

Code-Name: _____

Expertengruppe I: Forderung der Nachprüfbarkeit

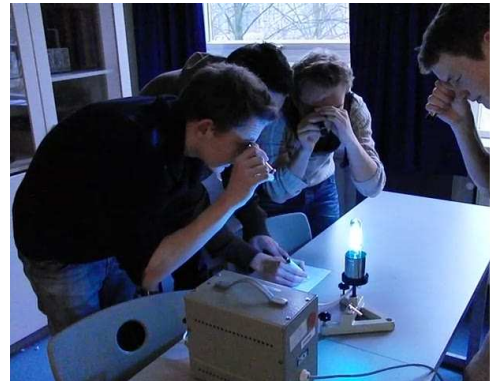
Viele Menschen gehen davon aus, dass die Physik auf alle Fragen des Lebens eine umfassende Antwort geben kann. Um entscheiden zu können, welche Fragen die Physik beantworten kann, und welche nicht, ist es notwendig, sich näher mit den Merkmalen der physikalischen Methode zu beschäftigen.

Sie lernen in der Expertengruppe *ein* Merkmal der physikalischen Methode kennen. Anschließend werden neue „Stammgruppen“ gebildet. Sie sollen dort als Experte Ihre Kenntnisse an die Gruppe weitergeben, die dieses methodische Merkmal noch nicht kennt. Es kommt daher darauf an, dass Sie sich jetzt das folgende Wissen möglichst gut aneignen.

Informationen zum Merkmal I: Forderung der Nachprüfbarkeit

Physikerinnen und Physiker befassen sich während ihrer Forschungsarbeit nur mit Beobachtungen, die sie und andere Kollegen nachprüfen können. Wir machen uns dies am Beispiel der Lampen klar, die Sie kürzlich im Physikunterricht beobachtet haben.

Eine bestimmte Farblinie (z. B. der Natrium-Lampe) haben Sie immer an derselben Stelle Ihres Hand-Spektrometers gesehen. Darüber hinaus war es gleichgültig, *wer* von Ihnen die Beobachtung durchführte: Immer hätten Sie sich mit den anderen über die Position einer bestimmten Farblinie einigen können. Es kommt also nicht mehr auf die Person des Beobachters an, sondern nur noch auf das untersuchte Objekt, in diesem Fall die Natrium-Lampe.



Der Vorteil der Beschränkung auf nachprüfbare Aussagen wird nun sehr deutlich. Derartige Beobachtungen sind nämlich verallgemeinerbar: „Die gelbe Linie der Natrium-Lampe befindet sich *immer* an dieser bestimmten Stelle des Hand-Spektrometers.“ Damit ist auch eine Vorhersage für die Zukunft möglich.

Was bedeutet die Forderung von Nachprüfbarkeit in Bezug auf Licht entfernter Galaxien? Hat ein Physiker die rote Linie einer Galaxie mit seinem Spektrometer bei einer Wellenlänge von z. B. 690 Nanometern beobachtet, so muss diese Wellenlänge von anderen Forschern zumindest prinzipiell bestätigt werden können.

Die Forderung der Nachprüfbarkeit macht eine Grenze deutlich: Vorgänge, die „keine Spuren hinterlassen“, sind nicht Gegenstand physikalischer Forschung. Dies wird an folgendem Beispiel besonders deutlich: Herr M. behauptet steif und fest, ein „Wunder“ gesehen zu haben, welches physikalisch nicht erklärbar ist. Sie können ihm mit physikalischen Mitteln nicht nachweisen, dass er lügt oder sich geirrt hat. Es bleibt Ihnen daher nichts anderes übrig, als seiner Aussage zu glauben oder nicht zu glauben.

Wir fassen zusammen:

Physik befasst sich nur mit Aussagen, die nachprüfbar sind.

Bitte wenden.

Aufgaben für die Expertengruppe I

Arbeiten Sie zunächst alleine.

1. Lesen Sie die Informationen zum methodischen Merkmal auf der Rückseite. Versuchen Sie den Inhalt möglichst gut zu begreifen.
2. Unterstreichen Sie zur Unterstützung des Verständnisses die wichtigsten Worte und Sätze.
3. Sie sollen im Anschluss an die Expertengruppe das von Ihnen erarbeitete Merkmal der Stammgruppe erklären. Formulieren Sie dazu einige Schlüsselbegriffe, die Ihnen als besonders wichtig erscheinen, und Ihnen als „Gedankenstütze“ beim Erklären dienen könnten:

Arbeiten Sie nun zusammen.

4. Das Erklären soll nun geübt werden: Ein Gruppenmitglied erklärt den anderen den Inhalt des Textes mithilfe der Schlüsselbegriffe in eigenen Worten. Denken Sie dabei daran, dass Ihre Erklärung so gut sein muss, dass sie später auch von der Stammgruppe verstanden wird!
5. Die anderen Gruppenmitglieder sollen genau zuhören, damit sie eine konstruktive Rückmeldung geben können. Berücksichtigen Sie bei der Rückmeldung folgende Gesichtspunkte:
 - a. Was war gut?
 - b. Wo hat etwas gefehlt oder war falsch?
 - c. Wurden Beispiele zur Veranschaulichung verwendet?
 - d. Was könnte noch verbessert werden?
6. Entscheiden Sie für die folgenden Aussagen, ob sie mit der physikalischen Methode nachprüfbar sind oder nicht. Geben Sie jeweils eine Begründung für Ihre Entscheidung.
 - a. Die rote Linie ist die schönste des Spektrums.
 - b. Die rote Linie ist die hellste des Spektrums.
 - c. Herr M. ist der Größte der ganzen Stadt. (Doppeldeutig!)

Die Antworten finden Sie im Umschlag auf dem Lehrertisch.
7. Lesen Sie den Informations-Text nochmals durch. Prüfen Sie dabei, ob alles klar ist.

Jetzt sollte beim Erklären in der Stammgruppe nichts mehr schief gehen. Viel Erfolg!

Aufgaben für die Stammgruppe

1. Erklären Sie den anderen Gruppenmitgliedern das Merkmal „Forderung der Nachprüfbarkeit“ der physikalischen Methode. Nutzen Sie dabei Beispiele zur Veranschaulichung!
2. Lassen Sie ein Mitglied Ihrer Stammgruppe den wesentlichen Inhalt in eigenen Worten wiederholen. Klären Sie Verständnislücken.
3. Legen Sie zur Festigung des Lernerfolgs Ihrer Stammgruppe die folgenden Aussagen vor. Lassen Sie als Verständniskontrolle jeweils entscheiden, ob sie mit der physikalischen Methode nachprüfbar sind:
 - a. Die rote Linie ist die schönste des Spektrums.
 - b. Die rote Linie ist die hellste des Spektrums.
 - c. Herr M. ist der Größte der ganzen Stadt. (Doppeldeutig!)

Wenn alle Experten ihr Merkmal der physikalischen Methode unterrichtet haben:

1. Fassen Sie die drei Merkmale jeweils in einem Satz zusammen und tragen sie sie in die runden Felder der Grafik auf der Rückseite ein.
2. Zur Vertiefung (falls noch Zeit ist): Die Merkmale der physikalischen Methode sind nicht unabhängig voneinander. Um dies zu sehen, erklären Sie bitte, wie das Merkmal „Ausschluss von Fragen nach dem Zweck“ mit dem Merkmal „Forderung der Nachprüfbarkeit“ begründet werden kann.

Bitte wenden.

Forderung der Nachprüfbarkeit:

Merkmale der
physikalischen Methode

Fragen nach dem Zweck:

“Alle” - Aussagen:

Code-Name: _____

Expertengruppe II: Ausschluss von Fragen nach dem Zweck

Viele Menschen gehen davon aus, dass die Physik auf alle Fragen des Lebens eine umfassende Antwort geben kann. Um entscheiden zu können, welche Fragen die Physik beantworten kann, und welche nicht, ist es notwendig, sich näher mit den Merkmalen der physikalischen Methode zu beschäftigen.

Sie lernen in der Expertengruppe *ein* Merkmal der physikalischen Methode kennen. Anschließend werden neue „Stammgruppen“ gebildet. Sie sollen dort als Experte Ihre Kenntnisse an die Gruppe weitergeben, die dieses methodische Merkmal noch nicht kennt. Es kommt daher darauf an, dass Sie sich jetzt das folgende Wissen möglichst gut aneignen.

Informationen zum Merkmal II: Ausschluss von Fragen nach dem Zweck

Physikalische Forschung sucht nach der *physikalischen Ursache* von Beobachtungen. Beispielsweise hatten wir uns gefragt, welche physikalische Ursache die Rotverschiebung hat. Nach Einstein ist die physikalische Ursache die Expansion des Universums. Physikalische Forschung beschäftigt sich aber *nicht* mit Fragen nach dem *Zweck* seines Forschungsgegenstandes. Beispielsweise ist die Frage, ob das Universum einen Zweck hat, z. B. damit Leben entstehen kann, nicht Gegenstand physikalischer Forschung. Denn Zwecke lassen sich mit naturwissenschaftlichen Mitteln nicht erkennen, sondern nur dazudenken.

Wir veranschaulichen uns das am Beispiel einer Uhr. Angenommen, jemand wüsste nicht, welchen Zweck eine Uhr hat. Er könnte mit physikalischen Mitteln die Spannung der Batterie messen, die Länge der Zeiger bestimmen usw. Er könnte daraus vielleicht schließen, dass die Batterie die Zeigerdrehung verursacht. Aber auch wenn er alles an und in der Uhr physikalisch erforscht hat, so kann er aus seinen Messungen und Beobachtungen nicht auf den Zweck der Uhr schließen, nämlich die Zeit zu messen. Dieses Beispiel veranschaulicht, warum Fragen nach dem Zweck aus der physikalischen Forschung ausgeklammert werden, mögen sie noch so interessant und wichtig sein.

Zur Abgrenzung der beiden Gesichtspunkte betrachten wir noch eine andere Frage aus dem Alltag: „Warum ist es nachts dunkel?“ Eine Möglichkeit der Antwort wäre „Nachts ist es dunkel, *damit* ich schlafen kann“. Hier geht es also um den *Zweck* der Dunkelheit. Anders ist es dagegen bei der anderen möglichen Antwort: „Nachts ist es dunkel, *weil* sich die Sonne auf der anderen Seite der Erde befindet.“ Hier geht es im Gegensatz zur ersten Antwort um die *physikalische Ursache* der Dunkelheit.

Noch ein „Warnhinweis“: Bei Fragen, die mit „Warum“ beginnen, lässt sich häufig nicht ohne weiteres entscheiden, ob nach einer physikalischen Ursache gefragt wird oder nach einem Zweck. „Warum entstand das Universum?“ Wenn die physikalische Ursache gemeint ist, so könnte man antworten: „Weil es den Urknall gab.“ Die Frage „Warum entstand das Universum?“ kann aber auch gestellt werden, um einen *Zweck* zu erfahren. In diesem Fall sollte man präziser fragen: „Wozu entstand das Universum?“ „Warum“-Fragen können also doppeldeutig sein.

Wir fassen zusammen:

Physik kann Zwecke nicht erkennen.

Bitte wenden.

Aufgaben für die Expertengruppe II

Arbeiten Sie zunächst alleine.

1. Lesen Sie die Informationen zum methodischen Merkmal auf der Rückseite. Versuchen Sie den Inhalt möglichst gut zu begreifen.
2. Unterstreichen Sie zur Unterstützung des Verständnisses die wichtigsten Worte und Sätze.
3. Sie sollen im Anschluss an die Expertengruppe das von Ihnen erarbeitete Merkmal der Stammgruppe erklären. Formulieren Sie dazu einige Schlüsselbegriffe, die Ihnen als besonders wichtig erscheinen, und Ihnen als „Gedankenstütze“ beim Erklären dienen könnten:

Arbeiten Sie nun zusammen.

4. Das Erklären soll nun geübt werden: Ein Gruppenmitglied erklärt den anderen den Inhalt des Textes mithilfe der Schlüsselbegriffe in eigenen Worten.
Denken Sie dabei daran, dass Ihre Erklärung so gut sein muss, dass sie später auch von der Stammgruppe verstanden wird!
5. Die anderen Gruppenmitglieder sollen genau zuhören, damit sie eine konstruktive Rückmeldung geben können. Berücksichtigen Sie bei der Rückmeldung folgende Gesichtspunkte:
 - a. Was war gut?
 - b. Wo hat etwas gefehlt oder war falsch?
 - c. Wurden Beispiele zur Veranschaulichung verwendet?
 - d. Was könnte noch verbessert werden?
6. Entscheiden Sie für die folgenden Fragen, ob nach einer physikalischen Ursache oder nach einem Zweck gefragt wird. Geben Sie jeweils eine Begründung.
 - a. Wozu dient ein Spektrometer?
 - b. Worauf ist die Lichtablenkung im Spektrometer zurückzuführen?
 - c. Warum läuft der Elektro-Ofen? (Doppeldeutig!)Welche der Fragen kann demnach nicht mit der physikalischen Methode behandelt werden? Die Antworten finden Sie im Umschlag auf dem Lehrertisch.
7. Lesen Sie den Informations-Text nochmals durch. Prüfen Sie dabei, ob alles klar ist.

Jetzt sollte beim Erklären in der Stammgruppe nichts mehr schief gehen. Viel Erfolg!

Aufgaben für die Stammgruppe

1. Erklären Sie den anderen Gruppenmitgliedern das Merkmal „Ausschluss von Fragen nach dem Zweck“ der physikalischen Methode. Nutzen Sie dabei Beispiele zur Veranschaulichung!
2. Lassen Sie ein Mitglied Ihrer Stammgruppe den wesentlichen Inhalt in eigenen Worten wiederholen. Klären Sie Verständnislücken.
3. Legen Sie zur Festigung des Lernerfolgs Ihrer Stammgruppe die folgenden Fragen vor.
 - a. Wozu dient ein Spektrometer?
 - b. Worauf ist die Lichtablenkung im Spektrometer zurückzuführen?
 - c. Warum läuft der Elektro-Ofen? (Doppeldeutig!)
Wo wird nach einem Zweck gefragt? Wo nach einer physikalischen Ursache? Welche Fragen sind daher nicht Gegenstand physikalischer Forschung?

Wenn alle Experten ihr Merkmal der physikalischen Methode unterrichtet haben:

1. Fassen Sie die drei Merkmale jeweils in einem Satz zusammen und tragen sie sie in die runden Felder der Grafik auf der Rückseite ein.
2. Zur Vertiefung (falls noch Zeit ist): Die Merkmale der physikalischen Methode sind nicht unabhängig voneinander. Um dies zu sehen, erklären Sie bitte, wie das Merkmal „Ausschluss von Fragen nach dem Zweck“ mit dem Merkmal „Forderung der Nachprüfbarkeit“ begründet werden kann.

Bitte wenden.

Forderung der Nachprüfbarkeit:

Merkmale der
physikalischen Methode

Fragen nach dem Zweck:

“Alle” - Aussagen:

Code-Name: _____

Expertengruppe III: „Alle – Aussagen“ lassen sich nicht beweisen

Viele Menschen gehen davon aus, dass die Physik auf alle Fragen des Lebens eine umfassende Antwort geben kann. Um entscheiden zu können, welche Fragen die Physik beantworten kann, und welche nicht, ist es notwendig, sich näher mit den Merkmalen der physikalischen Methode zu beschäftigen.

Sie lernen in der Expertengruppe *ein* Merkmal der physikalischen Methode kennen. Anschließend werden neue „Stammgruppen“ gebildet. Sie sollen dort als Experte Ihre Kenntnisse an die Gruppe weitergeben, die dieses methodische Merkmal noch nicht kennt. Es kommt daher darauf an, dass Sie sich jetzt das folgende Wissen möglichst gut aneignen.

Informationen zum Merkmal III: „Alle – Aussagen“ lassen sich nicht beweisen

In der Physik werden häufig allumfassende Aussagen gemacht. Denken Sie beispielsweise an eine Aussage wie: „*Alle* Galaxien entfernen sich zu *allen* Zeiten voneinander.“ Wir nennen solche Aussagen „Alle – Aussagen“, da sie eine allumfassende Verallgemeinerung darstellen. Im Beispiel umfasst die Aussage *alle* Galaxien und *alle* Zeiten. „Alle – Aussagen“ lassen sich aber nicht beweisen. Warum nicht? Wir erklären es für das gewählte Beispiel: Zum einen ist man schon aus praktischen Gründen nicht in der Lage, die gigantische Anzahl an Galaxien zu untersuchen. Zum anderen ist es sogar prinzipiell unmöglich, die Prüfung der Galaxien *für alle Zeiten*, d. h. auch in der fernen Vergangenheit oder Zukunft durchzuführen.

Naturgesetze sind „Alle – Aussagen“. Dies erkennt man z. B. am Massenanziehungsgesetz (Gravitationsgesetz). Es besagt zum Beispiel, dass *alle* Gegenstände, die losgelassen werden, zur Erde hin beschleunigt werden. Damit wird auch eine Aussage über die Vergangenheit und eine Vorhersage für die Zukunft gemacht. Eine Überprüfung durch uns ist jedoch nur in der Gegenwart möglich. Naturgesetze lassen sich also nicht beweisen.

Auch wenn sich Naturgesetze nicht beweisen lassen, geht man zunächst davon aus, dass sie wahr sind, weil sie vielfach bestätigt wurden. Mit einem einzigen Gegenbeispiel lassen sie sich aber widerlegen: Angenommen, eines fernen Tages würde ein Stein von der Erde abgestoßen, so müsste man das Gravitationsgesetz für falsch erklären oder zumindest einschränken.

Beachten Sie, dass das Wörtchen „Alle“ gar nicht vorkommen muss, und es sich trotzdem um eine „Alle – Aussage“ handelt. Folgendes Beispiel soll dies verdeutlichen: „Warme Speisen kühlen ab, wenn ihre Umgebung kalt ist.“ Die Aussage ist eine Behauptung über „alle warmen Speisen“. Man wird wahrscheinlich nie ein warmes Essen finden, welches von selbst heißer wird. Trotzdem lässt sich die Aussage nicht beweisen. Denn man kann sich für die Zukunft nicht absolut sicher sein. Es ist ja nicht völlig ausgeschlossen, dass irgendwann ein Mittagessen Energie aus der Umgebung aufnimmt und dadurch wärmer wird.

Wir fassen zusammen:

Physik kann „Alle – Aussagen“ nicht beweisen.

Bitte wenden.

Aufgaben für die Expertengruppe III

Arbeiten Sie zunächst alleine.

1. Lesen Sie die Informationen zum methodischen Merkmal auf der Rückseite. Versuchen Sie den Inhalt möglichst gut zu begreifen.
2. Unterstreichen Sie zur Unterstützung des Verständnisses die wichtigsten Worte und Sätze.
3. Sie sollen im Anschluss an die Expertengruppe das von Ihnen erarbeitete Merkmal der Stammgruppe erklären. Formulieren Sie dazu einige Schlüsselbegriffe, die Ihnen als besonders wichtig erscheinen, und Ihnen als „Gedankenstütze“ beim Erklären dienen könnten:

Arbeiten Sie nun zusammen.

4. Das Erklären soll nun geübt werden: Ein Gruppenmitglied erklärt den anderen den Inhalt des Textes mithilfe der Schlüsselbegriffe in eigenen Worten.
Denken Sie dabei daran, dass Ihre Erklärung so gut sein muss, dass sie später auch von der Stammgruppe verstanden wird!
5. Die anderen Gruppenmitglieder sollen genau zuhören, damit sie eine konstruktive Rückmeldung geben können. Berücksichtigen Sie bei der Rückmeldung folgende Gesichtspunkte:
 - a. Was war gut?
 - b. Wo hat etwas gefehlt oder war falsch?
 - c. Wurden Beispiele zur Veranschaulichung verwendet?
 - d. Was könnte noch verbessert werden?
6. Prüfen Sie, ob es sich bei den folgenden Aussagen um „Alle-Aussagen“ handelt. Geben Sie jeweils eine Begründung.
 - a. Sterne haben Planeten.
 - b. Es gibt Sterne, die Planeten haben.
 - c. Alle Äpfel fallen nach unten.
 - d. Alle Äpfel fallen nach oben.

Was bedeutet dies für die Beweisbarkeit?

Die Antworten finden Sie im Umschlag auf dem Lehrertisch.

7. Lesen Sie den Informations-Text nochmals durch. Prüfen Sie dabei, ob alles klar ist.

Jetzt sollte beim Erklären in der Stammgruppe nichts mehr schief gehen. Viel Erfolg!

Aufgaben für die Stammgruppe

1. Erklären Sie den anderen Gruppenmitgliedern das Merkmal „„Alle – Aussagen“ lassen sich nicht beweisen“ der physikalischen Methode. Nutzen Sie dabei Beispiele zur Veranschaulichung!
2. Lassen Sie ein Mitglied Ihrer Stammgruppe den wesentlichen Inhalt in eigenen Worten wiederholen. Klären Sie Verständnislücken.
3. Legen Sie zur Festigung des Lernerfolgs Ihrer Stammgruppe die folgenden Aussagen vor. Lassen Sie jeweils prüfen, ob es sich um eine „Alle-Aussage“ handelt.
 - a. Sterne haben Planeten.
 - b. Es gibt Sterne, die Planeten haben.
 - c. Alle Äpfel fallen nach unten.
 - d. Alle Äpfel fallen nach oben.

Was bedeutet das für die Beweisbarkeit?

Wenn alle Experten ihr Merkmal der physikalischen Methode unterrichtet haben:

1. Fassen Sie die drei Merkmale jeweils in einem Satz zusammen und tragen sie sie in die runden Felder der Grafik auf der Rückseite ein.
2. Zur Vertiefung (falls noch Zeit ist): Die Merkmale der physikalischen Methode sind nicht unabhängig voneinander. Um dies zu sehen, erklären Sie bitte, wie das Merkmal „Ausschluss von Fragen nach dem Zweck“ mit dem Merkmal „Forderung der Nachprüfbarkeit“ begründet werden kann.

Bitte wenden.

Forderung der Nachprüfbarkeit:

Merkmale der
physikalischen Methode

Fragen nach dem Zweck:

“Alle” - Aussagen: