

Ergänzungen des mathematisch- naturwissenschaftlich-technischen Aufga- benfeldes für Facharbeiten in den Fächern Mathematik, Biologie, Physik, Chemie, In- formatik



(Abbildung: ClipArt)

Ergänzungen zum Kapitel „Themenfindung“

Bei der Themenfindung zu einer Facharbeit ist zu beachten, dass die Leitfrage *eigenständiges Erarbeiten* ermöglichen soll. Dies gelingt zum Beispiel auf folgende Arten:

- Experimente und Analysen mit Daten- bzw. Messwerterhebung sowie anschließender Auswertung zur Erkundung bekannter Fachinhalte.

Im Fachbereich Mathematik können beispielsweise statistische Kenngrößen ermittelt und ausgewertet werden oder die Beantwortung stochastischer Problemstellungen im Fokus der Arbeit stehen.

Im Fachbereich Biologie bieten sich biotechnologische, ökologische oder verhaltensbiologische Experimente an, im Fachbereich Chemie beispielsweise Untersuchungen zu Umwelt oder Alltagsstoffen. Dabei ist unbedingt zu beachten: Chemikalien müssen vorrätig oder leicht zu beschaffen sein. Die Experimente müssen durch eine Gefährdungsbeurteilung im Vorfeld geprüft werden. Dabei unterstützt die betreuende Lehrkraft.

- Simulation und Modellierung, z.B. Computersimulation; Generierung von Daten durch Simulation und / oder numerische Berechnungen (z. B. können funktionale oder geometrische Zusammenhänge modelliert werden, mit deren Hilfe dann eigene Berechnungen durchgeführt werden).

Bei beiden Zugriffen - experimentell oder durch Computersimulation - ist eine Darstellung bzw. ein Vergleich mit Erkenntnissen aus der entsprechenden Theorie notwendig. Die Originaldaten sind in der Facharbeit (z.B. im Anhang) darzustellen.

- Fachinhalte erkunden, die über Schulbuchniveau hinausgehen: Erarbeitung und Hinterfragen bestimmter Sachverhalte.

Es besteht die Gefahr, dass die Eigenleistung zu gering ist, sofern man bekannte Inhalte nur wiedergibt. Hier geht es darum, mithilfe einer geeigneten Fragestellung neue Erkenntnisse zu erzielen. Dieses kann z.B. aus einer historischen Perspektive, im Hinblick auf die Umwelt oder Gesundheit geschehen.

Es sollten zusätzlich eigene Beispiele, eigene Modelle oder eine geeignete Messreihe/ Modellierung zum Thema in der Arbeit enthalten sind.

- Wissenschaftshistorische Themenstellungen sind grundsätzlich möglich.

Ergänzungen zum Kapitel „Informationen finden und verwerten“

2.1 Arten von Literatur

Für das Erlernen fachspezifischer Inhalte eignen sich Schulbücher, Fachbücher zu bestimmten Themen und auch Formelsammlungen.

Viele Inhalte lassen sich auch im Internet recherchieren. Relevante Fachartikel können auch auf fachspezifischen Portalen im Internet (z.B. leifiphysik, prophysik) gefunden und z.T. heruntergeladen werden. Wenn Sie an der Seriosität einer (Internet-)Quelle zweifeln, sollten Sie die Thesen und Aussagen stets anhand der Fachliteratur gegenprüfen.

In den Naturwissenschaften verläuft der Großteil der wissenschaftlichen Kommunikation in Form von englischsprachigen Zeitschriftenartikeln. Diese Zeitschriftenartikel durchlaufen vor der Veröffentlichung ein strenges Peer-Review-Verfahren, bei dem die Qualität der wissenschaftlichen Arbeit durch Fachleute begutachtet wird. Die bedeutendsten Zeitschriften (engl. Journals) sind sicherlich *Science* und *Nature*. Es gibt aber tausende, auf enge Spezialgebiete ausgerichtete Zeitschriften.

2.2 Fundorte wissenschaftlicher Literatur

Zunächst sind die weiterführenden Fachbücher aus der Schülerbibliothek zu beachten.

Aus den Bibliotheken der Technische Hochschule Lemgo oder der Universität Bielefeld lässt sich Fachliteratur beziehen.

Darüber hinaus lohnt sich bei spezielleren Themen ein Blick in veröffentlichte fachwissenschaftliche Arbeiten (z. B. Diplom-, Bachelor-, Masterarbeiten).

Die meisten Journale veröffentlichen ihre Artikel seit einigen Jahren auch digital, allerdings oft kostenpflichtig. Mit einem Bibliotheksausweis haben Sie kostenlosen Zugriff auf sehr viele dieser Artikel.

Mit einer Literatursuchmaschine, z.B. <https://scholar.google.com/> sollten Sie sich einen ersten Überblick über die existierende Fachliteratur verschaffen. Aber Vorsicht: Mit zu allgemeinen Suchbegriffen werden Sie von Treffern erschlagen! „Cancer“ beispielsweise liefert über 6 Millionen Publikationen, „*C. elegans*“ liefert über 900.000 Publikationen. Hier hilft nur eine kluge Auswahl der Suchbegriffe. Auf diesem Wege finden Sie zahlreiche *open-access* Quellen, von weiteren Publikationen sind zumindest Zusammenfassungen (Abstracts) verfügbar. In den Abstracts finden Sie die Forschungsergebnisse in kondensierter Form, nur selten werden Sie die vollständige Arbeit benötigen!

2.3 Sichten von Büchern

Wenn Sie an der Seriosität einer Quelle zweifeln, sollten Sie die Aussagen/ Formeln stets anhand der Fachliteratur gegenprüfen.

2.4 Richtiges Zitieren

Richtiges Zitieren ist das Kernstück jeder wissenschaftlichen Arbeit! Äußerungen und fachwissenschaftliche Inhalte, die aus anderen Werken wörtlich oder dem Sinn nach übernommen wurden, müssen korrekt zitiert und eindeutig einer Quelle zugeordnet werden. Es muss für den Leser möglich sein, die zitierte Textstelle zu finden und zu überprüfen.

Es ist empfehlenswert, mit Fußnoten als Verweis auf das Literaturverzeichnis zu arbeiten. Alternativ kann Autor und Jahr in Klammern hinter dem Zitat angegeben werden, die vollständige Literaturangabe kann dann dem Literaturverzeichnis entnommen werden (s.u.).

- Direkte Zitate: Textstelle wurde wörtlich aus einem Werk übernommen:
 - „Es hat sich gezeigt, dass [...] weiße Meerschweinchen mehr fressen als braune.“ (Krause 1998)
- Indirekte Zitate: Aussagen wurden sinngemäß aus einem Werk übernommen:
 - Nach Krause (1998) fressen weiße Meerschweinchen mehr als braune.
 - Weiße Meerschweinchen fressen mehr als braune (Krause, 1998, Krause et al., 1998, Meyer 2013).
 - Die Untersuchungen von Krause (1998) haben gezeigt, dass braune Meerschweinchen weniger fressen als weiße.
- Aus der Literatur übernommene Tabellen und Abbildungen
 - Unverändert: ... Abb. 5: Braue Meerschweinchen (Krause 1998)
 - Abgeändert: ... Abb. 5: Braune Meerschweinchen (modifiziert, Krause 1998)

Mathematisches Wissen ist in der Regel frei verwendbar und bedarf daher anderer Zitierregeln: Wenn bedeutsame mathematische Sätze verwendet werden, genügt die Angabe des Satzes im Fließtext (z.B. „nach dem Hauptsatz der Differentialrechnung gilt...“ oder „Nun wendet man den Satz des Pythagoras an...“). Weitere Angaben in Fußnoten oder im Literaturverzeichnis sind nicht erforderlich.

Eigene nachvollziehbare, also logischen Beweisen folgende Berechnungen oder Termumformungen, selbst wenn sie Fachbüchern ganz oder teilweise entnommen sind, müssen nicht zitiert werden. Der Hintergrund ist, dass solche Berechnungen ja auch selbstständig von Ihnen durchgeführt werden können. Werden Umformungsschritte oder Beweisschritte jedoch weggelassen, wodurch die Umformungskette nicht vollständig nachvollziehbar ist, muss zitiert werden (z.B. „Die Gleichung xy hat das Ergebnis z , was unter ... nachzulesen ist. Ein Beweis würde hier zu weit führen...“). Wenn Sie sich nicht sicher sind: Es schadet grundsätzlich nicht, Links zu Internetseiten, welche Sie zu umfangreichen Berechnungen inspiriert haben oder denen Sie solche entnommen haben, als Fußnote und im Literaturverzeichnis anzugeben.

2.5 Angaben von Literatur

Das Literaturverzeichnis sollte alphabetisch sortiert sein.

- Bücher: Verfasser oder Herausgeber (Zuname, Vorname): Titel, Erscheinungsort und -jahr, Seiten. z. B.:

Mustermann, Max: Die Facharbeit im Fach Chemie, Lemgo 2020, S. 1-2

- Zeitschriften: Verfasser (Zuname, Vorname): Titel, In: Name der Zeitschrift, Nummer, Seiten. z. B.:

Mustermann, Max.: Facharbeit in Chemie, In: Facharbeitszeitschrift, 20, S. 1-2

- Internet: Internetseiten immer mit vollständiger URL und Datum des Aufrufs angeben. z.B.:

www.ekg-lemgo.de aufgerufen am 30. 11. 2020

Bei der Verwendung von Internetseiten sollten Sie Kopien speichern, um für den Fall, dass die Seite nach Abgabe der Arbeit nicht mehr abrufbar ist, den Nachweis der Quelle dennoch vorliegen zu haben.

Überprüfen Sie, ob jede Quellenangabe im Literaturverzeichnis auch in der Arbeit zitiert wird – und umgekehrt.

2.6 Anhang

In Facharbeiten können sehr ausführliche und aufwendige Berechnungen oder Datenlisten, Grafiken oder Schaubilder auch im Anhang untergebracht werden. Mit Fußnoten wie „Ausführliche Berechnung siehe Anhang“ lässt sich so der Hauptteil der Arbeit entsprechend übersichtlicher gestalten.

Der Anhang *kann* enthalten:

- Originalmesswerte (bei umfangreichen Datensätzen) wie Tabellen, Bilder
- Nähere Erläuterungen zu Material & Methoden wie Gebrauchsanweisungen, Kartenmaterial usw.
- Sicherheitsdatenblätter / Sicherheitsinformationen zu verwendeten Chemikalien oder angewendeten Methoden
- Abkürzungsverzeichnis zur Aufschlüsselung verwendeter Abkürzungen
- Objekte auf Ton- und Bildträgern

Der Anhang *muss* enthalten:

- Digitale Ausgabe der Arbeit (im pdf-Format) auf CD oder Datenstick inklusive der im Literaturverzeichnis angegebenen Internetseiten.

Ergänzungen zum Kapitel „Gewonnenes ordnen und eine Gliederung erstellen“

Die Gliederung einer Facharbeit sollte in der Regel einen Abschnitt enthalten, in dem ein Fazit gezogen bzw. ein Ausblick unternommen wird. Dabei sollten folgende Fragestellungen im Sinne einer Reflexion erörtert werden: Was wurde erreicht? Wie können die Ergebnisse dieser Facharbeit fachspezifische eingeordnet werden? Welche weiteren Themen und Fragestellungen könnten noch zusätzlich untersucht werden?

Ergänzungen zum Kapitel „Die Schreibphase“

In naturwissenschaftlichen Facharbeiten müssen auch Formeln, Grafiken, Diagramme, etc. ordentlich dargestellt werden. Dazu folgende Hinweise:

- Bei der Verwendung von Programmen wie LaTeX, mit denen man Texte und Formeln mittels einer eigenen Befehlssprache darstellt, kann eine schulische Unterstützung nicht gewährleistet werden, weswegen Sie solche Programme nur nutzen sollten, wenn Sie sich selbst sehr gut mit Ihnen auskennen.
- Für die Darstellung von Formeln muss grundsätzlich ein Formeleditor verwendet werden (z.B. von Microsoft Word oder Libre Office). Hierzu können Ihnen die Fachlehrer am EKG eine Einführung geben.
- Für Summenformeln oder Reaktionsgleichungen bietet sich die Verwendung eines speziellen Formeleditors an (z. B. <https://chemie-lernprogramme.de/daten/programme/js/chemeditor/index.html>).
- Sonderzeichen wie Symbole / griech. Buchstaben können über das Textverarbeitungsprogramm eingefügt werden.
- Zeichnungen sollten Sie möglichst digital erstellen, Einscannen ist jedoch auch möglich.
- Tabellen und Diagramme sollten über Datenblattprogramme (Excel, Calc, GeoGebra ...) erstellt werden.
- Tabellen und Abbildungen sind in der Arbeit fortlaufend durchzunummerieren (Abb. 1, 2, 3..., Tab. 1, 2, 3...). Achten Sie darauf, dass Sie im Text Bezug auf die Tabellen und Abbildungen nehmen. Abbildungen aus rein „dekorativen“ Zwecken verbieten sich.
- Jede Darstellung benötigt eine Beschreibung, in der Inhalt sowie Herkunft (bei Ergebnissen die Methode des Datenerwerbs, bei sonstigen Abbildungen die Quelle) kurz und prägnant zusammengefasst werden. Bei Tabellen ist die Beschreibung als Überschrift angelegt (Tab.1:... über der Tabelle), bei Abbildungen ist die Beschreibung als Unterschrift angelegt (Abb.1: ...unter der Abbildung).

Beispiel: Beschreibung von Tabellen und Abbildungen

- Bei Tabellen ist die Beschreibung als Überschrift angelegt
- Bei Abbildungen ist die Beschreibung als Unterschrift angelegt

Tab. 6: Ostradiol-17 β -Werte im peripheren Blutplasma weiblicher Meerschweinchen (n=9) im Verlauf des Sexualzyklus (Tag 1-18)

Zyklustag	N	Mittelwert [pg/ml]	95% - KI [pg/ml]
Tag 1	14	6,95	5,02 - 8,88
Tag 2	14	5,33	4,93 - 5,73
Tag 3	13	5,4	4,83 - 5,97
Tag 4	9	5,05	4,96 - 5,14
Tag 5	6	5	5*
Tag 6	10	5,25	4,77 - 5,73
Tag 7	5	5	5*
Tag 8	6	5,71	4,33 - 7,09
Tag 9	8	5,5	4,74 - 6,26
Tag 10	8	5,79	5,04 - 6,54
Tag 11	11	5,35	4,69 - 6,01
Tag 12	13	5,94	5,17 - 6,71
Tag 13	15	6,66	5,15 - 8,17
Tag 14	16	6,15	5,21 - 7,09
Tag 15	15	8,86	6,92 - 10,8
Tag 16	12	13,42	9,39 - 17,45
Tag 17	6	16,43	8,08 - 24,78
Tag 18	5	19,68	11,14 - 28,22

N = Anzahl der gemessenen Werte; * = Alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze;

Tag 1 = Östrus

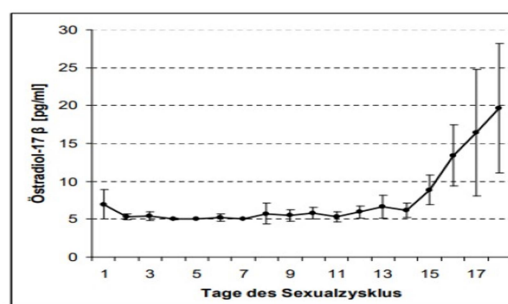


Abb. 6: Ostradiol-17 β -Werte (Mittelwert \pm SEM) im peripheren Blutplasma weiblicher Meerschweinchen (n=9) im Verlauf des Sexualzyklus (Tag 1-18)

Weitere Ergänzung: Wettbewerbe

Eine Facharbeit im MINT-Bereich kann unter Umständen auch mit einer Wettbewerbsteilnahme in einem anerkannten Schülerwettbewerb kombiniert werden. So bietet sich beispielsweise eine Teilnahme bei *Jugend forscht* an. Hierbei ist allerdings folgendes festzuhalten:

Die zusätzliche Teilnahme an einem Schülerwettbewerb erfolgt freiwillig. Der Wettbewerbsbeitrag kann nicht identisch mit der Facharbeit sein, da es sich um unterschiedliche Anforderungsprofile handelt. Eine thematische Überschneidung des Facharbeitsthemas mit dem Jugend-forscht-Projekt ist möglich. So können beispielsweise Versuche mit den Versuchsergebnissen sowohl für die Facharbeit, als auch für das Wettbewerbsprojekt Verwendung finden. Erfolgt eine Teilnahme am Schülerwettbewerb im Team (d.h. mit mehreren Personen), so ist auf das Folgende zu achten: Die entsprechenden Beiträge aus dem Wettbewerbsprojekt (Versuche usw.) welche zusätzlich in die Facharbeit eingebracht werden sollen, müssen klar dem Verfasser der Facharbeit zugeordnet werden können. Die Bewertung der Facharbeit durch den Fachkollegen erfolgt unabhängig vom Abschneiden des Projektes im Schülerwettbewerb.

Quellenangaben:

<http://www.woeste.org/oberstufe/facharbeitsanleitung-nw.pdf> verfügbar am 01.12.2020
http://www.grabbe-gymnasium.de/oberstufe/downloads/Skript%20_FA_neu.pdf verfügbar am 30.11.2020