

5. Ressource Wasser – und die Nachhaltigkeit

In diesem Kapitel werden zuerst die Eigenschaften, Bildung und Nutzung des Donautals im Allgemeinen besprochen und dann auf das Haus am Strom im Besonderen eingegangen.

5.1. Das Haus am Strom und das Kraftwerk Jochenstein

Die Umweltstation „Haus am Strom“ und das Kraftwerk Jochenstein sind für Besucher und Schulklassen jeder Jahrgangsstufe zugänglich. Wegen der hohen Qualität der Umweltbildung bekam das Haus am Strom vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt- und Verbraucherschutz das Qualitätssiegel „Umweltbildung.Bayern“ verliehen und wurde als Umweltstation für den Landkreis Passau anerkannt. Das Haus am Strom bietet zahlreiche Veranstaltungen an, die von Schulen gebucht werden können und die am Lehrplan orientiert sind, zum Beispiel die Wasserstationen, die Lebenswelt Wiese oder das Energieprogramm. Das Museum ist von Mai bis September täglich und von Oktober bis April täglich außer Montag geöffnet. Geschlossen ist das Haus am Strom an den folgenden Feiertagen: 01.01., 01.11., 24., 25., 26. und 31.12. (Stand 2018). Es werden regelmäßig Führungen – auch für Schulklassen – angeboten. Alle Informationen hierzu finden sich unter <https://www.hausamstrom.de/de/start/>. Nähere Informationen können auch telefonisch unter (08591) 91 28 90 eingeholt werden.

Die Stromschule des Wasserkraftwerks Jochenstein bietet auf ihrer Internetseite <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/verantwortung/stromschule> Lernunterlagen für den Schulunterricht an.

5.2 Eigenschaften, Bildung und Nutzung des Donautals

5.2.1 Eigenschaften des Wassers

Wasser ist die chemische Verbindung der Elemente Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O). Je zwei Sauerstoff- und ein Wasserstoffatom bilden das Wassermolekül. Aufgrund der unterschiedlichen Elektronegativität der beiden Elemente hat das Wassermolekül ausgeprägte Dipoleigenschaften, es hat auf der Sauerstoffseite eine negative und auf der Wasserstoffseite eine positive Polarität. Daher besitzen die Wassermoleküle ausgeprägte Anziehungskräfte zu anderen Wassermolekülen. Damit bilden sie aber keine festen Verkettungen, sondern sie lösen sich bereits nach Bruchteilen von Sekunden wieder und gehen mit einem anderen Wassermolekül eine neue kurzzeitige Verbindung ein. Diese Dipoleigenschaft erklärt die speziellen Eigenschaften des Wassers, zum Beispiel dass die feste Form des Wassers eine geringere Dichte hat als die flüssige. Sein Schmelzpunkt liegt bei 0 °C, sein Siedepunkt bei 100 °C (in Abhängigkeit vom Druck). An der Erdoberfläche kommt es als festes Eis, flüssiges Wasser und als gasförmiger Wasserdampf vor.

5.2.2 Bildung von Wasser

Wasser wird auf der Erde nicht gebildet wie Gesteine oder Minerale. Vielmehr ist es in einem seiner drei Aggregatzustände auf dem Planeten Erde seit dessen Entstehung vorhanden. Magma aus dem Erdinneren enthält stets geringe Mengen von Wasser. Das Wasser auf der Erde gelangte zweifellos durch das Ausgasen von Gesteinsschmelzen in die Atmosphäre. Es stammt also letztlich aus dem Erdinneren. Allerdings kann damit die Menge an Wasser auf der Erdoberfläche, d.h. in der Hydrosphäre, der Pedosphäre und der Atmosphäre nicht erklärt werden. Messungen der chemischen Isotopenverhältnisse des Wasserstoffs im Ozeanwasser zeigen erstaunliche Übereinstimmungen mit denen in Wassereinschlüssen von kohligem Chondriten, einer Art von Steinmeteoriten, weswegen zusätzlich auch eine extraterrestrische Herkunft des irdischen Wassers angenommen wird.

5.2.3 Nutzung des Wassers und des Donautals

Wasser ist so allgegenwärtig auf der Erde, selbst in Wüstengebieten, dass die Entstehung und Evolution des Lebens und auch die Kulturgeschichte des Menschen in engstem Maße mit dem Wasser verknüpft ist. Wasser ist Grundbaustein des Lebens. Sämtliche Ökosysteme der Erde hängen vom Wasser ab. Wasser steuert die Klimakreisläufe des Planeten. Wasser ist eine der äußeren Kräfte, die auf der Erde wirken und es ist notwendig für verschiedene Prozesse im Inneren der Erde.

In der lokalen Betrachtung des Donautals im Landkreis Passau ist das Wasser der Donau schon immer ein wichtiges Element der Biosphäre gewesen. Aus dem Wasser der Donau entsteht neues Grundwasser, Überflutungsflächen werden Nährstoffe zugeführt, es vernichtet Vegetation durch Änderungen in seinem Lauf und schafft so neue Besiedlungsflächen für Pflanzen und Tiere, was sich in einer überragenden Biodiversität im Tal äußert. Ihr Tal ist Wanderweg, ursprünglich für Tier- und Pflanzenarten, die den Kaltzeiten ausweichen mussten oder in den Warmzeiten für solche, die sich nach Mitteleuropa ausbreiteten. Heute ist das Tal weiterhin eine ideale Wanderroute für die Ausbreitung von Arten und gleichzeitig einzigartiger Lebensraum für hoch spezialisierte Lebewesen. Für den Menschen sind das Tal und die Donau Lebensraum, Verkehrsweg, Wasserversorgungszone, Erholungsgebiet, Energieproduzent und vieles anderes mehr. Die konkurrierenden Nutzungen durch Pflanze, Tier und Mensch erfordern ein Höchstmaß an verantwortungsvollem Umgang mit dem Donautal und seinem Rohstoff Wasser.

5.3 Entstehung des Donautals

Das Donautal tritt wenig flussaufwärts von Vilshofen in den Randbereich des Bayerischen Waldes ein. Von Passau flussabwärts schneidet es sich dann tief in die Landschaft des Bayerischen Waldes ein. Eine Grundvoraussetzung für seine Entstehung ist somit die geologische Bildung des mitteleuropäischen Grundgebirges, insbeson-

dere der so genannten Böhmisches Masse, zu welchem der Bayerische Wald gehört. Dieses entstand bei der variszischen Gebirgsbildung in der Zeit des Karbons und Perms vor etwa 350 bis 280 Millionen Jahren. Weltweit führte die Kollision einer Vielzahl von kleineren und größeren Kontinenten zur Entstehung des Superkontinents Pangäa. Die Kollisionen boten ideale Bedingungen für die Bildung von Gesteinsschmelzen. In allen Kollisionszonen wurden Erdkrustenplatten übereinander geschoben, so dass an der Erdoberfläche breite Gebirgszüge hoch empor ragten. In der Tiefe wurden die gestapelten Erdkrustenplatten aber auch in Bereiche hinabgepresst, in denen viel höhere Drücke und Temperaturen herrschen. Diese Bedingungen bewirkten eine massive Veränderung der Gesteine, d.h. eine Metamorphose, bei der die ursprünglichen Gesteine unter anderem in Paragneise umgewandelt wurden. Der Erdkrustenstapel gelangte in Bereiche mit so hohen Drücken und Temperaturen, dass die Paragneise später teilweise oder sogar ganz geschmolzen wurden. Das geschah bei Drücken von 3-4 kbar und Temperaturen von 670-750°C. Bei diesen Temperaturen begannen manche Minerale der Paragneise bereits zu schmelzen, andere blieben noch stabil – die so genannte Anatexis setzte ein und viele Paragneise erhielten so ein migmatitisches Gefüge. Die unterschiedlich starke Schmelzbildung führte zu Entstehung unterschiedlich aussehender Gesteine. So haben die Perlgneise, Blastomylonite, diatektischen Gneise und Diatexite des Donautals alle ihren Ursprung in der Anatexis der Paragneise, die an zahlreichen Stellen ebenfalls erhalten sind. Verschiedene Phasen der Hebung, Verwitterung und Erosion brachten die Gesteine in ihre heutige Position an der Erdoberfläche. Von besonderer Bedeutung für die Entstehung des heutigen Donautals ist der Zeitabschnitt seit dem Miozän, welches vor 23,8 Millionen Jahren begann. Die Entstehung der Alpen war damals bereits in vollem Gange. Die afrikanische Kontinentalplatte drängte nach Norden und stapelte und faltete die Sedimentgesteine des Deckgebirges. Die metamorphen Gesteine der Böhmisches Masse sind aber fester und ließen sich nicht verfallen. Stattdessen wurde die Böhmisches Masse insgesamt emporgehoben. Als Bewegungsbahnen dafür dienten die alten Bruchzonen aus der variszischen Gebirgsbildung: Am Donaurandbruch, am Aicha-Halser-Nebenpfahl und an der Donauleiten-Störung wurde die Böhmisches Masse in der Zeit von etwa 23 Millionen Jahren bis etwa 11 Millionen Jahren um bis zu 1.300 m gehoben. Im Detail war die Hebung sicherlich viel komplizierter und lief auch nicht nur an diesen drei genannten Bewegungsbahnen ab. Jede Bewegungsbahn setzt sich aus einer Vielzahl kleinerer Brüche zusammen, die in aller Regel parallel zur großen Hebungsrichtung verlaufen, aber auch quer dazu liegen können.

Vor etwa 10 Millionen Jahren zeichnete sich dann die Entwässerung des Voralpenlandes nach Osten ab. Ein Vorläufer der Ur-Donau in Oberösterreich erweiterte durch rückschreitende Erosion, Flussanzapfungen und -umleitungen sein Einzugsgebiet immer weiter nach Westen. Die Bruchbahnen, an denen sich die Böhmisches Masse gehoben hatte, waren dafür ideale Ansatzpunkte, weil hier das ansonsten sehr widerstandsfähige metamorphe Gestein zerbrochen und zerrieben worden war. So konnte sich dieses Flusssystem im Laufe von wenigen Millionen Jahren über die Donauleiten-Störung, den Aicha-Halser-Nebenpfahl und den Donaurandbruch nach

Westen ausbreiten. Dann im späten Miozän, vor etwa 7 Millionen Jahren, wurde das gesamte Voralpenland bereits nach Osten hin über die Ur-Donau entwässert. Das Donautal im Landkreis Passau verläuft heute in einem steilen Kerbtal. An der Donau-leite hat sich der Fluss 100 bis 150 m tief in den Untergrund eingeschnitten. Auf 280 m ü.NN tritt die Donau unterhalb der Staustufe Jochenstein nach Österreich über. Die Donau verbildlicht ein höchst dynamisches natürliches System, das vom Klima ebenso abhängig ist wie vom geologischen Untergrund und den plattentektonischen Bewegungen der Erdkruste. Die Bildung ihres Einzugsgebiets und ihrer Talform läuft auch heute noch auf höchst unterschiedlichen Zeitskalen ab. Der Fluss ist permanente Veränderung.

5.4 Nutzung des Wassers im Donautal

Auch im Donautal betrachtet der Mensch die Ressource Wasser zunächst einmal im Hinblick auf seine eigene Trink- und Brauchwasserversorgung. Damit meint er aber vorrangig das Grundwasser bzw. den Grundwasserbegleitstrom der Donau. Oberflächenwasser im Donautal speist das Grundwasser und ist deshalb schützenswert. Der Schutzgedanke steht dabei stets im Konflikt damit, dass das Oberflächenwasser schon seit vielen Jahrhunderten in unterschiedlicher Weise genutzt wird. Ursprünglich wurde es vor allem als Trinkwasser für Mensch und Vieh, und zur Bewässerung der Feld- und Gartenfrüchte genutzt. Es war und ist Brauchwasser zum Wäschen, zum Bierbrauen, zur Verwendung in aller Art von Produktions- und Reinigungsprozessen. Es wurde in der bäuerlichen Gesellschaft bald als Energielieferant entdeckt, was im Mühlenwesen bei Sägemühlen, Hammermühlen usw. seinen Ausdruck fand. Gerade der Energiehunger einer zunehmend industrialisierten Gesellschaft führte nach dem zweiten Weltkrieg zur technischen Nutzung des Donauwassers als Energielieferant. Der Bau des Kraftwerks Jochenstein (Abb. 5-1) in den 1950er Jahren bedeutete einen massiven Eingriff in das natürlich gewachsene Flusssystem der Donau und seine angeschlossenen Lebensräume. Der Gedanke einer nachhaltigen Nutzung der Ressource entwickelte sich erst einige Jahrzehnte später,



Abb. 5-1: Blick donauaufwärts zum Kraftwerk Jochenstein mit den Schützen der Stauehranlage links und dem Maschinenhaus rechts im Bild (Foto: VERBUND).

weswegen heute über Fischwanderhilfen nachgedacht wird. Sie sollen die mit dem Kraftwerksbau versperrte Wanderroute Donau für die Flusslebewesen wieder öffnen. In diesem ganzheitlichen, von Nachhaltigkeit geprägten Ansatz wird die Nutzung des gesamten Lebensraums Donautal in den Blick der Bildung genommen. Dafür etablierte der Landkreis Passau seine Umweltstation „Haus am Strom“ in unmittelbarer Nachbarschaft zum Wasserkraftwerk Jochenstein.

Als deutsch-österreichisches Projekt wurde 1952 für die Errichtung des Wasserkraftwerks Jochenstein die Donaukraftwerk Jochenstein AG gegründet, die je hälftig der Verbund AG in Wien und der damaligen Innwerk AG in München, später der Rhein-Main-Donau AG in München gehörte. Ab 1999 übernahm die Grenzkraftwerke GmbH als gemeinsame Tochter der beiden Unternehmen das Kraftwerk. Seit 2013 ist die österreichische Verbund AG die alleinige Eigentümerin der Donaukraftwerk Jochenstein AG.

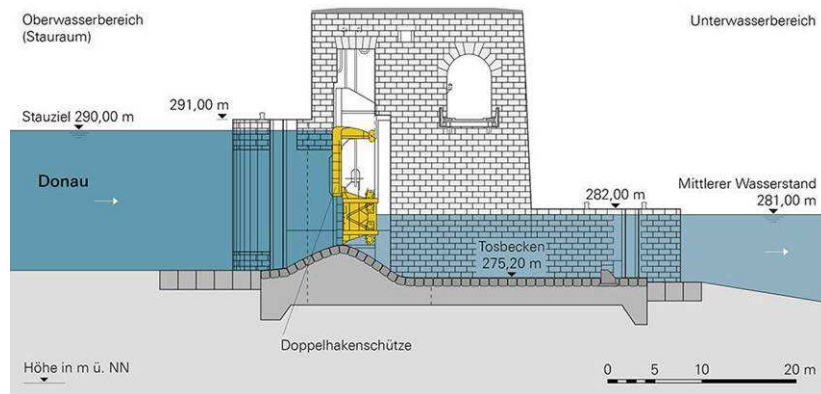


Abb. 5-2: Technischer Querschnitt durch die Stauwehrranlage im Laufwasserkraftwerk Jochenstein (Grafik: VERBUND).

Das Kraftwerk Jochenstein ist ein Laufwasserkraftwerk. Solche Kraftwerke liefern permanent und ohne große Schwankungen Strom und werden daher eingesetzt, um die so genannte Grundlast des Energiebedarfs zu decken. Ein Laufwasserkraftwerk nutzt das natürliche Gefälle des Fließgewässers und die Geschwindigkeit der Strömung. Zusätzlich wird das Wasser aufgestaut, um den Höhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser auf 6 bis 15 m zu steigern (Abb. 5-2). Dadurch staut sich das Wasser der Donau auf einer Länge von etwa 27 km. Der Pegel des Oberwassers liegt bei Normalstau dann bei 290,0 m ü.NN. Das Wasser stürzt 9,78 m in die Tiefe und wird gezielt auf eine so genannte Kaplan-Turbine gelenkt (Abb. 5-3). Diese treibt einen Drehstrom-Synchron-Generator an, der den Strom erzeugt. Das Kraftwerk Jochenstein besitzt fünf dieser Maschinensätze. Ihre Turbinen haben einen Durchmesser von 7,4 m. Das Kraftwerk in seinem heutigen Zustand hat eine Leistung von 132 MW mit einem mittleren Jahresarbeitsvermögen von 850 Mio. kWh.

Die beweglichen Elemente der Stauwehrranlage sind nahe dem österreichischen Ufer angeordnet. Das Krafthaus mit den Turbinen schließt sich in der Flussmitte beim Felsen Jochenstein an. Die Schiffsschleuse und die Schaltanlagen liegen auf der bayer-

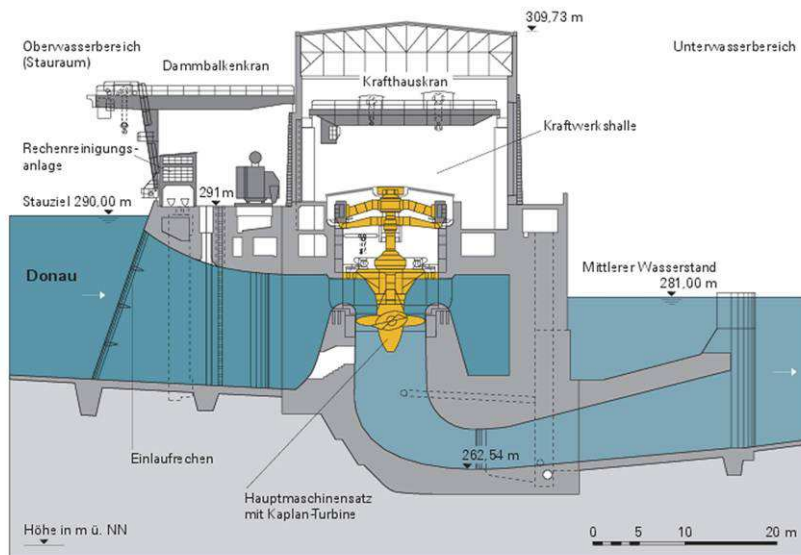


Abb. 5-3: Technischer Querschnitt durch das Krafthaus im Laufwasserkraftwerk Jochenstein (Grafik: VERBUND).

ischen Seite der Donau, von wo aus über die Umweltstation Haus am Strom die Besichtigung des Kraftwerks möglich ist.

Speziell aufgearbeitete Unterrichtsmaterialien zum Laufwasserkraftwerk Jochenstein können von der Internetseite des Kraftwerksbetreibers unter <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/verantwortung/stromschule> heruntergeladen werden.

Der durch den Kraftwerksbau entstandene massive technische Eingriff in den natürlichen Wasserweg der Donau hat dazu geführt, die Donau und das Donautal neu wahrzunehmen und zu beurteilen. Die Umweltstation Haus am Strom hat daher zur Aufgabe, die natürliche Nutzung des Donautals und der Donau selbst als natürliche Lebensräume herauszustellen und mit der nachhaltigen Energieproduktion durch den stetigen Lauf des Donauwassers in Beziehung zu setzen. Dabei fällt unmittelbar auf, dass sich die Lebensräume entsprechend der weitgehend durch die Geologie bestimmten kleinteiligen Naturräume im Kerbtal der Donau sehr variabel gestalten. Auch das Kleinklima des Tales wird als bedeutender Faktor für die Lebensräume erkennbar. Das Haus am Strom zeigt dazu einheimische Tierarten wie die Äskulapnatter, die Smaragdeidechse oder diverse Donaufische im Original oder, wie den Biber, den Luchs und den Schwarzspecht, als klassisches Stopfpräparat. Dazu werden Auswirkungen der Eingriffe des Menschen in die Umwelt des Donautals veranschaulicht, zum Beispiel solche die im Ergebnis extreme Hochwasserstände verursachen oder auch jene, die zum Verschwinden des mit bis zu 10 m Länge größten Donaufisches überhaupt führten. Während die Donau anscheinend unendliche Mengen von Wasser am Haus vorbeiführt, fragt die Umweltstation nach der Nachhaltigkeit des menschlichen Umgangs mit Wasser und stellt auch die meist selbstverständliche Wasserverschwendung durch den Menschen zur Diskussion. Die Ressource Wasser steht überall im Mittelpunkt, sei es als Flusslebensraum, als Lebensspender für Tier und Pflanze, als treibende Kraft für den Wasseraufzug des Hauses und das Laufwasserkraftwerk oder als wertvolle Ressource an sich. Die Umweltstation Haus am Strom lädt zur Entdeckung der Bedeutung der Ressource Wasser ein. Am Hotspot Haus am Strom kann zudem die App „Energieerlebnis

Jochenstein“ kostenlos herunter geladen werden. Sie wartet mit Informationen zum Kraftwerk während eines Rundgangs über die Stauwehrranlagen auf. Am österreichischen Ufer kann im Wehrwärterhäuschen eine Ausstellung speziell zum Kraftwerk besichtigt werden.

5.5 Erkundungsrallyes durch die Umweltstation Haus am Strom

Drei unterschiedlich anspruchsvolle Rallyes zur Erkundung des Haus am Strom (Abb. 5-4) und des Kraftwerk Jochenstein (Abb. 5-5) stehen zur Verfügung.

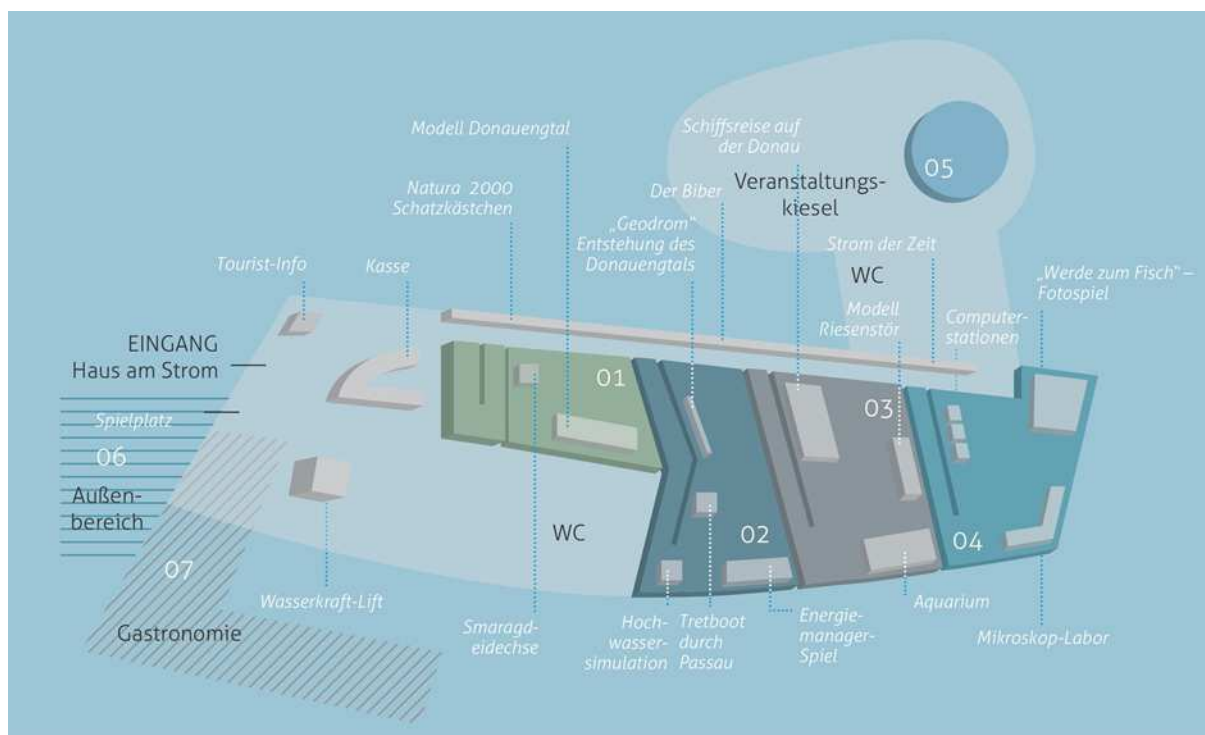


Abb. 5-4: Orientierungsplan für die Umweltstation Haus am Strom.

5.5.1 Erkundungsrallye für die 3. und 4. Jahrgangsstufe (Haus am Strom)

[Link zur Rallye](#) — [Link zur Musterlösung](#)

5.5.2 Erkundungsrallye für die 5. bis 7. Jahrgangsstufe (Haus am Strom)

[Link zur Rallye](#) — [Link zur Musterlösung](#)

5.5.3 Erkundungsrallye für die 9. und 10. Jahrgangsstufe (Kraftwerk Jochenstein)

[Link zur Rallye](#) — [Link zur Musterlösung](#)

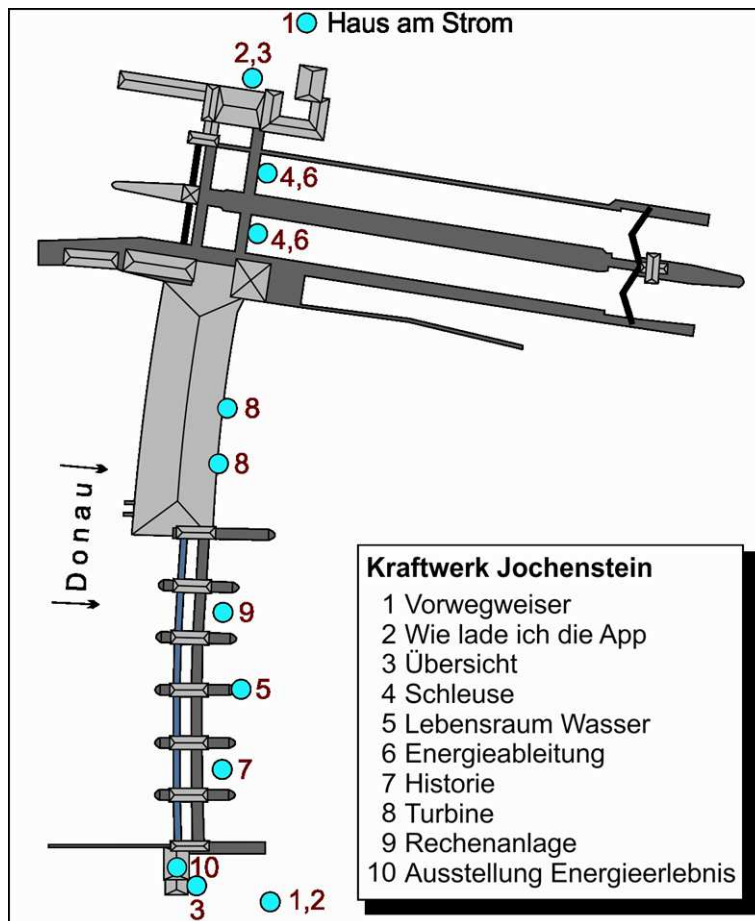


Abb. 5-5: Orientierungsplan für das Kraftwerk Jochenstein.