12 BILLIONEN FINGERABDRÜCKE

DIE WERKZEUGKISTE ZUM EXPERIMETER

Warum diese Handreichung?

Ein kleiner Krimi führt in die Welt der Fingerabdrücke. Diese Handreichung führt Schritt für Schritt durch den „Experimeter“ und dient der Veranschaulichung, wie er im Unterreicht einzusetzen ist. Gleichzeitig dient diese Handreichung als Werkzeugkiste für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Es werden Checklisten zu den wichtigen Schritten, Satzanfänge für Fragestellungen und Diskussionen, sowie einige wenige aber weiterführende URL-Adressen angeboten.

Für die Weiterbildung und Ausleihe einer ForschKiste wird vorausgesetzt, dass sich die interessierten Lehrpersonen/Schulen mit dem Experimeter und dieser Handreichung auseinandergesetzt haben.

Die Klassen sollten den Experimeter mit dieser Lerneinheit einüben. Für die vollständige praktische Umsetzung mit der Klasse sind etwa zwei Tage zu veranschlagen.

Folgende Materialien bieten wir an: (Ihr Gebrauch ist in „Hinweise für die LP“ erläutert.)

1 Fingerabdruck Terrarien
2 Fingerabdrücke frühere Einbrüche
3 Grosse Fingerabdrücke
4 Hypothesomat
5 Wissenskarten Haut
6 Auftrag: Abdruck sichtbar
7 Auftrag: Finger stempeln
8 Polizeiakte Vorlage

Manche Schritte können je nach Reife der SuS im Tandem, in der Gruppe oder im Klassenverband bearbeitet werden.

1 ENTDECKEN

Um die Neugierde zu wecken, inszenieren wir den Alltag auf einem Kommissariat. Der folgende Fall im Stil von „20Min“ regt zum Entdecken an:

„Der Papagei ist frei – Einbruch in Zootierhandlung Schwerlich“
Schon wieder wurde eine Zootierhandlung von Räubern heimgesucht! Die Täter hinterliessen ein fürchterliches Chaos mit entsprechendem Sachschaden. Viele Käfige wurden geöffnet – ob die Tiere gestohlen wurden oder ob sie entwichen sind, ist noch unbekannt.

Im Kommissariat *(vorlesen oder inszenieren)*

„Schon wieder wurde in eine Zootierhandlung eingebrochen, das ist das vierte Mal innerhalb von drei Wochen!“ Kommissarin Hurtig zieht stirnrunzelnd die Akten hervor. „Ah, seht nur: Wieder gingen die Räuber zielstrebig zu den Terrarien.“ Hatte die Zoohandlung seltene Echsen im Angebot? Wonach suchten die Täter? Fanden sie etwas?

„Unser Glück, dass die Täter keine Handschuhe trugen, so können wir die Fingerabdrücke direkt vergleichen.“ Vorlage *„1 Fingerabdruck Terrarien“* wird der Klasse präsentiert.

Tom, bring doch bitte die gesicherten Spuren der andern Tatorte!“ *„2 Fingerabdrücke frühere Einbrüche KLEIN (für Gruppenarbeit verteilen) oder “ „3 Fingerabdrücke frühere Einbrüche GROSS“ (fürs Plenum auslegen):* „Hier, diese Fingerabdrücke wurden in zwei Zoohandlungen gesichert, in die letzte Woche eingebrochen wurde!“

2 BEOBACHTEN, BESCHREIBEN

Die SuS werden vermutlich schnell bemerken, dass sie die Fingerabdrücke des neuen Tatorts sichern und mit den Vorlagen vergleichen können: „Findet Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den verschiedenen Fingerabdrücken.“ *Hinweis: Die zwei Abdrücke aus der Zootierhandlung Hugentobler kommen beide in den „Fingerabdrücken frühere Einbrüche“ vor, derjenige rechts (ohne Narbe) ist jedoch spiegelverkehrt abgebildet.*

Die SuS werden ihre eigenen Finger untersuchen: Merkmale nennen, die Muster einander zuordnen. Sie sollen sich auch mit grundsätzlichen Fragen beschäftigen: Was genau ist ein Fingerabdruck? Was bedeuten die schwarzen Linien? Wozu dienen sie? Wie ist Farbe, Form, Grösse, Oberflächenbeschaffenheit, Textur (glatt, rau) „in Natura“?

Aufgabe:
Die SuS schreiben alle wichtigen genannten Eigenschaften in ihre Ermittlungsakte (ForschHeft). Hierbei ist auf eine vielfältige und genaue Wortwahl zu achten, jede/r sollte mindestens eine Aussage im Heft vermerkt haben.

Einige Satzbeispiele:

- Das sind riesengrosse Fingerabdrücke.
- Das sind die Fingerspuren des Täters.
- Die Fingerabdrücke haben verschiedene Muster, es gibt solche mit Wellen und solche mit Wirbeln.
- Ich habe gehört, dass jeder Mensch verschiedene Fingerabdrücke hat.
- Diese Rillen haben wir für den Tastsinn.
- Ich habe Wirbel auf sieben von zehn Fingern, ich glaube, das ist bei allen Menschen so.

3 FRAGEN STELLEN

A. AUS DEN BEOBACHTUNGEN FRAGEN GENERIEREN

Nun werden die SuS reihum aufgefordert, ihre wichtigsten Beobachtungen und Vermutungen der Klasse zu nennen und diese dann auf ein Kärtchen zu schreiben. Sobald wir die Beobachtungen für alle zufriedenstellend notiert haben, machen wir eine Auslegeordnung (WT, Steckwand oder auf Tisch/Boden).

Diese Beobachtungen und Vermutungen werden im nächsten Schritt in Fragen umgewandelt, die wir jeweils zu der entsprechenden Beobachtung schreiben.

Beispiele, wie die Beobachtungen in Fragen umgewandelt werden können:

Beobachtungen und Vermutungen	Daraus generierte Fragen
Das sind riesengrosse Fingerabdrücke !	(1) Sind das wirklich Fingerabdrücke?
Das sind die Fingerspuren des Täters.	(2) Stammen die Fingerspuren tatsächlich vom Täter?
Die Fingerabdrücke haben verschiedene Muster, es gibt solche mit Wellen und solche mit Wirbeln.	(3) Gibt es auch Fingermuster im Zickzackmuster oder mit Kreisen? (4) Wie viele verschiedene Grundmuster gibt es?
Ich habe gehört, dass jeder Mensch verschiedene Fingerabdrücke hat.	(5) Stimmt es, dass sich die Fingerabrücke jedes Menschen von allen anderen unterscheiden?
Diese Rillen brauchen wir für den Tastsinn.	(6) Welche Aufgaben haben die Rillen auf unseren Fingern? (7) Kann ich mit diesen Rillen wirklich „fühlen“?
Ich habe Wirbel auf sieben von zehn Fingern, ich glaube, Wirbel sin bei allen Menschen am häufigsten.	(8) Wie sind die Muster bei meinen Klassengspänli verteilt? (9) Gleichen meine Abdrücke denen meiner Familie mehr als jenen meiner Freunde?

3 FRAGEN STELLEN

B. EIGENE FRAGEN IN U- UND N-FRAGEN SORTIEREN

Alle auf den Kärtchen formulierten Fragen legen wir wieder aus. Auf dem Tisch oder an der Pinwand/WT markieren wir ein grosses N- und ein grosses U-Feld und erklären, dass dies die zwei Fragetypen sind, nach welchen wir die Kärtchen nun einteilen:

Eine **N-Frage** ist durch Nachschlagen in Büchern / Internet zu beantworten.

N: Fragen aus unseren Beispielen sind:

- (1) Sind das wirklich Fingerabdrücke?
- (3) Gibt es auch Fingermuster mit Zickzack oder mit Kreisen?
- (4) Wie viele verschiedene Grundmuster gibt es?
- (5) Stimmt es, dass sich die Fingerabdrücke jedes Menschen von allen anderen unterscheiden?
- (6) Welche Aufgaben haben diese Rillen auf unseren Fingern?

Eine **U-Frage** ist mit Untersuchung (einer Datensammlung) zu beantworten (das sind die Fragen, die wir für die Forschung suchen!

U-Fragen aus unseren Beispielen sind:

- (2) Stammen die Fingerspuren tatsächlich vom Täter?
- (7) Kann ich mit diesen Rillen wirklich „fühlen"?
- (8) Wie ähnlich sind meine Fingerabdrücke im Vergleich zu denen meiner Klassengspänli?
- (9) Gleichen meine Abdrücke denen meiner Familie mehr als jenen meiner Freunde?

Wir betrachten jede unserer Fragen in Hinblick darauf, ob es eine U- oder eine N-Frage ist und legen das Kärtchen dann entsprechend ab – das nennt man codieren.

Danach diskutieren wir wieder in der Gruppe: Welche Fragen eignen sich am besten? Wo wird die Suche nach einer Antwort schwierig?

4 HYPOTHESEN ERSTELLEN

AUS UNSEREN VIER U-FRAGEN LASSEN SICH BEISPIELSWEISE FOLGENDE HYPOTHESEN BILDEN:

- (2) Stammen die Fingerspuren tatsächlich vom Täter? → Ich behaupte, dass die Fingerspuren auf dem Terrarium dieselben sind wie jene in den Polizeiakten.
- (7) Können wir mit diesen Rillen wirklich „fühlen"? → Ich möchte mit einem Experiment beweisen, dass unsere Fingerkuppen mehr Tastsinn haben als andere Stellen unseres Körpers.
- (8) Wie sehr gleichen meine eigenen Fingerabdrücke denen meiner Klassenkameraden? → Ich glaube, dass Fingerabdruckmuster (Schleifen, Bögen, Wirbel) etwa gleich häufig vorkommen und ich möchte dies beweisen.
- (9) Gleichen meine Abdrücke denen meiner Familie mehr als jenen meiner Freunde? → Ich vermute, dass sich die Fingerabdrücke innerhalb meiner Familie ähnlicher sind als jene innerhalb meiner Klasse.

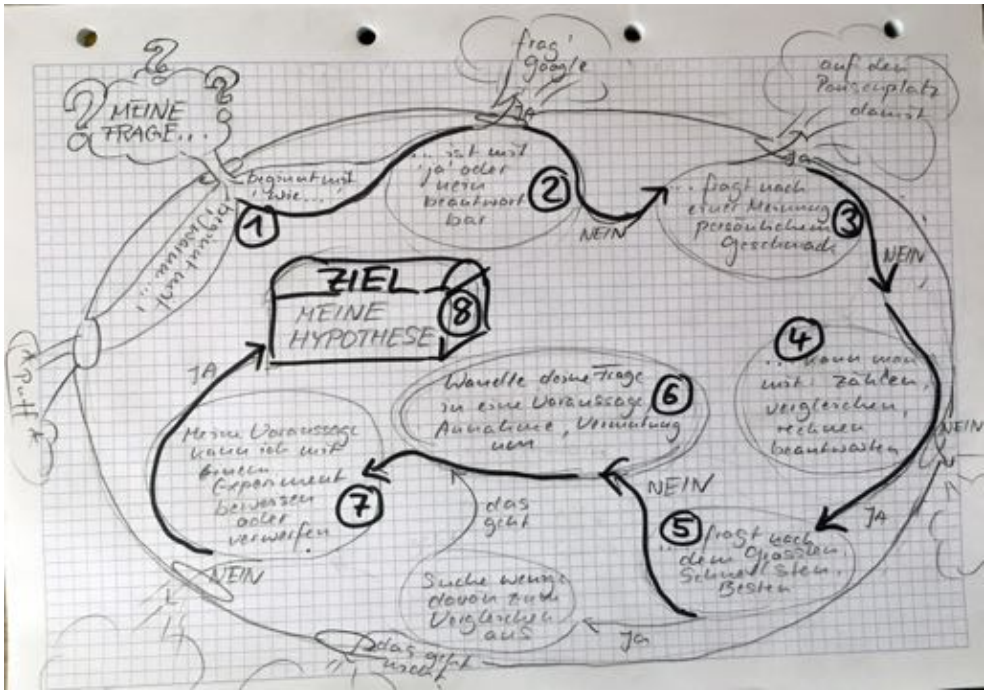
Meine Frage	Meine Vermutung, Voraussage, Annahme
Hängt wohl … mit … zusammen?	Ich vermute, dass … mit … zusammenhängt
Worin unterscheidet sich (A) von (B) ?	Ich behaupte, dass sich (A) und (B) in … unterscheiden.
Was geschieht wohl, wenn … ?	Wenn … dann wird … geschehen, weil…
Welche Bedingungen braucht es zum … ?	Ich glaube, dass es … braucht zum …
Was beeinflusst … ?	… wird durch … beeinflusst.
Was ist ähnlich wie … ?	… ist ähnlich wie …
Wie viele … braucht es, um … ?	Ich vermute, dass es mehr als … braucht, um … weil …
Wie lange dauert es, bis …	Ich behaupte, dass es … dauert, bis …
Auf wie viele Arten kann …	Ich glaube, dass … auf vier verschiedene Arten …

4 HYPOTHESEN ERSTELLEN

EINE HILFESTELLUNG – DER „HYPOTHESOMAT“

Gute Hypothesen zu erstellen ist sehr anspruchsvoll. Vielleicht hilft es, die Frage in den „Hypothesomaten“ einzugeben. Schritt für Schritt können wir prüfen, ob sich die U-Fragen als Hypothesen eignen, unpassende Fragen werden ausgesiebt und so werden wir ans Ziel geführt. Schritt 6 und 7 sind sehr knifflig!

Grosse Vorlage:
4 Hypothesomat



5 VERSUCH PLANEN, VORGEHEN ÜBEN

Zur Illustration wählen wir zwei Hypothesen aus:

- *(2) Ich behaupte, dass die Fingerspuren auf dem Terrarium dieselben sind wie jene in den Polizeiakten → wir lernen, wie die Polizei arbeitet (5 Wissenskarten Haut) und üben, wie man Fingerabdrücke sichert (6 Auftrag Abdruck sichtbar).*

- *(8) Ich finde einen Weg, um die Fingerabdrücke meiner Klasse sinnvoll miteinander zu vergleichen → wir stempeln unsere Fingerabdrücke (→ Arbeitsauftrag „Finger stempeln) und lernen, diese zu vergleichen und zu ordnen.*

Falls nicht schon vorher in Gruppen gearbeitet wurde, werden spätestens zu diesem Zeitpunkt Teams gebildet (Tandem bis 4er Gruppen).

A. TEAMBILDUNG UND ROLLENVERTEILUNG

Im Team sind wir füreinander da. Probleme und Fragen klären wir zuerst hier und entscheiden dann, was der Klasse zur Diskussion vorgetragen wird.
Als „Spurensucher-Spurensicherer“ des kriminaltechnischen Dienstes können die Teams einen Namen finden und ihre Rollen innerhalb des Teams verteilen (z.B. Koordinatorin, Materialverwalter, Datensammlerin…). Regeln für die Teamarbeit aufstellen: Wer im Team bearbeitet was und wann?

Gemeinsam stellen wir die Verhaltens-**Regeln** auf, die zu einem Forschungsprojekt dazu gehören:

- Niemanden stören
- Essen und Trinken während des Experimentierens ist strengstens verboten
- Jedes Gefäss muss beschriftet sein – auch wenn es Wasser beinhaltet
- Alle gebrauchten Gegenstände sauber und trocken zurückstellen
- Hände waschen am Schluss

B. WAS MUSS ICH NOCH WISSEN?

(Wissenskarten bearbeiten, Infos sammeln, Infos austauschen)

Die SuS bearbeiten die <u>Wissenskarten</u> zum Thema Fingerabdrücke.
Es gibt 2 Grundlagenkarten und zwei Expertenkarten. Die zweite Grundlagenkarte „Hautleisten" benötigen wir, um Auftrag 7 „Finger stempeln" vollständig zu erledigen.

Dieses Wissen kann sich jede/r für sich aneignen oder die SuS teilen sich im Team auf: Jede/r bearbeitet eine Wissenskarte, fasst den Inhalt in eigene Worte und erklärt ihn seinen KameradInnen.

Eine Variante, um die Wissenskarten intensiv zu nutzen:

1. Lies den Text durch und überlege dir:
   - Was steht darin?
   - Stimmt die Überschrift?
   - Welchen Titel hättest du gewählt?
2. Lies nochmals durch:
   - Unterstreiche mit Bleistift, was du (noch) nicht verstehst.
   - Markiere die allerwichtigste(n) Stelle(n) mit Leuchtmarker.
3. Nimm dein ForschHeft
   - Setze deinen oder den im Text verwendeten Titel als Überschrift.
   - Schreibe eine kurze Zusammenfassung in eigenen Worten. Bitte nicht die markierten Stellen abschreiben, das ist absolut sinnlos! Am besten: Text weglegen und eigenen Text schreiben, nachher nachkontrollieren. Skizzen sind ebenso wertvoll wie Texte.

EXPERIMETER
5
VERSUCH PLANEN, VORGEHEN ÜBEN

C. WAS MUSS ICH KÖNNEN?

(Vorgehen üben, Geräte kennen lernen)

Um die Fingerabdrücke gut zu erkennen, benötigen wir ein optisches Gerät, mindestens eine Lupe, besser ein Binokular.
Die SuS sehen folgende zwei Labor-Lernfilme an, hier werden die für den Versuch wichtige Kompetenzen erläutert:

- Arbeiten mit der Lupe
- Arbeiten mit dem Binokular

Zur Illustration wird der zweite Teil von Hypothese 8 ausgeführt:
(8) Ich finde einen Weg, um die Fingerabdrücke meiner Klasse sinnvoll miteinander zu vergleichen.
Dazu stempeln wir unsere Fingerabdrücke *(7 Auftrag Finger stempeln)* und lernen, diese zu vergleichen und zu ordnen.

Um vergleichen, ordnen und messen zu können, muss man die Messeinheiten kennen.

Das sind dieselben Grössen, die wir in der Mathematik verwenden, hier ein paar Beispiele:

Grösse	Einheit	Messgerät (Bsp.)
Zeit	Sekunde (s)	Uhr
Länge	Meter (m)	Lineal, Meterband
Volumen	Kubikmeter (m3)	Messzylinder, Pipette
Masse	Kilogramm (kg)	Waage
Temperatur	Grad Celsius (°C)	Thermometer

5 VERSUCH PLANEN, VORGEHEN ÜBEN

D. VORGEHEN PLANEN, DETAILPLANUNG

(Genaues Ziel, Reihenfolge, Zeitplan aufschreiben und aufzeichnen)
Die Versuchsplanung und Vorbereitung ist für die SuS sehr spannend und leitet sie zur Selbständigkeit an. Die Planung muss aber mit der Klasse in einzelnen Schrittchen geübt werden. Die folgende Checkliste hilft, den Versuch richtig vorzubereiten.

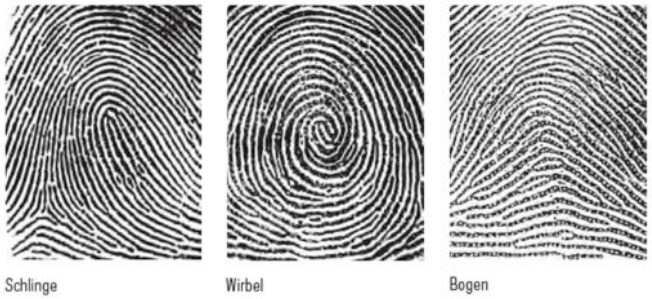
Vorgehen für selbständige Planung & Vorbereitung	Fingerabdrücke vergleichen und ordnen (Beispiel)
Was wollen wir testen ? Was ist das Ziel?	Alle Fingerabdrücke unserer Klasse nach Muster ordnen
Reihenfolge: „Zuerst will ich herausfinden… wenn ich das habe, werde ich…“	… ob ich die Muster überhaupt erkennen und unterscheiden kann
Was genau messen wir? Mit welcher Methode?	Wir nehmen die Vorlage (→ Wissenskarte) und legen die einzelnen Fingerabdrücke zu den 3 Grundtypen
Muss etwas berechnet werden? Ist ein Zahlenwert gefragt? Welche Einheit muss er haben?	Wir zählen die Zahlen für jeden Grundtyp zusammen. Daraus können wir % berechnen (ab 6. Klasse)
Was im Experiment wollen wir immer gleich behandeln? Was wollen wir verändern?	a) Wir probieren auch die feine Unterteilung (9 Typen) aus. b) Viel zu viele Fingerabdrücke! 2 pro Kind reichen.
Wie viele Messungen, Durchläufe machen wir?	-
Wie wollen wir die Ergebnisse festhalten? (Notizen, Fotos, Zeichnungen, Skizzen, Tabellen)	Resultate in Exceltabelle und Kuchendiagramm darstellen.
Materialliste anlegen, Material bereitstellen	Schere, Lupe, Computer (…)
Protokollblätter vorbereiten	-
Vorversuch durchführen (funktioniert das Experiment überhaupt?)	-
Versuchsaufbau zeichnen, Anleitung schreiben	-

6 DURCHFÜHREN UND PROTOKOLLIEREN

Nun können wir die Daten sammeln, zeichnen, zählen und die Beobachtungen im Protokoll festhalten

→ zum Stempeln dient *8 Polizeiakte Vorlage*

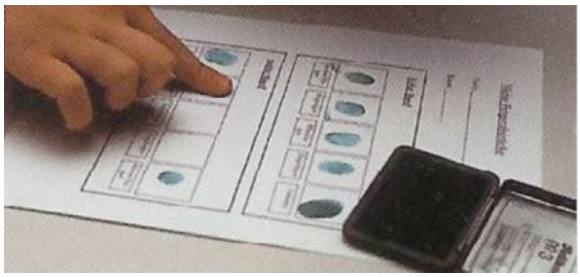
Nachdem alle Kinder gute Fingerabdrücke ihrer Finger in der Polizeiakte abgelegt haben, zerschneiden sie die 10 Rechtecke und jedes Kind ordnet seine Abdrücke 3 Grundtypen zu. Die Zahlen können sie ins Klassenprotokoll übertragen (bspw. WT)



(hier fehlt ein S / Schlinge)

<u>Das gehört in das ForschHeft</u>

1. Was ist das Ziel? Notiert eure Forschungsfrage ins ForschHeft
2. Was sind eure Überlegungen dazu?
3. Wie plant ihr die Durchführung?
4. Welche Materialien benötigt ihr? Schreibt die Materialliste und zeichnet die Versuchsanordnung
5. Notiert alle Beobachtungen während der Durchführung
6. Schreibt die Ergebnisse & Messwerte ins vorbereitete Protokoll



7 WIEDERHOLEN, VERBESSERN

Seid ihr zufrieden mit dem Resultat? Lässt sich eure Hypothese nun beantworten? Habt ihr eine Antwort erhalten, nur hat sie leider nichts mit der Hypothese zu tun? Seid ihr auf ganz andere Ideen gestossen wie ihr das Experiment gestalten könntet?

Das Experiment wiederholen und verbessern könnt ihr mit solchen Fragen. Oft ist man nicht zufrieden mit dem Ablauf, vielleicht benötigt man mehrere Durchläufe oder es muss etwas am Experiment geändert werden.
In unserem Fall könnte das sein:

- Das hat gar nicht geklappt mit dem Stempeln – ich muss viel weniger Farbe nehmen
- Ich möchte noch wissen, ob auf dem Daumen allgemein mehr Wirbel vorkommen als auf dem kleinen Finger – das nächste Mal sortieren wir die Grundtypen nach der Art der Finger.
- Ich möchte wissen, wie das Verhältnis in meiner Familie aussieht und dann vergleichen, ob diese Fingerabrücke ähnlicher sind.
- (…)

Hinterfragt stets euer Tun
(von Prof. Fredi Büchel, Univ. Genève)

- Warte und schau zuerst genau, was du gerade gemacht hast.
- Du weisst jetzt, wie du dieses Problem angehen willst. Wie hast du das vorher gemacht?
- Was würde passieren, wenn…?
- Wie könntest du dies herausfinden?
- Was musst du danach tun?
- In welcher Hinsicht ist dies gleich/ähnlich/verschieden von…?
- Wie kann man Probleme dieser Art lösen? Findest du dafür eine Regel?
- Welches ist dein Hauptziel, das du verfolgst?

8 ERGEBNISSE AUSWERTEN

Wenn ihr zufrieden seid mit euren Resultaten, werden diese nun geordnet, zusammengefasst, verglichen, addiert u.a. und in geeigneter Form dargestellt.
Das könnte folgendermassen aussehen:
„Wir haben alle 210 Fingerabdrücke unserer Klasse auf die drei Grundmuster verteilt. Von blossem Auge erkennen wir die Grundtypen, wir brauchen die Lupe nicht mal dazu."

Dabei ist folgendes herausgekommen:

- 120 Finger haben eine Schleife / Schlinge
- 73 Finger haben einen Wirbel
- 13 Finger haben einen Bogen
- 4 Finger passen nirgends richtig hin

Satzanfänge für die Auswertung können so aussehen:

- *Ich habe festgestellt, dass…*
- *Ich habe beobachtet, dass…*
- *Als ich … tat, geschah…*
- *Mir ist aufgefallen, dass…*
- *Eine wichtige Rolle spielt…*
- *Die Veränderung lässt sich so beschreiben: … (Folgendes hat sich verändert: …)*
- *In meiner Tabelle sieht man, dass …*
- *Wenn man die Zahlen der Grösse nach ordnet, sieht man …*
- *Der durchschnittliche Wert aller Messungen beträgt …*
- *Meine Skizze zeigt, dass …*
- *Es lässt sich eine Reihenfolge festlegen, nämlich …*
- *Ich habe folgende Gemeinsamkeit beobachtet: …*

DEUTEN, SCHLUSSFOLGERN

In der Gruppe (ältere SuS) oder im Klassenverband (jüngere SuS) diskutieren wir: Stimmen die Resultate? Machen die Auswertungen Sinn? Gibt es eine Erklärung für die Resultate? Ist unsere Hypothese nun beantwortet? Stimmt unsere Behauptung / Vermutung oder ist sie falsch?

Unsere Hypothese hiess: *(8) Wie ähnlich sind meine Fingerabdrücke zu denen meiner Klassengspänli* → ***Ich finde einen Weg, um die jeweils 10 Fingerabdrücke meiner Klasse (24 Kinder mit mir) sinnvoll miteinander zu vergleichen.***

Um eine Erklärung zu suchen und Vergleiche anzustellen, lesen ForscherInnen die Arbeiten ihrer KollegInnen. Das machen wir hier auch: Auf der Wissenskarte 2 findest du, was andere herausgefunden haben.

Wir vergleichen also die Resultate der Klasse mit dem Durchschnitt aller bekannten Muster und stellen fest:
„In unserer Klasse haben wir weniger Schleifen und Schlingen, und dafür mehr Bogen und weitere Spezialmuster auf den Fingern als der Durchschnitt aller bekannten Muster. Die Anzahl Wirbel entspricht dem Durchschnitt. Ältere SuS können ev. sogar die Prozentzahlen berechnen.

Meine Finger haben im Vergleich zur Klasse noch weniger Schleifen/Schlingen, dafür habe ich überdurchschnittlich viele Wirbel".

Muster Fingerabdruck	Meine Muster	Muster Klasse	Durchschnitt aller
Schleife /Schlinge	4 Finger = 40%	120 Finger = 57%	60 – 65% aller Finger
Wirbel	6 Finger = 60%	73 Finger = 35%	30 – 35 % aller Finger
Bogen	0 Finger = 0%	13 Finger = 6%	3 – 5 % aller Finger
etwas anderes	0 Finger = 0%	4 Finger = 2%	< 1% aller Finger

DEUTEN, SCHLUSSFOLGERN

Für die Schlussfolgerung eignen sich folgende Satzanfänge:

- Es hat mich überrascht, dass… … ich so viele Wirbel habe
- Meine Schlussfolgerung ist… … dass die Muster unserer Klasse näher beim Durchschnitt sind als meine.
- Meine Vorhersage war falsch (richtig), weil… … mein Verhältnis Schleifen/Schlingen zu Wirbeln genau umgekehrt ist.
- Ich möchte meine ForschFrage ändern, weil… … 10 Finger zu wenig sind für eine gute Untersuchung
- Meiner Meinung nach… … haben die Muster etwas mit der Vererbung zu tun
- Ich frage mich … … ob die Muster meiner Familie zu meinen ähnlicher sind als die der Klasse

Das Team kann sich folgende Fragen stellen und die Vermutungen schriftlich festhalten:

- Entspricht das Ergebnis unserer Erwartung?
- Wie sicher bin ich, dass das Ergebnis stimmt?
- Ist unsere Hypothese mit dem Ergebnis beantwortet?
- Lässt das Ergebnis/die Beobachtung auch andere Schlüsse zu?
- Was könnte das Ergebnis beeinflusst haben?
- Kann ich unser Ergebnis mit etwas verbinden, das ich schon kenne?
- Habe ich Vermutungen über Zusammenhänge?
- Wie könnte ich das Experiment verbessern?

DISKUTIEREN, ARGUMENTIEREN

Nach der letzten Phase, in der die SuS je nach Alter und Niveau teilweise im Team arbeiten, sie aber auch immer wieder Hilfestellung benötigen, sammeln wir uns jetzt wieder im Kreis für den gemeinsamen Forscherdialog im ForschRat.

Was jetzt geschieht, nennt man „wissenschaftliches Argumentieren“. Diese Kommunikation ist sehr wichtig! Die Resultate werden untereinander ausgetauscht, wir können unsere Vermutungen äussern. Jedes Team hat Gelegenheit, kurz vorzustellen, was sie gemacht haben, was herausgekommen ist und wie sie es deuten.

Beispielsweise können wir für eine ForschFrage zwei Spalten an die Tafel zeichnen, links kommt „Das stimmt nicht“ hin, rechts „Das stimmt“. Die SuS erhalten Karten mit Behauptungen / Vermutungen, die sie an die Tafel pinnen. „Das stimmt“ heisst also: Es ist eine positiv überprüfte Vermutung. Möglicherweise wird etwas nachgeschlagen, falls wir keinen Konsens finden.

Fünf Regeln für die Diskussion

1. Vertritt dich selbst: sage „ich“, nicht „wir“ oder „man“.
2. Erkläre, warum du etwas fragst und was deine Frage für dich bedeutet.
3. Sprich über deine persönlichen Erfahrungen, interpretiere nicht das Verhalten der anderen.
4. Sei zurückhaltend mit Verallgemeinerungen.
5. Nur eine/r spricht zur gleichen Zeit.
6. Lasst alle zum Zug kommen.

EXPERIMETER
10
DISKUTIEREN, ARGUMENTIEREN

Nützliche Satzanfänge für die Diskussion (10) wie auch für die Schlussfolgerungen (9):

- Für mich ist … richtig, weil…
- Meiner Meinung nach ist…
- Ich finde, dass…
- Mir gefällt … (nicht), weil…
- Für … spricht, dass…
- Gegen … spricht, dass…
- Wichtig finde ich…
- Trotzdem finde ich…
- Obwohl …
- Deswegen glaube ich, dass…
- Ich habe beobachtet, dass…
- Ich habe bemerkt, dass…
- Ich habe gelesen, dass…
- Das ist so, weil…
- Was bewirkt…?
- Was beeinflusst…?
- Wäre es im Gegenteil auch möglich dass…?
- Was würde wohl geschehen, wenn…?
- Was würde anders sein, wenn …?

Kritische Rückfragen sind auch erlaubt:

- *Ich bin nicht einverstanden, weil/da…*
- *Dein Argument überzeugt mich nicht, weil…*
- *Ich verstehe nicht, was du meinst. Kannst du mir erklären, wie…*
- *Was denkt ihr darüber?*
- *Kannst du das noch genauer erklären?*
- *Woher hast du diese Information?*
- *Das kann nicht sein, denn…*
- *Kannst du das begründen?*

Um Rückmeldungen zur Präsentation zu geben:

- *Ich habe in der Präsentation erfahren, dass*
- *Ich habe durch die Präsentation gelernt, dass*
- *Besonders spannend finde ich…*
- *Interessant ist, dass… , weil…*
- *Das Team zum Thema… hat heute besonders…*
- *Das Team zum Thema hat (frei / klar gesprochen interessant erzählt…)*
- *Ich würde gerne noch mehr über … erfahren*

11

DARSTELLEN, BERICHTEN

Die Arbeitsergebnisse können als Poster (Anleitungen im Anhang) oder als PowerPoint – Präsentation gestaltet werden. Die Wissenschaftler schreiben jeweils einen Forschungsbericht, den sie veröffentlichen.
So berichten wir über eine wissenschaftliche Arbeit:

1.	Titel	Der Titel ist kurz und genau, damit alle sofort wissen, worum es geht.
2.	Name & Datum	Unter den Titel schreiben wir den Namen *„geschrieben von Jan Meier“ „untersucht von Pippi Lotti“* sowie das Datum.
3.	Einleitung	Zuerst wird beschrieben, was das Ziel der Untersuchung ist, was wir herausfinden wollen, was unsere Hypothese ist: z.B.*“ Ich behaupte, dass ich viel mehr Wirbel auf den Fingern habe als alle 20 Menschen, bei denen ich das überprüfe“*.
4.	Wissen	Hier schreiben wir auf, was wir in Büchern oder im Internet zum Thema gefunden haben und für das Verständnis der Arbeit wichtig ist. Wir notieren, woher die Texte genau stammen.
5.	Methoden	Genau beschreiben, was wir gemacht haben in der Praxis. Wie sind wir vorgegangen?
6.	Material	Welche Materialien (Geräte, Bastelmaterial) haben wir eingesetzt?
7.	Resultate	Jetzt schreiben wir auf, was beim Versuch herausgekommen ist: Das können Zahlen sein, eine Liste mit Versuchsergebnissen oder eine Beschreibung. Keine persönliche Meinungen oder Vermutungen!
8.	Diskussion	Jetzt ist unsere Meinung gefragt: Wie erklären wir das Resultat? Sind wir überrascht oder haben wir es erwartet? Stimmt es mit dem überein, was wir gelesen haben? Was hat gut geklappt, was weniger? Was könnten wir das nächste Mal besser machen? Gibt es offene Fragen, die man mit neuen Untersuchungen beantworten könnte?

12

REFLEKTIEREN, WEITERDENKEN

Nun geht es an die Arbeitsrückschau: Was habe ich gelernt? Wie hat es in der Gruppe funktioniert? Was machen wir das nächste Mal anders?

In der rechten Spalte finden sich Satzanfänge, die sich für den Rückblick im ForschHeft eignen.

Hier eignet sich auch der „Sesseltanz“: Alle SuS legen ihr Heft offen auf den Tisch. Alle wählen einen fremden Platz und beurteilen schriftlich (z.B. zwei Dinge die mir gefallen und etwas, zu dem ich eine Frage habe).

Satzanfänge für den Arbeitsrückblick

- Besonders interessant fand ich heute…
- Das gefiel mir gut an unserer Gruppenarbeit…
- Für die nächste Stunde nehme ich mir vor…
- Nicht so gut gefallen hat mir heute, dass…
- Ich möchte noch mehr über … herausfinden / lernen / wissen
- Ich bin verwirrt über…
- Heute habe ich gelernt, dass…
- Das habe ich richtig gut verstanden:
- Ich denke zuerst über mein Thema nach: Welches sind die drei wichtigsten Dinge, die ich zu meinem Thema gelernt habe? Warum sind sie für mich wichtig?
- Noch nicht gut verstanden habe ich…
- Am wichtigsten fand ich heute… weil…
- Was möchte ich bei meinem Arbeitsverhalten ändern? Welche Möglichkeiten sehe ich dafür?

QUELLEN UND LITERATURVORSCHLÄGE

Folgende Files (pdf) finden sich im Ordner „Literatur zum Forschen“:

- **MitFragenGezieltUnterstuetzen.pdf**
  „Experimentieren wie ein Profi – mit Fragen gezielt unterstützen“ vom SWISE-Innovationstag 2015, Michael Obendrauf, PH St.Gallen: Aus den Klassenmaterialien von „Riesenrad“ werden Fragen generiert.

- **25 Ideenkiste_0.pdf**
  Von der Ideenkiste zur Forschungsfrage: auf 3 Seiten wird anschaulich erklärt, was eine Hypothese ist und wie man eine gute Hypothese formuliert.

- **GLOBE_Research_Questions_Worksheet.pdf**
  hier wird erörtert, was gute Hypothesen ausmacht.

- **20 Beispiele für Forschungsfragen.pdf**
  (http://www.phyx.at/forschungsfragenbeispiele/: generelle Hinweise und konkrete Fragestellungen aus MU)

- **2004_05_Kamelger.pdf**
  Schülervorstellungen zu den biologischen Grundlagen menschlichen Verhaltens.

- **Koliander.pdf**
  Naturwissenschaftliches Argumentieren beim Experimentieren: Universität Wien, Handout der Fortbildungswoche 2010 zum Thema Schülerexperimente.

- **vsa_experimente_zyklus_1_2_3_gza05.pdf**
  Naturwissenschaft und Technik – Experimentieren in der Volksschule: Dossier der Bildungsdirektion zu Ausstattung, experimentellen Kompetenzen LP21 und Materialien.

- **VSA_experimentieren_in_der_schule.pdf**
  Mögliche Experimente zur Förderung der Kompetenzen im LP21 inklusive der dafür benötigten Materialien: Hrsg. Bildungsdirektion Kt. Zürich. (Sehr gute Zusammenstellung!)

GLOSSAR

Terrarien
Behälter und Anlagen, in denen landlebende Tiere und Pflanzen gehalten werden. Oft wird der Lebensraum dieser Tiere und Pflanzen auf kleinem Raum nachgebildet. Im Gegensatz dazu werden in Aquarien wasserlebende Tiere und Pflanzen gehalten.

Argument
Eine Aussage, die man macht, um andere Menschen von der Wahrheit oder Falschheit einer Behauptung zu überzeugen. Die wissenschaftliche Argumentation dient dazu, die Wahrheit heraus zu finden.

Protokoll
Die genaue Beschreibung, wie man ein Experiment durchgeführt hat und was dabei heraus gekommen ist. Es dient dazu, dass andere ForscherInnen nachprüfen können, was gemacht wurde.

Auswertung
Die Zahlen und Beobachtungen auf dem Protokollblatt werden angeschaut: Was haben wir gemacht? Was ist dabei herausgekommen? Das Resultat wird ins ForschHeft geschrieben. Dies ist die Auswertung.

Schlussfolgerung
Sie beendet das, was vorher herausgefunden „erörtert“ wurde. Es ist das Ergebnis in kurzer und bündiger Form. Da darf kein neuer Gedanke mehr hinzu-kommen.

Methode
Der Plan, wie die vorab festgelegten Arbeitsschritte aufeinander folgen.