

**Zeitschrift:** Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement =  
Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire =  
Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

**Herausgeber:** geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und  
Landmanagement

**Band:** 102 (2004)

**Heft:** 9

**Artikel:** Landnutzungsklassifikation und Schätzung von Vegetationsparametern  
in der Schweiz mittels EO-1 HYPERION-Daten

**Autor:** Kneubühler, M. / Eckert, S.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-236162>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Landnutzungsklassifikation und Schätzung von Vegetationsparametern in der Schweiz mittels EO-1 HYPERION-Daten

Mit dem ersten zivilen und kommerziell verfügbaren Bildspektrometer HYPERION an Bord des NASA-Satelliten EO-1 wurde im August 2002 ein hyperspektraler Datensatz über der Schweiz aufgenommen. In einem Testgebiet im Limpachtal (Schweizer Mittelland), das sich durch intensive Landwirtschaft auszeichnet, wird das Potenzial dieses Sensors für Landnutzungsklassifikationen in einem typischen Agrargebiet der Schweiz mit kleinräumigen Feldstrukturen analysiert. Im Weiteren wird die Eignung von HYPERION zur Herleitung von Vegetationsparametern auf Einzelfeldern diskutiert.

*Le premier spectromètre à image civil et disponible dans le commerce, monté à bord du satellite NASA EO-1 a permis de lever une série de données hyper-spectrales de la Suisse en août 2002. Dans une région test du Limpachtal (Plateau Suisse) qui se caractérise par une agriculture intensive, il est possible d'analyser le potentiel de ce capteur pour la classification de l'utilisation des terres dans une région rurale typique de la Suisse qui se distingue par des structures de champs de petite dimension. De plus, l'aptitude d'HYPERION de déterminer des paramètres de végétation sur des champs individuels est discutée.*

In agosto 2002, con il primo impiego civile e commerciale dello spettrometro HYPERION, a bordo del satellite EO-1 della NASA, è stato rilevato un insieme di dati iperspettrali sulla Svizzera. In una zona test nel Limpachtal (Altopiano centrale), caratterizzata da un'intensa attività agricola, è stato analizzato il potenziale di questo sensore per la classificazione dello sfruttamento agricolo in un tipico territorio rurale svizzero, strutturato a piccoli campi. In seguito l'articolo tratta dell'attitudine di HYPERION per la derivazione di parametri di vegetazione su singoli campi.

M. Kneubühler, S. Eckert

Die zunehmende Bedeutung quantitativer Studien betreffend biogeophysikalischer und -chemischer Parameter in der Vegetationsanalyse einerseits und betreffend Prozesse auf Ökosystemebene andererseits setzt in der Fernerkundung höhere spektrale wie auch räumliche Auflösung von satellitengestützten Sensoren sowie verbesserte radiometrische Qualität und Geolokalisierung voraus. Der Sensor HYPERION an Bord des Earth Observing-1 (EO-1) Satelliten der NASA ist das erste zivile Bildspektrometer im All, das Spektraldaten sowohl im sichtbaren Wellenlängenbereich und nahen Infrarot (VNIR,

400–1000 nm), wie auch im kurzwelligen Infrarot (SWIR, 900–2500 nm) aufnimmt. Mit seinen 242 prinzipiell verfügbaren, spektralen Bändern und einer räumlichen Auflösung von 30 m birgt der Sensor sowohl das Potenzial für eine detaillierte Landnutzungsklassifikation, wie auch eine genaue Schätzung biogeophysikalischer und -chemischer Größen heterogener, landwirtschaftlich genutzter Flächen. Mittels eines hyperspektralen Klassifikationsansatzes (Spectral Angle Mapper, SAM) und einer mehrskaligen, objekt-basierten Methode wird die Eignung von HYPERION-Daten für Landnutzungsklassifikationen in einem typischen Agrargebiet der Schweiz mit kleinräumigen Feldstrukturen untersucht. Das Test-

gebiet befindet sich im Limpachtal (Kanton Bern und Solothurn) im Schweizer Mittelland und zeichnet sich durch über 2000 individuelle Felder aus. Die hauptsächlichsten Landnutzungen in diesem Gebiet sind intensiv und extensiv genutzte Grasflächen, Mais, Weizen, Gerste, Raps, Kartoffeln und Zuckerrübe. Im August, zum Zeitpunkt der Datenaufnahme, dominieren abgeerntete Getreidefelder das Bild. Zur Verifikation der Klassifikationsresultate wurde im Rahmen einer Landnutzungskartierung der Bewuchstyp von über 50 Feldern erhoben. Nebst der Abschätzung der Eignung von HYPERION Daten für eine Landnutzungsklassifikation im Schweizer Mittelland wurde auch dessen Potenzial zur Bestimmung ausgewählter Vegetationsparameter (z.B. grüner Blattflächenindex, gLAI) innerhalb eines Einzelfeldes untersucht.

## Datenaufbereitung

HYPERION zeichnete am 18. August 2002 einen hyperspektralen Bilddatensatz des Testgebietes Limpachtal auf. Radiometrisch gut kalibrierte Daten (Level 1B1) sind routinemässig verfügbar. Nebst einer Reduzierung des stripings in den Bilddaten wurde der Datensatz in der Folge atmosphärisch korrigiert und orthorektifiziert. Speziell die ersten zwölf Bänder im VNIR-Bereich und viele Bänder im SWIR-Bereich sind durch vertikales striping aufgrund von Kalibrationsdifferenzen im Detektorarray des pushbroom Scanners beeinträchtigt. Mittels eines Korrekturalgorithmus<sup>1</sup> können diese Kolonnen bänderweise detektiert und korrigiert werden. Als Resultat einer Qualitätsanalyse und Datenreduktion werden von den potenziell 242 Bändern von HYPERION schliesslich deren 167 für die nachfolgenden Auswertungen weiter verwendet. Der Datensatz wurde mittels einer auf dem atmosphärischen Strahlungstransfercode MODTRAN-4 basierenden Methode<sup>2</sup> atmosphärisch korrigiert und nachfolgend nach einem parametrischen Ansatz von Toutin<sup>3</sup> unter Einbezug eines digitalen Geländemodelles orthorektifiziert.

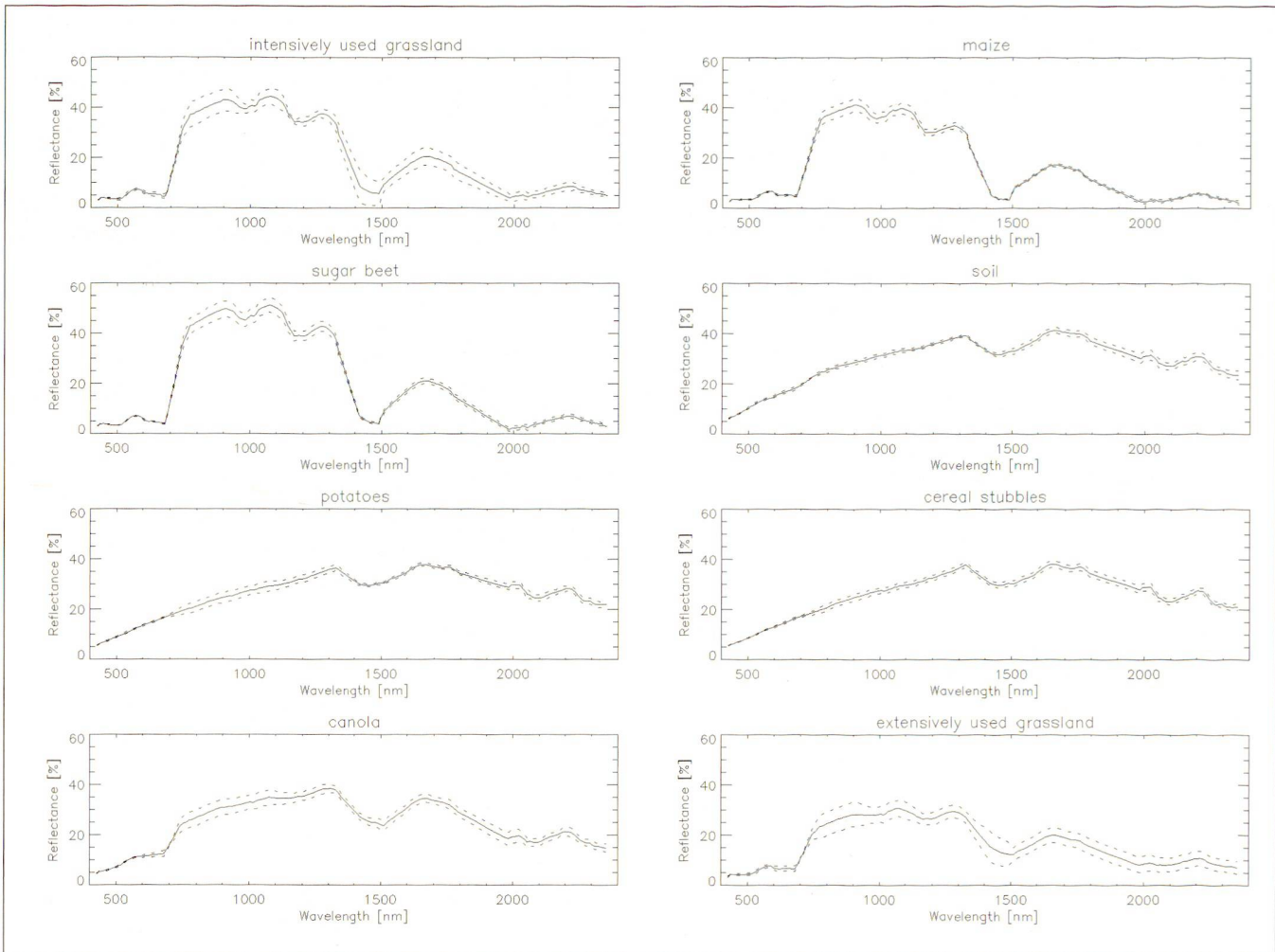


Abb. 1: Spektraldaten von HYPERION für die hauptsächlich, im Testgebiet vorkommenden Landnutzungsklassen. Die gemittelten Reflektanzen von repräsentativen Feldern sind durch eine ausgezogene Linie wiedergegeben, bei den gestrichelten Linien handelt es sich um  $\pm 1$  Standardabweichung vom jeweiligen Mittelwert des Spektrums.

## Methodik

Die zwei auf dem HYPERION-Datensatz durchgeführten Landnutzungsklassifikationen basieren einerseits auf einem pixelbasierten Ansatz<sup>4</sup> (SAM), wie auch auf einer objekt-basierten Methode, welche das Potenzial birgt, Bildelemente nicht nur aufgrund ihrer spektralen Information zu klassieren, sondern auch unter Miteinbezug ihrer Textur und ihres lokalen Kontexts<sup>5</sup>.

SAM klassiert hyperspektrale Daten, indem für jedes Pixel die spektrale Ähnlichkeit zu einem Referenzspektrum (endmember) gesucht wird. Vorgegebene endmember-Spektren spannen dabei einen n-dimensionalen Raum auf, in dem das Spektrum jedes Pixels als n-dimensio-

ner Vektor zu liegen kommt. Je kleiner der Winkel zwischen einem endmember-Spektrum und dem Spektrum des jeweiligen Pixels ist, desto ähnlicher sind sich die Spektren.

Im objekt-basierten Ansatz werden die Bilddaten zuerst segmentiert, um ein hierarchisches Netz von Bildobjekten aufzubauen. Dabei werden homogene Objekte oder Regionen, basierend auf Nachbarschaftspixeln mit bestimmten spektralen und räumlichen Eigenschaften, geschaffen. Die Bildsegmentierung kann verschiedene Auflösungs- oder Granularitätsstufen enthalten, wodurch eine hierarchische Struktur von Bildobjekten entsteht. Die Homogenität eines Segments wird durch eine Kombination von spekt-

raler Information und Formeigenschaften definiert. Anschliessend werden die Segmente klassiert.

Betreffend der Eignung von HYPERION-Daten für eine felderspezifische Herleitung biogeophysikalischer und -chemischer Parameter sind detektierbare Gradienten in den Spektraldaten notwendig. Solche Variationen bergen das Potenzial zur Herleitung von Bestandesparametern innerhalb eines Feldes mittels Fernerkundung. Am Beispiel des grünen Blattflächenindex (gLAI), welcher als fernerkundlicher Parameter Eingang in diverse Ökosystem- und Pflanzenwachstumsmodelle findet, wird die Verwendbarkeit von HYPERION-Daten in kleinräumigen, heterogenen Landwirtschaftsgebieten unter-

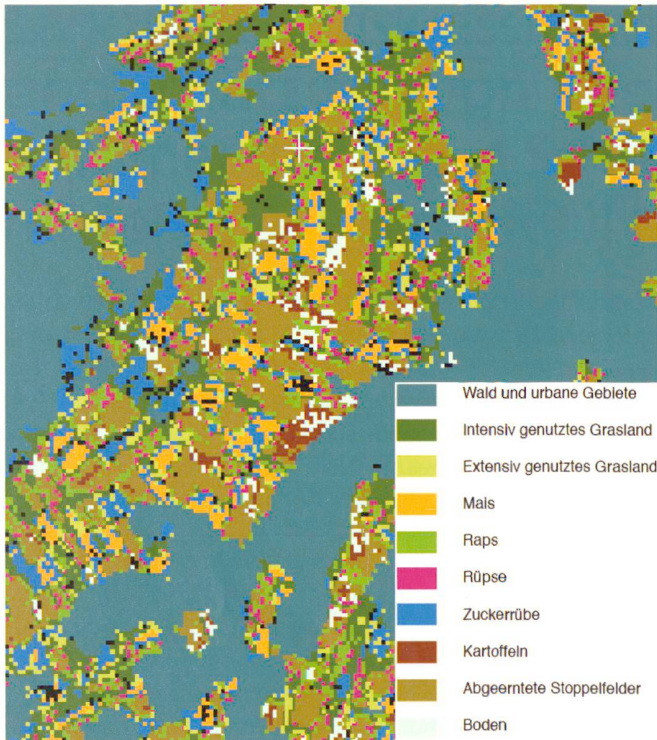


Abb. 2: Resultat der Landnutzungsklassifikation mittels Spectral Angle Mapper (SAM).

sucht. Die Herleitung von gLAI basiert auf einem Ansatz mittels WdVI<sup>6</sup> (Weighted Difference Vegetation Index), welcher sich aus Spektraldaten im roten und nahinfraroten Wellenlängenbereich errechnet.

## Resultate

Aufgrund des vom phänologischen Standpunkt her eher späten Aufnahme-datum des HYPERION-Datensatzes vom Limpachtal (18. August) dominieren nebst Grasflächen in erster Linie gut entwickelte Mais- und Zuckerrübenfelder sowie stark seneszenz Landnutzungen wie Raps oder Kartoffeln und viele abgeerntete Getreidefelder das Erscheinungsbild der Region. Dies zeigt sich auch in den Spektraldaten der hauptsächlichen Landnutzungen zum Zeitpunkt der Datenaufnahme. Die jeweiligen Spektralkurven zwischen 400–2500 nm (Abbildung 1) lassen vor allem gut entwickelte, dichte Felder einerseits, sowie seneszenz, abgetrocknete Landnutzungen andererseits erkennen. Die geringen Unterschiede in der Form der Spektralkurven stellen eine

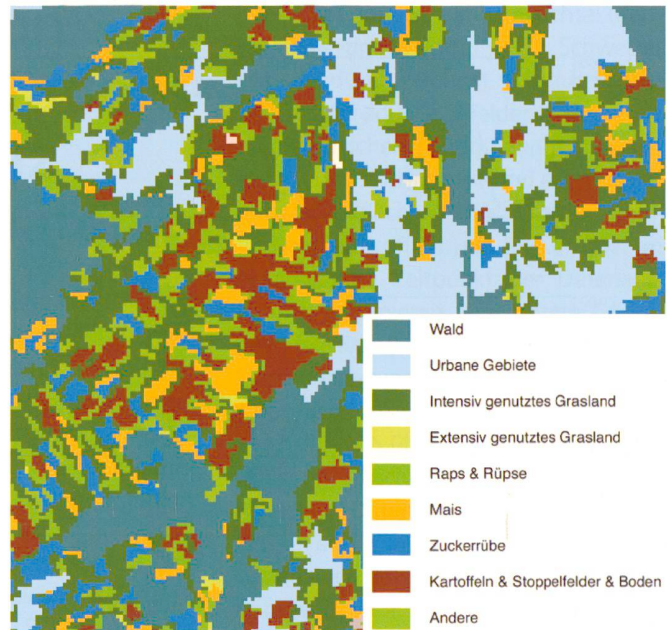


Abb. 3: Resultat der Landnutzungsklassifikation mittels objekt-basiertem Ansatz.

Herausforderung an die verschiedenen Klassifikationsmethoden dar. In den Abbildungen 2 und 3 sind die Resultate der pixelbasierten, hyperspektralen Klassifikation mittels SAM sowie des objekt-basierten Ansatzes für das Testgebiet dargestellt. Dabei sind vor allem die kleinräumigen, landwirtschaftlichen Flächen von Interesse, während Wald- und Siedlungsgebiete aus einer Genauigkeitsanalyse ausgeschlossen worden sind. Der objekt-basierte Ansatz (Abbildung 3) hat den Vorteil, dass der «Salz-und-Pfeffer-Effekt» im Klassifikationsresultat durch die Segmentbildung vermieden werden kann. Dies im Unterschied zum SAM, wo jedes Pixel individuell aufgrund seiner spektralen Eigenschaften klassiert wird. Aufgrund der hohen spektralen Ähnlichkeiten vieler Kulturen im August fallen die Klassifikationsgenauigkeiten denn auch ungenügend aus: Mit dem Spectral Angle Mapper wurde eine overall accuracy von 44% erreicht, beim objekt-basierten Ansatz fällt diese mit 55% etwas besser aus. Speziell in Kartoffel-, Raps- und Stoppelfeldern treten erwartungsgemäss viele

Fehlklassifikationen auf. Andererseits kann Mais als eine der wenigen im August noch in der Wachstumsphase begriffenen Kulturen sehr gut klassiert werden, wo hingegen auch bei Zuckerrübe oft Verwechslungen mit Mais auftreten. Die spektralen Variabilitäten ausgewählter Felder, wie sie in Abbildung 1 für  $\pm 1$  Standardabweichung vom Feldmittelwert wiedergegeben sind, übersteigen in der Regel  $\pm 10\%$  nicht, ausser in den durch atmosphärischen Wasserdampf beeinflussten Wellenlängenbereichen. Diese Variation ist denn auch Voraussetzung dafür, Variabilitäten biogeophysikalischer und -chemischer Parameter innerhalb eines Einzelfeldes aus Spektraldaten detektieren zu können. Im Falle der hier angewendeten Herleitung des gLAI aus Spektraldaten mittels des WdVI ergeben sich für ein ausgewähltes Zuckerrübenfeld ein gLAI-Mittelwert von 3.36, ein Minimum von 2.92 und ein Maximum von 3.90, was mit Literaturwerten gut übereinstimmt. Für ein nahezu völlig abgetrocknetes Kartoffelfeld liegt der gLAI-Mittelwert bei 0.09, das Minimum bei 0.03 und das Ma-

ximum bei 0.15, was auf das fast vollständige Fehlen grünen Blattanteils schliessen lässt. Bei genügender Feldgrösse, wodurch Mischpixel von unterschiedlichen landwirtschaftlichen Flächen minimiert werden können, ist die Herleitung von feldspezifischen Vegetationsparametern aus HYPERION-Daten möglich.

## Schlussfolgerungen

Aufgrund des phänologischen Zustands vieler landwirtschaftlicher Kulturen Mitte August konnte das Potenzial, welches ein hyperspektraler, operationell verfügbarer, satellitengestützter Sensor wie HYPERION in sich birgt, in dieser Studie nicht vollständig ausgeschöpft werden. Es hat sich aber gezeigt, dass in einem typischen schweizerischen Landwirtschaftsgebiet, das durch kleinräumige Feldstrukturen geprägt ist, mit Daten eines Sensors mit 30 m Bodenauflösung Landnutzungs-klassifikationen durchgeführt werden können, wobei jedoch Mischpixel zu grossen Problemen führen. Speziell im Falle der objekt-basierten Klassifikationsmethode konnte die Stärke dieses Ansatzes, der Textur und lokalen Kontext miteinbezieht, aufgrund der zu geringen räumlichen Auflösung von HYPERION im Ver-

gleich zur Grösse typischer Strukturen (z.B. Pflanzenreihen) und der in der Regel nicht vorhandenen relationalen Eigenschaften einzelner Felder nicht voll ausgeschöpft werden.

Die geringen spektralen Unterschiede zwischen den verschiedenen Landnutzungen zum Aufnahmezeitpunkt liessen ihrerseits den hyperspektralen Klassifikationsansatz nicht in seiner vollen Stärke einsetzen. Spektraldaten aus der Wachstumsphase der meisten landwirtschaftlichen Kulturen, etwa im Juni, würden die Resultate markant verbessern. Die Schätzung biogeophysikalischer und -chemischer Parameter aus HYPERION-Daten innerhalb klar definierter Felder kann hingegen als erfolgreich bezeichnet werden.

### Referenzen:

- [1] Goodenough, D.G., Dyk, A., Niemann, O., Pearlman, J.S., Chen, H., Han, T., Murdoch, M., and West, C., 2003. Processing HYPERION and ALI for Forest Classification. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, 41(2), pp. 1321–1331.
- [2] Richter, R., 2003. Atmospheric / Topographic Correction for Airborne Imagery. ATCOR-4 User Guide, Version 3.0, DLR-IB 564-02/03, DLR, Wessling, Germany, pp. 66.
- [3] Toutin, T., 1985. Analyse mathématique des possibilités cartographiques du système de Spot. Ph. D. Thesis, ENSG.
- [4] Boardman, J.W., and Kruse, F.A., 1994. Automated Spectral Analysis: A Geological Example Using AVIRIS Data, North Grapevine Mountains, Nevada. Proc 10<sup>th</sup> Thematic Conference on Geological Remote Sensing, Environmental Research Institute of Michigan, San Antonio (TX), pp. 407–418.
- [5] Baaz, M. et al., 2003. eCognition User Guide V. 3.0. [www.definiens-imaging.com/](http://www.definiens-imaging.com/).
- [6] Clevers, J.G.P.W., Büker, C., van Leeuwen, H.J.C., and Bouman, B.A.M., 1994. A Framework for Monitoring Crop Growth by Combining Directional and Spectral Remote Sensing Information. Remote Sens. Environ., 50, pp.161–170.

Mathias Kneubühler, Dr. sc.nat.  
Sandra Eckert, Dipl. Geogr.  
Remote Sensing Laboratories  
Universität Zürich  
Winterthurerstrasse 190  
CH-8057 Zürich  
kneub@geo.unizh.ch  
seckert@geo.unizh.ch

Wandeln Sie Ihr INTERLIS-Datenmodell in ein UML-Diagramm. Oder umgekehrt. Software herunterladen, testen.

## Ihr Datenmodell als Diagramm!



**EISENHUT INFORMATIK**

Rosenweg 14 • CH-3303 Jegenstorf • Tel 031 762 06 62 • Fax 031 762 06 64 • <http://www.eisenhutinformatik.ch>