

David Brönnimann, Philippe Rentzel

Naturraum

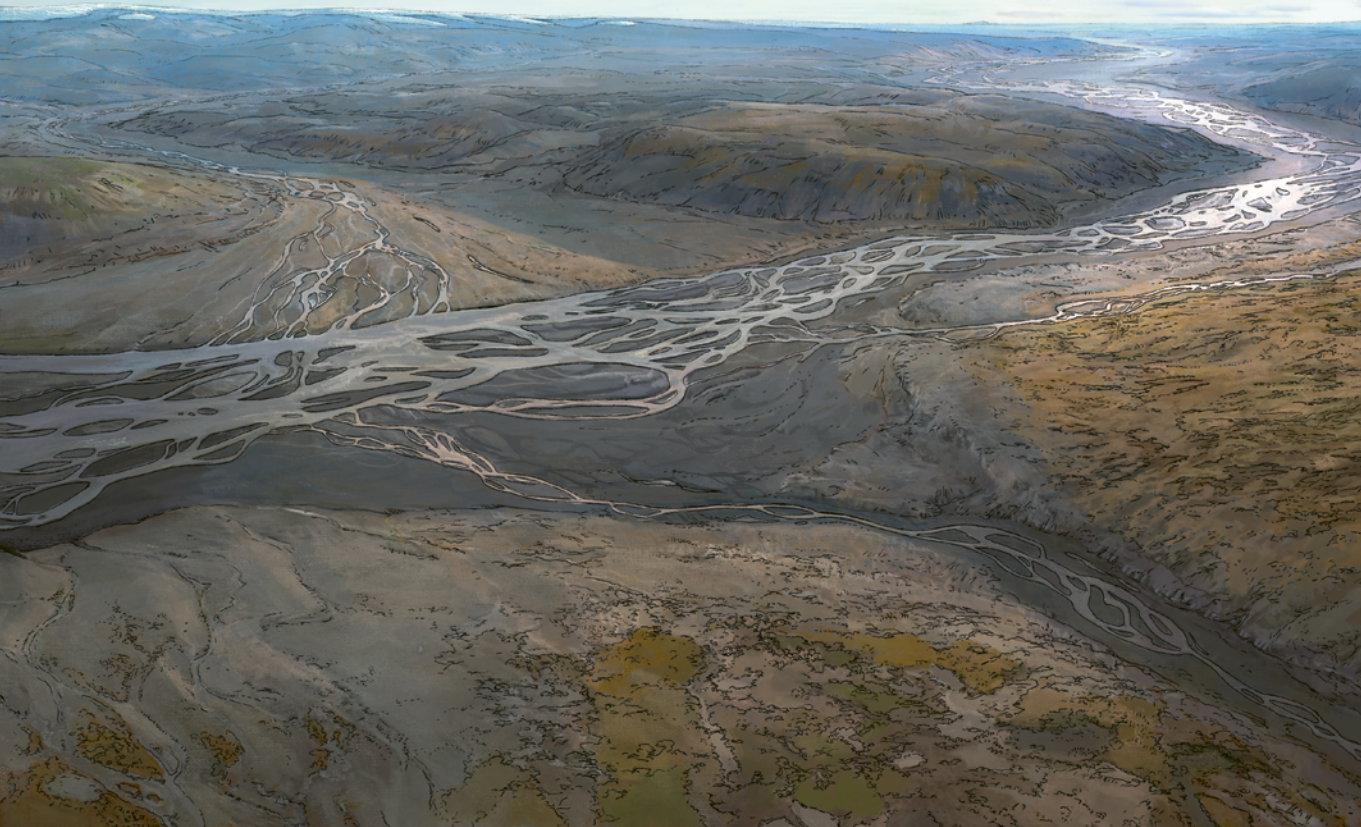
Die Region Basel zeichnet sich durch eine geologisch stark gegliederte Landschaft aus. Die verschiedenen Gesteine wurden ganz unterschiedlich genutzt: so zum Beispiel der Buntsandstein, der dem Münster und vielen Gebäuden Basels die charakteristische rote Farbe verleiht, oder das Steinsalz bei Schweizerhalle, das den Anstoss für die chemische Industrie gab.

Durch alle Zeiten war der Rhein identitätsstiftend und Entwicklungsmotor gleichermaßen. Seit der Entstehung des Oberrheingrabens vor 50 bis 20 Millionen Jahren wendet er sich nach dem Hornfelsen gegen Norden der Nordsee zu, wobei sich das Rheinknie erst während der Bronzezeit ausgebildet hat. An seinen Ufern und auf den nahen Anhöhen entwickelten sich die ersten Siedlungen, Dörfer und Städte. Entscheidend für die heutige Stadtopografie ist ausserdem die letzte Eiszeit, als der Rhein mächtige Schotterpakete ablagerte und später partiell wieder erodierte. Dadurch entstand eine stufenartige Terrassenlandschaft, zu der unter anderem der Münsterhügel oder der Kohlen- und Spalenberg zählen.

Geologie als Grundstein

Auf den ersten Blick wirken sie unspektakulär, und doch handelt es sich um die ältesten geologischen Zeugnisse auf baselstädtischem Boden, die Jahrtausende in sich tragen: die Schotter der Wiese. Sie bestehen vor allem aus Schwarzwald-Kristallin, zu denen Granite, Gneise und Porphyre zählen. Als älteste geologische Formation ist der Schwarzwald Teil des sogenannten variszischen Grundgebirges, das sich vor über 350 Millionen Jahren (Karbon) gebildet hat.¹ Obschon er nicht zum Stadtgebiet Basels gehört, haben dessen Gesteine unsere Region massgeblich beeinflusst. Da der variszische Gebirgssockel starken Abtragungsprozessen ausgesetzt war, entstand vor rund 300 Millionen Jahren (Perm) die Rotliegend Brekzie, ein hartes, aber dennoch gut formbares Sedimentgestein, und vor etwa 250 Millionen Jahren (ältere Trias) der Buntsandstein.² Die Rotliegend Brekzie wurde im Wiesental bei Schopfheim abgebaut³ und während der jüngeren Eisenzeit (Latènezeit) für Mühlsteine verwendet. Buntsandstein wurde seit der Antike und vor allem im Mittelalter als Baustein benutzt. Prominentestes Beispiel ist das Basler Münster, aber auch bei vielen anderen, vor allem mittelalterlichen Gebäuden ist das rötliche Gestein prägend, so bei der Barfüsser-, Theodors- oder Martinskirche und beim Spalen-, St. Johans- oder St. Albantor, sodass sich Basel auch farblich von anderen Schweizer Städten abhebt. Antike und mittelalterliche Steinbrüche sind in Rheinfelden, Warmbach und Degerfelden sowie im Wiesental (Riehen und Inzlingen) bekannt.⁴

Während der Mittleren Trias (vor 245–235 Millionen Jahren) befand sich die heutige Region Basel in einem tropischen Meer, in dem sich unter anderem Muschelkalkstein bildete.⁵ Dank seiner regelmässigen Lagen und der guten Witterungsbeständigkeit lassen sich aus diesem grauen Kalkstein mit relativ wenig Aufwand Handquader gewinnen, sodass er bereits in der Antike intensiv genutzt wurde. Viele Gebäude in Augusta Raurica, aber auch römische und mittelalterliche Bauten Basels bestehen aus diesem Stein.⁶ Einen regelrechten «Boom» erlebte der Muschelkalk im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert. Gewonnen wurde er in zahlreichen Steinbrüchen wie zum Beispiel in Riehen (Hornfelsen, Horngraben), in Bettingen und Grenzach sowie entlang des Rheins zwischen Schweizerhalle und Rheinfelden [518].⁷ In diesem tropischen Flachmeer entstand auch Steinsalz. Das «weisse Gold» ist seit jeher ein wichtiger Rohstoff. Ab 1873 wurde es in der Saline Schweizerhalle abgebaut,⁸ was letztlich den Startschuss für die chemische Industrie in der Region Basel gab.



4 Lebensbild: Mögliches Aussehen der Rheinebene während der letzten Eiszeit, Blick vom Sundgau Richtung Schwarzwald. — Während der letzten Vergletscherung vor 20 000 Jahren führte der Rhein viel mehr Wasser und Geschiebe als heute. Er bildete ein dynamisches, verästeltes Flusssystem (*braided river system*) in einer weiten Schotterebene. Eine karge Kältesteppe mit Zwergsträuchern und Krautvegetation prägte die Region. Die für Basel charakteristische Topografie (Niederterrassen) bildete sich erst viel später aus.



5 Hornfels bei Grenzach-Wyhlen (D). — 5 Kilometer östlich von Basel bildet der Hornfels den südlichsten Ausläufer des Dinkelbergs und gleichzeitig das südöstliche Ende des Oberrheingrabens. Die markanten Felsen des Muschelkalks, die regional in verschiedenen Steinbrüchen abgebaut wurden, sind hier von feinkörnigen Windstaubablagerungen (Löss) bedeckt.

Vorwiegend marine Verhältnisse herrschten auch während der nachfolgenden Jurazeit (vor 200–145 Millionen Jahren), wobei sich mächtige Mergel- und Kalkformationen ablagerten. Letztere bilden die markanten Hochebenen und Ketten des Tafel- respektive Faltenjuras. Im Stadtgebiet von Basel sind diese Sedimente allerdings von jüngeren Ablagerungen überdeckt. Aufgrund dieser wechselvollen Erdgeschichte liegt Basel in einer geologisch stark gegliederten Region mit einer breiten Palette an verfügbaren Rohstoffen.

Geotektonik: Bedeutende Umbrüche

So langsam der geologische Wandel erscheinen mag, so stetig und unaufhörlich ist er. Einen bedeutenden Umbruch stellt die Entstehung des Oberrheingrabens dar, die vor etwa 50 Millionen Jahren begann und ungefähr 30 Millionen Jahre dauerte. Dabei dehnte sich die Erdkruste um 6 bis 8 Kilometer entlang des sogenannten Känozoischen Grabensystems aus. Dadurch sank der Bereich des heutigen Oberrheingrabens ab und die angrenzenden Lateralzonen hoben sich an – unter anderem der Schwarzwald im Osten, die Vogesen im Westen, der Dinkelberg nordöstlich und der Tafeljura südlich von Basel.⁹ Danach setzte auf den Grabenschultern eine bis heute anhaltende Erosion ein, und gleichzeitig verfüllte sich die neue Grabenstruktur. So entstanden während des Oligozäns verschiedene Ablagerungen, zu denen unter anderem der ›Blaue Letten‹ (Septarienton), die Elsässer Molasse und der Tüllingen-Süßwasserkalk gehören. Dieser helle Kalkstein wurde für die spätlatènezeitliche Wehrmauer, den *murus Gallicus*, auf dem Münsterhügel verwendet (vgl. ›*Murus Gallicus*‹, S. 103), und im 11. Jahrhundert liess Bischof Burkhard repräsentative Teile der ältesten Basler Stadtmauer daraus errichten.¹⁰

Bedeutender aber als die Entstehung von Tonen und Kalksteinen, die meist nur kleinräumig vorkommen, ist der topografische Bruch, den der Oberrheingraben mit sich brachte. Die Absenkung auf einer Länge von rund 300 Kilometern zwischen Basel und Frankfurt hatte zur Folge, dass der Rhein heute bei Basel nach Norden abbiegt und in die Nordsee mündet. Aus erdgeschichtlicher Perspektive ist ›Basel am mym Rhy‹ also eine recht junge Entwicklung. Diese verkehrsgünstige Lage an einem grossen schiffbaren Fluss und nahe der Burgundischen Pforte im Westen war sicher mit ein Grund, warum am Rheinknie schon vor über zweitausend Jahren erste grosse Zentralorte entstanden.

Die Bildung des Oberrheingrabens hat darüber hinaus viele weitere, weitreichende Auswirkungen wie zum Beispiel das eher trocken-warme Klima mit direkten Folgen für Flora und Fauna. Andererseits hat die Nähe zu einer geotektonisch aktiven Zone auch eine problematische Komponente. So war das katastrophale Erdbeben von Basel im Jahr 1356 n. Chr. das stärkste historisch belegte Erdbeben in Zentraleuropa (vgl. Stadt.Geschichte.Basel, Bd. 3, S. 81–84).¹¹

Ein Auf und Ab: Kalt- und Warmzeiten des Quartärs

Nicht minder prägend für die Stadt ist die charakteristische Topografie mit den verschiedenen Geländestufen, den sogenannten Niederterrassenfeldern,¹² wobei die Terrassen treppenartig voneinander getrennt sind und aus bis zu 30 Meter mächtigen Schotterablagerungen des Rheins bestehen. Um zu verstehen, wie dieser Schotterkörper und das Terrassensystem entstanden sind, ist ein Abstecher in die letzte Eiszeit notwendig.

Vor etwa 24 000 bis 18 000 Jahren erreichte die letzte Vergletscherung ihre maximale Ausdehnung. Alpine Gletscherzungen stiessen bis zum Jurasüdfuss vor. Auch der Schwarzwald und die Vogesen lagen partiell unter einem Eisschild. Der Jurabogen und die Nordwestschweiz waren hingegen eisfrei. Es herrschte eine periglaziale, vegetationsarme Kältesteppe mit Kraut- und Zwergsträuchern vor, wie sie zum Beispiel im Gletschervorland auf Island oder in Alaska noch heute existiert. Der Rhein beschrieb eine weite, bei Basel bis zu 9 Kilometern breite Ebene mit einem verästelten, dynamischen Flusssystem (*braided river system*) [4].¹³ Die mächtigen Eismassen im Mittelland sorgten dafür, dass die damaligen Fließgewässer sehr viel Schmelzwasser und grosse Mengen an Geschiebe aus den Alpen mit sich führten. Dadurch akkumulierte der Rhein mehrere Dutzend Meter mächtige Schotterkörper.

Diese Aufschotterung endete vor rund 12 000 Jahren. Der Rückzug der Gletscher und damit einhergehend ein Rückgang der Schmelzwasser- und Geschiebemassen führte in Kombination mit der holozänen Wiederbewaldung vor etwa 10 000 Jahren zu einem – wortwörtlich – tiefgreifenden Wechsel im Flussregime.¹⁴ Der Rhein erodierte fortan nach und nach die Schotterflächen, sodass ein abgetrepptes Gelände entstand mit der obersten Niederterrasse (A-Terrasse, zum Beispiel Bahnhof SBB, 280 m ü. M.) als älteste, zuerst gebildete Stufe und den unteren Terrassen (B-Terrasse, zum Beispiel Novartis Campus, 255 m ü. M.) als zuletzt geformte und deshalb jüngste Ebene. Ferner durchschnitten auch Birs und Birsig die Rheinschotter, wobei Letzterer die steile Westflanke des Münsterhügels sowie den markanten Aufstieg zum Kohlen-, Heu- und Spalenberg formte. Die Schotterablagerungen sind zudem wichtige Grundwasserspeicher und prägen damit die lokalen hydrologischen Verhältnisse.

Schliesslich hat auch die Wiese während der letzten Vergletscherung Niederterrassenfelder geschaffen, auf denen unter anderem der historische Kern von



6 Lössablagerungen an der Schäublinstrasse 115 im Bruderholzquartier. — Das 2 Meter mächtige Lössprofil mit zwei Paläoböden, das 2014 im heutigen Bruderholzquartier freigelegt wurde, hat sich im letzteiszeitlichen Windstaubsediment ausgebildet. Der graue Bereich in der Mitte des Profils widerspiegelt 30 000 Jahre alte Tundraböden. Die dunkle Zone im unteren Bereich geht auf eine Bodenbildung vor 45 000 Jahren während einer wärmeren Phase innerhalb der letzten Vergletscherung zurück.

Riehen liegt. Auch die Verkehrsachse von Grenzach via Riehen nach Weil am Rhein verläuft an diesem äussersten Bereich der Niederterrasse und somit unmittelbar über der bis in die Neuzeit noch sumpfigen Talaue.

Während der letzten Vergletscherung lagerte sich oberhalb der dynamischen Flussebenen sukzessive feinkörniges gelbliches Windstaubsediment ab: der Löss, der auf der Hochfläche beim Bruderholz oder am Abhang des Dinkelbergs

in Riechen teils mehrere Meter mächtig ist [6].¹⁵ Seit der Wiedererwärmung (Holozän) nach der letzten Eiszeit entwickelten sich aus dem Löss äusserst fruchtbare Böden. Dies führte zu einer starken Landöffnung (Abholzung), die einen ersten Höhepunkt bereits in der jüngeren Eisenzeit erreichte.¹⁶ Darüber hinaus stellt(e) der Lösslehm einen hervorragenden Rohstoff zum Beispiel für die historische Ziegelproduktion dar¹⁷ und bildet gleichzeitig ein wertvolles Archiv für vergangene Kalt- und Warmzeiten.¹⁸

Relikte von der ‹Grossen Vergletscherung› (vor 350 000–120 000 Jahren) und von der ‹Grössten Vergletscherung› (vor 800 000–600 000 Jahren) sind als markante Hangkanten der Hochterrasse respektive der Deckenschotter am Stadtrand noch heute erkennbar. Am Abhang des Bruderholzes bei Allschwil und unterhalb des Hornfelsens trifft man sie in einer stark verfestigten Form – der Nagelfluh.¹⁹

Wie der Rhein die Kurve kriegte

Der Hornfelsens spielte auch in einer weiteren Episode der Basler Landschaftsgenese eine entscheidende Rolle: Verschiedene Bodenaufschlüsse in Kleinbasel und darin eingebettete Eichenstämme weisen darauf hin, dass der Rhein noch im 3. Jahrtausend v. Chr. einen Kilometer weiter nördlich als heute direkt unterhalb des Hornfelsens verlief und das für Basel charakteristische Rheinknie damals noch nicht existierte [7|8]. Die Eichenstämme datieren gemäss ¹⁴C-Analysen zwischen 6000 und 1600 v. Chr. Sie legen nahe, dass sich der Kleinbasler Rheinschotter erst während des Holozäns ablagerte. Ein fossiler Boden über dem spätestens um 1600 v. Chr. abgelagerten Schotter an der Neuhausstrasse 31 zeigt ausserdem, dass der Rhein im Verlauf der Mittelbronzezeit dieses Areal nicht mehr überschwemmte,²⁰ also schon ab dieser Zeit weiter südlich verlief. Ein weiteres Indiz zur Ausbildung des Rheinknies während der Bronzezeit liefern verschiedene archäologische Strukturen in der Uten- und Greifengasse sowie am Theodorskirchplatz [8] (vgl. ‹Bronzezeit›, S. 62).²¹ Diese stammen aus der beginnenden Spätbronzezeit um 1300 v. Chr. und wurden in ein feinkörniges Überschwemmungssediment des Rheins eingetieft. Die damaligen Menschen haben als Siedlungsstandort demzufolge das Ufer des noch jungen Rheinknies gewählt.

Dies lässt den Schluss zu, dass der Rhein noch bis ins 16. Jahrhundert v. Chr. deutlich dynamischer war als heute. Aufschlüsse in der spätlatènezeitlichen Siedlung

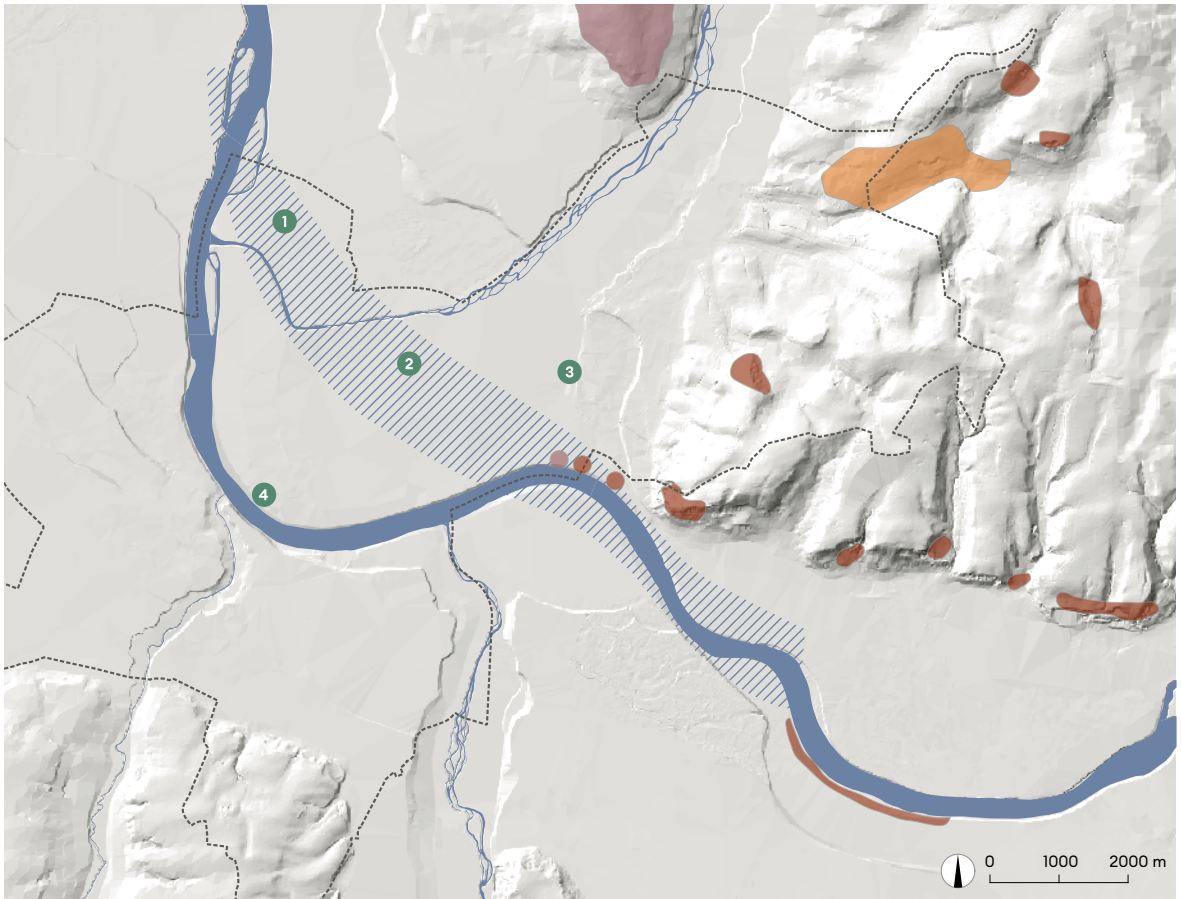


7 Baugrube an der Neuhausstrasse 31 in Kleinhüningen: graue Rheinschotter (unten) mit Eichenstämmen, darüber rötliche Wieseschotter. — In der Baugrube in Kleinhüningen wurden 1998 aus dem grauen Rheinschotter mehrere grosse Eichenstämmen (schwarz) geborgen, die um 1600 v. Chr. datieren. Darüber liegende rötlich-braune Schotter der Wiese zeigen, dass der Rhein später nicht mehr durch das heutige Kleinhüningen floss.

Basel-Gasfabrik zeigen ebenfalls ein holozänes Überschwemmungssediment.²² Eine Bodenbildung weist auf eine längere Phase mit geschlossener Vegetationsdecke ohne Überschwemmungen hin. Mittelbronzezeitliche Scherben und diffuse Kiesniveaus in diesem Boden belegen, dass der Rhein – ähnlich wie in Kleinbasel – ab der Bronzezeit sein heutiges Bett offenbar gefunden hatte.

Bodenkundliche Aufschlüsse, absolut datierte Eichenstämmen und bronzezeitliche Strukturen illustrieren folglich, dass sich das Rheinknie im Zeitraum zwischen 1600 und 1300 v. Chr. ausgebildet haben muss. Die Ursache für diesen markanten Wechsel des Verlaufs bleibt allerdings unklar.

Flüsse und Steinbrüche in der Region Basel



8 Die Karte zeigt die Region um Basel mit dem hypothetischen, rekonstruierten Verlauf von Rhein, Birs, Birsig und Wiese vor den Begradigungen und Korrekturen des 19. Jahrhunderts. Eingezeichnet sind ausserdem die in diesem Kapitel erwähnten Bodenaufschlüsse sowie die bekannten, teils seit der Antike ausgebeuteten Steinbrüche.

- Gewässerlauf rekonstruiert
- ▨ Angenommener prähistorischer Rheinverlauf
- Muschelkalk
- Tüllingen-Süsswasserkalk
- Buntsandstein
- Kantonsgebiet Basel-Stadt
- 1 Neuhausstrasse 31
Eichenstamm im Rheinschotter (¹⁴C-Datierung um 1600 v. Chr.)
- 2 Schorenweg 38
Eichenstamm im Rheinschotter
- 3 Rauracherstrasse 33–35
Eichenstamm im Rheinschotter (¹⁴C-Datierung um 6000 v. Chr.)
- 4 Utengasse 15/17
Spätbronzezeitliche Fundstelle am Rheinknie

Das Anthropozän: Die Region Basel heute

Dass sich Basel so entwickelt hat, wie wir es heute kennen – mit dem Rheinknie, dem prominenten Münsterhügel und dem darauf thronenden Münster aus rotem Buntsandstein, mit der wirtschaftlich wichtigen chemischen Industrie, den florierenden Life Sciences und vielem mehr – ist eng verknüpft mit der Landschaft.

Noch nicht erwähnt wurde ein weiterer wichtiger Gestalter: der Mensch. Auch wenn das Anthropozän per Definition erst Mitte des 20. Jahrhunderts n. Chr. beginnt, zeigen naturwissenschaftliche Studien, dass der Einfluss des Menschen auf die Landschaft schon sehr viel früher einsetzte. Spätestens mit der jüngeren Eisenzeit erfolgte eine signifikante Öffnung der Landschaft, was zu starker Boden-erosion führte, die wiederum die fluviale Dynamik entscheidend beeinflusst haben dürfte.²³ Die Gewässer spielten seit jeher eine wichtige Rolle. Die Nähe des Rheins

**Dass sich Basel
so entwickelt hat,
ist eng verknüpft mit
der Landschaft**

war für die Lage der spätlatènezeitlichen Siedlung Basel-Gasfabrik und jene auf dem Münsterhügel entscheidend, am Birsig haben sich im mittelalterlichen Basel verschiedenste handwerkliche Gewerbe angesiedelt, und das kalkarme Wasser der Wiese war mit ein Grund, dass sich im 19. Jahrhundert im Kleinbasel die Farbindustrie ansiedelte. Die Nähe zu Gewässern

ist somit eine wichtige Konstante, wobei diese Abhängigkeit auch ein gewisses Mass an Schutz erforderte. Einen folgenschweren Eingriff stellt sicherlich die Rheinkorrektur im 19. Jahrhundert dar. Inzwischen ist aber bekannt, dass bereits in der späten Eisenzeit Bäche umgeleitet oder reguliert wurden.²⁴

Selbst topografische – wenn auch nur kleinräumige – Veränderungen gehen auf den Menschen zurück. So sind entlang des Rheins und beim Hornfelsen durch antike und moderne Steinbruchtätigkeiten künstliche Felswände entstanden, die heute teils Biotope mit schützenswerter Biodiversität beherbergen.

Die gravierendste Veränderung durch den Menschen schreitet jedoch schleichend voran; die Konsequenzen allerdings sind umfassend. So galt in der jüngeren Vergangenheit wegen Trockenheit und Hitze wiederholt ein Badeverbot in verschiedenen Flüssen, um Fische und andere Lebewesen zu schonen. Eine kurze Abkühlung in der Wiese, das Fühlen der ältesten Gesteine und der Erdgeschichte Basels ist bereits heute ganz offensichtlich keine Selbstverständlichkeit mehr.

Geologische Prozesse und Rohstoffe im Umland von Basel

Alter	Periode	Epoche	Geologische Prozesse und anthropogene Eingriffe	Gesteine und deren Verwendung
Mitte 20. Jh.		Anthropozän	Rheinkorrektur; Trockenlegen von Sumpf- und Moorlandschaften; Zersiedelung etc.	Beton, Teer
3300–3600		Holozän	Entstehung des Rheinknies	
ab 12000			Stufenweise Erosion der letzteiszeitlichen Schotter; Entstehung der Niederterrassen ; Wiederbewaldung; Beginn Bodenbildung	Kalktuff bei Quellen
18000–24000	Quartär	Pleistozän	Letzteiszeitliches Maximum ; Gletschervorstoss bis zum Jurasüdfuss; Eisschilde über Vogesen und Schwarzwald; Jura und Nordwestschweiz eisfrei; Kältesteppe ; braided river system in den Talebenen (Rhein, Wiese etc.)	Akkumulation mächtiger Schotter in der Rheinebene; Windstaubsedimente (Löss) auf Hochflächen (z. B. Bruderholz)
250000–350000			Grosse Vergletscherung ; Gletschervorstoss bis in den Baselbieter Jura; das heutige Basel ist eisfrei; Entstehung der Hochterrasse	Einzelne Findlinge aus dem Alpenraum
600000–800000			Grösste Vergletscherung ; Baselbieter Jura vergletschert; Entstehung der Jüngeren Deckenschotter im Rheintal	Nagelfluh (z. B. Bruderholz)
2.6 Mio. J.	Neogen		Ende der Jurafaltung	
23 Mio. J.	Paläogen	Oligozän	Der Oberrheingraben sinkt ab ; Randzonen heben sich (Vogesen, Schwarzwald, Dinkelberg); Erosion an Grabenschultern und Verfüllung der Grabenstruktur; der Rhein fliesst bei Basel nach Norden in die Nordsee	Tone (Blauer Letten : Ziegelei), Sandsteine (Elsässer Molasse) und Süsswasserkalke (Tülingen-Süsswasserkalk : <i>murus Gallicus</i> , Burkhardtsche Stadtmauer)
34 Mio. J.		Eozän		
56 Mio. J.		Paläozän	Vorwiegend terrestrische Bedingungen bei tropischem Klima	Verwitterungsprodukte wie z. B. Bohnerz
66 Mio. J.	Kreide			
145 Mio. J.	Jura		Marine Bedingungen (Jurameer); häufig Flachmeer mit Schelfgürtel und Korallenriffen	Tone, Mergel und Kalksteine
201 Mio. J.	Trias	Jüngere Trias	Seicht-marine bis lagunäre Bedingungen mit terrestrischen Abschnitten	Tone, Mergel und Gips
235 Mio. J.		Mittlere Trias	Marine Bedingungen ; tropisches Klima; Entstehung von Kalksteinen, Gips und Steinsalz	Muschelkalkstein (u. a. römisches und mittelalterliches Mauerwerk); Steinsalz aus den Salinen Schweizerhalle
245 Mio. J.		Ältere Trias	Terrestrische Bedingungen ; Erosion des Grundgebirges; Ablagerung roter Sandsteine und Brekzien	Buntsandstein (Bau- und Werksteine; u. a. in Augusta Raurica, Basler Münster und Kirchen, Stadttore etc.)
251 Mio. J.	Perm			Rotliegend Brekzie (latènezeitliche Mühlsteine)
300 Mio. J.	Karbon		Variszisches Grundgebirge bildet sich (Schwarzwald und Vogesen)	Granite, Gneise, Porphyre etc.

9 Übersicht zu den wichtigsten geologischen Prozessen und Gesteinen, die nicht nur die naturräumlichen Bedingungen bestimmten, sondern auch massgeblich das Erscheinungsbild des heutigen Basel prägen. Hervorgehobene Begriffe werden im Text erwähnt.

Anmerkungen

- 1 Franke 1989.
- 2 Fischer; Hauber; Wittmann 1971, S. 6–7.
Hauber 1978, S. 13–14.
- 3 Fischer 2012.
- 4 De Quervain 1981, S. 39–40. Rentzel 1998.
Rentzel; Pümpin; Brönnimann 2015.
- 5 Bitterli-Brunner 1987, S. 23–27. Hauber 1978,
S. 13–18.
- 6 Matt; Rentzel 2004.
- 7 Rentzel 1998. Rentzel; Pümpin; Brönni-
mann 2015.
- 8 Bitterli-Brunner 1987, S. 54–57. Pfirter; Jor-
dan; Graf u. a. 2019, S. 116–118.
- 9 Dèzes; Schmid; Ziegler 2004, S. 14–21.
- 10 Rentzel 2013, S. 140–142.
- 11 Giardini; Wiemer; Fäh u. a. 2004, S. 17–18.
- 12 Kock; Huggenberger; Preusser u. a. 2009.
Wittmann 1961.
- 13 Kock; Huggenberger; Preusser u. a. 2009,
S. 320.
- 14 Ebd., S. 319.
- 15 Rentzel; Preusser; Pümpin u. a. 2009.
- 16 Guélat; Richard 2014, S. 16–19. Wick 2015,
S. 212–213.
- 17 Schmid 2008, S. 17–19.
- 18 Rentzel; Preusser; Pümpin u. a. 2009.
- 19 Schlüchter 2010.
- 20 Rentzel; Pümpin; Brönnimann 2015, S. 123–
127.
- 21 Ebd., S. 128.
- 22 Rentzel 1997, S. 42.
- 23 Guélat; Richard 2014, S. 16.
- 24 Brönnimann; Röder; Spichtig u. a. 2020,
S. 540.

