

# Reproduktives Klonen und relevante Techniken

---

# Was ist Klonen?

---

- **Klonen** ist das Herstellen von **genetisch identischen Kopien** eines Lebewesens ohne geschlechtliche Fortpflanzung
- **Klonen ≠ Klonieren**  
**Klonieren** ist ein Begriff aus der Gentechnik und Biotechnologie und bedeutet die Vervielfältigung ausgewählter Stücke des Erbguts (DNA), so dass viele Kopien davon entstehen

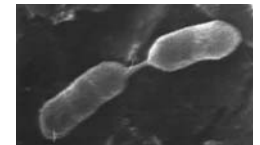
# Klonen – ein natürlicher Prozess?

---

- Klone kommen in der Natur vor!

## Beispiele:

- **Eineiige Zwillinge:** Bei Säugetieren entstehen Klone zufällig und selten
- **Ableger** einer Pflanze, z.B. Kartoffel
- Vermehrung von Bakterien durch **Teilung**
- **Ungeschlechtliche Vermehrung** mancher Schnecken und Garnelen



# Zielsetzungen des Klonens

---

## REPRODUKTIVES Klonen

### Gezielte Vermehrung von

- Nutz- und Labortieren mit bestimmten Eigenschaften
- gefährdeten Tierarten

für Grundlagenforschung, Biotechnologie und angewandte Tierzucht

## THERAPEUTISCHES Klonen

### Herstellung eines Embryos

- um daraus pluripotente Stammzellen für Therapiezwecke zu gewinnen

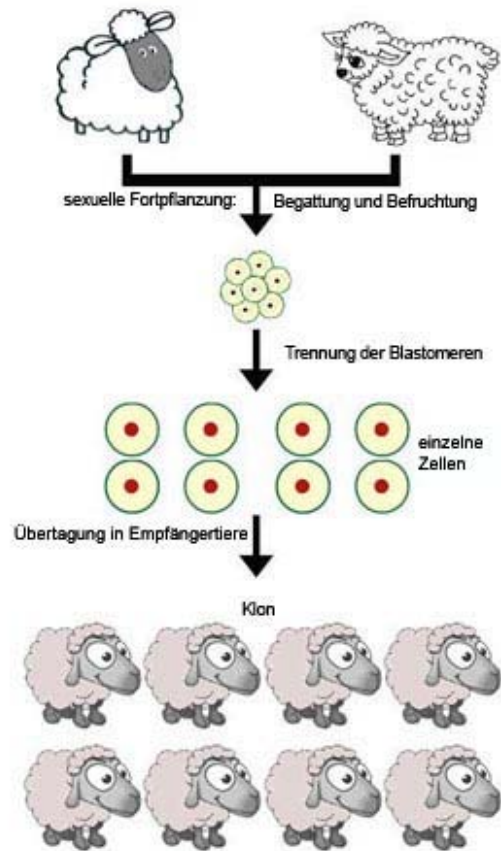
Embryo wird dabei zerstört, es entwickelt sich kein lebensfähiger Organismus

# Techniken des Reproduktiven Klonens

---

- Embryoteilung  
(engl. „embryo splitting“)
- Kerntransfer  
(engl. „somatic cell nuclear transfer“)

# Technik Embryoteilung (Embryosplitting)



- Ein **mehrzelliger Embryo** wird kurz nach der Befruchtung mit einer feinen Glasnadel in einzelne totipotente Zellen geteilt (= **Blastomere**)



- Blastomere werden in **scheinschwangere Empfängertiere** übertragen

- Geburt von genetisch identischen Geschwistern (Klone)

Graphik: BRG Marchettigasse

# Embryoteilung in der Zucht von Nutztieren

---

Bei **Vermehrung durch Embryoteilung** bleiben gewünschte Eigenschaften erhalten, da **keine zufällige Aufteilung** der mütterlichen und väterlichen Chromosomen erfolgt



- Klonen von „Preisbullen“ mit ausgezeichneter Fleischqualität in Japan
- Klonen von Kühen mit besonders hohem Milchertrag in Thailand

Derzeit aber noch kaum Bedeutung in der landwirtschaftlichen Praxis!

# Definition Kerntransfer

---

= Herstellung einer **Kopie eines Lebewesens**, indem ein Zellkern einer **Spenderzelle** in das Zytoplasma einer **Empfängerzelle** überführt wird



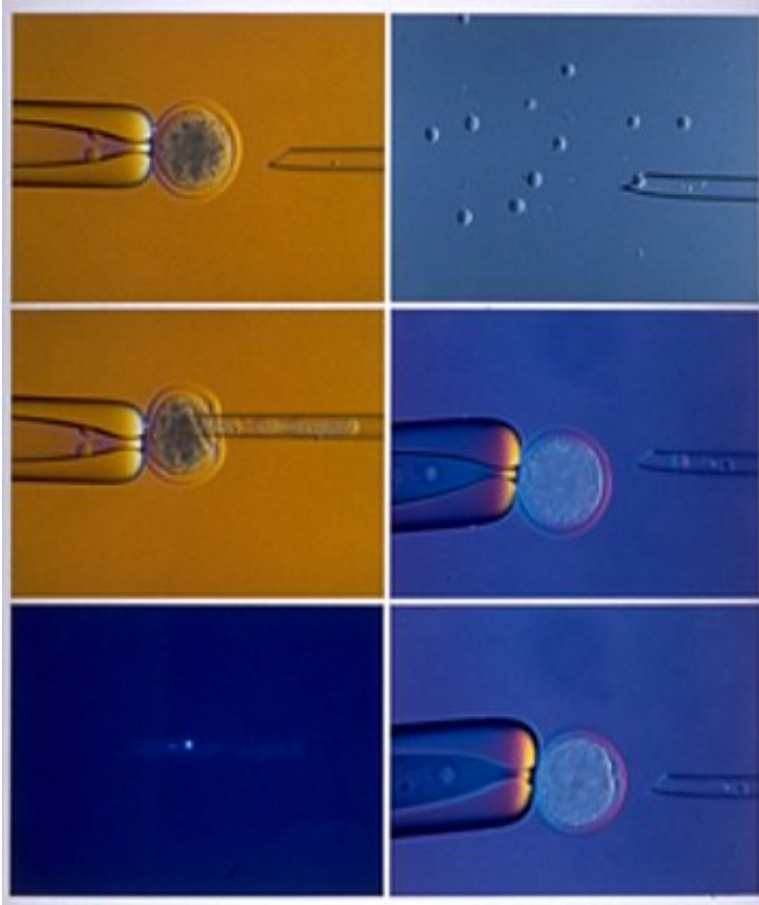
**Reprogrammierung des Zellkerns**



Gene, die während der Embryonalentwicklung wichtig sind, werden wieder aktiviert



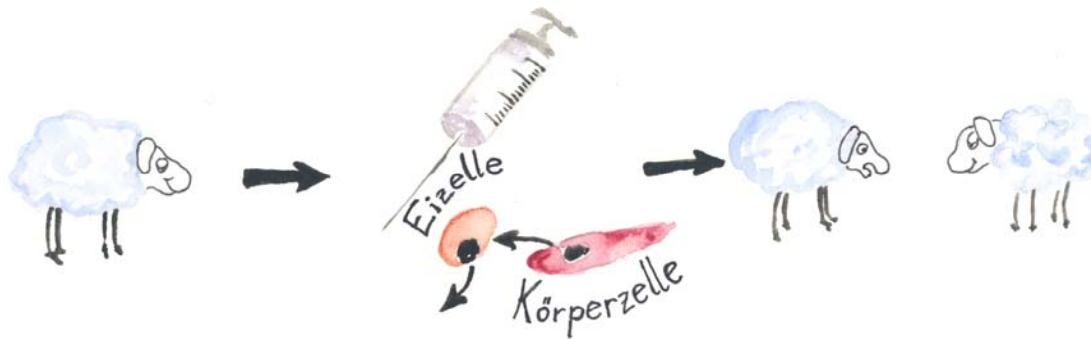
# Technik Kerntransfer



- Der **haploide Zellkern** einer unbefruchteten Eizelle wird mit einer dünnen, hohlen Glasnadel **entfernt**
- Ein **diploider Zellkern** des zu klonenden Organismus wird in die Eizelle eingebracht
- Danach verschmelzen die Eizellhülle und der neue Kern durch einen **Stromstoß** und bilden einen künstlich geschaffenen Embryo
- Der Embryo wird in ein „Leihmutter-Tier“ eingesetzt und bis zur Geburt ausgetragen

# Klonschaf Dolly

- Erstes Säugetier, das aus einer **differenzierten Körperzelle** eines erwachsenen Tieres geklont wurde (1997)

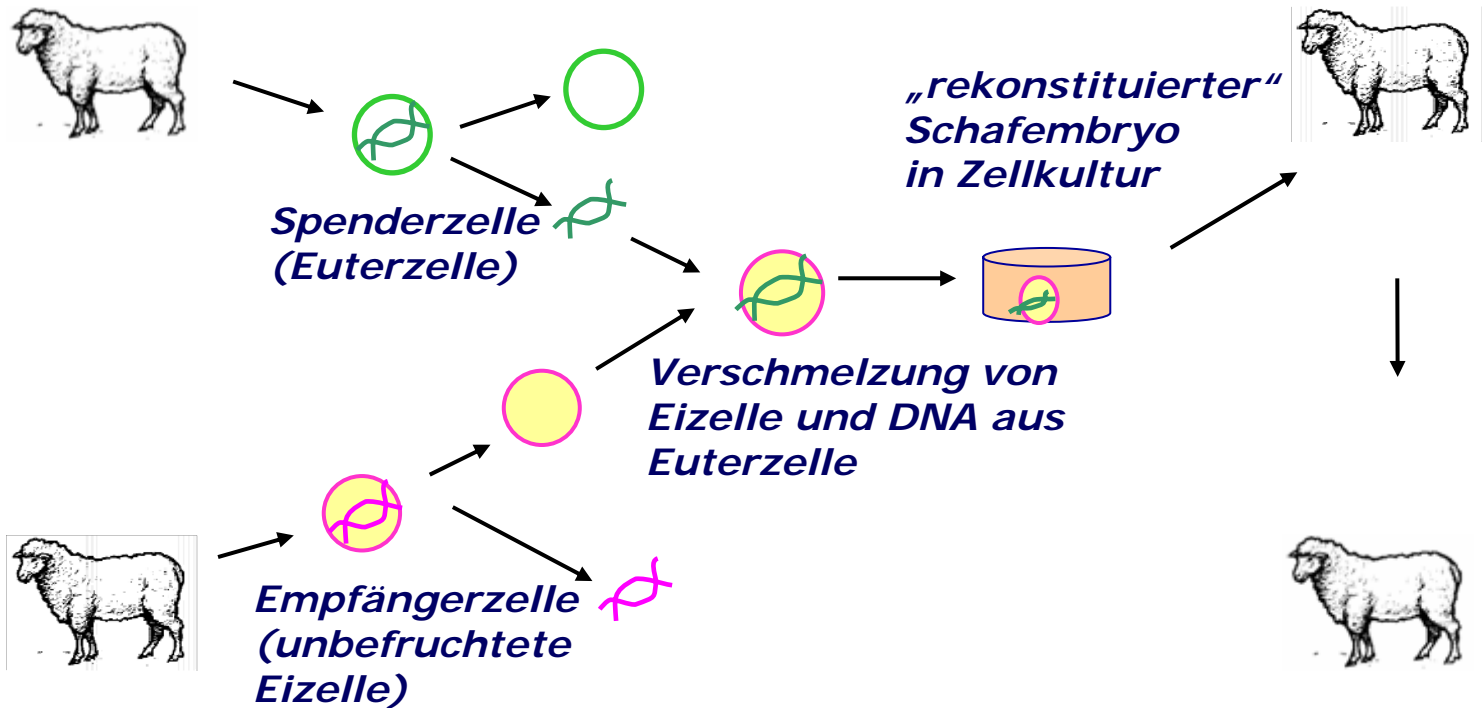


- Dolly starb vorzeitig im Alter von 6 ½ Jahren an einer Virusinfektion (normale Lebenserwartung von Schafen liegt bei 10-12 Jahren)

# Klonen von Schaf Dolly

Genetische Mutter

Leihmutter



Eizellen-Spenderin

Klonschaf Dolly

# Geringe Effizienz des Kerntransfers am Beispiel „Dolly“

---

<b>Zellfusionen</b>	<b>277</b>
rekonstruierte Embryonen	247
übertragbare Blastozysten	29
Schwangerschaften	1
<b>Lebendgeburt</b>	<b>1</b>
eingesetzte Leihmutter-Tiere	13

- **Genetische Reprogrammierung** (Zurückversetzen einer spezialisierten Körperzelle in den Embryonalzustand) ist schwierig!

→ Aborte, Missbildungen, später auftretende Schäden

- **„Large Offspring Syndrom“**

erhöhte Todesrate kurz vor oder nach der Geburt

# Sind Klone wirklich identisch?

---

- Strenggenommen sind Klone wie Dolly nicht vollständig identisch, denn nicht nur der Zellkern, auch die entkernte Eizelle enthält noch Erbmateriale in den **Mitochondrien**
- Jeder Klon hat **zwei „genetische Mütter“**
  - mehr als 99% des Erbmateriale vom Kernspender
  - weniger als 1% des Erbmateriale vom Kernempfänger
- Durch **epigenetische Phänomene** können Klone unterschiedliche Eigenschaften aufweisen, obwohl sie genetisch fast identisch sind

# Klonen von Haustieren mittels Kerntransfer

- Klonen von verstorbenen Haustieren als potentiell **Massengeschäft**
- In den USA gibt es bereits Firmen, die Hunde, Katzen und sogar Pferde klonen (Kosten für eine Katze ~ 50.000 US\$)
- **Genbanken** für Tiere → Tierbesitzer können Zellproben ihres Lieblings gegen geringe Gebühr aufbewahren lassen
- Klonen von Rennpferden
- Klonen von bedrohten oder ausgestorbenen Tierarten



Snuppy mit seinem Klonvater



„Royal Blue Boon“ wurde 2006 geklont

# Transgene Tiere in der Biotechnologie

---

**Transgenes Lebewesen** = Organismus, der fremdes Erbgut in sich trägt

Herstellung mittels Mikroinjektion bzw. Kerntransfer

- **Transgene Schafe/Ziegen und Hühner** zur biotechnologischen Produktion von menschlichen Proteinen in der Milchdrüse



**Klonschaf Polly** (im Bild mit Leihmutter) ist der erste gentechnisch veränderte Tierklon (1997), sie produziert den menschlichen **Blutgerinnungsfaktor IX** in ihrer Milch.

Polly wurde aus Bindegewebszellen geklont, in die zuvor das menschliche Gen für den Blutfaktor eingebaut wurde.

# Transgene Tiere in der Biotechnologie

---

- **Transgene Schweine**

für **Xenotransplantation** = die Verpflanzung tierischer Zellen/Gewebe/Organe in den Menschen, um **Wartezeiten** auf menschliche Spenderorgane zu überbrücken

## **Schweineorgane**

- haben eine ähnliche Größe wie menschliche Organe
- würden in großer Anzahl zur Verfügung stehen
- können gentechnisch verändert werden, um z.B. die Abstoßung zu vermindern

-> Sicherheitsfrage noch nicht geklärt

-> ethisch umstritten

-> **derzeit in Forschung, noch keine Anwendung**



# Reproduktives Klonen von Menschen?

---

**Das reproduktive Klonen von Menschen ist aus ethischen Gründen weltweit geächtet und gesetzlich verboten!**

- Missachtung der Menschenwürde
- Mensch wird für Zweck missbraucht
- Hohe Missbildungs- und Erkrankungsrate
- Sinkende genetische Vielfalt → Rückschritt in der Evolution
- Psychosoziale Folgen