e-Learning „Diagramme“

Definitionen und Regeln

1. Grundlagen (Achsen-)diagramme

1. Variablen

In den Naturwissenschaften werden Merkmale, die mehrere (mind. zwei) Ausprägungen bzw. Werte annehmen können, als **Variablen** bezeichnet**.**

2. Arten von Variablen

Bei einer Untersuchung kann zwischen verschiedene Arten von Variablen unterschieden werden:

Unabhängige Variable: Merkmal, das **systematisch verändert wird**, um dessen Einfluss auf die abhängige Variable zu untersuchen.

Abhängige Variable: Merkmal, das während der Änderung der unabhängigen Variablen **beobachtet wird**.

Kontrollvariable: Merkmale, die **konstant gehalten** werden müssen, weil sie die abhängige Variable (ungewollt) beeinflussen könnten.

3. Achsenbelegung

a) Auf der **horizontalen Achse** (Abszisse, ugs.: x-Achse) eines Achsendiagramms wird in der Regel die **unabhängige Variable** aufgetragen.

b) Auf der **vertikalen Achse** (Ordinate, ugs.: y-Achse) eines Achsendiagramms wird in der Regel die **abhängige Variable** aufgetragen.

4. Achsenbeschriftung – Messgröße und Maßeinheit

Die Achsen eines Achsendiagramms müssen immer mit der **Messgröße** (z. B. Strecke „s“) und (sofern vorhanden) der **Maßeinheit** (z. B. Kilometer „km“) beschriftet werden.

Für die Beschriftung der Achsen haben sich verschiedene Möglichkeiten etabliert:

a) $\frac{\text{Messgröße}}{\text{Maßeinheit}}$, Beispiel: $\frac{s}{\text{km}} = {}^{s}/_{\text{km}}$
b) Messgröße in Maßeinheit, Beispiel: *s* in km
c) Messgröße [Maßeinheit], Beispiel: *s* [km]

Wichtig: Bitte erkundigen Sie sich, welche Schreibweise in Ihrem Fachgebiet verwendet wird.

Autoren: Julia Ortmann, Andreas Vorholzer und Kathrin Steckenmesser-Sander
Ort: Justus-Liebig-Universität Gießen, 2021

5. Achsenskalierung

a) Die Achsen sollten in der Regel etwa gleich lang gezeichnet sein.

b) Die Skalierung der Achsen sollte so gewählt werden, dass die Daten den größten Teil (mind. ¾) der Fläche des Achsendiagramms ausfüllen.

6. Achsenbeschriftung – Einheitenpräfix und Achsenbeschriftung

In der Regel ist es nicht sinnvoll, sehr große oder sehr kleine Werte an einer Achse auszuschreiben (z. B. 0,0000000001 m oder 1.000.000.000 Euro).

In solchen Fällen gibt es zwei Möglichkeiten, um die Achse übersichtlicher zu beschriften:

a) Ein neues **Einheitenpräfix** auswählen und die Werte entsprechend überführen (1.000.000.000 Euro → 1 Mrd. Euro). In der Achsenbeschriftung die Einheitenpräfixe hinzufügen (Betrag [Euro] → Betrag [Mrd. Euro]).

b) Eine passende **Zehnerpotenz** auswählen und die Werte in die Exponentialdarstellung überführen (z. B. 1.000.000.000 Euro → $1 \cdot 10^9$ Euro). In der Achsenbeschriftung die Zehnerpotenzen zur Maßeinheit hinzufügen (Betrag [Euro] → Betrag [10^9 Euro]).

7. Achsenursprung

Der Achsenursprung bezeichnet die Schnittstelle der horizontalen Achse (Abszisse, ugs.: x-Achse) und der vertikalen Achse (Ordinate, ugs.: y-Achse). In vielen Achsendiagrammen liegt der Achsenursprung sowohl auf der horizontalen als auch auf der vertikalen Achse beim Wert null. Der Achsenursprung darf jedoch auch von null verschieden gewählt werden.

8. Wahl des Achsenursprungs

Eine **Verschiebung des Achsenursprungs** kann in Betracht gezogen werden, wenn der kleinste Messwert weit von Null entfernt ist. Gründe für eine Achsenverschiebung können z. B. sein:

- Messwerte genauer darzustellen
- auf die relativen Unterschiede zwischen den Messwerten aufmerksam zu machen

2. Auswahl eines geeigneten Diagrammtyps

9. Metrisches Skalenniveau

Die Variable hat quantitativ verschiedene Ausprägungen, die sich in eine Rangfolge bringen lassen. Die Abstände zwischen den Ausprägungen sind interpretierbar. Es gibt sowohl diskrete als auch stetige Variablen mit metrischem Skalenniveau. Stetige Variablen können im Unterschied zu diskreten Variablen jeden beliebigen Wert annehmen.

10. Ordinales Skalenniveau

Die Variable hat diskrete, qualitativ verschiedenen Ausprägungen, die sich in eine Rangfolge bringen lassen. Es können Aussagen darüber getroffen, ob zwei Ausprägungen größer, kleiner oder gleich groß sind. Die Abstände zwischen den Ausprägungen sind **nicht** interpretierbar.

11. Nominales Skalenniveau

Die Variable hat diskrete, qualitativ verschiedene Ausprägungen, die sich in keine logische Rangfolge bringen lassen. Es können lediglich Aussagen darüber getroffen werden, ob zwei Ausprägungen gleich oder verschieden sind.

12. Zusammensetzung eines Ganzen

Diagramme können verwendet werden, um die (prozentuale) Zusammensetzung eines Ganzen darzustellen.

13. Verteilung

Diagramme können verwendet werden, um darzustellen, in welchem Bereich die Daten eines Datensatzes liegen und wie sie sich über diesen Bereich verteilen.

14. Vergleich

Diagramme können verwendet werden, um einen Vergleich der Häufigkeiten oder der Werte der einzelnen Ausprägungen der unabhängigen Variablen (UV) darzustellen. Dabei können die Häufigkeiten/Einzel-Werte (z. B. Wert 1 ist doppelt/halb so groß wie Wert 2) oder der Trend zwischen jeweils zwei Häufigkeiten/Einzel-Werten (zwischen Wert 1 und Wert 2 gibt es einen Anstieg/Abfall) verglichen werden.

15. Beziehung zwischen Variablen

Diagramme können verwendet werden, um eine Beziehung/einen Zusammenhang zwischen der abhängigen und der unabhängigen Variablen (UV) darzustellen und in einer anschließenden Auswertung zu ermitteln.

3. Achsendiagramme beschreiben

16. Inhaltliche Beschreibung eines Diagramms

Diagramme sollten i. d. R. immer **im Sachzusammenhang beschrieben** werden. Das bedeutet, dass Beschreibungen eines Diagramms bzw. aus einem Diagramm abgeleitete Aussagen konkret Bezug auf die dargestellten Variablen (z. B. Zeit und Temperatur) nehmen sollten.

4. Vertiefung: Achsendiagramme in der Physik

17.1: Einzeichnen von Messunsicherheiten

Die Messunsicherheiten eines Messpunkts werden in einem Achsendiagramm mit einem **Balkenkreuz** dargestellt, dessen Mittelpunkt auf dem Messpunkt liegt. Der horizontale Balken hat die doppelte Länge der Messunsicherheit der unabhängigen Variablen, der vertikale Balken die doppelte Länge der Messunsicherheit der abhängigen Variablen.
Die Balken werden z. T. auch als „Fehlerbalken“ bezeichnet.

17.2: Einzeichnen von Messunsicherheiten

Wenn die Messunsicherheit einer Variable (absolut oder im Vergleich zur Messunsicherheit der andere Variable) vernachlässigbar klein ist, dann kann auf das Einzeichnen des Fehlerbalkens dieser Variable verzichtet werden.

18.1: Bestimmung einer Ausgleichsfunktion durch Regression

Bei einer Regression wird die Funktion eines vorgegebenen **Funktionstyps** (z. B. lineare Funktion, quadratische Funktion oder Exponentialfunktion) bestimmt, deren Kurve (z. B. Gerade, Parabel, Exponentialkurve) sich den Messpunkten möglichst gut annähert. Diese Kurve wird auch als Regressionskurve oder **Ausgleichskurve** bezeichnet.

Die **Wahl des Funktionstyps** kann auf Basis von theoretischen Überlegungen erfolgen (z. B. einem physikalischen Gesetz). Wenn noch keine theoretische Vorhersage möglich ist, wird oft der **einfachste** Funktionstyp gewählt, der optisch zu den Daten zu passen scheint.

18.2 Kriterium zur Bestimmung der Ausgleichskurve

Zur Bestimmung der Ausgleichskurve wird typischerweise der **vertikale Abstand** zwischen jedem einzelnen Messpunkt und der Kurve bestimmt und daraus die sogenannte **Abstandsquadratsumme** gebildet. Die Ausgleichskurve ist die Kurve, bei der die Abstandsquadratsumme am kleinsten ist.

18.3 Vertikaler Abstand und Abstandsquadratsumme

Der vertikale Abstand zwischen einem Messpunkt und einer Kurve gibt an, wie weit der Messpunkt in vertikaler Richtung von der Kurve entfernt ist (siehe Abb. unten).
Mathematisch ausgedrückt: Hat der i-te Messpunkt einer Messreihe die Koordinaten $(x_i|y_i)$ und die Kurve zeigt die Funktion $y = f(x)$, dann ist der vertikale Abstand definiert als $|y_i - f(x_i)|$.

18.4 Berechnung der Abstandsquadratsumme

Zur Ermittlung der Abstandsquadratsumme (AQS) wird der vertikale Abstand aller Messpunkte zunächst quadriert und dann zusammengezählt:

$$\mathrm{AQS} = \sum_i (|y_i - f(x_i)|)^2$$

19. Händisches Einzeichnen von (Ausgleichs-)kurve

1. Vor dem Einzeichnen einer Kurve sollte überlegt werden, welcher Funktionstyp zu den Messpunkten passt (z. B. Gerade, Exponentialfunktion, quadratische Funktion, logarithmische Funktion, Sinus-Funktion).
2. Die Kurve sollte den Messpunkten möglichst nahekommen, muss aber nicht durch alle Messpunkte hindurchgehen.
3. Die Kurve sollte einen kontinuierlichen Verlauf ohne abrupte „Knicke“ haben (d. h. im mathematischen Sinne „stetig“ sein).