



Der Goldene Nagel im Karwendel

Wie ein unscheinbarer Fels am Kuhjoch zum Maßstab der Erdgeschichte geworden ist.

VON DAGMAR RÖHRlich

Ein Wanderer hätte sich im Herbst 2010 über einen Anblick gewundert. Über einen Bagger auf 1.760 Meter Höhe. Mitten im Nirgendwo, auf einem Joch im Karwendelgebirge. Weit weg von jeder Straßen- oder Seilbahnbaustelle. Im Herbst 2010 hatte ein Hubschrauber die Maschine zum Kuhjoch hinaufgefliegen: um Erdgeschichte freizulegen. „Bis dahin hatten wir ein paar Sommer lang zusammen mit Studenten und Doktoranden Verwitterungsschutt mit Spaten und Hacke abgetragen, um ein Gesteinsprofil freizulegen“, erinnert sich Sylvain Richoz, Geologe an der Universität Lund und damals Forscher an der Österreichi-

schen Akademie der Wissenschaften. Denn dieses Profil konnte etwas Besonderes sein. Der Verdacht: In den weichen Mergeln und Tonsteinen am Kuhjoch könnte sich einer der großen Einschnitte der Erdgeschichte so gut erhalten haben, dass er als weltweiter Referenzpunkt taugt: als Ort, an dem die Grenze zwischen Trias und Jura offiziell festgelegt wird.

Diese Grenze markiert einen tiefen Schnitt in der Geschichte des Lebens. Vor 201,3 Millionen Jahren hatte es eine ökologische Katastrophe gegeben. Damals begann der Superkontinent Pangäa auseinanderzubrechen, und der junge Atlantik öffnete sich.

Entlang dieser Bruchzone kam es zu gewaltigem Vulkanismus. Hätte man die Basaltfluten gleichmäßig über die Erde verteilt, ergäbe das Schätzungen zufolge eine mehrere Meter mächtige Schicht. Die Ausbrüche warfen die Chemie der Atmosphäre und Ozeane durcheinander und störten die großen Kreisläufe – mit dem Ergebnis: globale Erwärmung, saurer Regen, Sauerstoffmangel in Teilen der Meere und massiver Stress für viele Ökosysteme. Die Folge: Die Trias ging mit einem Massensterben zu Ende, bei dem mehr als die Hälfte aller bekannten Tier- und Pflanzenarten verschwand – im Meer unter anderem Korallen, Muscheln und zahlreiche Ammoniten, an Land ganze Gruppen von Reptilien und Pflanzen.

Der Jura war die Zeit danach: eine Welt, in der aus den Überlebenden neue Arten entstanden. Doch wo genau begann diese neue Zeit? Gibt es auf der Welt eine Stelle, an der sich dieser Übergang im Gestein so genau fassen lässt, dass man sie zur offiziellen Grenze erklären kann? Für solche Fragen gibt es in der Geologie ein internationales Verfahren. Zuständig ist die Internationale Stratigraphische Kommission, kurz ICS, eine Fachkommission der International Union of Geological Sciences. Sie legt die offizielle Zeitskala der Erde fest, arbeitet damit gewissermaßen am Rückgrat der Geologie. Denn wenn geologische Zeit weltweit vergleichbar sein soll, braucht sie verbindliche Bezugspunkte, mit denen Geologen Gesteine, Fossilien, Vulkanismus, Klimaumbrüche und Massenaussterben vergleichen können. Man wählt also einen einzigen Ort, eine einzige Schicht in einer einzigen Felswand – und erklärt sie zum Maßstab. Dieser Punkt heißt GSSP, Global Boundary Stratotype Section and Point. Und markiert wird dieser Ort häufig mit einem goldenen Nagel im Fels.

Was ist die Referenz?

Dass solche Entscheidungen nötig sind, liegt an der Natur der Geologie. Sedimentlagen entstehen lokal. Mal in tiefen Meeresbecken, mal in flachen Binnenmeeren, mal in Seen, Flüssen oder Sümpfen an Land. Je nach Ort werden Schichten über sehr lange Zeit kontinuierlich abgelagert; sie können aber auch unterbrochen, ausgedünnt oder später wieder abgetragen werden. Niemanden erstaunt, dass ein See andere Bewohner hat als das Meer, die Tropen andere als die Pole, die Savanne andere als die Tundra, die Tiefsee andere als der Strand. Aber das Ganze aus Millionen Jahre alten Steinen herauszulesen, ist eine andere Sache – vor allem, wenn man Gesteine miteinander in Beziehung bringen will, die Tausende Kilometer weit auseinanderliegen. Was in England nach einem klaren „Kapitel“ aussieht, fehlt in einem chinesischen Profil ganz – oder



Das Kuhjoch: die Stelle, an der sich der Übergang vom Trias zum Jura geologisch klar nachweisen lässt

Sylvain Richoz / top

zeigt sich in völlig anderen Gesteinen und Fossilien. Ein geologisches Zeitalter soll weltweit gelten: Was ist dann also die Referenz?

Die Einteilung in geologische Zeitalter, die wir heute kennen – Kambrium, Jura oder Holozän (die Zeit, in der wir leben) –, ist keine Selbstverständlichkeit. Sie ist das Ergebnis von fast zwei Jahrhunderten wissenschaftlicher Debatte, in der Geologen Gesteinschichten untersucht, Fossilien verglichen und Grenzen gezogen haben. Begleitet wurde das immer wieder von Auseinandersetzungen, die weit über das Fachliche hinausgingen: heftige Streitgespräche, wütende Briefwechsel, polemische Artikel. Vor allem in der Frühzeit konnten aus Freunden erbitterte Feinde werden, die sich gegenseitig die Krätze an den Hals wünschten. Auch heute kann es

immer noch hitzig werden. Schließlich geht es um Lebenswerke, um wissenschaftliche Schulen, manchmal auch um nationalen Stolz.

Als die Debatte um die Trias-Jura-Grenze lief, war das Kuhjoch nur einer von mehreren Kandidaten – und noch dazu ein Nachzügler. „Es gab Profile in England, in Nevada, an der Westküste Kanadas, die in Frage gekommen wären – und sie hatten Vor- und Nachteile“, erklärt Wolfram Michael Kürschner, Paläobotaniker und Stratigraph an der Universität Oslo, der damals an der Universität Utrecht arbeitete. Die Diskussionen liefen bereits seit Jahren. Dass dann das Kuhjoch dazukam, hatte mit einem winzigen Ammonitenfragment zu tun.

Ein ernsthafter Kandidat

Dieses Fragment hatte Axel von Hillebrandt (1933-2024) Anfang der 2000er Jahre gefunden. Der emeritierte Paläontologie-Professor der Technischen Universität Berlin war in Pässen und Aufschlüssen der Nördlichen Kalkalpen auf der Suche nach der Trias-Jura-Grenze. Dass es sie dort gab, war seit dem 19. Jahrhundert bekannt. Axel von Hillebrandt hatte mehr als zwei Dutzend Orte besucht, bevor er am Kuhjoch die kleinen „verräterischen“ Ammoniten entdeckte, die man bei den anderen Kandidaten vergeblich gesucht hatte. Kaum größer als ein



Die Geologin Dagmar Röhrlich erzählt seit vielen Jahren als Wissenschaftsjournalistin von der Geschichte der Erde – von Fossilien, Tiefsee, Vulkanen und den Spuren, die vergangene Katastrophen im Gestein hinterlassen haben.



Oben links: auf dem Weg zum Kuhjoch im Karwendelgebirge; unten links: Gruppe von Studierenden bei Grabungsarbeiten; rechts: der Ammonit *Psiloceras spelae tirolicum* Fotos: Wolfram Michael Kürschner (2), Sylvain Richoz

Zentimeter waren die Fossilien – und man wusste: Solche Ammoniten stehen ganz am Anfang des Jura. Genau diese Spur machte das Kuhjoch zum ernsthaften Kandidaten.

Damit begann die eigentliche Arbeit. Um genügend Daten für eine solche Entscheidung zu gewinnen, mussten die Forscher Schicht für Schicht Proben nehmen, Fossilien suchen, die Gesteine vergleichen und im Labor nach chemischen Signalen fahnden. Irgendwann reichten Spaten und Hacke nicht mehr aus. Das Profil musste sauber freigelegt werden, damit keine Lücke in der Abfolge unbemerkt blieb. Also sollte ein Spezialist aus Südtirol die Schichten freibaggern. Aber der Schnee kam früher als erwartet – und der Bagger überwinterete am Joch.

Die Mühen haben sich gelohnt. Als die Kommission schließlich über die verschiedenen Profile abstimmte, welcher Felsen den Übergang von der Trias zum Jura weltweit am besten verkörpert, fiel das Votum mit klarer Mehrheit auf diesen unscheinbaren Aufschluss im Naturpark Karwendel. „Es ist das beste Profil, das wir für diesen Übergang kennen“, erklärt Wolfram Michael Kürschner. Perfekte

Profile gebe es ohnehin nicht. Und so schlugen im August 2011 am Kuhjoch Vertreter der ISC einen goldfarbenen Metallnagel in den Fels: einen „Golden Spike“. In einer Umgebung aus weichen, graugelb verwitternden Mergeln und Tonsteinen markiert er eine unscheinbare Lage aus versteinertem Meeresschlamm. Seitdem steht dieser Nagel für einen Punkt, an dem die Erdgeschichte offiziell vermessen wird.

Ziemlich vollständig erhalten

Entscheidend war die Kombination mehrerer Hinweise. Am Kuhjoch ist damals die Sedimentation über die Grenze hinweg nicht entscheidend unterbrochen worden. Während am Ende der Trias der Meeresspiegel weltweit absank und weite Küstenstreifen trockenfielen, lag das heutige Kuhjoch am Rand eines schmalen Trops, der sich auf 150 bis 200 Meter Wassertiefe abgesenkt hatte. Das Becken blieb marin. Deshalb ist die Grenze hier ziemlich vollständig erhalten, deshalb sind die Fossilien außergewöhnlich gut überliefert und erscheinen in der richtigen Abfolge. Und hier lassen sich auch andere Hinweise verfolgen – etwa Pollen und Sporen sowie chemische Veränderungen im Kohlenstoffkreislauf.

In der markierten Schicht stecken hell schimmernde Spiralen im Gestein, kaum größer als ein Fingernagel: die Gehäuse des Ammoniten *Psiloceras spelae tirolicum*. Eng aufgerollt, am Innenrand mit ein paar feinen Knötchen, nach außen hin fast glatt – unspektakulär auf den ersten Blick. Und doch außergewöhnlich: Die meisten Fossilien sind Abdrücke oder Steinkerne; das ursprüngliche Material ist längst aufgelöst, durch Kalk ersetzt. Viele der *Psiloceras*-Gehäuse hier bestehen jedoch noch aus der ursprünglichen Schale des Tiers – chemisch kaum verändert, nach 201,3 Millionen Jahren.

Unterhalb des Goldenen Nagels fehlt diese Art. Kurz darunter liegt ein dunkles Band: ein oder zwei Zentimeter dick, schwarz und bituminös, und es riecht nach organischem Material. Es gehört zu den Spuren der ökologischen Krise am Ende der Trias. Darüber aber taucht *Psiloceras* auf: regelmäßig, unverwechselbar. Genau dieser Schnitt – sein erstes Erscheinen in der Schichtenfolge – ist der Moment, den die Internationale Stratigraphische Kommission als Beginn des Jura definiert hat.