

► Lebensraum Boden

Welche Funktionen erfüllen Flügellose Insekten im Boden?

Ist der Begriff „Urinsekten“ systematisch überhaupt noch anwendbar?

Welche Gemeinsamkeiten prägen die Vertreter dieser Gruppe?

Die Flügellosen Insekten, früher auch Urinsekten genannt, zählen zu den eher unauffälligen Vertretern der Bodenfauna. So schwer man diese Tiere aufgrund ihrer guten Tarnung und geringen Größe auch sieht, so enorm groß ist sowohl ihre Artenzahl als auch ihre Bedeutung als Destruenten im Haushalt der Natur.

In der vorliegenden Unterrichtseinheit lernen die Kinder diese winzigen Tiere aufzuspüren, sie vom Rest der Erde zu isolieren und anschließend ausführlich zu beobachten.



Ort

Klassenraum, Wald

Schulstufe

5. bis 8. Schulstufe

Gruppengröße

Klassengröße

Zeitdauer

2 Schulstunden

Lernziele

- Den Boden als Lebensraum vieler Organismen erkennen und erfahren
- Möglichst schonendes Fangen und Untersuchen von Bodentieren erlernen
- Gezieltes Aufspüren von Flügellosen Insekten lernen
- Die Bodentiere nach ihrer Gruppenzugehörigkeit unterscheiden können
- Die unterschiedlichen Funktionen einzelner Tiergruppen im Boden erkennen

Sachinformation

Die bisher gebräuchlichen Bezeichnungen „Urinsekten“ oder „Flügellose Insekten“ (Apterygota) für Fischchen, Felsenspringer, Springschwänze, Doppelschwänze und Beintastler sind zwar in vielen Köpfen sprachlich noch verankert, doch systematisch betrachtet veraltet. Die folgende Zusammenfassung erfolgte aufgrund von ursprünglichen Merkmalen wie der direkten Entwicklung, dh. ohne etwaiges Puppenstadium, dem Aufbau der Mundwerkzeuge und Extremitäten, vor allem aber aufgrund der fehlenden Flügel.

Flügellose Insekten sind bedeutende **Destruenten** und als solche eine wichtige Säule des Ökosystems „Boden“. Vom Menschen verursachte Störungen, etwa durch Verbreitung von toxischen Schadstoffen, können zu Veränderungen in der Bodentierwelt führen und folglich die Fruchtbarkeit des Bodens stark negativ beeinflussen.

Heutige Systematik

Springschwänze, Doppelschwänze und Beintastler gelten wie die eigentlichen Insekten als jeweils eigenständige Klasse des Unterstammes der **Sechsfüßer**.

Während die Insekten gemeinsam mit den Felsenspringern die Gruppe der **Freikiefler** (Ectognatha) bilden, werden die Silberfischchen, Springschwänze, Doppelschwänze und Beintastler systematisch betrachtet zu den sogenannten **Sackkieflern** (Entognatha) zusammengefasst.

Sackkiefler besitzen eine Mundtasche, in der sich die Mundwerkzeuge befinden. Gebildet wird die Tasche durch seitliche Faltungen der Kopfkapsel, die nach hinten mit der Unterlippe (Labium) verwachsen. Die meist zu Stech- und Spatelwerkzeugen modifizierten Mundwerkzeuge können so in die Kopfkapsel zurückgezogen werden.

Innerhalb der Sackkiefler werden die Springschwänze und die Beintastler als Ellipura zusammengefasst und den Doppelschwänzen gegenübergestellt. Ausschlaggebend für diese Kategorisierung sind neben verschiedenen weiteren Reduktionsmerkmalen die fehlenden Hinterleibsanhänge (Cerci) und die Verschmelzung des Unterschenkels (Tibia) mit dem Fuß (Tarsus) zum Tibiotarsus.

Felsenspringer

Unter den Freikieflern bilden die Felsenspringer (Archaeognatha) die primitivste Gruppe. Ausschlaggebendes Merkmal dafür ist das einteilige Mandibelgelenk.

Man kennt bislang rund 450 Arten, wovon 15 auch in Mitteleuropa verbreitet sind. Sie sind allesamt Vertreter der Familie der Machilidae.



Merkmale: Auffällig sind am Körper der Tiere die glänzenden Schuppen, ihre großen Facettenaugen, die sehr langen Antennen sowie die drei langen, vielgliedrigen Schwanzanhänge (zwei Cerci und das unpaarige Terminalfilum). Die meisten Arten werden 9 bis 18 mm lang, die Art *Machilis ingens* erreicht eine Gesamtlänge von etwa 23 mm.

Lebensweise: Wie es der Name schon andeutet, sind die Tiere in der Lage, beachtliche Sprünge zu machen, indem sie sich mit den Schwanzanhängen und den Beinen vom Boden abstoßen. Felsenspringer leben meist in feuchten und steinigen Gebieten, etwa in der Spritzwasserzone des Meeres oder an Felshängen. Man findet sie aber auch im Waldboden, an Moospolstern und unter Baumrinden. Sie ernähren sich hauptsächlich von Algen und Flechten.

Springschwänze

Springschwänze (Collembolen) sind zwar kleine, flügellose Tiere, aufgrund ihres Sprungvermögens sind sie dennoch auffällig. Weltweit sind bislang 8000 Arten beschrieben worden. Man schätzt ihre Gesamtartenzahl jedoch auf mehrere Zehntausend Arten. Springschwänze gelten als die häufigsten Sechsfüßer. In den obersten 30 Zentimetern eines Quadratmeters Boden können bis zu 400 000 Individuen leben. Springschwänze gehören zu den ältesten landlebenden Tieren überhaupt. Die ältesten

bekannten Fossilfunde von Collembolen sind etwa 400 Millionen Jahre alt.



Merkmale: Ihre Körperlänge reicht von winzig klein (0,1 mm) bis ziemlich groß (17 mm). Die meisten Arten sind 1-5 mm groß. Entsprechend ihrem Lebensort sind sie entweder dunkel pigmentiert und behaart (oberirdisch lebende Formen) oder klein, weiß gefärbt und mit nur kurzen Körperanhängen (in der Tiefe lebende Formen). Collembolen findet man in länglich gestreckter oder in kugelförmiger Körperform.

Wichtigstes und namensgebendes Merkmal dieser Tiere ist die an der Unterseite des 4. Abdominalsegmentes befindliche Sprunggabel (Furca). Sie ist unter Spannung am 3. Abdominalsegment festgehakt. Wird das Tier gereizt, so löst es die Verbindung und der Springschwanz vollführt einen bis zu mehrere Zentimeter weiten, ungerichteten Sprung. Ein weiteres wichtiges Merkmal der Springschwänze ist der hinter den Beinen an der Unterseite des ersten Hinterleibssegmentes gelegene Ventraltubus (Collophor), der ein Anhaften an glatten Oberflächen ermöglicht.

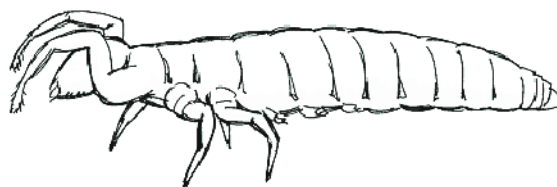
Die Komplexaugen sind aus maximal 8 Sehkeilen aufgebaut. Bei vielen Arten sind sie völlig reduziert. Auch die Antennen können mitunter stark reduziert ausgebildet sein.

Lebensweise: Die bei uns lebenden Springschwänze leben vor allem in der Humusschicht sowie an verrottendem Pflanzenmaterial. Es gibt aber auch Arten, die auf der Wasseroberfläche oder auf Gletschern leben. Sehr kleine Arten können bis mehrere Meter tief in die Erde vordringen. Ihre Nahrung besteht aus Pflanzenteilen, Pilzfäden, Mikroorganismen, Aas und Kotresten.

Beintastler

Mit rund 200 Arten ist die Klasse der Beintastler (Protura) in Europa recht zahlreich vertreten. Die Tiere

sind mit 0,5-2 mm meist so klein, dass kaum ein Mensch, der sich nicht speziell mit Bodentieren beschäftigt, sie jemals schon beobachtet hat. Erstmals entdeckt wurden die Beintastler im Jahre 1907.



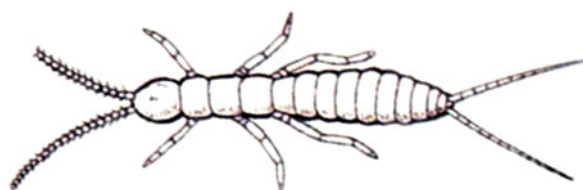
Merkmale: Der Körper der Beintastler besteht aus dem Kopf sowie den beintragenden Thoraxsegmenten und den Abdominalsegmenten. Die Tiere sind pigmentlos, blind und besitzen keine Fühler. Ihre Funktion wird von dem nach vorne ausgerichteten ersten Beinpaar erfüllt, woher sich auch der deutsche Namen ableiten lässt. Darüber hinaus sind sie am Kopf mit weiteren Sinnesorganen für die Wahrnehmung von Feuchte, Temperatur und der chemischen Qualität des Bodens ausgestattet. Die Mundwerkzeuge entsprechen dem Typus „stechend-saugend“ und dienen zum Anstechen von Pilzfäden. Räuberische Formen sind bislang nicht bekannt.

Der Hinterleib der Tiere besteht aus 12 Segmenten, wobei die drei ersten Segmente noch die Überreste der ursprünglich an allen Segmenten vorhandenen Extremitäten tragen. Diese Reste werden Styli bezeichnet. Ihre Gesamtlebensdauer beträgt etwa ein Jahr.

Lebensweise: Ähnlich wie die Doppelschwänze bevorzugen sie als Lebensraum die oberen Zentimeter der Bodenschicht, man findet sie aber auch unter Steinen, Laub oder Rindenstücken. Sie lieben es feucht und ernähren sich saugend von Pilzfäden im Boden. Beintastler laufen auf nur vier Beinen.

Doppelschwänze

Doppelschwänze (Diplura) sind in Mitteleuropa mit 15 Arten vertreten. Weltweit kennt man an die 500 Arten. Ihr Hauptverbreitungsgebiet sind die Tropen und Subtropen. Die Tiere sind sehr lichtscheu und lieben die Feuchtigkeit. Der deutsche Name „Doppelschwanz“ weist auf ein charakteristisches Merkmal dieser Ordnung, die beiden langen Körperanhänge (Cerci) am Hinterleibsende, hin.



Merkmale: Die meisten der bei uns lebenden Arten erreichen eine Körperlänge von 2 bis 5 mm. Entsprechend finden sie sich unter Steinen, in der oberen Bodenschicht, im Moos und anderen Verstecken. Ihr Körper ist mehr oder weniger gleichartig gegliedert. Die Brustsegmente tragen jeweils ein Beinpaar. Die Gliederantenne ist lang und vielgliedrig. Augen fehlen den Doppelschwänzen vollständig. Die spitzen oder spachtelartigen Mundwerkzeuge befinden sich zurückgezogen in einer taschenartigen Struktur des Kopfes, aus der sie hervorgestülpt werden können. Der Hinterleib der Tiere besteht aus 10 Segmenten, wobei sich am letzten Segment zwei fadenförmige Schwanzanhänge (Cerci) befinden.

Lebensweise: Während die Vertreter der Familie der Japygidae räuberisch leben und in erster Linie nach Springschwänzen jagen, ernähren sich andere Arten von organischem Material im Boden oder auch von Pilzfäden.

Größenklassen der Bodentiere

Unabhängig von ihrer systematischen Zugehörigkeit werden Bodentiere in mehrere Größenklassen eingeteilt:

- Mikrofauna (< 0,2 mm)
- Mesofauna (0,2-2 mm)
- Makrofauna (2-20 mm)
- Megafauna (> 20 mm)

Zur **Mikrofauna** (0,002-0,2 mm) zählen Einzeller (Protozoen) wie Geißeltierchen, Wimpertierchen und Wurzelfüßer sowie sehr kleine Fadenwürmer. Als Lebensraum der Einzeller dienen wassergefüllte Bodenporen. Diese Organismen ernähren sich saprophag, das heißt von Tier- und Pflanzenrückständen oder von Bakterien. Fadenwürmer hingegen leben saprophytisch oder parasitisch von Pflanzenwurzeln. Bei sehr großer Individuenzahl treten schon mal Schäden an Monokulturen auf.

Zur **Mesofauna** (0,2-2 mm) gehören Rädertiere, Bärtierchen, Fadenwürmer, Springschwänze und Milben. Sie leben saprophytisch oder als Räuber.

Zur **Makrofauna** (2-20 mm) zählt man Ringelwürmer, Schnecken, Webspinnen und Asseln sowie Doppelfüßer, Hundertfüßer, die Welt der Käfer inklusive ihrer Larven und die Larven der Zweiflügler. Diese Organismen haben außerordentlich vielfältige Lebensformen und Lebensweisen entwickelt. Ihr Einfluss auf die Bodenentwicklung ist daher vielgestaltig.

Zur **Megafauna** (20-200 mm) gehören Regenwürmer aber auch zahlreiche Wirbeltiere, die ganz oder teilweise im Boden leben, wie Maulwürfe, Wühlmäuse, Spitzmäuse, Hamster und Ziesel. Gewichtsmäßig machen die Regenwürmer den größten Teil der Megafauna aus. Durch ihre bis zu 2,50 m langen Röhren sorgen sie für eine Verbesserung sowohl der Wasserführung als auch der Belüftung des Bodens. Durch die Vermischung von organischen und mineralischen Bodenbestandteilen im Wurmdarm wird wertvolle Wurmlosung an der Bodenoberfläche zurückgelassen.

Hinweis

Wer sich mit Bodentieren beschäftigt, sollte folgendes beachten:

- Wenn die Bodentiere in einem nahe gelegenen Wald gesammelt werden sollen, so ist unbedingt vorher das Einverständnis des Waldbesitzers/der Waldbesitzerin einzuholen.
- Beim Aufsammeln der Tiere darf niemals eine herkömmliche Pinzette verwendet werden. Die Gefahr ist groß, die Tiere damit zu zerquetschen.
- Räuberische und pflanzenfressende Tiere sollten nicht gemeinsam im selben Gefäß gesammelt werden, da letztere ziemlich rasch im Rachen der Räuber landen könnten.

Didaktische Umsetzung

Im direkten Kontakt mit dem Lebensraum Boden lernen die SchülerInnen Bodentiere besser kennen. Die Schulklasse begibt sich in einen schulnahen Wald und entwickelt im Zuge des aktiven Suchens nach Bodentieren ein Gefühl für die Besonderheiten (Bodenzusammensetzung, Dunkelheit, Feuchtigkeit etc.) dieses speziellen Lebensraumes. Tiere werden schonend gefangen, beobachtet und besprochen. In das Klassenzimmer mitgebrachte Bodenproben werden in der Folge gezielt auf Flügellose Insekten untersucht. Diese werden mittels Stereolupen genauestens betrachtet. Das Auffinden von Flügellosen Insekten und das Erlernen der Zuordnung der gefundenen Tiere zu den entsprechenden systematischen Klassen ist das Ziel dieser Unterrichtseinheit.

Inhalte	Methoden
Besprechung der Tiergruppen	
15 Minuten	
SchülerInnen erhalten einen Überblick von der Formenvielfalt der Bodentiere. 	<u>Material</u> Beilage „Bildkarten - Flügellose Insekten“ evtl. Tierfotos aus dem Internet Mit der Frage „Weiß jemand von euch, was ein Springschwanz ist?“ beginnt der/die Lehrende die einführende Darstellung dieser speziellen Tiergruppe. Anhand von vorbereiteten Tierfotos und Tierkarteikärtchen verschafft der/die Lehrende den SchülerInnen einen groben Überblick von der Vielfalt und Bedeutung der Flügellosen Insekten.
Eigene Suche nach Bodentieren	
25 Minuten	
Wo suche ich? Wie fange ich die Tiere auf möglichst schonende Art und Weise? 	<u>Material</u> Käfersieb, Pinsel, Federstahlpinzetten, Löffel, Becherlupen, Plastiksackerl Mit Hilfe eines befeuchteten Pinsels sammeln die SchülerInnen Spring- und Doppelschwänze sowie Felsenspringer. Letztere können aufgrund ihrer Größe gegebenenfalls auch mit der Federstahlpinzette gesammelt und gemeinsam mit etwas Erde in das Becherlupengefäß übertragen werden. Eventuell lassen sich die Tierchen gemeinsam mit etwas Erde auch mit einem Löffel auf sammeln. Nach jeweils 10 Minuten kommen die SchülerInnen zu einer gemeinsamen Besprechung der gefundenen Tiere zusammen. Besonderheiten werden in die Schule mitgenommen, die restlichen Tiere an Ort und Stelle wiederum frei gelassen. Der/die Lehrende sammelt abschließend eine Bodenprobe zur späteren Analyse im Klassenzimmer. Boden von der Bodenoberfläche (nicht tiefer als 5 cm) wird entnommen und mittels eines Käfersiebes (ein selbst gebasteltes grobmaschiges Sieb mit einer Maschenweite von 0,7 bis 1 cm tut es auch) gesiebt. Das Siebgut wird in einem dichten Sackerl gesammelt und in das Klassenzimmer mitgenommen.

Untersuchung des Gesiebes nach Kleinsttieren	35 Minuten
<i>Kleinste, mit freiem Auge noch wahrnehmbare Tiere werden beobachtet.</i> 	<u>Material</u> Beilage „Arbeitsblatt - Flügellose Insekten“ 1 Tablett für je 3 SchülerInnen, mehrere feine Malpinsel, Federstahlpinzetten, Blockschalen mit Glasdeckel, Stereolupen, Bleistifte Je drei Kinder versammeln sich um ein Tablett, worauf 1-2 Handvoll gesiebte Walderde gegeben werden. Bei einem guten Laubmischwaldboden werden sich darin unzählige Kleinsttiere (Milben, Springschwänze, Doppelschwänze, Würmer etc.) befinden, die z. T. beim Umherlaufen am Tablett beobachtet werden können. Durch Berührung mit einem befeuchteten Pinsel (Pinselhaare haben, solange sie feucht sind, eine klebrige Wirkung) können einige dieser Tierchen in eine vorbereitete Blockschale übertragen werden. Hierin gefangen lassen sich die Tiere gut mit einer Stereolupe beobachten. Die SchülerInnen erfüllen einen Arbeitsauftrag: Sie fertigen eine maßstabgetreue Zeichnung der mit Hilfe der Stereolupe beobachteten Tiere an und benennen Körperteile und Organe. Zu beachten wäre, dass die Tiere möglichst wieder an ihren Fundort zurückgebracht werden sollten.
Abschließende Diskussion	15 Minuten
<i>Nachbesprechung der Ergebnisse und gewonnenen Erkenntnisse</i>	Die Ergebnisse am Beobachtungsblatt werden verglichen und besprochen. Welche wichtigsten Erkenntnisse konnten als Resultat der Beschäftigung mit dieser weithin unbekannten Tiergruppe gewonnen werden?

Beilagen

- ▶ Arbeitsblatt - Flügellose Insekten
- ▶ Bildkarten - Flügellose Insekten

Weiterführende Themen

- ▶ Boden und Fruchtbarkeit
- ▶ Faktor Bodenwasser
- ▶ Experimente zum Thema Boden
- ▶ Tierbestimmung mittels Bestimmungsschlüssel
- ▶ Bodengefährdung

Weiterführende Informationen

Links

- Grundlegende Informationen zum Thema Boden unter <http://www.ubz-stmk.at/themen/index.php?cmid=231>
- Lehrerhandreichung zum Thema Boden als pdf erhältlich unter http://www.ubz-stmk.at/upload/documents/cms/756/Handreichung_Boden_-_Fachinformationen.pdf
- weitere Downloads zum Thema Boden unter <http://www.ubz-stmk.at/downloads/?id=2>
- Bodenschutzberichte des Landes Steiermark als Downloads unter <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/2998692/DE/>

Literatur

- Klausnitzer, B.: *Entognatha (Entotropha), Sackkiefler*. In Westheide, Rieger (Hrsg.): *Spezielle Zoologie Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere*. Gustav Fischer Verlag, 1997
- Klausnitzer, B.: *Insecta (Hexapoda), Insekten*. In Westheide, Rieger (Hrsg.): *Spezielle Zoologie Teil 1: Einzeller und Wirbellose Tiere*. Gustav Fischer Verlag, 1997
- Dittmann, J., Köster, H.: *Die Becherlupen-Kartei. Tiere in Kompost, Boden und morschen Bäumen*. Verlag an der Ruhr, 2000
- Dunger, W.: *Tiere im Boden*. Westarp Wissenschaften, 4. Aufl., 2008



Noch Fragen zum Thema?

Dr. Otmar Winder
Projekte „NaturScouts“, „Boden“, „Lehrweg-Entwicklung“
Telefon: 0043-(0)316-835404-4
E-Mail: otmar.winder@ubz-stmk.at



www.ubz-stmk.at



Foto: Beintastler, Wikipedia



Foto: Doppelschwanz, Wikipedia



Foto: Silberfischchen, Wikipedia



Foto: Felsenspringer, Wikipedia



Foto: Felsenspringer, Wikipedia



Foto: Springschwanz, Manfred Kunz, Wikipedia



Foto: Springschwanz, Wikipedia



Foto: Springschwanz, U. Burkhardt, Wikipedia

Flügellose Insekten

1

Versuche von den Tierchen, die du unter der Stereolupe betrachtest, möglichst exakte Zeichnungen anzufertigen. Achte dabei besonders auf die richtigen Größenverhältnisse zwischen Kopf, Brustabschnitt und Hinterkörper. Gib Acht, dass auch die Körperanhänge wie Beine, Fühler, Schwanzanhänge und Mundwerkzeuge im richtigen Größenverhältnis zum Körper gezeichnet werden.

2

Bezeichne bei den folgenden Tieren die entsprechenden Körperteile und Körperanhänge.

Springschwanz

*Kopf, Augen, Fühler,
Brustabschnitt, Vorderbein,
Mittelbein, Hinterbein,
Hinterkörper, Sprunggabel,
Ventraltubus*

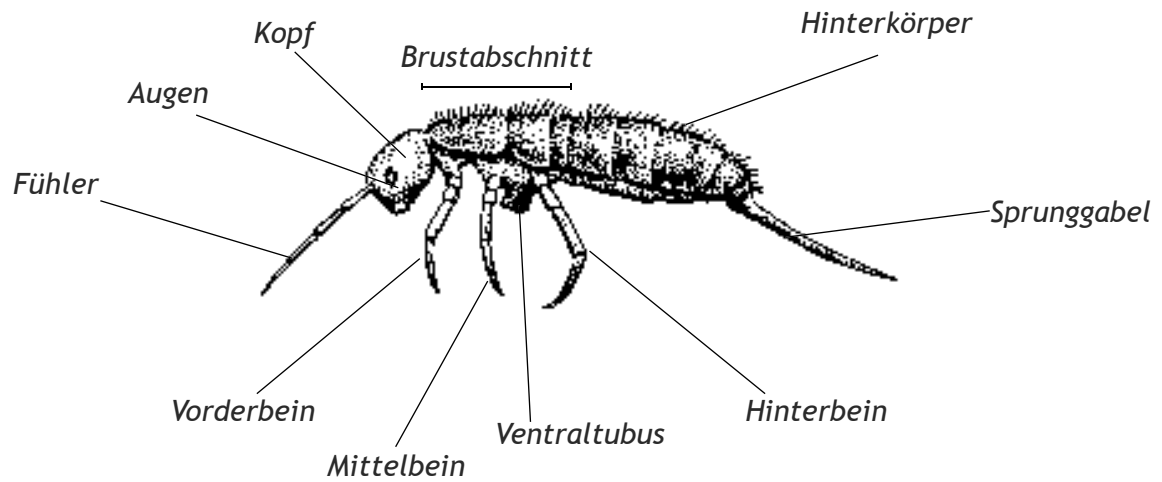


Doppelschwanz

*Kopf, Fühler, Vorderbein,
Mittelbein, Hinterbein,
Hinterkörper, Cerci*

Flügellose Insekten - Lösung

Springschwanz



Doppelschwanz

