

## FORSCHUNG

# Hightech aus der Urzeit

Vor fast 3000 Jahren schürften und verhütteten Bauern im Bündnerland Kupfer. Ur- und Frühgeschichtspräsident Philippe Della Casa und sein Archäologenteam sind ihnen auf der Spur. Von Michael T. Ganz

«Gruba» heisst eine Stelle auf knapp 1900 m ü. M. am Weg zwischen Marmorera-Stausee und Alp Salategnas im Oberhalbstein. Der Flurname kommt von den Stollen, die Bergleute des Spätmittelalters hier in den bewaldeten Berghang trieben, um Erz zu schürfen. Doch die Stollen waren es nicht, die Philippe Della Casa und sein Archäologenteam interessierten, als sie nach Gruba hinaufstiegen. Es war vielmehr die rund zehn auf zehn Meter grosse Schlackenhalde, die unweit des spätmittelalterlichen Bergwerks den Boden bedeckte: nacktes dunkelgraues Material mit auffälliger Fließstruktur. Kaum ein Grashalm oder Strauch war darauf gewachsen.

«Wo Schlacke ist, war auch Verhüttung», sagt Della Casa, «und wo Verhüttung war, ist auch ein Ofen.» Die Archäologen trugen ihr Material hoch, zogen Grabungsschnitte, legten Flächen frei. Und hatten Glück. Schon nach drei Tagen kamen Steine mit Hitzespuren zum Vorschein, die Reste eines kleinen Schachtofens. Von früheren Funden her wussten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bereits, wie er einst ausgesehen haben musste: drei in U-Form gemauerte Wände, je einen halben Meter breit und bis zu einem Meter hoch, vorne mit Lehm verschlossen und durch eine Tondüse mit Luft aus einem Blasebalg versorgt.

Um die Ofenreste herum lag Holzkohle. Sie ermöglichte es, das genaue Alter des Fundes zu bestimmen. Und zwar nicht mit der herkömmlichen chemischen C14-Methode, «die ist für unsere Bedürfnisse zu grob und nicht zuverlässig genug», sagt Della Casa. Die Archäologen nutzten vielmehr die sogenannte Dendrodatierung: Bei grösseren Holzkohlebrocken lassen sich die Jahresringe des Baumes erkennen, von dem sie stammen. «In unserem Fall reichten eiergrosse Stücke, denn das gekohlerte Holz war einheimische Lärche. Die wächst in der Höhe langsam, ihre Jahresringe liegen also sehr dicht beisammen.»

Und es waren viele Jahresringe, die es zu zählen galt. Die Holzkohle stammte aus dem 8. und

7. Jahrhundert vor Christus. Aus der Zeit also, als die Räter, Nachbarn der Kelten, in den Schweizer Bergtälern hausten und hier auch Eisenerz abbauten, um sich daraus Waffen und Arbeitsgerät zu schmieden. Auf Gruba allerdings suchten sie nicht nach Eisen. Es war Kupfer, das sie zumeist im Tagbau abschlugen, vor Ort zur Rohmasse verhütteten, diese zu Tal brachten und dort zur Herstellung von Bronze verwendeten. Was, so Della Casa, beweise, dass Bronze auch in der Eisenzeit noch bedeutsam war, etwa für Gefässe

---

*Um das 8. Jahrhundert vor Christus hausten in den Schweizer Bergtälern die Räter, die Eisenerz abbauten, um daraus Waffen und Arbeitsgeräte zu schmieden.*

---

und Schmuck. «Man darf sich von der gängigen Periodisierung in Stein-, Bronze- und Eisenzeit nicht irritieren lassen.»

### Schwarz wie Bergwerksarbeiter

Rund 70 eisenzeitliche Schürf- und Verhüttungsplätze haben Della Casa und sein Team im Oberhalbstein und dessen Seitentälern lokalisiert und kartografiert. Ein Dutzend davon sind «in Bearbeitung»; dort wurde und wird noch gegraben. Neben Gruba zum Beispiel auf Pareis, wo viel Holz zum Vorschein kam. Aus ihm waren die Wassertröge gezimmert, in denen – so vermutet man jedenfalls – das zerstückte Erz gesäubert wurde. Oder auf Alp Natons. Hier fanden die Archäologen ein Röstbett, auf dem man die Erzklümpchen erhitzte und so vom Schwefel befreite.

Und überall natürlich Holzkohle, sehr viel Holzkohle sogar. «Die Studentinnen und Studenten sehen nach einem Tag jeweils wie Bergwerksarbeiter aus», lacht Della Casa. Schwarze Hände und Gesichter gibts nicht nur in der Schweiz,

Tumor entdeckt, ist er oft schon so tief in den Kopf vorgedrungen, dass er schwierig bis unmöglich zu operieren ist. Im transgenen Fisch sehen die Entwicklungsbiologen den Tumor bereits innerhalb von zwei bis drei Tagen.

### Die Sprache der Gene

Jeder künftige Patient mit einem Wirbelsäulentumor wird froh sein um diese universitäre Grundlagenforschung in Zürich. Die Pharmaindustrie engagiert sich bei derart seltenen Erkrankungen kaum, weil damit kaum Geld zu verdienen ist. Allerdings hoffen Mosimann und sein Team, dass sie in ihrem Labor nicht «nur» eine seltene Krankheit erforschen, sondern dass der Mechanismus in diesem Tumor ein grundsätzlicher ist, dass Ähnliches auch in anderen Zelltypen abläuft, die zum Beispiel Bindegewebe ausscheiden oder sich teilen, um Röhrenstrukturen zu bilden.

Im Moment versteht die Wissenschaft noch nicht richtig, wie der frühe Embryo entsteht. Daran beteiligt sind die gleichen Moleküle, die dann auch in verschiedenen Erkrankungen verrücktspielen. «Um alle Regulationen zu erkennen, hat die Grundlagenforschung noch für Jahrhunderte zu tun», meint Christian Mosimann. Ein Embryo weiss genau, wie man ein Herz, eine Niere oder eine Lunge macht. Er kennt die Grammatik der Gene und versteht es, ihre Sprache zu interpretieren. Das ist der Anreiz für den Entwicklungsbiologen: Auch er will diese Sprache verstehen und sprechen lernen. So wird es eines Tages vielleicht möglich sein, die Zellen nach einem Defekt wie einem Herzinfarkt dazu zu bringen, sich selbst zu reparieren. «Embryos während der Entwicklung können das. Wir versuchen herauszufinden, wie sie es machen.»

**Kontakt:** Prof. Christian Mosimann, christian.mosimann@imls.uzh.ch



Im ehemaligen Reich der Räter: Archäologen vermessen im Bündner Oberhalbstein die Stelle, wo sich in der Eisenzeit ein Verhüttungssofen befand.

sondern auch im Inntal und am Mitterberg bei Salzburg: Dort graben Archäologenteams deutscher und österreichischer Universitäten ihrerseits nach alten Bergbaustätten. Die Suche nach Spuren urgeschichtlicher Metallförderung und Metallverarbeitung ist ein Gemeinschaftsprojekt der drei Länder.

In allen drei Revieren fand man Verhüttungsöfen, die jenem auf Gruba sehr ähnlich sind:

Wände aus Stein, eine «Ofentür» aus Lehm, die Tondüse für die Luftzufuhr, und dies in ungefähr den immer gleichen Dimensionen. Das Standard-Hightech-Modell jener Zeit? «Das kann man fast so sagen», meint Della Casa. «Einerseits etablierte sich der ideale Ofentyp wahrscheinlich als Ergebnis langen Experimentierens. Andererseits gab es wohl schon damals einen Know-how-Transfer, vermutlich aus dem Inntal via Engadin ins Ober-

halbstein.» Dennoch: Von metallurgischer Frühindustrialisierung könne man nicht sprechen, meint Philippe Della Casa. Am Mitterberg, wo Stollenbergbau im grossen Stil betrieben wurde, lassen sich zwar präindustrielle Strukturen erkennen. Dort gab es «Investoren», die Bergleute beschäftigten – fast schon eine Fabrik also. Im Schweizer Oberhalbstein waren es eher Bergbauern, die im kleinen Stil Kupfer schürften. Savo-



Überreste eines uralten Ofens: Oberhalb von Savognin verhütteten Bergbauern vor fast 3000 Jahren Kupfer.

gnin, einst Hauptort des Tals, war eine bronzezeitliche Siedlung und lag an einem der wichtigen Alpenübergänge, dem Säumerweg über den Julierpass. Die Ureinwohner von Savognin bauten Getreide an, hielten Vieh, betrieben autarke Landwirtschaft. Ein Zubrot verdienten sie einerseits mit dem Passhandel, andererseits mit dem Abbau und der Verhüttung des Kupfers, das in der Gegend leidlich vorhanden war und vielerorts an die Oberfläche trat.

### Griff in die Trickkiste

Es bleiben aber Fragezeichen. Wie waren die Räter im Oberhalbstein organisiert? Schaute jede Familie für sich? Oder schlossen sich die Bauern zu Konsortien zusammen, sowohl was die Landwirtschaft als auch was den Bergbau betraf? Gab es vielleicht Dorfeliten, die den Bergbau verwalteten oder gar Schürf- und Verhüttungsstellen zu ihrem Eigentum erklärten? «Solche sozialen Zusammenhänge erschliessen sich üblicherweise aus Grabbeigaben», sagt Della Casa, «nur gibt es die hier oben nicht. Entweder wurden die Menschen kremiert, oder man hat ihre Gräber schlicht nie gefunden.»

Dann auch die Frage: Was geschah mit dem Rohprodukt, dem sogenannten Schwarzkupfer, das die alten Räter auf Schürf- und Verhüttungsplätzen wie Gruba, Pareis und Alp Natons herstellten? Wer waren die Abnehmer, und wohin brachten sie die Ware? Auf all dies Antworten zu finden, ist Teil des internationalen Projekts; die Grabungen selbst sind nurmehr ein erster Schritt. «Uns geht es um die *chaîne opératoire*, den gesamten Ablauf», sagt Della Casa. «Und zwar nicht nur um die metallurgischen Techniken jener Zeit, sondern auch um die sozialen und wirtschaftlichen Auswirkungen des frühzeitlichen Bergbaus, um die Handelswege und um die Endprodukte.»

Versuchen Forscher, den Weg kupferhaltiger Produkte nachzuvollziehen, greifen sie zuerst in die analytische Trickkiste. Denn jedes kupferhaltige Produkt – sei es die Rohmasse, sei es ein Kupferbarren, sei es die bronzene Halskette – hat eine chemische Signatur. Kupfer ist nie rein, sondern stets mit Spurenelementen anderer Metalle vermischt. Eines davon ist Blei. Und da sich die Isotopenstruktur von Blei sehr genau messen lässt, ergibt sich daraus eine Signatur des Kupfers. Kann man die Halskette im Museum einem

Rohmasse-Restchen am Verhüttungsplatz zuordnen, hat man das Rätsel gelöst.

Was freilich einfacher klingt, als es ist. Denn nicht jedes Museum lässt es zu, dass Wissenschaftler den ausgestellten Objekten Proben in Form von Bohrspänen entnehmen. Und ein Objekt allein reicht nicht, denn als wissenschaftlich repräsentativ gelten nur grössere Probenserien. Kommt hinzu, dass mit der Herkunft des Kupfers noch nichts gesagt ist über die Werkstätten, in denen das Rohprodukt seinerzeit weiterverwendet wurde. «Frühzeitliche Werkstätten sind sehr schwer zu finden», sagt Della Casa. Sie standen da, wo heute grössere Städte stehen, und hinter-

---

*In Nepal wurde noch bis vor fünfzig Jahren Kupfer gefördert und verhüttet, wie es die Kelten und Räter vor 3000 Jahren taten – ein Glücksfall für die Forschung.*

---

liessen kaum Spuren. Gut möglich, dass man das Oberhalbsteiner Schwarzkupfer im Raum Chur weiterverarbeitete. «Gefunden haben wir dort bislang nichts», sagt Della Casa. «Und die Chance, dass wir es je tun, ist gering. Es gibt keinerlei Anhaltspunkte.»

### Anregungen vom Ufer der Seine

Es war deshalb nicht in Chur, sondern rund 400 Kilometer weiter nordwestlich, wo Philippe Della Casa solche Werkstätten sah. 2009 waren er und sein Archäologenteam zu einem internationalen Forschungsprojekt nach Vix eingeladen, einem Dorf am Oberlauf der Seine. Vix war eine frühkeltische Zentralsiedlung, ein sogenannter Fürstensitz, wo die keltische Aristokratie in befestigten Palästen hauste, Tauschwaren handelte und Handwerksbetriebe unterhielt. Hier legten die Archäologen pyrotechnische Installationen, Brennöfen, Rohgüsse und Werkzeuge frei, die dazu gedient hatten, Halb- und Endprodukte aus Metall und anderen Rohstoffen zu fertigen.

Das Kupfer war zwar kaum aus dem fernen Oberhalbstein gekommen, dennoch war Vix für die Zürcher Forscher ein wichtiges Puzzleteil in ihrer Suche nach der *chaîne opératoire* des frühen Bündner Bergbaus. Wie das Rohprodukt aus

dem Tal von Savognin zu möglichen Werkstätten im Rheintal und im Mittelland gelangte, ist noch weitgehend unbekannt. Im Tirol fand man Rohkupfer in Barrenform. «Man müsste Glück haben und auch in der Schweiz auf ein räatisches Kupferbarrendepot stossen», sinniert Della Casa. Und was kam als Zahlung zurück ins Oberhalbstein? Nahrungsmittel? Textilien? Edelsteine? Siedlungsfunde aus jener Zeit gibt es keine, man kann also nur mutmassen. Immerhin fand sich in Savognin ein bronzezeitliches Depot mit Bernstein baltischer Herkunft; Tauschhandel war im Tal also ein Thema.

### In der Vergangenheit wühlen

Das Puzzle ist also noch lange nicht fertig. «Wir müssen nach Produkten suchen, welche die Oberhalbsteiner Kupfersignatur tragen. Wir müssen die bereits vorhandenen Quellen zum Thema zusammentragen und nach wirtschaftlichen und sozialen Gesichtspunkten neu lesen. Wir müssen die Bündner Metallurgie ökonomisch modellieren: Wie viel wurde produziert und wie lange? Wie viele Menschen waren beteiligt, wie viele lebten davon? Wie sahen ihre Siedlungen aus, wie ihr Alltag?» Philippe Della Casa wird noch lange in der Vergangenheit wühlen müssen – im wahren und im übertragenen Sinn des Wortes.

Allerdings: Nicht immer muss er das Rad der Geschichte um fast dreissig Jahrhunderte zurückdrehen. In Nepal beispielsweise wurde Kupfer noch vor fünfzig Jahren genau so gefördert und verhüttet, wie es die Kelten und Räter einst taten. Ethnologen der Universität Bergen reisten vor einiger Zeit ins Land am Himalaya und liessen sich von heutigen Grossvätern zeigen, wie sie ihre kleinen Öfen gebaut und Kupfer hergestellt hatten. Nun wollen die Partnerhochschulen des deutsch-österreichisch-schweizerischen Bergbauprojekts ihrerseits eine Reise zu den nepalesischen Grossvätern organisieren. Philippe Della Casa wird mitfliegen. «Wir sind von unseren historischen Vorstellungen stark geprägt. Die Begegnung mit der Gegenwart wird uns neue Denkanstösse geben, auch im prähistorischen Kontext.»

**Kontakt:** Prof. Philippe Della Casa, phildc@archaeologie.uzh.ch