

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

Filmskript: Kalkstein und Verkarstung

Ein Film von Dirk Neumann

TC	Text
00:02	Tropfsteinhöhlen – unterirdische Zauberreiche mit märchenhaften Formationen - aus Kalk!
00:15	Titeleinblendung
00:22	Eine Vielzahl unterschiedlicher Formen und Strukturen sind hier entstanden – alle aus dem gleichen Grundmaterial: Kristallen aus Kalziumkarbonat.
00:40	Solche Kristallskulpturen bilden sich aber nur dort, wo Wasser in die Höhle eindringt. Das Wasser hat zuvor Kalk und Mineralien aus dem darüber liegenden Gestein gelöst und lagert das Material ganz langsam Tropfen für Tropfen in der Höhle wieder ab.
01:03	Es dauert Jahrhunderte, bis daraus solche Tropfsteine werden. Die, die von der Decke nach unten hängen, heißen Stalaktiten.
01:16	Wachsen sie vom Boden nach oben, nennt man sie Stalagmiten.
01:24	Wenn sich die beiden treffen und eine Säule bilden lautet der Fachbegriff dafür Stalagmat.
01:33	Wasser, das langsam an der Felswand entlang rinnt, lässt manchmal so genannte Vorhänge entstehen. Hier der erste Ansatz -
01:43	und hier ein deutlich älteres Exemplar. Die Farbbänder zeigen wann das Wasser mehr und wann weniger Lehm oder farbige Mineralien mit in die Höhle brachte.
02:00	In diesen grauen Felsen steckt der „Rohstoff“ für Tropfsteine und Co. Es ist Millionen Jahre altes Kalkgestein. Wasser, das von oben durch die Ritzen dieser Steine fließt, löst die Felsen zum Teil auf und transportiert den Kalk in die unterirdischen Hohlräume. Alle Varianten dieser Tropfsteinformen nennt man Sinter.
02:29	In ausgebauten Schauhöhlen kann man solche Sinterformationen auch als ganz normaler Tourist bestaunen.
02:39	Die Attahöhle in Attendorn im Sauerland ist die meistbesuchte Tropfsteinhöhle Deutschlands. Über 150.000 Interessierte gehen hier jedes Jahr unter die Erdoberfläche.

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

02:54	Im Sauerland konnte eine solche Höhle deshalb entstehen, weil die hügelige Landschaft hier zu einem großen Teil aus Kalkstein besteht. Aber wie kam dieser Kalk hierher?
03:08	Vor 380 Millionen Jahren im Erdzeitalter Devon stand hier alles unter Wasser. Ein warmes Meer lag über dem heutigen Sauerland, in dem es von Meerestieren mit Kalkschalen nur so wimmelte: Seelilien, Brachiopoden, Korallen, Muscheln.
03:27	Ihre Schalen sammelten sich am Meeresgrund, wurden über Jahrmillionen fest zusammengepresst von Schichten, die später darüber abgelagert wurden. Daraus entstand schließlich das Kalkgestein, dem man heute im Sauerland begegnen kann.
03:44	Meist ist es unter dem Boden verborgen aber an manchen Stellen, wie hier im Hemer Felsenmeer, liegt das Gestein direkt an der Oberfläche.
03:57	Diese Formenvielfalt ist entstanden, weil zum Einen Regen, Wind und Wetter lange an den Felsen „genagt“ haben – sie sind stark verwittert. Zum Zweiten haben Menschen schon im Mittelalter zwischen den Kalksteinen nach Eisenerz gegraben und so den Untergrund „umgeschichtet“.
04:21	Im Südwesten Deutschlands trifft man auf ein ganzes Mittelgebirge aus Kalkfelsen: Die Schwäbische Alb!
04:31	Hier ist das Gestein mehrere hundert Meter mächtig...
04:40	...und wird mancherorts kommerziell abgebaut.
04:47	Im Steinbruch Vohenbronnen bei Schelklingen wird Gestein auf einer Fläche von 82 Hektar abgetragen. Das entspricht etwa 100 Fußballfeldern!
05:02	Jährlich werden hier 2 Millionen Tonnen Gestein gewonnen. Um an den begehrten Rohstoff zu gelangen, ist eine explosive Mischung nötig:
05:14	In 8 m tiefen Bohrlöchern werden zwei verschiedene Sorten Sprengstoff versenkt.
05:20	Eine heikle Aufgabe, die die Sprengmeister mit äußerster Sorgfalt und Vorsicht ausführen.
05:30	Nach dem Verlegen der Zündkabel drückt der Sprengmeister in sicherer Entfernung auf den Auslöser.

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

05:45	Auf Knopfdruck werden so 15.000 Tonnen Kalkstein bereit gemacht für den Abtransport. Aber wozu der ganze Aufwand? Was kann man mit diesem Material anfangen? Nach Mauersteinen oder Ziegeln sieht es eher nicht aus - trotzdem kann man aus diesen Steinen Häuser bauen!
06:07	Riesige Schwerlastkraftwagen transportieren das Material zur Weiterverarbeitung. Diese Ungetüme wiegen selbst schon 90 Tonnen und können noch einmal bis zu 90 Tonnen Ladung tragen.
06:22	Die Felsen aus diesem Steinbruch sind besonders reich an Calcium, Silicium und anderen Stoffen, die - im richtigen Verhältnis kombiniert – einen hochwertigen Baustoff ergeben. Per Förderband geht es in die nahe gelegene Fabrik. Hier werden die Steine zermahlen, vermischt und stark erhitzt. Das Ergebnis: Zement! Rohstoff für hochmoderne Bauten, gewonnen aus dem uralten Untergrund der Schwäbischen Alb.
06:57	Auch die mächtigen Kalkschichten der Alb sind ein Produkt des Meeres.
07:03	Ein Beweis dafür sind Fossilien, wie dieser Ammonit. Seine Schale ähnelt zwar der einer Schnecke...
07:13	...in Wahrheit waren Ammoniten aber Verwandte der Tintenfische und Kraken.
07:21	Wie im Sauerland besteht auch der Kalk der Alb aus den Überresten von Meeresbewohnern – allerdings aus einer deutlich jüngeren Epoche: dem Jura! Von etwa 200 bis 150 Millionen Jahren vor heute, war diese Gegend von einem tropischen Meer bedeckt, in dem sich neben Korallen, Schwämmen und Muscheln auch viele Ammoniten tummelten. Die Schalen der Ammoniten von damals finden sich als Kalk im Gestein von heute.
07:57	Die Kopffüßer waren aus gutem Grund gepanzert:
08:04	Ichthyosaurier, die flinken Jäger des Jurameers. Der Name „Fischsaurier“ ist fast ein bisschen irreführend. Sie waren Reptilien, ähnelten aber in mancher Hinsicht sogar Meeressäugern, wie Delphinen: Sie mussten nicht nur auftauchen, um Luft zu holen, sondern brachten lebende Junge zur Welt und waren vermutlich sogar warmblütig.
08:29	Dass wir so viel über die Tierwelt von damals wissen, verdanken wir unter anderem einem ganz besonderen Fundort auf der Schwäbischen Alb: Im Schiefer von Holzmaden finden wir besonders gut konservierte Fossilien. Diese Schichten des Schwarzen Jura sind um die 180 Millionen Jahre alt.

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

08:53	Das Sediment des Meeresbodens war hier besonders fein und schlammig – wenn also ein Tier verendete und auf den Grund sank, standen die Chancen gut, dass es von einer luftundurchlässigen Schlammschicht bedeckt wurde, bevor der Zersetzungsprozess weit voranschreiten konnte.
09:20	So blieben zum Teil sogar Weichteile erhalten und mit viel Geduld und Akribie gelang es Bernhard Hauff 1892 erstmals die Hautumrisse eines Ichthyosauriers frei zu legen.
09:47	Wissenschaftler in aller Welt wurden daraufhin auf Holzmaden aufmerksam. Bernhard Hauff suchte und präparierte weiter. Er verkaufte seine Fossilien an namhafte Naturkundemuseen rund um den Globus, richtete aber auch in Holzmaden ein eigenes Museum ein, das noch heute – erweitert und modernisiert – interessierten Besuchern die Schätze des Jurameers präsentiert.
10:19	Bis so ein Fossil ausgestellt werden kann, ist es ein weiter Weg.
10:25	So kommt es aus dem Steinbruch. Nur ein Experte ahnt, dass sich hier etwas verbirgt.
10:31	Dann kommen Hammer und Meißel zum Einsatz.
10:37	Mit einem so genannten Grabstichel geht es weiter.
10:43	Schritt für Schritt werden die Geräte immer kleiner und die Arbeit diffiziler. Auch etwas, das erschreckend an einen Zahnarztbohrer erinnert, kommt zum Einsatz.
11:01	Die letzten Feinheiten werden mit einem Sandstrahler herausgearbeitet. Dabei macht sich der Präparator zu Nutze, dass das Fossil selbst etwas härter ist als das umgebende Gestein.
11:18	Mehr als ein Jahr sorgfältigste Handarbeit steckt in diesem Meereskrokodil.
11:27	Spannende Details sind zu erkennen: Hier die Luftröhre des Krokodils
11:33	Und ein Seeigel der an der Leiche knabberte und dann selbst verschüttet wurde.
11:39	Dass solche Fossilien überhaupt ans Tageslicht kamen, war nur der „Nebeneffekt“ eines ganz anderen Vorhabens:
11:48	Um 1900 sollte aus dem Schiefer Öl gewonnen werden. Das war aber nicht so profitabel

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

	<p>wie gedacht. Lohnenswerter waren die Fossilien, die erstmals in diesem Museumsbau von 1936 in Holzmaden ausgestellt wurden. Noch heute kann man hier unter anderem die weltweit größte jemals gefundene Seelilienkolonie bewundern – keine Pflanzen, sondern Verwandte der Seesterne, die mit ihren gefiederten Ärmchen Plankton aus dem Wasser filterten.</p>
12:24	<p>Auf den Gipfeln der Schwäbischen Alb thronen einige Burgen.</p>
12:29	<p>Eine davon ist das Schloss Lichtenstein. Es sieht aus wie aus dem Mittelalter, wurde tatsächlich aber erst 1842 errichtet – aus Steinen, die eine ganz besondere Entstehungsgeschichte haben.</p>
12:49	<p>In den Flusstälern am Nordrand der Alb ist dieses Baumaterial entstanden. Bei Bad Urach in Seeburg haben die Bewohner in mühsamer Handarbeit seit Jahrhunderten tiefe Löcher in ihr Dorf gegraben. Denn dort fanden sie ihn: Den Tuffstein!</p>
13:13	<p>Schon im 13. Jahrhundert wurde hier Tuffstein abgebaut. Bereits damals mit dem so genannten Krääl – einer Art Spitzhacke. Diese Methode hielt sich bis in die 1950er Jahre.</p>
13:30	<p>Entlang einer vorher markierten Linie wird eine Nut in den Felsen gehauen. Tuff ist ein leichter, eher weicher Stein und deshalb gut zu bearbeiten. Dennoch braucht man einen ganzen Tag, um so einen Block heraus zu lösen.</p>
13:48	<p>Schließlich treibt der Steinbrecher Eisenkeile mit einem Vorschlaghammer in die Unterkante des Felsens.</p>
14:09	<p>Ist der Stein aus dem Felsen heraus gebrochen, wird er noch auf die gewünschte Größe und Form zurecht gesägt.</p>
14:31	<p>So erhält man Steine, die man vermauern kann.</p>
14:39	<p>Viele Kirchen, Rathäuser aber auch ganz normale Wohnhäuser in Württemberg wurden aus Tuff gebaut.</p>
14:48	<p>Er ist gut zu bearbeiten, leicht und doch extrem stabil und verwitterungsfest.</p>
14:57	<p>Tuffsteine von der Schwäbischen Alb wurden aber nicht nur hier in der Region verbaut. Von Seeburg und anderen Steinbrüchen gingen sie auch hinaus in die weite Welt. So wurde 1936 beim Bau des Olympiageländes in Berlin auch Tuff von der Alb verwendet.</p>
15:19	<p>Die Tribünen auf dem so genannten „Maifeld“ sind nach immerhin 80 Jahren noch gut in</p>

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

	Schuss. Die Widerstandsfähigkeit dieses Materials hängt mit seinem Entstehungsprozess zusammen:
15:33	Dieser Tuff besteht aus Kalk – allerdings aus Kalk, der früher in den massiven Felsen steckte und später vom Wasser gelöst, hierher transportiert und abgelagert wurde – ähnlich wie bei der Entstehung von Tropfsteinen und anderen Sinterformationen.
15:51	Wenn Wasser Kohlendioxid aus der Luft aufnimmt, wird es leicht sauer und kann so Kalk lösen.
15:59	Ein kleines Experiment: Pulverisierter Kalk trifft auf Mineralwasser. Dank CO ₂ ist dieser Sprudel leicht sauer und kann den Kalk auflösen. Er „verschwindet“ – ist im Wasser nicht mehr zu sehen!
16:23	Wenn man nun aber die Lösung umrührt und das CO ₂ in die Luft entweicht, wird das Wasser weniger sauer und kann deshalb den Kalk nicht mehr „festhalten“.
16:37	Nach einiger Zeit fällt der Kalk aus und lagert sich in weißen Schlieren an Rand und Boden des Gefäßes ab.
16:47	Das gleiche passiert am Bach: Gerade an Wasserfällen entweicht das Kohlendioxid aus dem Wasser und der Kalk setzt sich Schicht für Schicht als neuer Tuffels ab!
16:58	Moos beschleunigt den Prozess um ein Vielfaches. Pflanzen brauchen Kohlendioxid zum Wachsen und holen es sich aus Luft und Wasser.
17:10	Das Moos saugt das hier orange dargestellte CO ₂ aus einem Wassertropfen regelrecht ab. Daraufhin fällt der Kalk aus, bildet Krusten auf dem Moos und wächst so zu Tuff heran.
17:31	Über Jahrtausende entstehen so in den Tälern neue Felsen aus dem Kalkstein, den das Wasser zuvor auf den Höhen abgetragen hat.
17:45	Die Donau ist einer der Flüsse, die mit ihrer Erosionskraft die Schwäbische Alb formen. Eigentlich sieht alles danach aus, als würde der Fluss hier beschaulich vor sich hin plätschern. Doch zwischen Immendingen und Tuttlingen geschieht Mysteriöses: Im Sommer verschwindet die Donau!
18:12	Was aussieht wie ein geschotterter Feldweg ist in Wahrheit tatsächlich das Flussbett! Hier liegt die Donauversickerung.

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

18:22	Wasser der Donau versickert im Untergrund. Aber wo fließt es hin? Mit ungiftigen Farbstoffen können Hydrologen überprüfen, wo das eingefärbte Wasser wieder zum Vorschein kommt.
18:41	Das Flussbett der Donau grenzt hier an ein unterirdisches Höhlensystem, durch das das Wasser 12 km nach Süden fließt. Gut 100 Höhenmeter tiefer kommt es wieder ans Tageslicht – im Aachtopf!
18:59	Der Aachtopf ist eine Karstquelle aus der in Spitzenzeiten bis zu 24.000 Liter pro Sekunde sprudeln. Das ist nicht allein Donauwasser. Die Quelle hat ein großes Einzugsgebiet – „holt“ sich aber bis zu 5000 Liter Wasser pro Sekunde aus der Donau. Dieses Donauwasser fließt über die Aach in den Bodensee, von dort in den Rhein und über den Rheinfluss schließlich in die Nordsee. Auf der Landkarte sieht das so aus:
19:29	Hinter Immendingen verschwindet das Wasser, kommt im Aachtopf wieder zum Vorschein, fließt über den Bodensee in den Rhein und landet nach gut 1000 Kilometern in der Nordsee...
19:43	...im Gegensatz zum weit größeren Teil des Donauwassers, das nach Osten fließt und schließlich ins Schwarze Meer mündet.
19:54	Wenn die Donau sowieso nicht sehr viel Wasser führt – im Hochsommer zum Beispiel - dann verschwindet sie zwischen Immendingen und Tuttlingen komplett. Alles was ankommt versickert unterirdisch Richtung Aachtopf - fließt also zur Nordsee - und das Flussbett fällt trocken.
20:10	Allerdings sollte man immer darauf gefasst sein, dass ein ordentliches Sommergewitter irgendwo flussaufwärts den Pegel in nur wenigen Minuten wieder stark ansteigen lassen kann.
20:31	Auch an vielen anderen Stellen auf der Alb fließt Wasser durch den Untergrund, gräbt sich durch den Kalkstein und hinterlässt dabei seine Spuren. Höhlen entstehen durch die Arbeit des Wassers!
20:47	Eine davon ist die Falkensteiner Höhle bei Grabenstetten.
20:52	Höhlenforscher haben sie bisher auf einer Länge von 4000 Metern vermessen. Das besondere: Es ist eine „aktive“, wasserführende Höhle – hier kann man also den Entstehungsprozess einer Höhle beobachten.

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

21:13	In der Höhle herrschen egal zu welcher Jahreszeit nur etwa 9 Grad Celsius. Entsprechende Schutzkleidung ist auf so einer Expedition also unerlässlich. Und manche Passagen sollte man definitiv nur den Profis überlassen.
21:34	Hier „regnet“ es von der Decke. Es ist auch tatsächlich Regenwasser, dass sich durchs Gestein seinen Weg nach unten bahnt. Es fließt entlang von Rissen im Fels und trägt dabei jedes Mal winzige Mengen Kalk ab. Trifft das Wasser dann auf einen Bereich mit etwas weicherem Gestein, kann es hier leichter „aushöhlen“, nimmt den Weg des geringsten Widerstands und formt so über Jahrtausende Höhlen tief unter der Erdoberfläche.
22:08	Fast alle Höhlen entstehen durch die Kraft des Wassers, aber die meisten von ihnen fallen irgendwann trocken. Ein Beispiel ist der Hohle Fels bei Schelklingen.
22:23	Für ihn interessieren sich Archäologen der Universität Tübingen, denn der Hohle Fels war schon vor 40.000 Jahren ein trockener Zufluchtsort und bot Schutz vor Wind und Wetter. Deshalb wurde diese Höhle immer wieder von Menschen der Steinzeit aufgesucht. Der Beweis dafür sind Alltagsgegenstände, die sie hier zurück ließen.
22:47	Sehr vorsichtig wird Schicht um Schicht frei gelegt.
22:54	Im Höhlenlehm finden die Wissenschaftler unter anderem Steinwerkzeuge.
23:04	Dank solcher Funde lassen sich viele Aspekte des Lebens der Steinzeitmenschen rekonstruieren.
23:13	Vor etwa 40.000 Jahren gab es einen deutlichen Entwicklungssprung in der Geschichte der Menschheit. Ihre Werkzeuge und Waffen wurden technisch immer ausgefeilter und die Menschen befassten sich auch mit Dingen, die sie nicht unbedingt zum Überleben brauchten - sie malten zum Beispiel!
23:34	Die Farben gewannen sie aus Naturstoffen – etwa aus Ocker, Röteln, Kohle und Kalkweiß.
23:45	Auch ihre Werkzeuge wurden immer fortschrittlicher. Mit extrem scharfen Feuersteinklingen konnten sie ein Pferd fast so gut zerlegen wie ein Metzger heute - Fleisch, Fell und Sehnen abtrennen. Der Beweis: 30.000 Jahre alte Original-Schnittspuren an einem Pferdeknöchel!
24:18	Sie waren nicht nur Jäger und Sammler – die Menschen der Steinzeit hatten auch Zeit

Geo-Tour (Reihe)
 Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
 4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

	und Muße für Musik und Kunst.
24:31	Sie schufen wunderschöne, kleine Tierfiguren, wie dieses Mammut – geschnitzt aus Mammutelfenbein und gut 35.000 Jahre alt.
24:47	Auch die frühesten je gefundenen Musikinstrumente der Menschheit stammen von der Schwäbischen Alb. Bis heute haben Archäologen acht verschiedene Flöten aus Knochen und Elfenbein entdeckt.
25:14	Hier das Original einer 38.000 Jahre alten Knochenflöte gefunden im Hohle Fels.
25:25	Bei genaueren Untersuchungen konnten die Wissenschaftler fest stellen, von welchem Tier dieser Knochen stammt:
25:34	Die Analysen ergaben: Der hohle Knochen war einst die Speiche eines Vogelflügels - und zwar eines Vogels mit beachtlicher Spannweite.
25:47	Die „Quelle“ der Flöte war ein Gänsegeier!
25:54	Auch die Geier profitierten damals von den Kalkfelsen: Hier fanden sie unzugängliche aber geschützte Überhänge als ideale Nistplätze.
26:05	Nicht nur Mensch und Tier – gerade auch die Pflanzenwelt wird stark vom Gestein unter der Humusschicht beeinflusst. Auf den wasserdurchlässigen, nährstoffarmen Kalkböden der Alb heißt das, dass hier vor allem anspruchslose Gräser, Kräuter und Blumen wachsen, die auch mit längerer Trockenheit klar kommen. Dazu gehören so seltene Arten wie die Fliegenragwurz und andere Orchideen.
26:35	An sonnigen Hängen gedeiht die Silberdistel. All diese Pflanzen überleben aber nur, wenn ihre Konkurrenz – die Gräser - klein gehalten werden.
26:49	Um die spitzen, pieksenden Blätter des Wacholders machen die Schafe allerdings einen Bogen und so wurde diese Pflanze typisch für solche Landschaften und gab ihnen ihren Namen: Wacholderheide!
27:08	Die Schafhaltung war bis ins späte Mittelalter eine Art Überlebensstrategie der Albbewohner. An Stellen wo Ackerbau wegen des besonders steinigen Bodens nicht möglich war, wuchs immerhin noch genügend Gras, um Schafe zu ernähren.

Geo-Tour (Reihe)
Kalkstein und Verkarstung (Sendung)
4686552 (DVD-Signatur Medienzentren)

27:27	<p>Kein Brot – aber Fleisch und Wolle!</p> <p>Dieser Rohstoff Wolle legte auf der Schwäbischen Alb den Grundstein für einen ganzen Industriezweig: Schon im 18. Jahrhundert gab es hier Textil-Manufakturen.</p>
27:47	<p>Auf diese historischen Wurzeln lassen sich manche der Kleidungshersteller zurück führen, die noch heute auf der Schwäbischen Alb Stoffe stricken, zuschneiden, vernähen und so zum Beispiel Unterwäsche herstellen – wie hier bei der Firma Mey in Albstadt-Lautlingen.</p>
28:13	<p>Mit einer Vakuumpumpe werden mehrere Lagen Stoff auf dem Tisch fest gehalten und mit einem Computer-gesteuerten Messer zugeschnitten.</p>
28:26	<p>Anschließend werden die Einzelteile im Nähsaal zu den verschiedenen Endprodukten zusammengefügt.</p>
28:40	<p>Arbeitsplätze und Unterhosen, die letztlich irgendwie mit Höhlen, Felsen und Kalksteinen zusammen hängen.</p>
28:49	<p>Meist denken wir gar nicht daran, aber die Geologie unter unseren Füßen hat großen Einfluss auf unsere Umwelt und auf unser Leben.</p>
29:05	<p>Es lohnt sich also Felsen und Gesteine öfter einmal genauer unter die Lupe zu nehmen – gerade bei Kalkstein in seinen verschiedenen Formen!</p>