



Naturwissenschaftliche Untersuchungen planen

*Hrsg.: Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik,
Justus-Liebig-Universität Gießen (2016)*






Naturwissenschaftliche Untersuchungen planen

*Hrsg.: Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik,
Justus-Liebig-Universität Gießen (2016)*





Auf den folgenden Karten finden Sie unterschiedliche **Aufgabentypen**, die jeweils mit einem Symbol gekennzeichnet sind.



Diskussionsaufgaben: Aufgaben mit diesem Symbol sollen nur mündlich bearbeitet werden.

Achten Sie dabei darauf, alle Gruppenmitglieder in die Diskussion einzubeziehen.





Experimentelle Aufgaben: Aufgaben, die den Aufbau oder die Durchführung eines Versuchs beinhalten.

Bitte fangen Sie immer erst mit dem Experimentieren an, wenn Sie alle vorherigen Aufgaben auf einer Karte bearbeitet haben.



Aufgaben im Arbeitsbuch: Dieses Symbol zeigt an, dass Sie eine schriftliche Aufgabe in Ihrem Arbeitsbuch bearbeiten sollen.

Das -Symbol in Ihrem Arbeitsbuch zeigt an, dass Sie zum Kartensatz zurückkehren sollen.



Auf den folgenden Karten finden Sie unterschiedliche **Aufgabentypen**, die jeweils mit einem Symbol gekennzeichnet sind.



Diskussionsaufgaben: Aufgaben mit diesem Symbol sollen nur mündlich bearbeitet werden.

Achten Sie dabei darauf, alle Gruppenmitglieder in die Diskussion einzubeziehen.




Experimentelle Aufgaben: Aufgaben, die den Aufbau oder die Durchführung eines Versuchs beinhalten.

Bitte fangen Sie immer erst mit dem Experimentieren an, wenn Sie alle vorherigen Aufgaben auf einer Karte bearbeitet haben.



Aufgaben im Arbeitsbuch: Dieses Symbol zeigt an, dass Sie eine schriftliche Aufgabe in Ihrem Arbeitsbuch bearbeiten sollen.

Das -Symbol in Ihrem Arbeitsbuch zeigt an, dass Sie zum Kartensatz zurückkehren sollen.



Teil I

Was beeinflusst die Härte eines gekochten Eies?

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen



Teil I

Was beeinflusst die Härte eines gekochten Eies?

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

Wovon hängt die Härte eines gekochten Eies ab?

Stellen Sie sich vor, Sie wollen ein Ei in einem Topf kochen. Wovon hängt die Härte des gekochten Eies vermutlich ab?

Zwei Beispiele für Merkmale, die einen Einfluss auf die Kochzeit haben könnten, sind:

- *Farbe des Eies (braun oder weiß).*
- *Menge des zum Kochen verwendeten Wassers.*



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 1 in Ihrem Aufgabenbuch.

Wovon hängt die Härte eines gekochten Eies ab?

Stellen Sie sich vor, Sie wollen ein Ei in einem Topf kochen. Wovon hängt die Härte des gekochten Eies vermutlich ab?

Zwei Beispiele für Merkmale, die einen Einfluss auf die Kochzeit haben könnten, sind:

- *Farbe des Eies (braun oder weiß).*
- *Menge des zum Kochen verwendeten Wassers.*



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 1 in Ihrem Aufgabenbuch.

Wovon hängt die Härte eines gekochten Eies ab?

Mögliche Merkmale, von denen die Härte des Eies abhängen könnte, sind z. B.:

- *Farbe des Eies (braun oder weiß)*
- *Menge des zum Kochen verwendeten Wassers*
- *Größe der Bodenfläche des Topfes*
- *Größe des Eies (S, M, L, XL)*
- *Kochzeit*
- *Material des Topfes*
- *Art des Kochfeldes (Ceran, Gas, Induktion, Stahl- oder Eisenplatten)*
- *Temperatur des Wassers, wenn das Ei zugegeben wird*
- *Umgebungstemperatur an dem Ort, an dem das Ei gekocht wird*
- *...*



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 2 in Ihrem Aufgabenbuch.

Wovon hängt die Härte eines gekochten Eies ab?

Mögliche Merkmale, von denen die Härte des Eies abhängen könnte, sind z. B.:

- *Farbe des Eies (braun oder weiß)*
- *Menge des zum Kochen verwendeten Wassers*
- *Größe der Bodenfläche des Topfes*
- *Größe des Eies (S, M, L, XL)*
- *Kochzeit*
- *Material des Topfes*
- *Art des Kochfeldes (Ceran, Gas, Induktion, Stahl- oder Eisenplatten)*
- *Temperatur des Wassers, wenn das Ei zugegeben wird*
- *Umgebungstemperatur an dem Ort, an dem das Ei gekocht wird*
- *...*



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 2 in Ihrem Aufgabenbuch.



Variablen

In den Naturwissenschaften bezeichnet man Merkmale, die verschiedene Werte annehmen können, als **Variablen**.

Die Härte des Eies ist eine Variable, weil sie die Zustände weich, mittel und hart oder Zwischenzustände annehmen kann.



Diskutieren Sie, welche Zustände oder Werte die Variablen Material des Topfes und Kochzeit annehmen können.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 3 in Ihrem Aufgabenbuch.



Variablen

In den Naturwissenschaften bezeichnet man Merkmale, die verschiedene Werte annehmen können, als **Variablen**.

Die Härte des Eies ist eine Variable, weil sie die Zustände weich, mittel und hart oder Zwischenzustände annehmen kann.



Diskutieren Sie, welche Zustände oder Werte die Variablen Material des Topfes und Kochzeit annehmen können.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 3 in Ihrem Aufgabenbuch.

Wovon hängt die Härte eines gekochten Eies ab?

Sie haben sich vermutlich überlegt, dass Sie mehrere Kochdurchgänge mit verschiedenen Kochzeiten, z. B. 2 Minuten, 3 Minuten, 4 Minuten, ..., benötigen.



Diskutieren Sie: Warum sollten Sie bei jedem Kochdurchgang ...

- ... Eier aus gleicher Haltung mit gleicher Farbe und gleicher Größe nehmen,
- ... den gleichen Topf nehmen,
- ... diesen mit der gleichen Wassermenge füllen,
- ... die Eier jeweils bei der gleichen Temperatur in das Wasser legen,
- ... die Eier auf der gleichen Herdplatte kochen,
- ... die Eier jeweils bei der gleichen Wassertemperatur in das Wasser geben?



Prüfen Sie in Ihrem Aufgabenbuch: Haben Sie bei der Versuchsplanung (Aufgabe 3) daran gedacht, nur die Kochzeit zu verändern und alle anderen Variablen gleich zu lassen?

Wovon hängt die Härte eines gekochten Eies ab?

Sie haben sich vermutlich überlegt, dass Sie mehrere Kochdurchgänge mit verschiedenen Kochzeiten, z. B. 2 Minuten, 3 Minuten, 4 Minuten, ..., benötigen.



Diskutieren Sie: Warum sollten Sie bei jedem Kochdurchgang ...

- ... Eier aus gleicher Haltung mit gleicher Farbe und gleicher Größe nehmen,
- ... den gleichen Topf nehmen,
- ... diesen mit der gleichen Wassermenge füllen,
- ... die Eier jeweils bei der gleichen Temperatur in das Wasser legen,
- ... die Eier auf der gleichen Herdplatte kochen,
- ... die Eier jeweils bei der gleichen Wassertemperatur in das Wasser geben?



Prüfen Sie in Ihrem Aufgabenbuch: Haben Sie bei der Versuchsplanung (Aufgabe 3) daran gedacht, nur die Kochzeit zu verändern und alle anderen Variablen gleich zu lassen?

Drei Arten von Variablen

Bei der Planung einer Untersuchung wird zwischen drei Arten von Variablen unterschieden:

1. Als **unabhängige Variable (UV)** bezeichnet man das Merkmal, das in einer Untersuchung systematisch verändert wird, um dessen Einfluss auf die abhängige Variable zu untersuchen.
2. Als **abhängige Variablen (AV)** bezeichnet man das Merkmal, das während der Änderung der unabhängigen Variablen beobachtet wird, um deren Einfluss zu untersuchen.
3. Als **Kontrollvariablen (KV)** bezeichnet man alle weiteren Merkmale außer der UV, von denen die AV beeinflusst werden könnte und die im Versuch konstant gehalten werden sollten.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 4 in Ihrem Aufgabenbuch.

Drei Arten von Variablen

Bei der Planung einer Untersuchung wird zwischen drei Arten von Variablen unterschieden:

1. Als **unabhängige Variable (UV)** bezeichnet man das Merkmal, das in einer Untersuchung systematisch verändert wird, um dessen Einfluss auf die abhängige Variable zu untersuchen.
2. Als **abhängige Variablen (AV)** bezeichnet man das Merkmal, das während der Änderung der unabhängigen Variablen beobachtet wird, um deren Einfluss zu untersuchen.
3. Als **Kontrollvariablen (KV)** bezeichnet man alle weiteren Merkmale außer der UV, von denen die AV beeinflusst werden könnte und die im Versuch konstant gehalten werden sollten.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 4 in Ihrem Aufgabenbuch.

Drei Arten von Variablen

Unabhängige Variable

Kochzeit



Abhängige Variable

Härte des Eies

Frage: Hat die Kochzeit einen Einfluss auf die Härte eines gekochten Eies?

Kontrollvariablen (mind. 3)

Größe der Eier, Wassermenge im Topf, verwendete Herdplatte, ...



Diskutieren Sie kurz:

- Ist die Auflistung der Kontrollvariablen vollständig?
- Handelt es sich bei der Frage um eine *naturwissenschaftliche* Frage?
Begründen Sie Ihre Antwort!

Drei Arten von Variablen

Unabhängige Variable

Kochzeit



Abhängige Variable

Härte des Eies

Frage: Hat die Kochzeit einen Einfluss auf die Härte eines gekochten Eies?

Kontrollvariablen (mind. 3)

Größe der Eier, Wassermenge im Topf, verwendete Herdplatte, ...



Diskutieren Sie kurz:

- Ist die Auflistung der Kontrollvariablen vollständig?
- Handelt es sich bei der Frage um eine *naturwissenschaftliche* Frage?
Begründen Sie Ihre Antwort!



Was passiert, wenn man mehrere Variablen verändert?

Stellen Sie sich vor, Sie verwenden

- bei **5 Minuten** Kochzeit ein Ei der **Größe L**
- bei **7 Minuten** Kochzeit ein Ei der **Größe S**



Diskutieren Sie kurz: Welche der folgenden Schlussfolgerungen können Sie für obiges Experiment ziehen, falls Sie nun beobachten, dass eines der Eier härter ist als das andere?

Es kann ...

- (1) ...nur an der Kochzeit gelegen haben.
- (2) ...nur an der Größe der Eier gelegen haben.
- (3) ...an der Kochzeit und der Größe der Eier gelegen haben.



Was passiert, wenn man mehrere Variablen verändert?

Stellen Sie sich vor, Sie verwenden

- bei **5 Minuten** Kochzeit ein Ei der **Größe L**
- bei **7 Minuten** Kochzeit ein Ei der **Größe S**



Diskutieren Sie kurz: Welche der folgenden Schlussfolgerungen können Sie für obiges Experiment ziehen, falls Sie nun beobachten, dass eines der Eier härter ist als das andere?

Es kann ...

- (1) ...nur an der Kochzeit gelegen haben.
- (2) ...nur an der Größe der Eier gelegen haben.
- (3) ...an der Kochzeit und der Größe der Eier gelegen haben.



Was passiert, wenn man mehrere Variablen verändert?

Alle drei Schlussfolgerungen sind möglich, da sowohl die Kochzeit, als auch die Größe der Eier gleichzeitig verändert wurden. Sie können also nicht mit Sicherheit sagen, ob die Kochzeit einen Einfluss auf die Härte des Eies gehabt hat.

Bei einer ***fairen*** Untersuchung sollte immer nur eine unabhängige Variable gleichzeitig verändert werden. Alle anderen Variablen sind Kontrollvariablen und sollten möglichst konstant gehalten (kontrolliert) werden. Dieses Vorgehen bezeichnet man als **Variablenkontrolle**.

Im Beispiel auf der vorangegangenen Karte wurde dieses Prinzip verletzt! Man darf entweder nur die Kochzeit oder nur die Größe der Eier variieren, aber *nicht beide gleichzeitig*.



Was passiert, wenn man mehrere Variablen verändert?

Alle drei Schlussfolgerungen sind möglich, da sowohl die Kochzeit, als auch die Größe der Eier gleichzeitig verändert wurden. Sie können also nicht mit Sicherheit sagen, ob die Kochzeit einen Einfluss auf die Härte des Eies gehabt hat.

Bei einer ***fairen*** Untersuchung sollte immer nur eine unabhängige Variable gleichzeitig verändert werden. Alle anderen Variablen sind Kontrollvariablen und sollten möglichst konstant gehalten (kontrolliert) werden. Dieses Vorgehen bezeichnet man als **Variablenkontrolle**.

Im Beispiel auf der vorangegangenen Karte wurde dieses Prinzip verletzt! Man darf entweder nur die Kochzeit oder nur die Größe der Eier variieren, aber *nicht beide gleichzeitig*.

Schema zur Planung von variablenkontrollierten Untersuchungen



Das Schema auf dieser Karte kann Ihnen dabei helfen faire naturwissenschaftliche Untersuchungen zu planen. Legen Sie die Karte separat ab, damit Sie sie später schnell wiederfinden.

Unabhängige Variable (UV):

Merkmal das verändert wird,
um dessen Einfluss auf die
abhängige Variable zu prüfen



Abhängige Variable (AV):

Merkmal das während der
Änderung der unabhängigen
Variablen beobachtet wird

Frage: Hat die UV einen Einfluss auf die AV?

Kontrollvariablen (KV): Variablen, von denen die abhängige Variable
beeinflusst werden könnte und die in einem Versuch konstant gehalten

Eine naturwissenschaftliche Untersuchung sollte immer unter Variablenkontrolle erfolgen. Das heißt, dass möglichst nur die unabhängige Variable verändert und alle anderen Kontrollvariablen konstant gehalten werden sollten.

Schema zur Planung von variablenkontrollierten Untersuchungen



Das Schema auf dieser Karte kann Ihnen dabei helfen faire naturwissenschaftliche Untersuchungen zu planen. Legen Sie die Karte separat ab, damit Sie sie später schnell wiederfinden.

Unabhängige Variable (UV):

Merkmal das verändert wird, um dessen Einfluss auf die abhängige Variable zu prüfen



Abhängige Variable (AV):

Merkmal das während der Änderung der unabhängigen Variablen beobachtet wird

Frage: Hat die UV einen Einfluss auf die AV?

Kontrollvariablen (KV): Variablen, von denen die abhängige Variable beeinflusst werden könnte und die in einem Versuch konstant gehalten

Eine naturwissenschaftliche Untersuchung sollte immer unter Variablenkontrolle erfolgen. Das heißt, dass möglichst nur die unabhängige Variable verändert und alle anderen Kontrollvariablen konstant gehalten werden sollten.



Teil II

Faire und unfaire Versuche erkennen

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen



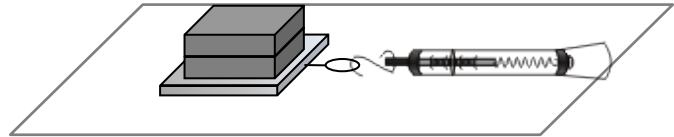
Teil II

Faire und unfaire Versuche erkennen

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

Versuche zur Reibung

Marie führt im Physikunterricht mehrere Versuche zum Thema Reibung durch. Dabei werden verschiedene Objekte mit einem Kraftmesser über eine waagrechte Ebene gezogen.

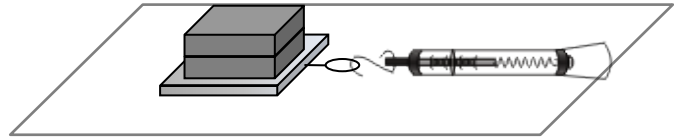


Marie will untersuchen, von welchen Variablen die Kraft abhängt, die man zum Ziehen eines Objektes mit konstanter Geschwindigkeit benötigt.

Prüfen Sie im Folgenden, ob Marie faire Versuche geplant hat!

Versuche zur Reibung

Marie führt im Physikunterricht mehrere Versuche zum Thema Reibung durch. Dabei werden verschiedene Objekte mit einem Kraftmesser über eine waagrechte Ebene gezogen.

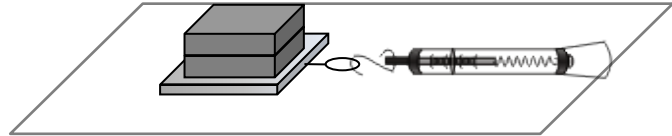


Marie will untersuchen, von welchen Variablen die Kraft abhängt, die man zum Ziehen eines Objektes mit konstanter Geschwindigkeit benötigt.

Prüfen Sie im Folgenden, ob Marie faire Versuche geplant hat!

Maries Versuchsreihe 1

Für Versuchsreihe 1 verwendet Marie einen Schlitten, den sie mit unterschiedlichen Massestücken beladen kann.



Marie stellt sich die Frage:

Hängt es von der Masse ab, welche Kraft man benötigt, um den Schlitten mit gleichbleibender Geschwindigkeit zu ziehen?



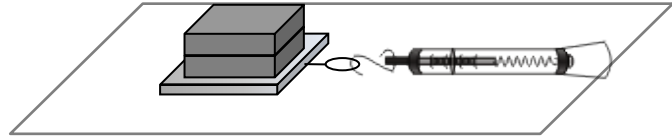
Überlegen Sie kurz: Was sind die abhängige und die unabhängige Variable sowie mögliche Kontrollvariablen dieser Versuchsreihe?



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 5 in Ihrem Aufgabenbuch.

Maries Versuchsreihe 1

Für Versuchsreihe 1 verwendet Marie einen Schlitten, den sie mit unterschiedlichen Massestücken beladen kann.



Marie stellt sich die Frage:

Hängt es von der Masse ab, welche Kraft man benötigt, um den Schlitten mit gleichbleibender Geschwindigkeit zu ziehen?



Überlegen Sie kurz: Was sind die abhängige und die unabhängige Variable sowie mögliche Kontrollvariablen dieser Versuchsreihe?

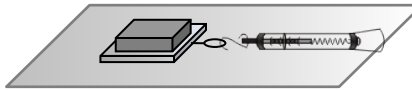


Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 5 in Ihrem Aufgabenbuch.

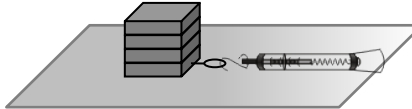
Maries Versuchsreihe 1

Marie darf die Versuche 1, 3 und 4 miteinander vergleichen, um ihre Frage zu untersuchen.

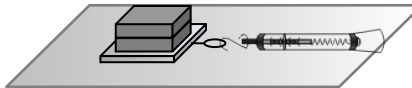
☒ Versuch 1



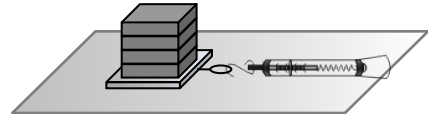
☐ Versuch 2



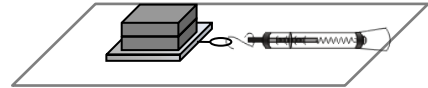
☒ Versuch 3



☒ Versuch 4



☐ Versuch 5

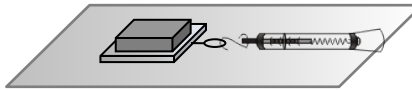


Diskutieren Sie: Warum darf man die Versuche 2 und 5 nicht mit den Versuchen 1, 3 und 4 vergleichen?

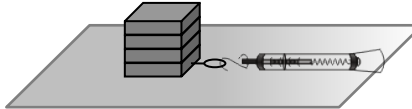
Maries Versuchsreihe 1

Marie darf die Versuche 1, 3 und 4 miteinander vergleichen, um ihre Frage zu untersuchen.

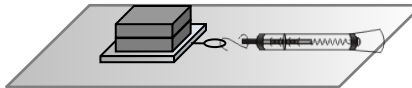
☒ Versuch 1



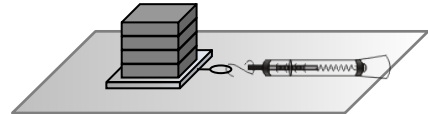
☐ Versuch 2



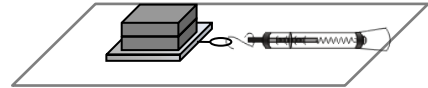
☒ Versuch 3



☒ Versuch 4



☐ Versuch 5



Diskutieren Sie: Warum darf man die Versuche 2 und 5 nicht mit den Versuchen 1, 3 und 4 vergleichen?



Maries Versuchsreihe 2

Dadurch, dass bei den Versuchen 2 und 5 mehrere Variablen gleichzeitig verändert wurden, wird das Prinzip der Variablen-kontrolle verletzt.

Man kann nicht mehr genau sagen, welche der veränderten Variablen die zum Ziehen des Schlittens erforderliche Kraft beeinflusst.

Marie plant eine zweite Versuchsreihe. Sie stellt sich dabei die Frage:

Hängt es von der Größe der Kontaktfläche ab, welche Kraft man benötigt, um den Schlitten mit gleichbleibender Geschwindigkeit zu ziehen?



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 6 in Ihrem Aufgabenbuch.



Maries Versuchsreihe 2

Dadurch, dass bei den Versuchen 2 und 5 mehrere Variablen gleichzeitig verändert wurden, wird das Prinzip der Variablen-kontrolle verletzt.

Man kann nicht mehr genau sagen, welche der veränderten Variablen die zum Ziehen des Schlittens erforderliche Kraft beeinflusst.

Marie plant eine zweite Versuchsreihe. Sie stellt sich dabei die Frage:

Hängt es von der Größe der Kontaktfläche ab, welche Kraft man benötigt, um den Schlitten mit gleichbleibender Geschwindigkeit zu ziehen?



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 6 in Ihrem Aufgabenbuch.



Eine weitere denkbare Versuchsreihe

Sie haben vermutlich festgestellt, dass die Versuche 2, 4 und 5 verglichen werden können, um Maries Frage zu untersuchen.

Auch die Versuche 1, 2 und 3 können miteinander verglichen werden.



Diskutieren Sie: Warum eignet sich der Vergleich der Versuche 1,2 und 3 nicht für Maries Frage?



Eine weitere denkbare Versuchsreihe

Sie haben vermutlich festgestellt, dass die Versuche 2, 4 und 5 verglichen werden können, um Maries Frage zu untersuchen.

Auch die Versuche 1, 2 und 3 können miteinander verglichen werden.



Diskutieren Sie: Warum eignet sich der Vergleich der Versuche 1,2 und 3 nicht für Maries Frage?



Passt der Versuch zur Fragestellung?

Dass Fragestellung und Vermutung stets zusammenpassen müssen, haben Sie in der vorangegangenen Lerneinheit bereits erarbeitet. Das gilt auch für die Passung von Fragestellung und Versuch!

In den Versuchen 1, 2 und 3 wird die Oberfläche der Ebene verändert. Marie möchte jedoch wissen, welchen Einfluss die Größe der Kontaktfläche darauf hat, wie schwer sich ein Objekt ziehen lässt. → Der Versuch passt nicht zur Fragestellung.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 7 in Ihrem Aufgabenbuch.



Passt der Versuch zur Fragestellung?

Dass Fragestellung und Vermutung stets zusammenpassen müssen, haben Sie in der vorangegangenen Lerneinheit bereits erarbeitet. Das gilt auch für die Passung von Fragestellung und Versuch!

In den Versuchen 1, 2 und 3 wird die Oberfläche der Ebene verändert. Marie möchte jedoch wissen, welchen Einfluss die Größe der Kontaktfläche darauf hat, wie schwer sich ein Objekt ziehen lässt. → Der Versuch passt nicht zur Fragestellung.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 7 in Ihrem Aufgabenbuch.

Was beeinflusst die Reibung?

Zu welchen Ergebnissen käme Marie in ihren Versuchen, wenn sie diese unter Beachtung der Variablenkontrolle durchführen würde?

Für die Kraft, die man braucht, um einen Gegenstand mit gleichbleibender Geschwindigkeit zu ziehen, gilt:

- Je größer die Masse des Gegenstands, desto größer ist die benötigte Kraft.
- Die Größe der Kontaktfläche hat keinen Einfluss darauf, wie groß die benötigte Kraft ist.

Damit sich ein Gegenstand mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, muss die Kraft mit der er gezogen wird (**Zugkraft**) genau so groß sein, wie die **Reibungskraft**, die der Bewegung entgegenwirkt.

Die Reibungskraft kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$F_{\text{Reibung}} = \mu \cdot m \cdot g$$

Dabei ist **μ** (sprich „mü“) die sogenannte Reibungszahl, **m** die Masse des Gegenstands und **g** die Erdbeschleunigung. Die Reibungszahl **μ** ist abhängig davon, welche Materialien übereinander gezogen werden („Materialpaarung“).

Was beeinflusst die Reibung?

Zu welchen Ergebnissen käme Marie in ihren Versuchen, wenn sie diese unter Beachtung der Variablenkontrolle durchführen würde?

Für die Kraft, die man braucht, um einen Gegenstand mit gleichbleibender Geschwindigkeit zu ziehen, gilt:

- Je größer die Masse des Gegenstands, desto größer ist die benötigte Kraft.
- Die Größe der Kontaktfläche hat keinen Einfluss darauf, wie groß die benötigte Kraft ist.

Damit sich ein Gegenstand mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, muss die Kraft mit der er gezogen wird (**Zugkraft**) genau so groß sein, wie die **Reibungskraft**, die der Bewegung entgegenwirkt.

Die Reibungskraft kann mit folgender Formel berechnet werden:

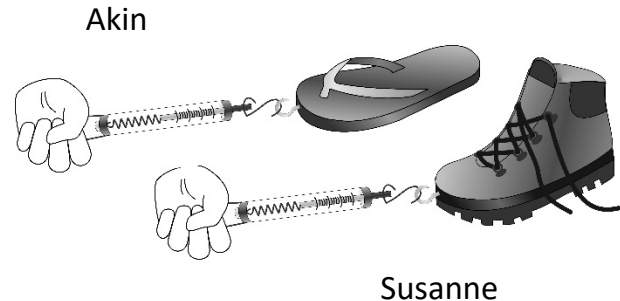
$$F_{\text{Reibung}} = \mu \cdot m \cdot g$$

Dabei ist **μ** (sprich „mü“) die sogenannte Reibungszahl, **m** die Masse des Gegenstands und **g** die Erdbeschleunigung. Die Reibungszahl **μ** ist abhängig davon, welche Materialien übereinander gezogen werden („Materialpaarung“).

Der Schuhsohlenvergleich

Susanne und Akin haben ebenfalls herausgefunden, dass die Reibung nicht von der Größe der Kontaktfläche abhängt.

Sie wollen nun herausfinden, wer von ihnen die **rutschfesteren Schuhsohlen** hat.



Beide stellen jeweils einen Schuh auf eine waagrechte Ebene. Sie messen nun für jeden Schuh, welche Kraft man braucht, um ihn mit konstanter Geschwindigkeit über die Ebene zu ziehen.

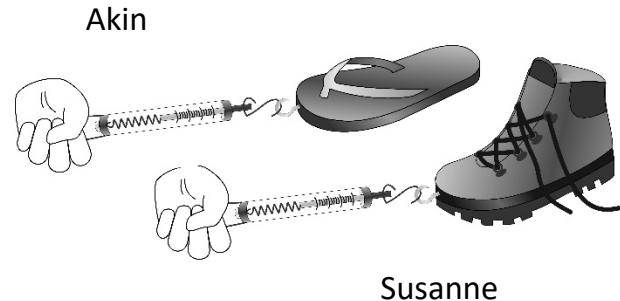


Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 8 in Ihrem Aufgabenbuch.

Der Schuhsohlenvergleich

Susanne und Akin haben ebenfalls herausgefunden, dass die Reibung nicht von der Größe der Kontaktfläche abhängt.

Sie wollen nun herausfinden, wer von ihnen die **rutschfesteren Schuhsohlen** hat.



Beide stellen jeweils einen Schuh auf eine waagrechte Ebene. Sie messen nun für jeden Schuh, welche Kraft man braucht, um ihn mit konstanter Geschwindigkeit über die Ebene zu ziehen.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 8 in Ihrem Aufgabenbuch.



Der Schuhsohlenvergleich

Beide Schuhe unterscheiden sich nicht nur in der Art der Schuhsohle, sondern haben auch *unterschiedliche Massen* und *unterschiedlich große Kontaktflächen*. Der Vergleich verletzt damit das Prinzip der Variablenkontrolle.

Um die Masse zu kontrollieren, könnten Susanne und Akin z. B. ihre Schuhe wiegen und anschließend mit Massestücken beschweren, bis beide Schuhe die gleiche Masse haben.



Überlegen Sie: Warum müssen Susanne und Akin bei diesem Versuch zwar die Masse, aber nicht die Größe der Kontaktfläche kontrollieren?



Der Schuhsohlenvergleich

Beide Schuhe unterscheiden sich nicht nur in der Art der Schuhsohle, sondern haben auch *unterschiedliche Massen* und *unterschiedlich große Kontaktflächen*. Der Vergleich verletzt damit das Prinzip der Variablenkontrolle.

Um die Masse zu kontrollieren, könnten Susanne und Akin z. B. ihre Schuhe wiegen und anschließend mit Massestücken beschweren, bis beide Schuhe die gleiche Masse haben.



Überlegen Sie: Warum müssen Susanne und Akin bei diesem Versuch zwar die Masse, aber nicht die Größe der Kontaktfläche kontrollieren?



Zusammenfassung

In den ersten beiden Teilen haben Sie verschiedene Arten von Variablen kennengelernt: abhängige Variablen, unabhängige Variablen und Kontrollvariablen.

Das Erkennen und Unterscheiden dieser Variablen kann Ihnen dabei helfen, beim Planen von Versuchen die *Variablenkontrolle* einzuhalten. Variablenkontrolle ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass aus einer Untersuchung richtige Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Im nächsten Abschnitt sollen Sie Versuche nach dem Prinzip der Variablenkontrolle planen.



Zusammenfassung

In den ersten beiden Teilen haben Sie verschiedene Arten von Variablen kennengelernt: abhängige Variablen, unabhängige Variablen und Kontrollvariablen.

Das Erkennen und Unterscheiden dieser Variablen kann Ihnen dabei helfen, beim Planen von Versuchen die *Variablenkontrolle* einzuhalten. Variablenkontrolle ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass aus einer Untersuchung richtige Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Im nächsten Abschnitt sollen Sie Versuche nach dem Prinzip der Variablenkontrolle planen.



Teil III

Faire Versuche planen

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen



Teil III

Faire Versuche planen

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen

Reibung in der Luft?

Reibung spielt nicht nur z. B. bei Schuhen, sondern auch in der Luft eine wichtige Rolle. Fallschirmspringerinnen, Ballonfahrer oder Segelfliegerinnen nutzen z. B. die (Luft-) Reibung, um ihre Fallgeschwindigkeit zu kontrollieren, einen möglichst langen „Fall“ bzw. „Flug“ zu genießen und sicher landen zu können.



Bildquelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Freeflying.jpg> [abgerufen am 11.11.2016]

Finden Sie heraus, wovon die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit eines Gegenstandes beim Fall in Luft abhängt. „Fallen“ z. B. besonders große oder schwere Fallschirmspringer schneller als andere?



Diskutieren Sie kurz, wie Sie dieser Fragestellung mit einem Versuch nachgehen würden.

Reibung in der Luft?

Reibung spielt nicht nur z. B. bei Schuhen, sondern auch in der Luft eine wichtige Rolle. Fallschirmspringerinnen, Ballonfahrer oder Segelfliegerinnen nutzen z. B. die (Luft-) Reibung, um ihre Fallgeschwindigkeit zu kontrollieren, einen möglichst langen „Fall“ bzw. „Flug“ zu genießen und sicher landen zu können.



Bildquelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Freeflying.jpg> [abgerufen am 11.11.2016]

Finden Sie heraus, wovon die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit eines Gegenstandes beim Fall in Luft abhängt. „Fallen“ z. B. besonders große oder schwere Fallschirmspringer schneller als andere?



Diskutieren Sie kurz, wie Sie dieser Fragestellung mit einem Versuch nachgehen würden.

Was bedeutet durchschnittliche Fallgeschwindigkeit?

Als *durchschnittliche Fallgeschwindigkeit* wird die Geschwindigkeit bezeichnet, die eine Person oder ein Gegenstand während des Falls oder Flugs in Richtung Boden im Durchschnitt hat.

Misst man die Fallhöhe h und die Fallzeit t , kann die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit v_d mit folgender Formel berechnet werden:

$$v_d = \frac{h}{t}$$



Überlegen Sie: Zwei Gegenstände fallen gleichzeitig und aus gleicher Höhe in Richtung Boden. Hat der Gegenstand, der zuerst am Boden ankommt, immer auch die größere durchschnittliche Fallgeschwindigkeit?

Was bedeutet durchschnittliche Fallgeschwindigkeit?

Als *durchschnittliche Fallgeschwindigkeit* wird die Geschwindigkeit bezeichnet, die eine Person oder ein Gegenstand während des Falls oder Flugs in Richtung Boden im Durchschnitt hat.

Misst man die Fallhöhe h und die Fallzeit t , kann die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit v_d mit folgender Formel berechnet werden:

$$v_d = \frac{h}{t}$$

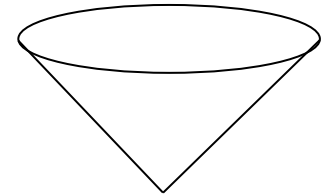


Überlegen Sie: Zwei Gegenstände fallen gleichzeitig und aus gleicher Höhe in Richtung Boden. Hat der Gegenstand, der zuerst am Boden ankommt, immer auch die größere durchschnittliche Fallgeschwindigkeit?

Mögliche Variablen beim Fall in Luft

Da aus naheliegen Gründen keine Versuche mit einem echten Fallschirm durchgeführt werden können, werden in den folgenden Versuchen Papierkegel als Modell für einen Gegenstand oder eine Person verwendet.

Auch mit Papierkegeln lassen sich bereits einige Variablen untersuchen, die die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit beeinflussen könnten.

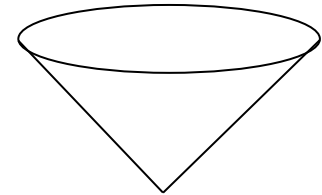


Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 9a und 9b in Ihrem Aufgabenbuch.

Mögliche Variablen beim Fall in Luft

Da aus naheliegen Gründen keine Versuche mit einem echten Fallschirm durchgeführt werden können, werden in den folgenden Versuchen Papierkegel als Modell für einen Gegenstand oder eine Person verwendet.

Auch mit Papierkegeln lassen sich bereits einige Variablen untersuchen, die die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit beeinflussen könnten.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 9a und 9b in Ihrem Aufgabenbuch.

Mögliche Variablen beim Fall in Luft

Abhängige Variable: *Durchschnittliche Fallgeschwindigkeit des Kegels.*

Beispiele für mögliche unabhängige Variablen:

- Durchmesser des Kegels
- Masse des Kegels
- Fallhöhe
- der Ort, an dem der Kegel fallen gelassen wird
- Material, aus dem der Kegel ist
- ...



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 10 in Ihrem Aufgabenbuch.

Mögliche Variablen beim Fall in Luft

Abhängige Variable: *Durchschnittliche Fallgeschwindigkeit des Kegels.*

Beispiele für mögliche unabhängige Variablen:

- Durchmesser des Kegels
- Masse des Kegels
- Fallhöhe
- der Ort, an dem der Kegel fallen gelassen wird
- Material, aus dem der Kegel ist
- ...

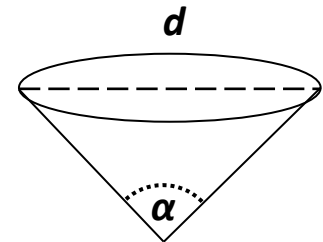


Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 10 in Ihrem Aufgabenbuch.

Vorbereitung der Versuche

Die drei Kegelarten haben folgende Eigenschaften:

Kegel	Durchmesser d /cm	Masse/g	Öffnungswinkel α /°
A (klein)	8,9	0,5	120
B (mittel)	12,6	1,0	120
C (groß)	17,7	2,0	120



Hinweis: Lassen Sie die Kegel immer mit der Spitze nach unten fallen!

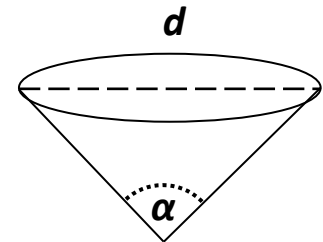


Legen Sie diese Karte separat ab, damit Sie sie bei Bedarf schnell zur Hand haben.

Vorbereitung der Versuche

Die drei Kegelarten haben folgende Eigenschaften:

Kegel	Durchmesser d /cm	Masse/g	Öffnungswinkel α /°
A (klein)	8,9	0,5	120
B (mittel)	12,6	1,0	120
C (groß)	17,7	2,0	120



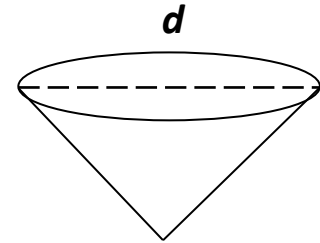
Hinweis: Lassen Sie die Kegel immer mit der Spitze nach unten fallen!



Legen Sie diese Karte separat ab, damit Sie sie bei Bedarf schnell zur Hand haben.

Versuch 1: Durchmesser des Kegels

Sie sollen in einem ersten Versuch prüfen, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Durchmesser d des Kegels und der durchschnittlichen Fallgeschwindigkeit v_d gibt.



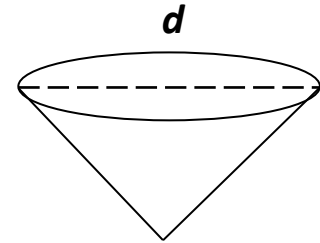
In den folgenden Aufgaben sollen Sie einen fairen Versuch planen, mit dem Sie untersuchen können, ob es einen Zusammenhang zwischen Durchmesser und Fallgeschwindigkeit gibt.



Bearbeiten Sie jetzt die Aufgaben 11a, 11b und 11c in Ihrem Aufgabenbuch.

Versuch 1: Durchmesser des Kegels

Sie sollen in einem ersten Versuch prüfen, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Durchmesser d des Kegels und der durchschnittlichen Fallgeschwindigkeit v_d gibt.



In den folgenden Aufgaben sollen Sie einen fairen Versuch planen, mit dem Sie untersuchen können, ob es einen Zusammenhang zwischen Durchmesser und Fallgeschwindigkeit gibt.



Bearbeiten Sie jetzt die Aufgaben 11a, 11b und 11c in Ihrem Aufgabenbuch.

Versuch 1: Durchmesser des Kegels

Haben Sie bei der Planung des Versuchs bedacht, dass ein Kegel mit einem größeren *Durchmesser* auch eine *größere Masse* hat?



Diskutieren Sie kurz, warum es wichtig ist, die Masse des Kegels zu kontrollieren.



Haben Sie bei Ihrem Versuch in Aufgabe 11b die Masse konstant gehalten? Falls nicht, überlegen Sie sich einen zweiten Versuch, bei dem der Durchmesser verändert und die Masse konstant gehalten wird. Führen Sie den neuen Versuch durch.

Hinweis: Sollte Ihnen nach einer Minute kein Versuch eingefallen sein, nutzen Sie den Tipp auf der nächsten Karte!



Korrigieren Sie ggf. Ihre Antwort auf die Untersuchungsfrage in Aufgabe 11c.

Versuch 1: Durchmesser des Kegels

Haben Sie bei der Planung des Versuchs bedacht, dass ein Kegel mit einem größeren *Durchmesser* auch eine *größere Masse* hat?



Diskutieren Sie kurz, warum es wichtig ist, die Masse des Kegels zu kontrollieren.



Haben Sie bei Ihrem Versuch in Aufgabe 11b die Masse konstant gehalten? Falls nicht, überlegen Sie sich einen zweiten Versuch, bei dem der Durchmesser verändert und die Masse konstant gehalten wird. Führen Sie den neuen Versuch durch.

Hinweis: Sollte Ihnen nach einer Minute kein Versuch eingefallen sein, nutzen Sie den Tipp auf der nächsten Karte!



Korrigieren Sie ggf. Ihre Antwort auf die Untersuchungsfrage in Aufgabe 11c.

Versuch 1: Durchmesser des Kegels



Angenommen, man steckt zwei Kegel der gleichen Größe ineinander: Welche Variablen ändern sich, welche bleiben gleich?

Tipp: Nutzen Sie die Tabelle unten (wie Karte 26).

<i>Kegel</i>	<i>Durchmesser d/cm</i>	<i>Masse/g</i>	<i>Öffnungswinkel $\alpha/^\circ$</i>
A (klein)	8,9	0,5	120
B (mittel)	12,6	1,0	120
C (groß)	17,7	2,0	120

Versuch 1: Durchmesser des Kegels



Angenommen, man steckt zwei Kegel der gleichen Größe ineinander: Welche Variablen ändern sich, welche bleiben gleich?

Tipp: Nutzen Sie die Tabelle unten (wie Karte 26).

<i>Kegel</i>	<i>Durchmesser d/cm</i>	<i>Masse/g</i>	<i>Öffnungswinkel $\alpha/^\circ$</i>
A (klein)	8,9	0,5	120
B (mittel)	12,6	1,0	120
C (groß)	17,7	2,0	120

Versuch 1: Durchmesser des Kegels

Warum ist es wichtig, die Masse zu kontrollieren?

Die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit des Kegels könnte von der Masse abhängig sein. Deshalb muss die Masse konstant gehalten (kontrolliert) werden. Hält man die Masse nicht konstant, obwohl sie einen Einfluss hat, führt das zu falschen Schlussfolgerungen!

Wie könnte ein Versuch aussehen, bei dem die Größe verändert und die Masse kontrolliert wird?

Um die Masse konstant zu halten, können beispielsweise zwei A-Kegel ($d = 8,9 \text{ cm}$, $m = 0,5 \text{ g}$) ineinander gesteckt und mit einem B-Kegel ($d = 12,9 \text{ cm}$, $m = 1,0 \text{ g}$) verglichen werden.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 12 in Ihrem Aufgabenbuch.

Versuch 1: Durchmesser des Kegels

Warum ist es wichtig, die Masse zu kontrollieren?

Die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit des Kegels könnte von der Masse abhängig sein. Deshalb muss die Masse konstant gehalten (kontrolliert) werden. Hält man die Masse nicht konstant, obwohl sie einen Einfluss hat, führt das zu falschen Schlussfolgerungen!

Wie könnte ein Versuch aussehen, bei dem die Größe verändert und die Masse kontrolliert wird?

Um die Masse konstant zu halten, können beispielsweise zwei A-Kegel ($d = 8,9 \text{ cm}$, $m = 0,5 \text{ g}$) ineinander gesteckt und mit einem B-Kegel ($d = 12,9 \text{ cm}$, $m = 1,0 \text{ g}$) verglichen werden.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 12 in Ihrem Aufgabenbuch.



Was passiert, wenn man Variablen nicht kontrolliert...

Eine Erklärung für die Gruppe könnte z. B. lauten:

Variiert man gleichzeitig den Durchmesser und die Masse des Kegels wird das Prinzip der Variablenkontrolle verletzt.

Fehlende Variablenkontrolle kann zu falschen Schlussfolgerungen führe: Hält man z. B. die Masse der Kegel nicht konstant, ist es möglich, dass die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit des Kegels durch die Änderung des Durchmessers kleiner und durch die Änderung der Masse wieder größer wird. Man stellt also insgesamt keine Änderung der durchschnittlichen Geschwindigkeit fest, obwohl ein größerer Durchmesser den Kegel „langsamer“ macht.

Anmerkung: Dieses Phänomen kann man z. B. beobachten, wenn man einen A- und einen B-Kegel gleichzeitig und aus der gleichen Höhe fallen lässt.



Was passiert, wenn man Variablen nicht kontrolliert...

Eine Erklärung für die Gruppe könnte z. B. lauten:

Variiert man gleichzeitig den Durchmesser und die Masse des Kegels wird das Prinzip der Variablenkontrolle verletzt.

Fehlende Variablenkontrolle kann zu falschen Schlussfolgerungen führe: Hält man z. B. die Masse der Kegel nicht konstant, ist es möglich, dass die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit des Kegels durch die Änderung des Durchmessers kleiner und durch die Änderung der Masse wieder größer wird. Man stellt also insgesamt keine Änderung der durchschnittlichen Geschwindigkeit fest, obwohl ein größerer Durchmesser den Kegel „langsamer“ macht.

Anmerkung: Dieses Phänomen kann man z. B. beobachten, wenn man einen A- und einen B-Kegel gleichzeitig und aus der gleichen Höhe fallen lässt.

Versuch 2

In dem auf dieser Karte beschriebenen **Versuch 2** wird der Einfluss einer weiteren Variable auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit untersucht.

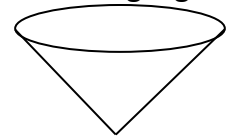


Lesen Sie zunächst die Versuchsbeschreibung auf dieser Karte und bearbeiten Sie anschließend Aufgabe 13a und 13b in Ihrem Aufgabenbuch.

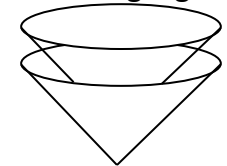
Versuchsbeschreibung:

Stellen Sie sich vor, Sie haben vier gleiche Kegel. Zuerst lassen Sie einen Kegel aus 2m Höhe fallen, messen die Fallzeit mithilfe einer Stoppuhr und notieren diese. Dann stecken Sie zwei Kegel ineinander und lassen diese wieder aus 2m Höhe fallen, stoppen erneut die Zeit und notieren diese. Genauso verfahren Sie mit drei und vier Kegeln (siehe Abbildung rechts).

1. Durchgang:



2. Durchgang:



usw.

Versuch 2

In dem auf dieser Karte beschriebenen **Versuch 2** wird der Einfluss einer weiteren Variable auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit untersucht.

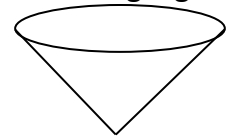


Lesen Sie zunächst die Versuchsbeschreibung auf dieser Karte und bearbeiten Sie anschließend Aufgabe 13a und 13b in Ihrem Aufgabenbuch.

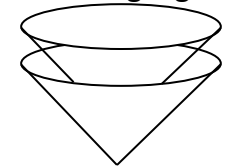
Versuchsbeschreibung:

Stellen Sie sich vor, Sie haben vier gleiche Kegel. Zuerst lassen Sie einen Kegel aus 2m Höhe fallen, messen die Fallzeit mithilfe einer Stoppuhr und notieren diese. Dann stecken Sie zwei Kegel ineinander und lassen diese wieder aus 2m Höhe fallen, stoppen erneut die Zeit und notieren diese. Genauso verfahren Sie mit drei und vier Kegeln (siehe Abbildung rechts).

1. Durchgang:



2. Durchgang:



usw.



Versuch 2: Masse des Kegels

Eine naturwissenschaftliche Frage, die zu Versuch 2 *passt*, muss nach dem Einfluss der unabhängigen Variable (Masse des Kegels) auf die abhängige Variable (durchschnittliche Fallgeschwindigkeit bzw. Fallzeit) fragen.

Die Frage könnte z. B. lauten: „*Hat die Masse eines Kegels einen Einfluss auf seine durchschnittliche Fallgeschwindigkeit?*“.

Sie haben vermutlich bei Ihren Messungen herausgefunden, dass die Masse einen Einfluss auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit hat.



Versuch 2: Masse des Kegels

Eine naturwissenschaftliche Frage, die zu Versuch 2 *passt*, muss nach dem Einfluss der unabhängigen Variable (Masse des Kegels) auf die abhängige Variable (durchschnittliche Fallgeschwindigkeit bzw. Fallzeit) fragen.

Die Frage könnte z. B. lauten: *„Hat die Masse eines Kegels einen Einfluss auf seine durchschnittliche Fallgeschwindigkeit?“*.

Sie haben vermutlich bei Ihren Messungen herausgefunden, dass die Masse einen Einfluss auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit hat.



Versuch 3: Fallhöhe

Nicht ganz überraschend fällt ein schwerer Körper *in Luft* mit einer größeren Durchschnittsgeschwindigkeit als ein leichter. Bei einem Tandem-Fallschirmsprung müsste z. B. auch ein größerer Schirm verwendet werden als bei einem Einzelsprung.

Zum Fallschirmspringen lassen sich noch weitere Fragen untersuchen, z. B.:

Hängt die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit einer Springerin auch von der Höhe ab, aus der sie startet?



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 14 in Ihrem Aufgabenbuch.



Versuch 3: Fallhöhe

Nicht ganz überraschend fällt ein schwerer Körper *in Luft* mit einer größeren Durchschnittsgeschwindigkeit als ein leichter. Bei einem Tandem-Fallschirmsprung müsste z. B. auch ein größerer Schirm verwendet werden als bei einem Einzelsprung.

Zum Fallschirmspringen lassen sich noch weitere Fragen untersuchen, z. B.:

Hängt die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit einer Springerin auch von der Höhe ab, aus der sie startet?



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 14 in Ihrem Aufgabenbuch.



Versuch 3: Fallhöhe

Zwei Gruppen von Schülerinnen sind ebenfalls der Fragestellung nachgegangen, welchen Einfluss die Höhe auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit hat.

Sie haben dazu den gleichen Kegel aus verschiedenen Höhen fallen lassen, die Fallzeit gemessen und die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit berechnet. *Alle anderen Variablen wurden dabei kontrolliert.*



Vergleichen Sie den Versuch der beiden Gruppen mit dem von Ihnen geplanten Versuch. Haben Sie einen ähnlichen Versuch geplant?

Auf der nächsten Karte finden Sie Tabellen, die die Ergebnisse der Messungen der beiden Gruppen zu ihren Versuchsdurchführungen enthalten.



Versuch 3: Fallhöhe

Zwei Gruppen von Schülerinnen sind ebenfalls der Fragestellung nachgegangen, welchen Einfluss die Höhe auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit hat.

Sie haben dazu den gleichen Kegel aus verschiedenen Höhen fallen lassen, die Fallzeit gemessen und die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit berechnet. *Alle anderen Variablen wurden dabei kontrolliert.*



Vergleichen Sie den Versuch der beiden Gruppen mit dem von Ihnen geplanten Versuch. Haben Sie einen ähnlichen Versuch geplant?

Auf der nächsten Karte finden Sie Tabellen, die die Ergebnisse der Messungen der beiden Gruppen zu ihren Versuchsdurchführungen enthalten.

Versuch 3: Fallhöhe

Frage: Wie beeinflusst die Fallhöhe die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit eines Kegels?

Gruppe 1		
h/m	t/s	v_d/ms^{-1}
0,10	0,25	0,40
0,20	0,29	0,69
0,30	0,31	0,95
0,40	0,36	1,12
0,50	0,40	1,25
0,60	0,44	1,36
0,70	0,47	1,48
0,80	0,51	1,56
0,90	0,55	1,62

Gruppe 2		
h/m	t/s	v_d/ms^{-1}
1,70	0,87	1,95
1,80	0,92	1,95
1,90	0,97	1,96
2,00	1,02	1,96
2,10	1,08	1,95
2,20	1,13	1,94
2,30	1,18	1,94
2,40	1,22	1,96
2,50	1,27	1,96

h : Fallhöhe **t :** Fallzeit **v_d :** durchschnittliche Fallgeschwindigkeit



- Welche Antwort wird Gruppe 1 vermutlich notieren?
- Welche Antwort wird Gruppe 2 vermutlich notieren?
- Unterscheiden sich die Antworten der beiden Gruppen?

Versuch 3: Fallhöhe

Frage: Wie beeinflusst die Fallhöhe die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit eines Kegels?

Gruppe 1		
h/m	t/s	v_d/ms^{-1}
0,10	0,25	0,40
0,20	0,29	0,69
0,30	0,31	0,95
0,40	0,36	1,12
0,50	0,40	1,25
0,60	0,44	1,36
0,70	0,47	1,48
0,80	0,51	1,56
0,90	0,55	1,62

Gruppe 2		
h/m	t/s	v_d/ms^{-1}
1,70	0,87	1,95
1,80	0,92	1,95
1,90	0,97	1,96
2,00	1,02	1,96
2,10	1,08	1,95
2,20	1,13	1,94
2,30	1,18	1,94
2,40	1,22	1,96
2,50	1,27	1,96

h : Fallhöhe **t :** Fallzeit **v_d :** durchschnittliche Fallgeschwindigkeit



- Welche Antwort wird Gruppe 1 vermutlich notieren?
- Welche Antwort wird Gruppe 2 vermutlich notieren?
- Unterscheiden sich die Antworten der beiden Gruppen?

Versuch 3: Fallhöhe

Wahrscheinlich ist Ihnen bei den Versuchen der beiden Gruppen Folgendes aufgefallen:

- Im Messbereich von Gruppe 1 (0,1 m bis 0,9 m) nimmt die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit mit der Fallhöhe zu.
- Im Messbereich von Gruppe 2 (1,7 m bis 2,5 m) bleibt die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit für alle Fallhöhen (nahezu) gleich.

Die Gruppen kommen zu eindeutigen, aber unterschiedlichen Ergebnissen, weil sie sich jeweils auf einen kleinen Messbereich für die Fallhöhe beschränkt haben.

Bei der Planung von Versuchen ist es häufig sinnvoll, den **gesamten zur Verfügung stehenden Messbereich zu untersuchen**, um eine zuverlässige Interpretation zu ermöglichen.

Versuch 3: Fallhöhe

Wahrscheinlich ist Ihnen bei den Versuchen der beiden Gruppen Folgendes aufgefallen:

- Im Messbereich von Gruppe 1 (0,1 m bis 0,9 m) nimmt die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit mit der Fallhöhe zu.
- Im Messbereich von Gruppe 2 (1,7 m bis 2,5 m) bleibt die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit für alle Fallhöhen (nahezu) gleich.

Die Gruppen kommen zu eindeutigen, aber unterschiedlichen Ergebnissen, weil sie sich jeweils auf einen kleinen Messbereich für die Fallhöhe beschränkt haben.

Bei der Planung von Versuchen ist es häufig sinnvoll, den **gesamten zur Verfügung stehenden Messbereich zu untersuchen**, um eine zuverlässige Interpretation zu ermöglichen.

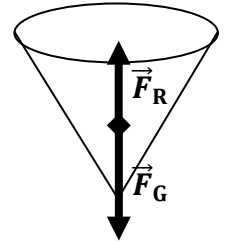
Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...

Auf dieser und den folgenden Karten erfahren Sie, warum der Einfluss der Fallhöhe mit zunehmender Höhe nachlässt.

Die Bearbeitung dieser Karten ist freiwillig! Möchten Sie die Erklärung überspringen, blättern Sie um auf Karte 44.

Auf den Kegel wirken beim Fall in Luft zwei Kräfte:

1. Gewichtskraft \vec{F}_G : Beschleunigt den Kegel in Richtung des Erdmittelpunkts.
2. Luftreibungskraft \vec{F}_R : Beschleunigt den Kegel in entgegengesetzte Richtung.



Aus diesen Kräften resultiert die Gesamtbeschleunigung \vec{a}_{Ges} des Kegels:	$\vec{a}_{\text{Ges}} = \frac{\vec{F}_{\text{Ges}}}{m_{\text{Kegel}}} = \frac{\vec{F}_G + \vec{F}_R}{m_{\text{Kegel}}}$
\vec{F}_R hängt von der Geschwindigkeit \vec{v} und damit auch von der Fallhöhe h des Kegels ab. \vec{a}_{Ges} hängt daher auch von der Fallhöhe h ab.	$\vec{a}_{\text{Ges}}(h) = \frac{\vec{F}_G + \vec{F}_R(h)}{m_{\text{Kegel}}}$
\vec{F}_G ist immer größer oder gleich \vec{F}_R . Legt man die Richtung von \vec{F}_G als positive Richtung fest, lässt sich der Ausdruck vereinfachen zu:	$a_{\text{Ges}}(h) = \frac{F_G - F_R(h)}{m_{\text{Kegel}}}$

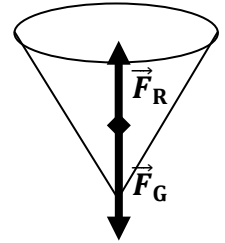
Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...

Auf dieser und den folgenden Karten erfahren Sie, warum der Einfluss der Fallhöhe mit zunehmender Höhe nachlässt.

Die Bearbeitung dieser Karten ist freiwillig! Möchten Sie die Erklärung überspringen, blättern Sie um auf Karte 44.

Auf den Kegel wirken beim Fall in Luft zwei Kräfte:

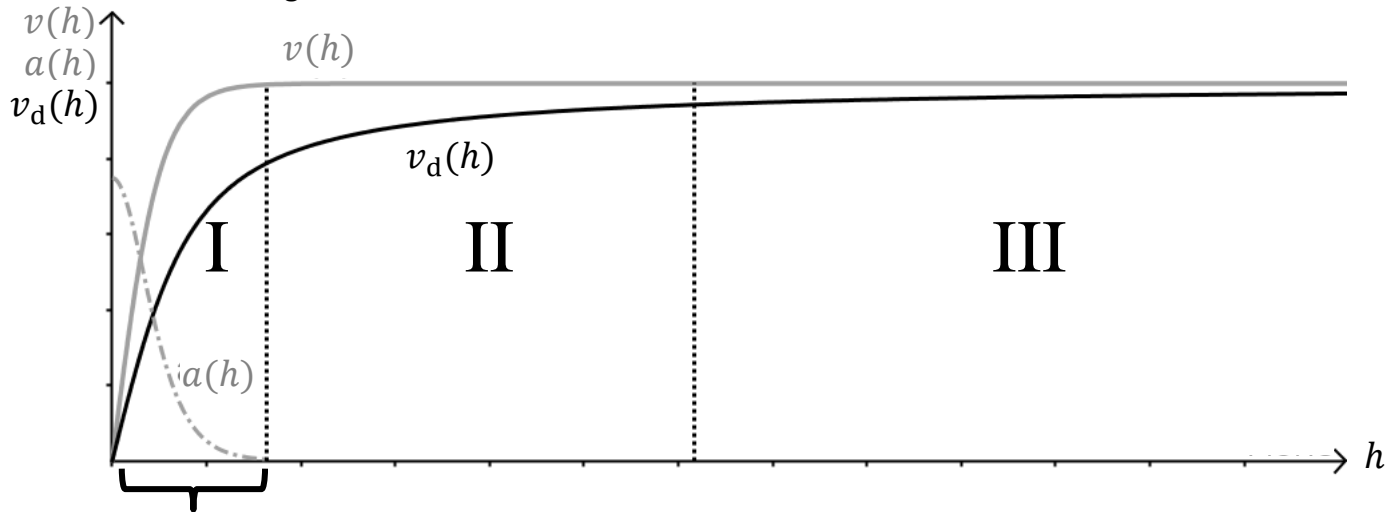
1. Gewichtskraft \vec{F}_G : Beschleunigt den Kegel in Richtung des Erdmittelpunkts.
2. Luftreibungskraft \vec{F}_R : Beschleunigt den Kegel in entgegengesetzte Richtung.



Aus diesen Kräften resultiert die Gesamtbeschleunigung \vec{a}_{Ges} des Kegels:	$\vec{a}_{\text{Ges}} = \frac{\vec{F}_{\text{Ges}}}{m_{\text{Kegel}}} = \frac{\vec{F}_G + \vec{F}_R}{m_{\text{Kegel}}}$
\vec{F}_R hängt von der Geschwindigkeit \vec{v} und damit auch von der Fallhöhe h des Kegels ab. \vec{a}_{Ges} hängt daher auch von der Fallhöhe h ab.	$\vec{a}_{\text{Ges}}(h) = \frac{\vec{F}_G + \vec{F}_R(h)}{m_{\text{Kegel}}}$
\vec{F}_G ist immer größer oder gleich \vec{F}_R . Legt man die Richtung von \vec{F}_G als positive Richtung fest, lässt sich der Ausdruck vereinfachen zu:	$a_{\text{Ges}}(h) = \frac{F_G - F_R(h)}{m_{\text{Kegel}}}$

Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...

Der Fall des Kegels setzt sich aus drei Phasen zusammen.

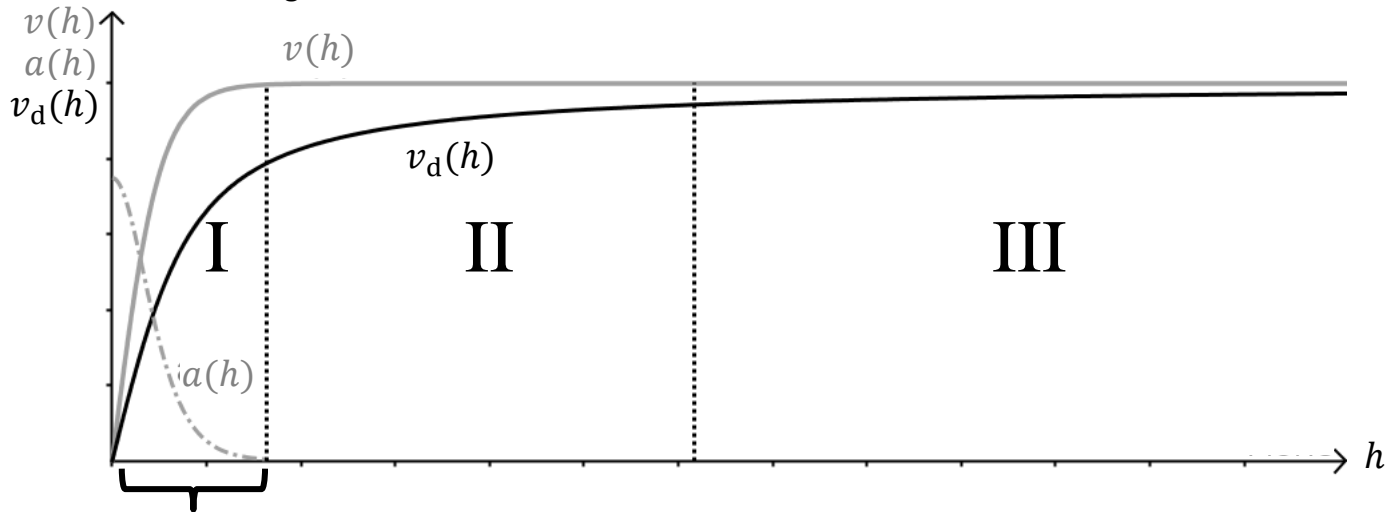


Phase I

$F_G > F_R$, Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h) > 0$. Die Luftreibungskraft nimmt mit der Geschwindigkeit des Kegels zu. Die Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h)$ nimmt deshalb ab. Die Momentangeschwindigkeit $v(h)$ und die Durchschnittsgeschwindigkeit $v_d(h)$ nehmen mit steigender Höhe zu.

Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...

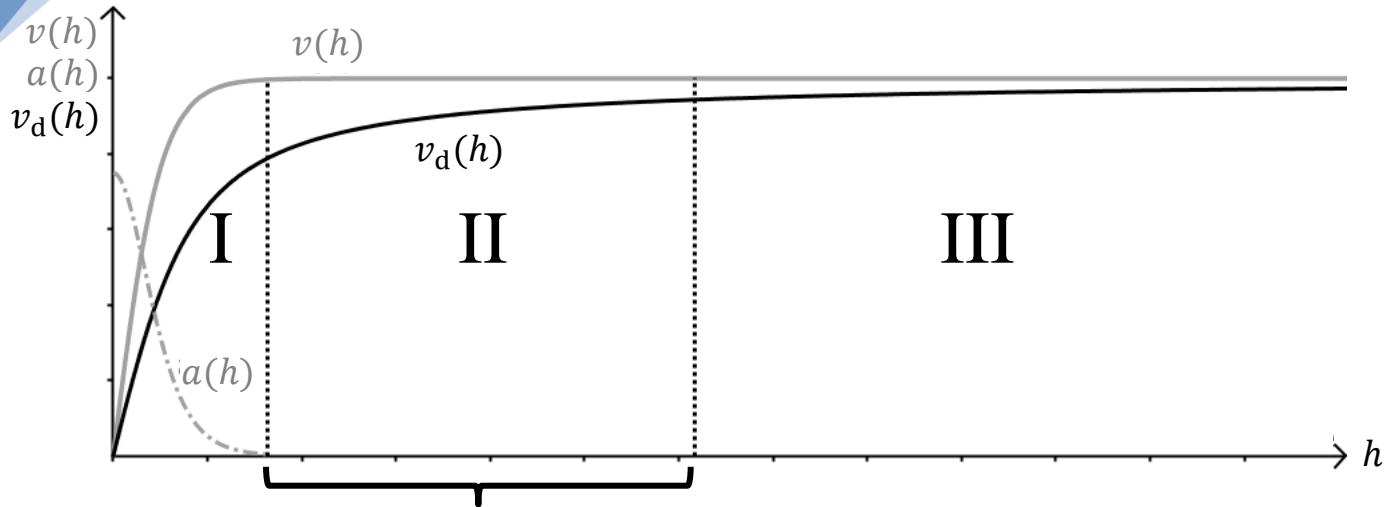
Der Fall des Kegels setzt sich aus drei Phasen zusammen.



Phase I

$F_G > F_R$, Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h) > 0$. Die Luftreibungskraft nimmt mit der Geschwindigkeit des Kegels zu. Die Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h)$ nimmt deshalb ab. Die Momentangeschwindigkeit $v(h)$ und die Durchschnittsgeschwindigkeit $v_d(h)$ nehmen mit steigender Höhe zu.

Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...



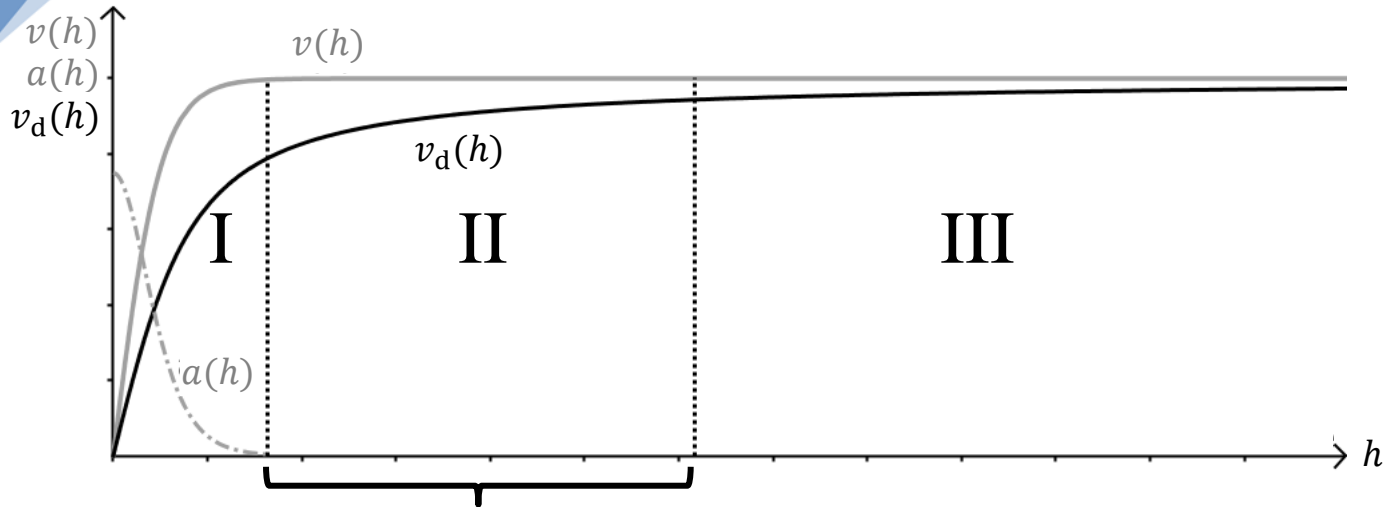
Phase II

$F_G = F_R$, Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h) = 0$.

Die Momentangeschwindigkeit ist maximal ($v(h) = v_{\text{max}}$) und bleibt konstant, da der Kegel nicht mehr beschleunigt wird.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit $v_d(h)$ wird mit zunehmender Höhe immer noch größer, weil der Kegel eine immer längere Strecke mit v_{max} fällt.

Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...



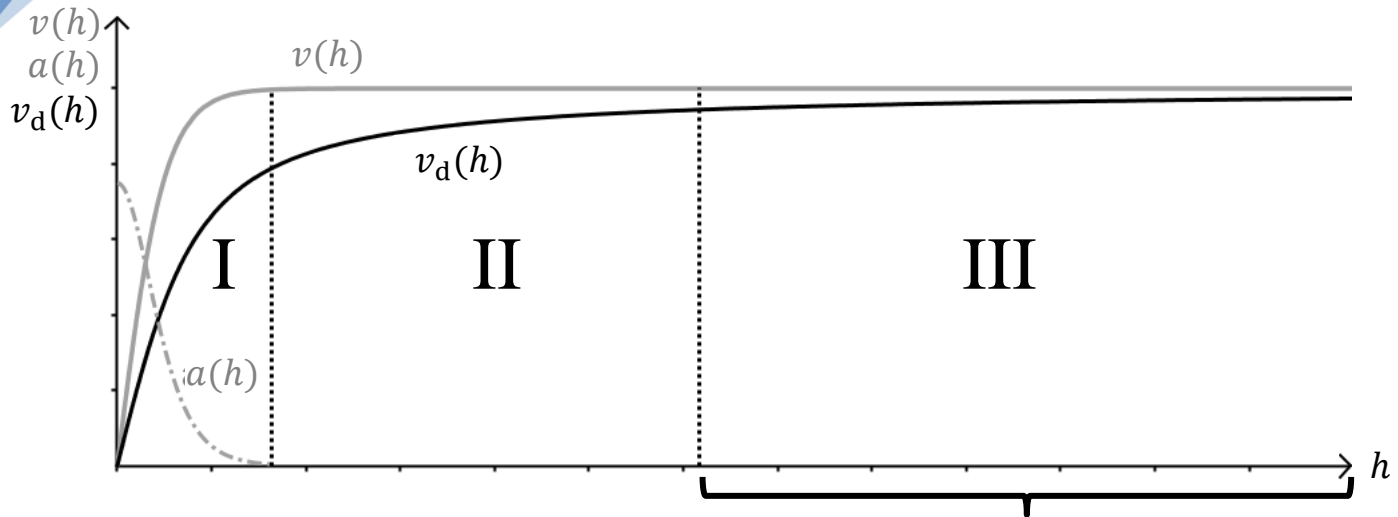
Phase II

$F_G = F_R$, Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h) = 0$.

Die Momentangeschwindigkeit ist maximal ($v(h) = v_{\text{max}}$) und bleibt konstant, da der Kegel nicht mehr beschleunigt wird.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit $v_d(h)$ wird mit zunehmender Höhe immer noch größer, weil der Kegel eine immer längere Strecke mit v_{max} fällt.

Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...



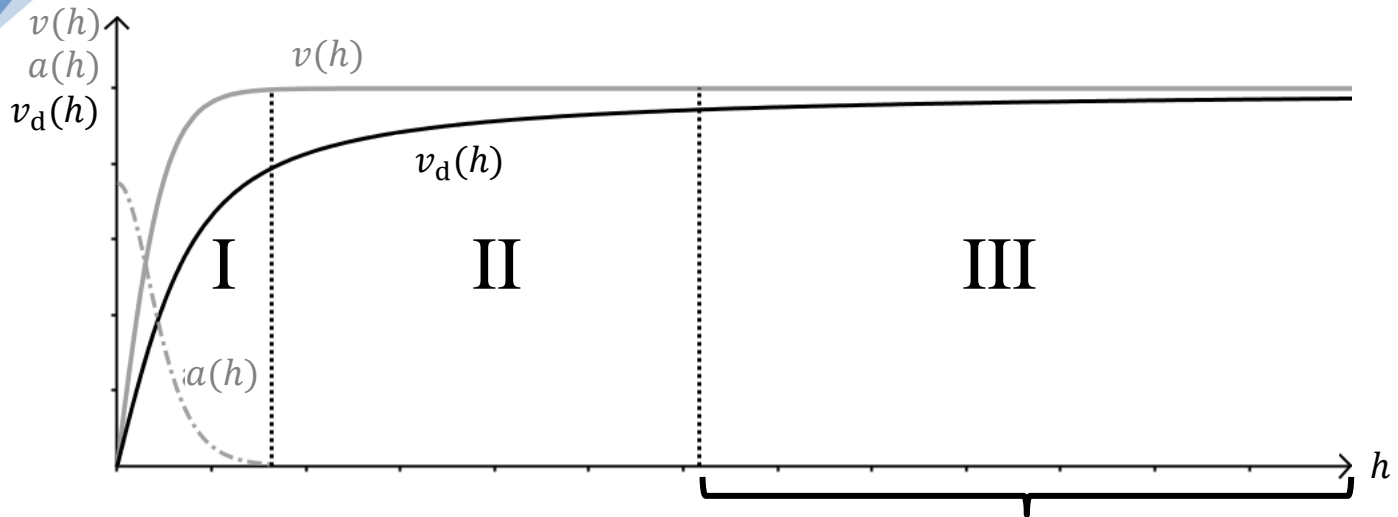
Phase III

$F_G = F_R$, Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h) = 0$.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit $v_d(h)$ wird kaum noch größer, weil der Kegel den größten Teil der Strecke mit v_{max} fällt.

Die kurze Phase I ($a_{\text{Ges}}(h) > 0$) hat (fast) keinen Einfluss mehr auf die Durchschnittsgeschwindigkeit des Kegels.

Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...



Phase III

$F_G = F_R$, Beschleunigung $a_{\text{Ges}}(h) = 0$.

Die Durchschnittsgeschwindigkeit $v_d(h)$ wird kaum noch größer, weil der Kegel den größten Teil der Strecke mit v_{max} fällt.

Die kurze Phase I ($a_{\text{Ges}}(h) > 0$) hat (fast) keinen Einfluss mehr auf die Durchschnittsgeschwindigkeit des Kegels.



Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...

Fällt der Kegel aus einer geringen Höhe, befindet er sich während eines großen Teils des Falls nur in Phase I. Die Durchschnittsgeschwindigkeit hängt also in großem Maße von der Höhe ab.

Fällt der Kegel aus einer großen Höhe, befindet er sich während des größten Teils des Falls in Phase III. Die Durchschnittsgeschwindigkeit ändert sich in diesem Bereich kaum noch, wenn man die Höhe vergrößert.

Die Endgeschwindigkeit des Kegels und wie schnell er diese erreicht, hängt von der Form und der Masse des Kegels ab.



Für Interessierte: Warum der Einfluss der Fallhöhe nachlässt...

Fällt der Kegel aus einer geringen Höhe, befindet er sich während eines großen Teils des Falls nur in Phase I. Die Durchschnittsgeschwindigkeit hängt also in großem Maße von der Höhe ab.

Fällt der Kegel aus einer großen Höhe, befindet er sich während des größten Teils des Falls in Phase III. Die Durchschnittsgeschwindigkeit ändert sich in diesem Bereich kaum noch, wenn man die Höhe vergrößert.

Die Endgeschwindigkeit des Kegels und wie schnell er diese erreicht, hängt von der Form und der Masse des Kegels ab.



Teil IV

Zum Weiterdenken...

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen



Teil IV

Zum Weiterdenken...

Andreas Vorholzer, Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen



Zum Weiterdenken...



Diskutieren Sie die unten stehenden Fragen.



Notieren Sie Ihre Überlegungen in den Aufgaben 15a – 15d.

Sie erinnern sich vielleicht noch an den *Eier-Versuch* vom Anfang.

- a) Warum haben Sie wahrscheinlich nicht die Farbe der Küche, die Jahreszeit und die Größe des Kochs als unabhängige Variable aufgezählt?
- b) Warum würden Sie diese Variablen vermutlich in einem Versuch auch nicht als Kontrollvariablen bezeichnen?

Versuchen Sie mit den Begriffen „*unabhängige Variable*“ und „*abhängige Variable*“ zu erklären, wie man...

- c) ...eine präzise von einer allgemeinen Frage unterscheiden kann.
- d) ...eine Frage, die zu einem bestimmten Versuch passt, von einer Frage unterscheiden kann, die nicht zu diesem Versuch passt.



Zum Weiterdenken...



Diskutieren Sie die unten stehenden Fragen.



Notieren Sie Ihre Überlegungen in den Aufgaben 15a – 15d.

Sie erinnern sich vielleicht noch an den *Eier-Versuch* vom Anfang.

- a) Warum haben Sie wahrscheinlich nicht die Farbe der Küche, die Jahreszeit und die Größe des Kochs als unabhängige Variable aufgezählt?
- b) Warum würden Sie diese Variablen vermutlich in einem Versuch auch nicht als Kontrollvariablen bezeichnen?

Versuchen Sie mit den Begriffen „*unabhängige Variable*“ und „*abhängige Variable*“ zu erklären, wie man...

- c) ...eine präzise von einer allgemeinen Frage unterscheiden kann.
- d) ...eine Frage, die zu einem bestimmten Versuch passt, von einer Frage unterscheiden kann, die nicht zu diesem Versuch passt.



Zum Weiterdenken...

- a) Vermutlich haben Sie Variablen wie Farbe der Küche oder Größe des Kochs beim Eier-Versuch nicht als unabhängige Variablen genannt, weil Sie sich sicher sind, dass diese Variablen keinen Einfluss auf die Härte eines gekochten Eies haben.
- b) Wenn man mit großer Sicherheit davon ausgehen kann, dass eine Variable keinen Einfluss auf die abhängige Variable hat, muss diese Variable bei der Durchführung nicht kontrolliert werden.
Gleichzeitig ist es aber kein Fehler, eine solche Variable dennoch zu kontrollieren!
- c) Eine präzise Frage legt im Gegensatz zu einer eher allgemeinen Frage genau fest, was die abhängige und die unabhängige Variable der Untersuchung sind.
- d) Eine passende Fragestellung fragt nach dem Einfluss der unabhängigen Variable des Versuchs auf die abhängige Variable des Versuchs.
Eine unpassende Fragestellung hingegen fragt nach einer unabhängigen und/oder abhängigen Variable, die in dem Versuch nicht geprüft wird.



Zum Weiterdenken...

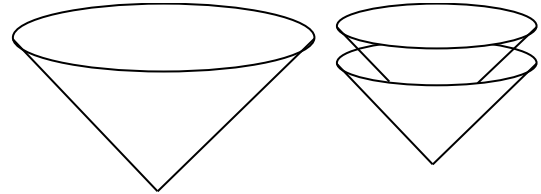
- a) Vermutlich haben Sie Variablen wie Farbe der Küche oder Größe des Kochs beim Eier-Versuch nicht als unabhängige Variablen genannt, weil Sie sich sicher sind, dass diese Variablen keinen Einfluss auf die Härte eines gekochten Eies haben.
- b) Wenn man mit großer Sicherheit davon ausgehen kann, dass eine Variable keinen Einfluss auf die abhängige Variable hat, muss diese Variable bei der Durchführung nicht kontrolliert werden.
Gleichzeitig ist es aber kein Fehler, eine solche Variable dennoch zu kontrollieren!
- c) Eine präzise Frage legt im Gegensatz zu einer eher allgemeinen Frage genau fest, was die abhängige und die unabhängige Variable der Untersuchung sind.
- d) Eine passende Fragestellung fragt nach dem Einfluss der unabhängigen Variable des Versuchs auf die abhängige Variable des Versuchs.
Eine unpassende Fragestellung hingegen fragt nach einer unabhängigen und/oder abhängigen Variable, die in dem Versuch nicht geprüft wird.

Zum Weiterdenken: Versuche wiederholen?

Sie erinnern sich vielleicht noch an den Versuch zum Einfluss des Durchmessers auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit eines Kegels.

Bei diesem Versuch wurden immer zwei Kegel mit unterschiedlichem Durchmesser aus gleicher Höhe fallengelassen (siehe Abb. rechts).

Die Masse haben Sie dabei kontrolliert, in dem Sie mehrere Kegel ineinandergesteckt haben.



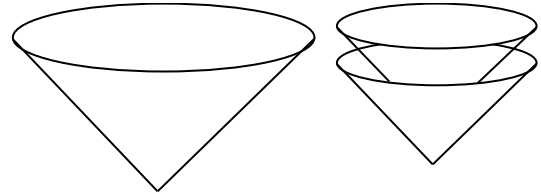
Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 16 in Ihrem Aufgabenbuch.

Zum Weiterdenken: Versuche wiederholen?

Sie erinnern sich vielleicht noch an den Versuch zum Einfluss des Durchmessers auf die durchschnittliche Fallgeschwindigkeit eines Kegels.

Bei diesem Versuch wurden immer zwei Kegel mit unterschiedlichem Durchmesser aus gleicher Höhe fallengelassen (siehe Abb. rechts).

Die Masse haben Sie dabei kontrolliert, in dem Sie mehrere Kegel ineinandergesteckt haben.



Bearbeiten Sie jetzt Aufgabe 16 in Ihrem Aufgabenbuch.



Zum Weiterdenken: Versuche wiederholen?



Diskutieren Sie:

- **Sollte man in der Untersuchung alle möglichen „Kegelkombinationen“ ausprobieren?**
Welche Argumente sprechen dafür, alle Kombinationen zu prüfen?
Welche Argumente sprechen dagegen, alle Kombinationen zu prüfen?
- **Welche Gründe könnte es geben, warum Naturwissenschaftler/innen manchmal genau den gleichen Versuch mehrfach durchführen?**



Zum Weiterdenken: Versuche wiederholen?



Diskutieren Sie:

- **Sollte man in der Untersuchung alle möglichen „Kegelkombinationen“ ausprobieren?**
Welche Argumente sprechen dafür, alle Kombinationen zu prüfen?
Welche Argumente sprechen dagegen, alle Kombinationen zu prüfen?
- **Welche Gründe könnte es geben, warum Naturwissenschaftler/innen manchmal genau den gleichen Versuch mehrfach durchführen?**



Zum Weiterdenken: Versuche wiederholen?

Je mehr verschiedene Kombinationen man prüft, je größer der untersuchte Messbereich ist und je häufiger man einen Versuch wiederholt hat, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Ergebnisse, die man erhalten hat, allgemeingültig und richtig sind.

In einer realen Untersuchung muss man sich jedoch immer auf einen bestimmten Messbereich und auf eine bestimmte Anzahl von Wiederholungen beschränken, um die Untersuchung in endlicher Zeit abschließen zu können.

Es gibt keine Regel, die genau festlegt, wie groß der Messbereich bei einem Versuch sein muss, oder wie oft man einen Versuch wiederholen sollte.



Zum Weiterdenken: Versuche wiederholen?

Je mehr verschiedene Kombinationen man prüft, je größer der untersuchte Messbereich ist und je häufiger man einen Versuch wiederholt hat, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Ergebnisse, die man erhalten hat, allgemeingültig und richtig sind.

In einer realen Untersuchung muss man sich jedoch immer auf einen bestimmten Messbereich und auf eine bestimmte Anzahl von Wiederholungen beschränken, um die Untersuchung in endlicher Zeit abschließen zu können.

Es gibt keine Regel, die genau festlegt, wie groß der Messbereich bei einem Versuch sein muss, oder wie oft man einen Versuch wiederholen sollte.



Geschafft!

Super! Sie waren wirklich sehr fleißig!

*Auf der letzten zwei Seite Ihres Arbeitsbuches finden Sie eine
Zusammenfassung für Ihre Unterlagen!*



Geschafft!

Super! Sie waren wirklich sehr fleißig!


*Auf der letzten zwei Seite Ihres Arbeitsbuches finden Sie eine
Zusammenfassung für Ihre Unterlagen!*



Zusatzaufgabe

Messunsicherheiten

*Bitte notieren Sie Ihre Überlegungen zu den folgenden
Aufgaben auf einem separaten Blatt!*






Zusatzaufgabe

Messunsicherheiten

*Bitte notieren Sie Ihre Überlegungen zu den folgenden
Aufgaben auf einem separaten Blatt!*



Messunsicherheiten 1



Versuchen Sie mit einem beliebigen Kegel die Fallzeit t für eine Fallhöhe h von 0,3 m, 0,4 m und 0,5 m möglichst genau zu bestimmen.



Notieren Sie Ihre Messwerte in einer Tabelle auf einem separaten Blatt. Sie können sich dabei an unten stehender Tabelle orientieren.

h/m	t/s
...	...
...	...
...	...

Messunsicherheiten 1



Versuchen Sie mit einem beliebigen Kegel die Fallzeit t für eine Fallhöhe h von 0,3 m, 0,4 m und 0,5 m möglichst genau zu bestimmen.



Notieren Sie Ihre Messwerte in einer Tabelle auf einem separaten Blatt. Sie können sich dabei an unten stehender Tabelle orientieren.

h/m	t/s
...	...
...	...
...	...

Messunsicherheiten 1



Messen Sie nun für jede der drei Höhen noch zwei weitere Male die Fallzeit.



Sie können Ihre erstellte Tabelle aus der letzten Aufgabe erweitern und dort die Ergebnisse eintragen.



Kommen Sie jedes Mal zu einem ähnlichen (und plausiblen) Ergebnis?

Messunsicherheiten 1



Messen Sie nun für jede der drei Höhen noch zwei weitere Male die Fallzeit.



Sie können Ihre erstellte Tabelle aus der letzten Aufgabe erweitern und dort die Ergebnisse eintragen.



Kommen Sie jedes Mal zu einem ähnlichen (und plausiblen) Ergebnis?



Messunsicherheiten 1

Vielleicht ist Ihnen bei Ihren Messungen aufgefallen, dass es bei geringen Fallhöhen schwierig ist, die Fallzeit genau zu messen. Häufig passiert es dabei sogar, dass trotz einer größeren Fallhöhe eine kleinere Fallzeit gemessen wird.



Diskutieren Sie:

- Was sind mögliche Ursachen für die Messunsicherheiten bei diesem Experiment?
- Warum spielen diese Messunsicherheiten bei kleinen Fallhöhen eine besonders große Rolle?



Messunsicherheiten 1

Vielleicht ist Ihnen bei Ihren Messungen aufgefallen, dass es bei geringen Fallhöhen schwierig ist, die Fallzeit genau zu messen. Häufig passiert es dabei sogar, dass trotz einer größeren Fallhöhe eine kleinere Fallzeit gemessen wird.



Diskutieren Sie:

- Was sind mögliche Ursachen für die Messunsicherheiten bei diesem Experiment?
- Warum spielen diese Messunsicherheiten bei kleinen Fallhöhen eine besonders große Rolle?

Messunsicherheiten 2

Ursachen für Messunsicherheiten sind bei diesem Experiment z. B.:

- Reaktionszeit oder Verzögerung beim Starten und Stoppen der Stoppuhr
- Abweichungen bei der Starthöhe des Kegels

Angenommen, Sie können die Zeit ungefähr auf eine halbe Sekunde genau „stoppen“, wenn der Kegel losgelassen wird bzw. auf den Boden auftrifft.

Bei einer Fallhöhe von 30 cm brauchen z. B. die Kegel aus Versuch 3 (Untersuchung des Einflusses der Fallhöhe) ungefähr eine Sekunde bis zum Boden. „Vermessen“ Sie sich nun beispielsweise beim Aufkommen des Kegels auf dem Boden um 0,5 Sekunden, ergibt sich eine Abweichung von 50 % (1,5 s statt 1,0 s) gegenüber dem wahren Wert.

Benötigt der Kegel 10 Sekunden bis zum Boden, erhält man bei der gleichen Messunsicherheit eine Abweichung von nur 5 % (10,5 s statt 10,0 s).



Messunsicherheiten 2

Ursachen für Messunsicherheiten sind bei diesem Experiment z. B.:

- Reaktionszeit oder Verzögerung beim Starten und Stoppen der Stoppuhr
- Abweichungen bei der Starthöhe des Kegels

Angenommen, Sie können die Zeit ungefähr auf eine halbe Sekunde genau „stoppen“, wenn der Kegel losgelassen wird bzw. auf den Boden auftrifft.

Bei einer Fallhöhe von 30 cm brauchen z. B. die Kegel aus Versuch 3 (Untersuchung des Einflusses der Fallhöhe) ungefähr eine Sekunde bis zum Boden. „Vermessen“ Sie sich nun beispielsweise beim Aufkommen des Kegels auf dem Boden um 0,5 Sekunden, ergibt sich eine Abweichung von 50 % (1,5 s statt 1,0 s) gegenüber dem wahren Wert.

Benötigt der Kegel 10 Sekunden bis zum Boden, erhält man bei der gleichen Messunsicherheit eine Abweichung von nur 5 % (10,5 s statt 10,0 s).

Messunsicherheiten 2



Wie könnten Sie bei der Messung der Fallzeiten vorgehen, um die Messunsicherheiten zu minimieren? Notieren Sie Ihre Überlegungen auf dem separaten Blatt.

Hinweis: Wenn Ihnen nach einer Minute nichts einfällt, bearbeiten Sie die nächste Karte.

Messunsicherheiten 2



Wie könnten Sie bei der Messung der Fallzeiten vorgehen, um die Messunsicherheiten zu minimieren? Notieren Sie Ihre Überlegungen auf dem separaten Blatt.

Hinweis: Wenn Ihnen nach einer Minute nichts einfällt, bearbeiten Sie die nächste Karte.

Messunsicherheiten 2

Eine Möglichkeit, die Messunsicherheit bei der Messung der Fallzeit zu verringern, ist, die Zeit für *eine* Höhe mehrmals zu messen und aus diesen Messwerten einen *Mittelwert* zu bilden.

Zur Bildung des Mittelwertes addiert man die einzelnen Messwerte und teilt ihre Summe durch die Anzahl der Messungen.

Hat man z. B. für eine Fallhöhe von 30 cm die folgende Messreihe aufgenommen, ...

Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5
0,8 s	1,3 s	1,1 s	1,3 s	0,9 s

...ergibt sich ein Mittelwert von: $\frac{0,8\text{ s} + 1,3\text{ s} + 1,1\text{ s} + 1,3\text{ s} + 0,9\text{ s}}{5} = 1,08\text{ s}$



Diskutieren Sie: Warum führt diese Vorgehensweise zu einer genaueren Messung als das einmalige Messen der Fallzeit?

Messunsicherheiten 2

Eine Möglichkeit, die Messunsicherheit bei der Messung der Fallzeit zu verringern, ist, die Zeit für *eine* Höhe mehrmals zu messen und aus diesen Messwerten einen *Mittelwert* zu bilden.

Zur Bildung des Mittelwertes addiert man die einzelnen Messwerte und teilt ihre Summe durch die Anzahl der Messungen.

Hat man z. B. für eine Fallhöhe von 30 cm die folgende Messreihe aufgenommen, ...

Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5
0,8 s	1,3 s	1,1 s	1,3 s	0,9 s

...ergibt sich ein Mittelwert von: $\frac{0,8\text{ s} + 1,3\text{ s} + 1,1\text{ s} + 1,3\text{ s} + 0,9\text{ s}}{5} = 1,08\text{ s}$



Diskutieren Sie: Warum führt diese Vorgehensweise zu einer genaueren Messung als das einmalige Messen der Fallzeit?

Messunsicherheiten 2

Nehmen Sie erneut an, dass Sie die Stoppuhr auf eine halbe Sekunde genau starten und stoppen können.

Stellen Sie sich vor, Sie würden mehrere Messungen durchführen. Sie werden dabei einige Male zu früh, einige Male zu spät und manchmal genau im richtigen Moment auf die Stoppuhr drücken.

Messen Sie nun eine schwer zu messende Größe (wie z. B. die Fallzeit bei kleinen Höhen) nur einmal, kann es vorkommen, dass Sie mit dem Ergebnis genau richtig liegen. Meistens wird Ihre Messung jedoch vom tatsächlichen Wert abweichen.

Messen Sie die Größe z. B. fünf Mal oder gar zehn Mal und bilden den Mittelwert, gleichen zu große Messwerte („Stoppuhr zu spät gedrückt“) zu kleine Werte („Stoppuhr zu früh gedrückt“) teilweise aus und Sie erhalten ein genaueres Ergebnis.

Je öfter Sie die Messung wiederholen, desto präziser wird dabei im Allgemeinen das Ergebnis. Könnten Sie unendlich viele Messungen machen, würden Sie den „wahren Wert“ der Größe erhalten.

Messunsicherheiten 2

Nehmen Sie erneut an, dass Sie die Stoppuhr auf eine halbe Sekunde genau starten und stoppen können.

Stellen Sie sich vor, Sie würden mehrere Messungen durchführen. Sie werden dabei einige Male zu früh, einige Male zu spät und manchmal genau im richtigen Moment auf die Stoppuhr drücken.

Messen Sie nun eine schwer zu messende Größe (wie z. B. die Fallzeit bei kleinen Höhen) nur einmal, kann es vorkommen, dass Sie mit dem Ergebnis genau richtig liegen. Meistens wird Ihre Messung jedoch vom tatsächlichen Wert abweichen.

Messen Sie die Größe z. B. fünf Mal oder gar zehn Mal und bilden den Mittelwert, gleichen zu große Messwerte („Stoppuhr zu spät gedrückt“) zu kleine Werte („Stoppuhr zu früh gedrückt“) teilweise aus und Sie erhalten ein genaueres Ergebnis.

Je öfter Sie die Messung wiederholen, desto präziser wird dabei im Allgemeinen das Ergebnis. Könnten Sie unendlich viele Messungen machen, würden Sie den „wahren Wert“ der Größe erhalten.

Die Wahl des richtigen Kegels?



Diskutieren Sie: Mit welchen Kegeln kann man die Fallzeit aus einer bestimmten Höhe am genauesten bestimmen? Begründen Sie Ihre Antwort!

Hinweis: Unten stehender Tabelle können sie die Eigenschaften der einzelnen Kegeltypen entnehmen.

<i>Kegel</i>	<i>Durchmesser d/cm</i>	<i>Masse/g</i>	<i>Öffnungswinkel $\alpha/^\circ$</i>
A (klein)	8,9	0,5	120
B (mittel)	12,6	1,0	120
C (groß)	17,7	2,0	120

Die Wahl des richtigen Kegels?



Diskutieren Sie: Mit welchen Kegeln kann man die Fallzeit aus einer bestimmten Höhe am genauesten bestimmen? Begründen Sie Ihre Antwort!

Hinweis: Unten stehender Tabelle können sie die Eigenschaften der einzelnen Kegeltypen entnehmen.

<i>Kegel</i>	<i>Durchmesser d/cm</i>	<i>Masse/g</i>	<i>Öffnungswinkel $\alpha/^\circ$</i>
A (klein)	8,9	0,5	120
B (mittel)	12,6	1,0	120
C (groß)	17,7	2,0	120



Ende!

Alle Achtung, Sie haben auch das Zusatzmaterial geschafft!



Ende!

Alle Achtung, Sie haben auch das Zusatzmaterial geschafft!