

Die Stuttgarter Mineralquellen – Geologie und Hydrogeologie im Überblick

Wolfgang Ufrecht

2.1 Schichtenfolge und großräumige Schichtlagerung –11

Stuttgart gehört zu den wenigen Großstädten in Europa mit umfangreichen Mineralwasservorkommen. Zwölf Brunnen, die als Heilquelle staatlich anerkannt sind, fassen hochkonzentriertes und kohlensäurereiches Mineralwasser, das zu Kur-, Heil- und Badezwecken, in geringem Umfang auch zum Trinken genutzt wird. Das niederkonzentrierte Mineralwasser wird in den Bädern und im Zoologisch-Botanischen Garten Wilhelma als Brauchwasser genutzt. Die Badetradition im Mineralwasser geht bis auf die Römer zurück. Einige Bäder und Badestuben sind aus dem Mittelalter urkundlich belegt. Badekuren entwickelten sich ab dem frühen 19. Jahrhundert. Die Blüte des Cannstatter Badewesens fällt in die Zeit von 1840 bis 1870. Wenn auch die einsetzende Industrialisierung allmählich die Badegäste verdrängt hat und den kurörtlichen Glanz immer mehr verblassen ließ, ist das Mineralwasservorkommen aus dieser Tradition heraus für die Stadt bis heute ein wichtiges zu bewahrendes Kulturgut (von Zimmermann 2006) (■ Abb. 2.1).

Heute genießen jährlich hunderttausende Menschen die unterschiedlichen Mineralwässer in den drei Mineralbädern Leuze, Berg und Cannstatt, welche die einstige Bädertradition fortsetzen. Durch ihren modernen Ausbau und ihre Attraktivität weit über die Stadtgrenzen hinaus sind die Quellen auch zu einem wichtigen Wirtschaftsgut geworden. Weiterhin haben die Bürger an 19 in der Stadt verteilten Trinkbrunnen öffentlichen Zugang zum Mineralwasser.

Morphologisch entspricht das Quellgebiet dem Cannstatter Becken, während sich der direkte Zustrombereich der Quellen nach Südwesten auf den Stuttgarter Talkessel er-

streckt. Beide Hohlformen gehen auf die Abtragungsleistung des Neckars und seiner Zubringer, hier im Falle des Stuttgarter Talkessels der Nesenbach, zurück. Sie haben sich im Laufe des Pleistozäns am Ostrand des Fildergrabens tief in die Festgesteine des Keupers eingeschnitten. Der auf bis zu 1,5 km Breite ausgeräumte und als Cannstatter Becken bezeichnete Teil des Neckartals im Stadtteil Bad Cannstatt wird im NE durch die östliche Randverwerfung des Fildergrabens (Cannstatter Störung) begrenzt. Es ist im Nordosten und Süden durch den Neckar geöffnet, im Westen durch den Zulauf des Nesenbachs. Wie der Neckar selbst hat auch der Nesenbach im Gipskeuper stark in die Breite erodiert und dabei den Stuttgarter Talkessel geschaffen. Er reicht von der Mündung des Nesenbachtals in das Cannstatter Becken (der Nesenbach ist heute kanalisiert) etwa sechs Kilometer nach Südwesten bis zur Birkenkopf-Verwerfung, von wo ab sich der Talkessel weiter nach Südwesten in abtragungsresistenteren Gesteinen nur noch verengt fortsetzt. Insgesamt ist so eine typische Keupertraufbucht entstanden, wie sie für die stark gegliederte und zerlappte Keuperstufe im Raum Stuttgart typisch ist. Die oberirdischen Wasserscheiden auf den Höhenrücken um die Hohlformen – im Norden zwischen Nesenbach und Feuerbach, im Süden zwischen Nesenbach und Körsch-Zubringern – bilden zusammen mit den Verwerfungen die Grenze für den MAGPlan-Untersuchungsraum (■ Abb. 2.2).

Das Wasser der Stuttgarter Mineralquellen wird im Oberen Gäu zwischen Sindelfingen und Renningen in den verkarsteten Kalksteinen des Oberen Muschelkalks neugebildet



■ Abb. 2.1 Mineralschwimmen im Mineralbad Leuze, eines der drei städtischen Mineralbäder. Aufn. Bäderbetriebe Stuttgart.

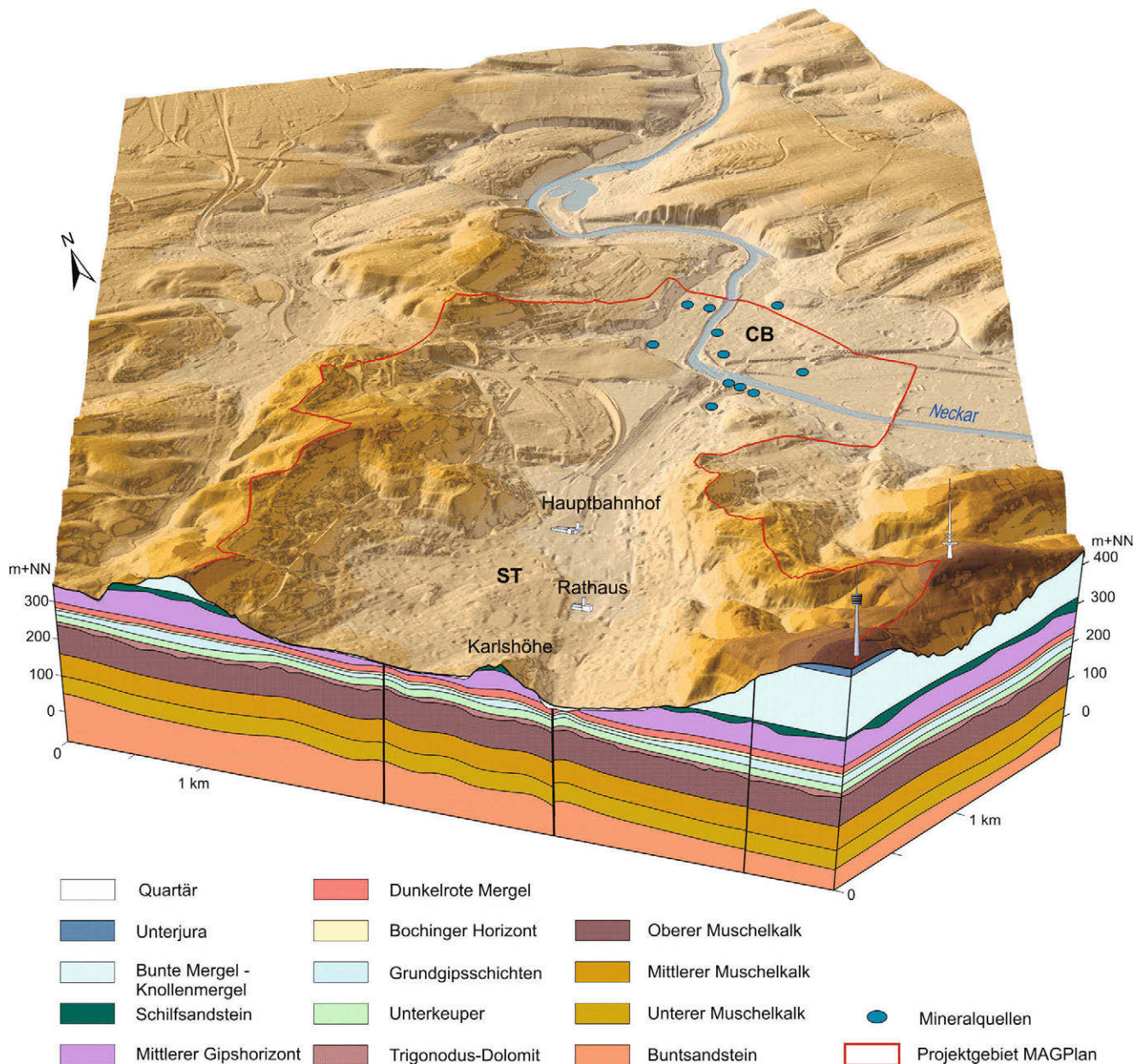


Abb. 2.2 Morphologie und Geologie im Bereich Stuttgarter Talkessel (ST) und Cannstatter Becken (CB). Blickrichtung von Südwesten. Die Grenzen des Modellraums (rote Linie) lehnen sich größtenteils an die oberirdische Wasserscheide des Nesenbachs an.

(Neeb & Wittkopp 1998, Villinger 1982). Es strömt von dort aus nach NE unter der Filderfläche (Überdeckung des Muschelkalks mehr als 300 m) und schließlich unter dem Stuttgarter Talkessel hindurch bis ins Cannstatter Becken (Abb. 3.8, Kap. 3), wo es noch vor der Cannstatter Störung als Teil der östlichen Fildergraben-Randverwerfung zum Aufstieg und Austritt gezwungen wird. Der Obere Muschelkalk entlastet mit etwa 525 l/s in die gefassten Mineralquellen, in die Kiese im Neckartal und in den Neckar selbst (Ufrecht 1994).

Im Cannstatter Becken und im unteren Nesenbachtal ist das Mineralwasser im Oberen Muschelkalk bis zu 10 m

über dem Neckarstauspiegel artesisch gespannt. Entlang von Störungen und über die nur noch geringmächtigen Deckschichten im Bereich einer tektonischen Horststruktur fließt das Mineralwasser in die Talkiese des Neckars sowie in den Neckar selbst. In den Talkiesen sind hydrochemisch zahlreiche Mineralwasseraufbrüche nachgewiesen. Im Neckar selbst zeigen auferlende Kohlensäure und Temperaturmessungen „wilde“ Mineralwasseraufbrüche im Neckar an. Die natürlichen Austritte in der Talaue und im Neckar sowie die ab dem 19. Jahrhundert abgeteufte Brunnenfassungen (u. a. mit den heutigen Heilquellen) bilden ein hydraulisch korrespondierendes System, das als

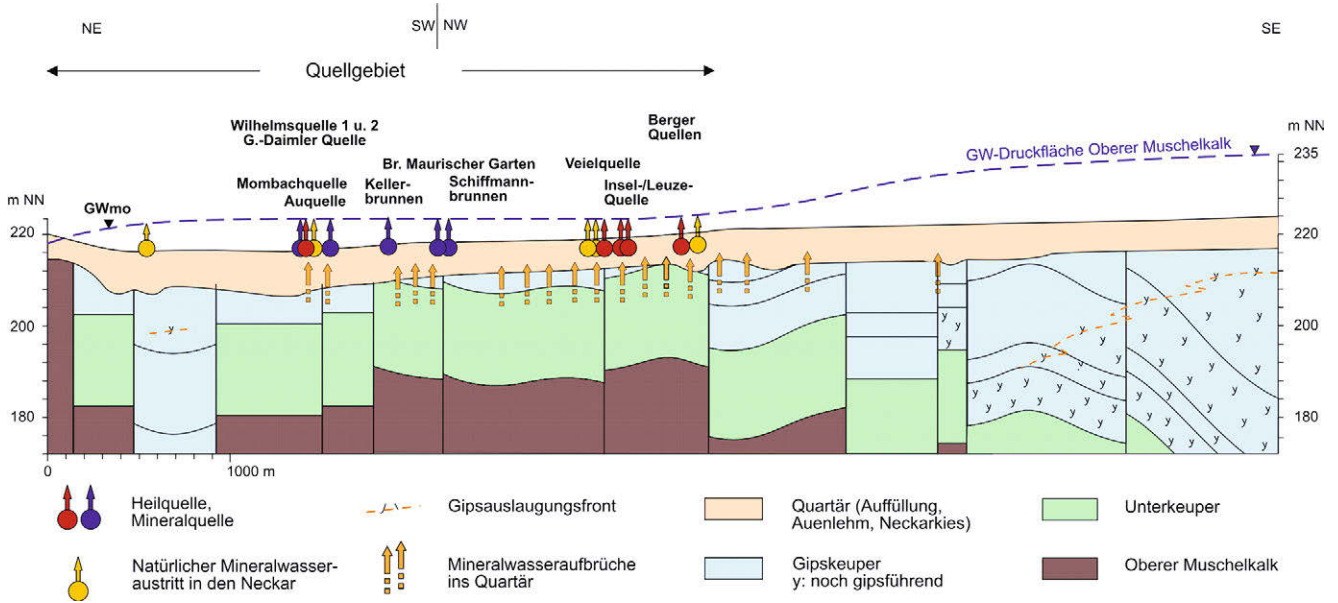


Abb. 2.3 Geologischer Schnitt durch das Cannstatter Becken entlang des Neckars sowie Verlauf der Grundwasserdruckfläche im Oberen Muschelkalk. Durch die Entlastung von Mineralwasser ist im Cannstatter Becken eine Depression in der Grundwasserdruckfläche erkennbar. Die natürlichen Mineralwasseraustritte sind an eine tektonische Horststruktur im Zentrum des Cannstatter Beckens gebunden. Der Schnittverlauf ist aus der Lage der Mineral- und Heilquellen in Abb. 2.4 ersichtlich. Graphik aus Ufrecht (1999).

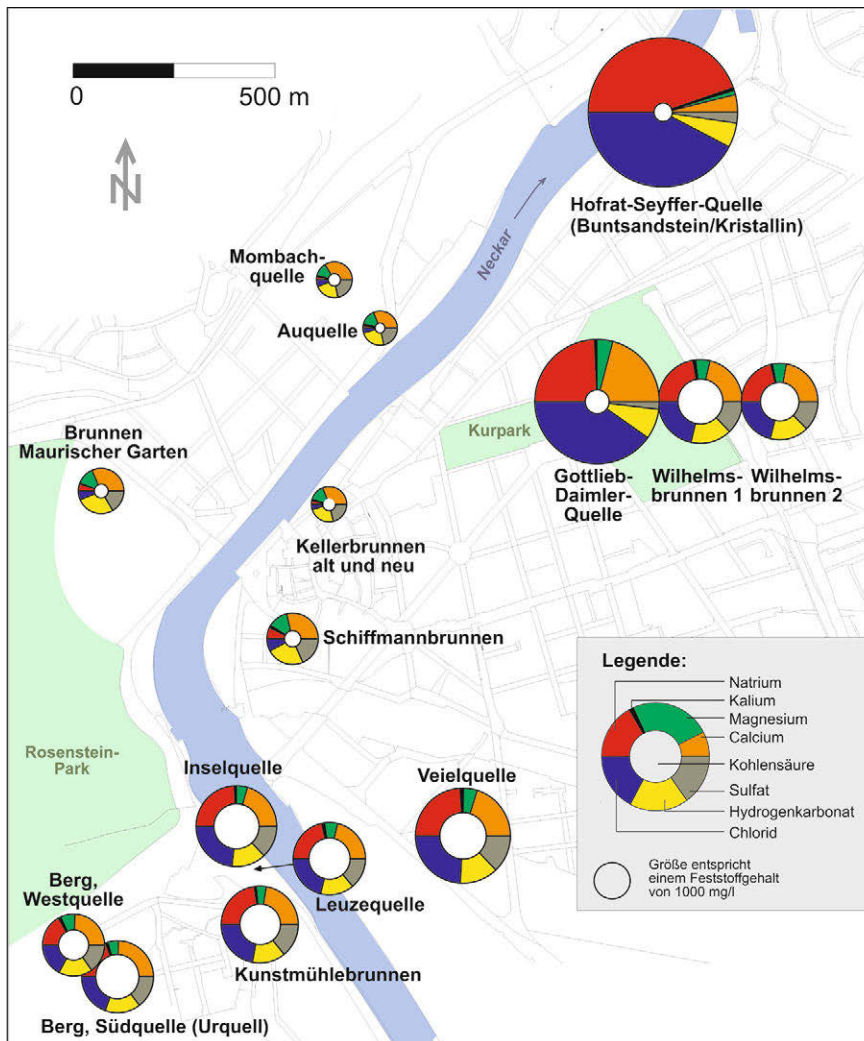


Abb. 2.4 Graphische Darstellung der hydrochemischen Charakteristik der Mineralwässer mittels Udluft-Diagrammen.

Tab. 2.1 Geochemische Charakterisierung der Fassungen mit niederkonzentriertem Mineralwasser

Name	Aquifer	Hydrochemische Charakteristik	Sulfat [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Freies CO ₂ [mg/l]	Feststoffgehalt [mg/l]
Brunnen Maurischer Garten	mo	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	623	98	150	1.530
Schiffmannbrunnen	ku, mo	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	383	73	116	1.080
Kellerbrunnen alt	mo	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	338	56	98	957
Kellerbrunnen neu	mo	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	339	55	94	958
Auquelle	ku, mo	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	333	53	76	958
Mombachquelle	mo bis q	Ca-Mg-SO ₄ -HCO ₃	361	66	74	1.020

q: Quartär, ku: Unterkeuper, mo: Oberer Muschelkalk, mm: Mittlerer Muschelkalk; Konzentrationen nach Analyse des SES-Zentrallabors der Landeshauptstadt Stuttgart vom 07. August 2007.

Stuttgart-Bad Cannstatter und -Berger Mineralquellen oder kurz Stuttgarter Mineralquellen oder Stuttgarter Mineralwassersystem bezeichnet wird. Sauerwasserkalke, die während verschiedener Interglaziale des Pleistozäns und im Holozän ausgefällt wurden (Reiff 1986), dokumentieren dessen Existenz seit mindestens einer halben Million Jahre (Abb. 2.3).

Die heute für den Kur- und Badebetrieb genutzten Fassungen gehen im Wesentlichen auf eine im 19. Jahrhundert begonnene Erschließungsaktivität zurück. Dabei stand zunächst eine industrielle Nutzung des artesisch gespannten Wassers zum Antrieb von Turbinen im Vordergrund. Die Gesamtschüttung der gefassten Quellen beläuft sich etwa auf 225 l/s. Dazu kommen noch 40 l/s für die Mombachquelle, dem einzigen noch weitgehend im ursprünglichen Zustand belassenen Quellaufbruch. „Wilde“ Austritte in den Neckar oder in die Kiese der Neckartalaue machen etwa 260 l/s aus. Die Gesamtschüttung der Stuttgarter Mineralquellen beträgt etwa 525 l/s.

Im Stuttgarter Quellsystem treten entweder hochkonzentrierte und kohlensäurereiche Mineralwässer (Feststoffinhalte ca. 3.000 bis 6.000 mg/l, Kohlensäuregehalte bis 2.000 mg/l) und niederkonzentrierte Mineralwässer (Feststoffinhalte unter 1.600 mg/l, Kohlensäuregehalte unter 250 mg/l) auf. Ihre hydrochemische Charakterisierung ist Tab. 2.1 und Tab. 2.2 zu entnehmen. Die hochkonzentrierten Mineralwässer aus dem Oberen Muschelkalk sind aufgrund nachweislich therapeutischer Wirkung seit 1964/65 als Heilquellen staatlich anerkannt.

Ihren besonderen Charakter und ihre therapeutische Wirkung verdanken die Heilquellen vor allem der freien Kohlensäure, die Konzentrationen bis zu 2 g/l erreicht. Nach den Isotopenverhältnissen von Spurengasen, insbesondere dem Isotopenverhältnis ³He/⁴He des Heliums, ist die Kohlensäure magmatischen Ursprungs. Sie stammt größtenteils aus dem oberen Erdmantel, von wo aus sie über tektonische Schwächezonen bis in den Oberen Muschelkalk aufsteigt (Ufrecht 2006a).

Die Heilquellen und deren näherer Zustrombereich liegen inmitten des dicht bebauten und vielfach durch Industrie und Gewerbe geprägten Stuttgarter Stadtgebiets. Dadurch sind die Heilquellen den Aktivitäten des Menschen – dazu zählen bauliche Eingriffe in den Untergrund oder der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – ausgesetzt. Der Schutz der Quellen hat daher in Stuttgart schon seit langem eine hohe Bedeutung. Seit 2002 besteht ein rechtskräftiges Heilquellenschutzgebiet (Ufrecht & Wolff 2013). Dort werden qualitative Zonen zum Schutz vor Verunreinigungen und Veränderungen der chemischen, physikalischen und biologischen Beschaffenheit sowie quantitative Zonen zum Schutz gegen Druck- und Mengenverluste unterschieden. Die wichtigsten Regelungen zum Schutz der Heilquellen sind in der Rechtsverordnung (Regierungspräsidium Stuttgart 2002) verankert (Abb. 2.5).

Die 1983 begonnenen und bis heute fortgesetzten LCKW-Untersuchungen des Grundwassers im Muschelkalk zeigen für viele Brunnen und Grundwassermessstellen im Stadtgebiet eine Verunreinigung mit LCKW. Auch das nieder- und hochmineralisierte Bad Cannstatter und Berger Mineralwasser ist derzeit durch leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe betroffen. Nach bisherigem Kenntnisstand findet der LCKW-Eintrag in den Muschelkalk-Aquifer im Stuttgart Stadtgebiet selbst statt, weil das Grundwasser – wie zahlreiche Grundwasseraufschlüsse belegen – außerhalb Stuttgarts bzw. in den Stadtrandbereichen durchweg schadstofffrei ist bzw. LCKW nur in Spuren auftreten. Somit erfolgt großräumig kein LCKW-„Fern“transport nach Stuttgart (Abb. 3.8). In Zusammenhang mit der Frage der Schadstoffherkunft fokussiert sich die Betrachtung auf den Stuttgarter Talkessel als wasserwirtschaftlich sensibler Bereich. Hier sind einerseits die Gipskeuperschichten bis auf Restmächtigkeiten von örtlich unter 10 m abgetragen, die Sulfatgesteine im Gipskeuper großflächig abgelautet und das Gebirge tektonisch stark beansprucht. Zudem herrscht in weiten Teilen ein nach unten gerichteter Druckgradient zwischen den Grundwasserstockwerken. Diese Kriterien begünstigen eine vertikale Verlage-

Tab. 2.2 Geochemische Charakterisierung der Brunnen mit hochkonzentriertem Mineralwasser

Name	Aquifer	Hydrochemische Charakteristik	Sulfat [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Freies CO ₂ [mg/l]	Feststoffgehalt [mg/l]
Berger Urquelle	mo	Ca-Na-Cl-SO ₄ -HCO ₃	1.030	932	1.430	4.140
Berger Nordquelle	mo	Ca-Na-SO ₄ -HCO ₃ -Cl	768	497	806	2.790
Berger Westquelle	mo	Ca-Na-SO ₄ -Cl-HCO ₃	860	625	953	3.160
Berger Südquelle	ku	Ca-Na-SO ₄ -Cl-HCO ₃	879	687	1.050	3.360
Berger Ostquelle	mo	Ca-Na-SO ₄ -Cl-HCO ₃	882	649	1.020	3.210
Berger Mittelquelle	mo	Ca-Na-SO ₄ -HCO ₃ -Cl	844	634	974	3.160
Inselquelle	mo	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃	1.240	1.630	2.490	5.920
Leuzequelle	mo	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃	940	970	1.410	4.040
Veielquelle	ku, mo	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃	890	931	1.220	3.960
Wilhelmsbrunnen 1	mo	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃	1.350	1.550	1.930	5.820
Wilhelmsbrunnen 2	ku	Ca-Na-Cl-SO ₄ -HCO ₃	1.140	1.140	1.490	4.730
Gottlieb-Daimler-Quelle	mo, mm	Na-Ca-Cl	1.500	5.140	428	11.990
Kunstmühlebr. 1+2	mo bis q	Na-Ca-Cl-SO ₄ -HCO ₃	1.241	1.224	1.528	5.215

q: Quartär, ku: Unterkeuper, mo: Oberer Muschelkalk, mm: Mittlerer Muschelkalk; Konzentrationen nach Analyse des SES-Zentrallabors der Landeshauptstadt Stuttgart vom 07. August 2007; dunkelblau hinterlegt: als Heilquelle staatlich anerkannt.




Abb. 2.5 Blick von Südwesten auf das Cannstatter Neckartal und die Bad Cannstatter und Berger Mineralquellen. Das Quellgebiet ist dicht bebaut. Bei den Berger Quellen mündet von Westen her das Nesenbachtal (Stuttgarter Talkessel) in das Neckartal ein.

rung von schadstoffhaltigem Grundwasser bis in den Muschelkalk, wogegen im Quellgebiet und engeren Umfeld, dem sogenannten Aufstiegsgebiet, ein direkter Eintrag aufgrund des gegenüber den Hangendstockwerken höheren, ja sogar artesischen Überdrucks im Muschelkalk unterbunden ist. Aufgrund der komplexen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sind die Ausbreitungsmechanismen der LCKW im Stuttgarter Talkessel bislang nur schwer rekonstruierbar. Hierzu sind sowohl detaillierte Kenntnisse über die hydrogeologischen Zusammenhänge im mineralwasserführenden Grundwasserleiter als auch in den Deckschichten (Unter- und Gipskeuper, quartärer Neckarkies) samt den hydraulischen Wechselwirkungen nötig. Es ist daher eine wichtige Aufgabe im MAGPlan-Projekt, ein fundiertes System- und Prozessverständnis aufzubauen und dieses schrittweise mit den neuen Untersuchungsergebnissen fortzuentwickeln.

2.1 Schichtenfolge und großräumige Schichtlagerung

Die Festgesteine, die im Raum Stuttgart ausstreichen, umfassen einen etwa 500 m mächtigen Ausschnitt des Deckgebirges im Süddeutschen Schichtstufenland. Stratigraphisch reicht dieses Schichtpaket vom Mittleren Muschelkalk bis zum Unterjura. Die darunter liegenden Schichten sind durch einige wenige Bohrungen, wie z.B. in Stuttgart die 477 m tiefe Hofrat-Seyffer-Quelle, durchfahren worden.


Zur Benennung der Schichten werden im Projekt MAGPlan die herkömmlichen stratigraphischen Formationsbegriffe verwendet. Eine Übersicht der neu eingeführten Bezeichnungen geben Geyer et al. (2011) und  Abb. 2.6.

Die Verbreitung der Schichten wird durch ein den gesamten Raum prägendes Bruchfeld bestimmt. Das markanteste übergeordnete tektonische Element ist der NW-SE streichende Fildergraben. Mehrere gleichsinnig streichende Störungen gliedern das Bruchsystem in eine Hoch-, Mittel- und Tiefscholle, die stoffelbruchartig jeweils um ca. 50 bis 100 m nach Osten abgesetzt sind. Als Fildergraben im engeren Sinn wird die exzentrisch am Nordostrand der gesamten Grabenzone liegende Tiefscholle bezeichnet, die von Vaihinger- und Birkenkopf-Störung im Westen sowie Cannstatter- bzw. Schurwald-Störung im Osten begrenzt wird. Die einzelnen Schollen werden von zahlreichen, vorwiegend SSW-NNE bzw. W-E streichenden Störungen durchzogen.

Auf der westlichen Hochscholle im Raum Sindelfingen sind die Schichten bis auf den Unterkeuper und den Oberen Muschelkalk, örtlich sogar bis auf den Mittleren Muschelkalk abgetragen. In nördlicher Richtung weitet sich der zunächst noch schmale Muschelkalkausstrich im Oberen Gäu zur stark zergliederten flachwelligen Muschelkalk-Hochfläche des Neckarbeckens (Strohgäu, Langes Feld). Auf der Mittelscholle stehen in tektonischer Tieflage die Schichten bis

zum höheren Mittelkeuper (Keuperbergland), auf der Tiefscholle sogar bis zum Unterjura (Filderfläche) an. Die im Wesentlichen von Schilfsandstein und Stubensandstein aufgebaute und morphologisch weithin sichtbare Keuperstufe ist dadurch beträchtlich nach Norden vorgelagert.

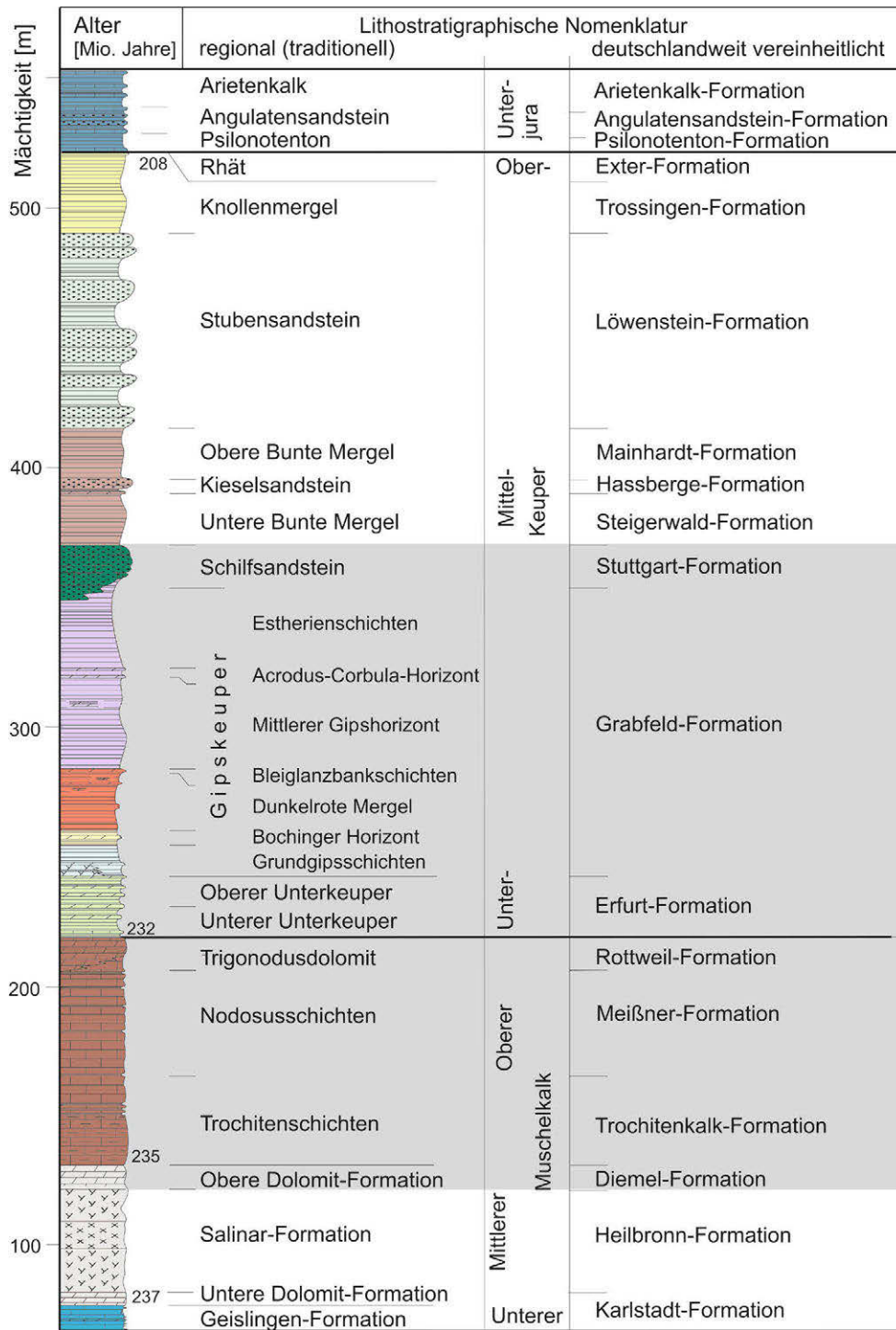
Der Mittlere Muschelkalk besteht jeweils aus 10 bis 12 m mächtigen Tonsteinen, plattigen bis bankigen Dolomitsteinen (Untere und Obere Dolomit-Formation) sowie im mittleren Teil aus Ton-, Sulfat- und Salinargesteinen (Salinar-Formation). Die primäre Mächtigkeit beträgt ca. 60 m. Sie kann durch Auslaugungsvorgänge in Bereichen geringer Überdeckung – wie etwa in Taleinschnitten – um bis zu 20 m reduziert sein.

Im etwa 80 m mächtigen Oberen Muschelkalk dominiert eine Abfolge von mikritischen Blaukalken und bioklastischen Schalenrümmerbänken, denen untergeordnet Tonsteine und Tonmergelsteine im Wechsel mit Kalksteinbänken (sog. Tonhorizonte im oberen Drittel und Haßmersheimer Schichten im unteren Drittel) zwischengeschaltet sind. Der oberste Bereich des Muschelkalks wird vom Trigonodusdolomit gebildet, der aus kavernösem Dolomitstein sowie aus massigen und grobkristallinen Dolomitlagen aufgebaut ist. Er erlangt im Stuttgarter Talkessel Mächtigkeiten von 8 bis 12 m ( Abb. 2.7).

Der etwa 20 m mächtige Unterkeuper besteht aus einer Wechselfolge von Dolomitstein und Tonstein. An der Basis des Unterkeupers beginnt mit den Estherienschiefern und Dolomitischen Mergelschiefern eine 6 m mächtige Tonsteinserie, die von sandflaserigem Tonstein und nur gebietsweise von kompakten Sandsteinbänken (Hauptsandstein) überdeckt wird. Im mittleren Teil ist eine Wechselfolge von Tonsteinen und meist gut geklüfteten, teilweise über 1 m mächtigen Dolomitsteinbänken anzutreffen, die stratigraphisch weiter untergliedert werden (von unten nach oben) in Albertibank, Anthrakonitbank, Anoplophoradolomit und Linguladolomit. Die Dolomitsteinserie wird von dem 3 bis 3,5 m mächtigen Tonsteinpaket der Grünen Mergel überdeckt. Diese wird vom Grenzdolomit abgeschlossen. Die Mächtigkeit dieses gelblich-grauen bis ockergelben Dolomitsteins schwankt im Mittel zwischen 0,1 und 0,2 m und erreicht maximal bis zu 0,4 m. Im nördlichen Teil des Talkessels ist der Grenzdolomit häufig mit einem zellig-kavernösen Residualgebirge der basalen Grundgipsschichten in der Grenzdolomitzone (Zellenkalke) vereint, die lokal bis zu 2,5 m Mächtigkeit erreichen kann.

Der bis zu 110 m mächtige Gipskeuper setzt sich aus Tonsteinen mit einzelnen karbonatischen, zumeist dolomitischen Bänken (sog. Steinmergelbänke) sowie aus Sulfatgesteinen (Gips und Anhydrit) zusammen. Die Formationsunterglieder des Gipskeupers werden nachstehend von unten nach oben kurz beschrieben.

Die bis zu 22 m mächtigen Grundgipsschichten bestehen aus meist rotem, grünem sowie grau-violett bis grauem



■ **Abb. 2.6** Übersichtsprofil von Germanischer Trias und Unterjura mit herkömmlicher bzw. deutschlandweit angepasster lithostratigraphischer Nomenklatur (Geyer et al. 2011). Die anstehenden oder erbohrten Schichten im MAGPlan-Projektgebiet sind grau hinterlegt.

Tonstein, in den im tieferen Teil mehrere karbonatische Lagen bzw. Dolomitsteinbänke eingeschaltet sind. Sulfatgesteine sind sowohl in plattiger, dünnbankiger Ausbildung sowie an der Basis in massiger Form (Felsenanhydrit/-gips, Gipsregion) vertreten. Der Sulfatgesteinsanteil erreicht im unausgelaugten Zustand bis 80 %. Die 5 m mächtigen Tonsteine des Bochinger Horizonts werden von der Bochinger

Bank zweigeteilt. Ihre Gesamtmächtigkeit beträgt zumeist weniger als 0,2 m, kann jedoch örtlich auf über 1 m Mächtigkeit anschwellen. In diesem Fall ist der sonst dichte Dolomitstein zellig-kavernös, teilweise sogar mit Muschelschill durchsetzt. Sulfatgesteine kommen lediglich in feinschichtiger Wechsellagerung mit Tonsteinen sowie in knolliger Form mit unregelmäßiger Verteilung vor.

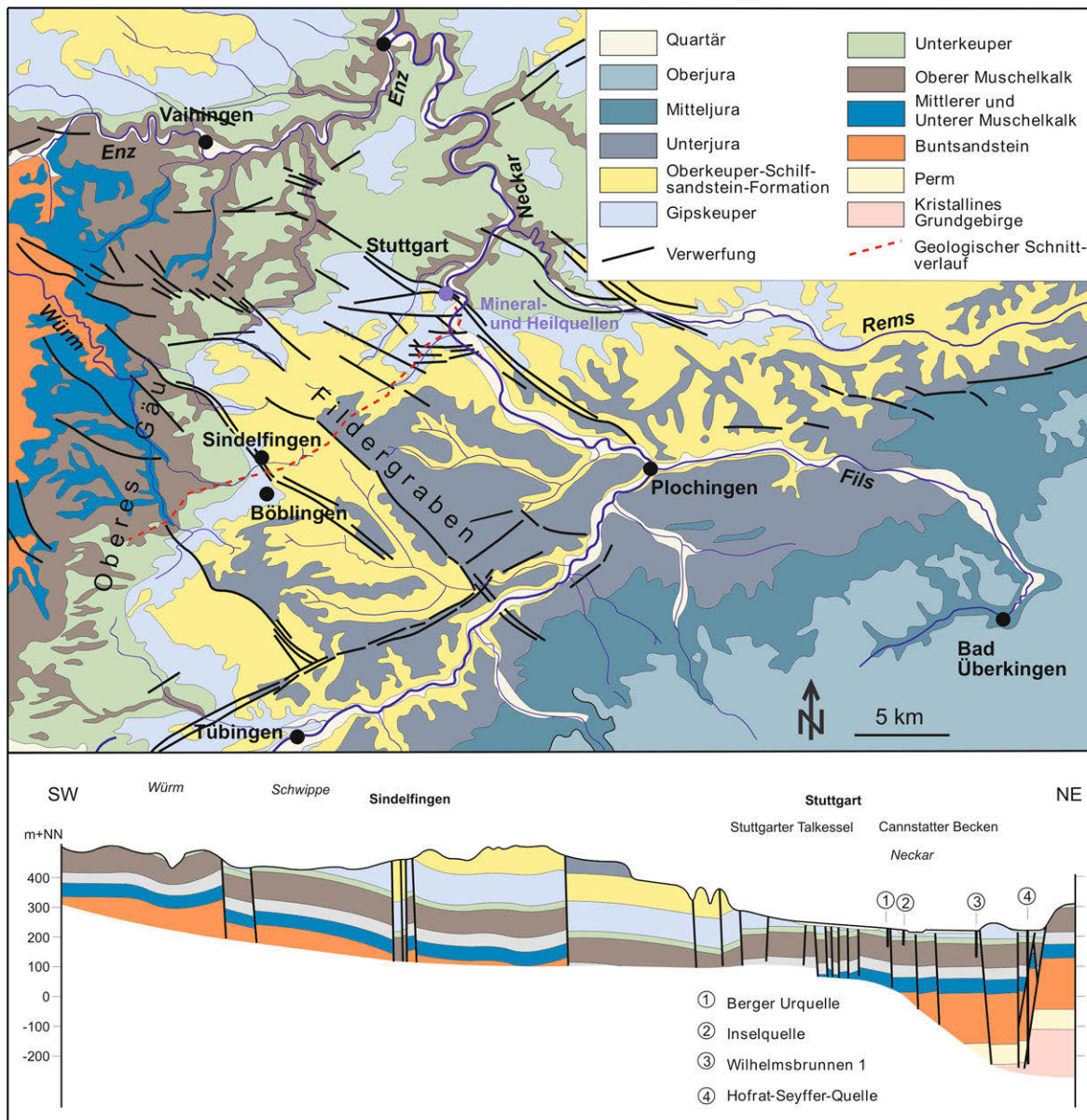


Abb. 2.7 Geologische Übersicht für den Großraum Stuttgart (verändert nach Geologischer Karte 1:200.000 und 1:50.000, LGRB Baden-Württemberg) sowie geologischer Längsschnitt vom Oberen Gäu bis zum Stuttgarter Neckartal (Cannstatter Becken). Hervorgehoben sind die Hauptverwerfungen des Fildergrabens und des Schwäbischen Lineaments.

Zum Hangenden folgt eine rund 1 m mächtige, grün-graue bis grau-violette Tonsteinserie mit zahlreichen mm-dünnen gelbgrünen, ziegelroten und hellgrauen Gipsauslaugungsschluffen. Dieses „Dunkelviolette Grenzager“ wird den Dunkelroten Mergeln zugeordnet. Dort herrschen rötlichbraune bis violette Tonsteine mit einer Mächtigkeit von 16 bis 18 m vor, die nur vereinzelt von weniger als 1 m mächtigen grünen Folgen durchsetzt sind. Im oberen Drittel treten dolomitische Tonsteine mit vereinzelt dünnen Dolomitsteinlagen auf. Sulfatgesteine sind in feinschichtiger Wechsellagerung mit Tonsteinen sowie als Knollen anzutreffen (Anteil bis 10 %). Die 1,5 bis 2 m mächtigen Bleiglanzbankschichten bestehen aus der Bleiglanzbank und graugrünem Tonstein

mit schwachroter Marmorierung. Im südwestlichen und westlichen Talkessel ist die Bleiglanzbank selten mächtiger als 0,1 m und meist nur als dolomitischer Tonstein ausgebildet. Nach Norden entwickelt sie sich zu hellgrauem, oftmals auch zweigeteiltem Dolomitstein mit Lagen von Muschelschill und feinporiger Struktur.

In die Tonsteine des 35 bis 38 m mächtigen Mittleren Gipshorizonts sind primär Sulfatgesteine in dünnen Bänken und Knollen eingelagert. Ihre Auslaugung hinterlässt rotgraue bis hellolivgrüne Auslaugungsschluffe. In den Tonsteinen finden sich dünne Lagen von Dolomitstein und dolomitischem Tonstein. Aufgrund der charakteristischen Farb-abfolge in den Tonsteinen ist vom Hangenden zum Liegenden

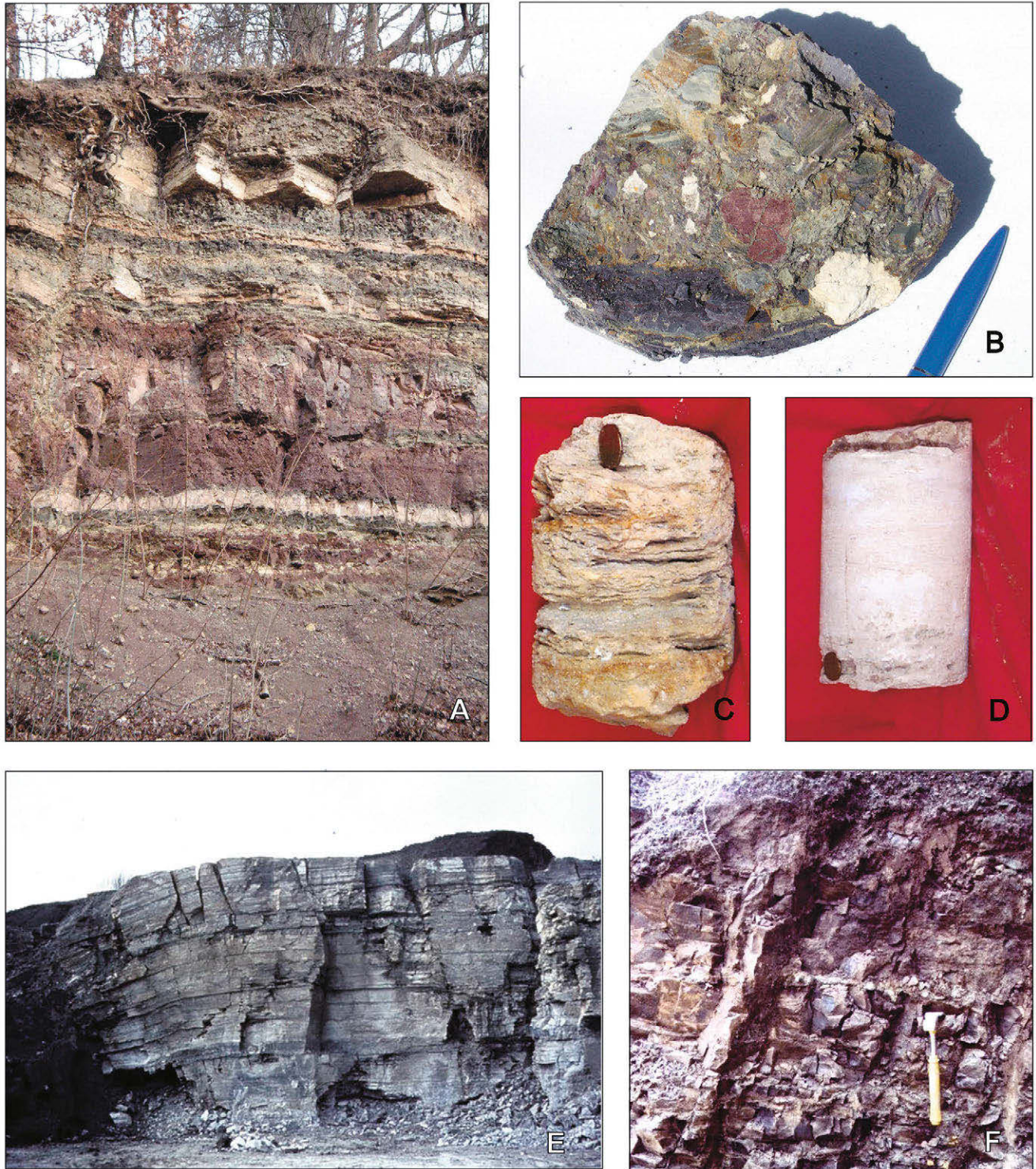
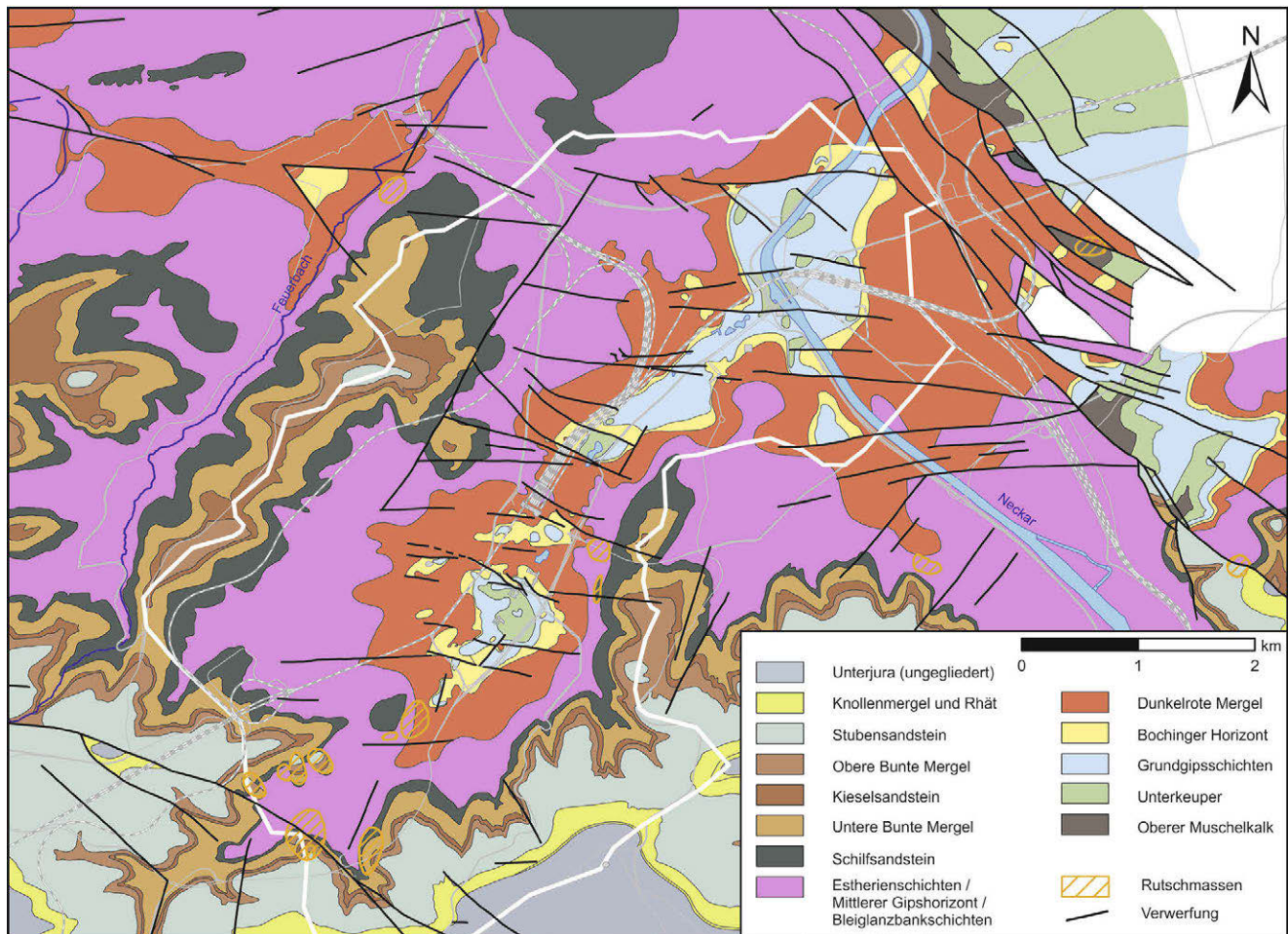


Abb. 2.8 Der Gipskeuper im Stadtgebiet Stuttgart. A Dolomitsteinbänke in Schluff-Tonsteinen (Estheriensichten, Aufschluss Weilmündorf Horn), B ver-
 stürzte, brecciöse Schluff-Tonsteine (Bohrkern Grundgipsschichten), C zellig-kavernöser Dolomitstein (Bohrkern Grenz dolomit), D
 dichter, kompakter Dolomitstein, (Bohrkern Bochinger Bank), E dickbankiger Gips, sog. Felsengips (Grundgipsschichten, ehem. Gipswerk Untertürkheim), F
 geringverwitterte Schluff-Tonsteine (Mittlerer Gipshorizont).

eine lithologische Gliederung in vier Teilbereiche möglich (sog. Komplexe), in denen die Sulfatgesteinsanteile von 15 bis 25 % schwanken.

Über einer etwa 1,5 bis 2 m mächtigen Tonsteinserie mit zwei zwischengeschalteten Dolomitsteinbänken (Acrodus-

Bank und Corbula-Bank; frühere Bezeichnung: Engelhofer Platte) sitzen die Estheriensichten mit rotbraunen, grau-
 grünen bis olivgrünen Tonsteinen, teilweise knolligen Dolomitstein- und feinschichtigen Sulfatgesteinslagen auf. In der
 gesamten Abfolge ist der primäre Sulfatgesteinsanteil sehr



■ **Abb. 2.9** Abgedeckte Geologische Karte für das MAGPlan-Untersuchungsgebiet, erstellt aus den in BOISS archivierten Bohrdaten. Verwerfungen nach Schichtlagerungskarte. Grundlage Geologische Karte Baden-Württemberg GK 50, Stuttgart und Umgebung (LGRB Baden-Württemberg).

gering. Die Mächtigkeiten von 20 bis 25 m variieren in Abhängigkeit der faziellen Ausbildung des Schilfsandsteins, der sich oftmals rinnenförmig in die Estherienschichten eingeschnitten hat.

Über dem Gipskeuper folgt eine Serie von Sandsteinen (Schilfsandstein, Kiesel- und Stubensandstein), die mit roten und grünen Tonmergelsteinen abwechseln. Diese etwa 150 m mächtigen Schichten des höheren Mittelkeupers und Oberkeupers (Rät) werden von den Tonsteinen, Kalk- und Sandsteinen des Unterjuras, dem jüngsten noch erhaltenen Schichtglied unter den Festgesteinen, abgeschlossen.

Im Stuttgarter Talkessel und Cannstatter Becken nimmt der Ausstrich des Gipskeupers große Flächen ein, insbesondere am Talgrund, Hangfuß und tieferen Hangbereich. Im mittleren und oberen Hangbereich umsäumen der gegenüber Erosion widerständige Schilfsandstein und der Sandsteinkeuper (mit Kiesel- und Stubensandstein) den Talkessel. Sie bedecken im Norden, Westen und Südwesten auch die Hochfläche um den Kessel. Auf den Fildern schließt der Unterjura die Schichtenfolge ab (■ Abb. 2.8).

Von den Schichten des Gipskeupers streichen die Esthe-

rienschichten ausschließlich in Hanglage aus. Dagegen nimmt bereits der darunter folgende Mittlere Gipshorizont am Hangfuß und bereichsweise auch in der Talniederung größere Flächen ein, insbesondere im Gebiet des Rosensteinparks, in Stuttgart-Nord sowie im Stuttgarter Westen und Süden. Den flächenmäßig bedeutendsten Ausstrich, der auch die Talniederung abdeckt, bilden die Dunkelroten Mergel. Nur im zentralen Talverlauf des Nesenbachs treten – meist auf von Verwerfungen begrenzten Hochschollen – Bochinger Horizont, Grundgipsschichten oder sogar Grenzdolomit bzw. Grüne Mergel des Unterkeupers unter den quartären Lockersedimenten auf. Die Lagerungsverhältnisse der Festgesteine und deren Ausstrichflächen können der Abgedeckten Geologischen Karte entnommen werden (■ Abb. 2.9).

Die namensgebenden Sulfatgesteine im Gipskeuper unterliegen in Abhängigkeit von Tektonik, Relief und Überdeckung selektiv der Lösung (Subrosion; Ufrecht 2006b). Dadurch können im Stadtgebiet unterschiedliche Entwicklungsstadien der Subrosion – von der beginnenden Auslaugung der Sulfatgesteine über die Kavernen- und Röhrenbildung (Karst) bis zum vollständig ausgelaugten, meist

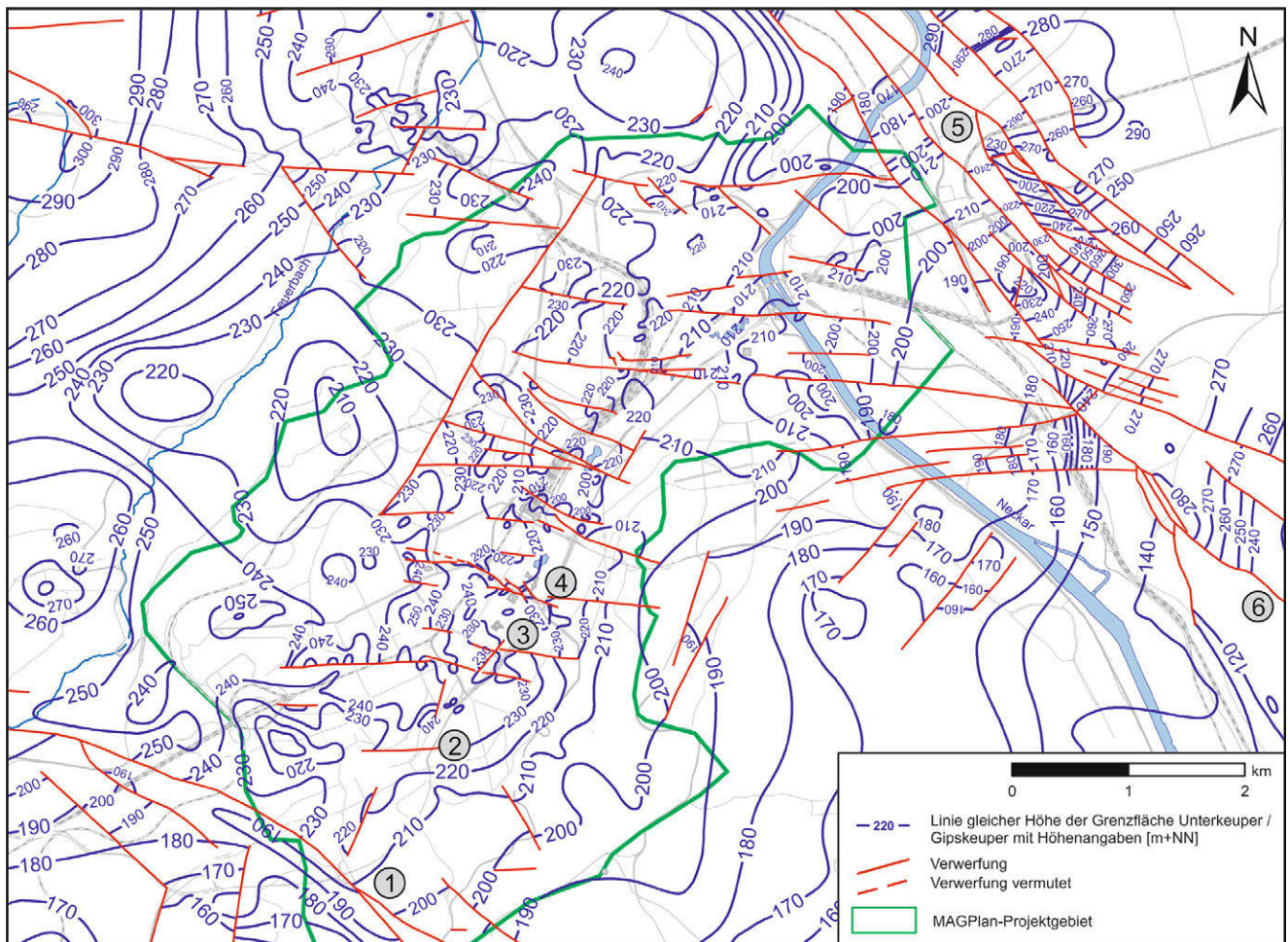


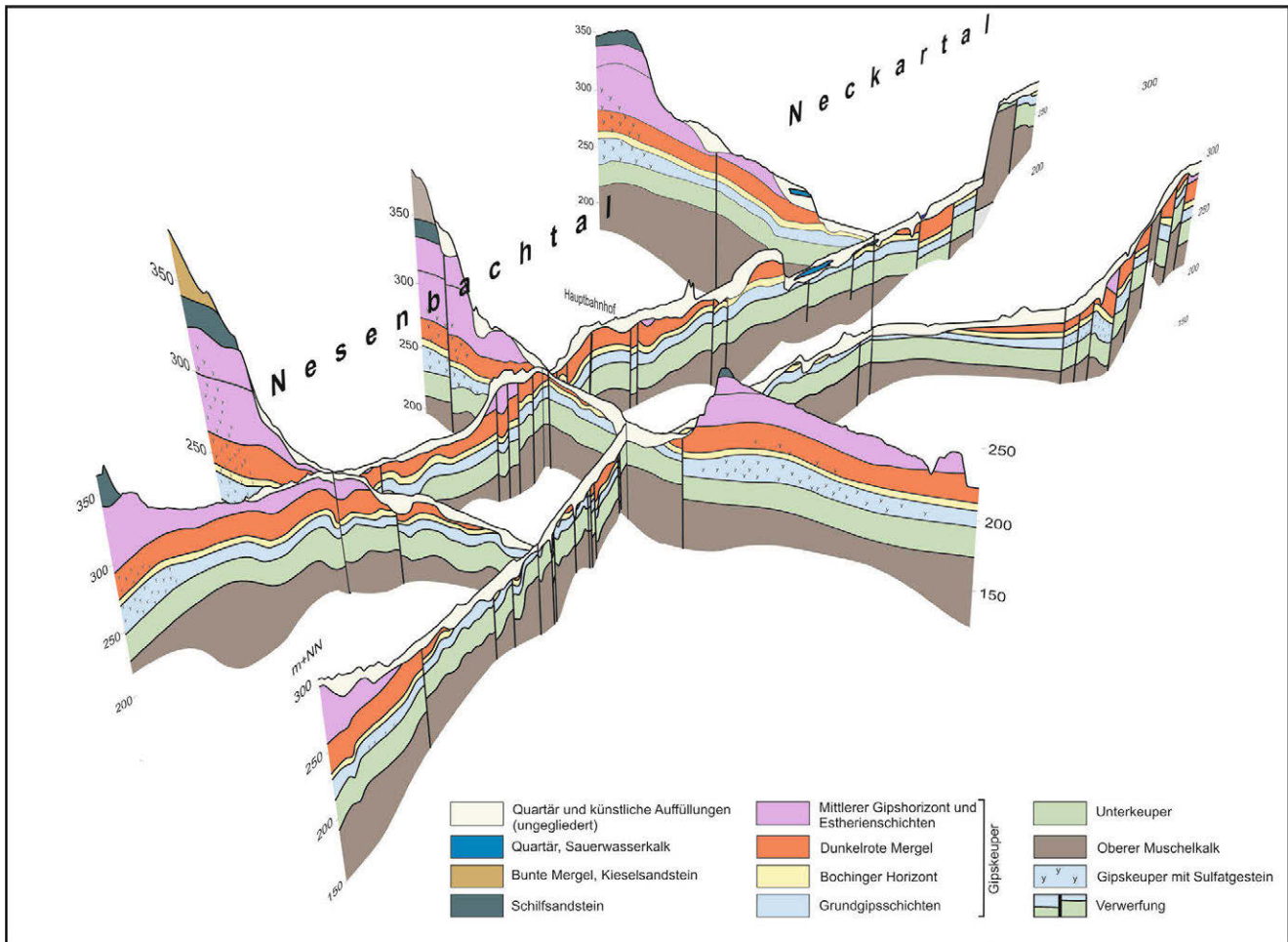
Abb. 2.10 Strukturkarte für den MAGPlan-Untersuchungsraum. Dargestellt sind Verwerfungen sowie das Relief der Schichtgrenze Gipskeuper/Unterkeuper. Die Darstellung beruht auf der Auswertung geologischer Schichtgrenzen aus 8.500 Bohrungen. Fildergraben-Randverwerfung nach Geologischer Karte 1:50.000 Stuttgart (Brunner 1998); 1 Heslach-Birkenkopf-Störung, 2 Karlshöhe-Störung, 3 Störung Nesenbachstraße, 4 Schlossstörung, 5 Cannstatter Störung, 6 Schurwald-Störung; Verlauf Fildergrabenrandverwerfung verändert nach Brunner et al. (1998).

verstürzten Residualgebirge – beobachtet werden. In der Talniederung und am Hangfuß ist der Gips vollständig entfernt. Im Hangbereich folgt eine Zone aktiver Gipsauslaugung. Dagegen ist der Gipskeuper unter hoher Überdeckung und talfern weitgehend unausgelaugt und sulfatgesteinsführend. Die Auslaugung des Gipses und die Konsolidierung des Residualgebirges ist mit einer Reduzierung der Schichtmächtigkeiten verbunden. Aufgrund des hohen Sulfatgesteinanteils in den Grundgipsschichten wirkt sich dort die Reduzierung der Mächtigkeit besonders aus und kann mit 7 bis 9 m weniger als die Hälfte der ursprünglichen Mächtigkeit von 18 bis 22 m erreichen. So variiert auch die Gesamtmächtigkeit des Gipskeupers von 120 m auf ca. 80 m im ausgelaugten Zustand.

Die Festgesteine werden von quartärzeitlichen Bildungen überdeckt. Im Stuttgarter Talkessel sind es fluviatiler Bachschutt sowie überwiegend auf Solifluktuationsprozesse zurückgehende Ablagerungen (Hanglehm, Fließerde, Wanderschutt), während im Cannstatter Becken fluviatile Sedimente des Neckars in Form von Talkies und Hochflutlehm vorherrschen.

Wie die Strukturkarte in **Abb. 2.10** zeigt, werden der Stuttgarter Talkessel und das Cannstatter Becken neben den Fildergraben-Hauptstörungen von zahlreichen W-E, WNW-ESE sowie ENE-WSW streichenden (Quer-)Störungen durchzogen. Zwischen den Störungen treten sattel- und muldenförmige Schichtverbiegungen auf, die sowohl auf tektonische Prozesse als auch auf Subrosionsvorgänge im tieferen Untergrund zurückzuführen sind. Die Sprunghöhen der einzelnen Störungen variieren abschnittsweise zwischen 5 und 20 m. Größere Versatzbeträge von bis zu 140 m sind im Bereich der Fildergraben-Randverwerfungen bekannt (**Abb. 2.9**).

Die meisten tektonischen Brüche haben eine lange und komplexe Bildungsgeschichte, bei der es auch mehrfach zu Überprägungen bereits existierender Strukturen unter geänderten Spannungsverhältnissen kam. So wurden die ursprünglich durch Dilatation entstandenen Randverwerfungen des Grabens durch laterale Schervorgänge überprägt, wodurch weitere Brüche in niedriger Anordnung entstanden. Zudem erfolgte eine kompressive Zerschierung der Graben-



■ Abb. 2.11 Zaundiagramm zur Darstellung des geologischen Aufbaus des Projektgebiets.

schollen – und damit auch des Stuttgarter Talkessels und Cannstatter Beckens – mit sinistralen (N-S bis NNE-SSW) und dextralen Seitenverschiebungen (W-E bis WNW-ESE), überwiegend entlang bereits existierender Elemente. Diese

ab dem Mittel- bis Obermiozän eingeleitete und bis heute aktive Neotektonik prägt bzw. überprägt das Strukturinventar im Untersuchungsraum ganz wesentlich (Brunner et al. 1998, Illies 1974, Schönenberg 1973) (■ Abb. 2.10; ■ Abb. 2.11).

Chlorierte Kohlenwasserstoffe im Grundwasser
Untersuchungsmethoden, Modelle und ein
Managementplan für Stuttgart
Kirchholtes, H.J.; Ufrecht, W. (Hrsg.)
2015, XIII, 267 S. 209 Abb., Hardcover
ISBN: 978-3-658-09248-1