

Material Physik erhöhtes Anforderungsniveau

I (Tonerzeugung bei einer E-Gitarre) M1: Modell für den Tonabnehmer

Das Modell für den Tonabnehmer besteht aus einer Spule mit Eisenkern, der durch einen Permanentmagneten magnetisiert wird (siehe Abb. 1).

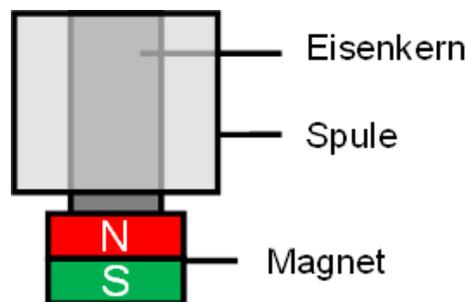


Abb. 1: Basis des Tonabnehmer-Modells

I (Tonerzeugung bei einer E-Gitarre) M2: Modell für den Tonabnehmer mit schwingender Saite

Die Tonhöhe einer Gitarrensaite wird durch die Länge ihres schwingungsfähigen Teils beeinflusst. Im Modell repräsentiert eine schwingende Blattfeder aus Eisen die Gitarrensaite.

Abb. 2 zeigt, von oben betrachtet, den auf dem Experimentiertisch liegenden Versuchsaufbau. Die Blattfeder schwingt parallel zur Oberfläche des Experimentiertisches, weswegen der Einfluss der Gewichtskraft vernachlässigt werden kann.

Die verschiebbare Halterung gewährleistet, dass sich das Ende der Blattfeder unabhängig von der jeweiligen Länge L des schwingenden Teils der Blattfeder stets genau auf Höhe des Eisenkerns befindet (siehe Abb. 2).

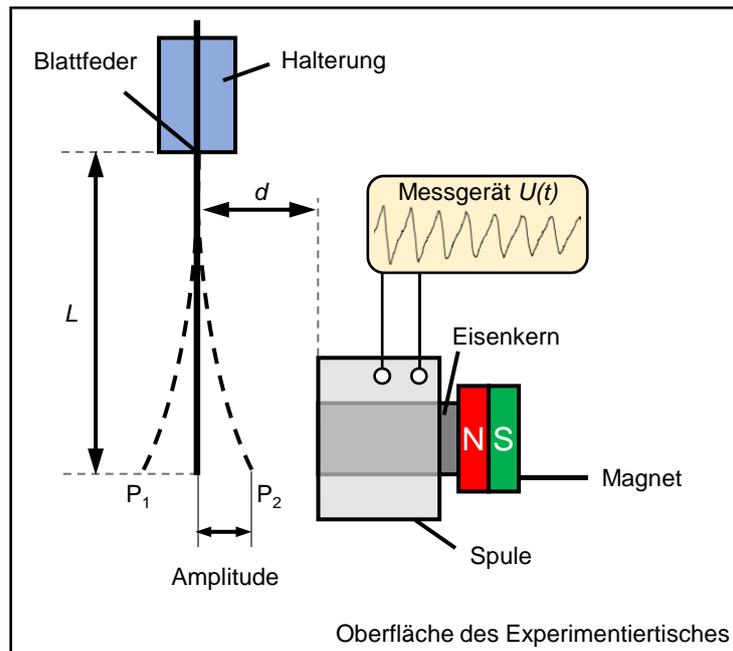


Abb. 2

Ergebnis einer Messung:

Lenkt man die Blattfeder aus, so ergibt sich für $L = 15,0$ cm der in Abb. 3 dargestellte Verlauf für die Induktionsspannung. Dabei ist U_{\max} der maximal auftretende Betrag der Spannung.

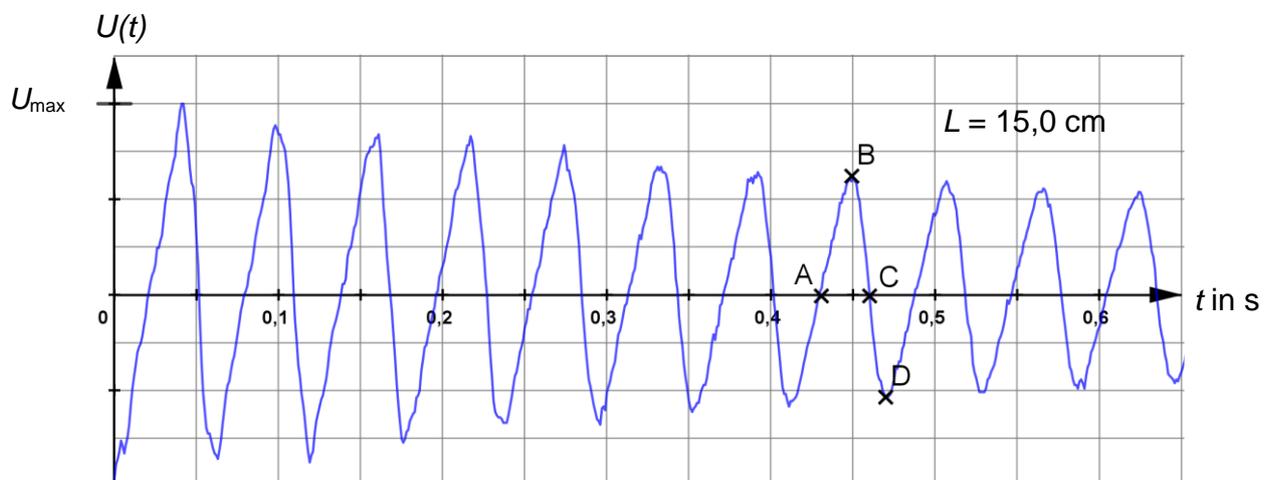


Abb. 3

I (Tonerzeugung bei einer E-Gitarre) M3: Frequenz in Abhängigkeit von der Länge

In Messreihen mit weiteren Länge L des schwingenden Teils der Blattfeder sind unter sonst gleichen Bedingungen folgende Frequenzen f mit ihren jeweiligen Unsicherheiten ermittelt worden (s. Tab. 1):

L in cm	10,0	20,0	25,0
f in Hz	$40,4 \pm 4,0$	$10,0 \pm 0,3$	$6,5 \pm 0,1$

Tab. 1

I (Tonerzeugung bei einer E-Gitarre) M4: Schwingender Magnet

Abb. 4 zeigt, von oben betrachtet, den veränderten Versuchsaufbau (Spule: $N = 1000$; $A = 16 \text{ cm}^2$).

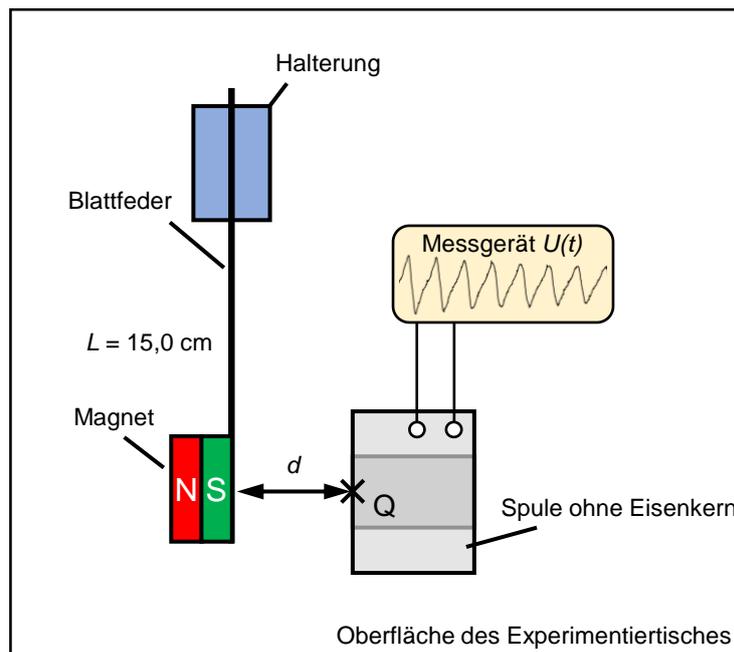


Abb. 4

Unter der Annahme, dass die Blattfeder ($L = 15,0 \text{ cm}$) mit dem darauf befestigten Magneten harmonisch schwingt, und unter Vernachlässigung von Einflüssen durch die Spule ergibt sich für den Betrag B der magnetischen Flussdichte im Punkt Q (vgl. Abb. 4) ein zeitlicher Verlauf, wie er in Abb. 5 dargestellt ist.

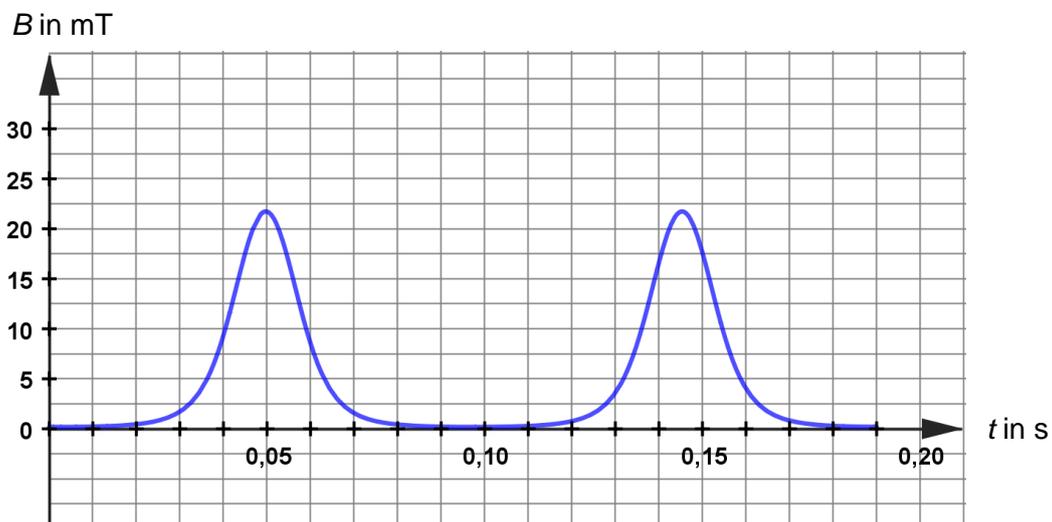


Abb. 5

II (Sonnenbrillen) M1: Ausbreitung von Licht

Beim Übergang von sichtbarem Licht aus Luft in teilweise lichtdurchlässige Materialien bleibt seine Frequenz gleich, während die Ausbreitungsgeschwindigkeit beim Eintritt in das Material kleiner wird und sich die Amplitude der Wellenfunktion beim Durchlaufen des Materials verringert. In den Abbildungen 1a und 1b ist eine Komponente E der elektrischen Feldstärke in Abhängigkeit vom Ort x für eine Lichtwelle im sichtbaren Bereich dargestellt.

Abb. 1a:
Ausbreitung in Luft

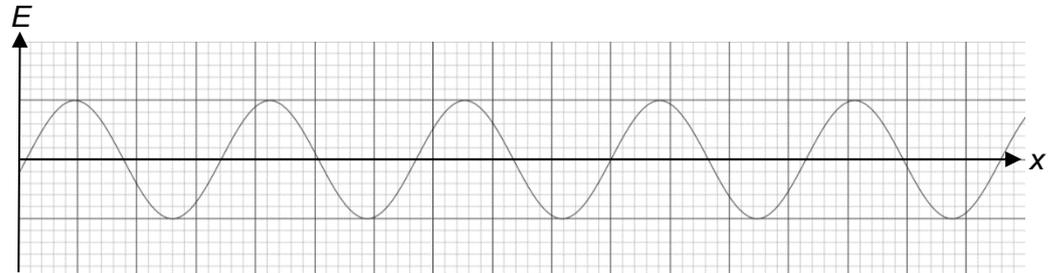
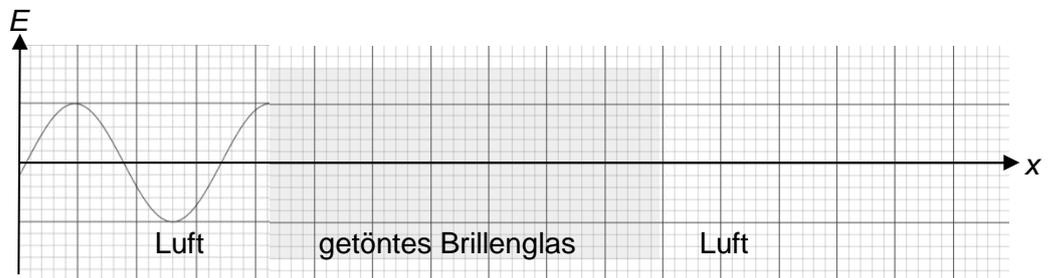


Abb. 1b:
Ausbreitung durch ein
getöntes Brillenglas



II (Sonnenbrillen) M2: Reflektierende Beschichtung eines Brillenglases

Beim Durchgang von Licht durch teilweise lichtdurchlässige Schichten treten an Grenzflächen Reflexion und Brechung auf. Abb. 2 zeigt den Lichtweg durch eine solche Schicht. Die im Bild mit ① und ② gekennzeichneten reflektierten Lichtstrahlen liegen in der Realität an der mit P markierten Stelle nahezu aufeinander.

Sichtbares Licht hat in teilweise lichtdurchlässiger Materie eine kleinere Ausbreitungsgeschwindigkeit als im Vakuum. Der Brechungsindex n gibt das Verhältnis dieser Geschwindigkeiten an.

In Luft gilt: $n_{\text{Luft}} \approx 1$, in Beschichtungen von Brillengläsern gilt: $n > 1$.

Der Gangunterschied Δs der Teilwellen ① und ② an der Stelle P kann berechnet werden durch

$$\Delta s = 2d \cdot \sqrt{n^2 - (\sin \alpha)^2}.$$

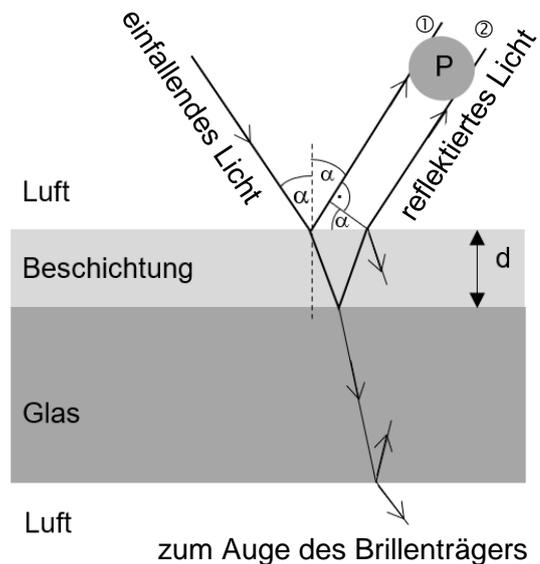


Abb. 2: Lichtweg durch eine teilweise lichtdurchlässige Schicht

II (Sonnenbrillen) M3: Polarisierung bei Transmission und Reflexion

Sonnenbrillen mit polarisierenden Brillengläsern laden viele Menschen zum „Spielen“ ein, weil sich Helligkeiten und Kontraste verändern, wenn man durch das Brillenglas sieht und die Brille um die Sichtachse dreht. Diese Brillengläser sind mit einer Schicht versehen, die aus dem unpolarisierten Sonnenlicht linear polarisiertes Licht macht. Die Schicht ist nur für die Komponenten der einfallenden elektromagnetischen Wellen durchlässig, deren elektrisches Feld parallel zur von der Schicht vorgegebenen Polarisationsrichtung sind. Die polarisierende Schicht reduziert dadurch die Intensität des Lichts, das das Brillenglas durchdringt.

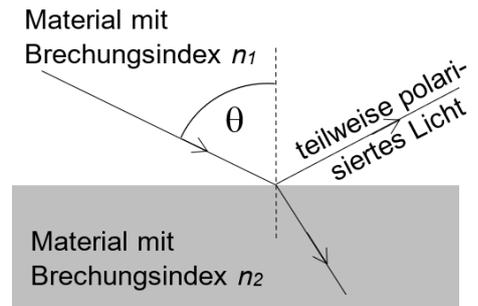


Abb. 3: Polarisierung bei Reflexion

Für den Sehkomfort ist folgender Effekt besonders von Bedeutung: Die Grundlage ist ein zusätzlicher Polarisationsvorgang, der auftritt, wenn Sonnenlicht von Gegenständen reflektiert wird. Wenn unpolarisiertes Licht an einer ebenen Grenzfläche zwischen zwei Materialien reflektiert wird, ist das reflektierte Licht teilweise polarisiert (siehe Abb. 3). Der Grad der Polarisierung hängt vom Einfallswinkel θ und den Brechungsindizes der beiden Materialien ab. Für einen bestimmten Einfallswinkel θ_P bilden die Richtungen des reflektierten und des gebrochenen Lichts einen rechten Winkel. Für $\theta \geq \theta_P$ ist das reflektierte Licht fast vollständig polarisiert, und zwar mit einer Polarisationsrichtung des elektrischen Feldes parallel zur Grenzfläche.

Im Alltag tritt diese Polarisierung des reflektierten Lichts häufig an der Grenzfläche zwischen Luft und Wasser bzw. Eis auf. Da polarisierende Brillengläser dieses reflektierte Licht ganz oder teilweise herausfiltern, ermöglichen sie ein blendarmes, kontrastreiches Sehen mit einer verbesserten Farbwahrnehmung, was der Brillenträger als erhöhten Sehkomfort wahrnimmt.

II (Sonnenbrillen) M4: Tönung von Brillengläsern

Die sogenannte Tönung von Brillengläsern beschreibt deren Absorptionseigenschaften im sichtbaren Spektralbereich. Sonnenbrillengläser werden in fünf Kategorien (siehe Tab. 1) eingeteilt. Der Absorptionsgrad gibt dabei den Anteil der einfallenden Lichtenergie an, der vom Brillenglas absorbiert wird.

Kategorie	Absorptionsgrad im sichtbaren Spektralbereich	Eignung
0	< 20 %	an bewölkten Tagen und an Abenden
1	20 – 57 %	an Frühlingstagen, bei wechselndem Wetter
2	57 – 82 %	normaler Blendschutz für den Sommer in Mitteleuropa
3	82 – 92 %	Südeuropa, Strand, Berge, Lesen in der Sonne
4	> 92 %	Hochgebirge, Gletscher

Tab. 1

Da für die Brillenträgerin bzw. den Brillenträger die Umgebung abgedunkelt erscheint, weiten sich die Pupillen und die Augen werden nicht mehr zugekniffen. Das Sehen wird insgesamt als weniger anstrengend wahrgenommen und damit verbundene Probleme wie Kopfschmerzen sind weniger häufig bzw. intensiv.

Über die Absorption im UV-Bereich gibt das CE-Siegel auf der Sonnenbrille Auskunft: Es wird nur vergeben, wenn die Brille einen 100-prozentigen UV-Filter für Licht mit Wellenlängen kleiner als 380 nm hat. Die zusätzliche Kennzeichnung „UV 400“ erhält die Brille dann, wenn alle Wellenlängen unterhalb von 400 nm herausgefiltert werden.

III (Untersuchung von Quantenobjekten) M1: Interferenz von Farbstoffmolekülen

Die Farbstoffmoleküle bewegen sich vor dem Gitter genau auf den Ursprung des x - y -Koordinatensystems des Schirms zu und treffen senkrecht auf das Gitter. Der Schirm ist parallel zum Gitter im Abstand a angeordnet (siehe Abb. 1). Abb. 2 zeigt maßstabsgetreu das sich ergebende Interferenzbild auf dem Schirm. Die Geschwindigkeit der Moleküle ist so gering, dass der Einfluss der Gewichtskraft in negativer y -Richtung berücksichtigt werden muss.

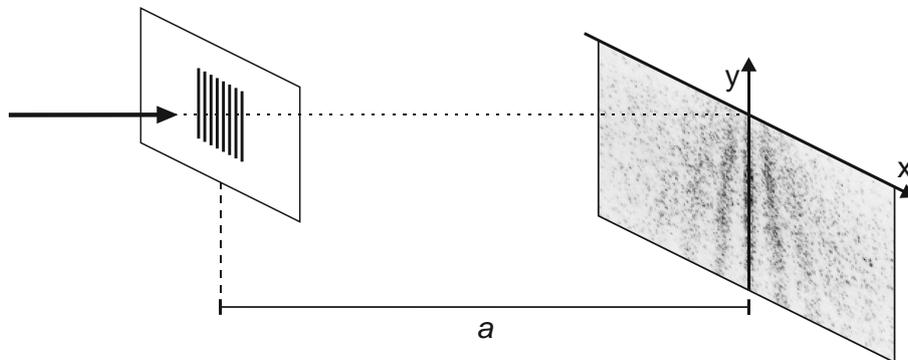


Abb. 1: Versuchsaufbau

Masse eines Farbstoffmoleküls	1298 u
Summenformel eines Farbstoffmoleküls	$C_{48}H_{26}F_{24}O_8$
Geschwindigkeit der Farbstoffmoleküle	158 m/s
Spaltmittenabstand g	100 nm
Schirmbreite	150 μ m

Tab. 1: Daten des Experiments

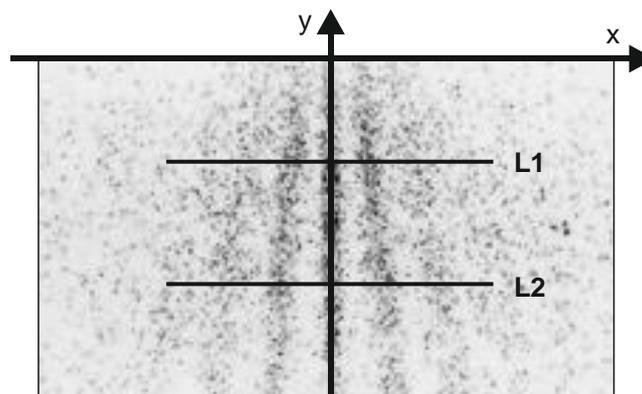


Abb. 2: maßstabsgetreues Schirmbild

III (Untersuchung von Quantenobjekten) M2: Verfahren zur Intensitätsbestimmung

Abb. 3 zeigt das Zwischenergebnis eines Verfahrens, mit dessen Hilfe die Intensität des Interferenzbilds an einem bestimmten Punkt auf dem Schirm ermittelt werden kann.

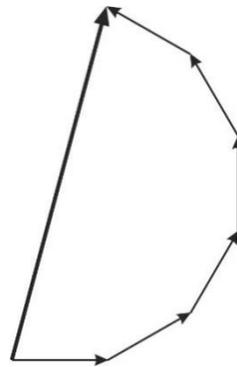


Abb. 3

III (Untersuchung von Quantenobjekten) M3: Photonverdopplung im Mach-Zehnder-Interferometer

Um ein einzelnes Photon im Mach-Zehnder-Interferometer zu verfolgen, bietet sich die Methode der Photonverdopplung an. Dazu wird ein nichtlinearer Kristall in den Lichtweg gesetzt, der das ankommende Photon absorbiert und zwei identische Photonen geringerer Energie in unterschiedliche Richtungen emittiert (siehe Abb. 4). Bringt man in beide Wege des Interferometers solche Kristalle ein (siehe Abb. 5), so ändert sich die Wegdifferenz nicht. Trifft nun ein Photon auf einen der beiden Kristalle, so durchläuft eines der im Kristall erzeugten Photonen weiterhin das Interferometer, während das andere detektiert werden kann und damit anzeigt, von welchem der beiden Kristalle das ursprüngliche Photon absorbiert wurde.

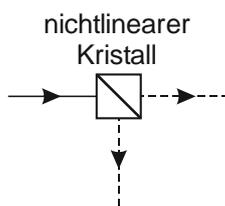


Abb. 4: Das einfallende Photon (durchgezogene Linie) erzeugt im nichtlinearen Kristall zwei identische Photonen (gestrichelte Linien).

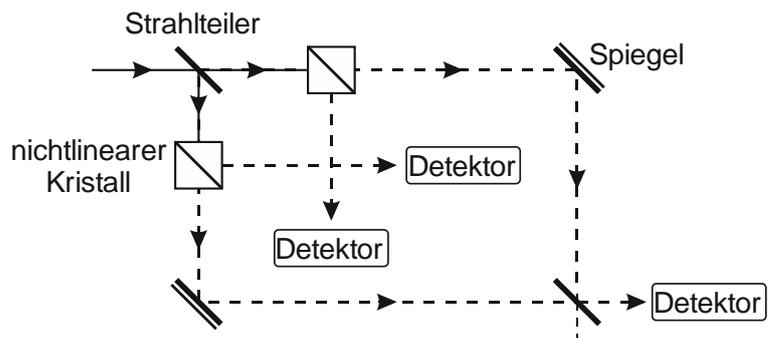


Abb. 5: Detektion des Lichtwegs im Interferometer

III (Untersuchung von Quantenobjekten) M4: Ein Werbeflyer

NoAtoS - Der neue Atomstrom-Stopper

Trotz der Abschaltung aller deutschen Atomkraftwerke haben wir wegen Stromimporten aus dem Ausland weiterhin Atomstrom im deutschen Netz. Wollen Sie sichergehen, keinen Atomstrom in Ihren Geräten zu haben? Dann haben wir die Lösung für Sie: NoAtoS - der neuartige Atomstrom-Stopper!!!



Der Erfindergeist von Dr. Scharlan nutzt die Gesetze der Quantenphysik genial aus: NoAtoS detektiert zuverlässig eine im stochastischen Verhalten der Elektronen hinterlegte Information, die sich auch mit von der Atomlobby eingesetzten Quantenradierern nicht löschen lässt. Die geniale Idee dahinter: Die bei der Kernspaltung freigesetzte große Energie wird durch Interferenzeffekte auf weitere Elektronen des Stroms übertragen und kündigt damit ankommenden Atomstrom bei NoAtoS an. Die ausgefeilte Technik unseres NoAtoS erkennt dies nach dem Komplementaritätsprinzip, stoppt den Atomstrom zuverlässig und leitet ihn wieder an den Produzenten zurück.

Die Atomindustrie kann an Ihnen nichts mehr verdienen!

Der NoAtoS-Atomstrom-Stopper wird in einem formschönen Gehäuse ausgeliefert und kann bei jedem Endgerät zwischen Steckdose und Gerät eingebaut werden.



Bestellen Sie Ihren persönlichen NoAtoS jetzt!

IV (Kernphysik in der Medizin) M1: Absorption von γ -Strahlung durch Materie

Mit der vom Tochterkern des ^{192}Ir emittierten γ -Strahlung werden Absorptionsmessungen an Bleiplatten verschiedener Dicke durchgeführt (vgl. Abb. 1). Dazu wird die Anzahl N der vom Zählrohr in einem festgelegten Zeitintervall registrierten γ -Quanten in Abhängigkeit von der Dicke d der Bleiplatten (Absorberdicke) bestimmt. Die Absorptionsfähigkeit eines Materials für radioaktive Strahlung wird durch die sogenannte Halbwertsdicke $D_{1/2}$ charakterisiert. Darunter versteht man die Dicke des Materials, bei der die Hälfte der Strahlung absorbiert wurde.

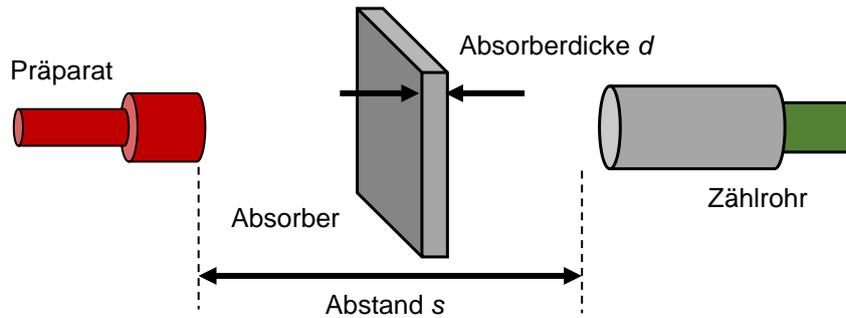


Abb. 1

Für Blei sind die um die Nullrate bereinigten Messwerte mit ihren jeweiligen Messunsicherheiten in Abb. 2 dargestellt.

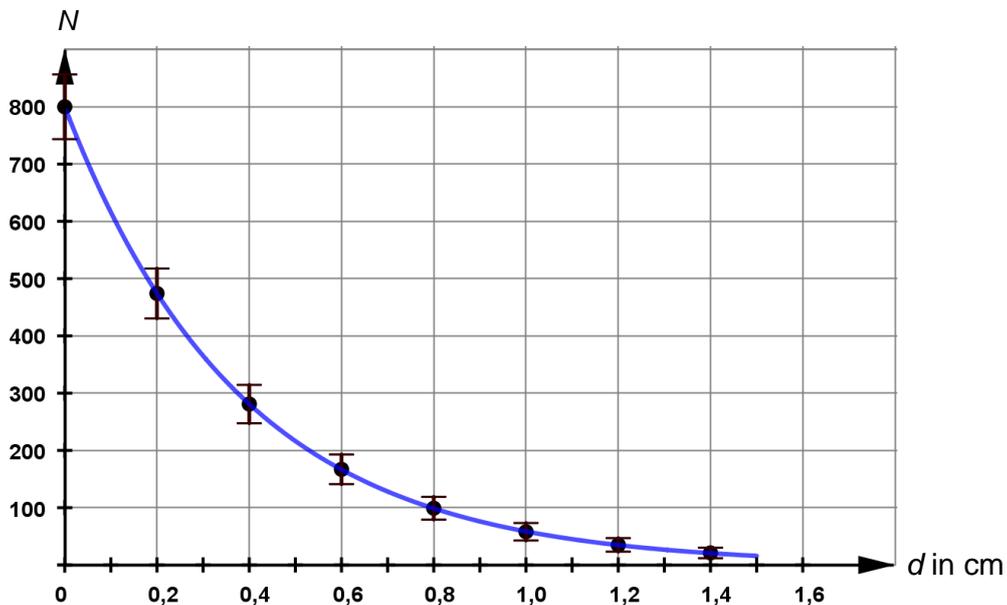


Abb. 2: Absorptionskurve für Blei

Der Zusammenhang zwischen der Anzahl N der registrierten γ -Quanten und der Absorberdicke d kann durch $N(d) = N_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$ beschrieben werden. Dabei ist N_0 die Anzahl der registrierten γ -Quanten im Abstand s ohne Absorber und μ der sogenannte Schwächungskoeffizient.

IV (Kernphysik in der Medizin) M2: Bestimmung des Schwächungskoeffizienten von Blei

Stellt man die Messwerte aus M1 Abb. 2 logarithmisch mit deren Messunsicherheiten wie in Abb. 3 dar, liegen diese näherungsweise auf einer Geraden mit der Steigung $-\mu$.

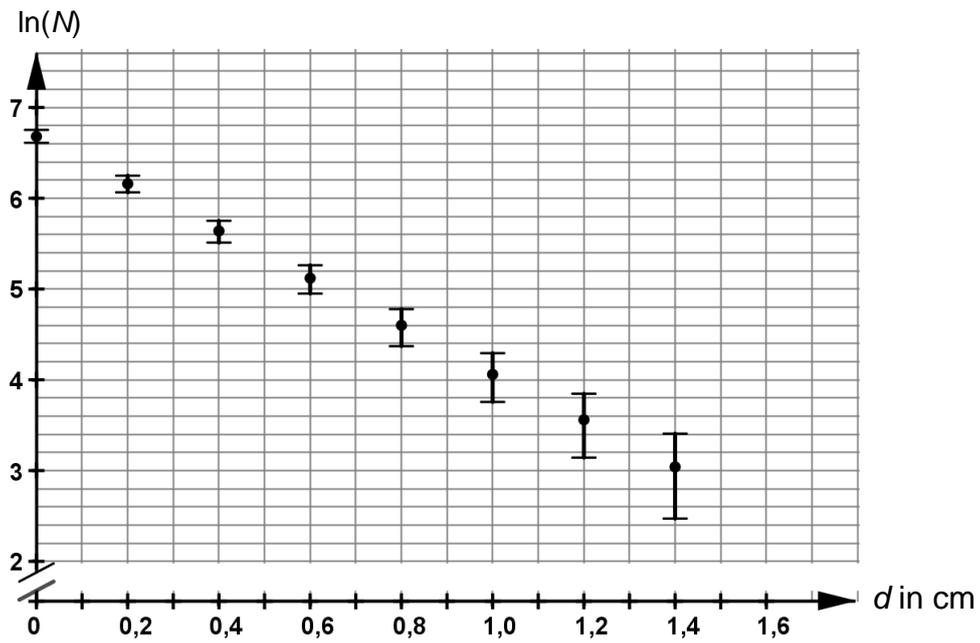


Abb. 3

IV (Kernphysik in der Medizin) M3: Absorption durch verschiedene Materialien

Die mittlere Energie der γ -Quanten, die der Tochterkern von ^{192}Ir aussendet, beträgt 0,37 MeV. Abb. 4 zeigt die Absorptionskurve für solche γ -Quanten in Wasser.

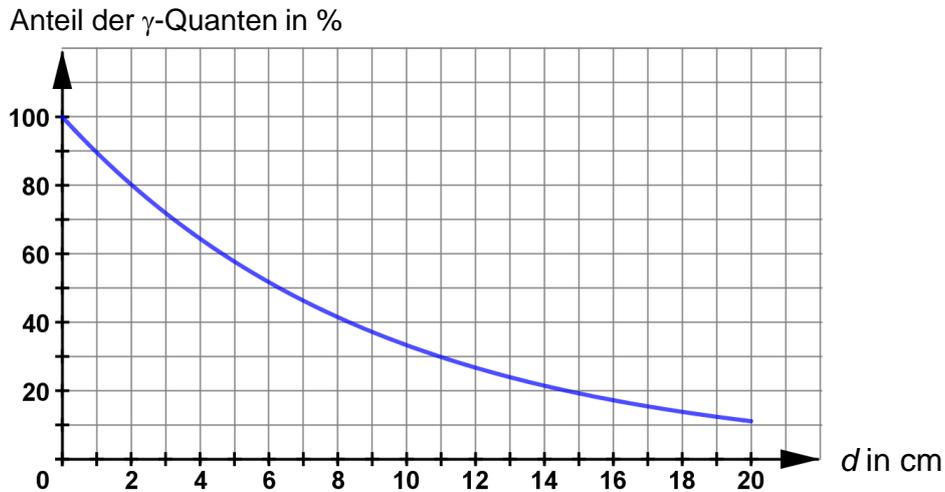


Abb. 4: Absorptionskurve für Wasser

Wird das Experiment aus M1 mit anderen Materialien durchgeführt, so ergeben sich für den Schwächungskoeffizienten die in Tab. 1 dargestellten Werte.

Material	Aluminium	Blei	Eisen	Graphit	Wasser
μ in 1/cm	0,26	3,10	0,77	0,22	0,11

Tab. 1

IV (Kernphysik in der Medizin) M4: Brachytherapie

Die vom Tochterkern von ^{192}Ir ausgesandten γ -Quanten werden in der Medizin bei der sogenannten Brachytherapie zur Bestrahlung von Tumoren eingesetzt. Dabei wird unter Narkose eine dünne Hohnadel in den Tumor eingebracht. In diese Hohnadel wird eine an einem Draht befestigte winzige Kapsel hineingeschoben, in der das radioaktive Material eingeschlossen ist. So wird der Tumor direkt von innen mit den γ -Quanten bestrahlt.

Die beim Zerfall von ^{192}Ir entstehende β^- -Strahlung wird durch die Umhüllung des Strahlers vollständig absorbiert, so dass diese für die Bestrahlung keine Rolle spielt.

Quellen:

I (Tonerzeugung bei einer E-Gitarre)

Abbildungen selbst erstellt

II (Sonnenbrillen)

Abbildungen selbst erstellt

Tab. 1 in Anlehnung an: Carl Zeiss AG (Hrsg.): Sonnenbrillen – alles, was Sie über UV-Schutz, Tönungen, Verspiegelungen, polarisierte Gläser und mehr wissen müssen. Verfügbar unter <https://www.zeiss.de/vision-care/besser-sehen/sport-freizeit/sonnenbrille-ist-nicht-gleich-sonnenbrille.html#3> (Zugriff 24.6.2023)

III (Untersuchung von Quantenobjekten)

Abbildungen selbst erstellt

M1 in Anlehnung an Thomas Juffmann, Adriana Milic, Michael Müllneritsch, Peter Asenbaum, Alexander Tsukernik, Jens Tüxen, Marcel Mayor, Ori Cheshnovsky and Markus Arndt: Real-time single-molecule imaging of quantum interference. In: Nature Nanotechnology Vol 7, Mai 2012

IV (Kernphysik in der Medizin)

Abbildungen selbst erstellt