandsteine viel schluffiges Bindemittel. Partien mit dünnplattigen, glimmerreichen Sandsteinen treten besonders im zweiten Drittel der Abfolge auf. Bezeichnend für die ganze Schichtenserie sind linsenförmige Ein-

schaltungen von wenigen Zentimetern bis zu einem Meter Mächtigkeit, die aus nicht kernfähigem, schwarzbraunem, sandigem Eisen-Mangan-Mulm bestehen und sicherlich Verwitterungsrückstände eines sandigen Dolomits darstellen. Diese sandigen Dolomite bzw. Dolomitbröckelbänke sind im untersuchten Profil in den unteren zwei Dritteln evtl. deshalb nicht anzutreffen, weil dieser Teil des Profils auf den Höhenrücken westlich des Nimstales ansteht. Im Bereich dieser Hochflächen (alte Rumpfflächen) war das Gestein nämlich wesentlich länger der Verwitterung ausgesetzt als in der relativ jungen Erosionsform des Nimstales, wo im oberen Drittel der Schichtenfolge unverwitterte Dolomitbröckelbänke festgestellt wurden. Die Sandsteine sind im unteren Teil überwiegend dunkelbraunrot und nach oben hin meist hellbraunrot und partienweise hellgelb bis grauweiß gebleicht oder gestreift und gefleckt. Violette Farben, meist als Flecken, treten in der unteren Hälfte der Schichtfolge in manchen Horizonten häufig, in der oberen Hälfte jedoch selten auf.

4.2.2.3. Voltzien-Sandstein (so 2)

Der Voltzien-Sandstein hat hier eine Mächtigkeit von knapp 19 m. Der untere Teil, der Werkstein, wird von kompakten braunroten, z. T. lauchgrün gefleckten Feinsandsteinbänken mit wenigen cm- bis dm-dicken Schluff-Ton-Einschaltungen gebildet. Der obere Teil, die Lettenregion, besteht aus einer Wechselfolge von dunkelroten Ton- und Schluffsteinen sowie dünnplattigem Sandstein mit viel Glimmer auf den Schichtflächen; im oberen Teil der Lettenregion treten die Sandsteine z. T. stark zurück (Grenzletten). Am Westrand des Nimstales ist der Werkstein 3,2 m und die Lettenregion 15,1 m mächtig (davon 8,9 m Grenzletten). Zum Ostrand des Nimstales hin nimmt der Werkstein bis auf etwa 8 m Mächtigkeit zu und die Lettenregion auf knapp 11 m ab (davon 4,9 m Grenzletten); hier wurden 2 bis 3 m unter der Hangendgrenze stellenweise Einschaltungen eines etwa 10 cm mächtigen graugrünen, dolomitischen Sandsteins festgestellt.

4.2.3. Unterer Muschelkalk, Muschelsandstein (mu)

Der Muschelsandstein beginnt mit einer Wechselfolge kalkarmer Mergel und sandigmergeliger Dolomite von graubrauner, graugrüner, auch rötlicher und rotvioletter Farbe; gelegentlich sind dunkel gepunktete, gelbbraune, schwach dolomitische Sandsteine eingelagert, die für die Basis typisch sind. Den höheren Teil der insgesamt rund 40 m mächtigen Schichten nimmt eine eintönige Wechselfolge von graubraunen und graugrünen Tonmergeln ein, in die braune bis graue, dolomitische Sandsteine und sandige Dolomite eingelagert sind. Die Tonmergel sind sandig und dünn, größtenteils flaserig geschichtet und besitzen im unverwitterten Zustand eine halbfeste bis feste Konsistenz. Die Sandsteine und Dolomite sind mürbe bis hart und überwiegend dünnplattig bis dünnbankig; Bankdicken von über 1 m treten überwiegend im unteren Drittel und an der Basis des oberen Drittels auf. Sandsteine und Dolomite machen rund 30% der Schichtenfolge aus.

4.2.4. Mittlerer Muschelkalk (mm)

Zwischen dem Nimstal und der E 42 steht auf der Höhe Mittlerer Muschelkalk an. Es handelt sich dabei um halbfeste bis feste Tonmergel bzw. Schiefertone, die überwiegend dunkelrot bis braunrot, z. T. aber auch graugrün gefärbt sind. In das dünngeschichtete Sediment sind insbesondere im Basisbereich gelegentlich festere, feinsandige Einlagerungen eingeschaltet. Die Tonmergel liegen meist bis in mehrere Meter Tiefe verwittert und entfestigt vor. Sie weisen in der Verwitterungszone eine steife bis halbfeste Konsistenz auf.

4.3. Tektonik

4.3.1. Schichtenlagerung

Die Trias-Schichten fallen vorwiegend sehr flach (Einfallswinkel meist kleiner als 10°) nach S bis SE ein; gelegentlich stellt man auch Einfallrichtungen nach SW, NW und NE fest. Im Bereich von Störungen kann das Einfallen auch $10\text{--}20^\circ$ betragen. Die Schieferungsflächen des Devons sind z. T. parallel den Schichtflächen ausgebildet; sie fallen im untersuchten Streckenabschnitt nach N bis NW ein. Die Einfallswinkel betragen meist $50\text{--}70^\circ$, gelegentlich auch $30\text{--}50^\circ$ oder $70\text{--}90^\circ$.

Im Bereich der Nimstalbrücke haben die Schichtflächen fast immer ein Einfallen von $\sim 5^\circ$. Bei den Begehungen und den späteren Auswertungen ergab sich, daß die Schichten entweder sehr flach nach SW (oberer Teil des westlichen Talhanges) oder sehr flach nach NE (Talaue und östlicher Talhang) einfallen. In Richtung der Talbrücke ergeben sich keine nennenswerten Niveauänderungen der Schichtgrenzen; die Grenze Unterer Muschelkalk/Oberer Buntsandstein liegt an beiden Talflanken etwa bei 363 bis 364 m NN und die Grenze Voltzien-Sandstein/Zwischenschichten immer in der Höhenlage 341 bis 346 m NN, d. h., daß das Schichtstreichen in Richtung der Talbrücke verläuft. Ein Schichteneinfallen von über 5° wurde nur stellenweise im unteren Teil des westlichen Talhanges beobachtet (Bau-km 36,1 bis 36,25). In der Nähe mehrerer kleiner Störungen fallen hier die Schichten bis zu $\sim 15^\circ$ ein.

4.3.2. Klüfte, Spalten

Die Schichtgesteine der Trias werden von meist sehr steil einfallenden (Einfallswinkel überwiegend zwischen 70° und 90°) Klufflächen durchtrennt, deren Erstreckung und Häufigkeit jedoch stark wechseln. In dünnen Sandstein- und Dolomitbänken folgen sie in kurzen Abständen aufeinander (dm- bis m-Bereich) und erstrecken sich dann über mehrere Dezimeter bis Meter. In m-dicken Bänken sind die Abstände zwischen den einzelnen Klüften selten geringer als 1 m, die Klufflächen dehnen sich jedoch häufig über mehrere Zehnermeter aus: diese großen Klüfte sind in Oberflächennähe und in der Tiefe im Bereich von Verwerfungen und steilen Hängen häufig zu Spalten erweitert. Schluff-Tonlagen, Schiefertone bzw. Tonmergel sind sehr undeutlich geklüftet; größere Klüfte kommen hier praktisch nicht vor.

In den devonischen Gesteinen haben die Längs- und Querklüfte hauptsächlich ein Einfallen von 70 bis 80° ; eine besonders engständige Klüftung ist im Bereich der Tonschiefer vorhanden. Im gesamten Bereich der Trasse sind zwei Hauptklufsysteme vorhanden, die in folgenden Richtungen streichen: NNE–SSW und ESE–WNW; die Hauptklüfte streichen häufig senkrecht zueinander. Vielfach werden partiell erweiterte Klüfte und Spalten von schluffig-tonigem Material (Kluftletten) erfüllt.

4.3.3. Verwerfungen

Eine Reihe von Verwerfungen quert die Trasse; sie streichen hauptsächlich um die NE–SW-Richtung. Es handelt sich um Abschiebungen, bei denen sich in den meisten Fällen die abgesenkte Gebirgsscholle südöstlich der Verwerfung befindet. Im Bereich der Verwerfungen sind die Gesteine häufig bis in größere Tiefen stark aufgelockert und kleinstückig zerlegt (Mylonit). Die Tonschiefer des Devons sind hier meist zu einem bindigen Schluff-Ton-Gemisch entfestigt.

4.4. Baugrundeigenschaften, Grundbau

In den Gesteinen des Devons und der Trias sind die im betrachteten Streckenabschnitt der Bundesautobahn A 60 durchgeführten Grundbaumaßnahmen ohne größere Schwierigkeiten standsicher ausgeführt worden. Die Dämme und Einschnitte wurden ge-

nerell mit Böschungsneigungen von 1:1,5 angelegt. Insbesondere im Unteren Muschelkalk sind die Böschungen stellenweise durch Steinsickerungen vor der Erosion austretender Quellwässer geschützt worden, z. B. in einem Gebiet mit Felldränagen. Bei den Dämmen ist in einigen Abschnitten durch das Vorschütten von Flächenfiltern einem Aufweichen der Dammfüße durch zusitzende Quellwässer bzw. Hangdruckwässer nach starken Niederschlägen vorgebeugt worden; solche Maßnahmen waren hauptsächlich im Devon und im Grenzbereich Buntsandstein/Muschelkalk erforderlich, z. B. bei den Widerlagern der Nimstalbrücke. Die Fundamente der verschiedenen Bauwerke sind in fast allen Fällen ohne merkliche Setzungen in Tiefen bis 6 m in den Gesteinen des Devons und der Trias gegründet worden. Lediglich bei der Talbrücke über das Nimstal sind im mächtigen Pleistozän am westlichen Talhang (westliches Widerlager und der darauffolgenden Pfeiler) und in der Talauflage selber (zwei Pfeiler) Tiefgründungen durch Bohrpfähle ausgeführt worden, die teilweise bis in 25 m Tiefe reichen und nicht auf verwitterten Dolomitbröckelbänken und Schluff-Ton-Lagen, sondern nur auf kompakten Sandsteinbänken des Oberen Buntsandsteins aufgesetzt worden sind (beim westlichen Widerlager im Werkstein des so 2; im Tal waren entsprechende Sandsteinbänke im so 1 durch mehrere Aufschlußbohrungen ermittelt worden).

Die Nimstalbrücke besteht aus 17 Feldern, wobei die an die Widerlager anschließenden Felder 38,25 m und die übrigen 17,4 m lang sind. Bei den Bohrpfählen wurde eine Belastung bis 500 N/cm² zugelassen, und bei den Flachgründungen durfte bis 50 N/cm² belastet werden.

5. Profil 4: Überführung der Bundesstraße 51 über die A 48 und Streckenabschnitt Sievenicher Hof – Gillenbachtal der A 48

Im Bereich dieses Autobahnabschnittes sind Einschnitte mit Böschungshöhen bis zu 40 m und ein Überführungsbauwerk mit Zufahrten und entsprechenden Dammschüttungen gebaut worden. In der näheren Umgebung der geplanten Baumaßnahmen war es in früheren Jahren an einem Hanganschnitt im Mittleren Muschelkalk im Zuge der Bundesstraße 51 öfters zu Rutschungen gekommen (Abb. 5).

5.1. Quartär

Die Um- und Ablagerungsprodukte des Pleistozäns und Holozäns überdecken mit Mächtigkeiten bis zu 6,4 m (Höchstmächtigkeit im Bereich der Bundesstraße 51) die Schichten des Muschelkalks im untersuchten Trassenbereich. Diese Deckschicht, auch als Gehängelehm bezeichnet, besteht aus den Verwitterungsrelikten der hier anstehenden Muschelkalkschichten. Es handelt sich um ein Schluff-Ton-Gemisch mit stark wechselnden Anteilen an Sand, Kies und Steinen (Kalksteinmergel- und Dolomitschutt). Die Farbe des Gehängelehms ist braun, gelbbraun, graubraun und ockerbraun, die Konsistenz weich bis steif, z. T. auch halbfest. Dort, wo der Gehängelehm über 3,5 m mächtig ist, kann vermutet werden, daß die große Mächtigkeit durch pleistozäne Rutschungen zustande kam. In solchen fossilen Rutschmassen sind oft noch Bestandteile hier früher anstehender Schichten enthalten, z. B. Bohnerze des Tertiärs im Bereich der Bundesstraße 51. Die oberen 0,2 bis 0,3 m bildet der Mutterboden. Dieser liegt vielfach auch unmittelbar auf der Verwitterungszone des anstehenden Muschelkalkes.

5.2. Trias (Muschelkalk)

5.2.1. Mergel des Mittleren Muschelkalks (Gipsmergel, mm 1)

Diese rund 60 m mächtige Schichtfolge besteht zum überwiegenden Teil aus dünngeschichteten Tonmergeln. In den beiden unteren Dritteln der Schichtenfolge stehen

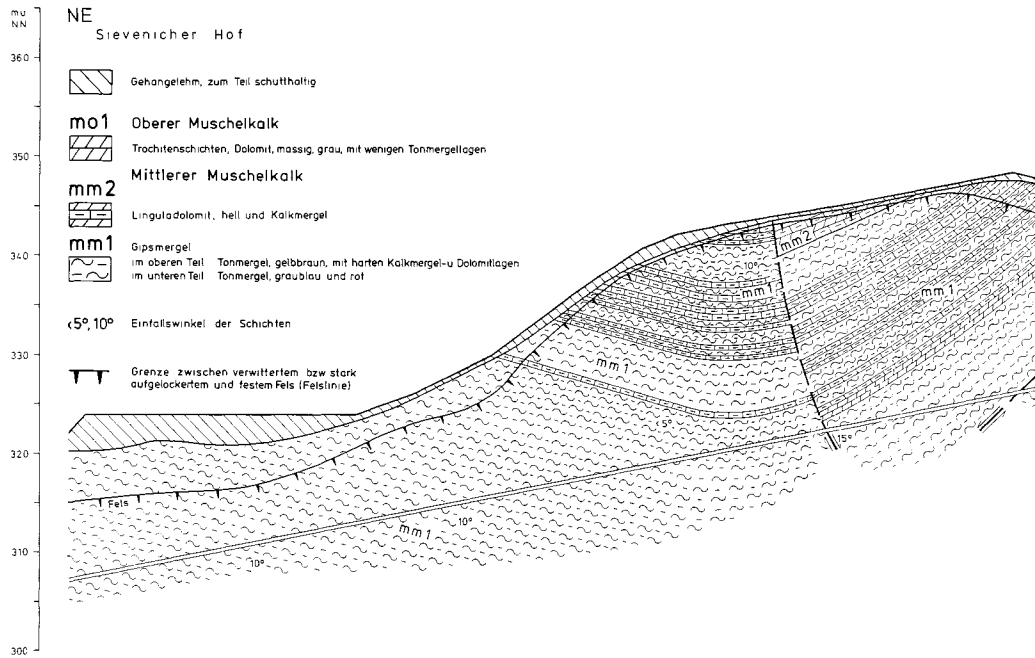


Abb. 5: Überführung der Bundesstraße 51 über die Bundesautobahn A 48 und Streckenabschnitt

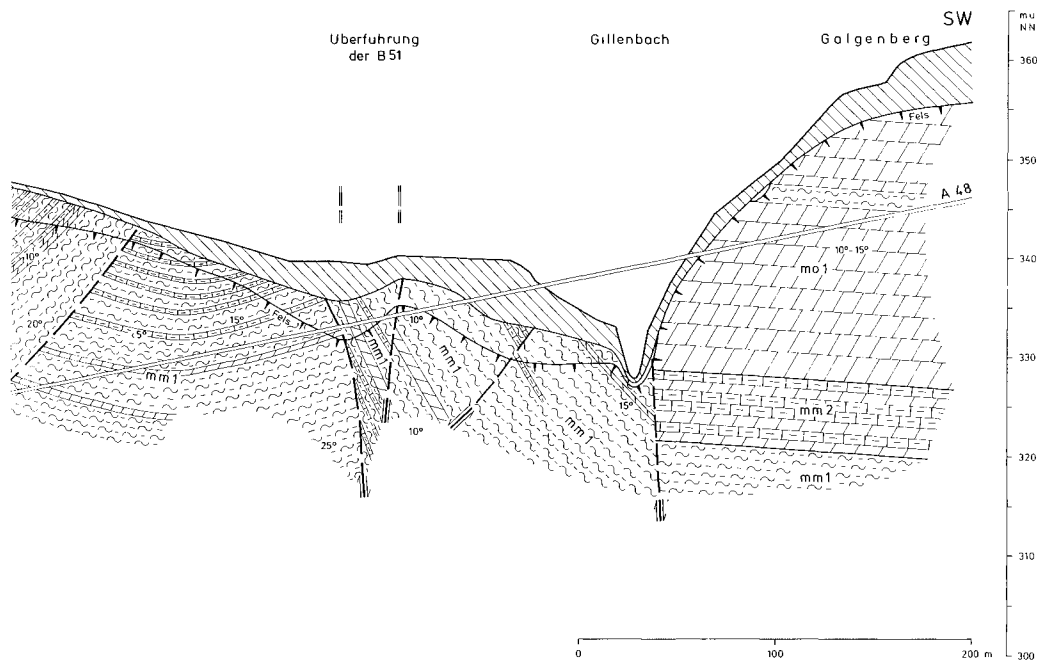
graublauer und dunkelroter Tonmergel an. Im oberen Drittel sind in gelbbraunen bis grauweißen Tonmergeln harte Kalksteinmergelbänke und z. T. auch kavernöse Dolomite eingelagert. Die in größerer Tiefe halbfesten bis nahezu festen Tonmergel sind oberflächennah mehr oder weniger stark verwittert und haben dann eine steife bis halbsteife, z. T. sogar weiche Konsistenz. Die Verwitterungszone ist meist nur 2 bis 3 m, örtlich aber auch über 10 m mächtig; die sehr mächtigen Verwitterungszonen kommen im oberen Teil der Schichtenfolge vor und sind hier auf die vollständige Auslagerung ehemaliger Gips- und Anhydritlagen zurückzuführen.

5.2.2. Linguladolomit (mm 2)

Der etwa 8 m mächtige Linguladolomit besteht aus einer Wechselfolge von gelbweißen bis hellgrauen Kalksteinmergeln und Dolomiten, die untergeordnet graubraune Tonmergeleinlagerungen haben. Die Steinmergel besitzen ein dichtes Gefüge und sind sehr hart und witterungsbeständig.

5.2.3. Trochitenschichten, Trochitendolomit (mo 1)

Die etwa 30 m mächtige Schichtenfolge des Trochitendolomits besteht aus einem dickbankigen, sehr harten, graubraunen bis rauchgrauen Dolomit, der grobkörnig und z. T. auch kavernös ist. Ihm sind wenige graue Tonmergellagen eingeschaltet. Die im Trochitendolomit weit durchschlagenden Klüfte sind bis in größere Tiefen zu Spalten erweitert. Stellenweise sind diese Spalten mit sandigem Lehm (Dolomitgrus und Kalkverwit-



Sievenicher Hof-Gillenbachtal (Profil 4).

terungslehm) gefüllt. Das gleiche Material überlagert auch als Gehängelehm den Trochitendolomit in Mächtigkeiten bis zu 3,5 m.

5.3. Tektonik

Die Schichtflächen fallen meist flach (bis zu 25°) nach SE bis SW ein; teilweise lagern sie auch horizontal. Schräg durch das Gillenbachtal und im nördlich anschließenden Hangabschnitt verlaufen mehrere E-W bis NE-SW streichende Abschiebungen; ungefähr senkrecht zu ihnen erkennt man einige kleinere Abschiebungen. Im Störungsbereich fallen die Schichten halbsteil bis steil ein; in diesen Zonen trifft man auch Bestandteile der Schichtenfolge als Störungsbreccie an. Insbesondere im Trochitendolomit herrschen die steil bis senkrecht stehenden Klüfte vor und sind zu Spalten erweitert. Die Hauptrichtungen der Klüfte verlaufen etwa NE-SW und SE-NW.

5.4. Rutschgefahr, Erdbaumaßnahmen, Gründungen

Beim Ausbau der Bundesstraße 51 kam es etwa 400 m östlich der geplanten Autobahnüberführung zu mehreren Rutschungen, die Anfang der 60er Jahre mit ziemlich hohem Aufwand vorläufig saniert wurden. Die Rutschungen wurden bei den Bauarbeiten durch Massenverlagerungen bzw. Massenentnahmen im Bereich gestörter und verwitterter Mergel des Mittleren Muschelkalkes ausgelöst. Die im untersuchten Streckenabschnitt der A 48 erforderlichen Erdbaumaßnahmen wurden zum größten Teil in den Mergeln des Mittleren Muschelkalkes ausgeführt. Wie das Beispiel zeigt, besteht hier bei entsprechenden Lage-

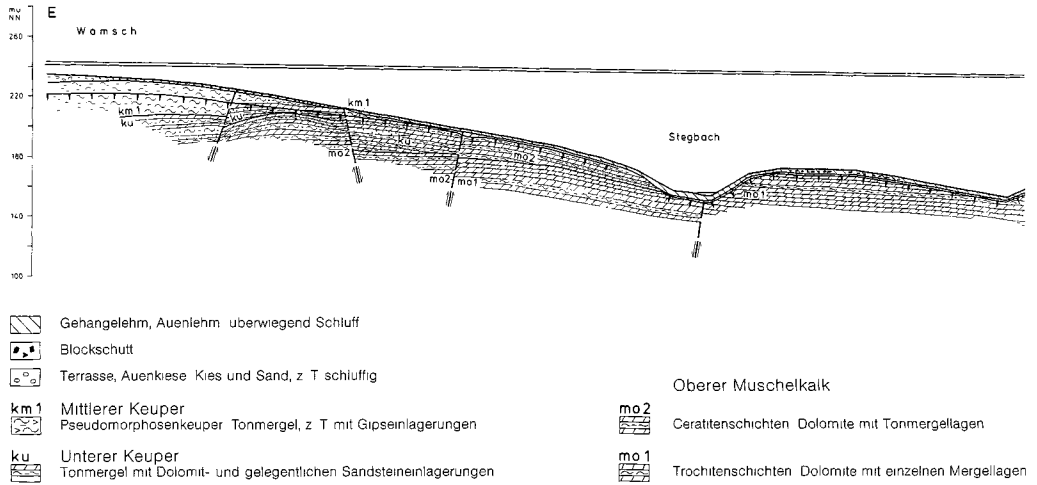


Abb. 6: Sauerthalbrücke (Profil 5).

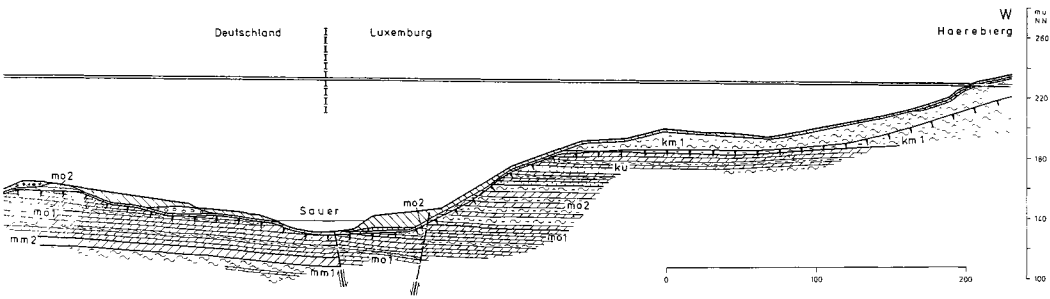
ungsverhältnissen Rutschgefahr, die bei Anwesenheit von Hangdruckwasser zunimmt. Bei flacher bis söhlicher Lagerung und ohne nennenswerten Wasserandrang sind die unverwitterten Mergel des Mittleren Muschelkalks im allgemeinen jedoch ziemlich standfest.

Da das Einfallen der Schichtflächen im bis zu 40 m tiefen Einschnitt beim Sievenicher Hof weniger als 15° beträgt, war davon ausgegangen worden, daß die Schichtflächen bei Böschungen mit Neigungen von 1:2 nicht als Gleitflächen in Erscheinung treten. Rutschgefahr besteht jedoch dort, wo mächtige, von Grundwasser durchströmte Hangschuttdecken vorhanden sind, z. B. im Einzugsgebiet der Quelle südlich des Sievenicher Hofes. Beim Anlegen dieses Einschnittes wurden bei der sehr hohen südlichen Böschung sämtliche Hangschuttmassen entfernt, im Bereich der max. 10 m hohen nördlichen Böschung stand jedoch verbreitet schutthaltiger Gehängelehm an. Obwohl sämtliche Grundwasserzuflüsse vom Bergrücken im Süden durch den Einschnitt von der nördlichen Böschung abgeschnitten waren, ereigneten sich hier nach Beendigung der Baumaßnahmen an mehreren Stellen Rutschungen, die auch nach dem Abflachen der Böschung auf 1:3 wieder auflebten; es muß deshalb angenommen werden, daß die Böschung erst bei Neigung von 1:4 langfristig standsicher ist.


Südlich des Gillenbachtals können die Einschnitte mit Böschungsneigungen von 1:1,5 und steiler standsicher angelegt werden. Die kompakten Bänke des Trochitendolomits lassen hier auch eine treppenartige Gestaltung der Böschungen zu.

Die Gründungssohle des 23 m breiten, 4,7 m hohen und 46 m langen Überführungsbauwerkes liegt 4 bis 7 m unter Flur. Sie befindet sich nahezu ausschließlich im Verwitterungsbereich und z. T. auch in Störungszonen des Mittleren Muschelkalks. Es stehen hier Tonmergel, Kalksteinmergel und z. T. auch Dolomite an, deren Einfallen sehr unterschiedlich ist; die Einfallswinkel liegen meist zwischen 5° und 25° . Die Schichten fallen unterschiedlich nach SE ein, also in Richtung Gillenbachtal.


Im Bereich der Gründungssohle sind die Tonmergel so stark entfestigt und aufgelockert, daß deren Konsistenz nur halbfest, meist jedoch weich bis steif ist. In diese Tonmergel sind harte Steinmergel und Dolomite als Blöckschutt und als im Verband befindliche



Mittlerer Muschelkalk

mm2  Linguladolomit feinkristalline Dolomite

mm1  Gipsmergel Tonmergel, z. T. mit Gipsenlagerungen und dünnen Dolomitbanken

 Grenze zwischen verwittertem bzw. stark aufgelockertem und festem Fels (Felslinie)

Bänke eingelagert. Der Baugrund ist demnach unterschiedlich setzungsbereit und ebenso unterschiedlich sind die Erddrücke auf die Seitenteile des Bauwerks. Das Überführungsbauwerk wurde deshalb nach einem entsprechenden Bodenaustausch (Kiesschüttung) errichtet. Durch das Anlegen der Einschnitte und Aufschütten der Dämme in der Nachbarschaft des Bauwerks hätten eventuell Rutsch- und Gleitvorgänge zum Gillenbach hin ausgelöst werden können. Diese Gefahr wurde aber dadurch beseitigt, daß vor der Erstellung des Bauwerks der gesamte benachbarte Abschnitt des Gillenbachtals durch eine optimal verdichtete Aufschüttung verfüllt worden ist.

6. Profil 5: Sauertalbrücke

Die im Zuge der A 48 geplante Brücke über die Sauer nördlich von Mesenich soll 1250 m lang (lichte Weite 1193 m) und etwa 100 m hoch werden. Die Brücke ist z. Z. im Bau (Grundsteinlegung September 1983); sie wird aus 11 Feldern mit Längen von 75–150 m bestehen (Abb. 6). Im Bereich der Talbrücke baut sich der Untergrund aus Schichten der Trias (Oberer Muschelkalk, Unterer und Mittlerer Keuper) auf. Diese werden von Deckschichten (Quartär) in Mächtigkeiten von 0,5 bis 8 m überlagert.

6.1. Quartär

6.1.1. Holozän (Gehängelehm, Gehängeschutt, Auenlehm)

Die triadischen Gesteine werden an den Hängen des Sauertales von Gehängelehm überlagert, dessen Mächtigkeit in weiten Bereichen geringer als 1 m ist und nur selten über 2 m ansteigt. Mächtigkeiten von über 2 m liegen vor allem in der Umgebung des steil eingeschnittenen Stegbach-Seitentales vor; hier wurden bei den Bohrungen Gehängelehm- und Gehängeschutt-Mächtigkeiten von 1,8 bis 4,5 m angetroffen. Bei dem Gehängelehm handelt es sich um einen Schluff mit geringen Sand- und Tongehalten und Anteilen an Geröllen und Dolomitschutt; der Dolomitschutt kann Blockgröße erreichen (Gehängeschutt). In der Sohle des Sauertales wurde zuoberst Auenlehm erbohrt, der auf der westlichen Talseite über 7 m mächtig ist. Beim Auenlehm handelt es sich

um einen Schluff mit stark wechselnden Anteilen an Ton, Sand, Kies, Steinen und z. T. organischen Substanzen. Auenlehm und Gehängelehm haben einen meist 0,2 m dicken Mutterboden.

6.1.2. Pleistozän (Terrassen)

Auf den Höhen beiderseits des Sauertales trifft man weitverbreitet altpleistozäne Terrassensedimente an (Hochterrasse). Es handelt sich um meist verlehnte Kiese und Sande, die durch Eisen- und Mangan-Verockerungen dunkelbraun und rostbraun gefärbt und manchmal verbacken sind. Während diese Ablagerungen im Bereich des westlichen Widerlagers nur sporadisch vorhanden und selten mehr als 1 m mächtig sind, bilden sie im Bereich des östlichen Widerlagers eine geschlossene Decke mit Mächtigkeiten von knapp 2 bis 3 m.

Unter dem Auenlehm im Sauertal stehen in unterschiedlicher Ausbildung jungpleistozäne Ablagerungen der Niederterrasse mit Mächtigkeiten bis zu 3,5 m an. Während diese Sedimente westlich der Sauer überwiegend aus groben Geröllen in Kies- bis Steingröße bestehen, setzen sie sich im östlichen Teil der Talau meist aus verlehnten Sanden und Kiesen zusammen. In einem rund 50 m breiten Streifen östlich der Sauer fehlen diese Ablagerungen.

6.2. Trias

Von der Trias stehen im Bereich der Talbrücke bis in Tiefen von rund 40 m folgende Stufen an: der Mittlere Muschelkalk mit den Gipsmergeln (mm 1) und dem *Linguladolomit* (mm 2), der Obere Muschelkalk mit den Trochitenschichten (mo 1) und den Ceratitenschichten (mo 2), der Untere Keuper (ku) und der Mittlere Keuper mit dem Pseudomorphosenkeuper (km 1).

6.2.1. Mergel des Mittleren Muschelkalks (Gipsmergel, mm 1)

Bei einer 40 m tiefen Zusatzbohrung in der Sohle des Sauertales wurden von einer Tiefe von 27,6 m ab die Mergel des Mittleren Muschelkalks erbohrt. Durch diese Bohrung sollten evtl. Lagerungsstörungen über Gipsauslaugungen erkundet werden. Während in den hangenden Dolomitbänken (mm 2, mo 1) keine Lagerungsstörungen festgestellt wurden, waren die Schluff- und Tonsteine der Gipsmergel streckenweise stark entfestigt und lagerungsgestört, insbesondere im Teufenbereich von 29,8 bis 34,2 m. Gips wurde in Form mehrerer hellrosa-farbiger Fasergipsbänder im Teufenbereich von 38,0 bis 39,7 m angetroffen.

Die Schluff- und Tonsteine des durchteuften obersten Teiles der Gipsmergel sind z. T. sandig, dünn und flaserig geschichtet und mittelgrau bis schwarzgrau gefärbt. Harte, hellgraue und feinkörnige Dolomitbänke von 10–70 cm Dicke sind in den Teufenbereichen von 27,7 bis 28,7 m und 34,8 bis 36,4 m eingelagert.

6.2.2. *Linguladolomit* (mm 2)

In einer Zusatzbohrung wurde der *Linguladolomit* über dem Gipsmergel in einer Mächtigkeit von 5,3 m angetroffen (Teufenbereich von 22,3–27,6 m). Die harten, feinkristallinen Dolomite sind hellgrauweiß bis hellgelb und zur Basis hin auch mittelgrau gefärbt. Die Dolomite sind in den Teufenbereichen von 22,7–23,4 m, 23,8–24,5 m und 26,5–27,0 m stark kavernös und führen ab 26,5 m dünne Tonsteineinlagerungen.

6.2.3. Trochitenschichten (Trochitendolomit, mo 1)

Diese Stufe besteht überwiegend aus dickbankigen, rauchgrauen Dolomiten, die meist sehr grobkörnig sind und zahlreiche Fossilienreste führen; aufgelöste Schalenreste be-

dingen, daß die Dolomite partienweise sehr kavernös sind. Gelegentlich sind cm- bis dm-dicke dunkelgraue Mergel eingelagert; diese treten an der Basis des oberen Drittels und in einem 2 m mächtigen Bereich im unteren Drittel der hier etwa 29 m mächtigen Abfolge auf. In einer etwa 170 m östlich von der Sauer abgeteuften Bohrung wurde der gesamte Trochitendolomit im Teufenbereich von 6,0 bis 35,1 m durchbohrt. Dabei wurde von 16,2 bis 16,3 m viel Glaukonit angetroffen. Graue Schluff- und Tonsteine sind auf folgende Teufenbereiche beschränkt: 14,9–15,0 m, 15,2–15,3 m, 15,9–16,0 m, 27,2 bis 27,3 m und 28,2–29,3 m. Stark kavernöse Ausbildung zeigte der Dolomit in folgenden Partien: 7,0–11,3 m, 11,8–12,8 m, 17,3–18,8 m, 22,4–23,8 m, 26,0–26,2 m und 30,7 bis 35,0 m.

6.2.4. Ceratitenschichten (mo 2)

Die Ceratitenschichten bestehen aus einer Wechselfolge hellgrauer bis dunkelgrauer, dünngeschichteter Tonmergel und harten, überwiegend hellgraubraunen Dolomitbänken, die am Kopf der Stufe wenige Dezimeter und weiter unten teilweise mehrere Meter dick sind (sogenannte „Lager“). Die Dolomite sind sehr feinkörnig und teilweise kavernös. Die Gesamtmächtigkeit des mo 2 beträgt hier rund 30 m.

6.2.5. Unterer Keuper (ku)

Der Untere Keuper besteht aus einer Wechselfolge bunter Mergel und hellgrauer bis hellgelber, harter Dolomite, die häufig kavernös sind und zahlreiche Schalenreste führen. Die bis etwa 1 m dicken Dolomitbänke sind in der unteren Hälfte der 21 bis 22 m mächtigen Schichtenfolge selten, werden aber nach oben hin zahlreicher (Grenzdolomit). Graugrüne Sandsteine, die häufig zahlreiche inkohlte Pflanzenreste führen, und sandige Mergel bilden meist nur cm- bis dm-dicke Bänken und treten in der unteren Hälfte der Schichtenfolge häufiger auf als in der oberen Hälfte; am westlichen Talhang ist in der Mitte der Abfolge eine knapp 1 m mächtige, graubraune mergelige Sandsteinbank mit viel Pflanzenhäcksel vorhanden (Lettenkohlsandstein in der Lettenkohle).

6.2.6. Pseudomorphosenkeuper (km 1)

Dieser besteht aus einer ziemlich eintönigen Abfolge dünngeschichteter, bunter Mergel mit einer Gesamtmächtigkeit von 50 bis 60 m im Bereich der Talbrücke. In die überwiegend rot, aber auch grau, grün, gelb und violett gefärbten Mergel sind gelegentlich dünne, graugrüne Sandsteinbänken oder Steinmergelbänken (dolomitische Bindemittel) eingeschaltet. Manchmal ist auch Fasergips eingelagert (bei den Aufschlußbohrungen nicht festgestellt). Bedingt durch die geringe Witterungsbeständigkeit der Mergel und durch Gipsauslaugungen ist der Pseudomorphosenkeuper häufig bis in größere Tiefen entfestigt bzw. angewittert.

6.3. Tektonik

Durch eine Reihe rheinisch (NNE–SSW) und varistisch (NE–SW) streichender Störungen wurde die Schichtentafel der Trias an der unteren Sauer in eine Vielzahl langgestreckter Schollen zerlegt, die unterschiedlich verkippt sind und als tektonische Horste und Gräben nebeneinander liegen.

6.3.1. Schichtenlagerung

Die Schichtflächen, die Haupttrennflächen der Triasgesteine, haben im Bereich der Talbrücke meist sehr flaches Einfallen von 5 bis 10°, gelegentlich auch bis 20°. Steileres Einfallen wurde nur im Bereich von Störungen in mächtigen Mergelabfolgen gemessen,

in denen die Störungen als Flexuren ausgebildet sind, z. B. bei km 1 beim östlichen Widerlager. Hauptsächlich fallen die Schichten nach WNW, z. T. aber auch nach SW bis W ein; im Nahbereich von Störungen wurden auch Einfallsrichtungen nach SE und NW festgestellt.

6.3.2. Klüfte, Spalten, Störungen

Die überwiegend mit 80 bis 90° einfallenden Klüftflächen durchtrennen mit unterschiedlicher Intensität und Ausdehnung die Gesteine der Trias. Die Hauptstreichrichtungen der Klüftflächen sind SE-NW, ESE-WNW und die dazu etwa senkrecht verlaufenden Richtungen (SCHEID nennt für das Klüftsystem, die Photolineationen und die Talrichtungen folgende vier Richtungsmaxima: 10°, 40°, 100–110° und 140°). In dünnen Sandstein- und Dolomitbänken folgen sie in kurzen Abständen aufeinander und dehnen sich dann über mehrere Dezimeter bis Meter aus. In Dolomitbänken von mehr als 1 m Dicke sind die Klüftabstände selten geringer als 1 m, die einzelnen Klüftflächen setzen jedoch häufig über mehrere Zehnermeter durch. Die dünngeschichteten Mergel sind sehr un- deutlich geklüftet; größere Klüfte kann man hier selten beobachten.

In den mächtigen Dolomitbänken des Oberen Muschelkalks (mo 1 und mo 2) sind die Klüfte in der Nähe der Erdoberfläche meist durch Verwitterungsvorgänge zu Spalten erweitert. In den grobkörnigen Dolomiten des mo 1 sind die Klüftflächen häufig bis in größere Tiefen korrodiert, so daß sie meist sehr rau und uneben sind; die Klüfte sind dann öfters partiell zu Spalten erweitert. Rostige Beläge weisen auf Verwitterungsvorgänge hin; manchmal sind die Spalten auch von eingeschwemmtem Lehm erfüllt.

Im Nahbereich der Störungen ist die Klüftintensität in den kompakten Bänken stark erhöht. Während die Störungen im Hauptmuschelkalk und Unteren Keuper sehr steil einfallende Bruchzonen bilden, haben sie im Pseudomorphosenkeuper weniger steile Flexuren hervorgerufen, in deren Bereich die Mergel bis in größere Tiefen meist stark entfestigt sind.

Bei den Untersuchungen wurden 6 Abschiebungen ermittelt, deren Sprunghöhen zwischen 10 und 30 m liegen und die in den Richtungen NE-SW und NNE-SSW streichen und damit die Trasse queren. Im Bereich von Schichtverbiegungen und Verkippungen kann jedoch eine größere Anzahl von Störungen mit Sprunghöhen im m-Bereich vorhanden sein.

6.4. Baugrund

Die unter den Deckschichten anstehenden Trias-Gesteine bieten für Flach- und Tiefgründungen verschiedene Voraussetzungen. Insbesondere sind die Mergel des Keupers je nach dem Grad der Auflockerung und Entfestigung in Verwitterungs- und Störungszonen unterschiedlich setzungsempfindlich und setzungsbereit. Dagegen können die mächtigen Dolomitbänke des Oberen Muschelkalks oberflächennah annähernd so hoch belastet werden wie in der Tiefe. Dementsprechend werden im Verbreitungsgebiet des Keupers nur Tiefgründungen mit Bohrpfählen zur Ausführung kommen, wobei in den mächtigen Tonmergelabfolgen (Pseudomorphosenkeuper) im Bereich der beiden Widerlager Belastungen bis zu 150 N/cm² und in den Wechselfolgen des Unteren Keupers Belastungen von 250 bis 300 N/cm² zugelassen werden. In den verbleibenden Gebieten des flachen östlichen Talhangs, wo unter geringer Überdeckung mächtige Dolomitbänke des Oberen Muschelkalks anstehen, werden Flachgründungen mit Bodenpressungen bis 200 N/cm² erstellt werden. Im unteren Teil des sehr steilen westlichen Talhangs in Luxemburg sind im Oberen Muschelkalk Tiefgründungen vorgesehen, wobei bei den Bohrpfählen Belastungen bis 400 N/cm² zugelassen werden. Anzeichen von Bodensenkungen durch evtl. rezent

sich abspielende Gipsauslaugungen im Mittleren Keuper oder Mittleren Muschelkalk wurden nicht festgestellt. Im Mittleren Keuper sind hier offensichtlich keine größeren Gipseinschlüsse vorhanden bzw. sie sind schon ausgelaugt; bei Begehungen und in Bohrungen wurde nirgends Gips festgestellt. Die Gipseinschlüsse im Mittleren Muschelkalk befinden sich im Bereich der Talbrücke überall in Tiefen von mehr als 30 m; sie sind deshalb vor rasch ablaufenden Verwitterungsvorgängen geschützt. Bei den festgestellten Gipsauslaugungen handelt es sich um abgeschlossene Vorgänge, die zu keinen Lagerungsstörungen im hangenden Gebirge geführt haben. Eine Gefährdung der Brückenfundamente durch evtl. Erdfälle kann deshalb ausgeschlossen werden.

Schriften

- DACHROTH, W. (1967): Stratigraphie und Tektonik im Hauptbuntsandstein des östlichen Saarlandes. – *Annales Univ. sarav.*, H. 5, S. 173–219, 8 Abb., 6 Taf., Saarbrücken.
- (1972): Der Obere Buntsandstein im Saarland. – *Oberrhein. geol. Abh.*, 21, S. 117–144, 7 Abb., 1 Taf., Karlsruhe.
- DIEDERICH, G. (1971): Die Grenze Mittlerer/Oberer Buntsandstein. – *Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch.*, 99, S. 124–141, 2 Tab., Wiesbaden.
- Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten. Lief. 78; Gradabt. 66, Nr. 55 [= Blatt 5904]: Waxweiler, 37 S.; Gradabt. 66, Nr. 56 [= Blatt 5905]: Kilburg, 32 S., Berlin 1908.
- Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Preussen und den Thüringischen Staaten. Lief. 50; Gradabt. 80, Nr. 14 [= Blatt 6205]: Trier, 30 S., Berlin 1892.
- GREBE, H. (1882): Über das Rotliegende, die Trias, das Tertiär und Diluvium in der Trier'schen Gegend. – *Jb. kgl. preuß. geol. Landesanst.*, 2, S. 455–481, Berlin.
- (1884): Über die Trias-Mulde zwischen dem Hunsrück und Eifel-Devon. – *Jb. kgl. preuß. geol. Landesanst.*, 4, S. 462–485, 1 Kt., Berlin.
- HEITTELE, H. (1979): Vergleich zweier Buntsandsteinprofile am SE- und NW-Rand der Bitburger Triasmulde. – *Clausthaler geol. Abh.*, 30, S. 62–73, 3 Abb., Clausthal-Zellerfeld.
- HURLER, H. (1968): Geologische Kartierung der Trias zwischen Echternach und Reisdorf (Luxemburg). Diplomarbeit, Tübingen. – [unveröff.].
- KAISER, D. (1975): Lithostratigraphische Korrelation und gesteinsphysikalische Parameter im Buntsandstein des Kylltals (Westeifel). Diss., 120 S., 8 Abb., 47 Anl., Mainz. – [unveröff.].
- KNAPP, G. (1961): Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Hauptmuschelkalks der Eifel. – *Geol. Mitt.*, 2, S. 107–160, 6 Abb., 1 Taf. Beil., Aachen.
- LUCIUS, M. (1948): Geologie von Luxemburg, Das Gutland. – *Publ. Serv. géol. Luxembourg*, 5, 405 S., 30 Abb., 4 Taf., 10 Tab., Luxembourg.
- (1952): Übersicht über die Geologie von Luxemburg. – *Z. deutsch. geol. Ges.*, 103, S. 178–208, 1 Taf., 1 Tab., Hannover.
- MADER, D. (1980): Rothorizont an der Basis des Unteren Muschelkalkes der Westeifel. – *Mainzer geowiss. Mitt.*, 9, S. 167–176, 7 Abb., Mainz.
- (1981): Fluviale Sedimentation im Oberen Buntsandstein der Westeifel. – *Z. deutsch. geol. Ges.*, 132, S. 383–420, 7 Abb., 2 Taf., Hannover.
- (1981): Aeolische und fluviale Sedimentation im Mittleren Buntsandstein der Südeifel. – *N. Jb. Geol. Paläont., Abh.*, 161, S. 354–407, Stuttgart.
- MÜLLER, E. M. (1954): Beiträge zur Kenntnis der Stratigraphie und Paläogeographie des Oberen Buntsandsteins im Saar-Lothringer Raum. – *Ann. Univ. sarav.*, 3, S. 176–201, 6 Abb., 6 Ktn., Taf. 1–6, Saarbrücken.

- MÜLLER, E. M. (1966): Über stratigraphische Fragen im linksrheinischen Buntsandstein. – Z. deutsch. geol. Ges., **155**, S. 836–839, Hannover.
- MÜLLER, E. M. & SCHRÖDER, E. & SCHMIDT, W. (1960): Zur Gliederung und Altersstellung des linksrheinischen Buntsandsteins. – Notizbl. hess. Landesamt Bodenforschung, **88**, S. 246–265, 3 Abb., Wiesbaden.
- NEGENDANK, J. F. W. (1974): Trier und Umgebung. – Sammlung geol. Führer, **60**, 116 S., 1 Abb., 5 Tab., 1 geol. Kt., Berlin/Stuttgart (Borntraeger).
- SCHIED, P. (1981): Ingenieurgeologische Verhältnisse im Bereich der Trasse der geplanten Bundesautobahn A 48, Abschnitt Bundesstraße 51/Sauertal. – Dipl.-Arb., 74 S., 10 Abb., 6 Tab., 14 Diagramme, 4 Anl., Mainz. – [unveröff.].
- SCHRÖDER, E. (1925): Die Trierer Bucht als Teilstück der Eifeler Nord-Süd-Zone. – Z. deutsch. geol. Ges., **103**, S. 209–227, 3 Abb., Hannover.
- WEILER, H. (1972): Ergebnisse von Bohrungen im Buntsandstein im Raume Trier–Bitburg. – Mainzer geowiss. Mitt., **1**, S. 198–227, 10 Abb., Mainz.

Anschrift des Autors: Dr. HUBERT HEITALE, Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Emmeransstraße 36, D-6500 Mainz.

Manuskript eingegangen am 11. 11. 1983