

DNA aus Zähnen und Knochen

Das Femur – der Oberschenkelknochen (*os femoris*) – ist der längste Knochen des menschlichen Körpers und sehr kompakt. «Je kompakter ein Knochen ist, desto grösser die Chance, DNA aus ihm zu gewinnen», erklärt *Natallia Shved*, Biologin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Physiologischen Institut der Universität Zürich. «Aus unbeschädigten Zähnen, Haaren oder Nägeln lässt sich auch gut DNA entnehmen. Wir sprechen dann von einer DNA-Extraktion», erklärt Shved. Bei Jenatsch fand sich trotz des hohen Alters der Leiche ein unbeschädigter Backenzahn, von dem die Wissenschaftlerinnen dann die DNA extrahieren konnten.

Das Wichtigste sei, dass die Probe nicht mit fremder DNA kontaminiert – also verunreinigt – werde, erklärt Shved. Deshalb waren die Schutzanzüge und die Handschuhe bei der Exhumierung von Jenatschs Gebeinen – auf jedem Foto ersichtlich – absolute Pflicht. Das Knochenmaterial, das aus dem Femur gesägt wurde, wurde in einer eigens dafür konstruierten Maschine zu Pulver zerkleinert. «Im flüssigen Stickstoff wird das Knochenmaterial in einem Röhrchen bei kalten Temperaturen geschüttelt, bis es die Konsistenz eines feinen Puders hat», erklärt Shved.

Mittels Enzymen – Stoffen, die bei biochemischen Reaktionen als Katalysator wirken – wird darauf die DNA aus dem entstandenen Knochenpulver gelöst und kann danach untersucht werden. Im Falle Jörg Jenatschs wurde sie mit der DNA von lebenden Nachfahren verglichen. (nol)

Wenn Wasser nicht sauber genug ist

Bevor alte DNA aus einem Knochen extrahiert werden kann, wird die Oberfläche des Knochens von allen Seiten geschliffen und mit UV-Licht gesäubert, damit mit Bestimmtheit keine fremde DNA mit in die Untersuchung kommt. «In der Vergangenheit wurden viele Knochen bei der Untersuchung kontaminiert, weil noch nicht so viel Wissen über die Analyse von alter DNA herrschte», weiss *Natallia Shved*, Biologin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Physiologischen Institut der Universität Zürich.

«Wenn Knochen ohne Handschuhe mit Wasser gewaschen werden, dringt die DNA des Wäschers zusammen mit dem Wasser in tiefe Schichten des Knochens ein. Dann können wir lediglich den Knochenwäscher eindeutig identifizieren», meint Shved mit einem Augenzwinkern. DNA werde durch UV-Licht oder Chlor zerstört. Deshalb werde nicht nur die Oberfläche eines Knochens, sondern auch jedes Labor, in dem mit DNA gearbeitet werde, auf diese Weise gereinigt.

Ein solches Labor könne nur über mehrere Schleusen betreten werden. Im Labor selber werde alle eintretende Luft gefiltert. Geputzt werde der Raum mit Javelwasser. Sollte dennoch eine Verunreinigung im Labor vorhanden sein, wird sie durch das UV-Licht zerstört, das jeweils über Nacht eingeschaltet ist. «Nicht nur wegen der Gefahr einer Kontamination der DNA-Probe, sondern auch weil bei unserer Arbeit giftige Chemikalien (Chloroform, Phenol) verwendet werden, müssen wir im Labor nebst dem Schutzoverall auch chemische Gesichtsmasken tragen», erklärt die Wissenschaftlerin weiter. (nol)

STREIFLICHT

«Jenatschs Knochen rochen 'richtig'»

Wenn längst Verstorbene exhumiert werden und aus ihren Gebeinen gar eine DNA-Probe gewonnen werden soll, ist besonders präzises Arbeiten angesagt. So geschah es auch bei der Exhumierung von Jenatschs Gebeinen vor knapp einem Jahr.

Von Sabine-Claudia Nold

Das Bild bleibt in Erinnerung: Anthropologin *Christina Papageorgopoulou* im Schutzanzug hält in ihrer behandschuhten Rechten den Schädel von Jörg Jenatsch. Papageorgopoulou, Professorin der Demokrit-Universität Thrakien, damals Assistentin am Zentrum für Evolutionäre Medizin der Universität Zürich (EMZ), sowie *Natallia Shved*, Biologin, damals wissenschaftliche Mitarbeiterin am EMZ, waren bei der Exhumierung von Jörg Jenatschs Gebeinen 2012 an vorderster Front tätig.

«Es gibt verschiedene Arten von Exhumierungen», erklärt Papageorgopoulou. «Routinemässige bei archäologischen Ausgrabungen, solche für medizinisch-rechtliche Zwecke sowie diejenigen von historischen Persönlichkeiten wie etwa Jörg Jenatsch.»

Präzise und effizient

Der praktische Teil sei bei allen Exhumierungen mehr oder weniger gleich, denn sorgfältige Vorbereitung und exaktes Arbeiten sei immer erforderlich. Doch in den letzten beiden Fällen sei es unerlässlich, Fachleute mit Spezialausrüstung im Team zu haben. «Die Zeit für die Durchführung der Exhumierung ist wegen der Kosten oder des eingeschränkten Zugangs meist eng begrenzt. Alles muss schnell, präzise und effizient durchgeführt werden. Eine zweite Gelegenheit gibt es selten.»

Papageorgopoulou hatte am 15. März 2012 die Aufgabe, das Skelett zu bergen, die Knochen zu untersuchen, zu analysieren sowie den Fund fotografisch zu dokumentieren. Gemeinsam mit Shved sollte zudem eine DNA- und Isotopen-Proben entnommen werden, um sie mit der DNA von männlichen Nachfahren Jenatschs zu vergleichen.

Ein kaltes und trockenes Umfeld konserviert die DNA am besten. «In der Kathedrale Chur war es aber kalt und feucht», erzählt Shved. «Deshalb mussten wir mit einer stark degradierten DNA



Arbeiten am offenen Grab: Christina Papageorgopoulou untersucht den Schädel von Jenatsch anlässlich der zweiten Exhumierung im vergangenen Jahr. (Foto zVg)

rechnen, aus der sich möglicherweise kein Ergebnis mehr gewinnen liess.»

Es riecht gut

Die beiden Wissenschaftlerinnen Shved und Papageorgopoulou sägten vorsichtig einen Knochen an und rochen daran. «Es roch 'gut'», erinnert sich Shved und korrigiert lachend: «Es roch 'richtig, gut' ist nicht ganz treffend.»

Mit ihren erfahrenen Nasen können die Forscherinnen anhand des Geruchs eines angesägten Knochens die Wahrscheinlichkeit abschätzen, mit der eine aussagekräftige DNA-Probe gewonnen werden kann. «Je mehr Kollagen – ein organischer Bestandteil der Knochen – vorhanden ist, desto stärker der Geruch», erklärt Papageorgopoulou.

Von Erik Hug, der Jenatsch 1959 zum ersten Mal exhumiert hatte,

lag eine sorgfältige Dokumentation vor. «Da ich Hugs Notizen und Fotos vorher gründlich studieren konnte, war ich auf den Tag der Exhumierung gut vorbereitet. Ich wusste mehr oder weniger, was zu erwarten war», erinnert sich die Anthropologin. Dazu gehörte bei-



Jenatsch – ein Grab erzählt

spielsweise, dass die Weichteile vollständig vergangen waren. «Die Weichteile zerfallen mit den Haaren und Nägeln als Erstes», erklärt die Anthropologin. Auch bei den Knochen gebe es eine Abfolge im Zerfall. «Kleine, zerbrechliche Knochen wie Rippen, Teile der Wirbel, des Beckens und das Kreuzbein werden als erste zerstört, während kompakte Knochen wie Oberschenkelknochen und

Schienbein sich normalerweise am längsten erhalten.»

Keine Knetmasse mehr

Aus Hugs Unterlagen ist deutlich, dass er gewisse Ergänzungen am Skelett vorgenommen hatte. «Solche Ergänzungen fehlender Skelett-Teile waren eine Standardmethode der Anthropologie bis in die 1980er-Jahre», erklärt Papageorgopoulou. In der Anthropologie werde heute hingegen nicht mehr mit Knetmasse oder Ähnlichem gearbeitet, sondern die Ergänzungen erfolgten virtuell am Computer.

Auch das Kleben des Schädels – für die Untersuchung in den 1960er-Jahren notwendig – ist heute nicht mehr üblich. «Wir nehmen nur temporäre Ergänzungen mit reversiblen Kleber vor.» Dies sei gerade mit Blick auf die genetische Analyse wichtig: «Es hat sich gezeigt, dass Klebstoffe die Extraktion von genetischem Material behindern.» In wichtigen Fällen wird heute die Technik der Computertomografie genutzt, die zu Hugs Zeiten noch nicht zur Verfügung stand. «Diese Technik ermöglicht uns eine virtuelle dreidimensionale Kopie der Knochen zu archivieren», so Papageorgopoulou. Dies wurde auch mit dem Schädel von Jörg Jenatsch gemacht. Das BT wird in einem nächsten Teil davon berichten.

Das BT gibt in loser Reihenfolge einen Einblick in die Arbeit der Forscherinnen und Forscher, die an der wissenschaftlichen Aufarbeitung des Grabinhalts von Jörg Jenatsch beteiligt sind. Die gesammelten Forschungsergebnisse wird der Archäologische Dienst Graubünden im Herbst 2013 publizieren. Heute erscheint der erste Teil.



Knochenarbeit: Aus dem kompakten Knochenmaterial wird eine Probe gesägt. (Foto zVg)



Seit den ersten Momenten im Team: Natallia Shved, die für die Aufbereitung der DNA-Proben verantwortlich war. (Foto nol)



Aussagekräftiges Pulver: aus Knochenstaub, konnte eine aussagekräftige DNA gewonnen werden. (Foto zVg)

ANZEIGE

WOHNKOSTEN-EXPLOSION!

BAU-ZWANG!

WOHLSTAND VERNICHTEN!

NEIN
zum Raum-
planungsgesetz
am 3. März

