Die approbierte Originalversion dieser Diplom-/Masterarbeit ist an der Hauptbibliothek der Technischen Universität Wien aufgestellt (http://www.ub.tuwien.ac.at).

The approved original version of this diploma or master thesis is available at the main library of the Vienna University of Technology (http://www.ub.tuwien.ac.at/englweb/).

Unterschrift des Betreuers

D I P L O M A R B E I T

Analyse des Vereinheitlichungspotenzials der Landnutzungsinformationssysteme der Provinz Bozen – Südtirol

ausgeführt am

Institut für Geoinformation und Kartografie

der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von

O. Univ. Prof. Dipl.–Ing. Dr. techn. Andrew U. Frank

Institut für Geoinformation und Kartografie

Lukas Tauber, 0827705

Maria Saalen 7, St. Lorenzen 39030, Italien

_____ Datum

_____ Unterschrift

Ich bedanke mich hiermit bei allen die mir
durch Gespräche, Taten, Informationen, Daten und Kritiken bei dieser Arbeit und bei meiner persönlichen Weiterbildung geholfen haben.

Beginnend danke ich **Dipl. Ing. Martin Zambaldi** der mir das Thema und die Zusammenarbeit mit der Provinz Bozen erst ermöglicht hat.

Besonders dankbar bin ich
Dr. David Colmano und **Dr. Elisabeth Lahn Gärtner**
für unsere sehr interessanten und informativen Treffen.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Mitarbeitern der Abteilung Landwirtschaft, im besonderen **Dr. Pichler Christian** für die gute Zusammenarbeit.

Ein Dank gilt auch **Prof. Dr. Andrew U. Frank** für die Betreuung und die informativen Anmerkungen die mir besonders in der persönlichen Weiterbildung weiterbrachten.

Eidesstattliche Erklärung

Lukas Tauber, Maria Saalen 7, St. Lorenzen 39030, Italien

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit, einschließlich Tabellen, Karten, Abbildungen, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

_____

Wien am

Abstract

Für die Landesverwaltung der autonomen Provinz Bozen - Südtirol ist eine genaue Kenntnis über die Nutzung des Bodens die Grundlage für verschiedenste Verwaltungsprozesse, wie Landadministration, Subventionierung. Einige Abteilungen verwenden für die Beantwortung von räumlichen Fragestellungen die Realnutzungskarte als Datengrundlage. Für spezielle Anwendungen, wie die Berechnung der Agrarförderungen, werden von der Abteilung Landwirtschaft eigene Erhebungen mit Angaben des Bewirtschafters durchgeführt. Die Realnutzungskarte wurde hingegen unabhängig von den Angaben der Bewirtschafter mit Methoden der Fernerkundung erstellt. Diese zwei unterschiedlichen Zugangsweisen sollten dieselben Datensätze besitzen, da beide die Landnutzung beschreiben. Die Datensätze unterscheiden sich jedoch neben den Informationen über die Landnutzung in ihrer Klassifizierung, Position und Qualität. Die Diplomarbeit zeigt auf wie weit diese Datensätze vereinheitlichbar sind und inwieweit die Qualität durch eine Verschmelzung der Datensätze verbessert werden kann.

Abstract (English)

This Master's thesis deals with the handling of land use data in the autonomous province "Bozen - Suedtirol". Different administration services use the landusemap as basis for calculation and statistic operations. For special services, such as agricultural subsidies by the EU, the department for agriculture uses other data collection. In principle the departments should have the same data, but the data differs by the information, type of collection, classes and position. The motivation of the Master's thesis is to find the similarities and to find out, how they can be merged together.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1

1.1 Ziel der Diplomarbeit 2

1.2 Überblick 2

2. Grundlegende Theorie 3

2.1 Mengenlehre 3

2.2 Verbandstheorie 5

2.3 Skalenniveaus 6

3. Definition von Landnutzung 7

3.1 Bodenbedeckung 7

3.2 Landnutzung 8

4. Landnutzungsdatensätze 9

4.1 Untersuchungsgebiet 9

4.2 Primärdaten 10

4.2.1 Orthofoto 10

4.2.2 Grundkataster in Südtirol 11

4.2.3 CORINE 12

4.3 Zu vereinheitlichende Datensätze 12

4.3.1 Realnutzungskarte 12

4.3.2 Land- und forstwirtschaftliches Informationssystem 16

5. Analyse des Vereinheitlichungspotenzials 21

5.1 Anforderungsprofil 21

5.2 Qualitätsanalyse 22

5.2.1 Vollständigkeit 22

5.2.2 Logische Konsistenz 25

5.2.3 Thematische Genauigkeit 25

5.2.4 Zeitliche Genauigkeit 26

5.2.5 Positionsgenauigkeit 26

5.2.6 Zusammenfassung der Analyse 27

5.3 Folgerung aus der Analyse 27

6. Zusammenführung der Datensätze 29

6.1 Datenformat 30

6.2 Bezugsystem und Maßstab 30

6.3 Geometrische Form 30

6.4 Festlegung des Klassifikationsschemas 31

6.4.1 Äquivalenzkatalog 31

6.4.2 Klassifizierungsschemas als Verbände 34
6.4.3 Zielsystem 36
6.5 Klassifizierung 36
6.6 Visualisierung des vereinigten Datensatzes 37
7. Ergebnisse und Validierung der Zusammenführung 39
7.1 Validierung der Qualitäten 39
7.2 Thematische Aussagekraft 40
8. Zusammenfassung 42
9. Ausblick und offene Punkte 43
Anhang 44
Datenbankmodell 44
Modalwertberechnung 45
Beschreibung der Klassen der neuen Realnutzungskarte 47
Verband mit neuem Klassifikationsschema 48
Datenbankabfragen 46
Literaturverzeichnis 51
Abbildungsverzeichnis 56
Tabellenverzeichnis 57

1. Einleitung

Als die Menschen sesshaft wurden, begannen sie Wälder und Wiesen urbar zu machen. Die gewonnen Flächen nutzten sie fürs Wohnen, für die Nahrungsmittelproduktion, als Transportweg oder für andere Zwecke. Bereits damals mussten die Menschen Entscheidungen treffen, welche Flächen für ihre Zwecke am geeignetsten waren. Da der Bedarf an Wohnfläche, Nahrung und verschiedensten Gütern seither kontinuierlich steigt, aber der Boden fast nicht vermehrbar[1] ist, gewinnt die Frage, wie die Flächen ideal genutzt werden können, immer mehr an Bedeutung.

Damit die Flächen produktiv, aber auch nachhaltig genutzt werden, lenkt die Verwaltung der autonomen Provinz Bozen – Südtirol mithilfe von Gesetzen und Förderungen die Nutzungen der Landesflächen durch die lokalen Bewirtschafter. Um gezielte Maßnahmen treffen zu können, sind genaue Kenntnisse über die derzeitige Nutzung der Landesflächen notwendig. In der Landesverwaltung wurde daher für verschiedene spezielle Fragestellungen unabhängige Datensätze über die Nutzung der Landesflächen zusammengetragen. So wurde für die Abteilung Land- und Forstwirtschaft die Landnutzung erhoben, um nachhaltige Landwirtschaft zu kontrollieren und zu fördern. Für statistische Aussagen und als kartografische Grundlage wurde in der Abteilung Kartografie hingegen eine Realnutzungskarte erstellt.

Da verschiedene unabhängige Datensätze erhoben wurden, kann es zu Widersprüchen der Daten kommen. So besteht die Möglichkeit, dass in der Realnutzungskarte auf einem Grundstück eine Wiese eingetragen ist, während im land- und forstwirtschaftlichen Informationssystem ein Weinberg eingetragen wurde.

[1] Boden ist zum Teil vermehrbar durch Verlandungen von Wattmeeren z.B. in den Niederlanden

Die doppelten Datensätze und die logische Inkonsistenz führen zu einem erheblichen Mehraufwand für die Landesverwaltung und den betroffenen Bewirtschafter. Daher existiert die Bestrebung der Landesverwaltung, die Landnutzungsdatensätze zu vereinheitlichen.

1.1 Ziel der Diplomarbeit

Ziel der Diplomarbeit ist es zu analysieren, inwieweit die Datensätze der Realnutzungskarte und des land- und forstwirtschaftlichen Informationssystems (LAFIS) vereinheitlichbar sind. Aufbauend auf den Resultaten der Analyse sollen die Datensätze, so weit als sinnvoll, vereinheitlicht werden.

1.2 Überblick

Die Arbeit kann grob in vier Abschnitte gegliedert werden, nämlich die verwendete Theorie, die Datensätze, die Analyse und die Vereinheitlichung.

Erster Abschnitt (Theorie)

Der erste Abschnitt beginnt mit einer kurzen Einführung in die verwendete Theorie der Mengenlehre, Verbandstheorie und der Skalenniveaus. Anschließend werden zudem Fachbegriffe wie Landnutzung und Bodenbedeckung geklärt.

Zweiter Abschnitt (Daten)

Im zweiten Abschnitt wird das Untersuchungsgebiet, die verschiedenen Landnutzungssysteme und die zu vereinheitlichten Datensätze vorgestellt. Bei den Systemen wird spezifisch auf die Qualitätsanforderungen sowie auf die Erhebung der Daten eingegangen.

Dritter Abschnitt (Analyse)

Aufbauend auf die Qualitätsanforderungen beider Systeme werden die Anforderungen an einen vereinheitlichten Datensatz definiert und die Qualität der bestehenden Datensätze laut ISO 19113 bewertet. Die Analyse zeigt die Qualitäten im Hinblick auf eine Vereinheitlichung der Datensätze auf und ermöglicht eine Aussage, inwieweit eine Vereinheitlichung möglich und sinnvoll ist.

Vierter Abschnitt (Umsetzung)

Um das Vereinheitlichungspotenzial auszuschöpfen, wird in diesem Abschnitt, so weit wie möglich, ein vereinheitlichter und „verbesserter“ Datensatz erstellt. Abschließend werden die Ergebnisse kritisch betrachtet und diskutiert.

2. Grundlegende Theorie

Damit Elemente, Klassen und deren Zusammenhänge theoretisch beschrieben und verarbeitet werden können, bedarf es einer Einführung in die Mengenlehre. Dabei wird in den folgenden Kapiteln speziell auf die Verbandstheorie eingegangen, da diese sich mit partiell geordneten Mengen, wie sie bei Landnutzungsklassifikation auftreten, beschäftigt. Anschließend werden noch die Messskalen besprochen, da diese die Algebra definieren, welche wiederum die Elemente und deren erlaubte Operationen für die Messwerte definiert.

2.1 Mengenlehre

Mengen sind eine Abstraktion aus einer Sammlung von Elementen, welche in der realen Welt überall auftreten (Frank, 2006). Eine solche Abstraktion einer Ansammlung sind zum Beispiel Äpfel in einer Schüssel oder Schafe innerhalb eines Zaunes (Abbildung 1).

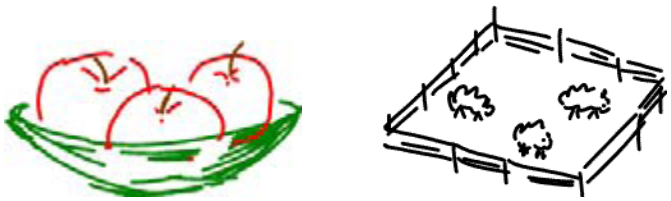
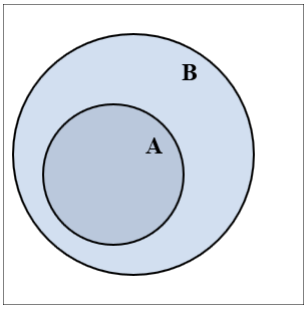


Abbildung 1: Äpfel und Schafe als Ansammlung von Elementen (Frank, 2006).

Ein Element kann in einer Menge nur einmal auftreten. Jedoch kann ein Element in mehreren Mengen enthalten sein (Frank, 2006). Dadurch bestehen Beziehungen zwischen den Mengen, welche als Venn-Diagramme folgend dargestellt sind:

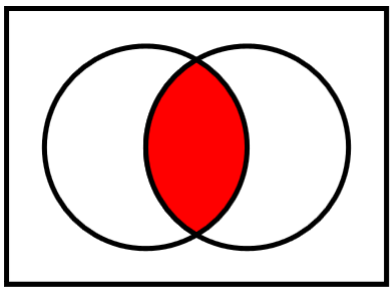
- *Teilmenge*



Eine Menge A ist eine Teilmenge von einer Menge B, wenn jedes Element von A auch Element von B ist.

$$A \subseteq B :\Leftrightarrow \forall x(x \in A \rightarrow x \in B)$$

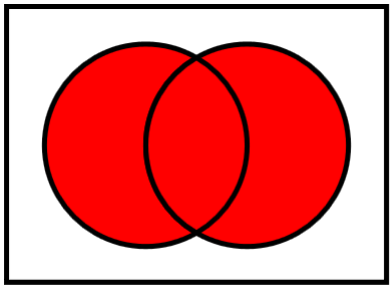
- *Durchschnitt (Schnittmenge)*



Bei einer nichtleeren Menge U von Mengen ist die Durchschnittsmenge (auch Schnittmenge) von U die Menge der Elemente, die in jeder Elementmenge von U enthalten ist.

$$\cap U := \{x \mid \forall\, a \in U : x \in a\}$$

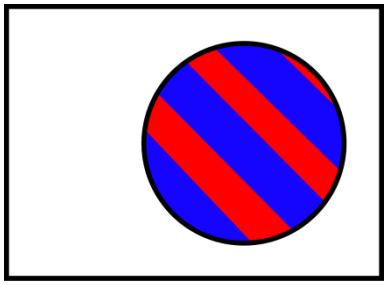
- *Vereinigungsmenge*



Die Vereinigung ist der zur Schnittmenge duale Begriff. Die Vereinigungsmenge von U ist die Menge der Elemente, die in mindestens einer Elementmenge von U enthalten sind.

$$\cup U := \{x \mid \exists\, a \in U : x \in a\}$$

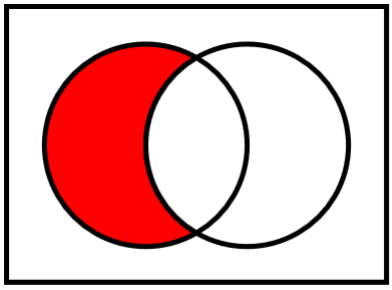
- *Gleichheit von Mengen*



Zwei Mengen heißen gleich, wenn sie dieselben Elemente enthalten.

$$A = B :\Leftrightarrow \forall x\ (x \in A \leftrightarrow x \in B)$$

- *Differenz*



Die Differenzmenge (auch Restmenge) von A und B ist die Menge der Elemente, die in A, aber nicht in B enthalten ist.

$$A \setminus B := \{x \mid (x \in A) \wedge (x \notin B)\}$$

2.2 Verbandstheorie

Die Verbandstheorie beschäftigt sich mit Verbänden (Gruppen, Klassen) und deren Beziehungen und Operatoren. Ein Verband ist eine Menge mit einer partiellen Ordnung (Grätzer, 1971). Ein Verband (V,∪,∩) ist eine nichtleere Menge V mit zwei inneren binären Verknüpfungen ∪ (Vereinigung, engl. join), und ∩ (Durchschnitt, engl. meet) (Frank, 2006). Die Verbände besitzen folgende Eigenschaften (Frank, 2006):

Assoziativ:

$$u \cup (v \cup w) = (u \cup v) \cup w \text{, und}$$

$$u \cap (v \cap w) = (u \cap v) \cap w \text{;}$$

Kommutativ:

$$u \cup v = v \cup u \text{, und}$$

$$u \cap v = v \cap u \text{;}$$

Absorptionsgesetze:

$$u \cup (u \cap v) = u \text{, und}$$

$$u \cap (u \cup v) = u \text{;}$$

Aus diesen Bedingungen folgt die Idempotenz beider Verknüpfungen:

$$u \cup u = u \text{, und}$$

$$u \cap u = u.$$

Verbände besitzen zwei begrenzende Elemente, genannt Supremum (engl.: Top $\top$) und Infimum (engl.: Bottom $\bot$) einer Menge (Frank, 2006). Diese Elemente werden auch als I und O oder als Universum und Vakuum bezeichnet.

2.3 Skalenniveaus

Skalenniveaus von Messwerten bestimmen, welche mathematischen und statistischen Operationen mit den Werten möglich sind und wie die Werte beschränkt sind (Frank, 2006). Dabei werden üblicherweise vier Skalenniveaus unterschieden (Stevens 1946):

Skala	Beschreibung	Erlaubte Operationen	Beispiel
Nominal	Die Nominalskala ist das niedrigste Skalenniveau und erlaubt lediglich ein Unterscheiden auf Gleichheit.	= , ≠	Blutgruppe
Ordinal	Die Ordinalskala besitzt eine Rangordnung. Über die genauen Abstände der Klassen ist keine Aussage möglich.	= , ≠ , < , >	Schulnoten
Intervall	Die Reihenfolge der Merkmalswerte ist festgelegt und die Größe des Abstandes zwischen zwei Werten lässt sich sachlich begründen.	= , ≠ , < , >, + , - ,	Datum
Ratio	Die Ratioskala ist das höchste Skalenniveau. Sie besitzt einen Nullpunkt.	= , ≠ , < , >, + , - , *, ÷	Alter

3. Definition von Landnutzung

Bevor auf die untersuchten Systeme und Analysen eingegangen wird, werden Begriffe wie Bodenbedeckung und Landnutzung erklärt und ihre Differenzen sowie Wechselbeziehung aufgezeigt.

3.1 Bodenbedeckung

„Bodenbedeckung ist die Gesamtheit aller auf den festen Oberflächenformen (geologische Oberfläche) befindlichen Gegenstände." (Lueger, 1905)

Aufgrund der Vielfalt von existierenden Gegenständen auf der Welt gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Klassifizierungsschemas für Bodenbedeckungen. Das Klassifizierungsschema hängt dabei einerseits vom Maßstab ab, aber vor allem vom Ziel der Erhebung (Meinel G., 2001). Um Bodenbedeckung grob zu klassifizieren, gibt Lueger eine Möglichkeit der Unterteilung in vier Klassen vor (Lueger, 1905):

Art:	**Beispiel:**
Tote Bedeckung	Sand, Gletscher
Lebende Bedeckung durch natürliches Wachstum	Steppe, Wald
Künstlicher Anbau	Getreideäcker, Obstbauanlagen
Tote Bedeckung durch künstlichen Anbau	Straße, Gebäude

Die Bodenbedeckung besitzt die Eigenschaft, ohne Hilfsmittel ersichtlich zu sein. Daher ist es möglich mit Hilfe der Fernerkundung die Bodenbedeckung zu erheben (Meinel G., 2001). Wie im folgenden Kapitel aufgezeigt wird, trifft dies auf die Landnutzung großteils nicht zu.

3.2 Landnutzung

Eine umfassende Definition für den Begriff „Landnutzung“ gibt die FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations[2]) wieder. Diese besagt, dass unter dem Begriff Folgendes zu verstehen ist:

„Die Modalitäten, Aktivitäten und Einflüsse der Menschen, die in einer bestimmten Art eine Bodenbedeckung ändern, warten oder für die Produktion verwenden.“ (R. Watson, 2000)

Zwischen Landnutzung und Bodenbedeckung besteht eine wechselseitige (n:m) Beziehung (Meinel G., 2001). So kann zum Beispiel die Bodenbedeckung „Wasser“ den Nutzungsklassen „Fischzucht“, „Transportweg“ oder „Erholungszone“ entsprechen. Ein Gebiet mit der Nutzungsart wie „Erholungszone“ kann hingegen von „Wiese“, „Wasser“ und „Wald“ bedeckt sein. Landnutzungen sind nur indirekt oder gar nicht aus Luftaufnahmen ableitbar (Meinel G., 2001).

Landnutzung wird grob in folgende vier Klassen unterteilt (Mücher, et al., 1993):

- Ungenützt: Es findet keine Interaktion des Menschen mit dem Ökosystem statt und das Land erzielt keinen biophysikalischen Output für den Menschen.
- Produktion von Biomasse: Beinhaltet alle Nutzungen, bei welchem Land selbst benutzt wird, um Biomasse in irgendeiner Form herzustellen.
- Nicht biologische Extraktion: Bergbau oder Ausgrabungen für den Abbau von Mineralien oder fossilen Energieträgern.
- Support: Infrastrukturen, Weiterverarbeitung , usw.;

Bei den vom Menschen ungenützten Landnutzungsklassen wird meist die Bezeichnung der Bodenbedeckungen verwendet. Viele Klassifizierungsschemas verwenden Bodenbedeckung zudem als Grundlage für die Interpretation einer Landnutzung (Comber A., 2004). Beim österreichischen Landnutzungsprojekt LISA wird die Bodenbedeckung als übergeordneter Klassifizierungslevel verwendet (GeoVille, 2010). Ähnlich wird die Klassifizierung auch in der Pilotstudie der EURAC Research in Bozen von 2007 gehandhabt (EURAC Research, 2008). Landnutzungsklassen sind so definiert, dass sie eine Nutzung des Bodens über ein Jahr beschreiben.

[2] Engl.: Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation

4. Landnutzungsdatensätze

Bei den zu vereinheitlichten Datensätzen handelt es sich um die Realnutzungskarte der Provinz Bozen – Südtirol und den Datensatz des land- und forstwirtschaftlichen Informationssystems (LAFIS). Da beide Datensätze die Landnutzung im Gebiet der Provinz Bozen beschreiben, wird die Provinz Bozen kurz vorgestellt und auf deren natürliche und wirtschaftlichen Charakteristiken eingegangen. Für die Erhebung der zu vereinheitlichten Datensätze wurden Orthofotos und teils der Grundkataster der Provinz verwendet. Daher werden diese anschließend kurz vorgestellt.

4.1 Untersuchungsgebiet

Bei dem Untersuchungsgebiet handelt es sich um die Landesfläche der autonomen Provinz Bozen-Südtirol. Die Gesamtfläche der Provinz beträgt 7.400,43 km² (Speziani, 2010). Laut dem Landesstatistikinstitut sind 503.434 Menschen in Südtirol ansässig.[3] Davon leben ca. 200.000 in den städtischen Gebieten (Gobbi, et al., 2010).

Die nördlichen Gebiete sind von Viehwirtschaft geprägt. In den niederen Talböden im östlichen und südlichen Bereich der Provinz werden vorwiegend Weintrauben und Obst angebaut. Bis zu 64% des Landesgebietes liegt zwischen 1.000 und 2.000 m über dem Meeresspiegel. In dieser Höhenlage sind Wiesen und Weiden vorwiegend die einzig möglichen Kulturen (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2005). Kartoffeln und Getreide werden bis zu 1300m, Obst bis auf 950 und Wein bis auf 800 m über dem Meeresspiegel angebaut (Delueg, 2011). Durch den gebirgigen Charakter bestehen naturgemäß deutliche Unterschiede zu Nord- und Südhängen (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2005).

[3] Stand vom Jahre 2010

In der Abbildung 2 ist eine Übersichtskarte der Provinz Südtirol mit Einfärbung aus der CORINE Bodenbedeckungskarte und den 8 Städten ersichtlich.

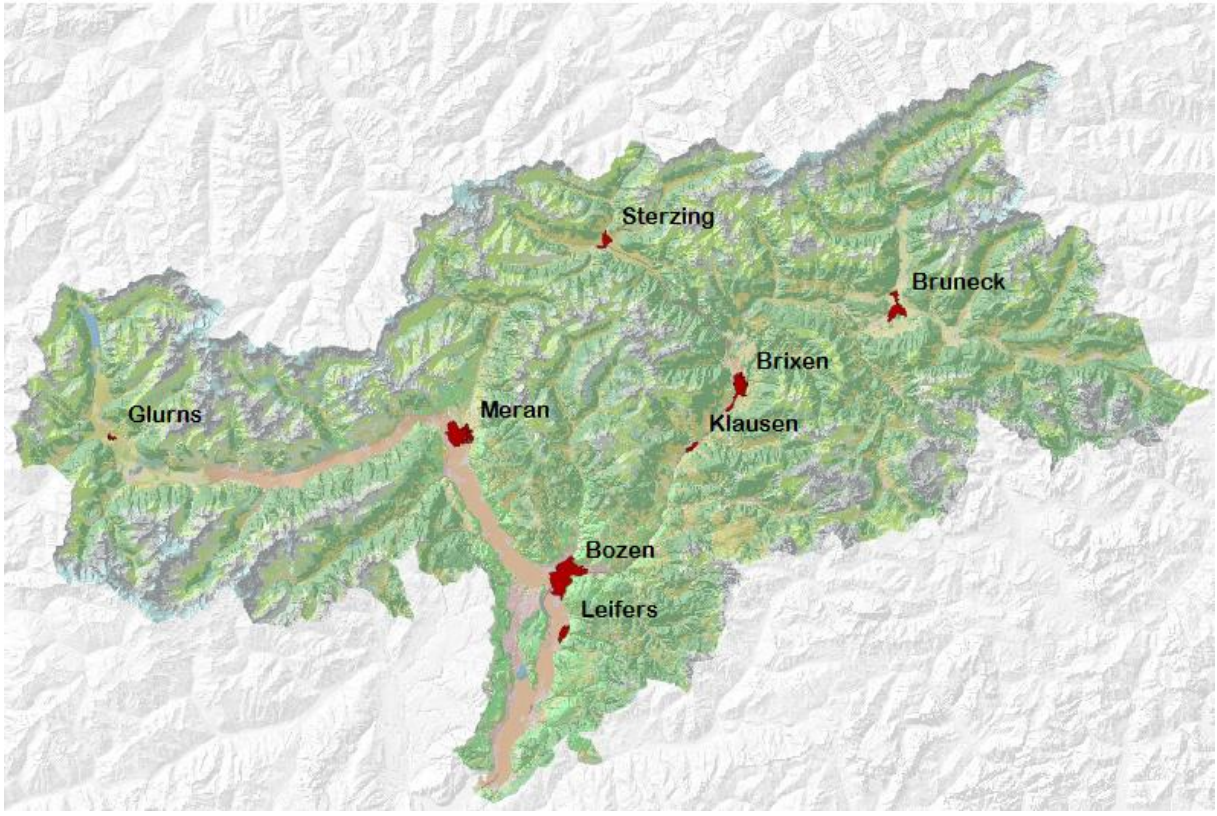


Abbildung 2: CORINE Übersichtskarte von Südtirol (Quelle: CORINE, Autonome Provinz Bozen - Südtirol, Amt für raumbezogene und statistische Informatik)

4.2 Primärdaten

Als Primärdaten oder Datengrundlage werden Datensätze bezeichnet, die für die Erstellung von weiteren sekundären Datensätzen verwendet wurden. Für die Erhebungen der Datensätze des LAFIS wurden Orthofotos, Katastergrenzen, und CORINE Daten als Primärdaten verwendet.

4.2.1 Orthofoto

Ein Orthofoto ist eine verzerrungsfreie und maßstabsgetreue Abbildung der Erdoberfläche. Die ersten verfügbaren Orthofotos der Provinz Bozen basieren auf Bildmaterial aus den Jahren 1982 bis 1985 (Zanvettor, et al., 2006). Hochauflösende Luftbilder mit panchromatischer Auflösung wurden später im Zeitraum von 1992- 1997 aufgenommen. Das erste Orthofoto in Farbe wurde im Jahre 1999 fertiggestellt (Abteilung Raumentwicklung, 2010). Die Abweichungen in der planimetrischen Lagedarstellung von punktförmigen Details liegen nicht über 4 m und besitzen eine Auflösung von einem Meter pro Pixel (Zanvettor, et al., 2006). Die ersten Digitalisierungen im LAFIS erfolgten auf dieser Grundlage. Im Sommer 2006 wurde das erste komplett digitale Orthofoto mit einer Auflösung von 0,5m² pro Pixel mit einer

Lagegenauigkeit von 2 m aufgenommen (Abteilung Raumentwicklung, 2010). Das derzeit[4] aktuellste Orthofoto wurde im Jahr 2008 aufgenommen.

Neben den landesweiten Orthofotos existieren von dicht besiedelten Gebieten, wie Bozen und Eppan, Orthofotos in einer höheren Auflösung. Auch ökologisch interessante Gebiete sind in einer höheren Auflösung verfügbar, wie z.B. die botanischen Gärten von Schloss Trauttmansdorff in der Abbildung 3. Diese variieren mit der Auflösung von 0,2 bis 0,3 m² pro Pixel.

Abbildung 3: Schloss Trauttmansdorff mit botanischem Garten (Quelle: Orthofoto Trauttmansdorff, Autonome Provinz Bozen - Südtirol, Amt für raumbezogene und statistische Informatik)

4.2.2 Grundkataster in Südtirol

Der Grundkataster in Südtirol ist ein Verzeichnis aller Liegenschaften des Staatsgebietes und stellt die mengen-, wertmäßige und grafische Darstellung der Liegenschaften, primär für die Besteuerung, dar (Malfér, et al., 2004).

Die Höhe der Besteuerung der Grundstücke ist mit der Zeit zurückgegangen und beträgt von ehemaligen 21% des gesamten Steueraufkommens im Jahre 1861 nur noch 1% (Malfér, et al., 2004). Der italienische Kataster wurde nach der Einigung Italiens aus 24 bestehenden Katastern gebildet. In der Provinz Südtirol und in den anderen Gebieten des ehemaligen österreichischen Staatsgebietes wurde der bestehende österreichische Grundsteuerkataster übernommen und als „catasto fondiario“ (Grundkataster) bezeichnet. Im restlichen

[4] Stand vom 10.08.2011

Staatsgebiet gilt der 1886 eingeführte „catasto terreni“ (Landkataster). Mit dem D.P.R (Decreto del presidente della Repubblica[5]) vom 22. Jänner 1985, Nr. 37/A wurde die Erstellung des geometrisch-digitalen Katasters in Auftrag gegeben (Abteilung Grundbuch, Grund- und Gebäudekataster, 2010).

Der geometrische Kataster wird für die verschiedentesten Zwecke als Datengrundlage verwendet. Bei der Digitalisierung wurden die Papierpläne eingescannt und zu einem digitalen Datensatz verarbeitet. Da keine Entzerrung oder neue Positionierung durch Passpunkte durchgeführt wurde, ist die digitale Katastermappe in einigen Gebieten teils verschoben und verzerrt. Laut Stand vom Februar 2011 sind daher 234 von 246 Katastralgemeinden in Südtirol noch neu zu positionieren (Abteilung Grundbuch, Grund- und Gebäudekataster, 2011).

4.2.3 CORINE

Das CORINE[6] Land Cover Projekt verfolgt das Ziel der Bereitstellung von einheitlichen Bodenbedeckungsinformationen in Europa für die Überwachung der Umwelt und deren Veränderungen (Umweltbundesamt, 2010). Das Projekt startete 1985 und wertete 32 Staaten im europäischen Raum anhand digitaler Satellitenbilder aus (Umweltbundesamt, 2010).

Es werden die in regelmäßigen Abständen erhobenen Datensätze der Südtiroler Landesverwaltung zur Verfügung gestellt. Der Kartenmaßstab der Datensätze beträgt 1:100.000 und die kleinste Kartierungseinheit besitzt eine Größe von 25 ha (Bossard, et al., 2000). Aufgrund der niederen Auflösung sind die CORINE Daten für die administrativen Fragestellungen der Verwaltung der autonomen Provinz Bozen meist nicht ausreichend. Die Handhabung der Daten sowie das Klassifizierungsschema sind jedoch richtungsweisend für eine einheitliche und vergleichbare europäische Bodenbedeckung und Landnutzungserfassung (Keil, et al., 2010) (Umweltbundesamt, 2010).

4.3 Zu vereinheitlichende Datensätze

Bei den zu vereinheitlichenden Datensätzen handelt es sich um die Realnutzungskarte und den Datensatz des land- und forstwirtschaftlichen Informationssystems. Diese werden folgend vorgestellt und ihre Verwendungszwecke und Klassifikationsschemas im Detail beschrieben.

4.3.1 Realnutzungskarte

In den folgenden Abschnitten wird getrennt auf die bestehende Realnutzungskarte und auf eine Pilotstudie von 2007 eingegangen. Die Pilotstudie die von EURAC Research in Bozen durchgeführt wurde gibt Auskunft über die aktuellsten Erkenntnisse über die Landnutzung

[5] Decreto del presidente della Repubblica, ital.: Dekret des Präsidenten der Republik

[6] Coordination of Information on the Environment, engl.: Koordinierte Informationen über die europäische Umwelt

der Landesfläche und über einen aktuellen Entwicklungsweg für eine flächendeckende Nutzungskarte der Provinz Bozen - Südtirol.

Die bestehende Realnutzungskarte gibt die vorherrschende Landnutzung eines Gebietes wieder (Abteilung Raumordnung, 2001). Der Wortteil *real* bedeutet in diesem Zusammenhang, dass versucht wurde, die tatsächliche Landnutzung zu erheben und administrative Grenzen oder bestehende Nutzungsinformationen, wie z.B. die eingetragene Nutzungsart im Grundbuch, nicht zu berücksichtigen.

Die Erhebung einer Realnutzungskarte wurde 1996 mit dem Forstgesetz (Landesgesetz 21.10.96 Nr.21) von der Landesregierung beschlossen. Ziel war es eine flächendeckende Informationsschicht bereit zu stellen, die für die Amtsbereiche Raumordnung, Landesplanung, Umwelt, Forstbehörde und öffentliche Arbeiten von Nutzen sind. Die Karte dient dabei als Grundlage, auf der fachspezifische Bearbeitungen und Auswertungen erfolgen. (Abteilung Raumordnung, 2001)

Die Realnutzungskarte wird auch als wald- und weidewirtschaftliche Realnutzungskarte bezeichnet, da detaillierte wald- und weidewirtschaftliche Klassen definiert sind (Abteilung Raumordnung, 2001). Dies ist von Bedeutung, um den Unterschied zu üblichen Landnutzungsdaten aufzuzeigen. Das Klassifikationsschema der wald- und weidewirtschaftlichen Realnutzungskarte beinhaltet für künstliche Flächen weit weniger Klassen im Vergleich zur internationalen standardisierten Industrie-Klassifikation aller ökonomischen Aktivitäten (ISIC). In dieser belegen die wald- und weidewirtschaftlichen Klassen zwei von 99 Unterklassen (UN, 2011). Im Klassifikationsschema der Realnutzungskarte beschäftigen sich 25 von 50 Klassen mit land- und forstwirtschaftlichen Themen (Abteilung Raumordnung, 2001).

4.3.1.1 Datenqualität

Die Realnutzungskarte wurde im Jahre 2000 fertig gestellt und basiert auf Luftbildinterpretationen aus Daten von 1991 bis 1999. Der Interpretationsmaßstab der Realnutzungskarte ist 1:10.000 und liegt flächendeckend für das gesamte Landesgebiet vor (Abteilung Raumentwicklung, 2011). Für das Klassifikationsschema wurde das CORINE Land Cover Klassifikationsschema als Vorbild verwendet, da dieses als Standard für die kartografische Erfassung von Bodenbedeckung in der EU verwendet wird. Die Genauigkeit der Digitalisierung liegt beim Kartenmaßstab 1:10.000 bei 0,2 mm, was zwei Meter in der Natur entspricht. Die kleinste mögliche kartografierbare Fläche beträgt 1600 m².

4.3.1.2 Pilotstudie

Die Pilotstudie, mit vollem Namen „Die Aktualisierung der Realnutzungskarte für Südtirol mit Hilfe von Satellitendaten“, wurde im EURAC Research am Institut für angewandte Fernerkundung in Bozen durchgeführt (EURAC Research, 2008). Die Pilotstudie dient als Vorarbeit einer möglichen Kartierung des gesamten Landesgebiets der Provinz Bozen. Für die

Studie wurden daher 7 charakteristische Gebiete in einer Größe von 70 bis 420 km² ausgewählt, die alle typischen Naturräume der autonomen Provinz Bozen abdecken. Eines dieser charakteristischen Gebiete ist der Ausschnitt in Abbildung 4 in der Umgebung von Eppan und Bozen.

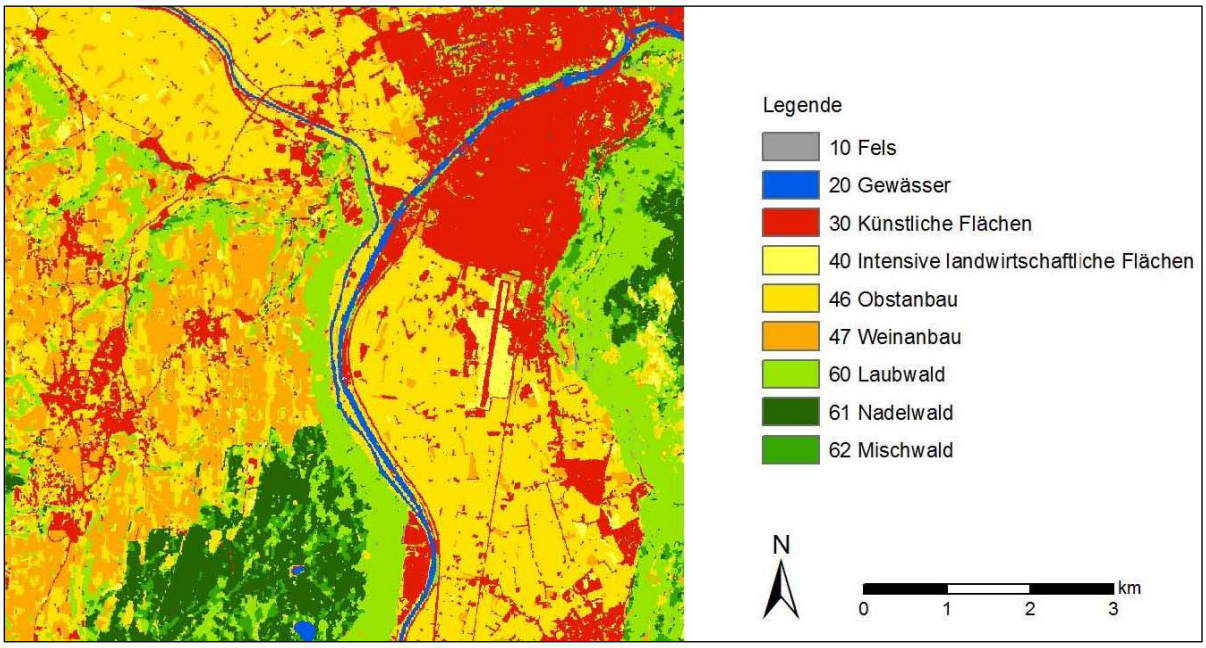


Abbildung 4: Pilotstudie Raum Bozen- Eppan (Quelle: EURAC Research, Pilotstudie)

Insgesamt wurde eine Fläche von einem Siebtel der gesamten Landesfläche abgedeckt. Als Ausgangsdaten wurden hochauflösende Aufnahmen von SPOT 5, mit einer Auflösung von 10 m und einem Infrarotkanal herangezogen. Die Daten wurden im September 2006 aufgenommen. Für das Testgebiet in der Nähe von Bozen wurden Quickbird Aufnahmen mit einer Auflösung von 0,6 m im panchromatischen Bereich und 2,4 m in den restlichen Spektren benutzt (EURAC Research, 2008). Es sollte die Klassifikation von Wein- und Obstbau durch die hochauflösenden Quickbird Daten ermöglicht werden (EURAC Research, 2008).

Die Lagegenauigkeit beträgt bei der Studie 10 m und die Klassifizierungsgenauigkeit bei 90 %. Die kleinste kartierte Einheit beträgt wie bei der Realnutzungskarte 1600 m² (EURAC Research, 2008).

4.3.1.3 Klassifikationsschema

Bei der Realnutzungskarte wurden wald- und weidewirtschaftliche Aspekte detailliert erhoben, was sich im Klassifikationsschema widerspiegelt. Die Klassen der Pilotstudie wurden so konzeptioniert, dass eine Transformation in die Klassen der Realnutzungskarte möglich ist. In der Tabelle 1 ist ein Überblick und Vergleich der Klassen dargestellt. Da Siedlungs- und Verkehrsflächen ausgenommen wurden, existiert bei der Studie nur eine Klasse für künstliche Flächen. Die Pilotstudie wurde in intensiverer Zusammenarbeit mit der Forstwirtschaft umgesetzt. Dadurch gibt es im Gegensatz zur Realnutzungskarte wesentlich mehr Klassen im forstwirtschaftlichen Bereich.

Tabelle 1: Landnutzungsklassen der Realnutzungskarte und der Pilotstudie (EURAC Research, 2008)

Realnutzungskarte	Pilotstudie Level 1	L1	L2	Pilotstudie Level 2
Fels	Vegetationslose Flächen	1	10	Fels / Vegetationsloses Lockermaterial
Vegetationsloses Lockermaterial				
Gletscher			12	Gletscher
Feuchtflächen	Feuchtflächen und Gewässer	2	21	Feuchtflächen
Fließgewässer			20	Gewässer
Schmale Bäche und Kanäle				
Stehendes Gewässer				
18 Klassen für künstliche Flächen	Künstliche Flächen	3	30	Künstliche Flächen
Ackerland	Landwirtschaftlich genutzte Flächen	4	40	Intensiv genutztes Grünland
				Ackerland
Dauerkulturen			47	Weinbaufläche
			46	Obst- und Beerenobstbestände
Sonstige landw. Flächen				
Grasland			50	Extensive Wiesen
			51	Naturnahes Grasland
bestocktes Grasland				
Grasland			53	Zwergstrauchgesellschaft
Wald	Waldflächen und Gehölze	6	60	Laubwald
			61	Nadelwald
			62	Mischwald
			53	Zwergstrauchgesellschaft
Hecken und Flurgehölze			65	Latschen
Krummgehölze			64	Grünerlen
			66	Steppenvegetation

4.3.2 Land- und forstwirtschaftliches Informationssystem

Das land- und forstwirtschaftliche Informationssystem (LAFIS) ist ein für die Berechnung von Erschwernispunkten von landwirtschaftlichen Betrieben spezialisiertes Geoinformations-System. Während die Realnutzungskarte allein die Nutzung der Landesoberfläche beschreibt, beschreibt LAFIS mehr verschiedene Themen. Es umfasst zum Beispiel die zulässigen Großvieheinheiten je Betrieb, die getätigten Pachtverträge und andere für die Landwirtschaft relevante Informationen.

Den Anlass für die Entwicklung eines land- und forstwirtschaftlichen Informationssystems gab der landwirtschaftliche Entwicklungsplan (LEP) der Periode 2007-2013 (Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2005). Der Zweck des Entwicklungsplans ist folgender (Abteilung Landwirtschaft, Abteilung Forstwirtschaft, 2007):

„Die Wettbewerbsfähigkeit der Sektoren Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, die Umweltbedingungen und die sozioökonomischen Rahmenbedingungen und die Effizienz und Wirksamkeit der örtlichen Organisationsdienste in den ländlichen Gebieten der Autonomen Provinz Bozen zu verbessern."

Die Diplomarbeit beschränkt sich vorwiegend auf den zu vereinheitlichenden räumlichen Datensatz der Landnutzungsinformationen. Um jedoch ein Verständnis für das System zu schaffen, warum das folgende Klassifizierungsschema existiert und welche Qualitäten die Klassifizierungen besitzen, wird kurz der allgemeine Verwendungszweck des LAFIS vorgestellt.

4.3.2.1 Verwendungszweck

Für die Umsetzung des Entwicklungsplanes wurden zwei Maßnahmen definiert, die ein Geografisches Informationssystem benötigen. Diese sind die Maßnahme Nr. 211 "Ausgleichszulagen für naturbedingte Nachteile zugunsten von Landwirten in Berggebieten" und die Maßnahme Nr. 214 "Zahlung für Agrarumweltprämien".

Als wertende naturbedingte Nachteile sind im Entwicklungsplan folgende Kriterien eines Betriebes definiert:

- Neigung der Grünlandflächen
- Die Meereshöhe der Grünlandflächen
- Zufahrt zum Betrieb
- Teilstücke (Zerstückelung der Betriebsflächen)
- Entfernung des Hauptwirtschaftsgebäude zur nächsten Ortschaft

Für die Berechnung der Neigung und Meereshöhe der Betriebe, sowie die Zufahrt und Entfernung des Wirtschaftsgebäudes werden ein digitales Höhenmodell und ein Verkehrsnetz

als Datensatz verwendet. Der Datensatz mit den Landnutzungen wird allein für die Bestimmung der Position und Form der Grünflächen, für die Berechnung der Neigung und Teilstücke verwendet.

Die Landnutzungsattribute sind für die Förderungen für die Landschaftspflege notwendig. Diese Förderungen unterstützen die Sicherung der biologischen Vielfalt ökologisch wertvoller Lebensräume und den Erhalt des traditionellen Landschaftsbildes. Dafür ist es notwendig, Landschaftstypen wie Magerwiesen, artenreichen Bergwiesen, Streuwiesen, bestockte Wiesen und Weiden, Moore, Auwälder, Hecken und Ufersäume zu erfassen und zu verwalten (Abteilung Landwirtschaft, Abteilung Forstwirtschaft, 2007).

4.3.2.2 Datenqualität

Die Qualitäten und das Anforderungsprofil an die LAFIS Datensätze lassen sich indirekt aus den Förderungen und dem Arbeitsablauf ableiten. Die Zeitgenauigkeit beträgt ein Jahr, da die Förderungen jährlich angesucht und ausgezahlt werden. Die Aktualität beträgt auch ein Jahr, da der Bewirtschafter verpflichtet ist, Landnutzungsänderungen jährlich mitzuteilen. Die thematische Genauigkeit erfolgt in der Eigenverantwortung des Bewirtschafters. Bei Kontrollen der Angaben des Bewirtschafters wird eine thematische Abweichung von maximal 5% toleriert. Da die Förderungen meist pro ha berechnet werden, ist eine Punktgenauigkeit im Meterbereich ausreichend.

4.3.2.3 Klassifikationsschema

Das Klassifikationsschema im LAFIS ist aus den Subventionen abgeleitet. Es werden im Schema allein die landwirtschaftlichen Klassen unterschieden, welche für die Maßnahmen 211 und 214 relevant sind. Wenn Landnutzungsklassen verfahrenstechnisch gleich behandelt werden, so dass Subvention und deren Berechnung ident sind, so werden diese zusammengefasst. Das führt dazu, dass z.B. Streuobstwiesen und Magerwiesen in die gleiche Kategorie „Wiese Sonderfläche“ fallen (Baumgartner, et al., 2011).

Im Klassifikationsschema tritt das Attribut Tara[7] auf. Tara bedeutet, dass in einem Gebiet Bestockung oder Versteinerung auftritt und die reine Nutzungsfläche um einen bestimmten Prozentsatz verringert ist. (Baumgartner, et al., 2011) Diese Eigenschaft wird bei den im Umlauf befindlichen Landnutzungsklassifizierungen wie ISIC und CORINE nicht berücksichtigt. In der Tabelle 2 sind die verwendeten Klassen aufgelistet. Die Wiesen werden in Kategorie 1 und Kategorie 2 unterteilt. Kategorie 1 bezeichnet eine Wiese, welche maschinell bearbeitbar ist. Kategorie 2 beschreibt Gebiete, die sich nur zur Handmahd eignen.

[7] BRUTTO – NETTO = TARA; Abzugsfläche die nicht genutzt wird;

Tabelle 2: Landnutzungsklassen des LAFIS (Baumgartner, et al., 2011)

Oberkulturart	Unterkulturart
Weinbau	
Obstbau	Olive
	Birne
	Schalenobst (Nuss)
	mehrjährige Kulturen (Himbeere, usw.)
	anderes Obst (Apfel, Pflaume, Kirschen, usw.)
Pflanzenzuchtfläche	
Gewächshaus	
Ackerbau	
Ackerfutterbau	
Wiese	Halbschürig
	Dauerwiese
Wiese (Tara 20%)	Halbschürig
	Dauerwiese
Wiese Sonderfläche	Kategorie I
	Kategorie II
Wiese Sonderfläche (Tara 20%)	Kategorie I
	Kategorie II
Wiese Sonderfläche (Tara 50%)	Kategorie I
	Kategorie II
Heimweide	
Heimweide (Tara 20%)	
Alpe (ohne Tara)	
Alpe (bestockt 20%)	
Alpe (bestockt 50%)	
Alpe (versteint 20%)	
Alpe (versteint 50%)	
Kastanienhain	
Hecken	
Wald	
Weitere Flächen	
Gewässer	
Infrastrukturen	

4.3.2.4 Arbeitsablauf im LAFIS

In diesem Abschnitt wird ein typischer Arbeitsablauf beschrieben, um die Erhebung der Daten und deren Qualitäten nachzuvollziehen.

Sobald ein landwirtschaftlicher Betriebsleiter mit der öffentlichen Verwaltung in Kontakt tritt, wird sein Betrieb ins Landesverzeichnis der landwirtschaftlichen Betriebe aufgenommen. Mittels Auszug aus dem Grundbuch und gültigem Rechtstitel werden dem Bewirtschafter Parzellen im LAFIS zugewiesen. Die zugewiesenen Parzellen aus dem geometrischen Kataster werden im Anzeigefenster des LAFIS dargestellt. Mit Hilfe der aktuellsten Orthofotos als Grundlage, werden anschließend die Kulturgrenzen ermittelt und die Kulturarten eingetragen.

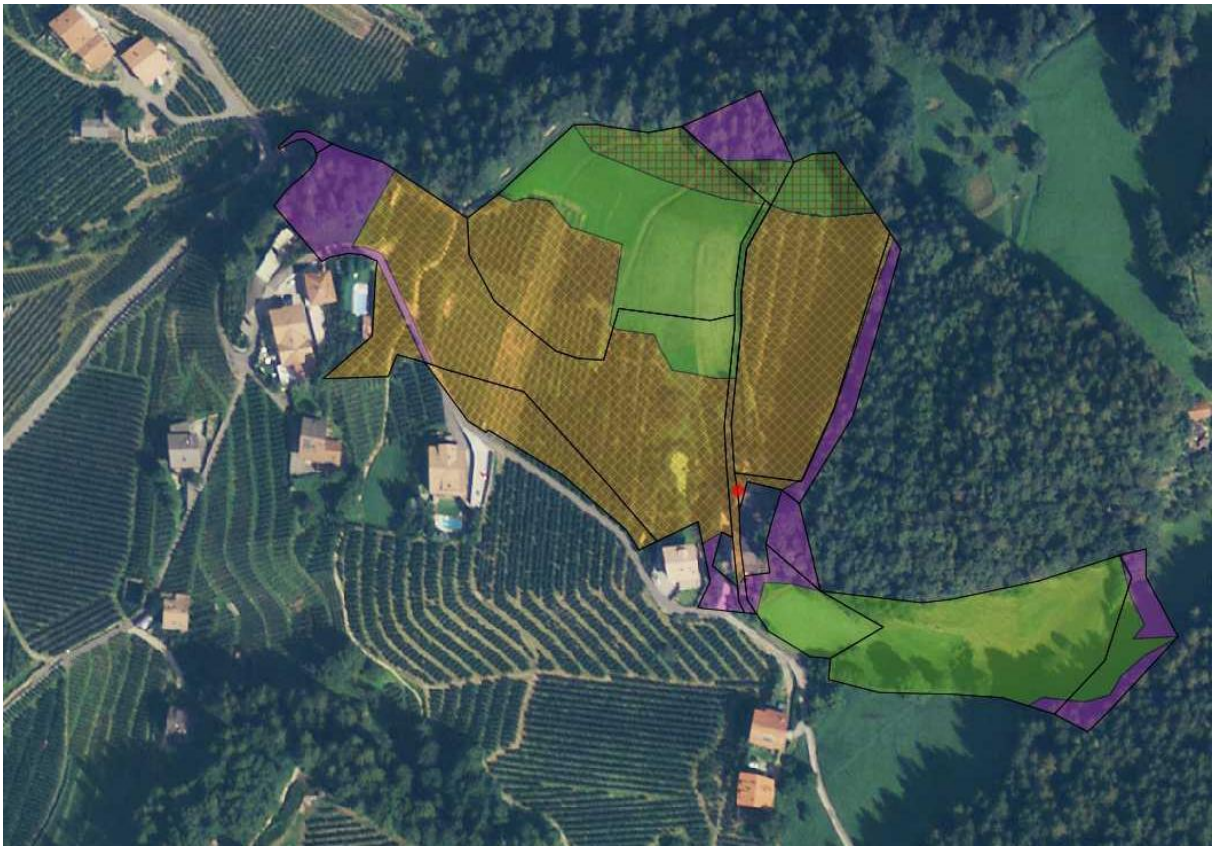


Abbildung 5: Auszug eines Betriebes im LAFIS (Quelle: Abteilung Landwirtschaft, LAFIS)

Jedes Grundstück wird einzeln betrachtet und mit dem Bewirtschafter besprochen. So kann sofort abgeklärt werden, um welche Kulturart es sich handelt. Ein so klassifizierter Betrieb ist in Abbildung 5 ersichtlich. Die bewirtschafteten Gebiete rund um den Betrieb sind in ihre Nutzungsarten eingefärbt. Der rote Punkt markiert den Sitz bzw. Futterhaus (Stall) des Betriebes. Die gelben Gebiete beschreiben Obstbau, die grünen Flächen eine Wiese und die violetten Gebiete sind undefinierte Gebiete. Die violetten Gebiete wurden nicht definiert, da es sich um Wege, Wald und Böschungen handelt, die für die Subventionen keine Relevanz besitzen.

Die ermittelten bewirtschafteten Nettoflächen werden im so bezeichneten Flächenbogen des Bewirtschafters aufgelistet. Mit dem Unterzeichnen des Flächenbogens ist dieser gültig und

kann für weitere Zwecke, wie Erschwernispunktberechnung oder Ansuchen, für Beiträge verwendet werden. Wenn nun eine Flächenumwidmung oder Kulturänderung erfolgt, ist der Bewirtschafter verpflichtet, dies zu melden. (Baumgartner, et al., 2011)

Lafis arbeitet mit den jeweils aktuellsten Orthofotos (Abteilung Informationstechnik, 2011). Flächen die vor der Herausgabe des Orthofotos von 2006 klassifiziert wurden, hatten als Kartierungsgrundlage das Orthofoto von 1999. Falls es keine Anfrage für Veränderungen dieser Flächen gab, wurden diese so belassen. Nur bei auffälligen Unterschieden zur aktuellen Digitalisierungsgrundlage wurden diese von Amts wegen aktualisiert (Baumgartner, et al., 2011). Zudem kann angenommen werden, dass die ermittelten Daten zeitlich nicht mit der Digitalisierungsgrundlage zusammenstimmen müssen, da der Bewirtschafter direkt Auskunft über seine Tätigkeit auf dem Grundstück gibt. Das bedeutet, wenn z.B. eine brachliegende Wiese am Orthofoto von 2008 zu erkennen ist, aber der Bewirtschafter erklärt, 2010 eine neue Obstanlage angelegt zu haben, wird diese auch als Obstanlage eingetragen (Baumgartner, et al., 2011) .

Der Datensatz des LAFIS enthält allein die Flächen eines Antragstellers. Wenn ein Bewirtschafter nicht interessiert war oder keine Berechtigung besitzt ein Grundstück zu bewirtschaften, wird das Grundstück auch nicht eingetragen und klassifiziert.

5. Analyse des Vereinheitlichungspotenzials

Der Verwendungszweck eines Systems bestimmt die Qualitätsanforderungen an die verwendeten Daten (ISO, 2002). Wie aus den Beschreibungen der Systeme in den vorherigen Kapiteln hervorgeht, haben die Realnutzungskarte und LAFIS unterschiedliche Verwendungszwecke und dadurch unterschiedliche Qualitätsanforderungen an die Daten.

Da ein vereinheitlichter Datensatz von beiden Systemen verwendet werden soll, müssen alle Qualitätsanforderungen der beiden Systeme berücksichtigt werden. Aus diesem Grund werden die Anforderungen beider Systeme im folgenden Abschnitt zu einem Anforderungskatalog zusammengefasst. Anschließend werden die Datensätze anhand der Qualitätsparameter der ISO 19113 bewertet.

Anhand der Analyse der Qualitäten der Daten kann gefolgert werden, inwieweit eine Vereinheitlichung der Datensätze möglich ist.

5.1 Anforderungsprofil

Die Anforderungen an die Daten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Als gemeinsame Schranke wird die höchste geforderte Qualität der beiden Systeme bezeichnet.

Qualitätsparameter (ISO 19113)	LAFIS	Realnutzungskarte	Gemeinsame Schranke
Positionsgenauigkeit	Meterbereich	Meterbereich	Meterbereich
Vollständigkeit (räumlich)	Flächen im Landesverzeichnis der landwirtschaftlichen Unternehmen (68%)	Südtirol	Südtirol

Vollständigkeit (Attribute)	Vollständig	Vollständig	Vollständig
Logische Konsistenz	Logisch konsistent	Logisch konsistent	Logisch konsistent
Thematische Genauigkeit	Nicht angegeben	Nicht angegeben	Nicht angegeben
Zeitgenauigkeit	Tag	Monat	Tag
Aktualität	Innerhalb eines Jahres	Nicht angegeben	Innerhalb eines Jahres

5.2 Qualitätsanalyse

Die Kenntnis über die Qualität der Daten gilt als Vorrausetzung für eine Weiterverarbeitung der Daten (ISO, 2002).

In den folgenden Kapiteln werden die im Standard ISO 19113 definierten Parameter für die Bestimmung der Qualität der Geodaten im Detail analysiert. Dabei wird einzeln auf die Vollständigkeit, logische Konsistenz, Positionsgenauigkeit, zeitliche Genauigkeit und thematische Genauigkeit eingegangen.

5.2.1 Vollständigkeit

Diese Vollständigkeit behandelt die Präsenz oder das Fehlen von Objekten, ihrer Attribute und Beziehungen (ISO, 2002).

Im Forstgesetz – LG 21.10.96 Nr. 21 ist festgehalten, dass die Realnutzungskarte als eine landesweite flächendeckende Informationsschicht vorliegen muss (Abteilung Raumentwicklung, 2011). Die Karte wurde daher als ein lückenloser einschichtiger Layer erstellt. Um dies zu kontrollieren, wurde die Realnutzungskarte mit der Provinzfläche der topografischen Datenbank überlagert. Die topografische Datenbank beschreibt die derzeit offizielle Provinzfläche. Für die Berechnung der Differenz wurde folgende Formel verwendet:

A = Realnutzungskarte; B = topografische Karte;

$$Diff = \big(A \cap NOT(B)\big) \cup \big(B \cap NOT(A)\big)$$

Die Differenz (grau) ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Realnutzungskarte besitzt keine Lücken, doch die Abgrenzung zur derzeit offiziellen Landesgrenze weicht ab. Dadurch beträgt die Differenz der Realnutzungskarte zur Landesfläche 0,3% (22,2 km²). Ein Grund für die Differenz ist, dass unterschiedliche Generalisierungen bei der Landesgrenze getätigt wurden.

Abbildung 6: Differenz der Realnutzungskarte mit der Landesfläche

Mit SQL Abfragen in PostgreSQL wurde die Vollständigkeit der Fachdaten bzw. der Attribute überprüft. Die Abfragen bestätigen, dass im Datensatz keine leeren Zellen vorhanden sind. Eine solche Abfrage ist folgend angeführt:

SELECT count(*) FROM reaka WHERE objectid ISNULL [8]

Der Datensatz des LAFIS enthält die Flächen des Landesverzeichnisses der landwirtschaftlichen Unternehmen. Die Abdeckung von Lafis Daten ist in der Abbildung 7 abgebildet.

Abbildung 7: Differenz der LAFIS Flächen mit der Landesfläche

[8] Für vollständiges SQL Script siehe Anhang

Die weißen Flächen sind die klassifizierten Gebiete und die grauen Flächen die räumlichen Lücken. Aus dieser Ansicht ist zu erkennen, dass Stadtgebiete wie Bozen im zentralen Süden und Bergketten am Rande der Provinz in LAFIS ausgenommen sind.

Aber auch in landwirtschaftlich geschlossenen Zonen, wie in der Talsohle des Etschtals, tritt ein Mosaikmuster auf. Im größeren Maßstab betrachtet, ist in der Abbildung 8 ersichtlich, dass einzelne Betriebe und Flächen nicht im Landessystem der landwirtschaftlichen Betriebe erfasst sind. Die gesamte Fläche des LAFIS Datensatz beträgt 68% (5.053 km²) der Landesfläche.

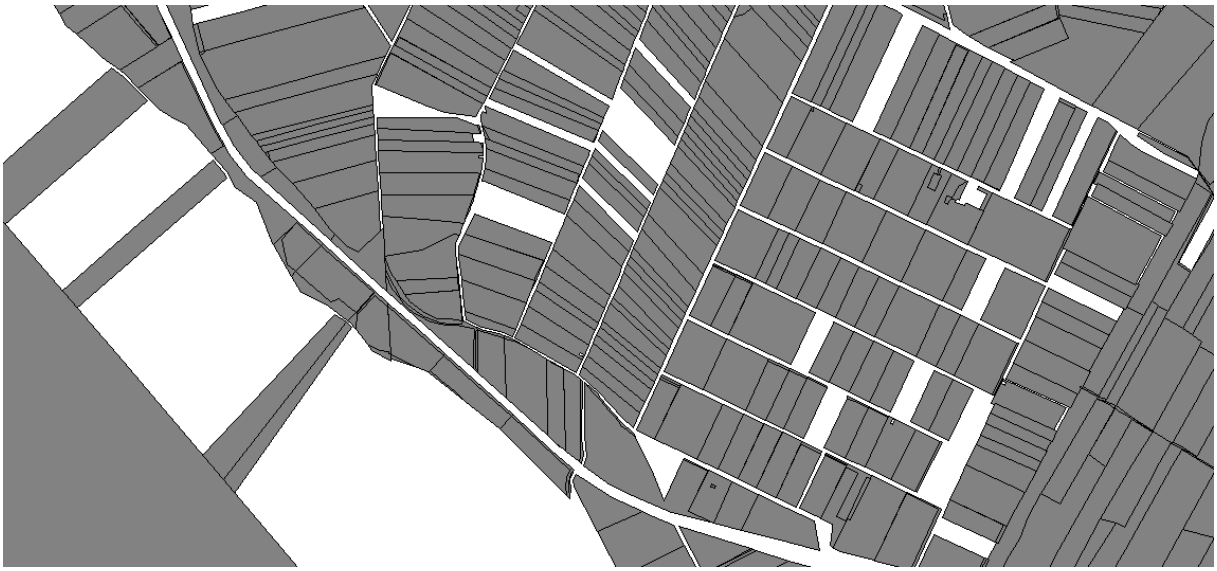


Abbildung 8: Detailansicht der Parzellen in LAFIS

Bei den Attributen wurden wie bei der Realnutzungskarte SQL Abfragen erstellt.[9] In der Tabelle 3 sind die fehlenden Attribute aufgelistet. Insgesamt sind 345.932 Objekte bzw. Zeilen in der LAFIS Datentabelle vorhanden.

Tabelle 3: Leere Zellen im LAFIS Datensatz

Attribut	Anzahl der leeren Zellen
fid (Flächen- Identifikationsnummer)	0
kult_kgem_ (Nummer der Katastralgemeinde)	0
kult_bet_i (Nummer des Betriebes)	6.327 (1,8%)
kult_ticol (Landnutzungsklasse)	99.497 (28%)
verschiedene (Restlichen Attribute)	0

Bei dem Fremdschlüssel des Betriebes (kult_bet_i) treten leere Zellen auf, da die Grundstücke keinem Bewirtschafter bzw. Betrieb zugeordnet sind. Dies kommt vor, wenn der

[9] Siehe Anhang

Bewirtschafter ein Grundstück, für das er Förderungen angesucht hat, nicht mehr bewirtschaftet. Die Grundstücke werden dabei nicht aus der Datenbank entfernt, sondern nur die Verlinkung zum Betrieb. Die Landnutzungsklasse ist bei 28% der Daten unvollständig. Bei den Leerstellen handelt es sich um nicht klassifiziertes Gebiet, wie z.B. Böschungen. Klassen wie Gewässer, Wald und Infrastrukturen sind zwar im Klassifizierungsschema vorhanden, doch werden diese auch oft vernachlässigt und nicht klassifiziert, da sie bezüglich Förderung keinen direkten Nutzen für den Bewirtschafter bringen.

5.2.2 Logische Konsistenz

Die logische Konsistenz beschreibt die Widerspruchsfreiheit einer Aussage (Wirtschaftslexikon, 2010). Bei räumlichen Datensätzen wären dies z.B. Gebiete, die doppelt auftreten oder Unstimmigkeiten bei eingetragenen Attributen. Durch Einschränkungen und Kontrollen bei der Eintragung von Daten kann ein Datenbank-Managementsystem die logische Konsistenz überprüfen. Auch durch SQL-Abfragen kann die logische Konsistenz von einem Datenbankmanagementsystem oder durch eine GIS Software überprüft werden.

Die logische Konsistenz wird beim LAFIS durch ein Datenbank-Managementsystem überprüft und bei jeder Änderung oder Neueintrag kontrolliert. Die Realnutzungskarte wurde einmalig vor der Veröffentlichung auf logische Konsistenz überprüft und freigegeben. Daher werden beide Datensätze als logisch konsistent angenommen.

5.2.3 Thematische Genauigkeit

Unter thematischer Genauigkeit versteht man die Korrektheit der Zuordnung von Objekten zu Objektklassen und Richtigkeit der Beziehungen (ISO, 2002). Unter anderem auch die Richtigkeit der nichtquantitativen Attribute und die Genauigkeit der quantitativen Attribute (ISO, 2002). Quantitative Attribute sind z.B. der Eigentümer des Grundstückes. Unter quantitativen Attributen sind Eigenschaften wie die angegebene Flächengröße zu verstehen.

Die Überprüfung der thematischen Genauigkeit bezüglich der Landnutzung erfolgt über einen visuellen Vergleich und mit einer automatischen Prüfung durch Plausibilitätstests (Reinhardt, 2006). Bei der Erstellung der Pilotstudie wurde so zum Beispiel ein Landnutzungsmodell erstellt, das die Plausibilität von Klassen anhand Parameter Höhe, Hangneigung sowie Exposition berechnet (EURAC Research, 2008).

Für die Bestimmung der thematischen Genauigkeit der Realnutzungskarte und LAFIS wurden stichprobenartige Vergleiche durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Gebiete im Maßstab 1:1000 auf dem Orthofoto von 2008 überlagert und kontrolliert. Auch wurden einzelne Lokalaugenscheine durchgeführt. Für die Klasse „Wein“ wurden GPS Vermessungen vom Amt für Obst- und Weinbau verwendet.

Bei dem Vergleich der untersuchten Daten mit den Kontrollobjekten wurden keine groben Mängel festgestellt. Einzelne gefundene Abweichungen vom Orthofoto oder dem

Lokalaugenschein wurden nicht als Erhebungsfehler definiert, da die Objekte zum Erhebungszeitpunkt, erkennbar auf älteren Orthofotos, einer anderen Klasse entsprachen und eine Kulturänderung stattgefunden hat.

5.2.4 Zeitliche Genauigkeit

Unter der zeitlichen Genauigkeit versteht man die Genauigkeit der Zeitangaben und der zeitlichen Beziehung zwischen Objekten (Reinhardt, 2006).

Die untersuchten Eigenschaften sind dabei die Genauigkeit der Zeitmessung, die Konsistenz der Chronologie und die Gültigkeit von Zeitangaben. Die Landnutzungen sind so definiert, dass sie eine Nutzung des Bodens über ein Jahr beschreiben. Daher reicht für die definierte Fragestellung der Detaillierungsgrad von einem Monat oder sogar einem Jahr aus.

Da die Agrarsubventionen jährlich ausgegeben werden und die LAFIS Daten den aktuellen Situationen entsprechen sollten, wird die Aktualität als zusätzliches Qualitätskriterium eingeführt.

Die Realnutzungskarte wurde 2001 flächendeckend fertig gestellt und basiert auf Luftbildern aus den Jahren 1991 bis 1999 (Abteilung Raumordnung, 2001). Als zeitlicher Parameter wird der Tag der Überfliegung der Daten angegeben. Die zeitliche Genauigkeit beträgt damit einen Tag. Da es sich um einen statischen Datensatz handelt, der nicht aktualisiert wird, verliert er durchgehend an Aktualität. Die ersten erhoben Daten besitzen bereits ein Alter von 22 Jahren.

Das Erhebungsdatum der LAFIS Datensätze beginnt bei 2006 und setzt sich bis heute fort. Da die Daten jährlich kontrolliert und nur bei Änderungen neu erhoben werden, repräsentieren auch die Daten aus dem Jahre 2006 die aktuelle Situation. Beim Eintrag wird als zeitliche Größe ein Tag verwendet.

5.2.5 Positionsgenauigkeit

Die Positionsgenauigkeit beschreibt die Lagegenauigkeit der Grenzpunkte der Kulturflächen.

Bei der Realnutzungskarte wird eine Lagegenauigkeit von zwei Metern bei der Digitalisierung angegeben (Abteilung Raumentwicklung, 2011). Nicht klar dabei ist, ob die Ungenauigkeit der Digitalisierungsgrundlage mitberücksichtigt wurde oder dieser Wert allein den Digitalisierungsvorgang selbst beschreibt. Die Positionsgenauigkeit ist auch im LAFIS nicht klar definiert. Die Abteilung Landwirtschaft besitzt keine Indikatoren für die Positionsgenauigkeit der Daten. Um eine exakte Positionsgenauigkeit zu bestimmen, würden Referenzmessungen benötigt. Die Aufnahme von Referenzpunkten und die Bestimmung der Positionsgenauigkeit der Daten wurden vernachlässigt, da die Diplomarbeit den Schwerpunkt auf thematische Genauigkeit legt.

Eine Eigenschaft, die auch ohne Referenzpunkte festgestellt werden konnte, ist, dass die Positionsgenauigkeit im LAFIS nicht homogen ist. Denn in Gebieten wo ein neu positionierter

Kataster zur Verfügung steht, konnten die vermessenen Grenzen (Abweichung im cm-Bereich) verwendet werden. In Bereichen, wo starke Abweichungen zum Orthofoto vorherrschen, wurde für die Erhebung allein das Orthofoto (Abweichungen im m-Bereich) verwendet.

5.2.6 Zusammenfassung der Analyse

Bezogen auf den zusammengefassten Anforderungskatalog bieten die Daten unterschiedliche Qualitäten. In der Tabelle 4 sind die Qualitätsmerkmale zusammengefasst. Wenn nur ein Teil der Daten den Anforderungen entspricht, wurde ein „Teilweise“ gesetzt.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Qualitätsanalyse

Parameter	LAFIS	Realnutzungskarte
Zeitliche Eigenschaft	Ausreichend	Ausreichend
Aktualität	Ausreichend	Veraltet (1991-1999)
Logische Konsistenz	Ausreichend	Ausreichend
Vollständigkeit	fehlt	Ausreichend
Thematische Genauigkeit	Teilweise gegeben	Teilweise gegeben
Positionsgenauigkeit	Ausreichend	Ausreichend
Anderes	Nicht homogen	

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, erfüllt der Datensatz des LAFIS die Vollständigkeit bezüglich Raum und Attributen nicht. Viele Objekte sind nicht klassifiziert und der Datensatz deckt die Landesfläche nicht ab. Die thematische Genauigkeit ist auch nur teilweise gegeben, da allein die förderungsrelevanten Klassen erhoben wurden. Die Daten der Realnutzungskarte decken die Detailklassifizierung von Wiesen und anderen Kulturen nur zum Teil ab. Für die Anwendungen in LAFIS ist die Aktualität von großer Wichtigkeit, die jedoch der gesamte Datensatz der Realnutzungskarte nicht erfüllen kann.

5.3 Folgerung aus der Analyse

Wie die Analyse aufzeigt, sind die Qualitäten der Datensätze in Bezug auf ein vereinheitlichtes Anforderungsprofil ungenügend. Die gesamten Daten der Realnutzungskarte sind für die Anforderungen des LAFIS veraltet und daher nicht nutzbar. Die Daten des LAFIS erfüllen die Anforderungen nur zum Teil, da sie das Thema und die Fläche nicht vollständig abdecken.

Eine vollständige Vereinheitlichung der Datensätze für die Anforderungen beider Systeme ist daher nicht sinnvoll.

Die Daten der Realnutzungskarte sind für die Verwendung in LAFIS nicht nutzbar. Die Datensätze von LAFIS bieten jedoch dort, wo sie vorliegen, eine bessere zeitliche und thematische Genauigkeit als die Realnutzungskarte. Dieser Aspekt führt zur Überlegung, dass eine Zusammenführung der Daten für die Anforderungen der Realnutzungskarte von Vorteil wäre. Eine Zusammenführung würde im idealsten Fall dort, wo LAFIS Daten vorhanden sind, die zeitlichen und thematischen Qualitäten der Realnutzungskarte verbessern.

Aufgrund dieser Überlegung wird im folgenden Abschnitt eine Verschmelzungskarte (engl.: Conflation Map) erstellt, die die Qualitäten der Realnutzungskarte für ihre Anforderungen verbessert.

6. Zusammenführung der Datensätze

Eine Zusammenführung von Datensätzen zu einem neuem „verbesserten“ Datensatz wird im Bereich der Kartografie als Verschmelzung bezeichnet (Lynch, et al., 1988). Die Verwendung des Begriffes „Verschmelzung“ (engl.: Conflation) stammt aus dem Bereich der traditionellen Textverarbeitung und bezeichnet eine Zusammenführung zweier Texte zu einem neuen kombinierten Text (Lynch, et al., 1988). Ein berühmtes Beispiel einer Verschmelzung von Texten ist die Bibel.

Aus den Folgerungen der Analyse des Vereinheitlichungspotenzials geht hervor, dass eine Verschmelzung der Realnutzungskarte mit dem Datensatz des LAFIS für die Erstellung einer „verbesserten“ Realnutzungskarte sinnvoll erscheint. Denn die Daten des LAFIS bieten aktuellere Informationen und erfüllen die Qualitätsanforderungen, mit Ausnahme der Flächendeckung. Die Flächendeckung ist jedoch nicht unbedingt notwendig, da die bereits bestehende Realnutzugskarte Bereiche, wo keine LAFIS Objekte vorliegen, abdeckt.

Für die Verschmelzung von Daten zu einer „verbesserten“ Realnutzungskarte eignen sich neben dem Datensatz des LAFIS auch andere Datensätze, die die Qualitätsanforderungen für die Realnutzungskarte erfüllen. Daher werden folgende zwei Datensätze bei der Erstellung miteinbezogen:

1. CORINE Land Cover

   Die CORINE Land Cover Information beschreibt die Bodenbedeckung von mehreren Europäischen Staaten. Die Informationen der CORINE Bodenbedeckungskarte sind für die Landnutzung bei ungenützten Gebieten relevant, da dort auch Bodenbedeckungsklassen zur Klassifizierung verwendet werden. Durch die Bodenbedeckungsinformationen kann teils auch auf die Landnutzung des Gebietes geschlossen werden.

2. Pilotstudie von 2007 für die Erstellung einer automatisierten Landnutzungskarte

   Die Pilotstudie gleicht der Realnutzungskarte. Zusammengefasst besteht der Unterschied darin, dass die Erhebungen aktueller sind, jedoch nur 1/7 der Landesfläche abdecken.

Um eine Verschmelzung von Datensätzen zu ermöglichen, müssen die Datensätze vergleichbar sein. Das bedeutet, sie müssen in gleichem Datenformat, Bezugsystem, Maßstab und gleicher Form vorliegen. Diese Vorbereitungen werden in den nächsten Abschnitten beschrieben. Sobald die Voraussetzungen geschaffen wurden, kann aus dem Datensatz ein neuer Datensatz erstellt werden. Die neu entstanden Objekte werden dabei anhand eines neuen Klassifizierungsschemas klassifiziert.

6.1 Datenformat

Für die Verschmelzung wurden alle Datensätze aller Datenquellen als Polygon-Objekte mit Attributen (Identifikationsnummer, Quelle, Klasse) in eine PostgreSQL Datenbank mit PostGIS-Erweiterung importiert. Die genaue Darstellung des Datenbankschemas ist im Anhang beschrieben.

6.2 Bezugsystem und Maßstab

Da alle Daten im Europäischen Terrestrischen Referenzsystem 1989 (ETRS98) im 32° Längengrad vorlagen, war eine Transformation nicht notwendig. Fast alle Daten liegen in einem Maßstab von 1:10.000 vor. Allein die CORINE Klassifikation besitzt einen Maßstab von 1:100.000. Da im Maßstab von 1:100.000 Details und kleine Flächen verloren gehen und die Grenzlinien nicht dieselbe Punktgenauigkeit besitzen, erhält der CORINE Datensatz bei der Klassifizierung eine geringere Gewichtung, um den Maßstabsunterschied auszugleichen.

6.3 Geometrische Form

Die Grenzlinien und Ausdehnungen der Objekte der verschiedenen Datensätze unterscheiden sich, da sie mit verschiedenen Methoden erhoben wurden und nicht an einen fixen Raster oder Grenzen, wie z.B. Katastergrenzen, gebunden sind. Um diesen Unterschied aufzulösen, werden alle Objekte der Systeme mit deren Grenzen verschnitten.

Dies erfolgt, wie in der Abbildung 9 dargestellt. Der gelbe Kreis links bezeichnet Objekte des ersten Datensatzes und die grauen Rechtecke sind Objekte des zweiten Datensatzes. Die Objekte werden zu einem neuen Datensatz vereinigt und in die Grenzen übernommen. Somit entstehen in diesem Beispiel aus drei Ausgangspolygonen fünf Teilstücke. Der Output rechts in der Abbildung ist einfarbig dargestellt. Das bedeutet aber nicht, dass die Teilstücke derselben Klasse angehören, sondern nur, dass sie im gleichen System enthalten sind. Die

Attribute, die ein Objekt vorher besaß, wurden in die Teilstücken mit übernommen, wie aus der Tabelle ersichtlich ist.

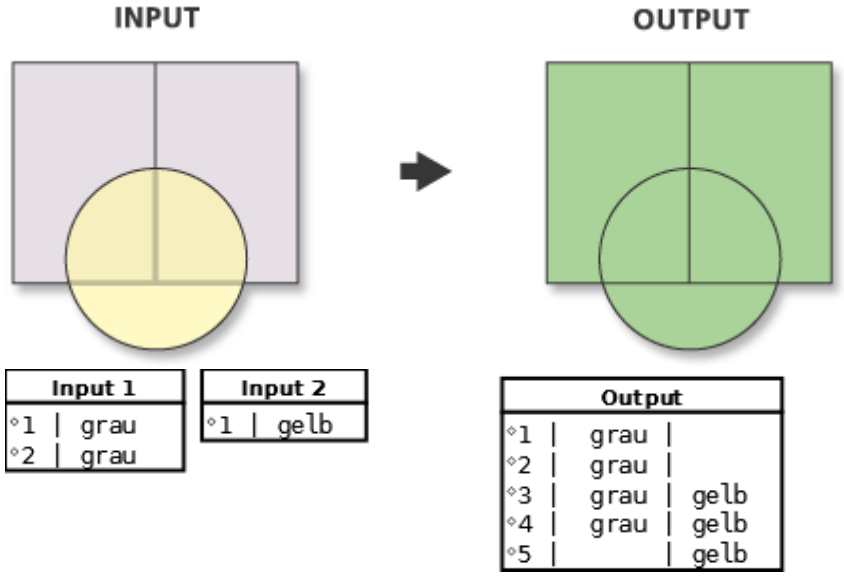


Abbildung 9: Union Funktion (Quelle: ESRI ArcGIS Website, UNION- Funktion)

Die Funktion wird in ArcGIS irreführend als UNION bezeichnet. Die Funktion beschreibt jedoch nicht die Erstellung einer Vereinigungsmenge (engl.: Union), sondern eine allgemeine Vereinigung von verschiedenen Datensätzen.

6.4 Festlegung des Klassifikationsschemas

Wenn zwei oder mehrere Datensätze verschmolzen werden, ist es notwendig, dass die Klassen vergleichbar sind, denn ansonsten werden sprichwörtlich Äpfel mit Birnen kombiniert. Für diesen Zweck wurde folgend ein Äquivalenzkatalog für die verschiedenen Klassifikationsschemas erstellt, um daraus in einem Verband die Zusammenhänge aufzuzeigen und ein gemeinsames Klassifikationsschema abzuleiten.

6.4.1 Äquivalenzkatalog

Ein Äquivalenzkatalog beschreibt die Überführung von Klassen in verschiede Systeme. Für die Erstellung der Äquivalenztabelle mussten zahlreiche Klassendefinitionen analysiert werden. Diese Analyse wurde in Zusammenarbeit mit Fachkräften der Abteilung Landwirtschaft und der Abteilung Kartografie durchgeführt. Die Objekte der Klassen wurden theoretisch überprüft und anhand ihrer Definitionen den anderen Systemen zugeordnet. Zudem wurden die Objekte auch einzeln auf Orthofotos betrachtet und analysiert, welche natürlichen Objekte sie repräsentieren.

Die erste Stufe der CORINE Klassifikation wird als Orientierung und Überklasse gewählt, um die weiteren Klassifizierungsschemas in grobe Themen („Wälder und naturnahe Flächen“, „Landwirtschaft“, „Bebaute Flächen“, „Feuchtflächen“ und „Wasserflächen“) zu unterteilen. In den nächsten zwei Spalten sind die zwei Stufen der Pilotstudie aufgeführt. Rechts neben dem

zweiten Level der Pilotstudie befindet sich die Realnutzungskarte. Als abschließende Spalte sind die LAFIS Klassen angeführt.

Die Tabelle ist nicht hierarchisch aufgebaut, sondern die Beziehungen gehen in beide Richtungen. Es besteht daher eine „**N** zu **M**“ Beziehung der Klassen.

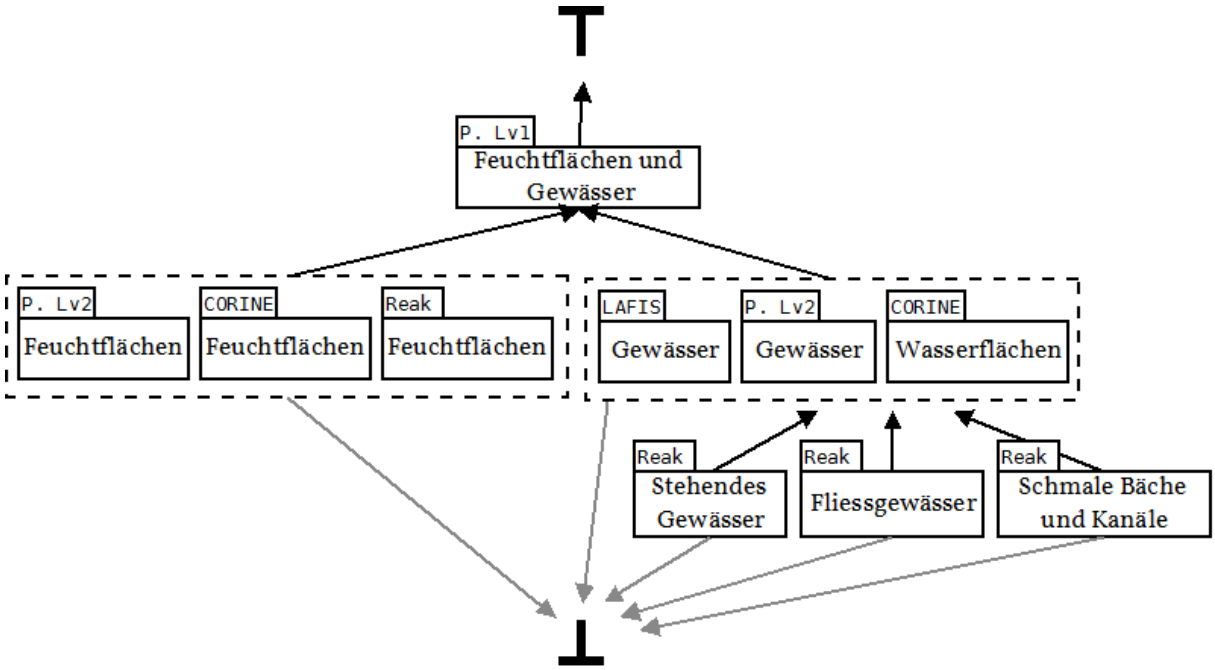
CORINE Level 1	Pilotstudie Level 1	Pilotstudie Level 2	Realnutzungskarte	LAFIS Klassen	LAFIS Detail
Wälder und naturnahe Flächen	Waldflächen und Gehölze	Laubwald	Wald	Wald	
				Kastanienhain	
		Nadelwald		Wald	
		Mischwald			
		Zwergsträucher			
		Latschen	Krummgehölze		
		Grünerlen			
			Hecken und Flurgehölze	Hecken	
	Vegetationslose Flächen	Fels / Vegetationsloses Lockermaterial	Fels	Weitere Flächen	
			Lockermaterial		
		Gletscher	Gletscher		
Feuchtflächen	Feuchtflächen und Gewässer	Feuchtflächen	Feuchtflächen		
Wasserflächen		Gewässer	Fließgewässer	Gewässer	
			Schmale Bäche u. Kanäle		
			Stehende Gewässer		
Bebaute Flächen	Künstliche Flächen	Künstliche Flächen	18 Klassen für künstliche Flächen	Gewächshaus	
				Weiter Flächen	
Landwirtschaft	Landwirtschaftlich genutzte Flächen	Ackerland	Ackerland	Ackerbau	
				Ackerfutterbau	
		Weinbaufläche	Dauerkulturen	Weinbau	
		Obstbestände		Obstbau	
			Sonstige landw. Flächen	Pflanzenzuchtfläche	
		Extensive Wiesen	Grasland	Wiese	Dauerwiese
		Grünland		Heimweide	
				Wiese	Halbschürig
				Wiese Sonderfläche	Kategorie I
					Kategorie II
				Heimweide (Tara 20%)	
				Wiese (Tara 20%)	Halbschürig
					Dauerwiese
				Wiese Sond. (20%)	Kategorie I
					Kategorie II
			Bestocktes Grasland	Wiese Sond. (50%)	Kategorie I
					Kategorie II

Tabelle 5: Äquivalenztabelle

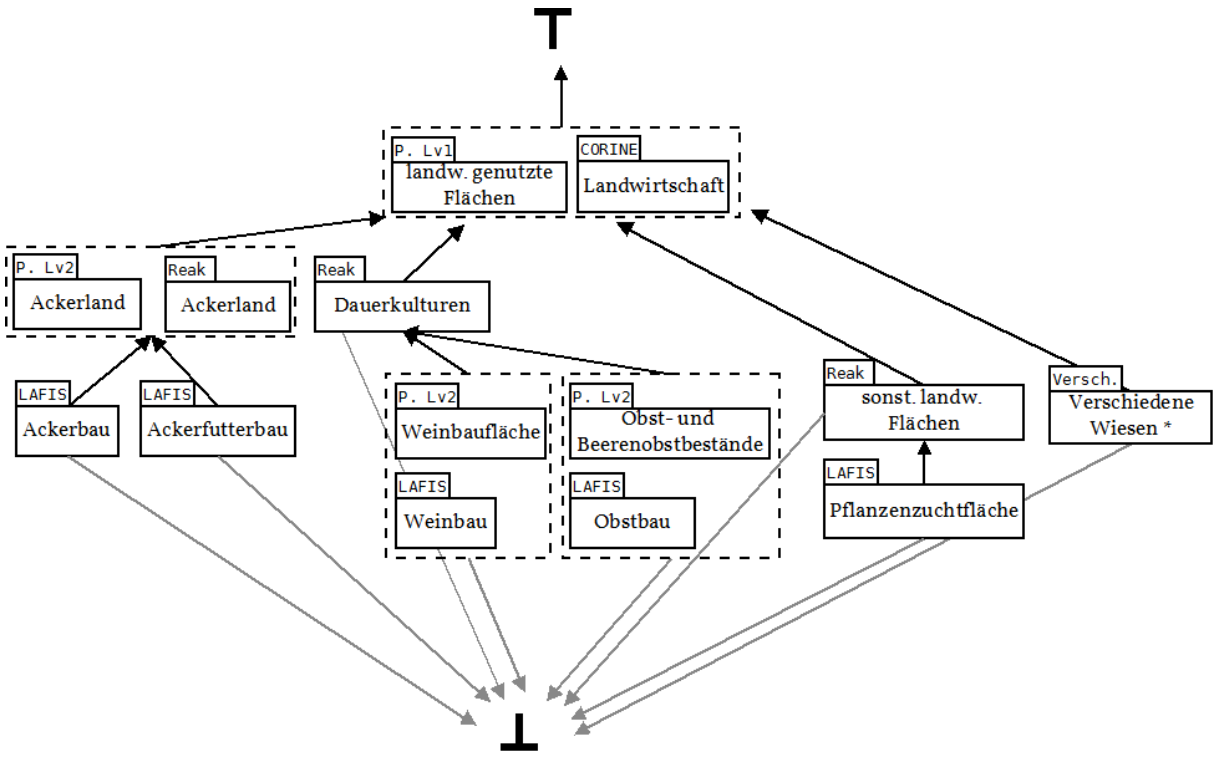
6.4.2 Klassifizierungsschemas als Verbände

Aus der Tabelle 5 ist ersichtlich, dass die Systeme sehr unterschiedlich aufgebaut sind. Es existieren nur wenige Klassen, wie Weinbau oder Gletscher, die eins zu eins in andere Systemen projizierbar sind. Da die Klassen in einer N zu M Beziehung stehen, werden diese als halbgeordnete Menge (Verband) betrachtet und die groben Themen folgend als Hasse-Diagramme dargestellt:

Feuchtflächen und Wasserflächen

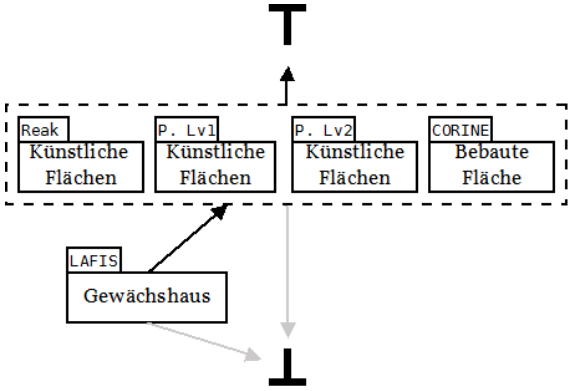


Landwirtschaftlich genutzte Flächen

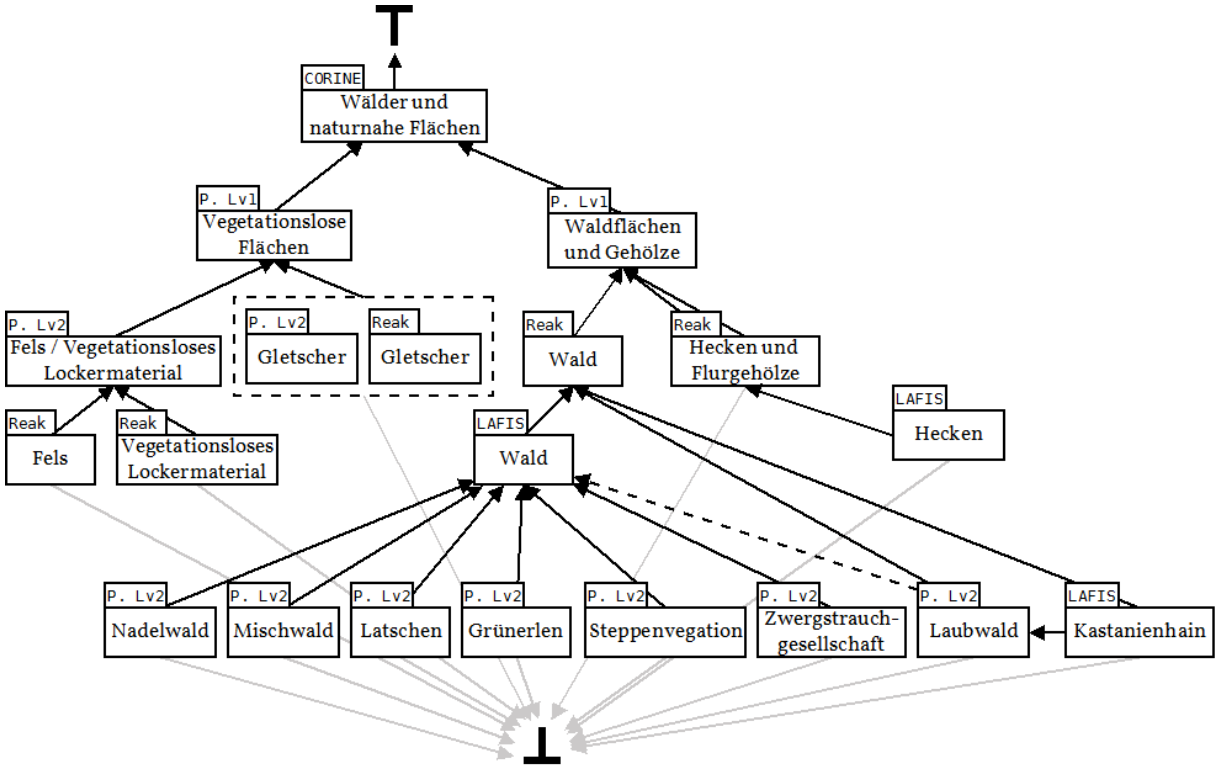


* Die verschiedenen Objekte, die Wiese beschreiben, wurden aufgrund ihrer großen Anzahl zur besseren Veranschaulichung zu einem Objekt zusammengefasst das die Eigenschaften der Objekte wiederspiegelt.

Bebaute Flächen



Wälder und naturnahe Flächen



Die Verbände sind hierarchisch aufgebaut. Allein die Beziehung Kastanienhain-Laubwald-Wald(LAFIS) nimmt eine Sonderstellung ein, denn es existieren folgende Eigenschaften:

- Ein Kastanienhain ist ein Laubwald. (Kastanienhain ⊆ Laubwald)
- Die LAFIS Klasse Wald umfasst den Laubwald. (Laubwald ⊆ LAFIS Wald)
- Kastanienhain ist nicht in der Klasse LAFIS Wald enthalten (Kastanienhain ≠ LAFIS Wald)

Das bedeutet, dass der Laubwald (ohne Kastanienhain) eine Teilmenge des LAFIS Wald ist. Um dies zu visualisieren, wurde die Beziehung zwischen Laubwald und LAFIS Wald gestrichelt dargestellt.

6.4.3 Zielsystem

Aus den Verbänden kann ein neues Klassifikationsschema abgeleitet werden. Dazu wurden in Absprache mit dem Amt für räumliche und statistische Informatik folgende Klassen definiert:

- Stehende Gewässer
- Fließgewässer
- Künstliche Flächen
- Weinbau
- Obstbau
- Ackerbau
- Grünland
- Laubwald
- Nadelwald
- Mischwald
- Lockermaterial
- Fels
- Gletscher

Diese Klassen sind im Anhang im Verband farblich eingezeichnet. Dadurch, dass sie eine Ebene komplett abdecken, sind auch alle Objekte ins neue Klassifikationsschema zuordenbar. Die kompletten Beschreibungen der Klassen sind ebenfalls im Anhang gelistet.

6.5 Klassifizierung

Nach der Verschneidung der Datensätze ist das gesamte Untersuchungsgebiet in Teilstücke zerteilt. Für die Klassifizierung werden die Attributdaten der einzelnen Teilstücke betrachtet und der wahrscheinlichste Wert ausgelesen. Bei der Bestimmung des wahrscheinlichsten Wertes kann bei einer nominalen Klassifizierung, wie sie bei Landnutzungen vorherrscht, der Modalwert als statistische Kenngröße verwendet werden.

Durch den unterschiedlichen Erhebungsschwerpunkt, Aufnahmezeitpunkt, Maßstab und Aufnahmeart besitzen die Daten unterschiedliche Qualitäten und damit verbunden eine unterschiedliche Aussagekraft. Um die Qualitäten zu berücksichtigen und das Ergebnis zu optimieren, werden die Daten gewichtet. Bei der Gewichtung des Modalwertes werden daher aussagekräftige Werte um einen bestimmten Faktor öfter gezählt als andere.

Da nur für den Maßstab und die Aktualität vergleichbare Attribute vorlagen, wurden allein diese Parameter folgend gewertet:

Mehr als 5 Jahre alt	1
1-5 Jahre alt	2
1 Jahr alt	3
Maßstab 1:100.000	0
Maßstab 1:10.000	1

Aus diesen Wertungen ergibt sich für die Datensätze der jeweilige Faktor:

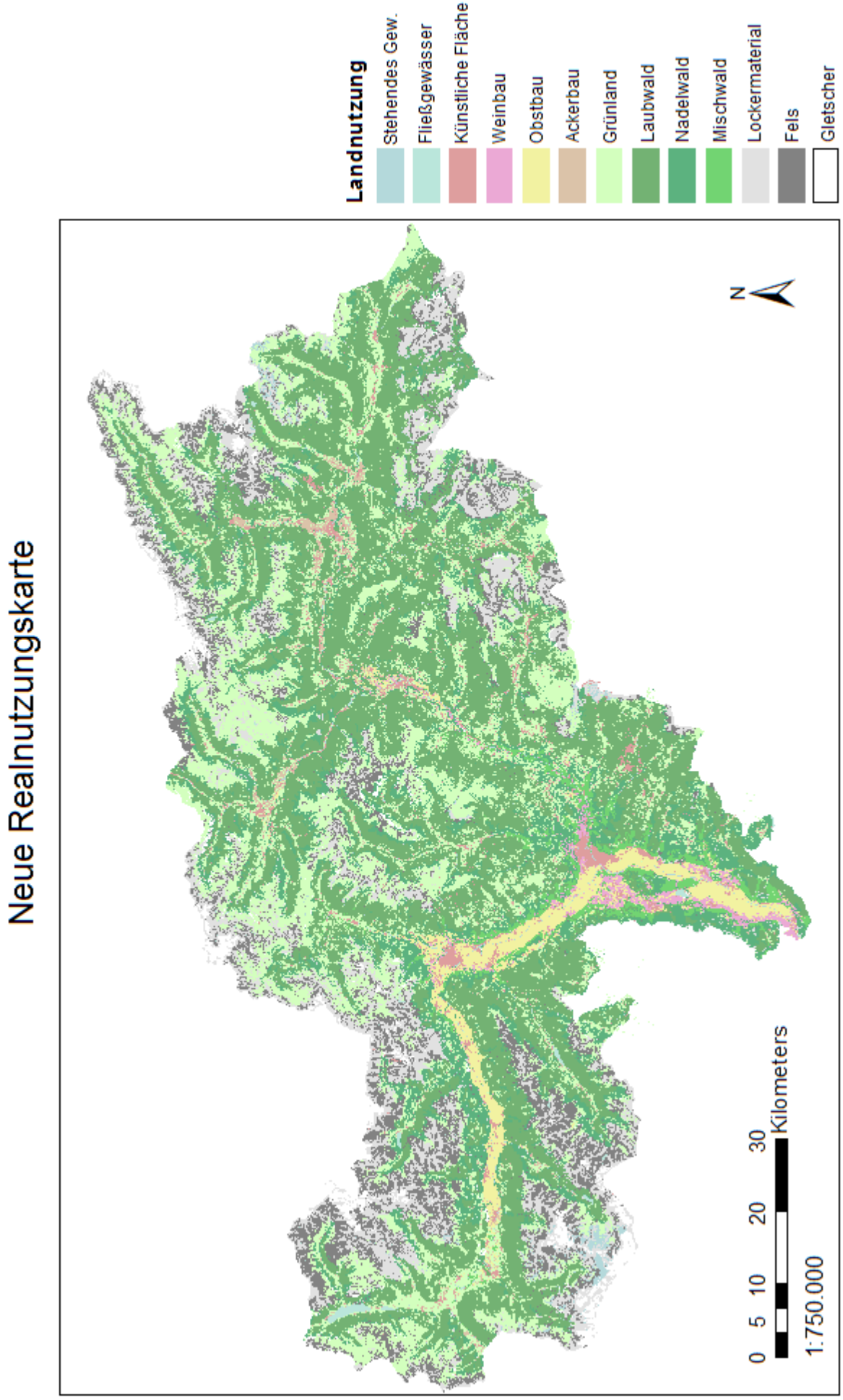
LAFIS	4x
Pilotstudie	3x
Realnutzungskarte	2x
CORINE	1x

LAFIS erhielt den Faktor 4, da die Daten in einem Maßstab von 1:10.000 vorliegen und eine Aktualität teils von unter einem Jahr aufweisen. Die Realnutzungskarte mit dem Faktor 2 liegt im selben Maßstab vor, ist jedoch älter als 15 Jahre. CORINE wurde nur mit dem Faktor eins gewichtet, da es sich um Daten von 2006 handelt und weil die Daten in einem Maßstab von 1:100.000 vorliegen. Die Pilotstudie ist aus dem Jahre 2007 und liegt in einem Maßstab von 1:10.000 vor und wurde mit dem Faktor 3 gewichtet.

Es wäre zudem auch möglich, die Klassen der einzelnen Systeme unterschiedlich zu gewichten, da diese teilweise unterschiedliche Qualität aufweisen. Denn die Fachkräfte der Abteilung Landwirtschaft erheben im LAFIS Almen mit weit weniger Sorgfalt als Weinbauflächen. Da jedoch keine konkreten Aussagen über die genauen Unterschiede der Klassen vorlagen, wurde dies nicht berücksichtigt.

6.6 Visualisierung des vereinigten Datensatzes

Die Conflation Map ist auf der folgenden Seite visualisiert. Dabei ist das gesamte Gebiet der autonomen Provinz Bozen – Südtirol abgedeckt. Die Objekte wurden in dieser Abbildung nach dem wahrscheinlichsten Landnutzungen (Modalwert) eingefärbt. Für jedes Objekt besteht die Möglichkeit die Attribute abzufragen. Die abfragbaren Attribute sind die Eigenschaften der Ausgangsdaten aus denen die Objekte bestehen, sowie die abgeleiteten Zielklassen und der ermittelte Modalwert.


Neue Realnutzungskarte
Landnutzung
Stehendes Gew.
Fließgewässer
Künstliche Fläche
Weinbau
Obstbau
Ackerbau
Grünland
Laubwald
Nadelwald
Mischwald
Lockermaterial
Fels
Gletscher
N
0 5 10 20 30
Kilometers
1:750.000

7. Ergebnisse und Validierung der Zusammenführung

Die Verschmelzung von Datensätzen hat, wie bereits erwähnt, das Ziel, die Ausgangsdaten qualitativ zu verbessern. Das Verschmelzen von Datensätzen ermöglicht zusätzlich ein Vergleichen der verschiedenen Datensätze und damit eine Evaluierung der thematischen Aussagekraft.

7.1 Validierung der Qualitäten

Die Qualitätsanforderungen an die Realnutzungskarte und die Qualitätsmerkmale der alten und neu erstellten Realnutzungskarte sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Qualitätsmerkmal	Realnutzungskarte	Neue Realnutzungskarte
Positionsgenauigkeit	Meterbereich	Meterbereich
Vollständigkeit (räumlich)	Vollständig (Südtirol)	Vollständig (Südtirol)
Vollständigkeit (Attribute)	Vollständig	Vollständig
Logische Konsistenz	Logisch konsistent	Logisch konsistent
Thematische Genauigkeit	Nicht angegeben	Besitzt Wahrscheinlichkeiten
Zeitgenauigkeit	Monat	Gemischt
Aktualität	>15 Jahre	Gemischt

Die Zeitgenauigkeit und Aktualität ist teils verbessert worden, da der neue Datensatz die Zeitattribute der Realnutzungskarte oder der anderen Datenquellen, die zeitlich genauer und aktueller sind, übernommen hat.

7.2 Thematische Aussagekraft

Neben der Ermittlung der wahrscheinlichsten Klasse ist die Aussagekraft des Klassifikationswertes von großer Bedeutung, da dieser eine bessere Handhabung des Produktes ermöglicht. Mit Hilfe der Aussagekraft der Daten können die Unsicherheiten und Widersprüche der Datensätze leicht aufgedeckt und z.B. manuell von einer Fachkraft richtig gestellt werden.

Für die Bestimmung der thematischen Aussagekraft der Objekte wird die Anzahl an übereinstimmenden und abweichenden Klassen der Quelldaten erfasst. Ein Objekt besitzt eine hohe Aussagekraft, wenn viele Quelldaten dieselbe Klasse aufweisen und wenig bis keine Quelldaten dem widersprechen.

In der Abbildung 10 ist ein Ausschnitt aus der Gemeinde Eppan bei Bozen dargestellt. In diesem Bereich existieren Obstanlagen und Weinberge. Dieser Bereich wurde gewählt, da anhand der Analysen festgestellt wurde, dass bei Wein- und Obstbaugebieten in den Quelldaten oft unterschiedliche Ergebnisse vorlagen.

Abbildung 10: Wein und Obstbaugebiet im Bereich Eppan (Bozen)

In der Abbildung 11 wurden zur Veranschaulichung nur die Klassen Wein- und Obstbau eingefärbt und in die Klasse mit hoher und niedriger Aussagekraft unterteilt.

Die Klassen setzten sich aus folgenden Kriterien zusammen:

„Anzahl[10] an Quelldaten mit Obstbau“ > 5 UND „Prozent an richtigen Aussagen“ > 50%

„Anzahl an Quelldaten mit Obstbau“ < 5 ODER „Prozent an richtigen Aussagen“ < 50%

„Anzahl an Quelldaten mit Weinbau“ > 5 UND „Prozent an richtigen Aussagen“ > 50%

„Anzahl an Quelldaten mit Weinbau“ < 5 ODER „Prozent an richtigen Aussagen“ < 50%

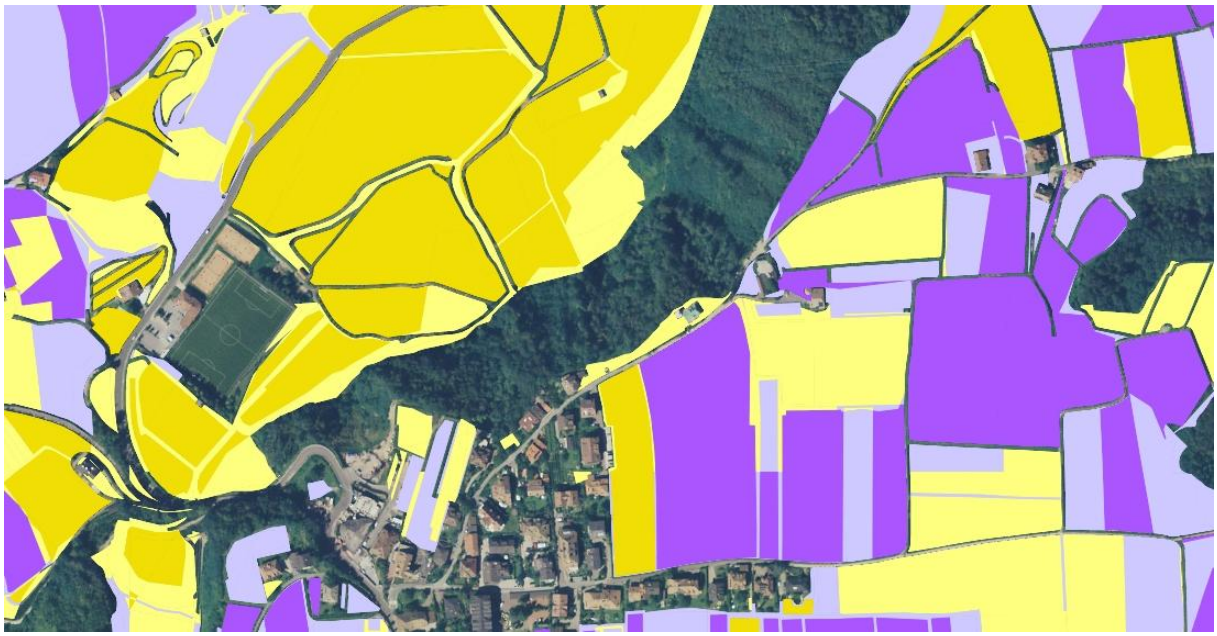


Abbildung 11: neue Realnutzungskarte im Bereich von Eppan mit Einfärbung der Aussagekraft

In der Abbildung werden Wiesenwege als unsicher markiert, da einige Quellsysteme Wiesenwege als Teil einer Wein- oder Obstanlage betrachten und andere nicht. In den Bereich rechts unten, wo sich eine Obstanlage befindet, ist eine Kulturänderung bekannt. Da die Änderung 2007 stattfand, beinhalten einige Quellensysteme noch die vorherige Weinbauanlage. Im LAFIS ist bereits die Obstwiese eingetragen und wird daher auch als solche im neuen Datensatz dargestellt. Jedoch widersprechen dem noch einige Quellen und die Fläche wird daher mit einer geringen Aussagekraft eingefärbt.

[10] Anzahl der Quelldaten mit Faktor der Gewichtung

8. Zusammenfassung

Mit der Diplomarbeit wird ein Einblick in Handhabung von Landnutzungsdaten in der Provinz Bozen geschaffen. Das Ziel der Arbeit war es, die Datensätze zu analysieren und Qualitätsaussagen zu treffen, inwieweit eine Vereinheitlichung möglich ist. Die Analyse ergab, dass eine Vereinheitlichung allein für die Verwendungszwecke der Realnutzungskarte zum Teil sinnvoll ist.

Mit der anschließenden Verschmelzung der Datensätze konnte eine verbesserte Realnutzungskarte erstellt werden. Als Herausforderung stellte sich dabei das Vereinheitlichen des Klassifizierungsschemas heraus. Durch die nicht ausreichende Beschreibung der Klassen war es schwierig, die Klassen richtig zuzuordnen. Zudem waren auch gleichnamige Klassen verschieden definiert und abgegrenzt. So beschreibt ein Wald im LAFIS nicht dieselben Flächen wie der Wald in der Realnutzungskarte.

Das primäre Ziel der Vereinheitlichung ist es, generell doppelte Daten und deren Inkonsistenz zu reduzieren. Die Vermeidung von doppelten Daten wurde nicht erreicht, sondern eher im Gegenteil ein zusätzlicher Datensatz geschaffen. Jedoch bietet der neu erstellte Datensatz einerseits eine verbesserte Version der Realnutzungskarte und anderseits die Möglichkeit, Inkonsistenz aufzufinden und darzustellen.

9. Ausblick und offene Punkte

Durch die Analyse und Verschmelzung der Daten konnten viele Aussagen über die Qualitäten und die Handhabung der Datensätze getätigt werden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen bieten sich Möglichkeiten an, die Arbeit in verschiedene Richtungen weiter zu verfolgen.

Da es sich bei den LAFIS Daten nicht um statische Daten sondern ständig aktualisierte Daten handelt, könnte auch ein dynamisches System implementiert werden. Das System könnte Änderungen von Daten in den Quelldatensätzen direkt an den verschmolzenen Datensatz weiterleitet. Der verschmolzene Datensatz, als zentrales System, übernimmt die Änderungen der einzelnen Datenquellen und leitet sie anschließend auch an die verbundenen Datensätzen weiter. Dadurch könnten die gesamten Datensätze der Landesverwaltung, obwohl unterschiedliche Klassifizierungsschemas vorherrschen, logisch konsistent sein.

Die komplette Vereinheitlichung der Datensätze erwies sich als nicht sinnvoll. Die Bestrebung die Datensätze zu vereinheitlichen besteht jedoch weiterhin. Interessant wäre für die Landesverwaltung, welche Schritte nötig sind, um diese Voraussetzungen einer Vereinheitlichung zu schaffen bzw. die Entwicklung der Systeme entsprechend zu lenken.

Bei den Untersuchungen ergab sich, dass eine Erstellung einer Verschmelzungskarte besonders bei älteren Datensätzen von Vorteil ist. Ältere Datensätze können meist nicht mehr mit dem Naturbestand kontrolliert werden, da die Situationen nicht mehr vorhanden sind. Mit der Verschmelzung von mehreren älteren Datensätzen kann jedoch der Datensatz statistisch verbessert und überprüft werden.

Anhang

Datenbankmodell

Die Modalwertberechnung, Klassifizierung und Verknüpfung der Klassen mit den Quelldaten wurde in einer Datenbank implementiert. Dabei wurde eine PostgreSQL mit einer PostGIS-Erweiterung benutzt. Ein Entwurf des Datenbankschemas ist in der Abbildung 12 dargestellt.

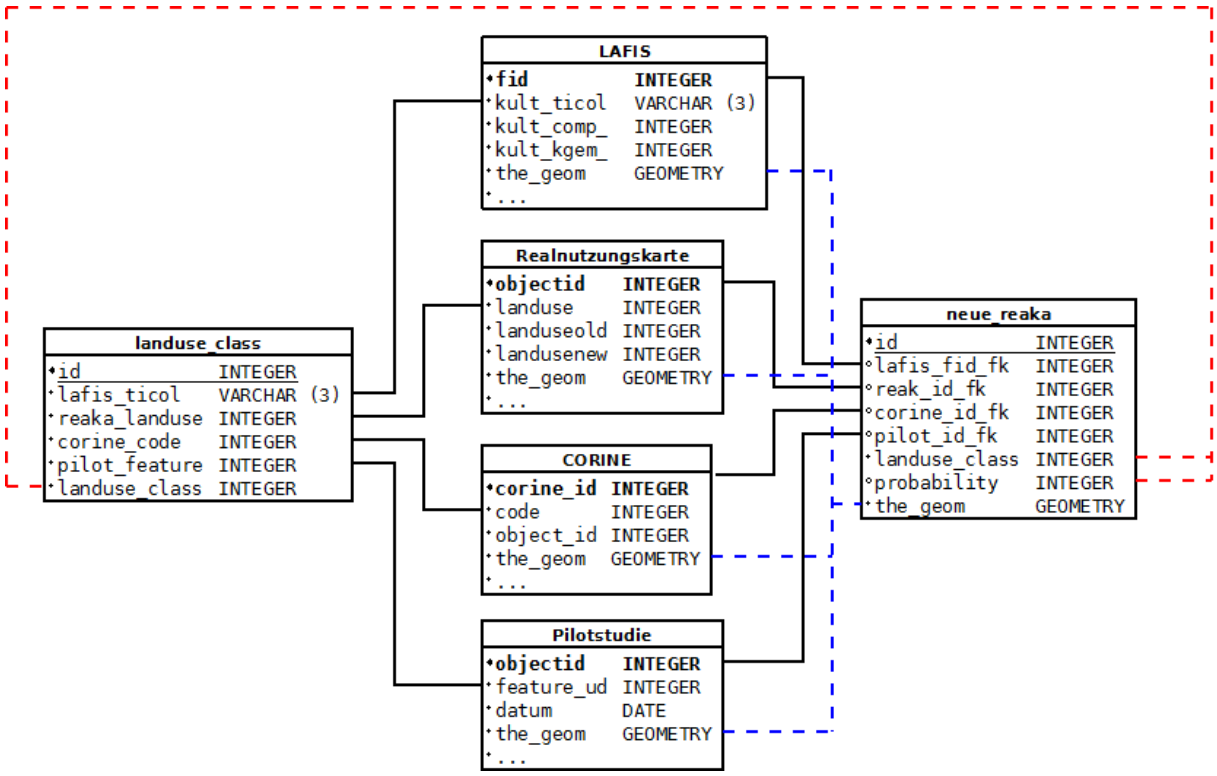


Abbildung 12: Datenbankschema

In der Mitte befinden sich die Tabellen mit den Objekten der verschiedenen Landnutzungssysteme. Die Geometrie der Objekte wird in der Spalte the_geom gespeichert. Links der Landnutzungsdatensätze befindet sich die Zielklassentabelle. In dieser werden die Landnutzungsklassen der Quelldatensätze mit der jeweiligen Zielklasse verlinkt. Die Verschmelzungskarte wird in der Abbildung als "neue_reaka" bezeichnet. Diese enthält die Teilstücke mit dem Fremdschlüssel der ursprünglichen Objekte und den berechneten Modalwert für die neue Klasse.

Die strichlierten, farbigen Linien sind Funktionen. Die blaue Linie stellt die Verschneidung der geometrischen Form dargestellt. Diese wird aus den geometrischen Formen aller Landnutzungssysteme gebildet. Diese Funktion wurde extern in ArcGIS durchgeführt. Diese Vorgangsweise wurde gewählt, da keine geeignete Funktion in PostGIS zur Verfügung stand. Die Modalwertberechnung und die Ableitung der Wahrscheinlichkeit, in der Abbildung rot gefärbt, werden in der Datenbank automatisiert durchgeführt.

Modalwertberechnung

Für die Berechnung des Median und des arithmetisches Mittels stellt PostgreSQL vordefinierte Methoden zur Verfügung. Für die Ermittlung des Modalwertes ist keine Funktion implementiert, weshalb eine Funktion von Scott Bailey eingebunden wurde.

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION _final_mode(anyarray)
      RETURNS anyelement AS
$BODY$
      SELECT a
      FROM unnest($1) a
      GROUP BY 1
      ORDER BY COUNT(1) DESC, 1
      LIMIT 1;
$BODY$
LANGUAGE 'sql' IMMUTABLE;

CREATE AGGREGATE mode(anyelement) (
      SFUNC=array_append, --Function to call for each row.
      TYPE=anyarray,
      FINALFUNC=_final_mode,
      INITCOND='{}' --Initialize an empty array when starting
);
```

Programmiercode 1: SQL Modalwertberechnung im PostgreSQL (Bailey, 2009)

Um die Daten zu gewichten wurden die Werte öfters ausgelesen. Sow wird z.B. ein Klassenwert einer Datenquelle, die einen Faktor 2 besitzt, zweimal ausgelesen. Die Modalwertfunktion von Scott Bailey liest die Werte Vertikal aus einer Tabelle aus. Da die Klassenwerte der Polygone in der jeweiligen horizontalen Zeile liegen, wird eine temporäre Tabelle erstellt. Diese beinhaltet nur die IDs und einen Werte pro Zeile der Tabelle. So können die Modalwerte der Polygone vertikal ermittelt werden. Dieser Umgang mit den Daten ist für die Erstberechnung sinnvoll aber sollte bei der zukünftigen Arbeitsweise des Systems vereinfacht werden.

Datenbankabfragen

Die Datenbankanfragen in SQL zur Überprüfung der Vollständigkeit sind unterschiedlich aufgebaut. So wurde bei der Abfrage für die Realnutzungskarte überprüft ob Attribute existieren die nicht befüllt sind. Dies war ausreichend, da die Abfrage keine leeren Attribute zurückgab.

```
SELECT count(*)
FROM reaka
WHERE
objectid ISNULL OR area ISNULL OR
landuse ISNULL OR source ISNULL OR
landusenew ISNULL OR landuse_lo ISNULL OR
landuse_d ISNULL OR landuse_i ISNULL OR
landuse_di ISNULL
```

Programmiercode 2: Abfrage in SQL zur Überprüfung von Nullstellen der Realnutzungskarte

Die Abfrage für LAFIS ist in die einzelnen Spalten unterteilt damit die die leeren Attribute anhand ihrer Spalten zurückgegeben wurden

```
SELECT
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE fid ISNULL) as fid_count,
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE kult_comp_ ISNULL) as kult_count,
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE kult_xshif ISNULL) as xshif_count,
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE kult_yshif ISNULL) as yshif_count,
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE kult_creat ISNULL) as creat_count,
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE kult_bet_i ISNULL) as bet_i_count,
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE kult_ticol ISNULL) as ticol_count,
(SELECT count(*) FROM lafis_tb WHERE area ISNULL) as area_count
```

Programmiercode 3: Abfrage in SQL zur Überprüfung von Nullstellen des LAFIS Datensatzes

Beschreibung der Klassen der neuen Realnutzungskarte

In Zusammenarbeit mit dem Amt für räumliche Statistik und Informatik wurden folgende Klassen definiert, die für die Verwendungszwecke der Realnutzungskarte relevant sind:

11 Stehende Gewässer

Binnengewässer die geringe bis keine Fließgeschwindigkeit besitzen. Dies beinhaltet Seen, Tümpel, Stauseen, Speicherbecken, Baggerseen, Fischteiche und ähnliches. Die Mindestgröße beträgt 1600m².

12 Fließgewässer

Binnengewässer mit einer höheren Fließgeschwindigkeit als Stehende Gewässer. Dies beinhaltet Flüsse, Bäche und oberirdische Kanäle mit einer Mindestlänge von 500m.

20 Künstliche Flächen

Alle Künstlichen Flächen die keinen landwirtschaftlichen Ertrag bringen

31 Weinbau

Eine mit Weinstöcken bepflanzte Fläche mit einer Mindestgröße von 1600m².

32 Obstbau

Obstbauflächen beschreiben mit Obstbäumen bepflanzte Flächen. In Südtirol treten dabei vorwiegend Apfel- und Birnenbäume auf.

33 Ackerbau

Landwirtschaftlich kultiviert, regelmäßig gepflügte bzw. saisonal brachliegende meist mit Fruchtwechsel bewirtschaftete Fläche.

34 Grünland

Landwirtschaftliches Grünland außerhalb von Siedlungen (keine Parks) zur Grünfuttergewinnung.

41 Laubwald

Wälder mit vorherrschenden Laubbäumen

42 Nadelwald

Wälder mit vorherrschenden Nadelbäumen

43 Mischwald

Wälder in denen Laub und Nadelbäume etwa zu gleichen Teilen vorkommen.

51 Lockermaterial

Vegetationslose Lockermaterial, Geröll Sturzhalden, Gletscherschutt, Erosionsflächen

52 Fels

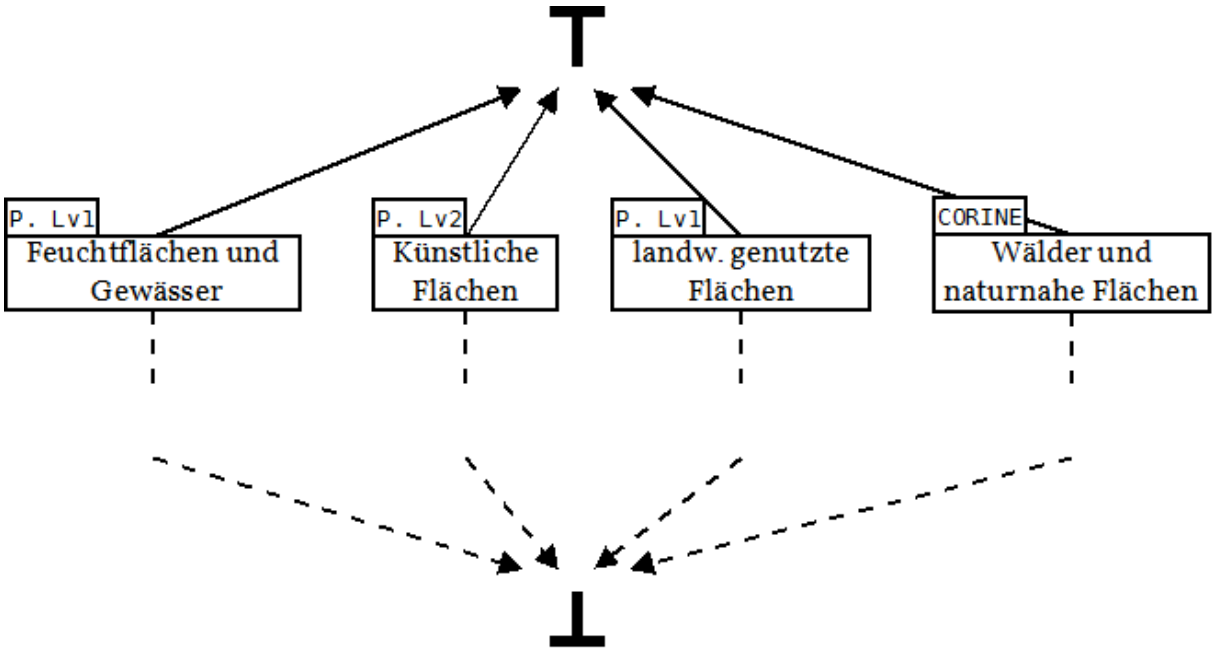
An der Oberfläche anstehendes Gestein.

53 Gletscher

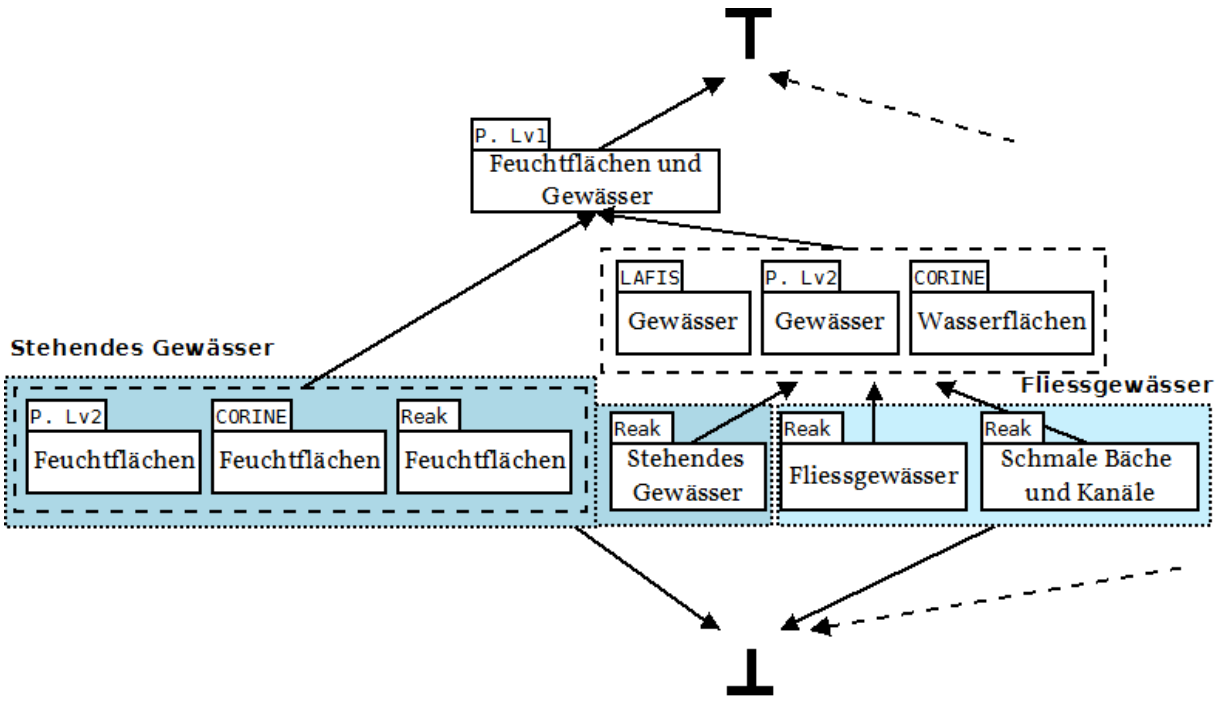
Permanent mit Eis bedeckte Flächen.

Verband mit neuem Klassifikationsschema

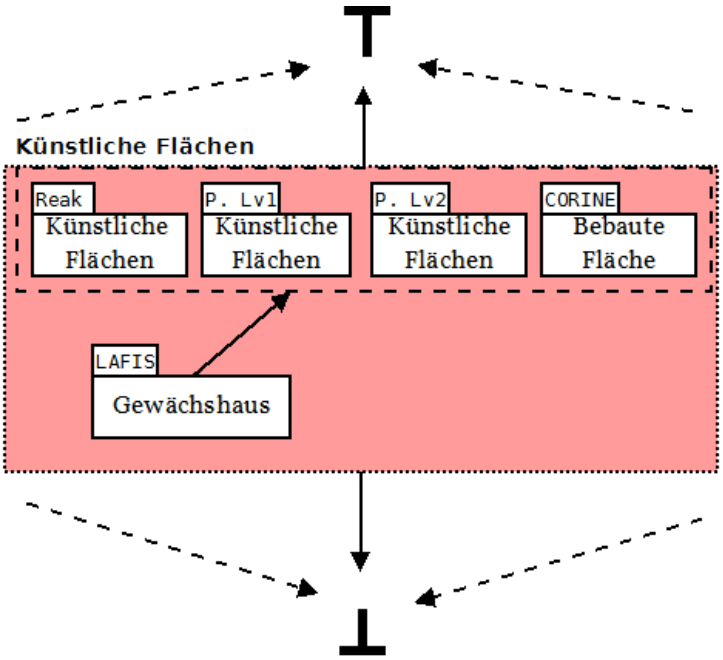
Übersicht und erste Ebene des Klassifikationsschemas:



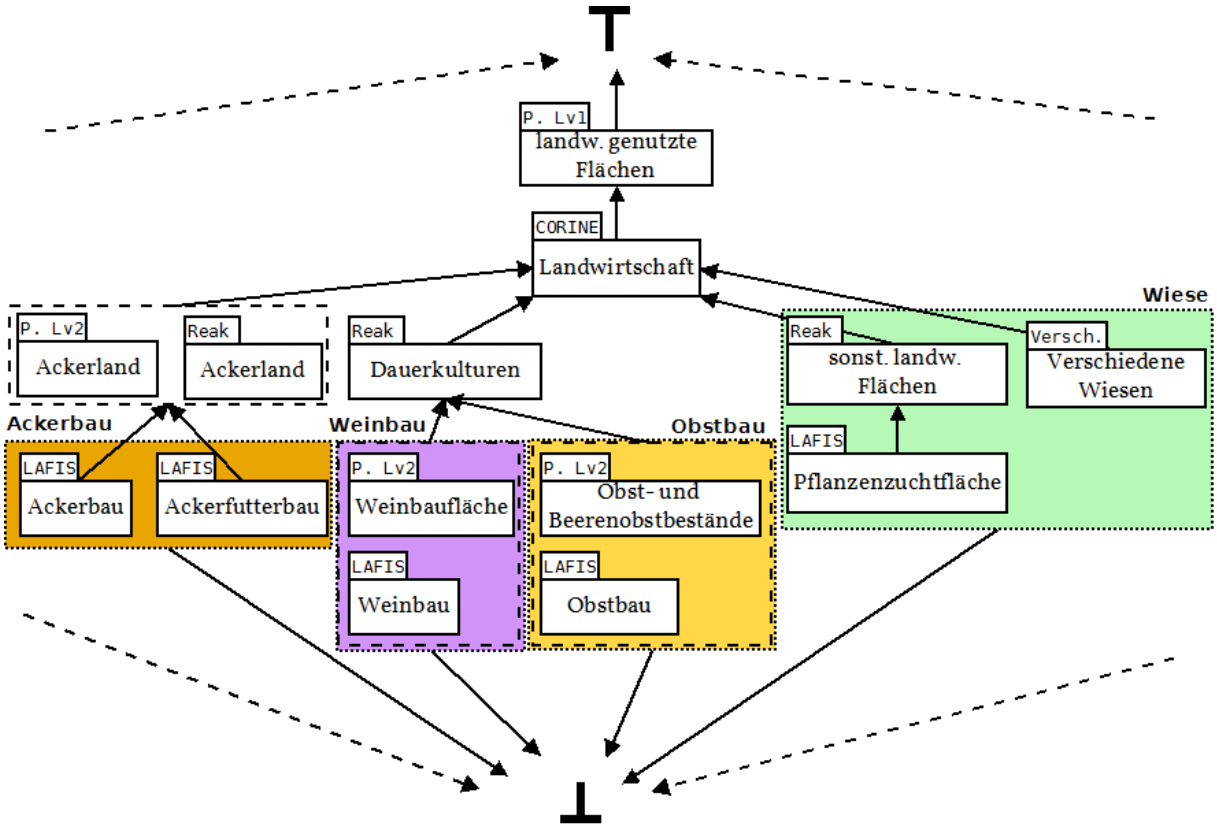
Feuchtflächen und Gewässer:



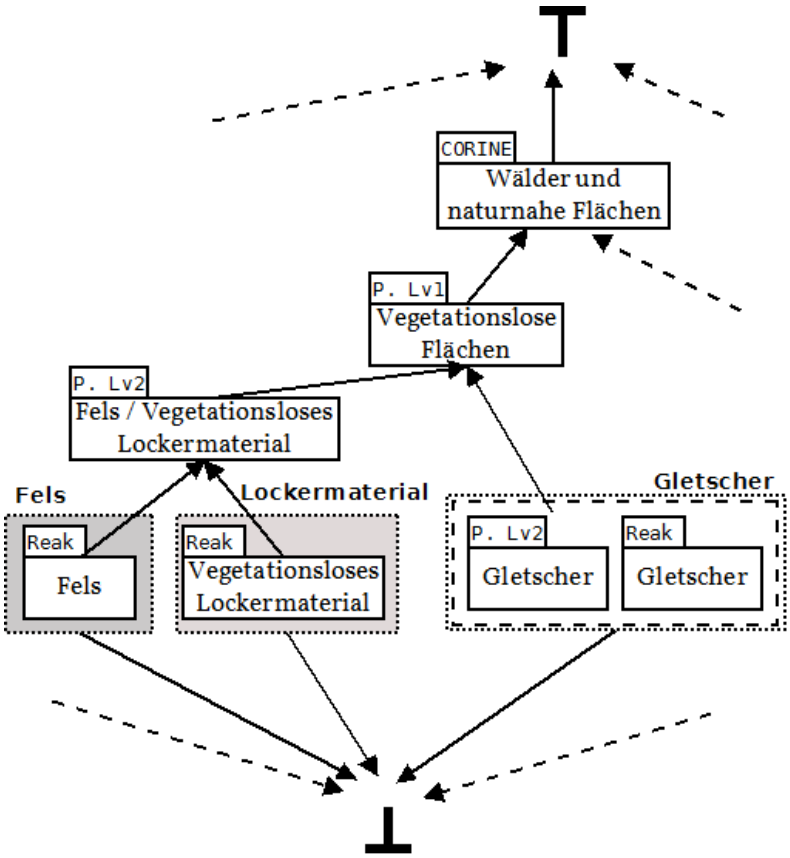
Künstliche Flächen:



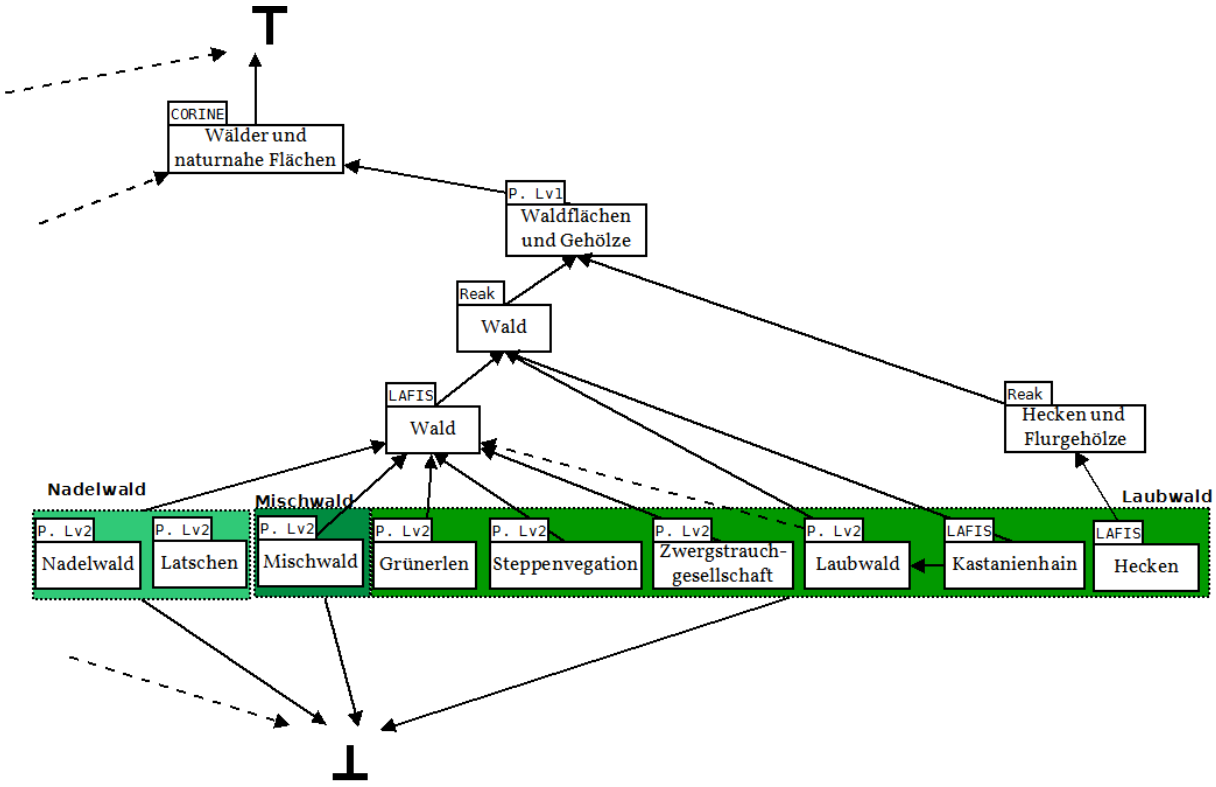
Landwirtschaftlich genutzte Flächen:



Wälder und naturnahe Flächen (Vegetationslose Flächen):



Wälder und naturnahe Flächen (Waldflächen und Gehölze):



Literaturverzeichnis

Abteilung Grundbuch, Grund- und Gebäudekataster. 2011. *Numerische Katastermappen.* Bozen : Inspektorat für den Kataster, Autonome Provinz Bozen-Südtirol, 2011.

Abteilung Grundbuch, Grund- und Gebäudekataster. 2010. www.provinz.bz.it. *Inhalt Geschichte des Grundbuches.* [Online] Autonome Provinz Bozen, 2010. [Zitat vom: 10. 09 2011.] http://www.provinz.bz.it/kataster-grundbuch/geschichte/geschichte.asp.

Abteilung Informationstechnik. 2011. *LAFIS.* [http://www.provinz.bz.it/informatik/projekte/lafis.asp] Bozen, Italien : Südtiroler Informatik AG, 12. 07 2011.

Abteilung Kartografie. 2010. Technische Grundkarte. *www.provinz.bz.it/raumordnung/kartografie.* [Online] Autonome Provinz Bozen, 2010. [Zitat vom: 11. 10 2011.] http://www.provinz.bz.it/raumordnung/kartografie/technische-grundkarte.asp.

Abteilung Landwirtschaft, Abteilung Forstwirtschaft. 2007. *Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum 2007-2013.* Bozen : Autonome Provinz Bozen - Südtirol, 2007.

Abteilung Raumentwicklung. 2011. Realnutzungskarte. *Raumentwicklung.* [Online] Autonome Provinz Bozen, 2011. [Zitat vom: 07. 27 2011.] http://www.provinz.bz.it/raumordnung/kartografie/457.asp.

Abteilung Raumentwicklung. 2006. *Topographische Datenbank in den Maßstäben 1:5.000 und 1:10.000: Objektkatalog.* Bozen : Autonome Provinz Bozen- Südtirol, 2006.

Abteilung Raumentwicklung. 2010. www.provinz.bz.it. *Orthofoto.* [Online] www.provinz.bz.it, 2010. [Zitat vom: 10. 09 2011.] http://www.provinz.bz.it/raumordnung/kartografie/459.asp.

Abteilung Raumordnung. 2001. *Realnutzungskarte.* Bozen : Autonome Provinz Bozen-Südtirol, 2001.

Abteilung Raumordnung. 2001. *Realnutzungskarte: Definitionen.* Bozen : Autonome Provinz Bozen-Südtirol, 2001.

AGEA. 2010. Chi siamo. *www.agea.gov.it.* [Online] Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura, 12. 07 2010. [Zitat vom: 09. 10 2011.] http://www.agea.gov.it/portal/page/portal/AGEAPageGroup/HomeAGEA/ChiSiamo.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol. 2005. *EG-Verordnung, Nr. 1698/2005: Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum.* Bozen : s.n., 2005.

Autonome Provinz Bozen - Südtirol. 2005. 1996. *Landesgesetz vom 21. Oktober 1996, Nr. 21.* Bozen : s.n., 1996.

Bailey, Scott. 2009. PostgreSQL Wiki. *Aggregate Mode.* [Online] MediaWiki, 04. 09 2009. [Zitat vom: 17. 10 2011.] http://wiki.postgresql.org/wiki/Aggregate_Mode.

Baumgartner, Dunja, et al. 2011. *Thematisches handbuch zur Flächenerhebung mit geoLAFIS.* Bozen : Autonome Provinz Bozen, 2011.

Bill, Ralf. 2008. Geoinformatik-Service . *geoinformatik.uni-rostock.de.* [Online] Universität Rostock, 24. 06 2008. [Zitat vom: 20. 10 2011.] http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=307409602.

Boos, Wolfgang, Völker, Magdalena und Schuh, Günther. 2011. *Grundlagen des Managements produzierender Unternehmen.* Aachen : Springer Verlag, 2011. DOI: 10.1007/978-3-642-14502-5_1 .

Bossard, M., Feranec, J. und Otahel, J. 2000. *CORINE land cover technical guide – Addendum 2000; Technical report No 40;.* Kopenhagen : European Environment Agency, 2000. http://www.eea.eu.int.

Brunn, Ansgar und Weidner, Uwe. 1997. *Extracting buildings from Digital Surface Models.* Bonn : Rheinische Friedrich–Wilhelms-Universität Bonn, 1997.

Comber A., et al. 2004. *What is land cover?* Leicester : Department of Geography, 2004.

Craushaar, Constantin. 2004. *SPSS – 18.0 Advanced.* Telfs : CVC it-services, 2004.

de Lange, Norbert. 2006. *Geoinformatik in Theorie und Praxis.* Berlin : Springer, 2006. ISBN 13 978-3540-28291-4.

Delueg, Klaus. 2011. wetter.bz.it. *Klima Südtirol.* [Online] 2011. [Zitat vom: 10. 09 2011.] http://wetter.bz.it/klima_suedtirol.html.

EURAC Research. 2008. *Aktualisierung der Realnutzungskarte für Südtirol mit Hilfe von Satellitendaten - Pilotstudie.* Bozen : s.n., 2008.

Frank, Andrew U. 2006. *Practical Geometry - The Mathematics for Geographic Information Systems.* Wien : Technische Universität Wien: Institut für Geoinformation und Kartographie, 2006.

GeoVille. 2010. *Land Information System Austria.* Innsbruck : Geoville Information Systems GmbH, 2010.

Gobbi, Gregorio, Speziani, Francesca und Thurner, Brigitte. 2010. *Statistisches Jahrbuch für Südtirol.* Bozen : Autonome Provinz Bozen- Landesinstitut für Statistik - ASTAT, 2010.

Grätzer, George. 1971. *Lattice Theory; First Concepts and Distributive Lattices.* San Francisco : Dover Publications, 1971. ISBN 10: 048647173X .

H. Hafner, et al. 1999. *Neuanlagen im Weinbau.* Meran : Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau, 1999.

ISO. 2002. International Standards for Buisness, Government and Society. *ISO 19113:2002.* [Online] International Organization for Standardization, 2002. [Zitat vom: 19. 10 2011.] http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=26018.

Jensen, John R. 2007. *Remote Sensing of the Environment.* London : Pearson Prentice Hall, 2007. ISBN 0-13-188950-8.

Kass, Steve, Notarnicola, Claudia und Zebisch, Marc. 2010. *Identification of orchards and vineyards with different texture-based.* Bozen : Taylor & Francis, 2010. ISSN 1365-8816; DOI: 10.1080/13658816.2010.510839.

Keil, Manfred, Esch, Thomas und Metz, Annekatrin. 2010. CORINE Land Cover. *DLR.* [Online] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), 2010. [Zitat vom: 03. 11 2011.] http://www.corine.dfd.dlr.de/intro_de.html.

Lueger, Otto. 1905. Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften. Leipzig und Stuttgart : Deutsche Verlags-Anstalt, 1905. Bd. 2.

Lynch, Maureen P. und Saalfeld, Alan J. 1988. *Conflation: Automated Map Compilation.* Washington : Statistical Research Division - Bureau of the Census, 1988. DOI:10.1080/02693798808927897.

Malfér, Peter und Nothdurfter, Reinhard. 2004. *Schätzungslehre & Grundzüge des Agrarrechts.* Bozen : Athesia Druck, 2004. ISBN 88-7014-914-5.

Meinel G., Hennersdorf J. 2001. *Stand der Diskussion europäischer Landnutzungsnomeklaturen - Herausforderung für die Bildverarbeitung.* Germering : Institut für Ökologische Raumentwicklung e.V., 2001.

Mücher, C.A., Stomph, T.J. und Fresco, L.O. 1993. *Proposal for a global land use classification.* Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993.

QlikTech. 2011. QlikView. *Lösungen.* [Online] QlikTech International AB, 2011. [Zitat vom: 25. 10 2011.] http://www.qlikview.com/de/explore/solutions/industries/infrastructure/utilities.

R. Watson, et al. 2000. *IPCC Special Report on Land Use, Land-Use Change And Forestry .* Cambridge : Cambridge University Press, 2000. ISBN 0 521 80495 7.

Reinhardt, Wolfgang. 2006. *Bedeutung von Metadaten und Qualität von Daten.* München : Universität der Bundeswehr München, 2006.

Speziani, Francesca. 2010. *Statistisches Jahrbuch 2010 - Raum und Meteorologie.* Bozen : Autonome Provinz Bozen, 2010.

Surowiecki, James. 2004. *The Wisdom of Crowds: Why the Many Are Smarter Than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations.* Garden City, NY : Doubleday, 2004. 978-0385503860 .

Umweltbundesamt. 2010. CORINE - Flächendeckende Erfassung der Flächennutzung. *Umweltbundesamt.* [Online] 2010. [Zitat vom: 03. 11 2011.] http://www.umweltbundesamt.at/umwelt/raumordnung/flaechennutzung/corine/.

UN. 2011. Detailed structure and explanatory notes: ISIC Rev.4. *unstats.un.org.* [Online] United Nations, 2011. [Zitat vom: 10. 10 2011.] http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=27&Lg=1.

Wirtschaftslexikon. 2010. Wirtschaftslexikon24.net. *Konsistenz.* [Online] Wirtschaftslexikon, 2010. [Zitat vom: 10. 10 2011.] http://www.wirtschaftslexikon24.net/e/konsistenz-inkonsistenz/konsistenz-inkonsistenz.htm.

Zanvettor, Giorgio, Colmano, David und Iellici, Marco. 2006. *Landeskartographie und geografisches Informationsystem, Beschreibung der kartografischen Daten.* Bozen : Amt für überörtliche Raumordnung, 2006.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Äpfel und Schafe als Ansammlung von Elementen (Frank, 2006). 3
Abbildung 2: CORINE Übersichtskarte von Südtirol (Quelle: CORINE, Autonome Provinz Bozen - Südtirol, Amt für raumbezogene und statistische Informatik)..... 10
Abbildung 3: Schloss Trauttmansdorff mit botanischem Garten (Quelle: Orthofoto Trauttmansdorff, Autonome Provinz Bozen - Südtirol, Amt für raumbezogene und statistische Informatik)..... 11
Abbildung 4: Pilotstudie Raum Bozen- Eppan (Quelle: EURAC Research, Pilotstudie) 14
Abbildung 5: Auszug eines Betriebes im LAFIS (Quelle: Abteilung Landwirtschaft, LAFIS)..... 19
Abbildung 6: Differenz der Realnutzungskarte mit der Landesfläche 23
Abbildung 7: Differenz der LAFIS Flächen mit der Landesfläche..... 23
Abbildung 8: Detailansicht der Parzellen in LAFIS 24
Abbildung 9: Union Funktion (Quelle: ESRI ArcGIS Website, UNION- Funktion) 31
Abbildung 10: Wein und Obstbaugebiet im Bereich Eppan (Bozen) 40
Abbildung 11: neue Realnutzungskarte im Bereich von Eppan mit Einfärbung der Aussagekraft 41
Abbildung 12: Datenbankschema 44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Landnutzungsklassen der Realnutzungskarte und der Pilotstudie (EURAC Research, 2008) 15
Tabelle 2: Landnutzungsklassen des LAFIS (Baumgartner, et al., 2011) 18
Tabelle 3: Leere Zellen im LAFIS Datensatz 24
Tabelle 4: Zusammenfassung der Qualitätsanalyse 27
Tabelle 5: Äquivalenztabelle 33