

## 6 Pythagoras-Kaskade



Der Namen Pythagoras erinnert unwillkürlich an seinen bekannten Lehrsatz und somit an Mathematik. Er war aber auch Philosoph. Als solcher erfand er einen Becher, in dessen Inneren ein System von gegenläufigen Röhren konstruiert ist. Wenn sich der Becher füllt, so steigt die Flüssigkeit auch in den Röhren. Wird eine gewisse Höhe überschritten, so setzt sich ein Saugmechanismus in Gang und der Becher wird in einem Zug entleert.

Mit diesem „Gerechtigkeitsbecher“ vermittelte Pythagoras seinen Schülern das Verhältnis zum richtigen Maß. Der Becher durfte nur bis zu einer bestimmten Höhe mit Wein gefüllt werden.

Wer aber zu gierig war und voll einschenkte, der wurde Opfer eines physikalischen Prinzips. Dieser Becher ist ein Symbol dafür, dass natürliche Ressourcen gleichmäßig aufgeteilt werden müssen. Wer sich davon im Übermaß bedient, besitzt am Ende weniger als zuvor. Ein Sinnbild für Enthaltsamkeit und Gerechtigkeit.

Beim vorliegenden Objekt handelt es sich um drei in Serie geschaltete Pythagoras-Becher, wobei der jeweils obere den unteren füllt. Mit *panta rhei – alles fließt* kommt neben Pythagoras mit Heraklit ein weiterer griechischer Philosoph ins Wort. Sein Ausspruch handelt vom ewigen Werden und sich Verändern der Dinge.

## 7 Wasserlauschen



Über einen grünen Teppich aus Moosen rieselt und tropft Wasser herab. Die dabei entstehende eigentümliche und feine Geräuschkulisse wird mit einem Kupfertrichter aufgefangen und verstärkt.

Das hier belauschte klare und sauerstoffreiche Wasser stammt aus einer Karstquelle, welche am Fuß der Scharwand liegt. Wenn das Wasser aus dem Inneren eines Berges entspringt, dann ist es sehr kühl und erwärmt sich nur selten über 5 °C. Für Lebewesen in oder an solchen Gebirgsbächen bleiben die Lebensbedingungen das Jahr über fast konstant. Charakteristisch für die Besiedlung dieser Kalkbäche ist das Starknervenmoos (*Cratoneurion commutatum*). Am Moos kann reichlich Kalktuff abgeschieden werden. Diese Kalkabscheidung funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die bei der Archimedischen Spirale erwähnte Tropfsteinbildung.



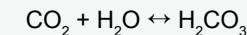
## 8 Archimedische Spirale



Rotierende Körper und Spiralen standen im besonderen Interesse des griechischen Mathematikers Archimedes. Zur Bewegung von Wasser erfand er eine, in einem hölzernen Rohr mit Muskelkraft betriebene Spirale, mit der große Wassermengen über eine geringe Höhe angehoben werden konnten.

Neuerdings in Metall gefertigt, stehen solche Konstruktionen noch heute im Einsatz. Im Orient ist die Archimedische Spirale ein wichtiges Gerät zum Hochpumpen von Wasser zur Bewässerung der Felder. Mittels der Spirale kann aber auch zähflüssiges Material, Beton und Getreide von tieferen in höhere Behälter gepumpt oder auch einfach nur gemischt werden.

Das spielerisch nach oben beförderte Wasser fließt über einen Kalkstein ab und erzeugt eine bizarre Verwitterungsform, den Karst. Die Ursache ist einfache Chemie: Wasser (H<sub>2</sub>O) reagiert mit dem Kohlendioxid aus der Luft (CO<sub>2</sub>) zu Kohlensäure (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), eine schwache Säure, die man auch in erfrischenden Getränken schätzt.



Kommt das kohlenstoffhaltige Wasser (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) mit Kalk (CaCO<sub>3</sub>) in Kontakt, so wandelt sich Kalk in Calciumhydrogencarbonat (Ca[HCO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>) und wird löslich. Das Kalkgestein verwittert.



Möglicherweise trifft dieses Wasser auf eine Höhle. Jetzt setzt sich das Kohlendioxid in die Luft frei, das Wasser tropft von der Decke ab und Kalk lagert sich an der Stelle des abtropfenden Wassers ab. So entstehen Tropfsteine. Die chemische Reaktion verläuft dann in der zur Lösung des Kalks entgegengesetzten Richtung.

## 9 Wasser trägt



Jakob von Altmalte 1860 die Seeklause vom Vorderen Gosausee.

Die Stelle, wo heute eine Schussrinne den See vor dem Überlaufen sichert, wurde

schon seit dem 17. Jhd. für den Bau technischer Anlagen genutzt: Eine Seeklause wurde fast 300 Jahre lang zur Holztrift eingesetzt.

Der größte Teil des in Hallstatt für die Salzgewinnung benötigten Brennholzes wurde im waldreichen Gosautal gewonnen. Der Transport zu den Hallstätter Sudstätten wurde am billigsten und einfachsten mit Hilfe der Wasserkraft durchgeführt. Ein triftiges Argument bei der Kostenersparnis. Um genügend Wasser für den Transport verfügbar zu haben, wurde am Vorderen Gosausee eine Seeklause errichtet, mit der man das Wasser stauen und zum gewünschten Zeitpunkt ablassen konnte. Das Holz konnte dadurch bis zur Hauptklause am Ende des Gosautales und von dort weiter bis zur Gosaumühle am Hallstättersee getriftet werden. Manchmal wurden große Holzmengen von 4000–5000 Raummeter vom Hochwasser innerhalb weniger Stunden in den Gosaumühlrechen transportiert.

Triftbauten waren im Salzkammergut schon am Beginn des 14. Jahrhunderts in Betrieb. Die Klause am Gosausee wurde erstmals 1628 erwähnt, und zwar in einer Rechnung zu deren Ausbesserung. In den Jahren 1895–1905 wurde der Gosaubach reguliert und zum Schutz der Uferbauten durften statt dem zwei Meter langen Triftholz nur mehr Meterscheiter getriftet werden. In Betrieb war die Klause bis 1911. Ab diesem Zeitpunkt wurde der Vorderer Gosausee als Speichersee zur Stromgewinnung umgestaltet. Deshalb konnte von 1911 weg nur mehr bei Schnee- und Hochwasser getriftet werden. Die Brennholztrift wurde 1934 eingestellt, weil die Instandhaltung des Rechens in der Gosaumühle zu teuer wurde.

## 10 Trink Wasser



Mehr als zwei Drittel der Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt. Mit dieser beträchtlichen Menge an flüssigem Wasser ist unser blauer Planet einzigartig im Sonnensystem. Jedoch ist mit 2,53 % nur ein Bruchteil davon Süßwasser, dessen Reserven zum allergrößten Teil in Gletscher und dauerhafter Schneedecke gespeichert sind. Von diesem Vorrat ist wiederum nur eine geringe Menge von 0,13 % der Nutzung durch den Menschen zugänglich.

Rund die Hälfte der Weltbevölkerung lebt heute ohne geregelte Wasserversorgung. Weltweit nimmt der Verbrauch an Wasser zu und infolge dessen auch der Mangel. Der Kampf um die Wasserressourcen ist eine Quelle für internationale Konflikte. Anders als beispielsweise für Erdöl gibt es für die Deckung des Wasserbedarfs keine rohstofflichen Alternativen. Jedem Menschen muss das Recht auf ausreichende Wasserversorgung gewährt werden.

In unseren Breiten wird auf sehr plakativ mit dem Begriff „Wasserschloss Alpen“ Trinkwasser-Ressourcen hingewiesen. Hingegen werden Wasservorräte in Trockengebieten und in der Zukunft können aber auch dicht besiedelte industrialisierte Gebiete in den harten Europas und Nordamerikas zu Wassergebieten werden. Die Gelegenheiten für frisches und reines Quellwasser zu trinken bietet sich nicht oft. Nutzen Sie deshalb den Zeitpunkt und trinken Sie Wasser!

## 11 Eis formt die Landschaft



Während des Hochglazials der letzten großen Vergletscherung (Würmeiszeit) floss die Hauptmasse des Eises der Nord-West-Abdachung des Dachsteins in der direkten Fortsetzung des Tales der Gosauseen in Richtung Abtenauer Becken und weniger in das nach Norden verlaufende

Gosautal. Diese Abflussrichtung änderte sich aber grundlegend während des Spätglazials (um 17.000 vor heute): Die Mächtigkeit des Eises nahm ab und das Eis floss von Süden nach Norden durchs Gosautal und traf bei der Gosaumühle auf den Traungletscher. Zwischen 17.000–16.000 vor heute war der Gosaugletscher isoliert und reichte nur noch bis zum Ende des heutigen breiten Tales etwa auf Höhe des Bärenbaches. Um ca. 16.000 vor heute waren die Kargletscher des Gosaukamms vom Gosaugletscher getrennt und um ca. 14.000 vor heute füllte der Gletscher das Becken des Hinteren Gosausees aus mit einer schmalen Zunge bis zur Gosau-Lacke. Zwischen 13.000–12.000 vor heute reichte die Gletscherzunge gerade noch bis zum Hinteren Gosausee. Der Rückzug der Gletscher erfolgte nicht gleichmäßig, sondern Abschmelz- und kurze Vorstoßphasen.



## INFORMATION



Gosausee  
Wasserleben

Eine Beschreibung des  
Themenweges um den  
Vorderen Gosausee

## Einleitung

## Panoramabeschreibung Wegbeschreibung

## 1. Strom durch Bewegung Bewegung durch Strom

## 2. Wasser - Farben Klang - Bogen

## 3. Wasser ist Energie

## 4. Zwei Atome Wasserstoff – Ein Atom Sauerstoff

## 5. Meer wird zu Stein

In Gosau ist Wasser nichts Besonderes; allgegenwärtig und als unerschöpfliche Ressource vorhanden, jederzeit verfügbar und somit etwas Selbstverständliches und Gewöhnliches. Doch der Schein trügt. Wie keine andere Substanz ist Wasser die Ursache vielfältigster Wirkungen und Erscheinungen. „Wasser ist der Urstoff, aus dem alles hervorgegangen ist“ erkannte der griechische Philosoph Thales von Milet schon sechs Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung. Tatsächlich gibt es überall auf der Erde Leben, wo Wasser ist. Mikroorganismen leben am Meeresboden an den Wänden von Tiefseeschloten bei Temperaturen bis zu 113 °C ebenso wie bei -90 °C in der Antarktis. Wo Wasser auftritt, garantiert es Leben und Veränderung. Die zahlreichen Facetten von Wasser wieder ins

Bewusstsein zu rufen ist Ziel des Themenweges am Vorderen Gosausee. Entlang des Rundweges kann man anhand von elf Objekten Grundlegendes übers Wasser erfahren und erleben. Weil am jeweiligen Objekt mit nur wenigen Schlagworten direkt auf das Thema hingewiesen wird, erscheint es sinnvoll, die näheren Hintergründe in diesem Folder zu erklären. Dem interessierten Besucher wird hiermit die Möglichkeit angeboten, sich näher mit den verschiedenen Themen zu beschäftigen. Die Standpunkte der elf Objekte sind auf einer Übersichtstafel am Vorplatz des Vorderen Gosausees vermerkt. An dieser Tafel findet man auch Erläuterungen zum Panorama der umliegenden Berge. Für den Wanderweg um den See sind ca. 1½ Stunden einzuplanen.

Das Projekt Gosausee WaSerleben wurde ermöglicht durch freiwillige Leistungen und die Unterstützung der Gemeinde Gosau,

**ENERGIE AG**  
Oberösterreich

**ÖBF**  
Österreichischer  
Bund für  
Wasserbau  
UND ZIVILNATURZUHAUSE IST



Ein Projekt von GEOWAG  
(Geo-Wanderwelt Gosau/Dachstein)  
Konzept und Text: Dr. Robert Reiter und EAG  
Grafik, Fotos: GTS/Gamsjäger, DORIS-Orthofoto



Die Nutzung der Wasserkraft im Gosautal fällt in die Pionierzeit der österreichischen Elektrizitätsversorgung. Bereits im Jahre 1910 wurde die Kraftwerksstufe Steeg in Betrieb genommen, das Kraftwerk Gosau begann 1913 mit der Stromproduktion. Das Kernstück der Kraftwerksgruppe ist aber der Vordere Gosausee, welcher als Jahresspeicher genutzt wird. Dieser Karstsee wird einerseits über eine Vielzahl von unterirdischen Zu- und Abflüssen auf natürlichem Wege gefüllt und entleert, andererseits kann der See über Pumpen und Turbinen aufgefüllt und entleert werden. Damit ist gewährleistet, dass der Karstsee im Frühjahr und Frühsommer durch das anfallende Schmelzwasser aufgefüllt wird und im Herbst und in den Wintermonaten, bei erhöhtem Energiebedarf, technisch abgearbeitet wird.

Mehr als 15.000 Familien-Haushalte können jährlich mit Strom aus den drei Kraftwerken der Gosauwerke (KW Gosau, KW Gosauschmied, KW Steeg) versorgt werden. Neben der Versorgung des regionalen Leitungsnetzes wird seit dem Jahr 1923 die Salzkammergutbahn durch zwei Turbinen des Kraftwerkes Steeg mit Strom beliefert.

Durch die Errichtung und den Betrieb der Kraftwerke im Gosautal ist es gelungen, die Bedürfnisse der Natur und die des Menschen ins Gleichgewicht zu bringen. Erleben Sie die Zusammenhänge und genießen Sie die Bewegung des Wassers.

Die natürlichen und technischen Wasserwege des Gosautales können anhand eines stark vereinfachten Modelles nachvollzogen werden. Die Seen sind als Zylinder dargestellt, Rinnen symbolisieren die Bäche, Rohre stellen Stollen und Rohrsysteme dar und letztlich werden die Kraftwerke als Würfel veranschaulicht. Grüne Elemente bedeuten natürliche Wasserwege, die blaue Farbe kennzeichnet die Drucksysteme (Stollen im Gebirge und Rohrleitungen), die Energieumwandlung wird über die rote Farbe symbolisiert.



Ein Spiel mit Wörtern und Materialien bildet den Ausgangspunkt dieses Objektes. An einem Holzbogen hängen mit bunt gefärbtem Wasser gefüllte Glaszylinder. Dass Wasser eine Flüssigkeit ist, ist trivial. Aber nicht nur Wasser ist eine Flüssigkeit, sondern auch die Substanz, in der sie hier aufbewahrt wird, nämlich das Glas. Es besitzt aber einen so hohen Grad an Zähflüssigkeit, dass es in tausend Jahren nur 1 mm fließt. Trotz flüssigkeitsähnlicher Struktur ist deshalb Glas als fester Körper zu bezeichnen. Erwärmt man Glas, so geht es mit steigender Temperatur ohne sprunghafte Änderung seiner Eigenschaften in einen weichen und schließlich flüssigen Zustand über. Skurrilerweise kann man demnach eine Flüssigkeit (Wasser) in einer anderen Flüssigkeit (Glas) aufbewahren.

WasserKlang: Die Wassersäulen können durch Schläge zum Klingen gebracht werden.

KlangFarben: Die Klangfarbe von Musikinstrumenten ermöglicht eine charakteristische Wahrnehmung der verschiedenen gespielten Töne.

KlangBogen: Unter diesem Titel wird in Wien ein alljährliches Musikfestival organisiert. Ein Klangbogen kann sich aber auch zwischen zwei Musikrichtungen spannen.

WasserFarbenBogen: Dieser Wortkombination am nächsten steht der Regenbogen mit seinen sieben sprichwörtlichen Farben.



Peltonräder stellen das Herzstück von Wasserkraftwerken mit großer Fallhöhe dar. Bevor Wasser in der Turbine auf das Laufrad trifft, finden verschiedene Umwandlungsprozesse statt. Das Wasser wird von grobem Schmutz gereinigt, in Stollensystemen geführt, in Rohrleitungen unter Druck gesetzt und in einer Düse beschleunigt. Mit hoher Geschwindigkeit trifft es dann auf die metallenen Becher und gibt die gesamte Energie dem stählernen Laufrad, welches sich dadurch mit hoher Drehzahl bewegt. Diese Drehbewegung wird benötigt, damit der an der Turbinenwelle befestigte Generatorrotor, der als Magnet wirkt, in der Draht-Wicklung des Generatorstators Spannung induziert. In Verbindung mit diesem physikalischen Prinzip (Induktionsprinzip) wird aus der Kraft des heimischen Wassers ein großer Teil des österreichischen Strombedarfes abgedeckt.

**Spüren Sie die Kraft des Wassers, indem Sie Wasser über die Becher fließen lassen.**

Durch die Kraft des Wassers kann ein 1,5 Tonnen schweres Peltonlaufrad mit Leichtigkeit bewegt werden.



Reines Wasser ist eine durchsichtige, geruch- und geschmacklose, elektrisch neutrale Flüssigkeit... und somit offensichtlich langweilig. Langweilig ist Wasser aber nicht! Es besitzt eine Reihe von Eigenschaften,

welche diese Flüssigkeit einmalig machen. Beispielsweise ist das Wassermolekül elektrisch zwar neutral, aber die Ladungsverteilung im Molekül ist nicht gleichmäßig, sondern eine Seite ist positiv, die andere negativ geladen. Durch die ungleiche Ladungsverteilung wird infolge wechselseitiger elektrostatischer Anziehung die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Wassermolekülen ermöglicht. Diese Bindung ist zum Beispiel essentiell für die räumliche Struktur der DNA als Doppelhelix und somit die Grundlage allen Lebens.

- $\epsilon = 80,18$ : Wasser besitzt eine der höchsten Dielektrizitätszahlen ( $\epsilon$ ) aller Flüssigkeiten und ist daher eines der besten Lösungsmittel für polare Verbindungen (z. B. Salze). Aber auch Gase werden von Wasser gelöst. Für Lebewesen von besonderer Bedeutung sind der Sauerstoff- und der Kohlendioxidgehalt von Gewässern.
- $c = 4,187 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ : Die Wärmekapazität ( $c$ ) von Wasser ist 2-3mal so hoch wie die vieler anderer Lösungsmittel, weshalb es Temperaturschwankungen relativ langsam folgt. Beispielsweise wirken Gewässer klimatisch ausgleichend.
- $\sigma = 71,96 \cdot 10^{-3} \text{ N m}^{-1}$ : Dass Wasser eine hohe Oberflächenspannung ( $\sigma$ , griechisch *sigma*) besitzt, ist wichtig für die Ausbildung plasmatischer Grenzflächen. Sie ist Ursache für die Kugelform kleiner Tröpfchen, der Kapillarität und der Grund, weshalb sich Wasserläufer auf der „Oberflächenhaut“ von Wasser aufhalten können.
- $\rho = 999,97 \text{ kg m}^{-3}$  bei 4 °C: Wasser hat sein Dichtemaximum ( $\rho$ , griechisch *rho*) nicht bei 0 °C, sondern bei 4 °C; weshalb Eis schwimmt. Daher frieren Gewässer von oben und nicht von unten her zu, was für die Lebensbedingungen von Tieren und Pflanzen in ihnen von entscheidender Bedeutung ist.



Auf einem Meeresboden lagert sich so manches ab. Geröll wird vom Festland über Flüsse in die Meere verfrachtet. Gips und Salz bilden sich durch Kristallisation aus gesättigten Lösungen. Viele Tiere und manche Pflanzen bauen schützende Schalen und Gehäuse aus Calciumcarbonat. Nach deren Tod zerfallen

diese Hartteile und sammeln sich am Meeresboden als Kalksand und -schlamm. Während langer erdgeschichtlicher Zeiträume sammelten sich so jene enormen, mehrere tausend Meter dicken Kalkmassen an, aus denen die Kalkalpen aufgebaut sind. Die lockeren Ablagerungen werden unter der Last der ständig weiter aufgeschichteten Massen zusammengepreßt. In den Porenräumen kristallisiert Kalkspat und andere Mineralien aus und überziehen und verbinden die Sedimentpartikel zu festem Gestein. Fossilien verbleiben als Information aus einer fernen Vergangenheit im Gestein.

250-200 Millionen Jahre vor unserer Zeit (Trias) waren am Rand des (Thethys-) Ozeans ausgedehnte Riffe und Lagunen zu finden. Riffe wurden aus Kalkschwämmen und Korallen aufgebaut. Der Gosaukamm mit seinen fossilisierten Korallen (Bild unten) ist unschwer als solches Riff zu identifizieren. In der hinter dem Riff liegenden Lagune entstand der gebankte Dachsteinkalk. Hier war auch der Lebensraum der großen Dachsteinmuscheln „Kuhtrittmuschel“ oder „Megalodonten“ (Bild oben). Die Gosauschnecke mit Gattungsnamen „Trochactaeon“ ist mit einem Alter von 100 bis 120 Millionen Jahren etwas jünger als die „Megalodonten“. Das ist die Zeit der Oberkreide. Gelebt haben sie im Brackwasser von Flussmündungen.

