

[JUNGE] wissenschaft

Jungforscher*Innen publizieren
online | **peer reviewed** | original



Geo- & Raum-
wissenschaft

Was verraten die Abstände zwischen den Winterlinien?

Untersuchungen zum Potential der
Inkrementbreiten der Flussperlmuschel
(*Margaritifera margaritifera*) als Klimaarchiv

Bei neun, natürlich verstorbenen, adulten Flussperlmuscheln aus dem Zinnbach bei Hof wurde das Alter anhand der Winterlinien bestimmt. Anschließend wurden die Abstände der Winterlinien (Inkrementbreiten) mit öffentlich zugänglichen Daten zu Temperatur, Niederschlag, Wasserstand, Durchflussraten und dem pH-Wert in Beziehung gesetzt. Obwohl unterschiedliche Vergleichsansätze gewählt wurden, konnte keine Korrelation festgestellt werden.

DIE JUNGFORSCHERIN



© Stiftung Jugend forscht e.V.

Clara Köstler (*2007)
Maria Ward-Schule Mainz

Eingang der Arbeit:
25.7.2025

Arbeit angenommen:
23.9.2025



Was verraten die Abstände zwischen den Winterlinien?

Untersuchungen zum Potential der Inkrementbreiten der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) als Klimaarchiv

1. Einleitung und Zielsetzung

Um den Klimawandel nachvollziehen zu können, ist ein Blick in die Vergangenheit zentral. Je weiter dieser Blick reicht, desto umfassender wird die Perspektive auf Klimaveränderungen, was es ermöglicht, den menschlichen Einfluss im Kontext natürlicher Schwankungen besser einzuordnen. Dafür eignen sich besonders langlebige Organismen die Umweltinformationen enthalten, die weiter in die Vergangenheit zurückreichen als instrumentelle Messungen. Ein langlebiger Vertreter ist die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*), die mit über 200 Jahren Lebenszeit die am längsten lebende Süßwassermuschel ist [9]. Flussperlmuscheln besitzen karbonatische Gehäuse, die aus einer Vielzahl mikroskopisch kleiner Biominerale aufgebaut sind. Veränderungen in der Mikrostruktur dieser Gehäuse können Aufschluss über Temperaturschwankungen im Fluss zu Lebzeiten der Muschel geben und somit als Proxy (indirekter Anzeiger) für Temperatur dienen [11], [14]. In einer vorherigen Arbeit [22] wurde versucht einen solchen Proxy zu ermitteln. Dabei zeigte sich, dass die Dicke der Perlmutterplättchen von Flussperlmuscheln temperaturunabhängig ist und somit nicht als Proxy für Temperatur dienen kann. In dieser Arbeit wird ein schon kalibrierter Proxy auf eine Flussperlmuschelpopulation, die an einem anderen Standort,

angewendet. Der angesprochene Proxy beruht auf der Beobachtung, dass die Schalen der Muschel bei höheren Temperaturen aufgrund des daraus resultierenden erhöhten Stoffwechsels schneller wachsen als bei niedrigen Temperaturen. Im Winter ist dementsprechend der Stoffwechsel verlangsamt, was zur Ausbildung von Winterlinien in der Schale führt. Anhand dieser Winterlinien ist eine genaue Altersbestimmung der Tiere möglich. Zusätzlich kann der Abstand zwischen zwei Winterlinien (Inkrementbreite) Rückschlüsse auf die Temperatur zu Lebzeiten der Tiere geben und demnach als Proxy dienen [12]. Bei Flussperlmuscheln aus Schweden konnte so z. B. zwischen dem jährlichen Wachstum bzw. der Inkrementbreite der Muscheln und der Temperatur eine positive Korrelation festgestellt werden [12], [15].

In der vorliegenden Forschungsarbeit wird das Alter von neun natürlich verstorbenen Muscheln anhand der Winterlinien bestimmt. Die Schalen stammen aus dem Zinnbach im Landkreis Hof in Bayern, der an der Grenze zur Tschechischen Republik liegt. Die Inkrementbreiten dieser Muscheln werden mit den zu Lebzeiten der Muscheln herrschenden Wassertemperaturen verglichen. Ziel ist es, mithilfe der Inkrementbreiten der Muscheln eine Formel zu ermitteln, mit welcher die Wassertemperatur zu Lebzeiten der Muscheln berechnet werden kann. Zusätzlich sollen die Ergebnisse mit den Erkenntnissen von Baier [1] verglichen werden, der im Rahmen seiner Promotion vor ca. 20 Jahren die Inkrementbreiten von Muscheln im Zinnbach und der nahe liegenden Regnitz untersucht hat. Dieser Vergleich verfolgt das Ziel, den Zusammenhang von Wachstum und Wassertemperatur von Flussperlmuscheln im Landkreis Hof in Bayern zu untersuchen, um dadurch ein detaillierteres Wachstumsmodell zu erhalten. Zusätzlich soll ermittelt werden, welchen Einfluss andere Umweltparameter wie Wasserstände, Durchflussraten und pH-Werte im Bach sowie Niederschläge auf das Wachstum der Flussperlmuscheln haben.

2. Material und Methode

2.1 Auswahl der Muschelschalen

Zur Verfügung standen Schalen von neun natürlich verstorbenen adulten Flussperlmuscheln, die im Zinnbach nahe der Flussperlmuschelaufzuchtstation Huschermühle in Land-

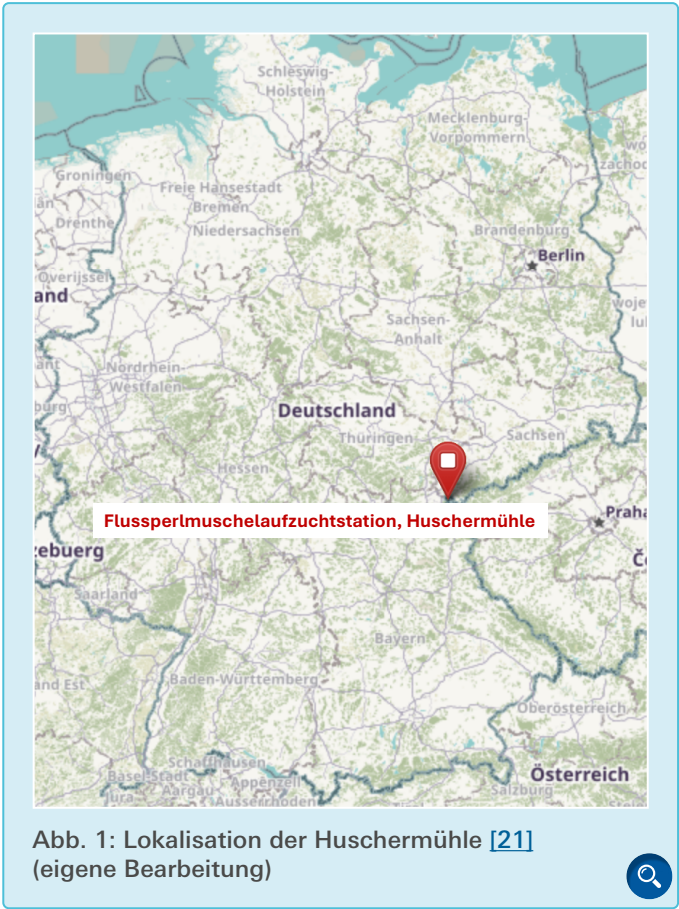


Abb. 1: Lokalisation der Huschermühle [21] (eigene Bearbeitung)

kreis Hof in Bayern (Abb. 1, Tab. 1) mit Genehmigung gesammelt worden waren. Beim Auffinden der Muscheln Anfang 2023 waren ihre Schalenklappen noch miteinander verbunden. Das lässt vermuten, dass die Tiere erst kurz zuvor, demnach Ende 2022 bzw. Anfang 2023, natürlich verstorben waren. Grund für diese Vermutung ist, dass direkt nach dem Tod der Tiere die Auflösung ihrer Schale einsetzt und somit auch das Lösen der Schalenklappen voneinander.

2.2 Herstellung der Mikroskop-Präparate

Von den neun Muschelschalen wurde die rechte von der linken Muschelklappe getrennt und die linke jeweils mithilfe eines Zweikomponenten-Klebstoffs (WIKO Multi Power 03) auf einen Acrylwürfel befestigt. Entlang der kürzesten Wachstumsachse wurde jede Muschelschalenoberfläche vom Umbo bis zum Ventralrand mit einer Schutzschicht aus Metallepoxidharz (WIKO 05) überzogen (siehe Abb. 2a). Von der kürzesten Wachstumsachse (siehe Abb. 3)

ausgehend wurde bei einem Abstand von jeweils 1 mm links und rechts mit dem Präzisionstrennschleifer bei einer Geschwindigkeit von 200 rpm (Rotationen pro Minute) gesägt (siehe Abb. 2b). Die jeweils 2 mm großen Schalenquerschnitte wurden mit Metallepoxidharz (WIKO 05) auf Glasobjektträger aufgebracht und in drei Schritten glänzend poliert (Abb. 2c). Hierzu wurde auf die 800- und 1200er-Platte jeweils das passende Suspensionsschleifmittel und demineralisiertes Wasser aufgetragen und die Objektträger für ca. 5 Minuten in Kreisen bewegt (Abb. 2d). Auf der Polierplatte, welche mit synthetischem Samtstoff überzogen ist, wurde nach Zugabe von Körnungsgröße 1 µm Aluminiumoxid Poliermittel in gleicher Weise vorgegangen. Zwischen den einzelnen Polierschritten wurden die Objektträger für ca. 2 Minuten in einem Becherglas in ein Ultraschallgerät gestellt und mit einer Luftdruckspritze getrocknet. Anschließend wurden die polierten Oberflächen mit Ethanol gereinigt, mit einem Mikroskop betrachtet und mit einer Kamera fotografiert. Daraufhin wurden die Präparate 20 Minuten lang bei 38°C unter ständigem Rühren in Mutvei-Lösung [13] eingefärbt, getrocknet und wiederum fotografiert (Abb. 2e).

2.3 Betrachtung der Präparate unter dem Mikroskop

In der Prismenschicht wurden die Winterlinien jeder Muschel gezählt, um das Alter der Individuen zu bestimmen (siehe Tab. 1). Zusätzlich wurden die Abstände zwischen den Winterlinien, die Breite der Jahreszuwächse (Inkrementbreiten) senkrecht zu den längsten Achsen der Prismen gemessen.

Tab. 1: Übersicht über die Muschelschalen

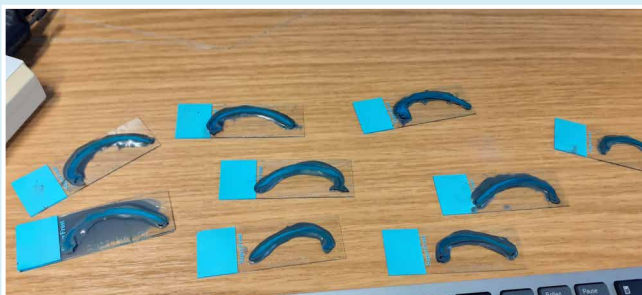
Muschel-schale	Länge in mm	Höhe in mm	Breite in mm	Muschel-hälfte (Rechte (R), Linke(L))	Alter (Jahre) mit QGIS bestimmt
D1	121	54	38	R	58
D2	112	52	36	L	61
D3	108	52	35	L	27
D4	107	49	36	L	43
D5	105	51	37	R	49
D6	101	44	31	L	43
D7	100	48	35	L	41
D8	86	42	29	R	47
D9	87	44	26	L	57



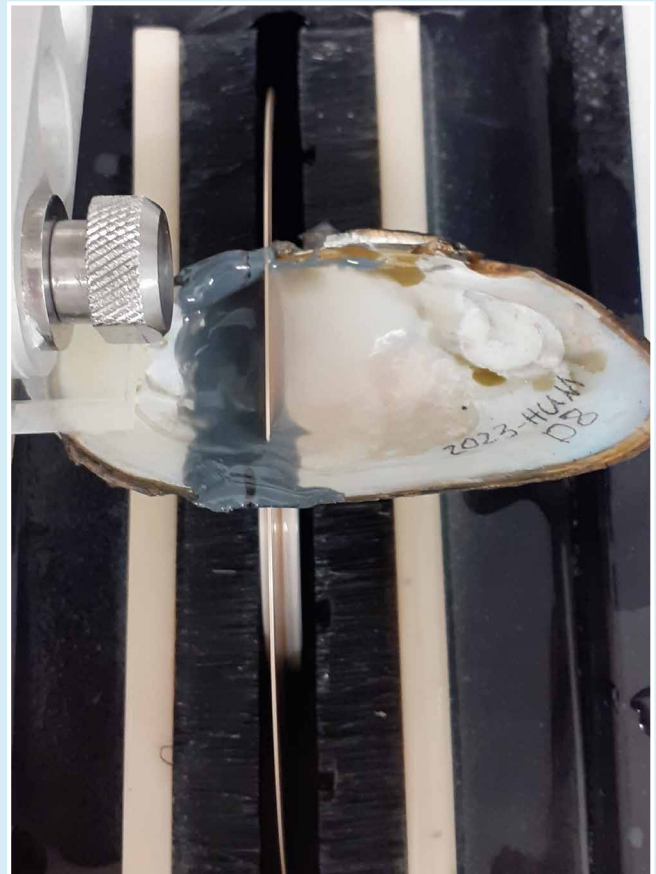
a)



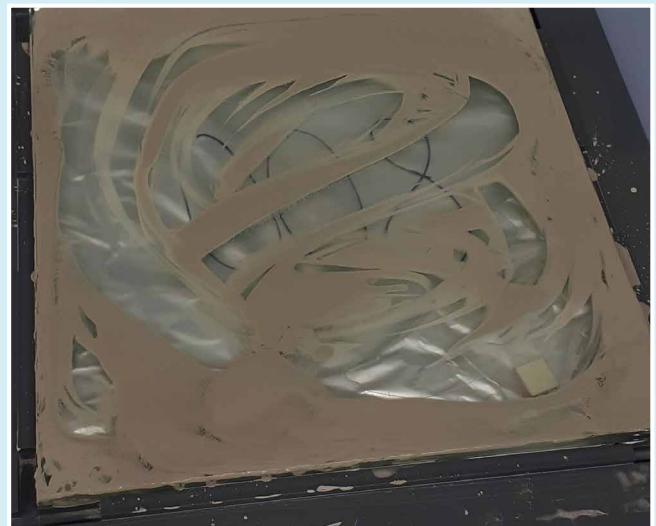
c)



e)



b)



d)

Abb. 2: Präparation der Schalenquerschnitte;
a) Muscheln auf Acrylwürfel mit Schutzschicht
aus Metalloxydharz
b) Heraustrennen eines etwa 2 mm Streifens
c) Befestigung auf einem Objektträger
d) Polierte Schalenquerschnitte
e) Mutvei gefärbte Präparate

sen. Dabei stellte sich heraus, dass die Winterlinien auf den gefärbten Präparaten (Abb. 4c und d) besser als auf den ungefärbten (Abb. 4a und b) zu erkennen waren. Für diese Messungen wurde das Programm QGIS, ein Kartenprogramm, verwendet, mit dem es möglich ist, Entfernungen auf Karten sowie Abstände auf Bildern zu bestimmen.

2.4 Verwendete Umweltdatensätze

Die verwendeten historischen Datensätze zu Durchflussraten, pH-Werten und Wasserständen stammen aus der öffentlich verfügbaren Datenbank des Bayerischen Landesamts für Umwelt [16], [17], [18]. Die historischen Datensätze zu Nie-

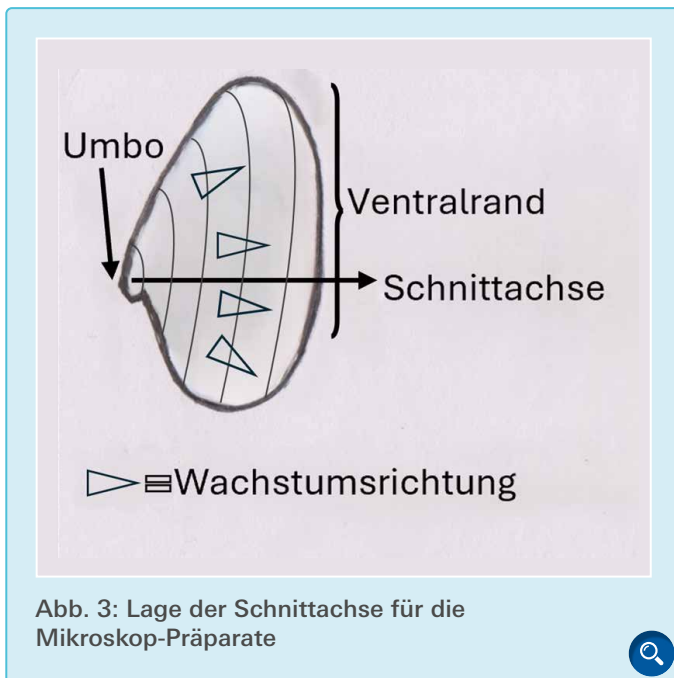


Abb. 3: Lage der Schnittachse für die Mikroskop-Präparate

derschlagsmengen und Lufttemperaturen sind in den öffentlich zugänglichen Daten des Climat Explorers des Königlich Niederländischen Meteorologischen Instituts verfügbar [19], [20].

Die Lufttemperaturen stehen in einem starken linearen Zusammenhang zu den Wassertemperaturen des Zinnbachs, die dort erst ab 2004 gemessen wurden [8]. Da die Muscheln allerdings schon vor 2004 lebten, wurden für die Auswertung die entsprechenden Lufttemperaturen herangezogen.

2.5 Statistik

Die folgende Auswertung wurde mit Excel durchgeführt. Statistische Zusammenhänge wurden jeweils durch lineare Korrelationen beschrieben. Die Stärke der mittels Pearson bestimmten Korrelationen ist im Text über das Bestimmtheitsmaß R^2 angegeben, ihre Signifikanz über den p-Wert.

3. Ergebnisse

3.1 Aufbereitung der Daten

3.1.1 Detrending

Studien von Bauer (1992) [3] und Schöne et al. (2004) [12] zeigen, dass Flussperlmuscheln mit steigendem Schalenalter schmalere Jahresinkremente bilden. In dieser Studie weisen die Schalen D1, D3 und D9 (siehe Abb. 5) einen linear fallenden Wachstumstrend auf, welcher jedoch bei den anderen Individuen nicht oder nur gering ausgeprägt ist (Tab. 2). Die Bestimmung des Alterstrends der Muschelschalen erfolgt durch

Einsetzen des jeweiligen Alterswertes (x in Jahren) in die lineare Gleichung, die den Zusammenhang zwischen Inkrementbreite (IB) und Schalenalter (x) beschreibt. Für das exemplarisch gewählte Individuum D9 (siehe Abb. 5) lautet diese Gleichung:

$$IB_{\text{Alterstrend}}(x) = -3,8354 \cdot x + 270,38 \quad (1)$$

Für die weiteren Auswertungen ist es erforderlich, den Alterstrend durch ein sogenanntes Detrending-Verfahren herauszurechnen. Eine einfache Methode für das Detrending ist, den gemessenen Wert und den durch die Glg. 1 ermittelten Wert voneinander zu subtrahieren [4]. Daraus ergibt sich die Alterstrend-bereinigte Inkrementbreite:

$$IB_{\text{detrended}}(x) = IB_{\text{Alterstrend}}(x) - IB_{\text{gemessen}} \quad (2)$$

3.1.2 Standardisierung

Um die unterschiedlichen Inkrementbreiten der Muscheln in eine vergleichbare Größenordnung zu bringen und somit besser miteinander vergleichen zu können, werden alle Werte nach dem Detrending standardisiert. Es ergibt sich die standardisierte Inkrementbreite SGI mit Glg 3:

$$SGI = \frac{Wert_{\text{Detrend}} - \overline{Wert}_{\text{Detrend}}}{\sigma_{\text{Detrend}}} \quad (3)$$

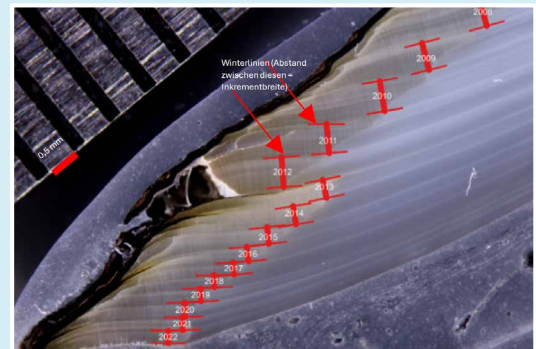
wobei $Wert_{\text{Detrend}}$ der gedetrendete Wert, $\overline{Wert}_{\text{Detrend}}$ der Mittelwert aller gedetrendeten Werte und σ_{Detrend} die Standardabweichung

Tab. 2: Übersicht über die R^2 -Werte des Detrending aller Muschelschalen

Muschelschale	R^2 -Werte, die die jeweilige Abhängigkeit der Inkrementbreiten von dem ontogenetischen Alter der Muscheln beschreiben
D1	0,41
D2	0,16
D3	0,31
D4	0,06
D5	0,15
D6	0,01
D7	0,01
D8	0,03
D9	0,60



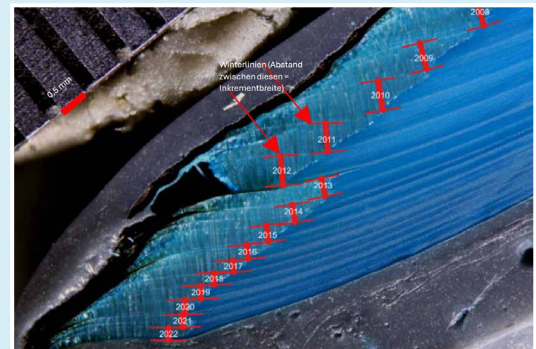
a)



b)



c)



d)

Abb. 4: Muschelquerschnitt mit Jahreszuwachsmessung unter dem Mikroskop:
a) Gesamtansicht ohne Mutvei-Färbung, b) Vergrößerung ohne Mutvei-Färbung,
c) Gesamtansicht mit Mutvei-Färbung, d) Vergrößerung mit Mutvei-Färbung

chung aller gedetrendeten Werte ist. [Abb. 6](#) zeigt die standardisierten Inkrementbreiten der Muschel D9.

3.2 Beobachtungen an den Inkrementbreiten

Bei D9 (siehe [Abb. 6](#)) zeigt sich, dass die standardisierte Inkrementbreite (SGI) von der Tendenz her abnimmt. Es gibt allerdings große Schwankungsbreiten zwischen den SGI der verschiedenen Jahre.

Die standardisierten Werte von jeweils zwei Muscheln wurden gegenübergestellt, um die Wachstumsraten der einzelnen Muscheln vergleichen zu können. Dabei zeigte sich bei allen eine positive Korrelation. So konnte beispielsweise bei dem Vergleich der SGI der Muscheln D7 und D8 (siehe [Abb. 7](#)) mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,40$ die höchste Korrelation ermittelt werden. Bei den SGI von D1 und D9 wurde der geringste Zusammenhang ($R^2 = 0,12$) festgestellt.

3.3 Vergleich der Inkrementbreiten mit Umweltparametern

[Abb. 8a](#) stellt die Temperaturentwicklung und die SGI-Veränderungen (den Mittelwert aller neun Muscheln) zwischen 1959 und 2022 dar. Dabei ist auffällig, dass die Temperatur seit 1959 signifikant um $1,3^\circ\text{C}$ angestiegen ist

($R^2=0,33$, $p < 0,001$), wo hingegen der SGI-Mittelwert im gleichen Zeitraum keinen deutlichen Trend aufweist ($R^2=0,03$). Zudem lassen sich zwischen den beiden Graphen kaum übereinstimmende Muster feststellen. Auch im direkten Vergleich korrelieren die jährlichen SGIs nicht mit den entsprechenden Temperaturen ([Abb. 8b](#)) ($R^2=0,004$).

Bei dem Vergleich der SGIs und dem Wasserstand ([Abb. 9a](#)) kann ebenfalls keine Korrelation mit den jährlichen SGIs

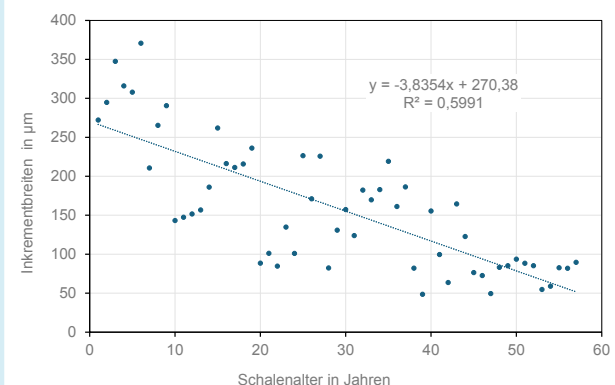


Abb. 5: Abhängigkeit der Inkrementbreiten von dem ontogenetischen Alter der Muschel D9

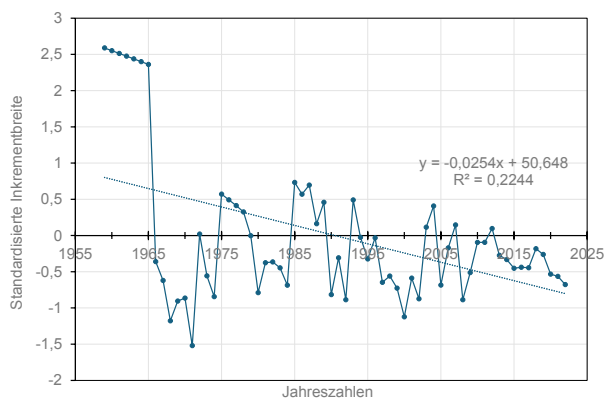


Abb. 6: Standardisierte Inkrementbreiten der Muschel D9

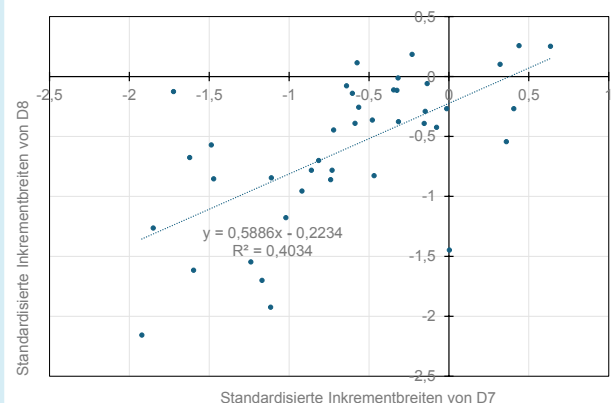


Abb. 7: Vergleich der standardisierten Inkrementbreiten von Muschel D7 und Muschel D8

festgestellt werden ($R^2 = 0,03$). Dasselbe Ergebnis kann bei dem Vergleich der SGIs mit den Durchflussraten ($R^2 < 0,01$) (Abb. 9b) und beim Vergleich der SGIs mit dem Niederschlag ($R^2 = 0,03$) (Abb. 9c) nachgewiesen werden. Die pH-Werte, für die nur Daten der letzten zehn Jahre vorliegen, schwanken nur marginal, weshalb auch für diesen Parameter keine Korrelation mit den SGIs aller Muscheln ermittelt werden kann.

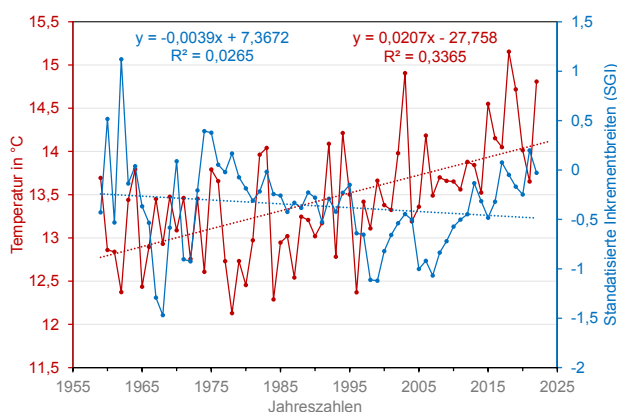
Um mögliche Unsicherheiten im Wachstumsmodell zu berücksichtigen, wurden zudem Umweltparameter der jeweiligen Monate und Jahreszeiten mit den SGIs verglichen. Dabei lässt sich keine monatliche bzw. jahreszeitliche Korrelation zwischen den SGIs und aller betrachteter Parameter (Temperatur, Wasserstand, Durchflussraten, Niederschlag, pH-Wert) feststellen. Für diesen Vergleich wurde ein gleitender Mittelwert der Monate (Jan, Feb, März; Feb, März, April; März, April, Mai usw.) der jeweiligen Parameter als auch der Mittel-

wert jedes Monats verwendet und dann mit dem passenden SGI verglichen. Außerdem wurden die SGIs, die unter der 25. Perzentile und die, die über der 75. Perzentile liegen, mit den entsprechenden Werten aller genannten Parameter jeweils miteinander verglichen. Schließlich konnte letztere Analyse auch umgekehrt durchgeführt werden, sodass die Werte aller genannten Parameter, die sich unter der 25. Perzentile und über der 75. Perzentile befinden, mit den passenden SGIs in Korrelation gesetzt werden. Insgesamt konnte bei diesen Analysen keine Korrelation festgestellt werden.

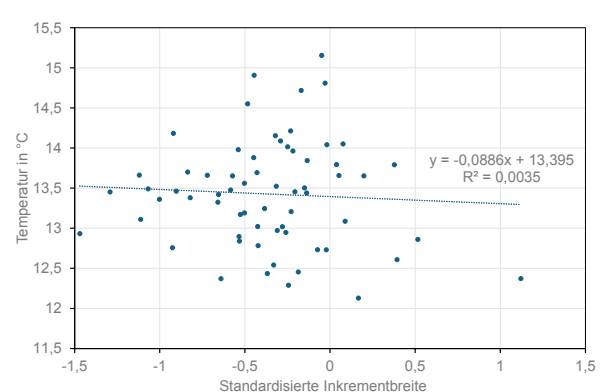
4. Diskussion

4.1 Abhängigkeit des Wachstums der Flussperlmuscheln von Umweltparametern

Die Korrelationen der Inkrementbreiten der Muscheln un-



a)



b)

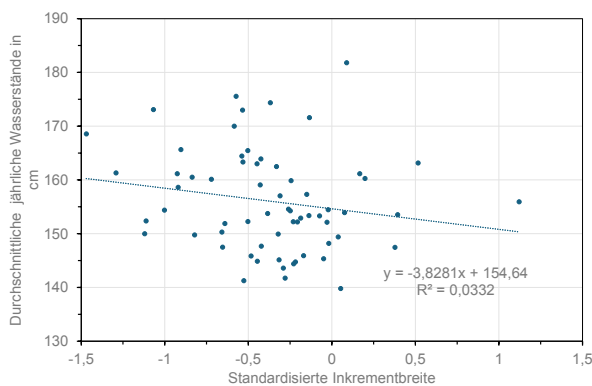
Abb. 8: Jährliche Mittelwerte der SGIs aller neun Muscheln und gewichtete Sommerwassertemperatur: (a) im Vergleich verschiedener Jahre (b) direkter Vergleich

tereinander deuten darauf hin, dass Umweltfaktoren auf die Wachstumsraten der Muscheln Einfluss nehmen, und diese nicht ausschließlich von individuellen biologischen Faktoren kontrolliert sind. Anders als Populationen in Schweden korrelieren die Inkrementbreiten aller neun untersuchten Muscheln aus dem Zinnbach jedoch nicht mit den jährlichen Durchschnittstemperaturen. Dadurch kann das Ergebnis aus der Studie von Baier [1] bestätigt werden.

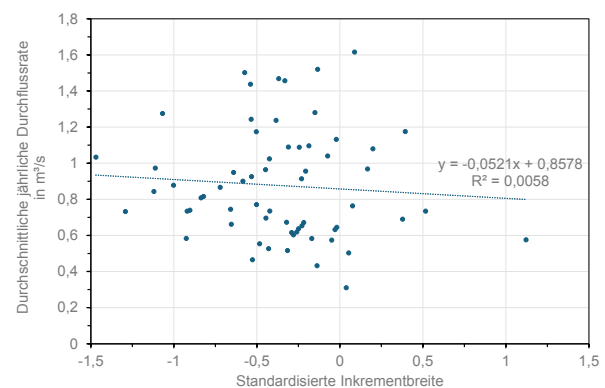
Des Weiteren ergaben die Analysen, dass keine Korrelation zwischen der Inkrementbreite und den Temperaturen bestimmter Monate festgestellt werden konnte. Ziel war es zu ermitteln, ob die Temperatur eines bestimmten Monats oder mehrerer Monate einen besonders starken Einfluss auf das Wachstum der Muscheln hat, da das Schalenwachstum im Jahresverlauf saisonale Schwankungen aufweist. Dabei wurden sowohl die einzelnen monatlichen Durchschnittstemperaturen als auch die gleitenden Durchschnittstemperaturen von aufeinander folgenden Monaten mit den jeweils entsprechenden jährlichen Inkrementbreiten in Bezug gesetzt. Es besteht auch kein Zusammenhang zwischen den Inkrementbreiten und der Temperatur, wenn man nur die der 25.

bzw. 75. Perzentile miteinander vergleicht. Die Idee, die hinter der Verwendung der 75. Perzentile stand, war die Überlegung, dass besonders hohe Temperaturen, demnach Daten, die über der 75. Perzentile liegen, zu besonders starkem Wachstum führen und diese Temperaturdaten das Wachstum der Muschel somit am meisten beeinflussen. Bei Verwendung der 25. Perzentile wurde umgekehrt davon ausgegangen, dass die geringsten Temperaturen das Wachstum der Schalen am wenigsten beeinflussen. Damit zeigt sich, dass die Temperatur nicht der alleinige und dominierende Einflussfaktor auf das Wachstum von Flussperlmuscheln im untersuchten Gebiet sein kann.

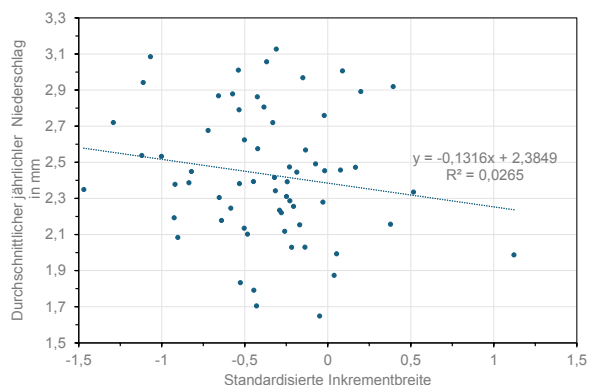
Es ist naheliegend, dass das Schalenwachstum von Flussperlmuscheln noch durch andere Umweltparameter als der Temperatur beeinflusst wird. Um dieser Hypothese auf den Grund zu gehen, wurden Pegelstände, Durchflussraten, Niederschläge und pH-Werte durch gleiche Analysen wie bei der Temperatur mit den Inkrementbreiten verglichen. Eine anfängliche Überlegung war u.a., dass starke Niederschläge eine hohe Sedimentfracht in den Bach eintragen könnten, die das Schalenwachstum negativ beeinflusst [2]. Hohe Pegelstän-



a)



b)



c)

Abb. 9: Vergleich jährlicher Mittelwert der SGIs aller neun Muscheln: (a) mit dem durchschnittlichen Wasserstand, (b) mit den durchschnittlichen Durchflussraten, (c) mit dem durchschnittlichen Niederschlag

de und hohe Durchflussraten könnten wiederum zu einem sauerstoffreichen, gut durchlüfteten Bach und zum schnellen Transport von Nahrungspartikeln führen und sich damit positiv auf das Wachstum der Muscheln auswirken [2]. Auch können sich die allgemeinen Filteraktivitäten der Muscheln unterscheiden und damit zu unterschiedlich starkem Wachstum führen [7]. Starke pH-Wert-Schwankungen könnten negativ mit dem Schalenwachstum korrelieren, da diese dazu führen, dass die Tiere viel Energie für die Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts (Homöostase) im Körper aufwenden, die dann nicht für den Aufbau der Schale genutzt werden kann. Zusätzlich können sehr niedrige pH-Werte sogar zur Zersetzung dieser führen [10]. Es ist wahrscheinlich, dass ein komplexes Zusammenspiel oder eine gegenseitige Überlagerung dieser Effekte möglicherweise vorhandene Einzelkorrelationen maskiert, was weitere, detailliertere Untersuchungen erforderlich macht.

Um jedoch die Vielzahl von möglichen Einflussfaktoren eingrenzen zu können, wäre genaueres Wissen über das saisonale Wachstum der Muscheln hilfreich. Dazu könnten intra-annuelle Mikrolamellen, die sich zwischen den Winterlinien in der Prismenschicht befinden, unter dem Rasterelektronenmikroskop in der Mikrostruktur betrachtet werden. Ähnliche Analysen führten Dunca und Mutvei [5] an schwedischen Exemplaren durch und konnten dadurch die Wachstums-saison der Muscheln genauer eingrenzen. Zudem könnten nichtlineare Zusammenhänge zwischen den Variablen existieren, die durch die hier durchgeführten lineare Analysemethoden nicht erfasst werden. Auch können sich kleinräumig Umweltbedingungen ändern, die nur einzelne Muscheln innerhalb einer Population betreffen. In diesem Zusammenhang haben die Muscheln auch die Fähigkeit sich, obgleich räumlich stark begrenzt im Flussbett zu bewegen, um ggf. solchen ihnen nicht zuträglichen Änderungen entgegenzuwirken [7]. Aufgrund dieser individuellen Einflussfaktoren ist es bei der Entwicklung von Wachstumsmodellen von besonderer Wichtigkeit Daten von möglichst vielen Individuen einzubeziehen.

4.2 Wachstum von Flussperlmuscheln aus Deutschland und Schweden im Vergleich

Es ist weiterhin unklar, weshalb die Inkrementbreiten der Muscheln aus Schweden mit der Temperatur übereinstimmen und die der Muscheln aus Deutschland nicht [12], [15]. Eine naheliegende Erklärung dafür könnte sein, dass sich der Zeitraum der Wachstumsphase im Jahresverlauf in Schweden und Deutschland unterscheidet. Denn die Temperaturspanne, in der die Muschel ihre Schale aufbaut, ist begrenzt [12]. In Schweden ist die Temperatur nur zwischen Juni und August so hoch, dass Wachstum stattfinden kann [5], [6]. In

Deutschland hingegen dauert die Wachstumsphase aufgrund von anderen Temperaturverhältnissen im jährlichen Verlauf von Mai bis September an [8]. Der Einfluss anderer Umweltfaktoren auf das Wachstum von Flussperlmuscheln ist damit in Schweden kürzer und somit möglicherweise von geringerer Bedeutung als in Deutschland.

Des Weiteren sind in Schweden die Lichtverhältnisse anders als in Deutschland. Denn in Schweden scheint die Sonne im Winter kaum und im Sommer dafür umso stärker. Dadurch wird auch das Wachstum von Fotosynthese betreibenden Organismen stark beeinflusst, wie z. B. das des Phytoplanktons in den Flüssen. Dadurch, dass diese oft am Anfang von Nahrungsketten stehen, wird im Endeffekt auch die Menge an Detritus, also der Nahrung der Flussperlmuscheln, stark beeinflusst. Laut der Studie von Schöne und Surge [14] kann das Schalenwachstum bis zu 50% vom Nahrungsangebot abhängen. Aktuell gibt es allerdings noch keine etablierte Methode, die es ermöglicht, den genauen Einfluss der Nahrung auf das Wachstum bzw. die jährliche Inkrementbreite zu bestimmen. Die Entwicklung einer solchen Methode würde eine neue Möglichkeit zur Verbesserung eines Wachstumsmodells darstellen.

5. Zusammenfassung

Die Flussperlmuscheln aus dem Zinnbach nahe der Aufzuchtstation Huschermühle in Bayern werden im Durchschnitt um die 50 Jahre alt.

Ihre Inkrementbreiten (Wachstum) werden nicht alleine durch die Wassertemperatur bestimmt, wodurch diese, anders als in Schweden, nicht so ohne weiteres als Proxy für die Temperaturrekonstruktion verwendet werden können. Auch andere Parameter wie die Niederschlagsmenge, der Wasserstand, die Durchflussraten und der pH-Wert haben jeweils als einzeln betrachtete Faktoren keinen eindeutig identifizierbaren Einfluss auf das Wachstum der Flussperlmuscheln.

Danksagung

Ich danke Prof. Dr. Bernd Schöne für die Möglichkeit, ein weiteres Projekt am Institut für Geowissenschaften der Universität Mainz in den Laboren der AG Paläontologie durchführen zu können. Zusätzlich danke ich Prof. Dr. Jürgen Geist für ein Gespräch. Christoph Gey danke ich für die erneute Zurverfügungstellung des Probenmaterials sowie für die Gesamtbetreuung meines Projektes in Form von Ratschlägen, Gesprächen und Einweisung in die Bedienung der Laborgeräte. Auch danke ich Daniel Höllering, der mich durch die Flussperlmuschelaufzuchtstation Huschermühle geführt hat.

Literatur und Datenquellen

- [1] Baier S. 2008. Sklerochronologische und isotopengeochemische Untersuchungen an der Flussperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (L.): (Schweden, Finnland und Deutschland). Doktorarbeit. Frankfurt (Main). Univ. Diss.
- [2] Baldan D., Kiesel J., Hauer C., Jähniß S.C., Hein T. 2021. Increased sediment deposition triggered by climate change impacts freshwater pearl mussel habitats and metapopulations. *Journal of Applied Ecology* 58, 1933–1944. doi: 10.1111/1365-2664.13940
- [3] Bauer G. 1992. Variation in the Life Span and Size of the Freshwater Pearl Mussel. *Journal of Animal Ecology* 61, 425–436. doi: 10.2307/5333
- [4] Cook E. R., Kairiukstis L. A. (Eds.). 2013. *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*. Springer Science & Business Media.
- [5] Dunca E., Mutvei H. 2001. Comparison of microgrowth pattern in *Margaritifera margaritifera* shells from south and north Sweden 12.
- [6] Dunca E., Schöne B.R., Mutvei H. 2005. Freshwater bivalves tell of past climates: But how clearly do shells from polluted rivers speak? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Looking back over Skeletal Diaries - High-resolution Environmental Reconstructions from Accretionary Hard Parts of Aquatic Organisms* 228, 43–57. doi: 10.1016/j.palaeo.2005.03.050
- [7] Geist J., Auerswald K., Boom A. 2005. Stable carbon isotopes in freshwater mussel shells: environmental record or marker for metabolic activity? *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 69: 3545–3554. doi: 10.1016/j.gca.2005.03.010
- [8] Gey C. J., Thielen F., Pfister L., Hissler C., Türk G., Baier S., Schöne B. R. 2023. Disturbed by pH? Nacre tablet thickness of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) is a poor temperature proxy. *Marine and Freshwater Research*: 1-16. doi:10.1071/MF23058
- [9] Mutvei H., Westermarck T. 2001. How Environmental Information Can Be Obtained from Naiad Shells, in: Bauer, G., Wächtler, K. (Eds.), *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*, Ecological Studies. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 367–379. doi: 10.1007/978-3-642-56869-5_21
- [10] Ninokawa A. T., Ries J. 2022. Responses of Freshwater Calcifiers to Carbon-Dioxide-Induced Acidification. *Journal of Marine Science and Engineering* 10, 1068. doi: 10.3390/jmse10081068
- [11] Peharda M., Schöne B. R., Black B.A., Corrège T. 2021. Advances of sclerochronology research in the last decade. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology Volume* 570. 110371: 1. doi: 10.1016/j.palaeo.2021.110371
- [12] Schöne B. R., Dunca E., Mutvei H., Norlund U. 2004. A 217-year record of summer air temperature reconstructed from freshwater pearl mussels (*M. margaritifera*, Sweden). *Quaternary Science Reviews* 23: 1804. doi: 10.1016/j.quascirev.2004.02.017
- [13] Schöne B. R., Dunca E., Mutvei H., Baier S., Fiebig J. 2005. Scandinavian climate since the late 18th century reconstructed from shells of bivalve mollusks. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 156,501–515. doi: 10.1127/1860-1804/2005/0156-0501
- [14] Schöne B. R., Surge D. M. 2012. Part N, Revised, Volume 1, Chapter 14: Bivalve sclerochronology and geochemistry. *Treatise Online* 46: 1-2,5,7. 8 fig.
- [15] Schöne B. R., Meret A. E., Baier S. M., Fiebig J., Esper J., McDonnell J., Pfister L. 2020. Freshwater pearl mussels from northern Sweden serve as longterm, high-resolution stream water isotope recorders. *Hydrology and Earth System Sciences* 24. 673–696. doi: 10.5194/hess-24-673-2020
- [16] <https://www.gkd.bayern.de/de/downloadcenter/download?to-ken=3e35c2e0a71f15a943ecfcdca37bf9d6> (Wasserstand, Abruf 20.08.2024, 23:24). Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
- [17] <https://www.gkd.bayern.de/de/downloadcenter/download?to-ken=2a7572f4b0702e7964b0903455d13356> (Durchflussrate Abfluss, Abruf 20.08.2024, 23:44). Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
- [18] <https://www.gkd.bayern.de/de/downloadcenter/download?to-ken=6b6407d671b4da7c1008edeff93c6ef5> (pH-Wert, Abruf 23.11.2024, 10:23). Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, www.lfu.bayern.de
- [19] https://climexp.knmi.nl/get_index.cgi?email=someone@somewhere&field=era5_t2m&gridpoints=false&intertype=nearest&lat1=50.3&lon1=12.12&masktype=all&standardunits=standardunits (Climat Explorer des Königlich Niederländischen Meteorologischen Instituts, Abruf 15.03.2024)
- [20] http://climexp.knmi.nl/get_index.cgi?email=66a0a03a82459377e-a7aae1e1359eaf0&field=era5_tp&gridpoints=false&intertype=nearest&lat1=50.3&lon1=12.1&masktype=all&standardunits=standardunits&year1=1950&year2=2024 (Climat Explorer des Königlich Niederländischen Meteorologischen Instituts, Abruf 29.08.2024)
- [21] <https://www.openstreetmap.org/search?query=Huscherm%C3%BChle%2C+Regnitzlosau%2C+Landkreis+Hof%2C+Bayern%2C+Deutschland&zoom=6&minlon=2.4609375000000004&minlat=46.164614496897094&maxlon=19.16015625&maxlat=56.18225387824834#map=6/50.74/11.27&layers=H> (Abruf:03.11.2025)
- [22] Köstler, Clara; Flussperlmuscheln als Klimaindikator? Untersuchungen zum Potential der Mikrostruktur der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) als indirekter Klimaindikator, *Junge Wissenschaft* 02/2025, DOI: 10.7795/320.202502

Als Schüler*in wissenschaftlich publizieren

Wie auch aus deiner Wettbewerbsarbeit eine zitierfähige Veröffentlichung wird

Was ist eine wissenschaftliche Veröffentlichung?

Wissenschaftliche Publikationen, sogenannte Papers, sind ein zentrales Element wissenschaftlichen Arbeitens. In Papers werden nicht nur Zeitpunkt und Stand einer Erkenntnis öffentlich dokumentiert, sondern auch mit der Wissenschafts-Community geteilt. So lässt man Kolleg*innen derselben Fachrichtung an Ergebnissen teilhaben oder zeigt progressive Forschungsansätze auf.

Was kostet die Veröffentlichung?

Für die Autor*innen fallen keinerlei Veröffentlichungsgebühren (*page charges*) an. Alle Kosten z. B. für Redaktion, Lektorat, Layout, Website und App tragen Verlag und Sponsoren. Verlag ist die Physikalisch-Technische Bundesanstalt PTB, die das Projekt seit Gründung begleitet.

Was ist besonders an einer wissenschaftlichen Veröffentlichung?

Die Besonderheit eines echten, wissenschaftlichen Papers ist, dass es *peer reviewed* ist. Der Begriff setzt sich zusammen aus den englischen Wörtern *peer* für „Kolleg*in“ und *reviewed* für „überprüft“ (*review* = die Überprüfung). Die Arbeit wird also von einem / einer meist anonymen Fachkolleg*in, der oder dem *referee*, auf Schlüssigkeit überprüft. Die Arbeit ist somit gecheckt und kann als Basis für weitere Forschungsvorhaben genutzt werden.

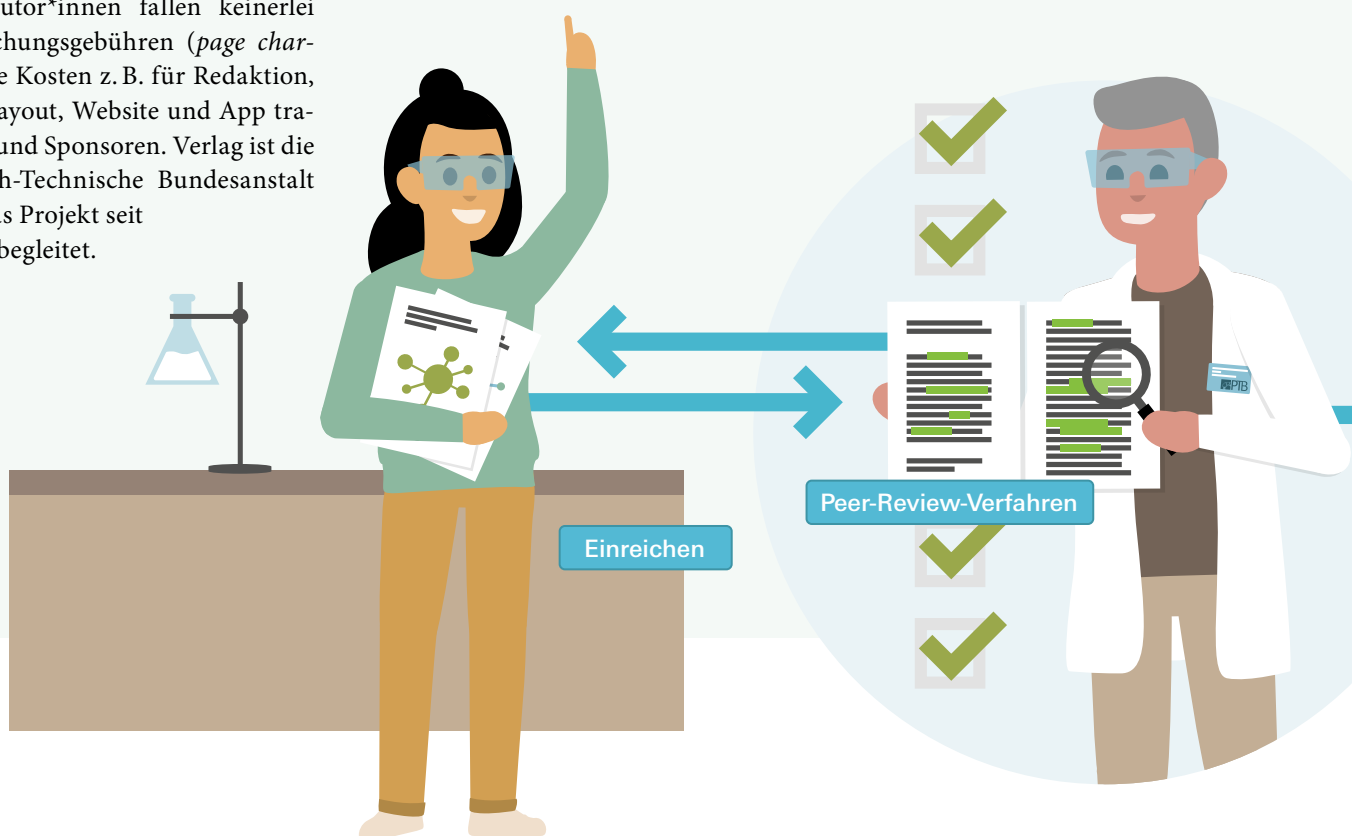


Hast du Fragen? In den FAQs auf der Seite „Für Autor*innen“ findest du Antworten.

www.junge-wissenschaft.ptb.de/fuer-autorinnen

Wieso wissenschaftlich publizieren?

Diese Papers dienen nicht nur dem fachlichen Austausch, sondern auch als Nachweis der erbrachten Leistungen im jeweiligen Spezialgebiet. Wie ein Lebenslauf informiert die Veröffentlichungsliste über den beruflichen Werdegang und wissenschaftlichen Erfolg.



Wie geht das und wie viel Arbeit muss ich investieren?

Die Junge Wissenschaft (JuWi) ist die einzige Plattform, auf der bereits Schüler*innen ein erstes Paper, *peer reviewed*, veröffentlichen können. Das von der JuWi-Chefredaktion eingeleitete und begleitete Peer-Review-Verfahren macht aus deinem Wettbewerbsbeitrag eine zitierfähige Veröffentlichung. Ein JuWi-Paper ist der Startschuss für deine persönliche Veröffentlichungsliste. Und als erfolgreiche Teilnehmer*in eines Forschungswettbewerbs hast du den Löwenanteil der Arbeit bereits erledigt.

Sende deine Arbeit und die Erstveröffentlichungserklärung an:

Chefredaktion Junge Wissenschaft

Dr.-Ing. Sabine Walter
Paul-Ducros-Straße 7
30952 Ronnenberg

Tel: 05109 / 561508
Mail: sabine.walter@verlag-jungewissenschaft.de



Wie geht es nach dem Einreichen weiter?

Die Chefredakteurin sucht einen geeigneten Fachgutachter*in, der bzw. die, die inhaltliche Richtigkeit der eingereichten Arbeit überprüft und eine Empfehlung ausspricht, ob sie veröffentlicht werden kann (Peer-Review-Verfahren). Das Gutachten wird dir zugeschickt und du erhältst die Möglichkeit, Hinweise des oder der Fachgutachter*in oder eigene Änderungen einzuarbeiten. Die Erfahrung zeigt, dass Arbeiten, die z. B. im Rahmen eines Wettbewerbs wie Jugend forscht die Endrunde erreicht haben, die besten Chancen haben, dieses Peer-Review-Verfahren zu bestehen. Bis hierhin hast du keinerlei Arbeit investiert.

Schließlich kommt die Arbeit in die Redaktion, wird für das Layout vorbereitet und nach der Freigabe als Open-Access-Beitrag, also für jedermann zugänglich, veröffentlicht.

Was bringt es mir?

JuWi-Autor*innen erwerben in der engen Zusammenarbeit mit der Redaktion Kenntnis über den Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit, über wissenschaftlichen Schreibstil, worauf zu achten ist und welche Schritte wann notwendig sind. Autor*innen eines JuWi-Papers haben so sehr früh einen bedeutenden Teil wissenschaftlichen Publizierens erlernt, noch bevor sie an die Hochschule gehen.

Impressum

Junge Wissenschaft

c/o Physikalisch-Technische
Bundesanstalt (PTB)
www.junge-wissenschaft.ptb.de

Redaktion

Dr.-Ing. Sabine Walter,
Chefredaktion Junge Wissenschaft
Paul-Ducros-Str. 7
30952 Ronnenberg
E-Mail: sabine.walter@verlag-jungewissenschaft.de
Tel.: 05109 / 561 508



Sabine Siems, Verlag
E-Mail: sabine.siems@ptb.de
Tel.: 0531 / 592 8202



Design & Satz

Sebastian Baumeister
Art Director / stilsicher.design
E-Mail: baumeister@stilsicher.design
Tel.: 05142 / 302 99 04



Verlag

Dr. Dr. Jens Simon,
Pressesprecher der PTB
Bundesallee 100
38116 Braunschweig
E-Mail: jens.simon@ptb.de
Tel.: 0531 / 592 3006
(Sekretariat der PTB-Pressestelle)



