

Faustkeil, Ein Werkzeug für alles, Keramik, Der erste Kochtopf, Metallverarbeitung, Eisen im Feuer, Schrift, Zeichen für Dinge und Wörter, Pflug, Den Boden nutzbar machen, Rad, Vom Schlitten zum Wagen, Schiff mit Segel, Durch die Kraft des Windes, Archimedes, Prinzip der Verdrängung, Dezimalsystem, Rechnen mit den Zahlen von 0 bis 10, Kompass, Hilfe bei der Orientierung, Beton, Hart wie Stein, Pumpe, Mit Kolben und Zylinder, Papier, Aus Pflanzen werden Schreibblätter, Schießpulver, Explosiv den Feind bekämpfen, Pythagoras, Die Macht der Zahlen, Hippokrates von Kos, Der erste Diagnostiker, Demokrit, Die Idee von den kleinsten Teilchen, Aristoteles, Der große Vordenker, Euklid, Die Klarheit der Geometrie, Galen von Pergamon, Der Kluge Arzt der Antike, Nikolaus Kopernikus, Die Sonne als Mittelpunkt, Galileo Galilei, Uhr, Taktgeber der modernen Welt, Brille, Statussymbol der Intellektuellen, Johannes Gutenberg, Bi Sheng, Buchdruck als Triebfeder der Demokratie, Hans Lipperhey, Griff nach den Sternen mit dem Fernrohr, Thomas Newcomen, James Watt, Dampfmaschine als Motor der industriellen Revolution, Blitzableiter, Schutz gegen Himmelsfeuer, Benjamin Franklin, Heißluftballon, Überwindung der Schwerkraft, Joseph Montgolfier, Jacques Montgolfier, Batterie, Startschuss für die Elektrotechnik, Luigi Galvani, Alessandro Volta, Voltasche Säule, Glühlampe, Leonardo da Vinci, Mona Lisa, Vitruvianischer Mensch, Das Abendmahl, Getriebemechanismus, gigantische Armbrüste, Isaac Newton, Schwerkraft, Planetenumlaufbahnen, Gravitationstheorie, Spektrum der Farben, Paracelsus, Vordenker der modernen Medizin, Andreas Vesalius, Begründer der Anatomie, Johannes Kepler, Der Planetenversteher, Antoni van Leeuwenhoek, Gründer der Mikrobiologie, Gottfried Wilhelm Leibniz, Der letzte Universalgelehrte, früher Vordenker der Informatik, Antoine de Lavoisier, Pionier der modernen Chemie, *Traité élémentaire de Chimie*, Elemente, Carl Friedrich Gauß, Das Mathematik-Genie, Charles Darwin, Evolution, Über die Entstehung der Arten, Albert Einstein, spezielle und allgemeine Relativitätstheorie, $E = mc^2$, Raum und Zeit, Lichtquantenhypothese, Teilchennatur des Lichts, Quantenmechanik, fotoelektrischer Effekt, Quantenenergie, Eisenbahn, Mit Dampf und Schienen, Fahrrad, Karl Freiherr von Drais, John Boyd Dunlop, Luftreifen, Charles D. Rice, Fotografie, Bilder des Lichts, Streichholz, Feuer aus der Schachtel, John Walker, Gustaf Erik Pasch, Kühlschrank, Maschinelle Kälte, Jacob Perkins, Carl Linde, Telegraf, Kommunikation um die Welt, Samuel Morse, Alfred Vail, Leonard Gale, Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber, Petroleumlampe, James U. Pomeroy, Telefon, Stimmen über Kabel, Alexander Graham Bell, Philipp Reis, Antonio Meucci, Elisha Gray, Dampfturbine, Die Kraft der Drehung, Charles Parsons, Turbinia, Flugzeug, Der Traum vom Fliegen, Sir George Cayley, Otto Lilienthal, Tragflächen, Gustav Weißkopf, Motorflug, Orville und Wilbur Wright, Doppeldecker, Lufthansa, Non Stop Atlantikflug, Pan Am, Düsenantrieb, Tonfilmprojektor, Theodore Lindenberg Jr,

Physik

Geografie

Chemie

NwT

Biologie

Informatik

Leitfaden Naturwissenschaftliches Arbeiten

Gymnasium Isny

Björn Huthmacher

Kunststoff, Ein Material für fast alles, Leo Baekeland, Fotopapier, Kodak, George Eastman, Bakelit, PVC, Nylon, Acryl, Polymeren, Künstliches Ammoniak, Brot aus der Luft, William Crookes, Fritz Haber, Carl Bosch, BASF, Haber-Bosch-Verfahren, Stickstoffdünger, Haartrockner, Firma Calor, Transistor, Revolution der Elektronik, Penicillin, Der Le-bensretter, Alexander Fleming, Antibiotika, Howard Florey, Ernst Boris Chain, Computer, Die Welt aus Einsen und Nullen, Konrad Zuse, Der erste Computer, John Atanasoff, ABC, ENIAC, Mikrochip, Xerox, Alto, grafische Benutzeroberfläche, Maus, Netzwerkkarte, Atomreaktor, Urgewalt der Energie, Enrico Fermi, Léo Szilárd, Otto Hahn, Fritz Strassmann, Lise Meitner, Kernkraft, Atombombe, Kernreaktor, Satellit, Künstliche Flugobjekte im Welt-raum, Sputnik, Mondlandung, Raumstation Saljut 1, Laser, Das gebündelte Licht, Gordon Gould, Maser, Charles Towners, Theodor Maiman, Computerdiskette, IBM, CD, USB-Stick, Ade Lovelace, Die erste Programmiererin, Gregor Johann Mendel, Meister der Ordnung, Vererbungslehre, Robert Koch, Das Leben, der Bakterien, Wilhelm Conrad Röntgen, Unheimliche unsichtbare Strahlen, Thomas Alva Edison, Erfinden um Geld zu verdienen, 1093 Patente, Sigmund Freud, Urvater der Psychoanalyse, Die Traumdeutung, Marie Curie, Die unbekannte Gefahr, Strahlung von Uran, Henri Becquerel, Radioaktivität, Lise Meitner und Otto Hahn, Fritz Strassmann, Die Kraft der Atome, Kernspaltung, Alfred Wegener, Entdeckung der Kontinentaldrift, Wilhelm von Humboldt, Enrico Fermi, Die Atombombe, Robert Oppenheimer, Manhattan-Projekt, erste kontrollierte Kettenreaktion, Werner Heisenberg, Es gibt keine Gewissheit, Unschärferelation, Watson und Crick, Der Aufbau der DNA, Marshall Nirenberg und Heinrich Matthaei, Der biologische Code, Decodierung des genetischen Codes, Antibabypille, Sex ohne Folgen, Ludwig Haberlandt, Gregory Pincus, Frank Colton, Carl Djerassi, Solarzellen, Die Kraft der Sonne, Charles Fritts, Nanotechnik, Immer kleiner, Richard Feynman, Jean-Pierre Sauvage, J. Fraser Stoddart, Bernard L. Feringa, molekulare Maschinen, Bionik, Bemannter Raumflug, Der Weg ins All, Juri Gagarin, Neil Armstrong, Elon Musk, SpaceX, Weltraumtourismus, Robotik, Die Macht der Maschinen, Aibo, Künstliche Intelligenz, Lernende Programme, Siri, Alexa, Virtuelle Realität, Zwischen Mensch und Maschine, VR-Brillen, Pokémon Go, 3-D-Drucker, Ab in die dritte Dimension, Charles Hull, Humangenomprojekt, Die komplizierteste Maschine der Welt, Teilchenbeschleuniger, Cern, Nachweis Elementarteilchen, Higgs-Teilchen, Alan Turing, Vordenker der Computerwelt, Wernher von Braun, Raketenpionier und Weltraumpionier, Richard Feynman, Physikgenie und Exzentriker, Harald zur Hausen, Viren und Krebs, Linda Buck, Die Komplexität des Riechens, Steve Jobs, Technikfreak und Computerguru, Apple, Tim Berners-Lee, Begründer des World Wide Web, Wolfgang Ketterle, Nicht flüssig, nicht fest, nicht gasförmig, Bose-Einstein-Kondensat, Suprafestkörper, Gravitationswellen,

Dieser Leitfaden gehört: _____

Impressum

2. Auflage 2017

Verfasser aller Kapitel:

Björn Huthmacher

Verantwortlich für den Inhalt:

Björn Huthmacher

Korrekturen:

Claudia Lübeck, Patrik Walz, Regina Hirschberg, Sabine Marx, Melanie Lorenz, Bernhard Mandl, Helen Pfeifer, Luisa Tregner.

Layout:

Björn Huthmacher

Die Inhalte dieses Leitfadens entstammen zum größten Teil aus dem Buch „Fit fürs Abi - Referat und Facharbeit“ von Karlheinz Uhlenbrock.

Hinweis zu § 52a UrhG:

Weder das Werk noch Auszüge dürfen ohne Einwilligung des Verfassers gescannt, kopiert oder in ein Netzwerk gestellt werden. Das gilt auch für Intranets von Schulen oder sonstigen Bildungseinrichtungen.

Hinweise zur Benutzung dieses Leitfadens:

Die erste Auflage von 2014 wurde ursprünglich für die Facharbeit im Fach NwT konzipiert und sollte die Schüler bei der Durchführung dieser Forschungsarbeit unterstützen. Im Laufe der Jahre erkannten wir aber, dass dieser Leitfaden nicht nur für die Facharbeit im Fach NwT von Nutzen ist. Vielmehr kann dieser Leitfaden für alle Facharbeiten bzw. Forschungsarbeiten in sämtlichen naturwissenschaftlichen Fächern angewendet werden und hat auch den Anspruch über die Schulzeit hinaus, beim universitären Forschen, als Orientierungshilfe zu dienen.



gemeinsam lernen und leben

1. Genereller Ablauf	2
2. Planung	4
2.1 Forschungsziel	4
2.2 Der Umgang mit Hypothesen	5
2.2.1 Aufstellen einer Hypothese	5
2.2.2 Überprüfen von Hypothesen (Verifizierung, Falsifizierung)	5
2.3 Forschungsmethoden und Methodenbeispiele	6
2.4 Arbeitsplan	7
3. Durchführung	9
3.1 Dokumentation	9
3.1.1 Regeln für die Dokumentation deiner Forschungsarbeit	9
3.1.2 Mögliche Dokumentationsmedien	10
3.2 Hinweise zu ausgewählten Forschungsmethoden	10
3.2.1 Bei Experimenten ist zu beachten	10
3.2.2 Tierbeobachtungen und Untersuchungen	11
3.2.3 Wichtige Aspekte bei Umfragen	11
3.2.4 Interviews und Expertenbefragungen	13
3.2.4.1 Das offen geführte Interview	13
3.2.4.2 Das enger formulierte Interview	14
3.2.4.3 Die Auswertung von Interviews	14
3.2.5 Begehungen und Erkundungen	15
3.2.6 Wichtige Aspekte bei Kartierungen	15
3.2.7 Für die Archivarbeit gilt	15
4. Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse	16
4.1 Tabellen	17
4.2 Abbildungen	18
4.3 Diagramme	19
4.3.1 Darstellen von Ergebnissen in Diagrammen	19
4.3.2 Darstellung von Anteilen	21
4.3.3 Umgang mit Diagrammen	21
4.3.4 Diagrammarten und deren Nutzungsbereich	24
5. Das Arbeitstagebuch	25
6. Das Protokoll	26
7. Der Fragebogen	27
Quellenverzeichnis	28
Literatur	28
Bildernachweise	28

1. Genereller Ablauf

Viele Referate und insbesondere gerade auch die Facharbeiten in naturwissenschaftlichen Fächern haben nicht die Auswertung von Textquellen, sondern die Gewinnung und Auswertung eigener Forschungsergebnisse, sogenannte Primärquellen, zum Gegenstand. Hier geht es darum, eine aufgeworfene Frage bzw. ein Problem mithilfe eigener Untersuchungen, Befragungen, Experimente oder sonstige praktische Arbeiten zu beantworten bzw. zu lösen. Dabei geht man prinzipiell in fünf Schritten vor:

Schritt 1 - Problembenennung

Ausgangspunkt kann z.B. das Lesen eines Textes, eine Fernsehsendung, eine Alltags- oder Unterrichtssituation sein. Hier taucht eine bestimmte Frage oder ein Problem auf. Diese Frage bzw. dieses Problem wird nun möglichst präzise formuliert (wissenschaftliche Fragestellung). Beispiele können sein: „Unter welchen Umweltbedingungen wächst Kresse am besten?“ oder „Welche Obstsorten haben den höchsten Vitamin-C-Gehalt?“

Schritt 2 - Forschungsplanung

Hat man die Ausgangsfrage formuliert, so muss man nun die Schritte planen, mit denen man zu einer Antwort auf diese Frage gelangt. In manchen Fällen wird man dazu zunächst Vermutungen über mögliche Antworten anstellen (*Lösungshypothese(n) erstellen*). Dann formuliert man das Forschungsziel, wählt die geeignete Forschungsmethode und legt den konkreten Forschungsablauf fest (*Arbeitsplan*).

Schritt 3 - Forschungsdurchführung

Hier werden die zuvor geplanten Forschungsschritte unter Anwendung der gewählten Forschungsmethoden durchgeführt. Die Ergebnisse werden in geeigneter Form festgehalten (schriftlich, filmisch, als Skizze, in einem Tondokument usw.).

Schritt 4 - Auswertung der Ergebnisse

Mithilfe geeigneter Verfahren werden sodann die erhaltenen Forschungsergebnisse (Rohdaten) ausgewertet. Dazu gehört ggf. auch deren Umarbeitung (z.B. filmisches Material in einen gedruckten Text) oder Aufbereitung (z.B. Zusammenfassung von Rohdaten und grafische Darstellung der zusammengefassten Werte).

Schritt 5 - Nutzung der Ergebnisse

Im letzten Schritt werden nun die erhaltenen Forschungsergebnisse dazu genutzt,

- die Ausgangsfrage zu beantworten/ das Ausgangsproblem zu lösen;
- die im Schritt 2 formulierten Hypothesen zu bestätigen (verifizieren) oder zu widerlegen (falsifizieren);
- bekannte Regeln/Theorien zu bestätigen;
- eine Verallgemeinerung der Ergebnisse vorzunehmen und daraus eine neue Regel, Gesetzmäßigkeit oder Ähnliches abzuleiten;
- neue Problemfragen aufzuwerfen.¹

Übersicht Naturwissenschaftliches Arbeiten

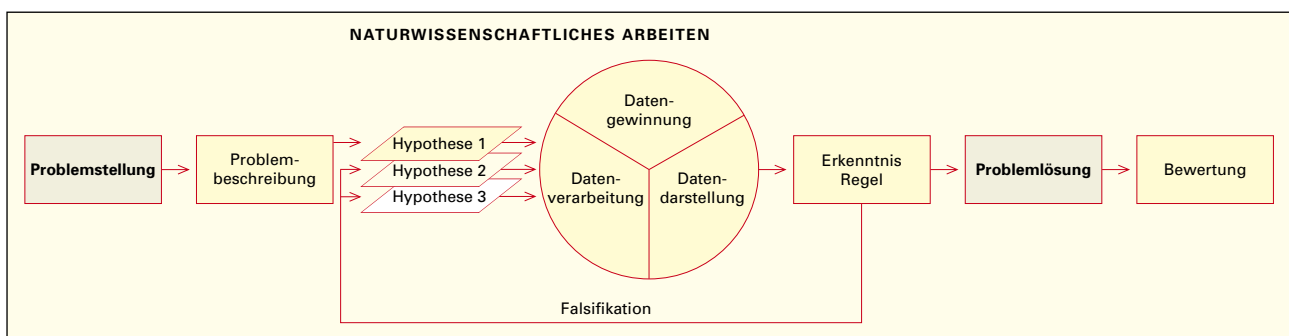


Abb. 1: Übersicht Naturwissenschaftliches Arbeiten.

Quelle: MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT BADEN-WÜRTTEMBERG 2006, Seite 18

¹ UHLENBROCK 2007, S. 74.

2. Planung

Forschung muss, auch um zeitliche Fehleinschätzungen zu vermeiden, sorgfältig geplant werden. Diese Planung beinhaltet:

1. die Formulierung des Forschungsziels
2. die Wahl der geeigneten Methode(n)
3. die Planung des Ablaufs der Forschungsarbeiten

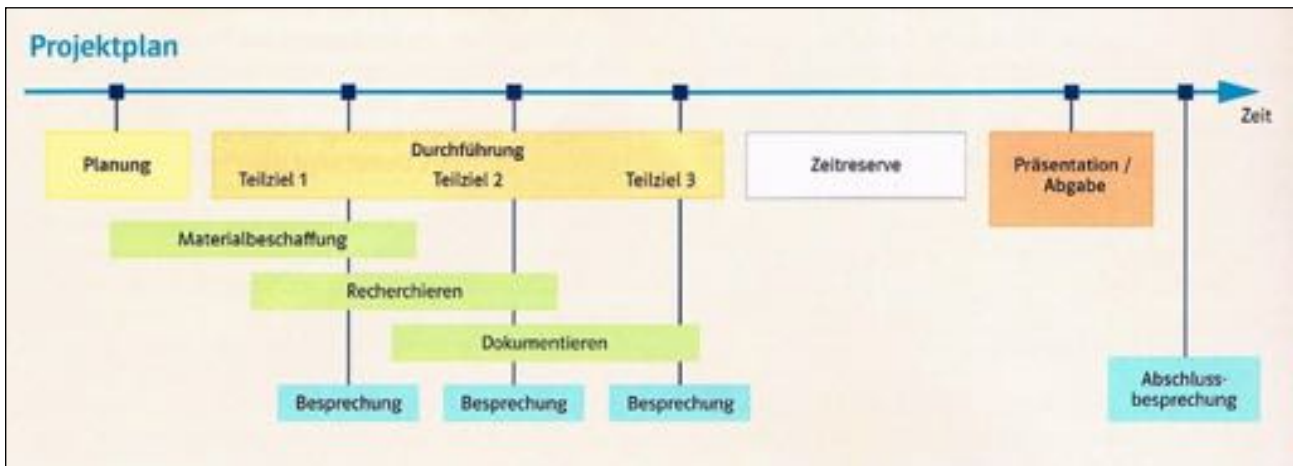


Abb. 2: Übersicht Projektplan.

Quelle: EXPLORER; MESSEN, STEuern, REGeln 2009, Seite VIII

2.1 Forschungsziel

Am Beginn einer Forschungsarbeit steht eine der folgenden vier Ausgangspunkte:

- ein aufgeworfenes Problem
- eine gestellte Frage
- eine aufgestellte Hypothese
- ein konkreter Forschungsauftrag

Lege hiervon ausgehend dein konkretes Forschungsziel fest. Folgende Fragen können dir dabei helfen:

- Was möchte ich konkret mit meiner Forschungsarbeit erreichen?
- Was soll konkret überprüft oder nachgewiesen werden?
- Was möchte ich beweisen oder widerlegen?

Halte den Ausgangspunkt deiner Überlegungen sowie das daraus abgeleitete Forschungsziel schriftlich fest (z.B. im *Arbeitstagebuch*).²

² Vgl.: Ebenda, S. 75.

2.2 Der Umgang mit Hypothesen

2.2.1 Aufstellen einer Hypothese

- Eine Hypothese ist eine begründete Vermutung, dass hinter bestimmten Beobachtungen eine Gesetzmäßigkeit steht. Eine Hypothese muss in sich widerspruchsfrei sein und mit den objektiven Daten in Einklang stehen.
- Damit du eine Hypothese erstellen kannst, sammle zunächst möglichst viele Informationen aus der Literatur, die Grundlage für eine Hypothesenbildung sein können.
- Strukturiere anschließend diese Informationen (ordnen, zusammenfassen).
- Formuliere anschließend klar und präzise eine oder mehrere Hypothesen, welche die gesammelten Informationen zulassen. Wichtig ist, dass die Hypothesenbildung auf der Basis dieser Informationen erfolgt.
- Belege die formulierten Hypothesen mit Daten und Fakten aus deinem Informationsmaterial und wäge die Argumente genau ab. Prüfe dazu auch die Gegenargumente.
- Beachte unbedingt, dass die Materialbasis meist die Formulierung mehrerer verschiedener Hypothesen zulässt.
- Es kommt bei der Aufstellung von Hypothesen nicht darauf an, die Formulierungen aus der Literatur zu treffen. Möglich sind alle Lösungen, die sich logisch aus den gesammelten Informationen ableiten lassen.

2.2.2 Überprüfen von Hypothesen (Verifizierung, Falsifizierung)

- Formuliere die zentrale(n) Aussage(n) der Hypothese(n) mit eigenen Worten.
- Hast du mehrere Hypothesen aufgestellt oder gefunden, stelle die Unterschiede zunächst klar heraus.
- Sammle Daten und Fakten aus verschiedenen Literaturquellen und ordne diese begründet einer Hypothese zu.
- Gewichte anschließend deine Ergebnisse und Argumente und prüfe, ob eine oder mehrere Hypothesen falsifiziert oder verifiziert werden können. Eine Hypothese ist falsifiziert, wenn ein Versuchsergebnis nicht im Einklang mit der formulierten Hypothese steht. Dies kannst du mit geeigneten Experimenten überprüfen.
- Achte auf möglichst genaue und umfassende Belege und klare Begründungen.
- Beachte bei den Formulierungen, dass Hypothesen stets vorläufigen Charakter haben und von feststehenden Gesetzen zu unterscheiden sind.
- Solltest du zu dem Ergebnis kommen, dass die Hypothese zu verwerfen ist, formuliere nach Möglichkeit eine neue, eventuell erweiterte Hypothese oder mache zumindest Vorschläge, wie weiter vorzugehen ist.³

³ HILLESHEIM, WALORY 2006, S. 12.

2.3 Forschungsmethoden und Methodenbeispiele

Im zweiten Schritt solltest du dann überlegen, wie du das gesteckte Ziel erreichen kannst. Leitfragen können hierbei sein:⁴

- Welche Forschungsmethoden können Informationen/Daten/Fakten zum Erreichen des Forschungsziels liefern?
- Welche Besonderheiten sind bei den gewählten Methoden zu beachten?
- Welche konkreten Arbeitsschritte müssen unternommen werden?
- Wie sieht eine sinnvolle Reihenfolge dieser Arbeitsschritte aus?

Zur Beantwortung der ersten beiden Fragen solltest du:

- überlegen, welche Datenerhebungsmethoden dir bereits aus dem Unterricht bekannt sind.
- dich in Fachliteratur über mögliche Methoden, Versuchsansätze, Experimente usw. informieren.
- gegebenenfalls die dich betreuende Lehrkraft um Literaturhinweise bzw. Hilfestellung bitten.

Methodenbeispiele für die eigene Forschungsarbeit

Beobachtungen und Untersuchungen, z.B.:

- Beobachtung und Dokumentation einer Mondfinsternis
- Vogelbeobachtung in einem Waldgebiet
- Untersuchung chemischer Parameter in einem Baggersee
- Untersuchung der Bodengegebenheiten in zwei verschiedenen Waldgebieten

Experimente, z.B.:

- Experimente zu Beugung und Interferenz von Licht
- Experimente zur Ermittlung der Fotosyntheseleistung von Blaualgen (Cyanobakterien) bei Licht verschiedener Wellenlängen
- Experimente zur Ermittlung des Nitratgehaltes von Nahrungsmitteln

Bau eines Modells und Modellreflexion, z.B.:

- Planung, Bau und Reflexion eines Modells
- zur Funktionsweise eines quergestreiften Muskels
- zur Simulation von Starkregenfolgen im Gebirge bei unterschiedlicher Hangneigung und Bodenbedeckung

⁴ Die Ausführungen folgen inhaltlich folgendem Werk: UHLENBROCK KARLHEINZ (2007): Fit fürs Abi. Referat und Facharbeit für Schülerinnen und Schüler zur Vorbereitung auf das Abitur. Westermann Schroedel Diesterweg Verlag, Braunschweig, S. 75ff.

Begehungen, Erkundungen, Kartierungen, z.B.:

- Begehung eines Öko-Winzerbetriebes
- Erkundung des Arbeitsablaufes in der Produktionsfabrik einer heimischen Firma
- Kartierung der Geschäfte in der Innenstadt von...
- Kartierung des Pflanzenbestandes zweier von ihren Bodengegebenheiten her unterschiedlicher Brachflächen

Umfrage, z.B.:

- Umfrage unter Busfahrgästen hinsichtlich ihrer Fahrgewohnheiten und ihrer Meinung zur Qualität des öffentlichen Nahverkehrs in deiner Heimatstadt
- Umfrage unter Passanten, Schülern zu ihren Essgewohnheiten bzw. zu gesunder Ernährung

Befragungen und Interviews, z.B.:

- Befragung von Lokalpolitikern zum soeben eingebrachten Flächennutzungsplan
- Befragung zweier Professoren der Universität ... zu den Möglichkeiten und Problemen einer Zusammenarbeit von Universität und Industrie
- Befragung von Ingenieuren der Windkraftanlagen Firma ... zu den hier gefertigten Windrädern, ihre Aufstellung und möglich Nutzungsproblemen
- Befragung eines Försters zu den Waldschäden im Revier ... und deren Entwicklung innerhalb der letzten 10 Jahre

Auswertung von Archivmaterial und Originalquellen, z.B.:

- Auswertung von Dokumenten zur Baugeschichte der Stadtkirche im Kirchenarchiv und im Archiv der Heimatstadt
- Auswertung von Fernsehreportagen zu Biogasanlagen, die vom 1.2.2014 bis 1.4.2014 ausgestrahlt wurden, hinsichtlich Thematik und Intention.

2.4 Arbeitsplan

Hast du dich für eine oder mehrere Methoden entschieden, mit deren Hilfe du dein Forschungsziel erreichen willst, so kannst du dich an die Planung der notwendigen Arbeitsschritte machen. Das Ergebnis deiner Überlegungen sollte ein konkreter *Arbeitsplan* sein, in dem du die methodischen, technischen und zeitlichen Aspekte deiner geplanten Forschungsarbeit festhältst. Halte den Arbeitsplan schriftlich fest (eventuell in deinem *Arbeitstagebuch* bzw. einem separaten *Forscherheft*).

Folgende Fragen können eine Hilfe bei der Erstellung deines Arbeitsplanes sein

- Welche *Hilfsmittel* werden benötigt (Geräte und Materialien für Experimente, Mikroskop mit Fotoaufsatz, Videokamera, Fotokamera, Tonaufnahmegeräte, PC usw.)?
- Welche dieser Hilfsmittel kann die *Schule bereitstellen*, welche musst du *selbst besorgen*?⁵ Wo kannst du diese gegebenenfalls besorgen?

⁵ Vgl.: Ebenda, S. 75f.

- Welche *Kosten* entstehen (z.B. für Baumaterialien, für Fahrten, den Kauf von Versuchstieren bzw. -pflanzen, von Geräten und Chemikalien usw.)? Die Kosten dafür musst du selbst tragen - oder du findest Sponsoren, die dich unterstützen.
- Welcher *Zeitrahmen* ist für die einzelnen Arbeitsschritte anzusetzen? Plane hier großzügig. Kalkuliere ein, dass Experten, die du befragen willst, unter Umständen einen vollen Terminkalender haben oder in Urlaub fahren, dass Begehungen / Kartierungen beim ersten Mal wegen schlechten Wetters abgebrochen werden müssen oder Experimente schiefgehen und wiederholt werden müssen.
- Welche *Zeitvorgaben* sind zu beachten? Willst du in Archiven arbeiten, so erkundige dich frühzeitig nach deren (manchmal recht ungewöhnlichen) Öffnungszeiten. Kläre auch ab, in welchem Zeitfenster Beobachtungen möglich oder Umfragen sinnvoll sind. Behalte schließlich auch die insgesamt für die Facharbeit zur Verfügung stehende Zeit im Auge.
- Benötigen einzelne Arbeitsschritte *Vorlaufzeiten*? Dies könnten z.B. sein: Bestellzeiten für Geräte und Chemikalien, Zeit zum Einholen einer Umfrageerlaubnis oder Bestellzeiten für bestimmte Film-DVDs. Berücksichtige solche Vorlaufzeiten großzügig in deiner Zeitplanung.
- Bei *Arbeiten in der Schule*: Wie erhältst du am Nachmittag oder am Wochenende Zugang zu Material und Fachräumen? Muss die dich betreuende Lehrkraft während deiner Experimente und Untersuchungen anwesend sein? Falls ja, musst du deinen Arbeitsplan eng mit der Lehrerin oder dem Lehrer abstimmen.
- Welche *rechtlichen Probleme* könnten auftreten und müssen vor Forschungsbeginn geklärt werden? Müssen z.B. Genehmigungen für Begehungen, Nutzung bestimmter Chemikalien und Werkzeuge, Probeentnahmen, Kartierungen, Befragungen und Umfragen eingeholt werden? Geben interviewte Personen die Erlaubnis zur Verwendung von Foto- und Tonmaterial, das du bei ihren Interviews aufgenommen hast? Gilt diese Erlaubnis für deine Arbeit inklusive einer eventuellen Präsentation? Lass dir diese Erlaubnis schriftlich bestätigen!
- Welche *Sicherheitsstandards* musst du einhalten? Diese Frage ist vor allem bei Experimenten in den Fachbereichen Biologie, Chemie und Physik bedeutsam.
- Wie willst du die *Ergebnisse* deiner Forschung *erfassen* und *festhalten*? Neben der in jedem Fall sinnvollen Führung eines Forschungsheftes / Arbeitstagebuchs bietet sich hier unter anderem an: Computerausdrucke, Fotos, Videofilme, Tonaufzeichnungen, Protokollblätter, Fragebögen, Kartenskizzen.

Das Gesamtergebnis deiner Planungsüberlegungen, der schriftliche Arbeitsplan, bildet dann die Richtschnur für deine Forschungsarbeit. Er ist aber nicht unumstößlich, sondern muss bei auftretenden Problemen immer wieder neu der jeweiligen Gesamtsituation angepasst werden. Du solltest eine Kopie dieses Planes gut sichtbar in unmittelbarer Nähe deines Schreibtisches aufhängen - als Gedächtnisstütze für eventuelle Fixtermine.⁶

⁶ Vgl.: Ebenda, S. 76ff.

Falls du auf die Mithilfe von Lehrkräften, Hausmeistern, Experten oder anderen Personen angewiesen bist, solltest du deinen Arbeitsplan exakt mit diesen Personen abstimmen. Halte bei der Umsetzung die abgesprochene Zeitplanung genau ein. Es gibt kaum etwas Ärgerlicheres für eine vielbeschäftigte Lehrkraft oder einen Hausmeister, als bei einem vereinbarten Treffen feststellen zu müssen, dass die Schülerin oder der Schüler den Termin offenbar vergessen hat. Als „Service“ für die Person, deren Assistenz du benötigst, kannst du diesem eine schriftliche Übersicht über die Termine zusammenstellen, an denen seine Hilfe gewünscht bzw. notwendig ist.

3. Durchführung

Die konkrete Durchführung deiner Forschungsarbeit wird je nach Thema und gewählter Methode sehr unterschiedlich aussehen. Allen Forschungsarbeiten gemeinsam ist aber die Notwendigkeit, deren Verlauf und Ergebnis sorgfältig zu dokumentieren.

3.1 Dokumentation

Eine möglichst genaue Dokumentation ist bei eigener Forschungsarbeit deshalb so wichtig, weil die Informationsquelle hier äußerst vergänglich ist. Ein Tier wiederholt ein beobachtetes Verhalten nicht unbedingt. Eine Umfrage kann häufig kein zweites Mal durchgeführt werden. Deshalb gilt bei eigener Forschung: Was man nicht protokolliert und festhält, ist oftmals für immer verloren.

3.1.1 Regeln für die Dokumentation deiner Forschungsarbeit

- Die Dokumentation sollte möglichst detailliert erfolgen. Man kann nicht zu viele Informationen, wohl aber zu wenige festhalten!
- Insbesondere bei der schriftlichen Dokumentation ist darauf zu achten, Forschungsergebnisse wertungsfrei zu dokumentieren. Was zunächst zählt, sind Fakten und Daten. Erst im nächsten Schritt werden die Fakten und Daten dann ausgewertet und interpretiert.
- Festgehalten werden müssen:
 - * Ausgangsfrage/-problem, Forschungsziel und Arbeitsplan
 - * im Forschungsverlauf alle Abweichungen vom vorgesehenen Arbeitsplan und deren Gründe; diese Informationen benötigst du unter anderem für eine spätere Fehlerdiskussion
 - * Besonderheiten im Forschungsablauf wie z.B. besonders gelungene Arbeitsschritte, aber auch Störfaktoren und Fehlschläge
 - * die Ergebnisse der Forschungsarbeit
- Dokumentiere möglichst zeitnah, d.h. nicht erst eine Woche später aus dem Gedächtnis.
- Versehe jede dokumentierte Information mit einem Datum (und, sofern von Bedeutung, der Uhrzeit). Häufig ist dies bei der späteren Auswertung eine wichtige Hilfe.⁷

⁷ Vgl.: Ebenda, S. 79f.

3.1.2 Mögliche Dokumentationsmedien

- Das Arbeitstagebuch oder ein entsprechendes „Forscherheft“. Hierunter versteht man einen Collegenblock oder ein gebundenes Heft, in dem alle Forschungsschritte schriftlich sowie in Form von Skizzen, Zeichnungen usw. festgehalten werden. Neben dem Forschungsverlauf und den Forschungsergebnissen kannst du im „Forscherheft“ auch bereits Auswertungs- und Interpretationsideen, persönliche Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge notieren.
- Interviews, Expertenbefragungen, Umfragen und Beobachtungen kannst du auf Tonträger oder per Videokamera dokumentieren. Insbesondere bei Interviews bietet dieses Verfahren den Vorteil, dass man die Antworten später in aller Ruhe abschreiben kann, ohne befürchten zu müssen, entscheidende Aspekte beim Mitschreiben zu verpassen.
- Dokumentation von Bildern mit entsprechenden Kameras.
- Neben den zuvor genannten gibt es je nach Forschungsarbeit noch weitere Dokumentationsverfahren: Kartenskizzen, Fragebögen, Ausdrucke von E-Mails, Dateien auf Datenträgern wie z.B. CD, DVD, SD-Karte oder USB-Stick usw.⁸

3.2 Hinweise zu ausgewählten Forschungsmethoden

3.2.1 Bei Experimenten ist zu beachten

- Ein Experiment muss immer so angelegt sein, dass eine bestimmte Fragestellung (Arbeitshypothese) eindeutig beantwortet werden kann.
- Bei der Planung des Experiments ist genau zu klären, welche Faktoren konstant gehalten werden müssen und welcher Faktor gezielt verändert werden soll.
- Prüfe, welche Kontrollexperimente/Standards nötig sind, um eindeutige Aussagen zu erzielen.
- Da die Messwerte biologischer / physikalischer / chemischer Experimente teilweise stärker streuen, spielen die Zahl der Versuche und die mathematische Auswertung eine wichtige Rolle.
- Vor der Durchführung sind daher die Versuchsbedingungen und die Zahl der Versuche genau festzulegen und entsprechende Wertetabellen zur Erfassung der Daten vorzubereiten.⁹
- Exaktes Arbeiten ist oberstes Gebot. Dies gilt für die genaue Beschriftung benutzter Glasgeräte ebenso wie für das Abwiegen von Chemikalien.
- Fertige von deinem Versuchsaufbau beschriftete Skizzen und gegebenenfalls Fotos an.
- Die Ergebnisse deiner Experimente müssen reproduzierbar sein. Halte dich daher genau an die zuvor ausgearbeitete Versuchsplanung / Versuchsvorschriften. Abweichungen müssen exakt beschrieben und begründet werden.
- Beachte die Sicherheitsstandards insbesondere beim Umgang mit Elektrizität, Radioaktivität und Chemikalien.
- Entsorge die Chemikalien und Abfälle fachgerecht (Lehrkraft fragen).¹⁰

⁸ Vgl.: Ebenda, S. 80.

⁹ HILLERSHEIM, WALORY 2006, S. 10.

¹⁰ Die Ausführungen folgen inhaltlich folgendem Werk: UHLENBROCK KARLHEINZ (2007): Fit fürs Abi. Referat und Facharbeit für Schülerinnen und Schüler zur Vorbereitung auf das Abitur. Westermann Schroedel Diesterweg Verlag, Braunschweig, S. 80ff.

-
- Nutze zur Dokumentation der Ergebnisse Protokollschemata. Dies ermöglicht eine übersichtliche Dokumentation der Versuchsergebnisse und erleichtert deren spätere Auswertung. Vermerke auf jedem Protokollblatt Datum und Uhrzeit bzw. die Versuchsnummer als Ordnungsinformationen. Zudem auch die Rahmenbedingungen des jeweiligen Versuches und Besonderheiten der Versuchsanordnung.

3.2.2 Tierbeobachtungen und Untersuchungen

- Achte hier auf eine möglichst artgerechte Haltung der Tiere. Halte die Tierschutzbestimmungen ein.
- Denke daran: Die Tiere sind an erster Stelle Lebewesen und erst an zweiter Stelle Versuchsobjekte!
- Sorge für eine regelmäßige Fütterung und die Säuberung der Halteboxen, Aquarien usw.

3.2.3 Wichtige Aspekte bei Umfragen

- Für Umfragen benötigst du in vielen Fällen eine Genehmigung (in der Schule vom Schulleiter, im Kaufhaus von der Geschäftsleitung, in der Stadt/ Gemeinde vom Ordnungsamt usw.). Du solltest diese auch in schriftlicher Form bei dir tragen, um auf diesbezügliche Fragen gleich reagieren zu können.
- Lege das Ziel deiner Umfrage fest und richte den Fragenkatalog an diesem Ziel aus.
- Für diesen Fragenkatalog gilt:
 - * Der Wortlaut der Fragen muss vor Beginn der Umfrage genau festgelegt werden.
 - * Allen Befragten müssen die gleichen Fragen im gleichen Wortlaut gestellt werden (wichtig für mündlich durchgeführte Umfragen). Unterschiedliche Formulierungen können zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen.
 - * Formuliere die Fragen klar und eindeutig. Vermeide hier missverständliche Begriffe und Formulierungen (Beispiele für nicht eindeutige Fragen sind: „Kaufen Sie gerne hier ein?“ → Was ist unter „gerne“ zu verstehen? oder „Stimmen Sie einer Forderung nach härteren Strafen für Doping zu?“ → Welche Strafen gibt es denn bisher? Doping in welchen Bereichen?...)
 - * Vermeide Suggestivfragen („Sie sind doch auch der Meinung, dass...“)
 - * Standardisierte Fragen mit vorgegebenen Antwortalternativen liefern leicht auszuwertende Ergebnisse, engen aber andererseits die Antwortspielräume der Befragten stark ein.
 - * Die Antwortalternativen können bei standardisierten Fragen mit Kästchen zum Ankreuzen oder in tabellarischer Form vorgegeben werden. Beide Formen ermöglichen eine schnelle Auszählung der Antworten.
 - * Achte darauf, die Meinungsvielfalt der Befragten nicht durch zu wenige Antwortvorgaben einzuengen (also nicht: „zu hoch/ zu niedrig“, sondern „Skala zwischen zu hoch und zu niedrig von 1 bis 6“).
 - * Gib auch nicht zu viele Antwortmöglichkeiten vor. Dies führt zu Verwirrung bei den Befragten und zu einem hohen Auswertungsaufwand.¹¹

¹¹ Vgl.: Ebenda, S. 80.

-
- * Bei offenen Fragen („Was halten Sie von einer Verdopplung der Ökosteuer?“ oder „Warum haben Sie Köln als Reiseziel gewählt?“) erhältst du eine Vielzahl unterschiedlicher Antworten, deren Zusammenfassung und Auswertung unter Umständen recht schwierig und zeitaufwendig ist. Dafür ergeben sich hier häufig überraschende Antwortvarianten.
 - Die Antworten der Befragten müssen genau protokolliert werden:
 - * Bei schriftlichen Befragungen ist die Protokollierung bereits durch die ausgefüllten Fragebögen gegeben.
 - * Bei mündlich durchgeführten Umfragen mit vorgegebenen Antwortalternativen bietet sich eine Protokollierung in Form von Strichlisten an. Hierzu solltest du ein vorbereitetes Protokollblatt benutzen, auf dem die Fragen und Antwortalternativen vermerkt sind. Du kannst so die Fragen ablesen und die Antworten durch ankreuzen der entsprechenden Antwortalternativen protokollieren.
 - * Stellst du hingegen offene Fragen, so ist die Protokollierung der Antworten auf Tonträger sinnvoll, da du so jede Antwort im vollständigen Wortlaut zur Auswertung erhältst.
 - Überlege dir, ob eine Erfassung persönlicher Daten der Befragten notwendig ist (Alter, Geschlecht, Familienstand, Beruf, Einkommen usw.). Oftmals führen Fragen zur persönlichen Lebenssituation und erst recht die Angabe des Namen zur einer Abwehrhaltung der Befragten und mindern deren Bereitschaft, weitere Fragen zu beantworten. Glaubst du, auf die Erfassung persönlicher Daten nicht verzichten zu können, so solltest du diese erst am Ende der Befragung erheben.
 - Informiere die Befragten vorab über deinen Status und das Ziel der Umfrage („Ich bin Schüler des ... Gymnasiums und führe im Rahmen meiner Facharbeit eine Befragung zum Thema ... durch.“). Sichere ihnen die Anonymität ihrer Antworten zu.
 - Akzeptiere es, wenn jemand nach deinen einleitenden Worten erklärt, nicht befragt werden zu wollen.
 - Wähle die Zahl der Befragten nicht zu klein. Du benötigst, damit deine Ergebnisse signifikant (= nicht zufällig) sind, eine statistisch ausreichende Größe der Befragtengruppe.
 - Bitte gegebenenfalls die dich betreuende Lehrkraft um Mithilfe bei der Erstellung des Fragenkatalogs.
 - Probiere gegebenenfalls deine Fragen vor der eigentlichen Umfrage an Bekannten oder Verwandten aus.¹²

¹² Vgl.: Ebenda, S. 82.

3.2.4 Interviews und Expertenbefragungen

- Nimm möglichst einige Zeit vor dem geplanten Interviewtermin Kontakt mit deinen Interviewpartner auf. Informiere diesen über deinen Interviewwunsch und dessen Hintergrund (Thema der Facharbeit, Stellenwert des Interviews in der Facharbeit).
- Sprich mit deinem Gesprächspartner einen konkreten Termin für das Interview ab.
- Bereite dich intensiv auf das Interview vor:
 - * Du solltest dazu vorab Informationen über deine Gesprächspartner und alle anzusprechende Sachaspekte einholen. Bist du gänzlich uninformiert, so wirkst du als Interviewer hilflos.
 - * Überlege dir vorab deine Fragen. Plane die Gesprächsführung. Es empfiehlt sich die Anlage eines *Interviewfragebogens*. Dieser Fragebogen hilft dir die Fragen gut zu formulieren und in der richtigen Weise zu stellen, keine Fragen zu vergessen und gegebenenfalls wichtige Antwortaspekte direkt festzuhalten.
 - * Kontrolliere dein Equipment. In der Regel wirst du das Interview mit einem Tonaufzeichnungsgerät festhalten. Überprüfe vorab dessen Funktionstüchtigkeit. Denke daran, ausreichend Speichermedium zur Verfügung zu haben.
- Notiere zu Beginn des Interviews Datum, Uhrzeit und Ort.
- Interviews verlangen eine intensive Zusammenarbeit zwischen Fragendem und Befragtem. Sie können prinzipiell in eher starrem Rahmen oder relativ offen geführt werden.

3.2.4.1 Das offen geführte Interview

- darin formulierst du deine Fragen eher unspezifisch oder gibst lediglich Gesprächsimpulse. Du nimmst dich damit als Interviewer zurück und räumst dem Interviewten große Spielräume für die Beantwortung der Fragen ein (Beispiel: die ZDF-Talkshow *Johannes B. Kerner*).
- bietet vielfältige Chancen, interessante und überraschende Informationen zu erhalten. Zudem sind diese auch für dich als Interviewer spannender. Du musst hier jedoch in jedem Fall die Möglichkeit einer Tondokumentation nutzen, da eine direkte Mitschrift nicht möglich ist.
- erfordert vom Interviewer ein hohes Maß an Flexibilität und Reaktionsvermögen. Nur so nämlich kann man direkt auf überraschende neue Informationen reagieren und diese durch gezieltes Nachfragen konkretisieren. Du solltest dich auch darauf einstellen, dass manche Interviewpartner dazu neigen, abzuschweifen. Überlege dir bereits vor Beginn des Interviews Strategien, mit deren Hilfe du den Interviewpartner wieder an die gestellten Fragen heranzuführen kannst.

Diese könnten sein:

- * Wiederholung der gestellten Frage;
- * Umformulierung der gestellten Frage unter Aufgreifen eines vom Gesprächspartner geäußerten Gedankens;
- * Zurückführen auf den Kern der Frage, indem man bestimmte mit der Frage zusammenhängende Daten, Fakten usw. nennt, die man zuvor gelesen hat, und um eine konkrete Stellungnahme zu diesen Daten, Fakten usw. bittet.¹³

¹³ Vgl.: Ebenda, S. 82f.

3.2.4.2 Das enger formulierte Interview

- Sind einfacher zu führen, zu protokollieren und auszuwerten
- Dies ist z.B. mit den sogenannten W-Fragen möglich (welche ...? wann ...? wo ...? usw.).
- Haben den Nachteil, dass die Informationsbreite in dem Maße abnimmt, wie die Fragestellung eingeengt wird.
- Willst du allerdings präzise, auch quantitative auswertbare Informationen erhalten, solltest du eine enge Fragestellung wählen. Doch solltest du die Einengung auch nicht übertreiben, da das Interview ansonsten den Charakter eines Polizeiverhörs annehmen könnte.
- Achte auf den Schutz der Persönlichkeitsrechte der Interviewten. Das Aufzeichnen der Interviewinformationen musst du dir von deinem Interviewpartner genehmigen lassen. Auch müssen Zitate aus Interviewauszügen in deiner Arbeit mit einer Nennung des Namens der interviewten Person versehen werden.
- Die Tondokumente deiner Interviews musst du im Original aufbewahren, um sie gegebenenfalls als Beleg für deine Darstellung zur Hand zu haben.
- Mache eventuell auch Fotos von deinem Interviewpartner.

3.2.4.3 Die Auswertung von Interviews

Bei der Auswertung von Interviews musst du den gesprochenen Text in Schriftform überführen. Dabei gilt:

- Auszüge aus Interviews können wörtlich oder sinngemäß in den Text deiner Facharbeit eingebracht werden.
- Zitate aus Interviews sollten durch eine entsprechende Anmerkung als solche kenntlich gemacht werden.
- Wörtliche Zitate aus Interviews werden in gleicher Weise aufgeführt wie direkte Zitate aus Textquellen (siehe GFS-Leitfaden).
Allerdings muss zusätzlich der Name des jeweils Sprechenden angegeben werden, um so klar zwischen Fragendem und Interviewten zu unterscheiden.
- Aus der Gesprächsführung resultierende Besonderheiten (z.B. Pausen, Wiederholungen, Gesten usw.) solltest du gegebenenfalls kursiv und in Klammern in ein wörtliches Zitat einfügen.
- In Interviews werden aber auch größere Passagen enthalten sein, die du nicht wörtlich zitierst. Willst du diese in geraffter, zusammengefasster Form in deine Arbeit einbringen, so gelten hierfür die Regeln für indirekte Zitate (siehe GFS-Leitfaden).
- Als Quelle wird der Name des Interviewten sowie Datum des Interviews angegeben. Beim naturwissenschaftlichen Belegverfahren reicht der Kurzbeleg aus (Beispiel: *Interview mit WAHLBRINCK 2007*).
- Das Interview muss auch im Quellenverzeichnis aufgeführt werden (unter sonstige Quellen; Beispiel: WAHLBRINCK, B. (2007), Erfahrungen mit dem Einsatz des Romans „The Catcher in the Rye“ im Unterricht am Emsland-Gymnasium in Rheine. Interview geführt am 23.07.2007.)
- In der Facharbeit kannst du den vollständigen Text des Interviews im Anhang abdrucken oder auch der Arbeit als Kopie deines Tonmitschnitts beifügen.¹⁴

¹⁴ Vgl.: Ebenda, S. 83f.

3.2.5 Begehungen und Erkundungen

- Auch hier müssen ähnlich wie beim Interview vorab genaue Absprachen mit dem zu erkundenden Betrieb getroffen werden.
- Zur Dokumentation nutzt du neben schriftlichen Aufschrieben vor allem Kamera und Tonaufzeichnungsgerät.
- Wichtig ist: Die Genehmigung zur Nutzung der aufgenommenen Bilddokumente muss beim Betriebsführer oder einer anderen entscheidungsberechtigten Person eingeholt werden.
- In die Begehung/Erkundung können Kurzinterviews mit wichtigen Personen eingebettet sein. Diese werden aber meist nicht per Tonaufzeichnung, sondern schriftlich festgehalten.

3.2.6 Wichtige Aspekte bei Kartierungen

- Benötigt wird eine entsprechende Kartengrundlage (Katasterplan, DGK 5, Karte des zu kartierenden Waldareals usw.).
- Um Kartierungsergebnisse im Gelände festhalten zu können, wird eine feste Schreibunterlage benötigt (z.B. ein Klemmbrett).
- Um sich mit den räumlichen Gegebenheiten vertraut zu machen, solltest du die zu kartierende Region vor Kartierungsbeginn begehen.
- Entwickle ein Kartierungsprotokollblatt. Hier sollten unter anderem die genaue Lagebezeichnung des jeweils kartierten Objektes und dessen kartierte Kennzeichnung/Eigenschaften vermerkt werden. Erst nach Abschluss der Kartierung können dann die Informationen aus den Kartierungsprotokollblättern in die Kartengrundlage übertragen werden.
- Kartierungen können mit einer Begehung und Befragung kombiniert werden (z.B. Befragung eines Biologen/Geologen zu Wuchsformen eines Biotops/Gebirges; Erfassung der Lage und zeitliche Veränderungen des Biotops/Gebirges - beides wird dann kombiniert in dieselbe Karte eingetragen).
- Notiere neben den ermittelten Kartierungsergebnissen auch Besonderheiten, Auffälligkeiten und Probleme, die dir im Verlauf der Kartierung unterkommen.
- Widrige Witterungseinflüsse können Kartierungen verzögern. Plane also ausreichende Zeitreserven ein.
- Auch für Kartierungen benötigst du unter Umständen eine Genehmigung (Firmengelände, Aufforstungsregionen etc.).

3.2.7 Für die Archivarbeit gilt

- Beachte, dass Archive teilweise recht „unübliche“ Öffnungszeiten haben.
- In einigen Archiven muss man sich vorab anmelden und gegebenenfalls auch eine Bescheinigung der Schule als „Arbeitsberechtigung“ mitbringen.
- Archive sind häufig anders strukturiert als Büchereien. Lass dich daher von einem Archivmitarbeiter in den Aufbau und die Suchstruktur des Archivs einweisen.¹⁵

¹⁵ Vgl.: Ebenda, S. 84.

4. Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse

Hast du die Forschungsarbeit abgeschlossen, liegt dir eine Fülle sogenannter Rohdaten vor. Du musst diese Rohdaten nun ordnen und zusammenfassen (siehe Kapitel 4.1 Tabellen, Kapitel 4.2 Abbildungen und Kapitel 4.3 Diagramme); auswerten, interpretieren und bewerten; darstellen und präsentieren (siehe GFS Leitfaden).

Die *Auswertung, Interpretation und Bewertung* deiner Arbeitsergebnisse wird je nach konkreter Forschungsarbeit sehr unterschiedlich aussehen. Generell aber gilt:

- Nimm in deiner Ergebnisanalyse auf die Ausgangsfrage, das Ausgangsproblem oder die Ausgangshypothese Bezug. Welche Antwort liefern die Forschungsergebnisse für deine Ausgangsfrage? Ermöglichen sie es, das Ausgangsproblem zu lösen? Wurde deine Ausgangshypothese bestätigt oder wurde sie widerlegt? ...
- Überprüfe anhand deiner Ergebnisse, inwieweit du das Ziel deiner Forschungsarbeit erreicht hast.
- Ordne die Ergebnisse deiner Forschung in den Gesamtrahmen der wissenschaftlichen Forschung ein, d.h. vergleiche deine Ergebnisse mit den in der Literatur dokumentierten allgemeinen Angaben, Vergleichsdaten usw.

Die anschauliche *Darstellung* der Forschungsergebnisse setzt deren intensive Auswertung, Strukturierung und Zusammenfassung voraus. Zur Darstellung stehen folgende Formen zur Verfügung:

- 1) Text
- 2) Tabelle
- 3) Grafik
- 4) kartografische Darstellung
- 5) Skizze, Foto oder eine andere Form von Abbildung

Doch Achtung:

Tabellen, Grafiken und sonstige Abbildungen ergänzen deine Ergebnisauswertung, können sie aber nicht ersetzen.

Das heißt: es genügt nicht, sie abzudrucken, die Inhalte müssen in jedem Fall im dazugehörigen Text beschrieben, interpretiert und bewertet werden.¹⁶

¹⁶ Vgl.: Ebenda, S. 85.

4.1 Tabellen

Tabellen bieten den Vorteil, die darin enthaltenen Daten exakt ablesen zu können. Außerdem können auch uneinheitliche Datensätze in einer Tabelle zusammengefasst werden. Auf der anderen Seite ist die Anschaulichkeit einer Tabelle eher gering. Tabellen mit relativ großen Datenmengen wirken schnell unübersichtlich.

Bei der Erstellung von Tabellen muss man Folgendes beachten:

- Die Rohdaten müssen in der Regel zusammengefasst werden, um die Datenmengen auf ein tabellengerechtes Maß zu reduzieren.
- Es können absolute Werte (z.B. Anzahl, °C) wie auch Prozentwerte oder Indexwerte dargestellt werden.
- Der besseren Lesbarkeit wegen sollte, falls von der Sache her vertretbar, auf die Darstellung von Zahlen mit drei oder vier Kommastellen verzichtet werden.
- Alle Tabellen einer Arbeit werden entsprechend ihrer Reihenfolge nummeriert. Die Tabellennummer wird dabei stets mit dem Zusatz „Tab.“ versehen (also Tab. 1, Tab. 2, Tab. 3, ...).
- Nach der Tabellennummer wird die Tabellenüberschrift aufgeführt. Diese sollte in knapper, doch prägnanter Form den Tabelleninhalt, gegebenenfalls den Bezugsraum und den Bezugszeitpunkt bezeichnen.
- Jede Tabelle muss eine knappe, aber aussagekräftige Beschriftung ihrer Spalten und Zeilen enthalten.
- Die Einheit(en) der dargestellten Daten müssen klar angegeben werden (z.B. kg, °C, Personen). Dies kann in der Überschrift oder in der jeweiligen Spalte bzw. Zeile geschehen.
- Tabellen sollten leserfreundlich gestaltet werden:
 - * Zahlen und Beschriftungen nicht zu klein setzen. Günstig ist die gleiche Schriftgröße wie im Text der Arbeit, doch ist auch eine geringfügig kleinere Schriftgröße zulässig.
 - * Beschriftungen nur horizontal.
 - * Spaltenüberschriften gegebenenfalls in Fettdruck.
 - * Unter jeder Tabelle muss die Datenquelle vermerkt werden. Hast du in der Tabelle Fremddaten verarbeitet, so wird die jeweilige Fremdquelle mit dem Zusatz „Quelle(n):“ angegeben (Beispiel: Quelle: STATISTISCHES BUNDESAMT 2005, Seite 11). Hast du in der Tabelle nur selbst erhobene Daten aufgeführt, so lautet die Quellenangabe: „Quelle: eigene Messungen“ oder „Quelle: eigene Erhebungen“.
- Die Quellenangabe wird in der Regel in kleinerer Schriftgröße geschrieben.
- Die Tabelle wird vom laufenden Text durch eine Leerzeile zwischen Text und Tabellenüberschrift bzw. zwischen Quellenangaben und Text abgesetzt.
- Im Text wird auf eine Tabelle durch Nennung der jeweiligen Tabellennummer verwiesen. Beispiel: „[...] deutlich zugenommen (Tab. 3). Daher [...]“ Möglich aber nicht notwendig ist der Zusatz „siehe“ bzw. „→“ (also: siehe Tab. 3, → Tab.3).
- Viele Textverarbeitungsprogramme enthalten Tools zum Erstellen von Tabellen.¹⁷

¹⁷ Vgl.: Ebenda, S. 85.

4.2 Abbildungen

Grafiken, Karten, Skizzen und Bilder werden unter dem Oberbegriff *Abbildungen* zusammengefasst.

Abbildungen dienen der Veranschaulichung (Visualisierung) von Informationen. Zudem haben sie weitere Funktionen: Sie lockern den Text auf, setzen ästhetische Marken. Doch Vorsicht: Abbildungen nur zur Auflockerung einzubringen ist unzulässig. Stets muss die Übermittlung von Informationen erste Priorität haben. Einzige Ausnahmen: „Eyecatcher“ auf dem Deckblatt einer Facharbeit oder der ersten Folie in einer Präsentation.

Für alle Abbildungen gilt:

- Alle Abbildungen werden entsprechend ihrer Reihenfolge in der Arbeit nummeriert. Die Nummer wird dabei immer mit dem Zusatz „Abb.“ versehen (also: Abb. 1, Abb. 2, Abb. 3, ...). Bei der Nummerierung wird nicht zwischen Grafiken, Karten, Skizzen oder Bildern unterschieden.
- Nach der Abbildungsnummer wird die Abbildungsunterschrift aufgeführt. Diese sollte in knapper, doch prägnanter Form den Inhalt der Abbildung, gegebenenfalls den Bezugsraum und den Bezugszeitpunkt bezeichnen:
 - * Die Abbildung darf nicht zu klein sein.
 - * Auch Beschriftungen müssen in lesbarer Größe gesetzt werden.
 - * Die Qualität (vor allem bei Bildern und Karten) muss ausreichend sein. Auf eine verwaschene, schemenhafte Abbildung sollte man verzichten.
 - * Bei Grafiken und Karten darf die verwandte Farbpalette nicht zu groß sein. Bunt wirkt oft unseriös! Man sollte darauf achten, dass alle verwendeten Farben klar voneinander zu unterscheiden sind.
 - * Klar aufgebaute Abbildungen eignen sich gut zur Visualisierung von Informationen. Unstrukturierte Abbildungen sind dagegen für den Leser ein Ärgernis.
- Unter jeder Abbildung muss die Datenquelle vermerkt werden. Hast du in der Abbildung Fremddaten verarbeitet, so wird die jeweilige Fremdquelle mit dem Zusatz „Quelle:“ angegeben (Beispiel: „Quelle: Muskelmann 2006, Seite 79“). Hast du die in der Grafik genutzten Daten selbst erhoben, so lautet die Quellenangabe: „Quelle: eigene Messungen“ oder „Quelle: eigene Erhebung“. Bei Fotos lautet sie „Quelle: eigene Aufnahme“, bei Skizzen „Quelle: eigener Entwurf“. Eventuell wird hier das Datum der Aufnahme hinzugefügt.
- Die Quellenangabe wird in deutlich kleinerer Schriftgröße geschrieben.
- Sie wird unter der Abbildungsunterschrift aufgeführt oder in die Abbildung integriert.
- Die Abbildung wird vom Text durch eine Leerzeile zwischen Text und Abbildung bzw. zwischen Abbildungsunterschrift (Quellenangabe) und Text abgesetzt.
- Im Text wird auf eine Abbildung durch Nennung der Abbildungsnummer verwiesen. Beispiel: „[...] einen Anstieg um rund 30 % (Abb. 7). Daher [...]“ Möglich, aber nicht notwendig ist der Zusatz „siehe“ bzw. „→“ (also: siehe Abb. 7, → Abb. 7).¹⁸

¹⁸ Vgl.: Ebenda, S. 87.

4.3 Diagramme

Diagramme dienen dazu, Phänomene und Ergebnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen übersichtlich darzustellen. Diagramme haben also unterschiedliche Funktionen im naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg: Sie können die Grundlage für das Aufstellen von Hypothesen bilden oder aber für die Auswertung zur Überprüfung einer Hypothese herangezogen werden.¹⁹

Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogramme bieten meist einfach zu bedienende Tools zur **Erstellung von Diagrammen**.

Dabei sollte man generell wie folgt vorgehen:

- Überlegung: Was will man dem Leser mithilfe des Diagramms mitteilen? (= Kommunikationsabsicht);
- Festlegen des Diagrammthemas (Diagramminhalt + Raumbezug + Zeitbezug);
- Auswahl der darzustellenden Elemente;
- Wahl der geeigneten Diagrammart;
- Sichten und Ordnen der zu verarbeitenden Daten (erfassen: Höchst-/Tiefstwerte, zeitliche Datenabfolge, auszuklammernde Werte usw.);
- Festlegen der Skalierung und der Skalenbeschriftung (Einheiten nicht vergessen);
- Festlegen der Gestaltung von Signaturen, Farben, Linien usw.;
- gegebenenfalls Erstellen einer Legende (Achtung: Einheiten angeben!);
- korrekte Beschriftung des Diagramms (Abbildungsnummer, Unterschrift, Quelle).²⁰

4.3.1 Darstellen von Ergebnissen in Diagrammen

Beobachtungen und Deutungen können mithilfe eines Diagramms oftmals vereinfacht dargestellt werden. Dadurch erhält man eine schnellere Übersicht über mögliche Zusammenhänge. Um diesen verdeutlichenden Charakter eines Diagramms nutzen zu können und ein falsches Interpretieren der gewonnenen Daten zu vermeiden, ist die Wahl des richtigen Diagrammtyps entscheidend (siehe auch Tabelle 1).²¹

Darstellung von Anzahlen und Ausmaßen

Liegen Messdaten vor, die isolierte Werte (z.B. Organismenanzahlen) oder voneinander unabhängige Gruppierungen (z.B. verschiedene Risikogruppen) enthalten, so dürfen diese Messdaten nicht durch eine Verbindungslinie miteinander verknüpft werden. In diesem Fall verwendet man ein Balkendiagramm oder ein Punktdiagramm.

¹⁹ BECKER, BOKELMANN, KRULL, SCHÄFER 2012, S. 10.

²⁰ UHLENBROCK 2007, S. 88.

²¹ Die Ausführungen und Abbildungen folgen inhaltlich folgendem Werk: BECKER ANDREA, INGA BOKELMANN, HANS-PETER KRULL, MIRKO SCHÄFER (2012, 1. Auflage): Natura Oberstufe. Biologie für Gymnasien, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart, S. 10f.

Das Balkendiagramm

Das Balkendiagramm eignet sich besonders, wenn verschiedene Stichproben vorliegen oder eine Auswahl aus einer Gesamtheit von Daten betrachtet wird. Dreht man ein Balkendiagramm um 90° , so erhält man ein Säulendiagramm.

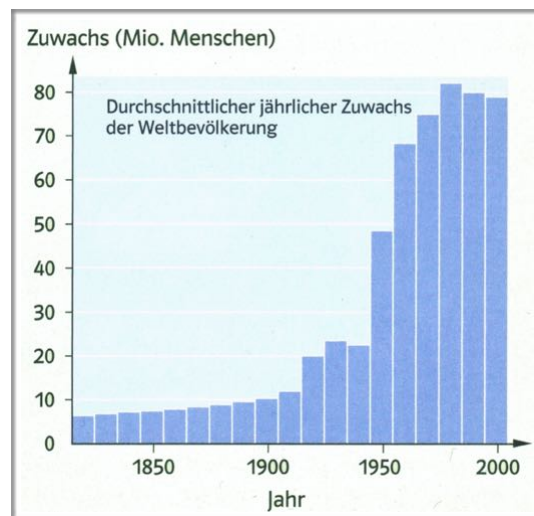


Abb. 3: Säulendiagramm

Das Punktdiagramm

Werden Messdaten in ein zuvor beschriftetes Koordinatensystem ohne Verbindungslinien eingetragen, so entsteht ein Punktdiagramm.

Durch das Verbinden der Messpunkte in Abb. 4 würde ein kontinuierlicher Vorgang vorgetauscht, den es in der Realität nicht gibt und der auch theoretisch nicht denkbar ist.

Das Kurvendiagramm

Ist bei einer Datenreihe jeder beliebige Zwischenwert denkbar, so kann anhand der Messwerte ein Graph gezeichnet werden. Man erhält ein Kurvendiagramm.

Das Verbinden der Messwerte bedeutet oftmals eine Interpretation: Die Enzymaktivität in Abb. 5 wurde nicht bei 35°C gemessen. Der Graph gibt den bei 35°C zu erwartenden Wert an.²²

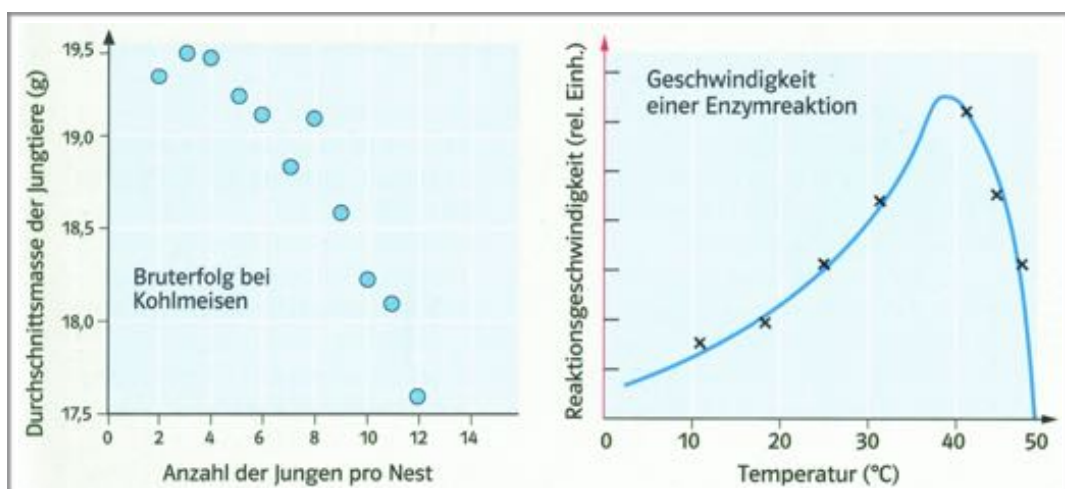


Abb. 4: Punktdiagramm: Kohlmeisenjunge

Abb. 5: Kurvendiagramm

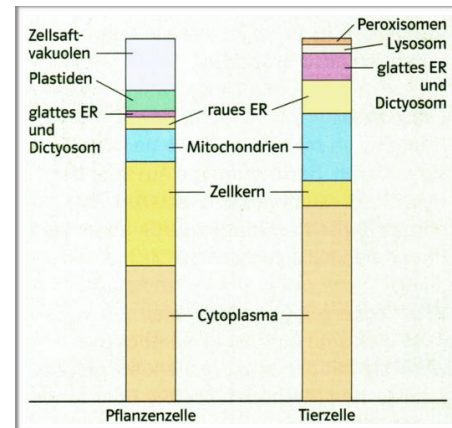
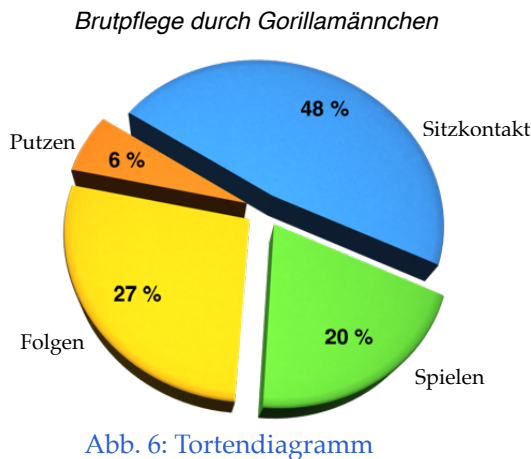
²² Vgl. Ebenda, S. 11.

4.3.2 Darstellung von Anteilen

Um Anteile innerhalb einer Gesamtheit darzustellen, kann man eine Kreissektorendiagramm oder ein Stapeldiagramm verwenden.

Das Kreissektorendiagramm

In einem Kreissektorendiagramm (Tortendiagramm) werden die entsprechenden Angaben in einem Winkelanteil von 360° umgesetzt. Dabei entsteht ein Kreisausschnitt.



Stapeldiagramme

Ein Stapeldiagramm verdeutlicht ebenso die Anteile eines Teilaspektes an einer Gesamtheit. Dies bietet sich besonders an, wenn man den Vergleich von Anteilen in zwei Gesamtheiten erleichtern will.²³

4.3.3 Umgang mit Diagrammen

Damit sich Diagramme wissenschaftlich auswerten lassen, werden sie zunächst beschrieben. Die Beschreibung hat die Funktion, die wesentlichen Informationen aus einem Diagramm zusammenzufassen.

Beschreiben von Diagrammen

Die Beschreibung von Diagrammen wird den Beobachtungen zugeordnet. Eine Beschreibung darf demnach keine Deutungen enthalten. Man versucht ein Diagramm so zu beschreiben, dass jemand anderes mithilfe der Beschreibung das Diagramm grob skizzieren könnte.

Was stellt das Diagramm dar?

Als erstes gibt man an, was im Diagramm dargestellt ist. Dazu betrachtet man die Koordinatenachsen und die Aufgeführten Einheiten:

Auf der x-Achse ist generell die unabhängige Größe aufgetragen, während auf der y-Achse die abhängige, zumeist experimentell ermittelte Größe angegeben wird. Allgemein formuliert man: Das Diagramm zeigt die Größe der y-Achse (mit Angabe der Einheit) in Abhängigkeit von der Größe der x-Achse (mit Angabe der Einheit).

²³ Vgl. Ebenda, S. 11.

Beschreibung des Kurvenverlaufs

Es bietet sich an, wenn möglich, zunächst den Kurventyp (Optimumskurve, Sättigungskurve etc.) anzugeben. Anschließend wird der Kurvenverlauf beschrieben.

- Bei der Beschreibung des Kurvenverlaufs ist es sinnvoll, der x-Achse abschnittsweise von links nach rechts zu folgen. Man beginnt also beim Startpunkt.
- Auffällige Stellen im Diagramm (Anfangspunkt, markante Wendepunkte, Maxima und Minima, Endpunkt) werden unter Angabe der entsprechenden Koordinaten in der Beschreibung aufgeführt. Ansonsten reicht es, Tendenzen zu beschreiben und nicht jede kleine Veränderung im Graphen aufzuführen. Hierbei helfen die mathematischen Bezeichnungen aus Abb. 8.
- Bei der Beschreibung von naturwissenschaftlichen Sachverhalten werden Bezeichnungen wie „Die Kurve sinkt (...)“ oder „Die Kurve verläuft parallel zur x-Achse (...)“ vermieden. Stattdessen wird die jeweilige untersuchte Größe angegeben: „Die Individuenanzahl des Großen Wasserfloh steigt (...)“ oder „Die Individuenanzahl bleibt vom 70. bis zum 100. Tag bei einem Wert von ca. 190 Individuen weitgehend konstant bzw. schwankt um einen Mittelwert“.²⁴

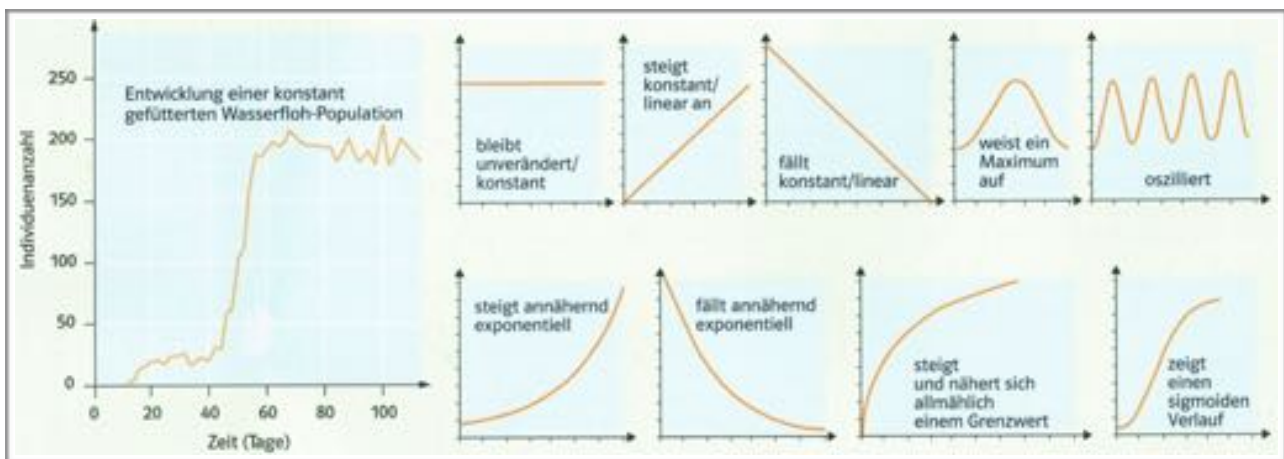


Abb. 8: Kurvendiagramm und verschiedene Kurvenverläufe

²⁴ Vgl. Ebenda, S. 10.

Komplexe Diagramme

Es gibt auch Diagramme, die mehrere y-Achsen enthalten. Solche Diagramme werden dann erstellt, wenn verschiedene Faktoren miteinander in Beziehung gesetzt werden sollen. Bei dieser Art der Darstellung kann es leicht zu Verwechslungen bei der Zuordnung der Graphen zu den y-Achsen kommen. Hier bietet es sich an, die zwei Größen in dem Diagramm (hier: Populationsgröße Schneeschuhhase und Luchs) zunächst unabhängig voneinander zu betrachten.

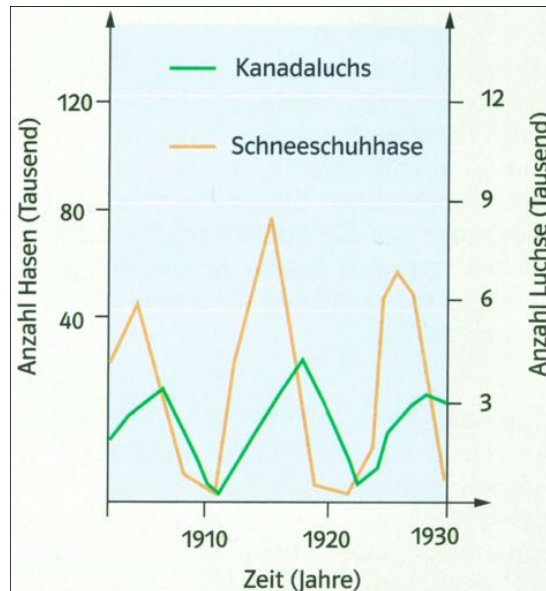


Abb. 9: Komplexes Diagramm

Auswertung von Diagrammen

Bei der Auswertung werden die Daten in einen Gesamtkontext gestellt. Dazu werden Vorwissen und wichtige naturwissenschaftliche Prinzipien aus der Biologie, Chemie, Physik und Erdkunde herangezogen. Die Deutungen sollten durch die entscheidenden Stellen aus dem Diagramm belegt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass in der Auswertung nicht die komplette Beschreibung des Diagramms wiederholt wird.²⁵

²⁵ Vgl. Ebenda, S. 10.

4.3.4 Diagrammarten und deren Nutzungsbereich

bevorzugt zu wählende Diagrammart  darzustellende Information 	Kurvendia- gramm	Säulen- oder Balkendia- gramm	gestapeltes Säulendia- gramm	Kreis- sektorendia- gramm	Flächendia- gramm
umfangreichere durchgängige Datenreihen mit absoluten Werten/Indexreihen	✓				
weniger umfangreiche oder unterbrochene Datenreihen mit absoluten Werten		✓			
miteinander zu vergleichende Einzeldaten		✓			
miteinander zu vergleichende Datenreihen	✓	✓			
Entwicklungsreihen	✓				
kombinierte Datenreihen aus zusammenhängenden absoluten Werten					✓
durchgängige Datenreihen von Prozentwerten					✓
prozentuale Anteile eines Ganzen			✓	✓	
prozentuale Zusammensetzung verschiedener Mengen in Gegenüberstellung			✓	✓	✓

Tab.1: Übersicht über die wichtigsten Diagrammarten und deren Nutzungsbereich.

Quelle: Verändert nach K. UHLENBROCK 2007, S. 86

5. Das Arbeitstagebuch

Bei umfangreichen Facharbeiten ist es hilfreich, den Prozess der Erstellung schriftlich festzuhalten. Dies geschieht in Form eines Arbeitstagebuches.

Ein Arbeitstagebuch ist ein Heft mit festem Einband, in das du, nach Datum sortiert, handschriftlich einträgst:

- den täglichen Arbeitsprozess
- Arbeitsergebnisse
- aufgetretene Probleme
- Ideen für deren Lösung und gegebenenfalls Lösungsschritte und Lösungsergebnisse
- Geistesblitze
- Hinweise auf eventuell brauchbare Quellen (Buchtitel, Internetadressen)
- Fragen, die im Beratungsgespräch zu klären sind
- Ergebnisse der Beratungsgespräche usw.

Das benutzte Heft sollte nicht zu unhandlich sein. So kann man dieses stets mit sich führen und rasch zur Hand haben, also auch in der Bibliothek, im Labor, bei Befragungen, selbst im Bett. Denn brauchbare Ideen kommen einem nicht nur am Schreibtisch und Literaturtips erhält man oft an Stellen, wo man sie am wenigsten erwartet.

Die Eintragungen können stichwortartig, nach Oberbegriffen geordnet oder als zusammenhängender Text vorgenommen werden. Bei stichwortartigen Vermerken sollt man jedoch in den Formulierungen nicht zu knapp bleiben. Auch nach einigen Monaten muss sich aus den Stichworten der Inhalt der Vermerke noch klar rekonstruieren lassen.

Ein Arbeitstagebuch bietet so die Möglichkeit,

- den Arbeitsprozess im Nachhinein nachzuvollziehen und zu reflektieren (einzelne Arbeitsschritte, das Zeitmanagement usw.);
- Fehler und unnötigen Zeitverlust zu erkennen und daraus Verbesserungsideen für nachfolgende Referate/schriftliche Arbeiten abzuleiten (auch für Universität oder Fachhochschule);
- Ideen, die man eventuell nicht direkt verwerten konnte, festzuhalten - vielleicht benötigt man sie ja an anderer Stelle;
- Quellen, die man gefunden, aber nicht kopiert, ausdruckt oder ausgeliehen hat, später wieder zu finden;
- eine Sammlung an Ideen, Informationen usw. zu haben, aus dem man für die spätere Endfassung der Facharbeit schöpfen und zitieren kann;
- die Beratungsgespräche vorzubereiten (den Arbeitsfortschritt gegenüber dem betreuenden Lehrer nachzuweisen, ungeklärte Fragen festzuhalten usw.) und deren Ergebnisse zu vermerken.²⁶

²⁶ UHLENBROCK 2007, S.12f.

6. Das Protokoll

Für die Facharbeit in NwT und deren praktische Arbeitsteile (z.B. naturwissenschaftliche Versuche, Befragungen und Interviews) reicht das Arbeitstagebuch als Dokumentation meist nicht aus. Hier muss zusätzlich immer ein *Protokoll* erstellt werden. Darin protokollierst du den Aufbau, Ablauf und deine Beobachtungen eines Experiments oder eines Versuchs. Wichtig ist dabei, dass mit Hilfe deines Protokolls du selbst aber auch andere Wissenschaftler die Experimente bzw. Versuche die du gemacht hast nachvollziehbar oder wiederholbar werden. Notiere dein Vorgehen und alle Einzelheiten der Beobachtungen deiner Versuche bzw. deines Experiments. Zeichnungen oder Fotos können ebenfalls in ein Protokoll aufgenommen werden.

Aufbau eines Protokolls:

VERSUCHSPROTOKOLL

Datum:

Name(n) des/der Protokollanten:

Fragestellung/Forscherfrage:

Hypothesen (Prognosen):

Aufstellungen von Vermutungen (=Hypothesen) zur Beantwortung der Forscherfrage.

Material:

Notiere in einer Materialliste alle benötigten Geräte, sonstige Hilfsmittel und ggf. Chemikalien.

Aufbau und Durchführung des Experiments:

Beschreibe in kurzer, verständlicher Form, wie das Experiment Schritt für Schritt durchgeführt wird. Hierbei können Zeichnungen oder Fotos unterstützend eingesetzt werden.

Beobachtung:

Notiere alle Einzelheiten, die du während des Versuchsablaufs beobachtest, insbesondere die Messergebnisse. Achte darauf, dass du hier nur deine Beobachtungen aufschreibst, sie aber noch nicht erklärst oder deutest. Auch hier können wieder Fotos oder Videos von deinen Beobachtungen mit hinzugezogen werden.

Auswertung und Erklärung der Ergebnisse:

Aus den Beobachtungen werden allgemeine Aussagen oder Gesetzmäßigkeiten abgeleitet. Fasse deine Schlussfolgerungen in einem knappen Merksatz zusammen. Beziehe dich dabei auf deine gestellten Hypothesen.²⁷

²⁷ BAAK et al 2013, S. 15.

7. Der Fragebogen

Beispiel: Fragebogen zum Thema „Verkehr und Versorgung“. (Vgl. UHLENBROCK 2007, S.81)

MÜNDLICHE UMFRAGE ZUM EINKAUFsverHALTEN IN ISNY AM 1.9.2014

Befragte/r Nummer: _____

1) Aus welcher Stadt bzw. Gemeinde kommen Sie? _____

2) Wie sind Sie zu Ihrem heutigen Einkauf in Dingenshausen angereist?

☐ zu Fuß ☐ Fahrrad ☐ PKW ☐ Bus ☐ Bahn ☐ Sonstiges

3) Falls Sie mit dem Auto angereist sind, auf welchem Parkplatz parken Sie?

☐ Felderhalde ☐ Pfluggasse ☐ Hasenbergsschanze ☐ Parkstreifen an Straße

4) Falls Sie mit dem Auto angereist sind, wie bewerten Sie die Höhe der Parkgebühren auf den Parkplätzen in Isny?

viel zu hoch	zu hoch	angemessen	zu niedrig	viel zu niedrig

5) Falls Sie mit dem Auto angereist sind, hatten Sie vor Fahrtantritt bereits Kenntnis über das kostenlose Park- and- ride- Angebot in Isny (von/bis Parkplatz Felderhalde an der Autobahnabfahrt)? ☐ Ja ☐ Nein

6) Haben Sie das Park- and- ride- System heute genutzt? ☐ Ja ☐ Nein

7) Wie häufig kommen Sie nach Isny zum Einkaufen?

1 x pro Jahr	2 - 5 x pro Jahr	6 - 11 x pro Jahr	1 x im Monat	häufiger als 1 x im Monat

8) Auf einer Skala von 1 bis 6, wobei die Zahlen wie Schulnoten zu behandeln sind, wie schätzen Sie die Einkaufsmöglichkeiten in Isny ein?

1	2	3	4	5	6

9) Geschlecht: ☐ weiblich ☐ männlich

10) Alter: _____

Quellenverzeichnis

Literatur

Baak Katharina, Claudia Dreher, Alexander Maier, Hans-Jürgen Seitz (2013, 1. Auflage): *Natura 1. Biologie für Gymnasien*, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart.

Becker Andrea, Inga Bokelmann, Hans-Peter Krull, Mirko Schäfer (2012, 1. Auflage): *Natura Oberstufe. Biologie für Gymnasien*, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart.

Hillesheim Margareta, Anna Maria Köster-Kummer, Miriam Nolte, Karl Pollmann, Mirja Rösler, Karlheinz Uhlenbrock, Michael Walory (2006): *Fit fürs Abi - Biologie Training*. Westermann Schroedel Diesterweg Verlag, Braunschweig.

Uhlenbrock Karlheinz (2007): *Fit fürs Abi. Referat und Facharbeit für Schülerinnen und Schüler zur Vorbereitung auf das Abitur*. Westermann Schroedel Diesterweg Verlag, Braunschweig.

Bildernachweise

Quellen Deckblatt: Rudolf Augstein (August 2017) (Hrsg): *Der Spiegel Geschichte. Geistesblitze. Die größten Erfindungen und Entdeckungen der Menschheit*. Spiegel-Verlag Rudolf Augstein GmbH & Co. KG, Hamburg.

Abb. 1: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2006) (Hrsg): *Naturwissenschaft und Technik (NwT) in der Mittelstufe der allgemein bildenden Gymnasien an Baden-Württemberg*. Stuttgart, S. 18.

Abb. 2: Draeger Jan, Stefanie Gröpl, Carolin Jelinek, Hunor Karsa, Arnt Meyer, Frank Schwaigerer, Christian Strack, Dirk Wütherich (2009, 1. Auflage): *explorer 2. Naturwissenschaft und Technik*. Ernst Klett Verlag, Stuttgart, S. VIII.

Abb. 3, 4, 5, 7, 8, 9: Becker Andrea, Inga Bokelmann, Hans-Peter Krull, Mirko Schäfer (2012, 1. Auflage): *Natura Oberstufe. Biologie für Gymnasien*, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart, S. 10f.

Abb. 6: Verändert nach Becker Andrea, Inga Bokelmann, Hans-Peter Krull, Mirko Schäfer (2012, 1. Auflage): *Natura Oberstufe. Biologie für Gymnasien*, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart, S. 11.

Abb. Rückseite Umschlag: Verändert nach Becker Andrea, Inga Bokelmann, Hans-Peter Krull, Mirko Schäfer (2012, 1. Auflage): *Natura Oberstufe. Biologie für Gymnasien*, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart, S. 8.

Zeitlicher Ablauf / Planung der Facharbeit

In dieser Tabelle kannst du wichtige Termine eintragen. Diese musst du bei der Planung und Durchführung deiner Facharbeit unbedingt beachten und in deine Zeitplanung mit einbeziehen. Beachte bei deiner Planung Termine wie z.B. BOGY, Landschulheim oder Ferien, wo du ggf. nicht an deiner Facharbeit weiterarbeiten kannst.

Termine	Inhalte
.....	Schriftliche Abgabe eines eigenen fertig ausgearbeiteten, durchführbaren Themenvorschlags. Dieser beinhaltet das Thema der Arbeit, Hypothese und weitere Leitfragen als auch eine Liste der benötigten Materialien.
.....	Themenfreigabe oder evtl. Korrektur des Themas seitens der Fachlehrer
.....	Start der Projektphase. Kurze Präsentation des Facharbeitsthemas und erstellen des Projektplans (Zeitplan).
.....	Abgabe des Projektplans (Zeitplans) beim betreuenden Fachlehrer. Hauptarbeitsphase am praktischen Teil der Facharbeit.
.....	Abgabe der Facharbeit!
.....	Präsentations- und Kolloquiumsphase.

Der lange Weg naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen

