



Kartierung und Monitoring von Baumressourcen außerhalb des Waldes in Zentralamerika

Tatjana Koukal ¹, Werner Schneider ²

¹ *Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien*

² *Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **89** (3–4), S. 153–157

2001

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Koukal_VGI_200117,  
  Title = {Kartierung und Monitoring von Baumressourcen au{\ss}erhalb des Waldes  
    in Zentralamerika},  
  Author = {Koukal, Tatjana and Schneider, Werner},  
  Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
    Geoinformation},  
  Pages = {153--157},  
  Number = {3--4},  
  Year = {2001},  
  Volume = {89}  
}
```





Kartierung und Monitoring von Baumressourcen außerhalb des Waldes in Zentralamerika

Tatjana Koukal und Werner Schneider, Wien

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden die Arbeiten des Instituts für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation der Universität für Bodenkultur Wien im Rahmen des INCO-DC-Projekts TROF (Tree Resources Outside Forest) vorgestellt. Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei einzelne Bäume und Baumgruppen, die nicht unter die Walddefinition fallen. Diese Baumressourcen haben besonders in den Tropen wichtige Funktionen, werden aber durch die klassischen Waldinventuren nicht erfasst. Eine kombinierte Auswertung von Satellitenbilddaten unterschiedlicher räumlicher und spektraler Auflösung ermöglicht die Kartierung dieser Baumressourcen in verschiedenen Maßstäben. Durch Einbindung von terrestrischen Aufnahmen und Luftbildinterpretationen können in einem mehrstufigen Verfahren auch Aussagen über spezielle Kenngrößen der Baumressourcen wie z.B. den Holzvorrat gewonnen werden.

Abstract

This paper presents the activities of the Institute of Surveying, Remote Sensing and Land Information of the University of Agricultural Sciences (Universität für Bodenkultur Vienna) within the framework of the INCO-DC-project TROF (Tree Resources Outside Forest). The project concentrates on single trees and small groups of trees which do not come under the definition of forest. These tree resources play an important role especially in the tropics, but they are not included in common forest inventories. They can be mapped on different scales using satellite images of different spatial and spectral resolution. Terrestrial surveys and aerial photo interpretation may be integrated in a multi-stage-process of assessing these tree resources. Thus attributes of this tree resources like tree biomass can be estimated in addition.

1. Motivation

Die Abnahme der Waldfläche schreitet gerade in den Tropen mit hoher Geschwindigkeit voran. Im Zuge der landwirtschaftlichen Nutzung früher bewaldeter Flächen, Brennholzgewinnung usw. bleiben häufig Reste der ursprünglichen Waldvegetation zurück. Diese Baumressourcen übernehmen zum Teil die herkömmlichen „Waldfunktionen“, wie in Tab. 1 zusammengestellt. In manchen Regionen kommen spezielle Funktionen von Bäumen und Baumgruppen hinzu, wie z.B. die Beschattung in Kaffeeplantagen oder Grundstücksabgrenzungen („lebende Zäune“).

Auch die Bedeutung als Kohlenstoff-Senke darf nicht unterschätzt werden: bezogen allein auf die Baumkomponente in Agroforstsystemen werden pro Hektar 3 bis 25t Kohlenstoff fixiert [1]. Verglichen mit der Kohlenstoff-Fixierung tropischer Wälder von 140 t pro Hektar [2] wird deutlich, dass auch Bäume außerhalb des Waldes einen wichtigen Beitrag leisten und daher bei großräumigen Modellierungen des Kohlenstoffkreislaufs berücksichtigt werden sollten.

Laut FAO [3] sank seit 1950 die bewaldete Fläche Zentralamerikas um zwei Drittel. Mit zunehmender Waldfragmentierung nimmt daher die re-

lative Bedeutung von Bäumen außerhalb des Waldes zu.

Funktion	Beispiele
ökologisch	Biodiversität, biologische Korridore, Erosionsverhütung, Kohlenstoffbindung
ökonomisch	Brennholz, Bauholz, Möbelholz, Agroforstwirtschaft, (Öko-) Tourismus
landeskulturell	Erholungsfunktion, Landschaftsästhetik, Bewirtschaftungstradition

Tab. 1: Baumfunktionen

In Hinblick auf diese Funktionen benötigt man verlässliche Informationen auf mehreren Ebenen – national, regional und lokal. Alle vorhandenen Informationssysteme legen allerdings eine Walddefinition zugrunde, und Bäume, die nicht zum Wald zählen, werden damit nicht erfasst. Es gibt viele unterschiedliche Walddefinitionen; sie alle bauen aber größtenteils auf denselben Kriterien auf und verwenden nur unterschiedliche Parameter. Häufig verwendete Kriterien sind Übershirmungsgrad, potentielle Baumhöhe, Flächenausdehnung und Breite.

Vor dem Hintergrund dieser Problematik sollte im vorliegenden Projekt eine Methode entwickelt werden, die über große Gebiete rationell Informationen über jene Baumressourcen zu gewinnen erlaubt, die den Kriterien der Walddefinition nicht genügen (Abb. 1).

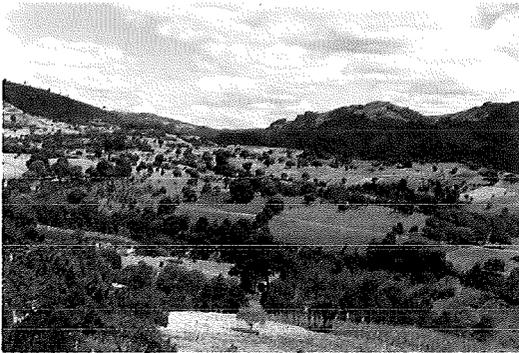


Abb.1: Typische TROF-Formationen in Guatemala

2. Ziele und Organisation des Projekts

Die Ziele des von der EU im 4. Rahmenprogramm finanzierten INCO-DC (International Cooperation Programme for Developing Countries) – Projekts „TROF – Tree Resources Outside Forest: Development of methods for assessment and monitoring of natural resources to support regional planning with study areas in Central America“ (No. ERBIC18CT980323; Laufzeit: 1998 – 2001) [4] lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Entwicklung eines Klassifikationssystems für TROF sowohl nach biophysikalischen Merkmalen als auch im Hinblick auf die wirtschaftlichen und sonstigen Funktionen
- Entwicklung bzw. Adaptierung von Methoden zur Identifizierung und Kartierung von TROF aus Luftbildern und Satellitenbildern
- Entwicklung eines Verfahrens zur Kombination der Resultate von Geländeaufnahmen, Luftbildinterpretation und Satellitenbildanalyse
- Entwicklung von Modellen zur Abschätzung der oberirdischen holzigen Biomasse von TROF (aus Geländeaufnahmen und Luftbildinterpretation)
- Entwicklung von Verfahren zur Integration und zur Analyse von Baumdaten in Informationssystemen über Naturressourcen

Das Projektkonsortium besteht aus 3 europäischen und 3 zentralamerikanischen Institutionen: FELIS (Projektleitung) – Universität Freiburg, Abteilung Fernerkundung und Landschaftsinformationssysteme (Deutschland); ITC – Internatio-

nal Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Forest Science Division (Niederlande); IVFL – Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (Österreich); CATIE (technischer Koordinator) – Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza (Costa Rica); IHCAFE – Instituto Hondureno de Cafe (Honduras); INAB Instituto Nacional de Bosques (Guatemala).

Das Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (IVFL) analysiert im Rahmen dieses Projekts das Potenzial von Satellitenbildern für die Erkennung von Bäumen außerhalb des Waldes.

Die Untersuchungsgebiete liegen in Costa Rica, Honduras und Guatemala (Abb. 2). Im Projekt steht die Methodenentwicklung im Vordergrund. Daher ist es nicht das Ziel, die Gesamtfläche dieser drei Länder zu bearbeiten.

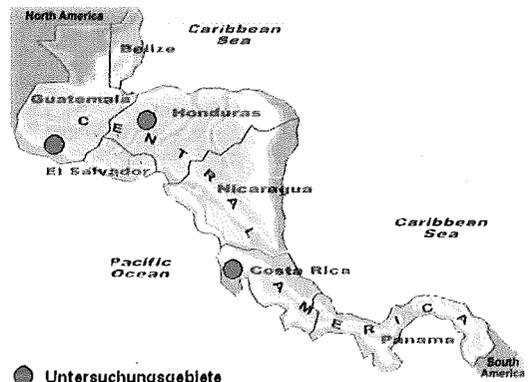


Abb. 2: Lage der Untersuchungsgebiete

3. Methodenkonzept

Zur Anwendung kommt ein mehrstufiges Verfahren, bei dem kosten- und arbeitsintensive Prozesse auf kleine Bereiche beschränkt werden. Je detaillierter die zu gewinnende Information, desto kleiner sind die Untersuchungseinheiten. Informationsquellen sind Landsat TM (multispektral), IRS bzw. IKONOS (räumlich hochauflösend), Luftbilder sowie Geländearbeit (Abb. 3). Im Laufe der Projektarbeit wurde allerdings der Luftbildteil zugunsten der räumlich hochauflösenden Satellitenbilder wesentlich reduziert, da sich herausgestellt hat, dass aktuelle Luftbilder in Zentralamerika teurer sind als beispielsweise IKONOS-Bilder. Die Ergebnisse einer Stufe werden jeweils für die Analysen auf der nächsten Stufe herangezogen (z.B. Geländearbeit zur Eichung der Luftbildinterpretation bzw. der IKONOS-Bildauswertung).

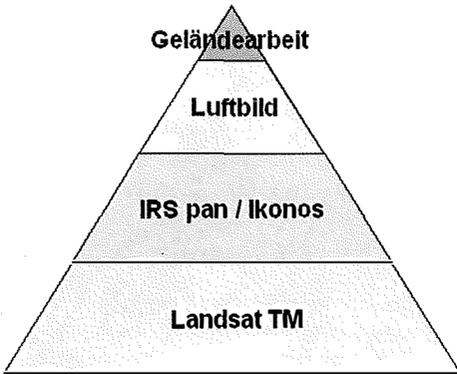


Abb. 3: Datenpyramide des mehrstufigen Verfahrens

4. Datenauswertung

Die Landsat-Bilder werden im Vorverarbeitungsschritt zunächst georeferenziert und radiometrisch korrigiert. Die radiometrische Korrektur dient dazu, radiometrisch-topografische Effekte, also etwa die unterschiedliche Ausleuchtung von Nord- und Südhängen, zu eliminieren [5, 6]. Ein Beispiel ist in Abb. 4 gezeigt: im Originalbild (links) fällt deutlich die Plastizität des Geländes infolge der Schatteneffekte auf. Nach der Korrektur (rechts) sind diese zum Großteil beseitigt. Ein Rest verbleibt, da das verwendete Gelände-modell nicht hinreichend fein ist.

Der wesentliche Teil der Landsat-Auswertung besteht in der Stratifizierung nach möglichst homogenen – und zwar vor allem im Hinblick auf das TROF-Vorkommen homogenen – Landbe-

deckungssegmenten. Zu diesem Zeck wird zunächst eine überwachte Klassifizierung durchgeführt, um Bereiche auszumaskieren, in denen definitionsgemäß keine TROF vorkommen. Das sind im wesentlichen die Kategorien Wald, Siedlungsgebiete und Gewässeroberflächen. Anschließend wird der verbleibende Bildinhalt nichtüberwacht klassifiziert (Abb. 5).

Die IRS- bzw. IKONOS-Bilder werden nach der Georeferenzierung segmentiert [5, 7]. Schließlich werden die Segmente klassifiziert, wobei zunächst eine Trennung von Baum- und Nichtbaumsegmenten nach einem adaptiven Grauwert-Kriterium erfolgt. Anschließend werden die Baumsegmente je nach Segmentfläche noch weiter in Wald- und TROF-Segmente unterteilt (Abb. 6). Segmentierung und Klassifizierung werden mit dem Softwarepaket eCognition durchgeführt, das eine objektorientierte Bildanalyse ermöglicht. Objekteigenschaften wie Textur, Form oder Relationen zu Nachbarobjekten können dadurch als zusätzliche Attribute in die Analyse eingehen.

Nun können die TROF-Segmente auf die Landbedeckungssegmente abgefüllt werden. Man erhält für jedes Landbedeckungssegment den Anteil an TROF-Segmenten. Betrachtet man jeweils die TROF-Anteile aller Landbedeckungssegmente einer Kategorie, so kann für diese Kategorie der mittlere TROF-Anteil berechnet werden. Ein Vergleich der mittleren TROF-Anteile der einzelnen Kategorien zeigt signifikante Unterschiede, so dass daraus ein Zusammenhang zwischen Landbedeckung und TROF-Anteil abgeleitet werden kann. Damit ist es möglich, über den von IRS abgedeckten Bereich hin-

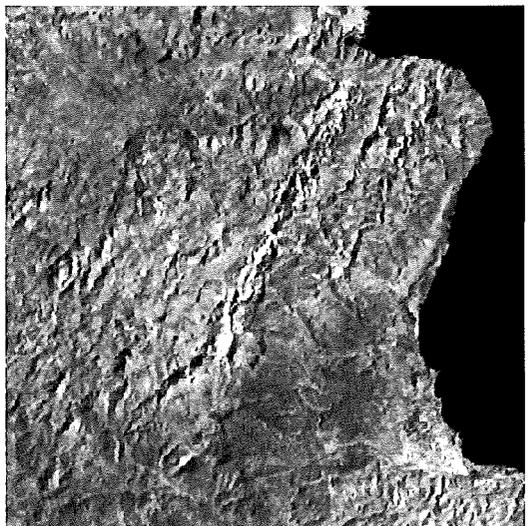
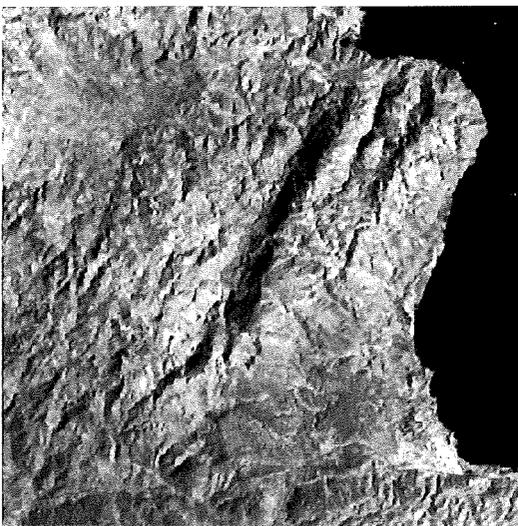


Abb. 4: Radiometrischen Korrektur (links: original, rechts: korrigiert)

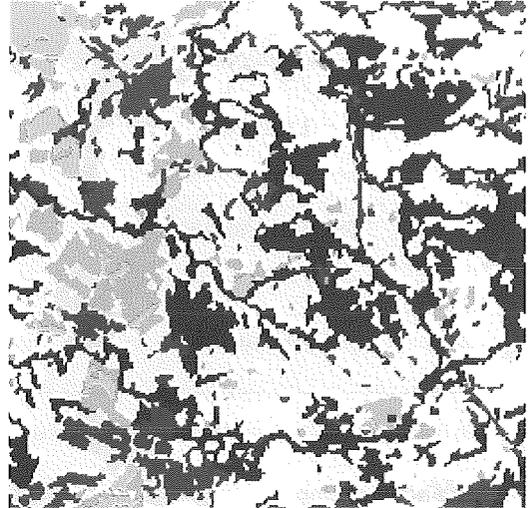
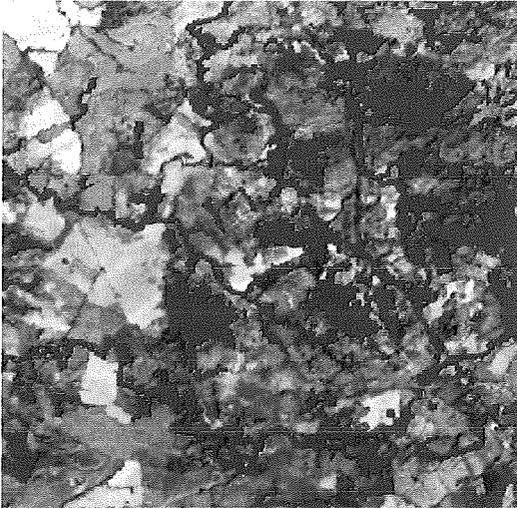


Abb.5: Landsat TM (links: Farbkomposit 4-3-2 mit Waldmaske, rechts: Landbedeckungsklassifizierung)

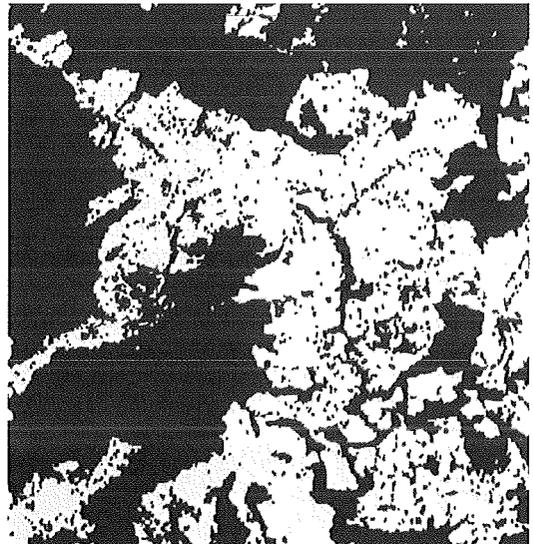
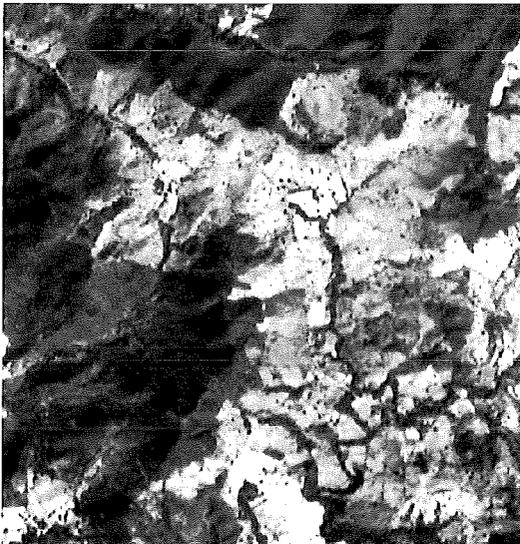


Abb. 6: IRS pan – original u. klassifiziert (grün: Wald, blau: TROF-Segment, gelb: sonstiges)

aus für die gesamte von Landsat abgedeckte Fläche eine TROF-Karte herzustellen, die die geschätzte TROF-Dichte wiedergibt.

Man kann im Prinzip auch weitere TROF-Attribute ermitteln und kartieren, wie etwa die mittlere TROF-Größe, den Anteil linienförmiger TROF-Segmente in Relation zu kompakteren,

usw. Über Regressionszusammenhänge mit der am Boden ermittelten Holzmasse ist es außerdem möglich, die Holzmasse über größere Gebiete abzuschätzen. Tab. 2 gibt an, welche Informationen auf den einzelnen räumlichen Ebenen in Abhängigkeit vom eingesetzten Bildmaterial gewonnen werden können.

Bildmaterial	Räumlicher Bezug	Ergebnis
IKONOS	Lokal	Kartierung jedes TROF-Elements (Einzelbaum oder Baumgruppe)
IRS	regional	Kartierung größerer TROF-Elemente
LANDSAT	national	Schätzwerte für die TROF-Dichte u. andere TROF-Parameter

Tab. 2: Ergebnisse.

5. Schlussfolgerungen

- Hochauflösende Satellitenbilder sind in Entwicklungsländern ein wichtiger Ersatz für Luftbilder.
- Die objektorientierte Bildanalyse (z.B. *eCognition*) eröffnet im Zusammenspiel mit objektorientierter Fusion neue Möglichkeiten der Bildanalyse.
- Interessante Anwendung der entwickelten Baumkartierungsmethoden werden auch in Naturschutzanwendungen, im Schutzwaldbereich und in der naturnahen Waldwirtschaft in Europa gesehen.

Referenzen

- [1] Kürsten E. and Burschel P(1993): CO₂-Mitigation by Agroforestry. *Water, Air and Soil Pollution* 70: 533–54.
- [2] Brown S. and Lugo A.E. (1984): Biomass of tropical forests: A new estimate based on forest volumes. *Science* 223: 1290–1293.
- [3] Gómez L. G., Godoy J.C., Herrera-MacBryde O. and Villalobos J.(Jul.2001): Regional Overview of Central America.

<http://www.nmnh.si.edu/botany/projects/cpd/ma/macentral.htm#vegetation>

- [4] (Jul.2001): The TROF project. URL: <http://www.forst.uni-freiburg.de/TROF/>
- [5] Steinwendner J., Schneider W. and Bartl R. (2001): Image Understanding Methods for Remote Sensing. In: Kropatsch W., Bischof G. (Hrsg.), *Digital Image Analysis, Selected Techniques and Applications*, 337-366. Springer, New York.
- [6] Steinwendner J. and Schneider W. (1999): Radiometric Self-Calibration of Remote Sensing Images for Generic-Knowledge-Based Analysis. *Robust Vision for Industrial Applications*. In: Vincze, M. (Ed), *Proceedings of the 23rd OAGM Workshop*, Steyr, Austria: 69–78.
- [7] Baatz M. and Schäpe A.(2000): Multiresolution Segmentation – and optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: J. Strobl, T. Blaschke, G. Griesebner (Ed), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII: Beiträge zum AGIT-Symposium*, Wichmann Verlag, Heidelberg, S. 12–23.

Anschrift der Autoren

DI. Tatjana Koukal, Univ.-Prof.Dr. Werner Schneider, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien;
E-mail: koukal@boku.ac.at, werner.schneider@boku.ac.at



Monitoring von Schutzwäldern mit Satelliten-Fernerkundung

Heinz Gallaun, Mathias Schardt, Klaus Granica, Graz und Günther Flaschberger, Klagenfurt

Zusammenfassung

Die Erfassung von Veränderungen in Schutzwäldern des Alpenraums ist mit herkömmlichen Methoden, wie z.B. terrestrischen Erhebungen oder multitemporalen Luftbildinterpretationen, sehr zeit- und damit kostenintensiv. Die beschriebenen Arbeiten zeigen daher Möglichkeiten auf, wesentliche Änderungen großflächig, durch den Einsatz multitemporaler Satellitenaufnahmen und historischer topographischer Karten, zu erheben.

Abstract

The mapping of changes in alpine protection forests with conventional methods such as terrestrial surveys or multitemporal aerial photo interpretations are very time and cost intensive. Therefore, methods for mapping and monitoring of significant changes for large area applications by means of satellite remote sensing imagery and historical topographic maps are presented in this respect.

1. Einleitung

Im Rahmen des vom BM:BWK finanzierten Forschungsprojektes „Fusion von Fernerkundungsdaten und GIS-Daten zur optimierten Informationsgewinnung in Landesinformationssystemen“ wurden in Zusammenarbeit mit der Abt. 10F – Landesforstdirektion des Amtes der Kärntner Landesregierung Methoden zur Beobachtung der langfristigen Entwicklung von Schutzwäldern entwickelt [1]. Die Untersuchungen wur-

den im Mölltal in Oberkärnten durchgeführt, das hinsichtlich der Schutzwaldproblematik typisch für den Alpenbereich ist, wodurch die entwickelten Methoden auch auf andere Gebiete im Alpenraum übertragen werden können. Für die Projektarbeiten konnte auf detaillierte Satellitenbildklassifikationen bezüglich aktueller Waldparameter aus dem von der EU finanzierten Forschungsprojekt SEMEFOR zurückgegriffen werden [2,3]. Basierend auf den Anforderungen der Landesforstdirektion des Amtes der Kärntner