Universität Zürich UZH
ETH Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

*Life Science Zurich **Learning Center***
Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich
learningcenter@lifescience.uzh.ch
www.lifescience-learningcenter.ch

DER FADENWURM *CAENORHABDITIS ELEGANS* - EIN KLEINER WURM GANZ GROSS

Photo Michael Walser

Autoren:

Simone Müller, Claudia Walser

Ergänzt und aktualisiert:

Michael Walser, Tobias Schmid, Silvan Spiri, Sabrina Maxeiner

2018

Der Fadenwurm - *Caenorhabditis elegans*

Verwandtschaft:	Stamm Nemathelminthes (Schlauchwürmer)
Lebensraum:	Terrestrisch, v.a. in verrottender Vegetation; ungefährlich (nicht pathogen)
Nahrung:	Mikroorganismen, Zucht auf Escherichia coli (Darmbakterien)
Aussehen:	ca. 1mm lang, durchsichtig
Lebensdauer:	ca. 18 Tage
Geschlechter:	Männchen (X/0) Hermaphroditen (X/X)
Fixe Zellgenealogie:	Männchen 1031 Zellen Hermaphrodit 959 Zellen
Genom:	100'000'000 Basenpaare 19'000 Gene (vergl. Mensch: 24'800 Gene) 6 Chromosomen: 5 Autosomen + 1 Geschlechtschromosom (X)
Sinnesleistung:	können hell-dunkel unterscheiden (obwohl sie keine Augen haben), reagieren auf Temperatur, Berührung, Erschütterung, chemische Substanzen

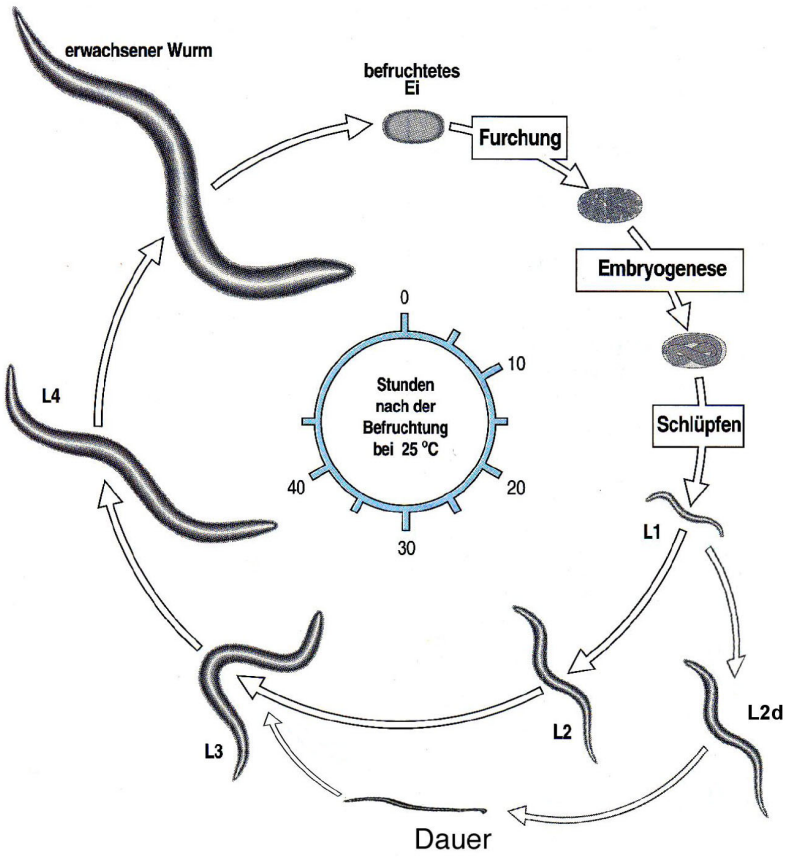
⇨ grundlegende Prozesse laufen bei *C. elegans* gleich wie im Menschen ab.

⇨ Bei der Entwicklung sterben genau 131 Zellen wieder ab. Sie werden durch programmierten Zelltod (Apoptose) umgebracht.

⇨ *C. elegans* kann bei -80°C eingefroren werden und lebt nach dem Auftauen weiter!

⇨ *C. elegans* überlebte den Absturz der Raumfähre Columbia!

Lebenszyklus



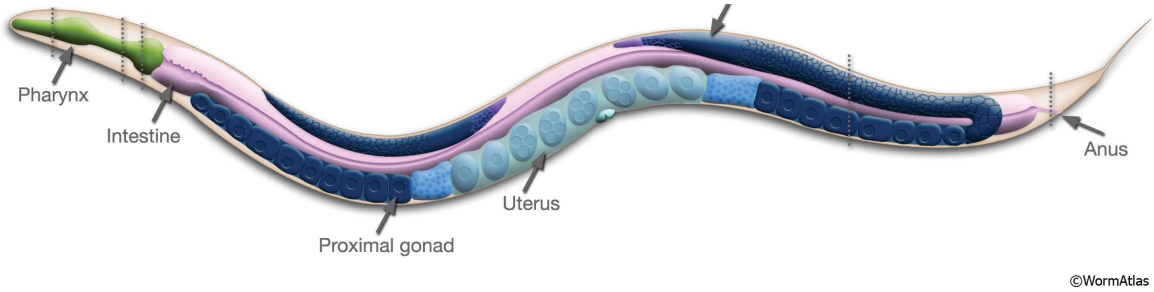
Die Generationszeit von *C. elegans* ist drei Tage, d.h. in dieser Zeit entwickelt sich die befruchtete Eizelle in ein erwachsenes Tier, das auch wieder Nachkommen produzieren kann. *C. elegans* ist der am schnellsten wachsende *mehrzellige* Modellorganismus!

Ein Hermaphrodit kann durch Selbstbefruchtung (d.h. ohne Partner) im Zeitraum von 2-3 Tagen bis zu 300 Nachkommen produzieren.

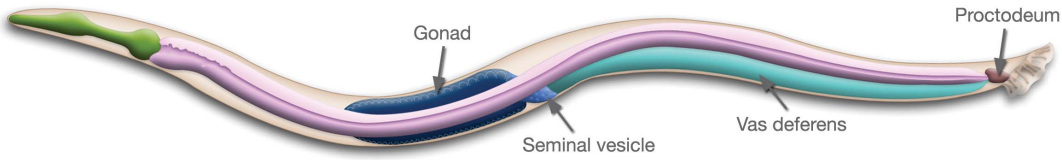
Eine Besonderheit von *C. elegans* ist das Dauer-Stadium, welches ein besonderes, arretiertes L3 Stadium ist, in dem die Tiere ohne Nahrung und auch bei sehr schlechten Bedingungen (z.B. hohe Temperatur, Trockenheit) bis zu 3 Monate ausharren. Wenn die Lebensbedingungen ungünstig sind, bereiten sich die L2 Larven auf das Dauerstadium vor und arretieren nachdem sie sich zu Dauerlarven gehäutet haben. Verbessern sich die Lebensbedingungen, verlassen die Tiere das Dauerstadium und setzen die normale Entwicklung im L3 Stadium fort.

Geschlechter

Hermaphroditen (=Zwitter)



Männchen



Bei *C. elegans* gibt es zwei Geschlechter: Hermaphroditen (oben im Bild) und Männchen (unten im Bild). Die Hermaphroditen sind Zwitter; sie produzieren in ihrer Entwicklung zuerst Spermien, die sie speichern und mit denen sie ihre eigenen Eier befruchten können, falls sie keinem Männchen begegnen. Die Selbstbefruchtung ist die häufigere Art der Fortpflanzung, denn das Geschlechterverhältnis ist 200:1 (Hermaphroditen: Männchen). Hermaphroditen können sich nicht gegenseitig befruchten.

Reine Weibchen kommen nur in mutanten Stämmen vor, bei denen Hermaphroditen die Samenanlagen fehlen.

Hermaphroditen haben zwei X (Geschlechtschromosomen), die Männchen haben nur ein X. Ein Y wie beim Menschen gibt es nicht.

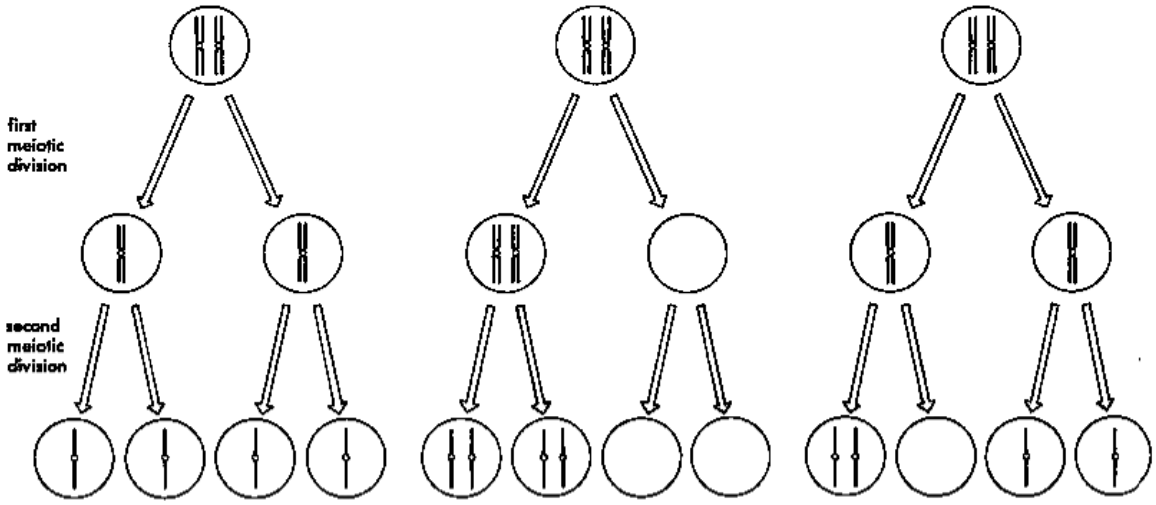
Fortpflanzung

Männchen x Hermaphrodit	Hermaphrodit
50% Hermaphroditen 50% Männchen	99.5% Hermaphroditen 0.5% Männchen*

* „Nondisjunction“ in der Meiose

Wie entstehen Männchen beim Fadenwurm?

Wenn sich ein Hermaphrodit selbst befruchtet („selfing“), kommt es in 0.5% der Fälle zum Verlust von einem X-Chromosom in der Meiose (Bild unten). Dies führt bei der Befruchtung zur Entstehung von Männchen.

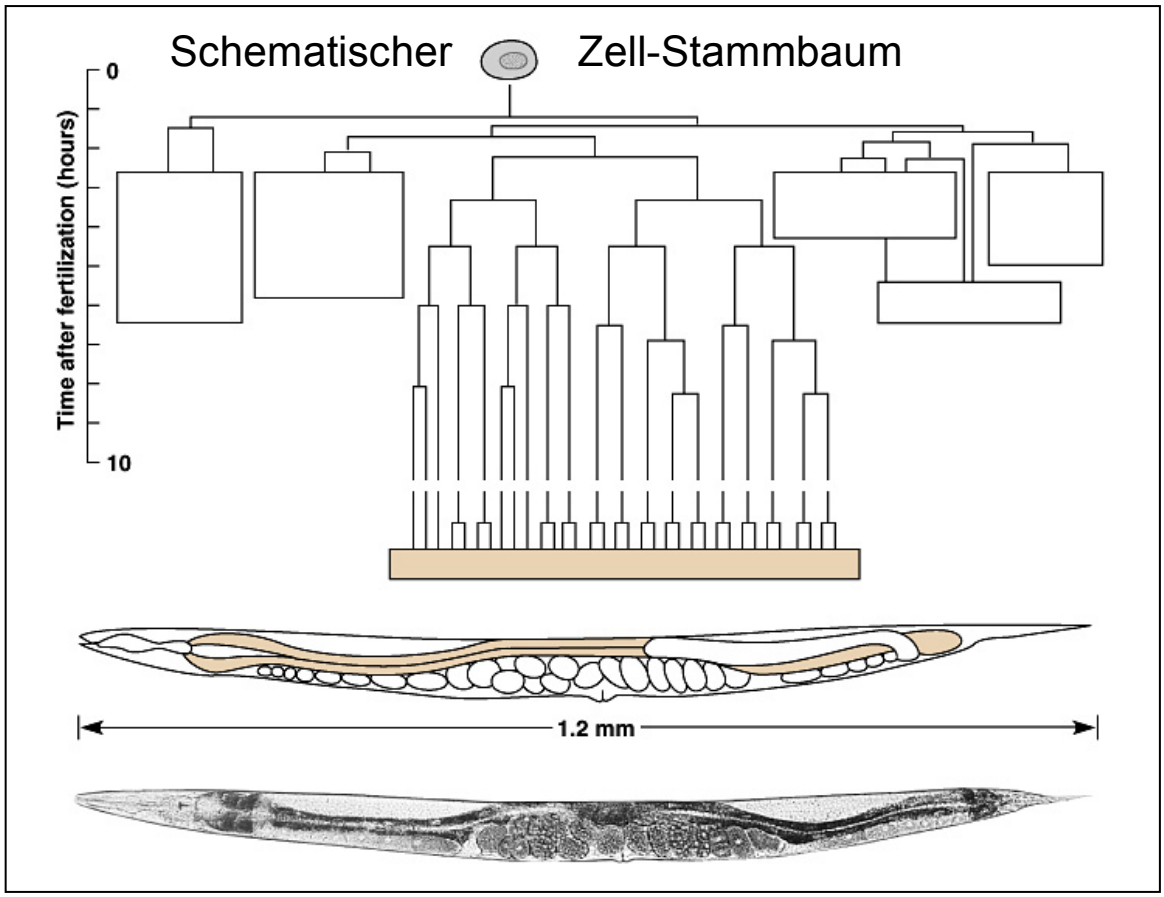


Normale Meiose | **Non-disjunction in der 1. Reifeteilung** | **Non-disjunction in der 2. Reifeteilung**

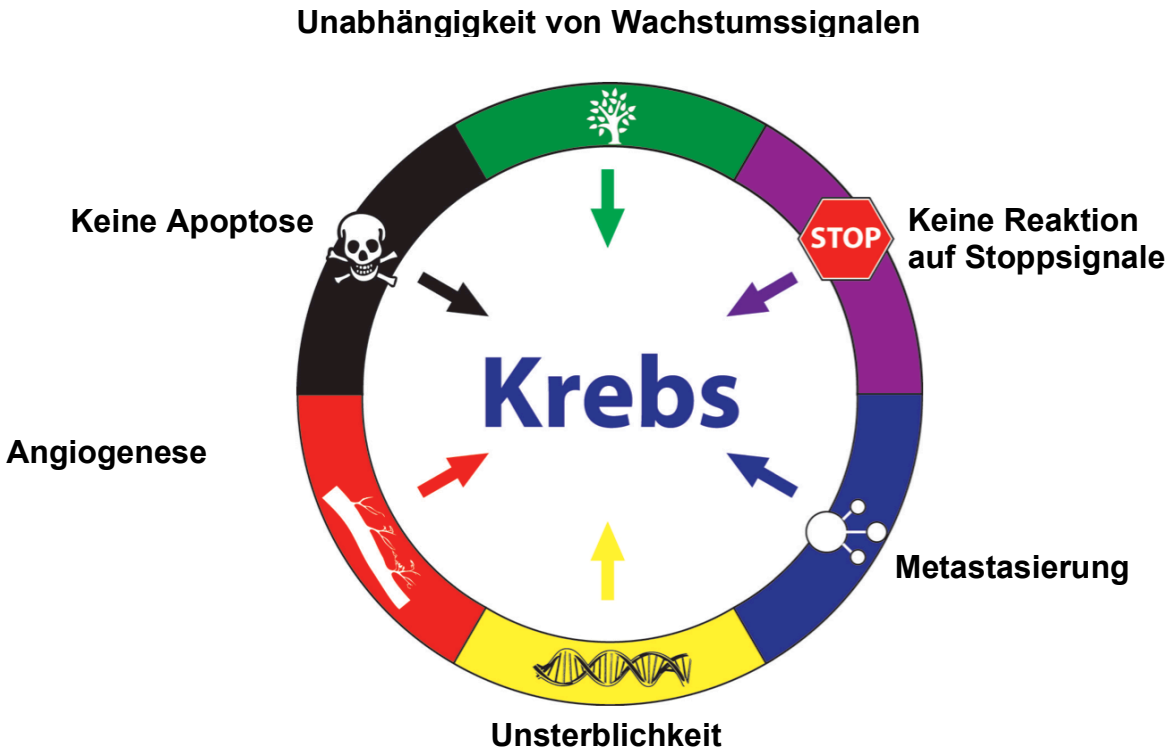
Wieso an *C.elegans* forschen?

- Klein & durchsichtig
- Einfach zu züchten und zu halten
- Kurze Generationszeit (3 Tage) und hohe Reproduktionsrate
- Genom bekannt (19'000 Gene)
- Grundlegende Prozesse ähnlich wie im Mensch
- Selbstbefruchtung bei Hermaphroditen: homozygote Stämme bleiben erhalten
- Überlebt Einfrieren bei -80°C

Fixe Zellgenealogie! (Stammbaum der Zellen)	Männchen: **1013** Zellen Hermaphrodit: **959** Zellen



Entstehung von Krebs



Als Krebs bezeichnet man in der Regel Krankheiten, bei denen sich Zellen unkontrolliert teilen und dabei gesundes Gewebe zerstören oder verdrängen. Bei solchen Tumor- oder Krebszellen ist die Abstimmung von Wachstum, Teilung und Zerstörung im Zellverband ausser Kraft gesetzt. Regulierende Signale werden nicht erkannt oder nicht ausgeführt. Grund dafür sind genetische Veränderungend des Erbguts, meistens durch einen Fehler in der Basenabfolge der DNA.

Heute sind viele molekular-genetische Details bekannt, wie Krebs entsteht und auf welche Weise er ausgelöst wird. Einen wesentlichen Beitag dazu hat auch die Forschung um und mit dem Modellorganismus *Caenorhabditis elegans*.

Etwa 5 000 der insgesamt 25 000 Gene des Menschen überwachen die korrekte Abfolge der Basenpaare in der DNA nach jeder Reduplikation, entscheiden über die Notwendigkeit von Reparaturvorgängen, halten den Zellzyklus an, bis die Reparaturen ausgeführt sind, und leiten gegebenenfalls den programmierten Zelltod (Apoptose) ein, falls die Reparatur nicht zum Erfolg führt.

Mutationen im Erbgut können jedoch verhindern, dass die Apoptose korrekt abläuft. Die geschädigten Zellen sterben nicht, sondern teilen sich weiter. Durch weitere Veränderungen der DNA kann die Zelle zusätzliche Eigenschaften ausbilden, die eine Behandlung der Krebserkrankung erschweren: z.B. die Fähigkeit, unter Sauerstoffmangel zu überleben, eine eigene Blutversorgung aufzubauen (Angiogenese) oder aus dem Verband auszuwandern und sich in fremden Geweben wie Knochen, Lunge oder Gehirn anzusiedeln (Metastasierung). Erst durch diese Fähigkeit gewinnt der Krebs seine tödliche Potenz: 90% aller Krebspatienten, bei denen die Krankheit tödlich ausgeht, sterben nicht am Primärtumor, sondern an dessen Metastasen beziehungsweise an Folgekrankheiten der Metastasierung.

Links

Caenorhabditis elegans WWW Server:
http://elegans.swmed.edu/

Das elektronische *C. elegans* Buch auf Englisch:
www.wormbook.org

Zugang zu den Genomdaten:
www.wormbase.org

Labor-Homepage Prof. Dr. A. Hajnal, Universität Zürich:
http://www.imls.uzh.ch/research/Hajnal.html

Eine schöne Sammlung von Filmen über die *C. elegans* Entwicklung:
www.bio.unc.edu/faculty/goldstein/lab/movies.html

Kontakte

Life Science Learning Center UZH & ETHZ
c/o Universität Zürich
Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich

www.lifescience-learningcenter.ch >
Praktika & Labtours > Schulklassen > Entwicklungsgenetik 1 - Fadenwurm