

Zeitschrift: Archäologie Graubünden. Sonderheft
Herausgeber: Archäologischer Dienst Graubünden
Band: 4 (2014)

Artikel: Molekulargenetische Analyse der Augen- und Haarfarbe von Jörg Jenatsch
Autor: Haas, Cordula
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-871042>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.06.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Molekulargenetische Analyse der Augen- und Haarfarbe von Jörg Jenatsch

Einleitung

Anhand der DNA können auch äusserlich sichtbare Erscheinungsmerkmale einer Person untersucht und prognostiziert werden. Zum Beispiel können die Augenfarbe und Haarfarbe einer Person mit grosser Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden. Die Bestimmung weiterer Merkmale wie Hautfarbe, Körpergrösse und Gesichtszüge ist komplexer und wird noch erforscht. Ein Fernziel in der Verbrechensbekämpfung ist, anhand der DNA, die an einem Tatort zurückgelassen wurde, ein molekular-genetisches Phantombild einer Person erstellen zu können. Das Phantombild kann z. B. als Ermittlungsinstrument eingesetzt werden oder den Täterkreis spezifizieren bzw. einschränken.

Mittels der aus dem Skelett von Jörg Jenatsch gewonnenen DNA¹ sollte dessen Augen- und Haarfarbe bestimmt werden.² Prof. Manfred Kayzers Forschungsgruppe in Rotterdam (NL) hat das so genannte HlrisPlex System entwickelt, ein zuverlässiger Test zur Bestimmung der Augen(Iris)- und Haarfarbe.³ Es wurde gezeigt, dass sich das Hlrisplex System auch für die Untersuchung alter Proben und sterblicher Überreste eignet.⁴ Mit dem HlrisPlex System werden 24 DNA Varianten typisiert und individuelle Vorhersagewahrscheinlichkeiten für Augen- und Haarfarbe wie auch Farbton-Kategorien (hell/dunkel) berechnet. Von den 24 DNA-Varianten sind sechs SNPs (single nucleotide polymorphisms) für die Augenfarbe verantwortlich (IrisPlex).⁵ Eine blaue und braune Augenfarbe kann mit dem HlrisPlex System mit hoher Genauigkeit vorausgesagt werden, für Zwischenfarben (z. B. gelb, grün) ist es weniger geeignet. Für die Haarfarbe sind 22 DNA-Varianten verantwortlich (vier SNPs überlappen mit der Augenfarbe), die eine Zuteilung in die Farbkategorien blond,

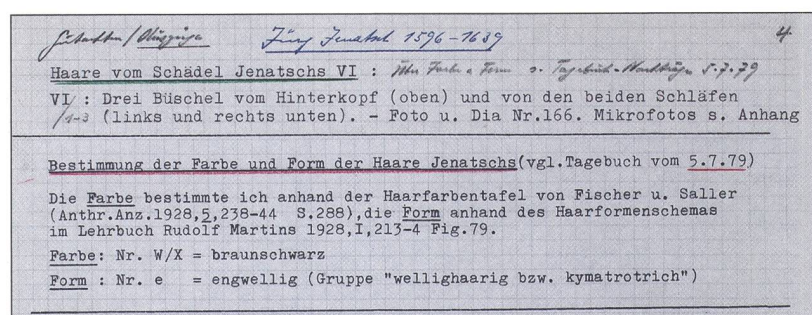
braun, rot und schwarz sowie den Farbton hell/dunkel ermöglichen. Eine Herausforderung an Systeme zur Bestimmung der Haarfarbe ist die altersbedingte Veränderung der Haarfarbe, z. B. hellblondes Haar in der Kindheit wechselt zu dunkelblond/braun im Erwachsenenalter. Das HlrisPlex System kann nicht unterscheiden zwischen «blond nur im Kindesalter» und «blond auch noch im Erwachsenenalter». Ein anderer Aspekt ist die Ergrauung in mehr oder weniger fortgeschrittenem Alter, welche mittels HlrisPlex System nicht erfasst wird.

Im Zuge der ersten Exhumierung des Jörg Jenatsch (1959)⁶ hatte der Anthropologe Erik Hug Haare am Schädel des Skeletts vorgefunden. 50 Jahre später war davon leider nichts mehr erhalten – oder die Haare wurden gar nicht mehr ins Grab zurückgegeben. In seinen Notizen beschreibt Erik Hug die Haarfarbe des Toten als braunschwarz, die Haarform als engwellig **Abb. 1** und **Abb. 2**. Die Kopie eines zeitgenössischen Porträts⁷ zeigt Jörg Jenatsch mit dunklen Augen und dunklen Haaren **Abb. 3**.

Probenmaterial und Analysemethoden

Die Methoden der DNA-Extraktion aus dem Knochen und die speziellen Vorsichtsmassnahmen bei der Bearbeitung von archäologischen Proben wurden bereits beschrieben.⁸ Die DNA aus dem Skelett war degradiert, aber in Anbetracht des Alters (400

Abb. 1: Ausschnitt aus den Notizen von Erik Hug betreffend der Haarfarbe und Haarform von Jörg Jenatsch.



Jahre) in relativ gutem Zustand. Mit dem Hlrisplex System werden 24 spezifische Merkmale für Augen- und Haarfarbe untersucht, 23 so genannte Einzel-Basen-Mutationen oder *SNPs* (*single nucleotide polymorphisms*) und ein *Indel* (*Insertion/deletion polymorphism*). In einem ersten Schritt werden spezifische DNA-Regionen mittels der Polymerasekettenreaktion (PCR) vervielfältigt. In der nachfolgenden *Single Base Extension* (*SBE*) Reaktion wird bestimmt, welche DNA-Varianten bei der jeweils untersuchten Person vorliegen.

Resultate

Die HlrisPlex-Analysen wurden an den Instituten für Forensische Molekularbiologie und Rechtsmedizin in Rotterdam (NL) und Zürich durchgeführt. Das Knochenextrakt wurde insgesamt sieben unabhängigen

HlrisPlex-Analysen unterzogen. Aus den Replikaten konnten jeweils Teilprofile erstellt werden, die schliesslich ein fast komplettes HlrisPlex-Profil ergaben.

Mithilfe des HlrisPlex Vorhersage-Modells werden die Wahrscheinlichkeiten für Augen- und Haarfarbe abgeschätzt, basierend auf einem Datensatz von über 1500 untersuchten Europäern. Die Vorhersage-Genauigkeit wird mit dem entsprechenden Interpretations-Leitfaden beurteilt. Aufgrund der HlrisPlex-Resultate aus der Knochenprobe hatte Jörg Jenatsch mit grosser Wahrscheinlichkeit braune Augen und dunkelbraune bis schwarze Haare.

Schlussfolgerungen

Mithilfe des HlrisPlex-Systems konnte Jörg Jenatschs Augen- und Haarfarbe aus ei-

Abb. 2: Foto Nr. 166 aus Erik Hugs Dokumentation, welches drei Haarbüschel (vom Hinterkopf und den beiden Schläfen) vom Schädel Jörg Jenatschs zeigt. Fotografie 1959 oder 1960.





Abb. 3: Ausschnitt aus der Kopie eines zeitgenössischen Porträts von Jörg Jenatsch, 1935 erstellt durch den Kunstmaler Paul Martig. Standort: Rätisches Museum Chur. Fotografie 2012.

ner Knochenprobe bestimmt werden. Mit grosser Wahrscheinlichkeit hatte er braune Augen und dunkelbraune bis schwarze Haare. Dieses Ergebnis untermauert Erik Hugs Beschreibung der braunschwarzen Haare am Schädel des Skeletts **Abb. 1** und **Abb. 2** und dem Porträt von Jörg Jenatsch, das ihn mit dunklen Augen und dunklen Haaren darstellt **Abb. 3**.

Augen- und Haarfarbe wurden auch an den sterblichen Überresten einer berühmten Gletschermumie (der zirka 5300 Jahre alte Südtiroler «Ötzi») untersucht.⁹ Sechs SNPs wurden analysiert um «Ötzi's» Augenfarbe zu bestimmen, und je ein SNP für Haar- und Hautfarbe, wobei nur zwei SNPs mit dem HlrisPlex System überlappen. «Ötzi» wurde eine braune Augenfarbe, eher eine braune als blonde Haarfarbe und eine helle Hautfarbe zugeschrieben.

Anmerkungen

1. Vergleiche dazu den Beitrag SHVED NATALLIA/HAAS CORDULA: Molekulargenetische Abstammungsanalyse am Skelett des Jörg Jenatsch, in vorliegendem Sonderheft.
2. Für grosszügige Unterstützung in diesem Projekt bedanke ich mich bei Prof. Manfred Kayser (Leiter der Abteilung Forensische Molekularbiologie an der Erasmus Universität Rotterdam, Holland) und Dr. Adelgunde Kratzer (Leiterin der Abteilung für Forensische Genetik an der Universität Zürich), ihr auch für die kritische Durchsicht des Manuskripts.
3. WALSH SUSAN/LIU FAN/WOLLSTEIN ANDREAS/KOVATSI LEDA/RALF ARWIN/KOSINIAK-KAMYSZ AGNIESZKA/BRANICKI WOJCIECH/KAYSER MANFRED: The HlrisPlex system for simultaneous prediction of hair and eye colour from DNA, *Forensic Sci Int Genet* 7, 2013, 98–115.
4. DRAUS-BARINI JOLANTA/WALSH SUSAN/POSPIECH EWE-LINA/KUPIEC TOMASZ/GLAB HENRYK/BRANICKI WOJCIECH/KAYSER MANFRED: Bona fide colour: DNA prediction of human eye and hair colour from ancient and contemporary skeletal remains, *Investig Genet* 4, 2013, 3.
5. WALSH SUSAN/LIU FAN/BALLANTYNE KAYE N./VAN OVEN MANNIS/LAO OSCAR/KAYSER MANFRED: IrisPlex: a sensitive DNA tool for accurate prediction of blue and brown eye colour in the absence of ancestry information, *Forensic Sci Int Genet* 5, 2011, 170–180.
6. JANOSA MANUEL: Das Grab des Jörg Jenatsch, in vorliegendem Sonderheft.
7. Siehe JANOSA MANUEL: Porträts in Öl von Jörg Jenatsch, in vorliegendem Sonderheft.
8. SHVED/HAAS, wie Anm. 1.
9. KELLER ANDREAS/GRAEFEN ANGELA/BALL MARKUS/MATZAS MARK/BOISGUERIN VALESCA/MAIXNER FRANK/LEIDINGER PETRA/BACKES CHRISTINA/KHAIRAT RABAB/FORSTER MICHAEL/STADE BJÖRN/FRANKE ANDRE/MAYER JENS/SPANGLER JESSICA/MCLAUGHLIN STEPHEN/SHAH MINITA/LEE CLARENCE/HARKINS TIMOTHY T./SARTORI ALEXANDER/MORENO-ESTRADA ANDRES/HENN BRENNNA/SIKORA MARTIN/SEMINO ORNELLA/CHIARONI JACQUES/ROOTSI SIIRI/MYRES NATALIE M./CABRERA VICENTE M./UNDERHILL PETER A./BUSTAMANTE CARLOS D./VIGL EDUARD EGARTER/SAMADDELLI MARCO/CIPOLLINI GIVANNA/HAAS JAN/KATUS HUGO/O'CONNOR BRIAN D./CARLSON MARC R. J./MEDER BENJAMIN/BLIN NIKOLAUS/MEESE ECKART/PUSCH CARSTEN M./ZINK ALBERT: New insights into the Tyrolean Iceman's origin and phenotype as inferred by whole-genome sequencing, *Nat Commun* 3, 2012, 698.

Abbildungsnachweis

Abb. 1, 2: Staatsarchiv Graubünden, A Sp III/15q
Abb. 3: Archäologischer Dienst Graubünden

