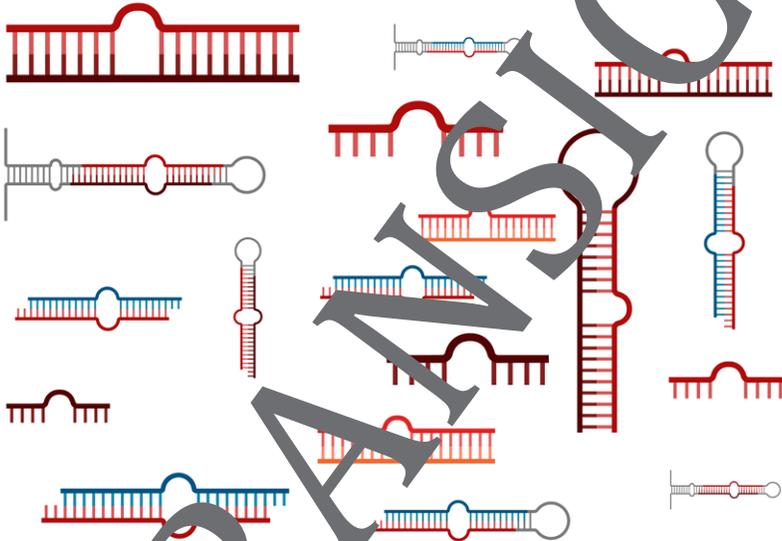


C.2.17

Zell- und Entwicklungsbiologie – Entwicklungsbiologie

MicroRNAs – Mechanismen der Genregulation und Entwicklungssteuerung

Volker Wolff



© RAABE 2025

Grafik: erstellt mit <https://BioRender.com>

In den 1990er Jahren entdeckten Victor Ambros und Garry Ruvkun eine neue Klasse von Ribonukleinsäuren, die der Genregulation und Entwicklungssteuerung dienen. Für ihre Forschung zu microRNAs, Molekülen, die unter Umständen auch über Gesundheit und Krankheit entscheiden können, wurden die beiden US-amerikanischen Genetiker 2024 mit dem Nobelpreis für Physiologie/Medizin ausgezeichnet. Aufgaben und Materialien in dieser Unterrichtseinheit thematisieren die Arbeit der beiden Preisträger und verknüpfen sie mit klassischen Themen des Biologieunterrichts in der Qualifikationsphase.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11, 12, 13
Dauer:	4–5 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Fachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz 3. Kommunikationskompetenz
Methoden:	Auswertung, Diagrammerstellung
Inhalt:	RNA, microRNA, Genregulation, Entwicklungssteuerung, Modellorganismen, Nukleinsäure, Zelldifferenzierung, heterochronische Gene, Regulation der Genaktivität, Stammbaumanalyse

Didaktisch-methodische Hinweise

Auch der komplexeste vielzellige Organismus entsteht aus einer einzigen Zygote. All seine baulich differenzierten und in ihrer Funktion spezialisierten Zellen besitzen dasselbe Genom. Die Komplexität eines Lebewesens ist also nicht allein an das Vorhandensein vielfältiger Gene gebunden. Genauso wesentlich ist die Frage, wann, wo und in welchem Maße Gene aktiv sind. Diese Frage ist das Forschungsfeld der Epigenetik und sie hat mittlerweile eine ganze Reihe von Mechanismen zur Regulation der Genaktivität entschlüsselt. Bereits in den 1990er-Jahren entdeckten Victor Ambros und Garry Ruvkun eine neue Klasse von Ribonukleinsäuren, die an der Genregulation und Entwicklungssteuerung beteiligt sind. Für ihre Forschung zu den microRNAs, die unter anderem auch über Gesundheit und Krankheit entscheiden können, wurden die beiden US-amerikanischen Genetiker 2024 mit dem Nobelpreis für Physiologie/ Medizin ausgezeichnet.

Aufgaben und Materialien in diesen Unterrichtsmaterialien thematisieren die Arbeit der beiden Nobelpreisträger und verknüpfen sie mit klassischen Themen des Biologieunterrichts in der Qualifikationsphase. **M 1** startet anhand einer schematischen Übersicht mit der Wiederholung grundlegender Fakten zum Bau und zur Funktion der Nukleinsäuren. Je nach Lerngruppe können hier auch einzutragende Begriffe vorgegeben werden. Eine vertiefte Betrachtung der mRNA liefert danach Voraussetzungen für das spätere Verständnis der Wirkungsweise von microRNAs. Deren komplexer, im einleitenden Text beschriebener Wirkungsweise wird durch das Anfertigen einer Legende zur Abbildung nachvollzogen. Damit stellt in diesem Material das fachsprachlich exakte Verbalisieren schematischer Darstellungen ein wesentliches Kompetenzziel dar.

Im **M 2** die Entwicklung des Fadenwurms *Caenorhabditis elegans* genauer beleuchtet wird, geschieht dies aus zwei Gründen: Zum einen ist es zwingend notwendig, will man in späteren Aufgaben die Forschungsergebnisse der beiden Nobelpreisträger verstehen. Da-

Auf einen Blick

- M 1 Die bunte Vielfalt der RNA
- M 2 Modellorganismus *Caenorhabditis elegans*
- M 3 MicroRNAs steuern die Entwicklung
- M 4 MicroRNA und Schwerhörigkeit

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.
	leichtes Niveau
	mittleres Niveau
	hohes Niveau

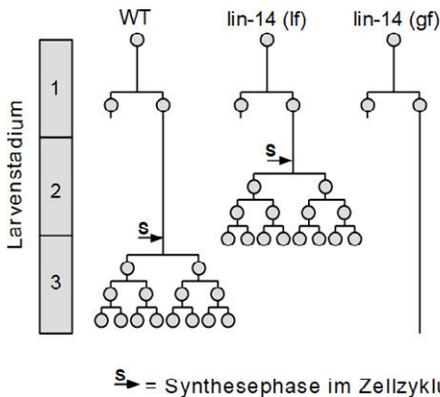


Abbildung 2: Zellteilungsmuster der P-Zellen verschiedener Stadien von *C. elegans*
 Grafik: Volker Wolff (nach Ambros, 2000)

Aufgaben

- In verschiedenen Teilgebieten der Biologie werden unterschiedliche Modellorganismen zur Erkenntnisgewinnung genutzt.
 - Beschreiben** Sie anhand der Abbildung 1 den Lebenszyklus von *C. elegans*.
 - Stellen** Sie die in Tabelle 1 angegebenen Untersuchungsergebnisse in geeigneter Weise grafisch **dar** und **interpretieren** Sie Ihre Darstellung.
 - Begründen** Sie die besondere Eignung des Fadenwurms für die genetische und entwicklungsbiologische Forschung.
- Für die Erforschung der Bedeutung des Gens *lin-14* nutzte man Mutantenstämme von *C. elegans*, bei denen die Genwirkung verloren ging (lf = loss of function) bzw. verstärkt wurde (gf = gain of function).
 - Erläutern** Sie anhand einer selbst gefertigten beschrifteten Skizze den Verlauf eines Zellzyklus.
 - Vergleichen** Sie die in Abbildung 2 dargestellten Zellteilungsmuster bei Wildtyp und Mutanten von *C. elegans*. **Leiten** Sie die Auswirkung des Proteins LIN-14 auf den Zellzyklus **ab**.

M 4 MicroRNA und Schwerhörigkeit

Schwerhörigkeit kann vielfältige Ursachen haben. Sie kann von Geburt an bestehen oder erst im Laufe des Lebens auftreten, genetisch bedingt sein oder durch Infektion bzw. übermäßige Lärmbelastung entstehen. Eine gestörte Schallleitung im Mittelohr kann das Hörvermögen ebenso mindern wie eine gestörte Schallempfindung im Innenohr. Bei letzterem sind in der Regel die Haarzellen betroffen, Mechanorezeptoren im Innenohr, die bei Reizung durch Schallwellen Rezeptorpotenziale generieren. Führen diese zu Aktionspotenzialen, die an das Gehirn weitergeleitet werden, entsteht dort eine akustische Wahrnehmung.

In den 2000er-Jahren wurde der genetische Hintergrund einiger Fälle von nicht syndromalem Hörverlust (NSHL = non-syndromale hearing loss) untersucht. Bei dieser erblichen Erkrankung treten zusätzlich zur geminderten Hörleistung keine weiteren Symptome an anderen Organen auf. Eine Vielzahl an der Erkrankung potentiell beteiligter Gene war bereits bekannt. Neu war der Nachweis, dass NSHL auch im Zusammenhang mit einer bestimmten microRNA stehen kann.

Eine dieser Studien basierte auf der Anamnese einer von NSHL betroffenen italienischen Familie, aus der ein Stammbaum abgeleitet wurde. Nach der Sequenzierung des fraglichen Gens bei den erkrankten Familienangehörigen und 859 normal hörenden Personen wurden Modelle zur Sekundärstruktur der jeweiligen pre-miRNA-96 erstellt. Dazu benutzte man eine Software, die Vorhersagen zur Faltung und Hybridisierung von einsträngigen Nukleinsäuren ermöglicht. Einbezogen wurden auch Sequenzen des menschlichen Gens für miRNA-96 mit entsprechenden Genen anderer Wirbeltieren. Diese ergaben beispielsweise, dass bei Mäusen die miRNA-96 unverzichtbar für die korrekte Differenzierung und Funktion der Haarzellen im Innenohr ist. In Zellkulturen wurden Expression und Reifung der miRNA-96 sowie Auswirkungen der Mutation auf ihre Funktionalität experimentell untersucht.

Mehr Materialien für Ihren Unterricht mit RAAbits Online

Unterricht abwechslungsreicher, aktueller sowie nach Lehrplan gestalten – und dabei Zeit sparen.
Fertig ausgearbeitet für über 20 verschiedene Fächer, von der Grundschule bis zum Abitur: Mit RAAbits Online stehen redaktionell geprüfte, hochwertige Materialien zur Verfügung, die sofort einsetz- und editierbar sind.

- ✓ Zugriff auf bis zu **400 Unterrichtseinheiten** pro Fach
- ✓ Didaktisch-methodisch und **fachlich geprüfte Unterrichtseinheiten**
- ✓ Materialien als **PDF oder Word** herunterladen und individuell anpassen
- ✓ Interaktive und multimediale Lerneinheiten
- ✓ Fortlaufend **neues Material** zu aktuellen Themen



Testen Sie RAAbits Online
14 Tage lang kostenlos!

www.raabits.de

