

Das Genographic Project - aus raumwissenschaft- licher Perspektive



Hartmut Asche | Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin
| Fachgruppe Geoinformatik, Universität Potsdam



Agenda

- 01 Motivation Eine Erde, eine Familie
- 02 Genographic Project Forschungsgegenstand, Ziele
- 03 Ergebnisse Migrationsbewegungen
- 04 Kritische Bewertung Wissenschaft vs. Kommerz
- 05 Fazit Eine Erde, eine Familie?



01 Motivation **Eine Erde, eine Familie**



Erdaufgang (Earthrise) über der Mondoberfläche, Apollo 8, 24/12/1968





01 Motivation **Eine Erde, eine Familie**

- **Earthrise:** Ende 1968 erste Aufnahmen der über Mondoberfläche aufgehenden Erde durch Astronauten US-Mondmission Apollo 8: Menschen konnten Erde erstmals in Gesamtheit betrachten
- **Eine Erde:** Wahrnehmung der Einzigartigkeit, Begrenztheit gemeinsamen Lebensraumes befördert Zusammengehörigkeit der Menschen als einer Familie von Erdenbürgern
- **Genealogie per DNA:** Kommerzielle Internetseiten zur Genealogie, Herkunftsanalyse mittels DNA-Probe belegen wachsendes öffentliches Interesse an genetischer Herkunft des Menschen
- **Eine Familie?** Beförderung von Forschungen zum gemeinsamen Ursprungs des modernen Menschen, der genetischen, räumlichen Evolution, wie u.a. durch **Genographic Project (GP)**





02-1 Genographic Project **Forschungsgegenstand**

Thema, Zielsetzung

- Globale anthropologische Studie der US-amerikanischen National Geographic Society (NGS), des IT-Unternehmens IBM, der Waitts Family Foundation (WFF), University of Arizona, seit 2005
- Kernziel: Nachverfolgung genetischer, raumzeitlicher Evolution des anatomisch modernen Menschen (*homo sapiens*) durch Erfassung und Auswertung von DNA-Spuren: „einzigartige Erbgutstudie zur Erforschung der Verbreitungsgeschichte des Menschen“
- Kartierung der Wanderungsbewegungen des Menschen: DNA-Proben sollen helfen, bestehende Karten zu vervollständigen, in einer Zeit, in der Menschen „in weit größerem Maß neue Lebensräume suchen und sich untereinander mischen als früher“





02-1 Genographic Project **Forschungsgegenstand**

Schwerpunkte

- Fokus: Aufklärung der Entwicklung des Menschen, nicht auf Individuen; GP damit Abwandlung des in den 1990s gescheiterten *Human Genome Diversity Project (HGDP)*
- Besonderheit des GP: 2 unterschiedliche Forschungsebenen
 - **Populationsebene:** Erfassung genetischer Vielfalt innerhalb einer Population, zwischen verschiedenen Populationen
 - **Personenebene:** individueller Herkunftsnachweis mittels einer begrenzter Zahl von Genmarkern
- GP bearbeitet beide Ebenen: Beschreibung der historischen Wanderungsbewegungen von Populationen; Information über Abstammung der Projektteilnehmer





02-1 Genographic Project Forschungsgegenstand

Populating the World: Tracing the Journey of our Ancestors

1 African Origins

Scientists have traced the mitochondrial DNA of modern humans back to a single African female who lived roughly 200,000 years ago. This "Eve" is thought to have lived in southern Africa. Her descendants branched off to populate the rest of the world. The "Y-chromosome" of modern humans also traces back to a single African male, "Adam," who lived roughly 100,000 years ago. The "Y-chromosome" is passed from father to son, while mitochondrial DNA is passed from mother to child.

2 Out of Africa

Genetic evidence indicates that modern humans first migrated out of Africa roughly 60,000 years ago. The "Y-chromosome" of modern humans also traces back to a single African male, "Adam," who lived roughly 100,000 years ago. The "Y-chromosome" is passed from father to son, while mitochondrial DNA is passed from mother to child.

3 Into Eurasia

As humans migrated out of Africa, they encountered a variety of challenges, including a major ice age. Despite these challenges, humans successfully populated Europe, Asia, and Australia. Genetic evidence shows that the "Y-chromosome" of modern humans in these regions traces back to a single African male, "Adam," who lived roughly 100,000 years ago.

4 The New World

Genetic evidence indicates that modern humans first migrated to the Americas roughly 15,000 years ago. The "Y-chromosome" of modern humans in the Americas also traces back to a single African male, "Adam," who lived roughly 100,000 years ago. The "Y-chromosome" is passed from father to son, while mitochondrial DNA is passed from mother to child.

THE GENOGRAPHIC PROJECT

National Geographic Maps the Human Family Tree

© 2005 National Geographic Society. THE GENOGRAPHIC PROJECT, NATIONAL GEOGRAPHIC, and National Geographic are trademarks of NGS. All rights reserved. NGS is a registered trademark of International Business Machines Corporation. The World Family Foundation is a registered trademark owned by The World Family Foundation.





02-2 Genographic Project **Zielsetzungen**

Zielsetzung

- Wissenschaft: Umfassendes Wissen über Entwicklung der Menschheit, Bildung, humanitäres Engagement: „Je mehr wir über die gemeinsame Abstammung und die Wanderungsbewegungen der Menschheit wissen, desto eher ist es uns möglich, uns als Mitglieder ein und derselben Familie zu sehen“ (T. WAITTS)
- Wirtschaft: Vermarktung personalisierter Produkte: Geno 2.0 - Genographic Project Participation and DNA Ancestry Kit (200 US\$) zur Bestimmung genetischer Herkunft: „Jeder Tropfen Menschenblut enthält ein Geschichtsbuch, geschrieben in der Sprache unserer Gene“ (S. WELLS)
- Projektinformationen und Produktkauf über GP-Internetseiten





02-3 Genographic Project **Methodik und Technik**

Methodik

- Interdisziplinärer Mix rezenter Methoden, Techniken aus Genetik, Paläoanthropologie, Paläoarchäologie, Geowissenschaften und massiver Informationsverarbeitung
- Beteiligungsstrategie: Vielzahl von Akteuren Voraussetzung für erfolgreiche Projektdurchführung: bisher 616.810 Teilnehmer aus über 140 Ländern > „breites Publikum“ sowie „indigene Völker“ > weltweit umfassendste Sammlung DNA-Proben
- Methodenkern: Analyse charakteristischer DNA-Abschnitte (**Genmarker**), die Aufschluss über genetische Herkunft ermöglichen:
 - **mitochondriale DNA (mtDNA)**: in mütterlicher Linie > Ur-Eva
 - **Teil des Y-Chromosoms**: in väterlicher Linie > Ur-Adam





02-3 Genographic Project **Methodik und Technik**

Lösungsansatz

- Ermittlung chronologischer Beziehungen erfasster Genvarianten innerhalb einer Population (Polymorphismus) ermöglicht Definition unterschiedlich geographisch verteilter **Haplogruppen**:
 - Haplogruppe **L1** mit 6 Mutationen, zumeist in Afrika verbreitet
 - Haplogruppe **M** mit 3 Mutationen, zumeist in Asien verbreitet
 - Haplogruppe **R** mit 1 Mutation, zumeist in Europa verbreitet
- Analyse der Genvariationen ermöglicht Konstruktion eines Schlüssels, mit dem genetische Zugehörigkeit von Individuen mit relativer (statistischer) Genauigkeit identifiziert werden kann
- Methodik erfordert Formalisierung des Prozederes der Datenerfassung sowie Einhaltung strenger ethischer Richtlinien





03-1 Ergebnisse **Ursprungspopulation E-Afrika**

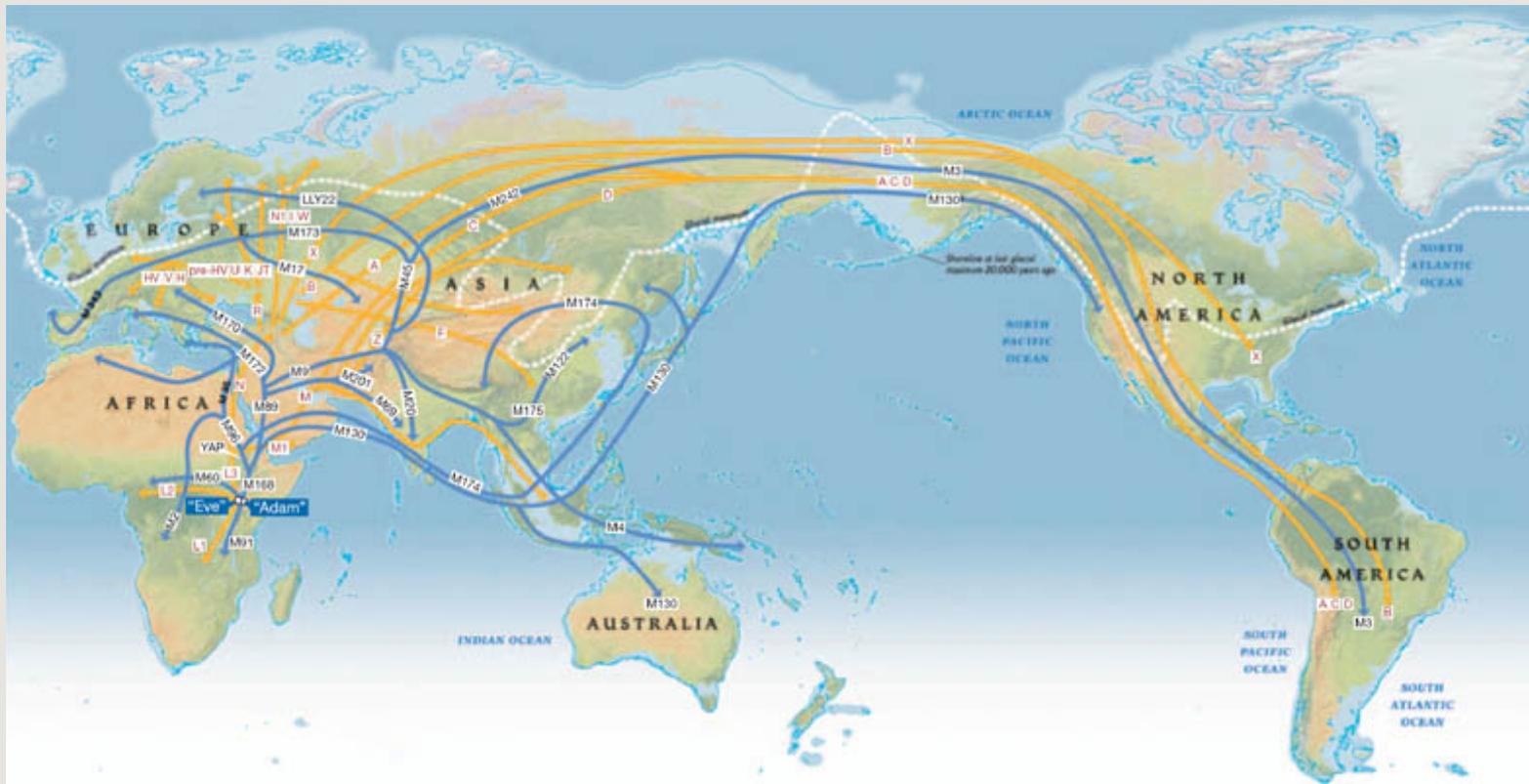
Exodus aus Afrika

- Ursprünge des anatomisch modernen Menschen im Ostafrikanischen Graben (Rift Valley): Beleg durch ca. 200.000 Jahre alte Fossilienfunde im heutigen Äthiopien
- Ursprungspopulation Jäger und Sammler: differenzierte Nutzung der Nahrungsquellen, Werkzeuge (Stein), Sprachfähigkeit
- Signifikante Klimaveränderungen vor ca. 70-60.000 Jahren (Altsteinzeit) bewirkten Ausbreitung der Steppen, Schrumpfung der Wälder, des Nahrungsangebots, im Ergebnis der Ursprungspopulation, lösten Wanderungsbewegungen aus (*Out-of-Africa*-Theorie)
- Mit Ende der Migrationsbewegungen bis vor 15-10.000 Jahren ist Besiedlung der Erde abgeschlossen, Entwicklung Zivilisationen





03-2 Ergebnisse Szenario Migrationsbewegungen



Y-chromosome markers...(thousand years ago)					mtDNA markers...(thousand years ago)				
M91.....60	M130.....50	M45.....35	M2.....20	M17.....10	L1.....>100	N.....50	D.....45	A.....30	I.....30
M60.....50	M96.....45	M173.....30	M201.....20	M122.....10	L2.....80	B.....50	pre-HV...40	Z.....30	X.....30
M168.....50	M89.....45	M20.....30	M242.....20	M4.....10	L3.....70	C.....50	U.....40	HV.....30	W.....30
YAP.....50	M9.....40	M69.....30	M3.....10	LLY22.....10	M.....60	F.....50	K.....40	H.....30	V.....15
M174.....50	M175.....35	M170.....25	M172.....10		M1.....60	R.....50	JT.....40	N1.....30	





03-2 Ergebnisse **Migrationsszenario > Ostwärts**

Migration nach Asien, Australien, Amerika

- Aus ostafrikanischem Graben Wanderungen über Bab al-Mandab entlang der Küsten Vorder-, Süd-, Ostasiens (Südroute) bis Australien (ca. 50.000 Jahre) > Y-Marker M168 (Afrika), M130 (Australien); M89 (Nahost), M69 (Südasiens)
- Migrationsstrang über Nahen Osten (45.000 Jahre) bis nach Zentralasien (ca. 40.000 Jahre), von dort Sekundärmigration > Y-Marker M168 (Afrika), M89 (Nahost), M9 (Zentralasien)
- Vom Zentralasien Wanderungen nach Ostasien (Nordroute, 35.000 Jahre), asiatische Subarktis (20.000 Jahre), über Landbrücke Sibirien-Alaska Nordamerika und Südamerika (20-15.000 Jahre) > Y-Genmarker M45 (Zentralasien), M242 (NE-Asien), M3 (Amerika)





03-2 Ergebnisse **Migrationsszenario > Westwärts**

Migration nach Europa

- Vom Sekundärzentrum Zentralasien Wanderungsbewegungen über nördliches Westasien nach Nord-, Mittel-, und Westeuropa (Nordroute, ca. 30.000 Jahre) > Y-Marker M45 (Zentralasien), M173 (N-, Mitteleuropa), M343 (W-Europa)
- Vom Sekundärzentrum Naher Osten nördlicher Migrationsstrang über Levante bzw. Niltal, Kleinasien, Balkan bis zum europäischen Mittelmeerraum (10.000 Jahre); südlicher Migrationsstrang über Niltal bis zum nordafrikanischen Mittelmeerraum (10.000 Jahre) > Y-Marker M89 (Nahost), M172 (Balkan) bzw. M96 (Niltal), M35 (Ägäis)





03-3 Ergebnisse **Migration > Räumliche Faktoren**

Naturräume, Klima

- Anzahl, Anordnung, Form der Kontinente erdhistorisch wesentlich anders als gegenwärtig, z.B. zusammenhängende Landmassen Europa, Südostasien-Australien, Sibirien-Alaska > Plattentektonik
- Wanderungsbewegungen durch Naturraumausstattung beeinflusst: Steppen und Küsten begünstigen Wanderungsbewegungen, Gebirge, Wüsten und Meere natürliche Migrationsbarrieren
- Eiszeitliche Eisbedeckung der Nordhemisphäre, Hochgebirge lenkt Migrationsströme nach Süden, nördliche Breiten werden erst mit Rückgang der Eiskappen erschlossen
- Mit Ende der Eiszeit Rückgang globaler Wanderungsbewegungen, Entwicklung sesshafter Lebensformen





03-4 Ergebnisse **Ursprung heutiger Populationen**

Stammgen, Stammutter

- Mittels genetischer Varianten bei heutigen Populationen können Stammbäume einzelner Gene oder ganzer Genomabschnitte dadurch rekonstruiert werden, dass die Mutationen darin zurückverfolgt werden
- Ergebnisse ermöglichen Rückschlüsse auf Zeit und Ort, wann und wo „Stammgen“, der letzte gemeinsame Vorfahre sämtlicher heute vorhandener Varianten eines bestimmten Gens, existierte
- Durch DNA-Analyse von **Mitochondrien** (mtDNA), die in mütterlicher Linie vererbt werden, kann errechnet werden, dass alle heutigen Menschen über ihre Mitochondrien von einer Frau abstammen, die vor ca. 200.000 Jahren in Afrika lebte > Fossilien





03-4 Ergebnisse **Abstammungslinien Populationen**

Populationsfamilien

- Alle Populationsgruppen des anatomisch modernen Menschen der stammen genetisch von einer ostafrikanischen Ur-Eva und einem ostafrikanischen Ur-Adam ab
- Zeitspanne zwischen ersten anatomisch modernen Menschen in Afrika bis zu heutigen Populationen umfasst 2.000 Generationen
- Nord-, mittel- und westeuropäische sowie amerikanische Populationen stammen von einem gemeinsamen genetischen Vorfahren der zentralasiatischen Population ab
- Südeuropäer stammen genetisch von nahöstlicher Population ab
- Amerikanische, australische Ureinwohner besitzen gemeinsamen genetischen Vorfahren in der südostasiatischen Population





03-4 Ergebnisse Individueller Herkunftsnachweis

I joined National Geographic's Genographic Project to map the human journey and its scientists ran a cutting-edge test of my DNA.
Here is what I learned about my ancient ancestry:

THE GENOGRAPHIC PROJECT

I AM

1.7%

NEANDERTHAL

As humans were first migrating out of Africa more than 60,000 years ago, Neanderthals were still living in Eurasia. It seems our ancestors hit it off, leaving a small trace of these ancient relatives in my DNA.

I AM

28%	Northeast Asian
20%	Mediterranean
19%	Northern European
18%	Southeast Asian
10%	Southwest Asian
4%	Oceanian

I AM
1 of 559,515
PARTICIPANTS

MY MAP

That's my story. What's your story?
Join this real-time scientific project now and help us tell the human story, while discovering more about yourself than you ever thought possible.
Go to www.genographic.com

NATIONAL GEOGRAPHIC

MY MAP

MY MATERNAL LINEAGE BEGAN
My maternal ancestors are those who, after leaving Africa, turned north and settled East Asia. I have cousins across modern China. They include diverse groups such as the Han and the Palauing. For many centuries, my ancestors were rice farmers. They also developed rich religious and literary traditions.
My maternal branch is F1a3a

MY PATERNAL LINEAGE BEGAN
My paternal ancestors left Africa and moved north through western and Central Asia. They then turned west and crossed the grasslands of southern Russia into Europe. There, they eventually drove the Neanderthals to extinction, though they did interbreed with them. Living a hunter-gatherer lifestyle, my early ancestors set the stage for later European history.
My paternal branch is R-F1544

That's my story. What's your story?
Join this real-time scientific project now and help us tell the human story, while discovering more about yourself than you ever thought possible.
Go to www.genographic.com

NATIONAL GEOGRAPHIC





04-1 Kritische Bewertung **Wissenschaft vs. Kommerz**

Wer profitiert?

- Wissenschaftliche Originalität, Beweggründe der Initiatoren unklar
- GP kommerziell erfolgreich: allein 10 Mio. US\$ durch Verkauf von über 600.000 Geno-Kits (à 200 US\$)
- GP verknüpft wissenschaftliches Erkenntnisinteresse, philanthropische Absichten mit kommerziellen Interessen der Projektträger
 - NGS: Ästhetik des Exotischen, Erhalt der Kulturen und Natur, gleichzeitig kommerzielle Aktivitäten, Mediennetzwerk
 - IBM: Imageverbesserung, globaler Informationsverarbeiter im Dienst der Menschheit
- Projektergebnisse (bisher) nicht greifbar; allerdings teils kommerzielle (wissenschaftliche) Publikationen, personalisierte Produkte



04-2 Kritik **Gemeinsamkeiten vs. Unterschiede**

Wir und die Anderen

- GP unterscheidet als Zielgruppen „breites Publikum“, „indigene Völker“: Breites Publikum leistet personellen, finanziellen Beitrag (Geno-Kit), Mitwirkung indigener Völker ist subventioniert
- GP fokussiert auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Populationen sowie historische Populationswanderungen:
 - Gemeinsamkeiten mit Angehörigen eigenen Kulturkreises als Folge gemeinsamer Migrationsgeschichte
 - Unterschiede begründen Status des „Fremden“ mit anderem Migrationshintergrund
- Genetische Herkunftsbestimmung verstärkt Identifikation mit eigener Gruppe, ermöglicht Abgrenzung zu anderen Gruppen



04-3 Kritik **Rolle indigener Populationen**

Indigene Völker

- Indigene Populationen besitzen Gene, die sich „über 100 Generationen hinweg kaum verändert haben, deshalb „verlässliche Indikatoren der Migrationsbewegungen unserer Vorfahren“ sind
- Belege fehlen, dass genetische Evolution indigener Völker anders verlaufen ist als bei breitem Publikum
- Behauptung, indigene Populationen seien genetisch ursprünglicher, enthält Annahme, sie könnten letzte Überlebende aus grauer Vorzeit sein
- Aktuelle „Georeferenz“ indigener Populationen belegt nicht, dass ihre Vorfahren an derselbe Stelle lebten oder keine Wanderungen stattgefunden haben





04-3 Kritik **Rolle indigener Populationen**

Methodologische Schwächen

- Widersprüche zwischen altruistischer Großzügigkeit gegenüber indigenen Populationen und latentem kulturellem Überlegenheitsgefühl des breiten Publikums
- GP zollt zwar indigenen Populationen Respekt, setzt sich ein für Schutz und Erhalt (Gründung Genographic Legacy Fund), sucht aber indigene Gruppen zu Mitarbeit an Erstellung „wissenschaftlicher“ Erklärungen ihrer Abstammung zu bewegen
- Indigene Völker besitzen vielfach eigene Volksmymthen ihrer Herkunftsgeschichte, auf der ihr Verhältnis zur Welt und oft ihre sozialen Beziehungen beruhen



05 Fazit **Eine Erde, eine Familie?**

- GP bestätigt die bisherigen Forschungen über genetische, raumzeitliche Evolution des anatomisch modernen Menschen durch weltweit umfassendste Sammlung von DNA-Proben
- Genanalysen belegen gemeinsamen Ursprung heutigen Menschen in Ostafrika, von wo er sich rund 50.000 Jahren andauernden Migrationsbewegungen auf der Erde verbreitete; Zeitspanne von ersten modernen Menschen in Afrika bis zu heutigen Populationen umfasst 2.000 Generationen
- GP konzentriert sich auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Populationen: Genetische Herkunftsbestimmung verstärkt Identifikation mit eigener Gruppe, ermöglicht Abgrenzung zu anderen Gruppen: Beitrag zu Abbau kultureller, rassi(sti)scher Vorurteile?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen? Anmerkungen? Feedback?



Kontakt Hartmut Asche | gislab@uni-potsdam.de
Institut für Geographie | Universität Potsdam | DE
Web www.geographie.uni-potsdam.de/geoinformatik