



SACHSEN-ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2025

BIOLOGIE (ERHÖHTES ANFORDERUNGSNIVEAU)

Prüfungsaufgaben

Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit:

300 Minuten

Es sind drei Aufgaben zu bearbeiten.

Kreuzen Sie die drei Aufgaben an, die bewertet werden sollen.

Bestätigen Sie Ihre Auswahl mit Ihrer Unterschrift.

Aufgabe 1: Pflanzenwachstum und Stickstoffversorgung
(Aufgabe mit fachpraktischem Anteil) ☐

Aufgabe 2: Testosteron ☐

Aufgabe 3: Blattläuse im Kartoffelfeld ☐

Aufgabe 4: Dickdarmkrebs ☐

Name, Vorname: _____

Unterschrift des Prüflings: _____

Aufgabe 1: Pflanzenwachstum und Stickstoffversorgung

Das Wachstum von Pflanzen hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Eine besondere Bedeutung hat dabei die Stickstoffversorgung. In der Landwirtschaft wird diese durch eine ausreichende Düngung gewährleistet. In der Natur spielen dabei nitrifizierende Bakterien eine große Rolle.

	BE
1 Stellen Sie die Unterschiede bei der Aufnahme von Wassermolekülen und Nitrat-Ionen anhand von drei Kriterien tabellarisch dar (M 1).	9
2.1 Stellen Sie eine Hypothese zur Auswirkung übermäßig nitratgedüngter Böden auf den Wasserhaushalt der Pflanzen auf (M 2).	3
2.2 Planen Sie einen Modellversuch, mit dem Sie Ihre Hypothese überprüfen können (M 1, M 2, M 3).	3
Führen Sie den Modellversuch durch (M 2, M 3).	4
<i>Hinweis: Sollten Ihnen die schriftliche Planung und/oder die Durchführung nicht gelingen oder sollten Ihnen die Ergebnisse unbrauchbar erscheinen, können Sie korrekte Daten von der Aufsicht führenden Lehrkraft anfordern. Für die Planung und Durchführung werden in diesem Fall bis zu sieben Bewertungseinheiten nicht erteilt.</i>	
2.3 Stellen Sie Ihr Ergebnis in einer mikroskopischen Zeichnung dar (M 3).	7
<i>Hinweis: Nach Fertigstellung der mikroskopischen Zeichnung ist das Präparat unter dem Mikroskop der Aufsicht führenden Lehrkraft vorzuzeigen.</i>	
2.4 Erklären Sie anhand Ihrer Beobachtungsergebnisse ein verändertes Pflanzenwachstum bei übermäßiger Nitratdüngung auch unter Rückbezug auf die aufgestellte Hypothese (M 2, M 3).	6
3 Erläutern Sie die chemiosmotische Synthese von ATP bei <i>Nitrobacter winogradskyi</i> (M 4).	4
Erklären Sie die Notwendigkeit einer guten Bodenbelüftung für die Aufrechterhaltung des Stickstoffkreislaufs (M 4).	4

Material zu Aufgabe 1: Pflanzenwachstum und Stickstoffversorgung

Aufgabe 1, M 1: Stofftransport an Biomembranen

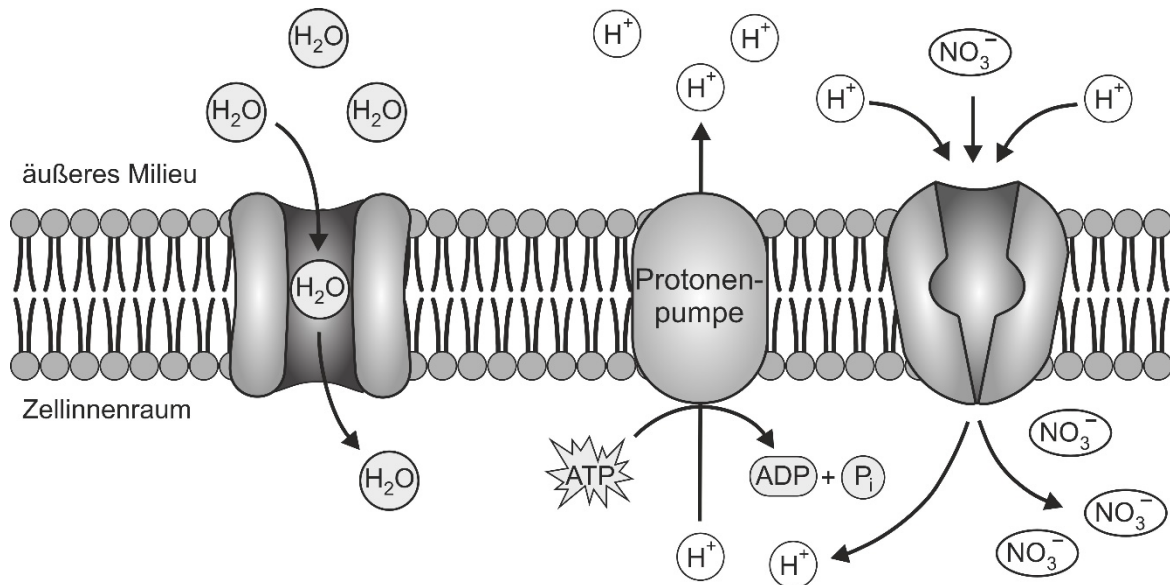


Abb. 1: Schematische Darstellung der Aufnahme von Wassermolekülen (H_2O) und Nitrat-Ionen (NO_3^-) in Pflanzenzellen

Aufgabe 1, M 2: Stickstoffdüngung

Um eine ausreichende Stickstoffversorgung und damit einen hohen Ertrag zu sichern, werden Pflanzen gedüngt. Die Pflanzen erhalten dadurch stickstoffhaltige Mineralstoffe in Form von Nitraten und Ammoniumverbindungen. Von 2010 bis 2022 wurden dabei in Deutschland in der Landwirtschaft jährlich zwischen 1,1 und 1,8 Millionen Tonnen Stickstoff verbraucht. Dazu zählen mineralischer Dünger, aber auch die Gülle aus der Tierhaltung von Schweinen und Rindern. Bei einer übermäßigen Stickstoffdüngung wird jedoch der Wasserhaushalt der Pflanze beeinträchtigt.

in Anlehnung an: Statistisches Bundesamt (2023). Inlandsabsatz von Stickstoffdünger in der Landwirtschaft in Deutschland von 2010/11 bis 2022/23. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/161843/umfrage/verbrauch-von-stickstoff-in-der-landwirtschaft> (letzter Zugriff: 25.01.2024)

Aufgabe 1, M 3: Untersuchung eines Frischpräparates

Folgende Geräte und Materialien stehen Ihnen zur Verfügung.

Geräte: Lichtmikroskop, Objektträger, Deckgläschen, Pasteurpipette, Präparierbesteck, Filterpapier

Materialien: Kaliumnitrat-Lösung ($\omega = 10\%$), rote Küchenzwiebel, Leitungswasser

Aufgabe 1, M 4: ATP-Synthese von *Nitrobacter winogradskyi*

[Die Abbildung wird aus urheberrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 2: ATP-Synthese bei *N. winogradskyi* (vereinfachte schematische Darstellung)

nach: Holiencin, A. & Gujer, W. (1996). Produktion von Nitrit in der Nitrifikation, gwa, 76 (11).
https://www.dora.lib4ri.ch/eawag/islandora/object/eawag%3A4978/datastream/PDF/Holiencin-1996-Produktion_von_Nitrit_in_der_Nitrifikation-%28published_version%29.pdf (letzter Zugriff: 25.01.2024)

Aufgabe 2: Testosteron

Ernst Laqueur isolierte das Sexualhormon Testosteron 1935 aus Stierhoden und kreierte den Namen des Hormons aus Testis (Hoden) und Steroid. Bei Männern wird dieses Hormon, welches zur Gruppe der Androgene gehört, zum größten Teil unter dem Einfluss des LH (Luteinisierendes Hormon) in den Leydig'schen Zwischenzellen im Hoden produziert. Der Einsatz von Testosteron als Medikament wird in verschiedenen Zusammenhängen u. a. bei Diabetes erwogen.

	BE
1 Hormon- und Nervensystem wirken zusammen. Stellen Sie den Bau eines markhaltigen Neurons in einer beschrifteten Skizze dar.	6
2 Vergleichen Sie die endokrine Informationsübertragung mit der an einer chemischen Synapse tabellarisch anhand von vier selbst gewählten Vergleichskriterien (M 1).	8
3 Testosteron gehört zu den Steroidhormonen, welche lipophil sind. Erläutern Sie die Wirkungsweise von Testosteron auf spezifische Zielzellen mithilfe von Material 2 (M 2).	8
4 Erklären Sie den Einfluss eines Typ-2-Diabetes mit Adipositas auf den Testosteronspiegel (M 3).	10
5 Diskutieren Sie den Einsatz von Testosteron-Präparaten zur Behandlung von Männern mit einem Typ-2-Diabetes (M 3, M 4, M 5).	8

Material zu Aufgabe 2: Testosteron

Aufgabe 2, M 1: Endokrine Informationsübertragung

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 1: Endokrine Informationsübertragung

nach: <http://physiologie.cc/II.3.htm> (letzter Zugriff am: 05.06.2024)

Aufgabe 2, M 2: Wirkung von Testosteron

DHT: Dihydrotestosteron
(stoffwechselaktivere Variante des Testosterons)

HSP: Hitzeschockprotein
(stabilisiert Proteinstrukturen)

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

AR: Androgenrezeptor

ARA70 und **GTA:** Androgenrezeptor-assoziierte Proteine
(Transkriptionsfaktorkomplexe)

Abb. 2: Testosteronwirkung in Zielzellen

nach: https://www.researchgate.net/figure/Androgen-Action-in-prostate-cells-Testosterone-is-locally-reduced-to-DHT-in-the_fig1_338555038 und <http://physiologie.cc/II.7.htm> (letzter Zugriff am: 05.06.2024)

Aufgabe 2, M 3: Testosteron und Diabetes beim Mann

Testosteron beeinflusst beim Mann die Sexualität und die Psyche. Es regt ebenfalls den Aufbau von Muskeln und Knochen an und verringert die Fettmasse. Studien zeigen, dass auch das Körpergewicht und der Spiegel des männlichen Geschlechtshormons eng zusammenhängen. Testosteron und Zucker- sowie Fettstoffwechsel beeinflussen sich wechselseitig.

Starkes Übergewicht (Adipositas) ist eine häufige Begleiterscheinung eines Typ-2-Diabetes. Bei dieser Diabetesform kann das Hormon Insulin nicht mehr ausreichend an den Rezeptoren der Zielzellen binden. Als Folge steigt der Blutzuckerspiegel. Umgangssprachlich wird Typ-2-Diabetes häufig auch als „Zuckerkrankheit“ bezeichnet.

Bei Adipositas ist die Gonadotropinkonzentration (z. B. LH und FSH) dauerhaft niedrig. Ein Verlust an Muskelmasse und die weitere Zunahme von Körperfett können Folgen dessen sein. Muskelzellen sind neben den Leberzellen wichtige Stellglieder zur Blutzuckerregulation, da sie neben Androgen- auch Insulinrezeptoren enthalten. Fettzellen synthetisieren unterschiedliche Proteine, z. B. das Enzym Aromatase und das Peptidhormon Leptin. Die Aromatase wandelt Steroidhormone wie Testosteron in das weibliche Sexualhormon Östradiol um. Das Leptin hemmt wie auch Östradiol die LH-Ausschüttung der Hypophyse.

Der Hypothalamus ist ein Teil des Zwischenhirns und wesentliches Steuerungszentrum für das vegetative Nervensystem. Die Hypophyse befindet sich unterhalb des Hypothalamus und ist eine erbsengroße Drüse. Sie bildet eine Reihe von Hormonen, welche spezifische Teile des Körpers steuern. Die Hypophyse reguliert die Funktion der meisten anderen endokrinen Drüsen.

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 3: Regelkreis Testosteron

nach: <https://www.diabetes-news.de/wissen/sexualitaet/der-testosteronmangel-des-aelteren-mannes>
(letzter Zugriff am: 05.06.2024)

Aufgabe 2, M 4: Studie zu Testosteron und Typ-2-Diabetes

In einer Studie wurden 300 Männer (150 mit Typ-2-Diabetes und 150 Gesunde) auf verschiedene Blutwerte u. a. auf Testosteron untersucht.

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 4: Studienergebnisse

nach: <https://journals.plos.org/globalpublichealth/article?id=10.1371/journal.pgph.0000052> (letzter Zugriff am: 05.06.2024)

Aufgabe 2, M 5: Testosteron-Nebenwirkungen

Testosteron führt vor allem bei der illegalen und oft falsch dosierten Anwendung (z. B. Doping zum Muskelaufbau im Sport) zu Problemen. Eine längere Anwendung von Testosteron kann Ansammlungen von wässriger Flüssigkeit im Körpergewebe hervorrufen, die sich zu Schwellungen (Ödemen) der betroffenen Gewebe entwickeln können. Bei der Wirkung auf die Prostata bei Männern wird darauf hingewiesen, dass Testosteron und besonders DHT das Wachstum eines Prostatatumors fördern kann. Zusätzlich sind Erkrankungen der Haut möglich. Auch psychische Störungen wie Nervosität, Aggressivität, Depression sowie Kopfschmerzen und Müdigkeit können entstehen. Des Weiteren können Libidoveränderungen wie eine erhöhte Erektionshäufigkeit durch eine hoch dosierte Anwendung von Testosteronpräparaten hervorgerufen werden. Im Allgemeinen kann eine reversible Unterbrechung oder Verminderung der Spermatogenese und dadurch auch eine Abnahme der Hodengröße auftreten.

nach: <https://www.dshs-koeln.de/institut-fuer-biochemie/doping-substanzen/doping-lexikon/t/testosteron-nebenwirkungen/> (letzter Zugriff am: 05.06.2024)

Aufgabe 3: Blattläuse im Kartoffelfeld

Dank ihrer stärkehaltigen Knollen ist die Kartoffel (*Solanum tuberosum*) eine wichtige Kohlenhydratquelle in der menschlichen Ernährung. Die in vielen Ländern Europas großflächig angelegten Kartoffelfelder stellen Ökosysteme dar, in denen auch verschiedene Insektenarten heimisch sind.

	BE
1 Erläutern Sie drei Typen zwischenartlicher Wechselbeziehungen zwischen den in Material 1 genannten Arten (M 1).	9
2 Fertigen Sie eine beschriftete grafische Darstellung zum logistischen Populationswachstum einer Blattlauspopulation an.	6
Begründen Sie, dass es zur Massenvermehrung der Tiere auf einem Kartoffelfeld kommen kann (M 1).	3
3 Fassen Sie die in Material 2 dargestellten Untersuchungsergebnisse zusammen.	3
Analysieren Sie diese im Hinblick auf mögliche Auswirkungen der Einwanderung des Harlekin-Marienkäfers (<i>Harmonia axyridis</i>) auf die Bekämpfung der Blattläuse (M 1, M 2).	6
4 Zur Bekämpfung von Blattläusen werden neue Methoden experimentell erprobt.	
4.1 Beschreiben Sie das in Material 3 dargestellte Verfahren (M 3).	6
4.2 Interpretieren Sie ausgehend von Material 3 die in Material 4 angegebenen Untersuchungsergebnisse (M 1, M 3, M 4).	7

Material zu Aufgabe 3: Blattläuse im Kartoffelfeld

Aufgabe 3, M 1: Insekten im Kartoffelfeld

An den Blättern der Kartoffelpflanzen findet man oftmals die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*), die in schneller Folge mehrere Generationen pro Saison hervorbringen kann. Die Entwicklung verläuft über vier Larvenstadien, die jeweils nach einer Häutung wachsen, bevor ihr neues aus Chitin bestehendes Außenskelett aushärtet. Mit ihren Mundwerkzeugen stechen die Larven und die adulten Tiere das Phloem der Leitbündel in den Laubblättern an und saugen den dort transportierten Pflanzensaft, der u. a. Disaccharide und lösliche Proteine enthält. Dabei können auch pflanzenpathogene Viren übertragen werden. Die Kartoffelpflanzen reagieren durch ein Einrollen der Blätter. Starker Blattlausbefall kann auch zur Vergilbung der Blätter führen.

Ebenfalls in Kartoffelfeldern anzutreffen ist der Siebenpunkt-Marienkäfer (*Coccinella septempunctata*). Weibchen der Art legen nach der Paarung Eier an von Blattläusen befallenen Pflanzenteilen ab. Sowohl die daraus schlüpfenden Larven als auch die adulten Käfer fressen Blattläuse. Aufgrund der Entwicklungsdauer von 30-60 Tagen kommt es meist zu zwei Generationen pro Jahr. Der Zweipunkt-Marienkäfer (*Adalia bipunctata*) weist eine ähnliche Lebensweise auf und ist ebenfalls in Kartoffelfeldern anzutreffen. Brackwespen der Gattung *Aphidia* legen mithilfe eines Legestachels Eier in Blattläuse ab, von denen sich die schlüpfenden Larven ernähren. Zunehmend wird in europäischen Kartoffelbeständen auch der ursprünglich in Asien beheimatete Harlekin-Marienkäfer (*Harmonia axyridis*) beobachtet. Dieser Käfer frisst neben Blattläusen beispielsweise auch Eier und Larven anderer Käferarten.

nach: Jansen, J.P., Hautier, L. (2007), Ladybird population dynamics in potato: comparison of native species with an invasive species, *Harmonia axyridis*, BioControl, <https://www.researchgate.net/publication/282723130> (letzter Zugriff am: 04.10.2024)

Aufgabe 3, M 2: Untersuchungsergebnisse auf einem Kartoffelfeld

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 1: Untersuchungsergebnisse auf einem Kartoffelfeld

nach: ebenda.

Aufgabe 3, M 3: RNA-Interferenz

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 2: Ablauf der RNA-Interferenz

nach: Koch, A. (2022), RNA-Sprays gegen Schädlinge – der biologische Pflanzenschutz der Zukunft?
<https://www.transgen.de/forschung/2860.rna-spray-pflanzenschutz.html> (letzter Zugriff am 04.10.2024)

Aufgabe 3, M 4: Untersuchungsergebnisse zu Blattläusen nach künstlicher Fütterung

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 3: Ergebnisse eines Fütterungsversuchs an Blattläusen

Hinweis:

CHS1 = Chitinsynthase 1

dsGFP = doppelsträngige RNA des grün fluoreszierenden Proteins

dsCHS1 = doppelsträngige RNA der Chitinsynthase 1

nach: Ullah, F. et al. (2022), RNAi-Mediated Knockdown of Chitin Synthase 1 (CHS1) Gene Causes Mortality and Decreased Longevity and Fecundity in *Aphis gossypii*, <https://www.researchgate.net/publication/338192187> (letzter Zugriff am: 04.10.2024)

Aufgabe 4: Dickdarmkrebs

Dickdarmkrebs ist in Deutschland eine der häufigsten Krebserkrankungen. Auf der Suche nach Therapien hat die Forschung zelluläre Signalwege im Blick. Der Naturstoff Silvestrol könnte möglicherweise in Zukunft als Mittel zur Therapie bei bestimmten Formen von Dickdarmkrebs zum Einsatz kommen.

	BE
1 Beschreiben Sie die in Material 1 dargestellten Möglichkeiten der Entstehung von Onkogenen aus Proto-Onkogenen und die entsprechenden Konsequenzen für die Genprodukte (M 1).	8
2 Erläutern Sie die in Abbildung 2 dargestellten Vorgänge des Wnt-Signalwegs zur Genregulation (M 2).	10
3 Erläutern Sie eine Möglichkeit der Tumorbildung, wenn das <i>APC</i> -Gen mutiert ist (M 2).	12
4 Beurteilen Sie das Potenzial von Silvestrol zum Einsatz in der Therapie von Dickdarmkrebs (M 3).	10

Material zu Aufgabe 4: Dickdarmkrebs

Aufgabe 4, M 1: Entstehung von Onkogenen

Ein Proto-Onkogen ist ein Gen, das durch Mutation oder erhöhte Expression zu einem Onkogen werden kann (Abb. 1). Proto-Onkogene kodieren v. a. für Proteine, die am Zellwachstum, der Zellvermehrung und/oder der Zellspezialisierung beteiligt sind.

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 1: Genetische Veränderungen, die Proto-Onkogene in Onkogene umwandeln können

verändert nach: Campbell, N. A., Reece, J. B. (2011). Biologie (8. aktualisierte Auflage), S. 497.

Aufgabe 4, M 2: Der Wnt-Signalweg

Der Wnt-Signalweg ist ein biochemischer Signalweg, der mit dem extrazellulären Wnt-Protein beginnt (Abb. 2). Es löst in der Zelle Reaktionen aus, die einen wichtigen Einfluss auf Zellwachstum, Zellvermehrung und Zellspezialisierung haben. Beispielsweise führt das Signalprotein Wnt dazu, dass Zellen sich wie Stammzellen verhalten, d. h. teilungsaktiv bleiben. Ein Mangel oder die Abwesenheit des Wnt-Proteins hingegen lösen die Zellspezialisierung aus, z. B. zu einer ausgereiften Darmzelle.

Auch bei Dickdarmkrebs scheint der Wnt-Signalweg eine Rolle zu spielen. Dickdarmkrebs entsteht vor allem durch Genmutationen in den Zellen der Darmschleimhaut. Häufig liegt dabei eine Mutation des *APC*-Gens vor. Das *APC*-Gen kodiert für das APC-Protein, das im Wnt-Signalweg gemeinsam mit Axin am Abbau von β -Catenin beteiligt ist. Das *APC*-Gen ist ein Anti-Onkogen.

Eines der angesteuerten Gene des Wnt-Signalwegs ist das *myc*-Gen. Das *myc*-Gen ist ein Proto-Onkogen. Es kodiert für einen Transkriptionsfaktor, der u. a. an der zentralen Regulation der Vermehrung von Zellen beteiligt ist.

in Anlehnung an: Schoen, S. (2014). TNFRSF19 als Zielgen des Wnt/ β -Catenin-Signalweges im kolorektalen Karzinom. Dissertation LMU München. https://edoc.ub.uni-muenchen.de/17214/1/Schoen_Simon.pdf (Zugriff am: 24.01.2024)

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 2: Wnt-Signalweg in nicht mutierter Zelle, a) ohne Wnt, b) mit Wnt

verändert nach: Manfreda L. et al. (2023). Wnt Signaling in Brain Tumors: A Challenging Therapeutic Target. *Biology*, 12, 729. p. 3 doi.org/10.3390/biology12050729.

Aufgabe 4, M 3: Therapie bei Dickdarmkrebs

Auf der Suche nach Wegen, das Tumorwachstum zu stoppen, scheint der Naturstoff Silvestrol aus dem tropischen Mahagonibaum *Aglaia foveolata* eine vielversprechende medizinische Wirksubstanz zu sein. Der Naturstoff kann aus der Borke dieser seltenen Mahagoniart gewonnen werden. Er ist in den Bäumen jedoch nur in sehr kleinen Mengen vorhanden, weshalb ein kommerzieller Anbau nicht ökonomisch gewinnbringend ist. Der Baum steht auf der Roten Liste der vom Aussterben bedrohten Arten, weil sein natürlicher Lebensraum durch Landnutzung immer weiter reduziert wird. Silvestrol kann chemisch synthetisiert werden, jedoch sind diese chemischen Reaktionen so komplex, dass sie nicht in einem großen Maßstab durchgeführt werden. Silvestrol hemmt spezifisch ein Enzym, das eine wichtige Rolle bei der Translation der *myc*-mRNA spielt. Einige Proto-Onkogene benötigen dieses Enzym für die Translation ihrer mRNA.

In der Krebsforschung wird Silvestrol zur Hemmung des Tumorzellwachstums in humanen Zellkulturen untersucht (Abb. 3). Dabei wurde jeden zweiten Tag Silvestrol zugegeben. In einer Versuchsreihe wurde die Silvestrol-Gabe ab Tag 6 gestoppt. Bei der Kontrolle blieben die Krebszellen unbehandelt. Die Ergebnisse sind vielversprechend und haben gezeigt, dass Silvestrol selektiv wirkt: Es entfaltet seine Wirkung in Tumorzellen, jedoch nicht in gesunden Körperzellen.

verändert nach: Pan, L. et al. (2014). Rocaglamide, Silvestrol and Structurally Related Bioactive Compounds from *Aglaia* Species. Nat Prod Rep, 31(7), p. 924–939. doi:10.1039/c4np00006d.

[Die Abbildung wird aus urheberschutzrechtlichen Gründen nicht veröffentlicht.]

Abb. 3: Wirkung von Silvestrol auf Dickdarmtumorzellen

verändert nach: Pfann, C. (2017). Untersuchungen zu neuen therapeutischen Ansätzen zur Beeinflussung der Myc-Expression im kolorektalen Karzinom. Dissertation Universität Würzburg. <https://doi.org/10.25972/OPUS-21668>.