

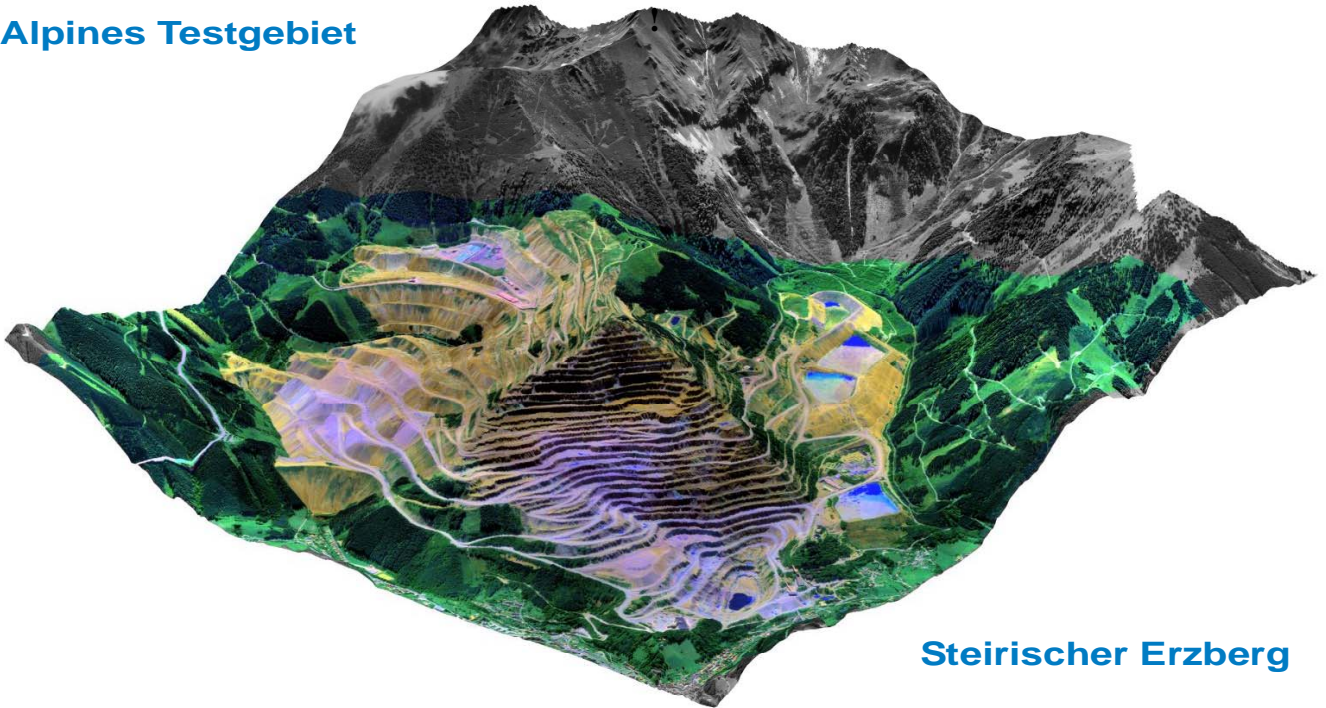
MINEO



Rundbrief , Jänner 2003

ASSESSING AND MONITORING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF MINING ACTIVITIES IN EUROPE USING ADVANCED EARTH OBSERVATION TECHNIQUES

Alpines Testgebiet



Steirischer Erzberg

PROJEKTZIEL

Beurteilung und Überwachung der Umweltauswirkung von Bergbauaktivitäten in Europa unter Verwendung technologisch fortschrittlicher hyperspektraler Fernerkundungstechnologien

KURZBESCHREIBUNG

In dem 3½ Jahre dauernden EU-Projekt MINEO sollen fortschrittliche Methoden zur Auswertung von auf Erdbeobachtungsdaten basierenden Informationen entwickelt werden. Diese Methoden werden in Zukunft immer mehr benötigt, um die Europäische Union und die Nutzergemeinde (Industrie, Entscheidungsträger) mit neuartigen, ständig aktualisierten und in eine Umweltdatenbank integrierten thematischen Informationsebenen über aktive, geplante, und stillgelegte Bergbaue zu versorgen. Darüber hinaus sollen operationelle Werkzeuge zur Erstellung und Aktualisierung dieser Informationen entwickelt werden. Weiters werden im Rahmen des Projektes Schlüsselkomponenten von Entscheidungsinstrumenten entwickelt, die für eine Auswertung von Informationen

aus Erdbeobachtungsdaten innerhalb von Umweltmanagementsystemen notwendig sind. Deren Anwendung in nachhaltigen Informationssystemen soll dazu dienen, Umweltrisiken in Bezug auf europäische Bergbaustandorte zu lokalisieren und zu überwachen, um auf diese Weise zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen im Umweltmanagement beizutragen.

In diesem Zusammenhang wurden 6 Bergbaustandorte in Europa (Grönland, Finnland, Großbritannien, Deutschland, Österreich, Portugal) zur genaueren Bearbeitung ausgewählt, um die Diversität der klimatischen, geomorphologischen und sozio-ökonomischen Verhältnisse in Europa abzudecken.

Projektleitung MINEO-Austria: Mag. Klemens Grösel (kgroesel@cc.geolba.ac.at)

Geologische Bundesanstalt –Abteilung Geophysik; A-1031 Wien

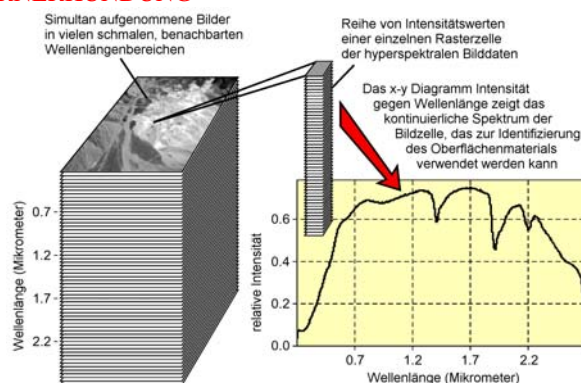
Tel.: (+43 1) 712 56 74 – 377 Fax: (+43 1) 712 56 74 – 57



METHODIK – TECHNISCHE DETAILS

HYPERSPEKTRALE FERNERKUNDUNG

Multispektrale Fernerkundungssensoren wie Landsat TM oder SPOT XS nehmen Daten in wenigen, relativ breiten Spektralkanälen auf. Im Gegensatz dazu arbeiten hyperspektrale Sensoren nach dem Prinzip eines bildgebenden Spektrometers und registrieren die Strahlungsintensitäten in dutzenden oder hunderten eng benachbarten schmalen spektralen Kanälen vom sichtbaren Licht bis in den mittleren Infrarotbereich. Auf diese Weise erhält man in jedem Bildpunkt ein kontinuierliches Spektrum, das aufgrund der jeweiligen spezifischen spektralen Merkmale zur Identifizierung von Materialien herangezogen werden kann.



Prinzip der hyperspektralen Fernerkundung

DAS MINEO FLUGPROGRAMM

Über allen Testgebieten wurden im Sommer 2000 Bilddaten mit dem flugzeuggestützten HyMap™ Hyperspektral-Scanner aufgenommen. Der Scanner, der von der australischen Firma HyVista betrieben wird, kann in ein normales zweimotoriges Flugzeug mit Fotoport eingebaut werden. Zum Ausgleich der Flugzeugbewegungen ist der Scanner auf einer kreiselstabilisierten Plattform gelagert; außerdem werden für jede Scan-Zeile die Fluglagedaten registriert, sowie die Position mittels dGPS gemessen. Für die MINEO Flugkampagne wurde eine DO-228 der DLR (Deutsche Gesellschaft für Luft- u. Raumfahrt) eingesetzt, wobei zeitgleich mit den Hyperspektraldaten auch analoge Stereo-Luftbilder aufgenommen wurden.

Technische Daten des HyMap™ Systems	
Wellenlängenbereich	450 – 2480 nm
Spektrale Kanäle	126
Kanalbreite	15 – 20 nm
Signal/Noise - Verhältnis (SNR)	1 : 1000
Scan-Winkel	61,3° (512 Pixel)
Bodenauflösung	3 – 10 m (Erzberg ~4m)
Flughöhe	2000 – 5000 m



BODENSPEKTROMETRIE – GROUNDTHROUGH

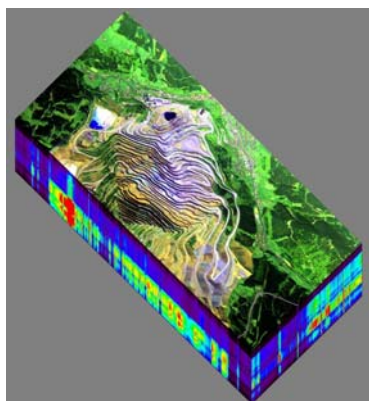
Zur Evaluierung der Differenzierungsmöglichkeiten unterschiedlicher Materialien mittels spektroskopischer Verfahren und zur Unterstützung der Auswertung der Fernerkundungsdaten wurden spektroskopische Vergleichsmessungen relevanter Substanzen am Boden mit einem tragbaren PIMA SP Infrarotspektrometer der Geologischen Bundesanstalt durchgeführt. Das Gerät besitzt eine interne Lichtquelle, ist somit von der Sonneneinstrahlung unabhängig und ermöglicht die Messung von Spektren in Laborqualität im Gelände. Aufgrund des erfassten Wellenlängenbereichs von 1300 – 2500 nm ist dieses Spektrometer vor allem zur Identifikation von Mineralien geeignet.

Technische Daten des PIMA SP infrarot Spektrometers	
Wellenlängenbereich	1300 – 2500 nm.
Spektrale Auflösung	~ 7nm
Signal/Noise - Verhältnis (SNR)	1 : 3500 zu 1:4500.
Lichtquelle	10 Watt stable lamp
Wellenlängenkalibrierung	0,5 - 1,5nm RMS



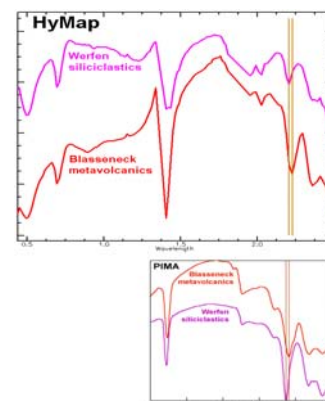
HYMAP – DATEN

„Hyperspectral Image Cube“ eines HyMap Flugstreifens über dem Steirischen Erzberg. Die Oberfläche des „Bildwürfels“ zeigt eine RGB-Darstellung der Kanäle 123 (2439nm), 80 (1635nm) und 12 (600nm); die Seitenflächen zeigen die relativen Intensitäten in den einzelnen spektralen Kanälen entlang der Schnittkanten zur Veranschaulichung der Dimensionalität der Bilddaten.



SPÉKTREN

Vergleich von HyMap und PIMA Spektren siliziklastischer und metavulkanischer Gesteine. Bei siliziklastischen Gesteinen bilden Schichtsilikate, hier Muskovit und Phengit, wichtige Unterscheidungskriterien.



PROJEKTTRÄGER/PROJEKTPARTNER

Organisation	Abkürzung	Land	Funktion
Bureau de recherches géologiques et minières	BRGM	Frankreich	Projektkoordination
Geologian Tutkimuskeskus	GTK	Finnland	Projektpartner
Geologische Bundesanstalt	GBA	Österreich	Projektpartner
Natural Environment Research Council (British Geological Survey)	NERC (BGS)	Großbritannien	Projektpartner
Danmarks og Groenlands Geologiske Undersoegelse	GEUS	Dänemark	Projektpartner
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe	BGR	Deutschland	Projektpartner
Instituto Geologico e Mineiro	IGM	Portugal	Projektpartner
Deutsche Steinkohle	DSK	Deutschland	Projektpartner
Joint Research Centre/Satellite Application Institute	JRC/SAI	Italien	Assistenz
Denmarks Miljøundersoegeler	NERI	Dänemark	Assistenz
Mondo Minerals Oy	MM	Finnland	Sponsor
Hy Vista	-	Australien	Subunternehmer
Geoöko	-	Österreich	Subunternehmer
Universität Clausthal	-	Deutschland	Subunternehmer

Detaillierte Informationen zu Ergebnisse anderer Projektpartner sind der Webseite:
<http://www.brgm.fr/mineo> zu entnehmen.

DAS ALPINE TESTGEBIET „STEIRISCHER ERZBERG“ – THEMENSTELLUNG

Der Siderit-Bergbau Steirischer Erzberg ist der größte Eisenerz-Tagbau Mitteleuropas mit einer Produktion von ca. 1,8 Mio. t/Jahr. Seit der Römerzeit wird hier Erzabbau betrieben. Die von Bergbautätigkeit beeinflusste Fläche beträgt etwa 6,5 km² in einer Höhenlage zwischen 700 und 1400m. Im Zuge mehrere Projekte wurden am Steirischen Erzberg umfangreiche und detaillierte Untersuchungen zur Renaturierung von Bergbaugebieten unter Einbeziehung relevanter Parameter wie Lithologie, Mineralogie und Korngrößenverteilung des Untergrundes, Hangneigung und Exposition, Wassergehalt und Vegetationszustand durchgeführt.

Das Ziele des Projekts MINEO am Steirischen Erzberg ist es zu testen, welche dieser Parameter in welcher Qualität aus den hyperspektralen Fernerkundungsdaten abgeleitet werden können.



Konkret stehen folgende Themengebiete im Vordergrund:

- Beurteilung der Untergrundsituation im Hinblick auf eine Renaturierung des Bergbaugebietes
- Überwachung des Renaturierungserfolgs
- Definition der spezifischen Anforderungen an die Verarbeitung der hyperspektralen Fernerkundungsdaten aufgrund der alpinen Topographie

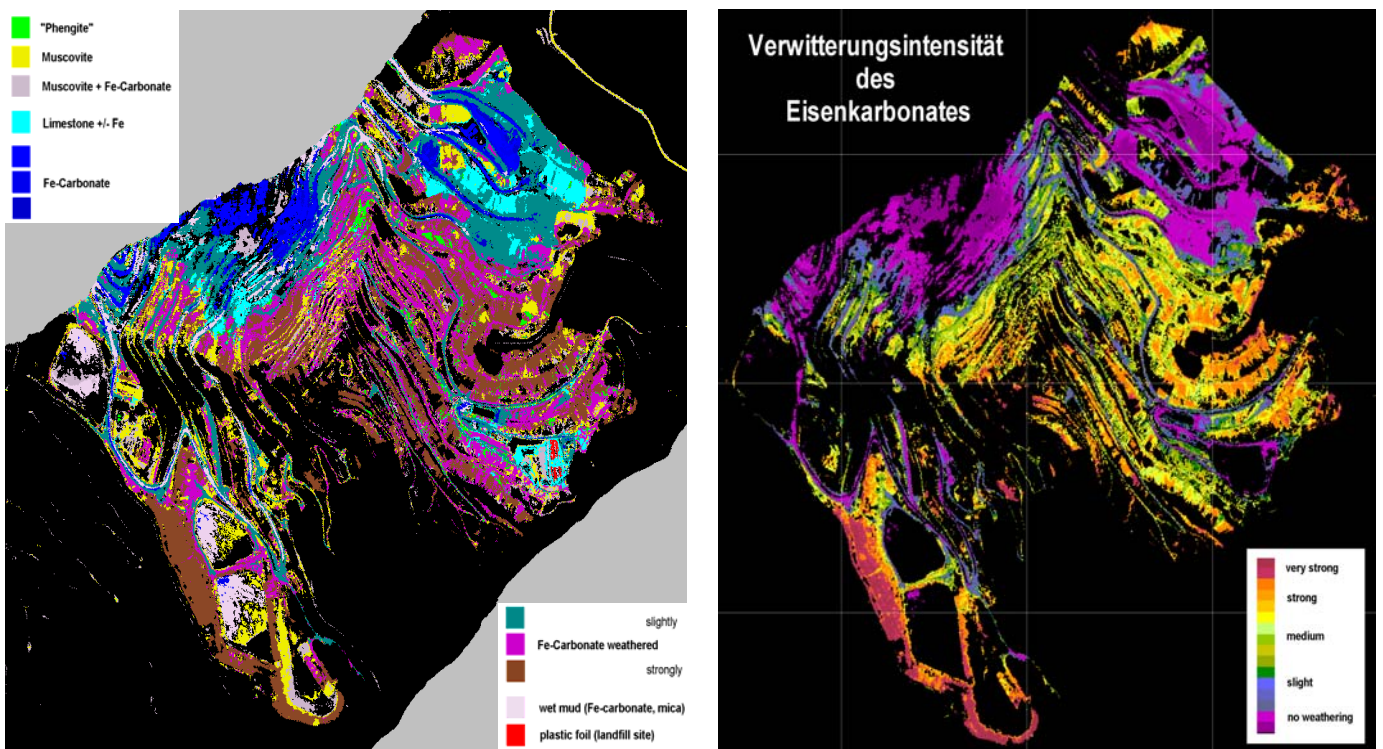
ERGEBNISSE DES PROJEKTES MINEO DURCH DIE AUSWERTUNG HYPERSEKTRALER DATEN

- Schaffung einer Spektralen Bibliothek („MINEO Spectral Library“)
- Erkennung und Kartierung von kontaminierendem Haldenmaterial (Auslöser von AMD = Acid Mine Drainage)
- Erkennung von kontaminierendem eisenreichen Mineralien in Flusssedimenten
- Kartierung der Eisenkarbonatverwitterungsintensität (Siderit) mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Algorithmus
- Früherkennung von Grundwasserspiegelschwankungen mit Hilfe pflanzenspezifischer Parameter („Vegetationsstress“)
- Kartierung verschiedener pflanzlicher Spezies (Baumarten)
- Evaluierung der verschiedenen „Preprocessing“-Verfahren
- Entwicklung eines Modells zur Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften (GIS)

ERGEBNISSE DER HYPERSEKTRALEN FERNERKUNDUNG AUS DATEN DES ALPINEN TESTGEBIETES

Alle für die Begrünung relevanten lithologische Einheiten des Testgebietes konnten differenziert und kartographisch dargestellt werden. (Abb. links)

Der Grad der Eisenkarbonatverwitterung stellte sich als wichtiger Parameter für die Begrünung von Haldebereichen heraus. Mit einem eigens dafür von der Geologischen Bundesanstalt, Abt. Geophysik entwickelten Algorithmus konnte der Grad der Sideritverwitterung mit Hilfe der hyperspektralen Daten dargestellt werden. (Abb. rechts)



ERGEBNISSE DER GIS-MODELLIERUNG AUS DATEN DES ALPINEN TESTGEBIETES

Im Zuge des Projektes MINEO stellte sich heraus, dass mit Hilfe hochentwickelter Fernerkundungstechnologien Schlüsselparameter für eine Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften ermittelt werden können. Somit stellt die Hyperspektrale Fernerkundung eine vielversprechende und kostengünstige Methode dar, um in weitläufigen Gebiete, wie z.B. Bergbaufolgelandschaften, Rekultivierungsprojekte zu unterstützen.

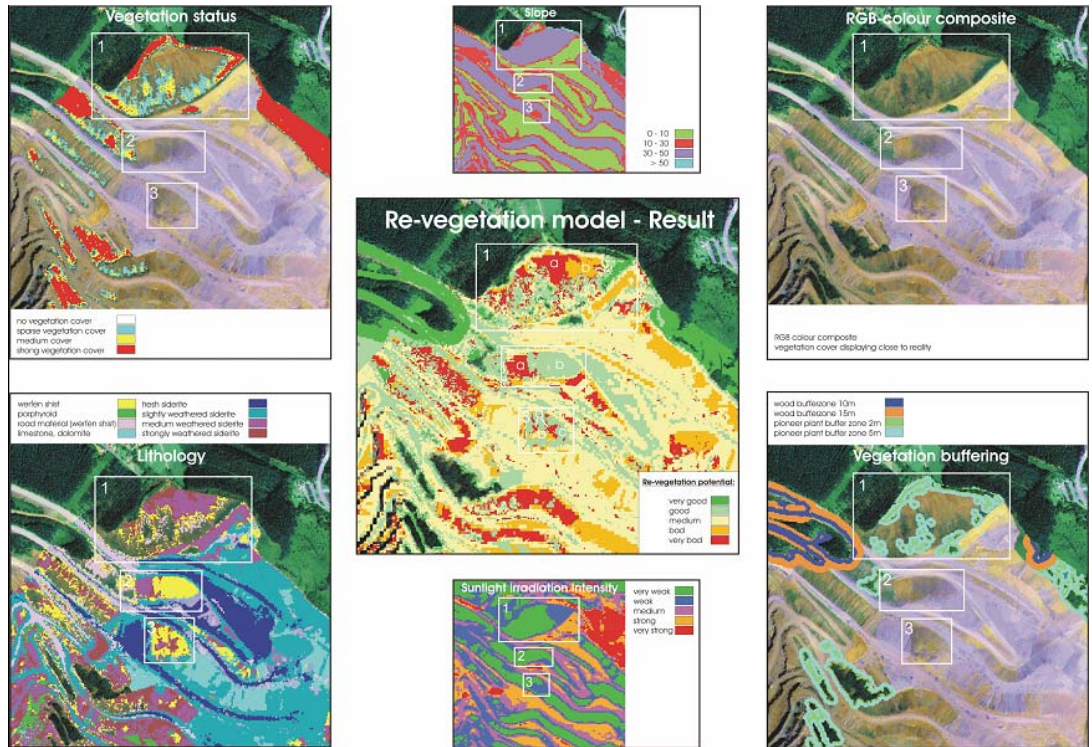
BEGRÜNUNGSMODELL – ARBEITSABLAUF

Das Begrünungsmodell, das von der Geologischen Bundesanstalt entwickelt wurde, basiert auf dem Informationsgehalt von 5 Grids: Lithologie, Sonneneinstrahlungsintensität, Hangneigung, Vegetationsstatus, Pufferzonen.

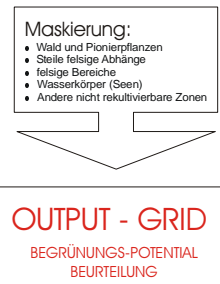
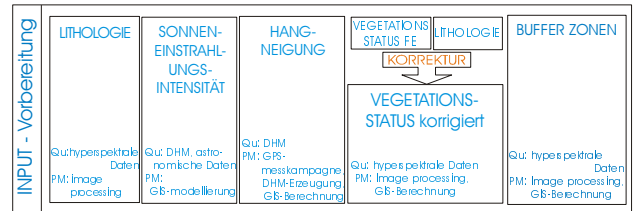
Pufferzonen sind in diesem Kontext Bereiche um bestehende Vegetation (Pionierpflanzen, Wald), in denen von vornherein günstigere Begrünungsbedingungen, durch Beschattung, bessere

Feuchtigkeitsbedingungen, Bereitstellung von organischem Material für die Bodenbildung und Samenflug herrschen. Dieses Modell basiert ausschließlich auf Daten (Digitales Höhenmodell, Hyperspektrale Daten und Luftbilder), die während der hyperspektralen Flugkampagne (HyMap™) erhalten wurde. Es wurden ausschließlich diese Datenquellen genutzt, um zu zeigen, dass diese Methode auch in Gebieten eingesetzt werden kann, in denen nur unzureichende oder keine Daten über die Umweltsituation vorhanden sind.

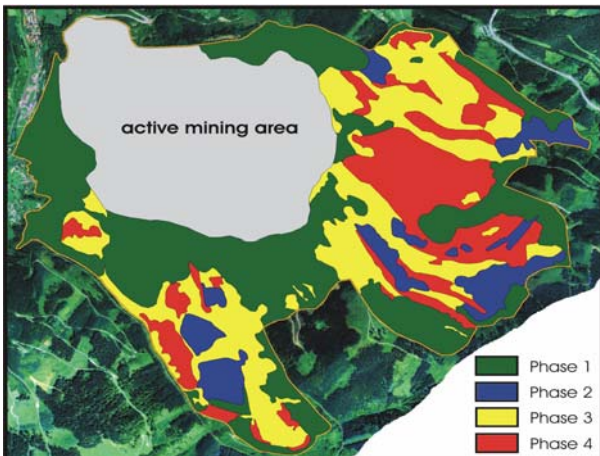
Diese Grids wurden (siehe Schema) in einer Phase 1 (blau) für die weitere Bearbeitung vorbereitet. In Phase 2 (grün) folgte ein Klassifizierungs- und Rankingprozess, indem besonders begrünungsrelevante Informationen hervorgehoben und bewertet wurden. Anschließend wurden Bereiche maskiert in denen ein Begrünungsprozess nicht sinnvoll oder unmöglich ist. Abschließend wurden die Ergebnisse des Modells bezüglich ihrer Verwertbarkeit evaluiert.



Begrünungsmodell - Arbeitsablauf



Abkürzungen:
PM.....Produktionsmethode
DHM.....Digitales Höhenmodell
Qu.....Datenquelle
FE.....Fernerkundung



PRAKTISCHER NUTZEN

Auf Grund der Erkenntnisse aus dem Modell konnte für den Bereich des Bergbaues „Steirischer Erzberg ein Begrünungsplan in 4 Phasen (siehe Abb. links) erstellt werden.