

1 | HINTERGRUND: Was ist Visualisieren?

Eine Visualisierung bezeichnet die Darstellung von Daten, Informationen und Zusammenhängen in einer für uns visuell, also mit den Augen erfassbaren Form, kurz: das „Sichtbarmachen von Informationen“. Eine solche visuelle Darstellung kann ein (verschriftlichter) Text sein, ein Bild, ein Diagramm, eine Gleichung, ein Experimentaufbau, eine Zeichnung. Visualisieren ist die Tätigkeit, die Informationen in visuelle Formen zu überführen.

Aufmerksamkeit und Motivation

Visuelle Darstellungen lenken unsere Aufmerksamkeit. Gut gestaltete Visualisierungen erhöhen die Motivation, z. B. einen Text zu lesen. Sie können Wertschätzung vermitteln, indem wir uns den Lernenden gegenüber positiv über eine Darstellung in einem Lernprodukt äußern. Wertschätzung zeigt sich auch in der Reaktion der Lernenden auf ein visuell gelungen gestaltetes Arbeitsblatt.

Kommunikation und Lernen

Visuelle Darstellungen unterstützen unsere Kommunikation untereinander. Sie veranschaulichen, unterstützen und schaffen Strukturen, indem sie komplexe Inhalte reduzieren, Wesentliches hervorheben und Zusammenhänge darstellen.

Menschen sind Genies der „Mustererkennung“ in visuellen Darstellungen. Durch die Fähigkeit des menschlichen Gehirns, visuelle Reize gut verarbeiten zu können, haben visuelle Darstellungen ein hohes lernförderliches Potenzial. Gute Visualisierungen unterstützen daher die Merkfähigkeit von Lerninhalten („visuelle Eselsbrücken“).

Die Rezeption und Verarbeitung visueller Darstellungen und die aktive Konstruktion eigener Visualisierungen fördern die Kreativität und erweitern die Kompetenzen auf dem Gebiet von Ausdrucksformen jenseits der symbolisch-abstrakten Sprache.

Während uns bildliche Darstellungen schon lange begleiten, sind andere Formen noch nicht so lange etabliert. Hätten Sie beispielsweise gedacht, dass die uns heute so vertraute Visualisierung mathematischer Gleichungen in Form von Graphen erst Mitte des 18. Jahrhunderts auftaucht und sich auch nur sehr langsam durchsetzte?

Zwischen visueller Bibliothek und Gestaltungsfreiraum

Bei den o. g. Top-5-Beispielen der Bildersuche hatten Sie sicher direkt konkrete Bilder vor Augen. Tatsächlich sind viele visuelle Darstellungen in der Physik so konventionalisiert bzw. normiert, dass wir über eine visuelle „Bibliothek“ von Symbolen sprechen können. Beispiele für stark normierte, bildliche Darstellungen sind die Schaltsymbole des elektrischen Stromkreises oder Zeichnungen von Lichtwegen in der geometrischen Optik.

Betrachten Sie die unfertigen Zeichnungen in **Abbildung 2** (Auflösung unter https://physikkommunizieren.de/niup_visualisieren). Vermutlich fällt es Ihnen leicht, die Bilder zu typischen physikalischen Darstellungen zu vervollständigen. Auch auf symbolisch-mathematischer Ebene finden wir viele Konventionen und Normierungen in Bezug auf Graphen, mathematische Gleichungen, Tabellen usw. (s. a. die Hilfen zu diesem für Lernende oft schwierigen Thema im Artikel „Diagramme“).

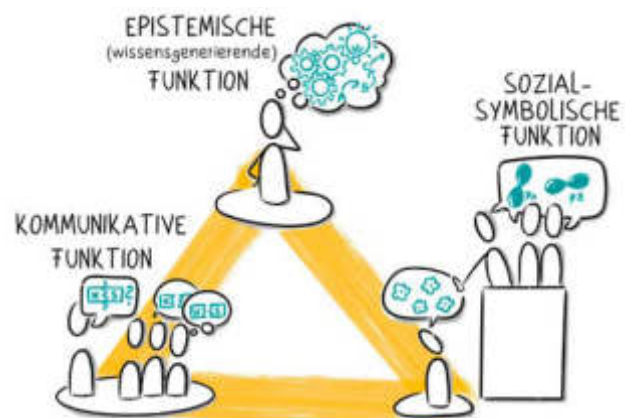
Funktionen von Visualisierungen

Neben den stark konventionalisierten Darstellungen bieten sich in der Physik auch viele Möglichkeiten für Visualisierungen, die einen größeren Gestaltungsspielraum zulassen. Beide Varianten von Visualisierungen sind für den Physikunterricht von Bedeutung und bieten wertvolle Lerngelegenheiten. Sie erfüllen sowohl eine **kommunikative** als auch eine **epistemische Funktion** (s. a. **Abb. 3**). Denn einerseits können wir über visuelle Darstellungen Wissen vermitteln, Vorstellungen ausdrücken und Verständnisdifferenzen disku-

tieren (kommunikativ), andererseits können wir auch Inhalte erschließen und Ideen weiterentwickeln (epistemisch, also wissensgenerierend).



2 | Unvollständige visuelle Repräsentanten in der Physik: Können Sie die Bilder vervollständigen?



3 | Allgemeine Funktionen von Bildungssprache, übertragen auf Visualisierungen („Bildersprache“)

MEDIEN- BEZOGEN

KOMMUNIKATIONSPRODUKTE,
Z.B. DER LERNENDEN
(PRÄSENTATIONEN,
PLAKATE ETC.)



BUCH
INFORMATIONSSITE

TAFELBILD,
PROJEKTIONEN,
SCREENSHARING



LERNDOKUMENTATIONEN,
ARBEITSBLÄTTER, PHYSIKMAPPE

OBJEKT- BEZOGEN

NONVERBALE
KOMMUNIKATION
ZWISCHEN PERSONEN
(Z.B. MIMIK, GESTIK)



OBJEKTE DER
KOMMUNIKATION

4 | Was fiele alles weg, wenn wir dem Physikunterricht mit geschlossenen Augen folgen würden? Objekt- und medienbezogene Visualisierungen im Physikunterricht

Daneben hat das Erlernen der für die Physik fachtypischen „Bildersprache“ ebenso wie das Erlernen der (verbalen) Fachsprache auch eine **sozial-symbolische Funktion** (s. Abb. 3). Über die verbale wie visuelle Fachsprache finden Aushandlungsprozesse der Zugehörigkeit statt: Wer sich in der verbalen und visuellen Fachsprache zu bewegen weiß, kann hier mitkommunizieren und teilhaben. Wer sich nicht standardgemäß ausdrückt, wird oft entsprechend korrigiert.

In diesem Heft setzen wir den Fokus auf die epistemische und die kommunikative Funktion von Visualisierungen.

Der Blick auf den Physikunterricht

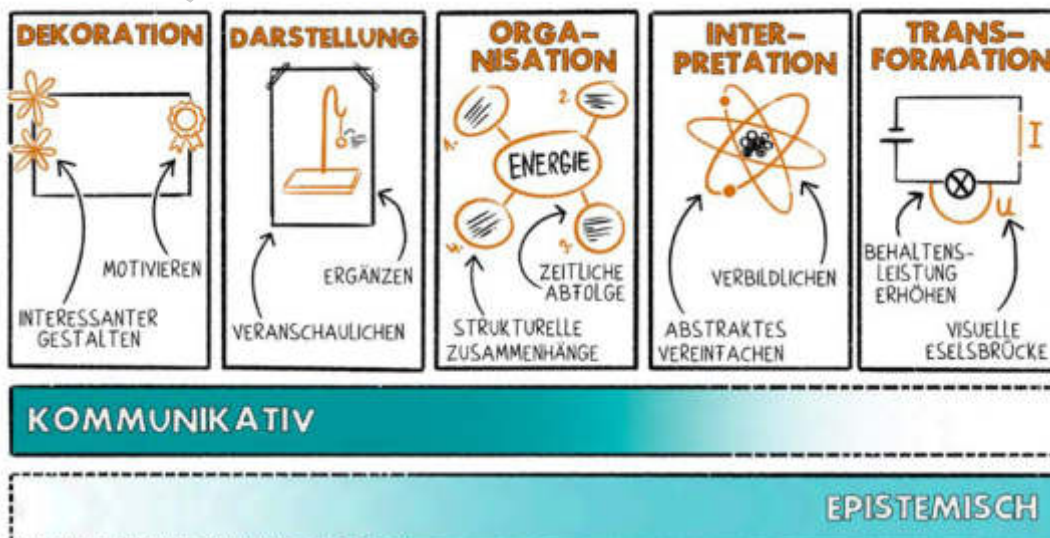
Wo konkret begegnen uns Visualisierungen nun im Physikunterricht? **Abbildung 4** zeigt hier viele medien- und objektbezogene Visualisierungen einer typischen Unterrichtssituation. Wir schauen in diesem Heft insbesondere auf die medienbezogenen Visualisierungsmöglichkeiten. (Zu nonverbalen Anteilen der Kommunikation s. z. B. [2]).

Funktionen von Visualisierungen im Physikunterricht

Man kann allgemein fünf (kognitive) Funktionen von Visualisierungen unterscheiden (s. [3] und Abb. 5), die alle gewisse Ausprägungen von kommunikativen und epistemischen Aspekten tragen bzw. hierfür didaktisch eingesetzt werden können. Dabei lassen sich die linksstehenden Kategorien stärker der kommunikativen, die rechtsstehenden mehr der epistemischen Funktion zuordnen.

Epistemische Funktion im Physikunterricht

Eine epistemische Funktion haben Visualisierungen in den Kategorien in **Abbildung 5**, wenn sie rezeptiv zum Lernprozess hinzugezogen bzw. auch – noch stärker – wenn sie von uns selbst im Lernprozess konstruiert werden. Dies gilt insbesondere für Visualisierungen zur Wissensorganisation (Concept Maps, Mindmaps, Visual Summaries, zeitliche Abfolgen, Flussdiagramme usw.), zur Interpretation (Visualisierungen, die Sachverhalte ausdeuten, wie z. B. physikalische Modelle) und zur Transformation (Visualisierungen, welche die Behaltensleistung erhöhen, wie z. B. „visuelle Eselsbrücken“).



5 | Kognitive Funktionen von Visualisierungen

Abb. 4: Zeichnung: Rosalie Heinen; Abb. 5: Zeichnung: Rosalie Heinen (nach [3])

Piktogramme

Praktische Helferlein für Tafel, Pult und Arbeitsblatt

EINSATZ:	5–9 (eher jüngere Jahrgangsstufen)
WER VISUALISIERT:	Lehrkraft
AUFWAND:	gering (einmal erstellen, immer benutzen)
SCHWIERIGKEITSGRAD:	leicht (Gewöhnung)
BENÖTIGTE MATERIALIEN:	Papier/Pappe, ggf. Laminiergerät, magnetisches Klebeband; ggf. App „Classroomscreen“
WEITERE MATERIALIEN:	Piktogramme der Universität Münster: https://physikkommunizieren.de/unterrichtsmaterialien/vorlagen/

Die Situation: „Ja, ihr sollt in Partnerarbeit arbeiten.“ – „Den Text zuerst lesen, dann die Fragen beantworten.“ – „Überlegt, wie ihr nochmal vorgehen müsst beim Experimentieren.“ – „Ihr habt noch 5 Minuten!“ Viele Informationen sind im Laufe einer Unterrichtsstunde mehrfach gefragt – inhaltliche, organisatorische, methodische ... Wenn wir nicht Hilfsmittel zur Unterstützung bei der Hand haben, kann sich das schnell auf die Stimme und Laune niederschlagen. Visualisierungen können hier sowohl die Lehrkraft entlasten als auch den Lernenden zu mehr Autonomie verhelfen, weil sie die Informationen jederzeit selbstständig neu holen können.

Ganz klassisch können diese Informationen angeschrieben werden. Aber das kostet jedes Mal Mühe und Zeit. Wir stellen im Folgenden Piktogramme als kleine analoge (oder digitale) Helfer vor, die die Aufgabe übernehmen, den Unterricht durch entsprechende Visualisierungen unterstützen und die dauer-

haft verwendet werden können. Einige der Icons sind physikspezifisch, andere lassen sich auch in anderen Fächern verwenden, sodass sich der Herstellungsaufwand lohnt.

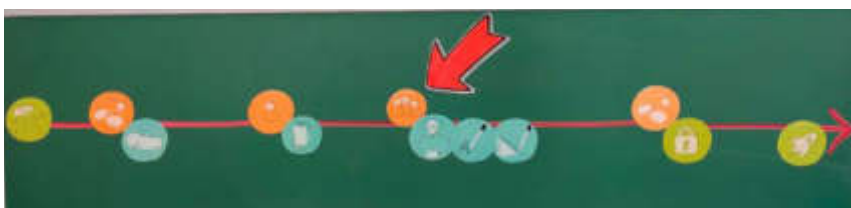
Kleine Helfer: Piktogramme

Struktur beeinflusst den Lernprozess positiv und fördert den Lernzuwachs (s. z. B. [1]). Icons bzw. Piktogramme sind Illustrationen, die eine solche Struktur unterstützen (vgl. [2], S. 60 f). Sie zeichnen sich durch ihre Prägnanz und ihre Konzentration auf das Wesentliche aus und kommen weitgehend ohne Text aus. Ihre Verständlichkeit über Sprachgrenzen hinweg ist auch hilfreich im Hinblick auf Inklusion und Sprachentlastung.

An der Tafel oder Wand, auf den Tischen oder auf Arbeitsblättern leisten Piktogramme eine entscheidende visuelle Unterstützung, indem sie die Arbeitsphasen ordnen und strukturieren sowie verbale Aussagen ersetzen.

Am Institut für Didaktik der Physik der Universität Münster wurden zusammen mit Designern Piktogramme entwickelt, die kostenfrei unter <https://physikkommunizieren.de/unterrichtsmaterialien/vorlagen/> zur Verfügung stehen. Die Piktogramme sind inhaltlich und auch farblich in drei Kategorien eingeteilt (s. a. Überblick in **Material 1**):

- **Arbeitsweise** (Sozialform, Lautstärke, Hilfeanforderung),
- **Aufgabenformate** und
- **Hinweise**.



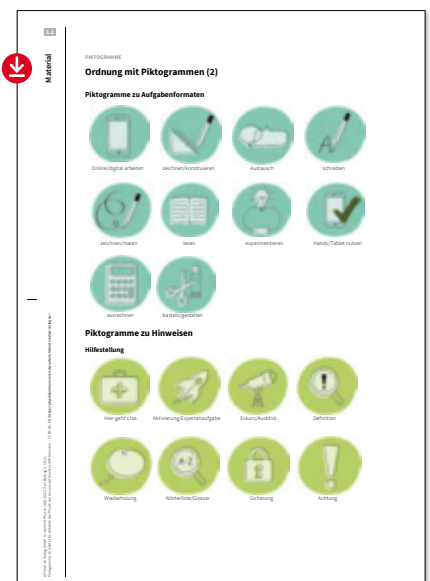
1 | Mit Piktogrammen an der Tafel visualisierter Stundenverlauf

Einsatz der Piktogramme

An der analogen Tafel

Die Piktogramme werden für alle sichtbar an der Tafel dargestellt. Sie können dafür entweder im Lauf der Stunde ausgetauscht werden oder es kann der gesamte Verlauf der Stunde in seinen Handlungsabläufen, Aufgaben und Sozialformen an der Tafel dargestellt werden (s. **Abb. 1**). Hierbei ist es dann hilfreich (z. B. mit einem Pfeil) anzuzeigen, wo im Stundenablauf sich alle gerade befinden (s. **Abb. 1**).

Die Piktogramme werden dazu farbig in ausreichender Größe ausgedruckt. Zur besseren Stabilität und Haltbarkeit empfiehlt es sich, die Piktogramme auf Karton aufzukleben oder zu laminieren. Ein Streifen magnetisches Klebeband auf der Rückseite macht aus der Papierscheibe einen Tafelmagnet. (**Tipp:** Bei günstigem Magnetklebeband das Band erst aufkleben, dann einlaminiert, so hält es auch dauerhaft.)



Material 1 | Piktogramme im Überblick (Ausschnitt: Piktogramme mit Physikbezug)

3D-Zeichnen auf der 2D-Fläche

Tipps und Tricks zum dreidimensionalen Zeichnen im Physikunterricht

EINSATZ:	Sek. I und II
WER VISUALISIERT:	Lehrkraft
AUFWAND:	gering
SCHWIERIGKEITSGRAD:	leicht bis mittel (etwas Übung)
BENÖTIGTE MATERIALIEN:	Tafel und Kreide oder Papier und Stift; ggf. digitales Zeichenprogramm – je nach Präsentationsmedium
WEITERE MATERIALIEN:	Übersichtsposter: https://physikkommunizieren.de/niup_visualisieren/

Im Physikunterricht ist es oft notwendig, nicht nur den zwei-, sondern den dreidimensionalen Raum in den Blick zu nehmen. Allerdings lässt sich letzterer nicht so leicht auf der zweidimensionalen Zeichenebene darstellen.

Als mögliche Hilfe können Apps mit AR-Funktionen und 3D-Darstellungen im Raum dienen (s. Artikel „Digitale Tools“). Hier geben wir Tipps zur zeichnerischen 3D-Darstellung auf einer zweidimensionalen Ebene (z. B. Tafel, Papier oder digitale Zeichenprogramme).

Vorgestellt werden Beispiele für typische Formen und Darstellungen aus dem Physikunterricht. Allgemeine Tipps und Tricks finden sich in **Kasten 1**.

Zeichnen von dreidimensionalen Körpern

Einfaches geometrisch-räumliches Zeichnen

Beim einfachen Zeichnen der Tiefe eines Körpers mit geometrisch identi-

1 | TIPPS: Allgemeine Tipps und Tricks zu 3D-Darstellungen

Parallelitäten von (Raum-)Linien beachten – auch als (gedachte) Hilfslinien

Überlegen: Welche Linien müssen zueinander parallel sein?

Umsetzung in verschiedenen Medien:

- *Tafel:* Magnetband als flexibles Lineal an der Tafel nutzen, Hilfslinien leicht einzeichnen
- *Digital:* Hilfslinien auf andere Ebene, später wieder ausblenden

Nutzen Sie Fluchtpunkte für die perspektivische Zeichnung.

Überlegen: Wo liegt der Fluchtpunkt?

Umsetzung in verschiedenen Medien:

- *Tafel/Papier:* Fluchtpunkt einzeichnen, Lineal verwenden
- *Digital:* Fluchtpunkt einzeichnen, Linie ziehen und soweit nötig radieren bzw. zweite Ebene benutzen für Hilfslinien

Beachten Sie die räumliche Reihenfolge (verborgene Linien weglassen, stricheln).

Überlegen: Welche Linien sind verdeckt?

Umsetzung in verschiedenen Medien:

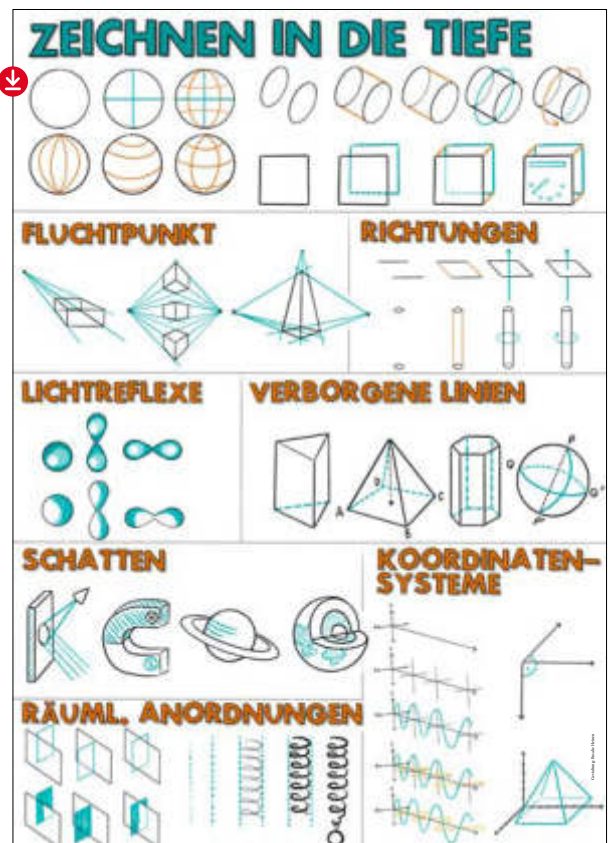
- *Tafel/digital:* Linien durchziehen und wegwischen zu gestrichelten Linien (kleiner Schwamm)

Fügen Sie 3D-Effekte mit Glanz und Schatten bzw. unterschiedlicher Farbintensität hinzu.

Umsetzung in verschiedenen Medien:

- *Tafel/Papier:* Kreide/Bleistift in quer nutzen/schraffieren
- *Digital:* Textmarker nutzen; zweite Ebene nutzen, um leichter radieren zu können

Ein **Übersichtsposter** zum 3D-Zeichnen als Merkhilfe finden Sie im Downloadmaterial.



Übersichtsposter | Hinweise zum 3D-Zeichnen

scher Vorder- und Rückseite (s. **Abb. 1**: Mess-/Spannungsversorgungsgerät, Hufeisenmagnet) wird die rückwärtige Seite schräg gegenüber der vorderen verschoben (in den Beispielen in **Abb. 1** nach oben rechts). Die beiden Seiten werden an den jeweiligen Kanten mit schrägen, parallelen Linien verbunden.

Bei Körpern mit nicht ebenen Oberflächen deuten wir den Verlauf der Oberfläche durch exemplarische Linien an. **Abbildung 2** zeigt dies für die Oberfläche einer Kugel. Die Krümmung der Oberfläche kann in verschiedene Richtungen und auch in mehrere Richtungen gleichzeitig angedeutet werden.

Geometrisch-räumliches Zeichnen über Transparenz

Beim einfachen Zeichnen in der Tiefe werden einige geometrische Linien

von den nach vorne gerichteten Seiten des dargestellten Objekts verdeckt. Das Zeichnen ist oft einfacher und die Körper sind leichter in ihrer dreidimensionalen Gestalt zu erkennen, wenn diese Linien sichtbar gemacht werden. Um ihre Position zu zeigen und sie von den sichtbaren Konturen abzugrenzen, werden sie üblicherweise gestrichelt oder weniger kräftig gezeichnet (s. **Abb. 3**).

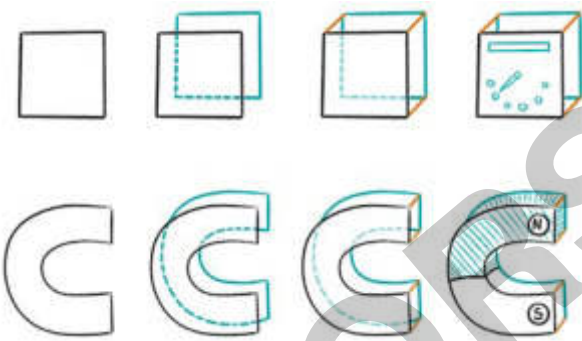
Perspektivisches Zeichnen mit Fluchtpunkt

Für das etwas elaboriertere perspektivische Zeichnen in der Tiefe wird zusätzlich ein Fluchtpunkt berücksichtigt. **Abbildung 4** zeigt dies für zwei verschiedene Körper und Ausrichtungen. Die Linien einer Dimension laufen jeweils im angedeuteten Fluchtpunkt zusammen. **Abbildung 5** zeigt dies im jeweils zweiten

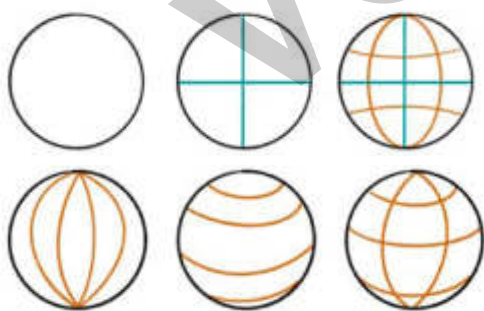
Bild für aufrecht stehende Körper. Das dritte Bild zeigt eine Betrachterperspektive, die auf die Mitte des Objektes gerichtet ist, nicht auf seine Oberseite, wodurch ein anderer räumlicher Eindruck entsteht.

Perspektivisches Zeichnen mithilfe der Oberflächenstruktur

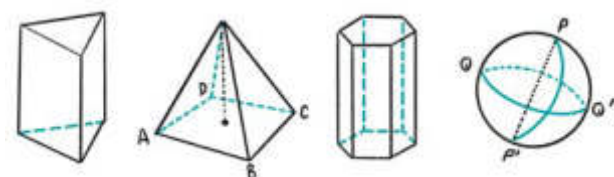
In **Abbildung 2** wurde die gekrümmte Oberfläche über Linien angedeutet. Dies ist auch möglich mithilfe von Oberflächenstrukturen in Form von Glanzlichtern und Schatten (s. **Abb. 6**: Atomorbitale). Dabei verwenden professionelle Grafiken meist sanfte Übergänge (beim digitalen Zeichnen: Sprühdose, s. **Abb. 6** links). An der Tafel bzw. auf dem Papier lässt sich ein ähnlich guter Effekt mit der langen Seite der Kreide bzw. einem Textmarker umsetzen (s. **Abb. 6** rechts).



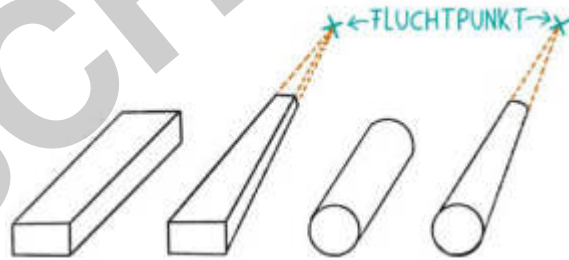
1 | Räumliches Zeichnen von Körpern mit ebenen Oberflächen



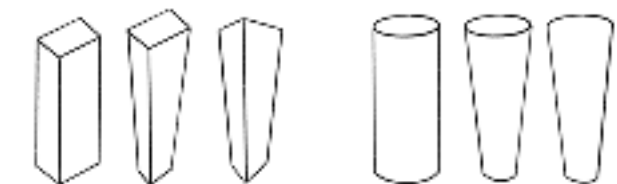
2 | Räumliches Zeichnen von Körpern mit gekrümmten Oberflächen



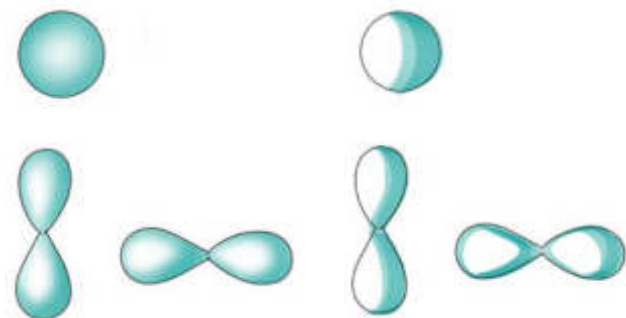
3 | Verborgene Linien mitzeichnen bzw. andeuten



4 | Quader und Rohr: links – ohne Fluchtpunkt, rechts – mit Fluchtpunkt

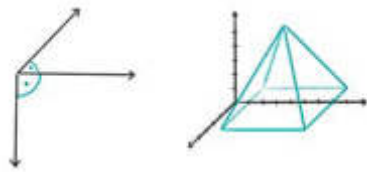


5 | Weitere Möglichkeiten der Darstellung einer räumlichen Perspektive

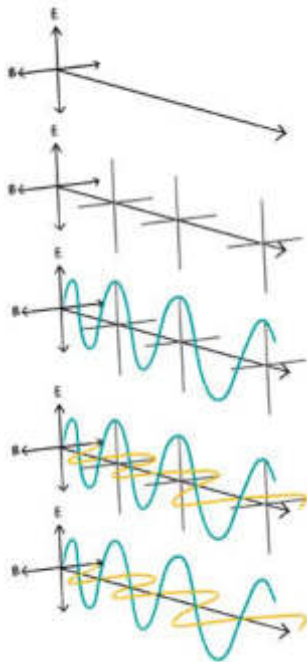


6 | Glanzlichter, Farbe und Schatten für einen 3D-Effekt von Körpern (hier: Atomorbitale): links – mit sanften Übergängen, rechts – mit einfacher Textmarker-/Kreide-Schraffur

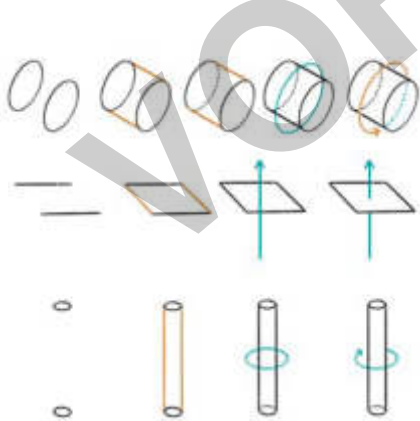
Abb. 1–6: Zeichnungen: Rosalie Heinen, Michael Barth, Susanna Heiner, Lea



7 | Linien und Körper in Koordinatensysteme zeichnen



8 | Hilfslinien für komplexere Linien (hier: elektromagnetische Welle) im Koordinatensystem

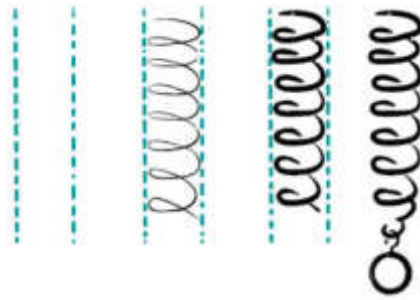


9 | Richtungen zeichnen

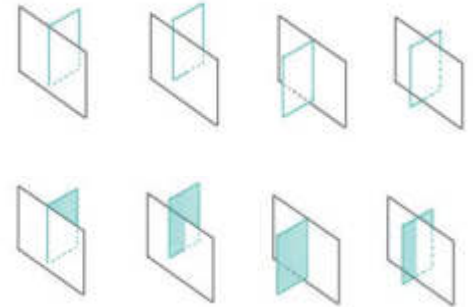
Zeichnen von Raumrichtungen

Objekte und Trajektorien im Koordinatensystem

Häufig geht es in dreidimensionalen Zeichnungen im Physikunterricht auch um das Andeuten von Raumrichtungen. Bogen für rechte Winkel helfen hier



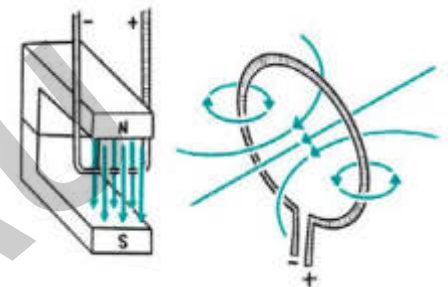
10 | Schrittweises Zeichnen einer Spiralfeder mit Hilfslinien



11 | Darstellung von zwei zueinander angeordneten Flächen

beispielsweise, die Ausrichtung des Koordinatensystems deutlich zu machen. In einem solchen Koordinatensystem können nun Körper oder Trajektorien dargestellt werden (s. Abb. 7).

Gerade die Darstellung von komplexeren Trajektorien ist dabei nicht einfach. Hier können parallel zu den jeweiligen Koordinatenachsen ausgerichtete Hilfslinien beim richtigen Zeichnen unterstützen (s. Abb. 8).



12 | Darstellung physiktypischer, räumlicher Anordnungen

Freie Darstellung von (Aus-)Richtungen

Verschiedene Varianten von Ausrichtungen und Richtungsanzeigen ohne spezifisches Koordinatensystem (z. B. Drehsinn, Feldlinien) werden in **Abbildung 9** dargestellt. Hier dienen Objekte und Richtungsanzeigen wechselseitig als Referenz zur relativen Positionierung und Ausrichtung.

Räumliche Anordnung von Objekten zueinander

Experimentalaufbauten, die aus mehr als einer Komponente bestehen, gibt es im Physikunterricht ebenfalls zuhauf. Hier ist es in der dreidimensionalen Zeichnung oft notwendig anzuzeigen, welche Komponenten im Vordergrund und welche dahinter liegen. Dafür müssen die entsprechenden Linien entweder durchgezeichnet oder unterbrochen werden. **Abbildung 10** zeigt dies für eine Spiralfeder.

Tipp (für Papier und Tafel): Hilfslinien einzeichnen, Spirale leicht vorskizzieren, mit Druck nachzeichnen und dabei Teile im Vordergrund durch höhere Farbsättigung und durchgezogene Linien hervorheben.

Stehen zwei Flächen auf bestimmte Weise räumlich zueinander, lässt sich

dies mit der entsprechenden Perspektive und nur gestrichelt angedeuteten, verborgenen Linien darstellen. Noch mehr Klarheit verschafft eine Kolorierung der sichtbaren Flächen (s. **Abb. 11**).

Zwei Beispiele für die Darstellung physiktypischer, räumlich zueinander angeordneter Objekte mit den besprochenen grafischen Tricks finden sich in **Abbildung 12**.



2 | Icons in Kombination mit der App „Classroomscreen“



3 | Piktogramm-Aufsteller in unterschiedlichen Formen: Papieraufsteller, Foldback-Klammer, Magnet, beklebte Holzleiste (von links)

Alternativen

Die Piktogramme können auch aus Moosgummi gestaltet werden (ausschneiden, aufzeichnen). Moosgummi klebt mithilfe von Wasser gut an Tafeloberflächen.

Ebenso gut haften elektrostatische Folien¹⁾ an glatten Untergründen – auch an Papier. Manche Druckerfolien eignen sich ebenfalls dafür.

An der digitalen Tafel

Die Icons können auch als Bilder auf der digitalen Tafel verwendet bzw. mit dem Tablet projiziert werden.

Eine gut einsetzbare Variante ist die Verbindung mit der browserbasierten App „Classroomscreen“ (<https://fr-vlg.de/s82z6k>; s. Abb. 2). Hier können die Icons als lokal gespeicherte Bilder unter „Media“ auf die digitale Tafelfläche geladen werden.²⁾

Als Aufsteller auf dem Tisch

Es kann auch sinnvoll sein, Piktogramme auf dem Pult oder den Tischen der Schülerinnen und Schüler aufzustellen. Das bietet sich möglicherweise z. B. bei Sicherheitshinweisen oder Hinweisen



4 | „Arbeitsampel“ als mehrseitiger Aufsteller

zur Arbeitsform an. Eine Halterung lässt sich schnell erstellen (s. Beispiele in Abb. 3).

Verschiedene Piktogramme lassen sich auch zu einem mehrseitigen Aufsteller zusammenfügen. Das bietet sich z. B. für folgende Icons an: *Hilfeforderungen, Lautstärke* und *Sozialformen*. Eine Kopiervorlage für die in **Abbildung 4** dargestellte Arbeitsampel und weitere Materialien können unter https://physikkommunizieren.de/niup_visualisieren/ heruntergeladen oder bei den Autoren erfragt werden.

Auf einem Arbeitsblatt

Auch auf Arbeitsblättern lassen sich Piktogramme sinnvoll einsetzen. Einmal eingeführt haben sie einen hohen Wiedererkennungswert und können von den Schülerinnen und Schülern

auch recht einfach selbst nachgezeichnet werden.

Die Piktogramme lassen sich für eine gute Übersicht entweder direkt an der jeweiligen Aufgabe platzieren oder in einer dafür eigens vorgesehenen Randspalte (s. **Abb. 5**).

Werden viele verschiedene Piktogramme im Unterricht verwendet, bietet sich als Information eine Übersicht über alle Piktogramme und ihre Aussagen an (s. a. Gesamtübersicht in **Material 1**). Diese Übersicht kann entweder als Druckseite in die Sammelmappen oder Hefte eingebracht werden oder auch als Plakat im Raum aufgehängt werden. So können die Lernenden jederzeit noch einmal nachschauen.

Fehlt noch etwas?

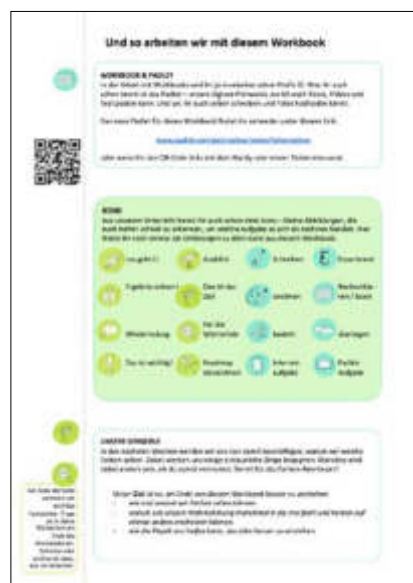
Sie haben noch einen weiteren wichtigen Aspekt für den Unterricht, zu dem bisher kein Piktogramm vorhanden ist? Schreiben Sie uns! Wir vervollständigen gerne die Liste.

Anmerkung

- 1) Die Folien werden durch das Abziehen z. B. vom Block elektrostatisch aufgeladen und haften auf nahezu allen glatten Oberflächen (z. B. Papier, Whiteboard, Glas, Kunststoff, Metall, Kork oder Holz).
- 2) Eine Beschreibung dieser App und vieler weiterer Apps findet sich auf <https://padlet.com/getcreative/Digitaletools> [4.4.2022].

Literatur

- [1] Hattie, J.: Lernen sichtbar machen. Überarb. deutschspr. Ausg. von Visible Learning, besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Hohengehren: Schneider, 2015 (3. Aufl.).
- [2] Christian, A.: Piktogramme, Kritischer Beitrag zu einer Begriffsbestimmung. Aachen: Shaker Verlag, 2009.



5 | Arbeitsblatt mit Randspalte und Piktogrammen

Abb. 2: © classroomscreen (Piktogramme: IDP Münster); Abb. 3: Foto: Peter Michael Westhoff (Piktogramme: IDP Münster); Abb. 4: Foto: Peter Michael Westhoff (Piktogramme: IDP Münster); Abb. 5: Gestaltung: Susanne Heinicke (Piktogramme: IDP Münster)

Susanne Heinicke und Rosalie Heinen

Mach diese Grafik fertig!

Im Unterricht unfertige Grafiken zur kreativen Anregung verwenden



1 | Die Wahrnehmung der Diskrepanz zwischen Realität und Zeichnung hindert viele am Zeichnen.

„Und hier könnt ihr dann einzeichnen, wie ein Tier – beispielsweise der Polarfuchs – sich dagegen schützt, im Winter auszukühlen.“ In der 6. Klasse folgt ein gemischtes Echo: „Oh nein, ich kann nicht zeichnen!“ – „Was denn für ein Tier?“, ist aus vielen Richtungen zu hören. Freies Zeichnen ist noch für die meisten Kinder im Grundschulalter kein Problem. Sie kritzeln eifrig drauf los und führen mit Stolz anschließend ihre Kunstwerke vor. Im Alter von 9 bis 12 Jahren ändert sich das aber meist. Dann macht sich zusehends eine zuvor unbekannte Unzufriedenheit darüber breit, dass das Ergebnis auf dem Papier deutlich von den realen Situationen oder den Bildern in unserem Kopf abweicht (s. **Abb. 1**). Viele steigen an dieser Stelle aus einem unbedarften Selbstbewusstsein über ihr Zeichnen oder gleich ganz aus dem Zeichnen aus.

Warum sollten wir zeichnen?

Zeichnen bietet aktivierende Zugänge zum Lernen und stellt ein wichti-

ges Instrument für Verstehens- und Behaltensprozesse dar (s. a. die Artikel „Visualisieren – eine Kunst des Sichtbarmachens“ und „Lernen durch Zeichnen“ sowie [1]). Daher lohnt es sich, die Lernenden an das Anfertigen eigener visueller Darstellungen heranzuführen.

Einfach anfangen

Zeichnen kann man lernen – aber das kann ein wenig dauern und wir wollen schon gleich eigene Visualisierungen erstellen. Deshalb: einfach anfangen. Allerdings ist das – auch für die Lernenden – nicht so leicht. Wir geben in diesem Artikel deshalb Anregungen für die Vervollständigung unfertiger Grafiken für den (Physik-)Unterricht und zum Download eine kurze **Anleitung** mit Tipps für den eigenen Einstieg ins Erstellen unfertiger Grafiken.

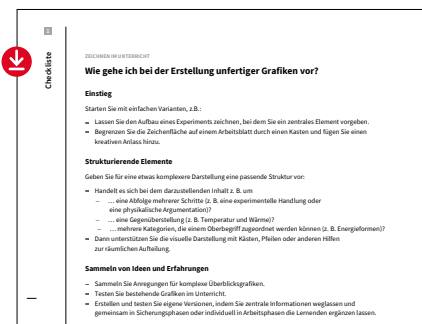
Wie helfen unfertige Grafiken?

Unfertige Grafiken stellen eine kognitive und schöpferische Entlastung dar,

EINSATZ:	Sek. I und II (<i>hier</i> : Wärmelehre – Kl. 6; Elektrostatik/Atombau – Kl. 8)
WER VISUALISIERT:	Lehrkraft bereitet vor, Schülerinnen und Schüler vervollständigen
AUFWAND:	mittel (von einer möglichen Grafik nur wenige Details als grafischen Startpunkt geben – die fertige Grafik kann klar definiert sein oder viele Gestaltungsmöglichkeiten offenlassen)
SCHWIERIGKEITSGRAD:	mittel (zu Beginn mit unfertigen Grafiken starten, mit mehr Übung eigenständige Grafiken entwickeln)
BENÖTIGTE MATERIALIEN:	Papier und Stift oder Tablet und Stift
WEITERE MATERIALIEN:	(vollständige) Überblicksgrafiken: https://physikkommunizieren.de/niup_visualisieren

indem sie eine Starthilfe geben. Sie enthalten Vorgaben bzw. Hilfen

- zu den **Inhalten**: Zusätzlich zur Aufgabenstellung erhalten die Lernenden eine weitere inhaltliche Hilfe.
- zum **Zeichenstil**: Die Zeichnenden erhalten eine Anregung, wie gezeichnet werden soll, und eine Information zu den Qualitätsanforderungen.
- zur **Aufteilung der Zeichenfläche**: Der Raum wird so besser ausgenutzt und die Zeichnenden erhalten eine

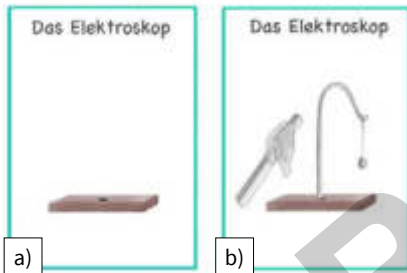


Anleitung | Erstellung zunehmend komplexer, unfertiger Grafiken

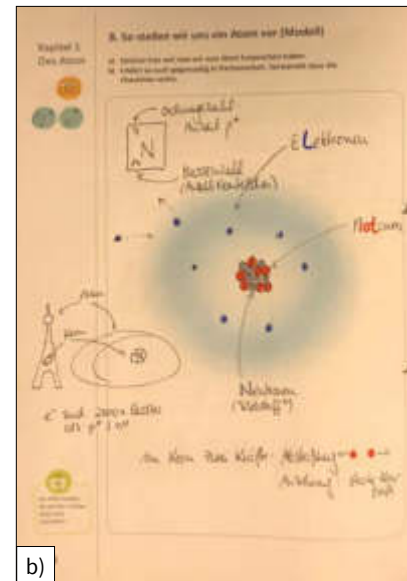
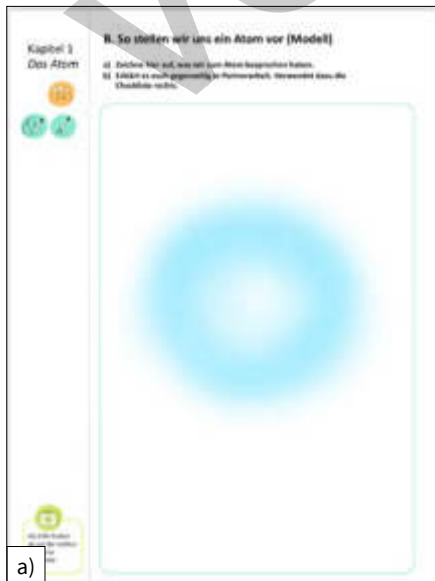
2 | Grafischer Startpunkt für Zeichnungen zum subjektiven Temperaturempfinden



3 | Beispiele aus den Lernprodukten zum subjektiven Wärmeempfinden



4 | Zeichnung des historischen Holundermark-Elektroskops: a) unfertige Zeichenhilfe, b) fertige Zeichnung



Hilfe zur räumlichen Gestaltung der Fläche.

Durch diese Hilfen kann sich die visuelle Vorstellung an etwas orientieren und weiterentwickeln. Dies zeigt sich deutlich an der meist höheren Qualität der Zeichnungen, die aus unfertigen Grafiken entstehen. Unfertige Grafiken bieten darüber hinaus auch eine kognitive Entlastung bei der Betrachtung und beim Vergleich der fertigen Werke: Da die Grundstruktur bzw. der gestalterische Startpunkt bei allen Zeichnungen gleich ist, können Lehrkräfte und Lernende sich in den Grafiken der anderen viel schneller zurechtfinden.

Unfertige Grafiken im Physikunterricht

Beispiel 1: Einen zeichnerischen Startpunkt bieten

Eine Unterrichtsstunde zu Beginn der Wärmelehre – wir starten mit der Frage, inwiefern wir uns auf unser subjektives Temperaturempfinden eigentlich verlassen können. Zur Anregung erhalten die Lernenden auf ihrem Arbeitsblatt einen grafischen Startpunkt (s. Abb. 2).

In ca. 15 Minuten entstanden einfallreiche und zeichnerisch ansprechende Zeichnungen (s. Abb. 3), die sich die Schülerinnen und Schüler in Gruppen gegenseitig vorstellen konnten. Zeichenanlässe dieser Art lassen sich

sehr einfach finden und umsetzen. Die Zeichenphase fällt gegenüber dem freien Zeichnen auch kürzer aus, weil die Ideenfindung stärker fokussiert wird.

Die Ergebnisse sehen unterschiedlich aus und sind doch optisch harmonisch und gut vergleichbar.

Varianten zeichnerischer Startpunkte

Klassische Beispiele sind grafische Startpunkte für die Zeichnung von experimentellen Aufbauten oder von Modellen. Auch hier ist es für Lernende eine Hilfe, wenn ihnen ein Ausgangspunkt für die Zeichnungen gegeben ist.

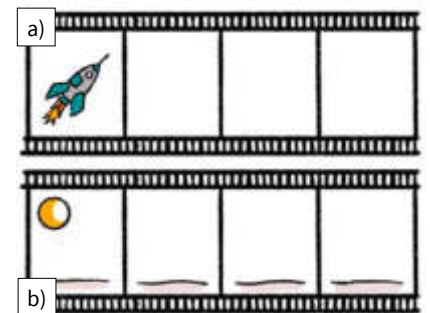
Abbildung 4 zeigt dies für den Standfuß eines Holundermark-Elektroskops (Klasse 8, historischer Verwandter des Elektroskops mit Metallzeiger).

Abbildung 5 macht deutlich, wie ein Kern-Hülle-Atommodell für die Elektrostatik in Klasse 8 aussehen kann.

Beispiel 2: Struktur einer „Story“ anhand einer Filmleiste vorgeben

Eine Filmleiste bietet zum einen eine Grundstruktur für mehrere aufeinanderfolgende Bilder. Zum anderen können auch hier wieder grafische Hilfen für den Start eingebaut werden.

Die Filmleisten in Abbildung 6 dienen beide zur Darstellung von Energieumwandlungsketten. Dabei lässt Variante in Abbildung 6a mehr kreative Gestaltungsmöglichkeiten offen (mit der Rakete kann die Geschichte nun sehr unterschiedlich weitergehen). Die Filmleiste in Abbildung 6b zielt stärker auf eine bestimmte Sequenz von Bildern ab (Ball fällt zu Boden, potentielle Energie wird in kinetische umgewandelt, Ball verformt sich beim Aufprall usw.).



6 | Filmleisten zur Darstellung von Energieumwandlungsketten: a) offenere Variante, b) stärker auf einen konkreten Prozess fokussierte Variante

bb. 2: Zeichnung: Susanne Heinicke; Abb. 3: Nirmin Mohammad, Svea Lindner, Maarten Westermann, Sanaam Mehdji; Abb. 4 und Abb. 5: Susanne Heinicke; Abb. 6: Rosalie Heinen