



### 3.1 Jahreszeitlicher Wandel der Vegetation in Europa

*Karten des Vegetationsindex, die monatlich erscheinen und via Internet abrufbar sind, verdeutlichen den Verlauf der Jahreszeiten und die aktuelle Biomassenproduktion in Europa.*

#### 3.1.1 Sachinformation

##### a. Europa-Karten des Vegetationsindex

Der Vegetationsindex gibt Auskunft über die aktuelle Biomassenproduktion durch die Pflanzendecke der Erdoberfläche (vgl. **Kapitel B 2.3 Zur Bildinterpretation**). Das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) stellt Vegetationsindex-Karten für Europa im Internet in Pixelgröße von ca. 10 x 10 km<sup>2</sup> zur Verfügung (<http://eoweb.dlr.de:8080/servlets/template/welcome/entryPage.vm>). Vorliegender Beitrag wertet die Monatskarten des Vegetationsindex aus. Als Beispiele sind die Karten von 1997 in dem Beitrag „Satellitenbilder im Internet“ enthalten (**97-01** bis **97-12**), die Monate Februar, April, Juni, August, Oktober und Dezember sind auch auf der **Folie F 8** dargestellt. Eine kurze Sequenz auf der **DVD Raketen-Satelliten-Bilder** zeigt ebenfalls den Wandel des Vegetationsindex in Europa für die Monate Januar bis September 1997 – allerdings ohne O-Europa und Teile N-Europas.

##### b. Zur Bildaussage

Bei den folgenden Angaben sind Schwankungen von Jahr zu Jahr um 1-2 Monate möglich.

**Januar:** Weite Teile N- und O-Europas, aber auch Mitteleuropas und der Alpen sind schneebedeckt oder zeigen keine aktive Vegetation (weiß, braun, gelbbraun); hier herrscht Winterruhe. Produzierende Vegetation (grün) findet sich in Portugal, SW-Spanien, S-Italien, Mittel- und S-Griechenland, auf den Inseln im Mittelmeer, an der spanischen Atlantikküste, teilweise auch in W- und S-Frankreich, in Irland und SW-England. In maritimen und mediterranen Klimaten liegen die Temperaturen über dem Gefrierpunkt, es fallen reichlich Niederschläge.

**Februar:** Das Frühlingserwachen der Vegetation (grün) schreitet von Südwesten Richtung Mitteleuropa fort. In Gunstlagen beginnt die pflanzliche Produktion in Mitteleuropa schon (erstes Hellgrün).

**März:** Skandinavien und O-Europa sind weiter schneebedeckt (weiß) oder es herrscht noch Vegetationsruhe (braun-gelb). In Mitteleuropa, aber auch in großen Teilen Englands und Frankreichs wird das Pflanzenkleid aktiv (hellgrün).

**April:** W-Europa (Frankreich, Irland, England bis Mittelschottland) zeigt sich dunkelgrün. Auch in W-Mitteleuropa stimulieren steigende Temperaturen und ausreichende Niederschläge die pflanzliche Produktion. Die Vegetation erwacht auch in O-Mitteleuropa und z. T. in O-Europa.

**Mai:** Schneebedeckt und/oder in Winterruhe sind noch die Hochlagen der Alpen, Skandinaviens und die Regionen jenseits des Polarkreises. Island verliert die Schneedecke. Die pflanzliche Produktion beginnt im südlichen Skandinavien und in Schottland sowie zwischen Baltikum und Schwarzem Meer; in Mittel- und Westeuropa, aber auch in Italien, Griechenland und auf dem Balkan erreicht sie das Maximum (intensives Dunkelgrün). In Spanien geht sie vor allem im Südosten hingegen schon wieder etwas zurück.

**Juni:** Die pflanzliche Produktion in W- und Mitteleuropa bleibt auf dem Höhepunkt, in O- und N-Europa erreicht sie ihn. Island ergrünt, ebenso weite Bereiche der Taiga nördlich des Polarkreises. Nur die Tundra – auch die Hochgebirgstundra in Skandinavien – zeigt durch zartes Hellgrün, dass zwar auch der Frühling Einzug gehalten hat, das Pflanzenkleid jedoch nur lückenhaft ausgebildet ist und es deshalb nicht viel grüne Biomasse anhäuft. In der Meseta und im SO Spaniens, auf Sizilien und in SO-Italien beginnt die Sommerdürre.

**Juli:** Die pflanzliche Produktion in Tundra (mittelgrün) und Taiga (dunkelgrün) erreicht ihr Maximum. Im landwirtschaftlich intensiv genutzten Mittel- und W-Europa lässt – regional verschieden – die Intensität der grünen Farbe etwas nach: Wiesen werden gemäht, Getreide und andere Ackerpflanzen reifen. In Südeuropa setzt die Sommerdürre verbreitet ein (Zentral- und SO-Spanien, S-Italien,

Sardinien, Sizilien, Mittel- und S-Griechenland). Auch in den Steppen O-Europas wird die Trockenzeit sichtbar, ausgehend im Südosten von den Halbwüsten um das Kaspische Meer.

**August:** Die pflanzliche Produktion in Tundra und Taiga hat ihren Höhepunkt überschritten. Auch in den niederschlagsärmeren Gegenden Mitteleuropas, N-Frankreichs und SO-Englands macht sich ein Rückgang der Vegetationsaktivität bemerkbar. In Ackerbaugebieten beginnt die Getreideernte. Im Mittelmeerraum herrscht Sommerdürre (gelbe bis hellbraune Farben), die sich deutlich vom Mittelbraun der Wüsten Nordafrikas abheben. Die osteurop. Steppen trocknen weiter aus (gelb bis hellgrün).

**September:** Im gesamten Gebiet nimmt die pflanzliche Produktion ab. In der Tundra fällt der erste Schnee. Weiteres Ausdürren (überwiegend gelbe bis braune Farben) kennzeichnet Steppen- und Mittelmeerklimat.

**Oktober:** Von Nordosten her dringt der Winter mit Schnee über den Polarkreis bis in die Taiga vor. In ganz Europa geht die Biomassenproduktion zurück. In Steppen- und Mittelmeerklimaten erreicht der dürrebedingte Produktionsrückgang der Vegetation seinen Höhepunkt.

**November:** Dunkelgrüne Farben sind in ganz Europa verschwunden, die Vegetation geht in die Winterruhe über. Der Winter dringt von NO nach Ost- und Mitteleuropa. Nur in den Meeresklimaten Westeuropas (N-Spanien, S- bis Mittel-Frankreich, Irland) gibt es noch nennenswerte pflanzliche Produktion.

**Dezember:** In Mittel-, O-, aber auch SO-Europa ruht die pflanzliche Produktion, in den ozeanischen Klimaten Westeuropas erreicht sie ihr Minimum. N-Europa und weite Teile O-Europas liegen unter Schnee, in Teilen auch Mittel- und SO-Europa. Im SW der Iberischen Halbinsel ermöglichen Winterniederschläge hingegen wieder eine Zunahme der pflanzlichen Aktivität.

### 3.1.2 Das Thema im Unterricht

**Vegetationsindex-Karten** des DFD eignen sich ausgezeichnet, wenn die **Geofaktoren Klima und Vegetation** Unterrichtsgegenstand sind. Dargestellt ist nicht nur der gesamte europäische Raum, einschließlich Russlands, sondern auch Kleinasien und die ans Mittelmeer angrenzenden Regionen des Vorderen Orients und Nordafrikas. Von der Tundra bis zu den subtropischen Wüsten lassen sich der jahreszeitliche Wandel und die Unterschiede in der Biomassenproduktion aufzeigen. Die Karten eignen sich zum einen für den Überblick über den Gesamttraum; zum anderen können sie – mit Einschränkungen, bedingt durch den kleinen Kartenmaßstab – auch bei der Besprechung einzelner Regionen eingesetzt werden. Der kleine Maßstab lenkt den Blick immer wieder auf Nachbargebiete, was die vergleichende Betrachtung und damit die Herausarbeitung der regionalen Besonderheiten erleichtert.

Unbedingt sollte man die Vegetationsindexkarten mit anderen Satellitenbildern ergänzen, die um mindestens 1-2 Größenordnungen besser auflösen und auch einen Eindruck von der Landschaft vermitteln. Sonst besteht Gefahr, dass die Arbeit mit den relativ abstrakten Vegetationsindexkarten die Schüler schnell überfordert und dann langweilt. Das DFD-Archiv mit den Quicklooks von IRS-1C oder IRS-1D (<http://eoweb.dlr.de:8080/servlets/template/welcome/entryPage.vm>; Sensoren LISS III oder PAN) ist hierfür eine wahre Fundgrube. Beispiele für den kombinierten Einsatz von Vegetationsindexkarten und Satellitenbildern finden sich in den nachfolgenden **Kapiteln C 3.2 und C 3.3**.

Als Beispiel für den Einsatz in der **Unterstufe** behandelt **Arbeitsblatt 25** und **26** den „Frühlingseinzug in Europa“. Eingebunden ist die Interpretation von Klimadiagrammen. Die Schüler laden entweder Vegetationsindexkarten direkt am PC, oder es wird **Folie 8** eingesetzt.

In der **Oberstufe** erwartet man eine intensivere und selbstständige Auseinandersetzung der Schüler mit den Inhalten der Karten. Für den Einstieg eignen sich auch hier **A 25** und **A 26**. Über Messwertgewinnung und ihre Verarbeitung zu Vegetationsindexkarten informiert **A 27**. Aufgabenblatt **A 28** mit Lösungshinweisen **A 29** zeigt Möglichkeiten zur Vertiefung und Fragestellungen auf, die durch kombinierten Einsatz von Vegetationsindexkarten und Satellitenbildern in der Schule untersucht werden können. Datenbankrecherchen via Internet sind einbezogen.

**Literatur:**

- Eastman, J. R.: Idrisi for Windows – User´s Guide. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis, Worcester 1997
- Walter, H. u. a.: Klimadiagramm-Karten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1975

**3.1.3 Materialien**

Monatliche Vegetationsindex-Karten von Europa für das Jahr 1997 sind in dem **Beitrag „Satellitenbilder im Internet“** im JPEG-Format (.jpg); Ordner „NDVI-Karten 1997“, Dateinamen: „M1 97-01 NDVI“ bis „M12 97-12 NDVI“ gespeichert.

**Folie F 8:****Jahreszeitlicher Wandel der Vegetation in Europa**

Copyright: Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) Oberpfaffenhofen

<b>C. 3.1</b>	<b>Schülerarbeitsblatt: In Europa zieht der Frühling ein - Teil 1</b>	<b>A 25</b>
---------------	---	-------------

**Aufgabe 1:** Lade **Bild 1** bis **Bild 6** aus dem Beitrag „Satellitenbilder im Internet“, verkleinere die Bilder und richte diese auf dem Desktop wie in der Tabelle in 2 Reihen aus!

M1 - Januar	M2 - Februar	M3 - März
M4 - April	M5 - Mai	M6 - Juni

**Aufgabe 2:** Die Karten zeigen den Zustand des Pflanzenkleids auf dem Festland in der ersten Hälfte des Jahres 1997. Was bedeuten die einzelnen Farben?

braun	
gelb	
hellgrün	
dunkelgrün	
weiß	
blau	

**Aufgabe 3:** Beschreibe in Stichworten, wie sich das Pflanzenkleid in folgenden Regionen Europas verändert und wann der Frühling einzieht!

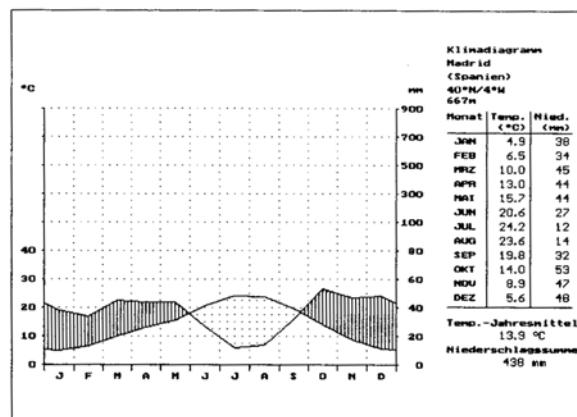
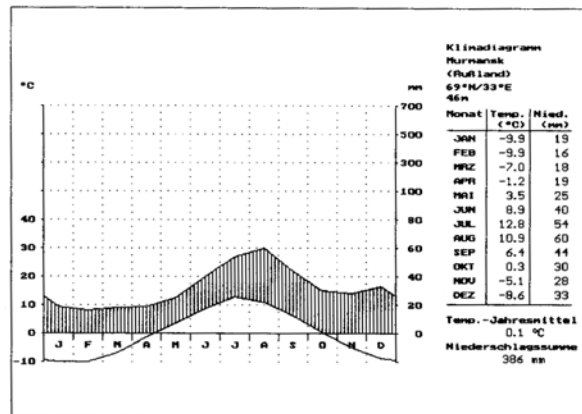
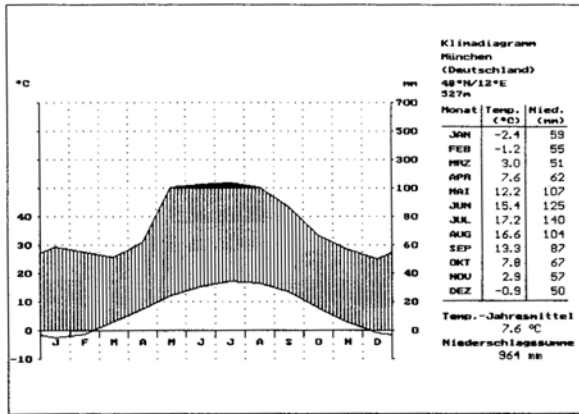
Meseta um Madrid	
Alpenvorland um München	
Tundra um Murmansk	

## C. 3.1

## Schülerarbeitsblatt: In Europa zieht der Frühling ein - Teil 2

A 26

**Aufgabe 1:** Welche Zusammenhänge zwischen der Veränderung der Vegetation und dem Klima kannst du erkennen? Vergleiche hierzu die folgenden Klimadiagramme!



**Aufgabe 2:** Lade nun wie in Aufgabe (1) zusätzlich die Monate Juli bis Dezember auf dem Desktop und ermittle die Zahl der Monate, in denen das Pflanzenkleid hohe Aktivität zeigt (dunkelgrüne Farbe)! Beschreibe mit Hilfe obiger Klimadiagramme Temperatur und Niederschlag in diesen Monaten im Vergleich zur restlichen Zeit des Jahres!

Meseta um Madrid	<div></div> <div></div> <div></div> <div></div>
Alpenvorland um München	<div></div> <div></div> <div></div> <div></div>
Tundra um Murmansk	<div></div> <div></div> <div></div> <div></div>

C. 3.1	Informationsblatt: Messwertgewinnung	A 27
--------	--------------------------------------	------

### Vom Satellitenmesswert zur Vegetationsindexkarte

**Messwerterfassung:** Strahlungsmessgeräte an Bord der Satelliten registrieren beim Überflug das von der Erdoberfläche zurückgeworfene (reflektierte) Licht. Nacheinander – allerdings mit hoher Geschwindigkeit – werden dabei kleine Ausschnitte der Erdoberfläche abgetastet; diese erscheinen als einzelner Bildpunkt (Pixel) im späteren Bild. Die Seitenlänge eines Pixels reicht je nach Auflösung des Messgeräts von wenigen Metern bis zu mehreren Kilometern. Der einzelne Messwert entspricht also der insgesamt im Bereich des Pixels reflektierten Lichtstärke. Vom Satelliten wird der Messwert zusammen mit der genauen Position des Pixels zur Erde gefunkt.

**Bildaufbereitung:** Die Empfangsstation ordnet zunächst den gemessenen Reflexionswerten Graustufen zu, z. B. Lichtstärke „10 - 20“ = hellgrau, Lichtstärke „90 - 110“ = schwarzgrau. Die Skala umfasst in der Regel 256 Graustufen, von Weiß (höchste Reflexion) bis Schwarz (keine Reflexion, völlige Absorption). Anschließend werden die Bildpunkte zu einem Schwarzweiß-Gesamtbild zusammengesetzt. Selbstverständlich laufen alle Prozesse heute vollautomatisiert.

**Erfassung von Licht unterschiedlicher Energie:** Licht ist nichts Einheitliches. Man kann es in Strahlung unterschiedlicher Energie einteilen: Das Spektrum reicht von „harter“ Röntgenstrahlung über ultraviolette Licht (UV) zum sog. sichtbaren Licht, das die Farben des Regenbogens umfasst (violett, blau, grün, gelb, orange, rot), und dann weiter über das Infrarot (IR) zu den Radiowellen. Die Messgeräte der Satelliten registrieren getrennt nur jeweils einen sehr kleinen Ausschnitt des Gesamtspektrums, z. B. im blauen oder im roten Bereich oder in einem Teil des Infrarot. Man erhält deshalb bei der oben beschriebenen ersten Auswertung ein Schwarzweißbild, das nur das reflektierte Blaulicht oder nur das reflektierte Rotlicht usw. wiedergibt.

**Lichtreflexion durch Pflanzen:** Das Blattgrün (Chlorophyll) der grünen Pflanzen absorbiert einen großen Teil des roten Lichts – es wird als Energie für die Photosynthese genützt und ist in den von den Pflanzen produzierten energiereichen organischen Substanzen (Zucker, Fette u. a.) enthalten. Die Reflexion des roten Lichts, die Satelliten registrieren, ist daher umso geringer, je mehr grüne Pflanzenteile im Messpixel liegen. Hingegen wird nahe (= relativ energiereiche) Infrarotstrahlung von den Zellwänden der Pflanzenzellen reflektiert. Die nahe Infrarot-Strahlung ist deshalb umso höher, je mehr Pflanzenzellen im Pixel liegen.

**Vegetationsindex-Berechnung:** Sowohl Rotstrahlung als auch Strahlung im nahen Infrarot eignen sich also, um den Zustand der Pflanzendecke auf der Erdoberfläche zu erfassen. Bewährt hat sich die Kombination beider Messwerte (MW) zu einem Index, den man nach folgender Formel für jedes Pixel berechnet:  $NDVI = (MW_{\text{nahes Infrarot}} - MW_{\text{rot}}) : (MW_{\text{nahes Infrarot}} + MW_{\text{rot}})$

Dieser sog. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen, je höher der NDVI, desto aktiver die Vegetation. Zwischen NDVI und Nettobiomassenproduktion besteht, wie vielfach nachgewiesen, ein fast linearer Zusammenhang.

**Vegetationsindexkarten:** Um zu den vorgestellten farbigen Karten zu gelangen, werden einzelnen Index-Intervallen Farben zugeordnet: Dunkelbraun (NDVI: ca. -0,1), Hellbraun (0,0 - 0,1) und Gelb (ca. 0,3), Hellgrün (0,4 - 0,5) und Dunkelgrün (0,6 - 0,7). Dauernd wolkenbedeckte Gebiete erscheinen wie Schnee und Gletscher weiß, Meere und größere Seen hingegen immer einheitlich blau – ob das Gewässer zugefroren ist oder nicht (über den Zustand der Gewässer ist also keine Aussage möglich!). Entsprechend ihrer Position auf der Erdoberfläche werden die eingefärbten Bildpunkte dann zu einer Karte zusammengesetzt. Auch diese Aufbereitung der Messwerte läuft heute vollautomatisch.





<b>C. 3.1</b>	<b>Aufgaben zur Vertiefung</b>	<b>A 28</b>
---------------	--------------------------------	-------------

1. Erklären Sie, weshalb sich die Städte London, Paris, Moskau, aber auch München, Nürnberg und das Ruhrgebiet in den Vegetationsindex-Karten der Sommermonate deutlich abheben!
2. Entnehmen Sie den Vegetationsindex-Karten die monatlichen Werte für den Vegetationsindex jeweils 1 Pixel östlich der Städte Murmansk, München und Madrid! Setzen Sie weiße Pixel = -1 und tragen Sie die Werte in eine Tabelle ein! Addieren Sie die Vegetationsindex-Werte zu einer Jahressumme! Stellen Sie den Vegetationsindex für jede Stadt in Abhängigkeit vom Monat graphisch dar und erklären Sie die Unterschiede in der Gesamtbio-massenproduktion und den Verlauf der Vegetationsindex-Kurven! Vergleichen Sie auch mit den jeweiligen Klimadiagrammen!
3. Vegetationsindex-Karten werden im gleichen Maßstab auch für jeden Tag und jede Woche des Jahres angeboten.  
Legen Sie Vor- und Nachteile dieser Karten gegenüber monatlichen Karten dar!
4. Nennen Sie die Nachteile der einheitlichen Blaucodierung von Ozean und Binnenseen auf den Vegetationsindex-Karten! Welche Alternativen bieten sich an?
5. Suchen Sie in der Datenbank des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) unter der Adresse <http://eoweb.dlr.de:8080/servlets/template/welcome/entryPage.vm> Vegetationsindexkarten für die Monate des laufenden Jahres! Geben Sie hierzu in das Formblatt als Ort „Muenchen“ ein und wählen Sie als Satellit NDVI/NOAA/AVHRR! Laden Sie die Bilddateien in das vom Lehrer angegebene Verzeichnis! Treten Unterschiede gegenüber dem Jahr 1997 (Vegetationsindexkarten der CD) auf?
6. Suchen Sie in der Datenbank EOWEB der DLR unter der obigen Adresse Satellitenbilder (Quicklooks) für charakteristische Landschaften Europas und stellen Sie jeweils einen Jahreszyklus zusammen! Welche über die Vegetationsindex-Karten hinausgehenden Informationen liefern die Satellitenbilder? Welche Nachteile weisen sie auf?
7. Entwerfen Sie für die nachfolgenden Aufgaben eine Lösungsstrategie und versuchen Sie dann, diese Aufgaben mit Hilfe von Vegetationsindexkarten und/oder Satellitenbildern aus den Datenbanken des DLR und dem Schulatlas zu beantworten!
  - a. Welche Geofaktoren schränken die landwirtschaftliche Produktion im Hinterland von Catania/Sizilien ein? Warum ist Narvik/Norwegen für den Export der schwedischen Eisenerze von Kiruna wichtiger als der schwedische Hafen Lulea?
  - b. Weshalb bezeichnet man Irland als „grüne Insel“? Gibt es dort keine Beschränkungen für die landwirtschaftliche Nutzung?
  - c. Wie spiegelt sich das Steppenklima bei Wolgograd/Russland in den Vegetationsindexkarten und in einem Jahreszyklus von Satellitenbildern?
  - d. Der Tuz Gölü (Großer Salzsee in Zentralanatolien/Türkei) erreicht nur Tiefen von ca. 2 m. Verfolgen Sie den Wasserstand des Tuz Gölü im Jahreslauf und erklären Sie die Schwankungen! Warum zeigt der benachbarte Hirifanli-Stausee keine Wasserstandsschwankungen?
  - e. Wie kann man mit Satellitenbildern beweisen, dass das Klima in Mitteleuropa von West nach Ost zunehmend kontinentaler wird?



<b>C. 3.1</b>	<b>Lösungshinweis in Stichworten</b>	<b>A 29</b>
---------------	--------------------------------------	-------------

1. Stadtklima, Bodenversiegelung, wesentlich geringere Biomassenproduktion als im Umland.
3. Vorteile: z. B. Tages- und Wochenkarten zeigen aktuelle Wettersituation; Nachteile: z. B. infolge der Wolkenbedeckung oftmals nur begrenzt aussagekräftig; Fazit: bei schönem Wetter regionaler Vegetationsfortschritt mit Tages- und Wochenkarten besser verfolgbar.
4. Nachteile: z. B. Vereisungsdauer und Biomassenproduktion durch Phytoplankton nicht beobachtbar; Alternativen: z. B. konventionelle Satellitenbilder (wenn Bewölkung eine Beobachtung erlaubt); besser noch Radarbilder.
5. Unterschiede: z. B. Schwankungen um 1-2 Monate beim Frühlingseinzug, Beginn der Sommerdürre, Schneebedeckung.
6. Vorteil: reales Bild der Landschaft in wesentlich besserer Auflösung; dazu Hinweise auf Vereisungsdauer von Binnengewässern und Meeren, auf Relief, auf Bodenbedeckung und auf Landnutzung; Nachteil: Satellitenbilder nur Momentaufnahmen; zudem starke Schwankung der Qualität in Abhängigkeit von Wolkenbedeckung und Witterung.
- 7 a. Catania: durch die Sommerdürre bedingte starke Einschränkung der Vegetationsaktivität (gelbe bis braune Farben von Juni bis September); im Winter nur am Ätna und in den Nebrodi-Bergen Schneedecke bis ca. 1500 m herab; kaum Frostgefahr an der Küste; hohe Reliefenergie und schmale Küstenebenen (Beweis: Quicklooks, Suchstichworte Catania, Ätna);  
Narvik, Kiruna, Lulea: Hafen von Narvik ganzjährig eisfrei (Golfstrom), der Bottnische Meerbusen hingegen bis in den Mai hinein zugefroren (Beweis: Quicklooks, Suchstichworte Narvik, Kiruna, Lulea).
- b. Irland auf den Vegetationsindexkarten tatsächlich fast ganzjährig tiefgrün (intensive pflanzliche Produktion); jedoch Insel sehr häufig wolkenbedeckt und damit fehlende Sonneneinstrahlung und Wärme (Notwendigkeit für anspruchsvollere Nutzpflanzen); Grüntöne der Vegetationsindexkarten: ozeanische Wälder und Grasland (Beweis: Quicklooks, Suchstichworte Dublin, Limerick).
- c. Vegetationsindexkarten: Winterruhe der Vegetation von Dezember bis Februar (unter einer Schneedecke); aktive Vegetation vor allem in Mai und Juni; dann bis in den Oktober hinein Sommerruhe der Vegetation infolge der Niederschlagsarmut; Wolgograder Stausee bis in den März gefroren; Aufblühen der Steppe im April und Mai, Ausdürren der Steppe außerhalb der Bewässerungsflächen entlang der Wolga im Hochsommer (Beweis: Quicklook Wolgograd).
- d. ausgeprägte Sommerdürre in Zentralanatolien; Salzsee bedeckt im Mai die größte Fläche; bis zum Herbst Schrumpfung auf ca. 10-20 % (Beweis: Quicklooks, Suchstichwort Tuz Gölü); Grund: Steppenklima mit Niederschlagsmaximum im Frühjahr.  
Hirifanli-Stausee: gespeist von einem Fremdlingsfluss; keine Abhängigkeit des Wasserstands vom Regionalklima; außerdem: keine Nutzung des Stausees zur Bewässerung, sondern nur zur Energiegewinnung.
- e. Beweis: Dauer der Schneebedeckung in Vegetationsindexkarten; Vereisung der Oder, Eisgang auf der Elbe, aber zur gleichen Zeit eisfreier Rhein (Beweis: Quicklooks, Suchstichworte Duisburg, Magdeburg, Frankfurt/Oder).