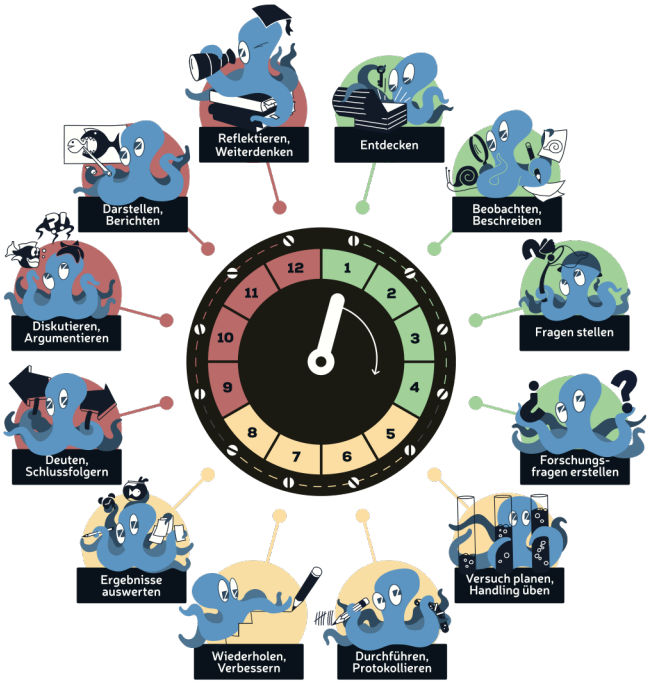
DER EXPERIMETER

*Der „**Experimeter**“ ist der Forschkreis, er bietet einen verbindlichen Konsens zum naturwissenschaftlichen Forschen und Denken in 12 Schritten für Primarschüler des 2. Zyklus (3.-6. Primarschule). Er ist die grundlegende Lernhilfe, wie man in wiederkehrenden Schritten an ein Experiment herangeht, wie man es umsetzt und auswertet.*

Passend zum Experimeter wurden ForschKisten mit Experimentiermaterialien und Arbeitsunterlagen aus dem Life Science Bereich erstellt, welche auf den Grundkompetenzen des neuen Lehrplan21 aufbauen. Aber auch ohne die Kisten kann geforscht werden → siehe „12 Billionen Fingerabdrücke“.

Die SchülerInnen lernen, experimentelle Abläufe genau zu beobachten und naturwissenschaftliche Phänomene zu erkennen und zu verstehen. Sie üben, im Team konzentriert und ausdauernd zu arbeiten sowie ihre Ergebnisse gemeinsam zu dokumentieren und zu besprechen.



AUFBAU & NUTZUNG

Der Experimeter besteht aus 3x4 Schritten. Um Forschen zu lernen, muss zuerst jeder Schritt einzeln geübt werden, einzelne Schritte werden danach in logischen Abfolgen zusammen gehängt. Wer die Kompetenzen für alle Schritte erlangt hat, kann ein Projekt von A-Z selbständig verwirklichen.

Der Experimeter ist visuell dargestellt (überfachliche Kompetenzen) und die Aufträge aus den ForschKisten (fachliche Kompetenzen) sind daran angeheftet. Damit können die Lehrpersonen auf verschiedenem Niveau einsteigen und den Schülerinnen und Schülern je nach Vorwissen verschiedene Aufträge anbieten. Zur Veranschaulichung gibt es einen kleinen Krimi „12 Billionen Fingerabdrücke“ mit dem die 12 Schritte praktisch durchgespielt werden.

1 ENTDECKEN

Zum Einstieg präsentieren wir Materialien, ein Phänomen, das die SuS erstaunt, das Beobachtungen zulässt und viele Fragen aufwirft: „was ist das?“ „was kann man damit wohl machen?“ Der Einstieg soll Neugierde wecken, zum Entdecken und Erfahren motivieren, die Kinder zum Entwickeln eigener Fragen ermutigen. Das kann eine Situation oder ein Gegenstand aus dem Alltag sein, ein Gefäss mit Pflanzen oder Bodenlebewesen, ein Bild oder ein narrativer „Anker“.
Wir können beispielsweise eine kurze illustrierte Geschichte zu einem Alltagsphänomen erzählen oder auch den Beginn eines Krimis, mit dem Ende: Lina ruft aufgeregt: „ich weiss warum…!“

Der Einstieg funktioniert am besten, wenn wir vom bereits vorhandenem Wissen der SuS ausgehen, die Vorkenntnisse, Erklärungen der Kids aufnehmen und wenn das Material oder Phänomen Vergleiche mit Vertrautem ermöglicht.

In einem Brainstorm können wir so viele Wege wie möglich sammeln: „auf wie viele Arten…“, „welche Möglichkeiten…“ „wozu könnte man das auch noch brauchen“ oder aber eine Beobachtungsphase einlegen, in der allgemeines Sprechverbot gilt.

2 BEOBACHTEN, BESCHREIBEN

In den Naturwissenschaften gehört das **Beobachten** zu den grundlegenden Arbeitsweisen. Beobachten ist mehr als „anschauen“, Beobachten heisst, ein Phänomen mit Hilfe aller Sinnesorgane wahrzunehmen, mit der Absicht, etwas Neues zu entdecken: wie fühlt es sich an? Macht es Töne? Riecht man etwas? Unter **Beschreiben** versteht man das geordnete Wiedergeben der Beobachtungsergebnisse. Dies kann in Form von Worten oder Bildern erfolgen.
Als Lehrperson soll man nicht zu früh Erklärungen anbieten, sondern vor allem auf das hören, was die SuS denken und danach Hilfestellung anbieten wo nötig.
Es ist ganz wichtig, schon zu diesem Zeitpunkt in der Klasse zu diskutieren, was eine Beobachtung (das, was ich wirklich sehe) und was eine Vermutung oder persönliche Meinung ist („ich habe gehört, dass…“ „diese Krabbeltiere sind hässlich“).

Nachfragen kann man mit „bist Du sicher?“ „woher weisst du das“?
Am Effektivsten ist es, wenn die SuS ihre Beobachtungen ins ForschHeft notieren und dann ihre wichtigste Aussage ausformulieren und auf ein Kärtchen schreiben. Daraus machen wir eine Auslegeordnung an WT, Steckwand oder auf dem Tisch/Boden.

3 FRAGEN STELLEN

Nun werden die notierten Beobachtungen und Vermutungen in Fragen umgewandelt: dieser sehr wichtige Schritt wird oft vernachlässigt!

Beispielsweise aus der Beobachtung „diese Fliege hat rote Augen“ entsteht die Frage: „haben alle Taufliegen rote Augen“? Die Fragen schreiben wir hinten auf das entsprechende Kärtchen. Es ist wichtig, den SuS mit dem Wording zu helfen, aber die Fragen selbst dürfen nicht von der LP kommen.

Danach ordnen und codieren wir die Fragen: Die Kärtchen können wir im Klassenverband sortieren, oder die SuS erhalten zum üben alle dieselben 6-8 Fragen. Sie schneiden die Fragen auseinander und versuchen, sie nach folgenden Kriterien zu ordnen:

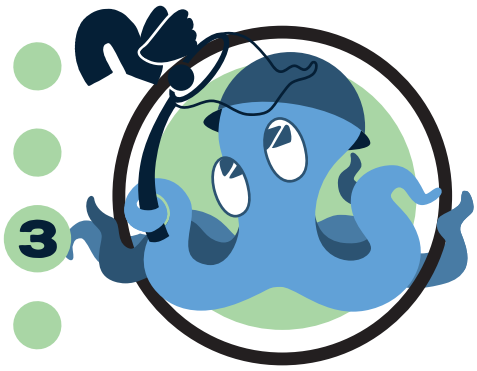
Die **N-Frage** kann man durch nachlesen (Buch/ Web) beantworten:

- Wie heisst die Art?
- Wie viele Arten gibt es?
- Wo lebt die Fliege in der Natur?

Die **U-Frage** kann man mit einer Untersuchung (Datensammlung) beantworten:

- Was geschieht, wenn …?
- Welche Nahrung fressen die Fliegen?
- Wie viele Nachkommen hat eine Fliegendame?

Dies ist unser gewünschter Fragetyp für mögliche Experimente!



4 FORSCHUNGSFRAGEN ERSTELLEN

Nun nehmen wir die U-Fragen genauer unter die Lupe: welche Fragen eignen sich für eine Forschungsfrage? Wo wird eine Antwortsuche schwierig?

Einer Forschungsfrage nachgehen heisst „Vermutungen anstellen, eine Voraussage machen“. Die *Hypothese* (Synonym) ist eine Annahme, die auch widerlegt werden kann. „ich **vermute**, dass das Ergebnis so herauskommen wird“ heisst also, ich sage das Ergebnis voraus, ohne es sicher zu wissen. Die Vermutung müssen wir erklären, begründen (weshalb denkst Du, dass es so ist, dass das Resultat so herauskommt?), sonst ist unsere Voraussage nur wildes Raten (…)

Jedes Team wandelt mindestens eine Frage in eine Forschungsfrage um mit den folgenden Auflage: Ich stelle keine „warum“ oder „wieso“-Frage – besser: was würde geschehen, wenn…?

Dies ist der schwierigste Schritt: vielleicht hilft der „Hypothesomat“, den man mit den Fragen füttern kann.

Die Forschungsfragen der Teams können wiederum auf Kärtchen im Kreis oder an der Tafel ausgelegt werden und in einer geheimen Abstimmung kann die beste Forschungsfrage eruiert werden.

Schritt 1-4

BEZUG ZU DEN GRUNDKOMPETENZEN LP 21

Die Kinder lernen das, was sie mit ihren Sinnen erfahren, in klare Worte zu fassen und aus den spannendsten Beobachtungen eigene Forschungsfragen zu formulieren. Dazu braucht es einen motivierenden Einstieg aus der Lebewelt der SuS mit Material, welches dazu motiviert, es genau zu untersuchen. Der Einstieg findet meist im Klassenverband statt
Die SuS beschreiben ihre Beobachtungen und die LP unterstützt mit geeigneten Fragen das genaue Wording und fördert so die lebendige Sprache. Ihre Beobachtungen schreiben die SuS in ihr Forsch-Heft.
Im nächsten Schritt lernen die SuS, wie sie ihre Beobachtungen in Fragen umzuwandeln können. Die notierten Fragen werden danach geordnet, ob man die Antwort einfach **nachschlagen** kann (N-Fragen) oder ob sie vielleicht mit einer **Untersuchung** beantwortet werden können (= Codierung).

Im letzten Schritt wird gezielt geprüft, ob sich die **U**-Fragen als Forschungsfragen eignen. Diese Forschungsfragen leiten uns danach zum gelben Trianten weiter – ein schwieriger und wichtiger Schritt!

Überfachliche Kompetenzen:

http://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=e|200|3

→ Methodische Kompetenzen – Sprachfähigkeit

→ Soziale Kompetenzen (Dialog- und Kooperationsfähigkeit)

5 VERSUCH PLANEN, HANDLING ÜBEN

Die Planung ist der umfangreichste Schritt, denn hier müssen wir alle Techniken üben sowie uns das Wissen aneignen, das wir für die Untersuchung brauchen.

Falls die SuS noch nie selbständig ein Experiment geplant haben, müssen wir zuerst eng führen, anleiten, einzelne Schritte immer wieder im Plenum besprechen. Mit jeder selbständigen Planung öffnet sich dieser Kreis mehr!

Die Planung kann in fünf Schritten mit entsprechenden Checkfragen durchgeführt werden:

1. **Teambildung und Rollenverteilung**
2. **Was muss ich dazu noch wissen?**
3. **Was muss ich können?**
4. **Vorgehen planen, Detailplanung Experiment**
5. **Vorbereitung der Versuchsanordnung**

6 DURCHFÜHREN UND PROTOKOLL

Wenn alle Punkte der Planung besprochen und ausgeführt sind, geht es an die Durchführung: „halte Deine Messungen, Deine Beobachtungen fest“.

Das Material steht komplett bereit, allen im Team ist klar, wie sie Hand in Hand arbeiten, wer wann was tut oder beobachtet und wie sie die Geräte handhaben. Die Teams dürfen sich gegenseitig nicht im Wege stehen und die Arbeitsflächen sollen von allen Gegenständen befreit werden, die nichts mit der Untersuchung zu tun haben, so dass der Fokus voll auf dem Geschehen liegt.

Das Protokollblatt ist so vorbereitet, dass ein Teammitglied die erhaltenen Werte einer Messung nur noch eintragen kann (vorbereitete Tabelle, Skizze, Foto).

*Achtung, das **Protokoll** ist KEIN Forschungsbericht, auf dem Protokoll werden die unmittelbaren Informationen aus dem Versuch festhalten: was man grad tut, beobachtet, zählt…*

7 WIEDERHOLEN, VERBESSERN

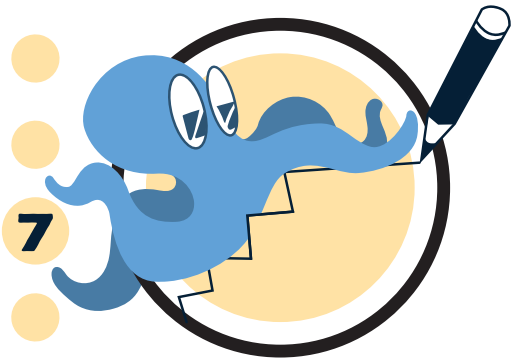
Wenn wir im Versuch etwas messen oder zählen, braucht es viele Wiederholungen, damit die Resultate etwas aussagen. Die SuS müssen lernen, keine Schlüsse aus einzelnen Resultaten zu ziehen, keine voreiligen Verallgemeinerungen zu machen. Mit einfachen Mitteln (z.B. wie oft muss man eine Münze werfen, bis Kopf zu 50% erscheint) können wir aufzeigen, wie wichtig Wiederholungen sind.

Die SuS müssen auch verstehen, dass ihre Resultate nicht brauchbar sind, wenn sie willkürlich dies und jenes im Versuchsaufbau ändern.

In unseren Schulversuchen ist das die häufigste und spannendste Art, eine Fragestellung zu untersuchen: wir ändern jeweils nur etwas Kleines (wissenschaftlich: eine Variable) und protokollieren sorgfältig, was sich verändert. Variablen für Pflanzenexperimente sind z.B: Licht, Wasser, Luft, Boden oder andere Lebewesen.

In der Gruppe diskutieren wir: Wo sind die Fehlerquellen? Was können wir besser machen? Worauf schauen wir genau?

Kontrollversuche durchzuführen ist für viele SuS eine Geduldfrage. Eventuell kann man Wiederholungen auf freiwilliger Basis machen, den Versuch z.B. zuhause nochmals probieren und überlegen: was ist jetzt anders als in der Schule?



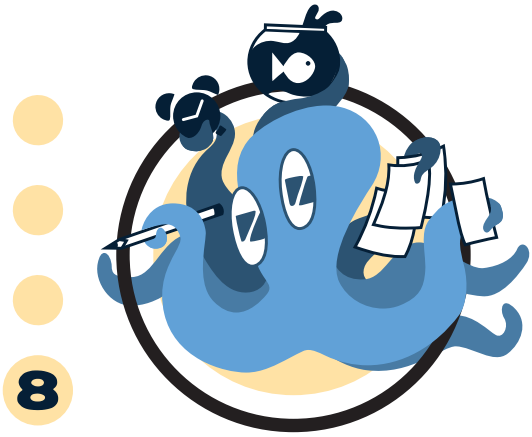
8 ERGEBNISSE AUSWERTEN

Nach den Versuchsdurchführung besprechen wir im Plenum: wie werte ich aus?

Möglicherweise haben die Teams zu dem Zeitpunkt ein ziemliches Durcheinander von Material, Notizen und Skizzen an ihrem Arbeitsplatz, dies gilt es als erstes zu **ordnen**. Da sie (hoffentlich) die Ergebnisse im Protokoll zeichnerisch oder schriftlich fest-gehalten haben, können wir nachprüfen, ob wir die Resultate verstehen können. Dazu müssen die Teams ihre Forschungsfrage nochmals laut vorlesen und diskutieren, ob sie mit ihren Resultaten ihre Vermutung beantworten können.

Die Ergebnisse werden danach in geeigneter Form **zusammengefasst** und **verglichen**: wo Zahlen festgehalten wurden, wird der Durchschnitt berechnet, werden mögliche Abweichungen festgestellt und das Resultat wird in Worten ausformulieret. Wer möchte, kann die Vorlage benutzen, die andern machen alles selber.

Hier üben wir, Tabellen und Grafiken mit Excel zu erstellen.
Ganz wichtig ist, die Auswertung streng vom nächsten Punkt „Deutung und Schlussfolgerung" zu trennen: die Auswertung enthält noch keine Wertung, keine persönliche Meinung, sondern nur Facts.



SCHRITT 5-8

BEZUG ZU DEN GRUNDKOMPETENZEN LP21

Wie können wir feststellen, ob unsere Hypothesen stimmen? Mit einem Experiment! Wir testen mit Messen, Zählen, Wägen und Beobachten unsere Voraussagen. Für die Planung, Vorbereitung und Durchführung stehen Checklisten zur Verfügung. IMMER vor dem Experimentieren wird das Handling, der Umgang mit Messgeräten und Materialien mit kleinen Aufgaben geübt.
Danach geht es ans Messen, Zählen, Schätzen, Ordnen … die Resultate kommen in die vorbereiteten Protokollblätter. Ganz wichtig ist, sich nach der Durchführung zu überlegen, ob sich die Forschungsfrage nun beantworten lässt: oft sind mehrere Durchläufe nötig und oft muss etwas am Experiment verändert werden.
Zum Schluss werden die Ergebnisse ausgewertet, d.h. die Resultate werden geordnet, verglichen, addiert u.a. und in geeigneter Form dargestellt.

Wichtig: Beim Experimentieren in der Schule wird der Schritt vom gelben zum roten Trianten meistens ausgelassen: die SuS führen ein Experiment nach Kochbuchrezept durch und lernen dadurch die wichtigsten naturwissenschaftlichen Konzepte und Methoden leider nicht kennen.
Wenn eine Klasse diese Art zu arbeiten noch nicht gewohnt ist, müssen die ersten Schritte relativ eng geführt werden und die Planung muss mehrfach auf Machbarkeit überprüft werden.

Überfachliche Kompetenzen:
http://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=e|200|3
Methodische Kompetenzen - Informationen nutzen und Aufgaben/Probleme lösen
Personale Kompetenzen, Selbstständigkeit: Schulalltag und Lernprozesse zunehmend selbstständig bewäl-tigen, Ausdauer
Soziale Kompetenzen - Dialog- und Kooperations-fähigkeit, Konfliktfähigkeit und Umgang mit Vielfalt

9 DEUTEN, SCHLUSSFOLGERN

Hier bringen die SuS ihre eigene Meinung ins Spiel, welche sich nicht mit jener der KollegInnen decken muss.

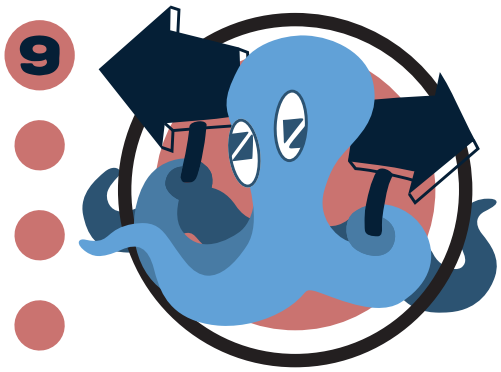
Sinn und Zweck ist, das Resultat zu verstehen (hinterfragen) und zu erklären.

Ganz wichtig ist hier nochmals der **Rückbezug zur Forschungsfrage**: kann ich mit meinen Resultaten meine Forschungsfrage beantworten? Manchmal merken die SuS bei diesem Schritt, dass sie zwar schöne Resultate haben, dass diese aber nicht wirklich eine Antwort auf ihre Frage liefern. Falls das geschieht, wird dies hier diskutiert und eine Erklärung gesucht, weshalb das geschehen ist.

Nützliche Hilfestellungen (passende Fragen für die SuS) finden sich im begleitenden Beispiel.

Drei Hinweise für die LP:

- Um vorschnellem Urteilen und Bestätigen nach ersten Beobachtungen vorzubeugen, bewährt es sich meist, Gegenbeispiele bereitzustellen! In einer letzten Phase kann das durch die SuS selber geschehen.
- Manchmal ziehen die SuS Schlüsse über Ursache und Wirkung, obwohl gar nicht klar ist, was die Ursache und was die Wirkung ist.
- Oft werden die Ergebnisse so gedeutet, wie die eigenen Erwartungen sind – das sollte man ansprechen.



10 DISKUTIEREN, ARGUMENTIEREN

Nun werden die Abläufe und Ergebnisse der Experimente besprochen. Die Schüler/innen erzählen, was sie herausgefunden haben, sie beschreiben ihre Ergebnisse und erklären die Zusammenhänge, suchen Begründungen und geben ihrer Begeisterung Ausdruck.

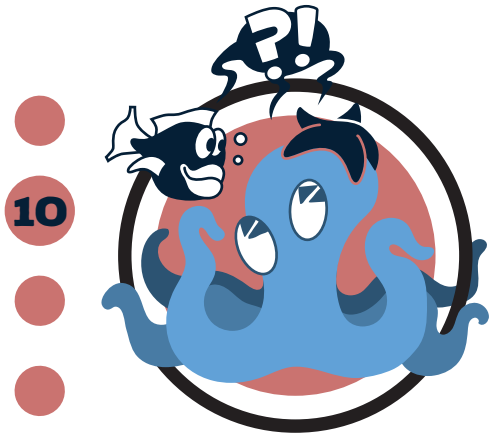
Vielleicht tauchen völlig neue Fragen auf, die besprochen werden müssen.

Diese Phase in der Gruppe dauert in der Regel so lange, bis alle SuS für sich zu einer befriedigenden Erklärung gekommen sind.

Eine gute Kommunikation ist mitunter das Wichtigste in der Forschungswelt, die SuS sollen sich zu nicht nur innerhalb des Teams sondern auch im Plenum austauschen. Diese Treffen (Klassenkonferenz oder ForschRat) können im Sitzkreis oder an den Arbeitsplätzen stattfinden.

Das offene Gespräch zeigt auch gleichzeitig, was die SuS gelernt und verstanden haben.

Ein ganzer Korb guter Satzanfänge (für SuS und LP) für die Diskussion wird in der „Werkzeugkiste“ zur Verfügung gestellt.



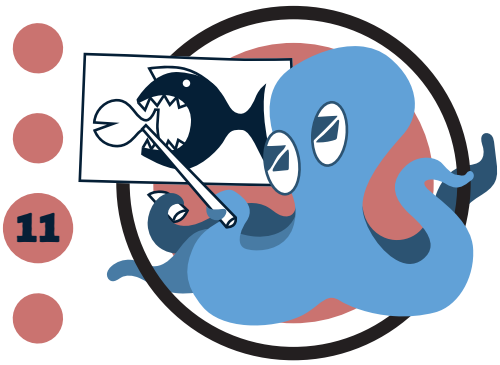
11 DARSTELLEN, BERICHTEN

Ein Forschungsbericht enthält folgende Punkte:

1. Wie heisst der Versuch (Titel)?
2. Name
3. Datum
4. Meine Vermutung (Forschungsfrage)
5. Welches Material brauche ich für das Experiment?
6. Wie bereite ich das Experiment vor?
7. Wie führe ich das Experiment durch? Welche Möglichkeiten gibt es? Was mache ich?
8. Ergebnis (in Worten, als Grafik, als Zeichnung): Was beobachte ich dabei? Was entdecke ich?
9. Diskussion (Ergebnisse diskutieren und weiterdenken) Was kann ich mit dieser Erkenntnis machen? Wo ist es auch noch so?

Die ForschTeams präsentierten ihre Arbeit auf einem Poster – Wahlweise kann das auch eine Ppt-Präsentation oder ein Webauftritt sein.

Hinweise zur Gestaltung von Postern finden sie ebenfalls in der „Werkzeuakiste“



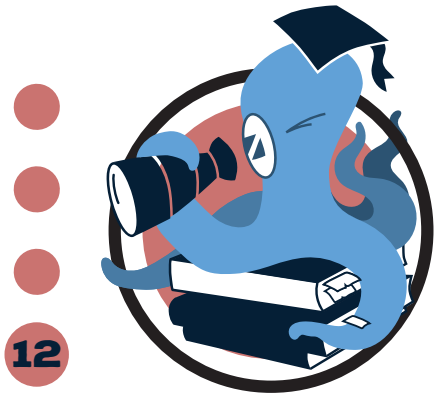
12 REFLEKTIEREN, WEITERDENKEN

Am Ende einer Lerneinheit oder einer längeren Arbeitsperiode werden die SuS dazu animiert, Arbeitsrückschau zu halten. Oft reicht es, für Notizen im Vorfeld Platz am Blattrand des ForschHefts auszusparen.
Das Ziel ist, dass die SuS feststellen, was sie gelernt haben. So lernen sie ihre eigenen Stärken und Schwächen besser kennen.

Wir wissen wohl alle, dass es nicht einfach ist, eine gehaltvolle Arbeitsrückschau zu liefern. Mit passenden Satzanfängen fällt es leichter, z.B.:
Was mich bei der Untersuchung überrascht hat…
Eine neue Frage, die ich nun habe, lautet:
Ich möchte noch mehr über … herausfinden

- Ich bin verwirrt über…
- Heute habe ich gelernt, dass…
- Das habe ich richtig gut verstanden:

Weitere Beispiele finden sich ebenfalls in der Werkzeugkiste.



SCHRITT 9 -12

BEZUG ZU DEN GRUNDKOMPETENZEN LP21

Methodische Kompetenz: **Sprachfähigkeit**

Im roten Trianten wird viel diskutiert, hier kommt die persönliche Meinung und Haltung der Teams und der einzelnen SuS zur Geltung. Zuerst diskutieren die einzelnen Teams darüber, ob ihre Resultate stimmen und ihre Auswertungen Sinn machen. Sie suchen Erklärungen für die Resultate und fragen sich, ob ihre Hypothese nun beantwortet ist, respektive, ob Ihre Behauptung oder Vermutung stimmt oder ob sie falsch war.

Wiederum notieren die SuS alles was sie besprechen und herausfinden ins ForschHeft. Danach trifft sich der Klassenverband, jede Gruppe stellt ihre Forschungsarbeit kurz vor, erwähnt Resultate und ihre Deutung. Diskussion frei!

Die Wissenschaftler schreiben immer einen Forschungsbericht, um ihre ganze Arbeit der Öffentlichkeit vorzustellen. Wie das gemacht wird, steht in (11).

Zum Schluss setzt sich jeder SuS nochmals für sich alleine hin und überlegt sich, was er/sie persönlich gelernt hat, wie es in der Gruppe funktioniert hat, was er/sie das nächste Mal anders machen würde u.a.

Überfachliche Kompetenzen:

http://v-ef.lehrplan.ch/index.php?code=e|200|3

- **personale Kompetenzen**: Eigenständigkeit: Eigene Ziele und Werte reflektieren und Verfolgen, Selbstreflexion: Eigene Ressourcen kennen und nutzen
- **Soziale Kompetenzen**: Dialog- und Kooperationsfähigkeit, Konfliktfähigkeit

Selbsttätigkeit der SuS

Nötiges Wissen selber holen

Die SuS werden oft beauftragt, selber nach einer Antwort zu suchen.
Ganz wichtig: die Lehrperson muss nicht jede Schülerfrage beantworten können! Die Schüler/innen werden beauftragt, bei der „Antwortsuche“ zu helfen und selber in der Schule oder zu Hause nachzusehen. Dies braucht Zeit, bis es klappt: hier helfen die Wissenskarten und die Lernfilme, die fester Bestandteil der ForschKisten sind.

Das ForschHeft

Die SuS führen ein Forschungsheft: indem sie darüber nachdenken, was sie schreiben, reflektieren sie ihre Vorstellungen

Das ForschHeft ist fester Bestandteil jeder Forscharbeit, es begleitet die Schülerinnen und Schüler durch den gesamten Lern- und Arbeitsprozess. Alle Beobachtungen, Fragen, Protokolle, Erfahrungen, Probleme und Lösungsansätze halten sie in diesem Heft fest.

- Immer wenn etwas aufgeschrieben werden soll: anregen, dass dies die Paare gemeinsam statt alleine tun!
- Die SuS dazu motivieren, Bilderbücher zu naturwissenschaftlichen Themen anzulegen: mit Fotos, Zeichnungen und kurzen Texten.
- Es wird mehr geschrieben, wenn wir uns fragen: „was haben wir gelernt““ statt: „was haben wir gemacht?“