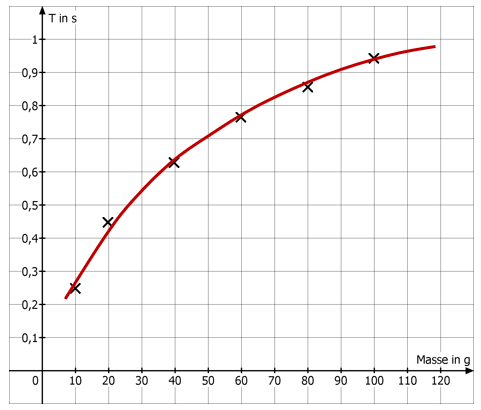
**Infoblatt und Stundenablauf**

**Sachanalyse und allgemeine Bemerkungen:**

Neben dem Messen sowie dem Erstellen und Auswerten von Diagrammen, werden die Schülerinnen und Schüler (SuS) hier in einigen Stationen nichtlineare Zusammenhänge kennen lernen.   
Gerade bei solchen Zusammen­hängen sind Diagramme mit Ausgleichskurven hilfreich, um Zwischenwerte zu ermitteln. In der Schule werden solche Ausgleichkurven mit Augenmaß erstellt, und zwar so, dass sie einen in der Regel glatten Verlauf haben (präziser gesagt: stetig differenzierbar sind) und zu den Messpunkten im Mittel gut passen. Letzteres wird oft mit der groben Faustregel beschrieben, dass ca. 1/3 der Punkte über der Kurve, ca. 1/3 unter der Kurve und ca. 1/3 ziemlich nahe bei oder auf der Ausgleichkurve liegen.   
  
Beispiel: Ausgleichskurve zur Periodendauer eines Federpendels



Hier ist bewusst von Ausgleichkurven die Rede, da absichtlich mehrere Zusammenhänge in diesem Modul nichtlinear sind. Beim Gummiband aus Station 1 ist z.B. die Verlängerung nicht proportional zur angehängten Masse - zumindest, wenn ein ausreichend großer Parameterbereich untersucht wird.   
Auch in den Stationen 3 und 5 ergibt sich kein linearer Zusammenhang. Bei Station 3 ist dies umso deutlicher, je stärker der verwendete Becher von einer zylindrischen Form abweicht.

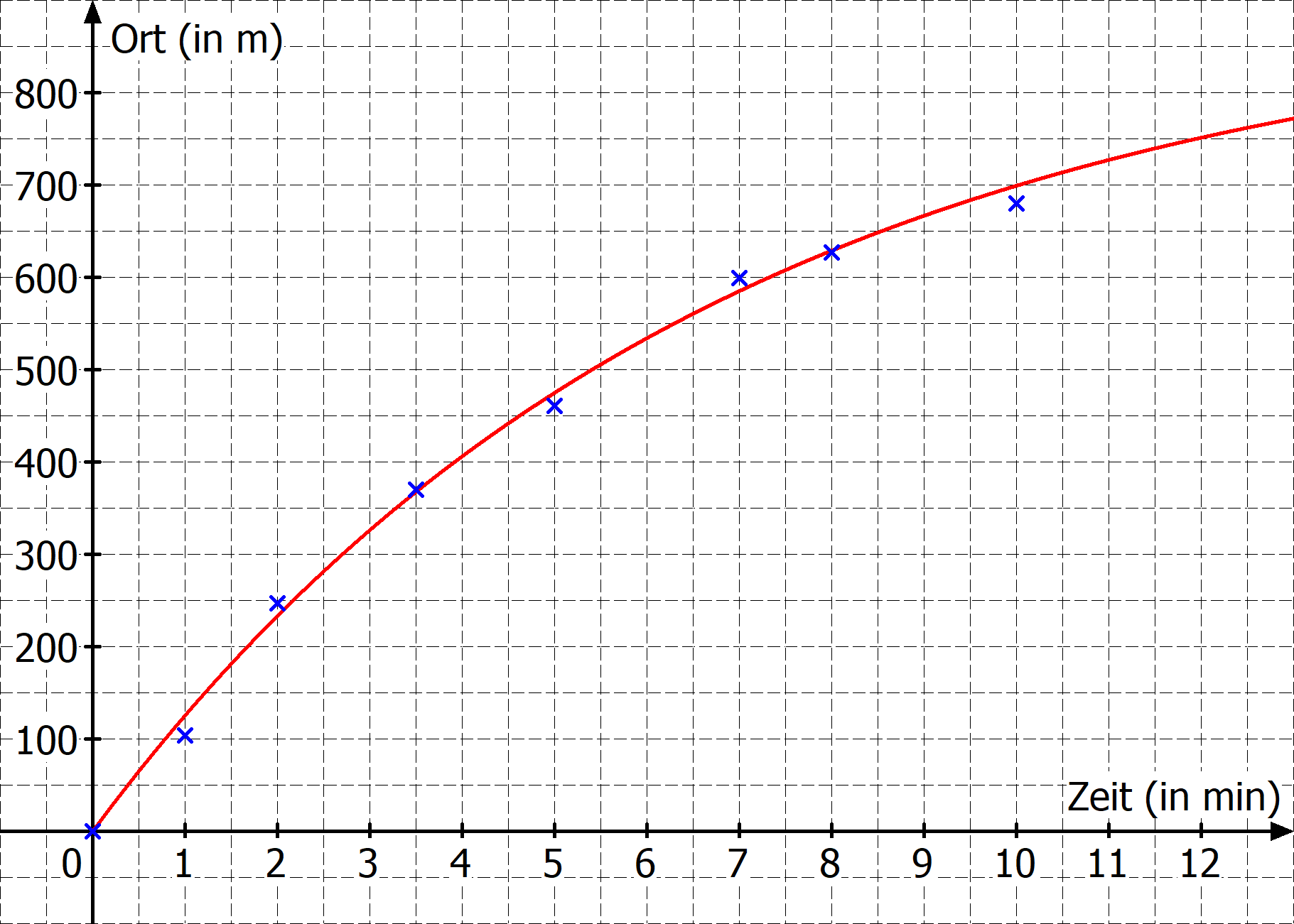
Probieren Sie in der Vorbereitung alle Versuche ausführlich aus und erstellen Sie eigene Diagramme. Falls nötig bitte in Station 1 weitere Gummibänder austesten, damit sich eine deutliche Abweichung von einem linearen Zusammenhang ergibt. Ermutigen Sie später die SuS, Abweichungen von geradlinigen Diagrammen zu akzeptieren und, wo angebracht, gekrümmte Ausgleichskurven zu zeichnen. Eventuell müssen Sie einzelne Werte der Arbeitsblätter (vor allem bei den Aufträgen f) und g)) an die von Ihnen genutzten Materialien anpassen.

**Zeitbedarf:**

Dieses Modul benötigt ca. 120 Minuten Zeit. Wie viel Zeit genau, hängt unter anderem vom experimentellen Geschick der SuS und der Gruppengröße ab. Es empfiehlt sich zunächst von ca. zwei Einzelstunden auszugehen und als Reserve z.B. Rätsel oder kleine Rechenspiel auszusuchen. Da die SuS unterschiedlich schnell vorankommen werden, empfiehlt es sich, für schnelle Gruppen eine weitere Aufgabe (z.B. das Material zu einer der anderen Stationen) vorbereitet zu haben.

**Stundenverlauf**

**1) Vorbereitungen zu den Experimenten (ca. 20 Min.):**

Zum Stundeneinstieg wird motiviert, dass Diagramme hilfreich sind, um Messergebnisse und anderen Informationen übersichtlich darzustellen. Dazu kann als Beispiel das Diagramm zu Christinas Schulweg dienen (vgl. Blatt „Beispieldiagramm“).

Anhand der Frage, an welchem Ort Christina nach 6 min war, lässt sich erkennen, dass es vorteilhaft ist, nicht nur die gemessenen Werte, sondern auch eine Ausgleichkurve einzuzeichnen. Das Vorgehen dazu wird nun gemeinsam besprochen und alle zeichnen eine Ausgleichkurve ein.

Hier bietet sich die Gelegenheit, die SuS Fragen stellen zu lassen, die man mit Hilfe der Ausgleichgerade beantworten kann.

Anschließend wird als Vorbereitung für die folgenden Experimente der Weg vom Experiment zum fertigen Diagramm besprochen:

* Messwerte in einer Tabelle festhalten
* passende Achseneinteilung für das Diagramm wählen
* Messpunkte mit Kreuzchen (!) eintragen
* Ausgleichskurve einzeichnen, die die Schwankungen bzw. Ungenauigkeiten der einzelnen Messwerte ausgleicht.

Je nach Zeit und Mkid-Gruppe kann an dieser Stelle thematisiert werden, dass man genauere Ergebnisse erhält, wenn man mehrfach (z.B. drei- oder viermal) misst und den Mittelwert als Ergebnis verwendet. Dann kann diese Strategie bei den folgenden Experimenten (außer bei Station 5) verwendet werden, um bessere Ergebnisse zu erhalten.   
Tipp: Halten Sie sich hier aber nicht zu lange auf, die Messungen sollen auf jeden Fall in der Stunde fertig werden.

**2) Messungen (ca. 40 Min.):**

Sicherheitshinweise (vgl. Blatt Experimente) den SuS mitteilen und im Blick behalten.

Fragen Sie die Gruppen nach ihren Plänen zum Vorgehen bei den Messungen und loben Sie gute Ideen oder stellen Sie Fragen zu weiteren Details. Je nach Station und Gruppe ist es auch geschickt, die SuS auf manche der Tipps bzw. Tricks aus dem Blatt Experimente zu lenken.

Wenn Sie das mehrfache Messen inkl. Mittelwertbildung nicht besprochen und vereinbart haben, wird für die Messungen vermutlich weniger Zeit als angegeben benötigt und die Gruppen werden schon in die Auswertungsphase übergehen.

Planen Sie (spätestens am Stundenende) ca. 5 min zum Wegräumen der Experimente ein.

**3) Auswertungsphase (ca. 25 Min.):**

Die SuS sollen zunächst entlang der Teilaufträge auf dem Arbeitsblatt die Diagramme erstellen und die Vorhersagefragen beantworten. Für die spätere Zuordnungsrunde soll jede Gruppe auch ein „anonymes“ Diagramm ohne Titel und ohne Achsenbeschriftung erstellen, das nur durch einen zufälligen Buchstaben, der den Gruppen von Ihnen zugeordnet wird, gekennzeichnet wird.

**4) Zuordnung fremder Diagramme zu den Stationen (ca. 30 Min.):**

Zunächst müssen die Stationen inklusive ihres Namens kurz vorgestellt werden, damit alle SuS wissen, was an welcher Station gemessen wurde. Dazu empfiehlt es sich eine Übersicht der verwendeten Stationsnamen, ggf. zusammen mit einer erläuternden Abbildung, zu projizieren. Anschließend werden die „anonymen“ Diagramme projiziert und die SuS notieren sich ihre Idee für eine Zuordnung zu den Stationen.

Hier können die Gruppen, wenn es genügend Gruppen gibt und wenn gewünscht, in einem kleinen Spiel gegeneinander antreten. Dann wir gezählt, wie viele Diagramme die Gruppenmitglieder richtig zugeordnet haben, und es gewinnt die Gruppe mit dem meisten Richtigen. Bei Punktegleichheit kann in einer „Buzzer-“runde zu einem Diagramm eine Frage gestellt werden, die von der Gruppe, die sich zuerst vollständig meldet, umgehend beantwortet werden muss.

In der nun folgenden genaueren Diskussion werden Besonderheiten der einzelnen Diagramme gesucht und möglichst genau beschrieben. Geben Sie den SuS dabei Hilfen: Lassen Sie zunächst je-desto-Aussagen formulieren. Anschließend können genauere Beschreibungen folgen (z.B. das Diagramm steigt gleichmäßig / steigt anfangs stärker / steigt für größerer … stärker als für kleinere … / etc.)

Im nächsten Schritt sollen die SuS versuchen zu erläutern, was die Besonderheiten eines Diagramms für das zugehörige Experiment bedeuten.

Dieses Training des Verbalisierens von Zusammenhängen zwischen Größen ist durchaus anspruchsvoll und soll lediglich propädeutisch in das genaue Beschreiben von Abhängigkeiten einführen. Wenn im Gespräch an einzelnen Stellen SuS eine treffende Begründung für den im Diagramm dargestellten Zusammenhang der Größen einer Station gelingt, loben Sie die Begründung und ergänzen Sie eventuell weitere Erläuterungen, damit alle die Begründung nachvollziehen können. Es müssen und sollen aber keinesfalls zu allen Stationen Begründungen der Zusammenhänge gesucht werden. Diese sind bei manchen Stationen ziemlich komplex.

**Experimente: Materialien und Hinweise**

**Allgemeine Hinweise:**

* Einzelne Stationen können gedoppelt oder weggelassen werden. Hier können Sie sich auch nach der Materialverfügbarkeit in der Physiksammlung (für Station 1 und 2 Physiklehrkräfte fragen) richten.
* Im Extremfall könnten auch alle Gruppen das gleiche Thema (z.B. Station 5) bearbeiten. Dann entfällt die Abschlussrunde, in der die fremden Diagramme den verschiedenen Experimenten zugeordnet werden.

**Station 1: Verlängerung eines Gummibands**

Muffe

Material:

Gummibänder (z.B. für den Haushalt), Tischklemme, Stativstangen, Muffen, ggf. Klemme zum Befestigen des Gummibands, 1 Satz Massestücke mit Haken zum Einhängen in das Gummiband (z.B. 8 x 25 g/ 50 g oder Wägesatz ohne die großen Massenstücke), Meterstab oder langes Lineal

Sicherheitshinweise:

Stabile Befestigung des Stativmaterials am Tisch prüfen; Massestücke vorsichtig anhängen und dabei nicht am Massestück ziehen, sonst könnte dieses durch den Raum geschleudert werden; SuS nur mit kleinen Massen experimentieren lassen (schwere Fußverletzungen möglich beim Absturz von z.B. einem 1 kg-Massenstück)

Hinweise:

Hinreichend „weiches“ Gummiband wählen, das durch eine Masse von ca. 250 g deutlich gedehnt wird. Die SuS müssen die Position ohne angehängtes Massestück messen und später Differenzen bilden oder es wird eine Markierung für die Position ohne Massestück am Stativ angebracht.

**Station 2: Verlängerung einer Feder**

Material:

Spiralfeder, Tischklemme, Stativstangen, Muffen, ggf. Klemme zum befestigen des Gummibands, 1 Satz Massestücke mit Haken zum Einhängen in die Spiralfeder (z.B. 8 x 25 g/ 50 g oder Wägesatz ohne die großen Massenstücke), Meterstab oder langes Lineal

Sicherheitshinweise:

Stabile Befestigung des Stativmaterials am Tisch prüfen; Massestücke vorsichtig anhängen und dabei nicht am Massestück ziehen, sonst könnte dieses durch den Raum geschleudert werden; SuS nur mit kleinen Massen experimentieren lassen (schwere Fußverletzungen möglich beim Absturz von z.B. einem 1 kg-Massenstück!)

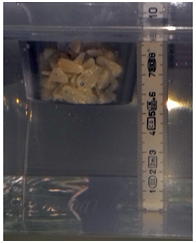
Hinweise:

Hinreichend „weiche“ Spiralfeder wählen, die durch eine Masse von ca. 250 g deutlich gedehnt wird.

Die SuS müssen die Position ohne angehängtes Massestück messen und später Differenzen bilden oder es wird eine Markierung für die Position ohne Massestück am Stativ angebracht.

**Station 3: Beladen eines „Schiffs“**

Material:



Transparentes Kunststoffbox (min. 15 cm x 20 cm mit 15 cm Höhe) am besten mit mindesten einer ebenen Wand (leichteres Ablesen am Meterstab unter Wasser); Wasser; Papier zum Aufwischen; Plastikbecher als „Schiff“ (Tipp: im Supermarkt finden Sie oft Fertigdesserts in Bechern, die deutlich von einer Zylinderform abweichen, notfalls reicht auch ein möglichst konisch zulaufender Trinkbecher); ca. 400 g Kieselsteine (Dekosteine aus Möbel-, Bau- oder Blumenmärkten); Waage; Meterstab oder langes Lineal

Hinweise:

Für eine gleichmäßige Beladung und eine stabile Lage die Kieselsteine durch leichtes Schütteln verteilen.

Verschüttetes Wasser und nasse Gegenstände sofort trockenwischen lassen.

**Station 4: Durchbiegen eines Regalbretts**

Material:

Sperrholzbrett 5 mm dick, ca. 20 cm x 100 cm (Bau­markt); 2 Kisten oder ähnliches als Auflagen für das Brett; Bücher (oder anderes) als Lasten; Waage; Meterstab oder Lineal

Sicherheitshinweise:

Auf stabile Auflagen für das Brett achten, die im Versuch nicht zur Seite rutschen.

Aufbau mittig auf dem Tisch, um Herabfallen der Brettlast auf die Füße zu vermeiden.   
Achtung: Splitter, falls das Holz wider Erwarten brechen sollte.

Hinweise:

Die SuS müssen zunächst die Position ohne aufgelegte Bücher messen und später Differenzen bilden.

Die Beladung und die Messung sollen stets an der gleichen Position in der Mitte stattfinden.

**Station 5: Entleeren eines Schwimmbads/einer Wasserflasche**

Material:

Wasserflasche aus Kunststoff, die möglichst zylindrisch ist) und in die unten seitlich ein kleines Loch (ca. 4 mm Durchmesser) gebohrt wurde; auch in den Deckel der Flasche ein Loch bohren; Waschbecken oder Kunststoff­box (ca. 30 cm x 20 cm und 15 cm hoch) als Wasser­auffangbehälter; Kiste oder Box auf der ggf. die Flasche steht; Wasser; Papier zum Aufwischen; Stoppuhr oder Timer; abwaschbarer Folienstift; Meterstab oder Lineal

Hinweise:

Fließt das Wasser zu schnell aus, kann das Loch mit Klebefilm wieder teilweise verschlossen werden.

Die Flasche gut festhalten, damit das Wasser beim Markieren des Wasserstands nicht herum schwappt.

Tipp zum Vorgehen: Verschließt man nach 10 s Auslaufzeit mit dem Finger das Loch im Deckel der Flasche, fließt kein Wasser mehr aus und der Wasserstand kann in Ruhe markiert werden. Danach wird das Loch im Deckel wieder für 10 s freigegeben und der Vorgang wiederholt sich.

**Didaktischer Kommentar**

**Idee des Moduls:**

In diesem Modul arbeiten die Schülerinnen und Schüler (SuS) in kleinen Gruppen von zwei oder max. drei Personen an unterschiedlichen Fragestellungen. Zu den Experimenten werden Diagramme mit Ausgleichskurve erstellt und im Anschluss verwendet, um weitere Fragen zu beantworten.

Zum Abschluss dient ein kleiner „Rate“-wettbewerb dazu, die Diagramme der verschiedenen Aufgaben miteinander zu vergleichen und Besonderheiten einzelner Diagramme im Unterrichtsgespräch hervorzuheben. Dazu werden die Diagramme anonymisiert und allen SuS vorgelegt, die versuchen sollen, jedem Diagramm eine der Aufgaben zuzuordnen. Für richtige Zuordnungen werden Punkte vergeben. Zusätzlich sollen sich alle eine Begründung für ihre Zuordnungen überlegen.

**Ziele:**

In diesen Experimenten geht es um eine zentrale Methode der Naturwissenschaften: Zu verschiedenen Fragestellungen werden aus Messwerten Diagramme inklusive Ausgleichskurve erstellt. Anschließend werden die Ausgleichskurven genutzt, um Vorhersagen für Werte zu treffen, zu denen keine Messwerte vorliegen. Gleichzeitig wird auch das quantitative Messen trainiert, einschließlich der Methode, den gleichen Wert ggf. mehrmals zu messen und dann den Mittelwert zu verwenden.

Die SuS werden je nach Schulcurriculum dieses Vorgehen am Anfang der 7. Klasse im Physikunterricht bereits kennengelernt haben – häufig am Beispiel der Periodendauer eines Pendels. Fragen Sie die Physiklehrkräfte der Klasse 7, ob nennenswerte Vorkenntnisse vorhanden sind oder ob Sie hier mit den SuS etwas Neues üben. In beiden Fällen sollten Sie davon ausgehen, dass die Aufgabe für die SuS anspruchsvoll ist und Sie langsam vorgehen müssen. Sie sollten daher die verschiedenen Schritte und „Tricks“ mit den SuS besprechen, bevor die tatsächlichen Messungen oder Auswertungen beginnen.

In den Naturwissenschaften sind Experimente in der Regel hypothesengeleitet. Das heißt, bereits vor der Durchführung des Experiments gibt es eine Vermutung oder Hypothese, die anschließend mit dem Experiment geprüft wird. Daher sollen die SuS vor dem Experimentieren Vermutungen zum Verlauf der Diagramme äußern und diese nach dem Experiment bewerten. Die entsprechenden Vorhersagen werden unter der Überschrift „Hypothesen“ notiert und nach dem Versuch unter „Bewertung der Hypothesen“ schriftlich bewertet. Manche SuS müssen ermuntert werden, ihre Hypothesen aufzuschreiben, da sie nichts „Falsches“ oder „Ungesichertes“ aufschreiben wollen. Es sollte daher geklärt werden, dass es vor dem Experiment kein richtig oder falsch gibt. Erst nach dem Versuch wird überprüft, ob das Experiment die Hypothese bestätigt oder der Hypothese widerspricht.

**Wichtige Aspekte und Herausforderungen:**

* Sorgfältiges experimentelles Arbeiten
* Beachten, dass außer einem Parameter nichts am experimentellen Aufbau geändert werden darf.
* Messwertepaare in einer übersichtlichen Tabelle aufschreiben
* Überlegen, wie man die gesuchten Werte am besten messen kann
* Den gleichen Wert mehrfach messen (z.B. dreimal) und anschließend den Mittelwert bilden, um ein genaueres Ergebnis zu erhalten.
* Achsen des Koordinatensystems mit Größe und Einheit beschriften sowie eine sinnvolle Skalierung der Achsen wählen.
* Wertepaare in einem Koordinatensystem eintragen.
* Nicht die Messpunkte mit einem Streckenzug verbinden, sondern eine Ausgleichskurve eintragen: Die Kurve verläuft damit nicht durch alle Messpunkte – es werden i.d.R. ein paar Werte über bzw. unter der Kurve liegen.
* Gesuchte „Zwischenwerte“ an der Ausgleichskurve ablesen.

**Christinas Schulweg**

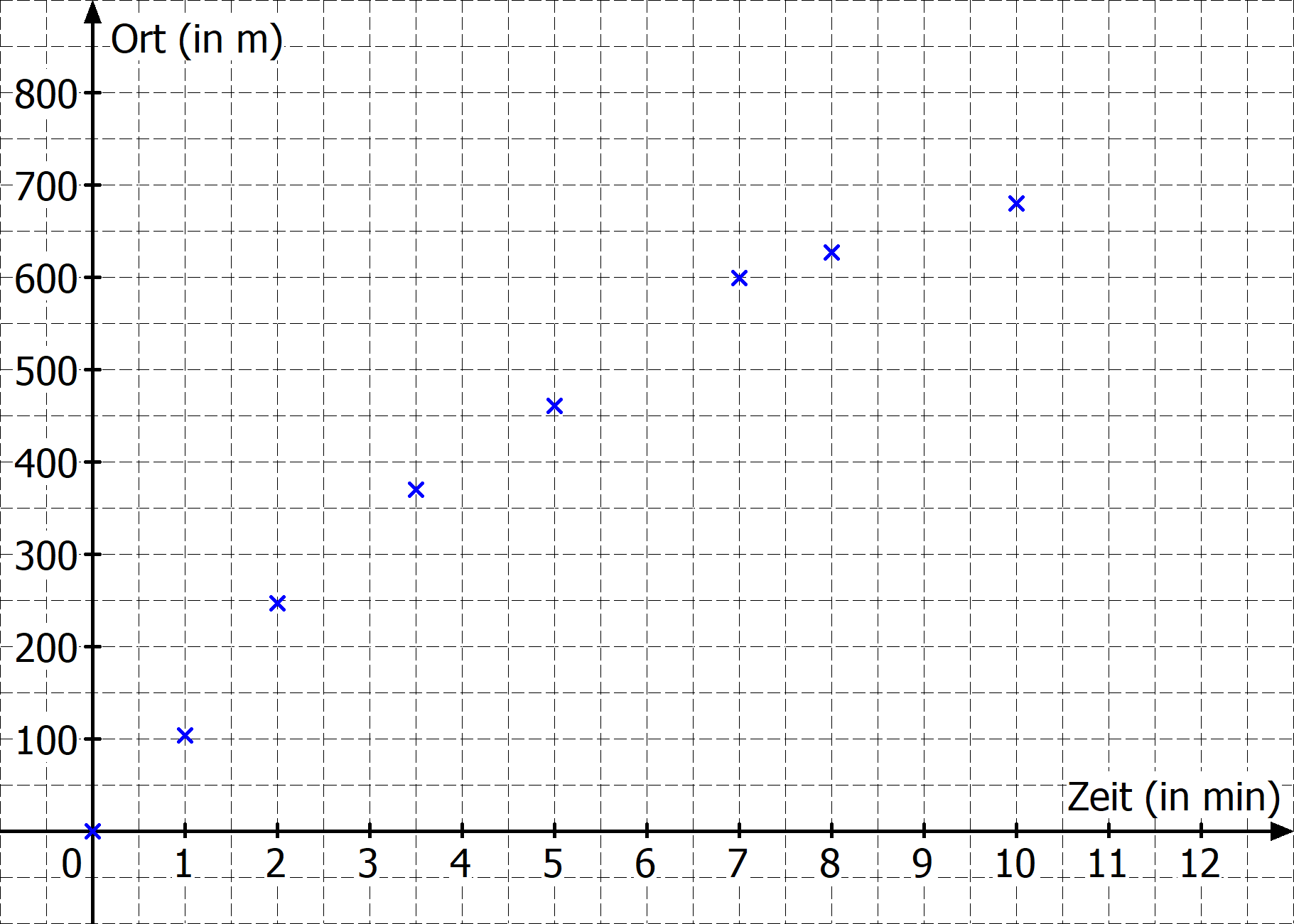
Christina hat für ihren Schulweg ein Diagramm erstellt, in den sie zu verschiedenen Zeitpunkten eingetragen hat, an welchem Ort sie sich befunden hat. Um Zeitpunkt und Ort angeben zu können, hat sie von einer App auf dem Smartphone jedes Mal die Zeit seit dem Start und die Entfernung vom Startpunkt abgelesen und in einer Tabelle notiert.

# **Tabelle mit den Messwerten:**

# 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Zeit** (seit dem Start) | 0 min | 1 min | 2 min | 3,5 min | 5 min | 7 min | 8 min | 10 min |
| **Ort** (Entfernung vom Startpunkt) | 0 m | 104 m | 247 m | 370 m | 461 m | 599 m | 627 m | 680 m |

# **Diagramm mit den Messwerten:** Messwerte als Kreuzchen eingetragen



* An welchem Ort war Christina nach 6 min?
* **Lest zuerst den gesamten Text zu eurer Station durch.** Geht danach schrittweise vor.
* **Seid vorsichtig beim Experimentieren.** Achtet darauf, dass nicht kaputt geht oder vom Tisch fällt. Beachtet alle Hinweise bei euren Experimenten.

**Station 1: Verlängerung eines Gummibands**

Wenn man einen Gegenstand an ein Band hängt, dehnt sich das Band. Oft ist die Verlängerung des Bands so klein, dass man sie nicht sehen kann. Bei einem Gummi­band ist die Verlängerung des Bands aber deutlich größer und gut sichtbar. Wie die Verlängerung von der angehängten Masse abhängt, sollt ihr genauer untersuchen.

a) Notiert Vermutungen zum Zusammenhang zwischen angehängter Masse und Verlängerung des Gummibands.

b) Klärt zuerst, wie ihr das Gummiband sicher befestigen wollt und wie ihr die Verlängerung (nicht die Länge) des Gummibands möglichst **genau** messen könnt.  
**Sicherheitshinweis:** Nicht am Gummiband ziehen, das angehängte Massestück könnte sonst durch den Raum geschleudert werden und jemanden verletzen.

c) Messt für mindestens acht verschiedene angehängte Massen die Verlängerung des Gummibands. Messt vorsichtshalber jede Verlängerung ein zweites Mal oder drittes Mal, um sicher zu sein, dass der Wert stimmt. Tragt die Wertepaare in eine Tabelle ein.

d) Stellt eure Ergebnisse in einem Diagramm dar und zeichnet anschließend eine Ausgleichskurve ein.

e) Bewertet eure anfangs notierten Vermutungen: Notiert zu jeder Vermutung, ob das Experiment sie bestätigt oder widerlegt hat.

*Vorhersagen mit dem Diagramm treffen:*

f) Für ein Kleinkinderspielzeug soll eine Holzfigur mit der Masse 172 g an dem Gummiband befestigt werden. Wie stark wird sich das Gummiband dadurch verlängern?

g) Welche Masse darf die angehängte Figur maximal haben, wenn sich das Gummiband höchstens um 6,5 cm verlängern soll?

* **Lest zuerst den gesamten Text zu eurer Station durch.** Geht danach schrittweise vor.
* **Seid vorsichtig beim Experimentieren.** Achtet darauf, dass nicht kaputt geht oder vom Tisch fällt. Beachtet alle Hinweise bei euren Experimenten.

**Station 2: Verlängerung einer Spiralfeder**

Wenn man einen Gegenstand an ein Band hängt, dehnt sich das Band. Oft ist die Verlängerung des Bands so klein, dass man sie nicht sehen kann. Bei einer Spiralfeder ist die Verlängerung der Feder aber deutlich größer und gut sichtbar. Wie die Verlängerung von der angehängten Masse abhängt, sollt ihr genauer untersuchen.

a) Notiert Vermutungen zum Zusammenhang zwischen angehängter Masse und Verlängerung der Feder.

b) Klärt zuerst, wie ihr die Feder sicher befestigen wollt und wie ihr die Verlängerung (nicht die Länge) der Feder möglichst **genau** messen könnt.  
**Sicherheitshinweis:** Nicht an der Feder ziehen, das angehängte Massestück könnte sonst durch den Raum geschleudert werden und jemanden verletzen können.

c) Messt für mindestens acht verschiedene angehängte Massen die Verlängerung der Feder.   
Messt vorsichtshalber jede Verlängerung ein zweites Mal oder drittes Mal, um sicher zu sein, dass der Wert stimmt. Tragt die Wertepaare in eine Tabelle ein.

d) Stellt eure Ergebnisse in einem Diagramm dar und zeichnet anschließend eine Ausgleichskurve ein.

e) Bewertete eure anfangs notierten Vermutungen: Notiert zu jeder Vermutung, ob das Experiment sie bestätigt oder widerlegt hat.

*Vorhersagen mit dem Diagramm treffen:*

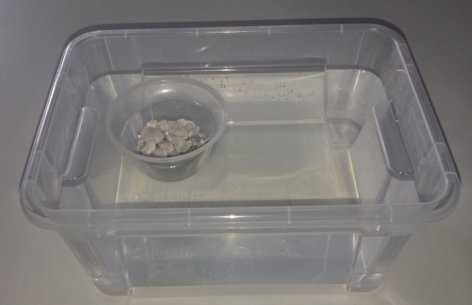
f) Für ein Kleinkinderspielzeug soll eine Holzfigur mit der Masse 212 g an der Feder befestigt werden. Wie stark wird sich die Feder dadurch verlängern?

g) Welche Masse darf die angehängte Figur maximal haben, wenn sich die Feder höchstens um 2,5 cm verlängern soll?

* **Lest zuerst den gesamten Text zu eurer Station durch.** Geht danach schrittweise vor.
* **Seid vorsichtig beim Experimentieren.** Achtet darauf, dass nicht kaputt geht oder vom Tisch fällt. Beachtet alle Hinweise bei euren Experimenten.

**Station 3: Beladen eines „Schiffs“**

Wenn ein Schiff im Hafen beladen wird, ist die Kapitänin/ der Kapitän dafür verantwortlich, dass die Ladung gleichmäßig verteilt wird und das Schiff keine Schlagseite bekommt. Gleichzeitig muss sie/ er auch darauf achten, dass das Schiff nicht zu tief ins Wasser eintaucht. Sonst könnte das Schiff später an Stellen mit geringer Wassertiefe auf Grund laufen. Wie die Eintauchtiefe von der eingeladenen Masse abhängt, sollt ihr bei einem Modellschiff genauer untersuchen. Als Modell für ein Schiff dient in diesem Versuch ein Becher, den ihr mit unterschiedlich vielen Kieselsteinen beladet. Für jede der unterschiedlichen Beladungen sollt ihr die Masse der Ladung und die Eintauchtiefe des „Schiffs“ bestimmen. Fangt bei kleinen Beladungen an und erhöht danach schrittweise die Masse der Ladung.



a) Notiert Vermutungen zum Zusammenhang zwischen eingeladener Masse und der Eintauchtiefe.

b) Klärt zuerst, wie ihr die Masse der eingeladenen Kieselsteine bestimmen wollt und wie ihr die Eintauchtiefe des Schiffs möglichst **genau** messen könnt.  
**Hinweis:** Arbeitet vorsichtig, ohne Wasser zu verspritzen oder zu verschütten. Trocknet alles, was versehentlich nass wird sofort mit einem Papiertuch ab.

c) Messt für mindestens acht verschiedene zugeladene Massen die Eintauchtiefe.   
Messt vorsichtshalber jede Eintauchtiefe ein zweites Mal oder drittes Mal, um sicher zu sein, dass der Wert stimmt. Tragt die Wertepaare in eine Tabelle ein.

d) Stellt eure Ergebnisse in einem Diagramm dar und zeichnet anschließend eine Ausgleichskurve ein.

e) Bewertete eure anfangs notierten Vermutungen: Notiert zu jeder Vermutung, ob das Experiment sie bestätigt oder widerlegt hat.

*Vorhersagen mit dem Diagramm treffen:*

f) Das Schiff soll mit insgesamt 375 g beladen werden. Ist das möglich, wenn die Wassertiefe 5 cm beträgt? Was ist in diesem Fall die minimale Wassertiefe?

g) Welche Masse darf zugeladen werden, wenn die Wassertiefe 4,5 cm beträgt?

* **Lest zuerst den gesamten Text zu eurer Station durch.** Geht danach schrittweise vor.
* **Seid vorsichtig beim Experimentieren.** Achtet darauf, dass nicht kaputt geht oder vom Tisch fällt. Beachtet alle Hinweise bei euren Experimenten.

**Station 4: Durchbiegen eines Regalbretts**

Wenn ein Brett in einem Regal beladen wird, biegt es sich mehr oder weniger stark durch. Die Durchbiegung eines Bretts sollt ihr in diesem Experiment genauer untersuchen.

a) Notiert Vermutungen, wovon die Durchbiegung abhängt, und schreibt dazu einen je-desto-Satz auf: „Je … desto … .“

b) Im Experiment soll nun das Brett in der Mitte mit unterschiedlichen Massen beladen werden. Klärt, wie ihr die Durchbiegung des Bretts möglichst **genau** messen könnt. Achtet darauf, dass sich nur die auf das Brett gestellte Masse ändern, alles andere im Versuch aber genau gleich bleibt.  
**Hinweis:** Belastet das Brett nur so weit, dass es nicht kaputt geht. Beendet eure Messung falls nötig und messt weitere Werte bei kleineren Massen.

c) Messt für mindestens acht verschiedene auf das Brett gestellte Massen von ca. 200 g bis ca. 3 kg die Durchbiegung.   
Messt vorsichtshalber jede Durchbiegung ein zweites Mal oder drittes Mal, um sicher zu sein, dass der Wert stimmt. Tragt die Wertepaare in eine Tabelle ein.

d) Stellt eure Ergebnisse in einem Diagramm dar und zeichnet anschließend eine Ausgleichskurve ein.

e) Bewertete eure anfangs notierten Vermutungen: Notiert zu jeder Vermutung, ob das Experiment sie bestätigt oder widerlegt hat.

*Vorhersagen mit dem Diagramm treffen:*

f) Mit welcher Durchbiegung muss man rechnen, wenn das Brett in der Mitte mit 2,8 kg beladen wird?

g) Wie groß ist die maximal erlaubte Masse in der Mitte des Bretts, wenn die Durchbiegung kleiner als 1,5 cm sein soll?

* **Lest zuerst den gesamten Text zu eurer Station durch.** Geht danach schrittweise vor.
* **Seid vorsichtig beim Experimentieren.** Achtet darauf, dass nicht kaputt geht oder vom Tisch fällt. Beachtet alle Hinweise bei euren Experimenten.

**Station 5: Entleeren eines Schwimmbads (bzw. einer Wasserflasche)**

Ein Schwimmbecken muss für Reparaturarbeiten vollständig entleert werden. Dazu wird am Boden des Beckens ein Abfluss geöffnet. Bademeisterin Susanne überlegt, wie der Wasserstand und die Dauer des Auslaufens zusammenhängen. Diesen Zusammenhang sollt ihr in einem Modellversuch nun genauer untersuchen, bei dem das Schwimmbecken durch eine Wasserflasche ersetzt wird.



a) Notiert Vermutungen, wie der Wasserstand und die Zeitspanne seit Beginn des Auslaufens zusammenhängen.

b) Füllt die Flasche bis zur oberen Markierung. Dabei muss einer von euch das Loch unten in der Flasche zuhalten. Lasst dann das Wasser auslaufen und messt im Abstand von 10 s den Wasserstand. Dazu könnt ihr mit einem Folienstift jeweils eine Markierung auf der Flasche machen. Damit die Flasche ruhig stehen bleibt, sollte einer die Flasche festhalten, während ein anderer die Striche macht. Überlegt vor Beginn des Experiments genau, wie ihr vorgehen wollt, und wer welche Aufgabe übernimmt. Macht mindestens einen Probedurchlauf. Überlegt danach, wie ihr das Vorgehen möglicherweise verbessern könnt.  
**Hinweis:** Arbeitet vorsichtig, ohne Wasser zu verspritzen oder zu verschütten. Trocknet alles, was versehentlich nass wird, sofort mit einem Papiertuch ab.

c) Tragt danach die Paare aus Zeitspanne und Wasserstand in eine Tabelle ein.

d) Wiederholt die gesamte Messung (Schritte b) und c)) mindestens noch einmal.   
Wählt für die folgende Auswertung die Messung, die am besten geklappt hat.

e) Stellt eure Ergebnisse in einem Diagramm dar und zeichnet anschließend eine Ausgleichskurve ein.

f) Bewertete eure anfangs notierten Vermutungen: Notiert zu jeder Vermutung, ob das Experiment sie bestätigt oder widerlegt hat.

*Vorhersagen mit dem Diagramm treffen:*

g) Welchen Wasserstand erhält man nach 45 s, welchen nach 63 s?

h) Wie lange dauert es, bis der Wasserstand auf 8,2 cm gesunken ist?

# Diagrammvorlage

Gruppe:

Experiment:

# 

