



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.



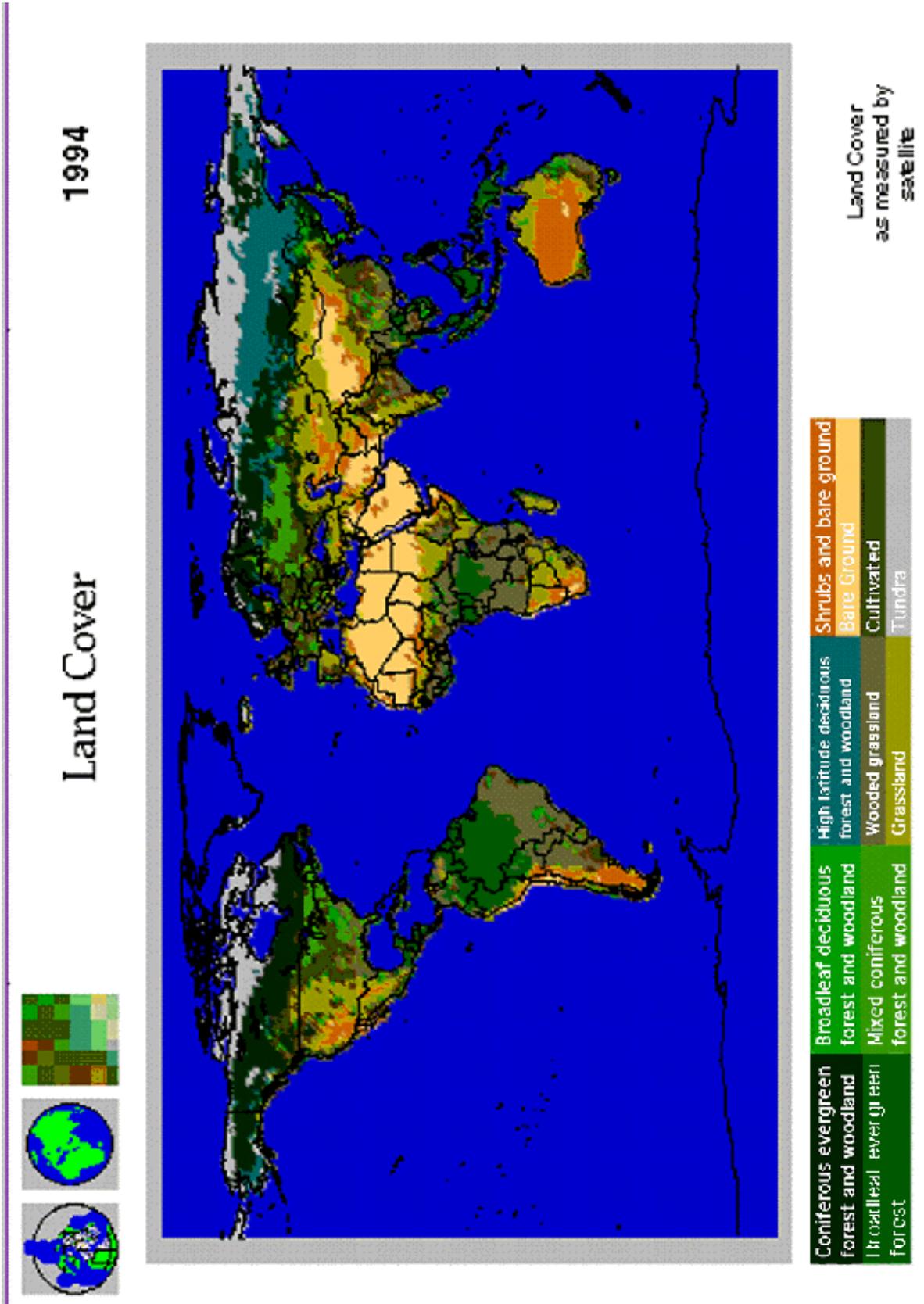
Warum Wissenschaftler Modelle verwenden

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

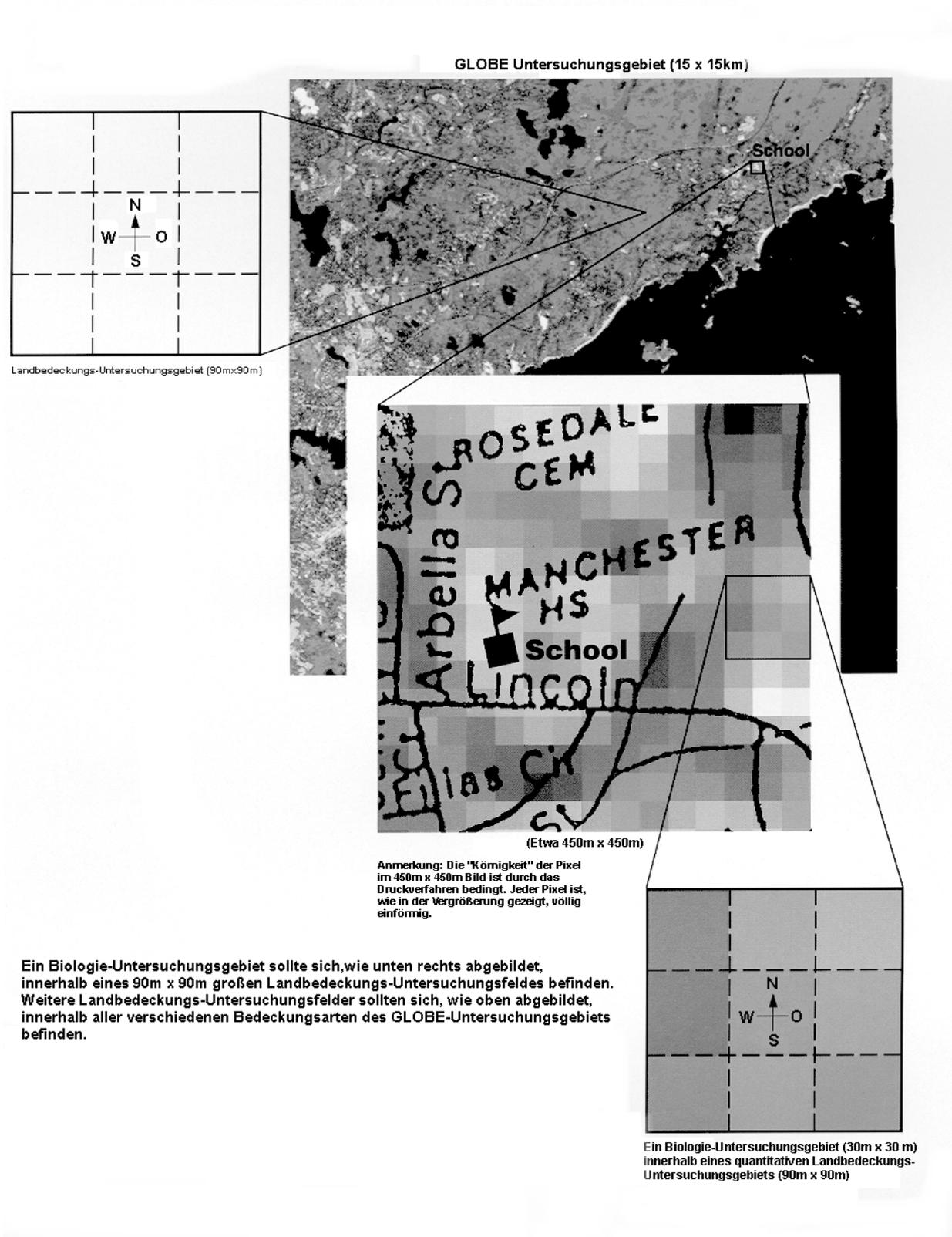
Für die Untersuchungen zur Landbedeckung/Biologie benötigen Sie zwei verschiedene Untersuchungsareale. Das erste, als GLOBE-Testareal bezeichnet, umfaßt eine Fläche von 15 x 15 km, in deren Mittelpunkt Ihre Schule liegt. Hierzu erhalten Sie vom GLOBE-Programm eine Landsat-Satellitenaufnahme. Wenn Sie 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

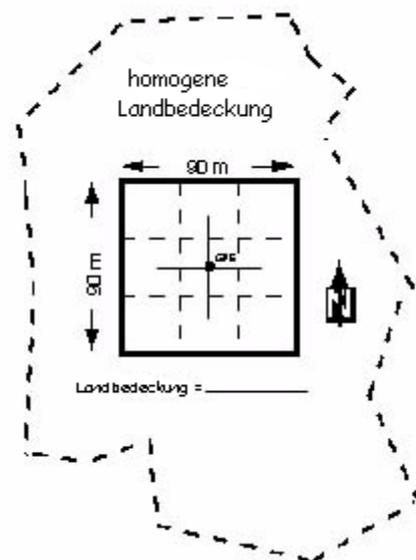




Tabelle LAND-P-2: Die Verwendung von quantitativen und qualitativen Daten bei der Erstellung von Bedeckungskarten

	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, Densiometer, 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- Densiometer- 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 Belaubungsdichte 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.

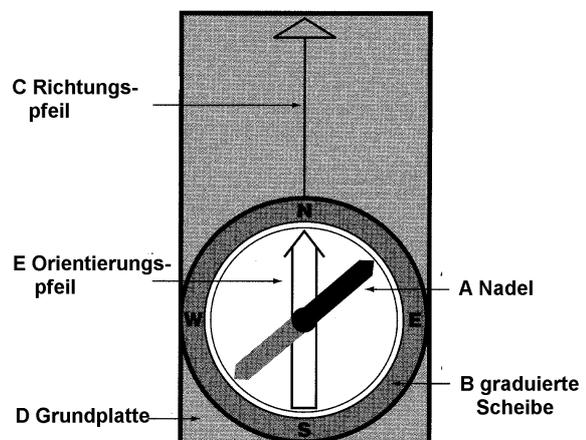
Schritt 2:

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 Belaubbungsdichte, 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- Belaubbungsdichte- 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.

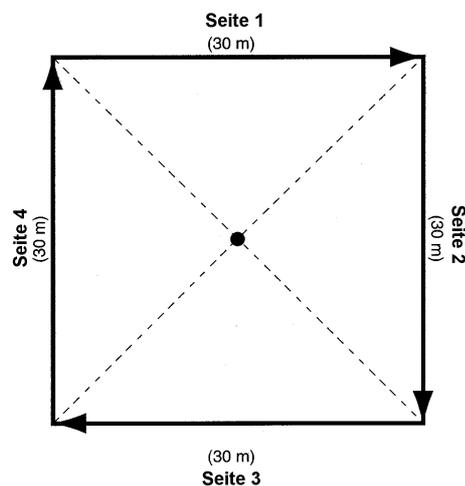
Schritt 2: Einrichten und Markieren des 30 m x 30 m Biologie-Untersuchungsfeldes

- ◆ 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.

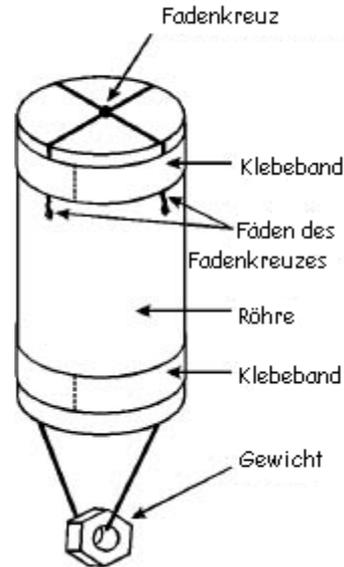


Bestimmung der Belaubbungsdichte

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



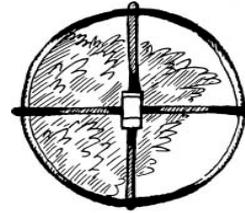
Schritt 2: Messen der Belaubbungsdichte und der Bodenbedeckungsdichte

- ◆ 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.



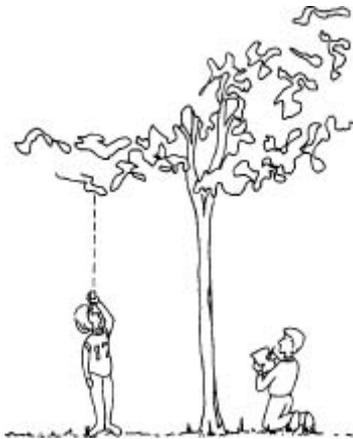
- ◆ Sieht der Schüler Vegetation, die das Fadenkreuz berührt, wird dies von einem zweiten Schüler mit einem (+) auf dem Datenblatt vermerkt. Wird das Fadenkreuz nicht von Vegetation (also der Schüler den freien Himmel im Fadenkreuz sieht) berührt, ist entsprechend ein (-) zu protokollieren. Am Ende sollten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

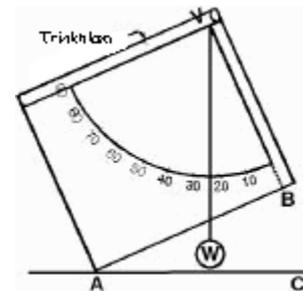
Auswahl der Bäume für die Bestimmung

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

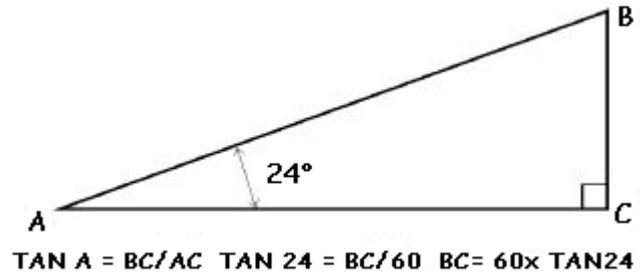
Abb. LAND-P-14: trigonometrische Gleichung

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

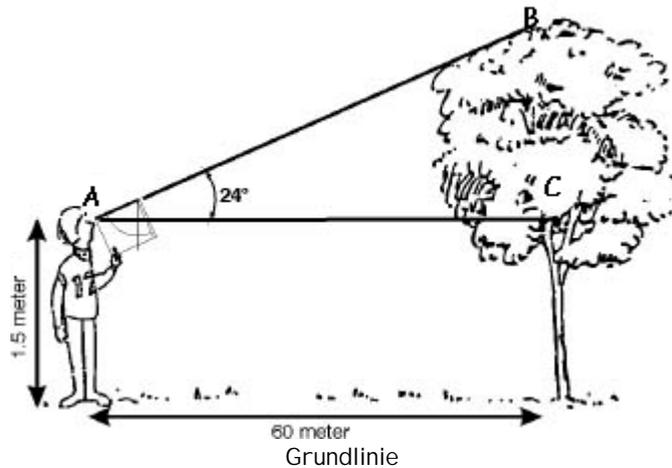
- ◆ Addieren Sie die Höhen der fünf Bäume der dominanten Art und teilen Sie durch fünf. Das ist der Mittelwert der Baumhöhen.
- ◆ Sofern Sie fünf ko-dominante Bäume haben berechnen Sie den Mittelwert auf die gleiche Weise
- ◆ Tragen Sie die Durchschnittswerte in das Datenblatt ein.



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

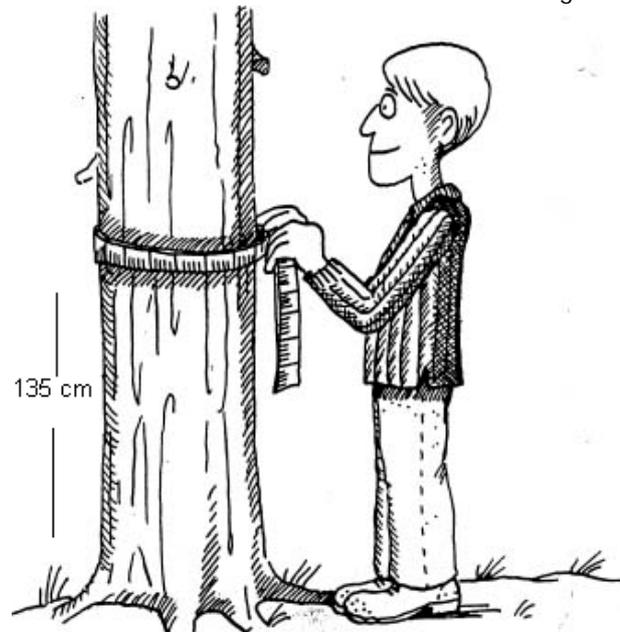


Messen des Baumumfangs

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 dem Kompass- Bestimmen von Abständen durch Abschreiten- Verwendung eines Klassifikationssystems- Entscheidungen anhand von vorgegebenen Regeln und Definitionen treffen- Verwendung des MUC-System zur 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-Klassifikationsschemas 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.

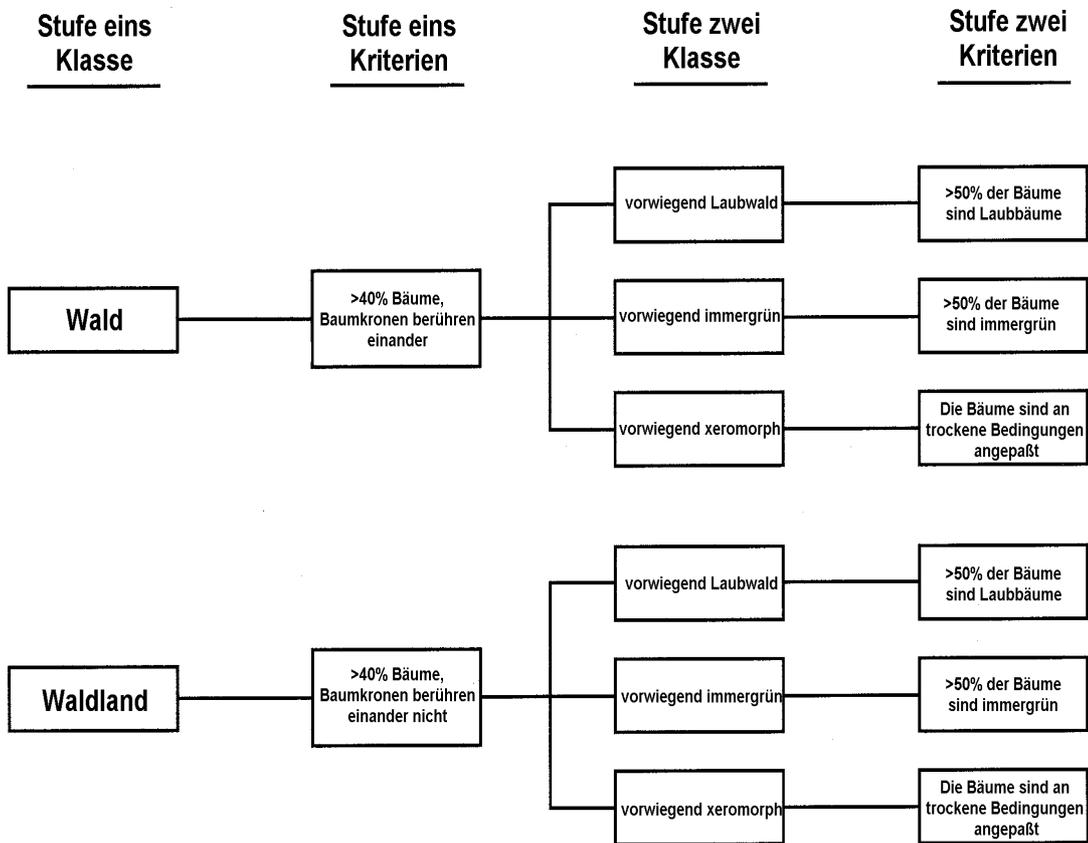


Beispiel für die Bestimmung der MUC-Klasse Stufe 2

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 gemäßiger und subpolarer Zonen
0151 immergrüner Feuchtwald gemäßiger Zonen
Chilenische Küste
0152 subpolarer immergrüner Feuchtwald
- 016 immergrüne Arten gemäßiger 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 gemäßiger 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 Sukkulenten
 - 2322 Mit Sukkulenten
- 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



- Arten
- 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
 - 4354 Mit Zwergstrauchbestand
 - 436 Gehölzfreie Synusien
 - 4361 Kurzgras-Gemeinschaften

USA, Colorado: Kurzgrasprarie

 - 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

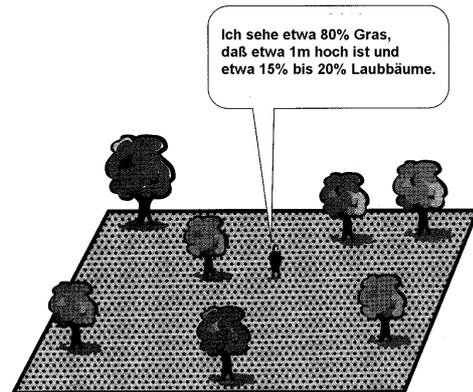


Weitere Beispiele zur Verwendung des MUC-Systems

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 immergrünen 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 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 Farbkopierer 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.

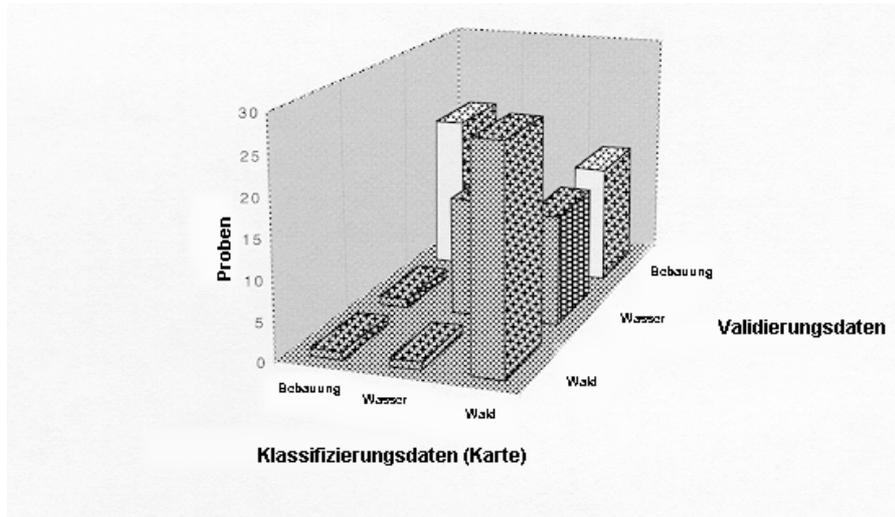
Datenübermittlung

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



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.

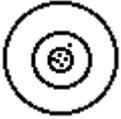
Differenz/Fehlermatrix (siehe Differenz/Fehlermatrix auf dem Arbeitsblatt am Ende dieser Lernaktivität). Eine in Spalten und Zeilen gegliederte Zahlentabelle, anhand derer sich eine Klassifikation mit bestimmten Validierungsdaten vergleichen läßt.

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.

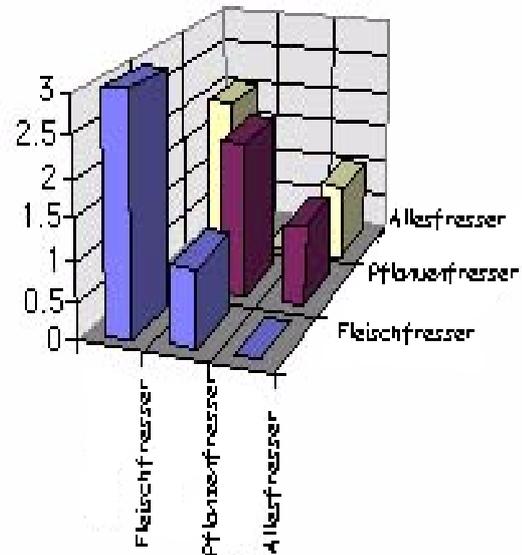


Stellen Sie die Zuordnung der Vögel visuell dar, indem in jedes Feld (entweder grafisch oder real) die entsprechenden Blöcke aufgestapelt werden. Die höchsten Stapel müssen in der Diagonalen des Gitternetzes liegen.

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			