



Das GLOBE-Programm [®]

„Landbedeckung und Biologie“

GLOBE - Lehrerhandbuch





Übersetzung des Kapitels „Landbedeckung und Biologie“ aus dem englischsprachigen Lehrerhandbuch „GLOBE Program® Teachers Guide“ (Ausgabe 2000).

Das DLR besitzt das „copyright“ für die deutsche Übersetzung. Vervielfältigungen durch Fotokopie oder andere Verfahren bedürfen der schriftlichen Zustimmung des DLR (Projektleitung GLOBE Germany). Vervielfältigungen für den schulinternen Gebrauch sind ohne weitere Zustimmung zulässig.



Landbedeckung/ Biologie

Inhalt

Willkommen beim Studienprogramm "Landbedeckung/Biologie"

Anschreiben der Wissenschaftler	4-5
Das Forschungsteam "Landbedeckung/Biologie" stellt sich vor	4-6

Einführung

Allgemeine Übersicht	4-12
GLOBE-Schülerdaten als Eingabematerial für Modelle	4-12
Lernziele	4-15

Protokolle

Hinweise zur Durchführung der Landbedeckung/Biologie-Untersuchung	4-19
Protokoll: Qualitative Bestimmung der Landbedeckung	4-31
Protokoll: Quantitative Bestimmung der Landbedeckung	4-37
Protokoll: Biometrie	4-40
Protokoll: MUC-System	4-54
Protokoll: Kartierung durch manuelle Interpretation	4-75
Protokoll: Kartierung durch unüberwachte Klassifizierung	4-78
Protokoll: Genauigkeitsbewertung	4-80

Lernaktivitäten

Klassifizierung der Blätter	4-87
Wie genau ist das? Einführung in die Differenz/Fehlermatrix	4-91
Der feine Unterschied	4-107
Odyssee der Augen	4-124
Manche mögen's heiß	4-140
Entdeckungsraum	4-151
Standortbesichtigung	4-153
Jahreszeitliche Veränderungen an Ihren Biometrie-Standorten	4-164

Anhang

Clinometerbogen	4-168
Tangententabelle	4-169
Arbeitsblatt: Dominante/ Ko-dominante Vegetation	4-170
Arbeitsblatt: Felddaten	4-172
Arbeitsblatt: MUC-Klassifikation	4-174
Definitionen der Begriffe in der MUC-Klassifikation	4-175
Begriffsverzeichnis	4-205



Studienprogramm "Landbedeckung/Biologie" im Überblick

PROTOKOLLE



Ermitteln der allgemeinen Landbedeckungsform der MUC-Stufe 1

Protokoll: Qualitative Bestimmung der Landbedeckung

Folgende Daten werden für jedes Untersuchungsfeld einmal erhoben:
geographische Koordinaten (GPS), Fotos vom Untersuchungsfeld, Bestimmung der MUC-Klasse

Protokoll: Quantitative Bestimmung der Landbedeckung

Folgende Daten werden für jedes Untersuchungsfeld einmal erhoben:
geographische Koordinaten (GPS), Fotos vom Untersuchungsfeld, biometrische Messungen, Bestimmung der MUC-Klasse

Protokoll: Biometrie

Folgende Daten werden zweimal pro Jahr für das Biologie-Untersuchungsfeld erhoben und einmal für die Felder zur quantitativen Bestimmung der Landbedeckung:
Bestimmung der dominanten und ko-dominanten Vegetationsarten
Biometrische Messungen: Baumhöhe und -umfang, Grasbiomasse, Belaubungsdichte und Bodenbedeckungsdichte

Protokoll: MUC-System

Protokoll: Kartierung durch manuelle Interpretation

Protokoll: Kartierung durch Unüberwachte Klassifizierung

Protokoll: Genauigkeitsbewertung

Erstellen einer Differenz/Fehlermatrix, Berechnen der Gesamtgenauigkeit und Interpretation der Ergebnisse



Empfohlener Ablauf der Aktivitäten

(Bestimmte Lernaktivitäten sollten vor Beginn der Arbeit mit den Meßprotokollen durchgeführt werden).

- Lesen des Abschnittes "*Fernerkundung*" im Kapitel "*Anleitung zur Implementierung*"
- Lektüre des *Anschreibens der Wissenschaftler* sowie des *Interviews* gemeinsam mit den Schülern.
- Wählen Sie das Untersuchungsareal aus und bestimmen Sie die allgemeine Bedeckungsform der MUC-Stufe 1
- Durchführen der *Protokolle zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Landbedeckung*
- Vorbereitung durch die *Lernaktivität: Standortbesichtigung* - Einführung in Begriffe
- *Protokoll: Biometrie* - Einrichten eines Biologie-Untersuchungsfeldes
- Vorbereitung durch die *Lernaktivität: Klassifikation der Blätter* - führt die Begriffe eines Klassifikationsschemas ein
- *Protokoll: MUC-System*
- Vorbereitung durch die *Lernaktivitäten: Odysee der Augen* - Einführung in die Fernerkundung -und *Manche mögen 's heiß* - Einführung in Falschfarbenbilder
- Unterrichtsreihe : Manuelle Interpretation (aus dem *Werkzeugkasten*)
- Unterrichtsreihen: Einführung in die MultiSpec-Software und unüberwachte Klassifizierung (Rechnergestützte Bildverarbeitung)
- Entweder *Protokoll: Kartierung durch manuelle Interpretation* oder *Protokoll: Kartierung durch unüberwachte Klassifikation*
- Nachbereitung durch *Lernaktivität: Entdeckungsraum* - Verwenden der von den Schülern erstellten Bildern
- Vorbereitung durch *Lernaktivität: Einführung in die Differenz/Fehlermatirx* oder *Der feine Unterschied?*
- *Protokoll: Genauigkeitsbewertung*



Anschreiben der Wissenschaftler

Liebe GLOBE-Lehrerin,
lieber GLOBE-Lehrer!



wir begrüßen Sie zu unserem neuen Landbedeckungs- und Biologie-Untersuchungsmodul. Es handelt sich hierbei eigentlich nicht um völlig neues Material - bereits seit Beginn des GLOBE-Programms führen unsere Lehrer und Schüler biometrische Erhebungen an den Untersuchungsstandorten durch, die den einzelnen Bildpunkten ("Pixeln") der Satellitenaufnahmen entsprechen. Einige Klassen haben auch schon Satellitenfotos ihrer Umgebung ausgewertet, selbst wenn dies bisher nicht Bestandteil eines formalen Protokolls war. Im vorliegenden Programm geht es uns darum, biometrische Messungen sowie Untersuchungen der Landbedeckung an ausgewählten Standorten mit einer Kartierung dieser Landbedeckung anhand der Ihnen von GLOBE zur Verfügung gestellten Satellitenaufnahmen zu verbinden. Dabei haben wir das Programm um zusätzliche Biometrie-Protokolle zur Beschreibung von Grasland und Bäumen sowie um Methoden zur Bewertung der Genauigkeit von Landbedeckungs-Karten ergänzt - ein wichtiger Bestandteil der Wissenschaft von der Fernerkundung und globalen Beobachtung ökologischer Abläufe. Zudem wurde ein neues, modifiziertes Klassifikationssystem zur Landbedeckung erarbeitet, das sich im Vergleich zu dem zuvor eingesetzten Schema hoffentlich als noch umfassender erweist. Wir bemühen uns, Sie und Ihre Schüler an allen Phasen der Satellitenmessungen und Landbedeckungs-Kartierung zu beteiligen, die wir hier an der University of New Hampshire durchführen. Bitte schreiben Sie uns Ihre Meinung zu unserer Arbeit und zu dem hier neu vorgelegten Material.

Mit freundlichen Grüßen

Forschungsteam Landbedeckung/Biologie

Dr. David S. Bartlett
Dr. Russell G. Congalton
Dr. Janet W. Campbell
Dr. Eleanor Abrams
Dr. Mimi L. Becker



Das Forschungsteam "Landbedeckung/Biologie" stellt sich vor

Das vorliegende Modul stellt eine Gemeinschaftsarbeit der Forschungsteams für Biometrie und Genauigkeitsbewertung der University von New Hampshire im Rahmen der GLOBE-Studienprogramms "Landbedeckung" dar. Dr. Russell Congalton ist wissenschaftlicher Leiter, Dr. Mimi Becker pädagogische Leiterin der Gruppe "Genauigkeitsbewertung". Dr. David Bartlett obliegt die wissenschaftliche, Dr. Eleanor Abrams die pädagogische Leitung der Gruppe "Biometrie". Gary Lauten ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Biometrie-Gruppe. Das folgende Interview wurde mit den vorgenannten Mitgliedern der Landbedeckungs-Teams geführt.

Dr. Congalton: Ich befasse mich mit Satellitendaten, Luftbildaufnahmen sowie der Fernerkundung und Kartierung von Landbedeckungsformen in aller Welt. Meine akademischen Grade habe ich im Fach Forstwirtschaft erworben. Viele Menschen halten Forstwirtschaft nicht für eine vollwertige Naturwissenschaft - aber es handelt sich um ein sehr wissenschaftliches, interdisziplinär orientiertes Gebiet. Man braucht Physik, Informatik, Biologie, Statistik und Mathematik für unsere Arbeit.

GLOBE: Bei dem Wort "Forstwirtschaft" denkt man zunächst an ein Leben im Wald ...

Dr. Congalton: ... womöglich auch an den trauten Umgang mit Tieren.

GLOBE: Ja, etwa an einen Hochsitz mit Blick auf die unberührte Natur. Sie sind jedoch an einer Universität tätig. Hatten Sie sich Ihre Arbeit früher einmal so vorgestellt?

Dr. Congalton: Mir kam es nie darauf an, mit den Bären auf Du zu sein und irgendwo mutterseelenallein in der Wildnis zu leben, mein Hemd sozusagen im Wildbach zu waschen. Aber ich komme auch heute noch regelmäßig in den Wald. Bei Regen oder Schnee ziehe ich allerdings das Büro vor. Ich befasse mich gern mit dem Computer.

GLOBE: Arbeiten Sie auch im Labor?

Dr. Congalton: Mein Labor ist das Computerlabor. Mit dem Computer können wir statistische Analysen durchführen und die Satelliten- und Luftbildaufnahmen für unsere Kartierungszwecke bearbeiten.

GLOBE: Stammen Ihre Daten zumeist vom Himmel?

Dr. Congalton: Ja, aber diese Satellitendaten gilt es anhand von Bodenbeobachtungen zu



verifizieren. Manche Daten lassen sich dem Satellitenbild einfach nicht entnehmen - z. B. wenn Pflanzenarten zu klein sind, um sich per Satellit fotografisch erfassen zu lassen. Zudem möchten wir unsere Karten, die wir in den letzten Jahren per Fernerkundung aus dem Weltraum erstellt haben, daraufhin überprüfen, welche Veränderungen auf der Erde stattfinden. In vielen Bereichen wissen wir aber bis heute nicht, wie gut die Satellitendaten bzw. -fotos eigentlich wirklich sind. Wir brauchen deshalb Erkenntnisse über die Qualität dieser Daten, um die Entscheidungen überprüfen zu können, die wir auf der Basis dieser Daten treffen.

GLOBE:

Was für Entscheidungen?

Dr. Congalton:

Nehmen Sie z. B. die Landbedeckung im Amazonasgebiet. Hierzu liegen zahlreiche Berechnungen vor. Eine präzise Überprüfung dieser Berechnungen gibt es jedoch bis heute nicht. Immer wieder trifft man auf Aussagen wie "pro Tag werden dort X Bäume gefällt". Keine dieser Aussagen wurde je auf ihre Genauigkeit und damit Richtigkeit überprüft.

Dr. Bartlett:

Wir arbeiten mit Computermodellen und unserem Wissen der Zusammenhänge (z. B. wie Pflanzen Sonne, Wasser und Nährstoffe aufnehmen), um das Verhalten von Ökosystemen zu simulieren und letztlich auch vorherzusagen. Hierbei können uns die GLOBE-Schüler helfen. Um die Bedingungen in einem bestimmten Gebiet zu reproduzieren, muß man wissen, welche Vegetation es dort gibt und welche Umgebungsbedingungen herrschen. Die GLOBE-Daten liefern uns eben diese Erkenntnisse. Aber auch zur Überprüfung leistet das GLOBE-Programm einen wichtigen Beitrag. Modelle überprüft man am besten dadurch, daß man die Simulation durchführt und die Ergebnisse dann mit Messungen aus der Wirklichkeit vergleicht.

GLOBE:

Mit "Modellen" meinen Sie die Bildung von Vorhersagen anhand bestimmter Parameter?

Dr. Bartlett:

Ich meine die Vorhersage von Veränderungen. Was passiert, wenn sich die jährliche Durchschnittstemperatur um fünf Grad erhöht? Oder wenn in einem bestimmten Gebiet pro Jahr durchschnittlich 50 cm weniger Niederschlag fällt? Man gibt diese Daten in das Modell ein und beobachtet, was passiert. Dies ist die eigentliche Aussagefähigkeit von Modellen. Sie basiert jedoch auf dem Vergleich zwischen Modelldaten und Wirklichkeit, und die einzigen Daten über die Wirklichkeit stammen aus unseren geringen eigenen Informationen sowie den Beobachtungen der Schüler.



- GLOBE: Was sind Fernerkundungsdaten?
- Dr. Bartlett: Bei GLOBE haben wir es im wesentlichen mit Satellitendaten zu tun. Satelliten haben den Vorteil, Daten über sehr lange Zeiträume sammeln zu können. Genau solche Daten benötigen wir, um langfristige Beobachtungen an unserem Ökosystem durchführen zu können.
- GLOBE: Was "sieht" bzw. mißt der Satellit eigentlich? Kann er Pflanzen erkennen? Sieht er z. B. an der grünen Farbe, daß es sich um Gras handelt?
- Gary Lauten: Ein Satellit weiß nicht, was er sieht. Er nimmt z. B. die Helligkeit in einem bestimmten Bodenbereich wahr. Der Landsat-Satellit erfaßt Licht im sichtbaren, infrarotnahen und mittleren Infrarot-Spektrum. Er "sieht" im wesentlichen dasselbe, wie wir mit unseren Augen - aber eben zusätzlich das Licht im infrarotnahen und mittleren Infrarotbereich.
- GLOBE: Ist dies das erste Mal, das Schüler zur Überprüfung von Satellitendaten eingesetzt werden?
- Dr. Congalton: Soviel ich weiß, ja. Zumindest in dem Ausmaß, in dem dies im Rahmen des GLOBE-Programms geschieht.
- GLOBE: Es gibt das Klischee von dem einsamen Wissenschaftler, der bis spät in die Nacht im Labor hockt. Dies trifft auf Ihre Tätigkeit jedoch offenbar nicht zu. Sie arbeiten im Team. Wie kommt das?
- Dr. Becker: Wir haben es hier mit komplexen Systemen zu tun, die auf globaler und lokaler Ebene wirken. Unsere Arbeit ist zumeist interdisziplinär, d. h. wir müssen gemeinsam Problemlösungen erarbeiten.
- Dr. Bartlett: GLOBE stellt eine einzigartige Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wissenschaftspädagogik dar. Niemand ist heute mehr imstande, sich in allen Bereichen der ökologischen Wissenschaft auf fortgeschrittenstem Niveau ebensogut auszukennen, wie in der naturwissenschaftlichen Pädagogik. In unserer Branche ist es ganz natürlich, daß man mit Wissenschaftlern aus anderen Disziplinen zusammenarbeitet.
- GLOBE: Welche Frage möchten Sie mit Hilfe der GLOBE-Daten beantworten?
- Dr. Bartlett: Wie die Erde als Gesamtsystem funktioniert. Unsere Welt ist aber sehr komplex aufgebaut. Eine Möglichkeit, das Problem zu vereinfachen, besteht in der Suche nach Abläufen, die als Bindeglied zwischen den



verschiedenen Teilen des Systems fungieren. So kommen z. B. lebende Organismen - zumindest in bestimmten Phasen ihrer Existenz - nicht ohne einige wenige, wichtige Substanzen, Verbindungen und Nährstoffe aus. Hierzu gehören Wasser, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel und Sonnenlicht. Alle Pflanzen - ob in Dürrezonen oder in den Tropen - benötigen eine bestimmte Mischung dieser Voraussetzungen. Folglich untersuchen wir die Kreisläufe dieser Bausteine, um uns ein Bild vom Funktionieren der Vegetation zu machen. Hierzu kann die Fernerkundung einen wichtigen Beitrag leisten, auch wenn sie natürlich nicht allmächtig ist.

Dr. Becker: Als gesellschaftspolitisch orientierte Naturwissenschaftlerin interessiert mich die Frage, wie die Menschen mit Ihrem Ökosystem umgehen. Wie können wir angesichts der zunehmenden Belastung durch den Menschen intakte regionale und globale Systeme aufrechterhalten? Und wenn ein System bereits in hohem Maße geschädigt ist - wie läßt sich das menschliche Verhalten so steuern, daß die grundlegenden ökologischen Funktionen wiederhergestellt werden? Welche Informationen benötigen wir, um einen politisch-strategischen Wandel herbeizuführen und bei den Menschen einen Lernprozeß auszulösen?

GLOBE: Sie bezeichnen sich als gesellschaftspolitisch orientierte Naturwissenschaftlerin?

Dr. Becker: Mein wissenschaftliches Fachgebiet sind natürliche Ressourcen und Umweltpolitik. Mich interessieren daher die Beziehungen zwischen Menschen und ihren Gemeinwesen sowie die Ökosysteme, auf denen ihre Existenz basiert.

GLOBE: Was hielten Sie als Frau von der Naturwissenschaft, als Sie noch zur Schule gingen?

Dr. Becker: Hier hat ein Bewußtseinswandel stattgefunden. Ich habe noch Zeiten erlebt, als man ein mathematisch-naturwissenschaftliches Interesse von Frauen gar nicht erwartete. Bis heute jagt mir Mathematik einen gewissen Schrecken ein, obwohl ich natürlich gelernt habe, mich ihrer bei Bedarf zu bedienen. Mein Vater war Fotograf, und in meiner Freizeit befaßte ich mich mit Chemikalien und der Arbeit in der Dunkelkammer.

GLOBE: Wie werden Sie Ihre Arbeitsergebnisse nutzen?

Dr. Becker: Manche Fragen betreffen z. B. das Phänomen der Wasserknappheit oder bestimmte Formen der Bodennutzung. Hier sind nur lokale Lösungen



möglich. Ich bemühe mich daher um die Zusammenarbeit mit Schülern und Studenten in den betroffenen Regionen. Wir möchten ermitteln, was passiert und welcher Zusammenhang zu den vor Ort verfolgten politischen Strategien und Steuerungsansätzen besteht. Ich möchte Menschen dazu anleiten, selbst forschend tätig zu werden, damit sie in eigener Regie Daten sammeln und auswerten und sie dann zur Problemlösung in ihren jeweiligen Regionen bzw. Wassereinzugsgebieten verwenden können.

GLOBE: Wenn Sie über lokales Handeln sprechen, meinen Sie dann Gespräche mit den Wissenschaftlern vor Ort? Regierungen? Wirtschaftsvertretern?

Dr. Becker: Bei einigen gravierenden Umweltproblemen konnten erste Lösungserfolge dadurch erzielt werden, daß wir einen Dialog zwischen Wissenschaft, Politik und Verursachern sowie den Menschen in Gang gesetzt haben, die ein Interesse an der Herstellung intakter Lebensverhältnisse in der jeweiligen Bioregion haben. Sehen Sie nur die GLOBE-Schüler an, die die Menschen vor Ort auf die Probleme hinweisen und damit den Anstoß zu Lösungsprozessen geben. Mir kommt es darauf an, die Funktionsweise des Systems zu ergründen und dann herauszufinden, welche Informationen die Menschen zur Problemlösung benötigen, und wie sich ihnen dieses Wissen vermitteln läßt.

GLOBE: Stellt die Wissenschaft die Triebfeder dieses Veränderungsprozesses dar?

Dr. Becker: Auf jeden Fall. Wissenschaft besteht darin, sich um ein Verständnis des Problems zu bemühen. Man zwingt sich, die Ursachen und Wirkungen zu ermitteln und dann die geeignetste Form des Handelns festzulegen. Wissenschaft ist insofern wesentlich, als sie einen systematischen Ansatz zur Gewinnung und Beurteilung von Informationen darstellt.

GLOBE: Wie kommt die Wissenschaft zu ihren Informationen?

Dr. Bartlett: Eine Möglichkeit besteht darin, Netzwerke zur Datenerfassung zu schaffen. Als z. B. damals in den fünfziger Jahren David Keeling eine Meßstation zur Überwachung des Kohlendioxidgehalts der Atmosphäre in Mauna Lau auf Hawaii einrichtete, konnte sich noch niemand vorstellen, daß der Mensch bereits begonnen hatte, die globale CO₂-Konzentration zu verändern. Erst nachdem die Daten aus einem 15- bis 20-jährigen Beobachtungszeitraum vorlagen, wurde die Tendenz der steigenden CO₂-Konzentration deutlich. Über die GLOBE-Standorte lassen sich vielleicht ebensolche Trends erkennen.



Dr. Bartlett: Ein wichtiger Effekt des GLOBE-Programms dürfte auch darin bestehen, daß wir den Schülern, die eines Tages die Geschicke der Gesellschaft lenken werden, bereits heute das notwendige Wissen vermitteln. Diese Politiker der Zukunft werden hoffentlich fundiertere Entscheidungen treffen können als unsere heutigen, da sie mit den Methoden der Naturwissenschaft vertraut gemacht wurden - sie haben ihre eigene Umwelt untersucht, Messungen durchgeführt und Erkenntnisse über Zusammenhänge gewonnen. Ich glaube, sie werden über ein viel besseres Verständnis dieser Dinge verfügen, als wir in unserer Kindheit erwerben konnten.



"Landbedeckung/Biologie"

Allgemeine Übersicht

Die Art und Dichte der Landbedeckung in einer gegebenen Region sind wichtige Parameter, um das "System Erde" und seine Funktion zu verstehen - den Energiekreislauf, Wasserkreislauf und den Kreislauf der chemischen Elemente, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor, die wichtige Lebensbausteine darstellen. Die Landbedeckung beeinflusst den Energiekreislauf, da sie sich auf die Sonnenabstrahlung der Erdoberfläche auswirkt. Sie hat damit Auswirkungen auf die Erwärmung der Atmosphäre und lokale wie regionale Klimaabläufe. Die daraus resultierenden Temperaturverhältnisse haben Einfluß auf die Art der Pflanzen, die in einem Gebiet wachsen können und sie bestimmen somit die Landbedeckungsform. Beim Wasserkreislauf und den biogeochemischen Kreisläufen kann je nach Art und Umfang der Veränderungen in der Landbedeckung der Transport von Wasser, Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel zwischen Boden, Pflanzen und Atmosphäre beeinflusst werden.

Seit Mitte 1980 gibt es ein Forschungsgebiet, das sich "Erdsystemwissenschaft" nennt. Dieses hat zum Ziel, die Prozesse und das Zusammenwirken zwischen den Umweltbereichen *Atmosphäre*, *Hydrosphäre*, *Geosphäre* und *Cryosphäre* zu verstehen. Die Schüler im GLOBE-Programm werden die Landbedeckung kartieren und Bodenbeobachtungen als Daten zur Verfügung stellen. Durch das Erheben der Daten wird sowohl ihr eigenes Verständnis der sie umgebenden Landschaft vertieft, als auch die Forschung der Erdsystemwissenschaftler vorangebracht. Eine Kartierung setzt die Fähigkeit voraus Typen und Klassen der Landbedeckung zu unterscheiden.

Es gibt viele von Wissenschaftlern für Landoberflächen benutzte Klassifikationssysteme. Im GLOBE-Programm verwenden wir die Abwandlung eines internationalen Systems, das von den Vereinten Nationen verwendet wird. Wir nennen es das Modifizierte UNESCO Klassifikationssystem (MUC). Siehe Tabellen LAND-P-3 und LAND-P-4.

Die verschiedenen Landbedeckungsklassen innerhalb eines definierten Gebiets lassen sich auf verschiedene Weise ermitteln. Bei der Kartierung großer Gebiete, stellen Satellitenbilder heute eine weithin genutzte Datenquelle dar. Die bloße Untersuchung einer solchen Aufnahme - ohne konkrete Kenntnis der betreffenden Region - ist jedoch u. U. nur wenig aussagekräftig, wenn es darum geht, die Art der tatsächlich vorliegenden Landbedeckung konkret festzustellen. Die besten und präzisesten Angaben über den Inhalt dieser Landbedeckungsbilder lassen sich durch bodengestützte Beobachtung incl. einer detaillierten Auswertung gewinnen. Die Daten, die Sie und Ihre Schüler bei Ihren Untersuchungen vor Ort sammeln, liefern deshalb wichtige Erkenntnisse über die tatsächlichen Oberflächenbedingungen innerhalb Ihres 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals. Vor allem die Daten, die an dem Landbedeckungs-Untersuchungsstandort (90 x 90 m) gewonnen werden, leisten einen wesentlichen Beitrag zur Erfassung der Biomasse und Landbedeckung, sowie der Intensität der Photosyntheseaktivität im Bereich Ihres Wohnorts.

Da die natürliche Vegetation für unzählige Prozesse und Zyklen, die für den Umweltwissenschaftler von Interesse sind, eine zentrale Bedeutung einnimmt, werden Sie im Rahmen des Programms mehrere detaillierte Messungen an vorwiegend vegetationsbedeckten Bodenstandorten vornehmen. Solche Messungen werden als "Biometrie" bezeichnet und dienen der quantitativen Beschreibung von Größe und Grad des Pflanzenbewuchses an Ihrem Standort. Diese Informationen sind aus mehreren Gründen wichtig:



1. Trotz der umfangreichen Eingriffe und Veränderungen, die der Mensch im Laufe der Zeit an der natürlichen Vegetation vorgenommen hat, ist der größte Teil der festen Erdoberfläche noch immer mit den natürlichen Ökosystemen bedeckt, die sich allein unter der Einwirkung der vorherrschenden geographischen und klimatischen Umstände gebildet haben. Art und Ausbildung der jeweiligen lokalen Vegetation liefern daher wichtige Erkenntnisse über andere Umweltvariablen wie z. B. Regenfälle oder Temperatur.
2. Der Vegetationsbewuchs der Erdoberfläche ist ein zentraler Bestandteil des übergeordneten Systems, das wir als "Erde" bezeichnen. Pflanzen nehmen Nährstoffe (Kohlendioxid, Stickstoff, Schwefel, Phosphor) aus der Atmosphäre und dem Boden auf und verarbeiten sie. Sie entziehen dem Boden Wasser, speichern es in ihrem Gewebe und geben es teilweise über einen Verdunstungsprozeß wieder an die Atmosphäre ab. Pflanzen bilden zugleich die Grundlage der Nahrungsmittelkette anderer Lebensformen.
3. Die Vegetation kann als empfindlicher Indikator für Veränderungen dienen, die sich in einem lokalen bzw. regionalen Ökosystem vollziehen. Unmerkliche Veränderungen des Klimas und anderer Umweltfaktoren lassen sich oft zuerst an Veränderungen der Art bzw. des Wachstumsverhaltens der lokalen Pflanzenwelt erkennen.
4. Änderung durch Eingriffe des Menschen in die Vegetation wirken sich nicht nur auf die Pflanzen, sondern auf sämtliche wichtigen Nährstoff- und Wasserkreisläufe aus, die von der Vegetation so entscheidend mitbestimmt werden. Um die Änderungen im Erdsystem durch Handeln des Menschen oder aufgrund von natürlichen Ursachen zu verstehen, müssen die Änderungen der Landoberflächenbedeckung genau beobachtet werden.
5. Aufgrund der wichtigen Rolle, welche die Vegetation spielt, wurden die landorientierten Satellitensensoren, deren Aufnahmen Sie zur Erfassung der Landbedeckung verwenden werden, speziell so ausgelegt, daß sie verschiedene Vegetationsformen erkennen und unterscheiden können. Zudem hat die jüngste Forschung gezeigt, daß Satellitendaten zwar die Menge und den Gesundheitszustand vieler Vegetationsarten wiedergeben, zur Quantifizierung und Kalibrierung dieser Verhältnisse jedoch bodengestützte Daten unverzichtbar sind.

Aus den vorgenannten Gründen können es die Wissenschaftler kaum erwarten, die von den GLOBE-Teilnehmern erstellten Karten und detaillierten biometrischen Untersuchungen natürlicher bewachsener Bodenstandorte zu erhalten. Ihren Ergebnissen können wir entnehmen, wie sich wichtige Faktoren im Zeitverlauf verändern und wie empfindlich bzw. widerstandsfähig Ökosysteme gegenüber Veränderungen der Umweltbedingungen sind. Zudem können wir anhand dieser Ergebnisse unsere Fähigkeit zur Interpretation der Satellitenbilder verbessern, auf die wir uns bei der Überwachung großer Teile der Erdoberfläche stützen.

Ihre Feldbeobachtungen werden dazu beitragen, eine große Wissenslücke in unserem Verständnis des Planeten Erde zu schließen, da es uns praktisch unmöglich ist, die zur Sammlung der benötigten Daten erforderliche Anzahl von Standorten alle selbst aufzusuchen - der Zeit-, Geld- und Arbeitsaufwand wäre schlicht unvertretbar. Dies ist auch der Grund, weshalb zur Gewinnung der Informationen, die wir zum Verständnis der Erde als Ökosystem brauchen, größtenteils Verfahren der Fernerkundung (Auswertung von Fotos und Satellitenbildern) eingesetzt werden. Mit diesen Methoden läßt sich die gesamte Erdoberfläche schnell und wirtschaftlich erfassen. Als GLOBE-Schule werden Sie



Satellitenbilder einer Fläche erhalten, die - gemessen am Schulreal - relativ groß ist. Auch für Sie wäre es sehr zeitaufwendig und schwierig, jeden Punkt innerhalb Ihres 15 x 15 km großen GLOBE-Studienareals selbst aufzusuchen. Ein einziges Landsatbild deckt diese Fläche jedoch ohne weiteres und 100 zusätzliche ab. Mit Hilfe der in diesem Protokoll beschriebenen Instrumente werden Sie per "manueller" Interpretation und unter Einsatz des Computerprogramms MultiSpec eine Landbedeckungskarte Ihres gesamten GLOBE-Studienareals erstellen. Bei der Erarbeitung dieser Karte anhand des MUC-Klassifizierungsschemas werden Sie umfassende Kenntnisse über die Umwelt an Ihrem Schulstandort gewinnen.

Die Erarbeitung dieser Landbedeckungskarte kann den Besuch einzelner Standorte allerdings, wie erwähnt, in keinem Fall ersetzen. Die direkte Datengewinnung vor Ort ist für die optimale Nutzung der Fernerkundungs-Erkenntnisse von zentraler Bedeutung. Damit anhand der Fernerkundungsdaten überhaupt eine zutreffende Landbedeckungskarte erstellt werden kann, müssen unbedingt einige lokale Standorte aufgesucht werden. Auf diese Weise können wird eine sichere Aussage treffen, was das Satellitenbild eigentlich zeigt.

Auch zur *Verifikation* der Landbedeckungskarte sind Besuche vor Ort unerlässlich. Für den Wissenschaftler ist Vertrauen in die verwendeten Methoden eine elementare Arbeitsvoraussetzung. Oft basiert dieses Vertrauen auf einem statistischen Maß und dies gilt auch für die Beurteilung von Landbedeckungskarten, die aus Fernerkundungsdaten gewonnen wurden. Um die Karte sinnvoll nutzen und den getroffenen Entscheidungen vertrauen zu können, muß die Karte auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Diese Validierung erfolgt durch den Vergleich ausgewählter Kartenbereiche mit den Ergebnissen der entsprechenden Ortsbesuche. Die Resultate dieses Vergleichs werden in einer Tabelle (sog. Differenz- oder Fehlermatrix) zusammengefaßt, aus der hervorgeht, wie gut die Landbedeckungskarte die Verhältnisse vor Ort tatsächlich wiedergibt. Ohne Bodendaten könnten wir weder Landbedeckungskarten aus Satellitenbeobachtungen erstellen noch die Übereinstimmung dieser Karten mit der Wirklichkeit überprüfen.



GLOBE-Schülerdaten als Eingabematerial für Modelle

Wissenschaftler werden die GLOBE-Schülerdaten in ihre Modelle, die für laufende Forschungsarbeit verwendet werden, einfließen lassen. Das langfristige Ziel dieser Forschungen besteht darin, ein Verständnis der primären biogeochemischen Kreisläufe unseres Planeten zu gewinnen. Bei den Primärzyklen, die im Rahmen dieses Projekts untersucht werden sollen, handelt es sich um den Kohlenstoff-, Schwefel-, Stickstoff- und Wasserhaushalt. Die Grundstrategie besteht darin, anhand von Modellen¹⁾ die Funktionsweise der Stoffkreisläufe zu beschreiben, und zwar sowohl für natürliche Systeme, in denen Umweltveränderungen primär durch Witterungsschwankungen bedingt sind, als auch für solche, die durch menschliche Eingriffe verändert wurden. Folgende GLOBE-Meßergebnisse werden für solche numerischen Modelle verwendet:

- Klassifikation der Landbedeckung (MUC)
- Max./ Min. Lufttemperatur während der Wachstumsperiode
- Niederschlag während der Wachstumsperiode
- Baumumfang und -höhe in einer Höhe von 1.35 m und deren Veränderung im zeitlichen Verlauf
- Bodenfeuchte während der Wachstumsperiode

Sie und Ihre Schüler, die Sie Daten mit Hilfe der Protokolle "Landbedeckung/Biologie" sammeln, sind Partner bei unserer Arbeit zur Erforschung des Erdsystems. Das Wesen einer Partnerschaft besteht darin, daß jeder Beteiligte seine ganz spezifischen Stärken einbringt, um die Partnerschaft zu festigen. Ihr Beitrag zu dieser Partnerschaft besteht aus der gründlichen Kenntnis der örtlichen Umstände, über die Sie verfügen (bzw. die Sie sich ohne weiteres aneignen können). Unsere Aufgabe als Wissenschaftler liegt darin, diese Kenntnis in den größeren Zusammenhang der Erforschung unseres Planeten zu stellen. Nur durch unsere Zusammenarbeit kann es gelingen, sowohl die Details als auch den großen Rahmen des ökologischen Systems Erde zu erfassen.

Lernziele

Für die vorliegende Untersuchung sind zwei übergreifende Grundkonzepte maßgeblich. Da ist zunächst der Begriff des "Systems", um den es in den Biometrie- und Landbedeckungs-Protokollen geht. Hierzu gehören Unterbegriffe wie Produktivität, Grenzbedingungen, Zufluß/Abfluß, Zyklen (Jahreszeiten, Regelkreise). Zudem werden bestimmte Verfahren wie z. B. die Gewinnung repräsentativer Stichproben, die Durchführung direkter/indirekter Messungen, Klassifikationsmethoden (Verallgemeinerung, Auswahl) sowie die Ableitung von Schlußfolgerungen aus Indizien eingeübt.

Das zweite Grundkonzept lautet "Modell" und wird in den Protokollen zur Kartierung und Genauigkeitsbeurteilung verwendet. Hinzu kommen entsprechende Unterkonzepte wie Wirklichkeitsabbildung, symbolische Darstellung, Maßstab, Perspektive, Habitat, Änderungen der Landnutzung und Fragmentierung von Lebensräumen. An Verfahren werden u. a. Kartierung, Modellbildung und Validierung eingesetzt.



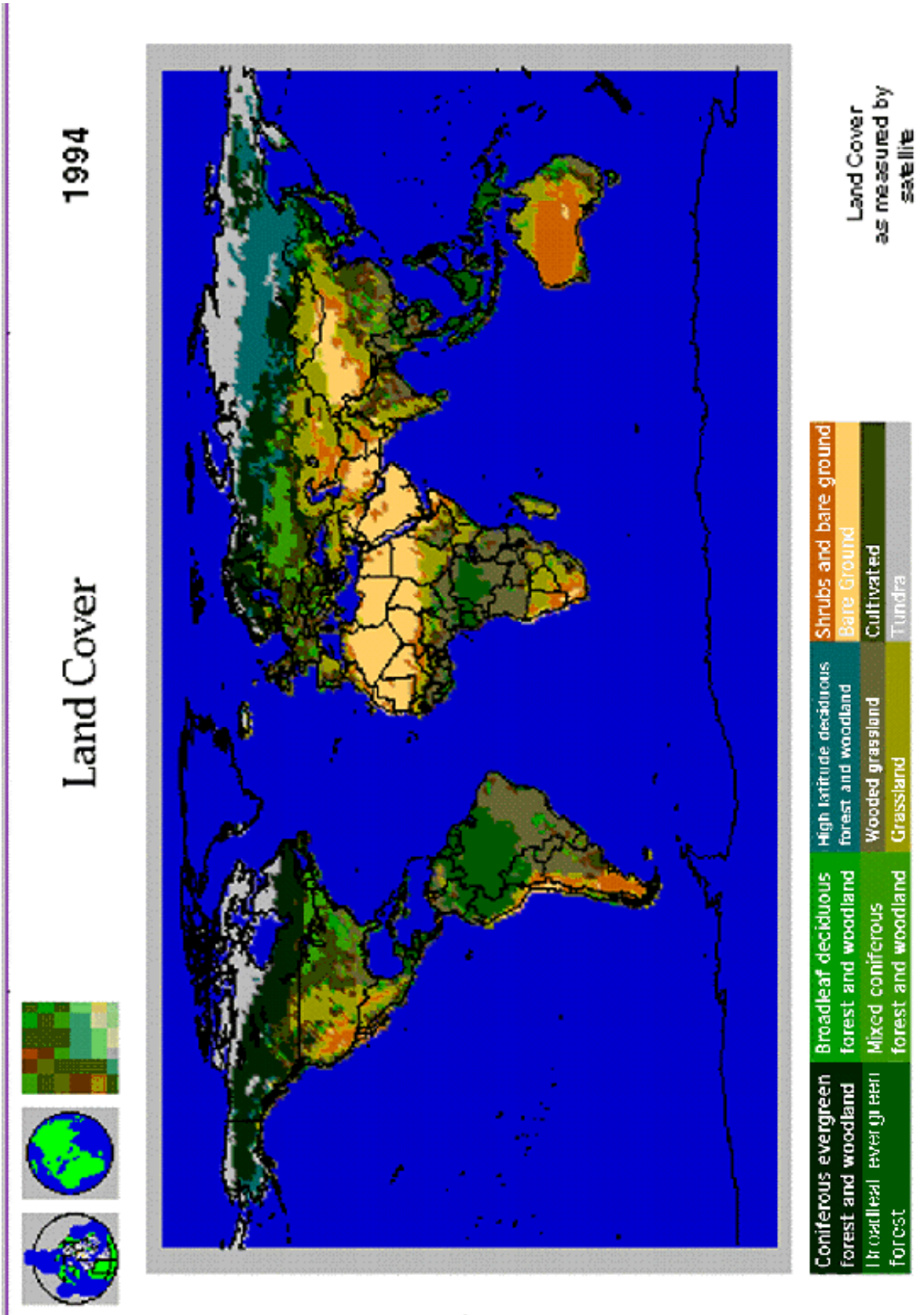
Warum Wissenschaftler Modelle verwenden

Als Kinder hatten wir alle Spielzeug. Spielzeuge sind im wesentlichen nichts anderes als Modelle von Gegenständen, die in der Welt der Erwachsenen von Bedeutung sind. Babypuppen, Modellautos, Spielzeuglastwagen, Plüschtiere usw. erlauben uns aufgrund ihrer Modellfunktion, unsere Vorstellungskraft zur Erforschung sowie zum besseren Verständnis der kindlichen Welt einzusetzen. Begriffliche oder mathematische Modelle sind ein Hilfsmittel für den Wissenschaftler, Abläufe oder Erscheinungen der Wirklichkeit zu erforschen und zu begreifen. Für die Nutzung von Modellen sprechen mehrere Gründe.

Zum einen eignen sich Modelle zur wissenschaftlichen Bewertung von Abläufen oder Phänomenen, die sich auf andere Weise nicht untersuchen lassen. Die Prozesse der Photosynthese und Evapotranspiration sind hierfür ein Beispiel. Die Geschwindigkeit des Prozesses hängt in beiden Fällen vom Gasaustausch in den Spaltöffnungen (Stomata) von Blättern ab. Bei geöffneten Stomata kann ein Austausch von CO_2 , O_2 und Wasserdampf stattfinden; im geschlossenen Zustand der Stomata ist die Geschwindigkeit dieses Gasaustauschs drastisch reduziert. Mit Hilfe eines Infrarot-Gasanalysegeräts ist es möglich, den Gasaustausch eines einzelnen Blatts trotz der geringen Mengen zu ermitteln. Dies ist jedoch ein zeitaufwendiges Verfahren, da die Messung an jedem Blatt einzeln erfolgen muß. Bei bekannten Lichtbedingungen (die Stomata der meisten Pflanzen öffnen sich bei vollem Lichteinfall, schließen sich dagegen bei Bewölkung), bekannter Niederschlagsmenge in der jüngsten Vergangenheit (zur Öffnung der Stomata ist eine gewisse Feuchtigkeitsmenge erforderlich) und bekannter Höchsttemperatur (die Temperatur beeinflusst die Geschwindigkeit, mit der Gas in die Stomata hinein- bzw. aus ihnen hinausdiffundieren kann) kann man jedoch ein Modell entwickeln, mit dem sich die Intensität des Gasaustausches prognostizieren läßt. Ist zudem die Laubmenge bekannt, wird die Geschwindigkeit der Photosynthese und Evapotranspiration für ganze Bäume bzw. Wälder berechenbar.

Ein weiterer Grund für die Verwendung von Modellen besteht darin, daß die Erarbeitung eines gut funktionierenden Modells (d. h. eines Modells, dessen Ergebnisse eine hohe Übereinstimmung mit den gemessenen Istwerten aufweist), ein tiefgreifendes Verständnis des zu modellierenden Vorgangs voraussetzt, da es den Wissenschaftler zwingt, sämtliche Eingangsgrößen (z. B. CO_2 , O_2 , Wasserdampf, Temperatur, Feuchtigkeit, Dauer und Stärke des Sonnenlichteinfalls) mitsamt ihren Wechselwirkungen zu berücksichtigen. Im Zuge der Modellentwicklung entsteht daher zwangsläufig ein vertieftes Verständnis des zu modellierenden Prozesses.

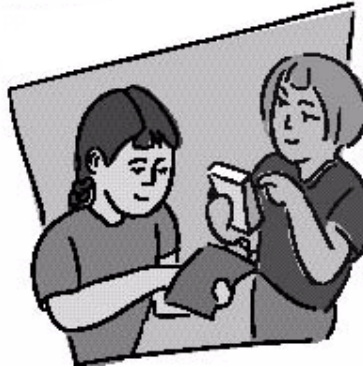
Ein dritter Grund für den Einsatz von Modellen besteht in ihrer Fähigkeit, bei Veränderung der Eingangsparameter realistische Vorhersagen über veränderte Endbedingungen zu erhalten. Diese Eigenschaft von Modellen ist besonders dort von Vorteil, wo eine experimentelle Veränderung der Eingangsgrößen unpraktisch bzw. unmöglich wäre. Das Modell der Photosynthese und Evapotranspiration bietet dem Wissenschaftler die Möglichkeit, die Auswirkungen höherer CO_2 -Gehalte und Temperaturen der Atmosphäre auf die Intensität der Photosynthese (Primärproduktion) sowie der Rückführung von Wasserdampf in die Atmosphäre in bewaldeten Gebieten zu ermitteln. Ein derartiges Experiment wäre "in Wirklichkeit" kaum praktikabel durchführbar.



Quelle: GLOBE-Homepage



PROTOKOLLE



Hinweise zur Durchführung der Landbedeckungs/Biologie-Untersuchungen

Protokoll: Qualitative Untersuchungen zur Landbedeckung

Die Schüler wählen ein 90 m x 90 m großes homogenes Areal aus, machen Photos und bestimmen die MUC Klasse

Protokoll: Quantitative Untersuchungen zur Landbedeckung

Die Schüler wählen 90m x 90m große Untersuchungsgebiete mit unterschiedlicher Bedeckung, Wald, Grasland etc. aus, machen Photos, untersuchen die Eigenschaften der Vegetation und bestimmen die MUC-Klasse.

Protokoll: Biometrie

Die Schüler bestimmen die Eigenschaften der Vegetation und bestimmen die verschiedenen Arten

Protokoll: MUC-System

Die Schüler klassifizieren mit Hilfe des MUC-Systems die Landbedeckung ...

Protokoll: Kartierung durch manuelle Interpretation der Landbedeckung

Die Schüler zeichnen verschiedene Landbedeckungsgebiete, die sie ihrem Landsatbild zuordnen können

Protokoll: Kartierung durch unüberwachte Klassifizierung

Die Schüler verwenden das Programm "MultiSpec", um eine unüberwachte Klassifizierung ihres Landsatbildes vorzunehmen. Sie bestimmen für jeden Cluster die MUC Klasse und erstellen mit Hilfe der Ergebnisse eine Landbedeckungskarte.

Protokoll: Genauigkeitsbeurteilung

Die Schüler erstellen mithilfe ihrer Beobachtungen von Landbedeckungen verschiedener Areale eine Differenz-/Fehlermatrix und bestimmen auf diese Weise die Zuverlässigkeit ihrer Landbedeckungskarten



Hinweise zur Durchführung der Landbedeckungs-/Biologie-Untersuchungen

Es gibt bei den Untersuchungen zur Landbedeckung/Biologie drei Hauptziele:

1. detaillierte Messungen an ausgewählten Stellen innerhalb des gesamten GLOBE-Untersuchungsareals. Diese Messungen werden von den Wissenschaftlern dazu verwendet Wachstum und Veränderung der Vegetation zu untersuchen und die aus Satellitendaten erstellten Karten zu bestätigen.
2. Beobachtungen an vielen kleinen Untersuchungsfeldern innerhalb des Gesamtareals. Diese Beobachtungen werden von den Wissenschaftlern und können auch von Ihnen benutzt werden, um Landsatbilder, die aus Satellitendaten erstellt wurden zu überprüfen.
3. Erstellen einer Bedeckungskarte Ihres gesamten Untersuchungsareals. Zu diesem Zweck führen sie Untersuchungen und Messungen an ausgewählten Stellen durch und vergleichen die einzelnen Ergebnisse miteinander. Dies führt dazu, daß Sie und Ihre Schüler mehr über Ihre Umgebung erfahren und somit auch in der Lage sind Veränderungen festzustellen.

Die GLOBE-Untersuchungsareale

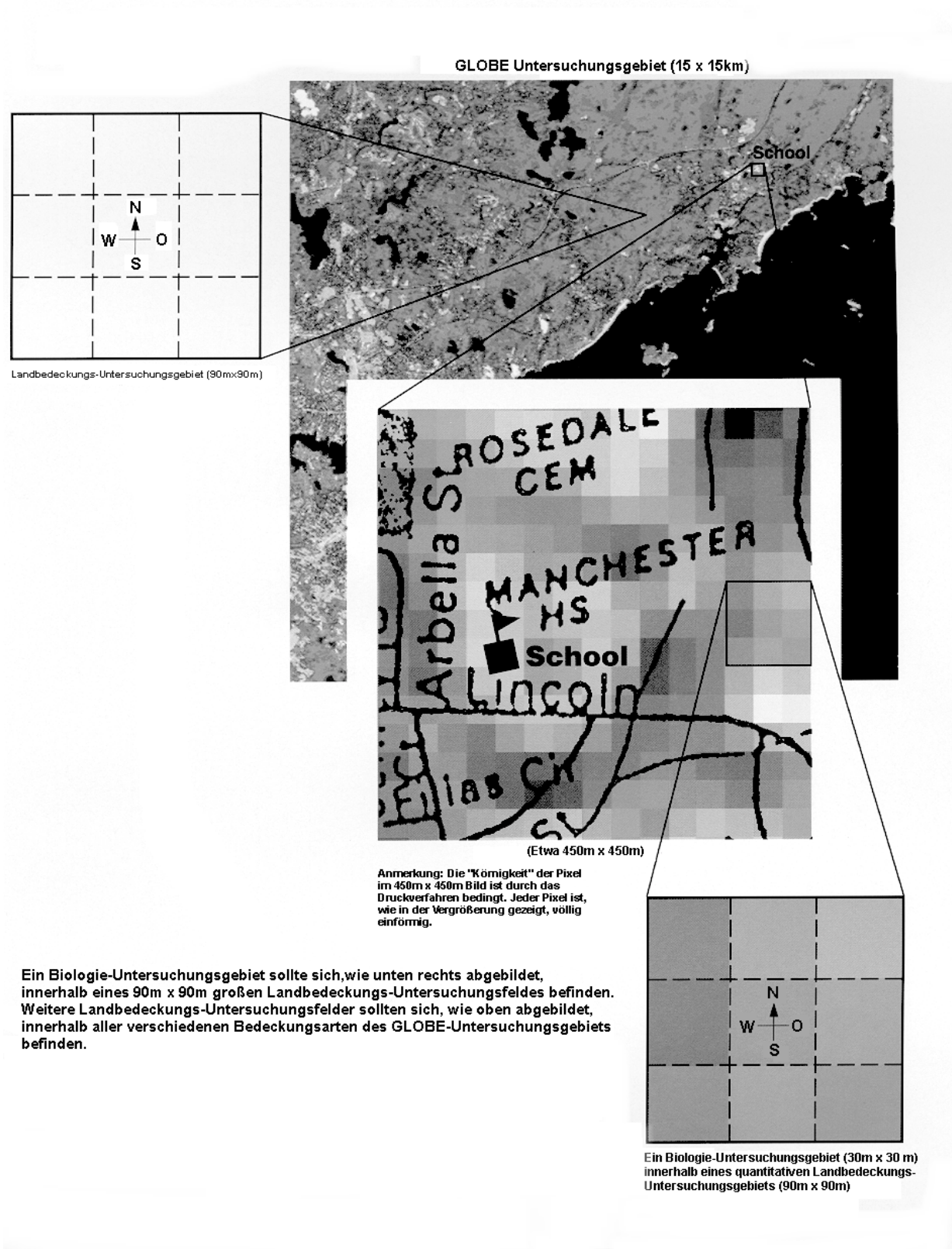
Für die Untersuchungen zur Landbedeckung/Biologie benötigen Sie zwei verschiedene Untersuchungsareale. Das erste, als GLOBE-Testareal bezeichnet, umfaßt eine Fläche von 15 x 15 km, in deren Mittelpunkt Ihre Schule liegt. Hierzu erhalten Sie vom GLOBE-Programm eine Landsat-Satellitenaufnahme. Wenn Sie die Protokolle und Lernaktivitäten, die im Zusammenhang mit den Untersuchungen stehen durchführen, werden Sie und Ihre Schüler sehr genaue Kenntnisse über diesen Teil des ökologischen Systems erhalten. Sie werden zusammen eine Landbedeckungskarte für das Gesamtgebiet erstellen und in vielen kleinen Untersuchungsfeldern innerhalb dieses Gebiets weitere detaillierte Untersuchungen und Bestimmungen durchführen.

Innerhalb dieses GLOBE-Testareals besteht Ihre Aufgabe zunächst darin, geeignete Standorte (Landbedeckungs-Untersuchungsfelder) zur Durchführung der Messungen und Beobachtungen auszuwählen (siehe Abb. LAND-P-1). Dabei kommt es sowohl auf den pädagogischen Aspekt an, den Schülern ein Gefühl für die physikalischen Abmessungen der Satelliten-Bildpunkte (Pixel) zu vermitteln, als auch auf die Auswahl einer tauglichen Stelle für die von den Schülern durchzuführenden Messungen. Aus wissenschaftlichen Gründen muß eine Reihe bodengestützter Beobachtungen, auf die weiter unten in diesem Kapitel noch eingegangen werden soll, an ausgewählten Standorten erfolgen: Diese Standorte müssen für die dominante Art der Landbedeckung innerhalb des 15 x 15 km großen Untersuchungsareals repräsentativ sein und außerdem groß genug sein, um sich auf dem Satellitenbild zuverlässig identifizieren zu lassen.

Die Landbedeckungs-Untersuchungsgebiete sind Areale von einheitlicher Landbedeckung und mindestens 90 m x 90 m Größe. Finden Sie eine einheitliche Bedeckung über diese Gebiet hinaus, wählen Sie Ihr Untersuchungsareal in der Mitte dieses Gebietes aus (siehe Abb. LAND-P-3). Eine 90 m x 90 m große Fläche ist erforderlich, um den Ort Ihrer bodengestützten Erkundung in den Satellitenaufnahmen genau zu identifizieren. Dieses Gebiet entspricht 9 Landsat Thematic Mapper (TM) Bildpunkten (einem Quadrat von 3 x 3 Pixeln). Siehe auch den Abschnitt "Fernerkundung" im Kapitel "Anleitung zur Implementierung".



Abb. LAND-P-1: Auswahl der Landbedeckungs-Untersuchungsfelder am Beispiel von Beverly, MA, USA





Der Biologie-Untersuchungsstandort sollte innerhalb der 90 x 90 großen Fläche liegen, die als Standort für die quantitativen Landbedeckungs-Untersuchung dient (siehe rechts unten Abb.

LAND-P-1). Zusätzliche Untersuchungsfelder für die Landbedeckung sollten alle anderen dominanten Bedeckungsarten im GLOBE-Untersuchungsareals abdecken (siehe oben Abb LAND-P-1).

Es gibt zwei Arten von Landbedeckungs-Untersuchungsfeldern - eine für qualitative und eine für quantitative Bestimmungen. Die Koordinaten dieser Felder (Längen-, Breitengrad und Höhe) müssen mit dem GPS (Global Positioning System)-Empfänger genau bestimmt werden. Ebenso muß die Art der Landbedeckung mit Hilfe des MUC-Systems (Modified UNESCO Classification) klassifiziert werden und die Bedeckung auf Fotos, die von der Mitte des Feldes aus aufgenommen wurden, dokumentiert werden. Die Daten für das Untersuchungsfeld zur qualitativen Bestimmung sind leicht zu erheben und umfassen nur die soeben genannten Beobachtungen. Für das Untersuchungsfeld zur quantitativen Bestimmung müssen Sie die Vegetation genau untersuchen. Dies ist nur für bestimmte Bedeckungstypen durchführbar. Sowohl das Untersuchungsfeld für die qualitative, als auch für die quantitative Bestimmung werden nur einmal aufgesucht. Jedoch sollte jede Schule innerhalb wenigstens eines Bereiches für die quantitative Bestimmung ein ständiges Untersuchungsfeld für die biologischen Bestimmungen auswählen. Diese Feld wird dazu benutzt, langfristig immer wieder Daten im Zusammenhang mit dem Wachstum der Vegetation zu erheben. Der Bereich für die biologischen Untersuchungen sollte in der Mitte eines der Bereiche zur quantitativen Bestimmung liegen. Nur einheitliche Bereiche wie geschlossener Wald, Waldland oder Krautvegetation sind für die quantitativen Bestimmungen geeignet. Sie werden mehr darüber im nächsten Abschnitt und im Protokoll: MUC Klassifizierung erfahren.

Das Flußdiagramm in Abbildung LAND-P-2 zeigt die einzelnen Schritte für alle Untersuchungen im Bereich Landbedeckung/ Biologie. Als erstes wird der allgemeine Bedeckungstyp bestimmt. Alle weiteren Schritte entsprechen den Protokollen dieses Kapitels.



Abbildung LAND-P-2: Flußdiagramm der Untersuchungen für die Landbedeckung



Bestimmung des allgemeinen Bedeckungstyps

Eine aussagefähige Charakterisierung der GLOBE Untersuchungsfelder für die Untersuchungen zur Landbedeckung, kann nur mit Hilfe eines genormten Klassifikationssystem erfolgen. Das von GLOBE verwendete System ist das modifizierte UNESCO Klassifikationssystem (MUC= Modified UNESCO Classification). Dieses System ist dazu geeignet jeden möglichen Bedeckungstyp auf der Erde eindeutig in eine Klasse einzuordnen. Jede MUC-Klasse entspricht einem bestimmten Bedeckungstyp, dem ein Name und eine Identifikationsnummer zugeordnet ist.

Das Modifizierte UNESCO-Klassifikationssystem

Für das GLOBE-Programm verwenden wir das MUC-System. Dieses Klassifikations-System basiert auf internationalen Normen und weltweit einheitlicher ökologischer Terminologie zur Bezeichnung der einzelnen Landbedeckungsklassen. Dadurch lassen sich alle GLOBE-Daten in Datensätze für einzelne Regionen oder für die gesamte Erde übertragen. Auf diese Weise sind die Bodenbeobachtungsdaten, die unter Verwendung einheitlicher Anleitungen in der ganzen Welt gesammelt werden, dazu geeignet Fernerkundungsdaten zu überprüfen. Das MUC-Klassifikationssystem ermöglicht allen Teilnehmern am GLOBE-Programm die Landbedeckung an jedem beliebigen Punkt der Erde mittels derselben Kriterien genau zu beschreiben.

Das MUC-System besteht aus zwei Komponenten. Der erste Teil ist die Beschreibung des Systems, welche die hierarchisch aufgebaute Liste der Bezeichnungen für jede Klasse enthält. Teil zwei ist das "Begriffsverzeichnis" mit den anzuwendenden Regeln und Definitionen. Jede Klasse ist durch eindeutige Entscheidungskriterien gemäß den Definitionen in diesem Begriffsverzeichnis festgelegt. Machen Sie es sich daher zu Gewohnheit, vor Zuordnung einer bestimmten Landbedeckungsklasse immer erst die genaue Definition im "Begriffsverzeichnis" nachzuschlagen. Auch wenn Sie meinen, Sie wissen was ein geschlossener Wald ist, sollten Sie die Definition nachlesen, um auch sicher zu sein, daß ein geschlossener Wald und nicht etwa Waldland vorliegt.

Das MUC-System besitzt eine hierarchische Struktur oder Baumstruktur. Die erste Stufe beinhaltet 10 Klassen. Diese Klassen sind sehr allgemein definiert und lassen sich unschwer zuordnen. Auf jeder Stufe, beginnend mit Stufe 1, muß es eine eindeutige Zuordnung für Ihren Bedeckungstyp zu einer Klasse geben. Jede Klasse der Stufe 1 umfaßt bis zu sechs näher detaillierte Klassen, die bereits der Stufe 2 angehören. Auch die Klassen auf dieser Stufe sind noch sehr allgemein und leicht zu unterscheiden. Auf den Stufen 3 und 4 müssen dagegen bereits recht spezielle Zuordnungen zu einzelnen Vegetationstypen und -zusammensetzungen getroffen werden. Die Klassifikation wird jedoch durch die hierarchische Struktur des MUC-Systems erleichtert. Auf jeder Stufe ist lediglich eine Auswahl zwischen den dort vorgegebenen Möglichkeiten zu treffen. Obwohl das MUC-



Klassifikationssystem mehr als 150 Klassen umfaßt, stehen bei jedem Schritt des Zuordnungsprozesses somit nur etwa 3-5 Landbedeckungsformen zur Wahl.

Bevor Sie mit den Untersuchungen für Landbedeckung/Biologie beginnen, ist es erforderlich die MUC-Klasse auf der Stufe 1 für jedes LandbedeckungsUntersuchungsfeld zu bestimmen. Jede Klasse auf der Stufe 1 ist so allgemein, daß eine Zuordnung durch ein Abschätzen des prozentualen Anteils der vorhandenen Bedeckungsarten möglich ist. Tabelle LAND-P-1 zeigt die 10 Klassen der Stufe 1. Alle Klassen auf der Stufe 1 werden anhand des Prozentanteils bestimmt, den die vorherrschende Bedeckungsart auf dem Untersuchungsfeld einnimmt.

Bestimmen der MUC-Klasse Stufe 1

1. Wählen Sie ein Untersuchungsfeld mit einheitlicher Landbedeckung aus.
2. Schätzen Sie den Prozentanteil der vorherrschenden Bedeckungsart ab.
3. Lesen Sie die Definitionen der einzelnen Klassen der Stufe 1 durch und versichern Sie sich, daß der Inhalt von den Schülern verstanden wurde.
4. Bestimmen der MUC-Klasse in Stufe 1 (siehe Protokoll: MUC-System)



Tabelle LAND-P-1: MUC-Bedeckungsklassen Stufe 1

MUC Code-Nr.	MUC-Klassen Stufe 1	Mindestanteil
0	geschlossener Wald	> 40% Bäume, 5 m hoch, geschlossene Baumkronendecke
1	Waldland	> 40% Bäume, 5 m hoch, Baumkronendecke nicht geschlossen
2	Strauchland	> 40% Sträucher, 0.5 bis 5 m hoch
3	Zwergstrauchbewuchs	> 40% Sträucher, kleiner als 0.5 m
4	Krautvegetation	> 60% Krautbewuchs, Gräser und breitblättrige Pflanzen
5	Ödland	< 40% Bedeckung mit Vegetation
6	Feuchtgebiet	> 40% Bedeckung mit Vegetation einschl. Moor, Sumpf, bogs
7	Offenes Wasser	> 60% offenes Wasser
8	Kultivierte Flächen	> 60% Bedeckung durch kultivierte Flächen versch. Arten
9	Städtische Bebauung	> 40% städtische Bedeckung (Bauten, asphaltierte Flächen)

Sobald die Zuordnung zu einer Klasse der Stufe 1 erfolgt ist, können Sie mit einem der Protokolle zur Bestimmung der Landbedeckung fortfahren. Falls es sich bei dem Untersuchungsgebiet um einen Wald, Waldland oder Krautvegetation handelt (siehe MUC-Klassen 0, 1 und 4) können die Schüler die biometrischen Bestimmungen durchführen, die im Protokoll: *Quantitative Bestimmung der Landbedeckung* beschrieben sind. Für andere Gebiete gibt es im GLOBE-Programm bislang noch keine detaillierten Anleitungen zur quantitativen Bestimmung. Für diese Bereiche führen die Schüler lediglich die Bestimmungen des Protokolls: *Qualitative Bestimmung der Landbedeckung* durch. Sie mögen in einzelnen Fällen entscheiden, auch wenn aufgrund der Klasse (Stufe 1) die Möglichkeit der quantitativen Bestimmung gegeben ist, nur die qualitativen Untersuchungen durchzuführen.

Festlegen der verschiedenen Typen von Untersuchungsfeldern

Grundsätzlich wählen GLOBE-Schulen nur ein Untersuchungsfeld für die quantitativen Bestimmungen als beständiges Areal für die biologischen Untersuchungen aus. Mehrere Untersuchungsfelder sind jedoch zulässig. Langfristiges Ziel ist es, für jede der Hauptbedeckungsarten innerhalb des 15 km x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsgebiets jeweils ein Feld zu identifizieren. Beginnen Sie mit dem Bedeckungstyp, der am meisten verbreitet sind und fügen Sie im Laufe der Zeit weitere Untersuchungsfelder für alle anderen dort auftretenden Bedeckungsarten hinzu. Falls Ihnen ein GPS-Empfänger zur Verfügung steht, bestimmen und notieren Sie die Koordinaten (Längen-, Breitengrad, Höhe) vom Mittelpunkt eines jeden Untersuchungsfeldes, welches Sie bis dahin ausgewählt haben.

Zusätzliche Untersuchungsfelder sind wichtig, um die Genauigkeit von Bedeckungskarten zu überprüfen, welche einen bedeutenden Bestandteil der Wissenschaft im GLOBE-Programm darstellen. Wir verstehen aber, daß es eine Zeit lang dauern wird, vielleicht sogar mehrere Jahre, für jeden Bedeckungstyp ein repräsentatives Untersuchungsfeld festzulegen. Vielleicht möchten Sie für jede Ihrer Klassen in der Schule einen Bedeckungstyp auswählen, sodaß nie zwei Klassen im gleichen Gebiet arbeiten und auf diese Weise so viele Daten wie möglich gesammelt werden können.



Untersuchungsfelder zur quantitativen und qualitativen Bestimmung der Landbedeckung und ihr Einsatz bei der Erstellung von Bedeckungskarten

In den GLOBE-Protokollen werden zwei Arten von Bedeckungsdaten erhoben - *quantitative* und *qualitative*. Diese Daten haben auch verschiedenen Zweck: (1) Hilfe bei der Erstellung der Bedeckungskarten (Übung) und (2) Überprüfen (oder Beurteilen der Genauigkeit) Ihrer klassifizierten Landbedeckungskarten (Validierung).

Beides sind kritische Bestandteile in jeder Kartierung, das Fernerkundungsdaten verwendet und es entspricht dem wie die Wissenschaftler die Daten der GLOBE-Schulen verwenden.

Sowohl die Übungs-, als auch die Validierungsdaten Ihres 90 m x 90 m großen Untersuchungsfeldes innerhalb Ihres 15 km x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsgebiets werden gesammelt. Diese Felder befinden sich in einem Bereich einheitlicher Landbedeckung und werden Landbedeckungs-Untersuchungsfelder genannt (siehe Abb. LAND-P-3). In diesem Zusammenhang bedeutet einheitliche Bedeckung, daß das gesamte Untersuchungsfeld einer bestimmten Bedeckungsklasse zugeordnet werden kann, siehe *Protokoll: MUC System*.

Abb. LAND-P-3:

Untersuchungsfeld mit einheitl. Landbedeckung

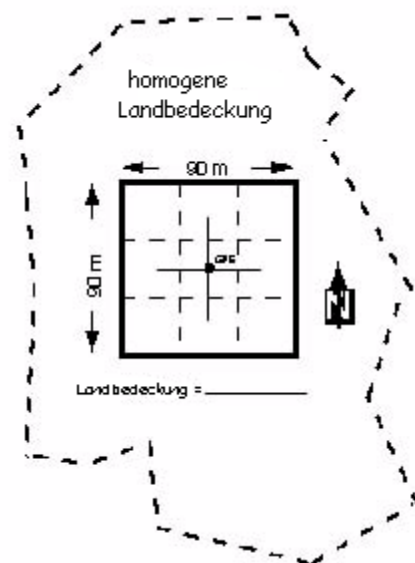




Tabelle LAND-P-2: Die Verwendung von quantitativen und qualitativen Daten bei der Erstellung von Bedeckungskarten

	Qualitative Bestimmungen	Quantitative Bestimmungen
Übungsdaten	Lernen das Land während der Kartierung einzuordnen; schnelles Bestimmen des Bedeckungstyps	Tiefes Verständnis wie Bedeckungstypen auf dem Satellitenbild und bei Bodenbeobachtungen erscheinen
Validierungsdaten	Leichteres Bestimmen von einer ausreichenden Anzahl an Untersuchungsfeldern für das statistische Beurteilen der Genauigkeit der Karte	Am besten für die Beurteilung der Genauigkeit von Karten geeignet. Detaillierte Informationen über Wald, Waldland und Krautvegetation. Trägt bei Schülern und Wissenschaftler zum Verständnis bei, wie Bedeckungstypen sowohl am Satellitenbild als auch bei den Bodenbeobachtungen in Erscheinung treten

Die nachfolgenden Definitionen sollen helfen den Unterschied zwischen den Datenarten und den Methoden zur Datenerhebung zu unterscheiden.

Übungsdaten: Bedeckungsdaten helfen unbekannte Bereiche bei der unüberwachten Klassifizierung eines TM Bildes zu identifizieren und benennen und/oder helfen bei der manuellen Interpretation eines TM Bildes. Diese Daten können mit der quantitativen wie der qualitativen Methode erhoben werden. Übungsdaten sollten niemals herangezogen werden, um die Genauigkeit einer Karte zu beurteilen, dazu werden die Validierungsdaten eingesetzt. Es dürfen niemals dieselben Daten zum Üben und zum Überprüfen der Ergebnisse verwendet werden.

Validierungsdaten: Diese Daten sind dazu geeignet die Genauigkeit von klassifizierten Karten, die durch manuelle Interpretation oder unüberwachte Klassifizierung eines TM Bildes erstellt wurden, zu überprüfen. Diese Daten können sowohl mit der quantitativen, als auch der qualitativen Methode erhoben werden (quantitative Verfahren werden bevorzugt). Bestimmen Sie für jeden Bedeckungstyp der auf der Karte auftritt so viel Untersuchungsfelder wie möglich, da für die Bestimmung der Genauigkeit viele Tests erforderlich sind. Diese Daten können *nur* für die Beurteilung der Genauigkeit verwendet werden.

Qualitative Daten: Die qualitativen Beobachtungen im GLOBE-Programm umfassen nur drei Teile: (1) Bestimmung der geographischen Koordinaten mit GPS, (2) Bestimmung der MUC-Klasse und (3) Aufnahme von Fotos vom Mittelpunkt in die vier Hauptrichtungen (Nord, Süd, Ost, West). Dieser reduzierte Datensatz kann für Übungszwecke *oder* zur Validierung eingesetzt werden. Qualitative Daten helfen vor allem in der Anfangsphase zu erkennen, welche Bedeckungsklasse in Ihrem Gebiet vorherrscht und wie diese Landbedeckung sich auf der TM Aufnahme abgebildet wird.

Quantitative Daten: Quantitative Untersuchungen sind in GLOBE nur für die Bedeckungstypen möglich, für die es auch Biometrie Protokolle gibt (z.B. natürlich auftretender Wald, Waldland oder



Krautvegetation). Über die qualitativen Beobachtungen hinaus, führen die Schüler auf dem Untersuchungsfeld für die quantitativen Bestimmungen Messungen durch, die im Biometrie Protokoll ausführlich beschrieben sind. Diese Daten werden in erster Linie dazu verwendet, aus Satellitendaten erstellte Karten zu überprüfen. Die biometrischen Untersuchungen helfen Schülern und Wissenschaftlern ein tieferes Verständnis über Gebiete mit Wald, Waldland oder Krautvegetation zu erlangen.

Kartierung und Beurteilung der Genauigkeit

In Abbildung LAND-L-4 wird die logische Reihenfolge zur Erstellung einer Bedeckungskarte und der Beurteilung seiner Genauigkeit dargestellt. Sie sollten aber die Bedeckungsdaten auch dann erheben, wenn Sie nicht gleich in die Kartierung einsteigen. Die Beobachtungen der Schüler auf ihren Untersuchungsfeldern sind für die Wissenschaftler bei der Erstellung eigener Karten sehr wertvoll.



Abb. LAND-P-4: Diagramm zur Beurteilung der Genauigkeit





Abb. LAND-P-4: Fortsetzung des Diagramms zur Beurteilung der Genauigkeit

Abb. LAND-P-5: Untersuchungsfelder für die Übungs- und Validierungsdaten



Besondere Anmerkungen

Die Entscheidung, wie die verschiedenen Protokolle den Schülern vorgestellt und durchgeführt werden, sollte unter zeitlichen, pädagogischen und logistischen Gesichtspunkten getroffen werden.

- Quantitative Informationen zur Landbedeckung sind weit nützlicher und vermitteln den Schülern einen besseren Überblick über den Prozess, wie die Landbedeckung bestimmt wird.
- Quantitative Untersuchungen beinhalten sorgfältig durchzuführende biometrische Untersuchungen. Die Schüler profitieren in der Regel, wenn die Bestimmungen vorher geübt werden.
- Es wird angenommen, daß es in jedem GLOBE-Untersuchungsgebiet Areale gibt, die keine natürlich gewachsene Landbedeckung besitzen. In diesen Arealen können nur qualitative Erhebungen durchgeführt werden.
- Sofern ein GPS-Empfänger und eine Kamera zur Verfügung stehen, können die qualitativen Bestimmungen schnell erledigt werden.
- Für die manuelle Interpretation des gesamten GLOBE-Untersuchungsgebiet oder für die Benennung der Bereiche, die aus der unüberwachten Klassifizierung hervorgehen, benötigen Sie Daten von mehreren Untersuchungsfeldern. Noch mehr Validierungs-Untersuchungsfelder braucht man, um die Genauigkeit der Bedeckungskarten zu bewerten, die entweder manuell oder mit Hilfe von MultiSpec erstellt wurden.
- Schulen sollten soviel Untersuchungsfelder wie möglich für jeden Bedeckungstyp, der auf der Bedeckungskarte auftritt, sammeln, da diese für die Beurteilung der Kartengenauigkeit benötigt werden. Die Daten dieser verschiedenen Untersuchungsfelder können auch über mehrere Jahre hinweg und von verschiedenen Klassen erhoben werden. Sie können aber auch die Untersuchungsfelder und Ergebnisse der Nachbarschulen mitverwenden.
- Die Validierungsdaten müssen unabhängig von den Übungsdaten erhoben werden; es ist nicht zulässig die selben Daten sowohl für Übungs- als auch Validierungszwecke zu verwenden, da dies die Ergebnisse verfälschen würde. Daher müssen alle Daten, die zur Übung gesammelt wurden für die Validierung, zur Seite gelegt werden. Nur die echten Validierungsdaten dürfen auch zur Validierung eingesetzt werden.

Achten Sie auf den Unterschied zwischen natürlichem Bewuchs und kultivierten Flächen. Die qualitativen Bestimmungen können für alle Bedeckungstypen durchgeführt werden. Die quantitativen Bestimmungen sind im Augenblick nur für die Bedeckungstypen der MUC-Klassen 0, 1 und 4 möglich.



Protokoll: Qualitative Bestimmungen der Landbedeckung

<p>Zweck Sammeln von qualitativen Felddaten für die Landbedeckungs Untersuchungsfelder, die zur Erstellung einer Landbedeckungskarte (mittels manueller Interpretation oder unüberwachter Klassifizierung) sowie zur Validierung bzw. Genauigkeitsbeurteilung dieser Landbedeckungskarte benötigt werden.</p> <p>Übersicht Qualitative Felddaten werden für mindestens ein Untersuchungsfeld pro Bedeckungstyp gesammelt, der im GLOBE-Untersuchungsareals auftritt, für die eine quantitative Bestimmung nicht durchgeführt wird.</p> <p>Zeitaufwand 20-45 min ohne Anreise</p> <p>Niveau alle</p> <p>Häufigkeit Nur einmal pro Untersuchungsfeld. Erwünscht sind auf jeden Fall Daten von mehreren Untersuchungsfeldern.</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Begriffe</p> <ul style="list-style-type: none">- Landbedeckungskarten- Klassifikation der Landbedeckung- GPS-System- Kartierung	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Einrichtung eines Untersuchungsfeldes für die Landbedeckung- Umgang mit dem GPS-System- Arbeit mit Vermessungsinstrumenten (Kompass, Densimeter, Clinometer)- Bestimmen der Doppelschrittlänge <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Farbkopie des TM Satellitenbildes des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals in Echtfarben-Darstellung- Farbkopie des TM Satellitenbildes des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals in Falschfarben-IR-Darstellung- Densimeter- Kompaß- Neigungsmesser (Clinometer)- GPS-Gerät- Feldprotokoll-Vordrucke- Fotoapparat- MUC-Klassifikationsschema und Definitionen <p>Vorbereitung keine</p> <p>Voraussetzung Durchführen der Lernaktivität: <i>Klassifizieren von Blättern</i></p>
--	--

Einleitung

Das Sammeln von Übungs- und Validierungsdaten ist wichtig, um die Schüler mit dem gesamten GLOBE-Untersuchungsareal vertraut zu machen und die vorliegenden Hauptbedeckungsarten zu identifizieren. Diese Daten können schnell und effizient erfaßt werden und beinhalten die Aufnahme von Fotos, Bestimmung der geographischen Koordinaten mit dem GPS-Empfänger und die Klassifizierung der Landbedeckung mit dem MUC-System. Qualitative Übungsdaten zur Benennung der Cluster aus der unüberwachten Klassifikation verwendet werden. Sie eignen sich aber auch zum Üben der überwachten Klassifikation. Zusätzliche qualitative Übungsdaten können auch zur Beurteilung der Genauigkeit der



Bedeckungskarten herangezogen werden. Die meisten Schulen werden dieses Protokoll häufig durchführen, weil sie eine ausreichende Menge an Daten für die Bewertung der Genauigkeit ihrer Bedeckungskarten benötigen (Siehe Protokoll: Beurteilung der Genauigkeit)

Wie werden die qualitativen Daten erhoben

Schritt 1 : Auswahl eines geeigneten Untersuchungsfeldes

- ◆ Wählen Sie als Untersuchungsfeld für die Landbedeckung ein 90 m x 90 m großes Areal mit einheitlicher Landbedeckung entweder anhand ihre TM Satellitenbildes oder aufgrund von Feldbeobachtungen aus.
- ◆ Verwenden Sie die TM Aufnahme zur Orientierung und gehen Sie zur der in der Aufnahme festgelegten Stelle.
- ◆ Messen Sie das Feld sorgfältig ab und markieren Sie die Mitte des Feldes vorübergehend.

Schritt 2 : Bestimmen der geographischen Koordinaten

- ◆ Besorgen Sie sich einen GPS-Empfänger. Wenn dies zum Zeitpunkt der Feldbestimmung nicht möglich ist, beachten Sie, daß der Mittelpunkt des Feldes deutlich und dauerhaft markiert ist, sodaß Sie die Koordinaten dieser Stelle bestimmen können, wenn Sie zu einem späteren Zeitpunkt mit dem GPS-Gerät zurückkommen.
- ◆ Verwenden Sie zur Bestimmung des Längen-, Breitengrads und der Höhe vom Mittelpunkt des Feldes das entsprechende Protokoll.
- ◆ Notieren Sie die Einzelwerte auf dem GPS-Arbeitsblatt und den Durchschnitt für Längen-, Breitengrad und Höhe auf dem Arbeitsblatt: Landbedeckung/Biometrie

Schritt 3 : Aufnahme von Fotos

- ◆ Machen Sie vom Mittelpunkt des Feldes aus in jede der vier Haupthimmelsrichtungen (N,S, E, W) eine Aufnahme
- ◆ Lassen Sie pro Aufnahme je zwei Abzüge anfertigen
- ◆ Markieren Sie jede Aufnahme mit der Bezeichnung des Untersuchungsfeldes und mit der Himmelsrichtung in der sie aufgenommen wurde
- ◆ Heben Sie jeweils einen Abzug in der Schule auf und schicken Sie einen Abzug an das GLOBE-Programm (dies kann auch elektronisch erfolgen).

Schritt 4: Bestimmen der MUC-Klasse

- ◆ Führen Sie zur Bestimmung der MUC-Klasse das Protokoll: *MUC-System* durch. Schauen Sie sich auch die Abschnitte "Hilfreiche Tips: Doppelschrittlänge, Kompass" dazu an.
- ◆ Notieren Sie die MUC-Klasse auf Ihrem Arbeitsblatt: Felddaten

Schritt 5: Datenübermittlung

- ◆ Gehen Sie das Datenblatt durch und notieren Sie die Daten in Ihrer permanenten GLOBE-Mappe
- ◆ Übermitteln Sie die Daten mit Hilfe der entsprechenden Eingabemasken an den Datenserver
- ◆ Schicken Sie die Abzüge der Fotos an das GLOBE-Datenarchiv



Hilfreiche Hinweise: Doppelschrittlänge

Wissenschaftler, Förster und auch Andere verwenden Doppelschrittlänge und Kompass in Verbindung mit Fotos der Umgebung, Karten oder Lagebeschreibungen um bestimmte Stellen zu finden. Es ist daher von Vorteil, wenn Leute die im Feld arbeiten ihre Doppelschrittlänge kennen und damit längere Abstände messen können.

Die Doppelschrittlänge wird in den Protokollen: *MUC-System*, *Qualitative Bestimmung der Landbedeckung und Quantitative Bestimmung der Landbedeckung* und für die Bestimmung der Bodenbedeckungs- und Belaubbungsdichte verwendet. Wie die Doppelschrittlänge bestimmt wird und wie man sie einsetzt um Abstände zu messen, ist im Folgenden beschrieben.

Methode zur Bestimmung der Doppelschrittlänge

Schritt 1:

Legen Sie ein 30 m Maßband auf eine flaches, offenes Areal aus (z.B. Parkplatz, Feld, etc.)

Schritt 2:

Beginnen Sie damit die Zehen an der 0m-Metermarke anzusetzen, gehen Sie 10 Doppelschritte in ihrer normalen Schrittlänge. Es ist wichtig, die natürliche Schrittlänge zu verwenden, da sonst die Abstände stark variieren können.

Schritt 3:

Halten Sie den Punkt fest auf dem Maßband fest, bei dem Sie mit dem Zeh beim 10. Doppelschritt landen.

Schritt 4:

Teilen Sie den Gesamtabstand durch 10. Dies ist Ihre Doppelschrittlänge.

Schritt 5:

Führen Sie dies drei Mal durch und berechnen Sie die Länge des durchschnittlichen Doppelschritts.

Beispiel:

Anzahl der Durchführung	Abmessung von 10 Doppelschritten	Abmessung eines Doppelschritts
1	17.0 m	1.7 m
2	17.5 m	1.75 m
3	16.8 m	1.68 m

Die durchschnittliche Länge des Doppelschritts ist 1.71 m.

Was machen wir im Feld

Bestimmen von Abständen mit dem Doppelschritt im Wald oder in einem hügeligen Terrain unterscheidet sich deutlich von der Bestimmung von Abständen in einem flachen Bereich z.B. Schulhof oder Parkplatz. Denken Sie an folgende Hinweise:



- Wenn Sie die Doppelschrittlänge bestimmen achten darauf, daß Sie "normal" gehen. Lassen Sie sich nicht dazu hinreißen übertriebene Schritte zu machen, da die Länge der Schritte von selbst im Wald oder hügligen Gebiet kürzer wird.
- Wenn Sie berauf oder bergab gehen, legen Sie einen kürzeren Abstand, als angenommen, zurück. Auch ist die Schrittlänge je nach Terrain mehr oder weniger unregelmäßig. Achten Sie auf Ihre Schrittlänge und versuchen Sie zu diesen Effekt auszugleichen, indem Sie etwas größere bzw. kleinere Schritte, als erforderlich machen.
- Wenn größere Objekte z.B. ein Baum im Weg stehen, machen Sie einen Schritt zur Seite, fahren geradeaus fort und machen einen Seitenschritt zur ursprünglichen Richtung zurück. Falls das Hindernis an einem Punkt steht, an dem Sie eine Messung durchführen sollen, schätzen Sie diesen Wert aus der seitlichen Position ab.

Ist ein Objekt so groß, daß es nicht mit einem normalen Schritt umgangen werden kann, markieren Sie die Stelle gut sichtbar und gehen um das Objekt herum. Beginnen Sie an der Markierung auf der anderen Seite des Objekts wieder mit dem Zählen.

Wie wird die Anzahl der Doppelschritte für eine Einheit bestimmt

In den Protokollen: *MUC-System, Qualitative und Quantitative Bestimmung* müssen die Schüler die Belaubungsdichte und die Dichte der Bodenbedeckung über den Abstand von einer Einheit = 21.2 m vom Mittelpunkt des Untersuchungsfeldes aus bestimmen. Dieser Abstand entspricht der halben Diagonale des 30 m x 30 m Pixels.

Schritt 1:

Messen Sie in einem flachen, offenen Bereich 21.2 m ab.



Schritt 2:

Beginnen Sie damit die Zehen bei der 0m-Marke anzusetzen und zählen Sie die Anzahl der Doppelschritte, die nötig sind, den Abstand abzuschreiten. Gehen Sie dabei normal.

Schritt 3:

Wiederholen Sie dies zwei weitere Male und bestimmen Sie den Mittelwert aus der Anzahl der Doppelschritte.

Abb. LAND-P-6

Schritt 4:

Runden Sie die Anzahl zum nächsten Schritt ab.

Schritt 5:

Notieren Sie für jede Person die Anzahl der notwendigen Doppelschritte, so daß man immer wieder darauf zurückgreifen kann.

Hilfreiche Hinweise: Kompass



Die magnetische Nadel in einem Kompass wird vom Erdmagnetismus angezogen. Daher zeigt die Nadel immer nach Norden. Jedoch gibt es in Wirklichkeit zwei Nordpole auf der Erde. Der eine ist der "wahre Nordpol", der geographisch auf der Spitze der Erde liegt (Breitengrad 90°N). Der andere ist der "magnetische Nordpol" ein Gebiet mit stark magnetischem Gestein unterhalb von Zentralkanada.

Karten und Richtungen beziehen sich auf den wahren Nordpol, während die Kompassnadel zum magnetischen Nordpol zeigt. Der Winkel zwischen dem wahren und magnetischen Nordpol ist die magnetische Deklination. Größe und Richtung hängt davon ab, an welchem Punkt der Erde man sich befindet. Die Bestimmung der magnetischen Deklination ist erforderlich, um den Kompass genau abzulesen. Ein Kompass ist entweder mit einem Mechanismus ausgestattet, der die Deklination anzeigt oder er hat eine Skala mit deren Hilfe dieser Winkel bestimmt werden kann.

Da Kompass von metallischen Gegenständen angezogen werden, zeigen sie falsche Werte an, wenn sie sich in der Nähe von metallischen Objekten einschließlich Uhren, Schlüssel etc. befinden.

Der Kompass besteht aus drei Grundeinheiten

1. Der magnetischen Nadel (A, siehe Abb. LAND-P-7), die vom magnetischen Nordpol der Erde angezogen wird. Die Spitze der magnetischen Nadel (hier schwarz) zeigt immer zum magnetischen Norden.
2. Der graduierten Scheibe (B) die dazu benutzt wird, die gewünschte Richtung einzustellen. Sie wird in Grad am Richtungspfeil (C) auf dem oberen Teil des Kompasses eingestellt. Die Scheibe ist in 2 Grad Abständen von 0 bis 360° unterteilt. Die Hauptrichtungen sind 0 (oder 360) 90 Grad, 180 und 270 Grad und entsprechen den Richtungen Nord, Ost, Süd und West.
3. Die Grundplatte (D) ist mit dem Orientierungspfeil (E) und dem Richtungspfeil (C) versehen. Diese Komponenten sind erforderlich, um die Spitze der magnetischen Nadel und den angepeilten Punkt in eine Linie zu bringen.

Einstellen der Richtungen am Kompass

Schritt 1:

Stellen Sie die Scheibe (B) auf die Gradzahl der gewünschten Richtung ein, so daß diese Einstellung und der Richtungspfeil (C) in die gleiche Richtung weisen.

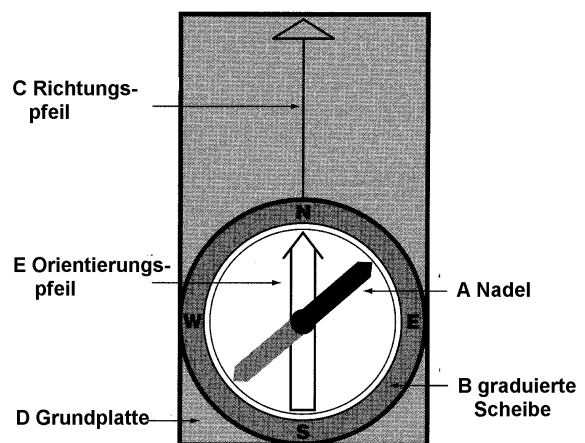
Schritt 2:

Halten Sie den Kompass vor sich und drehen Sie Ihren Körper, bis das rote Ende der magnetischen Nadel (A) in Richtung des Orientierungspfeils (E) zeigt.

Schritt 3:

Die Richtung oder das Objekt, das Sie anpeilen liegt genau in der Richtung, in die Sie den Kompass halten (Die Richtung in die der Richtungspfeil weist)

Abb. LAND-P-7 Beispiel für einen Kompass





Wählen Sie ein Objekt vor Ihnen, das in Richtung des Kompasses liegt und gehen Sie darauf zu. Gehen Sie, ohne ständig auf den Kompass zu schauen. Halten Sie nach einigen Schritten an und überprüfen Sie, daß Sie noch immer in die gewünschte Richtung gehen.



Protokoll: Quantitative Bestimmung der Landbedeckung

<p>Zweck Sammeln von quantitativen Felddaten für die LandbedeckungsUntersuchungsfelder, die zur Erstellung einer Landbedeckungskarte (mittels manueller Interpretation oder unüberwachter Klassifizierung mit MultiSpec) sowie zur Validierung bzw. Genauigkeitsbeurteilung dieser Landbedeckungskarte benötigt werden.</p> <p>Übersicht Quantitative Felddaten werden für mindestens ein Untersuchungsfeld gesammelt.</p> <p>Zeitaufwand 1-2 Stunden (ohne Anreise)</p> <p>Niveau alle</p> <p>Häufigkeit Nur einmal pro Untersuchungsfeld. Erwünscht sind auf jeden Fall Daten von mehrerenUntersuchungsfeldern. Im Laufe der Zeit sollten Sie versuchen diese Protokoll für jede der Hauptbedeckungsarten (MUC-Stufe 1, Klassen 0,1 oder 4) in Ihrem GLOBE-Untersuchungsgebiet durchzuführen.</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Begriffe</p> <ul style="list-style-type: none">- Landbedeckungskarten- Klassifikation der Landbedeckung- GPS-System- Feldmessungen- Biometrie	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Einrichtung eines Untersuchungsfeldes für die Landbedeckung- Umgang mit dem GPS-System- Arbeit mit Feldinstrumenten (Kompass, Densimeter, Clinometer)- Bestimmen der Doppelschrittlänge <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Farbkopie des TM Satellitenbildes des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals in Echtfarben-Darstellung- Farbkopie des TM Satellitenbildes des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals in Falschfarben-IR-Darstellung- Densimeter- Kompaß- Neigungsmesser (Clinometer)- Maßband- GPS-Gerät- Feldprotokoll-Vordrucke- Fotoapparat- MUC-Klassifikationsschema und Definitionen <p>Vorbereitung keine</p> <p>Voraussetzung Durchführen der Lernaktivität: Klassifizieren von Blättern</p>
---	--

Einleitung

Die quantitativen Übungs- und Validierungsdaten sind die wichtigsten Bodenreferenzdaten. Diese Daten werden dazu verwendet eine quantitative Bewertung der Genauigkeit von Karten aus Fernerkundungsdaten vorzunehmen. Es wird von jeder Schule erwartet, daß sie diese Daten für mindestens ein Untersuchungsfeld bestimmt. Jede Schule wird gleichzeitig ermuntert die Daten



von möglichst vielen Untersuchungsfeldern zu sammeln. Es ist für die Wissenschaftler entscheidend so viel Validierungsdaten wie möglich zur Verfügung zu haben. Auch ist es wichtig für jede Bedeckungsart im GLOBE-Untersuchungsgebiet Validierungsdaten zu haben. Die Erhebung dieser Daten sollten über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt werden. Dies kann zum Aufbau einer großen und sehr wertvollen Datenbank für Untersuchungsfelder zur Validierung dienen.

Wie werden die quantitativen Daten erhoben

Schritt 1 : Auswahl eines geeigneten Untersuchungsfeldes

- ◆ Wählen Sie als Untersuchungsfeld für die Landbedeckung ein 90 m x 90 m großes Areal mit einheitlicher Landbedeckung entweder anhand ihre TM Satellitenbildes oder aufgrund von Feldbeobachtungen aus.
- ◆ Verwenden Sie die TM Aufnahme zur Orientierung und gehen Sie zur der in der Aufnahme festgelegten Stelle.
- ◆ Messen Sie das Feld sorgfältig ab und markieren Sie die Mitte des Feldes vorübergehend.

Schritt 2 : Bestimmen der geographischen Koordinaten

- ◆ Besorgen Sie sich einen GPS-Empfänger. Wenn dies zum Zeitpunkt der Feldbestimmung nicht möglich ist, beachten Sie, daß der Mittelpunkt des Feldes deutlich und dauerhaft markiert ist, sodaß Sie die Koordinaten dieser Stelle bestimmen können, wenn Sie zu einem späteren Zeitpunkt mit dem GPS-Gerät zurückkommen.
- ◆ Verwenden Sie zur Bestimmung des Längen-, Breitengrads und der Höhe vom Mittelpunkt des Feldes das entsprechende Protokoll.
- ◆ Notieren Sie die Einzelwerte auf dem GPS-Arbeitsblatt und den Durchschnitt für Längen-, Breitengrad und Höhe auf dem Arbeitsblatt: Landbedeckung/Biometrie

Abb. LAND-P-8: Typisches Untersuchungsfeld für die quantitativen Bestimmungen



Schritt 3 : Fotos

- ◆ Machen Sie vom Mittelpunkt des Feldes aus in jede der vier Haupthimmelsrichtungen (N, S, E, W) eine Aufnahme
- ◆ Lassen Sie pro Aufnahme je zwei Abzüge anfertigen
- ◆ Markieren Sie jede Aufnahme mit der Bezeichnung des Untersuchungsfeldes und mit der Himmelsrichtung in der sie aufgenommen wurde
- ◆ Heben Sie jeweils einen Abzug in der Schule auf und schicken Sie einen Abzug an das GLOBE-Programm (dies kann auch elektronisch erfolgen).

Schritt 4: Bestimmen der MUC-Klasse

- ◆ Führen Sie zur Bestimmung der MUC-Klasse das Protokoll: *MUC-System* durch.
- ◆ Notieren Sie die MUC-Klasse auf Ihrem Arbeitsblatt: Felddaten

Schritt 5: Biometrie

- ◆ Falls die Bedeckung des Untersuchungsfeldes als Wald, Waldland (z.B. MUC-Klasse 0 oder 1) klassifiziert wurde, führen Sie das Biometrieprotokoll für Waldgebiete (Baumhöhe,



Baumumfang, Bestimmung der dominanten und ko-dominanten Arten, Belaubungsdichte, Landbedeckung)

- ◆ Falls Krautvegetation vorliegt (MUC-Klasse 4) führen Sie das Protokoll für Grasland durch.

Schritt 6: Datenübermittlung

- ◆ Gehen Sie das Datenblatt durch und notieren Sie die Daten in Ihrer permanenten GLOBE-Mappe
- ◆ Übermitteln Sie die Daten mit Hilfe der entsprechenden Eingabemasken an den Datenserver
- ◆ Schicken Sie die Abzüge der Fotos an das GLOBE-Datenarchiv



Protokoll Biometrie

<p>Zweck Beschreiben und Vermessen der Landbedeckung zum genauen Erfassen der Eigenschaften des Untersuchungsfeldes.</p> <p>Übersicht Die Schüler bestimmen ein 30 m x 30 m großes Feld innerhalb des Untersuchungsfeldes für die quantitative Bestimmung der Bedeckung. Bei diesem Feld erfassen die Schüler die Bodenbedeckung und Belaungsdichte, identifizieren die dominanten und ko-dominanten Vegetationsarten, messen sowohl die Höhe, als auch den Umfang der Bäume oder bestimmen die Biomasse im Falle von Krautvegetation. Eines dieser Felder wird als Untersuchungsfeld für die biologischen Messungen ausgewählt. Dieses Protokoll wird zweimal pro Jahr im Biologie-Untersuchungsfeld durchgeführt.</p> <p>Zeitaufwand 1/2 - 1 Tag</p> <p>Niveau alle</p> <p>Häufigkeit Ein- bis zweimal jährlich am Biologie-Untersuchungsfeld Einmal an jedem Standort für die quantitative Landbedeckungsuntersuchung</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Begriffe</p> <ul style="list-style-type: none">- Bezug der Bildpunktgröße am Satellitenbild zur Fläche des abgebildeten Areals- Belaungsdichte- Bodenbedeckung- Baumhöhe und -durchmesser- Biomasse bei Krautvegetation- Dominante und ko-dominante Vegetationsarten- Klassifizierung von Landbedeckungsformen	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Umgang mit Neigungsmesser und Densimeter- Umgang mit Himmelsrichtungen- Durchführung bodengestützter Messungen- Erkennung von Vegetations- und Baumarten- Verwendung des Dichotomie-Schlüssels- Längenmessung durch Abschreiten <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Farbkopie des Landsat TM-Satellitenbildes (512 x 512 Bildpunkte) in Echt- (3,2,1) und Falschfarben-IR- (4,3,2) Aufnahme- Lokale Straßen- oder Topografiekarten- Kompaß- Maßband (50 m)- Markierungsstäbe/Fahnen- GPS-Instrument- Kamera- Röhrendensimeter (4 cm Durchmesser, 7,5 cm lang, Schur, Schraubenmutter oder Metallbeilegscheibe, Klebeband)- Dichotomie-Schlüssel und/oder Artenbestimmungsbuch für die lokale Vegetation- Neigungsmesser (Vordruck, Pappe, Strohhalm, Schraubenmutter oder Metallbeilegscheibe)- Tabelle zur Bestimmung des Tangens- flexibles Maßband- große Sammeltüte- Rasenschere oder starke Papierschere- braune Papiertüten- Trockenofen- Waage (auf 0,1 g genau)- Datenblatt <p>Vorbereitung Standort-Auswahl Vorweg-Meßübungen</p> <p>Voraussetzung Durchführen der Lernaktivität <i>Standortbesichtigung</i></p>
--	---



Einführung

Das Protokoll *Quantitative Bestimmung der Landbedeckung* zeigt, wie ein Untersuchungsfeld eingerichtet wird und beschreibt die Schritte, die für die Datenerhebung erforderlich sind. In diesem Protokoll finden Sie die Anleitungen für die biometrischen Messungen aller Untersuchungsfelder zur quantitativen Bestimmung der Landbedeckung. Es kann nur für Bedeckungstypen der MUC-Klassen (Stufe 1) 0 (geschlossener Wald), 1 (Waldland) oder 4 (Krautvegetation) angewandt werden. Eines der Felder zur quantitativen Bestimmung wählen Sie für die biologischen Messungen aus.

Einrichtung des Biologie-Untersuchungsfeldes von 30 m x 30 m

Bemerkung: Falls Sie anhand der vorhergehenden Version des Protokolls ein Biologie-Untersuchungsfeld eingerichtet haben, benutzen Sie dieses für die wiederholten Untersuchungen, die in einem späteren Abschnitt dieses Protokolls beschrieben sind.

Der einzige Unterschied zwischen dem Biologie-Untersuchungsfeld und dem 30 m x 30 m Areal in der Mitte anderer Felder für die quantitativen Bestimmungen der Landbedeckung ist, daß die biometrischen Messungen periodisch wiederholt werden, während die Untersuchungen an den anderen Standorten nur jeweils einmal durchgeführt werden. Nachdem Sie die dominanten und koinvarianten Vegetationsarten bestimmt haben, machen Sie im Laufe der Zeit eine Reihe von biometrischen Messungen.

Da es sich bei dem Biologie-Untersuchungsfeld um ein permanentes Gebiet handelt, ist es erforderlich, daß Sie die Mitte des Gebietes dauerhaft mit Flaggen, Stab oder anderen geeigneten Dingen markieren. Gehen Sie folgendermaßen vor.:

Schritt 1: Einrichten des Biologie-Untersuchungsfeldes

- ◆ Führen Sie die Schritte 1 bis 4 des Protokolls *Quantitative Bestimmung der Landbedeckung* durch. Versichern Sie sich, daß es sich bei der vorliegenden Bedeckung um die MUC-Klassen (Stufe 1) von 0, 1 oder 4 handelt.

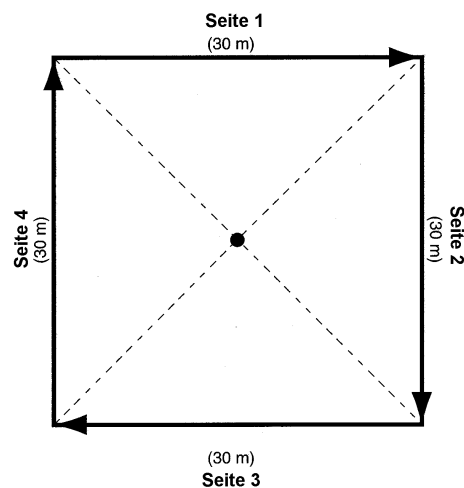
Schritt 2: Einrichten und Markieren des 30 m x 30 m Biologie-Untersuchungsfeldes

- ◆ Setzen Sie einen Markierungsstab an einem Punkt, der einer Ecke der vorgesehenen Untersuchungsfläche entsprechen soll.
- ◆ Messen Sie mit Hilfe des Kompasses und des Maßbandes in eine der vier Haupthimmelsrichtungen (Nord, Süd, Ost, West) 30 m ab und markieren Sie das Ende der Strecke mit einem Markierungsstab. Sie legen somit die 1. Seite der Untersuchungsfläche fest.
- ◆ Legen Sie die 2. Seite der Untersuchungsfläche fest, indem Sie von dem zweiten Markierungsstab eine weitere 30 m lange Strecke rechtwinklig zur 1. Seite abmessen. Setzen Sie am Ende dieser 30 m langen Strecke einen dritten Markierungsstab.



- ◆ Legen Sie die 3. Seite der Untersuchungsfläche fest, indem Sie eine weitere 30-m-Strecke rechtwinklig zur Seite 2 abmessen. Setzen Sie am Endpunkt dieser 30 m langen Strecke einen vierten Markierungsstab.
- ◆ Legen Sie die 4. Seite der Untersuchungsfläche fest, indem Sie eine weitere 30-m-Strecke rechtwinklig zur Seite 3 abmessen. Sie können mit Ihrem Ergebnis zufrieden sein, wenn der Endpunkt dieser letzten 30-m-Strecke näher als 2-3 m von dem zuerst gesetzten Markierungsstab liegt. Liegen Sie weiter entfernt, überprüfen Sie die Ausrichtung der Seiten mit dem Kompass, sowie die Länge der Seiten und versuchen Sie es noch einmal.
- ◆ Bestimmen Sie den Mittelpunkt der Fläche durch Abschreiten der Diagonalen und markieren Sie deren Schnittpunkt. Sie können die Diagonalen auch mit Hilfe einer Schnur bestimmen.

Abb. LAND-P-9: Einrichten des Biologie-Untersuchungsfeldes



Durchführen der biometrischen Messungen

Je nach Vegetationsart werden Sie und Ihre Schüler die Bestimmung der Belaubungsdichte, der Bodenbedeckung, der Baumhöhe und des Baumumfangs und/oder der Grasbiomasse durchführen.

Zeitpunkt der biometrischen Messungen

Für das Biologie-Untersuchungsfeld werden die biometrischen Messungen zweimal pro Jahr - am Höhepunkt der Wachstumsperiode und in der Jahreszeit des geringsten Wachstums durchgeführt. Falls Sie keine von Temperatur oder Regenfall abhängige Jahreszeiten in Ihrer Region haben, führen Sie das Protokoll nur einmal pro Jahr durch.

Bei allen anderen Feldern zur quantitativen Bestimmung der Landbedeckung werden diese Messungen jeweils nur ein einziges Mal, möglichst nahe am Höhepunkt der Wachstumsperiode durchgeführt.

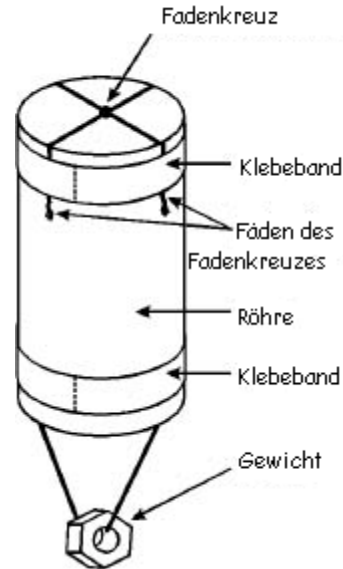


Bestimmung der Belaubbungsdichte

Abb. LAND-P-10: Selbstgebautes Densiometer

Schritt 1: Bau eines Densiometers

- ◆ Nehmen Sie ein Rohr von etwa 4 cm Durchmesser, das eine Länge von 7,5 cm aufweist. Kleben Sie an einem Ende zwei Schnüre quer über die Öffnung, so daß sich ein Fadenkreuz ergibt.
- ◆ Befestigen Sie am anderen Ende des Rohrs ein 18 cm langes Schnurstück, an dem lose eine Mutter oder Unterlegscheibe aus Metall hängt. Das ist Ihr Densiometer



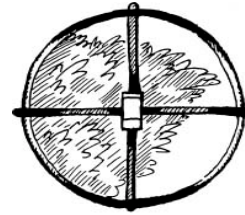
Schritt 2: Messen der Belaubbungsdichte und der Bodenbedeckungsdichte

- ◆ Jeweils zwei Schüler schreiten die Diagonale des 30 m x 30 m Quadrats ab.
- ◆ Nach jedem Doppelschritt blickt der Schüler durch das Röhrendensiometer zur Baumkronendecke. Das Instrument muß so gehalten werden, daß die metallische Mutter/Unterlegscheibe unmittelbar unter dem Mittelpunkt des Fadenkreuzes hängt.

Bemerkung: Falls kleine Schüler mehr als 40 Doppelschritte für eine Diagonale benötigen, können sie die Messungen nach jeweils zwei Doppelschritten durchführen.



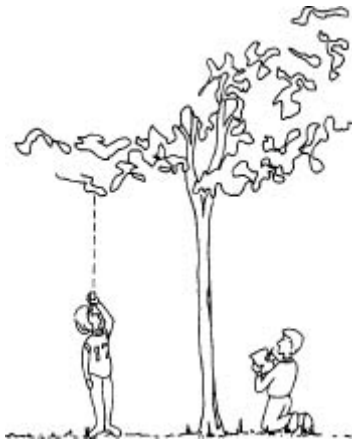
- ◆ Sieht der Schüler Vegetation, die das Fadenkreuz berührt, wird dies von einem zweiten Schüler mit einem (+) auf dem Datenblatt vermerkt. Wird das Fadenkreuz nicht von Vegetation (also der Schüler den freien Himmel im Fadenkreuz sieht) berührt, ist entsprechend ein (-) zu protokollieren. Am Ende sollten die Schüler eine Reihe von "+"- und "-"-Vermerke auf ihrem Blatt vermerkt haben.



- ◆ Der Schüler soll jeweils an derselben Stelle auch nach unten blicken.
- ◆ Wird sein Fuß oder Bein unterhalb des Knies von Vegetation berührt, trägt der andere Schüler im Datenblatt je nach deren Farbe ein (g) für grün oder ein (b) für braun ein. Wird der Fuß bzw. das Bein des Schülers nicht von Vegetation berührt, ist ein (-) einzutragen. Diese Messungen sollten von weiteren Schülerpaaren vorgenommen werden, um die Genauigkeit der Bestimmung zu erhöhen.



Abb. LAND-P-11: Beispiel zur Verwendung des *Schritt 3: Übermitteln der Ergebnisse* selbstgebauten Densiometers



- ◆ Übermitteln Sie die Anzahl der gesammelten "+"- und "-"-Vermerke für die Belaubungsdichte, sowie die Anzahl der "g"-, "b"- und "-"-Vermerke für die Bodenbedeckungsdichte zusammen mit den anderen Biometriedaten an den GLOBE Datenserver. Falls mehrere Messungen durchgeführt wurden übermitteln Sie nur die Ergebnisse einer Messung.

Schritt 4: Berechnen der Dichte der Belaubung und der Bodenbedeckung

- ◆ Berechnen Sie die Belaubungsdichte wie folgt: Addieren Sie alle "+"-Vermerke und teilen diese Zahl durch die Gesamtzahl von gesammelten "+" und "-"-Vermerke. Multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100, um den Anteil in Prozent umzurechnen.
- ◆ Berechnen Sie den Anteil der grünen Bodenbedeckung wie folgt: Addieren Sie die Anzahl der g-Vermerke aus der Bodenbedeckungsmessung und teilen Sie diese Zahl durch die Gesamtzahl der Bodenbedeckungsmessungen (Summe der "g", "b" und "-"). Multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100, um den Anteil in Prozent umzurechnen.



- ◆ Berechnen Sie den Anteil der braunen Bodenbedeckung wie folgt: Addieren Sie die Anzahl der b-Vermerke aus der Bodenbedeckungsmessung und teilen Sie diese Zahl durch die Gesamtzahl der Bodenbedeckungsmessungen (Summe der "g", "b" und "-"). Multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100, um den Anteil in Prozent umzurechnen.
- ◆ Grüne und braune Bodenbedeckung addieren, um den Gesamtanteil der Bodenbedeckung zu erhalten.

Ermittlung dominanter und ko-dominanter Arten

Nach Einrichtung des Biologie-Untersuchungsfeldes besteht die Aufgabe darin, die Vegetationsarten zu charakterisieren. Sie und Ihre Schüler werden nun die am häufigsten auftretende Vegetationsart (dominant) und die am zweithäufigsten auftretende Art (ko-dominant) Ihres Biologie-Untersuchungsfeldes und des Feldes zur quantitativen Bestimmung der Landbedeckung ermitteln. Das Ergebnis kann Ihnen bei der Bestimmung der MUC-Klasse helfen (siehe Protokoll "MUC-System"). Die Wissenschaftler von GLOBE benötigen diese Information, um das Wachstum der verschiedenen Vegetationsarten zu untersuchen. Für geschlossenen Wald, Waldland (MUC-Klassen 0 und 1) bitten wir Sie die wissenschaftlichen Namen (Art und Spezies) und die Namen der Baumtypen, welche die ausladendsten Baumkronen besitzen zu übermitteln. Bei Krautvegetation (MUC-Klasse 4), bestimmen Sie bitte die Pflanzenarten, die den größten Teil des Bodens bedecken, grasartige Gewächse oder breitblättrige Arten. Sehen Sie im Begriffsverzeichnis die Definitionen dieser Ausdrücke nach.

Schritt 1: Bestimmen der Vegetationsarten

- ◆ Wiederholen Sie die Bestimmung der Belaubungsdichte und der Bodenbedeckungsdichte (siehe oben) aber dieses Mal identifizieren die Schüler jeweils die Baumart, die das Fadenkreuz des Densimeters berührt oder die Pflanzenart, die Fuß oder Bein berührt. Der zweite Schüler notiert jeweils die Beobachtungen auf dem Datenblatt.

Bemerkung: Falls Sie die wissenschaftlichen Namen einer Baumart nicht wissen, notieren Sie den gängigen Namen, soweit bekannt. Falls auch der gebräuchliche Name des Baums nicht bekannt ist, erfinden Sie einen Namen und beschreiben Sie den Baum so gut, daß Sie ihn anhand der Beschreibung zu einem späteren Zeitpunkt identifizieren können.

Schritt 2: Berechnen Sie, welche Art dominant und welche ko-dominant ist

- ◆ Stellen Sie die Ergebnisse in Form einer Tabelle zusammen
- ◆ Wenn der Anteil geschlossener Baumkronen um 40% oder mehr und die Höhe der Bäume mehr als beträgt, handelt es sich bei Ihrem Feld um einen Wald oder ein Waldland (MUC-Klassen 0 und 1). Die *dominante* Vegetation ist die Baumart, die Sie am häufigsten durch das Densimeter beobachtet haben. Die *ko-dominante* Vegetation, ist die Baumart, die Sie am zweithäufigsten gesehen haben. Liegt Wald oder Waldland vor, ermitteln Sie die Baumspezies mit Hilfe eines Dichotomieschlüssel oder durch Rückfragen bei ortsansässigen Fachleuten bzw. Auskunftsstellen. Siehe "Hilfreiche Hinweise: Verwendung des Dichotomieschlüssels". Beginnen Sie nun mit der Bestimmung der Baumhöhen und -durchmesser.



- ◆ Ist die Belaubungsdichte geringer als 40% und die Bodenbedeckung größer als 60%, handelt es sich um Krautvegetation (MUC-Klasse 4). Die dominante Vegetation ist die Pflanze, die Sie am häufigsten als Teil der Bodenbedeckung beobachtet haben. Die ko-dominante Vegetation ist die Pflanze, die Sie am zweithäufigsten entweder am Boden oder beim Blick durch das Densiometer gesehen haben. Falls Krautvegetation vorliegt, bestimmen Sie, ob es sich um grasartige oder breitblättrige Arten handelt (siehe Definitionen im Anhang). Handelt es sich um grasartigen Bewuchs, bestimmen Sie die Biomasse des Grases. Ist die Vegetation breitblättrig sind keine weiteren Messungen durchzuführen.

Schritt 3: Festhalten der Ergebnisse

- ◆ Im Falle von Wald oder Waldland, geben Sie die ersten vier Buchstaben von Art und Spezies der dominanten und ko-dominanten Baumart auf dem Datenblatt in der entsprechenden Feldern an.
- ◆ Im Falle von Krautvegetation, geben Sie entweder "GRAM" für grasartigen Bewuchs oder "FORB" für Bewuchs durch breitblättrige Pflanzen an.

Bemerkung: Falls auf Ihrem Feld viele verschiedenen Pflanzenarten vorhanden sind, kann es schwierig sein die dominante und ko-dominante Art zu bestimmen. Können Sie die dominante und ko-dominante Art nicht eindeutig bestimmen, beschreiben Sie die Vegetation so genau wie möglich auf Ihrem Datenblatt und tragen Sie die Bezeichnung "mixed" ein.

Beispiele

Um Ihnen ein besseren Eindruck von dem was Sie machen sollen zu übermitteln, haben wir hier zwei Beispiele beschrieben:

Beispiel 1:

Sie haben die Bestimmung der Belaubungsdichte und der Bodenbedeckungsdichte durchgeführt und die Anzahl der Messungen bei denen Sie Vegetation bzw. offenen Himmel beobachtet notiert. Jedes Mal, wenn Sie Laub durch das Densiometer gesehen haben, notieren Sie sowohl die Baumart, als auch eine Größenabschätzung des Baumes. Dann errechnen Sie eine Belaubungsdichte von 70% und haben notiert, daß sich die Kronen der Bäume alle berühren. Die bedeutet die Klassifikation "Wald" (MUC-Klasse 0). Die dominante Art ist die Spezies, die nach Ihrer Einschätzung am höchsten ist. Die ko-dominante Art ist die mit der zweitgrößten Höheneinschätzung.

Beispiel 2:

Nach Bestimmung der Belaubungsdichte und der Bodenbedeckungsdichte berechnen Sie eine Belaubungsdichte von 20%, die nur durch Pinien zustande kommt. Die Bodenbedeckung beträgt 90% und besteht zu 80% aus Gras und 10% aus breitblättrigen Pflanzen. Dies bedeutet die Klasse "Krautvegetation" (MUC-Klasse 4). Die dominante Vegetation ist Gras ("GRAM" als Eintrag). Da 20% mit Pinien bedeckt ist und nur 10% mit breitblättrigen Pflanzen, ist die ko-dominante Vegetation die Pinienart.

Hilfreiche Hinweise: Verwendung des Dichotomieschlüssels



Der Begriff "Dichotomie" ist von den griechischen Worten "dicha" (zweigeteilt) und "temnein" (schneiden) abgeleitet. Er bezeichnet demnach eine Einteilung in zwei (zumeist entgegengesetzte) Elemente. Der Begriff "Schlüssel" verweist auf Tabellen, Verzeichnisse oder Codes zur Entschlüsselung oder Deutung von Daten. Ein Dichotomieschlüssel stellt somit eine Art tabellarischer Übersicht dar, die den Benutzer durch immer neue Auswahl zwischen jeweils zwei Möglichkeiten zum richtigen Klassifikationsergebnis führt. Bildlich läßt sich dieses Verfahren mit dem Verhalten der Maus im Labyrinth vergleichen, die auf der Suche nach dem Ausgang an jeder Wegkreuzung erneut vor der Entscheidung zwischen "richtig" und "falsch" steht. Nur wenn die Maus alle Entscheidungen richtig trifft, findet sie den Weg ins Freie.

Wie wird ein solcher Dichotomieschlüssel verwendet? Wie bereits erwähnt, stellt eine solche Tabelle den Benutzer immer wieder vor die Wahl zwischen zwei Möglichkeiten, die einander ausschließen. Wie gelangen wir zu der richtigen Entscheidung? In erster Linie durch Einsatz all unserer Sinnesorgane (Augen, Ohren, Nase, Hände usw.). In dem nachfolgenden Beispielen wollen wir einmal dichotomisch ermitteln, welches Schuhwerk wir tragen.

Nehmen wir an Sie tragen Laufschuhe aus Leinen. Die erste Auswahlmöglichkeit ist die Wahl zwischen Leinen und Leder. Da Ihre Schuhe jedoch aus Leinen bestehen und nicht aus Leder, wählen Sie den Pfad "Leinen". Dort werden Sie gefragt, ob Ihre Schuhe über leichte, flache Sohlen oder über schwere, hochgezogene Sohlen verfügen. Da Ihre Schuhe leichte, flache Sohlen aufweisen, haben Sie diese als Leinen-Sportschuhe identifiziert.

Anzumerken ist, daß alle Dichotomieschlüssel bestimmte Grenzen aufweisen. So umfaßt unser obiges Beispiel nur sechs Schuharten. Selbst sehr umfassende, wissenschaftliche Dichotomieschlüssel lassen einige Arten aus. Dies gilt besonders für exotische Arten, die in das betreffende Gebiet erst nachträglich eingeführt wurden. Die meisten Dichotomieschlüssel erstrecken sich nur auf einheimische Arten. Wenn es sich bei der Pflanze, die Sie bestimmen möchten, nicht um eine einheimische Art handelt oder der verwendete Dichotomieschlüssel die örtliche Vegetation nicht vollständig abdeckt, kann es nötig werden, einen Fachmann hinzuzuziehen.

Eine zweite Schwachstelle vieler Dichotomieschlüssel besteht in der Verwendung ungenauer Terminologie (flach, leicht, usw.). Manchmal wird nicht deutlich, was der Autor mit den vorgelegten Alternativen meint. Die besten Dichotomieschlüssel sind solche, die auf objektiven, meßbaren Entscheidungen anstelle subjektiver Auswahlmöglichkeiten beruhen.

Zur Ermittlung der Spezies oder um einen lokalen Dichotomieschlüssel zu finden, fragen Sie Förster, Fachleute vor Ort oder Wissenschaftler an der Universität etc. Vielleicht kann Ihnen Ihr GLOBE-Länderkoordinator weiterhelfen.

Abb. LAND-P-12: Verwendung des Dichotomieschlüssels





Bestimmen der Baumhöhe und des Baumumfangs

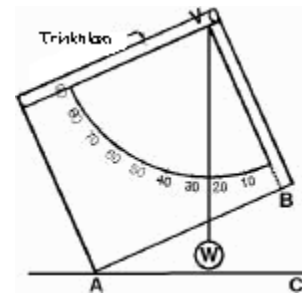
Auswahl der Bäume für die Bestimmung

1. Ist die dominante Vegetationsart eine Baumart, wählen Sie fünf Bäume dieser Art aus. Nehmen Sie den größten Baum, den kleinsten Baum, der noch bis zu den anderen Baumkronen reicht und drei Bäume mittlerer Größe. Markieren Sie diese Bäume.
2. Wiederholen Sie den Vorgang für die ko-dominante Baumart. Befinden Sie weniger als fünf Bäume dieser Art auf dem Feld, ziehen Sie andere Baumarten heran, um eine Auswahl von fünf Bäumen sicherzustellen.

Bestimmen der Baumhöhe mit Hilfe eines Clinometers

Ein Neigungsmesser ("Clinometer") bestimmt die Höhe eines Objekts nicht direkt sondern durch Messen des Winkels. Es handelt sich um eine vereinfachte Ausführung des Quadranten (eines im Mittelalter wichtigen Instruments) bzw. des Sextanten (Meßgerät zur Positionsbestimmung in der Seefahrt). Alle dieses Instrumente weisen einen Kreisbogenabschnitt auf, der zur Messung des Höhenwinkels in Grade unterteilt ist. Der Kreisbogen unseres Neigungsmessers weist eine Skala von 0-90° auf (siehe Abb. LAND-P-13). Wenn ein Objekt in dem Strohhalm sichtbar ist, ist an dem Kreisbogen die Gradzahl des Winkels BVW ablesbar. Der Winkel BAC stellt den Höhenwinkel des Neigungsmessers dar. Aus dem Höhenwinkel und dem Abstand, den Sie zum Objekt haben, können Sie dessen Höhe berechnen.

Abb. LAND-P-13:
Selbstgebasteltes Clinometer



Nach Bennett, A. und Nelson, L. (1961), Mathematics an Activity Approach. Allyn & Bacon, Boston

Schritt 1: Bau des Clinometers

- ◆ Kleben Sie eine Kopie des Clinometerbogens (siehe Anhang) auf ein Stück steife Pappe derselben Größe
- ◆ Stoßen Sie ein Loch durch die Kreismarkierung auf dem Blatt und ziehen ein 15 cm langes Stück Schnur durch
- ◆ Binden Sie an das andere Ende eine Schraubenmutter oder eine Metallunterlegscheibe
- ◆ Kleben Sie einen Strohhalm entlang der dafür markierten Linie.

Schritt 2: Bestimmen und Übermitteln der Baumhöhe

- ◆ Nehmen Sie einen bestimmten Abstand zu einem der ausgewählten Bäume ein und notieren Sie diesen Abstand. Diese Linie ist die AC-Linie (siehe Abb. LAND-P-14). Die genauesten Ergebnisse erhält man, wenn man den Abstand so wählt, daß sich ein Winkel (BVW) zwischen 30° und 60° ergibt.
- ◆ Bestimmen Sie Ihre Augenhöhe (Abstand zum

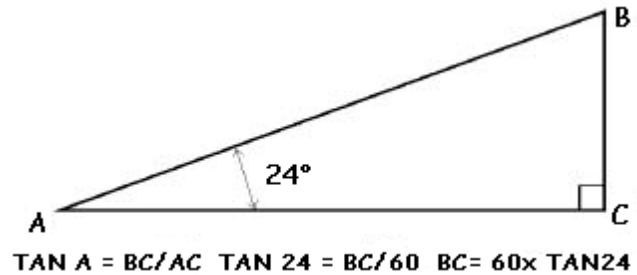
Abb. LAND-P-14: trigonometrische Gleichung

60m



Boden)

- ◆ Peilen Sie die Spitze des Baumes durch den Strohhalm an
- ◆ Notieren Sie die Grad des Winkels (BVW); dieser bezeichnet den Winkel BAC



Im Beispiel (siehe Abb. LAND-P-15) steht ein Schüler 60 m vom Baum entfernt und peilt die Baumspitze durch das Clinometer an. Seine Augenhöhe beträgt 1.5 m. Er liest einen Winkel von 24° ab.

Schritt 3: Eintragen der Ergebnisse in eine Zeichnung

Tragen Sie in Form eines Dreiecks entsprechend der Abb. LAND-P-14 Ihre Daten ein.

Schritt 4: Berechnen der Baumhöhe

- ◆ Verwenden Sie die Tangententabelle im Anhang, um folgende Gleichung zur Bestimmung des Abstandes BC zu lösen:

$$TAN \angle A = BC/AC$$

Im Beispiel löst der Schüler diese Gleichung auf folgende Weise:

$TAN 24 = BC/60$ daher ist $BC = 60 (TAN 24)$ und demnach $BC = 60 (0.45) = 27 \text{ m}$

- ◆ Addieren Sie zu dieser Höhe die Augenhöhe um die gesuchte Baumhöhe zu erhalten. Im Beispiel beträgt die gesuchte Baumhöhe demnach $27 + 1.5 = 28,5 \text{ m}$.

Bemerkung: Für jüngere Schüler: wenn der Winkel BVW 45° beträgt, ist der Abstand zum Baum gleich der Baumhöhe von der Augenhöhe des Schülers aus gemessen. Sie können den Schülern dies mit Hilfe eines gleichschenkligen Dreiecks verdeutlichen ohne weitere Erklärungen zur Mathematik.

Schritt 5: Wiederholen Sie diese Bestimmung für alle ausgewählten Bäume

Schritt 6: Berechnen Sie die Durchschnittshöhe der Bäume

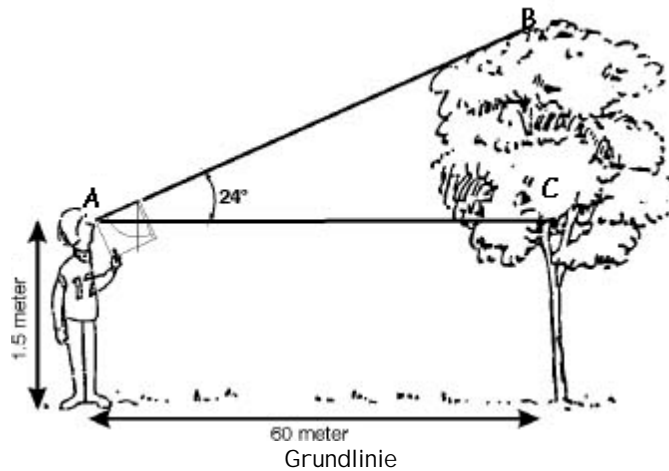
- ◆ Addieren Sie die Höhen der fünf Bäume der dominanten Art und teilen Sie durch fünf. Das ist der Mittelwert der Baumhöhen.
- ◆ Sofern Sie fünf ko-dominante Bäume haben berechnen Sie den Mittelwert auf die gleiche Weise
- ◆ Tragen Sie die Durchschnittswerte in das Datenblatt ein.



Bemerkung: Wenn Sie die Bestimmung der Baumhöhe vorher mit Ihren Schülern üben wollen, suchen Sie sich draußen ein großes Objekt auf von dem Sie die Höhe wissen oder in Erfahrung bringen können. Vergleichen Sie die Ergebnisse mit dem bekannten Wert.



Abb. LAND-P-15: Bestimmung der Baumhöhe mit Hilfe des selbstgebauten Clinometers

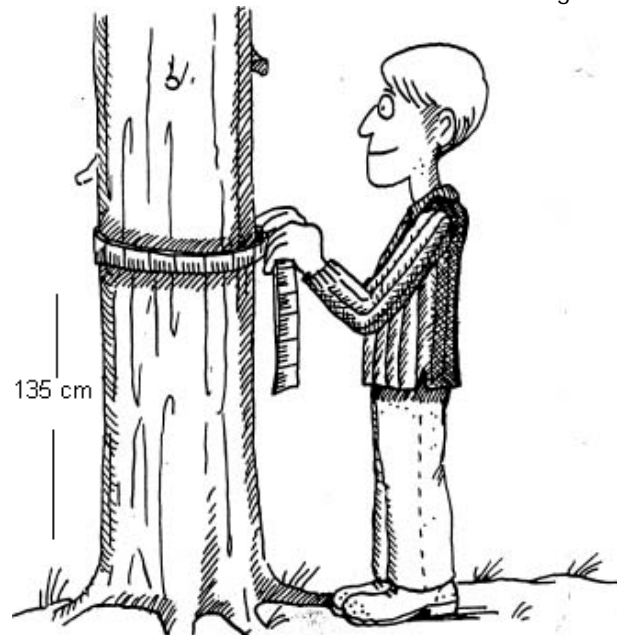


Messen des Baumumfangs

Schritt 1: Messen der Baumumfanges

- ◆ Die Messung ihres Stammumfangs erfolgt mit einem flexiblen Maßband in einer Höhe von 1,35 m über dem Boden. Diese Höhe gilt als "Brusthöhe" - der zu ermittelnde Wert wird dementsprechend in der Wissenschaft als "Umfang in Brusthöhe" (CBH, engl. circumference at breast height) bezeichnet.
- ◆ Wiederholen Sie dies für alle fünf Bäume der dominanten und der ko-dominanten Baumart.
- ◆ Tragen Sie alle Ergebnisse in cm in Ihr Datenblatt ein.

Abb. LAND-P-16: Messen den Baumumfangs



Quelle: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Tschechien

Bestimmen der Grasbiomasse

Wenn es sich bei der dominanten oder ko-dominanten Vegetationsart an Ihrem Untersuchungsort um eine Grasart handelt, muß eine Messung der Gesamtmasse der lebendigen (grünen) und absterbenden bzw. "seneszenten" (braunen) Vegetation pro Flächeneinheit (sog. Biomasse) durchgeführt werden. Daten über die Biomasse sind zur Dokumentation der Bodenbedeckung sowie zur Beurteilung und Modellierung von Wasser- und Nährstoffkreisläufen in der Biosphäre unverzichtbar. Das Biomassen-Protokoll darf jedoch nur an grasförmiger Vegetation



durchgeführt werden, nie an anderen Formen der Landbedeckung - selbst wenn diese am jeweiligen Untersuchungsstandort dominant oder ko-dominant sein sollten.

Schritt 1: Willkürliche Auswahl der Probenstellen

- ◆ Die Willkürlichkeit der Auswahl läßt sich dadurch herstellen, daß man einen Schüler auffordert, sich mit verbundenen Augen in der Mitte des Feldes zu drehen und dann einen Gegenstand von sich wegzuschleudern; an dem Ort, wo dieser Gegenstand landet, erfolgt dann die Probeentnahme.
- ◆ Wiederholen Sie dies zwei weitere Male.
- ◆ Markieren Sie an jeder Probeentnahmestelle ein Quadrat von 1 m Seitenlänge. Dieses Quadrat läßt sich mit Hilfe eines Maßbandes abmessen.

Schritt 2: Abschneiden und Aussortieren des Grases

- ◆ Schneiden Sie innerhalb dieser 1 m² großen Fläche die gesamte Vegetation möglichst bodennah ab (z. B. mit einer Gartenschere oder starken Papierschere). Die Fläche darf anschließend - bis auf kurze Stoppeln - keinerlei Vegetation mehr aufweisen.
Hinweis: Wie bei der Bodenbedeckungsmessung bedeutet "Vegetation" auch hier nur lebendiges oder totes Material, das noch im Boden verwurzelt ist. Achten Sie darauf, daß weder loses Laub noch Unrat mit eingesammelt wird.
- ◆ Trennen Sie die abgeschnittene Vegetation in lebendiges und abgestorbenes Material. Richten Sie sich nach folgender Faustregel: Material, das noch grün gefärbte Anteile enthält, gilt als lebend - ist keinerlei Grünfärbung mehr feststellbar, gilt es als abgestorben.
- ◆ Legen Sie das lebendige und abgestorbene Material in getrennte braune Papiertüten (keine Plastiktüten!), die so beschriftet werden, daß der Ort der Probeentnahme und der Inhalt der Tüte (lebende oder abgestorbene Vegetation) erkennbar sind. Bei starkem Bewuchs des Untersuchungsstandorts können mehrere Tüten erforderlich werden, um alles Material aufzunehmen. In diesem Fall sollte man lieber mehrere kleine Tüten anstatt einer einzigen großen verwenden, um die Trocknung und Gewichtsermittlung zu erleichtern.

Schritt 3: Vorbereiten und Abwiegen der Proben

- ◆ Trocknen Sie das in der Tüte befindliche Material in einem Ofen bei max. 50 - 70 °C. Die erforderliche Trocknungszeit hängt von der Größe der Proben sowie einer Reihe weiterer Faktoren ab. Nehmen Sie die ersten Proben jeweils einmal täglich aus dem Ofen, um ihr Gewicht zu kontrollieren, und trocknen Sie sie dann solange weiter, bis zwei aufeinanderfolgende Wiegevorgänge dasselbe Gewicht ergeben - die Probe ist dann zur endgültigen Gewichtsermittlung bereit. Nach einer Weile werden Sie ein Gefühl dafür entwickeln, wie lange die Probe bis zur vollständigen Trocknung braucht (in der Regel 2 - 3 Tage), so daß das mehrmalige Wiegen entfallen kann.

Hinweis: Verwenden Sie einen Ofen, der zur Trocknung chemischer oder biologischer Proben bei geringen Temperaturen geeignet ist. Keinesfalls darf ein üblicher Backofen verwendet



werden, da diese Geräte bei den relativ geringen Temperaturen, wie Sie zur Probentrocknung erforderlich sind, über längere Zeiträume nicht gefahrlos funktionieren.

- ◆ Wiegen Sie jede Tüte getrennt. Schütten Sie dann den Inhalt heraus wiegen Sie die leere Tüte. Ziehen Sie dieses Leergewicht vom Gesamtgewicht ab und erhalten Sie das Nettogewicht des Inhalts. Zum Wiegen sollte eine Analyse- oder Laborwaage verwendet werden, die mit einer Genauigkeit von ± 0.1 g arbeitet.

Schritt 4: Eintragen der Feldbeobachtungen in das Daten-Arbeitsblatt

- ◆ Tragen Sie für grünes bzw. braunes Material das Gewicht sämtlicher Proben in das Datenblatt ein
- ◆ Übermitteln Sie die einzelnen Werte der drei Probenstellen an den Datenserver.
- ◆ Bestimmen Sie das Durchschnittsgewicht (Biomasse) des grünen Materials, indem Sie das Gewicht der drei grünen Proben addieren und das Ergebnis durch drei teilen. Tragen Sie das Ergebnis in Ihr Datenblatt ein.
- ◆ Berechnen Sie das Durchschnittsgewicht (Biomasse) des braunen Materials auf die gleiche Weise und notieren Sie das Ergebnis auf dem Datenblatt.

Ausfüllen des Datenblattes

Sie finden das Datenblatt, in das Sie alle Ergebnisse und Beobachtungen eintragen können im Anhang. Machen Sie soviel Kopien wie Sie benötigen. Verwenden Sie bei jedem Besuch des Feldes ein separates Datenblatt. So können immer alle Beobachtungen eingetragen werden. Es hängt von den durchgeführten Bestimmungen ab, welche Felder jeweils frei bleiben.

1. Standort-Beschreibung: Beschreiben Sie das Untersuchungsfeld. Geben Sie auch ein, ob es sich um "Übungsdaten" oder "Validierungsdaten" bzw. "quantitative" oder "qualitative" Daten handelt. Tragen Sie im Falle der quantitativen Bestimmung ein, ob die Ergebnisse von einem Biologie- oder Landbedeckungs-Untersuchungsfeld stammen.
2. Bezeichnung des Standorts: Tragen Sie hier die Bezeichnung ein, die Sie und Ihre Schüler diesem Standort gegeben haben.
3. Staat/Bundesland/Stadt: Hier sind die entsprechenden Ortsangaben einzutragen.
4. GPS-Koordinaten: Breiten- und Längengrad des Mittelpunkts des Untersuchungsstandorts gemäß Ermittlung mit dem GPS-System
5. Datum und Uhrzeit: Daten und Uhrzeit der Feldbeobachtungen
6. Protokollführer: Name des Schülers oder einer sonstigen Person, die die Daten in das Formular einträgt.
7. MUC-Landbedeckungsklasse (Stufen 2, 3 und 4): Tragen Sie hier die Bezeichnung sowie die Schlüssel-Nr. nach dem "Modifizierten UNESCO-Landbedeckungs-Klassifikationssystem" (MUC) ein, der die Landbedeckung an diesem Standort am nächsten kommt. Wenn es sich um einen städtischen oder landwirtschaftlich genutzten Standort handelt, brauchen auf dem



Formular keine weiteren Eintragungen vorgenommen zu werden, da die übrigen Felder der Protokollierung von Angaben über die natürliche Vegetation dienen.

8. Dominante und ko-dominante Art:

- Hier sind die ersten vier Buchstaben des Gattungs- und Artnamens der bestimmten dominanten und ko-dominanten Vegetationsart einzutragen (wie im Dichotometrieschlüssel angegeben).
- Handelt es sich bei der dominanten und/oder ko-dominanten Art um Krautvegetation, geben Sie "GRAM" (graminoid) für Grasbewuchs und "FORB" für breitblättrige Pflanzenarten ein.
- Liegt verschiedenartige Vegetation vor, sodaß eine sichere Bestimmung der dominanten und ko-dominanten Art nicht möglich ist, beschreiben Sie die Vegetationstypen genau und tragen Sie "mixed" ein.

9. Belaubungsdichte: Dieses Feld bietet Platz zum Eintrag der "+"- und "-"-Vermerke aus der Bestimmung Belaubungsdichte mit dem Röhrendensiometer.

10. Bodenbedeckung: Hier sind die "g"-, "b"- und "-"-Vermerke aus der Bodenbedeckungsmessung einzutragen.

11. Anzahl, Höhe und Umfang der Bäume: In diesen Feldern sind die Anzahl der Bäume sowie die Ergebnisse der Höhen- und Umfangsmessung an den fünf repräsentativen Exemplaren einzutragen. Verwenden Sie die entsprechenden Spalten für die dominante bzw. ko-dominante Art. Wenn es sich bei der dominanten und/oder ko-dominanten Art um Grasvegetation handelt, sind die Felder für die Baummessungen freizulassen.

12. Grüne/braune Biomasse: Tragen Sie hier das Trockengewicht der grünen und braunen Biomasse von jeder der drei Grasproben ein. Diese Daten werden in der Schule eingetragen, nachdem die Proben getrocknet wurden. Wenn Gras nicht die dominante und/oder ko-dominante Vegetationsart darstellt, sind diese Felder freizulassen.

13. Zusammenfassung der Biometriedaten: Hier stehen Felder für den berechneten Anteil der Baumdecke und der grünen bzw. braunen Bodenbedeckung, sowie die aus den einzelnen Messungen rechnerisch ermittelten Baumhöhen-, Baumumfangs- und Biomassen-Durchschnittswerte zur Verfügung. Alle mit einem Stern ("*") gekennzeichneten Felder sind an den GLOBE Student Data Server zu übermitteln.

14. Fotos, Notizen: Hier sind relevante Feldbeobachtungen, z. B. Wetterbedingungen, Anzahl und Richtung der aufgenommenen Fotos usw. einzutragen.



Protokoll: MUC-System

<p>Zweck Klassifizieren der Landbedeckung mit Hilfe des Modifizierten UNESCO-Klassifikations (MUC) System</p> <p>Übersicht Die Schüler lernen den Gebrauch diese hierarchisch gegliederten Klassifikationssystem zur Bestimmung der MUC-Klasse ihrer Untersuchungsfelder.</p> <p>Zeitaufwand 15 min bis 45 min für die Feldbeobachtungen und der sorgfältigen Bestimmung der MUC-Klasse (ohne Anreisezeiten)</p> <p>Niveau alle</p> <p>Häufigkeit Für alle Felder zur Bedeckungsbestimmung; Bestimmen Sie die MUC-Klasse einmal, wenn die Blätter am stärksten entwickelt sind.</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Begriffe</p> <ul style="list-style-type: none">- Belaubungsdichte- Dichte der Bodenbedeckung- hierarchisches Klassifikationssystem zur Bestimmung der Bedeckungsklasse	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Umgang mit den Kompass- Bestimmen von Abständen durch Abschreiten- Verwendung eines Klassifikationssystems- Entscheidungen anhand von vorgegebenen Regeln und Definitionen treffen- Verwendung des MUC-System zum Bestimmung des Bedeckungstyps <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- MUC-System und Definitionen- Kompass- Röhrendensiometer- Datenblatt "Biometrie" <p>Vorbereitung</p> <ul style="list-style-type: none">- Durcharbeitung des MUC-Klassifikations-schemas und der aufgeführten Beispiele- Besprechung und Beurteilung lokaler Landbedeckungs-Formen <p>Voraussetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- Durchführen der Lernaktivität "Klassifikation von Blättern"- Erlernen durch Abschreiten abzumessen- Umgang mit Kompass und Densiometer
---	--

Einführung

Bei GLOBE verwenden wir das modifizierte UNESCO Klassifikations System (MUC), um die Art der Landbedeckung zu klassifizieren. MUC basiert auf ökologischen Begriffen und internationalen Standards. Das MUC-System hat vier hierarchisch angeordnete Stufen. Wie in den Tabellen LAND-P-3 und LAND-P-4 zu sehen, enthält jede Stufe einen höheren Detaillierungsgrad hinsichtlich der Bedeckungseigenschaften. Die MUC-Codenummer hat vier Ziffern, für jede Stufe eine, beginnend mit der niedrigsten Stufe. Zur Bestimmung der MUC-Klasse einer einheitlichen Bedeckung, beginnen Sie stets mit der niedrigsten Stufe, der ersten Zahl im Code und fahren Sie Stufe für Stufe fort. Die Definitionen zu den MUC-Klassen finden Sie im Anhang. Die Schüler sollten besser diese immer wieder nachlesen, als ihren Erinnerungen oder allgemeinem Wissen zu vertrauen.



Ein Klassifikationssystem ist ein verständlicher Satz an Kategorien mit Bezeichnungen und Definitionen, die typischerweise in einer hierarchischen Struktur oder Baumstruktur angeordnet sind. Es ist als Datensatz organisiert, der einem Inhaltsverzeichnis von sinnvoll zusammengestellter Bedeckungsarten entspricht. Das Klassifikationssystem muß *eindeutig* und *vollständig* sein. Vollständig heißt, daß es für jede Bedeckungsform eine angemessene Klasse gibt. Eindeutig bedeutet, daß es für jede Form eine einzige Zuordnung gibt. Die hierarchische Anordnung heißt, daß es verschiedene Stufen von Klassen gibt. Stufe 1 ist die allgemeinste Klasse. Jede höhere Stufe ist stärker detailliert und mehrere detaillierte Klassen können in weniger, allgemeinere Klassen zusammengefaßt werden. Zum Beispiel:

Das MUC-System hat 10 Klassen der Stufe 1, einschließlich dem geschlossenen Wald, Waldland und Stadtgebiet. Siehe Abbildungen LAND-P-3 und LAND-P-4. Die Klassen der Stufe 2 innerhalb des geschlossenen Waldes sind vorwiegend immergrüner Wald, vorwiegend Laubwald und extrem xeromorpher (trockener)Wald. Diese Stufe 2- Klassen beschreiben den Wald detaillierter als die Stufe 1. Sie können in der Stufe 1 - Klasse geschlossener Wald zusammengefaßt werden. In anderen Worten, jede Klasse dieser drei Stufe 2- Klassen gehört auch immer zur Stufe 1 - Klasse geschlossener Wald. In der Tabelle LAND-P-3 finden Sie eine verkürzte Version der MUC-Tabelle. Diese zeigt nur die Stufen 1 und 2.

Tabelle LAND-P-3: MUC-Stufen 1 und 2

Natürliche		01	vorwiegend immergrüner Wald
Boden-	0 Geschlossener	02	vorwiegend Laubwald
bedeckung	Wald	03	extrem xeromorpher (trockener)Wald
		11	vorwiegend immergrüner Baumbestand
	1 Waldland	12	vorwiegend Laubbaumbestand
		13	extrem xeromorpher (trockener) Baumbestand
	2 Strauchland	21	vorwiegend immergrüner Strauchbestand
		22	vorwiegend laubbildender Strauchbestand
		23	extrem xeromorpher (trockener) Strauchbestand
	3 Zwergstrauchbewuchs	31	vorwiegend immergrüner Zwergstrauchbestand
		32	vorwiegend laubbildender Zwergstrauchbestand
		33	extrem xeromorpher (trockener) Zwergstrauchbestand
		34	Tundra



	4 Krautvegetation	41	hohe grasartige Gewächse
		42	mittelhohe grasartige Gewächse
		43	kurze grasartige Gewächse
		44	breitblättrige Arten
	5 Ödland	51	trockene Salzebenen
		52	Sandgebiete
		53	unbedeckter Fels
		54	ganzjährige Schneefelder
		55	Gletscher
		56	Sonstiges
	6 Feuchtgebiet	61	Flußniederungen
		62	Sumpfgebiet
		63	meeresnah
		64	Binnenseebereich
	7 Offenes Wasser	71	Süßwasser
		72	Seewasser
Künstliche Boden- bedeckung	8 Kultivierte Flächen	81	landwirtschaftlich
		82	nicht landwirtschaftlich
	9 Städtische Bebauung	91	Wohnbebauung
		92	Gewerbliche/industrielle Bebauung
		93	Verkehr
		94	Sonstiges

Quelle: UNESCO, 1973 und GLOBE, 1996

Das gesamte MUC-Klassifikationsschema ist in Tabelle LAND-P-4 dargestellt. Denken Sie daran, daß Sie in dieser Tabelle nur die Namen und die Codenummern jeder Klasse finden. Die ausführlichen Definitionen und Beschreibungen jeder Klasse finden Sie im Begriffsverzeichnis (Anhang). Jede Klasse ist streng durch klare Entscheidungskriterien definiert.

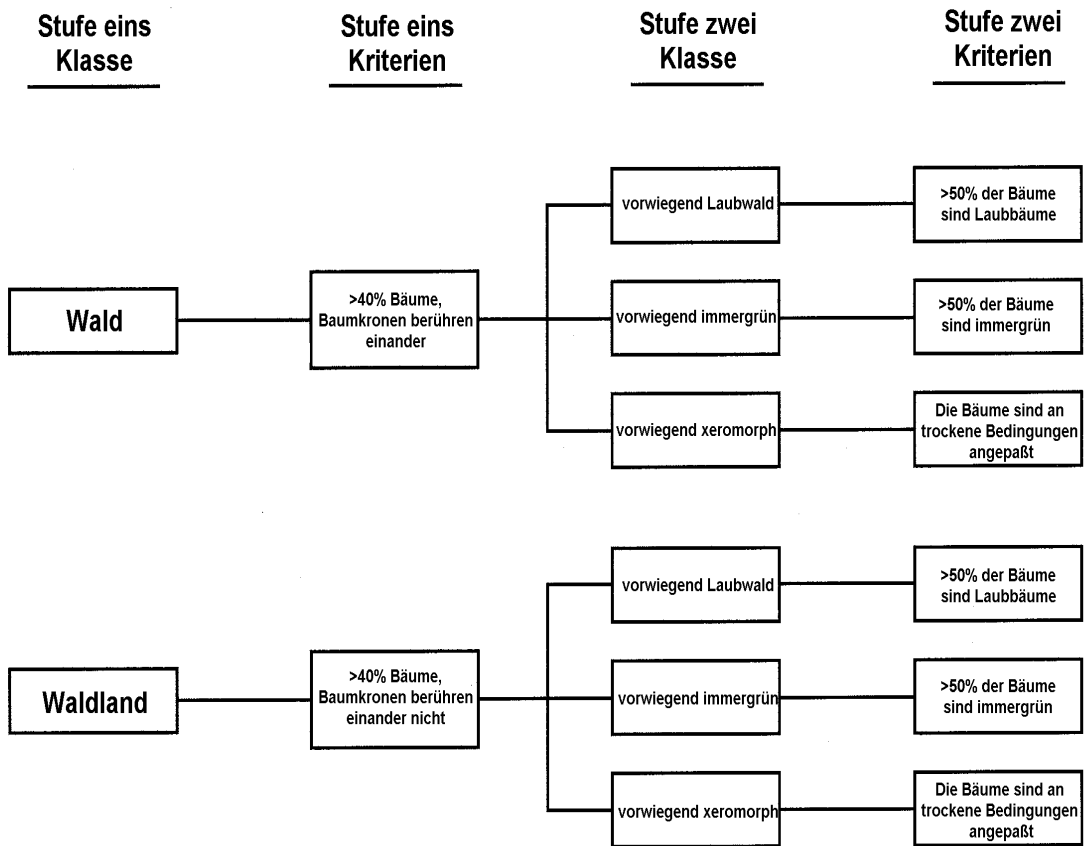


Beispiel für die Bestimmung der MUC-Klasse Stufe 2

Abb. LAND-P-17 beschreibt die Kriterien zur Unterscheidung zwischen Wald und Waldland auf der Stufe 1 und zwischen den Haupttypen der Stufe 2 vorwiegend Laubwald, vorwiegend immergrüner Wald und extrem xeromorpher (trockener)Wald.

Über 40% der Fläche muß mit Bäumen bedeckt sein, damit die Klasse Wald oder Waldland vergeben werden kann. Bilden die Baumkronen eine geschlossene Decke (die Zweige der Nachbarbäume berühren sich) liegt die Klasse Wald vor. Befinden sich die Bäume weiter voneinander entfernt, bezeichnen wir die Bedeckungsart als Waldland. Die Klassen der Stufe 2 hängen von der Zusammensetzung der Bedeckungstypen der Stufe 1 ab. In diesem Beispiel hängen die Stufe 2-Klassen für Wald und Waldland von dem Anteil an Laub- und Nadelbäumen ab.

Abb. LAND-P-17 Anwendung des MUC-Schemas auf Wald und Waldland





Stufe1 Stufe2 Stufe3 Stufe4
Bemerkungen

0	geschlossener Wald		
	01	vorwiegend immergrüner Wald	
		011	Tropischer Feuchtwald
		0111	Tieflandwald
		0112	submontaner Wald
	Costa Rica		
		0113	Gebirgswald
	Costa Rica: Sierra de Talamaca		
		0114	subalpiner Wald
		0115	Nebelwald
	Jamaica: Blue Mountains		
		012	tropische und subtropische immergrüne Arten (saisonal)
		0121	Tieflandwald
		0122	submontaner Wald
		0123	Gebirgswald
		0124	subalpiner Wald
		013	tropische und immergrüne halblaubbildende Arten (obere Belaubung sind
trockene Blätter)		0131	Tieflandwald
	Ceiba spp.		
		0133	Gebirgs- und Nebelwald
		014	subtropischer Regenwald
		0141	Tieflandwald
	Quennsland, Australien und Taiwan		
		0142	submontaner Wald
		0143	Gebirgswald
		0144	subalpiner Wald
		0145	Nebelwald



- 015 immergrüne Arten gemäßigter und subpolarer Zonen
0151 immergrüner Feuchtwald gemäßigter Zonen
Chilenische Küste
0152 subpolarer immergrüner Feuchtwald
- 016 immergrüne Arten gemäßigter Zonen mit Anteil breitblättriger Laubgehölze
0161 Tieflandwald
0162 submontaner Wald
0163 Gebirgswald
0164 Subalpiner Wald
- 017 immergrüne breitblättrige Sklerophylle in Winterregengebieten
0171 Tiefland + submontaner Wald > 50 m
Eucalyptus regnans
0172 Tiefland + submontaner Wald < 50 m
USA, Californien live-oak forest
- 018 tropische und subtropische immergrüne nadelblättrige Arten
0181 Tiefland + submontaner Wald
Pinus spp.
0182 Gebirgswald + submontaner Wald
Pinus spp.
- 019 immergrüne nadelblättrige Arten gemäßigter und subpolarer Zonen
0191 Hochwald
Sequoia und Pseudotsugaspp.
0192 gerundete Baumkronen
Pinus spp.
0193 kegelförmige Baumkronen
Picea und abies spp.
0194 zylindrische Baumkronen
- 02 vorwiegend Laubwald
- 021 Laubwald tropischer und subtropischer Dürrezonen
0211 breitblättrige Tiefland- und submontane Arten
nordwestliches Costa Rica
0212 Gebirgswald + Nebelwald
nördliches Peru
- 022 Laubwald kalter Zonen mit immergrünen Baum- und Straucharten
Westeuropa: Ilex aquifolium
0221 Wald mit immergrünen, breitblättrigen Bäumen und
Kletterpflanzen Nordamerika: Magnolia spp.
0222 Wald mit immergrünen nadelblättrigen Bäumen
nordöstliche USA: Ahornwälder



- 023 Laubwald kalter Zonen ohne immergrüne Arten
 - 0231 Breitblättrige Tiefland - und submontane Arten gemäßigter Zonen
 - 0232 Montane oder boreale Arten
 - 0233 Subalpin bzw. subpolar
- Übergang zu Waldland
- 03 Extrem xeromorpher (trockener) Wald
 - 031 Vorwiegend Sklerophylle
 - 032 Dornenwald
 - 0321 Gemischter Bestand aus laubbildenden und immergrünen Arten
 - 0322 Reiner Laubwald
 - 033 Vorwiegend Sukkulentenwald
- 1 Waldland
 - 11 Vorwiegend immergrüner Strauchbestand
 - 111 Breitblättrige immergrüne Arten
 - 112 Laubwald kalter Zonen mit immergrünen Arten
 - 1121 Gerundete Kronen
 - Pinus spp.
 - 1122 Vorwiegend kegelförmige Kronen
 - zumeist subalpin
 - 1123 Schmale zylindrische Kronen
 - Boreale Regionen; Picea spp.
 - 12 Vorwiegend laubbildender Strauchbestand
 - 121 Dürrezonen-Laubwald
 - 1211 Breitblättrige Tiefland- und submontane Arten
 - 1212 Gebirgs- und Nadelwald



- 122 Laubwald kalter Zonen mit immergrünen Arten
 - 1221 Mit immergrünen breitblättrigen Bäumen und Kletterpflanzen
 - 1222 Mit immergrünen nadelblättrigen Bäumen

- 123 Laubwald kalter Zonen ohne immergrüne Arten
 - 1231 Breitblättrige laubbildende Arten
 - 1232 Nadelblättrige laubbildende Arten
 - 1233 Gemischte laubbildende Arten

- 13 Extrem xeromorpher Strauchbestand
 - 131 Vorwiegend Sklerophylle

 - 132 Dornenwald
 - 1321 Gemischter Bestand aus laubbildenden und immergrünen Arten
 - 1322 Reiner Laubwald
 - 133 Vorwiegend Sukkulente Wald

- 2 Strauchland
 - 21 Vorwiegend immergrüner Strauchbestand
 - 211 Breitblättrige immergrüne Arten
 - 2111 Niedriges Bambusdickicht
 - 2112 Immergrüne Bäume mit endständigem Schopf
 - mediterrane Zwergpalme
 - 2113 Breitblättrige Halbsklerophylle
 - subalpine Rhododendron-Dickichte
 - 2114 Breitblättrige Sklerophylle
 - Chapparral oder Macchia
 - 2115 Suffruticose-Dickicht
 - Zistrosenheide

 - 212 Nadelblättrige Arten
 - 2121 Immergrün-Nadelblättrige
 - Pinus mughus, "Krummholz"



- 2122 Immergrüne Mikrophylle
tropisch-subalpin
- 22 Vorwiegend laubbildender Strauchbestand
 - 221 Dürrezonen-Laubgehölz gemischt mit immergrünen Holzpflanzen
 - 222 Dürrezonen-Laubgehölz ohne immergrüne Arten
 - 223 Laubgehölz kalter Zonen
 - 2231 Laubbildende Arten gemäßigter Zonen
 - 2232 Subalpin oder subpolar
- 23 Extrem xeromorpher (trockener) Strauchbestand
 - 231 Vorwiegend immergrüne Arten
 - 2311 Immergrüne Wüstenrand-Arten
 - 2312 Halblaubbildende Wüstenrand-Arten
AUS, USA: *Atriplex kochia* (Salzbusch)
 - 232 Laubgehölz in Wüstenrandgebieten
 - 2321 Ohne Sukkulente
 - 2322 Mit Sukkulente
- 3 Land mit Zwergstrauchbewuchs
 - 31 Vorwiegend immergrüner Zwergstrauchbestand
 - 311 Immergrünes Zwergstrauch-Dickicht
 - 3111 Caespitoses Dickicht
Calluna-Heide
 - 3112 Kriech- oder Mattendickicht
Loiseleuria-Heide
 - 312 Lockerer immergrüner Zwergstrauchbestand
 - 3121 Immergrünes Polster
östl. Mittelmeerraum: *Astragalus*



- 313 Mischformation aus immergrünen Arten und Krautvegetation
 - 3131 Gemisch aus echten immergrünen und krautigen Arten
- Nardus-Calluna-Heide
 - 3132 Gemisch aus teilweise immergrünen und krautigen Arten
- Griechenland: Phrygaspp.

- 32 Vorwiegend laubbildender Zwergstrauchbestand
 - 321 Fakultative Dürrezonen-Laubgehölze

 - 322 Obligate Dürrezonen-Laubgehölze
 - 3221 Laubbildende caespitose Dürrezonen-Arten
 - 3222 Laubbildende kriechende/mattige Dürrezonen Arten
 - 3223 Laubbildendes Dürrezonen-Polster
 - 3224 Laubbildende Dürrezonen-Arten gemischt

 - 323 Laubgehölze kalter Zonen
 - 3231 Laubbildende caespitose Arten kalter Zonen
 - 3232 Laubbildende kriechende bzw. mattige Arten kalter Zonen
 - 3233 Laubbildende Polster kalter Zonen
 - 3234 Laubbildende Mischarten kalter Zonen

- 33 Extern xeromorpher Zwergstrauchbestand
 - 331 Vorwiegend immergrün
 - 3311 Immergrüne Wüstenrand-Arten
 - 3312 Halblaubbildende Wüstenrand-Arten

 - 332 Wüstenrandgebiet-Laubgehölz
 - 3321 Ohne Sukkulente
 - 3322 Mit Sukkulente

- 34 Tundra



- 341 Vorwiegend Bryophyten
 - 3411 Caespitose Zwergstrauch/Moos- Tundra
 - 3412 Kriech- oder Matten- Zwergstrauch/Moos- Tundra

- 342 Vorwiegend Flechten

- 4 Krautvegetation
 - 41 Hohe grasartige Gewächse
 - 411 10 - 40% Baumdecke
 - 4111 Bäume: breitblättrige immergrüne Arten
 - 4112 Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten
 - 4113 Bäume: breitblättrige laubbildende Arten

 - 412 <10% Baumdecke
 - 4120 Bäume: nadeltragende immergrüne Arten
 - 4121 Bäume: breitblättrige immergrüne Arten
 - 4122 Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten
 - 4123 Bäume: breitblättrige laubbildende Arten
 - 4124 Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen

 - Termitensavanne
 - oder Sträuchern auf Termitennestern

 - 413 Mit Strauchbestand
 - 4131 Sträucher: breitblättrige immergrüne Arten
 - 4132 Sträucher: breitblättrige halblaubtragende Arten
 - 4133 Sträucher: breitblättrige laubbildende Arten
 - 4134 Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen

 - Termitensavanne
 - oder Sträuchern auf Termitennestern



- 414 Arten mit endständigem Schopf
- 4141 Tropisches Grasland mit Palmen
Bolivien: Aracomia totai
- 415 gehölzfreie Synusien
- 4151 Tropisches Grasland
- 42 Mittelhohe grasartige Gewächse
- 421 10 - 40% Baumdecke
- 4210 Bäume: nadeltragende immergrüne Arten
- 4211 Bäume: breitblättrige immergrüne Arten
- 4212 Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten
- 4213 Bäume: breitblättrige laubbildende Arten
- 422 <10% Baumdecke
- 4220 Bäume: nadeltragende immergrüne Arten
- 4221 Bäume: breitblättrige immergrüne Arten
- 4222 Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten
- 4223 Bäume: breitblättrige laubbildende Arten
- 4224 Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen
Termitensavanne
oder Sträuchern auf Termitennestern
- 423 Mit Strauchbewuchs
- 4230 Sträucher: nadeltragende immergrüne Arten
- 4231 Sträucher: breitblättrige immergrüne Arten
- 4232 Sträucher: breitblättrige halblaubtragende Arten
- 4233 Sträucher: breitblättrige laubbildende Arten
- 4234 Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen
Termitensavanne
oder Sträuchern auf Termitennestern
- 4235 Gehölz-Synusien laubbildender Dornensträucher
- 424 Offene Schopfgewächs-Synusien
- 4241 Subtropisch mit offenen Palmenhainen



- 425 Gehölzfreie Synusien
 - 4251 Vorwiegend geschlossene Grasnarbe
- USA: Hochgrasprairie
 - 4252 Vorwiegend Büschelgras
- Neuseeland: *festuca novae zelandie*

- 43 Kurze grasartige Gewächse
 - 431 10-40% Baumdecke
 - 4310 Bäume: nadeltragende immergrüne Arten
 - 4311 Bäume: breitblättrige immergrüne Arten
 - 4312 Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten
 - 4313 Bäume: breitblättrige laubbildende Arten

 - 432 <10% Baumdecke
 - 4320 Bäume: nadeltragende immergrüne Arten
 - 4321 Bäume: breitblättrige immergrüne Arten
 - 4322 Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten
 - 4323 Bäume: breitblättrige laubbildende Arten
 - 4324 Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen
- Termitensavanne
 - oder Sträuchern auf Termitennestern

- 433 Mit Strauchbewuchs
 - 4330 Sträucher: nadeltragende immergrüne Arten
 - 4331 Sträucher: breitblättrige immergrüne Arten
 - 4332 Sträucher: breitblättrige halblaubtragende Arten
 - 4333 Sträucher: breitblättrige laubbildende Arten
 - 4334 Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen
- Termitensavanne
 - oder Sträuchern auf Termitennestern
- 4335 Gehölz-Synusien laubbildender Dornensträucher

- 434 Offene Schopfgewächs-Synusien
 - 4341 Subtropisch mit offenen Palmenhainen



- 435 Vorwiegend Büschelgräser mit Gehölz-Synusien
4351 Tropisch-alpine Arten mit Schopfpflanzen
4352 Tropisch-alpin jedoch sehr offen, ohne Schopfpflanzen
4353 Tropisch oder subtropisch, mit offenen Gruppen immergrüner
Arten
4354 Mit Zwergstrauchbestand
- 436 Gehölzfreie Synusien
4361 Kurzgras-Gemeinschaften
USA, Colorado: Kurzgrasprairie
4362 Büschelgras-Gemeinschaften
- 437 Kurze bis mittellange Mesophyten-Gemeinschaften
4371 Geschlossene Grasnarbe bildende Arten
Nordamerika: Tiefland
4372 Alpine bzw. subalpine Wiesen
Hohe Breiten
- 44 Breitblättrige Krautgewächse
- 441 Hohe Krautgewächs-Gemeinschaften
4411 Farndickichte
4412 Einjährige Krautgewächse
- 442 Kurze Krautgewächs-Gemeinschaften
4421 Mehrjährige Krautgewächse
4422 Einjährige Krautgewächse
- 5 Ödland
- 51 Trockene Salzebenen
52 Sandgebiete
53 Unbedeckter Fels
54 Ganzjährige Schneefelder
55 Gletscher
56 Sonstiges



- 6 Feuchtgebiet
 - 61 Flußniederungen
 - 62 Sumpfgebiet
 - 63 Meeresnah
 - 64 Binnenseebereich

- 7 Offenes Wasser
 - 71 Süßwasser
 - 72 Meerwasser

- 8 Kultivierte Flächen
 - 81 Landwirtschaft
 - 811 Nutzpflanzen-Reihenanbau oder Weideland
 - 812 Obstgärten/Gartenbau
 - 813 Intensivtierhaltung
 - 814 Sonstige landwirtschaftliche Nutzung

 - 82 Nicht landwirtschaftlich
 - 821 Grün- und Sportflächen
 - 822 Golfplätze
 - 823 Friedhöfe
 - 824 Sonstige nichtlandwirtschaftliche Nutzung

- 9 Städtische Bebauung
 - 91 Wohnbebauung
 - 92 Gewerbliche / industrielle Bebauung
 - 93 Verkehr
 - 94 Sonstiges

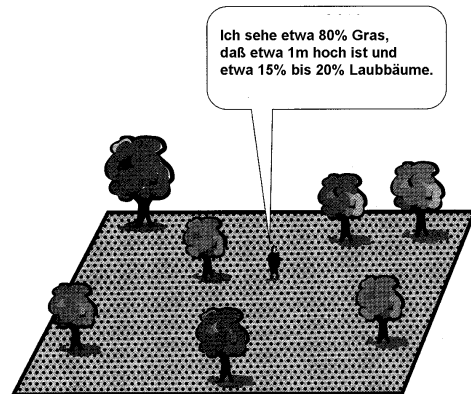


Weitere Beispiele zur Verwendung des MUC-Systems

In den folgenden Beispielen ist der Prozess der Klassifikation demonstriert. Beziehen Sie sich auf die MUC-Beschreibung in Tabelle LAND-P-4 und dem MUC-Begriffsverzeichnis im Anhang.

Beispiel 1

Sie wählen ein weitgehendes mit Gras bewachsenes Gebiet als Ihr Untersuchungsfeld für die Landbedeckung (90 m x 90 m) aus. Ungefähr 80% davon sind mit Gras und Krautpflanzen bedeckt, die etwa einen Meter (75/25 Mischung) hoch sind. Etwa 15-20% sind Laubbäume mit breiten Blättern.



Stufe 1: In Ihrem Klassifikationsschema sehen Sie, daß die Klasse 4, Krautvegetation, diejenige, welche höchstwahrscheinlich zutrifft. Im Begriffsverzeichnis lesen Sie, daß die Klasse 4 mehr als 60% Landbedeckung durch Krautvegetation auf der gesamten Fläche fordert. Die Auswahl der Klasse 4 ist bestätigt.

Stufe 2: Auf der Stufe 2 haben Sie nur vier Möglichkeiten zur Auswahl (41-44). Nachdem Sie die Definitionen der vier Klassen nachgelesen haben, bestimmen Sie, daß der dominante Bedeckungstyp (Krautvegetation) zu mehr als 50% Gras aus besteht, der Bedeckungstyp der Stufe 2 ist also grasartige Gewächse. Da das Gras 50 cm bis 2 m hoch ist, wählen Sie die Klasse 42, mittelhohe grasartige Gewächse.

Stufe 3: Auf der dritten Stufe finden Sie fünf Klassen zur Auswahl (421 - 425). Da die Bedeckung durch Bäume 15 - 20 % ausmacht, wählen Sie die Klasse 421 "mit 10 - 40 % Bedeckung durch Bäume" und bestätigen das Ergebnis anhand der Definition.

Stufe 4: Auf der Stufe 4 haben Sie nun drei Möglichkeiten (4211 - 4213). Da es sich um Laubbäume mit breiten Blättern handelt wählen Sie die Klasse 4213. Damit ist die MUC-Klassifikation der Stufe 4 abgeschlossen.



Beispiel 2

Sie leben in einem gemäßigttem Tieflandgebiet. Sie wählen ein Untersuchungsfeld aus, daß zum großen Teil bewaldet ist. Die Baumkronen berühren sich, aber auf 20% der Fläche stehen Häuser. Die Bäume sind mehr immergrüne Arten, als Laubgehölz, wahrscheinlich im Verhältnis 60/40.



Stufe 1: Sehen Sie die Wahlmöglichkeiten in der MUC-Klassifikation nach und Sie finden, daß es sich aufgrund der geschlossenen Baumkronendecke und Belaubungsdichte von mehr als 40% im gesamten Bereich um geschlossenen Wald handelt. Also Klasse 0 in Stufe 1.

Stufe 2: Sie haben auf der Stufe 2 drei Wahlmöglichkeiten (01-03). Da mindestens 50% der Bäume, die bis zur Baumkronendecke reichen, immergrüne Arten sind, entscheiden Sie sich für die Klasse 01, vorwiegend immergrüne Arten.

Stufe 3: Nun haben Sie auf der Stufe 3 neun Möglichkeiten (011-019), aber fünf sind ausschließlich tropisch oder subtropisch. Sechs der Möglichkeiten finden wir in der Winter-Regen-Kategorie, die auch klar nicht zutreffen. Also gibt es nur drei echte Wahlmöglichkeiten (015, 016, 019). Nachdem Sie die Definitionen dieser Typen gelesen haben, entscheiden Sie sich für die Klasse 016, immergrüne Arten gemäßigtter Zonen mit Anteil breitblättriger Laubgehölze.

Stufe 4: Auf dieser Stufe gibt es vier Klassen (0161 -0164). Da Sie in einem Tieflandgebiet leben, ist die Klasse 0161, Tieflandwald, die richtige Wahl.

Bestimmung der Landbedeckung mit Hilfe des MUC-Systems

Beginnen Sie bei der Klassifikation der Bedeckung mittels des MUC-System immer mit der allgemeinsten Stufe (Stufe 1) und arbeiten Sie sich schrittweise zu den detaillierteren Stufen (höheren Stufen) vor. Auf der Stufe 1 gibt es 10 Klassen. Acht davon beziehen sich auf natürlich gewachsene Bedeckung, zwei davon auf künstliche, durch den Menschen geschaffene Bedeckung. Auf keiner anderen Stufe des MUC-Systems gibt es mehr als sechs Wahlmöglichkeiten. Daher ist die Klassifizierung auf der Stufe 1 die bedeutendste. Allerdings sind diese Klassen auch sehr allgemein und die Unterschiede zwischen ihnen groß. Daher ist es nicht so schwierig, die richtige Klasse auf der Stufe 1 zu finden. Lesen Sie stets die Definitionen nach, sie werden Ihnen bei der Auswahl der richtigen Klasse helfen.



Bestimmung der Landbedeckung auf Stufe 1

Schritt 1: Versuchen Sie möglichst viele Klassen auszuschließen

- ◆ Vergleichen Sie die vorliegende Bedeckung mit den Definitionen der 10 Klassen der Stufe 1
- ◆ Gewöhnlich gibt es nur wenige Möglichkeiten, die auf Ihr Untersuchungsgebiet angewendet werden können. Die anderen können ausgeschlossen werden.

Schritt 2: Führen Sie Messungen durch, die für die Entscheidung nötig sind

- ◆ Bestimmen Sie die Baumhöhe, Belaubungsdichte oder Bodenbedeckungsdichte und ermitteln Sie die dominanten und ko-dominanten Arten. Folgen Sie dazu den entsprechenden Anleitungen im Biometrie-Protokoll. Häufig sind aber keine Messungen erforderlich.
- ◆ Führen Sie quantitative Bestimmungen durch, um Fragen, die sich bei der Auswahl der MUC-Klasse stellen, zu klären.

Schritt 3: Überprüfen Sie Ihre Wahl

- ◆ Lesen Sie die Definitionen der Klassen für die Stufen 2, 3 und 4 durch, die unter den Stufe 1 - Klassen angeordnet sind und die für das Gebiet möglich erscheinen. Falls keine Definition auf höherer Stufe für Ihr Untersuchungsgebiet zutrifft, überdenken Sie Ihre Entscheidung in Schritt 2.

Bestimmung der Landbedeckung auf Stufe 2,3 und 4

Schritt 1: Bestimmen der Klasse auf der Stufe 2

- ◆ Lesen Sie die Definitionen für die Klassen der Stufe 2, die unter der ausgewählten Stufe 1 - Klasse angeordnet sind.
- ◆ Wählen Sie eine Klasse der Stufe 2, die auf Ihr Untersuchungsgebiet angewendet werden kann.
- ◆ Führen Sie, sofern nötig, Vegetationsbestimmungen durch, um quantitative Unterschiede zwischen den Klassen der Stufe 2 herauszufinden.

Schritt 2: Bestimmen der Klasse auf der Stufe 3

- ◆ Lesen Sie die Definitionen für die Klassen der Stufe 3 durch, die unter der ausgewählten Stufe 2 - Klasse angeordnet sind. Sofern es keine gibt, notieren Sie die Klasse der Stufe 2 (zwei Ziffern). Sie sind dann mit der Bestimmung fertig.
- ◆ Wählen Sie die Klasse der Stufe 3 aus, die sich auf Ihr Untersuchungsgebiet anwenden lässt
- ◆ Führen Sie, sofern nötig, Vegetationsbestimmungen durch, um quantitative Unterschiede zwischen den einzelnen Klassen zu ermitteln.

Schritt 3: Bestimmen der Klasse auf der Stufe 4

- ◆ Lesen Sie die Definitionen für die Klassen der Stufe 4 durch, die unter der ausgewählten Stufe 3 - Klasse angeordnet sind. Sofern es keine gibt, notieren Sie die Klasse der Stufe 3 (drei Ziffern). Sie sind dann mit der Bestimmung fertig.
- ◆ Wählen Sie die Klasse der Stufe 4 aus, die sich auf Ihr Untersuchungsgebiet anwenden lässt
- ◆ Führen Sie, sofern nötig, Vegetationsbestimmungen durch, um quantitative Unterschiede zwischen den einzelnen Klassen zu ermitteln.
- ◆ Notieren Sie die Klasse der Stufe 4



Beobachtungen vor Ort zur Bestimmung der MUC-Klasse

Um zwischen einigen MUC-Klassen unterscheiden zu können, müssen quantitative Bestimmungen durchgeführt werden. Dabei wird ermittelt, welchen Anteil verschiedene Arten der Landbedeckung einnehmen. Dazu kann eine modifizierte Version der Anleitungen zur Bestimmung der Belaubbungsdichte und der Bodenbedeckungsdichte (Biometrie-Protokoll) verwendet werden. Die richtige MUC-Klasse kann über den Anteil, der jeweils auf Ihrem Untersuchungsfeld vorhandenen Vegetationsarten, berechnet werden. Ergänzen Sie Ihre Beobachtungen zur Bodenbedeckungs- und Belaubbungsdichte auf dem Datenblatt "Dominante / ko-dominante Vegetation". Sie können zur gesamten Belaubbungsdichte, den Anteil Laubgehölz zu immergrüner Arten, Grasgewächse zu breitblättrigen Pflanzen ermitteln, sowie zur gesamten Bodenbedeckungsdichte den Anteil von grüner und brauner Bedeckung herausfinden.

Bestimmen des Anteils an Laubgehölz und immergrünen Bäumen

Schritt 1: modifizierte Bestimmung der Belaubbungsdichte

- ◆ Wiederholen Sie die Bestimmung der Belaubbungsdichte aus dem Biometrie-Protokoll. Notieren Sie aber immer dann, wenn sich immergrüne Belaubbung im Fadenkreuz befindet ein "E" (evergreen) und jedesmal, wenn ein Laubblatt im Fadenkreuz ist ein "D" (deciduous).

Schritt 2: Berechnen des Anteils an Laub- und Nadelgehölz

- ◆ Teilen Sie die Anzahl der E-Vermerke (oder D-Vermerke) durch die Summe aus E- und D-Vermerken und multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100. Überschreitet der Anteil an immergrünen Bäumen 50%, handelt es sich um die Klasse vorwiegend immergrüner Baumbestand.

Bestimmen der Zusammensetzung von Krautvegetation

Schritt 1: modifizierte Bestimmen der Bodenbedeckungsdichte

- ◆ Wiederholen Sie die Bestimmungen zur Bodenbedeckungsdichte (Biometrie-Protokoll), notieren Sie aber stattdessen, ob die Vegetation grün oder braun ist, ob Gras ("GD") bzw. breitblättrige Pflanzen ("FB") sich unter Ihren Füßen befinden bzw. das Fußgelenk oder das Bein berühren.

Schritt 2: Berechnen des Anteils an Gras und breitblättrigen Pflanzen

- ◆ Teilen Sie die Anzahl der GD-Vermerke (oder FB-Vermerke) durch die Summe aus GD- und FB-Vermerken und multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100. Übersteigt der Anteil an Grasbewuchs 50%, handelt es sich um die Klasse grasartige Gewächse. Übersteigt der Anteil an breitblättrigen Pflanzen 50% handelt es sich um die Klasse breitblättrige Krautgewächse.

$$\% \text{ Nadelbäume} = \frac{\text{Anzahl E-Vermerke (Nadelbäume, evergreen)}}{\text{Summe aus E- und D-Vermerken (Gesamtzahl der Beobachtungen)}} \times 100$$

Anzahl GD-Vermerke (grasartig, graminoid)



$$\% \text{ grasartige Gewächse} = \frac{\text{Summe aus GD- und FB-Vermerken (Gesamtzahl der Beobachtungen)}}{\text{Summe aus GD- und FB-Vermerken (Gesamtzahl der Beobachtungen)}} \times 100$$

Bestimmung des Gesamtbewuchses durch Sträucher

Liegt Ihr Untersuchungsfeld in einem Gebiet, in dem die natürlich vorherrschende Vegetation Sträucher oder Zwergsträucher sind (Ziersträucher oder angepflanzte Sträucher zählen nicht), sollten Sie eine etwas andere Vorgehensweise wählen. Die Gleichungen für die Bestimmung der Belaubungsdichte können zur Bestimmung des Anteils der Strauchbedeckung bzw. der Bedeckung durch immergrüne bzw. belaubte Sträucher angepaßt werden.

Schritt 1: Bestimmung des Anteils der Bedeckung durch Sträucher

Reichen die Sträucher über Ihren Kopf, führen Sie die Anleitung zur Bestimmung der Belaubungsdichte aus dem Biometrie-Protokoll durch. Vermerken Sie ein "SB" für Sträucher, die so klein sind, daß sie nicht unter ihnen herlaufen können. Behandeln Sie diese Sträucher als Bodenbedeckung im Zusatz zu Gras- und breitblättrigen Pflanzen.

Bestimmen Sie die Dichte der Bodenbedeckung und notieren Sie für Grasvegetation jeweils ein "GD" und für breitblättrige Pflanzen jeweils ein "FB", für Sträucher ein "SB".

Schritt 2: Berechnungs des Bewuchses durch Sträucher

- ◆ Reichen die Sträucher bis über den Kopf, teilen Sie die Anzahl der SB-Vermerke durch die Summe der SB-, GD-, und FB-Vermerke. Multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100.

$$\% \text{ Sträucher} = \frac{\text{Anzahl SB-Vermerke (Sträucher, Shrub)}}{\text{Summe aus SB-, E- und O-Vermerken (Gesamtzahl der Beobachtungen)}} \times 100$$

$$\% \text{ Sträucher} = \frac{\text{Anzahl SB-Vermerke (Sträucher, Shrub)}}{\text{Summe aus SB-, GD- und FB-Vermerken (Gesamtzahl der Beobachtungen)}} \times 100$$

Literatur

A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. J.R. Anderson, E. E. Hardy, J. T. Roach, and R.E. Witmer. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1976

Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet, and E.T. LaRoe. U.S. Fish and Wildl. Ser. FWS/OBS-79/31, 1979

International Classification and Mapping of Vegetation. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: UNESCO, 1973.



NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation. J.E. Dobson. et. al. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995.

Protokoll: Kartierung durch manuelle Interpretation

<p>Zweck Erstellung einer Landbedeckungs-Karte des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals</p> <p>Übersicht Die Schüler interpretieren den Echtfarben- und Falschfarbenausdruck (IR) der Satellitenaufnahme Ihres Untersuchungsareals und erstellen per Hand eine Bedeckungskarte von diesem Gebiet. Die Kartierung der Landbedeckung an Ihrem Standort - mit entsprechender Klassifikation gemäß MUC-Stufe 4 - erleichtert den Wissenschaftlern weltweit Karten, die aus Satellitendaten erstellt wurden, zu überprüfen.</p> <p>Zeitaufwand Einige Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau alle</p> <p>Häufigkeit Es handelt sich im wesentlichen um eine einmalige Maßnahme, die sich jedoch im Laufe der Zeit zunehmen kann, wenn Sie weitere Felder Ihres GLOBE-Untersuchungsareals kartieren.</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele</p> <p>Begriffe</p> <ul style="list-style-type: none">- Landbedeckungs-Klassen- MUC-Klassifikationsschema	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Manuelle Interpretation der Landbedeckungs <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Echtfarben-Papierkopie des Landsat TM-Satellitenbilds Ihres 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals (512 x 512)- Falschfarben-Infrarot-Papierkopie der Landsat TM-Satellitenaufnahme (512 x 512)- Topographische Karten des Gebiets- MUC-Klassifikationssystem, siehe Tabelle LAND-P-5 und die zugehörigen Definitionen, siehe Anhang- Farbkopierer (sofern vorhanden)- Standard-Papierbögen oder durchsichtiger - Kunststofftransparente- Klebeband- Folienstifte- Anleitung zur Manuellen Klassifikation im "Werkzeugkasten" <p>Vorbereitung Durcharbeitung des MUC-Klassifikationsschemas, Besprechung und Beurteilung lokaler Landbedeckungs-Formen, Betrachtung topografischer Landkarten, Erörterung des Klassifikationsverfahrens</p> <p>Voraussetzung Durchführung der Lernaktivitäten "Odyssee der Augen" und "Manche mögen's heiß".</p>
---	--

Die Schüler interpretieren die Aufnahmen manuell - sie interpretieren, was sie auf den Ausdrucken der Satelliten TM Aufnahme sehen. Diese Methode mag weniger genau sein als andere, weil diese Art der Interpretation subjektiv ist. Die Schüler identifizieren und benennen Bereiche unterschiedlicher Bedeckungsarten. Gewöhnlich sind Gewässer am einfachsten zu erkennen, jedoch können Seen und Teiche mit Wolkenschatten verwechselt werden. Andere Bedeckungsarten sind schwieriger zu erkennen. Beispielsweise bilden sich Laubwälder spektral



ähnlich ab wie Felder während der Wachstumsperiode. Mit Hilfe der Falschfarbenaufnahme lassen sich Gewässer und Vegetationsarten leichter unterscheiden, während andere Bedeckungsarten auf dem Echtfarbenbild leichter zu erkennen sind. Die Stellen, die Sie nicht zuordnen können, müssen Sie aufsuchen und die Bedeckung vor Ort überprüfen. Verwenden Sie dazu die Protokolle zu qualitativen und quantitativen Bestimmung der Bedeckung. Bestimmen Sie alle Bedeckungsarten mit Hilfe des MUC-Systems. Weitere Informationen finden Sie im Werkzeugkasten unter "Anleitung zur manuellen Interpretation".

Bemerkung: Das von Ihnen verwendete Satellitenbild kann einige Jahre alt sein. Die Bedeckung hat sich vermutlich seitdem verändert. Was Sie auf der Landsat TM Aufnahme bestimmen, unterscheidet sich vermutlich von den tatsächlichen Beobachtungen vor Ort. Die Schüler sollen sich an der Bedeckung der Fläche zur Zeit der Satellitenaufnahme orientieren.

Schritt 1: Erstellen Sie Ihre Bedeckungskarte

- ◆ Legen Sie den Schülern das Landsat-Satellitenbild des zu kartierenden Gebiets in Form der Falschfarben-IR-Aufnahme vor. Dies wurde Ihnen von GLOBE zur Verfügung gestellt. Im Prinzip steht jede Farbe auf der IR-Karte für eine andere Bedeckungsart. In dieser Falschfarben-IR-Aufnahme erscheint grüne, aktiv wachsende Vegetation rot (Laubwälder und Felder sind hellrot, die Farbe immergrüner Arten reicht von rot bis schwarz), Wasser schwarz, städtische Gebiete und unbedeckte Böden dagegen blau.
- ◆ Das Original der Falschfarbenaufnahme mißt etwa 25 x 25 cm; idealerweise sollte es ausschnittsweise auf einem Fotokopierer vergrößert werden. Dies bietet Ihnen die Möglichkeit, vier oder mehr kleine Schülergruppen verschiedene vergrößerte Ausschnitte des bearbeiten zu lassen.
- ◆ Geben Sie jeder Schülergruppe einen Bogen durchsichtiger Folie, die so groß ist, daß sie das Farbbild bedeckt. Die Schüler sollen diese Folie auf das Bild legen und die Folie dann mit Klebestreifen fixieren. Danach sind zunächst die Positionen der Bildecken auf der Folie zu markieren, damit sich die Folie auch später wieder exakt in dieselbe Lage bringen läßt.
- ◆ Fordern Sie die Schüler auf, die verschiedenen Landbedeckungsformen, die sie auf ihrem jeweiligen Bildausschnitt sehen, durch Ummalen mit Foliestiften zu kennzeichnen. Sie sollen dabei für die einzelnen Landbedeckungsklassen verschiedene Farben verwenden und jeder Klasse die entsprechende MUC-Codezahl zuordnen (siehe Tabelle LAND-P-5: MUC-Stufe 1 - 4). Falls Unsicherheiten hinsichtlich einer bestimmten Zuordnung bestehen, lassen Sie die darüber diskutieren und bitten Sie einen Schüler, der nahe diesem Gebiet wohnt, es sich auf dem Nachhauseweg bzw. Schulweg selbst anzusehen (die Schüler können später zu diesem Gebiet zurückkehren und die Protokolle zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Bedeckung ergänzen). Die Schüler müssen vorsichtig und genau bei der Bestimmung der Gebiete vorgehen. Beginnen Sie damit diejenigen Bereiche zu bestimmen, die sich klar zuordnen lassen - meist sind dies Gewässer oder städtische Gebiete - und fahren Sie dann mit den schwierigeren Teilen, also den unterschiedlichen natürlichen Vegetationstypen fort.
- ◆ Nachdem alle Gruppen ihren jeweiligen Bildausschnitt kartiert haben, fügen Sie die einzelnen Karten der verschiedenen Bildausschnitte aneinander. Aus dem Vergleich der Ergebnisse lassen sich wertvolle Erkenntnisse über etwaige Unklarheiten gewinnen, z. B. wenn eine Schülergruppe einer Fläche in Ihrem Bildausschnitt die Klasse 1192 (nadelblättriger immergrüner Wald), eine andere Schülergruppe dagegen der sich unmittelbar anschließenden



Fläche in ihrem Bildausschnitt die Klasse 1222 (Waldland mit gemischtem Nadel- und Laubwaldbestand) zugeordnet hat.

Schritt 2: Übermitteln der Ergebnisse

- ◆ Wenn Sie alle Bereiche des Bildes zugeordnet haben, fügen Sie alle MUC-Zuordnungen zusammen und schicken Sie an die Adresse, die im Kapitel "Anleitung zur Implementierung" zu finden ist.

Protokoll: Kartierung durch unüberwachte Klassifizierung

<p>Zweck Erstellung einer Landbedeckungs-Karte des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals</p> <p>Übersicht Die Schüler kartieren die Landbedeckung mit Hilfe eines Computers durch Erkennen spektraler Muster in der digitalen 512 x 512 Pixel Landsat Thematic Mapper Aufnahme. Diese Karten, die bis zur MUC-Stufe 4 klassifiziert sind, helfen den Wissenschaftlern weltweit die Genauigkeit der aus Satellitendaten erstellten Karten zu überprüfen.</p> <p>Zeitaufwand Einige Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Mittelgruppe und Fortgeschrittene</p> <p>Häufigkeit Es handelt sich im wesentlichen um eine einmalige Maßnahme, die sich jedoch im Laufe der Zeit zunehmen kann, wenn Sie weitere Felder Ihres GLOBE-Untersuchungsareals kartieren.</p> <p>Wichtige Inhalte und Lernziele Begriffe</p> <ul style="list-style-type: none">- Landbedeckungs-Klassen- MUC-Klassifikationsschema- Zusammenfassung spektraler Muster zu Clustern	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Umgang mit Computern und MultiSpec-Software- Erstellung einer Bedeckungskarte <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- 512 x 512 Pixel großes Digitalbild Ihres 15 x 15 km GLOBE-Untersuchungsareals (von GLOBE)- MultiSpec-Software (GLOBE, Internet)- Geeigneter Computer- MUC-Klassifikationssystem und der zugehörigen Definitionen <p>Vorbereitung Durcharbeitung des MUC-Klassifikationsschemas, Besprechung und Beurteilung lokaler Landbedeckungs-Formen, Betrachtung topografischer Landkarten, Erörterung des Klassifikationsverfahrens, Einweisung in den Umgang mit Computer und MultiSpec-Software (siehe "Einführung in die Bildverarbeitung mit MultiSpec" im "Werkzeugkasten").</p> <p>Voraussetzung Durchführung der Lernaktivitäten <i>Odyssee der Augen</i> und <i>Manche mögen's heiß</i>.</p>
---	---



In diesem Protokoll, verwenden die GLOBE-Schulen zur Kartierung der Bedeckungstypen die MultiSpec Software. Die Schüler identifizieren der Reihe nach Bereiche mit ähnlichen Landbedeckungsarten. Mit Hilfe des Computers erkennen sie Bereiche auf dem digitalen 512 x 512 Pixel großen Landsatbild die sich mit ähnlichem spektralem Muster abbilden. Diese Bereiche werden zu Cluster zusammengefaßt. Der Rechner identifiziert und faßt Bildpunkte zusammen, die in den spektralen Eigenschaften weitgehend übereinstimmen. Das Programm ordnet jedem Custer eine zufällig ausgewählte Farbe zu. Die Schüler klassifizieren den Bedeckungstyp jedes Clusters anhand der vier Stufen des MUC-Systems.



Schritt 1: Erstellen der Karte

- ◆ Starten Sie das Programm MultiSpec auf Ihrem Computer.
- ◆ Öffnen Sie die TM-Aufnahme Ihres Untersuchungsareals
- ◆ Beginnen Sie mit einem neuen Projekt und wählen Sie aus dem Menü "Processor", die Funktion "Cluster" aus.
- ◆ Geben Sie eine geeignete Anzahl Cluster vor, je nachdem wieviele Gruppen Sie klassifizieren möchten (10 werden empfohlen). Füttern Sie das System mit Angaben über das zu verwendende Verfahren sowie entsprechenden weiteren Informationen gemäß dem MultiSpec-Lehrkursabschnitt "Unüberwachte Klassifizierung": "Clustering".
- ◆ Nachdem das System das Satellitenbild in Cluster aufgeteilt hat, notieren Sie, welcher Bereich sich in welchem Cluster wiederfindet. Falls Sie die Bedeckung eines Bereiches kennen, bestimmen Sie mit dem MUC-System die Bedeckungsklasse. Wenn Sie nicht wissen, welche Bedeckung vorliegt, verwenden Sie die Angaben über Ihr Untersuchungsfeld zur Ermittlung der Bedeckungsklasse. Handelt es sich um ein Gebiet, indem Sie kein Untersuchungsfeld für die Landbedeckung eingerichtet haben, führen Sie in diesem Bereich das *Protokoll Qualitative Bestimmung der Bodenbedeckung* durch. Befinden sich in einem Gebiet mehrere Untersuchungsfelder, verwenden Sie nur eines zur Bestimmung der Bedeckungsklasse und nutzen Sie die anderen zu Durchführung des Protokolls *Genauigkeitsbewertung*.
- ◆ Ordnen Sie jedem Cluster eine neue Bezeichnung entsprechend der zutreffenden MUC-Klassifikation zu.

Schritt 2: Speichern Sie Ihr Bild und übermitteln Sie die Ergebnisse

- ◆ Speichern Sie das Cluster-Bild ab und kopieren Sie es mit Hilfe des Project-Menüs als TIFF-Datei. Wenn Ihnen ein Farbdrucker zur Verfügung steht, drucken Sie die von den Schülern erstellte Landbedeckungs-Karte aus.
- ◆ Übermitteln Sie Ihre Daten an das GLOBE Datenarchiv. Schicken Sie eine Kopie der TIFF-Datei, welche die Karte mit den klassifizierten Clustern enthält. Die Adresse ist im Kapitel "Anleitung zur Implementierung" zu finden.



Protokoll: Genauigkeitsbewertung

<p>Zweck Quantitative Bewertung der Genauigkeit der Landbedeckungsklassifikation. Ermitteln, welche Arten von Fehlern auf der Karte auftreten.</p> <p>Übersicht Die Schüler führen eine Genauigkeitsbewertung der Landbedeckungskarte durch, die entweder manuell oder durch unüberwachte Klassifizierung des Landsat TM Bildes erstellt wurde. Die an den verschiedenen Untersuchungsfeldern gesammelten Validierungsdaten werden mit der Landbedeckungskarte verglichen. Ausgehend von diesem Vergleich wird eine Differenz/Fehlermatrix erstellt.</p> <p>Zeitaufwand Insgesamt ca. 2 Stunden, je nach Anzahl der gesammelten Validierungsdatensätze</p> <p>Niveau alle</p> <p>Häufigkeit Die Genauigkeitsbewertung braucht nur einmal für die gesamte Landbedeckungskarte des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals durchgeführt werden. Im Interesse der statistischen Gültigkeit sollte sich die Bewertung jedoch auf möglichst viele Validierungs-Stichproben (Landbedeckungs-Untersuchungsfelder) beziehen.</p> <p>Inhalte - Die Genauigkeitsbewertung bietet die Möglichkeit, die Qualität unserer Landbedeckungskartierung zu beurteilen.</p>	<p>- Nach erfolgter Bewertung läßt sich die Genauigkeit der Kartierung anhand der Differenz-Fehlermatrix verbessern</p> <p>Lernziele - Erstellung und Analyse der Genauigkeit ermöglicht eine Aussage über die Fähigkeiten eine Bedeckungskarte zu erstellen. - Differenz/Fehlermatrix</p> <p>Hilfsmittel - Farbkopie des Satellitenbildes des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals in Echtfarben-Darstellung - Farbkopie des Satellitenbildes des 15 x 15 km großen GLOBE-Untersuchungsareals in Falschfarben IR-Darstellung - MUC-Klassifikations-Arbeitsblatt - Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt</p> <p>Vorbereitung Halten Sie genügend Exemplare der entsprechenden Arbeitsblätter bereit, damit die Schüler einen schnellen Vergleich zwischen den Landbedeckungs-Untersuchungsfeldern und den entsprechenden Orten auf der Landbedeckungskarte anstellen können, um die Differenz/Fehlermatrix zu erstellen.</p> <p>Voraussetzung Durchführung eines der Protokolle zur <i>Bestimmung der Landbedeckung</i> Durchführen der Lernaktivität <i>Einführung der Differenz/Fehlermatrix</i></p>
--	---

Einführung

Der Zweck dieses Protokolls besteht darin, die Genauigkeit der Landbedeckungskarte zu beurteilen, die auf der Basis der Fernerkundungsdaten erstellt wurde (siehe Abb. LAND-P-18). Es spielt keine Rolle, ob diese Landbedeckungskarte durch manuelle Interpretation oder mit Hilfe der MultiSpec-Software durch unüberwachte Klassifizierung am Computer erzeugt wurde. In



beiden Fällen kommt es darauf an, die Landbedeckungskarte mit vor Ort ermittelten Daten zu vergleichen und anhand dieses Vergleichs eine Differenz/Fehlermatrix zu erzeugen. Diese ist die Voraussetzung, um in der Karte vorhandene Fehler zu analysieren. Bei Bedeckungskarten, die anhand von Satellitendaten durch unüberwachte Klassifizierung erzeugt wurden, können einige Fehler auftreten. Satellitendaten lassen sich nur begrenzt als Werkzeug zur Unterscheidung von Bedeckungsklassen einsetzen.

Abb. LAND-P-18: Prozess der Genauigkeitsbewertung



Folgende Informationen werden zur Erstellung einer Differenz/Fehlermatrix benötigt:

- Landbedeckungskarte basierend auf Satellitendaten
- Überprüfen der Untersuchungsfelder für die Landbedeckung

Zur Erstellung einer Differenz/Fehlermatrix werden Validierungsdaten (Untersuchungsfelder) benötigt, die für jeden Bedeckungstyp des GLOBE-Untersuchungsareals gesammelt wurden. Es wäre großartig, wenn Sie für jeden Bedeckungstyp ein Feld zur Validierung untersucht hätten. Möglicherweise ist dies Ihnen nicht möglich. Daher wird eine Matrix der 3 oder 5 häufigsten Arten gewünscht. Je mehr Felder einer Bedeckungsart untersucht wurden, um so statistisch zuverlässiger ist die Matrix. Im Laufe der Zeit sollte jede Schule in der Lage sein genug Daten zu erheben, um wenigstens eine eingeschränkte Matrix zu erstellen.

Sobald die Validierungsdaten erhoben sind (siehe Protokolle zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Landbedeckung), können Sie mit der Erstellung einer Differenz/Fehlermatrix beginnen. Diese Matrix sollte für jede auf dem Arbeitsblatt notierte MUC-Klasse eine Zeile und eine Spalte besitzen (d.h. jede Klasse die auf Ihrem Untersuchungsfeld vorliegt oder Bereichen Ihrer Bedeckungskarte zugeordnet werden kann). Siehe Tabelle LAND-P-5. In diesem Beispiel finden Sie vier MUC-Klassen mit den Codenummern 0222, 0221, 1121 und 811. In der entsprechenden Differenz/Fehlermatrix (Land P6) finden wir für jede der vier Klassen eine Zeile und eine Spalte. Schlagen Sie zur Probe Nr. 1 auf dem MUC-Klassifikations-Arbeitsblatt (Tabelle LAND-P-5) unseres Beispiels nach, welche Klassifikation die Schüler zugeordnet hatten (Zelle A: vorwiegend Kaltzonen-Laubwald mit einigen immergrünen nadelblättrigen Bäumen, MUC-Schlüssel 0222 auf Stufe 4). Entnehmen Sie aus der linken Spalte in Tabelle LAND-P-6 (Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt) die entsprechende Klassifikation (die erste Zeile für den MUC-Code 0222). Schlagen Sie zur Probe Nr. 1 auf dem MUC-Klassifikations-Arbeitsblatt (Tabelle LAND-P-5) unseres Beispiels die Validierungsdaten nach, die beim Besuch des betreffenden Geländes bestimmt wurden (Tabelle LAND-P-5, Zelle B: vorwiegend Kaltzonen-Nadelwald mit immergrünen breitblättrigen Bäumen, MUC-Schlüssel 0221 auf Stufe 4). Folgen Sie in Tabelle LAND-P-6 (Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt) - ausgehend von dem Feld mit dem von den Schülern ermittelten MUC-Schlüssel - (0222) der dazugehörigen Zeile von links nach rechts, bis Sie sich in der Spalte befinden, die in der obersten Zeile mit dem Validierungsdaten-MUC-Schlüssel "0221" gekennzeichnet ist. Tragen Sie in dem Feld, in dem sich die Zeile mit dem MUC-Schlüssel 0222 und die Spalte mit dem MUC-Schlüssel 0221 schneiden (d. h. Feld B1), einen Kontrollvermerk ein und setzen Sie den Vergleich mit der nächsten Probe fort. Die Zeilen entsprechen den Teilgebieten auf der Karte, die Spalten den Validierungsdaten. Die Gesamtgenauigkeit wird anhand der Anleitung in Tabelle LAND-P-6 berechnet. Es ist klar, daß



das Sammeln von Validierungsdaten einen zeitraubenden Prozess darstellt (Einrichten von Untersuchungsfeldern für die Bedeckung). Es kann viele Unterrichtsstunden in Anspruch nehmen, eine ausreichende Menge an Validierungsdaten für die Erstellung der Differenz/Fehlermatrix zu sammeln. Die Verwendung von qualitativen Untersuchungen beschleunigt diesen Prozess, auch wenn vom wissenschaftlichen Standpunkt, die quantitativen Untersuchungen vorgezogen werden.

Wie werden die Validierungsdaten in der Differenz/Fehlermatrix zur Berechnung der Gesamtgenauigkeit eingesetzt

Die Tabellen LAND-P-5 und LAND-P-6 helfen Ihnen die folgenden Anleitungen nachzuvollziehen.

Schritt 1: Vorbereitung

- ◆ Wenn Sie ins Gelände gehen, um die Validierungsdaten zu sammeln, ist es wichtig, daß Sie unvoreingenommen sind. Wenn Sie im Kopf haben, welche Information das Satellitenbild über das Gebiet geliefert hat, bevor Sie die Validierungsdaten erhoben haben, verfälschen Sie den Validierungsprozess. Die Validierungsdaten sollten auf dem Datenblatt, das Sie in den Protokollen für die Bestimmung der Landbedeckung finden, eingetragen werden. Dannach sollte eine Tabelle entsprechend dem Beispiel von Tabelle LAND-P-5 angefertigt werden. Diese Tabelle kann als Grundlage für die Erstellung der Differenz/Fehlermatrix verwendet werden. Übereinstimmung zwischen der Klassifikation durch die Schüler und den Validierungsdaten wird mit einem Haken, Unterschiede mit einem X gekennzeichnet.

Schritt 2: Erstellen eines leeren Matrix-Schemas

- ◆ Erstellen Sie eine leere quadratische Matrix. Für jede MUC-Klasse in Ihren Validierungsdaten sollte es eine Spalte und Zeile geben. Bezeichnen Sie jede Zeile und Spalte der Matrix durch eine MUC-Klasse. Versichern Sie sich, daß die Reihenfolge ausgehend von der oberen linken Ecke in Spalte und Zeile übereinstimmen. Fügen Sie noch eine Spalte und Zeile für die Gesamtzahlen hinzu.

Schritt 3: Suchen Sie die Klassifikation der Schüler aus der Karte der ersten Probe heraus

- ◆ Schlagen Sie für einen Probenbereich die MUC-Klassifikation der Schüler auf der Bedeckungskarte nach.

Schritt 4: Suchen Sie für die Daten die passende Zeile in der Matrix

- ◆ Suchen Sie die Zeile in der Matrix, die diesem Bereich im Untersuchungsgebiet entspricht.

Schritt 5: Ermitteln Sie die MUC-Klasse aus den Validierungsdaten

- ◆ Schlagen Sie die MUC-Klasse der Validierungsdaten auf dem Arbeitsblatt für die MUC-Klassifikation nach.

Schritt 6 : Suchen Sie die passende Zelle für Ihre Daten in der Matrix und beurteilen das Ergebnis

- ◆ Gehen Sie von links nach rechts in dieser Zeile, bis Sie zum Kästchen kommen, das die MUC-Klasse enthält, die diesen Validierungsdaten entspricht. Beurteilen Sie die Übereinstimmung des Ergebnisses.

Schritt 7: Wiederholen Sie für jeden Probenbereich die Schritte 3 bis 6



- ◆ Wiederholen Sie diesen Prozess für jeden Probenbereich auf Ihrem Arbeitsblatt zur MUC-Klassifikation. Nach dem Sie die Beurteilung der Einzelergebnisse abgeschlossen haben, berechnen Sie die Gesamtzahl jeder Zeile und Spalte. Falls die Summe der Ergebnisse von der Gesamtzahl der Spalten abweicht, sollten Sie noch einmal nachrechnen.

Schritt 8: Berechnen Sie die Gesamtgenauigkeit

- ◆ Addieren Sie die Ergebnisse in den Kästchen der Hauptdiagonalen der Matrix (d.h. die Kästchen, für welche die Bezeichnung der Zeilen und Spalten übereinstimmt), mit Ausnahme des Kästchens, das sich ganz unten rechts befindet. Teilen Sie die Summe durch die Gesamtzahl der Proben (siehe Wert des Kästchens rechts unten). Multiplizieren Sie den Quotienten mit 100, um das Ergebnis in Prozent umzurechnen (siehe Beispiel Tabelle LAND-P-6).

Schritt 9: Auswertung der Ergebnisse

- ◆ Allein die Zellen der Hauptdiagonalen repräsentieren richtige Ergebnisse oder Übereinstimmung zwischen der Klassifikation der von den Schülern erstellte Karte und den Validierungsdaten. Alle anderen Ergebnisse, die nicht auf der Diagonalen liegen, stellen falsche Ergebnisse bzw. Unterschiede dar. Hieraus erklärt sich die Bezeichnung "Differenz/Fehlermatrix". Anhand dieser Information läßt sich z. B. herausfinden, welche MUC-Klassen besonders schwierig zu erkennen sind und welche oft miteinander verwechselt werden.



Tabelle LAND-P-5 MUC-Klassifikations-Arbeitsblatt (Muster)

Proben-Nr.	Name des Standorts	Ursprüngliche Klassifikation der Schüler anhand manueller bzw. Multispec-gestützter Auswertung	Validierungsdaten aus Standort-Besuch		
				✓	X
1	Stadtspark	A: vorwiegend Kaltzonen-Laubwald mit einigen immergrünen nadelblättrigen Bäumen (MUC-Schlüssel 0222)	B: vorwiegend Kaltzonen Laubwald mit immergrünen breitblättrigen Bäumen (MUC-Schlüssel 0221)		X
2	Kaltbach	C: vorwiegend immergrünes Waldland mit gerundeten Kronen und Nadelblättern (MUC-Schlüssel 1121)	D: vorwiegend immergrünes Waldland mit gerundeten Kronen und Nadelblättern (MUC-Schlüssel 1121)	✓	
3	Neuhof	E: Weideland (MUC-Schlüssel 711)	F: Weideland (MUC-Schlüssel 711)	✓	

Tabelle LAND-P-6 Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt (Muster)



In Abb. LAND-P-17 ist eine Differenz/Fehlermatrix für drei sehr allgemeine Bedeckungskategorien abgebildet. Sie ist eine einfache Gegenüberstellung der Kategorien der Karte und den Validierungsdaten. Ebenso wie die Zellen auf der Hauptdiagonalen die "richtigen" Klassifikationen darstellen, enthalten die Zellen abseits der Hauptdiagonalen die "falschen" Klassifikationen. Die Matrix kann nicht nur als zwei dimensionale Tabelle, sondern auch als dreidimensionale Darstellung gezeichnet werden. In diesem Fall erkennt man anhand der Höhe der Balken entlang der Hauptdiagonalen, wie genau die Bedeckungskarte ist.

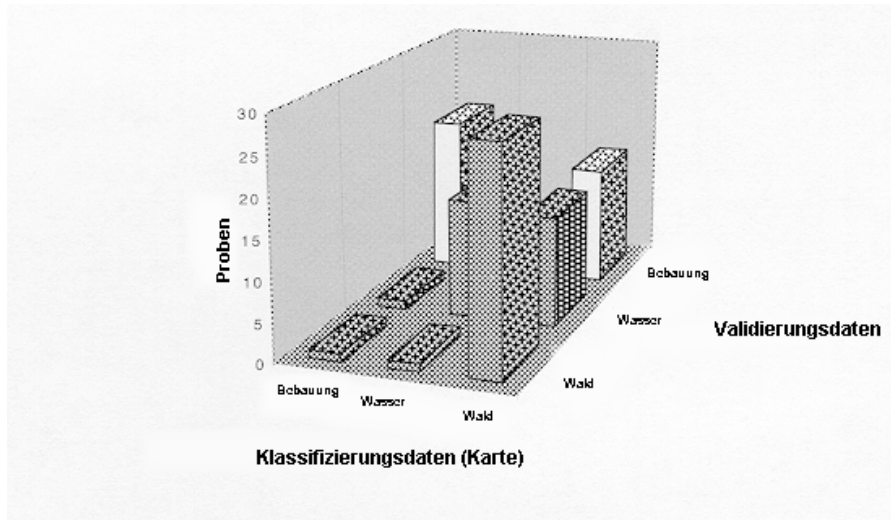
Datenübermittlung

Übermitteln Sie alle Differenz/Fehlermatrizen an da GLOBE Datenarchiv.

Abb. LAND-P-17: Differenz/Fehlermatrix für allegemeine Bedeckungskategorien



Abb. LAND-P-18: 3-D Ansicht einer Differenz/Fehlermatrix





Lernschritte



Klassifikation von Blättern

Die Schüler sammeln verschiedene Arten von Blättern und erfahren dann, wie ein hierarchisches Klassifikationssystem zum Sortieren und Zuordnen der Blätter, durch eine Reihe von selbst aufgestellten Bezeichnungen und Regeln definiert wird.

Wie genau ist das? Einführung in die Differenz/Fehlermatrix

Die Schüler lernen die Genauigkeit eines Klassifikationsschemas zu beurteilen.

Der feine Unterschied

Die Schüler lernen, die Genauigkeit eines Klassifikationsschemas zu beurteilen.

Odyssee der Augen

Einführung in die Modellbildung auf der Grundlage von Fernerkundungsdaten, getrennt nach Anfänger-, Mittel- und Fortgeschrittenenniveau.

Manche mögen's heiß

Verdeutlichung der Begriffe "Fernerkundung", "Falschfarbendarstellung" und "Bildauflösung", separat für Anfänger-, Mittel- und Fortgeschrittenengruppen

Entdeckungsraum

Übung auf Mittelgruppen-Niveau zur Vertiefung des Verständnisses des Fernerkundungs- und Kartierungsprozesses.

Standortbesichtigung

Einführung in das Konzept dynamischer Systeme anhand von Übungen auf mittlerem und fortgeschrittenem Niveau.

Jahreszeitliche Veränderungen an Ihren Biometrie-Standorten

Erkundung jahreszeitlicher Veränderungen durch Sammlung von Daten zu Knospenaustrieb und Laubverlust von Pflanzen in Frühjahr bzw. Herbst.



Klassifizierung von Blättern

<p>Zweck Die Schüler lernen eine Gruppe von Gegenständen in Klassen einzuteilen (klassifizieren). Sie lernen das hierarchische Ordnungssystem kennen. Dieser Grundbegriff wird den Schülern helfen, das MUC-Schema zu verstehen, das in den Protokollen zur <i>Bestimmung der Landbedeckung</i> und <i>Genauigkeitsbewertung</i> verwendet wird.</p> <p>Überblick Die Schüler sammeln verschiedene Blätter. Bei der Einteilung der Blätter soll jede Schülergruppe eine eigene Ordnungssystematik entwickeln. Die Schüler werden lernen, daß es verschiedene Möglichkeiten gibt, um ein und dieselbe Gruppe von Objekten zu klassifizieren. Durch diese Aktivität wird demonstriert, wie komplex eine relative einfache Aufgabe sein kann, für die es keine "einzig wahre" Lösung gibt.</p> <p>Zeitaufwand eine Unterrichtsstunde</p> <p>Niveau alle</p> <p>Inhalte Klassifizierung hilft uns die Natur zu systematisieren und zu verstehen.</p>	<p>Ein Klassifikationssystem besteht aus einer Reihe von Begriffen und Regeln, die dazu verwendet werden, Objekte einzuordnen. Ein hierarchisches System hat mehrere Stufen mit zunehmenden Detaillierungsgrad.</p> <p>Lernziele Aufstellen eines Klassifikationsschemas Verwenden eines Schemas, um Objekte einzuordnen <u>Anfänger:</u> Sortieren und Einordnen von Objekten <u>Mittlere Stufe:</u> Verwenden von Begriffen und Regeln, um Objekte zu klassifizieren <u>Fortgeschrittene:</u> Verwenden von untergliederten Begriffen und Regeln, um Objekte zu klassifizieren.</p> <p>Material und Hilfsmittel Vielzahl verschiedener Blätter. Tafel oder großes Blatt Papier, um das Klassifikationsschema aufzuzeichnen.</p> <p>Vorbereitung Sammeln Sie eine Vielzahl verschiedener Blätter.</p> <p>Voraussetzungen keine</p>
---	---

Hintergrund

Wissenschaftler klassifizieren viele Merkmale unserer Umwelt, wie Wolken, Bodenarten oder Waldtypen. Die Klassifikation hilft uns die Natur systematisch darzustellen und zu verstehen. Ein Klassifikationssystem ist ein systematisches Schema, um Objekte in vergleichbare Gruppen einzuteilen. Es gibt zwei Komponenten in einem Klassifikationssystem: Begriffe und Regeln. Die Begriffe sind die Bezeichnungen der verschiedenen Klassen im Klassifikationssystem; mit Hilfe der Regeln wird getestet, in welche Klasse ein Objekt am sinnvollsten einzuordnen ist. Wohl definierte Begriffe und Regeln erlauben den Wissenschaftlern Objekte übereinstimmend zu beschreiben und zu systematisieren. Z.B. die des Modifizierte UNESCO Klassifikationssystems, das auch in den GLOBE-Protokollen Anwendung findet und jedem Teilnehmer im GLOBE-Programm



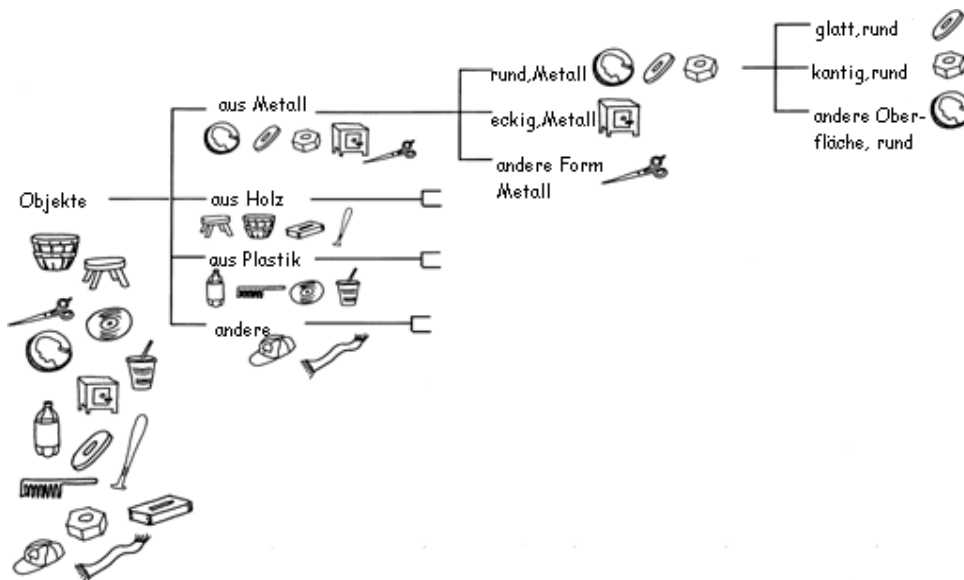
ermöglicht in gleicher Weise jeden beliebigen Punkt der Erde mit denselben Begriffen und Regeln zu beschreiben.

Es gibt mehrere Grundmerkmale aller Klassifikationssysteme. Zuerst müssen die Klassen sich gegenseitig ausschließen, also eindeutig sein - das heißt, für jedes Objekt darf es nur eine geeignete Gruppe (Klasse) geben, in die es eingeordnet werden kann. Falls ein Klassifikationssystem es zuläßt, ein Blatt in eine von zwei Kategorien einzuordnen, sind die Klassen nicht eindeutig. Zweitens muß ein Klassifikationssystem vollständig sein - das heißt, es muß für alle möglichen Objekte eine geeignete Klasse geben. Häufig erreicht man dies nur mit einer "Auffangkategorie", die üblicherweise als "Sonstige" bezeichnet wird. Falls Sie ein Blatt haben, für die es keine geeignete Klasse gibt, ist das System nicht vollständig und muß geändert werden, also mindestens eine weitere Klasse hinzugefügt werden.

Zu guter Letzt sollte ein Klassifikationssystem hierarchisch geordnet sein. Es sollte mehrere Stufen mit zunehmendem Detaillierungsgrad geben. Auf jeder Stufe sollten sich alle Objekte in der nächst höheren (weniger detaillierten) Stufe zusammenfassen lassen. In Abb. LAND-L-1 ist ein Beispiel für ein hierarchisches Klassifikationssystem aufgezeigt:

- Stufe 1: Einteilung in metallische, hölzerne, Plastik Objekte und Objekte aus anderem Material
- Stufe 2: Einteilung der metallischen Objekte in runde metallische, quadratische metallische oder Objekte mit anderer Form
- Stufe 3: Einteilung der quadratischen metallischen Objekte in quadratische metallische Objekte mit glatter Oberfläche, metallische quadratische Objekte mit rauher Oberfläche und verschiedener Oberfläche u.s.w.

Abb. LAND-L-1 Beispiel eines hierarchischen Klassifikationssystems



Vorgehensweise

1. Sammeln Sie Blätter und Zweige von Nadelbäumen, um sie in Gruppen zu sortieren. Versuchen Sie so viel wie möglich verschiedene Blätter zu sammeln. Verwenden Sie braune (alte) oder grüne (frische) Blätter. Achten Sie darauf, daß Sie mehrere Arten von Nadeln und



Laubblättern, sowie Pflanzen und Strauchblätter haben. Falls Sie in einem Gebiet mit Grasland leben, können Sie verschiedene Gräser oder Kräuter verwenden.

2. Breiten Sie im Klassenzimmer die Blätter auf der Mitte des Bodens oder auf dem Tisch aus.
3. Leiten Sie die Schüler an, die Blätter in Gruppen von ähnlichen Typen einzusortieren. Halten Sie die Vorschläge an der Tafel fest. Lassen Sie die Schüler verschiedene Merkmale vorschlagen, die bei der Sortierung der Blätter verwendet werden könnten. Besprechen Sie den Unterschied zwischen Begriffen und Regeln. Diskutieren Sie, welches Merkmal das bedeutendste ist - oder lassen die Schüler einfach abstimmen, um die Reihenfolge der Bedeutung zu festzulegen. Es sollte ihnen klar werden, daß es nicht unbedingt nur eine richtige Lösung gibt. Klassifikationssysteme sind willkürlich und nur daran orientiert, was nach unserer Meinung nach Sinn macht. Am Ende dieses Schrittes sollten Sie mehrere Merkmale gesammelt und in hierarchischer Reihenfolgen bezüglich Bedeutung und Anwendbarkeit zum Sortieren von Blättern geordnet haben.

Abwandlung: Teilen Sie die Klasse in Gruppen ein und lassen Sie jede Gruppe diesen Schritt unabhängig voneinander durchführen. Dann vergleichen Sie die einzelnen Klassifikationssysteme untereinander und diskutieren die Ergebnisse.

4. Erklären Sie den Schülern, daß diese hierarchische Gruppe von Merkmalen ein Klassifikationssystem darstellt. Wissenschaftler setzen Klassifikationssysteme ein, um fast alles, was Sie in der Natur antreffen einzuordnen: Tiere, Bäume, Böden, Vegetationsgruppen z.B. Wald, Wüste und Wiesen. Weisen Sie auf die Lernaktivitäten hin, die dem Protokoll zur Beurteilung der Genauigkeit vorangestellt sind, z.B. Klassifizierung von Wolken und Vögeln.
5. Lassen Sie die Schüler anhand der ausgewählten Begriffe und Regeln sortieren. Wenn die Schüler die Blätter sortieren, stellen sie möglicherweise fest, daß ihr Klassifikationssystem modifiziert oder verfeinert werden muß. Dies kommt bei wissenschaftlichen Projekten häufig vor. Falls Zeit genug ist, können die Schüler verschiedene Klassifikationssysteme zum ordnen ihrer Blätter ausprobieren.

Fragen für die Diskussion:

1. Warum ist es wichtig, daß ein Klassifikationssystem vollständig, eindeutig und hierarchisch ist?
2. Wie ist es möglich, daß es kein einzig richtiges Klassifikationssystem für Blätter gibt?
3. Hat die Betrachtungsweise des Anwenders Einfluß darauf, welches Klassifikationssystem verwendet wird?
4. Ist ein detaillierteres Klassifikationssystem besser?

Abänderungen:

Sie können verschiedene Sortimente von natürlichen oder unnatürlichen Gegenständen für diese Übung verwenden. Es funktioniert mit vielen Dingen. Es ist sinnvoll Blätter zu verwenden, vor allem bei jüngeren Schülern, so daß die Schüler leicht zwischen Nadelholz, Laubblätter und Nadeln unterscheiden können.



Leistungsbeurteilung:

Unter der Voraussetzung, daß die Schüler an einer Nachbesprechung mit den o.g. Diskussionsfragen teilgenommen haben, sollten diese in der Lage sein:

1. Den Entwurf ihres Klassifikationssystems zu beschreiben, einschließlich der Grundlage für die Begriffe, die dazu verwendet wurden die Blätter in Klassen einzuteilen.
2. Die Regeln und Kriterien, die sie für die Einteilung jedes Blattes angewandt haben, den Mitschülern erklären.
3. Beschreiben, wie sie das hierarchische System strukturiert haben.
4. Alle gesammelten Blätter in das selbst aufgestellten Klassifikationssystem einzuordnen.

Jedes Niveau von Schülern (Anfänger, Mittel, Fortgeschrittene) sollte in der Lage sein, den eigenen Versuch mit steigender Komplexität und Tiefe bei den einzelnen Kriterien zu beschreiben.

Es ist Ziel, daß die Schüler verstanden haben, wie Klassifikationssysteme aufgestellt und verwendet werden, sodaß ihnen der Einsatz des Modifizierten UNESCO Klassifikationssystems (MUC) leicht fällt.

Um festzustellen, ob die Schüler das Konzept der Erstellung eines Klassifikationssystems begriffen haben, lassen Sie sie folgende Fragen beantworten:

1. Was ist ein Klassifikationssystem?
2. Welche Begriffe haben Sie verwendet, um die verschiedenen Klassen zu identifizieren und einzuordnen?
3. Welche Regeln (Kriterien) haben Sie verwendet, um jedes Blatt einer Klasse zuzuordnen?
4. Welche Abgrenzungen hat Ihr Klassifikationssystem?
5. Können alle Ihre Blätter identifiziert und Klassen mit den Abgrenzungen Ihres Systems zugeordnet werden?



Wie genau ist das? Einführung in die Differenz/Fehlermatrix

<p>Zweck Quantitative Beurteilung der Genauigkeit einer Klassifikation.</p> <p>Übersicht Die Schüler ordnen Vögel anhand ihrer Schnabelform den möglichen Klassen "Fleischfresser", "Pflanzenfresser" und "Allesfresser" zu. Anschließend vergleichen Sie Ihre Antworten mit einer vorgegebenen Menge von Validierungsdaten und erstellen eine Differenz/Fehlermatrix. Anhand der aus der Matrix ersichtlichen Klassifizierungsfehler werden dann Möglichkeiten zur Verbesserung der Klassifizierungsgenauigkeit diskutiert.</p> <p>Zeitaufwand 1 Schulstunde</p> <p>Niveau Mittel- bis Fortgeschrittenengruppe</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Klassifikation als Hilfsmittel zu Strukturierung und Verständnis der Natur- Quantitative Genauigkeitsbewertung von Klassifikationssystemen als wichtige Voraussetzung für deren Verwendbarkeit- Kriterien zur Definition von Genauigkeitsniveaus	<p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Klassifikation von Vögeln- Beurteilung der Klassifikationsgenauigkeit- Optimierung der Klassifikationsgenauigkeit anhand dieser Beurteilung- Datenanalyse zum Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Klassifikation und Klassifikationsgenauigkeit- Ermittlung von Entscheidungskriterien für ein Klassifizierungssystem- Sammlung und Interpretation von Validierungsdaten- Erarbeitung und Analyse einer Differenz/Fehler-Matrix für die Genauigkeitsbeurteilung- Kooperative Problemlösung in Fragen der Ergebnisgenauigkeit <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Originalsatz Vogelbilder- Original-Validierungsblatt- Overheadfolie mit Muster-Arbeitsblatt für die Vogelklassifizierung- Arbeitssatz Vogelbilder- Muster-Schnabelskizzen- Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt <p>Vorbereitung Der Vogelbilder-Satz muß (ohne die Antworten auf der Rückseite!) vervielfältigt werden. Pro Schülergruppe ist zudem die benötigte Anzahl Arbeitsblätter zu kopieren.</p> <p>Voraussetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- Grundlegendes Klassifizierungsvermögen- Bruch- und Prozentrechnung
--	---

Hintergrund

Zahlreiche Merkmale unserer Umwelt (z. B. Tier- und Pflanzenarten, Wald- und Bodentypen) werden wissenschaftlich klassifiziert. Diese Klassifikationen stellen ein grundlegendes Element der Strukturierung und Erkundung unserer natürlichen Umgebung dar. Die Klassifikation einer Menge von Objekten, die Gegenstand unseres Interesses sind, kann auf verschiedene Weise



erfolgen. Treten Fehler bei der Klassifikation auf oder werden andere Kriterien zugrundegelegt, kann es sein, daß sich die Zuordnungen unterscheiden. In jedem Fall sollte bekannt sein, wie groß der Fehler in unserer Klassifikation ist. Auf diese Weise können wir die Verlässlichkeit der Informationen einschätzen. Die Klassifikation von Fernerkundungsdaten dient letztlich zu dem Zweck, wichtige Entscheidungen über globale Probleme wie z. B. die Abholzung der Wälder, Klimaerwärmung und Umweltzerstörung zu treffen. Hierbei kommt es darauf an, daß diese Entscheidungen nicht auf der Basis von falschen Informationen getroffen werden.

Eine Differenz/Fehler-Matrix ist ein elementares Instrument zur Beurteilung von Daten, die aus den Fernerkundungsdaten erzeugt wurden. Sie liefert ein Maß für die Gesamtgenauigkeit einer Klassifikation oder Karte und zudem Angaben über mögliche Fehlerquellen. Dies erlaubt uns, unsere Aufmerksamkeit auf unsichere Bereiche oder Klassen zu konzentrieren. Die Ergebnisse können dann dazu verwendet werden, unsere Klassifikationskriterien zu verbessern und problematische Klassen genauer zu unterscheiden.

Weiterführende Literatur

Peterson, Field Guide to Birds; Audubon Field Guides
The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World,
wissenschaftliche Leitung: Dr. C. Perrins, New York: Prentice Hall Press, 1990
Führer der regionalen Vogelwelt aus lokalen Bibliotheken o. ä.

Danksagung

Zeichnungen von Linda Isaacson

Wichtige Inhalte und Begriffe

Datenmenge: Gruppe von Werten, die zu derselben Fragestellung gesammelt wurden, und die als Gruppe analysiert werden. Beispiel: Die Menge der Körpergrößen aller Schüler in der Klasse stellt eine Datenmenge (Datensatz) dar.

Differenz/Fehlermatrix (siehe Differenz/Fehlermatrix auf dem Arbeitsblatt am Ende dieser Lernaktivität). Eine in Spalten und Zeilen gegliederte Zahlentabelle, anhand derer sich eine Klassifikation mit bestimmten Validierungsdaten vergleichen läßt.

Die Spalten stehen für die Validierungsdaten; in den Zeilen erscheinen die von den Schülern gesammelten Daten. Eine Differenz/Fehlermatrix ist ein sehr wichtiges Instrument zur Genauigkeitsbewertung. Sie erlaubt einen Vergleich der richtigen und falschen Klassifikationen nach Kategorien und damit die Verbesserung der Genauigkeit der ursprünglichen Klassifikation.

Genauigkeit: Grad der Übereinstimmung mit einer Norm oder einem akzeptierten Wert. Vgl. Präzision



Die Treffer auf dieser Zielscheibe weisen eine hohe Genauigkeit, jedoch nur eine geringe Präzision auf.



Die Treffer auf dieser Zielscheibe weisen sowohl eine hohe Genauigkeit als auch eine hohe Präzision auf.

Klassifikation: Verfahren der Sortierung einer Menge oder Gruppe von Objekten in definierte Teilmengen anhand konkreter Kriterien. Beispiel: Markierung von Nadel-, Laub- und Mischwald sowie baumlosen Flächen auf einer Karte.

Kriterium: Vorschrift zur Entscheidungsbildung. Hat z. B. ein Wald mehr als 50 % immergrüner Nadeln in der Baumdecke, wird er als "immergrün" klassifiziert. Die zugrundeliegende *Definition* ("mehr als 50 % immergrüne Nadeln") stellt das Kriterium, die Bezeichnung "immergrün" dagegen die *Kategorie* oder *Klasse* dar.

Präzision: Nähe mehrerer Messungen zueinander, Wiederholbarkeit der Messung. Es handelt sich um einen sehr wichtiges Element der wissenschaftlichen Arbeit, das jedoch nicht mit "Genauigkeit" zu verwechseln ist.



Die Treffer auf dieser Zielscheibe weisen eine hohe Präzision, jedoch nur eine geringe Genauigkeit auf.

Validierungsdaten: Daten, von denen anzunehmen ist, daß sie einen hohen Genauigkeitsgrad aufweisen. Eine Klassifikation von Objekten (hier: Vögel) wird mit Validierungsdaten verglichen, um 1.) die Klassifikationskriterien zu verbessern, 2.) ein besseres Verständnis der Fehlerquellen bei der Klassifikation zu gewinnen und 3.) die Genauigkeit der Klassifikationsdaten zu beurteilen,

Oft werden Validierungsdaten gesammelt, um die anhand von Fernerkundungsdaten (Luftbilder, Satellitenaufnahmen) durchgeführte Klassifikation zu verbessern. Hierzu wird auch der Begriff der "Verifikation vor Ort" verwendet. Die meisten Wissenschaftler sprechen jedoch lieber von Referenz- oder Validierungsdaten. Daten, die vor Ort gesammelt werden, sind stets mit einem gewissen Fehleranteil belastet und sollten daher nicht automatisch als "wahr" akzeptiert werden.



Beispiel

Das nachfolgende Beispiel zeigt ein ausgefülltes Klassifikations-Arbeitsblatt, eine Differenz/Fehlermatrix sowie die dazugehörige Genauigkeitsberechnung.

Tabelle LAND-L-1: Muster-Arbeitsblatt "Vogelklassifikation"

Vogel Nr.	Schüler-Klassifikation	Validierungsdaten	✓ oder x
1	Fleischfresser	Fleischfresser	✓
2	Allesfresser	Fleischfresser	x
3	Pflanzenfresser	Pflanzenfresser	✓
4	Fleischfresser	Fleischfresser	✓
5	Pflanzenfresser	Pflanzenfresser	✓
6	Pflanzenfresser	Allesfresser	x
7	Allesfresser	Allesfresser	✓
8	Fleischfresser	Fleischfresser	✓
9	Fleischfresser	Pflanzenfresser	x
10	Allesfresser	Fleischfresser	x

Tabelle LAND-L-2: Muster-Arbeitsblatt "Differenz/Fehlermatrix"

Validierungsdaten → Schülerdaten ↓	Fleischfresser	Pflanzenfresser	Allesfresser	Zeilensumme
Fleischfresser	A1.3	B1.1	C1.0	D1.4
Pflanzenfresser	A2.0	B2.2	C2.1	D2.3
Allesfresser	A3.2	B3.0	C3.1	D3.3
Spaltensumme	A4.5	B4.3	C4.2	D4.10

Hinweis: Die Zeilen- und Spaltensummen müssen gleich sein. Ggf. ist ein Vergleich mit anderen Schülern aus Ihrer Gruppe vorzunehmen, um sicherzugehen, daß die Zeilen und Spalten richtig ausgezählt wurden.

$$D4 = (A4 + B4 + C4) = (D1 + D2 + D3)$$

(Spaltensumme) (Zeilensumme)



Wie die Daten zu lesen sind:

In Zeile 1 (D1-D1) der Beispielmatrix wurden drei Fleischfresser von den Schülern richtig als solche zugeordnet. Ein Pflanzenfresser wurde fälschlich als Fleischfresser klassifiziert. Es wurden jedoch keine Allesfresser als Fleischfresser eingestuft

Genauigkeitsberechnung

$$\text{Gesamtgenauigkeit} = \frac{\text{Summe der Hauptdiagonalen (A1 + B2 + C3)}}{\text{Gesamtsumme der Matrix (D4)}}$$

Schritt 1: Addieren Sie in der Muster-Differenz/Fehlermatrix (Tabelle LAND-L-2) die Werte der Felder entlang der Hauptdiagonalen. Das Ergebnis ist die Summe der richtig klassifizierten Objekte. In diesem Beispiel wurden von 10 Vögeln insgesamt 6 richtig klassifiziert.

$$(3 + 2 + 1) = 6$$

Schritt 2: Dividieren Sie die Summe der richtigen Klassifizierungen (A1+B2+C3) durch die Gesamtzahl der klassifizierten Objekte (Feld D4).

$$6 : 10 = 0,6$$

Schritt 3: Multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100, um die in dieser Übung erzielte Gesamtgenauigkeit zu erhalten.

$$0,6 \times 100 = 60 \% \text{ Genauigkeit}$$

Diese Berechnung läßt sich auch für die einzelnen Kategorien durchführen (z. B. wurden 3 von 5 Fleischfressern richtig zugeordnet). Die Zahlen entlang der Hauptdiagonalen geben die "richtigen" Einstufungen an. Jeder Fehler bzw. jede Abweichung (Differenz) stellt eine fehlende Zuordnung in die richtige Kategorie und eine überzählige Zuordnung in eine falsche Kategorie dar.

Erzielte Genauigkeit	Kompetenzniveau
0 - 50 %	Anfänger
51 - 85%	Mittelstufe
86 - 100 %	Fortgeschritten

Der Vergleich kann in der Klasse auch anhand von Bruchzahlen (1/2 ist kleiner als 3/4, 3/4 ist kleiner als 9/10) anstatt von Prozentwerten durchgeführt werden.

Varianten:

Die Gesamtgenauigkeit kann sowohl berechnet, als auch auch visuell ermittelt werden. Zeichnen Sie auf ein Blatt Papier ein Gitternetz aus 3 x 3 Feldern, die wie die Felder in der Differenz/Fehlermatrix numeriert sind.

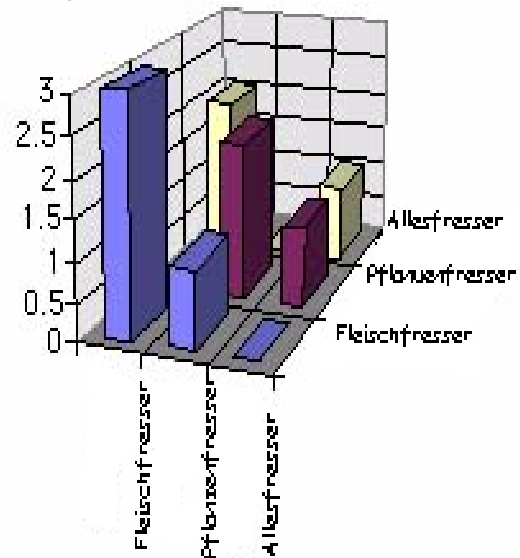


Stellen Sie die Zuordnung der Vögel visuell dar, indem in jedes Feld (entweder grafisch oder real) die entsprechenden Blöcke aufgestapelt werden. Die höchsten Stapel müssen in der Diagonalen des Gitternetzes liegen.

Wenn die Möglichkeit der Benutzung eines Tabellenkalkulationsprogramms besteht (z.B. EXEL), lassen sich die Antworten in Form einer dreidimensionalen Grafik darstellen. Abb. LAND-L-2 zeigt die Daten aus der Muster-Differenz/Fehlermatrix, aufbereitet als 3D-Grafik.

Die Differenz/Fehlermatrix kann vom Lehrer für die gesamte Gruppe an der Tafel erstellt werden.

Abb. LAND-L-2:
Differenz/Fehlermatrix
zur Vogelklassifikation



Inhalt und Vorgehensweise

1. Diskutieren Sie mit den Schülern vorbereitend die folgenden Fragen:
 - a.) Warum klassifizieren oder sortieren wir Objekte in Gruppen?
 - b.) Wie sortieren wir diese Objekte?
 - c.) Geben Sie drei Beispiele für Objekte an, die gemeinhin in Gruppen sortiert werden.
2. Kopieren und verteilen sie die Schüler-Arbeitsblätter, Vogelbilder und Schnabelskizzen, das Klassifikations-Arbeitsblatt sowie die Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt.
3. Fordern Sie die Schüler auf, entsprechend den Anweisungen auf den Arbeitsblättern folgende Schritte auszuführen:
 - a.) Klassifikation der Vogelbilder nach den drei Kategorien
 - b.) Vergleich der Ergebnisse mit den vorgelegten Validierungsdaten
 - c.) Erstellung einer Differenz/Fehlermatrix anhand der Vergleichsergebnisse
4. Diskutieren Sie nach Durchführung der Lernaktivität die Ergebnisse mit den Schülern. Stellen Sie dazu folgende Fragen:
 - a) Inwieweit waren die Ergebnisse der einzelnen Schüler unterschiedlich?
 - b) Worauf führen die Schüler dies zurück?
 - c) Welche sonstigen Klassifikationen ließen sich mit Hilfe einer Differenz/Fehlermatrix überprüfen (z. B. Karten der Landbedeckung an einem konkreten Standort, zu vergleichen mit einer sorgfältigen persönlichen Erkundung dieser Orte)



Kopieren und
an die
Schüler
verteilen!

Schüler-Begleitblatt zur Klassifikationsübung

Übersicht

In der Wissenschaft werden viele Bestandteile unserer Umwelt klassifiziert (z. B. Tier- und Pflanzenarten, Waldtypen, Gesteine). Diese Einteilung in Klassen oder Kategorien hilft uns, die Natur aufzugliedern und zu verstehen. Damit diese Klassifikationen einen wissenschaftlichen Wert haben, müssen wir jedoch wissen, wie genau sie die tatsächlichen Verhältnisse wiedergeben. Ein elementares Hilfsmittel zur Überprüfung der Genauigkeit ist die sog. Differenz/Fehlermatrix. Sie gibt zugleich an, wo es bei der Einstufung in die einzelnen Kategorien Unklarheiten oder Probleme gab.

In dieser Lernaktivität werden Sie

- Vogelbilder nach drei Kategorien einstufen
- Ihre Antworten mit vorgegebenen Bezugsdaten vergleichen
- diesen Vergleich in Form einer Differenz/Fehlermatrix darstellen

Nach Abschluß dieser Lernaktivität werden Sie imstande sein:

- Vögel anhand gegebener Kriterien als Fleischfresser, Pflanzenfresser oder Allesfresser einzustufen
- Antworten mit einer gegebenen Menge von Validierungsdaten zu vergleichen und eine Differenz/Fehlermatrix zu erstellen
- die Kategorien, die die meisten Fehler enthalten festzustellen
- die Gesamtgenauigkeit der Vogelklassifikation zu beurteilen
- die Bedeutung der Differenz/Fehlermatrix zu erkennen und die darin enthaltenen Informationen zu nutzen.

Hilfsmittel

1. Satz Vogelbilder (10 Stck.)
2. Schnabelskizzen als Muster
3. Arbeitsblätter "Vogelklassifikation" und "Differenz/Fehlermatrix zur Vogelklassifikation"

Inhalte und Vorgehensweise

In der folgenden Lernaktivität werden Sie Vögel in drei Kategorien einteilen:

F: Fleischfresser



P: Pflanzenfrsser
A: Allesfresser

Beispiele für die von diesen Vögeln bevorzugte Nahrung:

Fleischfresser: Fisch, Fleisch, Insekten, Würmer, kleine Säugetiere

Pflanzenfresser: Pflanzen, Samen, Nüsse, Beeren

Allesfresser: alle vorgenannten Arten

In der Regel liefert die Schnabelform eines Vogels einen Hinweis auf die von ihm bevorzugte Nahrung. Viele Vögel sind jedoch nicht auf eine Nahrung festgelegt, d. h. sie ergänzen ihren Speiseplan auf verschiedenste Weise, wenn das bevorzugte Futter knapp ist.

Abb. LAND-L-3: Beispiele für Schnabelformen

Schüler-Referenzblatt

Schnabeltypen von Pflanzenfressern:



Typ Fink: dicker, keilförmiger Schnabel, gut geeignet, um Nüsse und Samen zu knacken.



Typ Papagei: dicker Schnabel, Ober- und Unterteil stark gekrümmt, besonders geeignet, um Nüsse zu knacken und Früchte zu zerlegen. Der Oberschnabel läuft spitz zu und überdeckt in der Regel den Unterschnabel.

Schnabeltypen von Fleischfressern:



Typ Insektenfresser: langer, dünner Schnabel, leicht gekrümmt, optimal für die Suche nach Insekten und Spinnen in Baumrinde und Boden.



Typ Fleischfresser: kürzerer Schnabel als derjenige von Insektenfressern, Oberschnabel mit scharf gekrümmter, überhängender Spitze, jedoch gerader Unterschnabel, spezialisiert auf das Zerreißen von Fleisch

Schnabeltypen von Allesfressern:



Typ Eichelhäher: breiter, mittellanger Schnabel zur Aufnahme von Insekten, Früchten, Samen und sogar Aas



Typ Drossel: kürzer und schmaler als derjenige des Eichelhähers, erlaubt die Aufnahme von Fleisch, Pflanzen und Insekten

Kopieren und
an die
Schüler
verteilen!

Arbeitsblatt Vogelklassifikation

Vorgehensweise

- 1.) Betrachten Sie die Vögel auf den Karten (Nr. 1-10) genau und klassifizieren sie dann als Fleisch-, Pflanzen- oder Allesfresser. Tragen Sie Ihre Antworten auf dem nachstehenden Arbeitsblatt Vogelklassifikation in der Spalte "Schülerklassifikation" ein.
- 2.) Die Daten, die in die Spalte "Validierungsdaten" einzutragen sind, erhalten Sie von Ihrem Lehrer. Achten Sie darauf, daß diese Daten fehlerfrei in diese Spalte übertragen werden, da sie später zur Erstellung der Differenz/Fehlermatrix benötigt werden.
- 3.) Sehen Sie sich die Einträge paarweise an und tragen Sie dann in der dritten Spalte bei Übereinstimmung jeweils ein Häkchen ("✓") bzw. bei einer abweichenden (falschen) Klassifikation jeweils ein "x" ein.

Tabelle LAND-L-3: Arbeitsblatt Vogelklassifikation

Vogel Nr.	Schüler-Klassifikation	Validierungsdaten	✓ oder x
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			



8			
9			
10			



Kopieren und
an die
Schüler
verteilen!

Arbeitsblatt: Differenz/Fehlermatrix zur Vogelklassifikation

Füllen Sie die erste Spalte der nachstehenden Differenz/Fehlermatrix unter Beachtung folgender Hinweise aus:

1. Zählen Sie, wie oft Ihre Arbeitsgruppe einen Vogel als Fleischfresser eingestuft hat, bei dem es sich laut den Validierungsdaten tatsächlich um einen Fleischfresser handelt. Tragen Sie diese Zahl hier ein. _____

Übertragen Sie diese Zahl nun in das Feld A1 der Differenz/Fehlermatrix.

2. Zählen Sie, wie oft Ihre Arbeitsgruppe einen Vogel als Fleischfresser eingestuft hat, bei dem es sich laut den Validierungsdaten um einen Pflanzenfresser handelt. Tragen Sie diese Zahl hier ein. _____

Übertragen Sie diese Zahl nun in das Feld B1 der Differenz/Fehlermatrix

3. Zählen Sie, wie oft Ihre Arbeitsgruppe einen Vogel als Fleischfresser eingestuft hat, bei dem es sich laut den Validierungsdaten um einen Allesfresser handelt. Tragen Sie diese Zahl hier ein. _____

Übertragen Sie diese Zahl nun in das Feld C1 der Differenz/Fehlermatrix

4. Überprüfen Sie diese Angaben unbedingt zusammen mit dem Lehrer, bevor Sie fortfahren.

Füllen Sie nun die übrigen beiden Spalten aus, indem Sie den obigen Ablauf für alle anderen Kategorien wiederholt.

Tabelle LAND-L-4: Differenz/Fehlermatrix zur Vogelklassifikation

Validierungsdaten → Schülerdaten ↓	Fleischfresser	Pflanzenfresser	Allesfresser	Zeilensumme
Fleischfresser	A1.	B1.	C1.	D1.
Pflanzenfresser	A2.	B2.	C2.	D2.
Allesfresser	A3.	B3.	C3.	D3.
Spaltensumme	A4.	B4.	C4.	D4.



5. Bilden Sie die Spaltensumme und Reihensumme und errechnen daraus die Gesamtsumme (Feld D4)

$$\text{Feld D4} = (A4 + B4 + C4) = (D1 + D2 + D3)$$

(Spaltensumme) (Zeilensumme)

Die Zahlen in den umrandeten Feldern (Hauptdiagonale) bezeichnen die richtigen Einstufungen. Sehen Sie sich auch die anderen Felder der Matrix an - so können Sie feststellen, wo falschen Einstufungen vorgenommen wurden. Der Differenz/Fehlermatrix läßt sich entnehmen, welche Kategorien am schwierigsten zuzuordnen waren. Die Zahlen außerhalb der Hauptdiagonalen geben die falschen Klassifizierungen an. Jeder Fehler bzw. jede Abweichung (Differenz) stellt eine fehlende Zuordnung in die richtige Kategorie und eine überzählige Zuordnung in eine falsche Kategorie dar.

Welches Feld der Differenz/Fehlermatrix enthält die höchste Zahl?

Abb. LAND-L-4 Rechnerische Auswertung der Differenz/Fehlermatrix

$\text{Gesamtgenauigkeit} = \frac{(A1+B2+C3)}{(D4)} \times 100$ $\text{Gesamtgenauigkeit} = \frac{A1 \text{ ___} + B2 \text{ ___} + C3 \text{ ___}}{D4 \text{ ___}} \times 100 =$

6. Berechnen Sie die Gesamtgenauigkeit gemäß den Anweisungen im Musterarbeitsblatt.

Erzielte Genauigkeit	Kompetenzniveau
0 - 50 %	Anfänger
51 - 85 %	Mittelstufe
86 - 100 %	Fortgeschritten

Fragen und Übungen zur Nachbereitung

1. Gab es eine Kategorie, die besonders schwierig zu klassifizieren war? Weshalb?



2. Was müßte man tun, um beim nächsten Mal weniger Fehler zu machen?
3. Welche sonstigen Möglichkeiten gäbe es, Vögel zu klassifizieren?
4. Wie ließen sich die Klassifikationskriterien nach Ihrer Meinung verbessern?
5. Wie unterscheiden sich die Ergebnisse der einzelnen Schüler(gruppen)? Vergleichen Sie Ihre Differenz/Fehlermatrix mit derjenigen anderer Schüler und stellen Sie fest, wer die meisten richtigen Antworten hat. Finden Sie heraus, ob die Zuordnungsfehler der anderen Gruppen dieselben Kategorien betreffen. Wodurch waren diese Fehler bedingt?
6. Welche sonstigen Maßstäbe lassen sich zur Beurteilung der Datenqualität heranziehen?

Weiterführende Untersuchungen

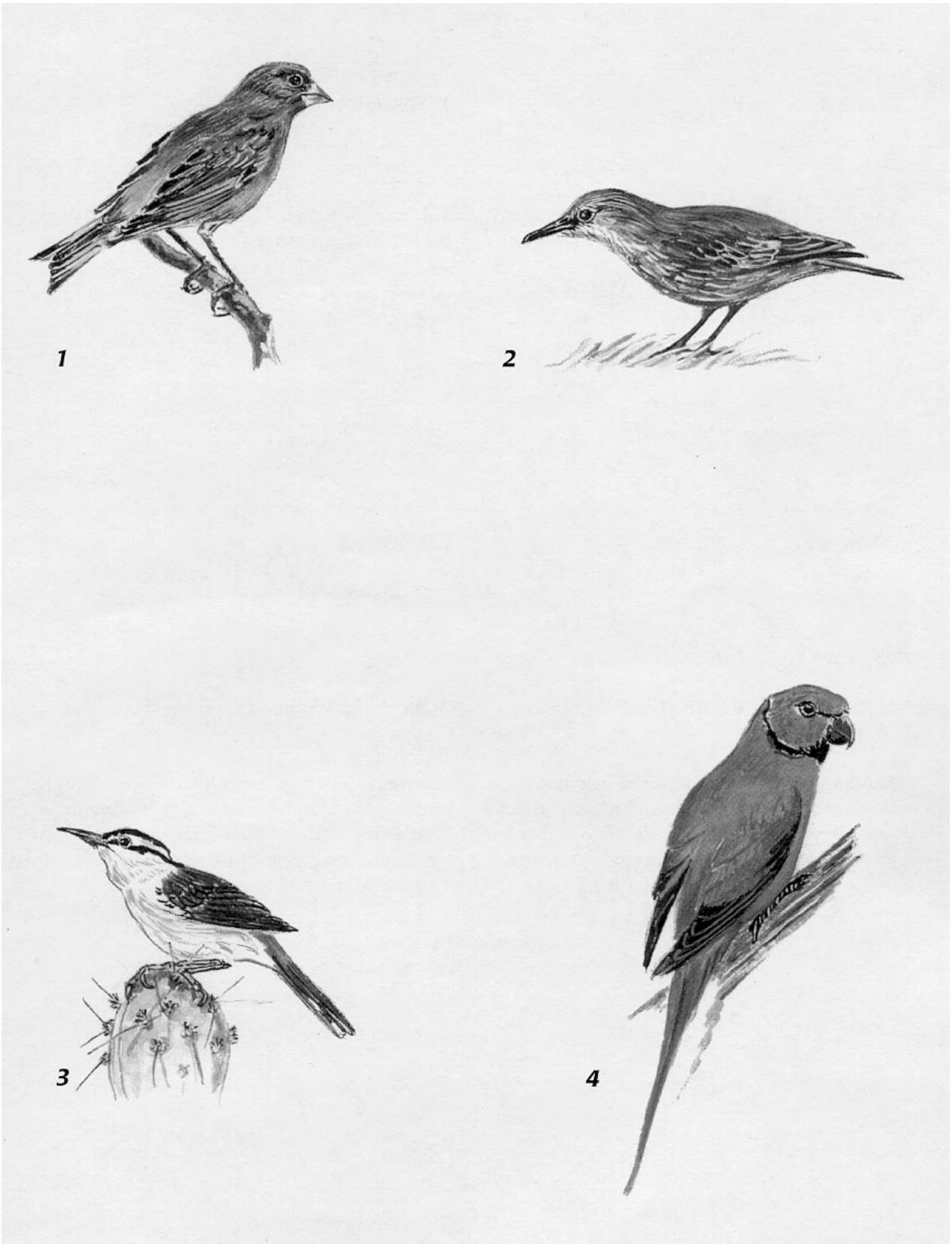
Erstellen Sie eine Differenz/Fehlermatrix aus den Daten der gesamten Klasse. Errechnen Sie die von der Klasse erzielte Gesamtgenauigkeit.

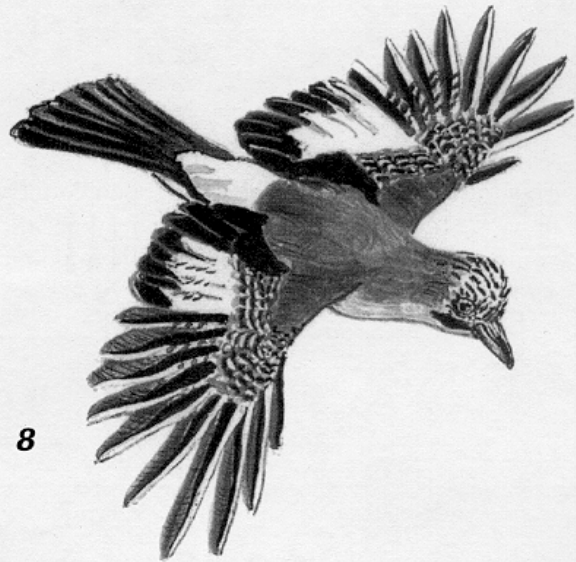
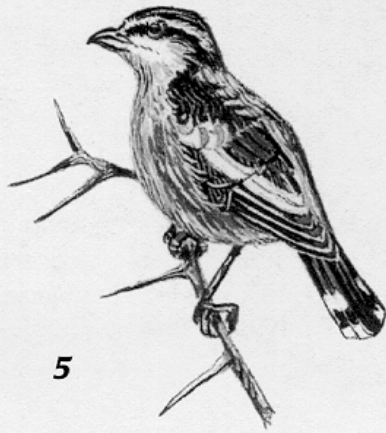
Welche Matrix halten Sie für genauer - Ihre eigene oder die der ganzen Klasse? Warum?

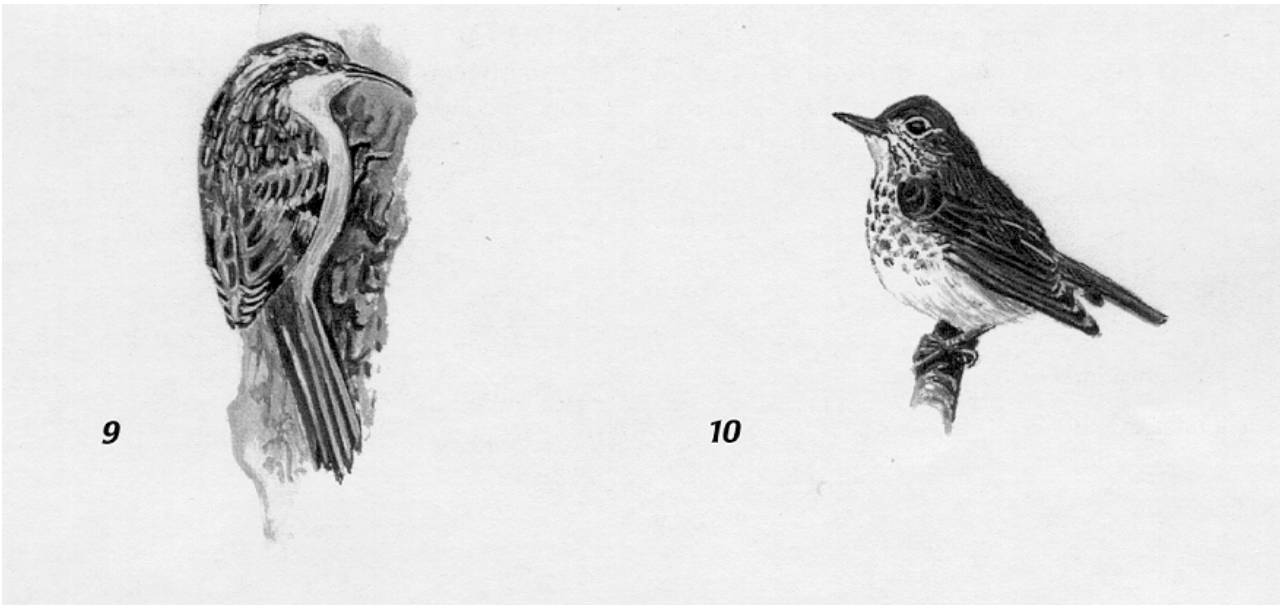
Versuchen Sie einmal, eigene Kriterien zur Klassifikation einer Objektart (z. B. Insekten) zu entwickeln!

Tabelle LAND-L-5: Validierungsdatenblatt zur Vogelklassifikation

	Name des Vogels	Klassifikation
1	Grünfink	Pflanzenfresser
2	Star	Allesfresser
3	Südamer. Savannenzaunkönig	Fleischfresser
4	Kleiner Alexandersittich	Pflanzenfresser
5	Afrikanischer Neuntöter	Fleischfresser
6	Gray-Drossel	Allesfresser
7	Kiefernzeisig	Pflanzenfresser
8	Eichelhäher	Allesfresser
9	Waldbaumläufer	Fleischfresser
10	Einsiedlerdrossel	Allesfresser







1. Grünfink (*Carduelis chloris*)

In offenem Waldland, Sträuchern und Gärten lebender Vogel (Größe: 14,5 cm), der in ganz Europa, Nordafrika, Kleinasien, Nahost und Mittelasien verbreitet ist. Er ernährt sich von Nüssen und Samen, speziell Sonnenblumenkernen und Erdnüssen.

Klassifikation: Pflanzenfresser

2. Star (*Sturnus vulgaris*)

Dieser Vogel (Größe: 21 cm) ist ursprünglich in lichten Wäldern, Grünanlagen und Gärten in Europa und Westasien beheimatet, wurde jedoch inzwischen auch in Nord- und Südamerika, Südastralien und Neuseeland eingeführt. Er frißt sowohl pflanzliche als auch tierische Nahrung.

Klassifikation: Allesfresser

3. Südamerikanischer Savannenzaunkönig (*Campylorhynchus griseus*)

Dieser Bewohner (Größe: 22 cm) der trockenen Savannen, Kaktussträucher und lichten Wälder Kolumbiens, Nordbrasilien und Guyanas ernährt sich von Insekten und Insekteneiern, die er aus Bodenspalten pickt.

Klassifikation: Fleischfresser

4. Kleiner Alexandersittich (*Psittacula krameri*)

Dieser Vogel (Größe: 41 cm) lebt ursprünglich in den Wald- und Ackerlandschaften Afrikas, Indiens und Sri Lankas, ist jedoch inzwischen auch in Nah- und Fernost, Nordamerika, England, den Niederlanden, Belgien und Deutschland eingeführt. Er ernährt sich von Körnern und reifendem Obst.

Klassifikation: Pflanzenfresser

5. Afrikanischer Neuntöter (*Nilaus afer*)

Dieser Vogel (Größe: 15 cm) ist in den baumbestandenen Savannen und an Waldrändern im tropischen Afrika zuhause. Er ernährt sich von Insekten, die er im Flug fängt.

Klassifikation: Fleischfresser



6. Gray-Drossel (*Turdus grayi*)

Ein im offenen Waldland, an Waldrändern und in Lichtungen, normalerweise in der Nähe von Bachläufen lebender Vogel (Größe: 23-24 cm), der vor allem im südöstlichen Mexiko, Mittelamerika und den kolumbischen Küstenregionen beheimatet ist. Frißt Insekten, Regenwürmer, Schnecken und Eidechsen, aber auch Früchte.

Klassifikation: Allesfresser

7. Kiefernzeisig (*Pinicola enucleator*)

Dieser Vogel (Größe: 20 cm) bewohnt die Nadel- und Strauchwälder des nördlichen und westlichen Nordamerikas, Nordskandinaviens und Sibiriens. Er ernährt sich von Beeren und Knospen am Boden und in Baumwipfeln.

Klassifikation: Fleischfresser

8. Eichelhäher (*Garrulus glandarius*)

Eichenwald- und Flachlandbewohner, der von Westeuropa über ganz Asien sowie in Japan beheimatet ist. Zu seinem Speiseplan gehören Insekten, Eicheln und Kastanien.

Klassifikation: Allesfresser

9. Waldbaumläufer (*Certhia familiaris*)

Kleiner Vogel (Größe: 12,5 cm), der in baumbestandenen Gebieten (bevorzugt Nadelwaldland) Westeuropas und Japan lebt. Er ernährt sich von Insekten und Insekteneiern, die er aus der Baumrinde pickt.

Klassifikation: Fleischfresser

10. Einsiedlerdrossel (*Catharus guttatus*)

Dieser Vogel (Größe: 15-20 cm) ist in baumbestandenen Gebieten, Waldrändern und Dickicht Nord- und Mittelamerikas zuhause. Er frißt Insekten, Spinnen, Schlangen, Regenwürmer und Salamander, aber auch Früchte und Samen.

Klassifikation: Allesfresser

Literatur: The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World. **Wissenschaftliche Leitung:** Dr. C. Perrins. New York: Prentice Hall Press, 1990



Der feine Unterschied

<p>Zweck Einführung in die Genauigkeitsbewertung von Klassifikationen.</p> <p>Übersicht Die Schüler klassifizieren (sortieren) auf der Grundlage ihrer Kenntnisse aus dem Wolkenbestimmungs-Protokoll verschiedene Wolken in drei mögliche Klassen: Zirrus, Stratus und Cumulus. Anschließend vergleichen sie Ihre Antworten mit einem vorgegebenen Validierungsdatensatz und erstellen eine Differenz/Fehlermatrix. Ausgehend von der Analyse ihrer Fehler, die Sie anhand dieser Matrix durchführen, werden diskutieren Sie anschließend die Möglichkeiten, die Genauigkeit der Klassifikation zu verbessern.</p> <p>Zeitaufwand 1 Unterrichtsstunde</p> <p>Niveau Mittel- und Fortgeschrittenengruppe</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Klassifikation als Hilfsmittel zu Strukturierung und Verständnis der Natur- Quantitative Genauigkeitsbewertung von Klassifikationssystemen als wichtige Voraussetzung für deren Verwendbarkeit- Kriterien zur Definition von Genauigkeitsniveaus <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Klassifikation von Wolken- Beurteilung der Klassifikationsgenauigkeit	<ul style="list-style-type: none">- Optimierung der Klassifikationsgenauigkeit anhand dieser Beurteilung.- Datenanalyse zum Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Klassifikation und Klassifikationsgenauigkeit- Ermittlung von Entscheidungskriterien für ein Klassifizierungssystem- Sammlung und Interpretation von Validierungsdaten- Erarbeitung und Analyse einer Differenz/Fehler-Matrix für die Genauigkeitsbeurteilung- Kooperative Problemlösung in Fragen der Ergebnisgenauigkeit <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Satz Wolkenbilder- Antwortschlüssel (Validierungsblatt)- Hinweise zur Übungsdurchführung- Klassifikations-Arbeitsblatt- Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt <p>Vorbereitung Der Wolkenbild-Satz muß pro Schülergruppe einmal vervielfältigt werden.</p> <p>Voraussetzung Vertrautheit mit den Grundlagen der Klassifikation. Erfahrung mit der GLOBE- Wolkenbestimmungsprotokoll, sowie die Übung "Einführung der Differenz/ Fehlermatrix - Vogelklassifikation".</p>
--	---

Hintergrund

Zahlreiche Merkmale unserer Umwelt (z. B. Tier- und Pflanzenarten, Wald- und Bodentypen) werden wissenschaftlich klassifiziert. Bei diesen Klassifikationen handelt es sich im wesentlichen um recht willkürliche menschliche Einteilungen, die jedoch ein grundlegendes Element der Strukturierung und Erkundung unserer natürlichen Umgebung bilden. Die Klassifikation einer Menge von Objekten, die Gegenstand unseres Interesses sind, kann auf verschiedene Weise erfolgen. Aufgrund von Fehlern bei der Klassifikation oder der Zugrundelegung verschiedener Kriterien sind unterschiedliche Zuordnungen möglich. In jedem Fall sollte bekannt sein, wie groß



der in unserer Klassifikation enthaltene Fehler ist. Damit wissen wir inwieweit wir darauf vertrauen können, daß die Informationen richtig sind. Die Klassifikation von Fernerkundungsdaten dient letztlich dem Zweck, wichtige Entscheidungen über globale Probleme wie z. B. die Abholzung der Wälder, Klimaerwärmung und Umweltzerstörung zu treffen. Hierbei kommt es darauf an, daß diese Entscheidungen nicht auf der Grundlage falscher Informationen getroffen werden.

Eine Differenz/Fehler-Matrix ist ein elementares Instrument zur Beurteilung von Daten, die auf dem Wege der Fernerkundung gesammelt wurden. Sie gibt uns ein Hilfsmittel zur Erzeugung einer Zahl an die Hand, welche die Gesamtgenauigkeit einer Klassifikation oder Karte ausdrückt. Sie liefert zudem umfassende Informationen über mögliche Fehlerquellen. Dies erlaubt uns, unsere Aufmerksamkeit auf die entsprechenden Bereiche oder Klassen zu konzentrieren die dies erfordern. Die gewonnenen Informationen können dann dazu verwendet werden, unsere Klassifikationskriterien zu verbessern und problematische Klassen genauer zu unterscheiden. Bei der Wolkenerkennung, die den Gegenstand dieser Übung bildet, werden die Fähigkeiten der Schüler aus dem GLOBE-Klimaprotokoll genutzt und vertieft.

Wichtige Inhalte und Lernziele

Siehe "Wichtige Inhalte und Lernziele" im Abschnitt "Einführung der Differenz/Fehlermatrix".

Danksagung

Zeichnungen von Linda Isaacson

Weiterführende Literatur

National Audubon Society Pocket Guide to Clouds and Storms. New York: Alfred A. Knopf, Inc. (1995)

GLOBE-Wolkenkarte (1996)

Es liegt nahe, aus der folgenden Seite mit dem Wolkenklassifikations-Arbeitsblatt (Muster) sowie der Differenz/Fehlermatrix (Muster) eine Overhead-Folie herzustellen. Anweisungen zur Erstellung der Matrix sind nachstehend zusammengefaßt.

Auszählungsverfahren und Berechnung der Gesamtgenauigkeit

Die nachfolgenden Anweisungen verweisen auf die umseitigen Muster.

Schritt 1: Entnehmen Sie dem Wolkenklassifikations-Arbeitsblatt (Tabelle 21) die von den Schülern getroffene Einstufung der Probe 1 (Tabelle 21, Feld A - Zirkus).

Schritt 2: Entnehmen Sie Tabelle 22 (Differenz/Fehlermatrix-Arbeitsblatt) die entsprechende Klassifikation der Schüler (Wolkentyp "Zirkus" in der linken Spalte).

Schritt 3: Schlagen Sie zur Probe Nr. 1 des Wolkenklassifikations-Arbeitsblatts (Tabelle 22) den gemäß den Validierungsdaten richtigen Wolkentyp nach (Tabelle 22, Feld B - "Stratus").

Schritt 4: Folgen Sie in Tabelle 22 (Differenz/Fehlermatrix) - ausgehend von dem Feld mit dem von den Schülern ermittelten Wolkentyp ("Zirkus") - der dazugehörigen Zeile von links nach rechts, bis sie sich in der Spalte befinden, die in der obersten Zeile mit dem Validierungsdaten-Wolkentyp ("Stratus") überschrieben ist. Tragen Sie in dem Feld, in dem sich die "Zirkus"-Zeile



und die "Stratus"-Spalte scheiden (d. h. Feld B3) einen Zähler ein und setzen Sie den Vergleich mit der nächsten Probe fort. Die Zeilen entsprechen den ursprünglichen Klassifikationsdaten der Schüler, die Spalten den Validierungsdaten.

Schritt 5: Gehen Sie zu Probe 2 des Wolkenklassifikations-Arbeitsblatts und wiederholen Sie das vorstehende Verfahren. Nach erfolgter Auszählung aller Proben muß noch die Gesamtgenauigkeit ausgezählt werden.

Schritt 6: Die Gesamtzahl der Proben (Zelle D4) ist gleich der Zeilensumme ($D1 + D2 + D3$) sowie gleich der Spaltensumme ($A4 + B4 + C4$). Die Summe der richtigen Einstufungen ist gleich der Summe der Zellen $A1 + B2 + C3$ (fett umrandete Zellen in der Hauptdiagonalen). Dividieren Sie die Summe der richtigen Einstufungen (hier: 1) durch die Gesamtzahl der Proben (hier: 3). Multiplizieren Sie das Ergebnis mit 100, um einen prozentualen Wert zu erhalten (hier: 33 %). Dieser Wert stellt die Gesamtgenauigkeit der von den Schülern durchgeführten Klassifikation dar.

Schritt 9: Ebenso wie die Zellen auf der Hauptdiagonalen die "richtigen" Klassifikationen (Übereinstimmung zwischen ursprünglicher Zuordnung der Schüler und Validierungsdaten) darstellen, enthalten die Zellen abseits der Hauptdiagonalen die "falschen" Klassifikationen (= Differenzen). Hieraus erklärt sich die Bezeichnung "Differenz/Fehlermatrix". Jeder Fehler bedeutet nicht nur eine fehlende Zuordnung zu der richtigen Wolkenklasse, sondern auch eine überzählige Zuordnung zu der falschen Wolkenklasse. Anhand dieser Information läßt sich z. B. herausfinden, welche Wolkentypen besonders schwierig zu erkennen sind und welche oft miteinander verwechselt werden.



Tabelle LAND-L-6: Wolkenklassifikations-Arbeitsblatt (Muster)

Proben-Nr.	Foto Nr.	Klassifikation der Schüler	Validierungsdaten	✓	X
1	3a	A: Zirrus	B: Stratus		X
2	3c	C: Stratus	D: Stratus	✓	
3	3d	E: Stratus	F: Cumulus		X

(Siehe Validierungsschlüssel, Tabelle _____ und Wolkenklassifikations-Beispiele, Abb. _____)

Tabelle LAND-L-7: Differenz/Fehlermatrix zur Wolkenklassifikation

Validierungsdaten → Schülerdaten ↓	Cumulus	Stratus	Zirrus	Zeilensumme
Cumulus	A1.	B1:	C1:	D2:0
Stratus	A2: 1	B2:1	C2:	D2:2
Zirrus	A3.	B3.1	C3:	D3:1
Spaltensumme	A4:1	B4.2	C4:0	D4:3

$$D4 = (A4 + B4 + C4) = (D1 + D2 + D3)$$

(Spaltensumme) (Zeilensumme)

$$\text{Gesamtgenauigkeit} = \frac{(A1+B2+C3)}{(D4)} \times 100 = (1/3) \times 100 = 33$$



Inhalt und Vorgehensweise

1. Diskutieren Sie mit den Schülern vorbereitend die folgenden Fragen:

Was ist der Unterschied zwischen einer Klassifikations*kat*egorie und einem Klassifikations*k*riterium?

Weshalb ist die Klassifizierung so wichtig?

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Klassifizierung und Kartierung?

Weshalb ist es so wichtig, daß Karten *genau* sind?

2. Kopieren und verteilen sie die Schüleranleitungen sowie die nummerierten Wolkenfotos.
3. Fordern Sie die Schüler auf, anhand der Schüleranleitungen folgende Schritte durchzuführen:

Klassifikation der Wolken in Kategorien (nach Wolkentyp)

Vergleich mit den Wolkentyp-Validierungsdaten

Erstellung der Differenz/Fehlermatrix

4. Diskutieren Sie mit den Schülern den Zusammenhang zwischen dieser Lernaktivität und dem Protokoll "Genauigkeitsbewertung".



Kopieren und
an die
Schüler
verteilen!

Schüler-Arbeitsblatt

Übersicht

In der Wissenschaft werden viele Bestandteile unserer Umwelt klassifiziert (z. B. Tier- und Pflanzenarten, Waldtypen, Gesteine). Diese Einteilung in Klassen oder Kategorien hilft uns, die Natur zu strukturieren und zu verstehen. Damit diese Klassifikationen einen wissenschaftlichen Wert haben, müssen wir jedoch wissen, wie genau sie die tatsächlichen Verhältnisse wiedergeben. Ein elementares Hilfsmittel zur Überprüfung der Genauigkeit ist die sog. Differenz/Fehlermatrix. Sie gibt zugleich an, wo es bei der Einstufung in die einzelnen Kategorien Unklarheiten oder Probleme gab.

In dieser Lernaktivität werden Sie Wolkenbilder auf der Grundlage vorgegebener Kriterien in drei eindeutig definierte Kategorien einordnen. Die Ergebnisse dieser Klassifikation werden anhand einer Tabelle mit Validierungsdaten verglichen. Die Ergebnisse der so tabellierten Daten werden in einer Differenz/Fehlermatrix ausgezählt.

Nach Abschluß dieser Lernaktivität werden Sie imstande sein:

- eine Objektmenge (Wolkenbilder) in ein eindeutig definiertes Klassifikationsschema zu klassifizieren
- das Ergebnis dieser Klassifikation mit einer gegebenen Menge von Validierungsdaten zu vergleichen und eine Differenz/Fehlermatrix zu erstellen
- die Bedeutung von Meßgenauigkeit und Präzision zu erkennen
- ein Verständnis einiger Fehlerquellen bei wissenschaftlichen Messungen zu gewinnen.

Hilfsmittel

- 1 Satz Wolkenbilder (20 Abb.)
- Übungsanleitung mit Wolkentyp-Skizzen und einer Differenz/Fehlermatrix
- Arbeitsblatt "Wolkenklassifikation"

Inhalte und Vorgehensweise

1.) Breiten Sie die zur Verfügung gestellten numerierten Wolkenbilder nach Anweisung des Lehrers sorgfältig aus. In dieser Lernaktivität sollen 20 Bilder klassifiziert werden.



2.) Klassifizieren Sie alle Wolkenbilder aus diesem "Datensatz" nach den drei Kategorien "Cumulus", "Stratus" und "Zirrus". Protokollieren Sie Ihre Klassifikation in dem Arbeitsblatt: Wolkenklassifikation.

Hinweis: Wolkentypen entsprechen nicht immer genau diesen drei Grundkategorien. Im Rahmen der vorliegenden Lernaktivität soll jedoch nur dieses vereinfachte Klassifikationsschema verwendet werden. Bei der Klassifizierung sind Unsicherheiten nicht auszuschließen. Akzeptieren Sie diese "mangelnde Logik" als ein Element der Unschärfe, das für diese Lernaktivität charakteristisch ist. Ein gewisses Maß an Unschärfe ist Bestandteil jeder wissenschaftlichen Tätigkeit - kein Klassifikationssystem ist imstande, den wahrgenommenen Zustand der natürlichen Welt genau wiederzugeben.

Für die Klassifizierung sind folgende Kriterien zu verwenden:



Cumulus: einzelne Wolken, allgemein dicht und scharf abgegrenzt, in Bergen, Kuppeln oder Türmen quellend in die Höhe wachsend, oft mit einem an "Blumenkohl" erinnernden Oberteil



Stratus: allgemein graue Wolkenschicht mit recht gleichmäßiger Untergrenze



Zirrus: einzelne Wolken in Form feiner, weißer Fasern bzw. weißer (bzw. vorwiegend weißer) Flecken oder Streifen, oft an "Pferdeschwänze" erinnernd.

3.) Sortieren Sie die Wolkenbilder in drei Stapel oder Spalten (Cumulus, Stratus und Zirrus), wobei schwierig einzustufende Bilder zunächst zwischen den Stapeln bzw. Spalten liegenbleiben können. Kehren Sie nach erfolgter Klassifikation aller Bilder zu diesen "Zweifelsfällen" zurück und klassifizieren Sie sie, so gut Sie können. Falls auf einem Foto mehrere Wolkentypen zu erkennen sind, ist die Klassifikation anhand des dominanten Wolkentyps vorzunehmen. Als "dominant" gilt der Wolkentyp, der in dem betreffenden Bild den größten Anteil der Himmelsfläche bedeckt. Überprüfen Sie die vorgenommene Klassifikation aller zwanzig Fotos und tragen Sie Ihre Ergebnisse in das Wolkenklassifikations-Arbeitsblatt ein.

4.) Der Lehrer teilt nun in der Klasse die Validierungsdaten aus. Tragen Sie diese Validierungsdaten (richtige Wolkentypen) zu jedem Foto in die Validierungsdaten-Spalte des



Arbeitsblattes ein. Die Eintragung sämtlicher Validierungsdaten ist *unbedingte* Voraussetzung für den Abschluß dieser Lernaktivität.

5.) Setzen Sie zu jedem Foto, zu dem die Schülerklassifikation des Wolkentyps mit dem Validierungsdaten-Wolkentyp übereinstimmt, ein Häkchen (✓) in die Spalte "✓ oder X". Tragen Sie zu jeder Nichtübereinstimmung dort ein "X" ein.

6.) Addieren Sie die Ergebnisse der Spalte "✓ oder X" in der Matrix, indem Sie die folgenden Anweisungen befolgt:

a) Zählen Sie anhand des Wolkenklassifikations-Arbeitsblattes aus, wie oft Ihre Arbeitsgruppe ein Wolkenbild als "Cumulus" eingestuft hat, bei dem es sich laut den Validierungsdaten tatsächlich um Cumuluswolken handelt. Tragen Sie diese Zahl hier ein. _____. Übertragen Sie diese Zahl nun in das Feld A1 der Differenz/Fehlermatrix.

b) Zählen Sie, wie oft Ihre Arbeitsgruppe ein Wolkenbild als "Cumulus" eingestuft hat, bei dem es sich laut den Validierungsdaten um Stratuswolken handelt. Tragen Sie diese Zahl hier ein. _____. Übertragen Sie diese Zahl nun in das Feld B1 der Differenz/Fehlermatrix

c) Überprüfen Sie diese Angaben unbedingt zusammen mit dem Lehrer, bevor Sie fortfahren.

d) Füllen Sie den Rest der Differenz/Fehlermatrix auf dieselbe Weise aus.

e) Überprüfen Sie noch einmal, daß auch wirklich jede Probe aus dem Wolkenklassifikations-Arbeitsblatt in die Differenz/Fehlermatrix ausgezählt wurde. Berechnen Sie nun die Gesamtgenauigkeit Ihrer Klassifikation anhand der untenstehenden Formel.

Tabelle LAND-L-8: Differenz/Fehlermatrix zur Wolkenklassifikation

Validierungsdaten → Schülerdaten ↓	Cumulus	Stratus	Zirrus	Zeilensumme
Cumulus	A1.	B1:	C1:	D2:
Stratus	A2:	B2:	C2:	D2:
Zirrus	A3.	B3.	C3:	D3:
Spaltensumme	A4:	B4.	C4:	D4:

$$D4 = (A4 + B4 + C4) = (D1 + D2 + D3)$$

(Spaltensumme) (Zeilensumme)

$$\text{Gesamtgenauigkeit} = \frac{(A1+B2+C3)}{(D4)} \times 100$$



Gesamtgenauigkeit = x 100 = _____



Tabelle LAND-L-9: Arbeitsblatt: Wolkenklassifikation

Proben-Nr.	Foto Nr.	Klassifikation der Schüler	Validierungsdaten	✓	X
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					



Tabelle LAND-L-10: Validierungsdaten: Wolkenklassifikation

Photo Nr.	Validierungsdaten
1	Cirrokumulus
2	Cirrostratus
3	Cumulus
4	Stratus
5	Zirrus
6	Stratocumulus
7	Alto cumulus
8	Altostratus
9	Nimbostratus
10	Cumulonimbus
11	Nimbostratus
12	Cumulonimbus
13	Alto cumulus
14	Cirrostratus
15	Cirrostratus
16	Alto cumulus
17	Nimbostratus
18	Cumulus
19	Alto cumulus
20	Nimbostratus

Erzielte Genauigkeit

- 0 - 50 %
- 51 - 75 %
- 76 - 100 %

Kompetenzniveau

- Anfänger
- Mittelstufe
- Fortgeschritten



Figure LAND-L-6 (photo 2)

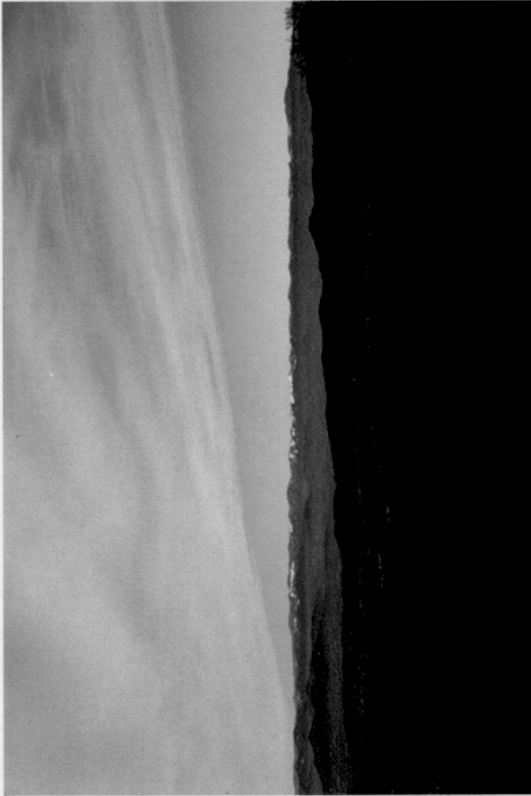


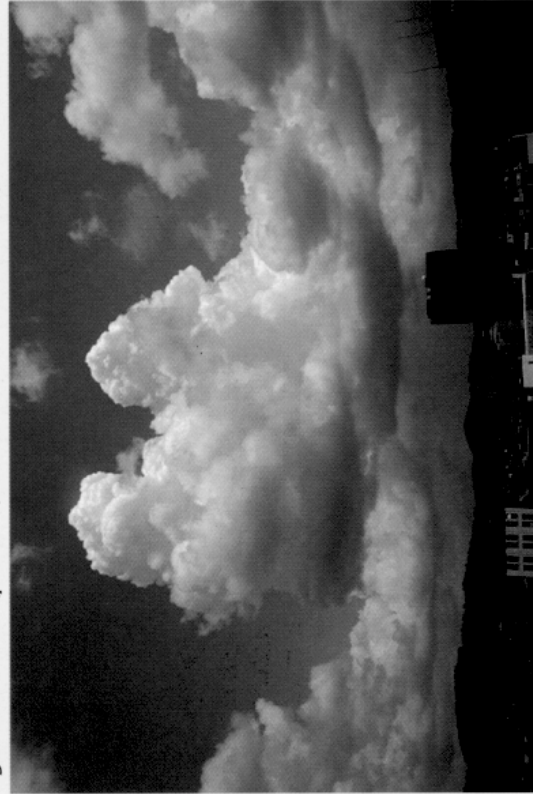
Figure LAND-L-8 (photo 4)



Figure LAND-L-5 (photo 1)



Figure LAND-L-7 (photo 3)



Source: Wayne M. Faus and Grant Goodge of the National Climatic Data Center, NOAA



Figure LAND-L-9 (photo 5)



Figure LAND-L-10 (photo 6)



Figure LAND-L-11 (photo 7)



Figure LAND-L-12 (photo 8)



Source: Wayne M. Faas and Grant Goadge of the National Climatic Data Center, NOAA



Figure LAND-L-14 (photo 10)

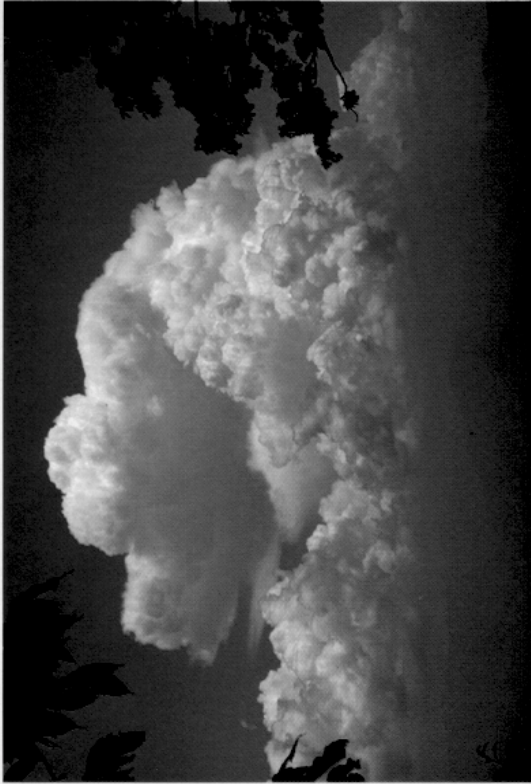


Figure LAND-L-16 (photo 12)



Figure LAND-L-13 (photo 9)

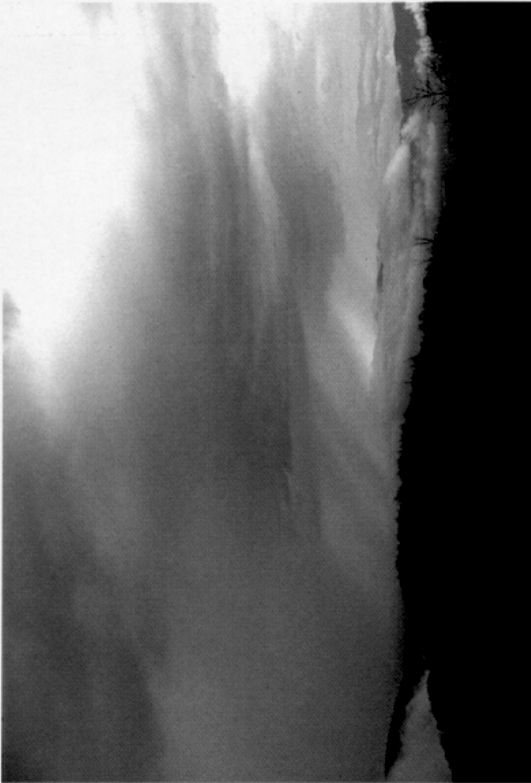


Figure LAND-L-15 (photo 11)



Source: Wayne M. Faas and Grant Goodge of the National Climatic Data Center, NOAA



Figure LAND-L-18 (photo 14)



Figure LAND-L-20 (photo 16)

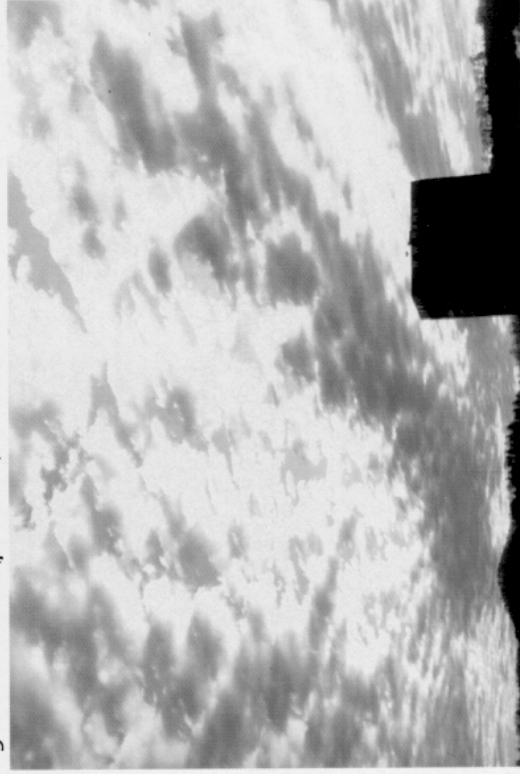


Figure LAND-L-17 (photo 13)

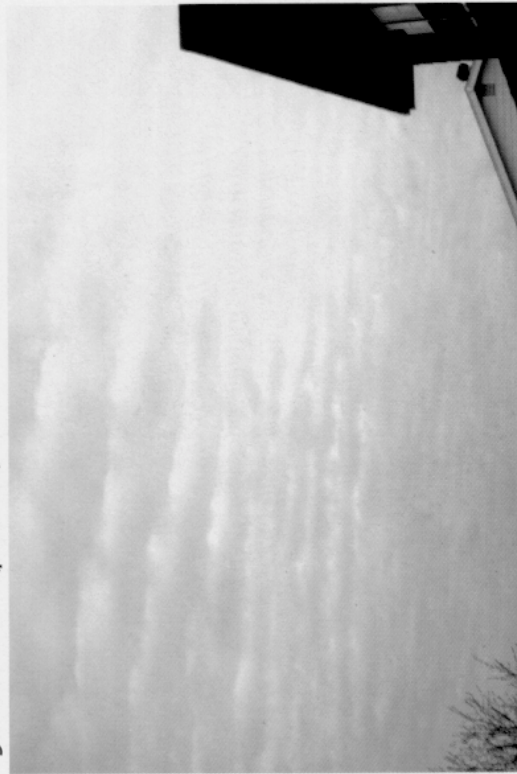


Figure LAND-L-19 (photo 15)



Source: Wayne M. Faas and Grant Coode of the National Climatic Data Center, NOAA

Figure LAND-L-22 (photo 18)

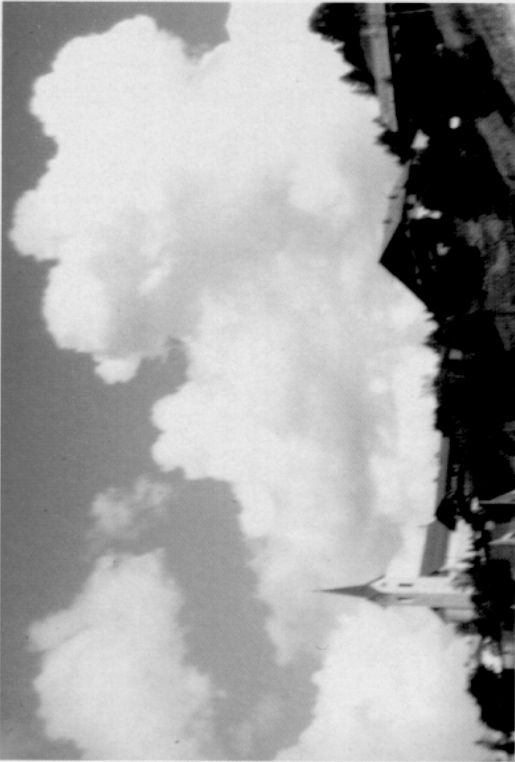


Figure LAND-L-24 (photo 20)



Figure LAND-L-21 (photo 17)

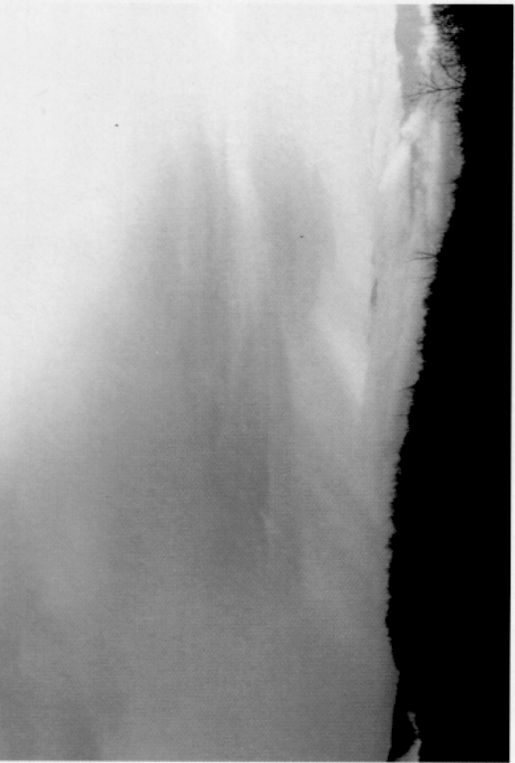


Figure LAND-L-23 (photo 19)



Source: Wayne M. Faas and Grant Goadge of the National Climatic Data Center, NOAA



(Foto 1) Abb. Land-L-5

Cirrocumulus: hohe Formationen flockiger bzw. fleckiger Wolken, durch kleine Zwischenräume getrennt, oft in Rippen- bzw. Wellenform

(Foto 2) Abb. Land-L-6

Cirrostratus: hohe, hellgraue oder weiße Wolken, durch die oft die Sonne oder der Mond erkennbar ist. Bedeckt in der Regel große Himmelsteile.

(Foto 3) Abb. Land-L-7

Cumulus: tiefhängende, quellende Haufenwolken, die an Wattebäusche, Popcorn oder Blumenkohl erinnern.

(Foto 4) Abb. Land-L-8

Stratus: tiefhängende, hell- oder dunkelgraue Wolken von zumeist gleichmäßigem Erscheinungsbild, die einen Großteil des Himmels bedecken. Auch Nebel ist eine Stratuswolkenform.

(Foto 5) Abb. Land-L-9

Zirrus: hohe, faserige Federwolken, bestehen aus Eiskristallen.

(Foto 6) Abb. Land-L-10

Stratocumulus: tiefe, unregelmäßig verteilte Wolken von walzen- oder ballenartiger Erscheinung, manchmal mit Zwischenräumen

(Foto 7) Abb. Land-L-11

Alto cumulus: mittelhohe Schäfchenwolken, flockig bzw. fleckig, zumeist mit Zwischenräumen

(Foto 8) Abb. Land-L-12

Altostratus: mittelhohe, hellgraue Wolken von gleichmäßigem Erscheinungsbild, bedecken zumeist den Großteil des Himmels

(Foto 9) Abb. Land-L-13

Nimbostratus: dunkelgraue Wolken in geringer bis mittlerer Höhe, aus denen Niederschlag fällt. Untergrenze diffus und aufgrund des Niederschlages nur schwer definierbar.

(Foto 10) Abb. Land-L-14

Cumulonimbus: große, mächtig aufgetürmte Haufenwolken mit dunkler Untergrenze, oben nicht selten scharf abgegrenzt oder amboßförmig ausgebildet. Untergrenze kann von Niederschlag verwischt erscheinen. Häufig von Gewittern begleitet.

(Foto 11) Abb. Land-L-15

Nimbostratus: dunkelgraue Wolken in geringer bis mittlerer Tiefe, aus denen Niederschlag fällt. Untergrenze diffus und aufgrund des Niederschlages nur schwer abgrenzbar.

(Foto 12) Abb. Land-L-16

Cumulonimbus: große, mächtig aufgetürmte Haufenwolken mit dunkler Untergrenze, oben nicht selten scharf abgegrenzt oder amboßförmig ausgebildet. Untergrenze kann von Niederschlag verwischt erscheinen. Häufig von Gewittern begleitet.



(Foto 13) Abb. Land-L-17

Altostratus: mittelhohe Schäfchenwolken, flockig bzw. fleckig, zumeist mit Zwischenräumen

(Foto 14) Abb. Land-L-18

Cirrostratus: hohe, hellgraue oder weiße Wolken, durch die oft die Sonne oder der Mond erkennbar ist. Bedeckt in der Regel große Himmelsteile.

(Foto 15) Abb. Land-L-19

Cirrostratus: hohe, hellgraue oder weiße Wolken, durch die oft die Sonne oder der Mond erkennbar ist. Bedeckt in der Regel große Himmelsteile.

(Foto 16) Abb. Land-L-20

Altostratus: mittelhohe Schäfchenwolken, flockig bzw. fleckig, zumeist mit Zwischenräumen

(Foto 17) Abb. Land-L-21

Nimbostratus: dunkelgraue Wolken in geringer bis mittlerer Höhe, aus denen Niederschlag fällt. Untergrenze diffus und aufgrund des Niederschlages nur schwer abgrenzbar.

(Foto 18) Abb. Land-L-22

Cumulus: tiefhängende, quellende Haufenwolken, die an Wattebäusche, Popcorn oder Blumenkohl erinnern.

(Foto 19) Abb. Land-L-23

Altostratus: mittelhohe Schäfchenwolken, flockig bzw. fleckig, zumeist mit Zwischenräumen

(Foto 20) Abb. Land-L-24

Nimbostratus: dunkelgraue Wolken in geringer bis mittlerer Höhe, aus denen Niederschlag fällt. Untergrenze diffus und aufgrund des Niederschlages nur schwer abgrenzbar.



Odyssee der Augen Anfänger

<p>Zweck Einführung in die Erstellung von Modellen im Bereich der Fernerkundung</p> <p>Übersicht In dieser Übung erstellen die Schüler ein dreidimensionales Modell eines Geländes und erarbeiten ein Klassifikationssystem für die darin vorkommenden Oberflächenmerkmale. Dabei benutzen Sie Ihre Augen zur "Fernerkundung" und betrachten das Modell aus unterschiedlichen Höhen - von allernächster Nähe bis zu sehr großen Entfernungen (entsprechend dem Abstand eines Satelliten). Die Beobachtungen werden jedesmal kartiert. Anhand der so erstellten Karten lassen sich dann Fragen zur Umwelt beantworten.</p> <p>Zeitaufwand 3 - 4 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Anfänger</p> <p>Inhalte - Landkarte als symbolische Darstellung eines Ausschnitts der Erdoberfläche.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Gesichtsfeld als Größe des Wahrnehmungsbereichs von Auge bzw. Objektiv.- Vergrößerung des Gesichtsfeldes mit zunehmendem Abstand des Beobachters vom Boden <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Modellierung einer Landschaft- Zeichnen einer Landschaft aus verschiedenen Perspektiven <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Papprollen aus Küchen- oder WC-Papier-Rollen- Verschiedene Gegenstände zur Modellierung (von Schülern oder Lehrer mitzubringen)- Klebstoff- Klebestreifen- Lineal <p>Vorbereitung Sammeln aller Hilfsmittel vor Beginn der Arbeit</p> <p>Voraussetzung Vorausgehen sollte eine kurze Erläuterung von Grundbegriffen zur Kartierung und der Erstellung von Modellen, z. B. Zeichenerklärungen und Symbole.</p> <p>Hinweis: Diese Lernaktivität weist inhaltliche Ähnlichkeiten zu Schritt 8, 9 und 10 der Übung "Relative und absolute Richtungsangaben" des GPS-Lernprogramms auf.</p>
---	--



Hintergrund

Landkarten stellen die gängigste Form einer modellhaften Nachbildung von Teilen der Erdoberfläche dar. Grundkenntnisse von Kartierungs- und Modellierungsverfahren bilden eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis der Fernerkundungsprotokolle. So handelt es sich z. B. bei den Satellitenaufnahmen, die den Schülern im Rahmen der Protokollarbeit vorgelegt werden, um Modelle der Erdoberfläche, die von speziell ausgerüsteten Satelliten erzeugt wurden.

Ein die Erde umlaufender Satellit stellt mit Hilfe von Sensoren, die auf Strahlung verschiedener Wellenlängen reagieren, Bildaufnahmen der Erdoberfläche her. Eine der wichtigsten Wellenlängen ist dabei die Wärmestrahlung (thermische Strahlung). Der Sensor mißt, wieviel Wärme abgestrahlt wird, und setzt die Meßergebnisse zu einem Bild zusammen. Bei dieser Übung wird die Rolle des Wärmestrahlungs-Sensors von den Schülern selbst gespielt.

Auch wenn sich die Schüler dessen wohl kaum bewußt sind, verfügen Sie in der Regel bereits über umfangreiche Erfahrungen mit der sogenannten Fernerkundung. Bei jeder Wahrnehmung eines Gegenstands, den wir nicht mit den Händen berühren, gewinnen wir mit unseren Augen, Ohren, Nase und Haut Daten aus der Ferne. Selbst wenn uns der Begriff der Fernerkundung vielleicht zunächst an Satelliten denken läßt, gibt es eine Vielzahl von Instrumenten, die sich zur Fernerkundung einsetzen lassen. Vielleicht haben einige Schüler bereits mit einem Fotoapparat oder Mikroskop gearbeitet. Beide Geräte liefern uns Daten, die wir mit unseren eigenen, begrenzten Sinnen nicht gewinnen können.

Die Satellitenbilder, die auch die Schüler bei der Protokollarbeit verwenden, sind aus kleinen Quadraten zusammengesetzt, die jeweils Informationen über eine gewisse Landbedeckungsfläche enthalten. Wir bezeichnen diese Fotos als "digital" und die kleinen Quadrate, die darin erkennbar sind, als Bildpunkte ("Pixel"). Bei einigen Bildern entspricht jeder Bildpunkt einer großen Landfläche, bei anderen dagegen nur einem relativ kleinen Areal.

Die Wissenschaftler, die sich mit Untersuchungen der Landbedeckung befassen, setzen hierzu je nach Forschungszweck verschiedene Luftbildaufnahmen und Satellitenfotos ein. Den GLOBE-Wissenschaftlern kommt es darauf an, die Satellitenfotos zu analysieren, um die einzelnen Formen der Landbedeckung und Veränderungen der Landnutzung im Zeitverlauf zu bestimmen.

In den Protokollen zur Kartierung wird eine thematische Karte einer 15 x 15 km großen Fläche erstellt. Ungefähr im Mittelpunkt dieser Karte liegt Ihre Schule. Die Daten, die diesem Bild zugrunde liegen stammen von einem Satelliten. Die Schüler werden die einzelnen Formen der Landbedeckung mit Hilfe eines Computers klassifizieren und anschließend im Gelände die Gültigkeit des so erstellten Bildes überprüfen. Damit Sie ein Verständnis der zugrundeliegenden Modellierungs- und Fernerkundungsverfahren gewinnen, ist es für sie wichtig zu wissen, wo diese Informationen herkommen und was sie bedeuten.

Weiterführende Literatur (optional):

Jenkins, Steve: *Looking Down*, Verlag Hutton Houghton Mifflin, NY (1995)

ISBN-Nr. 0-395-72665-4

Lindberg, R.: *View from the Air*, Viking-Verlag, NY (1995), ISBN-Nr. 0-670-84660-0

McMillan, B.: *Mouse Views*, Verlag Holiday House, NY (1995), ISBN-Nr. 0-8234-1132-x



Inhalt und Vorgehensweise

Teil I: Erstellung und Betrachtung des Modells

1. Die Schüler erarbeiten in Gruppen einen Plan zur Erstellung eines Modells für ein bestimmtes (reales oder ausgedachtes) Gelände. Eine beliebte Wahl ist das Schulgelände. Das Modell sollte von den Schülern selbst ausgearbeitet werden. Die Schüler stellen eine Liste der benötigten Hilfsmittel zusammen und skizzieren das Modell. Siehe Anmeldeformular (nach "Odyssee der Augen - Fortgeschrittene").
2. Die Schüler benötigen etwa 2 - 3 Schulstunden, um ihre Modelle zu bauen.
3. Die Schüler betrachten das Modell durch eine Papprolle aus vier verschiedenen Perspektiven. Dies gibt Ihnen ein Gefühl für die Veränderung der Auflösung sowie des Gesichtsfeldes. Die Schüler protokollieren Ihre Beobachtungen in dem Beobachtungsformular (nach "Odyssee der Augen - Fortgeschrittene").
 - 3a. Mäusperspektive - Beobachtung des Modells von der Seite. Karte zeichnen und beschriften.
 - 3b. Bienenperspektive - Beobachtung des Modells aus etwa 10 cm Höhe. Karte zeichnen und beschriften.
 - 3c. Vogelperspektive - Beobachtung des Modells aus etwa Tischhöhe. Karte zeichnen und beschriften.
 - 3d. Satellitenperspektive - Beobachtung des Modells aus einem Fenster im 1. Stock oder einem Treppenhaus. Karte zeichnen und beschriften.

Diskussionsfragen

1. Gibt es visuelle Unterschiede zwischen der Bienen- und Mäusperspektive? Welche?

Hinweis für Lehrer: Sehr jungen Schülern fällt es oft schwer, sich mit dem Konzept der Luftperspektive vertraut zu machen. Hier kann zusätzlicher Zeitaufwand erforderlich werden. Siehe "Weiterführende Literatur".

2. Vergleichen Sie die vier gezeichneten Karten. Welche wäre wohl am ehesten geeignet für
 - einen Adler, der eine Maus jagt?
 - einen Architekten, der einen geeigneten Ort zum Bau eines Einkaufszentrums auswählen muß?
 - einen Jäger, der nach Tierfährten sucht?
 - einen Biologen, der wissen möchte, wie weit das Gelände bereits abgeholzt bzw. wieder aufgeforstet ist?
 - einen Suchtrupp, der ein im Wald verirrtes Kind wiederfinden soll?
 - einen Ökologen, um das Ausmaß des Waldsterbens festzustellen?



- eine Frau, die eine Brosche verloren hat?

3. Wo liegen die Vorteile der Erderkundung mittels Satelliten? Gibt es auch Nachteile?

Teil II: Erstellung einer symbolischen Karte des Modells

1. Lassen Sie die Schüler zu jeder Form der Landbedeckung (Straßen, Felsen, Spielplatzgerät, Teich, Fluß, Gras, Häuser usw.) ein Symbol auswählen. Mit diesen Symbolen wird die Karte beschriftet. Tragen Sie die Landbedeckungselemente zusammen mit ihrem Symbol im Symbolkarten-Datenblatt (im Anschluß an "Odyssee der Augen - Fortgeschrittene") ein.
2. Erstellen Sie mit Hilfe dieser Symbole eine Karte des Geländes. Zeichnen Sie die Karte auf das Symbolkarten-Datenblatt (im Anschluß an "Odyssee der Augen - Fortgeschrittene").
3. Fordern Sie die Schüler auf, Ihre Symbolkarten untereinander auszutauschen und zu entschlüsseln und sich dann eine Geschichte über ein Ereignis auszudenken, das sich in der abgebildeten Umgebung zutragen könnte.

Diskussionsfragen

Angenommen, Ihr solltet eine Karte eurer Nachbarschaft zeichnen. Würdet Ihr diese lieber naturgetreu oder als Symbolkarte ausführen? Warum?

Gespräch über verschiedene Kartenarten und deren Verwendungszwecke.



Odyssee der Augen Mittelgruppe

<p>Zweck Einführung in die Erstellung von Modellen im Bereich der und Einführung in die Bilddigitalisierung, die prinzipiell dem von Satelliten angewandten Verfahren entspricht.</p> <p>Übersicht Die Schüler verarbeiten die in der Anfänger-Übung erstellte Symbolkarte zu einer Digitalaufnahme, ähnlich den Aufnahmen von Satellitenkameras. Dabei wird ihnen klar, weshalb Wissenschaftler die Satellitendaten überprüfen müssen, um zu genauen Abbildungen der auf der Erde vorhandenen Ökosysteme zu gelangen.</p> <p>Zeitaufwand 3 - 4 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Mittelgruppe</p> <p>Inhalte - Interpretation und Digitalisierung des Inhalts eines Satellitenbildes in Abhängigkeit von der Lichtreflexion der wahrgenommenen Objekte in verschiedenen Wellenlängenbereichen. - Übertragung der Bilddaten über den Satelliten zu einem Rechner, auf dem die Daten gespeichert oder nachbearbeitet werden. - Darstellung der Daten als Bilder, nach Umwandlung dieser Daten in einen vom Benutzer definierten Farbcode.</p>	<p>Lernziele - Bildbeobachtung - Bildinterpretation - Bildklassifikation - Bilddigitalisierung - Bildfärbung</p> <p>Hilfsmittel - Millimeterpapier - Bleistifte - Kunststoff-Auflage transparent mit Gitternetzlinien - Bild des Pandabären - Buntstifte</p> <p>Vorbereitung - Zusammenstellung der Hilfsmittel - Vorführung des Digitalisierungsprozesses durch den Lehrer, bevor die Schüler diesen mit ihrem Partner selbst durchführen.</p> <p>Voraussetzung Vorausgehend sollte kurz erläutert werden, wie ein Satellit seine Daten gewinnt und zum Computer überträgt. Voraussetzung für diesen Teil ist der komplette Abschluß der Anfängerübung.</p> <p>Hinweis: Diese Lernaktivität weist inhaltliche Ähnlichkeiten zu Schritt 8, 9 und 10 der Übung "Relative und absolute Richtungsangaben" des GPS-Lernprogramms auf.</p>
--	--



Inhalt und Vorgehensweise

Teil I : Digitalisierung von Bildern

Die Schüler lernen, wie Satelliten und Computer miteinander kommunizieren. Der Satellit tastet ein Schwarzweißbild ab und wandelt es in einen digitalen Code um. Der Computer rekonstruiert aus den numerischen Daten das Bild.

1.) Die Schüler arbeiten paarweise. Ein Schüler übernimmt die Rolle des Satelliten, der andere diejenige des Computers. Der Satellit legt die Kunststoffolie über das Schwarzweißbild des Pandabären und tastet dieses Bild - ausgehend von der linken oberen Ecke - Feld um Feld ab. Dabei ruft er dem Computer zu jedem Feld eine Zahlencode zu.

2.) Der Satellit interpretiert jedes Feld anhand folgender Kriterien:

Wenn ein Feld weiß ist, sendet der Satellit die Meldung "1". Der Computer schreibt diese Zahl in seinen Code.

Wenn ein Feld schwarz ist, sendet der Satellit die Meldung "2". Der Computer schreibt diese Zahl in seinen Code.

Wenn ein Feld weder eindeutig schwarz noch eindeutig weiß ist, muß sich der Satellit für die beste Möglichkeit ("1" oder "2" entscheiden). Er meldet diese Zahl an den Computer, der sie ebenfalls in seinen Code schreibt.

Der Satellit meldet Anfang und Ende jeder abgetasteten Zeile durch Ausgabe der Zahl "0".

3.) Der Schüler, der die Rolle des Computers spielt, überträgt den digitalen Code mit Hilfe eines Bleistift auf das Millimeterpapier.

Hinweis: Siehe den Digitalcode im Fortgeschrittenenteil dieser Übung zur Verdeutlichung. Zur Vertiefung läßt sich der vorstehende Ablauf auch mit Farbbildern, die von den Schülern selbst erstellt wurden, und unterschiedlich großen Gitternetzen wiederholen.

Teil II : Erstellung einer digitalen Karte

1.) Teilen Sie jeder Gruppe eine Auflagefolie mit Gitternetz zu. Die Schüler sollen die Folie auf die Symbolkarte aus der Anfängerübung legen. Danach sollen Sie einen Farb- und Zahlencode zu den einzelnen Formen der Landbedeckung erarbeiten und diese Daten in dem Digitalisierungs-Datenblatt (nach "Odyssee der Augen - Fortgeschrittene") eintragen.

2.) Ordnen Sie jeder Landbedeckungsform in der Symbolkarte eine Farbe sowie einer Zahl zu. Protokollieren Sie diese Zuordnung in dem Digitalisierungs-Datenblatt.



Beispiel:

Gebäude	1	blau
Bäume	2	grün

3.) Tasten Sie jede Zeile der Symbolkarte ab, indem Sie jedem Quadrat eine Nummer zuordnen. Protokollieren Sie die Zahlen in der Datentabelle. Tragen Sie zu Beginn und Ende jeder Datenzeile je eine "0" ein. Schlagen Sie ggf. in den Hinweisen in Teil 1 dieser Lernaktivität nach, wenn Sie Hilfestellung benötigen.. Sie haben nun Ihre Symbolkarte in Form eines digitalen Codes wiedergegeben.

4.) Reproduzieren Sie die Karte aus diesem digitalen Code - unter Verwendung der dazugehörigen Farben - als digitales Bild auf einem Stück Millimeterpapier.

Diskussionsfragen

1. Wie stark unterscheiden sich die Proportionen der einzelnen Landbedeckungsformen von denjenigen der Symbolkarte?
2. Wie stark unterscheiden sich die Proportionen der einzelnen Landbedeckungsformen von denjenigen des ursprünglichen Modells?
3. Vergleichen Sie die von den einzelnen Schülergruppen erstellten Karten.

Wie läßt sich feststellen, ob die Karten die Verhältnisse genau wiedergeben?

Was passiert mit flächenmäßig kleinen Landbedeckungsformen bei der Erstellung der Karte bzw. der Digitalisierung des Bildes?

Wie wirken sich diese Abweichungen auf unsere Wahrnehmung von Art und Menge der Landbedeckung aus?

Hinweis: Im Rahmen der Protokollarbeit werden u. a. die Angaben des Satellitenbildes bzw. Modells durch Untersuchungen vor Ort überprüft ("Validierung").



Odyssee der Augen Fortgeschrittene

<p>Allgemeiner Zweck Einführung in die Erstellung von Modellen im Bereich der Fernerkundung.</p> <p>Zweck der Fortgeschrittenenübung Die Schüler tauschen die "digitalisierten" Versionen Ihrer Karte mit Schülern aus einer anderen Schule oder Klasse aus. Jede Schülergruppe versucht, anhand der Karte die Landbedeckungsformen des ursprünglichen Bildes zu rekonstruieren.</p> <p>Übersicht In dieser Fortgeschrittenenübung wird verdeutlicht, wie ein Satellitensensor die erfaßten Daten einem Computer übermittelt. Die Schüler wandeln Ihre Karten in digitalen Code um und übermitteln diesen einer anderen Klasse, die ihn zu einer Farbkarte verarbeiten soll. Der Zusammenhang zwischen Fernerkundungstechnik, Computer-Bildverarbeitung und Beurteilung der Landbedeckung sollte bereits sicher beherrscht werden.</p> <p>Zeitaufwand 3 - 4 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Fortgeschrittene</p> <p>Inhalte - Interpretation und Digitalisierung eines Satellitenbildes in Abhängigkeit von der Lichtreflexion der wahrgenommenen Objekte in verschiedenen Wellenlängenbereichen.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Übertragung der Bilddaten von einem Satelliten zu einem Computer zur Speicherung und Nachbearbeitung der Daten.- Darstellung der Daten als Bilder nach Umwandlung der Daten mit Hilfe eines vom Benutzer definierten Farcodes. <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Bildbeobachtung- Bildinterpretation- Bildklassifikation- Interpretation von Farbcodes in einem Bild <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Internet (optional)- Millimeterpapier- Buntstifte- Digitalkarte aus "Odyssee der Augen - Mittelgruppe", Teil 2- Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer <p>Vorbereitung</p> <ul style="list-style-type: none">- Zusammenstellung der Hilfsmittel- Die Schüler tauschen die digitalisierte Version ihrer Karte mit einer anderen Klasse. Dieser Austausch ist entsprechend vorher abzustimmen. <p>Voraussetzung Vorausgehend sollte kurz erläutert werden, wie ein Satellit seine Daten gewinnt und zum Computer überträgt. Voraussetzung für diesen Teil ist der komplette Abschluß der Anfänger- und Mittelgruppen-Übung.</p> <p>Hinweis: Diese Lernaktivität weist Ähnlichkeiten zu Schritt 8, 9 und 10 der Übung "Relative und absolute Richtungsangaben" des GPS-Lernprogramms auf.</p>
--	---



Inhalt und Vorgehensweise

1.) Auf der letzten Stufe dieser Übung (Mittelgruppen-Niveau) hatten die Schüler Ihre Kartenmodelle in digitalen Code umgesetzt. Schreiben Sie diesen Code in ein Textverarbeitungsprogramm. Achten Sie darauf, daß zu Anfang und Ende jeder Zeile eine "0" gesetzt ist. Die Eingabe soll auf dem Bildschirm ohne Zeilenumbruch weiterlaufen, damit das Kartenmuster nicht erkennbar wird.

Beispiel:

```
01111220011113300246434002464440025565500444444001111220011113300111133001111220  
0111133001111330024643400224644400255655004444440011112200111133002464340024644  
400255655002464340024644400255655004444440111122002556550044444001112200111  
1133001111330011112200111133001111330024643400246444002556550044444400111122
```

2.) Geben Sie auch den Schlüssel für die Umsetzung der Zahlen in Farben an (siehe Digitalisierungs- Datenblatt der Lernaktivität für die Mittelstufe).

Beispiel:

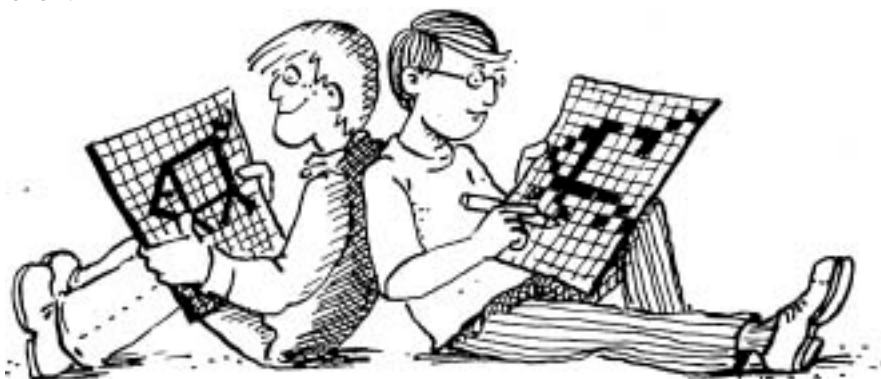
- 1 = violett
- 2 = indigoblau
- 3 = grün
- 4 = gelb
- 5 = orange
- 6 = rot

3.) Die Schüler in der anderen Klasse oder Schule erhalten den Code und setzen diesen in eine Farbkarte um, d. h. sie erstellen ein Falschfarbenbild. Die so erstellten Karten können zur Überprüfung an den Absender zurückgeschickt werden.

Hinweis: Dieser Austausch kann über Internet, durch Austausch von Disketten oder durch einfache Übersendung eines Papierausdrucks der obigen Daten erfolgen.

Diskussionsfragen

1. Welche Landbedeckungsformen sind in diesem Falschfarbenbild dominant? In welche geographische Region würde diese Aufnahme nach eurer Meinung gehören?
2. Könnten Sie den abgebildeten Bereich in Form einer Skizze oder eines Modells rekonstruieren?



Quelle: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Tschechien



Tabelle LAND-L-11: Anmeldeformular - Odyssee der Augen

Odyssee der Augen

Namen _____ der _____ Gruppenmitglieder:

Datum: _____

Anmeldeformular

Beschreibung und Skizze des vorgesehenen Modells

Benötigte Hilfsmittel:

Bereitzustellen von:



Abb. LAND-L-25: Modellbeobachtung - Odyssee der Augen

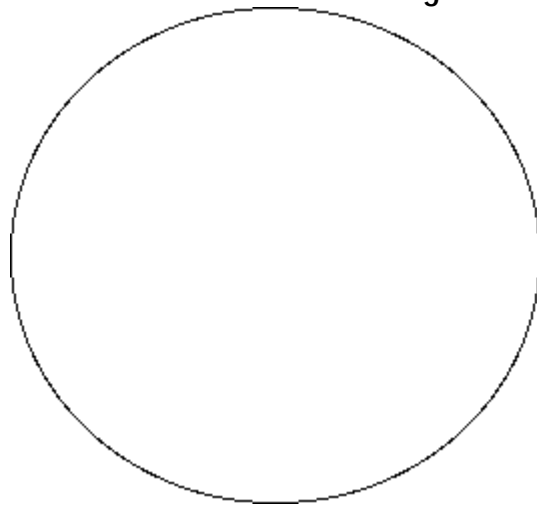
Odyssee der Augen

Name:

Datum:

Modellbeobachtung

Perspektive des Flugzeuges



Perspektive des Satelliten

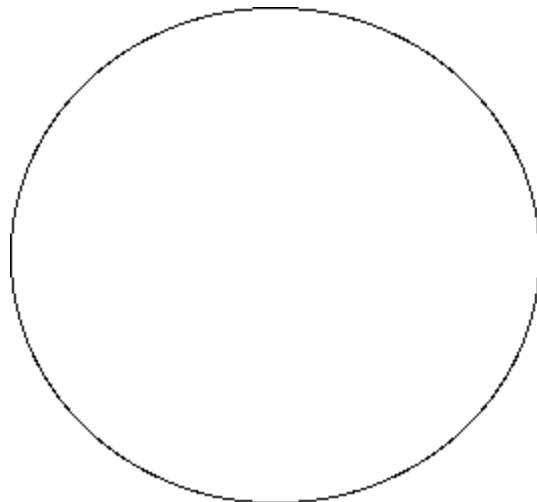




Abb. LAND-L-26: Modellbeobachtung - Odyssee der Augen

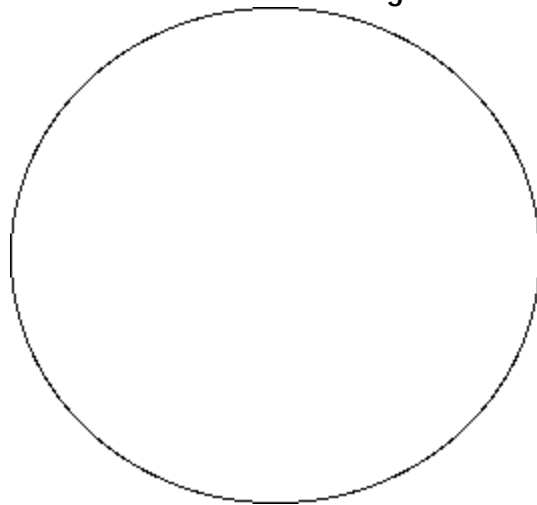
Odyssee der Augen

Name:

Datum:

Modellbeobachtung

Perspektive der Biene



Perspektive des Vogels

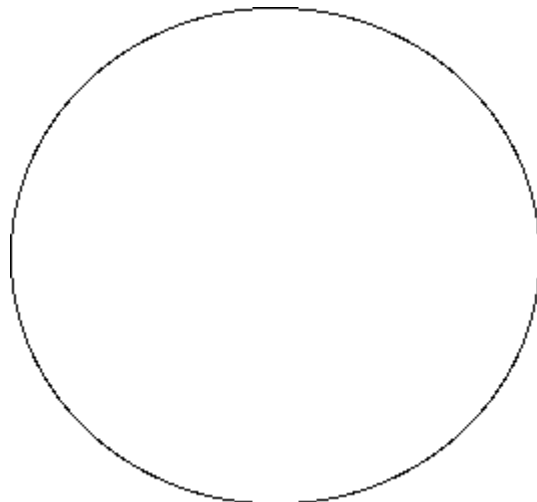




Tabelle LAND-L-12 Symbolkarten-Datenblatt - Odyssee der Augen

Odyssee der Augen

Name:

Datum:

Symbolkarten-Datenblatt

Zeichenerklärung zur Codierung der Landbedeckungsformen

Landbedeckungs-Element

Straße
Bäume

Symbol

Karierte Fläche
Quadrate

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

SYMBOLKARTE

mit Angabe der Modell-Abmessungen (Länge und Breite) in cm



Tabelle LAND-L-13: Digitalisierungs-Datenblatt - Odyssee der Augen

Odyssee der Augen

Name:

Datum:

Digitalisierungs-Datenblatt

Aufschlüsselung des Farben- und Zahlencodes

Landbedeckungsform	Symbol	Zahlencode	Digitalisierungsfarbe

Digitalisierter Code

Beginn und Ende jeder abgetasteten Zeile mit einer "0" markieren!

0							0
0							0
0							0
0							0
0							0
0							0
0							0
0							0



0							0
---	--	--	--	--	--	--	---



Abb. LAND-L-27: Gitternetz - Odyssee der Augen

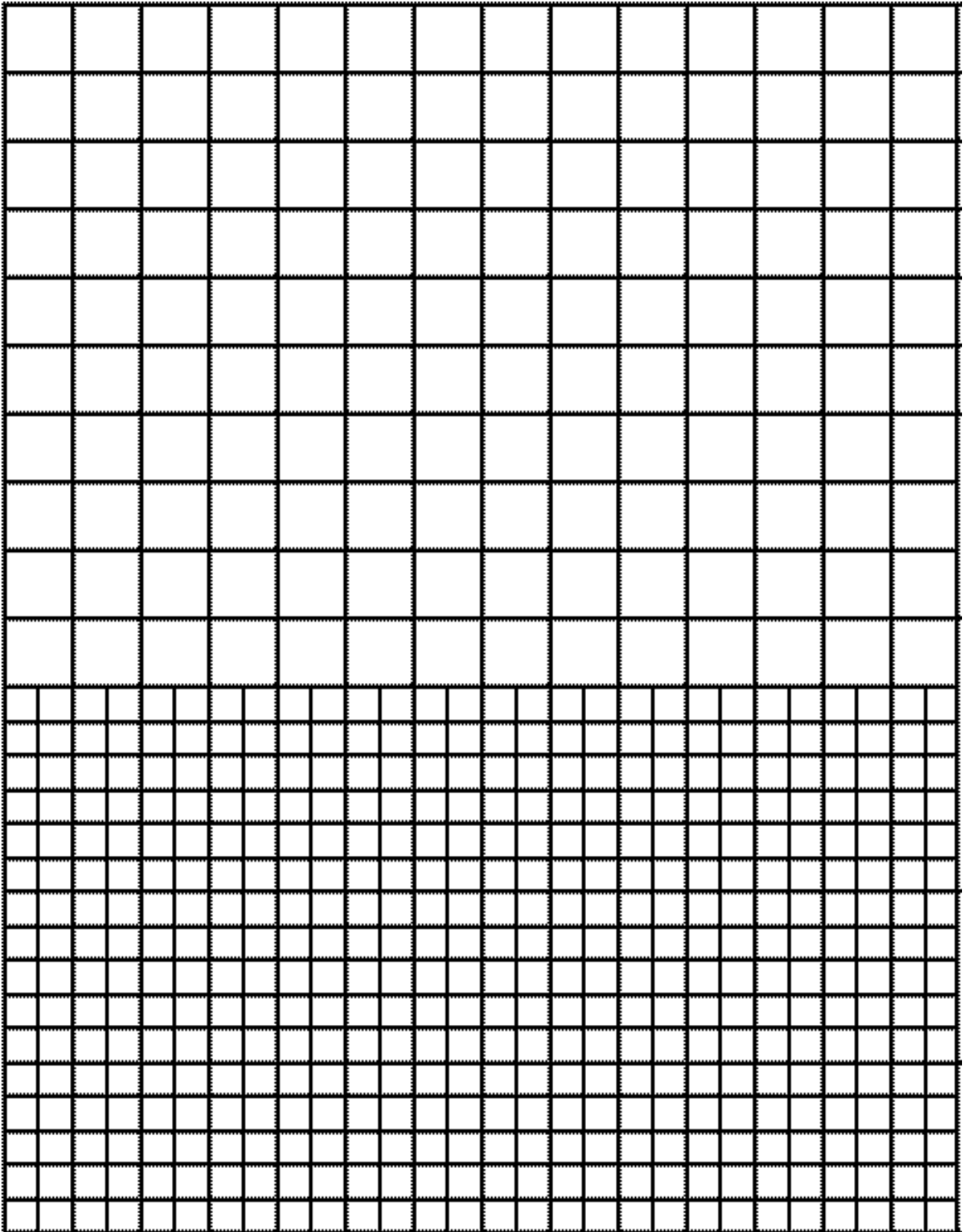




Abb. LAND-L-28: Teddybär - Odyssee der Augen





Manche mögen's heiß Anfänger

<p>Zweck Vermittlung der Begriffe aus der Fernerkundung und Falschfarben-Abbildung. Die Schüler erstellen eine Temperaturkarte, wobei sie Ihre Hände als Temperatursensoren verwenden. Als Aufgabe sollen die Schüler ermitteln, an welchem Punkt einer gegebenen Fläche ein Eiswürfel wohl am schnellsten bzw. am langsamsten schmelzen würde.</p> <p>Übersicht Ein die Erde umkreisender Satellit stellt Bilder mit einer Kamera her, die auf Strahlung verschiedener Wellenlängen reagiert. Eine der wichtigsten Wellenlängen stellt dabei das Spektrum der Wärmestrahlung dar. Der Sensor mißt, wieviel Wärme von den einzelnen Elementen der Oberfläche abgestrahlt wird und setzt aus den verschiedenen Meßwerten ein Bild zusammen. Bei dieser Übung verwenden die Schüler ihre Hände als Wärmesensoren und erkunden ein Gelände, in dem unterschiedliche Landbedeckungsformen vorliegen. Sie protokollieren die einzelnen Werte in einer Geländekarte - ebenso wie ein Satellit. Am Ende der Übung liegt eine Wärmemeßkarte des Geländes vor.</p> <p>Zeitaufwand 3 - 5 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Anfänger</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Satelliten in der Erdumlaufbahn stellen Bilder mit Hilfe von Kameras her, die auf unterschiedliche Wellenlängen reagieren.- Eine der wichtigsten Wellenlängen stellt das Spektrum der Wärmeabstrahlung dar.	<p>Der Sensor erfaßt die abgestrahlte Wärmemenge und erzeugt aus den einzelnen Meßwerten ein Bild.</p> <ul style="list-style-type: none">- Bei der Wahrnehmung von Gegenständen, die der Schüler nicht selbst berührt, benutzt er seine Augen, Ohren, Nase und Hautoberfläche und führt damit eine Fernerkundung dieses Objektes durch. <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Beobachtung einer definierten Fläche.- Prognose des Orts, an dem ein Eiswürfel am schnellsten schmelzen würde.- Überprüfung der Prognosen.- Vergleich verschiedener Flächen auf ihre Wärmeabstrahlung.- Kartierung eines Wärmeabstrahlungsbildes <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Lineal- Weißes Papier- Seil oder Schnur- Prisma (optional) <p>Vorbereitung</p> <ul style="list-style-type: none">- Schüsseln mit heißem Wasser, Eis, Handtücher (für das Experiment in der Klasse)- Eiswürfel, jeweils aus 2 Eßlöffeln Wasser hergestellt- Eine Fläche von ca. 5 - 10 m², die mehrere verschiedene Landbedeckungsformen enthält (z. B. Asphalt, Gras und unbedeckten Boden), abgrenzen bzw. mit Schnur absperren. <p>Voraussetzung Einige Erfahrungen in der Erstellung von Feldskizzen wären hilfreich. Sonniger Tag.</p>
---	---



Inhalt und Vorgehensweise

1.) Die Schüler werden in Zweiergruppen aufgeteilt. Erläutern Sie, daß in einigen Tagen im Freien ein Experiment durchgeführt werden soll, bei es um die Temperatur von Eiswürfeln geht. Die Schüler sollen dann innerhalb einer definierten Fläche den Ort angeben, an dem ein Eiswürfel wohl am schnellsten bzw. am langsamsten schmilzt.

2.) Bevor das Experiment im Freien durchgeführt wird, richtet der Lehrer in der Klasse bis zu sechs Arbeitsplätze ein (Schale mit Eiswürfeln, heißes Wasser, warmes Handtuch, Bodenfliesenbereich). Die Schüler sollen ihre Hände zu einer nach unten offenen Schale formen und die relative Temperatur jedes dieser Objekte bestimmen (die Hände dürfen den Gegenstand jedoch nicht berühren - ihre Aufgabe ist die eines Fernerkundungs-Sensors). Können die Schüler die Unterschiede zwischen den einzelnen Objekten mit geschlossenen Augen feststellen?

3.) Der folgende Teil des Experiments wird im Freien auf einer mit Schnur o. ä. abgegrenzten Fläche von etwa 5 - 10 m² Größe durchgeführt. Die Schüler sollen zunächst eine Feldskizze dieser Fläche anfertigen. Auf einem separaten Blatt werden die Landbedeckungsformen an diesem Untersuchungsstandort protokolliert. Daneben ist in dem Protokollblatt ein freies Feld etwa von der Größe eines 30-cm-Lineals einzuzichnen. Der Lehrer fordert die Schüler auf, eine Liste (diese kann auch gezeichnet werden) von max. 6 verschiedenen Landbedeckungsformen zu erstellen, die sie an diesem Untersuchungsstandort vorgefunden haben (z. B. Felsgestein, Asphalt, Kies, gemähtes Gras, hohes Gras, schattiges Gras, Sand).

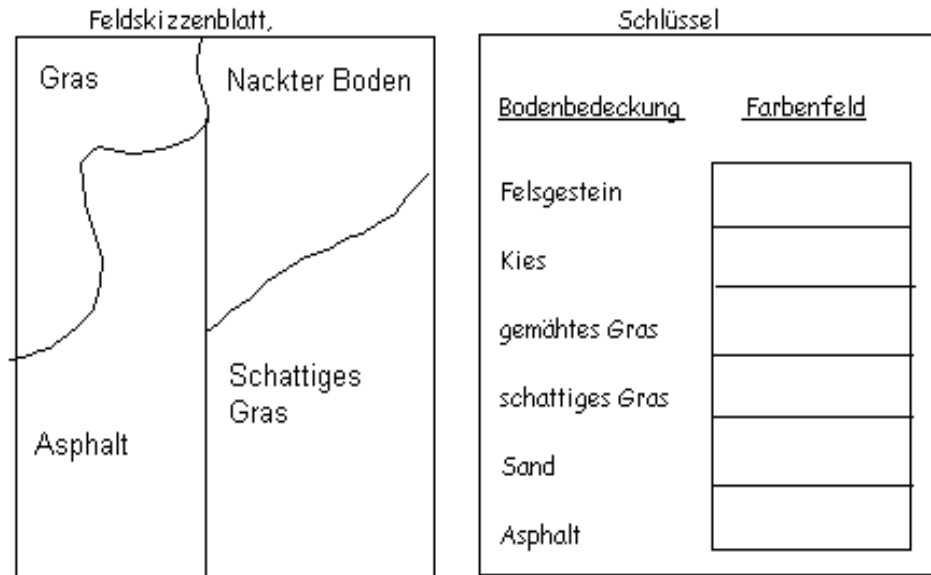
In der Feldskizze sollen die Schüler zudem eine Projektbezeichnung, Datum und Uhrzeit, die Bezeichnung des Ortes sowie die Himmelsrichtungen, Wetterbedingungen und Namen der Gruppenmitglieder vermerken.

4.) Am nächsten Tag kehren die Schüler mit Ihren Listen der Landbedeckungsformen an den Untersuchungsstandort zurück und messen mit ihren Händen - wie in der Klasse geübt - die relative Temperatur der einzelnen Landbedeckungsformen. Sie sollen diese Daten neben der jeweiligen Landbedeckungsform so eintragen, daß sich eine Aufstellung in absteigender Reihenfolge (von der wärmsten zur kältesten Landbedeckungsform) ergibt.

5.) Wieder in der Klasse, teilen die Schüler das Farbrechteck auf dem Protokollblatt in Kästchen entsprechend der Anzahl der am Untersuchungsstandort vorgefundenen und protokollierten Landbedeckungsformen ein (siehe Muster-Protokollblatt). Der Lehrer bespricht mit den Schülern, welche Farben zur Wiedergabe der einzelnen Temperaturen (von warm nach kalt) zu wählen sind. Dabei erweist es sich als hilfreich, die Farben des durch ein Prisma (falls vorhanden) fallenden Lichtspektrums zu verwenden. Der Lehrer notiert die zu verwendende Farbfolge. Die einzelnen Farbkästchen des Rechtecks werden in dieser Farbfolge ausgemalt (das Kästchen stellt den Temperaturschlüssel für das Falschfarbenbild dar). Anhand dieser Grafik malen die Schüler dann ihre Karten in den entsprechenden Falschfarben aus, wobei jeder Landbedeckungsform der entsprechende Wert der Temperaturskala zuzuordnen ist.



Abb. LAND-L-29: Muster-Protokollblatt



6.) Zur Vorbereitung des nun folgenden Teils des Experiments stellt der Lehrer eine Anzahl Eiswürfel aus jeweils 2 Teelöffeln Wasser her. Diese werden erst unmittelbar vor dem Experiment aus dem Eisschrank genommen, in Aluminiumfolie gewickelt und in einer Kühlbox aufbewahrt. Durch Werfen einer Münze wird bestimmt, ob die Aufgabe darin bestehen soll, den Eiswürfel möglichst schnell oder möglichst langsam auftauen zu lassen. Jede Schülergruppe ermittelt anhand ihrer Karte den Ort, an dem sich diese Aufgabe am ehesten erfüllen läßt. Im Freien erhält jede Gruppe einen Eiswürfel (noch in Aluminiumfolie). Die Gruppen begeben sich an ihren jeweils gewählten Ort und legen auf ein Startsignal des Lehrers ihren Eiswürfel (ohne Aluminiumfolie) auf die entsprechende Landbedeckung. Der Lehrer stoppt die Zeit ab dem Startsignal. Jedesmal, wenn ein Schüler "fertig" ruft, nennt der Lehrer die verstrichene Zeit. Die Schüler protokollieren diese Zeitangabe zusammen mit ihrem gewählten Standort auf einem Blatt Papier.

7.) Der Lehrer erstellt eine Tabelle gemäß dem nachstehenden Muster, in der die Ergebnisse der einzelnen Schüler eingetragen werden.

Hierbei ist so vorzugehen, daß der Lehrer zunächst die kürzeste protokollierte Zeit in Minuten einträgt und dann die Schüler, deren Zeit z. B. zwischen 1:00 und 1:29 Minuten lag, zur Eintragung Ihrer Ergebnisse in die Tabelle auffordert. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis alle Daten eingetragen sind. Danach werden diese Daten in der Klasse diskutiert und eine neue Temperatursensor-Karte für die gesamte Klasse ausgearbeitet, die nun die tatsächlichen Ergebnisse des Eiswürfel-Experiments wiedergibt. Diese Karte ist wichtiger Bestandteil der nachfolgenden Arbeitsschritte.

Abb. LAND-L-30: Manche mögen's heiß - Datentabelle

Gruppe					
Zeit (Minuten)	0:00-0:29	0:30-0:59	1:00-1:29	1:30-1:59	2:00-2:29



Danksagung: Die obige Unterrichtseinheit beruht auf dem von Lou Lambert für das Gaia-Crossroads-Projekt 1995 entwickelten Experiment "Making a ley decision".



Manche mögen's heiß Mittelgruppe

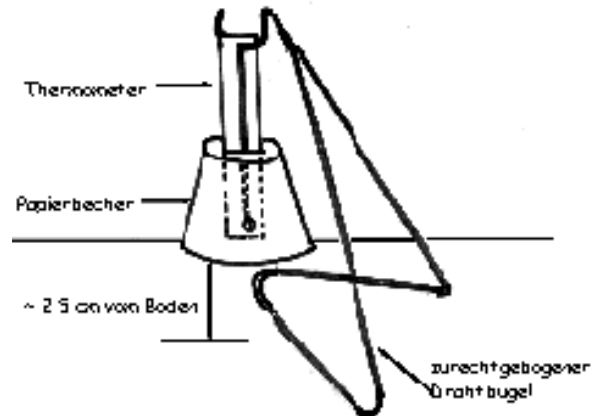
<p>Zweck Einführung in die Begriffe der Fernerkundung und Falschfarben-Abbildung. Es wird im Detail demonstriert, wie die Sensordaten aus der Wärmemessung zu Satellitenfotos und Computerbildern verarbeitet werden.</p> <p>Übersicht Die Schüler messen mit Hilfe eines Thermometers die Wärmeabstrahlung der einzelnen Landbedeckungsformen, die bereits auf der Anfängerstufe untersucht wurden. Aus den Ergebnissen erstellen sie eine Wärmemeßkarte, auf der die unterschiedlichen Wärmeabstrahlungen farblich dargestellt werden.</p> <p>Zeitaufwand 2 - 3 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Mittelgruppe</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Satelliten in der Erdumlaufbahn stellen Bilder mit Hilfe von Kameras her, die auf unterschiedliche Wellenlängenbereiche reagieren.- Eine der wichtigsten Wellenlängenbereichen stellt das Spektrum der Wärmeabstrahlung oder Wärmereflektion dar. Der Sensor erfaßt die abgestrahlte Wärmemenge und erzeugt aus den einzelnen Meßwerten ein Bild.- Bei der Wahrnehmung von Gegenständen, die der Schüler nicht selbst berührt, benutzt er	<p>seine Augen, Ohren, Nase und Hautoberfläche und führt damit eine Fernerkundung dieses Objektes durch.</p> <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Beobachtung einer definierten Fläche.- Messung verschiedener Geländearten mit einem Thermometer.- Vergleich der verschiedenen Flächen auf ihre Wärmeabstrahlung.- Kartierung eines Wärmeabstrahlungsbildes <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Lineal- Weißes Papier- Seil oder Schnur- Kleines Thermometer- Starker Pappbecher- Drahtkleiderbügel <p>Vorbereitung</p> <ul style="list-style-type: none">- Eine Fläche von ca. 5 - 10 m², die mehrere verschiedene Landbedeckungsformen enthält (z. B. Asphalt, Gras und unbedeckten Boden), abgrenzen bzw. mit Schnur absperren.- Bau des Thermometersystems (kann auch durch die Schüler vorgenommen werden, sofern die Zeit dies erlaubt). <p>Voraussetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- Abgeschlossene Anfängerübung.- Kenntnisse im Ablesen von Thermometern.
---	---



Inhalt und Vorgehensweise

1. Bauen Sie einen Infrarot-Detektor ("Thermometersystem") gemäß Abb. LAND-L-31. Diese Vorrichtung soll die von einem Objekt abgestrahlte Wärme, nicht die Temperatur der darüberliegenden Luft ermitteln. Der Pappbecher fungiert als Sperre, welche die Umgebungswärme abhält. Ordnen Sie den einzelnen Temperaturbereichen der Thermometerskala bestimmte Farben zu, z. B. 0-5 = violett, 6-10 = hellblau, 11-15 dunkelblau usw., bis die gesamte (Celsius-) Temperaturskala abgedeckt ist. Notieren Sie diese Farbzuordnung in dem Temperaturdatenblatt im Anschluß an die Lernaktivität für Fortgeschrittene zu *Manche mögen's heiß*.

Abb. LAND-L-31: Thermometersystem



2. Lassen Sie die Schüler mit diesem Thermometersystem die Temperatur derselben Objekte ermitteln, die sie zuvor in der Anfängerübung mit den Händen gemessen hatten. Protokollieren Sie das Ergebnis sowie die entsprechende Farbe aus dem Temperaturdatenblatt zu dieser Übung.
3. Lassen Sie die Schüler in Zweiergruppen zu dem abgegrenzten Gelände aus der Anfängerübung zurückkehren und dort die Temperaturabstrahlung aller Landbedeckungsformen messen. Protokollieren Sie auch diese Ergebnisse und ordnen Sie jeder Landbedeckungsform eine Farbe aus dem fertigen Code des Temperaturdatenblatts dieser Übung zu.
4. Zeichnen Sie eine Karte des untersuchten Geländes. Tragen Sie darin die jeweiligen Landbedeckungsformen ein und malen Sie diese mit den zugehörigen Farben aus. Lassen Sie die Schüler auf dieser Karte das Datum, die Uhrzeit, den Standort sowie die Himmelsrichtungen eintragen. Überschreiben Sie diese Karte mit dem Titel "Temperatursensor-Karte".

Diskussionsfragen

1. Vergleichen Sie die Karten aus der Anfängerübung und dieser Lernaktivität. Welche Unterschiede lassen sich feststellen?
2. Wie hat sich die Anzahl der Farben durch Einführung der Temperaturskala geändert? Enthielt die alte Karte insgesamt mehr oder weniger Farben?
3. Gibt es in der Wärmesensor-Karte gleichfarbige Flächen, die in der Temperatursensor-Karte unterschiedlich gefärbt sind? Wie erklärt sich dies? (Falls dieser Effekt im konkreten Fall nicht aufgetreten ist, lassen Sie die Schüler darüber spekulieren, weshalb er auftreten *könnte*.)



4. Wie nahe kamen die Schüler bei der Wärmemessung mit den Händen der später gemessenen tatsächlichen Temperatur? Wie steht es um die Empfindlichkeit der in der Anfängerübung verwendeten Instrumente (= Hände)? Hatten einige Schüler empfindlichere Hände als andere?

Manche mögen's heiß Fortgeschrittene

<p>Zweck Einführung in die Begriffe der Fernerkundung und Falschfarben-Abbildung. Die Schüler erzeugen ein Falschfarben-Bild eines von Ihnen selbst ausgewählten Geländes. Aus der Erstellung von Bildern mit zwei verschiedenen dimensionierten Gitternetzen werden die Unterschiede in der Bildauflösung deutlich.</p> <p>Übersicht In dieser Fortgeschrittenenübung wird verdeutlicht, wie ein Satellitensensor Daten erfaßt. Die Schüler bauen ein Gitternetz und messen die Wärmeabstrahlung der Landbedeckungsformen in den Feldern dieses Gitternetzes. Das Endprodukt ist eine aus Bildpunkten zusammengesetzte Wärmekarte.</p> <p>Zeitaufwand 3 - 5 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Fortgeschrittene</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Satelliten in der Erdumlaufbahn stellen Bilder mit Hilfe von Kameras her, die auf unterschiedliche Wellenlängenbereiche reagieren.- Eine der wichtigsten Wellenlängenbereiche stellt das Spektrum der Wärmeabstrahlung oder Wärmereflektion dar. Der Sensor erfaßt die abgestrahlte Wärmemenge und erzeugt aus den einzelnen Meßwerten ein Bild.	<ul style="list-style-type: none">- Bei der Wahrnehmung von Gegenständen, die der Schüler nicht selbst berührt, benutzt er seine Augen, Ohren, Nase und Hautoberfläche und führt damit eine Fernerkundung dieses Objektes durch. <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Beobachtung einer definierten Fläche.- Messung verschiedener Geländearten mit einem Thermometer.- Vergleich der verschiedenen Flächen auf ihre Wärmeabstrahlung.- Kartierung der Wärmeabstrahlung <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Zollstöcke- Schnur- Klebestreifen- Pappbecher-Thermometersystem aus der Mittelstufen-Übung. <p>Vorbereitung Ein vorgefertigtes Gitternetz (zur Demonstration) wäre hilfreich (siehe z. B. das Wärmesensor-Gitternetzblatt aus dieser Lernaktivität).</p> <p>Voraussetzung Abgeschlossene Mittelstufen-Übung.</p>
--	---



Inhalt und Vorgehensweise

Teil 1

1. Lassen Sie die Schüler in Dreier- oder Vierergruppen ein großes Gitternetz bauen. Der Außenrahmen ist aus vier 1m langen Latten mit Klebestreifen zusammenzufügen. Anschließend werden in Abständen von 20 cm in Quer- und Längsrichtung Schnüre über diesen Rahmen gespannt (Befestigung ebenfalls mit Klebestreifen). Siehe nachstehendes Diagramm.
2. Im Freien sollen die Schüler einen Ort aussuchen, der möglichst viele verschiedene Landbedeckungsformen innerhalb einer Fläche von 1 m² vereint (z. B. Rand einer Asphaltfläche mit Übergang zu Gras und Sand, Steinen, Eis o. ä.). Fordern Sie die Schüler auf, diesen Ort zu zeichnen und ihre Zeichnung zu beschriften.
3. Lassen Sie die Schüler das große Gitternetz auf die gezeichnete Fläche legen und in jedem Feld des Gitternetzes die Temperatur der dort vorgefundenen Landbedeckungsform mit dem Pappbecher-Thermometersystem aus der vorherigen Übungsstufe messen. Die Ergebnisse sind in dem Wärmesensor-Gitternetzblatt einzutragen, daß im Anschluß an diese Lernaktivität abgedruckt ist.
4. In der Klasse malen die Schüler das Gitternetz unter Verwendung des in der Mittelstufen-Übung erarbeiteten Farbschlüssels aus. Sie haben damit eine Wärmemeßkarte erstellt, die denjenigen der verwendeten Satellitenaufnahmen bereits sehr ähnlich ist.

Teil 2

1. Wiederholen Sie das Experiment mit einem feineren Gitternetz (10 x 10 cm).
2. Wie wirkt sich diese Veränderung der Gitternetzabmessungen auf die Aufnahme aus?
Wissenschaftlich wird die geänderte Netzgröße als erhöhte Auflösung bezeichnet. Mit höherer Auflösung wird eine größere Anzahl konkreter Daten detaillierter dargestellt. Für verschiedene Untersuchungen werden unterschiedliche Auflösungen benötigt.

- 2a. Lassen Sie die Schüler jeweils innerhalb einer Gruppe die mit den beiden Gitternetzen (10 cm und 20 cm) gewonnenen Ergebnisse vergleichen.

Welche Aufnahme enthält ein deutlicher erkennbares Bild?
Welche Aufnahme wäre zur großflächigen Beurteilung der Landbedeckung besser geeignet?
Welche Aufnahme wäre zur kleinflächigen Beurteilung der Landbedeckung besser geeignet?

- 2b. Lassen Sie die Schüler ihre Aufnahmen mit einer anderen Gruppe tauschen.

Kann der Empfänger erkennen, welche Geländefläche kartiert wurde?
Welche Landbedeckungsformen könnten dort vorliegen?
Welche Aufnahme liefert die besten Hinweise?

- 2c. Lassen Sie die Schüler ihre Karten in der ganzen Klasse vergleichen. Initiieren Sie eine Diskussion über den Wert der Wärmemessung für unsere Erde. Mögliche Zusatzaufgabe: Die Schüler sollen sich weitere Anwendungen der Wärmemessung erarbeiten.



Weitere Schritte

Prognose des Schneeschmelzverhaltens

Die Schüler sollen anhand Ihrer Wärmeßkarte vorhersagen, an welchen Stellen der Schnee am Ende des Winters schneller bzw. langsamer schmelzen wird.

1. Erläutern Sie den Schülern, daß sich anhand der gesammelten Informationen über die relative Temperatur der einzelnen Landbedeckungsformen vorhersagen läßt, an welchen Stellen der Schnee am Ende des Winters schneller bzw. langsamer schmilzt. Arbeiten Sie die Daten der Temperatursensor-Lernaktivität unter diesem Aspekt noch einmal durch. Die Schüler sollen prognostizieren, wo der Schnee am schnellsten schmelzen wird und ihre Ergebnisse und Begründungen für eine spätere Diskussion notieren.
2. Teilen Sie die Schüler in Gruppen auf. Jede Gruppe soll eine bestimmte Landbedeckungsform innerhalb des zuvor untersuchten Terrains bearbeiten. Mit dem Herannahen des Frühjahrs sollen die Gruppen den Untersuchungsstandort täglich aufsuchen und ihre Beobachtungen protokollieren.
3. Wenn der Schnee fast ganz geschmolzen ist, sollen sie Schüler notieren, wann und wo die Landbedeckung zuerst sichtbar wird. Dabei soll auch die Reihenfolge vermerkt werden, in der die einzelnen Landbedeckungsformen unter dem Schnee erscheinen.
4. Nachdem alle Daten aufgezeichnet sind, werden sie mit den Ergebnissen des Eiswürfel-Versuchs aus der Anfängerübung verglichen. Lassen Sie die Schüler etwaige Anomalien erklären. Der Vergleich läßt sich erleichtern, indem die Beobachtungen auf Wachspapier oder Folie gezeichnet und über das Original der Wärmemeßkarte gelegt werden.



Tabelle LAND-L-14: Temperaturdatenblatt - Manche mögen's heiß

Manche mögen's heiß

Name:

Datum:

Temperaturdatenblatt

Tabelle 1

	Bereich	Farbe			Bereich	Farbe
1				11		
2				12		
3				13		
4				14		
5				15		
6				16		
7				17		
8				18		
9				19		
10				20		

Tabelle 2

	Objekt	Temperatur	Farbe
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabelle 3

	Landbedeckung	Temperatur	Farbe
1			
2			
3			
4			
5			
6			



Tabelle LAND-L-15: Wärmemessungs-Gitternetz - Manche mögen's heiß

Manche mögen's heiß

Name:

Datum:

Wärmemessungs-Gitternetz



Weitere Schritte

Prognose des Keimverhaltens

1. Die Schüler sollen anhand Ihrer Wärmeßkarte vorhersagen, an welchen Stellen im Frühjahr das Saatgut wohl zuerst keimt.
2. Erläutern Sie den Schülern, daß sich anhand der gesammelten Informationen über die relative Temperatur der einzelnen Landbedeckungsformen vorhersagen läßt, an welchen Stellen die Saat im Frühjahr zuerst keimt. Arbeiten Sie die Daten der Lernaktivität unter diesem Aspekt noch einmal durch. Die Schüler sollen prognostizieren, wo die ersten Keime sprießen werden, und ihre Ergebnisse und Begründungen für eine spätere Diskussion notieren.
3. Teilen Sie die Schüler in Gruppen auf. Jede Gruppe soll eine bestimmte Landbedeckungsform innerhalb des zuvor untersuchten Terrains bearbeiten. Mit dem Herannahen des Frühjahrs sollen die Gruppen den Untersuchungsstandort täglich aufsuchen und ihre Beobachtungen protokollieren.
4. Wenn der Schnee fast ganz geschmolzen ist, sollen die Schüler aufzeichnen, wann und wo die Landbedeckung zuerst sichtbar wird. Auch die Orte, an denen die ersten Keime erscheinen, sind zu protokollieren. Die protokollierten Arten sind anhand eines Pflanzenführers zu bestimmen.
5. Nachdem alle Daten aufgezeichnet sind, werden sie mit den Ergebnissen des Eiswürfel-Versuchs aus der Anfängerübung verglichen. Lassen Sie die Schüler etwaige Anomalien erklären. Der Vergleich läßt sich erleichtern, indem die Beobachtungen auf Wachspapier oder Folie gezeichnet und über das Original der Wärmemeßkarte gelegt werden.



Entdeckungsraum Mittelstufe

<p>Zweck Verwendung der Landbedeckungs-Karten zur Problemlösung.</p> <p>Übersicht Die Schüler sollen einen Standort für den Neubau eines Krankenhauses so auswählen, daß sich eine möglichst geringe Umweltbeeinträchtigung ergibt. Ihre Analyse und Entscheidung basiert dabei auf dem Bild aus der "unüberwachten Klassifikation", die im Rahmen des Kartierungs-Protokolls durchgeführt wurde. Die Präsentation der Gruppenarbeit soll im Rahmen einer simulierten "Bürgerversammlung" erfolgen, wobei die ganze Klasse entscheidet, wo das neue Krankenhaus gebaut werden soll.</p> <p>Zeitaufwand 2 - 4 Schulstunden</p> <p>Niveau Mittelstufe</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Einfluß des Menschen auf Menge und Art der Landbedeckung- Auswirkung von Veränderungen der Bodenbedeckungsform auf die Tier- und Pflanzenwelt	<ul style="list-style-type: none">- Notwendigkeit der Berücksichtigung ökologischer Gegebenheiten bei der Erschließung von Bauland <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Analyse von Szenarien, die sich einen Eingriff in die Landbedeckung der jeweiligen Flächen darstellen- Prognose des Einflusses auf die Tier- und Pflanzenwelt, die auf diese Formen der Landbedeckung angewiesen ist.- Beurteilung von Lösungsmöglichkeiten zu verschiedenen Szenarien- Präsentation von "Bebauungsplänen" vor der ganzen Klasse. <p>Hilfsmittel Papierausdruck der Landbedeckungskarte, die die Schüler bei der Bearbeitung der Fernerkundungsprotokolle erstellt hatten.</p> <p>Voraussetzung</p> <ul style="list-style-type: none">- Durchführung des Kartierungsprotokolls.- Vertrautheit mit den Begriffen "dominant", "kodominant", "selten" sowie einzelnen Landbedeckungsformen- Erfahrung in der Durchführung von Gruppenpräsentationen
--	--



Inhalt und Vorgehensweise

1. Teilen Sie die Schüler in Dreier- oder Vierergruppen auf und besprechen Sie noch einmal mit der Klasse, welche Landbedeckungsformen in der "Cluster"-Karte aus der unüberwachten Klassifizierung dargestellt sind. Lassen Sie die Schüler dieser Landbedeckungen in Form der nachstehenden Tabelle zusammenstellen:

a. Dominant	b. Ko-dominant	c. Selten oder vereinzelt
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4

2. Sprechen Sie die einzelnen Landbedeckungsformen sowie die Flächen, auf denen sie vorkommen, mit den Schülern gründlich durch. Achten Sie dabei sorgfältig auf alle lebenden und nicht belebten Elemente. Lassen Sie jede Gruppe die drei geeignetsten Standorte für ein neues Krankenhaus (einschließlich Parkplätzen und Zufahrtsstraßen) ermitteln.
3. Anhand der Tabelle sollen die Schüler die einzelnen Landbedeckungsformen sowie die betreffenden Flächen vergleichen. Wie wird sich das Bauvorhaben auf die aufgeführten Pflanzen und Tiere auswirken?
4. Fordern Sie die Schüler auf, innerhalb der Gruppe die bestehenden Möglichkeiten zu erörtern und sich auf *einen* optimalen Krankenhaus-Standort einigen.
5. Lassen Sie die Schüler eine Präsentationstafel erstellen. Hierzu gehören
 - die Vergrößerung der ursprünglichen Klassifikationskarte auf ein Format, aus dem die einzelnen Landbedeckungsformen mit den dazugehörigen Flächen deutlich erkennbar sind.
 - die Eintragung des Krankenhauses mit Zufahrtsstraße und Parkplätzen in der klassifizierten Karte (im Maßstab der übrigen Bauten, die auf der Karte verzeichnet sind).
6. Die Schüler bereiten eine Präsentation vor der Klasse vor. Die Entscheidung soll von einer "Bürgerversammlung" getroffen werden, d. h. die Schüler spielen Bürger, die über den Standort des Krankenhauses abstimmen. Jede Präsentation soll die Mitschüler überzeugen, daß diese Gruppe den optimalen Platz gefunden hat.
7. Nach Abschluß aller Präsentation stimmt die Klasse ab, welchen Standort sie für am besten hält, und weshalb.
8. Fällt die Abstimmung einstimmig aus? Warum bzw. warum nicht? Sind vielleicht mehrere Antworten denkbar?



Standortbesichtigung Anfänger

<p>Zweck In der Anfängerübung sollen die Schüler mit dem Systembegriff vertraut gemacht werden. Die damit zusammengehörigen Begriffe "Grenzen", "Eingang", "Ausgang" und "Regelschleife" werden erläutert. Der so gewonnene Systembegriff soll den Schülern verdeutlichen, weshalb ihre Biometrie-Messungen an dem 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandort durchgeführt werden.</p> <p>Übersicht Die Schüler erkunden die Umgebung Ihres 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandorts. Zur quantitativen und qualitativen Beschreibung Ihrer Beobachtungen werden einfache Erfassungstechniken verwendet. Das Ziel besteht darin, die Schüler auf das System neugierig zu machen.</p> <p>Zeitaufwand 2 - 3 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Anfänger</p> <p>Inhalte - Auffassung des 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandorts als "System" - Zusammensetzung des Systems aus</p>	<p>bestimmten Elementen (z. B. Bäume, Wasser, Böden, Gestein, Tiere)</p> <ul style="list-style-type: none">- Funktion des Systems in Abhängigkeit von Eingangsfaktoren (z. B. Sonnenenergie, Wasser, Kohlendioxid, Sauerstoff, Staub)- Erzeugung von Ausgangsfaktoren (Wasser, Kohlendioxid, Sauerstoff, Wärme) durch das System <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Beobachtung des Systems- Zeichnerische Darstellung des Systems- Interpretation von Landkarten als Datenquelle <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Papier- Buntstifte oder Wachsmalstifte- Kompass- Skizzenblatt (30 x 30 m Biologie-Untersuchungsstandort)- Fotoapparat <p>Vorbereitung Der 30 x 30 m große Biologie-Untersuchungsstandort sollte eingerichtet sein.</p> <p>Voraussetzung Verständnis der Gründe für die Durchführung der Biometriemessungen an diesem Standort Fähigkeit zum Umgang mit einem Kompaß</p>
---	---

Hintergrund

Wissenschaftler befassen sich aus mancherlei Gründen mit natürlichen Systemen. Ein System ist eine Menge von Objekten, die einander beeinflussen und scheinbar ein zusammengehöriges Ganzes bilden. Die Objekte können dabei von nahezu beliebiger Art sein - Gegenstände, Lebewesen, Maschinen, Ideen, Zahlen oder Organisationen. Die Grenzen des Systems werden oftmals dadurch festgelegt, welche Frage der Wissenschaftler zu beantworten sucht. So kann ein Ökologe einen gesamten Ökosystem-Typus, z. B. Feuchtgebiete untersuchen, um festzustellen, wie groß die Zahl dieser Flächen auf der Erde noch ist, oder mit einer bestimmten Art von Feuchtgebiets-Pflanze experimentieren, um die verschiedenen Möglichkeiten der Wiederherstellung zu erkunden. Ein anderer Wissenschaftler befaßt sich womöglich mit einer



einzigsten Zellform dieser Feuchtgebiets-Pflanze, um ihre Empfindlichkeit gegenüber bestimmten Formen der Umweltverschmutzung zu beurteilen. Je nach dem Umfang der Forschung werden völlig unterschiedliche Faktoren untersucht.

In unseren Biometrie-Protokollen betrachten wir ein konkretes System (30 x 30 m) auf seine Veränderungen im Zeitverlauf, so z. B. Änderungen der Baumwachstumsgeschwindigkeit bzw. des Zeitpunkts des Einsetzens von Laubfall und Knospenaustrieb. Indem wir diese Daten über viele Jahre sammeln, finden wir heraus, ob sie langfristig gleichbleibend oder veränderlich sind. Zum Verständnis dieser Daten (und damit der zugrundeliegenden Veränderungen) gehört, daß der Schüler die verschiedenen Faktoren kennt, die sich auf das System auswirken. Wenn man sich mit den Eingangs- und Ausgangsfaktoren des Systems vertraut gemacht hat und die grundlegenden Verarbeitungsprozesse innerhalb dieses Systems kennt, werden Strukturen erkennbar, aufgrund derer sich Verallgemeinerungen und Prognosen treffen lassen. Ein Beispiel: Wasser wird einem Waldsystem in Form von Regen zugeführt. Ein Teil dieses Wassers wird von den Bäumen gespeichert und dient ihrem Wachstum. Ein anderer Teil gelangt in die Atmosphäre zurück. Ein weiterer Teil verbleibt im Boden, ein weiterer sickert ins Grundwasser.

Veränderungen unserer Daten können auf Veränderungen der Eingangs- oder Ausgangsbedingungen, aber auch auf Veränderungen der stofflichen und energetischen Verarbeitungsprozesse innerhalb des Systems hinweisen. Eine mehrjährige Dürre lähmt das Baumwachstum - sei es infolge von Wassermangel, Streß, Produktionsverlangsamung oder fehlender Anpassung. Eine beständige Temperaturerhöhung verlängert womöglich die Vegetationsperiode, wodurch sich die Produktivität erhöht, z. B. infolge einer längeren Laubphase oder eines schnelleren Wachstums (erkennbar an Jahresringen oder Höhe). In jedem Fall verhelfen die gesammelten Daten sowohl Ihren Schülern als auch den GLOBE-Wissenschaftlern zu einem besseren Verständnis des umgebenden Systems.

Inhalt und Vorgehensweise

1. Die Schüler sollen an ihrem Platz jeweils ein Blatt Papier und einen Bleistift vor sich legen. Sie sollen die Augen schließen und sich den schönsten Ort auf Erden vorstellen (z. B. Palmenstrand, Platz am Lagerfeuer, Bonbongeschäft). Lassen Sie ihnen eine Minute Zeit, um diese Vision zu bilden. Fordern Sie sie anschließend auf, ihren Lieblingsort zu zeichnen. Wieviele Schüler haben einen Ort in der Natur gewählt?
2. Begeben Sie sich an den Biologie-Untersuchungsstandort. Stellen Sie sich mit den Schülern in die Mitte der Untersuchungsfläche. Weshalb haben sich die Schüler für diesen Ort entschieden?

Beantworten Sie folgende Fragen zu dem 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandort:

- a) Worin bestehen die natürlichen Grenzen dieses Systems?
- b) Was sehen, riechen, spüren, hören Sie?
- c) Ist es feucht/trocken, warm/kalt?
- d) Fällt viel Sonnenlicht auf den Boden?



- e) Wieviele verschiedene Pflanzen und Tiere leben hier?
- f) Wie hoch ist der Anteil "toter" Materie? Handelt es sich hierbei um natürliche oder um "von Menschen gemachte" Objekte?
- g) Wie würde Ihr System bei Nacht aussehen?
- h) Wie verändert sich Ihr System im Verlaufe der Jahreszeiten?

3. Bleiben Sie in der Mitte des Untersuchungsstandortes stehen. Bitten Sie die Schüler, stehend die Grenzen der Untersuchungsfläche (nach Norden, Osten, Süden, Westen) in der Seitenansicht zu zeichnen. Bitten Sie sie, genau hinzusehen und auf Details zu achten. Die Schüler sollen diese Zeichnungen in Ihren GLOBE-Arbeitsheften aufbewahren.

Hinweis: Die Schüler können diese Zeichnung auch auf dem Feldskizzen-Arbeitsblatt zur Biologie-Untersuchung erstellen. Sie sollen jedoch in jedem Fall den Kasten in der Mitte des Arbeitsblatts für die in Schritt 4 beschriebene Mikroskizze freilassen.

- 4. Lassen Sie die Schüler mit Schnur jeweils ein 33 x 33 cm großes Quadrat auf dem Boden des Untersuchungsstandortes abstecken, um ihre Wahrnehmung zu schärfen. Fordern Sie sie auf, den Inhalt dieses Quadrats zu zeichnen.
- 5. Stellen Sie den Schülern dieselben Fragen wie oben unter Pkt. 2 a - h. Welche Fragen ließen sich in diesem Quadrat (System) untersuchen, die sich an dem 30 x 30 cm großen Biologie-Untersuchungsstandort nicht erforschen ließen? Wie hat sich die Veränderung der Grenzen auf ihre Sichtweise ausgewirkt?
- 6. Fordern Sie die Schüler auf, mit Hilfe eines geeigneten Werkzeugs (Erdböhrer, Maurerkelle, Spaten) eine Bodenprobe aus ihrem jeweiligen Versuchsfeld zu entnehmen. Die Probe soll nach Möglichkeit aus mindestens 15 cm Tiefe gewonnen werden. Die Schüler sollen diese Probe in einer Plastiktüte mit in die Klasse nehmen und dort mit bloßem Auge sowie unter einem Mikroskop mit 30-facher Vergrößerung untersuchen. Welche Elemente des Systems sehen sie jetzt? Handelt es sich um lebendige Elemente (oder Bestandteile lebendiger Elemente)?
- 7. Machen Sie vom Mittelpunkt des Biologie-Untersuchungsstandortes ein Foto in jede Himmelsrichtung. Nachdem diese entwickelt sind, sollen die Schüler die Fotos mit ihren Skizzen vergleichen. Enthalten ihre Skizzen genügend Einzelheiten, um festzustellen, welche Himmelsrichtung die Skizze zeigt? Wurden Teile des Systems ausgelassen?

Hinweis: Auch hierfür kann das FeldskizzenArbeitsblatt zur Biologie-Untersuchung verwendet werden. Die Zeichnung kann in dem Kasten in der Mitte des Arbeitsblatts angefertigt werden.



Diskussionsfragen

1. Wie hat sich der Untersuchungsgegenstand mit der Änderung der Systemgrenzen geändert?
2. Wie wirken sich Ereignisse im Quadrat des Nachbarn auf die Ereignisse im eigenen Quadrat aus?
3. Was liegt oberhalb und was unterhalb Deines Quadrats?
4. Wirken sich die Ereignisse oberhalb und unterhalb Deines Quadrats auf das, was sich im eigenen Quadrat abspielt, aus?
5. Was wird diesem System zugeführt und welche Produkte gibt es ab? Sonne? Wasser? Saatgut? Nüsse? Tiere?



Standortbesichtigung Mittelstufe

<p>Zweck Die Schüler sollen mit dem Systembegriff vertraut gemacht werden. Die damit zusammengehörigen Begriffe "Grenzen", "Eingang", "Ausgang" und "Regelschleife" werden erläutert. Der so gewonnene Systembegriff soll den Schülern verdeutlichen, weshalb ihre Biometrie-Messungen an dem 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandort durchgeführt werden. Die Schüler untersuchen die Tatsache, daß in jedem dynamischen System die verschiedensten Prozesse ablaufen. "Eingang" und "Ausgang" hängen von den physischen Merkmalen des Geländes, dem Pflanzen- und Tierleben, den Rahmenbedingungen der Untersuchung sowie der Jahreszeit ab.</p> <p>Übersicht Die Mittelstufenübung baut auf der Anfängerübung auf. Die Schüler suchen verschiedene Untersuchungsstandorte (einschließlich des 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandorts) auf. Dort erkunden Sie eine größere Zahl von Eingangs- und Ausgangsfaktoren des Systems und werden mit komplexeren Verfahren der Datenerfassung und -analyse vertraut gemacht. Die Daten von den einzelnen Standorten werden dazu verwendet, Vergleiche zwischen den Ein- und Ausgangsfaktoren der jeweiligen Umgebungen zu treffen.</p> <p>Zeitaufwand 3 Unterrichtsstunden</p> <p>Niveau Mittelstufe</p> <p>Inhalte - Veränderlichkeit der Systemgrenzen je nach untersuchter Frage</p>	<ul style="list-style-type: none">- Zusammensetzung des Systems aus bestimmten Elementen (z. B. Bäume, Wasser, Böden, Gestein, Tiere)- Funktion des Systems in Abhängigkeit von Eingangsfaktoren (z. B. Sonnenenergie, Wasser, Kohlendioxid, Sauerstoff, Staub)- Erzeugung von Ausgangsfaktoren (Wasser, Kohlendioxid, Sauerstoff, Wärme) durch das System <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Beobachtung der Komponenten des Systems sowie seiner Eingangs- und Ausgangsfaktoren- Messung der Ein- und Ausgangsfaktoren des Systems- Sammlung von Daten über das System- Interpretation der Daten, die über die verschiedenen untersuchten Systeme gesammelt wurden <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Schnur- Biologie-Untersuchungsstandort (30 x 30 m)- Thermometer- Regenmesser- kleine Plastiktüten- GLOBE-Arbeitshefte- Biologie-Feldmessungs-Arbeitsblatt- Windmessungs-Arbeitsblatt ("Beaufort-Skala")- Starker Pappbecher- Papier
---	---



Vorbereitung

Stecken Sie die Grenzen des 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandorts mit Schnur ab.

Sammeln Sie die nachstehend genannten Daten an drei verschiedenen Punkten Ihres GLOBE-Untersuchungsareals - einer offenen Stelle (z. B. Spielplatz, Feld), einem Ort am Wasser sowie am Biologie-Untersuchungsstandort. Setzen Sie sich das Ziel, diese Punkte an demselben Tag oder an verschiedenen Tagen etwa zur gleichen Uhrzeit aufzusuchen. Sorgen Sie dafür, daß diese Orte besucht werden dürfen und kontrollieren Sie sie im voraus auf Gefahrenquellen. Veranlassen Sie ggf., daß die Schüler dorthin von Eltern oder anderen Freiwilligen begleitet werden.

Zur Datenprotokollierung der Schüler kann das Arbeitsblatt "Biologie-Felduntersuchung" verwendet werden. Teilen Sie die Klasse in drei Arbeitsgruppen auf. Die Schüler sollen mit Hilfe der vorstehend aufgeführten Hilfsmittel die nachstehenden Aufgaben an allen drei Untersuchungsorten durchführen.

Voraussetzung

Verständnis der Gründe für die Durchführung der Biometriemessungen an dem 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandort. Empfohlen: vorheriger Abschluß der Anfängerübung. Die Schüler müssen in jedem Fall mit dem Begriff der Systemgrenzen vertraut sein

Inhalt und Vorgehensweise

1. **Temperatur** - Die Arbeitsgruppen sollen die Temperaturen an jedem Untersuchungsort am Boden, in einer Bodentiefe von 2,5 cm sowie 50 cm über dem Boden messen. Bei der Messung der Temperatur im Boden ist darauf zu achten, daß die Spitze des Thermometers vorsichtig eingeführt wird. Für die Temperaturmessung am und über dem Boden ist das Thermometer durch ein Loch in einem umgekehrten Pappbecher zu schieben, der die Spitze des Thermometers abschirmt und damit eine Verfälschung des Meßergebnisses durch direkte Sonneneinstrahlung und andere Wärmequellen verhindert. Das Thermometer ist jeweils solange am Meßort zu belassen, bis die Temperatur über 1 - 2 Minuten unverändert bleibt.
2. **Niederschlag** - Wieviel Niederschlag ist in der letzten Vegetationsperiode gefallen? Erkundigen Sie sich bei einem Meteorologen, wenn Sie nicht mit dem GLOBE-Niederschlagsmesser arbeiten. Vielleicht sammelt ein benachbartes Gymnasium die GLOBE-Bodenfeuchtigkeitsdaten. Hat es unlängst geregnet? Welche Hinweise gibt es dafür - Seen, Bäche, Wasserückhaltesysteme, Pfützen?
Fordern Sie die Schüler auf, eine Plastiktüte über ein paar lebende, grüne Blätter zu stülpen und sie dort über Nacht zu belassen. Wieviel Feuchtigkeit hat sich am nächsten Tag in den Tüten gesammelt? Wo kommt sie her? Wohin geht sie?
3. **Sonne** - Achten Sie bei Sonnenschein darauf, ob Sonne auf die Bäume und auf den Boden fällt. Wie stark ist die Sonneneinstrahlung auf die Baumkronen? Wieviel Sonnenlicht erreicht den Boden? Wenn die Sonne von der Vegetation "verschluckt" wird - wo geht sie hin? Wird sie reflektiert? (In diesem Falle müßten die Blätter glänzend und reflektierend - ähnlich Aluminiumfolie - sein).

Hinweis: Die Schüler werden glauben, daß Pflanzen ihre Nahrung aus dem Boden erhalten.



Ihnen dürfte kaum bekannt sein, daß die Vegetation auch durch Photosynthese Nahrung aus Sonnenlicht erzeugt. Zwar wissen die Schüler, daß die Sonne das Pflanzenwachstum "irgendwie" unterstützt - Art und Ursachen dieses Prozesses sind jedoch unklar. Fragen Sie die Schüler, wie die Pflanze im Laufe ihres Lebenszyklus das Sonnenlicht verwendet.

4. **Wind** - Wie stark ist der Wind an den Untersuchungsorten? Bewegt sich das Laub? Weht der Wind stark genug, um auch kleine Zweige zu krümmen? Größere Äste? Lassen Sie die Schüler - mit einem Stück Papier als provisorischer "Windsack" - die Windstärke messen (siehe Windmessungs-Arbeitsblatt). Während ein Schüler das Papier von sich hält, sollen die anderen notieren, ob es reglos herabhängt oder schräg weggeweht wird. Mit einem Kompaß sollen die Schüler feststellen, aus welcher Richtung der Wind zu kommen scheint.
5. **Tiere** - Jede Arbeitsgruppe soll die verschiedenen Tierarten am Untersuchungsort protokollieren (Insekten, Vögel, Reptilien, Fische, Frösche, Kaulquappen). Dabei auch auf Hinweise "unsichtbaren" tierischen Lebens (Kot, Fährten, Erdlöcher, angefressene Blätter) achten. Wie groß ist wohl die Population der betreffenden Tierarten? Welche Tierart dominiert?
6. **Pflanzen** - Die Schüler sollen die verschiedenen Pflanzenarten am Untersuchungsort erkunden (große/kleine Bäume, Sträucher, Kleinpflanzen, Gräser). Die dominanten Pflanzenarten jedes Untersuchungsorts sind zu protokollieren. Wieviele Pflanzen gibt es dort wohl von jeder dieser Art). Welche Art kommt am häufigsten vor?
7. Nachdem jede Arbeitsgruppe ihren Untersuchungsort lange genug erkundet haben, sind die Ergebnisse als Referat vorzutragen. Nachdem alle Referate gehalten wurden, kann eine Gesamttabelle für die Klasse erstellt werden. Verwenden Sie diese Tabelle als Basis, um Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten und beobachtete Wechselwirkungen zu diskutieren.

Diskussionsfragen

1. Wie unterscheiden sich die einzelnen Untersuchungsorte hinsichtlich Anzahl bzw. Vielfalt der dort lebenden Tier- und Pflanzenarten? Wie sind diese Unterschiede ausgeprägt?
2. An welchem Untersuchungsort herrschte die höchste Lufttemperatur? Wo war die Lufttemperatur am niedrigsten? Wo gab es den stärksten und wo den schwächsten Wind?
3. Welcher Zusammenhang besteht offenbar zwischen Sonnenlicht und Lufttemperatur? Sonnenlicht und Bodenfeuchtigkeit? Sonnenlicht und Vegetation?
4. Welcher der sechs gemessenen Größen ist für den Charakter der Umwelt am jeweiligen Untersuchungsort wohl am ehesten bestimmend? Warum wohl?
5. Welches sind die Eingangsfaktoren der verschiedenen Systeme? Welches sind die Ausgangsfaktoren? Lassen Sie die Schüler ggf. ein Flußdiagramm ihrer Untersuchungsorte zeichnen.



6. Fordern Sie die Schüler auf, ihre Systeme in Form eines Diagramms darzustellen oder eine Geschichte über das System zu erfinden, die den Weg des Sonnenlichts durch das System nachvollzieht.

Weiterführende Untersuchungen

1. Lassen Sie die Schüler die in dieser Mittelstufen-Übung untersuchten Orte zu verschiedenen Jahreszeiten erneut aufsuchen und die Erkundung wiederholen. Wie haben sich die verschiedenen Faktoren verändert? Welche Faktoren haben diesen Wechsel beeinflusst? Welcher Faktor ist wohl für die Entstehung und das Abfallen der Blätter im Jahresverlauf verantwortlich?
2. Die Schüler sollen ein Terrarium bauen. Versuchen Sie, in diesem Terrarium die Bedingungen der untersuchten Orte zu reproduzieren. Sorgen Sie für Wind, Temperaturveränderungen, Wasser und entsprechenden Einfall von Sonnenlicht. Setzen Sie Pflanzen und bilden Sie Anzeichen tierischen Lebens nach. Versuchen Sie, den Wechsel der Jahreszeiten nachzuempfinden. Ist dies möglich? Welche Grenzen bestehen hinsichtlich der Modellbildung? Lassen sich dieselben Zyklen zwischen "lebendigen" und "toten" Faktoren herstellen, die wir auch in der Natur beobachten?



Abb. LAND-L-32 : Standortbesichtigung - Feldskizzen-Arbeitsblatt zur Biologie-Untersuchung

Datum:

Name(n):

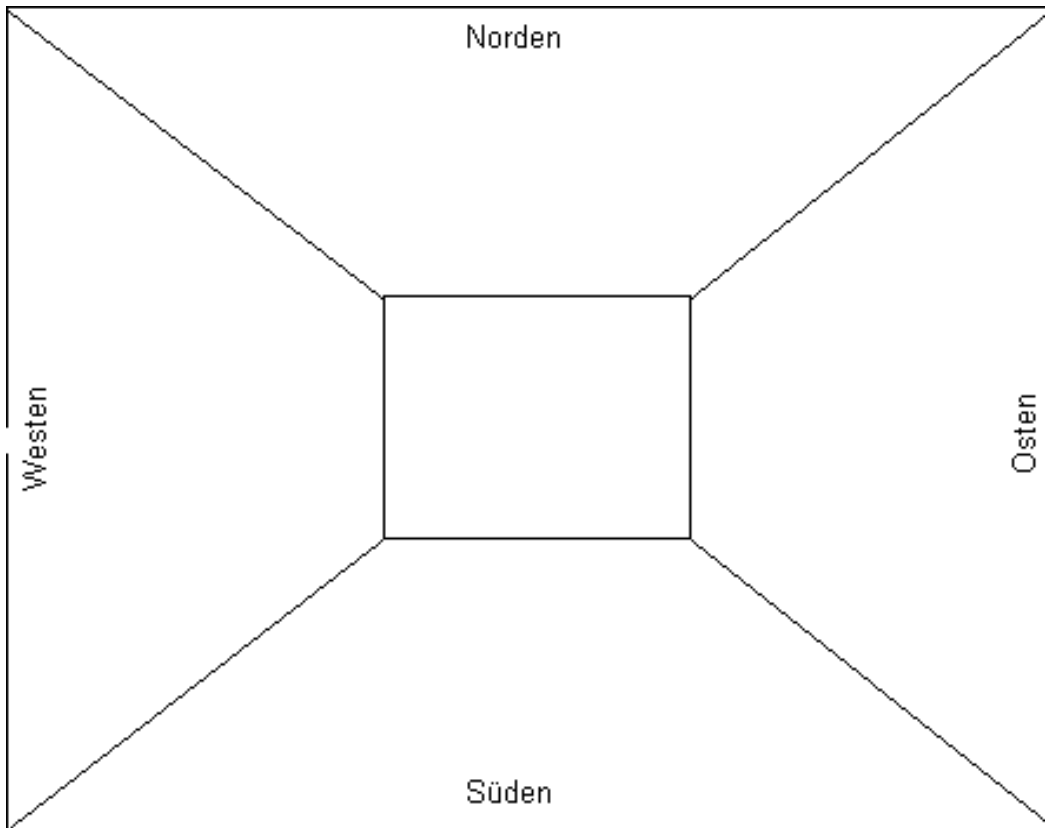




Abb. LAND-L-33 : Standortbesichtigung - Biologie-Feldmessungs-Arbeitsblatt

Standortbesichtigung Arbeitsblatt: Biologie-Feldmessungen

Datum:

Name:

Art des Untersuchungsorts (bitte nur eine Möglichkeit durch Umranden markieren):

Feuchtgebiet Feld Biologie-Untersuchungsstandort (30 x 30
m)

Temperatur (°C) bei: - 50 cm über dem Boden
 - am Boden
 - in 2,5 cm Bodentiefe

Gesamtniederschlag in der Vegetationsperiode (mm):

Sonnenlicht:

Windstärke (Beaufort-Skala):

Tiere und Pflanzen:



Tabelle LAND-L-16: Windmessungs-Arbeitsblatt ("Beaufort-Skala")

Windgeschwindigkeit (km/h)	Beaufort-Windstärke	Beschreibung des Windes	Beobachtete Auswirkungen an Land
< 1	0	Windstille	kein Wind, Blätter unbewegt
1 - 3	1	Leichter Zug	Blätter leicht bewegt, Rauch treibt im Wind, Windräder in Bewegung
6 - 11	2	Leichte Brise	Blätter rascheln, spürbare Windbewegung, Windräder drehen
12 - 19	3	Schwache Brise	Blätter und dünne Zweige bewegt, Fahnen und Flaggen wehen
20 - 29	4	Mäßige Brise	Wind bewegt Zweige und dünne Äste, hebt Staub, loses Papier und Laub
30 - 38	5	Frische Brise	Kleine Bäume und Äste schwanken, Wellenbildung auf Binnengewässern
39 - 49	6	Starker Wind	Starke Äste schwanken, Pfeifen an Drahtleitungen, Regenschirm kaum noch kontrollierbar
50 - 61	7	Steifer Wind	Ganze Bäume schwanken, spürbare Hemmung beim Gehen
62 - 74	8	Stürmischer Wind	Wind bricht Zweige von den Bäumen, hindert am Gehen, fahrende Automobile schlingern
75 - 87	9	Sturm	Ziegel werden abgedeckt, leichte Gebäudeschäden, Erdboden mit abgebrochenen Zweigen bedeckt
88 - 101	10	Schwerer Sturm	Wind entwurzelt Bäume, Schäden an Gebäuden
102 - 116	11	Orkanartiger Sturm	Schwere Zerstörungen an Gebäuden und Bäumen, kommt nur selten vor
< 117	12-17	Orkan	Schwerste Verwüstungen



Jahreszeitliche Veränderungen an Ihrem Biologie-Untersuchungs-standort

<p>Zweck Erkundung jahreszeitlicher Veränderungen durch Beobachtung des Knospenaustriebs im Frühjahr sowie des Laubfalls im Herbst.</p> <p>Übersicht Im Frühjahr und Herbst führen die Schüler Messungen der jahreszeitlichen Veränderungen an Baumdecke und/oder Grasland durch. Im Frühjahr wird der Knospenaustrieb, im Herbst der Laubfall der Bäume beobachtet. Diese Messungen werden einmal wöchentlich über einen Zeitraum von sechs Wochen im Herbst und sechs Wochen im Frühjahr durchgeführt. Auf der Grundlage der so gesammelten Daten können die Schüler dann die Geschwindigkeit etwaiger Veränderungen feststellen.</p> <p>Zeitaufwand</p> <ul style="list-style-type: none">- 2 Unterrichtsstunden zur Einführung der Übung und Datenanalyse- 1 Unterrichtsstunde pro Woche (für eine kleine Schülergruppe) über einen Zeitraum von 6 Wochen im Herbst und 6 Wochen im Frühjahr	<p>Niveau Mittelgruppe und Fortgeschrittene</p> <p>Inhalte</p> <ul style="list-style-type: none">- Knospenaustrieb im Frühjahr - Bildung und Wachstum von Blattknospen- Blattalterung im Herbst - Absterben aktiv wachsenden Vegetationsmaterials <p>Lernziele</p> <ul style="list-style-type: none">- Messung der Belaubungsdichte- Analyse der Herbst- und Frühjahrsdaten im Zeitverlauf <p>Hilfsmittel</p> <ul style="list-style-type: none">- Röhrendensiometer (siehe - Bestimmung dominanter und ko-dominanter Arten) <p>Voraussetzung Erfahrung im Umgang mit dem Röhrendensiometer (siehe - Bestimmung dominanter und ko-dominanter Arten)</p>
--	---

Hintergrund

Schwerpunkt dieser Lernaktivität ist die Beobachtung von Veränderungen in der Länge der Vegetationsperiode, die für die verschiedenen Regionen der Erde charakteristisch sind. Um die Länge der Vegetationsperiode an Ihrem Standort festzustellen, können die Wissenschaftler zusammen mit Ihnen und Ihren Schülern die Entwicklung der Belaubung und/oder des Graslandes von des Zeit des Knospenaustriebs im Frühjahr bis zum herbstlichen Laubfall überwachen. Anhand der Satellitendaten und -aufnahmen läßt sich die - auf der Nordhalbkugel von Süd nach Nord verlaufende - "grünen Welle" im Frühjahr bzw. die sich im Herbst in umgekehrter Richtung ausbreitende "braune Welle" verfolgen. Auf der Südhalbkugel verlaufen diese Wellen jeweils in umgekehrter Richtung.

Einer der Nachteile bei der Verwendung von Satellitendaten liegt in der eventuell nur geringen räumlichen Auflösung. Viele Objekte am Boden (z. B. einzelne Bäume oder Baumgruppen) sind nicht direkt sichtbar. Die Wissenschaftler, die mit den Satellitenbildern arbeiten, benötigen daher detailliertere Informationen über die Vorgänge in der vom Satelliten wahrgenommenen bodenbedeckenden Vegetation. Zwei wichtige Phasen in der Vegetationsperiode sind das Laubwachstum im Frühjahr sowie der Laubfall im Herbst, da sie die Dauer der



Vegetationsperiode an dem jeweiligen Ort der Erdoberfläche definieren. Die in dieser Lernaktivität gewonnenen Ergebnisse tragen wesentlich dazu bei, daß wir über diese Abläufe an Ihrem Standort wichtige zusätzliche Erkenntnisse gewinnen.

An einigen Punkten der Erde sind die hier beschriebenen Phänomene u. U. nicht feststellbar.

Inhalt und Vorgehensweise

Für GLOBE-Biologie-Untersuchungsstandorte mit Laubbaum-Bestand:

Austrieb:

1. Führen Sie an einem Tag zu Beginn des Frühjahrs, wenn gerade die ersten Blätter treiben, an dem 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandort eine Messung der Belaubungsdichte mit Hilfe des Röhrendensimeters durch (siehe Bestimmung dominanter und ko-dominanter Arten).
2. Wiederholen Sie diese Messung der Belaubungsdichte einmal wöchentlich über die folgenden fünf Wochen.
3. Protokollieren Sie Ihre Ergebnisse und sammeln Sie sie für die Analyse der jährlichen Veränderungen im Knospenaustrieb.

Blattalterung:

1. Führen Sie an einem Tag, an dem die ersten Zeichen des herbstlichen Farbwechsels erkennbar sind, an demselben 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandort eine Messung der prozentualen Belaubungsdichte durch (siehe Bestimmung dominanter und ko-dominanter Arten). Verwenden Sie dabei jedoch das wie folgt abgewandelte Verfahren:
2. Notieren Sie bei der Protokollierung der Belaubungsdichte mit dem Röhrendensimeter nicht nur "+" und "-", sondern auch "g" für grüne Blätter und "b" für braune oder verfärbte Blätter sowie "-", wenn überhaupt kein Laub sichtbar ist. Es handelt sich um dieselbe Methode, die auch zur Beurteilung der braunen und grünen Landbedeckung verwendet wurde.
3. Berechnen Sie die prozentuale Belaubungsdichte auf dieselbe Weise, wie Sie zuvor die Bodendeckungsdichte berechnet wurde.
4. Wiederholen Sie diese Messung einmal wöchentlich über die folgenden fünf Wochen.
5. Protokollieren Sie Ihre Ergebnisse und sammeln Sie sie für die Analyse der jährlichen Veränderungen im Knospenaustrieb.

Grasland-Flächen : Wie der Zeitpunkt des Knospenaustriebs und Laubfalls wichtige Meßgrößen für bewaldete Gebiete darstellt, lassen sich auch aus dem Wechsel der Vegetationsphasen bei Grasland wichtige Erkenntnisse gewinnen. Die Vegetationsperiode ist hierbei durch den Beginn und das Ende des aktiven Wachstums, die Blüten- und Fruchtbildung sowie das Absterben des Grases geprägt - maßgebliche Veränderungen, die sich von Ihnen und Ihren Schülern messen lassen.



Für GLOBE-Biologie-Untersuchungsstandorte mit Grasland:

Austrieb:

1. Begeben Sie sich an einem Tag zu Beginn des Frühjahrs, wenn das Gras soeben zu grünen begonnen hat, an den 30 x 30 m großen Biologie-Untersuchungsstandort (es muß sich um einen Standort handeln, an dem Gras die dominante oder ko-dominante Vegetationsform darstellt).
2. Messen Sie den prozentualen Anteil brauner und grüner Landbedeckung nach der Methode, die bereits in Landbedeckungs-Protokoll beschrieben wurde.
3. Wiederholen Sie diese Messung der Belaubungsdichte einmal wöchentlich über die folgenden fünf Wochen.

Blattalterung:

1. Wiederholen Sie die Messung der Landbedeckungsdichte, sobald sich das Gras braun zu färben beginnt. Dies ist mitunter nicht erst im Herbst der Fall - bei fehlendem Niederschlag kann das Gras auch wesentlich früher braun werden. Beobachten Sie Ihre Grasland-Standorte laufend, um den richtigen Zeitpunkt für diese Messung nicht zu verpassen.

Weiterführende Lernaktivitäten - Exkurs

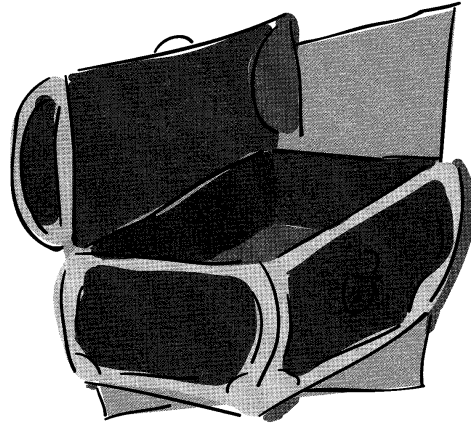
Eine wichtige Phase im Lebenszyklus von Gräsern besteht in der Bildung der Blüten- und Fruchtstände. Da es Ihnen und den Schülern schwerfallen dürfte, zwischen den Blüten und Früchten von Gräsern zu unterscheiden, achten Sie bitte auf den Zeitpunkt, an dem an den einzelnen Graspflanzen nicht länger Blätter, sondern mittige Halme wachsen, aus denen sich die Blüten- bzw. Fruchtähre entwickelt. Protokollieren Sie das Eintreten dieses Ereignisses bis auf eine Woche genau in Ihrem Datenarchiv.

Anhand der von Jahr zu Jahr feststellbaren Veränderungen und Zeitperioden, die in dieser Lernaktivität gemessen werden, können Sie und Ihre Schüler Veränderungen der übrigen GLOBE-Messwerte (Temperatur, Niederschlag usw.) zu ihren Auswirkungen auf ihre lokale Umwelt in Beziehung setzen.

Als Hilfestellung zur Beurteilung dieser jahreszeitlichen Veränderungen beachten Sie bitte die Hinweise im Studienprogramm "Jahreszeiten" (weiter unten im Lehrerhandbuch).



Anhang



Clinometerbogen

Tangenstabelle

Arbeitsblatt: Dominante/Ko-dominante
Vegetationsdaten

Arbeitsblatt: Felddaten

Arbeitsblatt: MUC-Klassifikation

Definitionen der Begriffe in der
MUC-Klassifikation

Begriffsverzeichnis



Abb. LAND-A-1: Clinometerbogen



Tabelle LAND-A-1: Tangententabelle

Winkel	tan	Winkel	tan	Winkel	tan	Winkel	tan	Winkel	tan
1°	,02	17	,31	33	,65	49	1,15	65	2,14
2	,03	18	,32	34	,67	50	1,19	66	2,25
3	,05	19	,34	35	,70	51	1,23	67	2,36
4	,07	20	,36	36	,73	52	1,28	68	2,48
5	,09	21	,38	37	,75	53	1,33	69	2,61
6	,11	22	,40	38	,78	54	1,38	70	2,75
7	,12	23	,42	39	,81	55	1,43	71	2,90
8	,14	24	,45	40	,84	56	1,48	72	3,08
9	,16	25	,47	41	,87	57	1,54	73	3,27
10	,18	26	,49	42	,90	58	1,60	74	3,49
11	,19	27	,51	43	,93	59	1,66	75	3,73
12	,21	28	,53	44	,97	60	1,73	76	4,01
13	,23	29	,55	45	1,00	61	1,80	77	4,33
14	,25	30	,58	46	1,04	62	1,88	78	4,70
15	,27	31	,60	47	1,07	63	1,96	79	5,14
16	,29	32	,62	48	1,11	64	2,05	80	5,67

Beispiel: Angenommen Sie haben einen Abstand von 60 meter zu einem Baum und der gemessene Winkel zur Baumkrone beträgt 24°, so ergibt sich ein Tangenswert für 24° von 0,45. Also ist der Baum $60\text{m} \times 0,45 = 27$ meter hoch. Durch Addition der Augenhöhe des Messenden (1,5m) ergibt sich eine Gesamthöhe von 28,5 m für den Baum.



Arbeitsblatt: Dominante/ Ko-dominante Vegetation

Benutzen Sie diese Spalten um die Bewaldung & Bodenbedeckung zu bestimmen	Benutzen Sie diese Spalten um die dominanten & kodominanten Arten oder den Bodenvegetationstypus zu bestimmen	Benutzen Sie diese Spalte um MUC herzuleiten
Bewaldungs- beobachtungen	Boden- beobachtungen	Bewaldungstypus
+ = Bewaldung - = Himmel	G = grüne B = braune - = keine	E = Immergrün D = Laubtragend S = Himmel

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40

Bewaldungsdichte %	Bodenbedeckung %	Dominante Art oder Bodenvegetationstypus:
(siehe Arbeitsblatt zur Berechnung)		Ko-dominante Art oder Bodenvegetationstypus:



Arbeitsblatt: Dominante/ Ko-dominante Vegetation

Bestimmung der Bewaldung

Anzahl +	=	
Anzahl -	=	
Gesamtbeobachtungen	=	
% Bewaldung (Anzahl + / Gesamtbeobachtungen)	=	← Übermitteln Sie dies

Bestimmung der Bodenbedeckung

Anzahl G	=	
Anzahl B	=	
Anzahl -	=	
Gesamtbeobachtungen	=	
% Bodenbedeckung (Summe G+B / Gesamtbeobachtungen)	=	← Übermitteln Sie dies

Falls Wald oder Waldland:

Bestimmung des Prozentsatzes an Immergrünen und Laubtragenden Arten

Anzahl E	=	
Anzahl D	=	
Anzahl (E + D)	=	
% Immergrün (Anzahl E / Summe E+D)	=] Benutzen Sie diese Ergebnisse um MUC zu bestimmen Siehe MUC Protokoll
%Laubtragend (Anzahl E / Summe E+D)	=	

Falls krautartiger Bewuchs:

Bestimmung des Prozentsatzes an grasartigen und breitblättriger Bewuchs

Anzahl Gras	=	
Anzahl breitblättrig	=	
Gesamtbeobachtungen	=	
% Gras (Anzahl Gras / Gesamtbeobachtungen)	=] Benutzen Sie diese Ergebnisse um MUC zu bestimmen Siehe MUC Protokoll
% breitblättrige Vegetation (Anzahl breitblättrig / Gesamtbeobachtungen)	=	



Landbedeckung/Biologie

Arbeitsblatt: Felddaten

Typ des Untersuchungsfeldes:

Untersuchungsfeld Biologie
 Untersuchungsfeld Landbedeckung

Nur für Landbedeckungsuntersuchungsfelder

Übungsgebiet
 Validierungsgebiet

Qualitative Erhebung
 Quantitative Erhebung

Name des Untersuchungsfeldes:

Staat/Land/Ort:

GPS-Daten: Breite: Länge:

Datum: Zeit: Daten aufgenommen durch:

MUC Stufe 1 Bodenbedeckungsklasse: Name: Code:

Falls Klasse 2, 3, oder 5 - 9, **hier aufhören**. Falls dies eine qualitative Erhebung ist, **hier aufhören**.

Dominante und Ko-Dominante Vegetation (Gattung und Art) - siehe auch Arbeitsblatt

Dominante und Ko-Dominante Vegetation:

Wenn geschlossener Wald oder Waldland: Dominant: Ko-Dominant:

Wenn krautige Vegetation:

Dominant: Grass krautige Gewächse

Ko-Dominant: Grass Krautartige Gewächse Bäume:

Gattung: Art:

Biometriedaten

Daten aus dem Arbeitsblatt Dominante/Ko-Dominante Vegetation eintragen.

Bewaldung:

Alle +: Alle -: Gesamte Beobachtungen: % Bewaldung:

Bodenbedeckung:

Alle G: Alle B: Alle -: Ges. Beobachtungen: %Bodenbedeckung:

Prozentsatz Immergrüner und Laubgehölze:

Alle Immergrüne: Alle Laubgehölze: Gesamtbelaubung:

% Immergrüne: % Laubgehölze:



Prozentsatz Gräser oder Krautartige:

Alle Gräser: Alle Krautartigen:
% Gräser: % Krautartige:

Gesamtbeobachtung:

Dominante Arten:

Baumhöhe: m m m m m
Baumumfang: cm cm cm cm
Wenn Grass:
Grüne Biomasse: g/m² g/m² g/m²
Braune Biomasse: g/m² g/m² g/m²

Ko-Dominante Arten:

Baumhöhe: m m m m m
Baumumfang: cm cm cm cm
Wenn Gras:
Grüne Biomasse: g/m² g/m² g/m²
Braune Biomasse: g/m² g/m² g/m²

Zusammenfassung Biometrie

Bewaldung: % Bodenbedeckung: Grün: %
Braun: %
Gesamt: %
Durchschnittl. Baumhöhe: m Durchschnittl. Baumumfang: cm
Durchschnittl. Grüne Biomasse : g/m² Durchschnittl. Braune Biomasse:
g/m²
Gesamtbiomasse: g/m²

MUC Bodenbedeckungsklasse:

Stufe 2 Name: Stufe 3 Name: Stufe 4 Name:
Code: Code: Code:

Notizen:

Photos:

Phänologie (optional):

Beobachtungszeitpunkt: Knospung: Laubabfall:
(einen ankreuzen)

(Machen Sie die Bodenbedeckungs- und Bewaldungsbeobachtungen auf der anderen Seite)

Bewaldung: % Grünanteil in der Bewaldung (Schätzung): %
Bodenbedeckung: grün % braun: % Gesamt: %



Landbedeckung/Biologie

Arbeitsblatt:MUC-Klassifikation

Proben-Nr.	Name des Standorts	Ursprüngliche Klassifikation der Schüler anhand manueller bzw. Multispec-gestützter Auswertung	Validierungsdaten aus Standort-Besuch	Richtig	Falsch
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					



MUC-Code	Begriffe im MUC-System	Klasse Stufe	
0	geschlossener Wald	Stufe 1	Bäume mind. 5 m hoch, Baumkronen berühren sich, Gesamte Baumkronendichte > 40%.
01	vorwiegend immergrüner Wald	Stufe 2	Alle Bäume sind immergrün. Mind. 50% der Bäume, die zum Baumkronendach reichen, sind immergrün. Einzelne Bäume können die Blätter verlieren.
011	Tropischer Feuchtwald	Stufe 3	Häufig als tropischer Regenwald bezeichnet. Besteht haupts. aus breitblättrigen, immergrünen Bäumen; empfindlich gegenüber Kälte und Trockenheit. Echte immergrüne Bestände, d.h. die Bäume sind das ganze Jahr über belaubt; einzelne Bäume können für wenige Wochen ihre Blätter verlieren. Die Blätter weniger Arten haben tropfende Blattspitzen.
0111	Tieflandwald	Stufe 4	Schnellwachsende Baumarten, viele über 50 m hoch, ohne einheitliche Belaubung. Der Unterbewuchs ist spärlich, Flechten und grüne Algen treten auf, keine Kletterweinararten.
0112	submontaner Wald	Stufe 4	Bäume mit einheitlicher Belaubung, breitblättrige Krautgewächse im Unterholz. Vaskuläre Epiphyten und Weinarten im Überfluß, z.B. Hänge am Atlantik von Costa Rica.
0113	Gebirgswald	Stufe 4	Bäume, kleiner als 50 m, kurzer Stamm und rauhe Rinde. Im Unterholz wachsen Farne, Kräuter, Moose und kleine Palmarten in Mengen (z.B. Sierra de Taltmanca, Costa Rica).
0114	subalpiner Wald	Stufe 4	In Höhenlagen oberhalb des Gebirgswalds, mit charakteristischer Vegetation, abhängig von der Höhenlage
0115	Nebelwald	Stufe 4	Knorrige Bäume mit rauher Rinde, selten größer als 20 m. Baumkronen, Äste und Zweige sind aufgrund des Bewuchses durch Epiphyten und Weinarten schwer geworden (z.B. Blue Mountains, Jamaica).
012	tropische und subtropische immergrüne Arten (saisonal)	Stufe 3	Hauptsächlich breitblättrige, immergrüne Arten. Während der Trockenzeit geht die Dichte der Belaubung zurück, z.B. werden die Blätter abgeworfen. Übergang vom Tropischen Feuchtwald zum Subtropischen Halblaubwald.
0121	Tieflandwald	Stufe 4	Schnellwachsende Baumarten, viele größer als 50 m und gewöhnlich keine einheitliche Belaubung. Der Unterbewuchs ist spärlich, Flechten und grüne Algen sind vorhanden. Es treten keine Kletterweinararten auf.



0122	submontaner Wald	Stufe 4	Bäume mit einheitlicher Belaubung. Als Unterbewuchs wachsen gewöhnlich breitblättrige Krautpflanzen. Vaskuläre Epiphyten und Weingewächse im Überfluß.
0123	Gebirgswald	Stufe 4	Bäume weniger als 50 m hoch, relativ kurze Stämme, rauhe Rinde. Im Unterholz sind immergrüne Sträucher häufiger als hohe Farnarten.
0124	subalpiner Wald	Stufe 4	Dieser Wald gleicht dem Wald aus trockenen, immergrünen, breitblättrigen Sklerophyllen der Winterregengebiete und liegt üblicherweise über dem Nebelwald. Meist immergrüne sklerophylle Baumarten, kleiner als 20 m, wenig Unterbewuchs, wenige Kletterweine und Epiphyten.
013	tropische und immergrüne halblaubbildende Arten (obere Belaubung sind trockene Blätter)	Stufe 3	Obere Belaubung sind hauptsächlich trockene Laubblätter. Die Bäume und Sträucher unterhalb der Baumkronen sind immergrün und mehr oder weniger sklerophyll. In einigen Bereichen können immergrüne und laubtragende Holzgewächse und Sträucher auftreten. Fast alle Bäume haben geschützte Knospen und nicht tropfende Blattspitzen. Die Bäume haben eine unebene Rinde, außer einiger möglicherweise auftretenden Flaschenbäume.
0131	Tieflandwald	Stufe 4	Bei den größeren Bäumen handelt es sich vermutlich um Flaschenbäume (z.B. Ceiba). Es gibt so gut wie keine Epiphyten. Das Unterholz besteht aus Sträuchern und Setzlingen. Auch fleischige Kakteenarten mit dünnen Stämmen treten auf. Es können auch Bereiche mit Weinarten und spärlicher Krautvegetation auftreten.
0133	Gebirgs- und Nebelwald	Stufe 4	Dieser Wald ähnelt dem Tieflandwald mit Halblaubbäumen. Die Belaubung ist allerdings tiefer und mit xerophytischen Epiphyten, wie z.B. Tillandsia usneoides, bedeckt.
014	subtropischer Regenwald	Stufe 3	Nur lokal in kleinen Gruppen, da subtropisches Klima typischerweise auch eine Trockenzeit hat (z.B. in Queensland, Australien und Taiwan). Geht in tropischen Feuchtwald über. Im Untergehölz können einige Sträucher wachsen. Jahreszeitlich bedingte Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winter.
0141	Tieflandwald	Stufe 4	Schnellwachsende Bäume, viele größer als 50 m, die ungleichmäßige Belaubung ausbilden. Der Unterholzbewuchs ist spärlich, Flechten, grüne Algen sind vorhanden, keine Kletterweinarten.



0142	submontaner Wald	Stufe 4	Bäume bilden gleichmäßige Belaubung. Breitblättrige Krautpflanzen im Unterholz. Übermäßiger Bewuchs durch vaskuläre Epiphyten und Weinarten.
0143	Gebirgswald	Stufe 4	Bäume kleiner als 50 m, Baumkronen reichen relativ weit den Stamm hinab. Die Rinde der Stämme ist uneben. Übermäßiger Bewuchs des Unterholzes durch Farne, Kräuter, Moose und kleine Palmarten.
0144	subalpiner Wald	Stufe 4	Liegt über dem Gebirgswald mit charakteristischer Vegetation, die vom Breitengrad abhängt.
0145	Nebelwald	Stufe 4	Knorrige Bäume mit unebener Rinde und kaum größer als 20 m. Die Baumkronen, Äste und Zweige sind durch Epiphyten und Weinarten belastet.
015	immergrüne Arten gemäßigter und subpolarer Zonen	Stufe 3	Nur auf südlichen Hemisphäre im Bereich der Ozeane mit nahezu frostfreiem Klima (vorwiegend Chile). Besteht weitgehend aus echten, immergrünen halbsklerophyllen Bäumen und Sträuchern. Reichhaltige epiphytische Moose, Lebermoose, Flechten und krautartige Farne mit Bodenwurzeln wachsen auf den Bäumen.
0151	immergrüner Feuchtwald gemäßigter Zonen	Stufe 4	Bäume über 10 m groß. Vaskuläre Epiphyten und Weinarten können auftreten.
0152	subpolarer immergrüner Feuchtwald	Stufe 4	Bäume kleiner als 10 m mit häufig verkleinerten Blättern. Keine vaskulären Epiphyten.
016	immergrüne Arten gemäßigter Zonen mit Anteil breitblättriger Laubgehölze	Stufe 3	Benötigt ausreichende Menge an Niederschlag im Sommer. Es handelt sich um eine Mischung aus Laub- und immergrünen Arten. Die dominanten Bäume sind vor allem halbsklerophylle immergrüne Baumarten (Belaubung größer als 50%) und Sträucher. Bei den subdominanten Bäumen handelt es sich um breitblättrige Laubbäume und -sträucher (Belaubung größer als 25%). Reicher Bewuchs durch mehrjährige Krautpflanzen. Sehr wenig oder keine vaskulären Epiphyten und Weinarten.
0161	Tieflandwald	Stufe 4	Schnell wachsende Bäume, viele davon über 50 m, mit normalerweise uneinheitlicher Belaubung. Der Unterbewuchs ist spärlich, Flechten und grüne Algen treten auf, aber keine Kletterweinarten.
0162	submontaner Wald	Stufe 4	Bäume mit gleichmäßiger Belaubung. Der Unterbewuchs besteht normalerweise aus breitblättrigen Krautpflanzen. Keine vaskulären Epiphyten und Weinarten vorhanden.



0163	Gebirgswald	Stufe 4	Bäume kleiner als 50 m, deren Kronen relativ weit den Stamm hinabreichen. Die Rinde ist uneben. Der Unterbewuchs besteht aus Überfluß an Farnen, Kräutern, Moosen und kleinen Palmen.
0164	Subalpiner Wald	Stufe 4	In Höhenlagen oberhalb des Gebirgswalds mit charakteristischer Vegetation, die vom Breitengrad abhängt.
017	immergrüne breitblättrige Sklerophyllen in Winterregengebieten	Stufe 3	Häufig als mediterran bezeichnet, tritt aber auch im Südwesten Australiens, Chile und anderen Stellen auf. Das Klima hat einen ausgesprochen trockenen Sommer. Die Bäume, hauptsächlich immergrüne sklerophylle Bäume und Sträucher, besitzen meist eine unebene Rinde. Der Unterbewuchs besteht aus wenigen Kräutern. Keine vaskularen und wenige epiphytische Bryophyten (Moose und Lebermoose) und Flechen, aber immergrüne holzige Weinarten tertent auf.
0171	Tiefland + submontaner Wald > 50 m	Stufe 4	Dominiert von Bäumen höher als 50 m (Belaubung > 50%), wie Rieseneukalyptus (eucalyptus regnans in Victoria und E. diversicolor in Westaustralien).
0172	Tiefland + submontaner Wald < 50 m	Stufe 4	Dominiert von Bäumen unter 50 m (Belaubung >50%) wie der Eichenwald (live-oak) in Kalifornien.
018	tropische und subtropische immergrüne nadelblättrige Arten	Stufe 3	Besteht weitgehend aus immergrünen Bäumen mit Nadelblättern oder plättchenartige Blättern (?) (Belaubung > 50%); jedoch können auch Bäume mit breitblättriger Belaubung auftreten. Vaskuläre Epiphyten und Weine kommen kaum vor.
0181	Tiefland + submontaner Wald	Stufe 4	z.B. Pinienwälder auf Honduras und Nicaragua
0182	Gebirgswald + submontaner Wald	Stufe 4	z.B. Pinienwälder auf den Philippinen und in Süd Mexiko
019	immergrüne nadelblättrige Arten gemäßigter und subpolarer Zonen	Stufe 3	Bestehen hauptsächlich aus immergrünen Bäumen mit Nadel und- Schuppenartigen Blättern (Belaubung > 50%). Breitblättrige Baumarten können vorkommen. Vaskuläre Epiphyten und Weine treten kaum auf.
0191	Hochwald	Stufe 4	Dominiert von Bäumen (Belaubung > 50%), die größer als 50 m sind, z.B. Sequoia und Pseudo-tsuga Wald am Westpazifik in Nordamerika.
0192	gerundete Baumkronen	Stufe 4	Dominiert von 45-50 m großen Bäumen (Belaubung >50%) mit ausladenden, unregelmäßig gerundeten Baumkronen, z.B. Pinus spp.



0193	kegelförmige Baumkronen	Stufe 4	Dominiert von 45-50 m großen Bäumen (Belaubung >50%) mit kegelförmigen Baumkronen, z.B. Picea, Abies, Rottannenwald in Kalifornien.
0194	zylindrische Baumkronen	Stufe 4	Dominiert von 45-50 m großen Bäumen (Belaubung >50%) mit Kronen, die sehr kurze Zweige und eine schlanke, zylindrische Form besitzen
02	vorwiegend Laubwald	Stufe 2	Der Hauptbestand der Bäume (Belaubung >50%) wirft die Blätter gleichzeitig in Verbindung mit der ungünstigen Jahreszeit (trocken oder kalt) ab.
021	Laubwald tropischer und subtropischer Dürrezonen	Stufe 3	Die ungünstige Jahreszeit ist vorwiegend durch Trockenheit gekennzeichnet; in vielen Fällen Wintertrockenheit. Die Blätter werden regelmäßig jedes Jahr abgeworfen. Die meisten Bäume haben eine relativ dicke, zerklüftete Rinde
0211	breitblättrige Tiefland- und submontane Arten	Stufe 4	In keinem Gebiet gibt es nennenswerten Bewuchs durch immergrüne Pflanzen, mit Ausnahme einiger Sukkulente. Krautartige Weinarten und Weinarten mit Holzstamm sowie einige Flaschenbäume mit Laubblättern treten auf. Der Unterbewuchs ist spärlich durch Krautpflanzen bewachsen. z.B. die breitblättrigen Laubwälder im Nordwesten von Costa Rica.
0212	Gebirgswald + Nebelwald	Stufe 4	Im unteren Bereich wachsen immergrüne Arten. Gegen Trockenheit widerstandsfähige Epiphyten wachsen im Überfluß, häufig mit Grannen (z.B. Usnea oder Tillandsia usneoides). Diese Kombination gibt es selten, aber sehr stark ausgebildet z.B. im Nordteil Perus.
022	Laubwald kalter Zonen mit immergrünen Baum- und Straucharten	Stufe 3	Die ungünstige Jahreszeit ist hauptsächlich durch Winterfrost gekennzeichnet. Breitblättrige Laubbäume herrschen vor (Belaubung >50%), aber auch immergrüne Arten (>25% der Belaubung) sind als Teil der Baumkronenbelaubung oder dem Unterholz vorhanden. Kletterpflanzen und Epiphyten sind kaum oder gar nicht vorhanden.
0221	Wald mit immergrünen, breitblättrigen Bäumen und Kletterpflanzen	Stufe 4	Reich an Epiphyten und Moosen. Vaskuläre Epiphyten können an Baumstämmen auftreten. Auf Schwemmebenen können Weinarten auftreten. Ilex aquifolium und Hedera helix in Westeuropa und Magnolia spp. in Nordamerika sind Vertreter.
0222	Wald mit immergrünen nadelblättrigen Bäumen	Stufe 4	z. B.; Ahorn - Hemlock oder Eiche - Pinienwälder im Nordwesten der U. S A.
023	Laubwald kalter Zonen ohne immergrüne Arten	Stufe 3	Laubbäume herrschen vor (Belaubung > 70%). Immergrüne Kräuter und einige immergrüne Sträucher (weniger als 2 Meter hoch) können ebenfalls vorkommen. Kletterpflanzen sind



			bedeutungslos, können aber in Schwemmgebieten verbreitet sein; Vaskuläre Epiphyten sind nicht vorhanden (außer vereinzelt niedrig am Stamm der Bäume); Moose, Lebermoose und teilweise Flechten sind immer vorhanden.
0231	Breitblättrige Tiefland - und submontane Arten gemäßigter Zonen	Stufe 4	Bäume sind bis 50 Meter hoch. Epiphyten sind primär in Form von Algen und Flechten vorhanden.
0232	Montane oder boreale Arten	Stufe 4	Bäume sind bis 50 Meter hoch, jedoch in borealen oder montanen Wäldern normalerweise nicht höher als 30 Meter. Epiphyten sind primär in Form von Flechten und Bryophyten vorhanden Diese Klasse schließt Flachland oder submontane Regionen mit hoher Luftfeuchtigkeit ein.
0233	Subalpin bzw. subpolar	Stufe 4	Bäume sind nicht höher als 20 Meter und haben knorrige Stämme. Flechten und Bryophyten sind reichlicher vorhanden als in der montanen Klasse (0232)
03	Extrem xeromorpher (trockener) Wald	Stufe 2	Dichte Besiedlung von Bäumen und Sträuchern, die den trockenen Bedingungen angepaßt sind, sowie Flaschenbäume, Büschelbäume mit fleischigen Blättern und sukkulenten Stielen. Im Unterholz sind an das trockene Klima angepaßte Büsche, sukkulente, mehrjährige Kräuter und einjährige wie auch mehrjährige krautige Gewächse. Fällt oft in die Einteilung Waldland.
031	Vorwiegend Sklerophylle	Stufe 3	Vegetation ähnelt xeromorphen Wald; überwiegend sklerophylle Bäume. Bei vielen ist der knollige Stiel zum Großteil in die Erde eingebettet.
032	Dornenwald	Stufe 3	Arten mit Dornen überwiegen (Belaubung >50%)
0321	Gemischter Bestand aus laubbildenden und immergrünen Arten	Stufe 4	Laubbildende und immergrüne Arten bilden zusammen mehr als 25% der Belaubung. Siehe auch Definition "vorwiegend immergrüner Wald" , Klasse 01 und "vorwiegend Laubwald", Klasse 02.
0322	Reiner Laubwald	Stufe 4	Laubbildende, dornentragende Arten sind absolut vorherrschend (Belaubung > 75%); siehe auch Definition "vorwiegend Laubwald", Klasse 02.
033	Vorwiegend Sukkulente Wald	Stufe 3	Baumförmige (Scapose) und Buschförmige (Caespitose) Sukkulente sind sehr häufig (Belaubung > 50%), aber auch andere, an die trockenen Bedingungen angepaßte Bäume und Büsche sind meist vorhanden.



1	Waldland	Stufe 1	Besteht aus freistehenden, mindestens 5 Meter hohen Bäumen, deren Kronen sich nicht berühren. Mindestens 40% des Bodens ist von Belaubung bedeckt. Definitionen für vorwiegend immergrüner Wald, vorwiegend Laubwald, extrem xeromorpher Wald sind gleichlautend zu Walddefinitionen mit spärlicheren Einzelbäumen.
11	Vorwiegend immergrüner Strauchbestand	Stufe 2	Die Belaubung ist nie ohne grüne Blätter. Mindestens 50% aller Bäume, welche die Baumkronenbelaubung erreichen, sind immergrün. Einzelne Bäume können ihre Blätter verlieren.
111	Breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 3	Hauptsächlich Skleropylle Bäume und Büsche, ohne Epiphyten.
112	Laubwald kalter Zonen mit immergrünen Arten	Stufe 3	Hauptsächlich Bäume mit Nadel- und Schuppenblättern (Belaubung >50%). Die Kronen vieler Bäume reichen bis an die Basis den Stiels oder sind sehr verästelt.
1121	Gerundete Kronen	Stufe 4	z. B., <i>Pinus</i>
1122	Vorwiegend kegelförmige Kronen	Stufe 4	Meist in subalpinen Gebieten
1123	Schmale zylindrische Kronen	Stufe 4	z. B., <i>Picea</i> in borealen Regionen
12	Vorwiegend laubbildender Strauchbestand	Stufe 2	Der Hauptbestand der Bäume (Belaubung >50%) wirft die Blätter gleichzeitig in Verbindung mit der ungünstigen Jahreszeit (trocken oder kalt) ab.
121	Dürrezonen-Laubwald	Stufe 3	Die ungünstige Jahreszeit ist vorwiegend durch Trockenheit gekennzeichnet, in vielen Fällen Wintertrockenheit. Die Blätter werden regelmäßig jedes Jahr abgeworfen. Die meisten Bäume haben eine relativ dicke, zerklüftete Rinde
1211	Breitblättrige Tiefland- und submontane Arten	Stufe 4	In keinem Gebiet gibt es nennenswerten Bewuchs durch immergrüne Pflanzen, mit Ausnahme einiger Sukkulenten. Krautartige Weinarten und Weinarten mit Holzstamm so wie einige Flaschenbäume mit Laubblättern treten auf. Der spärliche Unterbewuchs besteht aus Krautpflanzen.
1212	Gebirgs- und Nadelwald	Stufe 4	Im unteren Bereich wachsen immergrüne Arten. Gegen Trockenheit widerstandsfähige Epiphyten wachsen im Überfluß, häufig mit Grannen (z.B. <i>Usnea</i> oder <i>Tiillandsia usneoides</i>). Diese Kombination gibt es selten, aber sehr stark ausgebildet z.B. im Nordteil Perus.



122	Laubwald kalter Zonen mit immergrünen Arten	Stufe 3	Die ungünstige Jahreszeit ist hauptsächlich durch Winterfrost gekennzeichnet. Breitblättrige Laubbäume herrschen vor (Belaubung >50%), aber auch immergrüne Arten (>25% der Belaubung) sind als Teil der Baumkronenbelaubung oder dem Unterholz vorhanden. Kletterpflanzen und Epiphyten sind kaum oder gar nicht vorhanden.
1221	Mit immergrünen breitblättrigen Bäumen und Kletterpflanzen	Stufe 4	Reich an Epiphyten und Moosen. Vaskuläre Epiphyten können an Baumstämmen auftreten. Auf Schwemmebenen können Weinarten auftreten; <i>Ilex aquifolium</i> und <i>Hedera helix</i> in Westeuropa und <i>Magnolia</i> spp. in Nordamerika sind Vertreter.
1222	Mit immergrünen nadelblättrigen Bäumen	Stufe 4	z. B.; Ahorn, Hemlock oder Eiche, Pinienwälder im Nordwesten der U. S. A.
123	Laubwald kalter Zonen ohne immergrüne Arten	Stufe 3	Laubbäume herrschen vor (Belaubung > 70%). Immergrüne Kräuter und einige immergrüne Sträucher (weniger als 2 Meter hoch) können auch vorkommen. Kletterpflanzen sind bedeutungslos, können aber in Schwemmgebieten verbreitet sein; Vaskuläre Epiphyten sind nicht vorhanden (außer vereinzelt am Stamm der Bäume); Moose, Lebermoose und teilweise Flechten sind immer vorhanden. Kälteresistente Laubbäume herrschen vor (Belaubung > 75%). Häufig in polaren Regionen, ansonsten nur in Überschwemmungsgebieten und Sümpfen.
1231	Breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Breitblättrige laubbildende Arten herrschen vor (Belaubung > 75%).
1232	Nadelblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Nadelblättrige laubbildende Arten herrschen vor (Belaubung > 75%)
1233	Gemischte laubbildende Arten	Stufe 4	Breitblättrige- und nadelblättrige, laubbildende Arten stellen zusammen mehr als 25% der Baumkronenbelaubung.
13	Extrem xeromorpher Strauchbestand	Stufe 2	Besiedlung von Bäumen und Sträuchern, die den trockenen Bedingungen angepaßt sind, sowie Flaschenbäume, Büschelbäume mit fleischigen Blättern und sukkulenten Stielen. Im Unterholz sind an das trockene Klima angepaßte Büsche, sukkulente mehrjährige Kräuter und einjährige, wie auch mehrjährige krautige Gewächse. Fällt oft in die Einteilung Wald.
131	Vorwiegend Sklerophylle	Stufe 3	Vegetation ähnelt xeromorphem Waldland, überwiegend sklerophylle Bäume. Bei vielen ist der knollige Stiel zum Großteil in die Erde eingebettet.



132	Dornenwald	Stufe 3	Arten mit Dornen überwiegen (Belaubung >50%)
1321	Gemischter Bestand aus laubbildenden und immergrünen Arten	Stufe 4	Laubbildende und immergrüne Arten bilden zusammen mehr als 25% der Buschbelaubung. Siehe auch Definition "vorwiegend immergrüner Wald" , Klasse 01 und "vorwiegend Laubwald", Klasse 02.
1322	Reiner Laubwald	Stufe 4	Laubbildende, dornentragende Arten sind absolut vorherrschend (Belaubung > 75%). Siehe auch Definition "vorwiegend Laubwald", Klasse 02.
133	Vorwiegend Sukkulantenwald	Stufe 3	Baumförmige (Scapose) und buschförmige (Caespitose) Sukkulanten sind sehr häufig (Belaubung > 50%), aber auch andere, an die trockenen Bedingungen angepaßte Bäume und Büsche sind meist vorhanden.



2	Strauchland	Stufe 1	Die Buschbelaubung deckt mindestens 40% des Bodens ab und besteht aus Gruppen von holzigen Gewächsen die zwischen 0,5 und 5 Meter hoch sind. Buschland: Die meisten Büsche berühren einander nicht, meist wächst Gras zwischen ihnen. Dickicht: Die Büsche greifen ineinander. Buschland ist noch weitergehend definiert (wie auch Wald und Waldung) wie immergrün breitblättrig, immergrün nadelblättrig, vorwiegend Laubwald usw.
21	Vorwiegend immergrüner Strauchbestand	Stufe 2	Die Belaubung ist nie ohne grüne Blätter. Mindestens 50% aller Bäume, welche die Baumkronenbelaubung erreichen, sind immergrün. Einzelne Bäume können ihre Blätter verlieren.
211	Breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 3	Immergrüne breitblättrige Arten herrschen vor (Belaubung > 50%)
2111	Niedriges Bambusdickicht	Stufe 4	Gelegentlich formt Bambus ein Buschland. Siehe Klasse 2 für Buschland und Dickicht Definitionen.
2112	Immergrüne Bäume mit endständigem Schopf	Stufe 4	Bestehend aus kleinen Bäumen und holzigen Büschen, z. B., Mediterranes Zwergpalm Buschland oder Hawaiianisches Baumfarn Dickicht oder Buschland.
2113	Breitblättrige Halbsklerophylle	Stufe 4	Verfilzte oder zusammenstehende Büsche und Pflanzen mit großen, weichen Blättern. z.B., subalpines Rhododendron Dickicht oder Hibiscus tiliaceus Dickicht in Hawaii.
2114	Breitblättrige Sklerophylle	Stufe 4	z. B., chapparal oder Macchie
2115	Suffruticose-Dickicht	Stufe 4	z.B., Cistus Heide
212	Nadelblättrige Arten	Stufe 3	Vorherrschende Arten (Belaubung > 50%) haben entweder Nadelblätter oder kleine Blätter.
2121	Immergrün-Nadelblättrige	Stufe 4	Bestehend aus kriechenden nadelblättrigen Büschen, z.B., Pinus mughus, "Krummholz".
2122	Immergrüne Mikrophyllie	Stufe 4	Immergrüne Arten mit kleinen Blättern, z.B., Wüstenpflanzen oder Blätter mit einer einzigen unverästelten Ader.
22	Vorwiegend laubbildender Strauchbestand	Stufe 2	Der Hauptbestand der Büsche (Belaubung >50%) wirft die Blätter gleichzeitig in Verbindung mit der ungünstigen Jahreszeit (trocken oder kalt) ab.



221	Dürrezonen-Laubgehölz gemischt mit immergrünen Holzpflanzen	Stufe 3	Dürrezonen-Laubgehölz herrscht vor (Belaubung >50%) und ist vermischt mit mehr als 25% immergrünen Holzpflanzen.
222	Dürrezonen-Laubgehölz ohne immergrüne Arten	Stufe 3	Laubgehölz herrscht vor (Belaubung >75%).
223	Laubgehölz kalter Zonen	Stufe 3	Die ungünstige Jahreszeit ist vorwiegend durch Winterfrost gekennzeichnet. Laubgehölze herrschen vor (Belaubung >50%).
2231	Laubbildende Arten gemäßigter Zonen	Stufe 4	Bestehend aus dichten Büschen ohne, oder mit sehr wenig, krautigem Unterholz.
2232	Subalpin oder subpolar	Stufe 4	Bestehend aus aufrecht stehenden verfilzten Büschen mit sehr hoher vegetativer Regenerationskapazität und meist mindestens ein halbes Jahr von Schnee bedeckt.
23	Extrem xeromorpher (trockener) Strauchbestand	Stufe 2	Sehr offene Besiedlung von Büschen, die in verschiedener Weise den kalten Bedingungen angepaßt sind, wie z. B.: extrem dickes, verhärtetes Laubwerk, sehr verkleinerte Blätter, grüne Äste ohne Blätter oder Sukkulente Stiele, einige mit Dornen.
231	Vorwiegend immergrüne Arten	Stufe 3	Die Belaubung ist nie ohne grüne Blätter. Mindestens 50% aller Büsche, welche die Baumkronenbelaubung erreichen, sind immergrün. In extrem trockenen Jahren können einzelne Teile der Büsche oder Triebe ihre Blätter verlieren.
2311	Immergrüne Wüstenrand-Arten	Stufe 4	Besteht aus breitblättrigen, hauptsächlich sklerophyllen Büschen, z.B.: Mulga Gebüsch in Australien, blattlose grünstielige Arten, z.B., Retama retam oder Sukkulente
2312	Halblaubbildende Wüstenrand-Arten	Stufe 4	Kann entweder aus fakultativ laubbildenden Büschen oder einer Kombination aus laubtragenden und immergrünen Büschen bestehen(z.B. immergrüne Büsche herrschen vor, laubtragende Büsche decken mehr als 25% ab).
232	Laubgehölz in Wüstenrandgebieten	Stufe 3	Siehe Klasse 02, vorwiegend Laubwald.
2321	Ohne Sukkulente	Stufe 4	Sukkulente bedecken weniger als 25% des Bodens.
2322	Mit Sukkulente	Stufe 4	Sukkulente bedecken mehr als 25% des Bodens.



3	Land mit Zwergstrauchbewuchs	Stufe 1	Sträucher sind selten höher als 50cm (manchmal auch Heide oder Heideartige Formation genannt). Die Sträucher decken mehr als 40% des Bodens ab. Zwergstrauchbewuchs-Klassen sind ausgezeichnet durch ihre Bodenabdeckung. Zwergstrauchbewuchs Dickicht: Äste sind ineinander verhakt; Zwergstrauchbewuchs: Zwergsträucher stehen alleine oder in Gruppen; Zwergstrauchbewuchs und Oberfläche dicht besiedelt mit Moosen und Flechten; Zwergsträucher kommen in kleinen Gruppen oder allein vor.
31	Vorwiegend immergrüner Zwergstrauchbestand	Stufe 2	Die Belaubung ist nie ohne grüne Blätter. Mindestens 50% aller Sträucher, welche die Baumkronenbelaubung erreichen, sind immergrün. Einzelne Sträucher können ihre Blätter verlieren.
311	Immergrünes Zwergstrauch-Dickicht	Stufe 3	Besteht aus dichtgeschlossenem Zwergstrauchbewuchs, der die Landschaft dominiert.
3111	Caespitoses Dickicht	Stufe 4	Strauchäste stehen aufrecht und sind oft von Flechten besetzt. Kissenartige Moose, Flechten und andere krautartige Pflanzen kann man oft am Boden finden, z.B.: siehe Heide.
3112	Kriech- oder Mattendickicht	Stufe 4	Strauchäste kriechen über den Boden, z.B. Loiseleuria Heide.
312	Lockerer immergrüner Zwergstrauchbestand	Stufe 3	Offene oder sehr offene Bedeckung mit Zwergsträuchern. Sträucher sind nicht ineinander verhakt. Krautige Vegetation bedeckt weniger als 25% des Bodens.
3121	Immergrünes Polster	Stufe 4	Sträucher stehen in Gruppen, die dichte Polster bilden und sind oft dornenbesetzt, z.B. Astragalus- und Acantholimon "Stachelschwein"-Heide der östlichen Mittelmeer-Gebirge.
313	Mischformation aus immergrünen Arten und Krautvegetation	Stufe 3	Sträucher sind nicht ineinander verhakt. Immergrüne Büsche sind gemischt mit krautiger Vegetation (bedeckt mehr als 25% des Bodens).
3131	Gemisch aus echten immergrünen und krautigen Arten	Stufe 4	z.B. Nardus Calluna-Heide
3132	Gemisch aus teilweise immergrünen und krautigen Arten	Stufe 4	Viele Pflanzen verlieren einen Teil ihrer Triebe während der trockenen Jahreszeit, z.B. Phrygana in Griechenland
32	Vorwiegend laubbildender Zwergstrauchbestand	Stufe 2	Der Hauptbestand der Sträucher (Belaubung >50%) wirft die Blätter gleichzeitig in Verbindung mit der ungünstigen Jahreszeit (trocken oder kalt) ab.



321	Fakultative Dürrezonen-Laubgehölze	Stufe 3	Dichtgeschlossene Zwergsträucher werfen alle oder einen Teil ihrer Blätter nur in extrem trockenen Jahren ab.
322	Obligate Dürrezonen-Laubgehölze	Stufe 3	Zwergsträucher werfen alle oder zumindest einen Teil ihrer Blätter in der kalten Jahreszeit ab.
3221	Laubbildende caespitose Dürrezonen-Arten	Stufe 4	Strauchäste stehen aufrecht und sind oft von Flechten besetzt. Kissenartige Moose, Flechten und andere krautartige Pflanzen kann man oft am Boden finden, z.B.: Calluna Heide.
3222	Laubbildende kriechende/mattige Dürrezonen Arten	Stufe 4	Strauchäste kriechen über den Boden, z.B. Loiseleuria Heide.
3223	Laubbildendes Dürrezonen-Polster	Stufe 4	Sträucher stehen in Gruppen, die dichte Polster bilden und sind oft dornenbesetzt, z.B. Astragalus- und Acantholimon "Stachelschwein"-Heide der östlichen Mittelmeer-Berge.
3224	Laubbildende Dürrezonen-Arten gemischt	Stufe 4	Laubbildende und immergrüne Zwergsträucher; Caespitose, krautige Gewächse; Sukkulente, mehrjährige Kräuter und andere Formen sind gemischt.
323	Laubgehölze kalter Zonen	Stufe 3	Zwergsträucher werfen ihre Blätter zu Beginn der kalten Jahreszeit ab. Mehr Moose und Farne als in der Obligate Dürrezonen-Laubgehölz Klasse (322).
3231	Laubbildende caespitose Arten kalter Zonen	Stufe 4	Laubbildende und immergrüne Zwergsträucher; Caespitose, krautige Gewächse; Sukkulente, mehrjährige Kräuter und andere Formen sind gemischt.
3232	Laubbildende kriechende bzw. mattige Arten kalter Zonen	Stufe 4	Strauchäste kriechen über den Boden.
3233	Laubbildende Polster kalter Zonen	Stufe 4	Sträucher stehen in Gruppen, die dichte Polster bilden und sind oft dornenbesetzt.
3234	Laubbildende Mischarten kalter Zonen	Stufe 4	Laubbildende und immergrüne Zwergsträucher; Caespitose, krautige Gewächse; Sukkulente, mehrjährige Kräuter und andere Formen sind gemischt.
33	Extern xeromorpher Zwergstrauchbestand	Stufe 3	Besteht aus offenen Zwergstrauchformationen, Sukkulente und krautigen Gewächsen, die an das Überleben einer langen Trockenzeit angepaßt sind. Hauptsächlich Wüstenrand. Siehe Klasse 23.
331	Vorwiegend immergrün	Stufe 3	Die Belaubung ist nie ohne grüne Blätter. Mindestens 50% aller Büsche, welche die Baumkronenbelaubung erreichen, sind immergrün. In extrem trockenen Jahren können einzelne Teile der Büsche oder Triebe ihre Blätter verlieren.



3311	Immergrüne Wüstenrand-Arten	Stufe 4	Besteht aus breitblättrigen, hauptsächlich sklerophyllen Sträuchern; blattlosen, grünstieligen Gewächsen oder Sukkulenten.
3312	Halblaubbildende Wüstenrand-Arten	Stufe 4	Kann entweder aus laubbildenden Sträuchern oder einer Kombination aus laubtragenden und immergrünen Sträuchern bestehen (z.B. immergrüne Sträucher herrschen vor, laubtragende Sträucher decken mehr als 25% ab).
332	Wüstenrandgebiet-Laubgehölz	Stufe 3	Der Hauptbestand der Sträucher (Belaubung >50%) wirft die Blätter gleichzeitig in Verbindung mit der ungünstigen Jahreszeit (trocken oder kalt) ab.
3321	Ohne Sukkulenten	Stufe 4	Sukkulenten bedecken nicht mehr als 25% des Bodens.
3322	Mit Sukkulenten	Stufe 4	Sukkulenten bedecken mehr als 25% des Bodens.
34	Tundra	Stufe 2	Langsam wachsend, geringe Formung; besteht hauptsächlich aus Zwergsträuchern, Gräsern, Moosen, Lebermoosen und Flechten, die man jenseits der subpolaren Baumlinie findet. Oft werden Gewächs-Muster durch die Bewegung des gefrorenen Bodens verursacht. Außer in borealen Regionen sollten Zwergsträucher-Formungen überhalb der Baumgrenze nicht als Tundra bezeichnet werden. Denn dort findet man mehr Zwergsträucher und Gräser und sie werden wegen der längeren Bestrahlung (durch die Sonne) in niedrigeren Breitengraden größer.
341	Vorwiegend Bryophyten	Stufe 3	Beherrscht von Matten oder kleinen Kissen aus Moosen (mehr als 50% der Vegetation). Gruppen von Zwergsträuchern sind unregelmäßig verstreut und nicht sehr dicht. Es sieht meist mehr oder weniger dunkelgrün, olivgrün oder bräunlich aus.
3411	Caespitose Zwergstrauch/Moos-Tundra	Stufe 4	Gruppen oder Trauben von Zwergsträuchern sind vorhanden.
3412	Kriech oder Matten-Zwergstrauch/Moos-Tundra	Stufe 4	Kriechende oder Matten-Zwergsträucher sind vorhanden.
342	Vorwiegend Flechten	Stufe 3	Flechtenmatten herrschen vor (mehr als 50% der Vegetation), die der Formation eine mehr oder weniger ausgeprägte graue Erscheinung verleihen. Meist kommen immergrüne, kriechende oder kissenförmige Zwergsträucher vor.



4	Krautvegetation	Stufe 1	Beherrscht von krautigen Gräsern und grasähnlichen Gewächsen wie Riedgras (Carex), Binsen (Juncus), Lampenputzer (Typha) und breitblättrigen Gewächsen wie Klee, Sonnenblumen (Helianthus), Farnen und Schwalbenwurzgewächsen (Asclepias). Der Boden muß mindestens zu 60% mit Krautvegetation bedeckt sein.
41	Hohe grasartige Gewächse	Stufe 2	Die Pflanzenwelt besteht aus Gräsern, mehr als 2 Meter hoch, wenn sie blühen oder ausgewachsen sind (mehr als 50% der Krautvegetation).
411	10 - 40% Baumdecke	Stufe 3	Mit oder ohne Sträucher. Dies ist ein bißchen wie ein sehr offenes Waldland mit mehr oder weniger ununterbrochener Bodenabdeckung (>60%) mit großen Gräsern.
4111	Bäume: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4112	Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger laubbildender Bäume kommen vor.
4113	Bäume: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Ähnlich Klasse 4112, aber saisonal überflutet, z.B. Nordost Bolivien.
412	<10% Baumdecke	Stufe 3	Graslandschaft mit einer Baumdecke von weniger als 10% des Bodens, mit oder ohne Sträucher.
4120	Bäume: nadeltragende immergrüne Arten	Stufe 4	Nadeltragende, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4121	Bäume: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4122	Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4123	Bäume: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4124	Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen oder Sträuchern auf Termitennestern	Stufe 4	Auch Termiten-Savanne genannt.
413	Mit Strauchbestand	Stufe 3	Sträucher müssen mindestens 25% des Bodens bedecken.
4131	Sträucher: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).



4132	Sträucher: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Sträucher und breitblättriger, laubbildender Sträucher kommen vor.
4133	Sträucher: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Sträucher und breitblättriger, laubbildender Sträucher kommen vor. Das Gebiet ist saisonal überflutet.
4134	Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen oder Sträuchern auf Termitennestern	Stufe 4	Auch Termiten-Savanne genannt.
414	Arten mit endständigem Schopf	Stufe 3	Die Belaubung von Arten mit endständigem Schopf (meist Palmen) muß mindestens 25% des Bodens bedecken.
4141	Tropisches Grasland mit Palmen	Stufe 4	z.B. Die Palmen-Savannen mit <i>Arocomia totai</i> und <i>Attalea princeps</i> nördlich von Santa Cruz de la Sierra, Bolivien.
415	gehölzfreie Synusien	Stufe 3	Grasland ohne Sträucher oder Bäume.
4151	Tropisches Grasland	Stufe 4	Oft saisonal überflutet, z.B. Compos de Varzea im niederen Amazonastal, niedrig gelegene Regionen in Afrika, Papyrus-Sümpfe des oberen Niltals,...
42	Mittelhohe grasartige Gewächse	Stufe 2	Die vorherrschenden Gräser sind zwischen 50 cm und 2 Meter hoch wenn sie blühen oder ausgewachsen sind (mehr als 50% der Krautvegetation).
421	10 - 40% Baumdecke	Stufe 3	Mit oder ohne Sträucher. Dies ist ein bißchen wie ein sehr offenes Waldland mit mehr oder weniger ununterbrochener Bodenabdeckung (>60%) mit großen Graminoiden.
4210	Bäume: nadeltragende immergrüne Arten	Stufe 4	Nadeltragende immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4211	Bäume: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4212	Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4213	Bäume: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
422	<10% Baumdecke	Stufe 3	Graslandschaft mit einer Baumdecke von weniger als 10% des Bodens, mit oder ohne Sträucher.



4220	Bäume: nadeltragende immergrüne Arten	Stufe 4	Nadeltragende, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4221	Bäume: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4222	Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4223	Bäume: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4224	Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen oder Sträuchern auf Termitennestern	Stufe 4	Auch Termiten-Savanne genannt.
423	Mit Strauchbewuchs	Stufe 3	Der Strauchbewuchs muß mindestens 25% des Bodens bedecken.
4230	Sträucher: nadeltragende immergrüne Arten	Stufe 4	Nadeltragende, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung>50%).
4231	Sträucher: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4232	Sträucher: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Sträucher und breitblättriger, laubbildender Sträucher kommen vor.
4233	Sträucher: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Sträucher und breitblättriger, laubbildender Sträucher kommen vor. Das Gebiet ist saisonal überflutet.
4234	Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen oder Sträuchern auf Termitennestern	Stufe 4	Auch Termiten-Savanne genannt.
4235	Gehölz-Synusien laubbildender Dornensträucher	Stufe 4	z.B. die tropische Dornbuschsavanne der Sahelzone in Afrika mit <i>Acacia tortilis</i> , <i>A. senegal</i> und anderen Arten.
424	Offene Schopfgewächs-Synusien	Stufe 3	Die Belaubung von Arten mit endständigem Schopf (meist Palmen) muß mindestens 25% des Bodens bedecken.
4241	Subtropisch mit offenen Palmenhainen	Stufe 4	z.B. Corrientes, Argentinien. Einige Gebiete sind saisonal überflutet, z.B. die <i>Mauritia</i> Palmenhaine in den kolumbianischen und venezuelanischen <i>llanos</i> .



425	Gehölzfreie Synusien	Stufe 3	Mittelgroße Graslandschaften ohne Bäume oder Sträucher.
4251	Vorwiegend geschlossene Grasnarbe	Stufe 4	Mehrjähriges, viel verzweigtes, kriechendes Gras, das mit den Wurzeln Sand oder Boden zusammenhält. z.B. St. Augustine Gras (<i>Stenotaphrum secundatum</i>), die Gras-Prärie im Osten von Kansas oder der sandige Boden oder Dünen, z.B. die Pflanzen-Gemeinschaft von <i>Andropogon hallii</i> in den Sandhügeln von Nebraska. In einigen Gebieten ist das Grasland den größten Teil des Jahres naß oder überflutet, z.B. die Typha-Sümpfe. Wenn dies der Fall ist, klassifizieren Sie es als Feuchtgebiet. Siehe Klasse 06.
4252	Vorwiegend Büschelgras	Stufe 4	Gräser die hauptsächlich in Büscheln wachsen und eine unregelmäßige, strukturierte Oberfläche ausbilden.
43	Kurze grasartige Gewächse	Stufe 1	Die vorherrschenden Gräser sind bis zu 50 cm hoch wenn sie blühen oder ausgewachsen sind (mehr als 50% der Krautvegetation).
431	10-40% Baumdecke	Stufe 3	Mit oder ohne Sträucher. Dies ist ein bißchen wie ein sehr offenes Waldland mit mehr oder weniger ununterbrochener Bodenabdeckung (>60%) mit kleinen Gräsern.
4310	Bäume: nadeltragende immergrüne Arten	Stufe 4	Nadeltragende, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4311	Bäume: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4312	Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4313	Bäume: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
432	<10% Baumdecke	Stufe 3	Graslandschaft mit einer Baumdecke von weniger als 10% des Bodens, mit oder ohne Sträucher.
4320	Bäume: nadeltragende immergrüne Arten	Stufe 4	Nadeltragende, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4321	Bäume: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).



4322	Bäume: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4323	Bäume: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Bäume und breitblättriger, laubbildender Bäume kommen vor.
4324	Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen oder Sträuchern auf Termitennestern	Stufe 4	Auch Termiten-Savanne genannt.
433	Mit Strauchbewuchs	Stufe 3	Der Strauchbewuchs muß mindestens 25% des Bodens bedecken.
4330	Sträucher: nadeltragende immergrüne Arten	Stufe 4	Nadeltragende, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4331	Sträucher: breitblättrige immergrüne Arten	Stufe 4	Breitblättrige, immergrüne Arten herrschen vor (Belaubung > 50%).
4332	Sträucher: breitblättrige halblaubtragende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Sträucher und breitblättriger, laubbildender Sträucher kommen vor.
4333	Sträucher: breitblättrige laubbildende Arten	Stufe 4	Mindestens je 25% breitblättriger, immergrüner Sträucher und breitblättriger, laubbildender Sträucher kommen vor. Das Gebiet ist saisonal überflutet.
4334	Tropische oder subtropische Arten mit Bäumen oder Sträuchern auf Termitennestern	Stufe 4	Auch Termiten-Savanne genannt.
4335	Gehölz-Synusien laubbildender Dornensträucher	Stufe 4	Die vorherrschenden Gräser sind bis zu 50 cm hoch wenn sie blühen oder ausgewachsen sind (mehr als 50% der Krautvegetation). Die Belaubung von laubbildenden Dornensträuchern muß mindestens 25% des Bodens bedecken.
434	Offene Schopfgewächs-Synusien	Stufe 3	Die Belaubung von Arten mit endständigem Schopf (meist Palmen) muß mindestens 25% des Bodens bedecken.
4341	Subtropisch mit offenen Palmehainen	Stufe 4	Die vorherrschenden Gräser sind bis zu 50 cm hoch, wenn sie blühen oder ausgewachsen sind (mehr als 50% der Krautvegetation). Die Belaubung von Palmen muß mindestens 25% des Bodens bedecken.
435	Vorwiegend Büschelgräser mit Gehölz-Synusien	Stufe 3	Büschelgräser, die mit holzigen Gewächsen durchsetzt sind.
4351	Tropisch-alpine Arten mit Schopfpflanzen	Stufe 4	Diese Graslandschaft enthält meist Espeletia, Lobelia, Senecio und microphyllie Zwergsträucher und Kissengewächse, meist mit wolligen Blättern.



			Über der Baumgrenze in niedrigen Breiten: Paramo und verwandte Vegetationstypen ohne Schnee in den alpinen Gebieten von Kenia, Kolumbien, Venezuela usw.
4352	Tropisch-alpin jedoch sehr offen, ohne Schopfpflanzen	Stufe 4	In diesen Graslandschaften herrscht nächtlicher Schneefall vor (obwohl der Schnee bis 9:00h verschwunden ist), z.B. der Super-Paramo (d.h. höher als Paramo) von J. Cuatrecasas.
4353	Tropisch oder subtropisch, mit offenen Gruppen immergrüner Arten	Stufe 4	Diese Graslandschaft kann auch laubbildende Büsche und Zwergsträucher beheimaten, z.B. Puna, südlich von Oruro, Bolivien.
4354	Mit Zwergstrauchbestand	Stufe 4	Kissengewächse können auch in dieser Graslandschaft vorkommen, z.B. Puna, südlich von Oruro, Bolivien.
436	Gehölzfreie Synusien	Stufe 3	Niedrige Graslandschaft ohne Bäume oder Sträucher.
4361	Kurzgras-Gemeinschaften	Stufe 4	Diese Gemeinschaften schwanken in der Struktur und der botanischen Zusammensetzung wegen großer Schwankungen der Niederschläge des semiariden Klimas, z.B. Kurzgras (<i>Bouteloua gracilis</i> und <i>Buchloe dactyloides</i>) Prärie des östlichen Colorado.
4362	Büschelgras-Gemeinschaften	Stufe 4	z.B. Blaugras-Gemeinschaften (<i>Poa cloenoi</i>) in Neuseeland und alpine Trocken-Puna mit <i>Festuca orthophylla</i> des nördlichen Chile und südlichen Bolivien.
437	Kurze bis mittellange Mesophyten-Gemeinschaften	Stufe 3	Wiesen
4371	Geschlossene Grasnarbe bildende Arten	Stufe 4	Die Graslandschaft ist meist reich an Krautgewächsen und kommt in niedrigeren Breiten mit einem kühlen, humiden Klima in Nordamerika und Eurasien vor. Viele Gewächse können über den Winter mindestens teilweise grün bleiben, auch unter einer Schneedecke in höheren Breitengraden.
4372	Alpine bzw. subalpine Wiesen	Stufe 4	Diese Graslandschaften sind meist feucht durch Schmelzwasser während des größten Teils des Sommers, z.B. die Olympische Halbinsel, Washington und die Rocky Mountains in Colorado.
44	Breitblättrige Krautgewächse	Stufe 2	Die Pflanzengemeinschaft wird beherrscht durch breitblättrige Krautgewächse (alle Pflanzen außer Gräsern) wie z.B. Klee, Sonnenblumen (<i>Helianthus</i>), Farne, Schwalbenwurzgewächs (<i>Asclepias</i>). Krautgewächse bedecken 50% des Gebiets. Gräser können vorkommen, bedecken aber weniger als 50% des Gebiets.



441	Hohe Krautgewächs-Gemeinschaften	Stufe 3	Die vorherrschenden Krautgewächse sind mehr als 1 Meter hoch, wenn sie voll entwickelt sind.
4411	Farndickichte	Stufe 4	Farne treten sehr unvermischt auf, speziell in humiden Klimaten, z.B. <i>Pteridium aquilinum</i> .
4412	Einjährige Krautgewächse	Stufe 4	Einjährige Krautgewächse, die zu Beginn der Vegetationszeit keimen und am Ende dieser eingehen, sind vorherrschend (Bedeckung > 50%).
442	Kurze Krautgewächs-Gemeinschaften	Stufe 3	Die vorherrschenden Krautgewächse sind bis zu 1 Meter hoch, wenn sie voll entwickelt sind.
4421	Mehrjährige Krautgewächse	Stufe 4	Einzelne Teile der Pflanze leben das ganze Jahr, z.B. <i>Celmisia</i> -Wiesen in Neuseeland und Alutien, Krautgewächswiesen in Alaska.
4422	Einjährige Krautgewächse	Stufe 4	Einjährige Krautgewächse, die zu Beginn der Vegetationszeit keimen und am Ende dieser eingehen, sind vorherrschend (Bedeckung > 50%). Kurzlebige Krautgewächs-Gemeinschaften in tropischen und subtropischen Gebieten: Krautgewächse wachsen mit sehr wenig Niederschlag in Gebieten, wo von Herbst bis Frühjahr Wolken den Boden und die Pflanzen anfeuchten (z.B. in den Küstengebirgen von Peru und Nordchile). Die trockene Jahreszeit ist wüstenähnlich. Kurzlebige oder episodische Krautgewächs-Gemeinschaften in ariden Gebieten: Die "blühende Wüste" besteht aus schnellwachsenden Krautgewächsen, manchmal in Senken arider Gegenden, wo sich Wasser sammeln kann, z.B. Sonoran-Wüste.



5	Ödland	Stufe 1	Land mit unter 40% vegetativer Bedeckung. Ödland hat eine begrenzte Fähigkeit, Leben zu unterstützen und besteht normalerweise aus dünnem Boden, Sand oder Fels.
51	Trockene Salzebenen	Stufe 2	Kommt auf einer platten Sohle eines Wüsten-Binnenbeckens vor. Es tritt aufgrund von beträchtlichen Wasserverdunstungen eine hohe Salzkonzentration auf.
52	Sandgebiete	Stufe 2	Ansammlungen von Sand / Kies, z.B. Strände und Dünen.
53	Unbedeckter Fels	Stufe 2	Exponiertes Grundgestein, Wüstenpflaster, Abhänge, Vulkanisches Material, Felsgletscher und andere Ansammlungen von Fels ohne vegetative Bedeckung.
54	Ganzjährige Schneefelder	Stufe 2	Ansammlungen von Eis und Schnee, das nicht während des letzten Sommers geschmolzen ist, tritt dort auf, wo die tägliche Durchschnittstemperatur 0°C in den wärmsten Monaten nicht übersteigt.
55	Gletscher	Stufe 2	Schnee wird unter dem Gewicht von jährlich aufeinander folgenden Ansammlungen zu Firn und letztendlich zu Eis komprimiert. Wieder einfrierendes Schmelzwasser trägt zur Erhöhung der Dichte der glazialen Eismasse bei. Alle Gletscher zeigen Spuren von gegenwärtigen oder vergangenen Bewegungen (Moränen, Gletscherspalten, usw.).
56	Sonstiges	Stufe 2	Schmutz, Kies, anderes loses Gestein, usw.



6	Feuchtgebiet	Stufe 1	Marschen, Sümpfe, Morast und andere Arten von Feuchtgebieten, die periodisch oder andauernd während der Vegetationszeit mit Wasser durchtränkt sind.
61	Flußniederungen	Stufe 2	Feuchtgebiete, die an Süßwasserflußläufe angrenzen.
62	Sumpfgebiet	Stufe 2	Feuchtgebiete, die von Bäumen, Sträuchern, mehrjährigen Pflanzen, Moosen, Flechten usw. beherrscht werden. Dieses Feuchtgebiet umgibt eine Wasserfläche, deren Größe 1 ha nicht übersteigt und keinen aktiven Wasseraustausch oder Strömungen aufzeigt, weniger als 2 Meter tief ist und einen geringen Salzgehalt aufzeigt. Diese Wasserfläche sollte als ein Teil des Feuchtgebietes mit einbezogen werden.
63	Meeresnah	Stufe 2	Feuchtgebiete, die an Gewässer mit Gezeiten angrenzen oder sich in der Zone der des Tidenhubs befinden. Eine den Gezeiten ausgesetzte Flußmündung ist der Bereich, wo ein Fluß auf die Gezeiten trifft. Tiefsee-Standorte und angrenzende Feuchtgebiete sind meist halb von Land eingeschlossen, haben aber einen offenen, teilweise versperrten oder sehr sporadischen Zugriff auf Ozeanwasser (manchmal wird dieses durch Süßwasserabläufe vom Land verdünnt).
64	Binnenseebereich	Stufe 2	Feuchtgebiete, die Wasserflächen (d.h. Weiher, Seen) von einer Größe über 1 ha und einer Tiefe über 2 Meter umgeben.



7	Offenes Wasser	Stufe 1	Seen, Weiher, Flüsse und Ozeane. Die Oberfläche der Landfläche taucht kontinuierlich unter Wasser von einer Tiefe über 2 Meter ab und die Wasserfläche ist größer als 1ha; oder wird permanent von einem Kanal oder einem Gezeitenbereich überflutet. Wasser sollte mindestens 60% der Fläche bedecken, falls Bäume oder andere Gewächse mehr als 40% der Fläche bedecken, siehe Feuchtgebiet Kategorien in Klasse 06.
71	Süßwasser	Stufe 2	Seen, Weiher und Flüsse mit geringem Salzgehalt.
72	Meerwasser	Stufe 2	Ozeane, die Kontinentalschelfe bedecken oder einen Tidenhub besitzen.



8	Kultivierte Flächen	Stufe 1	Der Boden wird mindestens 60% von nicht zur natürlichen Vegetation zählenden, kultivierten Arten bedeckt (z.B. landwirtschaftlich angebaute Feldfrüchte, kultivierte Kurzgräser, Rasen) und kann meist anhand der geometrischen Anordnung der Felder und Rasenflächen festgemacht werden.
81	Landwirtschaft	Stufe 2	Land wird benutzt, um Feldfrüchte und Tierfutter anzubauen, Obstbau, Gartenbau und andere Landwirtschaft zu betreiben.
811	Nutzpflanzen-Reihenanbau oder Weideland	Stufe 3	Beispiele beinhalten: Getreide, Weizen, Kuhweiden, Brachflächen, Preiselbeerfelder und Reisfelder
812	Obstgärten/Gartenbau	Stufe 3	Beispiele beinhalten: Apfelplantagen, Weinberge, Baumschulen.
813	Intensivtierhaltung	Stufe 3	Diese Gebiete findet man auf großen Bauernhöfen wo Rindermast, Milchproduktion (Stallhaltung), Schweinemast und Geflügelmast betrieben wird.
814	Sonstige landwirtschaftliche Nutzung	Stufe 3	Beispiele beinhalten: Pferche, Zucht- und Trainingseinrichtungen auf Pferdehöfen.
82	Nicht landwirtschaftlich	Stufe 2	Land wird für Parks, Spielplätze, Friedhöfe und Golfplätze verwendet.
821	Grün- und Sportflächen	Stufe 3	Beispiele beinhalten: Baseballplätze, Fußballplätze, Spielplätze und Parks.
822	Golfplätze	Stufe 3	
823	Friedhöfe	Stufe 3	
824	Sonstige nichtlandwirtschaftliche Nutzung	Stufe 3	Jede andere, nichtlandwirtschaftliche Fläche, die nicht in den Klassen 821, 822 oder 823 vorkommt.



9	Städtische Bebauung	Stufe 1	Gebiete die durch Wohnen, für gewerbliche Nutzung, industrielle Nutzung oder Verkehr erschlossen sind. Muß mindestens 40% des Bodens bedecken.
91	Wohnbebauung	Stufe 2	Mindestens 50% der Städtischen Bebauung muß aus Wohnbebauung (z.B. Apartments, Wohnungen, usw.) bestehen.
92	Gewerbliche / industrielle Bebauung	Stufe 2	Mindestens 50% der Städtischen Bebauung muß gewerblicher / industrieller Bebauung (z.B. Dienstleistung, Fabriken, Lager, usw.) bestehen.
93	Verkehr	Stufe 2	Mindestens 50% der Städtischen Bebauung muß aus Infrastruktureinrichtungen (z.B. Straßen, Autobahnen, Bahntrassen, Flughäfen, usw.) bestehen.
94	Sonstiges	Stufe 2	Mindestens 50% der Städtischen Bebauung muß aus Gebieten bestehen, die nicht in den Klassen 91, 92, 93 oder 94 vorkommt.



Verschiedene Definitionen		
	% Bedeckung gegen % Art	<p>Die Stufe eins Klassifizierung wird bestimmt durch die Art der Bodenbedeckung in einem bestimmten Gebiet.</p> <p>Die Stufe zwei Klassifizierung wird bestimmt durch den Prozentsatz von einer beherrschenden Art in einem bestimmten Gebiet.</p> <p>Stufe drei und vier sind konkretere Kombinationen von verschiedenen Arten und Gemeinschaften.</p> <p>Beispiel: Ein Gebiet besteht aus 80% krautartigen Gewächsen (45% Krautgewächse, 55% Gräser die höher als 2 Meter sind), und 20% breitblättrigen immergrünen Bäumen.</p> <p>Diese Klassifikationen finden Anwendung:</p> <p>MUC Stufe 1: 4 – Krautvegetation. Dies ist der klar beherrschende Vegetationstyp mit einer Bedeckung von über 60%.</p> <p>MUC Stufe 2: 41. Der beherrschende Vegetationstyp mit einer Bedeckung von über 50% bilden Gräser über 2 Meter.</p> <p>MUC Stufe 3: 411. Bäume bedecken 20% des Gebiets.</p> <p>MUC Stufe 4: 4111. Es handelt sich um breitblättrige immergrüne Bäume.</p>
	Baumkronen	Höchste Schicht der Vegetation die von Satelliten erkannt wird.
	Belaubung	Höchste Schicht der Vegetation, die von Satelliten erkannt wird.
	Boreal	Auch kalt gemäßigte Zone genannt; mit kalten, nassen Sommern und kalten Wintern, die mehr als sechs Monate andauern.
	Bryophyten	Nichtblühende Arten (Moose & Lebermoose), die eher durch Rhizoide als durch echte Wurzeln gekennzeichnet sind.
	Caespitose	Angeordnet oder kombiniert als eine dicke Matte oder Gruppe, besitzen einen niedrigen Stamm, der eine Sode ausbildet, wachsen in Büscheln.
	Dürrezonen-Laubgehölz	Gewächse verlieren die Blätter während der trockenen Jahreszeit.



	Facultative		Organismen, die unter mehr als einer Lebensumgebung existieren und gedeihen können.
	Feuchtgebiet		Vegetation oder Umgebung, die fähig ist, viel Regen zu widerstehen und dort zu gedeihen.
	Firn		Schnee, der fast zu Eis komprimiert wurde, Gletschermaterial.
	Gemäßigte Klimate		Gemäßigte Zonen weisen größere, jahreszeitliche Veränderungen auf und können folgendermaßen gegliedert werden: Warm gemäßigt: fast kein oder kein Winter, im Sommer sehr heiß. Gemäßigt: (z.B. Mitteleuropa) kalter, kurzer Winter oder ein Winter ohne Frost und ein sehr kühler Sommer (in Ozeannähe). Arid gemäßigt: große Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winter, geringe Niederschläge. Boreal oder kalt gemäßigt: kühle, nasse Sommer und kalte Winter, die länger als sechs Monate andauern.
	Graminoide		Gräser und grasartige Pflanzen.
	Krautartige		Vaskuläre Pflanzen, deren Belaubung jährlich abstirbt und deren Wurzeln sich im Boden befinden. Der Stamm befindet sich entweder über oder unterhalb des Bodens.
	Krautgewächse		Eine breitblättrige, krautartige Pflanze wie Klee, Sonnenblume, Farn und Schwalbenwurzgewächs.
	Landschaftsvegetation		Gestaltete Gärten, Spielplätze, Friedhöfe, Golfplätze und andere kultivierte Gebiete sollten als kultivierte Flächen (Klasse 08) klassifiziert werden, wenn die nicht zur natürlichen Vegetation zählenden, kultivierten Flächen mehr als 60% bedecken. Falls Gebäude, Straßen und andere unnatürliche Gebilde (Brücken, usw.) mehr als 40% eines Gebiets bedecken, sollte dieses Gebiet als städtische Bebauung klassifiziert werden. Falls in bewaldeten Wohngebieten Bäume mehr als 40% des Bodens bedecken, sollte dieses Gebiet als Wald oder Waldland (siehe Klasse 0 und 1) klassifiziert werden. Wenn es Schwierigkeiten bereitet, sich auf einen Bedeckungstypus festzulegen, versuchen Sie sich vorzustellen was Sie auf einer Satellitenaufnahme sehen würden. Vergleichen Sie ähnliche Gebiete mit der Satellitenaufnahme, die Sie von Ihrer Schule erhalten haben.



	Laubwald		Gewächse, die Blätter am Ende der Vegetationszeit oder während ungünstiger Bedingungen verliert.
	Laubwald kalter Zonen		Gewächse verlieren die Blätter während der kalten Jahreszeit.
	Mesophyten		Wachsen in oder sind feuchter Umgebung angepaßt.
	Micropylle		Kleinblättrig (z.B. Wüstengewächse); besitzen Blätter mit nur einer unverzweigten Ader.
	Obligate Organismen		Organismen, die auf eine bestimmte Lebensumgebung angewiesen sind (diese Umgebung ist zum Überleben notwendig.).
	Polar		Wenig Niederschlag über das ganze Jahr verteilt. Es gibt einen kurzen, nassen, nachtlosen Sommer und einen sehr langen, kalten, dunklen Winter.
	Sklerophyllen		Vegetation mit verdickten, harten Blättern, die resistent gegen Wasserverlust sind.
	Subpolar		Diese Zone befindet sich zwischen der kalten und der polaren Zone.
	Subtropisch		An den Kanten der tropischen Zone, hin zu den Polen, in den Gebieten von sinkenden Luftmassen, welche während des Fallens wärmer und sehr trocken werden. Sehr wenig Regen und die Tagestemperaturen sind aufgrund der intensiven Sonneneinstrahlung sehr hoch. In den Wintermonaten kann die Temperatur nachts aufgrund von erhöhter Wärmeabstrahlung auf um die 0°C absinken. Dies ist die Heißwüstenzone.
	Synusien		Eine Lage oder Schicht einer Gemeinschaft. Eine strukturelle Einheit einer großen, ökologischen Gemeinschaft, die durch relative Gleichartigkeit der Lebensformen oder durch die Höhe und meist Zusammensetzung dieser speziellen Schicht gekennzeichnet ist.
	Tiefland Wald Submontaner Wald Montaner Wald Subalpiner Wald		Es kann nötig sein, daß Sie lokale Quellen zu Rate ziehen, um die Klasse 4 Klassifikation zu überprüfen und ggf. anzupassen. Die Vegetation wird sich aufgrund von geographischer Breitenlage und Höhe unterscheiden.
	tropfende Blattspitzen		Lange, schlanke Blattspitzen an tropischen Blättern, die es Wasser ermöglichen, von der Oberfläche des Blatts abzurollen.



	Tropisch		Liegt zwischen 40° nördlicher und 40° südlicher Breite. Eine gewisse, jahreszeitliche Veränderung der Durchschnittstemperatur ist bemerkbar. Regenfälle erreichen ihr Maximum im Sommer und es gibt eine trockene Jahreszeit in den kühleren Monaten. Die Dauer der trockenen Jahreszeit nimmt mit dem Abstand zum Äquator zu, gleichzeitig nimmt auch die jährliche Niederschlagsmenge ab.
	Unterholz		Eine Vegetationsschicht, die unterhalb der Baumkronen wächst und aus kleineren Bäumen und Büschen besteht.
	Xeromorph		Klimatische Bedingungen, die für Pflanzen von Vorteil sind, die an eine Umgebung mit wenig Wasser angepaßt sind.
	Xerophyten		Pflanzen, die an trockene Bedingungen angepaßt sind und in diesen leben.



Begriffsverzeichnis

Art

Gruppe einzelner Pflanzen/Tiere, die in ihren wesentlichen Merkmalen übereinstimmen.

Atmosphäre

Die gasförmige Komponente des Ökosystems "Erde". Luftmasse, die die Erde umgibt.

AVHRR

Extrem hochauflösendes Radiometriesystem (engl. advanced very high resolution radiometer). Ein Instrument, das auf NOAA-Satelliten im Polarorbit eingesetzt wird und die Erdoberfläche im Bereich sichtbaren bis thermischen Infrarot-Lichts mit einer Bildpunktgröße von 1,1 km erkundet.

Baumdecke

Die Laubmenge über einer bestimmten Bodenfläche wird als Baumdecke bezeichnet. Sie bestimmt, wieviel Sonnenlicht den Boden erreicht.

Biogeochemisch

Bezieht sich auf die chemischen Wechselwirkungen zwischen lebenden ("bio") und physikalischen ("geo") Komponenten des Ökosystems "Erde"; z. B. in den biogeochemischen Kreisläufen von Kohlenstoff, Stickstoff usw.

Biom

Grundtypus ökologischer Organismengesellschaften (z. B. Grasland, Wüste).

Biomasse

Trockengewicht der Vegetation auf einer Bodenfläche genormter Größe, oft in Gramm Trockengewicht pro Quadratmeter angegeben.

Biometrie

Statistische Untersuchung biologischer Daten.

Biosphäre

Lebende Komponente des Ökosystems "Erde", zusammen mit dessen gasförmigen (Atmosphäre), flüssigen (Hydrosphäre) und festen (Geosphäre) Bestandteilen.

Densiometer

Gerät zur Bestimmung des Anteils geschlossener Baumdecke in bewaldeten Gebieten.

Dichotomie

Fortlaufende Verzweigung baumförmiger Entscheidungsdiagramme in jeweils zwei etwa gleichwertige, jedoch einander ausschließende Möglichkeiten, die den Benutzer schließlich zum richtigen Ziel führen.

Differenz/Fehler-Matrix



Grafisches Verfahren des Vergleichs zweier Datensätze zur Validierung.

Evapotranspiration

Rückführung von Wasser in die Atmosphäre durch Verdampfung (aufgrund von Sonnenenergie) und Transpiration (Pflanzenfunktion).

Fotointerpretation

Erstellung einer Landbedeckungskarte bzw. Identifikation spezieller Merkmale anhand visueller Auswertung eines Luftbildes oder Satellitenfotos.

Fotosynthetisches Potential

Biomassen-Höchstmenge, die auf einer Fläche erzeugt werden kann.

Gattung

Systematische Kategorie verwandtschaftlich sehr nahestehender Arten.

Geosphäre

Fester Bestandteil des Ökosystems "Erde", z. B. Gestein, Boden usw.

Hydrosphäre

Flüssiger Bestandteil des Ökosystems "Erde", z. B. Meere, Seen, Flüsse, usw.

Klassifikation

Sortierung einer Menge von Objekten in definierte, separate Teilmengen anhand vorgegebener Kriterien.

Kriterium

Entscheidungsregel, anhand derer bei der Klassifikation festgelegt wird, welcher Teilmenge ein Objekt zuzuordnen ist.

Landbedeckung

Vegetationsmenge auf Bodenniveau, die eine bestimmte Fläche bedeckt. Im Rahmen der GLOBE-Untersuchung ist "Bodenniveau" als "unter Kniehöhe des Beobachters" definiert. Die Landbedeckung wird als prozentualer Anteil ausgedrückt. So bedeutet z. B. "30 % Landbedeckung" daß - von oben betrachtet - 30 % der Erdoberfläche in dem betroffenen Bereich von auf Bodenniveau angesiedelter Vegetation bedeckt ist.

Neigungsmesser

Ein Neigungsmesser (auch als "Clinometer" bezeichnet) ist ein Instrument zur Messung von Neigungswinkeln und Objekthöhen.

NOAA

National Oceanic and Atmospheric Administration, eine US-Bundesbehörde

Perennierende Organe

Pflanzenteile, die von einer Jahreszeit zur nächsten überleben (Knollen, Rhizome).

Phänologie



Untersuchung der Veränderungen, die sich in einem Ökosystem im Zeitverlauf vollziehen.

Physiologisch

Die gesunde oder normale Funktion eines Organismus betreffend.

Primäre Produktivität

Geschwindigkeit, mit der organisches Material an einem gegebenen Standort durch Fotosynthese erzeugt wird, oft in Gramm Kohlenstoff (Trockengewicht) pro m² pro Jahr ausgedrückt.

Satellitenoptik

Satelliten des Typs Landsat 4 und 5 sind mit einem sog. "thematischen Kartierungssystem" ausgestattet, das die Merkmale der Erdoberfläche in insgesamt sieben Bandbreiten (von sichtbarem Licht bis in den thermischen Infrarotbereich) mit einer Bildauflösung von 30 m (in 6 Bändern) bzw. 120 m (im thermischen IR-Band) erfaßt.

Seneszenz

Phase des Pflanzenwachstums zwischen Reife und Tod, gekennzeichnet durch Trockengewichtverlust.

Steigung

Veränderungsgeschwindigkeit einer Meßgröße im Zeitverlauf.

Störung

Beeinträchtigung der normalen Funktion eines Systems.

Validierungsdaten

Daten, die zur Bewertung der Genauigkeit einer manuell oder elektronisch erzeugten Landbedeckungskarte benötigt werden.