



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Gewitterphänomene im VLF-Bereich

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



Gewitterphänomene im VLF-Bereich

Patrik Vogt, Essingen

Hätten wir Antennen statt Ohren, so wären wir von einem allgegenwärtigen und immerwährenden Konzert im VLF-Bereich (VLF = Very Low Frequency) umgeben – mit „Instrumenten“, die von der globalen Gewitteraktivität sowie vom Sonnenwind gespielt werden, und von deren Signalen aller Art, z. B.

- Knistern (**Sferics**),
- einer Art Vogelgezwitscher (**Tweeks**) oder
- Pfeiftönen, die in der Frequenz abfallen (**Whistlers**).

In diesem Beitrag stellen wir vor, wie diese Höreindrücke empfangen und zur Abschätzung geo-/astrophysikalischer Parameter genutzt werden können. Solche Parameter sind u. a. die Ionosphärenhöhe, die Länge der Magnetfeldlinien in unseren Breiten oder die Elektronendichte im erdnahen Weltraum.



Abb. 1: Blitze bei einem Gewitter

© iStock/Thinkstock

II/C

**Gewitterphysik, Blitze,
VLF, Filter, Sferics,
Tweeks, Whistler!**

Der Beitrag im Überblick

<p>Klasse: 12</p> <p>Dauer: 6 Stunden</p> <p>Ihr Plus:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Moderne Physik ✓ Verbindungen zur Astronomie/ Astrophysik ✓ Interessanter Kontext ✓ wav- und avi-Dateien auf CD-ROM 41 	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Natürliche Phänomene des VLF-Bereichs: Sferics, Tweeks, Whistlers, Schumann-Resonanzen • Abschätzung von Erdradius, Ionosphärenhöhe und Elektronendichte • Eigenfrequenz eines Hohlraumresonators • Aufbau eines Gewitterempfängers
--	--

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Anknüpfungspunkte und Einordnung des Themas

Das Thema können Sie z. B. im Zusammenhang mit der Behandlung der **Gewitterelektrizität** im Unterricht behandeln. Es passt des Weiteren in den Kontext **elektromagnetischer Wellen** oder **Filterschaltungen** (Hoch- und Tiefpässe).

Die VLF-Phänomene befinden sich an der Schnittstelle von **Astronomie/Astrophysik** und **moderner Physik** (seit 1950), zwei Teilbereichen der Physik, denen aus doppeltem Grund ein beträchtliches didaktisches Potenzial zugesprochen wird.

1. Ein für Ihre Schüler interessanter Gegenstand:

Fragestellungen aus **Astronomie** und **Astrophysik** gehören zu den Themen, die von Schülern häufig als interessant angesehen werden. Dahinter steht ein „Weltbild-Bedürfnis“ junger Menschen, das durch astronomische und astrophysikalische Kontexte besonders angesprochen wird.

2. Ein Thema, das für das Lernen, insbesondere das **kumulative Lernen**¹, wichtig ist:

Themen aus der modernen Physik bieten einen besonders guten Anlass, Wissen aus verschiedenen Bereichen (hier etwa **Wellenlehre**, **Elektromagnetismus**) zu reaktivieren und in einem neuen Zusammenhang zu integrieren.

Ein weiteres didaktisches Argument für die Behandlung des Themas ergibt sich aus dem besonderen Charakter der hier vorgestellten Messungen. Insbesondere erscheint nämlich die Ermittlung eines mikroskopischen Parameters (der **Elektronendichte**) in mehr als 10 000 km Abstand (im erdnahen Weltraum) zunächst als fast aussichtsloses Unterfangen. Wenn dies dann ausschließlich unter Verwendung einer einfachen Empfangsanlage möglich ist (die von Schülern in einem Projekt selbst gebaut werden kann), so stellt bereits die Angabe der richtigen Größenordnung ein – vielleicht auch für Ihre Schüler – erstaunliches Ergebnis dar.

Kompetenzen

Ihre Schüler

- wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen aus,
- wenden einfache Formen der Mathematisierung an,
- nehmen einfache Idealisierungen vor,
- werten gewonnene Daten aus,
- planen Experimente, führen sie durch und
- dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit.

So bereiten Sie den Stationenzirkel vor

Kopieren Sie die Materialien **M 2–M 10**, laminieren Sie sie und legen Sie jeweils ein Exemplar an einem Vierertisch aus. Außerdem müssen Sie an den Stationen **M 2** und **M 4–M 6** Ihren Schülern einen **Laptop** zur Verfügung stellen.

¹ http://sinus-bayern.de/userfiles/4_Kum_Lernen/Kum_Lernen.pdf

Mediathek

Literatur

VOGT, P. & MÜLLER, A. (2014). Hör mal – die Elektronendichte! Didaktische Erschließung eines geo/astrophysikalischen Parameters durch Elementarisierung der Hintergrundtheorie, Messung mit einfachen Mitteln und Lernaufgaben. In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (PhyDid), 1/13, S. 35–52.

Im Internet finden Sie die pdf-Datei der PowerPoint-Präsentation zu diesem Artikel unter:
http://www.uni-landau.de/physik/DPG10_Elektronendichte_Druckversion.pdf

FRIESE, W. & VOGT, P. (2004). Schumann-Resonanzwellen – die Atmosphäre als Wellenleiter. In: Funkamateure 11, S. 1111–1113.

VOGT, P. (2003). Ergebnisse einer Whistlerbeobachtung. Funkamateure 6, S. 564–565.

Storey, L. R. O. (1953): An investigation of whistling atmospherics, Phil. Trans. A 246, S. 113–141.

Singh, A. K. & Singh, R. P. (1996): Propagational features of higher harmonic tweeks at low latitudes. In: Earth, Moon and Planets 73, 3, S. 277–290.

Helliwell, R. A. (1965). Whistlers and Related Ionospheric Phenomena. Stanford: Stanford University Press.

Internetseiten

Webauftritt von Wolfgang Friese electronic, hier können Sferics-Empfänger als Bausätze oder Fertiggeräte bezogen werden:

<http://www.friese-electronic.de/> [Stand: 09/2015]

Freizugänglicher Tagungsbandbeitrag (VOGT, P. & MÜLLER, A. (2010). Höret! Die Elektronendichte! Messung eines geophysikalischen Parameters und die Elementarisierung der Hintergrundtheorie. In: PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Hannover 2010) zur Elektronendichteabschätzung mit den ausgewerteten Signalen als Videodateien:

<http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/216/259>
[Stand: 09/2015]

Webauftritt der VLF-Gruppe der Universität Stanford:

<http://vlf.stanford.edu/> [Stand 09/2015]

Software

Cool Edit Pro (Shareware-Toneditor):

<https://2acd-downloads.phpnuke.org/en/c53654/cool-edit-pro> [Stand 09/2015]

FFT-App „Spektroskop“ für iOS:

<https://itunes.apple.com/de/app/spektroskop/id517486614> [Stand 09/2015]

FFT-App „Advanced Spectrum Analyzer“ für Android:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vuche.asaf&hl=de> [Stand 09/2015]

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit; SV = Schülerversuch; Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt
 ⌚ D = Durchführungszeit

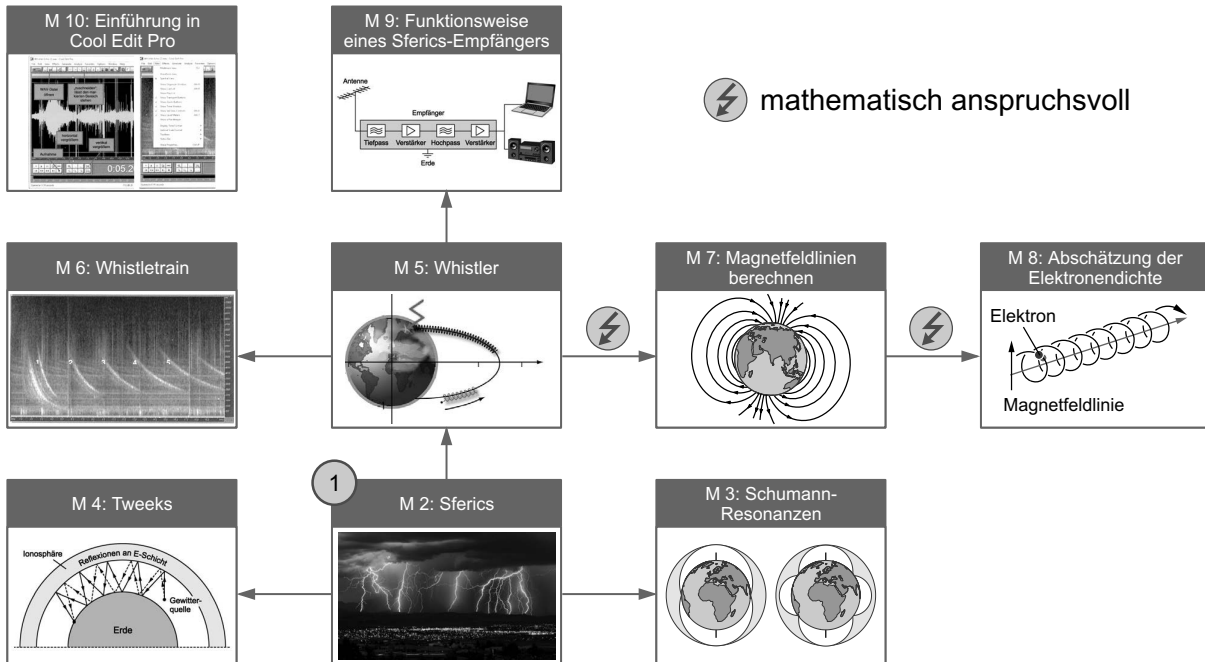
M 1	Ab ⌚ D: 15 min	VLF-Phänomene – der Stationenzirkel im Überblick <input type="checkbox"/> M 1 als Folie <input type="checkbox"/> Tageslichtprojektor
M 2	Ab ⌚ D: 20 min	Der Zusammenhang von Blitz und Sferics-Aktivität <input type="checkbox"/> Laptop mit Cool Edit Pro <input type="checkbox"/> ggf. Sferics-Empfangsanlage
M 3	Ab/SV ⌚ D: 30 min	Schumann-Resonanzen – Atmosphäre als Wellenleiter <input type="checkbox"/> Abflussrohr (L = 0,5 m, D = 11 cm) oder Pappröhre (z. B. von Alufolie oder Küchenpapier) <input type="checkbox"/> Smartphone mit FFT-App (z. B. Spektroskop für iOS, Advanced Spectrum Analyzer für Android)
M 4	Ab/SV ⌚ D: 20 min	Tweeks – Vogelgezwitscher zwischen Erde und Ionosphäre <input type="checkbox"/> Laptop mit Cool Edit Pro <input type="checkbox"/> Datei Tweeks.wav <input type="checkbox"/> ggf. Sferics-Empfangsanlage
M 5	Ab/SV ⌚ D: 30 min	Whistler – ein außerirdisches Pfeifen! <input type="checkbox"/> Laptop mit Cool Edit Pro <input type="checkbox"/> Datei Whistler.wav <input type="checkbox"/> ggf. Sferics-Empfangsanlage
M 6	Ab/SV ⌚ D: 35 min	Whistler-Train – Mehrfachecho zwischen Hemisphären <input type="checkbox"/> Laptop mit Cool Edit Pro <input type="checkbox"/> Datei Whistlertrain.wav
M 7	Ab ⌚ D: 30 min	Abschätzungen zur Magnetfeldlinie – Aufgaben
M 8	Ab ⌚ D: 20 min	Abschätzung der Elektronendichte – Aufgaben
M 9	Ab ⌚ D: 20 min	Aufbau eines Sferics-Empfängers
M 10	Ab ⌚ D: 10 min	Der Toneditor „Cool Edit Pro“ – eine Einführung <input type="checkbox"/> Laptop mit Cool Edit Pro

Die Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 15.

Minimalplan

Wenn nicht ausreichend Zeit zur Verfügung steht, sollten Ihre Schüler zumindest die Materialien **M 2** (Sferics), **M 4** (Tweeks), **M 5** (Whistler) und **M 9** (Funktionsweise eines Sferics-Empfängers) bearbeiten.

M 1 VLF-Phänomene – der Stationenzirkel im Überblick



II/C

Abb. 2: Verlauf der Stationenarbeit

Ein kurzes Glossar

- Sferics:** Sehr breitbandige elektromagnetische Signale, die von der globalen Gewitteraktivität (Blitzentladungen!) emittiert werden. (Höreindruck: Knacken)
- Tweaks:** Sferics, die sich über lange Strecken und durch Mehrfachreflexionen im Wellenleiter Erde-Ionosphäre ausbreiten und daher einem deutlichen Dispersionseffekt unterliegen. (Höreindruck: Vogelgezwitscher)
- Whistler:** Sferics, welche die Ionosphäre durchdringen, sich entlang des Erdmagnetfeldes ausbreiten und auf der gegenüberliegenden Hemisphäre mit einem sehr großen Dispersionseffekt registriert werden können. (Höreindruck: fallender Pfeifton)



Beachten!

- Die Arbeitsblätter bauen z. T. aufeinander auf: mit **M 2** beginnen, dann entlang der Pfeile vorgehen
- Zur Bearbeitung mehrerer Arbeitsblätter wird die Software „Cool Edit Pro benötigt“. Eine Einführung in das Programm gibt **M 10**.



Zielvorgabe

- Pflichtstationen: **M 2, M 5, M 9**
- zusätzlich mind. drei weitere Arbeitsblätter (**M 10** zählt nicht als eigenes Arbeitsblatt.)
- Lösungen der Aufgaben verschriftlichen
- maximal drei Personen pro Gruppe



Zeitansatz

- Bearbeitungszeit: vier Unterrichtsstunden
- Besprechung der Ergebnisse: zwei Unterrichtsstunden



SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Gewitterphänomene im VLF-Bereich

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

