



Unterrichtsmaterialien zum Thema

Feuerspuren im Satellitenbild

JAHRGANGSSTUFE 12

Musterlösungen

Musterlösungen

Die im Lernmodul enthaltenen Aufgaben und Tests sind eingebettet in einen übergeordneten Arbeitsauftrag. Dieser Arbeitsauftrag versetzt die Schüler/Innen in die Rolle von Experten, die im Auftrag der EU-Kommission mit Methoden der Fernerkundung Aussagen darüber treffen sollen, wie sich die Vegetation in Griechenland nach den Waldbränden im Sommer 2007 entwickelt hat. Die nachfolgenden Musterlösungen dienen der Orientierung, es kann aber davon abgewichen werden.

Modulteil 1

Aufgabe 1

Informieren Sie sich zunächst unter „Info“ über die Grundlagen der Fernerkundung und wie Satelliten die Erde sehen, bzw. wie sie Bilder aufnehmen. Wie ist der Begriff der elektromagnetischen Strahlung definiert?

Lösung:

- elektromagnetisches Spektrum: Gesamtheit aller elektromagnetischen Wellen, unterteilbar in z.B. Radiowellen, sichtbares Licht, Infrarotstrahlung
- Wellenlänge: kleinster Abstand zweier Punkte gleicher Phase einer Welle (Abstand von „Wellenkämmen“ bzw. „Wellentälern“)
- Strahlungsintensität: Anteil an der gesamten Strahlungsleistung einer Lichtquelle
- Atmosphäre: gasförmige Hülle der Erde
- Streuung: Ablenkung von Strahlung durch Wechselwirkung mit Wassermolekülen oder Aerosolen in der Atmosphäre
- Absorption: Aufnahme von Strahlung und Umwandlung in Wärmeenergie

- Reflexion: Zurückwerfen von elektromagnetischen Wellen
- Infrarot: für das menschliche Auge nicht sichtbarer Wellenlängenbereich mit größerer Wellenlänge als dem roten sichtbaren Licht
- Pixel: kleinste Einheit eines digitalen Rasters

Aufgabe 2

Analysieren Sie anschließend die Grauwertbilder des roten und nahen infraroten Kanals vom 26.02.2007. Um einen besseren Überblick über das Gebiet zu bekommen, können Sie sich zusätzlich die Satellitenkarte und die Karte der Landnutzung anzeigen lassen (Symbole unten links).

Lösung:

Die Schüler/Innen ziehen beide verfügbaren Satellitenbilder (und die Übersichtskarten) nacheinander auf die Arbeitsfläche. Sie beschreiben, was sie sehen: z.B. die räumliche Gliederung Griechenlands (Peleponnes), wie gut Athen in den Satellitenbildern erkennbar ist, was die weißen Flächen bedeuten könnten (schneebedeckte Gipfel der Berge -> warum erscheinen die schneebedeckten Berge weiß und das Wasser schwarz?).

Aufgabe 3

Wie unterscheiden sich die Werte der Pixel in den beiden Grauwertbildern? Welche Unterschiede können Sie für die drei Landbedeckungen Vegetation, Wasser und Stadt (Athen) feststellen? Zum Ablesen der Werte benutzen Sie das Pipettenwerkzeug.

Lösung:

- Vegetation: Im roten Bild geringe Werte (meist < 20), im infraroten Bild (je nach Vegetation) Werte von ca. 30 bis über 80.

- Wasser: In beiden Bildern sehr niedrig (0 oder leicht darüber).
- Stadt (Athen): Im roten und infraroten Bild sind die Pixelwerte relativ hoch (im roten > 30, im infraroten > 40). VORSICHT: Die Pixel wirken im Bild des roten Kanals heller als im Bild des infraroten Kanals! Wenn die Bilder angezeigt werden, so werden sie zwischen dem niedrigsten und höchsten Bildwert gestreckt. Der niedrigste Wert wird schwarz dargestellt und der höchste weiß. Im roten Bild ist der Wertebereich geringer als im infraroten Bild, so dass relativ niedrigere Werte heller erscheinen als im infraroten Bild.

Quizblock 1

Quizfrage 1

Wie viel Prozent des roten Lichts wird in etwa von Pflanzen reflektiert?

Lösung:
< 10%

Quizfrage 2

Je größer die Reflexion der abgebildeten Oberfläche im entsprechenden Wellenlängenbereich ist, ...

Lösung:
...umso heller erscheinen die Pixel.

Quizfrage 3

Repräsentiert ein Pixel Vegetation, ist das Pixel ...

Lösung:
... im Bild des roten Kanals sehr dunkel und im Bild des nahen Infrarot sehr hell.

Modulteil 2

Aufgabe 1

Informieren Sie sich im „Info“-Bereich über den NDVI. Beschreiben Sie die Funktionsweise des Vegetationsindex. Gehen Sie dabei auf die Berechnung sowie die Bedeutung des Wertebereichs ein.

Lösung:

- NDVI: Vegetationsindex
- Berechnung des NDVI: $(\text{NIR} - \text{Rot}) / (\text{NIR} + \text{Rot})$
- Werte des NDVI: -1 bis +1
- Nutzen des NDVI: Unterscheidung von unterschiedlich dichten, gesunden, bzw. photosynthetisch aktiven Vegetationsformen

Aufgabe 2

Errechnen Sie für die beiden Zeitpunkte 26.02.2007 und 06.09.2007 das NDVI-Bild.

Lösung:
Für beide Zeitpunkte soll ein neu erzeugtes Bild im Kasten „berechnete Bilder“ vorhanden sein.

Aufgabe 3

Über das Pipettenwerkzeug können Sie sich die NDVI-Werte für jedes Pixel anzeigen lassen. Vergleichen Sie die beiden Bilder zunächst miteinander. Was hat sich generell verändert? Was ist gleich geblieben? Halten Sie die Ergebnisse Ihrer Analysen schriftlich fest. Um Aussagen darüber zu treffen, welche Flächen sich besonders verändert haben, können Sie die Landnutzungskarte (unten links) heranziehen. Auch hier hilft das Pipettenwerkzeug, da es Ihnen die jeweilige Landnutzung anzeigt.

Lösung:
Das Bild vom 06.09. wirkt insgesamt deutlich heterogener. In vielen Gebieten ist der NDVI am 06.09. niedriger als am 26.02. In beiden Bildern sind das Meer und die Stadt Athen unverändert. Die größten Veränderungen findet man in den Vegetationsflächen, wobei hier alle Typen betroffen sind (Wald,

Grasland, Hartlaubvegetation, Ackerland und Sonderkulturen).

Aufgabe 4

Versuchen Sie anhand der NDVI-Werte und ihres Wissens aus der Einleitung die Gebiete zu lokalisieren, die von der Feuerkatastrophe betroffen waren. Welche Vegetationsformen sind besonders betroffen?

Lösung:

Die am stärksten betroffenen Gebiete befinden sich vor allem auf der Halbinsel Peloponnes, der Insel Euböa und ein kleinerer Bereich nördlich von Athen. Unter den betroffenen Vegetationsformen sind Wald und Hartlaubvegetation stark vertreten, aber auch die anderen Vegetationsformen sind betroffen.

Quizblock 2

Quizfrage 1

Wie lautet die Gleichung des NDVI?

Lösung:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Rot}) / (\text{NIR} + \text{Rot})$$

Quizfrage 2

Wie hoch ist der NDVI in Athen?

Lösung:

< 0,3

Quizfrage 3

Warum sind die Schneeflächen auf den Bergen am 26.02. (vgl. Satelliten-Karte) im NDVI-Bild genauso schwarz wie das Meer?

Lösung:

Weil Schnee im NIR und im roten Bereich ähnlich stark reflektiert – genau wie Wasser, nur auf einem viel höheren Niveau.

Modulteil 3

Aufgabe 1

Berechnen Sie aus den NDVI-Bildern die Veränderung.

Lösung:

Im Kasten „berechnete Bilder“ ist ein grünes „Subst“-Bild.

Aufgabe 2

Analysieren Sie Ihr Ergebnisbild. Welche Flächen haben sich besonders verändert? Beschreiben Sie Ihr Vorgehen und Ihre Ergebnisse.

Lösung:

Die hell dargestellten Flächen haben sich besonders stark verändert. Hierbei handelt es sich um die Brandflächen (außer den Fehler-Pixeln über dem Meer). Diese Flächen haben Werte von etwa 0,3 bis 0,6.

Quizblock 3

Quizfrage 1

Wie werden im Differenzbild die Flächen mit der größten Veränderung dargestellt?

Lösung:

hell

Quizfrage 2

Welche Flächen auf dem griechischen Festland zeigen neben den vom Feuer betroffenen noch eine eher starke Veränderung?

Lösung:

landwirtschaftlich genutzte Flächen

Quizfrage 3

Wie kommen wohl die offensichtlichen Fehler in den Meer-Pixeln im Differenzbild zustande?

Lösung:

In einem der NDVI-Bilder ergab die Berechnung des NDVI +1 oder -1 und im anderen Bild 0.

Modulteil 4

Aufgabe 1

Informieren Sie sich im „Info“-Bereich über das Prinzip der Zeitreihenanalyse. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen einer Zeitreihenanalyse und einer Veränderungsanalyse.

Lösung:

- Zeitreihenanalyse: zeitlich aufeinanderfolgende Satellitenbilder des gleichen Ausschnitts
- Nutzen einer Zeitreihenanalyse: Nachverfolgbarkeit der zeitlichen Entwicklung von Vegetation an einem Ort

Aufgabe 2

Bilden Sie aus den zur Verfügung stehenden NDVI-Bildern eine Zeitreihe.

Lösung:

Eine Zeitreihe soll in der richtigen Reihenfolge erstellt werden. Mit dem Cursor sollen verschiedene Landnutzungstypen angesteuert werden.

Aufgabe 3

Wenn Sie mit dem Cursor über das Bild fahren, werden Ihnen für alle Zeitpunkte die NDVI-Werte in der Grafik auf der rechten Seite angezeigt. Interpretieren Sie die Ergebnisse.

Lösung:

Die verschiedenen Landoberflächen haben im Jahresverlauf eine charakteristische Entwicklung des NDVI.

So weisen Wälder beispielsweise einen durchweg hohen NDVI auf, genau wie die Hartlaubformationen. Bei beiden Vegetationstypen ist jedoch im Sommer 2007 (06.09.) ein erkennbar niedrigerer NDVI zu verzeichnen, was mit der allgemeinen Trockenheit in diesem Jahr zusammenhängt. Die NDVI-Werte von Acker- und Grasland haben einen heterogenen Verlauf, was mit der unterschiedlichen Nutzungsform zusammenhängt (unterschiedliche Mahd/ Ernte-Termine, Brachen, Getreide, Hackfrüchte, etc.). Die Sonderkulturen weisen hingegen einen ähnlichen Verlauf auf wie Wälder und Hartlaubformationen, da die dominierenden Olivenbäume ähnlich wie die Koniferen-Wälder und die Hartlaubgewächse der Phrygana immergrün sind. Der NDVI in den Städten (v.a. Athen) ist durchweg niedrig, da der Vegetationsanteil im urbanen Raum insgesamt sehr gering ist.

Aufgabe 4

Beschreiben Sie, wie sich die NDVI-Werte in den von den Bränden betroffenen Regionen im Lauf der Zeit verändert haben.

Lösung:

In den vom Feuer betroffenen Regionen fällt der NDVI zum 06.09.2007 hin unabhängig von der vorhandenen Landbedeckung stark ab. Das Feuer hat hier den Großteil der vorhandenen Vegetation vernichtet. In fast allen Gebieten ist in der Folge eine Erholung erkennbar, wobei diese unterschiedlich verlaufen kann. Insgesamt ist bei den abgebrannten Flächen der typische Jahresverlauf ihrer Landbedeckungsklasse erkennbar, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau.

Aufgabe 5

Lässt sich zwischen den verschiedenen Vegetationstypen (z.B. Wälder und Sonderkulturen), die von dem Feuer betroffen waren, eine unterschiedliche Entwicklung feststellen?

Lösung:

Die Erholung innerhalb der Hartlaubformationen und Wälder scheint deutlich langsamer zu verlaufen als

auf den von Menschen genutzten Flächen. Dort, wo Vegetation schnell nachwächst (Grasland) oder vom Menschen gezielt angebaut wird (Ackerflächen), ist der NDVI im folgenden Jahr auf annähernd gleichem Niveau wie in den vom Feuer nicht betroffenen Gebieten. Hartlaubvegetation und Wälder haben sich allerdings vielerorts auch im zweiten Frühjahr nach dem Feuer (14.03.09) noch nicht vollständige erholt, was die Vegetationsdichte angeht. Diese Tendenzen sind klar erkennbar, allerdings lässt sich keine allgemeingültige Regel aufstellen, da vereinzelte Pixel einen gänzlich anderen Verlauf zeigen. Hier bleibt Spielraum zur Interpretation und weiteren Recherche.

Aufgabe 6

Welche Unterschiede können Sie zwischen der Entwicklung einer vom Feuer betroffenen Waldfläche und einer vom Feuer nicht beeinflussten Fläche feststellen? Überlegen Sie auch, welche Faktoren außer dem Feuer einen Einfluss auf die Höhe des NDVI-Wertes haben können.

Lösung:

Die Wälder haben einen relativ konstant hohen NDVI (immergrün). Allerdings kann Trockenheit dazu führen, dass der NDVI sich verringert, wie im Sommer 2007 zu erkennen ist. Da der NDVI ein Maß für die Photosynthesetätigkeit von Pflanzen ist, lassen sich Stressfaktoren wie Trockenheit oder Krankheiten im Satellitenbild erkennen. In den vom Feuer betroffenen Wäldern verläuft die Kurve des NDVI nach dem Ereignis relativ linear aufwärts. Die Jahreszeiten spielen für die immergrünen Wälder Griechenlands im Gegensatz zu unseren Breiten eine untergeordnete Rolle. Da der Anstieg des NDVI kontinuierlich und nicht sprunghaft verläuft, lässt sich an diesem Beispiel gut der Begriff der Sukzession diskutieren (siehe Fotos in der Einführung).

Quizblock 3

Quizfrage 1

Warum ist vielerorts der NDVI der Hartlaubvegetation im September 2007 niedrig, auch dort, wo es nicht gebrannt hat?

Lösung:

Das hängt mit der extremen Trockenheit zusammen, die auch mit für die Brände verantwortlich war.

Quizfrage 2

Was lässt sich neben dem einschneidenden Ereignis des Brandes noch an der Zeitreihe ablesen, wenn man die landwirtschaftlichen Nutzflächen betrachtet?

Lösung:

Die Jahreszeiten (und damit die Anbauphasen).

Quizfrage 3

Wie steht es um die Hartlaubvegetation, die auf der Insel Euböa den Flammen zum Opfer gefallen ist?

Lösung:

Sie erholt sich langsam, hat aber noch nicht den Zustand vor dem Feuer erreicht.

Quizfrage 4

Wie steht es um die Wälder bei Kalamata im Süden der Halbinsel Peloponnes?

Lösung:

Die Vegetation hat noch nicht ihren ursprünglichen Zustand wiedererlangt.

An dieser Stelle kann man das Lernmodul beenden und die Schüler/Innen einen Bericht verfassen lassen, in dem die EU-Kommission über die Ergebnisse informiert wird. Hierbei sollte nicht nur die Entwicklung der Vegetation in Griechenland nach dem Feuer, sondern auch die Rolle der Fernerkundung diskutiert werden.