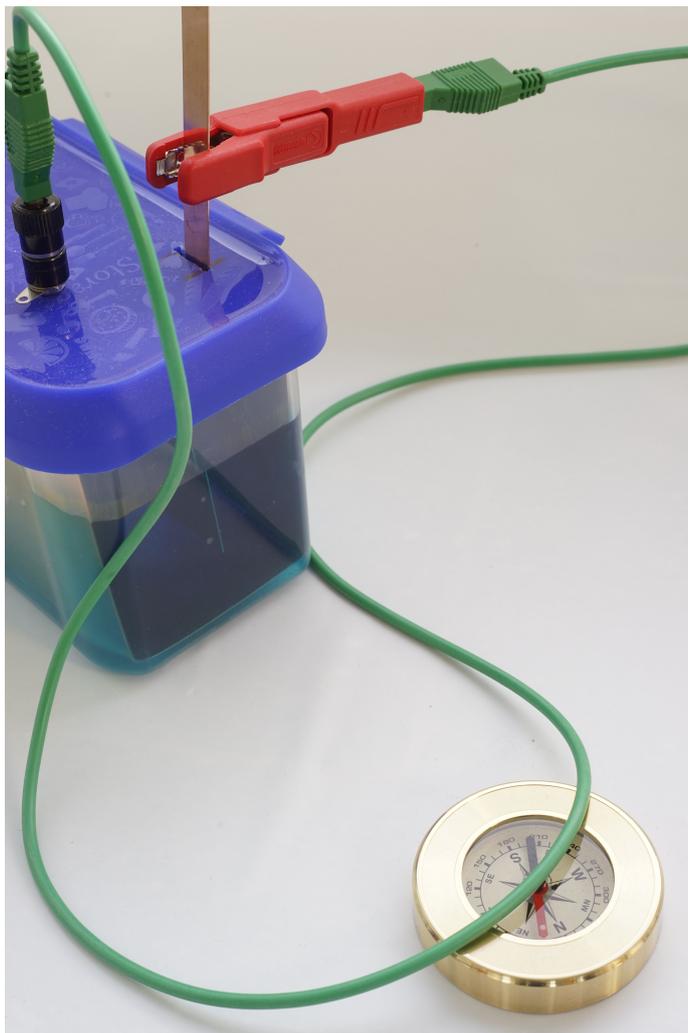


exemplum secundum:

EXPERIMENTA CIRCA EFFECTUM

CONFLICTUS ELECTRICI IN ACUM MAGNETICAM



© André Füglister, CH-8902 Urdorf afueglister@swissonline.ch Oktober 2015

Lehrkräften wird die Nutzung im Rahmen des eigenen Unterrichtes unentgeltlich zugestanden. Die Verantwortung für die Beurteilung und Ergreifung aller sich aufdrängenden Sicherheitsmassnahmen (z.B. Augenschutz, Umgang mit Werkzeugen, Reife, Anzahl und Disziplin der Schüler, allfälliger Beizug einer zusätzlichen Betreuungsperson, Eignung des Durchführungsortes) sind dem Nutzer überbunden. – Sicherheitshinweise dürfen nicht vom Text getrennt werden.

Lateinische und griechische Unterrichtsprojekte
zur Geschichte der Naturwissenschaften

EXPERIMENTA CIRCA EFFECTUM

CONFLICTUS ELECTRICI IN ACUM MAGNETICAM

Im Jahre 1820 teilte Hans Christian Ørsted in einer lateinischen Mitteilung von Kopenhagen aus der europäischen Gelehrtenwelt mit, welchen Einfluss des elektrischen Stromes auf eine bewegliche Magnetnadel er gefunden habe.



Ørsted wurde als Sohn des Apothekers Søren Christian Ørsted geboren. Da es bis 1814 keine allgemeine Schulbildung gab, erhielten Ørsted und sein jüngerer Bruder Anders Sandøe Ørsted hauptsächlich Unterricht von einem deutschen Perückenmacher und seiner Frau, bei denen sie u. a. Deutsch, Mathematik und die Lutherischen Katechismen lernten. Durch die Arbeit in der Apotheke seines Vaters, in der er mit zwölf Jahren anfang auszuhelfen, wurde Ørsteds Interesse an der Wissenschaft geweckt. Er erlangte seine weitere Bildung hauptsächlich autodidaktisch durch Selbststudium und ging 1793 nach Kopenhagen, um seine Aufnahmeprüfung an der Universität Kopenhagen abzulegen, an der er dann Naturwissenschaften und Pharmazie studierte. 1799 erlangte er den Doktorgrad mit einer Dissertation über Kants Naturphilosophie mit dem Titel: Über die Architektonik der Naturmetaphysik.

Von 1801 bis 1804 unternahm er eine ausgedehnte Studienreise durch Europa. Unter anderem verbrachte er mehrere Monate in Frankreich und Deutschland. (...) 1806 wurde er Professor für Chemie und Physik an der Universität Kopenhagen. Hier amtierte er 1825/26 und 1840/41 als Rektor.

1809 wurde er korrespondierendes Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und 1821 zu deren auswärtigem Mitglied. Auch Preußen würdigte seine wissenschaftlichen Erkenntnisse und verlieh ihm 1842 den im gleichen Jahr von Friedrich Wilhelm IV. gestifteten Orden Pour le Mérite für Wissenschaften und Künste. Seit 1820 war er auch korrespondierendes Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften und seit 1821 auswärtiges Mitglied der Royal Society. 1849 wurde er in die American Academy of Arts and Sciences gewählt. (...)

Auf Initiative von Ørsted wurde 1829 in Kopenhagen die Polytechnische Lehranstalt (dänisch: Den Polytekniske Lærestanstalt; Vorgänger von Dänemarks Technischer Universität) gegründet, deren erster Rektor er seit der Eröffnung bis zu seinem Tode im Jahr 1851 war. Als er im Alter von 73 Jahren am 9. März 1851 in Kopenhagen verstarb, war er anerkannter Physiker, Chemiker und Astronom, und gilt heute als eine der führenden Persönlichkeiten des Goldenen Zeitalters Dänemarks¹.

¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_%C3%98rsted

1 Experimenta circa effectum
 conflictus electrici in acum magneticam

2 Prima experimenta circa rem, quam illustrare aggredior, in scholis²
 3 de Electricitate, Galvanismo et Magnetismo proxime-superiori hieme a me
 4 habitis instituta³ sunt. His experimentis monstrari videbatur, acum⁴
 5 magneticam ope⁵ apparatus galvanici⁶ e situ moveri; idque circulo⁷
 6 galvanico cluso, non aperto, ut frustra tentaverunt⁸ aliquot abhinc annis
 7 physici quidam celeberrimi. Cum autem hæc experimenta apparatu minus
 8 efficaci⁹ instituta essent, ideoque phænomena edita¹⁰ pro rei gravitate¹¹ non
 9 satis luculenta¹² viderentur, socium adscivi¹³ amicum Esmarch, regi a
 10 consiliis justitiæ¹⁴, ut experimenta cum magno apparatu galvanico, a nobis
 11 conjunctim¹⁵ instructo, repeterentur et augerentur. Etiam vir egregius
 12 Wleugel, eques auratus ord. Dan.¹⁶ et apud nos præfectus rei gubernatoriæ,
 13 experimentis interfuit, nobis socius et testis. Præterea testes fuerunt horum
 14 experimentorum vir excellentissimus et a rege summis honoribus decoratus
 15 Hauch, cujus in rebus naturalibus scientia jam diu inclaruit, vir
 16 acutissimus¹⁷ Reinhardt, Historiæ naturalis Professor, vir in experimentis
 17 instituendis sagacissimus¹⁸ Jacobsen, Medicinæ Professor, et Chemicus
 18 experientissimus Zeise, Philosophiæ Doctor. Sæpius equidem solus

Wissenschaft
im höfischen
Umfeld des
frühen 19.
Jahrhunderts

Wissenschaft:

Bestätigung
durch
Wiederholung
und
Demonstration
vor Zeugen

² Vorlesungen

³ experimentum instituere ~ ein Experiment durchführen

⁴ acus, acus f. = Nadel, Zeiger

⁵ ope = mit Hilfe

⁶ apparatus galvanicus: eine elektrochemische Stromquelle, bestehend aus 2 verschiedenen Metallplatten (oft Kupfer/Zink), welche sich in einem flüssigen Elektrolyt (meist Säure) gegenüberstehen

⁷ circulus clusus / apertus: ein geschlossener /offener Stromkreis

⁸ = temptaverunt

⁹ minus efficax = wenig wirksam, schwach

¹⁰ herausragend, auffallend

¹¹ gravitas (im Sinne von) Wichtigkeit

¹² luculentus = (durchleuchtet) klar

¹³ adsciscere = beiziehen

¹⁴ a consiliis iusititiæ Justizminister, Innenminister

¹⁵ gemeinsam

¹⁶ eques auratus ordinis Dannebrogii = Ritter vom Dannebrog-Orden (Dannebrog = dänische Nationalflagge); mit dem Recht sein Wappen in Gold zu tragen

¹⁷ acutus = scharfsinnig

¹⁸ sagax = spürsinnig

- 19 experimenta circa materiam propositam institui, quæ autem ita mihi contigit
20 detegere phænomena, in conventu horum virorum doctissimorum repetivi.

Bemerkung zum Vorgehen

Zweckmässigerweise wird der Text über den Aufbau der Stromquelle im Klassenverband erarbeitet. Ein didaktisch geeignetes Funktionsmodell einer galvanischen Zelle ist möglicherweise in der naturwissenschaftlichen Schulsammlung vorhanden; ansonsten kann es aus einer üblichen Vorratsdose, einem U-förmig gebogenen Kupferblech (vom Dachspengler oder Baucenter) und einem Zinkblech (verzinktes Stahlblech aus dem Baucenter genügt für kurze Versuche) vorbereitet werden. Als Elektrolyt verwendete Ørsted eine Mischung aus Salpetersäure und Schwefelsäure; für einen Versuch im Klassenzimmer ist eine Lösung von Kupfersulfat viel geeigneter (100 gr. $\text{CuSO}_4_{\text{aq}}$ auf 1 Liter). Der Elektrolyt kann in eine Kunststoffflasche zurückgegossen und mehrfach verwendet werden; er ist am Schluss einer ordentlichen Chemikalienentsorgung zu übergeben. Das abgebildete Modell aus einer Vorratsdose 1L lieferte bei einer Leerlauf-Spannung von 1 Volt etwa 500 mA Kurzschlussstrom.

Die nachfolgenden Versuche führen die Schüler in Zweiergruppen mit einem Kompass (aus Privatbesitz, Geographie- oder Sportsammlung), einer Batterie 1,5 V Grösse AA und einem Litzenkabel (ein Drahtende könnte bei ungeschicktem Vorgehen ins Auge schnellen!) durch. Zur Verhinderung übermässiger Kurzschlussströme – welche ein Leck der Batterie und den Austritt von ätzender Kalilauge bewirken könnte – wird das Kabel mittels einer Klemme mit einem Vorwiderstand von 0.5 Ohm (5 Watt) verbunden. In dieser Weise ist der Versuch bei kurzdauernder Kontaktierung (wenige Sekunden) sicher. – Der Reiz besteht darin, dass die Vorgaben des lateinischen Textes nicht unbedingt verdeutscht werden müssen, sondern direkt in Handlung und Beobachtung umgesetzt werden.

21 Apparatus galvanicus¹⁹, quo usus sumus, constat viginti
 22 receptaculis²⁰ cupreis rectangularibus, quorum et longitudo et altitudo
 23 duodecim æqualiter est pollicum²¹, latitudo autem duos pollices et
 24 dimidium vix excedit. Quodvis receptaculum duabus laminis²² cupreis
 25 instructum est ita inclinatis²³, ut baculum cupreum, qui laminam zinream²⁴
 26 in aqua receptaculi proximi sustentat²⁵, portare possint. Aqua
 27 receptaculorum 1/60 sui ponderis acidi sulphurici²⁶ et pariter 1/60 acidi
 28 nitrici²⁷ continet. Pars cujusque laminæ zinreæ in aqua submersa quadratum
 29 est, cujus latus circiter longitudinem 10 pollicum habet. Etiam apparatus
 30 minores adhiberi possunt, si modo filum metallicum candefacere²⁸ valeant.

Genauere
 Dokumentation
 des Vorgehens
 ermöglicht
 unabhängigen
 Nachvollzug



¹⁹ Eine elektrochemische Stromquelle, bestehend aus zwei Elektroden aus verschiedenen Metallen und einem flüssigen Elektrolyten. Der Arzt Luigi Galvani in Bologna hatte 1780 bemerkt, dass sezierte Froschschenkel zuckten, sooft sie mit dieser Materialkombination in Berührung kamen. Die Entwicklung von Stromquellen auf dieser Grundlage leistete dann Alessandro Volta.

²⁰ receptaculum = Behältnis

²¹ pollex, -icis m. = Daumen, Daumenbreite; hier als Mass entsprechend inch oder Zoll (2,54 cm)

²² lamina = Klinge, Blech

²³ ≈ vermutlich gemeint: zurechtgebogen

²⁴ aus Zink

²⁵ die Kupferelektrode der vorangehenden Zelle stützt die Zinkplatte der nachfolgenden Zelle, wodurch sich eine ‚Serienschaltung‘ ergibt, welche eine erhöhte Ausgangsspannung ermöglicht.

²⁶ acidum sulphuricum = Schwefelsäure

²⁷ acidum nitricum = Salpetersäure

²⁸ Zu jenem Zeitpunkt bestand weder eine Methode noch eine Masseinheit zur Messung des elektrischen Stromes; behelfsweise beschreibt Ørsted die Leistungsfähigkeit der Apparatur mit der Fähigkeit einen (wohl dünnen) Eisendraht zum Glühen zu bringen (heutige Abschätzung: 3 ... 10 Ampère).

31 Conjungantur termini²⁹ oppositi apparatus galvanici per filum
32 metallicum, quod brevitatis causā in posterum conductorem³⁰
33 conjungentem vel etiam filum conjungens³¹ appellabimus. Effectui autem,
34 qui in hoc conductore et in spatio circumjacente locum habet, conflictus
35 electrici³² nomen tribuemus.
36

Setzung von
Begriffen

²⁹ Anschlusspunkt, elektrischer Pol

³⁰ conductor = der Leiter (für die Beschreibung der neuentdeckten elektrischen Phänomene standen noch keine Fachbegriffe zur Verfügung; für die Benennung der ‚Strom‘zufuhr macht der Verfasser sprachliche Anleihen bei der Wassertechnik!

³¹ Verbindungsdraht

³² Für die Einwirkung des elektrischen Stromes auf eine Magnetnadel wählt Ørsted den Begriff *conflictus electricus*. Heute spricht man von der *Wechselwirkung* zwischen Magnetismus und Elektrizität.

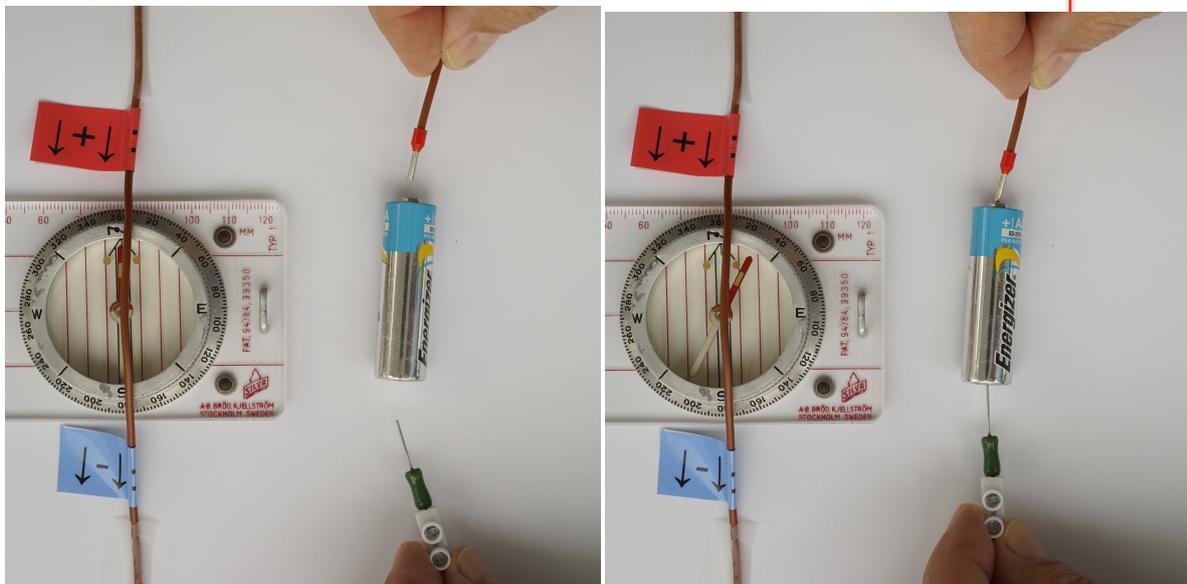
37 Ponatur pars rectilinea³³ hujus fili in situ horizontali super acum
 38 magneticam rite suspensam³⁴, eique parallela. Si opus fuerit, filum
 39 conjungens ita flecti potest, ut pars eius idonea situm ad experimentum
 40 necessarium obtineat. His ita comparatis, acus magnetica movebitur, et
 41 quidem sub ea fili conjungentis parte, quæ electricitatem proxime a termino
 42 negativo apparatus galvanici³⁵ accipit, occidentem versus declinabit.

Ausgangslage
des Versuchs

43 Si distantia fili conjungentis ab acu magnetica 3/4 pollices non
 44 excedit, declinatio acus angulum circiter 45° efficit. Si distantia augetur,
 45 anguli³⁶ decrescunt ut crescunt distantia. Cæterum declinatio³⁷ pro
 46 efficacia³⁸ apparatus varia est.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Schüler-
versuch 1



³³ pars rectilinea = ein gerades Drahtstück

³⁴ rite suspensa = eine gehörige Lagerung der Magnetnadel muss sowohl leichtgängig sein als auch die Nadel bei einwirkenden Kräften genügend festhalten

³⁵ der Zinkelektrode also

³⁶ (Ablenk-)Winkel

³⁷ Abweichung

³⁸ Leistungsfähigkeit

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 37-46 nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

47 Filum conjungens locum mutare potest vel orientem vel occidentem
 48 versus, dummodo situm acui parallelum teneat, sine alia effectus
 49 mutatione³⁹ quam respectu⁴⁰ magnitudinis; itaque effectus attractioni⁴¹
 50 minime tribui potest, nam idem acus magneticæ polus⁴², qui ad filum
 51 conjungens accedit, dum ei ad latus orientale positum est, ab eadem
 52 recedere deberet, quando locum ad latus occidentale occupat, si hæ
 53 declinationes ab attractionibus vel repulsionibus⁴³ penderent.

54 Conductor conjungens e pluribus filis aut tæniis⁴⁴ metallicis connexis
 55 constare potest. Natura metalli effectus non mutat, nisi forte quoad
 56 quantitatem. Fila ex platino, auro, argento, orichalco⁴⁵, ferro, tæniis e
 57 plumbo⁴⁶ et stanno⁴⁷, massam hydrargyri⁴⁸ æquali cum successu⁴⁹
 58 adhibuimus.

59 Conductor aqua interrupta⁵⁰ non omni effectu caret, nisi interruptio
 60 spatium plurium pollicum longitudinis complectatur.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Schüler-
versuch 2

Variation 3 der
Rahmen-
Bedingungen

³⁹ ohne weitere Veränderung der Wirkung

⁴⁰ *gemeint wohl*: die Richtung des Ausschlages

⁴¹ attractioni tribuere ≈ auf eine Anziehungskraft zurückführen

⁴² polus acūs = Nadelspitze

⁴³ Abstossung

⁴⁴ taenia = Band

⁴⁵ Messing

⁴⁶ Blei

⁴⁷ Zinn

⁴⁸ Quecksilber

⁴⁹ Erfolg

⁵⁰ zu verstehen wohl: *conductor aquā interruptus* auch eine kurze Wasserstrecke leitet den Strom genügend um eine magnetische Wirkung nachzuweisen

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 47-53 (evtl- bis 60) nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

61 Effectus fili conjungentis in acum magneticam per vitrum⁵¹, per
 62 metalla⁵², per lignum, per aquam, per resinam⁵³, per vasa figlina⁵⁴, per
 63 lapides transeunt; nam interjecta tabula vitrea metallica vel lignea minime
 64 tolluntur, nec tabulis ex vitro, metallo et ligno simul interjectis evanescunt,
 65 immo vix decrescere videntur. Idem est eventus, si interjicitur discus
 66 electrophori⁵⁵, tabula ex porphyrita⁵⁶, vas figlinum, si vel aqua repletum sit.
 67 Experimenta nostra etiam docuerunt, effectus jam memoratos non mutari,
 68 si acus magnetica pyxide⁵⁷ ex orichalco aqua repleta includitur. Effectuum
 69 transitum per omnes has materias in electricitate et galvanismo antea
 70 nunquam observatum fuisse, monere haud opus est. Effectus igitur, qui
 71 locum habent in conflictu electrico, ab effectibus unius vel alterius vis
 72 electricæ quam maxime sunt diversi.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Lässt sich die
Wechsel-
wirkung
abschirmen?

Schüler-
versuch 3

⁵¹ Glas

⁵² die ferromagnetischen Metalle (Eisen, Nickel, Kobalt sowie einige ‚seltene Erden‘) sind hierbei natürlich auszunehmen; Ørsted fasst dies in Zeilen 121-124 genauer.

⁵³ Harz (z.B. Bernstein)

⁵⁴ Töpferware

⁵⁵ ein ‚Harzkuchen‘, der damals für elektrostatische Versuche verwendet wurde

⁵⁶ rötliche Variante des Granites

⁵⁷ pyxis, -idos f. = Büchse, Dose

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 61-72 nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

73 Si filum conjungens in plano⁵⁸ horizontali sub acu magnetica
74 ponitur, omnes effectus idem sunt ac in plano super acum, tantummodo in
75 directione inversa. Acus enim magneticæ polus⁵⁹, sub quo ea est fili
76 conjungentis pars, quæ electricitatem proxime a termino negativo
77 apparatus galvanici accipit, orientem versus declinabit.

78 Ut facilius hæc memoriã retineantur, hac formulã utamur: Polus
79 super quem intrat electricitas negativa ad occidentem, infra quem ad
80 orientem vertitur.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Veränderung
der Leitungs-
führung

Schüler-
versuch 4

⁵⁸ planum = Ebene

⁵⁹ polus acūs = Nadelspitze

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 73-80 nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

- 81 Si filum conjungens in plano horizontali ita vertitur, ut cum
82 meridiano magnetico⁶⁰ angulum sensim⁶¹ sensimque crescentem formet,
83 declinatio acus magneticæ augetur, si motus fili tendit versus locum acus
84 deturbatæ; sed minuitur, si filum ab hoc loco discedit.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Nachrücken
mit dem
stromdurch-
flossenen
Draht

Schüler-
versuch 5

⁶⁰ meridianus magneticus \approx die magnetische Nordrichtung

⁶¹ langsam, allmählich

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 81-84 nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

85 Filum conjungens in plano horizontali, in quo movetur acus
86 magnetica, ope sacomatis⁶² æquilibrata⁶³, situm, et acui parallelum, eandem
87 nec orientem nec occidentem versus deturbat, sed tantummodo in plano
88 inclinationis⁶⁴ nutare facit, ita ut polus, penes quem ingreditur in filum vis
89 negative electrica deprimatur, quando ad latus occidentale, et elevetur,
90 quando ad orientale situm est.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Wirkung des
parallel geführten
Stromes auf einen
Inklinations-
Kompass

Schüler-
versuch 6

⁶² sacoma, -tis f. kleines Reguliergewicht

⁶³ æquilibrare ins Gleichgewicht bringen

⁶⁴ planum inclinationis Neigungsebene (= Meridianebene zum Nordpol)

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 85-90 nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

91 Si filum conjungens perpendiculare⁶⁵ ad planum meridiani
92 magnetici, vel supra vel infra acum ponitur, hæc in quiete permanet;
93 excepto si filum sit polo⁶⁶ admodum propinquum: tum enim elevatur polus,
94 quando introitus fit a parte occidentali fili, et deprimitur quando ab orientali
95 fit.

96 Quando filum conjungens perpendiculare ponitur⁶⁷ e regione polo
97 acus magneticæ, et extremitas superior fili electricitatem a termino negativo
98 apparatus galvanici accipit, polus orientem versus movetur; posito autem filo
99 e regione puncto inter polum et medium acus sito, occidentem versus agitur.
100 – Quando extremitas fili superior electricitatem a termino positivo accipit,
101 phænomena inversa occurrunt.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Drahtführung
senkrecht zur
Nadelachse

Schüler-
versuch 7

⁶⁵ quer zur Meridianebene, d.h. der Leiter verläuft (in der Nähe des Nadellagers) in Ost-West-Richtung

⁶⁶ polus acūs = Nadelspitze

⁶⁷ der Leiter wird vor der Nadelspitze senkrecht gehalten

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 91-101 nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

102 Si filum conjungens ita flectitur, ut ad ambas flexuræ partes sibi fiat
 103 parallelum, aut duo formet crura parallela, polos⁶⁸ magneticos pro diversis
 104 rei conditionibus repellit aut attrahit. Ponatur filum e regione polo
 105 alteriutri acus, ita ut planum crurum parallelorum sit ad meridianum
 106 magneticum perpendiculare, et conjugatur crus orientale cum termino
 107 negativo, occidentale cum positivo apparatus galvanici; quibus ita
 108 instructis, polus proximus repellitur, vel ad orientem vel ad occidentem
 109 pro situ plani crurum. Conjuncto crure orientali cum termino positivo et
 110 occidentali cum termino negativo, polus proximus attrahitur. Quando planum
 111 crurum ponitur perpendiculare ad locum inter polum et medium acus, iidem,
 112 tantummodo inversi, occurrunt effectus.

Variation der
Rahmen-
Bedingungen

Magnetnadel in
einer
Drahtschleufe

Schüler-
versuch 8

⁶⁸ polus acūs = Nadelspitze

Führt in einer Kleingruppen den Versuchsschritt Z. 102-112 nach der Anweisung von Ørsted durch und skizziert die Beobachtungen! Statt der Skizzen ist auch ein knapper Videoclip (vom Smartphone) möglich. Haltet euch bereit, die Klasse über euer Textverständnis und eure Beobachtungen zu orientieren!

Achtet darauf, den Draht nur für kurze Momente mit der Batterie zu verbinden, damit eine Schädigung der Zelle mit eventuellem Austritt von Elektrolyt vermieden wird!

114 Acus ex orichalco, ad instar acus magneticæ suspensa, effectu fili
 115 conjungentis non movetur. Etiam acus ex vitro, vel ex sic dicto gummi
 116 lacca⁶⁹, simili experimento subjectæ in quiete manent.

Variation der
 Rahmen-
 Bedingungen

Nadeln aus
 Nicht-Eisen

117 Ex his omnibus momenta quædam ad rationem horum
 118 phænomenorum reddendam afferre liceat:

Schluss-
 folgerungen

119 I. Conflictus electricus non nisi in particulas magneticas materiæ
 120 agere valet.

121 II. Videntur omnia corpora non-magnetica per conflictum
 122 electricum penetrabilia⁷⁰ esse; magnetica vero, aut potius
 123 particulæ eorum magneticæ transitui hujus conflictus resistere,
 124 quo fit, ut impetu virium certantium moveri possint.

125 III. Conflictum electricum in conductore non includi, sed, ut jam
 126 diximus, simul in spatio circumjacente idque satis late dispergi,
 127 ex observationibus jam propositis satis patet.

128 IV. Similiter ex observatis colligere licet, hunc conflictum gyros
 129 peragere, nam hæc esse videtur conditio, sine qua fieri
 130 nequeat, ut eadem pars fili conjungentis, quæ infra polum
 131 magneticum posita eum orientem versus ferat, supra posita
 132 eundem occidentem versus agat; hæc enim gyri est natura, ut
 133 motus in partibus oppositis oppositam habeant directionem⁷¹.

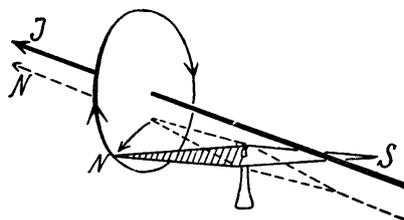


Abb. 537. Ablenkung einer Magnetnadel durch einen Strom *I*.

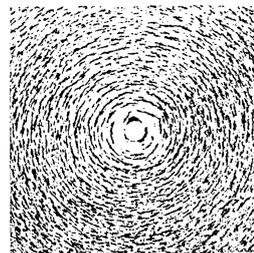


Abb. 538. Feldlinienbild um einen geradlinigen Strom in einer zu dieser normalen Ebene.

(...)

⁶⁹ Kautschuk

⁷⁰ durchlässig

⁷¹ nachstehende Abbildungen aus: Seiler/Hardmeier, Lehrbuch der Physik, Zürich 1963⁵ S. 437

Praktische Hinweise:

Hujus legis cum naturā congruentiā melius repetitione experimentorum
quam longā explicatione perspicietur.

Dijudicatio autem experimentorum multo fiet facilior, si cursus virium
electricarum in filo conjungente signis pictis vel incisis indicatus fuerit.

Dabam Hafniæ⁷² d. 21 de Julii 1820.

Johannis Christianus Ørsted

Eques auratus Ordinis Dannebrogici,
in Universitate Hafniensi Prof. Physices Ordinarius,
Secretarius Societatis Regiæ Scientiarum Hafniensis

Die Textgestaltung dieser Arbeitsunterlage beruht auf folgender Quelle:

Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam. (2006, septembri
26). *Wikisource*, . Retrieved 06:02, aprilis 4, 2016 from
[https://la.wikisource.org/w/index.php?title=Experimenta_circa_effectum_conflictus_electri
ci_in_acum_magneticam&oldid=17293](https://la.wikisource.org/w/index.php?title=Experimenta_circa_effectum_conflictus_electri
ci_in_acum_magneticam&oldid=17293).

⁷² Hafnia = Kopenhagen

Wie wurde Ørsted's Entdeckung aufgenommen?

*Bereits im Frühherbst 1820 reagierten in Paris die beiden Physiker François **Arago** und Jean-Marie **Ampère** (Mitglieder der dortigen Akademie) auf die Mitteilung aus Kopenhagen. Ampère vollzog die Experimente nach und bestätigte die Befunde von Ørsted. Ampère kompensierte den Einfluss des Erdmagnetfeldes und hielt fest, dass jeder elektrische Strom ein normal zur Flussrichtung stehendes Magnetfeld aufbaue und jeder Magnetismus eine elektrische Ursache habe. Er baute auf der Grundlage der magnetischen Kraft ein Strommessgerät ‚Galvanometer‘; zu seinen Ehren wurde die Einheit der Stromstärke später mit ‚Ampère‘ benannt (in ähnlicher Weise wurde ‚Ørsted‘ zum Mass für die magnetische Feldstärke innerhalb des CGS-Systems).*

*Die Umkehrung der von Ørsted gefunden Gesetzmässigkeit formulierte Michael **Faraday** 1831 mit seinem Induktionsgesetz: wird ein Leiter in einem Magnetfeld bewegt, baut sich an ihm eine Spannung auf und er kann einen Strom liefern. Die Wechselwirkung zwischen Strom und Magnetismus wurde zunächst zur Grundlage für den Bau von Generatoren, Motoren und Transformatoren, später auch für Schwingkreise und somit für die elektromagnetische Signalübertragung. – Die Erkenntnisse der hier genannten Forscher mit ihren Zeitgenossen und Nachfolgern legten die naturwissenschaftliche Basis für unsere von der Elektrotechnik geprägte Zivilisation.*