



Klonierung

Nils Ostenried & Franz Cassuhn



Inhaltsverzeichnis

1. Einstieg
2. Methode 1: Gezielte Rückzüchtung
3. Methode 2: Somatischer Zellkerntransfer (SCNT)
4. Methode 3: Genom-Editierung mit CRISPR/Cas9
5. Fazit & kritische Einordnung
6. Quellen



Einführung

- Hook: Der Pyrenäen-Steinbock (Bucardo) – 2003 erste und letzte „wiederbelebte“ ausgestorbene Art, starb nach 7 Minuten
- Leitfrage: Wie funktioniert Klonierung technisch – und warum ist es so schwierig?
- Drei Hauptmethoden im Überblick



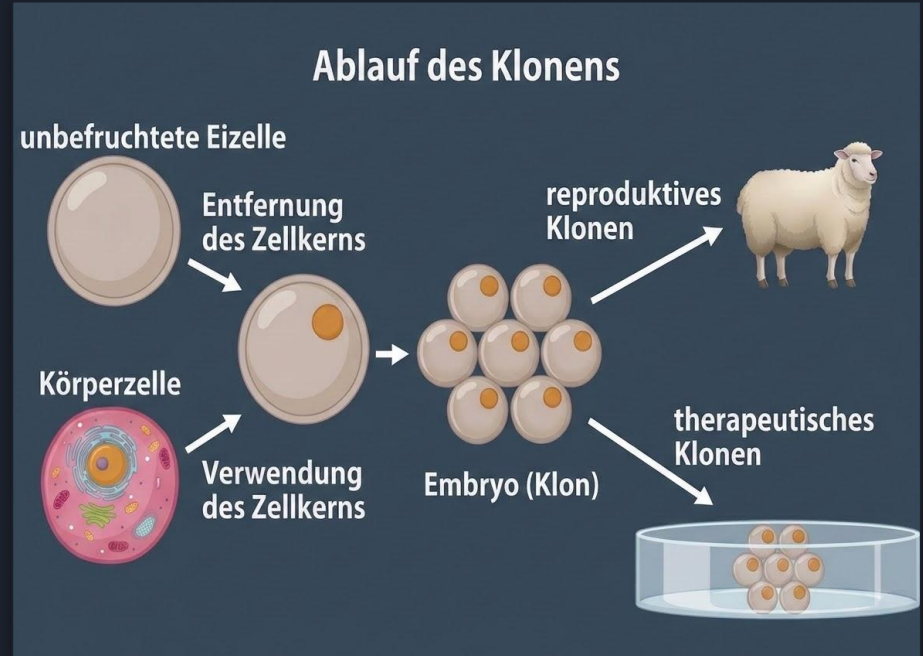
Methode 1: Gezielte Rückzüchtung

- Prinzip: Selektive Kreuzung lebender Verwandter → phänotypische Annäherung
- Kein echter Klon, sondern genetische Annäherung durch klassische Zucht
- Beispiel: Auerochse (*Bos taurus primigenius*), Taurus-Projekt
- Grenze: Erreichbare genetische Ähnlichkeit ist begrenzt; dauert Jahrzehnte

Methode 2: Somatischer Zellkerntransfer (SCNT)

Funktionsprinzip:

- Zellkern einer adulten Körperzelle wird entnommen
- In entkernte Eizelle einer Leihmutter eingesetzt
- Elektrischer/chemischer Stimulus → Zellteilung beginnt
- Embryo wird in Leihmutter implantiert





Methode 2: Somatischer Zellkerntransfer (SCNT)

Historischer Meilenstein:

- 1996: Klonschaf Dolly (Wilmut & Campbell) – erste Säugetier-Klonierung aus somatischer Zelle
- Seither: >20 Tierarten geklont (Hunde, Schweine, Katzen, 2018 erste Primaten in China)

Anwendung bei De-Extinktion:

- Bucardo-Klon (2003): SCNT mit kryokonserviertem Gewebe
- Problem: braucht lebende, gut erhaltene Zellen → kaum verfügbar bei ausgestorbenen Arten



Methode 2: Somatischer Zellkerntransfer (SCNT)

Technische Probleme (aus Artikel):

- Häufig: Embryonalversagen, Fehlgeburten, postnatale Anomalien
- Für Vögel und Reptilien: kein SCNT-Protokoll existiert
- Epigenetische Abweichungen schwer kontrollierbar



Methode 3: Genom-Editierung (CRISPR/Cas9)

Funktionsprinzip:

- Guide-RNA leitet Cas9-Protein zu Zielsequenz im Genom
- Cas9 schneidet DNA gezielt → gewünschte Variante wird eingebaut
- Modifizierte Zellen werden dann per SCNT in Leihmütter implantiert

Anwendung bei De-Extinktion:

- Wollhaarmammut: Colossal Biosciences editiert 44 Loci im Elefantengenom mit Mammut-DNA (Kältetoleranz, Haarwuchs, Fettmetabolismus) → „Mammophant“ erwartet 2028
- Schattenwolf (2025): 15 Genvarianten in Grauwolf-Genom eingebaut → 3 lebendige Welpen
- Alle Ergebnisse: keine echten Revivals, sondern transgene Proxies



Methode 3: Genom-Editierung (CRISPR/Cas9)

Technische Grenze – DNA-Degradierung:

- Halbwertszeit von DNA: ~521 Jahre → nach 47.000 Jahren kaum intakte Fragmente
- Älteste sequenzierte DNA: 700.000 Jahre altes Pferd (Permafrost, Alaska)
- Sequenzierte Fragmente müssen auf Referenzgenom eines Verwandten gemappt werden
- Problem: nur ~80% eines Genoms rekonstruierbar; >90% der Versuche scheitern
- Dinosaurier → für immer außerhalb der Reichweite



Fazit & kritische Einordnung

- Alle drei Methoden erzeugen keine echten Klone, sondern genetisch modifizierte Näherungen
- Hauptproblem: DNA-Qualität, fehlende Vollgenome, keine Leihmutter-Protokolle für viele Arten
- Zitat aus Artikel (Hofreiter): Original-Erbinformation bleibt verloren – „Begriffe wie De-Extinktion sind insofern irreführend“
- Ausblick: Technologie entwickelt sich rasant – aber ökologische Reintegration bleibt offene Frage



Quellen

Müller, H. (09.09.2025)

https://de.wikipedia.org/wiki/Somatischer_Zellkerntransfer

https://de.wikipedia.org/wiki/Colossal_Biosciences

<https://www.aerzteblatt.de/archiv/somatischer-zellkerntransfer-sorge-um-humane-klone-waechst-633414ef-4b5f-4f68-8f22-a962c3f41bb8>

<https://www.labiotech.eu/in-depth/crispr-cas9-review-gene-editing-tool/>

<https://www.labiotech.eu/in-depth/crispr-de-extinction-to-bring-back-animals/>