August 2010

Geographisches Institut
Universität Zürich Irchel
Winterthurerstrasse 190
8057 Zürich

Zusammenhänge zwischen Bildbewertungen und Landschaftsklassen

Erklärungsgehalt der CORINE Land Cover-Klassen für die subjektiven Schönheitsbewertungen in einer Bilddatenbank in Grossbritannien

Masterarbeit

Autor

Benjamin Stadler
Schaufelbergerstrasse 65
8055 Zürich
beni_stadler@yahoo.de

Betreuung

Dr. Ross Purves
ross.purves@geo.uzh.ch

Dr. Martin Tomko
martin.tomko@geo.uzh.ch

Fakultätsvertretung

Prof. Dr. Robert Weibel

Persönliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und die den verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht zu haben.

Benjamin Stadler

Danksagung

Das Gelingen dieser Arbeit wäre ohne die aktive Mithilfe einiger Personen in meinem Umfeld nicht möglich gewesen. Diesen Personen möchte ich folgenden Abschnitt widmen und mich nochmals herzlich bei allen bedanken.

Mein allererster und grösster Dank gilt Dr. Ross Purves, welcher mir in vielen Situationen wichtige Inputs inhaltlicher und methodischer Natur geben konnte. Als Betreuer hat er sich immer für mich eingesetzt und die richtige Mischung zwischen der notwendigen Geduld und einem gewissen Druck bei mir angewendet. Ohne ihn hätte ich sicher nicht diese Arbeit so erstellen können, dass ich mit Stolz auf das geleistete und gelernte zurückbringen kann.

Weiter möchte ich mich bei meinem zweiten Betreuer, Dr. Martin Tomko bedanken. Er hat sich vor allem bei Detailanliegen immer sehr viel Zeit genommen und mir oft weitergeholfen. Auch möchte ich ihm die Geduld hoch anrechnen, eine in Deutsch verfasste Arbeit kritisch zu lesen und beurteilen.

Speziell zu Dank verpflichtet bin ich auch gegenüber den Mitarbeitenden des Projektes Geograph und von mySociety, welche die Untersuchungen auf der Webseite von *ScenicOrNot* aufgebaut und betreut haben. Dank dem unkomplizierten Beziehen und Verwenden der Daten konnten die vorliegenden Ergebnisse realisiert werden. Ohne deren Einsatz wäre es mir nicht möglich gewesen, eine solche Arbeit durchzuführen.

Ein grosses Dankeschön möchte ich auch meinen Kolleginnen und Kollegen sowie meinen Verwandten aussprechen. Sie haben mich in schwierigen Zeiten stets motiviert und standen mir in schwierigen Zeiten stets unterstützend zur Seite. Zudem waren einige von ihnen bereit, die Arbeit kritisch zu begutachten.

Und zum Schluss noch möchte ich vor allem meiner Frau danken. Sie hielt nicht nur während der Masterarbeit, sondern schon seit dem gesamten (nicht kurzen), aber immer kurzweiligen, Studium zu mir.

Benjamin Stadler

24. August 2010

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

1.1 Einführung ins Thema 1

1.2 Motivation 2

1.3 Forschungsfragen 3

1.4 Einschränkung des Themengebietes 4

1.5 Aufbau der Arbeit 4

2 Wissenschaftlicher Hintergrund 5

2.1 Landschaftliche Schönheit 5

2.2 Der Einfluss verschiedener Landschaftsklassen auf die Schönheit 8

2.2.1 Einfluss menschlicher Objekte 8

2.2.2 Einfluss von Bildbeschreibungen 11

2.2.3 Einfluss von Landbedeckungs- und Landnutzungsklassen 11

2.3 Zusammensetzung der Landschaft und Schönheit 12

2.4 Kann landschaftliche Schönheit auf Bildern festgehalten werden? 13

2.5 Der Aufnahmestandort als entscheidender Faktor 15

2.6 Forschungslücken und Bereiche mit nur wenig Forschungsergebnissen 16

2.6.1 Untersuchungen mit grossen Bilddatensätzen 16

2.6.2 Einfluss der Grösse des sichtbaren Gebietes in der Fotografie 16

2.6.3 Lage- und Richtungsunsicherheiten von Aufnahmen 17

2.7 Forschungsfragen 18

3 Datengrundlagen 20

3.1 CORINE Land Cover 20

3.2 Geograph 23

3.3 ScenicOrNot 24

3.3.1 Bewertung der Bilder 24

3.3.2 Räumliche Verteilung der Daten 25

3.4 Höhenmodell der Shuttle Radar Topography Mission 25

4 Methoden 27

4.1 Übersicht über die Arbeitsschritte 27

4.2 Verknüpfung der Bilddaten mit *CORINE Land Cover*-Daten 29

4.2.1 Punktuelle Verknüpfung der Daten 30

4.2.2 Verknüpfung der Daten innerhalb der OSGB-Rasterzelle 30

4.2.3 Dateneingrenzung durch Umkreise um den Aufnahmestandort 39
4.2.4 Berücksichtigung der Aufnahmerichtung 41
4.2.5 Berechnung von *Footprint* und *Viewshed* 41
4.3 Statistische Auswertungen 43
4.3.1 Testen der Daten auf Normalverteilung 43
4.3.2 Korrelation zwischen Klassendurchschnitten und einzelnen Bewertungen 43
4.3.3 Vergleich der CLC-Klassen und -Hauptgruppen mit den Gesamtdaten 44
4.4 Einfluss der Grösse des abgebildeten Gebietes auf die Fotobewertung 44
5 Resultate 47
5.1 Vergleich der CLC-Flächenanteile mit der Anzahl Fotos pro Klassen 47
5.2 Alle Bilder versus häufig bewertete 50
5.3 Verteilung schöner und weniger schöner Aufnahmestandorte 52
5.4 Verknüpfung der *CORINE Land Cover*-Daten mit den Bewertungen 54
5.4.1 Berechnung der Geländerauigkeit mit Hilfe eines Höhenmodells 54
5.4.2 Punktuelle Verknüpfung der Daten 55
5.4.3 Übersicht über die verknüpften Daten innerhalb von Polygonen 55
5.4.4 Flächenanteile der CLC-Hauptgruppen pro Schönheitsklasse 58
5.5 Zusammenhänge im gesamten Datensatz 60
5.5.1 Testen auf Normalverteilung: Kolmogorov-Smirnov-Test 60
5.5.2 Korrelationswerte der Gesamtdaten für alle Varianten 60
5.6 Ausschluss einzelner CLC-Klassen und -Hauptgruppen 62
5.6.1 Vergleich der CLC–Klassen und -Hauptgruppen mit den Gesamtdaten 62
5.6.2 Verbesserte Korrelationswerte 64
5.7 Einfluss der Grösse der sichtbaren Fläche auf die Schönheitsbewertung 66
6 Diskussion 68
6.1 Eignung der *CORINE Land Cover*-Daten für die Forschungsfragen 68
6.2 Beantwortung der Forschungsfragen 68
6.3 Methodische Probleme 72
6.3.1 Klassifikationsprobleme 72
6.3.2 Fehlerhafte Interpretationen der Bewertungsskala 73
6.4 Einbezug der Aufnahmerichtung zur räumlichen Dateneingrenzung 73
6.5 Einfluss der Entfernung vom Aufnahmestandort 74
6.5.1 Maximale Entfernung von die Bewertung beeinflussenden Objekten 74
6.5.2 Einfluss der Distanz eines Objektes auf die Bewertung 74
6.5.3 Objektgrösse im Bild und in der Landschaft 75

6.6 Einfluss der Landschaftsklassen auf die Bewertung 76
6.6.1 Positive Einflüsse auf die landschaftliche Schönheit 79
6.6.2 Negative Einflüsse auf die landschaftliche Schönheit 79
6.7 Eignung der Bilder von Geograph für die Schönheitsbeurteilung der Landschaft 80
6.8 Der Nutzen von Abschätzungen der landschaftlichen Schönheit für die Planung 81
7 Schlussfolgerungen und Ausblick 82
7.1 Schlussfolgerungen 82
7.1.1 Arbeitsschritte und Methoden 82
7.1.2 Neue Erkenntnisse 83
7.2 Ausblick 84
7.2.1 Berücksichtigung der perspektivischen Verzerrung 84
7.2.2 Auswertung von Bildinhalten 85
7.2.3 Übertragung der Resultate von Grossbritannien auf andere Gebiete Europas 85
7.2.4 Verknüpfung der Bilddaten mit anderen Landschaftsklassierungen 86
7.2.5 Grosse Bilddatensätze versus viele Bewertungen und wenige Bilder 86
8 Literatur 87

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Beispiele bewerteter Bilder von *ScenicOrNot* 1
Abbildung 1-2: Aufbau der Webseite *ScenicOrNot* 2
Abbildung 2-1: Unterschiedliche Bewertungen von Landschaftsbildern 6
Abbildung 2-2: Positiver und negativer Einfluss menschlicher Objekte 9
Abbildung 2-3: Einfluss von Distanz auf den visuellen Impact 10
Abbildung 2-4: Richtungswahrscheinlichkeiten bei Unsicherheit 17
Abbildung 3-1: Einteilung der *CORINE Land Cover*-Daten 21
Abbildung 3-2: Die fünf CLC-Hauptgruppen in Grossbritannien 22
Abbildung 3-3: Anzahl Bilder im Projekt Geograph 23
Abbildung 3-4: Das Höhenmodell der SRTM in Grossbritannien 26
Abbildung 4-1: Übersicht über die Arbeitsschritte 28
Abbildung 4-2: Die unterschiedlichen räumlichen Verknüpfungsvarianten 29
Abbildung 4-3: Verknüpfung der CLC-Daten mit den Bewertungen 35
Abbildung 4-4: Rasterzelle mit unterschiedlichen CLC-Klassen 37
Abbildung 4-5: Bewertetes Bild mit unterschiedlichen CLC-Klassen 38
Abbildung 4-6: Bilder mit sichtbarem Vordergrund 45
Abbildung 4-7: Bilder mit sichtbarem Vorder- und Mittelgrund 46
Abbildung 4-8: Bilder mit sichtbarem Vorder-, Mittel- und Hintergrund 46
Abbildung 5-1: Flächenanteile und Aufnahmen pro CLC-Hauptgruppe 48
Abbildung 5-2: Flächenanteile und Aufnahmen pro CLC-Klasse 49
Abbildung 5-3: Bilder, deren Bewertungen eine sehr grosse Varianz aufweisen 50
Abbildung 5-4: Vergleich aller Daten mit häufig bewerteten 51
Abbildung 5-5: Korrelation der Klassendurchschnitte für alle und häufig bewertete Bilder 51
Abbildung 5-6: Verteilung der Bilder mit den besten und schlechtesten Bewertungen 53
Abbildung 5-7: Absolute und Relative Rauigkeit des Geländes 54
Abbildung 5-8: Flächenanteile pro Schönheitsklasse 56
Abbildung 5-9: Durchschnittliche Bewertung mit Standardabweichung pro CLC-Klasse 57
Abbildung 5-10: Flächenanteile der CLC-Hauptgruppen pro Schönheitsklasse 59
Abbildung 5-11: Bewertungen und Standardabweichungen der Distanzkategorien 67
Abbildung 6-1: Einfluss der räumlichen Dateneingrenzung 70
Abbildung 6-2: Einfluss der Perspektive auf die Grösse von Objekten 76

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Bildtabelle mit Attributen von ScenicOrNot 25
Tabelle 4-1: Erläuterung der räumlichen Verknüpfungen mit Hilfe eines Beispiels 31
Tabelle 4-2: Radien der variablen Kreise 41
Tabelle 5-1: Korrelationskoeffizienten für die räumlichen Eingrenzungen 61
Tabelle 5-2: Unterschiede zwischen CLC-Klassen / Gruppen und den Gesamtdaten 63
Tabelle 5-3: Korrelationskoeffizienten für die räumlichen Eingrenzungen 65
Tabelle 5-4: Überblick über die Anzahl der Bilder pro Distanzkategorie 66
Tabelle 6-1: Durchschnittliche Bewertungen der CLC-Klassen und –Gruppen 78

Glossar und Abkürzungsverzeichnis

Britische Inseln	Mit dieser Bezeichnung werden die Gebiete Grossbritanniens, Irlands und Nordirlands zusammengefasst. Dies ist somit das ganze Gebiet, für welches Geograph Bilder sammelt und aufbereitet.
CLC	CLC oder *CORINE Land Cover* beziehungsweise CORINE bezeichnen das Programm der europäischen Umweltagentur (European Environment Agency, EEA), in welchem klassierte Daten zu Landbedeckung und Landnutzung für einen Grossteil Europas gesammelt werden.
CORINE	Abkürzung: **Co**o**r**dination of **in**formation on the **e**nvironment. Für eine Erläuterung siehe CLC
Footprint	bezeichnet den Ausschnitt eines Kreises, der auf Grund der Lage und der Richtung der Aufnahmen, eines geschätzten Öffnungswinkels der Kameraoptik von 60 Grad sowie einer maximalen sichtbaren Distanz zustande kommt. Im Gegensatz zu den *Viewsheds* ist für die *Footprints* das Höhenmodell nicht berücksichtigt.
Geograph	Ein Projekt, bei welchem für die Britischen Inseln repräsentative Fotos für jede Rasterzelle mit einem Flächeninhalt von einem Quadratkilometer durch Benutzer im Rahmen eines Spieles auf eine Homepage hochgeladen werden können.
Grossbritannien	Umfasst die Gebiete von England, Schottland und Wales. Dies sind die Gebiete, für welche mySociety die Bilder von Geograph auf der Webseite www.scenic.mysociety.org bewerten liess.
ScenicOrNot	Bezeichnet die Webseite, auf welcher die Bilder des Projektes Geograph bezüglich ihrer Schönheit bewertet werden.
Viewshed	Mit dem Begriff *Viewshed* wird jene Fläche in der Landschaft bezeichnet, welche von einem Punkt aus näherungsweise auf einer Fotografie abgebildet ist. Zur Berechnung der *Viewsheds* werden die Lage und Richtung der Aufnahmen, ein geschätzter Öffnungswinkel der Kameraoptik von 60 Grad, das Höhenmodell SRTM sowie eine maximale sichtbare Distanz verwendet.

Zusammenfassung

Landschaftliche Schönheit wird seit jüngerer Zeit als wichtiges Gut erachtet. Jedoch gehen die Meinungen über die Frage, welche Landschaften schön sind und welche nicht, auseinander. Deshalb beschäftigen sich viele Wissenschaftler mit dem Thema, ob subjektive Bewertungen der landschaftlichen Schönheit durch objektiv gemessene Parameter nachvollzogen und erklärt werden können.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die Bilder von *Geograph*, welche auf der Webseite von *ScenicOrNot* (http://scenic.mysociety.org) bezüglich ihrer Schönheit bewertet werden, mit den objektiven Daten von *CORINE Land Cover* (CLC) zu verknüpfen. Dabei lautet die Hauptfrage der Arbeit, welche durch die Bearbeitung von Unterfragen noch genauer erörtert wird:

- **Welcher Anteil der Varianz der Schönheitsbewertungen der Bilder kann auf Grund der *CORINE Land Cover*-Daten erklärt werden?**

Die Daten von Geograph und *ScenicOrNot* sind für Grossbritannien vorhanden, weshalb dieses Gebiet auch den räumlichen Rahmen für die Bearbeitung der Forschungsfragen festsetzt. Auf der Webseite von *ScenicOrNot* werden rund 179'000 georeferenzierte Bilder der Datenbank von Geograph mindestens dreimal durch Benutzer bewertet. Diese bilden zusammen mit den CLC-Daten die Grundlagen der Arbeit.

Die Hauptfrage der Arbeit orientiert sich stark an der Literatur, da viele Autoren feststellten, dass rund die Hälfte der Varianz von subjektiven Schönheitsbewertungen mit Hilfe von objektiven Parametern erklärt werden kann. Zwei der drei Unterfragen konzentrieren sich darauf, wie sich die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Bewertung und den CLC-Daten verbessert, wenn die räumliche Abgrenzung, innerhalb welcher die Daten verknüpft werden, verändert wird. Die letzte Frage beschäftigt sich mit dem Thema, ob die Resultate verbessert werden können, wenn einzelne *CORINE Land Cover*-Klassen ohne grossen Erklärungsgehalt bezüglich Schönheitsbewertung von den Korrelationsberechnungen ausgeschlossen werden.

Um die Stärke des Erklärungsgehaltes der CLC-Daten festzustellen, wird die Korrelation zwischen den durchschnittlichen Schönheitswerten der Klassen sowie den Bewertungen der einzelnen Bilder untersucht. Dafür muss zuerst für jede Klasse die durchschnittliche Bewertung ermittelt werden, welche je nach räumlicher Eingrenzung der Daten (Erläuterung weiter unten) unterschiedlich sind. Ein Korrelationskoeffizient von 0.5 gibt an, dass 50 Prozent der Varianz der Schönheitsbewertungen durch die Klassen der CLC-Daten erklärt werden können.

Auf Grund der gesamten Daten wurde je nach räumlicher Eingrenzung der zu verknüpfenden Daten ein maximaler Korrelationskoeffizient von 0.518 erreicht. Ein Ausschluss von Klassen ohne grossen Erklärungsgehalt führte zu einer Verbesserung dieses Wertes auf bis zu 0.626.

Wenn die Verknüpfung der Daten innerhalb der Rasterzellen erfolgt, für welche die Aufnahmen gemäss Geograph eigentlich geeignet sein sollten, so sind die Resultate schlechter als bei anderen Varianten. Bereits eine Verknüpfung, bei der nur die CLC-Klasse am Aufnahmestandort berücksichtigt wird, führt zu verbesserten Korrelationswerten. Damit wird bestätigt, dass der Bereich unmittelbar

beim Aufnahmestandort bei der ästhetischen Bewertung einer Landschaft sehr wichtig ist. Dennoch zeigt der Vergleich mit den Varianten, bei welchen die Daten innerhalb eines Umkreises um den Aufnahmestandort verknüpft werden, dass eine räumliche Umgebung berücksichtigt werden muss, um die Resultate zu verbessern. Bei zusätzlicher Berücksichtigung des Geländes und der CLC-Klassen, um die Grösse des sichtbaren Bereichs vom Aufnahmestandort aus abzuschätzen und dementsprechend den Umkreisradius zu variieren, können die Resultate nochmals verbessert werden. Der Vergleich dieser Resultate mit jenen der *Footprints* und *Viewsheds*, welche zusätzlich die Aufnahmerichtung und einen geschätzten Öffnungswinkel der Kameraoptik zu Hilfe nehmen, zeigt, dass die Blickrichtung bei der Bewertung nicht so wichtig ist, wie von manchen Autoren festgestellt. Eine Bewertung kann eher einer fokalen Umgebung um den Aufnahmestandort ohne Berücksichtigung der Blickrichtung zugeschrieben werden.

Für die CLC-Gruppen und -Klassen kann festgehalten werden, dass die *Artificial surfaces* stark unterdurchschnittlich bewertet werden. Siedlungsflächen führen also zu einem abnehmenden ästhetischen Wert einer Landschaft. Die *Agricultural areas* weisen dagegen Schönheitswerte auf, die nicht stark von denjenigen aller vereinten Daten abweichen. Ihnen kann also weder ein positiver, noch ein negativer Einfluss auf die Bewertung einer Landschaft zugeschrieben werden. Waldflächen werden ebenfalls als durchschnittlich bewertet. Resultate anderer Autoren, wonach der Anteil der Waldflächen innerhalb einer Landschaft keinen Einfluss auf die Bewertung hat, können also bestätigt werden. Dennoch kann für die gesamte CLC-Gruppe der *Forest and semi-natural areas* ein positiver Effekt auf die Schönheitsbewertung festgestellt werden. Dieser ist jedoch auf andere Klassen innerhalb dieser Gruppe, wie *natural grasslands*, *moors and heathland* und sparesly vegetated areas zurückzuführen. Die durchschnittlichen Bewertungen der Klassen der Gruppe *Wetlands* sind wie jene der landwirtschaftlichen Flächen nicht stark verschieden von den Durchschnittswerten der Gesamtdaten. Als fünfte Gruppe werden die *Water bodies* von den Usern als überdurchschnittlich schön bewertet, was ebenfalls mit Ergebnissen aus der Literatur übereinstimmt.

Summary

Scenic beauty is nowadays seen as an important public good. Opinions about which landscapes are scenic and which others are not differ. This is one of the main reasons why scientists all over the world are trying to explain the subjective ratings of scenic beauty with the help of objectively measurable parameters.

This thesis tries to link pictures from the project *Geograph*, which were rated on the website of *ScenicOrNot* (http://scenic.mysociety.org) according to their scenic values, with the objective data of *CORINE Land Cover*. Four different research questions are explored in this thesis. The main research question shows the general framework as follows:

Which portion of the variance of the subjective scenic beauty ratings of the pictures can be explained by the *CORINE Land Cover* data?

The *Geograph* and *ScenicOrNot* data are available for Great Britain; therefore this spatial framework is suitable for processing the research questions. Around 179'000 georeferenced images of the *Geograph* database were rated by users at least three times on the *ScenicOrNot* website. This together with the CLC data serves as the basis for this master thesis.

Four research questions are examined in this thesis. The main question is closely related to research findings in this area. Many authors observe that around half of the variance of subjective beauty ratings can be explained through objective parameters. Two of the three sub-questions focus on how the strength of the relationship between the ratings and the CLC data improves when the spatial boundaries within which the data is interlinked, changes. The last question deals with the issue of whether the results can be improved if some of the *CORINE Land Cover* classes with low explanatory value regarding scenic beauty are excluded from correlation calculations.

The correlation between the average values of scenic beauty of the landcover classes and the individual ratings per picture is investigated in order to determine the explanatory power of the CLC data. Therefore the average values, which can be different for each spatial framework, per class have to be calculated. A correlation coefficient of 0.5 indicates that 50 percent of the variance of the scenic beauty ratings can be explained by the *CORINE Land Cover* classes.

A maximum correlation coefficient of 0.518 was reached based on the whole CLC dataset, depending on the spatial containment of the data to be linked. Exclusion of classes without much explanatory power led to an improvement of this value of up to 0.626.

If the linking of the data takes place within the grid cells for which the recordings according to Geograph should be suitable, results are not as good as for other variants. When only the CLC classes direct capture location is taken into account, improved correlation values are reached. This confirms that the area immediately next to the location where the photo was taken is very important for the aesthetic evaluation of a landscape. Nevertheless, the comparison with the variants where the associated data within a radius around the capture site is linked, a certain area must be considered to improve the results.

The results can be further improved with additional consideration of the terrain and the CLC classes to resize the radius of the buffer around the capture site according to the estimated visible. The comparison of these results with those within the *Footprints* and *Viewsheds*, which also take the viewing direction into account, shows that the direction is not as important as noted by several authors. The ratings should rather be awarded to a focal area at the capturing site without taking into account the view direction.

For the CLC groups on level one and the classes it can be stated that the *Artificial surfaces* were rated far below average. Settlements, thus lead to a decrease in aesthetic value of the landscape. The scenic beauty of agricultural land has been rated as average; their values don't differ greatly from those of the overall data. Positive ratings, as cited in the literature, cannot be stated. Forest areas were also averagely rated. We can thus confirm the results of other authors according to whom the proportion of forest cover within a landscape does not affect the beauty rating. Nevertheless, other semi-natural areas establish a positive effect on the beauty rating for the entire CLC group of "*Forest and semi-natural areas*". This however is due to other classes within this group, such as natural grasslands, moors and heath lands and sparely vegetated areas. The average scores of the classes of the group *Wetlands* is not very different from the ratings for all data. The fifth group, the *Water bodies* was rated as more beautiful than average by users, which is consistent with results that can be found in the literature.

1 Einleitung

1.1 Einführung ins Thema

Wohl jeder Mensch hat schon einmal von einem Aussichtspunkt oder einfach vom Wohnzimmerfenster aus die Umgebung betrachtet. Ein schöner Ausblick kann eine magische Anziehungskraft auf den Betrachter haben.

Was jedoch macht einen Raumausschnitt, eine Landschaft, schön und wieso sollen andere Landschaften weniger schön sein? Wieso bewertet zum Beispiel jemand die Landschaft, welche auf einem der beiden folgenden Bilder der Abbildung 1–1 zu sehen ist, als schön und jene auf dem anderen Bild nicht? Ist es überhaupt möglich, die subjektive Bewertung der landschaftlichen Schönheit einigermassen objektiv nachzuvollziehen?

Abbildung 1-1: Beispiele bewerteter Bilder von *ScenicOrNot*
Quellen: http://scenic.mysociety.org/view-164615-Sgurr-na-Bhairnich-and-the-Cuillin-Ridge (links)
http://scenic.mysociety.org/view-14504-Electricity-Station-Landulph-Cornwall

Gemäss Palmer (2004) kann rund die Hälfte der Variation landschaftlicher Schönheit durch unterschiedliche räumliche Landschaftsmasse, also objektiv, erklärt werden. Der restliche Teil wird wesentlich von der Wahrnehmung des Betrachters beeinflusst (Daniel, 2001). Somit ist landschaftliche Schönheit also auf objektive und subjektive Faktoren zurück zu führen.

Für die vorliegende Masterarbeit werden verschiedene Datensätze verwendet. Als zentraler Datenlieferant dient die Webseite von *ScenicOrNot* (http://scenic.mysociety.org), auf welcher ein Teil der Bilder der Datenbank von Geograph (www.geograph.org.uk) bezüglich ihrer Schönheit bewertet wurde. Als objektive Daten werden diejenigen vom Projekt *CORINE Land Cover* der Europäischen Umweltagentur und ein Höhenmodell verwendet. Weiter wird für gewisse Untersuchungen auf Informationen über die Aufnahmerichtungen der Bilder, welche direkt bei der Webseite von Geograph bezogen werden können, zurückgegriffen.

Zur Verfügung steht ein Datensatz von *ScenicOrNot*, in welchem rund 179‘000 Bilder mindestens dreimal bewertet werden. Die Benutzeroberfläche, wo die Bilder bezüglich ihrer Schönheit bewertet

werden können, ist in der folgenden Abbildung (1–2) ersichtlich. Wie eine Bewertung durch die Benutzer vorgenommen werden soll, ist auf der Webseite nicht genauer spezifiziert. Jedoch scheint der Vorgang der Bewertung wie auch die Bewertung an sich (10 ist die bestmögliche und 1 die schlechteste Benotung) selbsterklärend zu sein.

Abbildung 1-2: Aufbau der Webseite *ScenicOrNot*
So sieht die Webseite aus, wo die Bilder von Geograph bezüglich ihrer Schönheit bewertet werden. Der essentielle Ausschnitt für die Bildbewertungen ist das gezeigte Bild, welches zufällig wechselt, sowie die Bewertungsskala, welche oberhalb des Bildes zu finden ist.

1.2 Motivation

Landschaften werden durch den Menschen stark geprägt und verändert. Während in der heutigen Zeit gewisse Belange der Natur vermehrt wahrgenommen und besser bei der Planung berücksichtigt werden, scheint die Schönheit einer Landschaft als eigenständige Ressource nicht immer genügend Rückhalt in der Bevölkerung zu haben.

GIS ist ein gut geeignetes Instrument, um die räumlichen Daten strukturierter zu erforschen. Somit sieht der Autor GIS auch als geeignet, um die Zusammenhänge zwischen den Schönheitsbewertungen der Bilder und den *CORINE Land Cover*-Klassen herzustellen. In der Identifikation objektiv messbarer Einflüsse auf die subjektiven Schönheitsbewertungen von Landschaften liegt für den Autor der Reiz in dieser Arbeit.

1.3 Forschungsfragen

In der Literatur wird oft erläutert, dass rund die Hälfte der subjektiven Schönheitsbewertungen durch objektive Masse vorausgesagt werden kann. Die Hauptfrage zielt ebenfalls auf dieses Thema ab:

- **Welcher Anteil der Varianz der Schönheitsbewertungen der Bilder kann auf Grund der *CORINE Land Cover*-Daten erklärt werden?**

Auf Geograph werden Bilder einem Raster mit einem Quadratkilometer Maschenweite zugeschrieben. Im Verlaufe dieser Arbeit werden diese räumlichen Eingrenzungen, unter anderem unter Einbezug eines digitalen Höhenmodells, verändert. In einer Unterfrage wird folgendes untersucht:

- **In welcher Art wirken sich veränderte räumliche Dateneingrenzungen auf die Resultate der Korrelationsberechnungen aus?**

Durch Einbezug des Höhenmodells und der Aufnahmerichtung der Bilder kann relativ genau berechnet werden, welcher Bereich abgebildet ist. Es wäre zu erwarten, dass auf diese Weise die Resultate verbessert werden, da exakt jene CLC-Klassen in die Berechnung einbezogen werden, welche auf den Fotografien ersichtlich sein sollten. Die zweite Unterfrage untersucht dies:

- **Können die Resultate durch Bestimmung der exakten *Viewsheds* verbessert werden?**

Es können jedoch nicht nur räumliche Parameter verändert, sondern auch gewisse Daten aus der Untersuchung ausgeschlossen werden, wenn dadurch eine Verbesserung des Erklärungsgehalts der CORINE-Daten erhofft werden darf. Die nächste Frage zielt auf dieses Problem ab:

- **Wie gut können die Zusammenhänge verbessert werden, wenn einzelne Klassen, deren Verteilung der Schönheitswerte ähnlich wie jene der Gesamtdaten ist, von der Korrelationsberechnung ausgeschlossen werden?**

1.4 Einschränkung des Themengebietes

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, einen Bezug zwischen den bezüglich Schönheit bewerteten Bildern und objektiven Massen in Form der *CORINE Land Cover*-Klassen herzustellen. Dabei ist es nicht das Ziel, die einzelnen Inhalte der Bilder zu untersuchen. Vielmehr wird die Bildbewertung, welche wir als repräsentativ bezüglich einer Umgebung um den Aufnahmestandort annehmen, auf ebendiese geographische Umgebung mit verschiedenen Methoden übertragen und über die Lage mit den CLC-Klassen von verknüpft.

Somit kann festgehalten werden, dass die Fotografie, welche hinter der Bewertung steckt, bei der durchgeführten Art der Datenauswertung keinen Einfluss mehr hat. Bilder werden lediglich als Anschauung für einzelne Beispiele verwendet wird. Wichtiger sind die Bewertungen der Bilder sowie die exakte Lage des Aufnahmestandortes essentiell für die Arbeit.

1.5 Aufbau der Arbeit

Im zweiten Kapitel wird die Literatur aus dem für diese Arbeit relevanten Themenbereich zusammengefasst und erläutert. Ebenfalls wird auf Forschungslücken eingegangen. In einem letzten Teil werden die Forschungsfragen noch einmal wiederholt und etwas tiefergehend mit Bezug zur Literatur erläutert. Daran anschliessend werden im dritten Kapitel die verwendeten Daten, deren Herkunft und Verwendungszweck vorgestellt.

Im vierten Kapitel werden auf die Methoden eingegangen mit der die Forschungsfragen beantwortet werden sollen. In einem ersten Teil werden die notwendigen Arbeitsschritte sowie die dafür benötigten Programme schematisch aufgezeigt und kurz beschrieben. In einem nächsten Abschnitt werden diese eingehender erläutert. Im fünften Kapitel werden die Resultate ausführlich präsentiert und interpretiert. Die Interpretation erfolgt unabhängig von eigenen Meinungen sowie Ergebnissen aus der Literatur. Diese Bezüge werden erst in der Diskussion hergestellt.

Im sechsten Kapitel, dem Diskussionsteil, werden die Resultate aus dem vorhergehenden Kapitel nochmals kurz wiederholt und mit Bezug auf die Literatur kommentiert. Ebenfalls wird versucht, gute und schlechte Punkte am eigenen Vorgehen bei dieser Arbeit herauszuarbeiten und Verbesserungsvorschläge zu präsentieren. Zudem werden die Resultate verwendet, um die Forschungsfragen so gut als möglich zu beantworten. In den daran anschliessenden Schlussfolgerungen werden die wichtigsten Erkenntnisse, die sich während den Arbeitsschritten herauskristallisiert haben, entfaltet und im Ausblick kurz ausgeführt, welche weitere Forschungsprozesse denkbar wären, um die erreichten Ergebnisse weiter zu führen.

Anschliessend an die Schlussfolgerungen und den Ausblick ist die verwendete Literatur in einer alphabetischen Liste wiedergegeben.

2 Wissenschaftlicher Hintergrund

2.1 Landschaftliche Schönheit

Schon seit Urzeiten spielt die Schönheit eines Raumausschnitts für den Menschen eine Rolle. Bereits frühere Zivilisationen suchten sich für Siedlungen nicht nur Orte aus, die die damaligen Grundbedürfnisse zu decken vermochten, sondern darüber hinaus auch landschaftlich schön waren. Viele dieser Orte würden auch vom modernen Menschen als schön beurteilt werden. Manche Autoren deuten deshalb, dass sich Grundwerte über die Qualität einer Landschaft über eine lange Zeit entwickelt und gefestigt haben (Daniel, 2001). Die Frage nach der Schönheit der Dinge beschäftigt Philosophen und Wissenschaftler anderer Zweige seit Jahrhunderten. Auch heute noch kann die Frage, worin die Schönheit einer Sache liegt, nicht als gelöst gelten und sie wird es wohl auch nie sein. Dennoch ist es für die Entwicklung eines Systems, welches der objektiven Nachvollziehung der Schönheit dienen soll, unabdinglich, den Begriff der landschaftlichen Schönheit genau zu definieren (Daniel und Booster, 1976).

In neuerer Zeit werden und werden Landschaften wegen ihrer Schönheit oder Einzigartigkeit oft als schützenswert betrachtet (De la Fuente de Val et al., 2006). Viele Nationalparks werden auch auf Grund ihrer einzigartigen Schönheit als solche klassiert. Trotzdem ist von allen natürlichen Ressourcen die Schönheit einer Landschaft eine der am schwierigsten messbaren (Daniel und Booster, 1976).

Landschaften werden nicht unbedingt von allen Menschen gleich bewertet. Eine Übereinstimmung bei der Beurteilung der Schönheit von Landschaften durch verschiedene Versuchspersonen wird von manchen Autoren durch evolutionäre Prozesse erklärt. Menschen beurteilen die Landschaften als schön, welche sich während der Entwicklung des Menschen als vorteilhaft herausgestellt haben (Hull und Revell, 1989). In der evolutionären Geschichte haben die Menschen vor allem für zwei verschiedene Typen von Orten starke Präferenzen entwickelt. Zum einen sind dies Orte, welche vorteilhaft für die Beobachtung eines grossen Gebietes sind und zum zweiten solche, an denen man sich den Blicken anderer entziehen kann (Appleton, 1975; in: Edwardes et al., 2007). Kaplan (1973) führt diesen Gedankengang mit der Theorie weiter, dass auch Menschen verschiedener Kulturkreise eine Landschaft bezüglich ihrer Schönheit ähnlich bewerten werden, da alle Menschen dieselben Prozesse bei der Informationsverarbeitung durchlaufen. Seiner Meinung nach verdankt der Mensch seinen Aufstieg zu der dominierenden Spezies sehr effizienten und schnell funktionierenden Mechanismen bei der Verarbeitung von Informationen. Aus diesen bei allen Menschen gleich funktionierenden Mechanismen folgt seiner Meinung nach auch ein gleiches oder ähnliches Beurteilen und Bewerten von diesen Informationen, in unserem Fall der Schönheit der Landschaft.

Hull und Revell (1989) stellen dem entgegen, dass auch eine kulturelle Bildung und persönliche Erfahrung einer Person einen Einfluss auf die Bewertung haben und dementsprechend Personen mit verschiedenen kulturellen und sozialen Hintergründen eine Landschaft unterschiedlich bewerten. Sie haben untersucht, welche Landschaftselemente in einer Region in Bali von Touristen beziehungsweise von Einheimischen als schön beurteilt werden. Die Versuchsobjekte beider Gruppen mussten die für sie persönlich schönsten Orte fotografieren oder vorgegebene Fotos bewerten,

wobei sie höchstens zehn Fotos selbst schiessen durften. Die Resultate der Studie besagen, dass bestimmte Bewertungen zu Stande kommen, weil gewisse Meinungen mit den Landschaftselementen assoziiert sind. Dies bedeutet wiederum, dass die Bewertung der Schönheit einer Landschaft zumindest zu einem gewissen Teil kulturell verankert und erlernt ist. Erfahrungen von Personen aus verschiedenen kulturellen Kreisen, inwiefern eine Landschaft für einen bestimmten Zweck geeignet ist, beeinflussen die Bewertung einer Landschaft.

Unterschiedliche Beurteilungen von Landschaften kann auch für Gesellschaften mit gleichem kulturellem Hintergrund beobachtet werden. Eine Person, welche eine Landschaft mit dem Ziel betrachtet, eine Familie zu gründen und zu ernähren, wird eine andere Bewertung vornehmen als eine Person, deren Ziel es ist, in der gesehenen Landschaft ein paar Tage Urlaub zu verbringen (Hull und Revell, 1989).

Ribe (2002) untersuchte zu diesem Thema, wie Landschaften von Personen bewertet werden, die drei verschiedenen Gruppen zugehörig sind. In der ersten Gruppe sind Personen, welche in der Holzproduktion tätig sind (*Productionists*). Die zweite Gruppe besteht aus Umweltschützern (*Protectionists*) und die dritte Gruppe ist zwischen den beiden anderen anzusiedeln (*Nonaligned Respondents*). Die Gruppeneinteilung erfolgte auf Grund von Fragen, die im Rahmen der Studie beantwortet wurden. In der Abbildung 2–1 sind die Bewertungen von Landschaften durch die drei Gruppen ersichtlich. Die darin ersichtlichen Resultate sind zweigeteilt. Für insgesamt schlecht bewertete Bilder ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Bewertungen der *Productionists*, *Protectionists* und *Nonaligned Respondents* festzustellen (Ribe, 2002). Die Holzproduzenten bewerten die Landschaften überdurchschnittlich hoch, die Umweltschützer zu tief. Die Bewertungen der dritten Gruppe liegen dazwischen. Für insgesamt schöne Bilder sind keine Unterschiede zwischen den Bewertungen durch die drei verschiedenen Gruppen mehr auszumachen.

In der Untersuchung von Ribe (2002) wurden die Landschaften wurden auf Grund von Bildern bewertet. Für eine wissenschaftliche Diskussion, ob Bilder überhaupt ein geeigneter Ersatz für die Bewertung von Landschaften sind, sei auf das Kapitel 2.4 verwiesen.

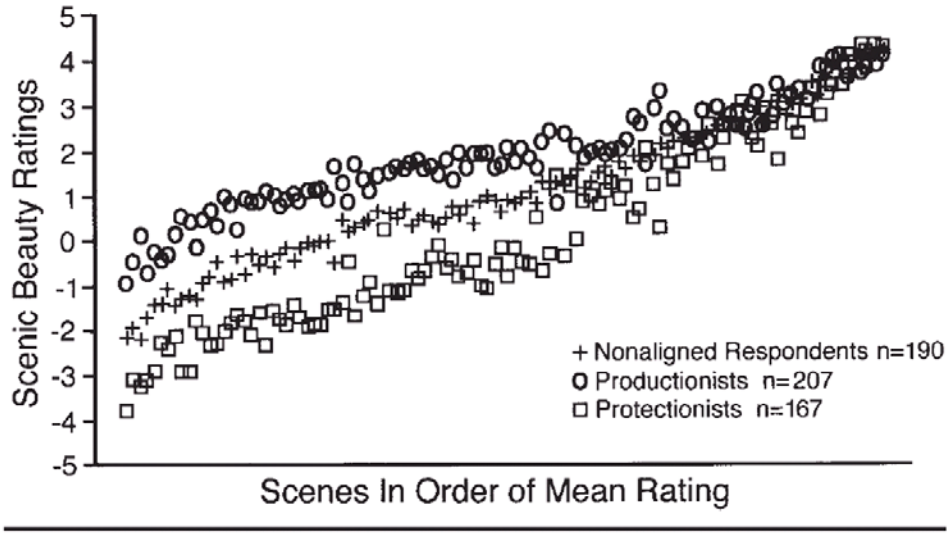


Abbildung 2-1: Unterschiedliche Bewertungen von Landschaftsbildern
Die durchschnittlichen Bewertungen lassen sich den drei Gruppen Productionists, Protectionists und Nonaligned Respondents zuordnen. Die Unterschiede sind für allgemein schlecht bewertete Bilder gross.
Quelle: Ribe, 2002; Seite 769

In der wissenschaftlichen Forschung ist man sich einig, dass die beurteilte Schönheit einer Landschaft zum einen von der Natur selbst, deren Zustand und Eigenschaften, sowie zum andern von der Wahrnehmung und dem Beurteilen des Betrachters abhängt. Die Schönheit einer Landschaft wird also von objektiven und subjektiven Merkmalen beeinflusst. (Daniel, 2001). Dazu stellte Lothian (1999) bereits im Titel zu seinem Paper die entscheidende Frage: „Is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder?“. Während die früheren Philosophen eher zu objektiven Ansätzen tendierten und die Schönheit als Eigenschaft einer Landschaft betrachteten, so hat sich dieser Trend in den letzten Jahrhunderten gewandelt und moderne Philosophen tendieren eher zu subjektiven Ansätzen. Lothian (1999) beschliesst diese Diskussion sogar mit der Aussage, dass nur noch subjektive Ansätze für das Ergründen landschaftlicher Schönheit angewendet werden sollten.

Seit längerer Zeit wird auch versucht, eine ästhetische Bewertung der Landschaft vorzunehmen. Untersuchungen mit dem Ziel, die Schönheit und Qualität einer Landschaft objektiv und systematisch zu erfassen, häufen sich vor allem seit Mitte der Sechzigerjahre des zwanzigsten Jahrhunderts (Daniel und Booster, 1976). Damit die Schönheit einer Landschaft überhaupt bewertet werden kann, muss zuerst genau festgelegt werden, was eine Landschaft ist.

Im Verlauf der Geschichte konnte für den Begriff der Landschaft zuerst ein Bedeutungswechsel vom Landschaftsbild, also von einem Raumausschnitt der gesehen werden kann und emotionale Reaktionen hervorruft, zu einem Raumbereich mit physischen und biologischen Eigenschaften festgestellt werden. Dieser Wandel kann auch als Wechsel vom subjektiven, wahrnehmungsbezogenen zum objektiven Ansatz, welcher die Eigenschaften der Natur selbst, sowie deren Bedeutung als etwas Schützenswertes, was auch verloren gehen kann, angesehen werden. Aus diesem Bedeutungswandel heraus entstanden auch Inventare mit schützenswerten Landschaften. In der jüngsten Vergangenheit konnte wieder eine Verschiebung der Bedeutung zum subjektiven beobachtet werden. Jedoch liegt der Fokus mehr auf dem Nutzen der Landschaft für Erholung. Dies kann unter anderem in der „European Landscape Convention“ nachgelesen werden (Longatti und Dalang, 2007).

Die Bedeutung des Begriffs einfach einem Wörterbuch zu entnehmen ist nicht sehr hilfreich, da der Begriff erst in einem Kontext eine bestimmte Bedeutung erhält (Longatti und Dalang, 2007). Die meisten Erklärungen aus Wörterbüchern haben gemeinsam, dass es sich bei der Landschaft um einen Ausschnitt aus der Erdoberfläche und häufig als Szenerie, welche beobachtet werden kann, handelt. Je nach Forschungsgebiet muss diese Definition um eine Menge anderer Eigenschaften und Vorgänge in der Natur erweitert werden, die nicht so einfach mit Parametern oder von Betrachtern zu erfassen sind. Somit nähert sich dieser erweiterte Begriff der Landschaft dem Verständnis von Umwelt oder Ökosystem an. (Daniel, 2001).

Für die vorliegende Arbeit kann der Begriff Landschaft wie folgt verstanden werden:

1. **ein Teil der Oberfläche der Erde (mit Vegetation und Häusern etc.), so wie der Betrachter ihn sieht (The Free Dictionary).**

2. **“is composed not only of what lies before our eyes but what lies within our heads” (Meinig, 1976).**

Während der erste Teil für die vorliegende Arbeit sehr naheliegend ist, soll der zweite Teil eher darauf aufmerksam machen, dass die Landschaft auch vom Auge des Betrachters abhängt. Gemäss Palmer (2004) kann rund die Hälfte der Variation landschaftlicher Schönheit auf Grund unterschiedlicher räumlicher Landschaftsmasse erklärt werden. Ein gewisser Grad an Variabilität bei der Bewertung ist deshalb immer zu erwarten.

Landschaftliche Schönheit ist nur eine Möglichkeit, wie man eine Landschaft mit einer anderen vergleichen und bewerten kann, ob eine Landschaft also schöner ist als eine andere. Vor allem bei Biologen und Ökologen ist diese Art der Landschaftsbewertung umstritten. Viel verbreiteter ist das Messen der Qualität einer Landschaft auf Grund von ökologischen Faktoren wie ökologische Nachhaltigkeit und Biodiversität (Daniel, 2001).

Der Begriff „landschaftliche Schönheit“ wird in der vorliegenden Arbeit verwendet, da er am ehesten dem deutschen Pendant zum englischen Begriff der „scenicness“ entspricht. Auf der Webseite *ScenicOrNot*, wo die scenicness bewertet wird, sind keine Zusatzinformationen vorhanden, wie dieser Begriff zu verstehen ist. Für jeden Besucher der Webseite ist deshalb ein gewisser Interpretationsspielraum offen. Es ist anzunehmen, dass eine Biologin, ein Landwirt oder eine Landschaftsplanerin nicht genau dasselbe unter dem Begriff verstehen. Für die vorliegende Arbeit geht der Autor davon, dass die Benutzer unter der Schönheit der Landschaft etwas wie Herrlichkeit oder Attraktivität, aber auch Bann (Duden der Deutschen Sprache, 2010) der Landschaft verstanden haben. Es ist jedoch nicht einfach, den Begriff der Schönheit zu Umschreiben, ohne das Wort „schön“ zu verwenden (wie es ebenfalls in einigen Wörterbüchern anzutreffen ist).

2.2 Der Einfluss verschiedener Landschaftsklassen auf die Schönheit

Es gibt zahlreiche Studien, in welchen untersucht wurde, welche Art der Landbedeckung und Landnutzung auf die landschaftliche Schönheit einen Einfluss haben. So wurde zum Beispiel festgestellt, dass die Natürlichkeit, also das nicht vorhanden Sein eines offensichtlich menschlichen Einflusses einen positiven (Kaplan und Kaplan, 1989; Real, 2000) und dementsprechend Siedlungen und andere menschliche Errungenschaften einen negativen Einfluss auf die Schönheit einer Landschaft haben.

2.2.1 Einfluss menschlicher Objekte

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Grêt-Regamey et al. (2007), welche untersuchten, wie viel Geld Touristen in der Umgebung von Davos zu zahlen bereit wären, damit keine neuen Skipisten oder Gebäude die landschaftliche Schönheit beeinträchtigen. Die Testsubjekte waren bereit, für die unveränderte Landschaft signifikant mehr zu bezahlen als für die veränderte. Diese Aussagen decken sich nur zum Teil mit den Ergebnissen von Lothian (2008). In einer Studie wurde untersucht, wie sich Windfarmen auf die Bewertung der Landschaft auswirken. Als Ergebnisse werden festgehalten, dass in schönen Landschaften die Windfarmen einen negativen, in nicht als schön beurteilten Regionen

einen positiven Einfluss auf die Bewertung hatten (Lothian, 2008). Um andere Einflüsse landschaftlicher Unterschiede auszublenden, werden die Windfarmen mit Hilfe von Adobe Photoshop in die Bilder hineingestellt und die Bilder von Testsubjekten mit und von anderen ohne diese bewertet. Weiter stellte der Autor in der selben Studie fest, dass die negative Auswirkung der Anlagen durch die Farbgebung beeinflusst und zum Beispiel verstärkt wird, wenn die Anlagen regenbogenfarbig sind (Lothian, 2008).

In der Abbildung (2–2) ist der Einfluss der Windfarmen auf die Schönheitsbewertungen ersichtlich. Die Szenen sind der Schönheit nach in abnehmender Reihenfolge aufgelistet (Bewertung ohne eingefügte Windfarmen). Die Tendenz, dass der Einfluss der Windfarmen in als schön bewerteten Landschaften eher negativ, in weniger schönen Landschaften eher positiv ist, ist gut ersichtlich.

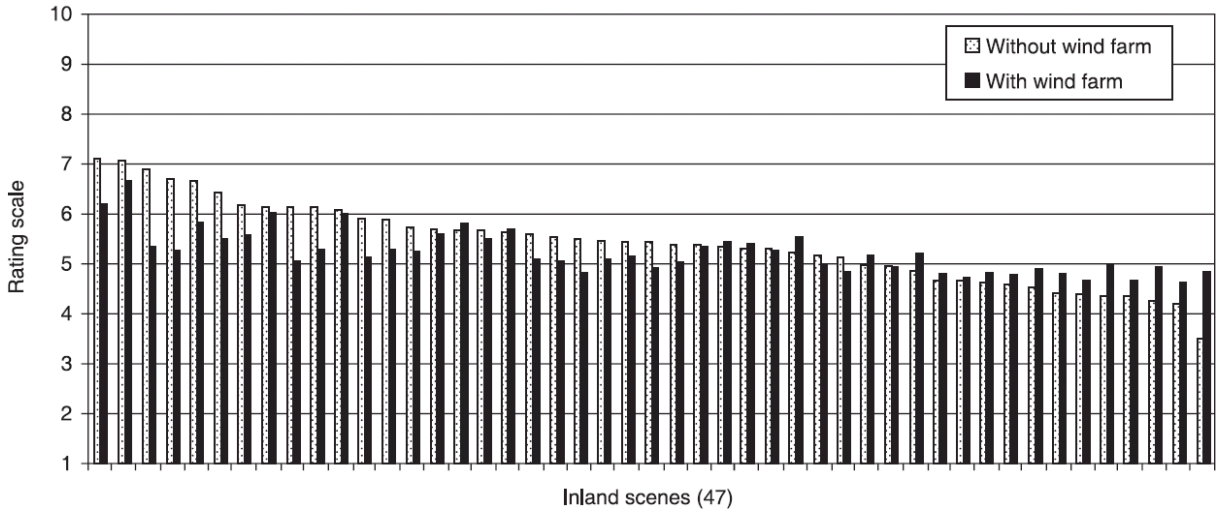


Abbildung 2-2: Positiver und negativer Einfluss menschlicher Objekte
Es ist ersichtlich, dass sich die Windfarmen in schönen Gebieten negativ, in nicht schönen Gebieten positiv auf die Bewertung auswirken.
Quelle: Lothian (2008), Seite 203

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Arriaza et al. (2004), welche feststellten, dass von Menschen erschaffene Objekte wie Strassen, Hochspannungsleitungen, Industriegebäude („negative man-made elements“, Arriaza, 2004; Seite 121) und weitere zu einer Verschlechterung der visuellen landschaftlichen Qualität führen. Auf der anderen Seite verschönern Objekte, welche sie als „positive man-made elements“ (Arriaza et al., 2004; Seite 121) bezeichnen, die Landschaft.

Im Experiment mit den Windfarmen stellte Lothian (2008) fest, dass sich die Distanz, in welcher sich die Windkraftwerke befinden, nicht signifikant auf den Einfluss dieser künstlichen Objekte auswirkt. Er untersuchte den mittleren negativen Effekt von Windkraftanlagen, welche in einer Distanz von bis zu drei, beziehungsweise zwischen sieben und neun Kilometern vom Betrachter ins Bild gesetzt werden. Die durchschnittliche Reduktion der Bewertung für die nahen Windkraftanlagen betrug für die verschiedenen Szenen zwischen 0.3 und 3 Punkten, für die entfernten Windkraftanlagen zwischen 0.2 und 2.2 Punkten. Die Unterschiede waren nicht signifikant. Er stellte sogar fest, dass sich die Windfarmen in kleinerer Distanz sowohl positiv als auch negativ auf die Bildbewertung auswirken können, wogegen der Einfluss der Windkraftanlagen in grösserer Distanz fast ausschliesslich negativ war. Zu anderen Ergebnissen kamen Hull und Bishop (1988), welche feststellten, dass der Einfluss von Hochspannungsleitungen auf die Bewertung der Schönheit einer

Landschaft mit grösser werdender Distanz rasch abnimmt. Auch bei unterschiedlichen Landnutzungs- und Landbedeckungsklassen wurde keine signifikante Variation dieses Zusammenhangs festgestellt.

Diese Resultate decken sich mit den Untersuchungen von Bishop (2002), welcher feststellte, dass nicht nur die Grösse eines Objektes (er untersuchte ebenfalls den visuellen Impact von Windkraftanlagen), sondern auch dessen Kontrast mit dem Hintergrund zu einer Veränderung der Bewertung führen kann. Die Atmosphäre, welche einen Einfluss auf den Kontrast haben kann, hat deshalb ebenfalls einen Einfluss auf den Impact künstlicher Objekte oder anders ausgedrückt muss bei dunstigen Sichtverhältnissen ein Objekt näher beim Betrachter liegen, um den gleichen Einfluss auf die Bewertung zu haben, wie das selbe Objekt bei klaren Sichtverhältnissen. Bishop (2002) stellte fest, dass der Einfluss der Windräder mit zunehmender Distanz nicht linear, sondern in einer gewissen Distanz (für die Windräder mit der von ihm gewählten Grösse bei ungefähr vier Kilometern, je nach Sichtverhältnissen) relativ rasch abnimmt. Dieser Effekt ist in der Abbildung 2–3 ersichtlich. Die hellgraue Kurve mit den Punkten zeigt an, bei welcher Distanz der visuelle Impact der Windräder für leicht dunstige Verhältnisse rasch abnimmt. Die Kurve mit den Rauten zeigt, in welcher Distanz ein Objekt noch detektiert werden kann. Die anderen beiden Kurven beschreiben die limitierende Distanz für das Erkennen von bekannten (Dreiecke) und nicht bekannten (Quadrate) Objekten.

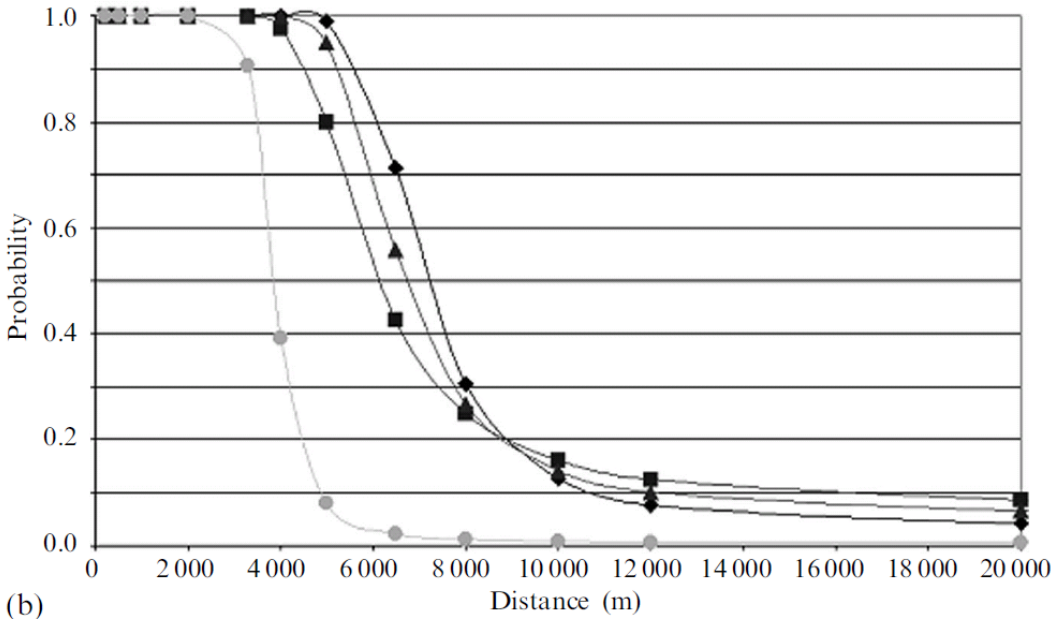


Abbildung 2-3: Einfluss von Distanz auf den visuellen Impact
Windräder haben je nach Distanz vom Betrachter einen verschieden starken Einfluss auf die Bewertung. Die Resultate einer Untersuchung sind in der hellgrauen Kurve mit den Punkten sichtbar, die anderen drei Kurven sind für diese Aussage nicht relevant. Bei ungefähr vier Kilometern sinkt dieser Impact rasch und ist bei fünf Kilometern auf unter 10 Prozent. Die Probability bezeichnet die Wahrscheinlichkeit eines Einflusses.
Quelle: Bishop (2002), Seite 716

Die Distanz, in welcher sich ein sichtbares Objekt vom Betrachter befindet, scheint beim Einfluss auf die Schönheitsbewertung eine Rolle zu spielen. Dies hängt mit dem abnehmenden Kontrast des Objektes bei grösser werdender Entfernung zusammen.

2.2.2 Einfluss von Bildbeschreibungen

Ergänzend wurde in Untersuchungen festgestellt, dass bereits ein vorgegebener menschlicher Einfluss die beurteilte Schönheit negativ beeinflusst, selbst wenn der menschliche Einfluss eigentlich gar nicht vorhanden ist. Hodgson und Thayer (1980) liessen in diesem Zusammenhang zwei verschiedene Versuchsgruppen Fotos gemäss ihrer Schönheit der Reihe nach einordnen. Bei der einen Versuchsgruppe wurde ein Teil der Bilder mit natürlichen Begriffen versehen (lake, pond, stream bank und forest growth), in der anderen Gruppe mit Begriffen, welche menschlichen Einfluss suggerieren (reservoir, irrigation, road cut und tree farm). Obwohl die Fotos identisch waren, werden sie auf Grund der zwei Arten von Beschreibungen signifikant unterschiedlich bewertet. Nicht nur Begriffe, welche menschlichen Einfluss suggerieren, haben einen Einfluss auf die bewertete Schönheit, sondern auch jene, die eine besonders natürliche Landschaft beschreiben. Anderson (1981) stellte fest, dass natürliche Begriffe, welche einem Bild beschreibend angefügt sind, die Schönheitsbewertung gegenüber dem Bild ohne Beschreibung verbessern. Dies unterstützt die Ergebnisse von Hodgson und Thayer (1980).

Ähnlich wie bei suggeriertem menschlichem Einfluss durch dem Bild angehängte Beschreibungen haben Dramstad et al. (2006) in einer Studie festgestellt, dass vorhandene Wasserflächen in einer Landschaft bei der Bestimmung eines ästhetischen Wertes sogar dann einen positiven Einfluss haben, auch wenn die eigentlichen Wasserflächen auf der Fotografie gar nicht sichtbar sind, wenn sich deren Vorhandensein also nur erahnen lässt.

Natürlichkeit oder menschlicher Einfluss scheinen sogar dann einen Einfluss auf die Schönheitsbewertung zu haben, wenn sie nicht explizit in einem Bild sichtbar, sondern nur in Form von Bildbeschreibungen vorhanden sind. Auch Landschaftselemente, welche zwar nicht sichtbar, deren Vorhandensein sich aber erahnen lässt, können einen Einfluss auf die Bewertung haben.

2.2.3 Einfluss von Landbedeckungs- und Landnutzungsklassen

Palmer (2004) hat in einer Studie untersucht, welche Landnutzungs- und Landbedeckungsklassen die Schönheit einer Landschaft in welchem Masse beeinflussen. Diese bezeichnet er als „Composition Metrics“. Für diese Klassen wird in der Literatur oft der Begriff des Patches verwendet. Ein Patch bezeichnet einen Teil der Landschaft, der in sich sehr homogen, aber inhomogen an den Grenzen zu anderen Patches ist (McGarigal und Marks, 1995). In der vorliegenden Arbeit sind die Klassen von *CORINE Land Cover* die Patches. Palmer (2004) berücksichtigte in seiner Untersuchung auch Masse dieser Patches wie Konfiguration, Grösse, Anzahl, Homogenität und Komplexität innerhalb der Landschaft, welche er unter dem Begriff *Configuration Metrics* zusammenfasst. Vor allem beim Messen des Einflusses von landschaftlichen Veränderungen auf die Schönheit einer Landschaft schreibt Palmer (2004) den *Configuration metrics* eine Bedeutung zu. In seiner Studie stellte er jedoch fest, dass die Komposition, also die Klassen, welche abgebildet sind, eine höhere Korrelation mit den Schönheitsbewertungen aufweisen. Mehr zum Einfluss der *Configuration metrics* folgt im Kapitel 2.3.

Für die Berechnung des Einflusses der einzelnen Landnutzungs- und Landbedeckungsklassen untersuchte er die Korrelation zwischen den relativen Anteilen der einzelnen Klassen und der Schönheit, welche die Testsubjekte der Landschaft zugeschrieben haben (Palmer, 2004). Die Grösste Übereinstimmung mit der Schönheit wird für landwirtschaftliche und andere offene Flächen festgestellt (r = 0.35). Die nächstwichtigen Klassen waren Gewässerflächen und Feuchtgebiete (r = 0.31). Ebenfalls hat Palmer (2004) einen Zusammenhang mit dem durch Experten beurteilten Index der Natürlichkeit festgestellt (r = 0.34), welcher in vorliegender Arbeit nicht untersucht werden kann. Hingegen wurde keine Korrelation der Schönheit mit der Menge des vorhandenen Waldes festgestellt. Die grössten negativen Einflüsse auf die Schönheit einer Landschaft haben dichte Siedlungen (r = -0.38), Deponien und Minen (r = -0.30). Zwischen dem Anteil locker besiedelter Fläche und der Schönheit wurde keine signifikante Übereinstimmung festgestellt.

Innerhalb der natürlichen Landschaften scheint vor allem das Vorhandensein von landwirtschaftlichen Gebieten und Gewässerflächen einen stark positiven Zusammenhang mit der bewerteten Schönheit zu haben. Den grössten negativen Einfluss auf die Bewertung haben dichte Siedlungsgebiete und Deponien.

2.3 Zusammensetzung der Landschaft und Schönheit

Neben der eigentlichen Landbedeckungs- oder Landnutzungsklasse, welche auf einem Foto ersichtlich sein kann, gibt es zahlreiche andere Masse, welche einen Einfluss auf die bewertete Schönheit einer Landschaft haben.

Ein in der Literatur oft genannter Einfluss auf die Beurteilung der landschaftlichen Schönheit ist die Anzahl der verschiedenen Klassen innerhalb eines Gebietes (u. a. Kaplan und Kaplan, 1989; Hunziker und Kienast, 1999). Zu wenige und zu viele Klassen führen zu einer Abnahme der beurteilten Schönheit.

Kaplan und Kaplan (1989) untersuchten den Zusammenhang zwischen der Ästhetik einer Landschaft und deren *Configuration metrics*. Sie konnten unter anderem nachweisen, dass eine Landschaft umso schöner bewertet wird, je homogener die Landschaft erscheint. Weniger verschiedene Patches und Patchklassen innerhalb der Landschaft führen zu grösserer Kohärenz. Diese wiederum wirkt sich positiv auf den ästhetischen Wert einer Landschaft aus. Wenn die einzelnen Patches eher komplexer sind, also der Umfang im Verhältnis zur Fläche zunimmt, wirkt sich dies ebenfalls positiv auf die Beurteilung der Schönheit einer Landschaft aus.

Hunziker und Kienast (1999) untersuchten Gebiete in Mitteleuropa, in denen in Folge der Aufgabe landwirtschaftlicher Betriebe die Gebiete langsam wieder vom Wald eingenommen werden. Sie kamen zum Ergebnis, dass Gebiete mit einer mittleren Menge von wieder bewaldeten Flächen zu den besten Schönheitsbeurteilungen führen. Zu homogene Gebiete (egal, ob gar nicht oder vollständig bewaldet) werden als weniger schön empfunden. Daraus schlossen sie, dass ein Verlust von Diversität in der Landschaft nicht nur zu einer Verringerung der Biodiversität, sondern auch zu einem Abnehmen der bewerteten Schönheit dieser Landschaft führt. Gleichzeitig konnte eine

Verschlechterung des ästhetischen Wertes einer Landschaft auch festgestellt werden, wenn ein gewisses Mass an Diversität überschritten ist (Hunziker und Kienast, 1999).

Arriaza et al. (2004) stellten für eine Untersuchung in Spanien auch fest, dass der Verlust von Diversität innerhalb der landwirtschaftlichen Klassen in einer Landschaft zu einer Verschlechterung der visuellen Qualität führt, dass also nicht nur die Patchverhältnisse zwischen landwirtschaftlichen und bewaldeten Flächen (Hunziker und Kienast, 1999), sondern auch innerhalb der landwirtschaftlichen Fläche für die landschaftliche Schönheit entscheidend ist. Sie führten dies primär auf zu geringe Farbkontraste innerhalb der sichtbaren Flächen, also auf eine zu grosse Homogenität zurück.

Zu homogene Landschaften und solche mit zu viel Diversität führen zu einer Verschlechterung der Schönheitsbewertung. Dies bezieht sich zum einen auf die Anzahl der Klassen, welche in einer Landschaft vorhanden sind, als auch auf die Form und die Grösse der einzelnen Klassenpolygone.

2.4 Kann landschaftliche Schönheit auf Bildern festgehalten werden?

Um die Schönheit einer Landschaft beurteilen zu können, wäre es am besten, wenn alle Testsubjekte einer Studie an alle zu untersuchenden Orte gefahren werden, um die Beurteilung vor Ort vornehmen zu können. Wegen des grossen zeitlichen und finanziellen Aufwandes wird dies jedoch selten durchgeführt und in den meisten Studien beurteilen Testsubjekte nicht die Landschaft selbst, sondern Bilder, welche im Rahmen der Studie von zu untersuchenden Landschaften gemacht werden (Meitner, 2004). Wie in vielen Studien in der Literatur wird auch in dieser Arbeit die landschaftliche Schönheit auf Grund von Bildern und nicht etwa wegen Eindrücken, die die bewertenden Testsubjekte beim Besuchen der Aufnahmestandorte von den Landschaften erhielten, vorgenommen. Ob Bilder wirklich ein guter Ersatz für das Betrachten im Feld bei der Beurteilung landschaftlicher Schönheit ist, muss zuerst untersucht werden.

Zu diesem Zweck führte Hull (1992) eine Studie durch, in der er Versuchsteilnehmer Landschaften in der Wirklichkeit und auf Bildern bewerten liess. Er beschreibt, dass bei der Untersuchung der Validität von Schönheitsbewertungen der Landschaft , welche auf Fotos abgebildet sind, gegenüber jenen im Feld die Korrelationen für die einzelnen Versuchsteilnehmer untersucht werden sollen. Er stellte fest, dass lediglich 38 Prozent der Versuchsteilnehmer eine hohe Korrelation zwischen den zu verschiedenen Zeiten im Feld und auf Fotos bewerteten Landschaften aufweisen. Einen Grund für die nicht sehr gute Korrelation sieht er im Kontext, zum Beispiel unterschiedliche Gemütszustände der Versuchsteilnehmer während des Bewertens im Feld und von den Fotografien. Aus der geringen Korrelation schliesst er, dass die Validität von Bildern für die landschaftliche Bewertung zumindest für jeden Versuch genau überprüft werden soll.

Demgegenüber konnten viele Autoren in ihren Untersuchungen einen hohen Zusammenhang zwischen der Beurteilung einer Landschaft auf Grund eines Bildes und im Feld feststellen. Dennoch ist die Übereinstimmung der Bewertungen in einer heterogenen Landschaft und im Labor an Hand eines einzelnen Fotos nicht so gut, wie wenn mehrere Fotos von einem Standort aus aufgenommen

und zusammengenommen bewertet werden (Meitner, 2004). Wenn jedoch die Variabilität auch von einem Bild so gut wie möglich erfasst ist, dann ist die Übereinstimmung gut (Shafer und Richards, 1974). Meitner und Daniel (1997) stellten fest, dass die Übereinstimmung von Bewertungen im Feld sowie von acht Bildern, welche die Umgebung von einem Punkt aus in 360 Grad abbilden, mit einem Korrelationskoeffizienten von 0.91 sehr hoch ist.

In einer Studie beurteilten Personen eine Landschaft anders beim bergauf gehen als jene, welche sich talwärts bewegten. Szenen werden beim bergab gehen signifikant besser bewertet als beim bergauf gehen. Weiter werden auf Fotografien Assoziationen von Versuchsobjekten mit einem Ort nicht gleich gut berücksichtigt (Meitner, 2004). Der Rahmen, in welchem die Untersuchungen stattfinden (Bewerten der Fotografie in einem Labor oder Büro beziehungsweise Beurteilung im Feld) wird als „ökologischer Kontext“ bezeichnet. Die Versuchsperson im Feld bewegt sich durch den Raum, hat selbst Kontrolle, welche Bereiche der sie umgebenden Landschaft genauer betrachtet werden und welche Bestandteile wie stark in eine Bewertung einfliessen oder nicht. Weiter sind die Subjekte auch durch äussere Bedingungen wie Witterung und weitere beeinflusst. Im Labor kann der Kontext besser kontrolliert werden, da der sichtbare Ausschnitt der Landschaft vorgegeben und ein Bewegen im Raum nicht möglich ist (Hull und Stewart, 1992).

Dieser kontrollierbare Kontext bei der Bewertung von Fotos im Labor anstelle von Beobachtungen im Feld wird von manchen Autoren als notwendig und wichtig erachtet (Daniel und Meitner, 2001). Gerade diese Kontrolle ist bei der Bewertung der Bilder auf der Webseite *ScenicOrNot* nicht gegeben, da der Ort, die Zeit und auch der Zustand des Benutzers der Benotung der Bilder selbst durch die Benutzer festgelegt werden kann und deshalb auch die äusseren Bedingungen stark variieren werden. Jedoch ist der Ausschnitt der Landschaft, welcher auf dem Bild gesehen werden kann, unveränderlich.

Viele Studien kamen zu dem Ergebnis, dass die Bewertungen von Landschaften mit sich verändernden Elementen auf Grund von Bildern nicht genug sensitiv auf ebendiese Veränderungen reagieren. Hetherington et al. (1993) haben festgestellt, dass sich Unterschiede im Pegelstand eines Flusses in einer Landschaft weniger stark auf die beurteilte Schönheit auswirken, wenn von den Testsubjekten Bilder anstelle von Videos betrachtet werden. Noch stärker wirkt sich der Pegelstand auf die Schönheit aus, wenn dem Video der entsprechende Ton hinzugefügt wird. 10 – 25 Prozent der subjektiven Schönheitsbewertungen konnten durch die verschiedenen Wasserflussmengen erklärt werden (Brown und Daniel, 1991).

Bei einer Fotografie können zum einen der Aufnahmestandort, zum anderen die abgebildeten Elemente einen Einfluss auf die Bewertung haben (Meitner, 2004). Der Ansatz, welcher die Bewertung auf Elemente, die auf der Fotografie ersichtlich sind (zum Beispiel Gewässer, Berge, Bäume), zurückführt, wird als „picture plane“ bezeichnet (Shafer und Brush, 1977). Welche Elemente wie stark und in welcher Art auf die Bewertung einen Einfluss haben, ist von Person zu Person verschieden. Ausserdem kann ein Element aus einer anderen Perspektive die Bewertung anders beeinflussen. Deshalb muss auch der Aufnahmeort berücksichtigt werden (Shafer und Brush, 1977).

Somit braucht es für eine ästhetische Beurteilung einer Landschaft einen Bildaufnahmestandort, eine Landschaft, welche vom Fotostandort aus beurteilt werden kann und eine beurteilende Person. Wegen der Variabilität des Einflusses der einzelnen Elemente, welche in einem Bild ersichtlich sind, wird die Wertung oft dem Aufnahmeort zugeschrieben. Mit dieser Zuweisung wird aber nicht

berücksichtigt, dass eine andere Blickrichtung vom selben Punkt aus zu einer ganz anderen Wertung führen kann. Dies kann vermieden werden, wenn von allen Standorten aus ein 360°-Panorama aufgenommen wird. (Meitner, 2004)

Obwohl die Repräsentativität von Fotografien für die landschaftliche Schönheit, wie oben aufgezeigt, bei manchen Autoren umstritten ist, so stützen sich doch die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen in diesem Bereich auf Fotografien. Da eine Untersuchung mit solch grossen Datensätzen, wie sie dieser Arbeit zu Grunde liegen, ebenfalls nur auf Grund von Bildern zustande kommen kann, werden in dieser Arbeit die Bilder als genügend repräsentativ angenommen.

Es kann festgehalten werden, dass Bilder für den Besuch im Feld zu einem gewissen Teil einen möglichen Ersatz bieten. Die Korrelation zwischen den Beurteilungen im Feld und auf Grund von Bildern wird besser, wenn die gesamte Diversität der Landschaft im Bild ersichtlich ist, oder wenn die Landschaft relativ homogen ist. Eine nicht genügende Korrelation kann unter anderem auf den Kontext im Feld (Geräusche, Bewegungen), der beobachtenden Person (Gemütszustand) oder Gegenstände ausserhalb des auf dem Bild ersichtlichen Bereiches zurückgeführt werden. Für die Bewertung einer Fotografie ist wichtig, wo die Aufnahme gemacht wurde und was auf ihr ersichtlich ist. Die kontrollierbaren Bedingungen bei der Beurteilung von Bildern bieten zum Beispiel durch die Möglichkeit, Witterungseinflüsse auszublenden, gewisse Vorteile gegenüber Beurteilungen im Feld.

2.5 Der Aufnahmestandort als entscheidender Faktor

In der vorliegenden Arbeit wird die Schönheitsbewertung bei den meisten Varianten dem Aufnahmestandort des bewerteten Bildes und der daraus bestimmbaren räumlichen Umgebung zugeschrieben. Wie weiter oben bereits beschrieben wurde, trägt dies der Tatsache nicht Rechnung, dass im Feld vom Punkt aus, von welchem ein Foto gemacht wurde, nicht nur der auf dem Bild sichtbare Bereich gesehen werden kann, sondern der Blick in andere Richtungen eventuell zu ganz anderen Bewertungen führen würde (Meitner, 2004).

Um die Bewertung von Bildern möglichst gut dem Aufnahmestandort zuschreiben zu können, wäre es nötig, dass, wie weiter oben beschrieben, alle Objekte, welche von diesem Punkt aus eingesehen werden können, auf den Fotos ersichtlich sind (Meitner und Daniel, 1997; Meitner, 2004).

Wie im Kapitel 2.4 gezeigt, führt ein einzelnes Bild zu ähnlichen Noten wie die aggregierte Gesamtbewertung von Bildern in alle Richtungen von einem Standort aus. Dazu muss die Vielfalt der Landschaft auf dem Bild vorhanden sein (Shafer und Richards, 1974). Ebenfalls ist die Übereinstimmung zwischen einem einzelnen Bild und mehreren Bildern in verschiedene Richtungen von einem Aufnahmestandort aus gut, wenn die Landschaft relativ homogen ist (Brown und Daniel, 1984).

2.6 Forschungslücken und Bereiche mit nur wenig Forschungsergebnissen

2.6.1 Untersuchungen mit grossen Bilddatensätzen

Wissenschaftliche Untersuchungen zu der Verknüpfung von Schönheitsbewertungen der Landschaft auf Grund von Bildern und objektiv bestimmten Daten basieren meist auf der Auswertung von maximal hundert Bildern und Aufnahmestandorten (u. a. de la Fuente de Val, 2006: 8 Bilder; Palmer, 2004: 56 Bilder; Meitner, 2004: 47 Panoramabilder mit einem Aufnahmebereich von 360°). Auf *ScenicOrNot* werden insgesamt rund 179‘000 Bilder von mindestens drei Personen bewertet. Wissenschaftliche Arbeiten, welche auf ähnlich grossen Datensätzen beruhen, sind dem Autor nicht bekannt.

Die Verwendung von nur wenigen Fotos bietet gewisse Vorteile, so können zum Beispiel die Aufnahmebedingungen genauer überwacht, die Aufnahmeposition sowie die Richtung überprüfbar gehalten und auch Fotos mit ähnlicher technischer Qualität geschossen werden. Zudem kann versucht werden, Bilder mit ungefähr gleichem, sichtbarem Flächeninhalt aufzunehmen sowie die Witterungsbedingungen vergleichbar zu halten. Demgegenüber steht der grosse Nachteil, der beschränkten räumlichen Ausdehnung solcher Untersuchungen.

2.6.2 Einfluss der Grösse des sichtbaren Gebietes in der Fotografie

Ein wichtiger Aspekt bei der Bewertung der landschaftlichen Schönheit auf Grund von Fotos scheint der Ausschnitt, also die Grösse des sichtbaren Bereichs, welcher abgebildet ist, zu sein. De la Fuente de Val et al. (2006) haben zwar den Zusammenhang zwischen landschaftlicher Schönheit und Parametern, die sie in der Landschaft in drei verschieden grossen Gebieten gemessen haben (welche die jeweils auf einem Bild abgebildete Fläche näherungsweise repräsentieren), untersucht, jedoch werden daraus keine Schlüsse über den Einfluss der Grösse der auf einer Fotografie abgebildeten Fläche auf die ästhetische Beurteilung der Landschaft gezogen. Dennoch stellten sie fest, dass der Vordergrund und die Gebiete in mittlerer Distanz eine wichtigere Rolle spielen, als Gebiete, die sich im Hintergrund befinden. De Veer und Burrough (1978) gehen sogar noch weiter und schreiben, dass Elemente einer Landschaft, welche weiter als 1200 Meter (1000 – 1300 Meter, je nach Grösse, Farbe und, Kontrast des Elementes) vom Betrachter entfernt sind, nicht mehr von blossem Auge unterschieden werden können. Diesen räumlichen Bereich bezeichnen sie als „extracocular“. Dieser sollte demnach auch keinen Einfluss auf die Bewertung eines Bildes haben.

Wenn jedoch der evolutionäre Einfluss (siehe Appleton, 1975 in: Edwardes et al., 2007) auf die qualitative Beurteilung einer Landschaft berücksichtigt wird, so sollten Bilder, welche grössere Gebiete abbilden, zu einer besseren Bewertung führen als solche, auf denen nur nahe Objekte sichtbar sind.

Beim Übertragen dieser Ergebnisse auf das Abbilden von Siedlungsflächen kann es vorkommen, dass eine Nahaufnahme von Gebäuden in einer Stadt zu einer schlechten Bewertung führt. Wenn dieselben Gebäude (plus eine ähnliche Umgebung darum herum) von einem entfernten Ort mit guter Übersicht abgebildet werden, dürfte die Bewertung besser ausfallen.

Mit genügend Lokalwissen stelle man sich in diesem Zusammenhang den Vergleich eines Bildes, welches ein paar Bilder entlang der Badenerstrasse zeigt, mit einem anderen, welches Zürich-West, von der Waid aus aufgenommen, abbildet. Es ist auf Grund von Appleton's (1975, in: Edwardes et al. 2007) Theorie des Einflusses der Evolution anzunehmen, dass das erste Bild schlechter bewertet wird als das zweite, da das zweite einem Ausblickstandort entspricht.

2.6.3 Lage- und Richtungsunsicherheiten von Aufnahmen

In der Literatur sind Unsicherheiten in der Lage von Objekten gut dokumentiert (Liu et al., 2009). Der häufigste Ansatz zum Abschätzen der tatsächlichen Lage eines Objektes verwendet die Monte Carlo-Methode, eine Kombination aus zufälligen Verteilungen und Wahrscheinlichkeitsberechnungen.

Ebenso gut untersucht sind Unsicherheiten bezüglich Richtungsangaben im Raum. Ein Beispiel der Modellierung unsicherer Richtungen ist das Cone Model (Abbildung 2–4). Dieses gibt die Wahrscheinlichkeiten der tatsächlichen Richtung auf Grund von qualitativen oder quantitativen Winkelangaben an (Frank, 1991). Als Hauptrichtungen werden immer die vier Himmelsrichtungen, die „Cardinal Directions" angegeben, diese können aber bis auf acht oder noch mehr Richtungen erweitert werden (Frank, 1991). In der nebenstehenden Abbildung (2–4) ist ein Beispiel eines solchen Cones abgebildet, der die Wahrscheinlichkeiten der möglichen Richtungen bei der Richtungsangabe „Nord" aufzeigt. Dass der Cone oben abgeschnitten ist, bedeutet nicht, dass in dieser Entfernung nichts mehr gesehen werden kann. Das Blickfeld könnte oben auch weitergehen. Dunkle Farben bedeuten, dass diese Richtungen mit grösserer, hellere Farben, dass sie mit kleinerer Wahrscheinlichkeit der tatsächlichen Blickrichtung entsprechen (Liu et al., 2009).

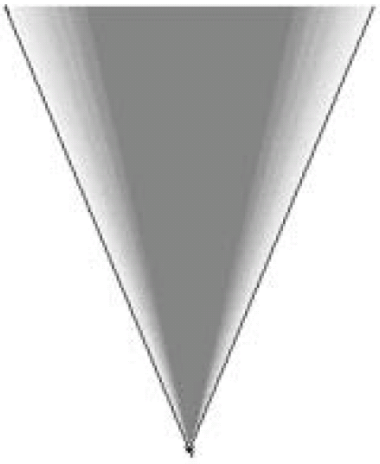


Abbildung 2-4: Richtungswahrscheinlichkeiten bei Unsicherheit
Der Cone zeigt die wahrscheinlichen Richtungen für eine angegebene Richtung „Nord". Das dunklere grau zeigt die Richtungen, welche mit grösserer Wahrscheinlichkeit der wahren Richtung entsprechen. Die hellgrauen Bereiche als wahre Richtung sind weniger wahrscheinlich.
Quelle: Liu et al. (2009)

Der Zusammenhang zwischen den räumlichen und den Winkelunsicherheiten mit den auf Bildern ersichtlichen Flächen wurde bis jetzt noch nicht wissenschaftlich untersucht. Bei einem Öffnungswinkel von 60 Grad reicht bereits ein angegebener Winkel aus, der um 30 Grad neben dem tatsächlichen liegt, damit nur noch die Hälfte des eigentlich angenommenen Bereichs auf dem Bild ersichtlich ist.

Das Abschätzen des Einflusses der Lageunsicherheit ist schwieriger, da nicht nur die Grösse dieser Abweichung, sondern auch deren Richtung in Bezug auf die Bildaufnahmerichtung berücksichtigt werden muss. Eine falsche Lageangabe in Aufnahmerichtung hat einen anderen Einfluss auf den auf dem Bild ersichtlichen Bereich als eine Abweichung mit dem gleichen Betrag quer zur Aufnahmerichtung. Die Kombination daraus führt dazu, dass drei Unsicherheitsfaktoren die Resultate beeinflussen. Eine wissenschaftliche Untersuchung zu diesem Themenbereich wäre notwendig, um die Abhängigkeit zwischen Lage- und Aufnahmerichtungsunsicherheit, dem abgebildeten sichtbaren Bereich sowie der daraus hervorgehenden Schönheitsbewertung zu untersuchen.

2.7 Forschungsfragen

Die Verknüpfung von objektiven Daten wie *CORINE Land Cover* und die Einwohnerdichte mit den subjektiven Bewertungen der Schönheit der Bilder (oder besser gesagt, der Landschaft, die auf den Bildern ersichtlich ist) bildet den Rahmen der Forschungsarbeit. Im Folgenden werden die Forschungsfragen vorgestellt. Die einzelnen Untersuchungsschwerpunkte werden im Kapitel Methoden eingehender erläutert.

- **Welcher Anteil der Varianz der Schönheitsbewertungen der Bilder kann auf Grund der *CORINE Land Cover*-Daten erklärt werden?**

In der Literatur wird oft erwähnt, dass rund die Hälfte der Variation der Schönheitsbewertungen durch objektive Daten beschrieben werden kann. Dies soll in der vorliegenden Arbeit für den Zusammenhang zwischen den *CORINE Land Cover*-Daten und den Schönheitsbewertungen von *ScenicOrNot* untersucht werden. Diese Frage überspannt die anderen Fragen und damit die gesamten Prozesse während dieser Arbeit.

- **In welcher Art wirken sich veränderte räumliche Dateneingrenzungen auf die Resultate der Korrelationsberechnungen aus?**

Im Projekt Geograph werden Fotografien aufgenommen, die jeweils einer Zelle eines Rasters mit der Maschenweite von einem Quadratkilometer zugeordnet werden. Durch verschiedene andere räumliche Eingrenzungen der in die Berechnungen einfliessenden Flächen wird versucht, die Korrelation zwischen den Schönheitsbewertungen und den CLC-Daten zu verbessern.

- **Können die Resultate durch Bestimmung der exakten *Viewsheds* verbessert werden?**

Für einen grossen Teil der Bilder von Geograph ist nicht nur der Aufnahmestandort, sondern auch die Aufnahmerichtung bekannt. Aus diesen Informationen lässt sich unter zusätzlicher Verwendung eines digitalen Geländemodells die auf der Fotografie ersichtliche Fläche näherungsweise bestimmen und somit kann in einem letzten Schritt die Bewertung der Fotografie auf die CLC-Klassen, welche wirklich abgebildet sind, angewendet werden. Diese Methode lässt die besten Korrelationsergebnisse erhoffen, jedoch ist auf Grund der vielen Annahmen, die den Berechnungen zu Grunde liegen, auch die Unsicherheit relativ gross.

- **Wie gut können die Zusammenhänge verbessert werden, wenn einzelne Klassen, deren Verteilung der Schönheitswerte ähnlich wie jene der Gesamtdaten ist, von der Korrelationsberechnung ausgeschlossen werden?**

Während die anderen Fragen darauf abzielen, eine Korrelationsverbesserung durch Veränderung der räumlichen Eingrenzung der Daten zu erwirken, wird beim Beantworten dieser Frage durch Ausschluss einzelner Klassen mit wenig Erklärungsgehalt dasselbe versucht. Falls alle Klassen einen grossen Erklärungsgehalt aufweisen, werden keine Klassen von der Untersuchung ausgeschlossen und diese Frage wird nicht weiter bearbeitet.

3 Datengrundlagen

3.1 CORINE Land Cover

Informationen über die Umwelt werden in der heutigen Zeit immer wichtiger. Dabei stehen der Zustand der Natur und die Veränderungen dieser im Zentrum. Nur mit genügend Informationen können raumwirksame Tätigkeiten wie Land- und Forstwirtschaft oder das Planen neuer Siedlungen untereinander, sowie auf die Natur und deren Bedürfnisse abgestimmt werden.

Das CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover (CLC) ist ein europäisches Programm, welches Mitte bis Ende der Achtziger Jahre von den Mitgliedern der Europäischen Gemeinschaft ins Leben gerufen wurde. Im CLC wird der europäische Raum auf Grund von Landsat-Satellitenbildern (bei den neueren Erhebungen ab 2006 auch mit Hilfe von SPOT-Bildern) in verschiedene Klassen eingeteilt. Für die Bildung der CLC-Klassen existieren sehr genaue Anleitungen (Bossard et al., 2000). Deshalb können wir davon ausgehen, dass die jeweiligen Klassen bestmöglich mit der Realität, die hinter den Bildern steckt, übereinstimmen oder zumindest für alle Gebiete, in denen die *CORINE Land Cover*-Daten erhoben werden, vergleichbar sind. Bei der Klassierung handelt es sich um eine Mischung zwischen Landbedeckung und Landnutzung. Dies bedeutet, dass eine bestimmte Bodenbedeckung auf Grund ihrer räumlichen Zugehörigkeit zu einem Gebiet mit einer bestimmten Nutzung in verschiedene Klassen eingeteilt werden kann. Zum Beispiel wird eine Wiese entsprechend der Nutzungsart des Raumausschnittes zu den *Green urban areas*, *Pastures*, *Natural grasslands* oder weiteren (siehe Übersicht über die CLC-Klassen in der Abbildung 3–1) zugerechnet.

Das Ziel des *CORINE Land Cover*-Programmes ist es, einheitliche Landbedeckungs- und Landnutzungsarten für einen Grossteil Europa zu erheben. Dabei wird ein besonderer Fokus auf die Veränderungen gelegt. Dazu sollten zum einen die bereits vorhandenen Informationen auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene miteinander koordiniert werden, zum andern ein umfassendes Programm, in welchem Informationen über den Zustand und die Veränderungen relevanter Bereiche der Biosphäre erfasst sind, durchgeführt werden. Diese Daten sollen das gemeinschaftliche, besser koordinierte Beurteilen und Behandeln von Umweltproblemen, welche sich nicht an nationale Grenzen halten, für verschiedene souveräne Staaten vereinfachen (CORINE Land Cover, 1999).

Das CLC-Programm deckt die Fläche der Europäischen Union, sowie auf Grund der bilateralen Verträge zwischen der Schweiz und der Europäischen Union jene der Schweiz ab (CORINE Land Cover: Methodology and Nomenclature; Bundesamt für Statistik (1998)).

In den CLC-Daten werden bis zu 44 Klassen (dritte Ebene) auf drei verschiedenen Hierarchieebenen unterschieden. In der Abbildung 3–1 sind die CLC-Klassen mit den drei Stufen ersichtlich. Auf der ersten Ebene werden die Klassen zu den fünf Hauptgruppen[1] *Artificial surfaces*, *Agricultural areas*, *Forests and semi-natural areas*, *Wetlands* und *Water bodies*, in der zweiten Ebene zu 15 Klassen zusammengefasst (CORINE Land Cover, 1999).

[1] Die Klassen von *CORINE Land Cover* werden in der ganzen Arbeit immer mit dem englischen Begriff angegeben, um bei ähnlichen Klassen eine Verwechslung zu vermeiden.

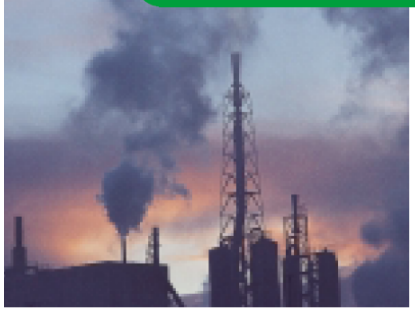
Level 1	Level 2	Level 3
1. Artificial surfaces		
	1.1. Urban fabric	1.1.1. Continuous urban fabric 1.1.2. Discontinuous urban fabric
	1.2. Industrial, commercial and transport units	1.2.1. Industrial or commercial units 1.2.2. Road and rail networks and associated land 1.2.3. Port areas 1.2.4. Airports
	1.3. Mine, dump and construction sites	1.3.1. Mineral extraction sites 1.3.2. Dump sites 1.3.3. Construction sites
	1.4. Artificial, non agricultural vegetated areas	1.4.1. Green urban areas 1.4.2. Port and leisure facilities
2. Agricultural areas		
	2.1. Arable land	2.1.1. Non-irrigated arable land 2.1.2. Permanently irrigated land 2.1.3. Rice fields
	2.2. Permanent crops	2.2.1. Vineyards 2.2.2. Fruit trees and berry plantations 2.2.3. Olive grives
	2.3. Pastures	2.3.1. Pastures
	2.4. Heterogeneous agricultural areas	2.4.1. Annual crops associated with permanent crops 2.4.2. Complex cultivation patterns 2.4.3. Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation 2.4.4. Agro-forestry areas
3. Forest and semi-natural areas		
	3.1. Forests	3.1.1. Broad-leaved forest 3.1.2. Coniferous forest 3.1.3. Mixed forest
	3.2. Scrub and/or herbaceous vegetation associations.	3.2.1. Natural grasslands 3.2.2. Moors and heathland 3.2.3. Sclerophyllous vegetation 3.2.4. Transitional woodland-scrub
	3.3. Open spaces with little or no vegetation	3.3.1. Beaches, dunes, sands 3.3.2. Bare rocks 3.3.3 Sparsely vegetated areas 3.3.4. Burnt areas 3.3.5 Glaciers and perpetual snow
4. Wetlands		
	4.1. Inland wetlands	4.1.1. Inland marshes 4.1.2. Peat bogs
	4.2. Maritime wetlands	4.2.1. Salt marshes 4.2.2. Salines 4.2.3. Intertidal flats
5. Waterbodies		
	5.1. Inland waters	5.1.1. Water courses 5.1.2. Water bodies
	5.2. Marine waters	5.2.1. Coastal lagoons 5.2.2. Estuaries 5.2.3. Sea and ocean

Abbildung 3-1: Einteilung der *CORINE Land Cover*-Daten
Die *CORINE Land Cover*-Daten weisen drei verschiedenen Hierarchiestufen auf. Es werden auf Level eins 5 Hauptgruppen, 15 Klassen auf der zweiten und 44 Klassen auf der dritten Ebene unterschieden. In der Arbeit werden die Hauptgruppen und die Einteilung auf der dritten Ebene verwendet.
Quelle: CORINE Land Cover, 1999

Für die Einteilung eines Gebietes zu einer bestimmten Klasse ist es notwendig, dass eine Mindestfläche von 25 Hektaren überschritten wird (Bossard et al., 2000). Bei den neueren CLC-Erhebungen werden nicht mehr die ganzen Flächen neu digitalisiert, sondern nur noch die Veränderungen, welche eine Fläche von 5 Hektaren überschreiten, erfasst. Die Gesamtfläche dieser veränderten Klassen muss aber wiederum mindestens 25 Hektaren betragen. Dies birgt vor allem dort Probleme, wo eine nicht erfasste Klasse vorhanden zu sein scheint, diese aber bloss nicht erfasst ist, weil die Mindestfläche von 25 Hektaren nicht erreicht ist.

In untenstehender Abbildung (3–2) ist die Einteilung Grossbritanniens in die fünf CLC-Hauptgruppen (Level 1) ersichtlich. Während im Süden Grossbritanniens vor allem die landwirtschaftliche Fläche dominiert und einige Siedlungsräume gut ersichtlich sind, sind es im Norden und Nordwesten vor allem Wald- und naturnahe Gebiete. Feuchtgebiete finden sich nur vereinzelt, vor allem ganz im Norden und Nordosten Grossbritanniens. Wasserflächen sind in diesem Massstab ebenfalls nur sehr vereinzelt ersichtlich.

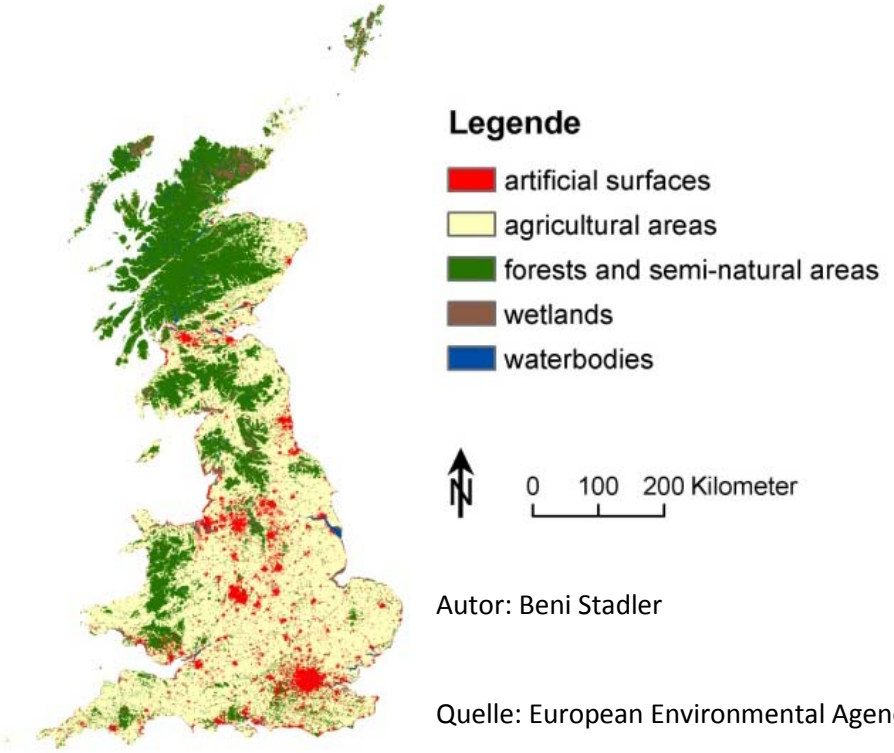


Abbildung 3-2: Die fünf CLC-Hauptgruppen in Grossbritannien
In den südlichen Gebieten sind vor allem die landwirtschaftlichen Flächen und einige Siedlungsgebiete dominant. Im Norden und Nordwesten befinden sich vor allem Waldgebiete. Feuchtflächen finden sich vereinzelt ganz im Norden und Nordosten, auch Wasserflächen sind nur sehr vereinzelt vorhanden.

3.2 Geograph

Geograph ist ein Projekt, welches zum Ziel hat, für jede Zelle eines Quadratkilometerrasters für Grossbritannien und Irland ein oder mehrere repräsentative Fotos zu sammeln. Dabei können geeignete Fotos von der Bevölkerung auf der Webseite www.geograph.org.uk hochgeladen werden. Um einen Anreiz für das Hochladen von Fotos zu schaffen, werden Punkte an jene Benutzer vergeben, die als erstes ein Foto von einer Rasterzelle hochladen. Momentan sind 1.55 Millionen Bilder von rund 250'000 Rasterquadraten gesammelt worden (Stand: 29. Oktober 2009). Somit sind Bilder für rund 75 Prozent der Quadrate der Britischen Inseln vorhanden (Geograph, 2010).

Obwohl auf der Webseite von Geograph gewisse Vorgaben aufgelistet sind, welche die Bilder erfüllen müssen, um in die Liste aufgenommen zu werden, so unterscheiden sich diese doch sehr in der Qualität und dem Alter der Bilder und vor allem der Grösse des abgebildeten Bereichs und den ersichtlichen Objekten. Vor allem in ländlichen Gebieten führt es zu Problemen, wenn lediglich ein Haus mit ein wenig Umschwung auf der Fotografie ersichtlich ist, dieses Gebiet auf Grund der notwendigen Mindestfläche in *CORINE Land Cover* nicht als Siedlung, sondern als landwirtschaftliches oder naturnahes Gebiet klassiert wird.

In der Abbildung 3–3 ist ersichtlich, für welche Gebiete der Britischen Inseln wie viele Bilder vorhanden sind. Es ist gut sichtbar, dass die Gebiete von England und Wales relativ flächendeckend, jene von Schottland und Nordirland etwas weniger gut und jene von Irland noch praktisch gar nicht mit Bildern abgedeckt sind.

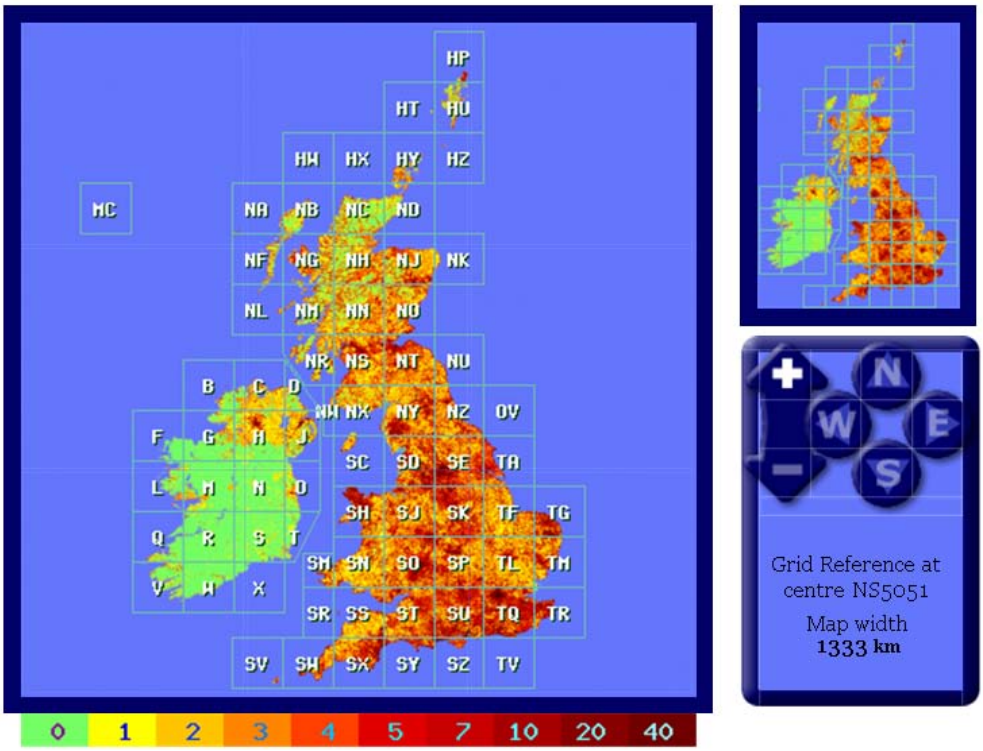


Abbildung 3-3: Anzahl Bilder im Projekt Geogaph
In England und Wales sind für alle Gebiete genügend Bilder vorhanden. Für Schottland und Nordirland sind etwas weniger und für Irland fast gar keine Bilder vorhanden.
Quelle: http://www.geograph.org.uk/map/toVJ5oOXXJ0oX.VJLo-NJFoOXXJfo-lNXJqo-NMJL5405ow4uZZhhNZVhlVuOX

Das Raster, auf welches die Zuweisung der Bilder erfolgt, wurde vom Ordnance Survey Great Britain (OSGB) definiert. Ordnance Survey ist die Abteilung in Grossbritannien, die Karten und geographische Daten für Private sowie die öffentliche Hand produziert und zur Verfügung stellt (OSGB, 2010).

Der Ordnance Survey diente ursprünglich einem militärischen Zweck und wurde Mitte des 18. Jahrhunderts ins Leben gerufen, als England in Krieg mit Frankreich stand und Schottland Widerstand gegen die englische Herrschaft leistete. Erst 1974 wurde die erste zivile Person Generaldirektor der Organisation, welche seit 1983 als komplette zivile Einrichtung geführt wird (OSGB, 2010).

3.3 ScenicOrNot

3.3.1 Bewertung der Bilder

Ein Teil der Bilddatenbank von Geograph werden von mySociety auf der Seite http://scenic.mysociety.org in ein Spiel integriert, bei welchem es gilt, die Fotos (das bedeutet, vor allem die Ausschnitte, welche auf den Fotos sichtbar sind) gemäss ihrer Schönheit von eins bis zehn zu bewerten (1 = nicht schön (not scenic); 10 = sehr schön (very scenic)) (*ScenicOrNot*, 2010). mySociety ist eine Gruppe von Freiwilligen, welche demokratische Erhebungen, oft in Form von Spielen, für öffentliche und private Auftraggeber in Grossbritannien durchführt (mySociety, 2010).

Für die Bewertung der Schönheit für *ScenicOrNot* werden nur Bilder von England, Schottland und Wales, also von Grossbritannien, einbezogen. Die Daten mit den Bewertungen der Bilder können gratis heruntergeladen werden, jedoch werden nur Daten zu Bildern zur Verfügung gestellt, welche mindestens dreimal von verschiedenen Usern bewertet werden, um den Einfluss von nicht repräsentativen Bewertungen zu verhindern oder zumindest zu minimieren. Für jedes Quadrat des Kilometerrasters von OSGB wird nur ein Bild für die Bewertung zur Verfügung gestellt. Wenn alle Bilder mindestens dreimal bewertet werden, werden für jede Rasterzelle neue Bilder zur Bewertung hochgeladen um Fehler durch schlecht geeignete Fotos herausfiltern zu können (*ScenicOrNot*, 2010).

Im Gegensatz zu Untersuchungen in der Literatur werden auf der Webseite von *ScenicOrNot* die Fotos von Usern ohne Überwachung bewertet. Ebenfalls sind keine Informationen vorhanden, was genau jetzt bei einem Bild bewertet werden soll. Ein Einfluss des Fotografen sowie von weiteren nicht eigentlich mit der landschaftlichen Schönheit verbundenen Parametern können nicht ausgeschlossen werden. Ebenfalls ist es möglich, dass Bewertungen auch auf Grund bestimmter Vorlieben oder Abneigungen gegenüber einem Gegenstand, welcher auf dem Bild ersichtlich ist, gefällt werden. Auf Grund der fehlenden Anleitungen und nicht vorhandener Überwachung können so Fehlbewertungen nicht ausgeschlossen werden. Auf Grund des sehr einfachen Aufbaus der Webseite, auf welcher die Fotos bewertet werden (Abbildung 1–2 auf Seite 2), kann jedoch erwartet werden, dass auch in einer überwachten Versuchsreihe die Bewertungen ähnlich ausfallen würden.

Die Daten zu den 178‘717 Bildern mit mindestens drei Bewertungen werden Anfang Oktober 2009 von der Webseite heruntergeladen. In der Tabelle 3–1 ist ein kleiner Ausschnitt dieser Tabelle mit den vorhandenen Attributen ersichtlich. Neben einer ID sind für jeden Aufnahmestandort die

Koordinaten, sowie die durchschnittliche Bewertung und die Varianz der Bewertungen pro Bild vorhanden. Auch die einzelnen Stimmen sowie deren Anzahl sind einsehbar. Mit einem Link auf das Bild auf der Webseite von Geograph ist auch die Verknüpfung zu der bewerteten Fotografie ermöglicht.

Tabelle 3-1: Bildtabelle mit Attributen von ScenicOrNot

ID	Latitude	Longitude	Average	Variance	No. of Votes	Votes	Geograph URL
1	51.7026	-2.20985	3.6667	1.8889	6	4,5,5,1,3,4	http://www.geograph.org.uk/photo/7
2	51.7026	-2.19538	4	0.4	5	4,4,3,5,4	http://www.geograph.org.uk/photo/8
3	51.7116	-2.18094	4.5	0.9167	6	5,4,6,5,3,4	http://www.geograph.org.uk/photo/11
4	53.311	-2.51786	4	9.5	4	2,4,1,9	http://www.geograph.org.uk/photo/20
5	53.3021	-2.50274	4.5	4.75	4	4,2,4,8	http://www.geograph.org.uk/photo/22
6	54.1311	-4.50266	7.5	2.75	4	9,9,5,7	http://www.geograph.org.uk/photo/30
7	54.1491	-4.50374	5.75	1.6875	4	4,7,5,7	http://www.geograph.org.uk/photo/31
8	54.2764	-4.43464	9.2	2.56	5	10,10,10,10,6	http://www.geograph.org.uk/photo/35
9	54.2857	-4.41982	6.4	4.24	5	8,8,3,8,5	http://www.geograph.org.uk/photo/36
10	54.286	-4.40447	8.25	6.1875	4	9,10,4,10	http://www.geograph.org.uk/photo/38

3.3.2 Räumliche Verteilung der Daten

Die Verteilung der rund 179‘000 Bilder auf die Fläche Grossbritanniens ist relativ homogen, da von mySociety nur ein Bild pro Rasterzelle für die Bewertung auf *ScenicOrNot* zu Verfügung gestellt wurde. Man würde vermuten, dass vor allem in städtischen Gebieten sehr viele Fotos von den Rasterquadraten vorhanden sind und in ländlichen Gebieten nur wenige Fotos gemacht werden. Dem wurde und wird bereits entgegengewirkt, indem diejenigen Benutzer von Geograph vor allem dann Punkte im integrierten Spiel erhalten, wenn sie, wie bereits erwähnt, Fotos von einer bisher noch nicht abgebildeten Gridzelle hochladen (Geograph). Aus diesem Grund werden rund 95 Prozent der Quadrate in den Ländern England, Schottland und Wales durch mindestens ein Foto abgebildet (*ScenicOrNot*, 2010). Trotzdem ist festzuhalten, dass in den nördlichen und nordwestlichen Gebieten Grossbritanniens, welche weniger dicht besiedelt sind, auch weniger Fotos zur Verfügung stehen.

3.4 Höhenmodell der Shuttle Radar Topography Mission

Die Shuttle Radar Topography Mission wurde zusammen von der National Geospatial-Intelligence Agency (NGA, 2010) und der National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2010) im Februar 2000 durchgeführt. Zwischen 60 Grad Nord und 56 Grad Süd sollten Daten zur Höhe mit einer räumlichen Auflösung von ungefähr 30 Metern und einer Höhengenauigkeit von ungefähr 16 Metern (90-Prozent-Konfidenzintervall) erhoben werden. Die Höhendaten werden mit Hilfe von Radar-Interferometrie im C- und X-Band erhoben (SRTM, 2010). Daten mit maximaler Auflösung stehen ausschliesslich für die USA zur Verfügung. Daten mit reduzierter räumlicher Auflösung von ungefähr 90 Metern sind frei verfügbar (EROS, 2010).

Die benötigten SRTM-Daten, wurden mir vom Geographischen Institut der Universität Zürich zur Verfügung gestellt. Isles of Scilly sowie ein Bereich um Lizard im Südwesten Grossbritanniens sind nicht in diesen Daten vorhanden

Da SRTM-Daten „nur“ bis zum 60. nördlichen Breitengrad aufgenommen werden, stehen auch keine Daten für den nordöstlichsten Teil Schottlands, den grössten Teil der Shettland-Inseln, zur Verfügung. In der Abbildung 3–4 ist das Höhenmodell ersichtlich. Helle Bereiche markieren hohe Gebiete, dunkle Bereiche stehen für tiefe Regionen. In rot sind jene Gebiete dargestellt, welche nicht durch das Höhenmodell der SRTM abgedeckt sind. Neben oben genannten Regionen sind viele Meeresarme rot ersichtlich.

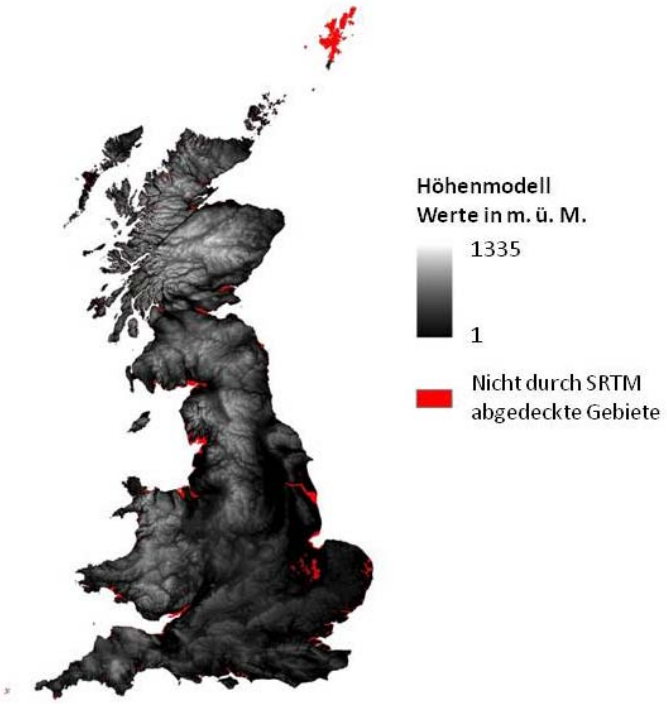


Abbildung 3-4: Das Höhenmodell der SRTM in Grossbritannien
Die hellen Bereiche weisen auf eine grosse, die dunklen auf eine kleine Höhe über Meer. In rot sind jene Bereiche ersichtlich, welche nicht durch das Höhenmodell abgedeckt sind.

4 Methoden

4.1 Übersicht über die Arbeitsschritte

Um die Orientierung über die einzelnen Arbeitsschritte, welche im Methodenteil erläutert sind, etwas zu vereinfachen, ist in diesem Abschnitt eine Übersicht über die einzelnen Arbeitsschritte sowie über die Programme, welche für diese Schritte benötigt werden, in einem Diagramm aufgezeigt. Dieses ist in der Abbildung 4–1 dargestellt. Die blauen Ellipsen bezeichnen die Datensätze, welche zum Teil erstellt werden und zum Teil als Input am Anfang in die Arbeit einflossen. Die roten Rechtecke zeigen die Arbeitsschritte auf und die grünen Sechsecke die Programme, die für diese Schritte verwendet werden.

Drei Datensätze sind schon von Anfang an vorhanden und fliessen in die Arbeit ein. Als wichtigste Daten wird die Tabelle von der Webseite von *ScenicOrNot* verwendet, in welcher die Angaben zu den Schönheitsbewertungen zu den Bildern zu finden sind. Ebenfalls sind die Daten von *CORINE Land Cover* integriert. Diese Daten werden dem Autor vom Geographischen Institut der Universität Zürich zur Verfügung gestellt. Für die diversen Arbeitsschritte, welche auf ein Höhenmodell zurückgreifen, werden die Daten des Modells der *Shuttle Radar Topography Mission* SRTM verwendet. Auch diese Daten konnten vom Geographischen Institut der Universität Zürich bezogen werden. Bei den anderen angegebenen Datensätzen handelt es sich um Zwischenresultate, welche selber aus den drei von Anfang an bestehenden Datensätzen errechnet wurden.

Für ein vereinfachtes Verständnis sind die Textfarben in diesem Abschnitt denjenigen der Abbildung 4–1 angepasst. Die bewerteten Bildstandorte von *ScenicOrNot* (Bewertete Punkte) werden neben direkter punktueller Verknüpfung und Verbindung via Rasterzellen (Bewertete Rasterzellen) durch verschiedene andere räumliche Eingrenzungen, zusammengefasst als (Bewertete Polygone), mit den CLC-Daten verknüpft (Räumliche Vereinigung mit CLC-Daten).

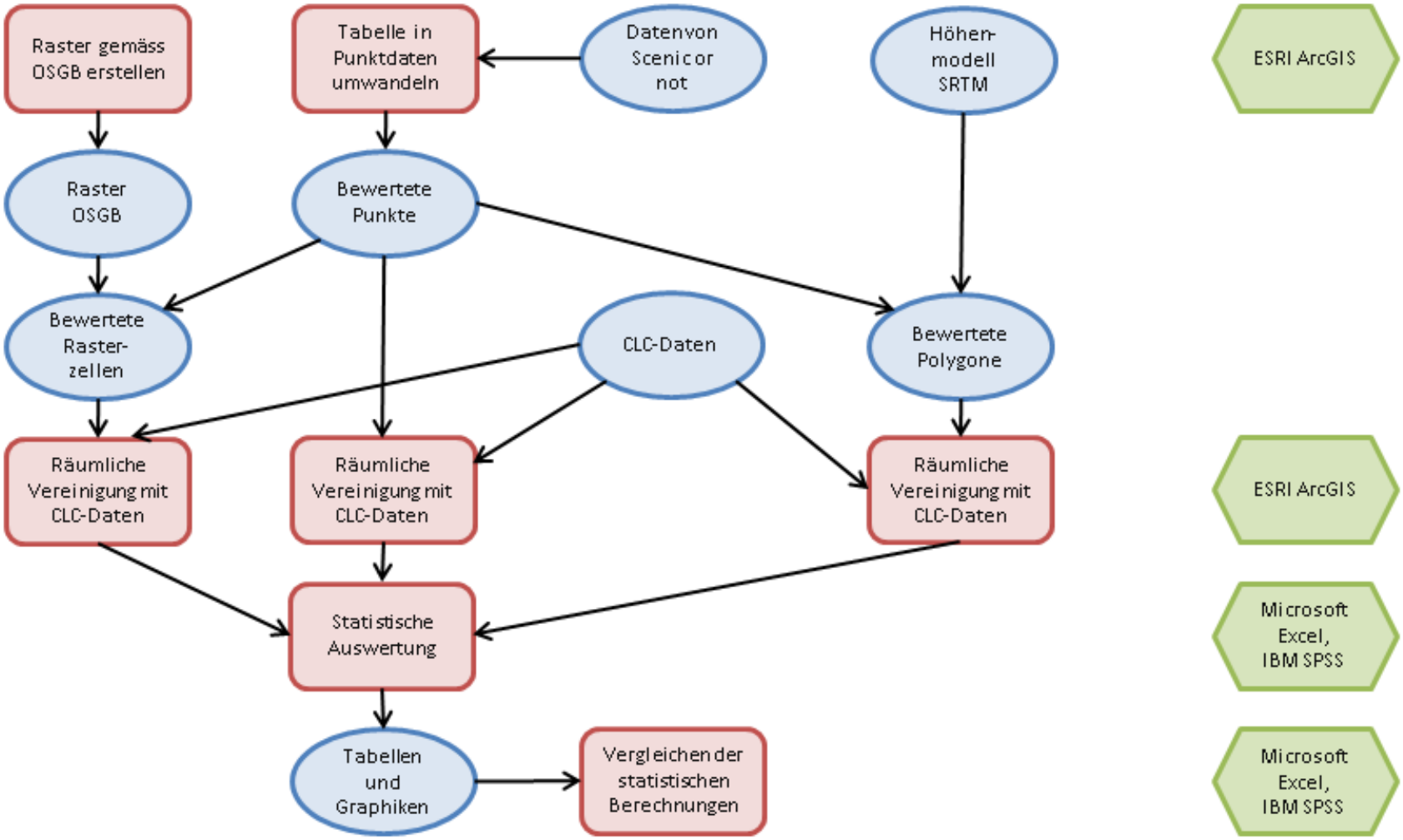


Abbildung 4-1: Übersicht über die Arbeitsschritte
In den roten Rechtecken sind die Arbeitsschritte aufgeführt. Die einzelnen Schritte sind stark zusammengefasst. In den blauen Ellipsen sind die Daten, welche am Anfang in die Arbeit einfliessen beziehungsweise als wichtige Zwischenresultate berechnet wurden. In den grünen Sechsecken sind die Programme gezeigt, die für die einzelnen Schritte auf der horizontalen Ebene verwendet wurden.

4.2 Verknüpfung der Bilddaten mit *CORINE Land Cover*-Daten

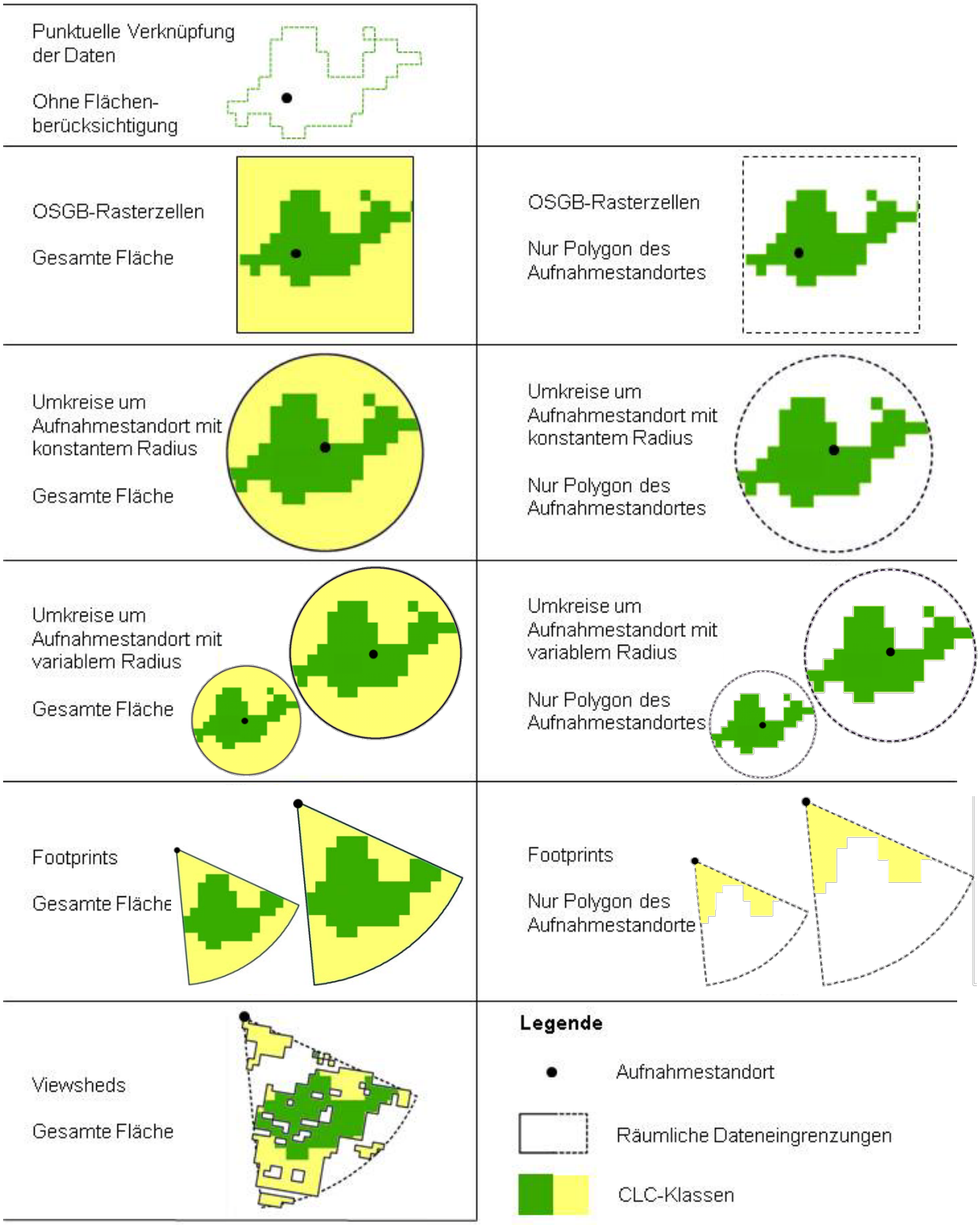


Abbildung 4-2: Die unterschiedlichen räumlichen Verknüpfungsvarianten
Die Bewertungen von ScenicOrNot wurden auf sechzehn verschiedene räumliche Arten mit den *CORINE Land Cover*-Daten verknüpft. Die Abbildung bietet eine Übersicht über diese Varianten.

In diesem Abschnitt werden die 16 verschiedenen Varianten vorgestellt, wie für die vorliegende Arbeit die Datensätze von *ScenicOrNot* sowie von *CORINE Land Cover* räumlich miteinander verknüpft werden. Im Übersichtsdiagramm (Abbildung 4–1, Seite 29) im Kapitel 4.1 sind diese Schritte mit Vereinigung mit den CLC-Daten bezeichnet. In der Abbildung 4–2 sind diese Vereinigungen nochmals in einer vertieften Übersicht schematisch dargestellt. Einige der Varianten sind graphisch zusammengefasst. Mit Hilfe eines konkreten Beispiels werden in der Tabelle 4–1 nochmals alle 16 Varianten vorgestellt.

4.2.1 Punktuelle Verknüpfung der Daten

Die einfachste Art, die Bildbewertungen und die Daten von *CORINE Land Cover* miteinander zu verknüpfen, ist, die CLC-Klasse einfach als Attribut an die Tabelle des Punktdatensatzes mit den Bewertungen auf Grund der Lage anzuhängen. Es wird also für jeden Punkt, an dem ein bewertetes Foto aufgenommen wurde, geschaut, in welcher Klasse dieses Foto liegt, und diese Klasse wird dann dem Punkt angehängt.

Mit dieser Methode werden noch keine Polygongrössen der CLC-Klassen berücksichtigt, das heisst, dass es keinen Unterschied macht, ob eine Fotografie in einer Klasse aufgenommen wurde, deren Fläche lediglich der Mindestgrösse von 25 Hektaren entspricht, oder ob die Klasse an diesem Ort ein grosses Polygon von mehreren Quadratkilometern bildet. Zudem wird dem Gedanken des Projektes Geograph auch nicht Rechnung getragen, dass jedes Bild ungefähr repräsentativ für eine ganze Rasterzelle von einem Quadratkilometer Flächeninhalt sein sollte.

Diese Methode wird erste Zusammenhänge zwischen den CLC-Klassen und den Bewertungen aufzeigen. Durch Einbezug der Polygongrössen sowie der verschiedenen räumlichen Abgrenzungen der in die Auswertung einfliessenden Daten wird eine Verbesserung der Zusammenhänge erwartet.

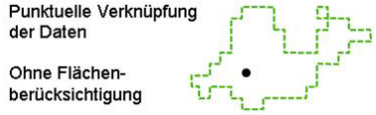
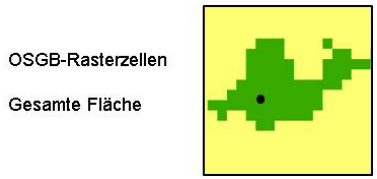
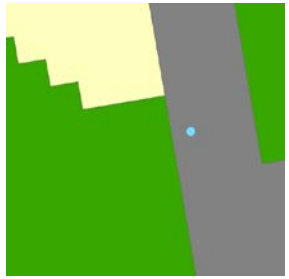
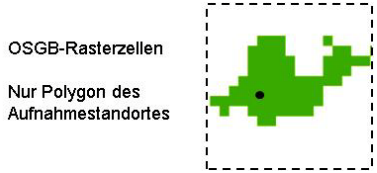
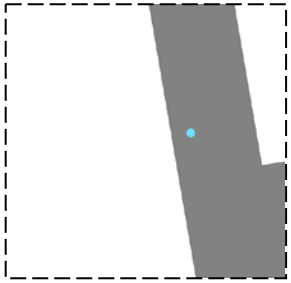
4.2.2 Verknüpfung der Daten innerhalb der OSGB-Rasterzelle

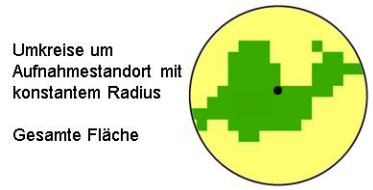
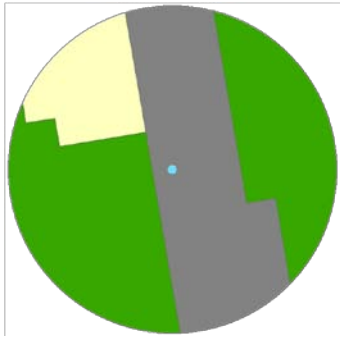
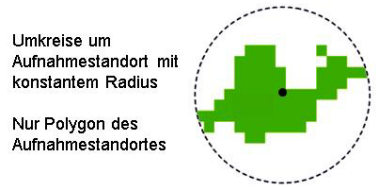
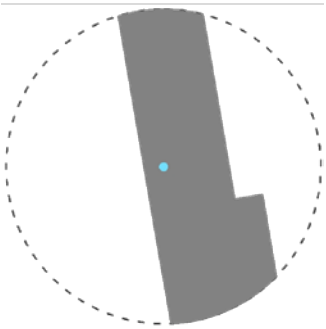
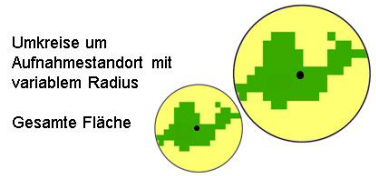
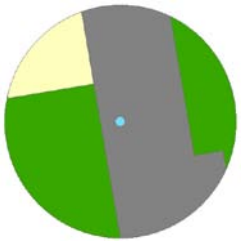
Die Grundidee von Geograph ist, dass ein Bild, welches auf der Homepage von Geograph in die Daten integriert wird, einen repräsentativen Ausschnitt aus der Rasterzelle wiedergibt. Dies wiederspiegelt sich auch in den Überlegungen von mySociety, bloss ein Bild pro Rasterzelle auf der Webseite von *ScenicOrNot* bewerten zu lassen. Dieser Grundgedanke wird in diesem Schritt der Arbeit integriert und die Bewertung der Schönheit der Bilder als Mass der Schönheit des ganzen Rasterquadrates genommen, in welchem das bewertete Foto aufgenommen wurde. Mit Hilfe räumlicher Verschneidung lassen sich diese Bewertungen nun allen geklippten Polygonen der *CORINE Land Cover*-Klassen, welche (zum Teil) innerhalb einer bewerteten Rasterzelle liegen, zuordnen.

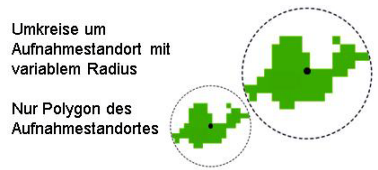
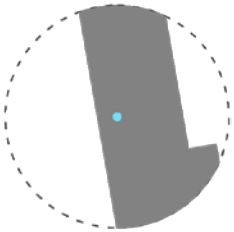
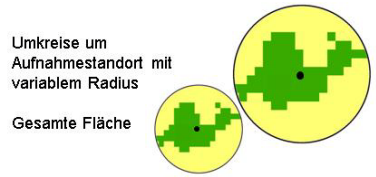
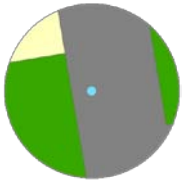
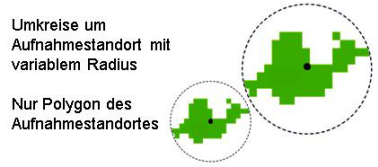
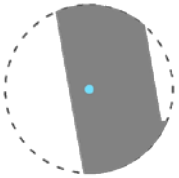
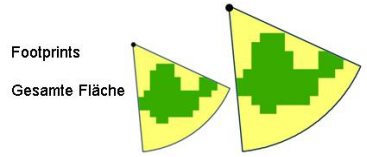
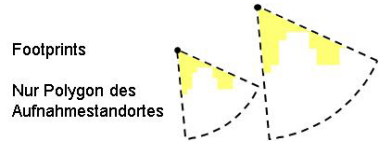
Tabelle 4-1: Erläuterung der räumlichen Verknüpfungen mit Hilfe eines Beispiels

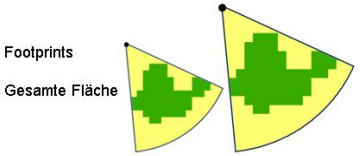
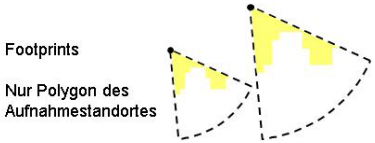
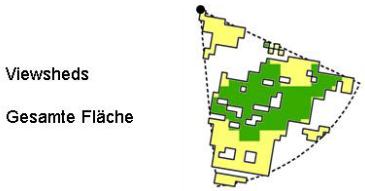
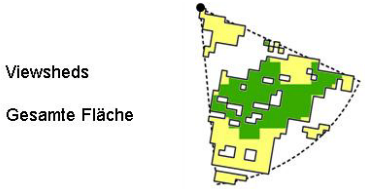
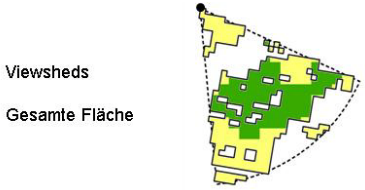
Alle sechzehn Varianten der räumlichen Verknüpfung sind hier an Hand eines Beispiels erklärt. In der Spalte „Bewertete Gebiete" werden alle eingefärbten CLC-Polygone benotet. Die Gewichtung erfolgt auf Grund der absoluten Fläche. Dies bedeutet, dass grössere Polygone mehr Gewicht erhalten. Kommentare werden nicht für alle Varianten wiederholt. Lediglich beim ersten Auftreten einer Veränderung zu den vorhergehenden Varianten ist dies vermerkt.

Road and rail network and associated land Coniferous forest Natural Grassland Aufnahmestandort

Variante	Übersicht	Bewertete Gebiete	Gebietsart / -grösse	Gewichtung durch Multi-plikation mit Fläche [km^2]	Kommentar
1			Punkt Verknüpfung über den Aufnahmestandort	Road and rail networks and associated land: 1	Nur die CLC-Klasse am Aufnahmestandort ist entscheidend. Alle Bilder werden gleich stark gewichtet.
2			Rasterzelle 1 km^2	Road and rail networks and associated land: 0.34 Coniferous forest: 0.50 Natural Grassland:0.16	Alle CLC-Klassen in der Rasterzelle fliessen in die Berechnungen ein. Die Gewichtung folgt den absoluten Flächeninhalten der Polygone. In diesem Fall haben die beiden Polygone der Klasse *Coniferous forest* zusammen ein dreimal höheres Gewicht als das Polygon *Natural Grassland.*
3			Rasterzelle 1 km^2	Road and rail networks and associated land: 0.34	Die Aufnahme wurde in der Klasse Road and rail network and associated land gemacht. Deshalb wird die Benotung des Bildes nur diesem Polygon, innerhalb der Grenzen der Rasterzelle, übertragen.

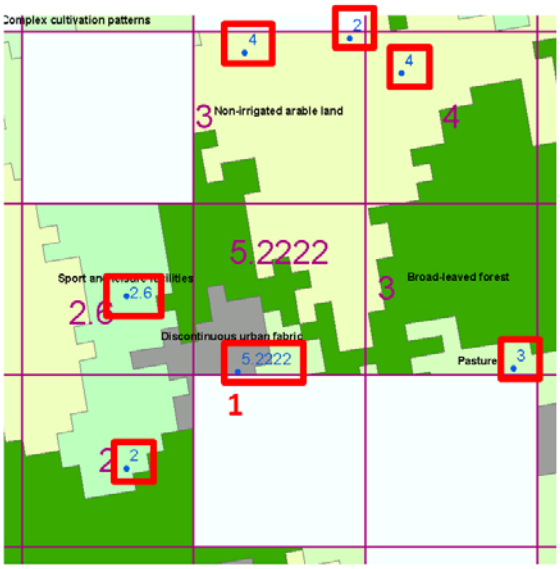
Variante	Übersicht	Bewertete Gebiete	Gebietsart / -grösse	Gewichtung durch Multi-plikation mit Fläche [km^2]	Kommentar
4			Fixer Umkreis 1 km^2	Road and rail networks and associated land: 0.37 Coniferous forest: 0.51 Natural Grassland: 0.12	Alle CLC-Klassen im Umkreis fliessen in die Berechnungen ein.
5			Fixer Umkreis 1 km^2 (Radius = 564 m)	Road and rail networks and associated land: 0.37	Die Aufnahme wurde in der Klasse Road and rail network and associated land gemacht. Deshalb wird die Benotung des Bildes nur diesem Polygon, innerhalb der Grenzen des Puffers, übertragen.
6			Variabler Umkreis, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.5 km^2 (Radius = 400 m)	Road and rail networks and associated land: 0.24 Coniferous forest: 0.21 Natural Grassland: 0.05	Alle CLC-Klassen im Umkreis fliessen in die Berechnungen ein. Aufnahmen an anderen Standorten können zu grösseren oder kleineren Puffern führen. Die Klasse *Road and rail networks and associated land* ist hier für die Verkleinerung der Puffer verantwortlich. Die entstehenden Kreisgrössen sind in der Tabelle 4–2 einsehbar.

Variante	Übersicht	Bewertete Gebiete	Gebietsart / -grösse	Gewichtung durch Multi-plikation mit Fläche [km^2]	Kommentar
7			Variabler Umkreis, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.5 km^2 (Radius = 400 m)	Road and rail networks and associated land: 0.24	
8			starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.29 km^2 (Radius = 300 m)	Road and rail networks and associated land: 0.17 Coniferous forest: 0.10 Natural Grassland: 0.02	
9			starker Einfluss der CLC-Klassen 0.28 km^2 (Radius = 300 m)	Road and rail networks and associated land: 0.16	
10			Footprint, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.08 km^2 (Radius = 400 m)	Road and rail networks and associated land: 0.05 Coniferous forest: 0.03	Für den Footprint wird die Aufnahme-richtung berücksichtigt. Die Fläche wird im Vergleich zum Kreis mit gleichem Radius auf einen Sechstel reduziert. Alle CLC-Klassen im Footprint fliessen in die Berechnungen ein.
11			Footprint, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.08 km^2 (Radius = 400 m)	Road and rail networks and associated land: 0.05	Die Aufnahme wurde in der Klasse *Road and rail networks and associated land* gemacht. Deshalb wird die Benotung des Bildes nur diesem Polygon, innerhalb der Grenzen des Footprints, übertragen.

Variante	Übersicht	Bewertete Gebiete	Gebietsart / -grösse	Gewichtung durch Multi-plikation mit Fläche [km^2]	Kommentar
12			Footprint, starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.05 km^2 (Radius = 300 m)	Road and rail networks and associated land: 0.03 Coniferous forest: 0.02	
13			Footprint, starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.05 km^2 (Radius = 300 m)	Road and rail networks and associated land: 0.03	
14			Viewshed, ohne Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.09 km^2	Road and rail networks and associated land: 0.02 Coniferous forest: 0.07	Für diese Version des Viewsheds wurde eine maximale Distanz vom Aufnahmestandort von 2000 Metern angegeben. Das Höhenmodell wird für die Viewsheds nicht mehr für die Sichteinschränkung verwendet. In dieser Variante sind auch die CLC-Klassen nicht für die Sichteinschränkung benutzt worden. Für die Viewsheds werden immer alle Klassen für die Berechnungen berücksichtigt.
15			Viewshed, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.03 km^2	Road and rail networks and associated land: 0.01 Coniferous forest: 0.02	Für diese und die nächste Variante wurde die Sichtweite auf Grund der Klasse *Road and rail networks and associated land* eingeschränkt.
16			Viewshed, starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen 0.02 km^2	Road and rail networks and associated land: 0.01 Coniferous forest: 0.01	In diesem Fall wird nur noch ein Fünfzehntel der Fläche des Puffers mit dem gleichen Radius ausgewertet.

Im Folgenden ist ein räumlicher Ausschnitt aus den Daten wiedergegeben sowie der Vorgang erläutert, wie die Bewertungen erst auf das Raster und anschliessend auf alle CLC-Polygone innerhalb dieser Rasterzellen übertragen wird. Das violette Raster hat eine Maschenweite von einem Kilometer und bildet die Grundlage für die Erhebung der Fotos von mySociety. Die verschiedenfarbig gefüllten Polygone zeigen die CLC-Klassen. Die Punkte mit den zugehörigen hellblauen Nummern (Im ersten Bild der Serie sind diese rot eingerahmt) sind die Standorte, an welchen Fotos aufgenommen werden, sowie deren Bewertung durch die Benutzer auf *ScenicOrNot*.

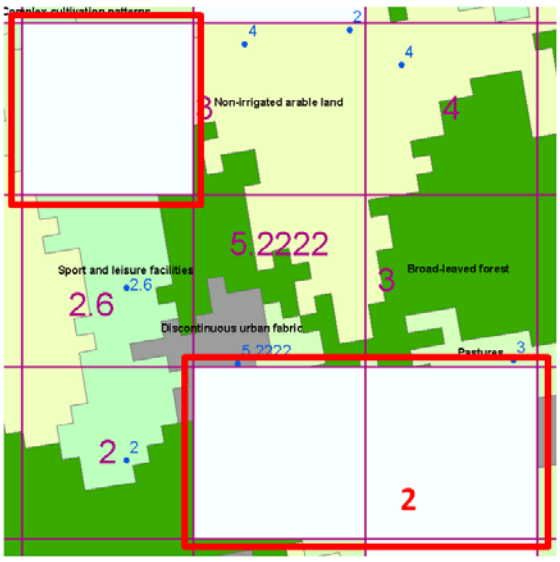
Abbildung 4-3: Verknüpfung der CLC-Daten mit den Bewertungen
In den Abbildungen I – V sind die einzelnen Schritte, welche für die Verknüpfung der CLC-Daten und der Bewertungen von ScenicOrNot innerhalb der Rasterzellen notwendig sind, dargestellt.



I

Als erstes werden die Fotostandorte benötigt, da diese der Zelle, in welcher sie sich befinden, den Schönheitswert geben.

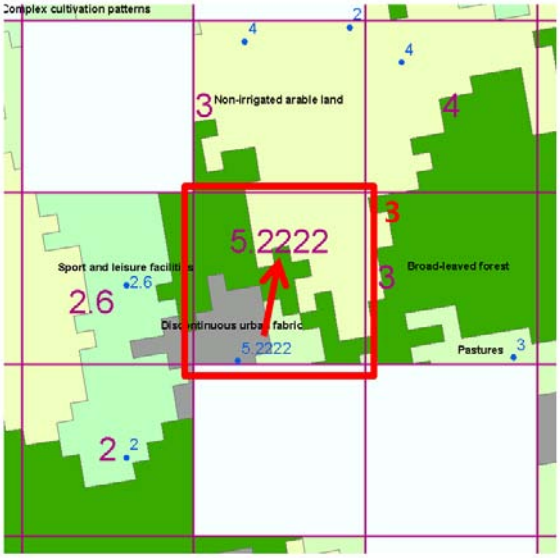
Wie in der Abbildung I ersichtlich ist, existieren nicht für alle Rasterquadrate Fotos. Auf der anderen Seite gibt es, wie in der Zelle in der Mitte oben ersichtlich, Quadrate mit mehr als einem Foto. Dies liegt vermutlich an Datenungenauigkeiten.



II

In einem zweiten Schritt können jene Rasterzellen, für welche kein Bild mit Bewertung vorhanden ist, von der Untersuchung ausgeschlossen werden. Jene Zellen sind in der Abbildung II rot eingerahmt. Auch die CLC-Daten innerhalb dieser Zellen werden nicht mehr benötigt.

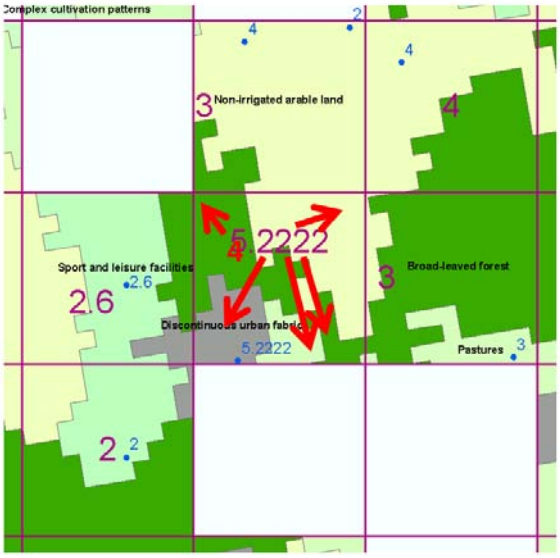
Für die Puffer um den Aufnahmestandort werden die hier ausgeschlossenen CLC-Polygone wieder berücksichtigt.



III

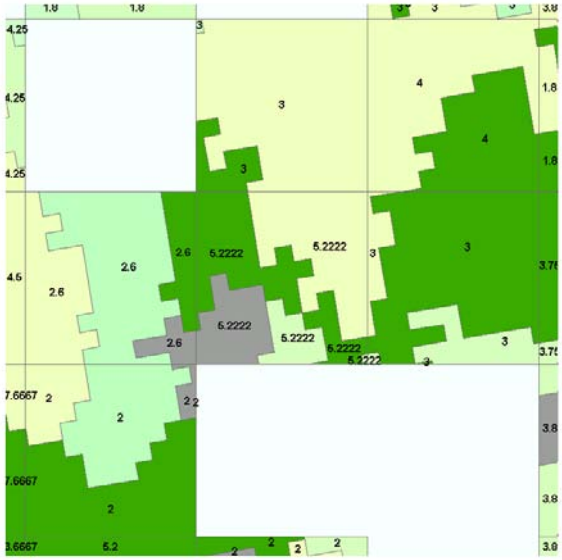
Wie bereits beim ersten Bild erwähnt, werden die Bildbewertungen der Fotos auf die ganze Zelle des Rasters übertragen. In der Abbildung II ist rot eingerahmt angezeigt, wie der Wert des Bildes (blaue Zahl) auf das ganze Raster übertragen wird (violette Zahl).

In der Regel ist dies derselbe Wert wie jener des Fotos, wenn nur ein Foto in einer Zelle vorhanden ist. Falls aber mehrere Fotos innerhalb einer Zelle bewertet werden, ist der Wert der Zelle der Durchschnitt aller bewerteten Bilder innerhalb der Zelle, ohne Berücksichtigung der Anzahl Stimmen, welche pro Bild abgegeben werden.



IV

In einem nächsten Schritt wird der Wert des Rasters nun allen Polygonen des CLC-Datensatzes innerhalb dieser Rasterzelle als weiteres Attribut angehängt. Dazu mussten zuerst die Polygone entlang der Geraden des Rasters gesplittet werden, so dass jeweils alle Polygone komplett innerhalb derselben Rasterzelle liegen.



V

Schlussendlich führt dies dazu, dass das eigentliche OSGB-Raster, welches in den vorigen Abbildungen (I–IV) in violett dargestellt wurde, nun nicht mehr weiter benötigt wird und nur noch die einzelnen Polygonflächen der CLC-Daten, welche nun ebenfalls ein Attribut mit der Bewertung der Schönheit haben, relevant sind.

Die Gitternetzlinien des Rasters sind nun ebenfalls zu gewöhnlichen Polygongrenzen geworden.

Auswahl der CLC-Klassen auf Grund des Aufnahmestandortes

In den folgenden beiden Abbildungen (4–4 und 4–5) ist ersichtlich, dass sich innerhalb einer Rasterzelle ganz unterschiedliche Klassen mit verschiedenen zu erwartenden Bewertungen befinden können (dies gilt auch für die kreisförmige Eingrenzung der in die Statistik einfliessenden Polygonflächen). Wenn nun die Bewertung einer einzelnen Fotografie auf alle diese Klassen übertragen wird, obwohl zum Beispiel nur eine Klasse abgebildet ist, so ist zu erwarten, dass sich der Zusammenhang zwischen den Bewertungen und den CLC-Klassen dadurch verschlechtert.

Wenn wiederum auf die Überlegungen von De Veer und Burrough (1978) zurückgegriffen wird, so könnte sich der Zusammenhang verbessern, wenn der Bereich der CLC-Daten, welcher mit den Schönheitsbewertungen verknüpft wird, verkleinert wird. Anstelle eines einfachen Verkleinerns der Umkreise um die Aufnahmestandorte werden in diesem Schritt nur jene Klassen für die statistischen Auswertungen verwendet, in welchen die Bilder aufgenommen werden. Für die Abbildung 4–4 bedeutet dies, dass die Bewertung des Bildes der Polygonfläche nur der Klasse *Road and rail networks and associated land* innerhalb dieser Zelle zugewiesen wird. Die restlichen Flächen der Klassen *Natural Grassland* und *Coniferous Forest* werden nicht mit dem Wert der Fotografie versehen und deshalb nicht mehr weiter für die statistischen Berechnungen verwendet.

Wie in der Abbildung 4–5 zu sehen ist, bildet eine Fotographie nicht nur die Klasse ab, in der sie aufgenommen wurde. Jedoch ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass zumindest ein Teil dieser Klasse auf dem Bild vorhanden ist. Deshalb dürfte es zu einer Verbesserung der Zusammenhänge zwischen den Daten führen, wenn nur die Klasse des Aufnahmestandortes berücksichtigt wird. Diese ergänzenden Varianten der räumlichen Eingrenzung werden für die Rasterzellen, die Puffer und die Footprints durchgeführt.

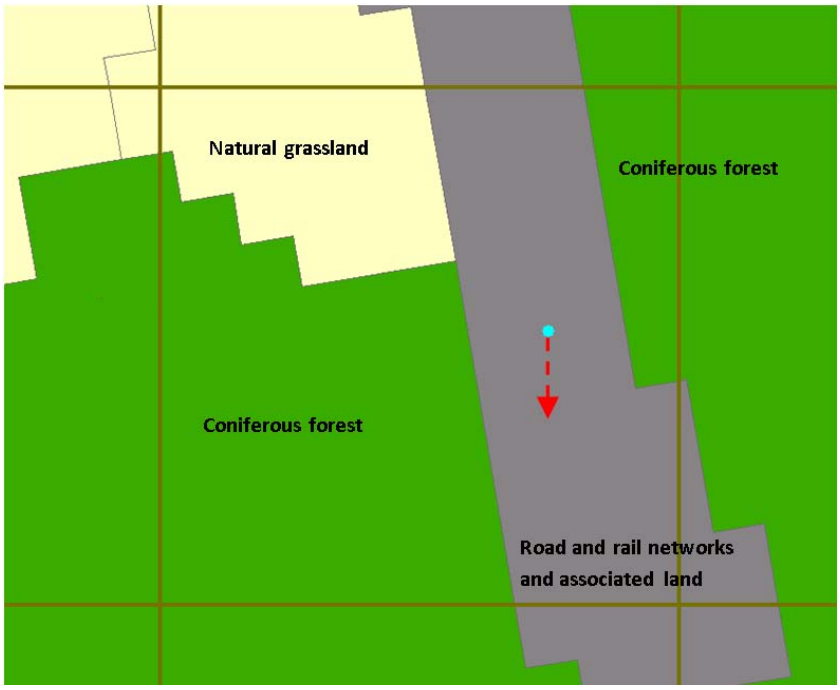


Abbildung 4-4: Rasterzelle mit unterschiedlichen CLC-Klassen
Die Klassen, welche auf in dieser Rasterzelle vorhanden sind, weisen stark voneinander verschiedene durchschnittliche Bewertungen auf.

In Abbildung 4–4 ist eine Rasterzelle von Geograph ersichtlich. Für die darin liegenden *CORINE Land Cover*-Klassen Level 3 (Natural grassland, Coniferous forest, Road and rail networks and associated land) wird erwartet, dass sich deren durchschnittliche Bewertungen unterscheiden. Ebenfalls ist der Aufnahmestandort (hellblau) sowie die Aufnahmerichtung (roter Pfeil) gemäss Tabelle aus Geograph ersichtlich. Die Fotografie, welche an diesem Punkt in Richtung des roten Pfeils aufgenommen wurde, ist in Abbildung 4–5 abgebildet.

Die Aufnahme zeigt ein Gebiet entlang der Strasse. Die Strasse erscheint auf dem Bild dominant, deshalb dürfte diese auch den grössten Einfluss bei der Bewertung des Bildes durch die Nutzer gehabt haben. Dennoch wird, wie weiter oben beschrieben, gemäss den Vorgaben von ScenicOrNot, für die ersten Berechnungen in dieser Arbeit die Bewertung des Fotos auf die ganze Rasterzelle, beziehungsweise auf den ganzen Umkreis (siehe nachfolgende Abschnitte) und somit auch auf die Wald- und Grasflächen übertragen. Dieser Effekt dürfte dazu führen, dass als nicht schön bewertete Klassen insgesamt eine bessere durchschnittliche Bewertung erhalten (in den Abbildungen 4–4 / 4–5 die Strassenklasse) und im umgekehrten Fall schöne Klassen insgesamt eher zu schlecht bewertet werden (die Wald- und Graslandflächen). Die durchschnittliche Bewertung, welche die Benutzer diesem Bild gegeben haben, ist 4.5 (die einzelnen Stimmen: 3, 4, 4, 7). Es ist also zu erwarten, dass die Strassenflächen insgesamt eine schlechtere, die Wald- und Graslandflächen eher eine bessere durchschnittliche Bewertung erreichen.

Abbildung 4-5: Bewertetes Bild mit unterschiedlichen CLC-Klassen
Es sind Gebiete sichtbar, die verschiedenen *CORINE Land Cover*-Klassen zugeteilt sind. Die Strasse dürfte trotzdem eine dominante Rolle bei der Bewertung spielen. Der Aufnahmestandort sowie die Richtung sind in Abbildung 4–4 mit einem hellblauen Punkt beziehungsweise roten Pfeil markiert.
Quelle: http://www.geograph.org.uk/photo/1004539

4.2.3 Dateneingrenzung durch Umkreise um den Aufnahmestandort

Das Vorgehen bei der Verknüpfung der Daten unter der Berücksichtigung der räumlichen Ausdehnung der Polygone und mit verschiedenen räumlichen Eingrenzungen (Rasterzellen oder Kreise) ist immer ähnlich, weshalb nur im Fall der Rasterzellen (siehe oben) alle einzelnen Schritte etwas genauer erläutert werden. Bei anderen Varianten, welche unterschiedliche Arbeitsschritte erfordern, werden diese Abweichungen aufgezeigt.

Wiederum wird versucht, den Zusammenhang zu verbessern, wenn nur die Polygone innerhalb der Kreise, in welchen eine Aufnahme gemacht wurde, in die Berechnungen einfliessen.

Höhenmodell nicht berücksichtigt: Umkreise um Aufnahmestandort mit konstantem Radius

Die Aufnahmestandorte befinden sich selten genau in der Mitte der Rasterzelle. In Bezug auf die Zelle sind sie eher zufällig verteilt. Aus der Literatur kann entnommen werden, dass ein Bild den Ort der Aufnahme am besten repräsentiert (De Veer und Burrough, 1978) und sich die Landschaft mit grösser werdender Distanz zum Aufnahmeort immer mehr verändert. Dem kann Rechnung getragen werden, indem, statt die Bewertung auf eine Rasterzelle zu übertragen, einfach ein Kreis um den Aufnahmeort gezogen wird. Die Fläche von einem Quadratkilometer aus dem Raster wird in diesem Schritt übernommen, was einen Kreis mit einem Radius von gut 564 Metern ergibt. Während bei der Rasterzelle die euklidische Distanz zwischen dem Bildaufnahmepunkt und einer Fläche, auf welche dieser Wert übertragen wird, mehr als 1400 Meter betragen kann, ist die grösstmögliche Distanz im Fall der Kreise höchstens der Radius, also 564 Meter.

Gemäss den Überlegungen von De Veer und Burrough (1978) müsste somit der ersichtliche Zusammenhang zwischen den *CORINE Land Cover*-Daten und den Schönheitsbewertungen der Bilder verbessert werden, da die CLC-Daten den Bereich um den Aufnahmestandort besser wiedergeben.

Höhenmodell berücksichtigt: Umkreise um Aufnahmestandort mit variablem Radius

Die Kreise um den Aufnahmestandort mit konstantem Radius tragen der Tatsache nicht Rechnung, dass das Gelände einen grossen Einfluss auf die sichtbare Fläche von einem bestimmten Punkt aus haben kann. Auf relativ ebenen Flächen ist von einem Punkt aus eine viel grössere Fläche sichtbar als in rauem Gelände. Deshalb werden in diesem Arbeitsschritt die Kreisgrössen auf Grund der Rauigkeit des Geländes variiert.

Auch einen Einfluss auf die Grösse der sichtbaren Fläche von einem Punkt aus kann die Bodenbedeckung haben. In Siedlungsgebieten, vor allem in Städten, ist anzunehmen, dass die Gebäude es verhindern, dass eine sehr grosse Fläche eingesehen werden kann. Aus diesem Grund werden auch in Siedlungsgebieten die Kreise verkleinert.

Informationen zur Lage von Siedlungen sind in den CLC-Daten enthalten. Die Klassen auf dem Level 3 werden für die Bestimmung der Kreisgrösse verwendet. Für die Bestimmung der Geländerauigkeit

wird das Höhenmodell der SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) verwendet, welches, wie bereits in den Datengrundlagen erläutert, beinahe für das ganze Gebiet zur Verfügung steht.

Als Mass für die Rauigkeit wird die Standardabweichung der Höhenwerte für jedes Pixel und eine kreisförmige Umgebung berechnet. Neben den absoluten Standardabweichungen der Höhenwerte werden auch die relativen Werte berechnet. Dazu werden die erhaltenen absoluten Standardabweichungen durch die Höhenwerte dividiert. Es ist anzunehmen, dass in höheren Regionen auch die Standardabweichungen viel grösser sein werden. Dieser Effekt soll mit der Berechnung der relativen Rauigkeiten ausgeblendet werden.

Eine kreisförmige Fläche für die Berechnung der Rauigkeit ist am besten geeignet, da auch Puffer um die Aufnahmestandorte als Dateneingrenzung dienen werden. Somit ist der errechnete Rauigkeitswert für ein Pixel gleichzeitig auch derjenige des Aufnahmestandortes. Die variablen Kreisflächen sollten wieder einen Flächeninhalt von durchschnittlich einem Quadratkilometer aufweisen. Deshalb werden auch die Rauigkeiten für eine fokale Umgebung um die Pixel mit ähnlicher Grösse berechnet.

Nach Berechnung der Rauigkeit für das ganze Gebiet Grossbritanniens müssen diese den Aufnahmestandorten zugewiesen werden. Dafür werden einfach die Rauigkeitswerte der Pixel am Standort der Bildaufnahme diesem als Attribut angehängt.

Da trotz der Rauigkeitsberechnung nicht genau bekannt ist, wo das Gelände die Sicht wie stark einschränkt (oder um wie viel die Sicht in flachem Gelände erweitert wird), wird der Einfluss des Geländes in zwei verschiedenen Datensätzen, einmal stärker und einmal weniger stark, gewichtet. In der folgenden Tabelle (4–2) ist wiedergegeben, welche Rauigkeitswerte und CLC-Siedlungsklassen zu wie grossen Sichtweiten führen. Weiterverwendet werden jene Rauigkeitswerte, welche durch eine kreisförmige fokale Umgebung mit einem Radius von 8 Pixeln zustande kam, da diese zu einem Kreis führen, der ungefähr ein Quadratkilometer gross wird und demnach grössenmässig in der Mitte der geplanten, verschieden grossen Kreise liegt.

Tabelle 4-2: Radien der variablen Kreise
Auf Grund der Rauigkeit des Geländes sowie der geschätzten Einschränkung der Sicht auf Grund von Siedlungsklassen werden die Radien der Kreise um den Aufnahmestandort variiert. Da ungewiss ist, welche Rauigkeit die Sicht wie stark einschränkt, sind die Einflüsse einmal stärker und einmal schwächer.

		Kreisradien	
		schwacher Einfluss	starker Einfluss
Rauigkeit, Standard-abweichung	Absolute Werte > 30 Meter	300 m	100 m
	Absolute Werte 20 - 30 Meter	400 m	300 m
	Absolute Werte 10 - 20 Meter	564 m*	564 m*
	Absolute Werte 5 - 10 Meter	750 m	1000 m
	Absolute Werte 0 - 5 Meter	1000 m	2000 m
CLC-Klassen Level 3	Klassen *Continuous urban fabric* und *Industrial or commercial units*	300 m	100 m
	Übrige Klassen der *Artificial surfaces*	400 m	300 m
Übrige CLC-Klassen	Die Radien in den restlichen CLC-Klassen werden durch Gelände bestimmt	je nach Gelände	je nach Gelände

*Ein Radius von rund 564 Metern führt zu einem Kreis mit einem Flächeninhalt von 1 km^2, der Fläche der dem Projekt Geograph zu Grunde liegenden Rasterzellen sowie der Radius, der für die Standortumkreise mit konstantem Radius verwendet wurde.

4.2.4 Berücksichtigung der Aufnahmerichtung

Oben beschriebene Fälle berücksichtigen jeweils nur die Lage der Aufnahmestandorte. Für die meisten Bilder ist jedoch nicht nur der Ort der Aufnahme, sondern auch die Himmelsrichtung, in welche die Fotografie gemacht wurde, bekannt. Deshalb kann ergänzend zu den Ansätzen, welche nur das Höhenmodell berücksichtigen, auch die Aufnahmerichtung von der Webseite von Geograph heruntergeladen und verwendet werden, um die CLC-Daten, auf welche eine Bewertung übertragen wird, räumlich exakter eingrenzen zu können. Dies trägt den Ergebnissen aus der Literatur Rechnung, dass Fotografien von einem Standort aus in verschiedene Himmelsrichtungen ganz unterschiedlich bewertet werden können (Meitner, 2004). Mit Berücksichtigung der Aufnahmerichtung kann dieses Problem zumindest teilweise reduziert werden.

4.2.5 Berechnung von *Footprint* und *Viewshed*

Wenn alle oben genannten Informationen kombiniert werden, ist es möglich, die jeweiligen Ausschnitte, welche auf den Bildern wirklich ersichtlich sind, näherungsweise zu ermitteln. Dabei muss neben der horizontalen Aufnahmerichtung, welche bekannt ist (wobei die Richtung bei den meisten Aufnahmen nicht auf Grad genau, sondern in eine von sechzehn Himmelsrichtungen angegeben ist), eine vertikale Richtung angenommen werden. Am besten ist wohl die Annahme, dass sämtliche Aufnahmen näherungsweise horizontal gemacht werden. Da vor allem auf flachen Ebenen somit rasch eine sehr grosse Fläche abgebildet würde, kann die grösstmögliche Distanz, welche noch einen Einfluss auf die Bewertung haben soll, mit einer künstlichen Grenze limitiert werden.

Footprint

Der *Footprint* einer Aufnahme zeigt auf, in welcher Fläche die abgebildeten Gebiete auf Grund des Aufnahmestandortes, der Aufnahmerichtung und eines angenommenen Öffnungswinkels der Kameraoptik liegen. Mit einer festgelegten maximalen Distanz werden die Flächen abgeschlossen. Auf Grund von Angaben in der Literatur wurde die maximale Distanz auf zwei Kilometer begrenzt und der Öffnungswinkel auf 60 Grad gesetzt, was einem realistischen Öffnungswinkel für Aufnahmen, welche mit einer Brennweite von rund 30 Millimetern gemacht werden, entspricht (Tawbaware, 2009).

Diese festgelegte maximale Distanz von zwei Kilometern wurde als äusserste Grenze für Gebiete festgesetzt, die die Bewertung noch beeinflussen können. Das fixe Festlegen auf diese Distanz für den *Footprint* ist nur dann sinnvoll, wenn innerhalb dieser Cones die exakten *Viewsheds* berechnet werden.

Für die Variante, in welcher die gesamten CLC-Daten innerhalb dieser Cones weiterverwendet werden, wurde die maximale Distanz aus der Tabelle 4–1 auf Seite 38, welche auf Grund der Rauigkeitswerte und der CLC-Klassen bestimmt werden, übernommen. Auch in diesem Fall wird der Einfluss des Geländes und der Klassen einmal stärker und einmal weniger stark gewichtet.

Viewshed

Bei der Berechnung der *Viewsheds* wird für jedes Pixel vom Ausschnitt des Höhenmodells geschaut, ob es vom zu untersuchenden Punkt aus gesehen werden kann oder ob ein Objekt auf der direkten Linie zwischen Aussichtspunkt und betrachtetem Pixel liegt und demnach die Sichtbarkeit für dieses Pixel nicht gewährleistet ist. Da das Gelände bereits in die Berechnung der *Viewsheds* einfliesst, ist es nicht notwendig, die Rauigkeit zusätzlich zu berücksichtigen. Deshalb könnte die maximal mögliche sichtbare Distanz konstant bei zwei Kilometern gehalten werden.

Ein Faktor, der bei dieser Art der räumlichen Eingrenzung der in die statistischen Auswertungen einfliessenden Daten nicht berücksichtigt werden kann, ist das Vorhandensein von Häusern auf den Bildern. Wenn auf einem Foto, welches im flachen Gelände aufgenommen wurde, ein Haus im Vordergrund und gar kein oder fast kein Hintergrund zu sehen ist, so ist die abgebildete Fläche auf dem Foto relativ klein, aus den Informationen des Höhenmodells sowie des Aufnahmestandortes heraus wird aber eine grosse *Viewshed* berechnet. Deshalb werden die *Viewsheds* einmal innerhalb der ganzen Cones mit einer maximal sichtbaren Distanz von 2000 Metern berechnet, in einer nächsten Variante wird innerhalb der Siedlungsklassen diese maximale Distanz gemäss Tabelle 4–1 reduziert.

4.3 Statistische Auswertungen

Ein Schwerpunkt dieser Arbeit ist, die verknüpften Daten von *CORINE Land Cover* und den Bildbewertungen mit ihren unterschiedlichen räumlichen Eingrenzungen miteinander zu vergleichen. Dazu werden vor allem Methoden der Statistik verwendet.

Für jede CLC-Klasse lassen sich auf Grund der Bilddaten durchschnittliche Bewertungen berechnen. Auf Grund der unterschiedlichen räumlichen Eingrenzungen der Daten werden diese Durchschnittswerte für alle Varianten leicht verschieden voneinander sein. Das Hauptaugenmerk der statistischen Tests sowie der Vergleiche zwischen den verschiedenen Arbeitsschritten richtet sich auf die Berechnung des Zusammenhangs zwischen den durchschnittlichen Bewertungen pro *CORINE Land Cover*-Klasse sowie den einzelnen Bewertungen.

Damit die *CORINE Land Cover*-Klassen eine grossen Teil der Varianz der Schönheitswerte der Bilder erklären können, sollten die durchschnittlichen Bewertungen der Klassen stark verschieden voneinander sein. Die Varianz zwischen den Klassen sollte also möglichst gross sein. Zudem wäre es förderlich, wenn gleichzeitig die Varianz innerhalb einer Klasse möglichst klein ist.

Wenn die durchschnittlichen Werte hingegen alle ähnlich sind, ist deren Erklärungsgehalt gering. Eine grosse Korrelation zwischen den Schönheitsbewertungen und den CLC-Klassen kann in diesem Fall wahrscheinlich nicht festgestellt werden.

4.3.1 Testen der Daten auf Normalverteilung

Für viele statistische Untersuchungen (unter anderem für gewisse Korrelationsberechnungen) stehen parametrische und nichtparametrische Methoden zur Verfügung. Parametrische Tests haben den Vorteil, dass sie weniger aufwändig zum Berechnen sind. Damit ein parametrischer Test auf die Daten angewendet werden kann, muss in einer Voruntersuchung festgestellt werden, ob die Daten einer gewissen Verteilung folgen. Für die meisten parametrischen Tests müssen die Daten annähernd normalverteilt sein (Bahrenberg, 1999). Das Testen der Daten auf Normalverteilung wird hier mit einem Kolmogorov-Smirnoff-Test mit der Software SPSS von IBM untersucht.

4.3.2 Korrelation zwischen Klassendurchschnitten und einzelnen Bewertungen

Wie bereits beschrieben, muss für verlässliche Aussagen bezüglich Stärke des Zusammenhangs auf nichtparametrische Tests zurückgegriffen werden, wenn die Daten nicht normalverteilt sind. Da aber einige der Datensätze zu gross sind, um mit nichtparametrischen Tests die Korrelation zu berechnen, wird nur ein zufälliges Sample aus den zu grossen Datensätzen ausgewählt und die Korrelation berechnet. Es wird die nichtparametrische Korrelationsberechnung nach Spearman mit Hilfe von SPSS durchgeführt.

Mit der Korrelationsberechnung soll festgestellt werden, wie hoch der Anteil der Varianz ist, welcher durch objektive Masse erklärt werden kann. Von Interesse ist auch, ob die verschiedenen räumlichen Eingrenzungen der Daten zu unterschiedlichen Resultaten führen und ob das Weglassen allfälliger CLC-Klassen mit wenig Erklärungsgehalt, welches für die letzte Forschungsfrage untersucht werden soll, ebenfalls eine Verbesserung des Zusammenhangs nach sich zieht. Auf diesen Punkt wird im nachfolgenden Abschnitt eingegangen.

4.3.3 Vergleich der CLC-Klassen und -Hauptgruppen mit den Gesamtdaten

Neben der Korrelation zwischen den Klassendurchschnitten und den einzelnen Bewertungen für den gesamten Datensatz ist auch von Interesse, ob die Daten der einzelnen CLC-Hauptgruppen signifikant verschieden von denjenigen der Gesamtdaten sind. Wenn eine Hauptgruppe eine Verteilung aufweist, welche nicht signifikant verschieden von derjenigen des gesamten Datensatzes ist, so ist zu vermuten, dass diese Klasse keinen grossen Erklärungsgehalt bezüglich Schönheitsbewertung aufweist. Dies wird mit dem U-Test von Mann-Whitney untersucht (Dorigo, 2004). Anhand eines zufällig gewählten Samples aus den Datensätzen der CLC-Klassen wird untersucht, ob sie von der Verteilung der Gesamtdaten verschieden sind. Auf diese Weise kann nicht nur aufgezeigt werden, ob die Daten der Klasse viel zum Zusammenhang zwischen den einzelnen Datenwerten und den durchschnittlichen, über die CLC-Klassen (Level 3) gemittelten, beitragen, sondern auch, ob die Unterschiede zwischen den Hauptgruppen und den Gesamtdaten für die verschiedenen räumlichen Dateneingrenzungen unterschiedlich sind. Für den Mann-Whitney-U-Test wird nur ein Sample verwendet, da die *CORINE Land Cover*-Hauptgruppen (Level 1) so viele Datenelemente aufweisen, dass bereits eine leichte Abweichung einer Verteilungskurve zu signifikanten Unterschieden führt. Dies würde bedeuten, dass für alle Klassen ein grosser Erklärungsgehalt angenommen werden kann.

Auf Grund dieser Untersuchungen werden einzelne Klassen, deren Verteilung keine starke Abweichung von den Gesamtdaten aufweisen, von der Zusammenhangsberechnung ausgeschlossen werden, um so möglicherweise den Korrelationswert zu verbessern.

4.4 Einfluss der Grösse des abgebildeten Gebietes auf die Fotobewertung

Die Bilder, welche in *ScenicOrNot* bewertet werden, sollten alle ungefähr repräsentativ für eine Rasterzelle von einem Quadratkilometer sein, dennoch sind auf den Bildern massive Unterschiede bezüglich der Grösse der abgebildeten Fläche erkennbar. Obwohl in der Literatur keine direkt verwendbaren Forschungsergebnisse zu diesem Thema gefunden werden, so wurde trotzdem die Hypothese aufgestellt, dass ein Bild als schöner bewertet wird, wenn eine grössere Fläche ersichtlich ist. Dies würde sich mit den evolutionär bedingten Vorzügen von Standorten, von welchen aus man einen grossen Teil der umgebenden Landschaft überblicken kann, decken (Appleton, 1975 in: Edwardes et al., 2007).

Um einen möglichen Einfluss der Grösse des auf einem Foto abgebildeten Gebietes auf die Bewertung nachzuweisen oder abzulehnen, werden zufällig 200 Fotos aus dem ganzen auf *ScenicOrNot* bewerteten Bilddatensatz ausgewählt und auf Grund persönlicher Einschätzung ähnlich wie bei der Einteilung von De Veer und Burrough (1978) welche die drei Kategorien intraocular (0 – 500 Meter), ocular (500 – 1200 Meter) und extraocular (weiter als 1200 Meter) vom Aufnahmestandort entfernt bestimmten, in Bereiche bis 100 Meter, 500 Meter beziehungsweise sich in grösserer Distanz als 500 Meter befindende Objekte eingeteilt. Dieselben Kategorien, wie sie von De Veer und Burrough verwendet werden, machen für den Datensatz von Geograph / *ScenicOrNot* keinen Sinn, da ein Bild ja ungefähr repräsentativ für eine Rasterzelle von einem Quadratkilometer ist und deshalb allzu ferne Objekte gar nicht abgebildet sein sollten.

Bei der Einteilung wurde darauf geachtet, dass immer ein gewisser Mindestanteil der Fläche der Kategorien in grösserer Distanz auf dem Bild vorhanden sein muss. Es reicht zum Beispiel nicht, wenn neben einem Haus nur ein sehr geringer Fernblick gegeben ist. Weiter zu beachten gilt, dass auf den meisten Bildern, welche einer „fernen“ Kategorie zugeordnet wurde, dennoch Objekte ersichtlich sind, die ganz nah beim Aufnahmestandort liegen. In den drei nachfolgenden Abbildungen (4–6 bis 4–8) sind je zwei Bilder aus jeder dieser Kategorie ersichtlich.

Abbildung 4-6: Bilder mit sichtbarem Vordergrund
Quelle: www.geograph.org.uk/photo/307774 (links) bzw. www.geograph.org.uk/photo/978378

Abbildung 4-7: Bilder mit sichtbarem Vorder- und Mittelgrund.
Quelle: www.geograph.org.uk/photo/698730 (links) bzw. www.geograph.org.uk/photo/114753

Abbildung 4-8: Bilder mit sichtbarem Vorder-, Mittel- und Hintergrund
Quelle: www.geograph.org.uk/photo/376753 (links) bzw. www.geograph.org.uk/photo/499645

Wenn einzelne Masse und Parameter im Bild gemessen würden, wäre es möglich, auch eine feinere Abstimmung der Entfernung der Gegenstände, welche auf den Bildern ersichtlich sind, vorzunehmen. Auf Grund der sehr subjektiven Vorgehensweise, aber auch wegen dem Ziel eines „quick and dirty" Eindruckes des Einflusses der Distanz abgebildeter Objekte zum Aufnahmestandort wurde dies nicht verfeinert ausgeführt.

Im Unterschied zu der Berechnung der *Viewsheds* können beim Abschätzen der sichtbaren Distanzen durch visuelle Untersuchung der Bilder Gebäude und andere, vom Höhenmodell nicht erfasste Gegenstände berücksichtigt werden. Wenn auf einer Fotografie bloss ein Haus relativ nah zum Aufnahmestandort abgebildet ist, so kann es trotzdem sein, dass der berechnete *Viewshed* relativ gross wird, da im verwendeten digitalen Höhenmodell Gebäude sowie Vegetation nicht vorhanden sind.

Nach Auswahl und Einteilung der Bilder in die drei Kategorien wird die Korrelation zwischen der Schönheitsbewertung und diesen Kategorien sowie die durchschnittlichen Schönheitsbewertungen pro Kategorie untersucht.

5 Resultate

5.1 Vergleich der CLC-Flächenanteile mit der Anzahl Fotos pro Klassen

Von den insgesamt 44 CLC-Klassen werden 35 für die Gebiete von Grossbritannien benötigt. Einige dieser Klassen sind relativ häufig (zum Beispiel *Non-irrigated arable land*), andere (zum Beispiel *Rice fields* oder *Sea and ocean*) sind nur in sehr kleinen Gebieten vorhanden. Die Gesamtfläche der CLC-Daten in Grossbritannien beträgt 234‘070 Quadratkilometer. Dies entspricht knapp sechsmal der Grösse der Schweiz.

Von den 35 verschiedenen CLC-Klassen, die in Grossbritannien vorkommen, machen alleine die beiden häufigsten Klassen *Non-irrigated arable land* (25.9 %) und *Pastures* (25.1 %) 51 Prozent der gesamten Fläche aus. Die vier Klassen (*Moors and heathland*, 12.3 %; *Natural grassland*, 8.0 %; *Coniferous forest*, 5.3 % und *Discontinuous urban fabric*, 5.1 %) weisen mehr als 5 Prozent Flächenanteil auf. Rund 82 Prozent der Fläche kann also einer von diesen sechs Klassen zugewiesen werden. Die anderen Klassen sind zum Teil sehr selten, so dass deren Schönheitsbewertung nur auf Grund von wenigen Fotos zustande kommt. Einzelne Ausreisser können in diesen Klassen die Durchschnittswerte verfälschen.

In der Abbildung 5–2 sind die einzelnen Flächenanteile der Klassen in blau ersichtlich. Mit einer logarithmischen Prozentskala (y-Achse) könnten zwar die kleineren Werte besser sichtbar gemacht werden, jedoch würde sich der Gesamteindruck von den Flächenanteilen verfälschen, weshalb diese Darstellungsmethode nicht gewählt wurde. Das Diagramm zeigt, dass die Anteile der Aufnahmen pro Klasse relativ ähnlich sind, wie jene der CLC-Daten im gesamten Gebiet von Grossbritannien. Dies ist eine weiterer Hinweis darauf, dass die Bilder in keiner Klasse stark konzentriert oder in anderen sehr wenig vorkommen. Die einzige Ausnahme bietet die Klasse *Rice fields*, von welcher ein einziges Polygon vorhanden ist und kein Bild in dieser Fläche aufgenommen wurde.

Nachfolgend sind die Flächenanteile der einzelnen *CORINE Land Cover*-Hauptgruppen (blau) sowie der Anteil der Fotos, welche in diesen Klassen geschossen wurde (rot) aufgezeigt (Abbildung 5–1). Diese Darstellung dient dem Vergleich, welche Klassen über- und welche unterdurchschnittlich durch Bilder repräsentiert sind. Es ist zu erwarten, dass in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte mehr Fotos im Verhältnis zum Flächenanteil der CLC-Klassen im Datensatz vorhanden sind, da es auch mehr Personen gibt, die ein solches Foto schiessen und hochladen könnten. Die Auswertung der Daten zeigt aber auf, dass dies in geringem Masse zutrifft. In den Hauptgruppen *Artificial surfaces* und *Agricultural areas* werden leicht überdurchschnittlich viele Aufnahmen gemacht, während der Anteil der Aufnahmen in den anderen drei Hauptgruppen leicht unterdurchschnittlich ist.

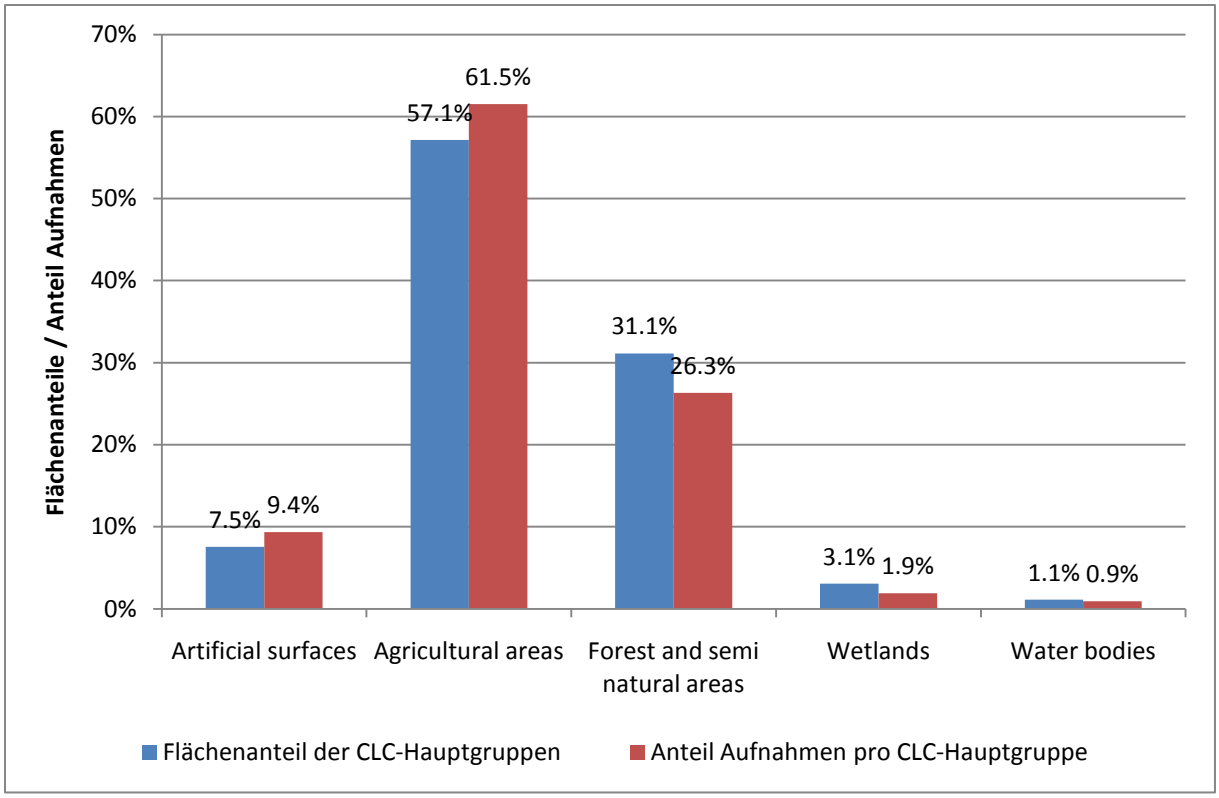


Abbildung 5-1: Flächenanteile und Aufnahmen pro CLC-Hauptgruppe
Vergleich der Flächenanteile der *CORINE Land Cover*-Hauptgruppen mit dem Anteil der Bilder pro Gruppe

Auch die Flächenanteile der CLC-Klassen und die Anzahl Aufnahmen innerhalb dieser Klassen zeigen eine Korrelation. Für die ersten beiden Hauptgruppen sind in den meisten Klassen leicht überproportional viele Bilder vorhanden. Die drei anderen Hauptgruppen weisen in manchen Klassen zum Teil erheblich weniger Bilder auf, als eigentlich auf Grund der Flächenanteile zu erwarten wäre. Zum Beispiel in der Klasse *Moors and heathland* sind nur gut zwei Drittel der zu erwartenden Anzahl von Bildern entstanden. Diese Klasse bedeckt immerhin einen Achtel der Fläche Grossbritanniens. In den beiden Diagrammen der Abbildung 5–1 ist dies gut ersichtlich.

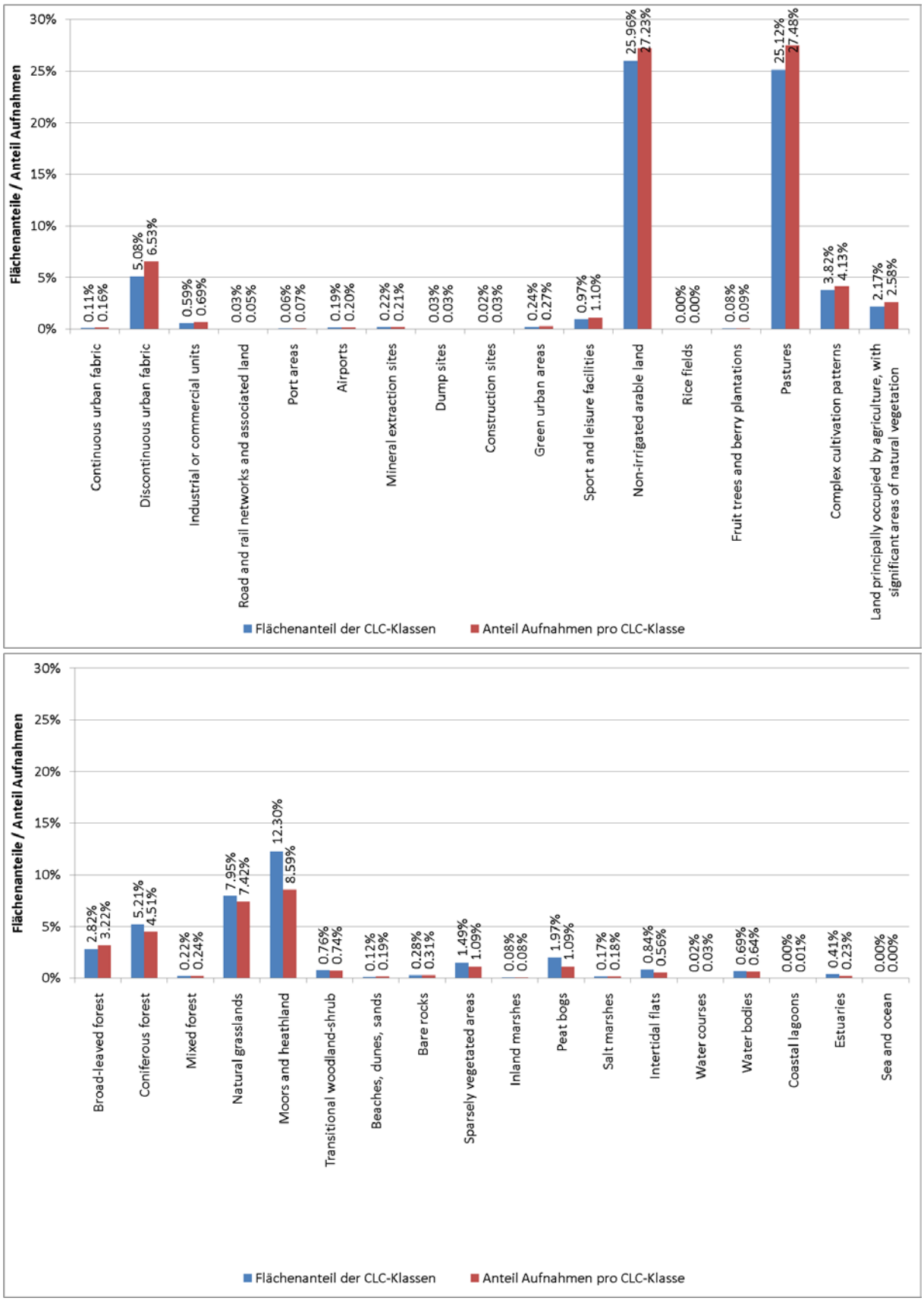


Abbildung 5-2: Flächenanteile und Aufnahmen pro CLC-Klasse
Vergleich der Flächenanteile der *CORINE Land Cover*-Klassen mit dem Anteil der Bilder pro Klasse.
Oben: Klassen der Hauptgruppen *Artificial surfaces* und *Agricultural areas*.
Unten: Klassen der Hauptgruppen *Forest and semi-natural areas*, *Wetlands*, *Water bodies*.

5.2 Alle Bilder versus häufig bewertete

Eine Stärke der Arbeit liegt in der grossen Datenbasis. 179‘000 bewertete Bilder werden verwendet. Jedoch liegen für die meisten Bilder weniger Bewertungen vor, als in anderen Untersuchungen der Literatur.

Im Datensatz von *ScenicOrNot* sind alle Bilder, welche mindestens dreimal bezüglich ihrer Schönheit bewertet werden, im Datensatz vorhanden. Bilder mit einer geringen Anzahl von Stimmen bergen das Risiko, dass eine Ausreisserstimme die Bewertung eines Bildes stark verfälschen kann. In der Abbildung 5–3 sind zwei Bilder ersichtlich, bei welchen die Varianz der Bewertungen sehr gross ist.

Abbildung 5-3: Bilder, deren Bewertungen eine sehr grosse Varianz aufweisen
Die einzelnen Bewertungen: Bild links: 1, 1, 9, 10; Bild rechts: 1, 2, 10, 10
Quellen: http://www.geograph.org.uk/photo/260872 (links); http://www.geograph.org.uk/photo/990998

Die Varianz der Einzelstimmen bei diesen beiden Bildern beträgt 18.1875 (bei einer maximal möglichen Varianz von 20.25, wenn eine gerade Anzahl von Stimmen je zur Hälfte den minimalen und maximalen Wert aufweist). Woher diese grosse Uneinigkeit bei der Bewertung dieser Bilder kommt, ist nicht bekannt. Es kann demnach auch nicht entschieden werden, ob die Bewertungen auf Grund total gegensätzlicher Ansichten über die auf den Bildern ersichtlichen Landschaften zustande gekommen sind, oder ob die Bewertungsskala von gewissen Personen falsch aufgefasst wurde und der Wert eins als Bestnote und die Zehn als die schlechteste Note angenommen wurde.

Als Folge dieser Beobachtung hat der Autor für die Daten innerhalb der Rasterzellen untersucht, ob die Verwendung nur jener Bilder, die mindestens sechsmal bewertet werden, zu einer erheblichen Veränderung der Resultate führt. Ebenfalls wird geprüft, ob die Verteilung dieser im Umfang reduzierten Daten stark verschieden von den Gesamtdaten ist.

Der Vergleich der Anzahl Bewertungen pro Schönheitsklasse ist in der nachfolgenden Abbildung (5–4) gegeben. Es ist ersichtlich, dass die Kurve mit mindestens sechs Stimmen (6 Votes +) leicht tiefere Werte bei den extremen und leicht höhere bei den mittleren Werten aufweist. Die Kurven gleichen sich jedoch stark.

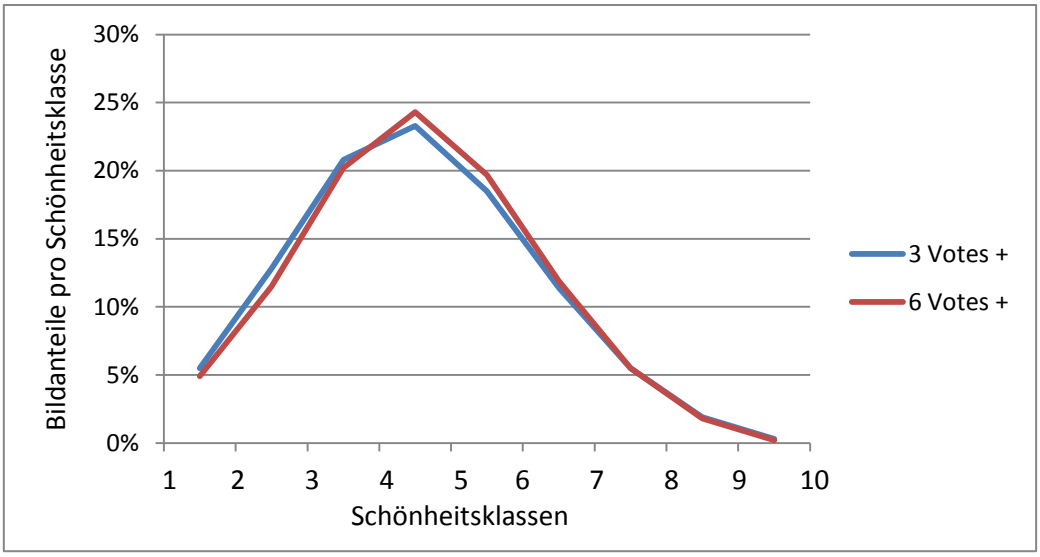


Abbildung 5-4: Vergleich aller Daten mit häufig bewerteten
Rund ein Viertel der Bilder wurde mindestens sechsmal bewertet. Der Vergleich mit den Gesamtdaten zeigt eine sehr ähnliche Kurve, auch wenn etwas tiefere Anteile für die schlechten und guten, dafür etwas höhere bei den mittleren Bewertungen auszumachen sind.

Ebenfalls hat der Autor untersucht, wie die Korrelation zwischen den durchschnittlichen Werten pro CLC-Klasse für die Gesamtdaten und jene mit mindestens sechs Stimmen ist. Das Diagramm mit dem linearen Zusammenhang ist in der Abbildung 5–5 ersichtlich. Der Korrelationskoeffizient ist mit fast 0.99 sehr hoch.

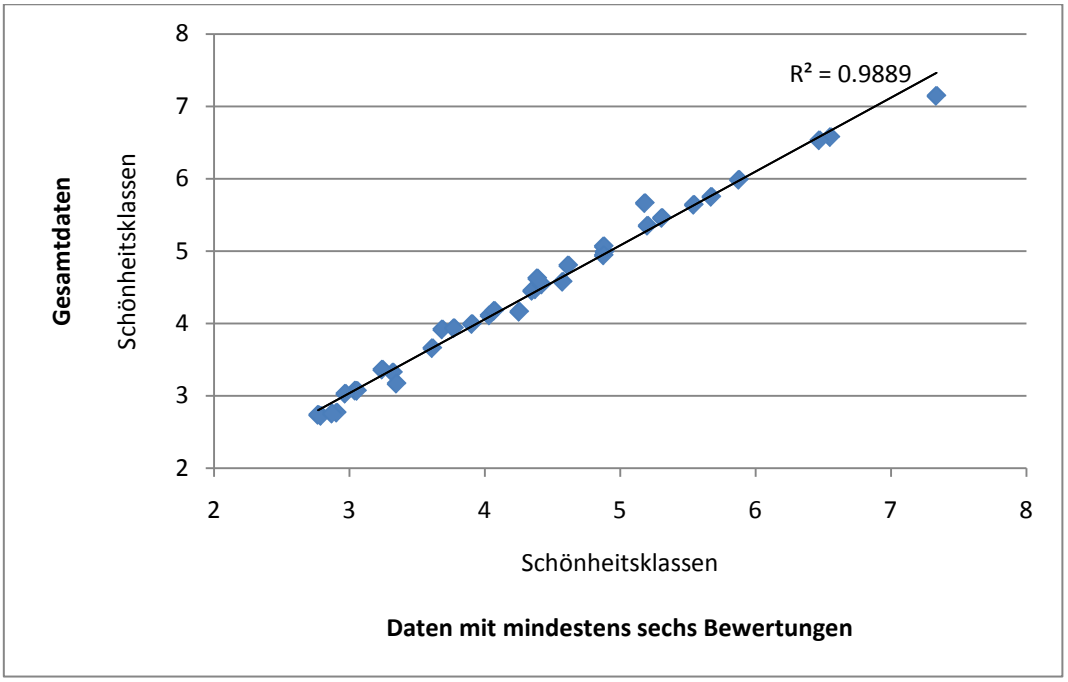


Abbildung 5-5: Korrelation der Klassendurchschnitte für alle und häufig bewertete Bilder
Die Korrelation der durchschnittlichen Bewertungen pro CLC-Klasse für die gesamten Daten und jene, welche mindestens sechsmal bewertet wurden, ist mit 0.9889 sehr hoch.

Trotzdem wurde als letzter Vergleich noch untersucht, ob sich innerhalb der gesamten Rasterzellen die Korrelation zwischen den einzelnen Bewertungen und den durchschnittlichen Bewertungen pro CLC-Klasse verbessert, wenn nur die Daten mit mindestens sechs Stimmen verwendet werden.

Der Korrelationskoeffizient hat sich von 0.399 (gesamter Datensatz) auf 0.417 (mindestens sechs Stimmen) leicht verbessert. Demgegenüber steht die Tatsache, dass rund drei Viertel aller Bilder höchstens fünfmal bewertet werden und demnach diese Bilder ausgeschlossen werden müssten. Der Nachteil, einen Grossteil der Bilder ausschliessen zu müssen wird vom Autor als schwerwiegender gewichtet als der kleine Vorteil, dass der verkleinerte Datensatz zu einer leicht verbesserten Korrelation führt. Deshalb werden die restlichen Berechnungen immer an Hand der Gesamtdaten vorgenommen.

5.3 Verteilung schöner und weniger schöner Aufnahmestandorte

In diesem Abschnitt kann ein erster Überblick über die Verteilung der Daten gewonnen werden. Diese können bereits als erste Resultate verstanden werden und sind für das Verständnis der weiteren, komplexeren Resultate unabdingbar.

In einem ersten Schritt kann die Verteilung aller Fotostandorte welche am besten beziehungsweise am schlechtesten bewertet wurden, betrachtet werden (Abbildung 5–6). In den vier Bildern, welche ersichtlich sind, werden zum einen die besten 1000 und die schlechtesten 1045 Bilder (da bereits 1045 Bilder mit der tiefst möglichen Note von 1 bewertet werden) gezeigt. Ebenfalls werden die besten Fotos (mit Schönheitswert > 9) und die schlechtesten (mit Schönheitswert < 2) dargestellt. Diese vier Grafiken lassen unterschiedliche Interpretationsmöglichkeiten zu. Aus dem Vergleich der Verteilung der besten 1000 und schlechtesten 1045 Standorte kann ein erster qualitativer Rückschluss über die räumliche Ungleichverteilung von verschieden schönen Landschaften in Grossbritannien gezogen werden. Die Bilder mit einer Bewertung > 9 beziehungsweise < 2 können zeigen auf, ob gleichviele Bilder mit guten und schlechten Noten bewertet wurden.

Die Standorte, welche zu Fotos mit schlechter Bewertung geführt haben (die unteren beiden Bilder in Abbildung 5–6), konzentrieren sich eher auf den südlichen Teil der Gesamtfläche. Eine verstärkte Konzentration ist auch in städtischen Gebieten feststellbar. Die am besten bewerteten Standorte konzentrieren sich deutlich auf den nördlichen und nordwestlichen Teil der Britischen Inseln sowie ein kleines Gebiet südlich von Carlisle, den „Lake District“. Die Nord-Süd-Ungleichverteilung ist gut erkennbar.

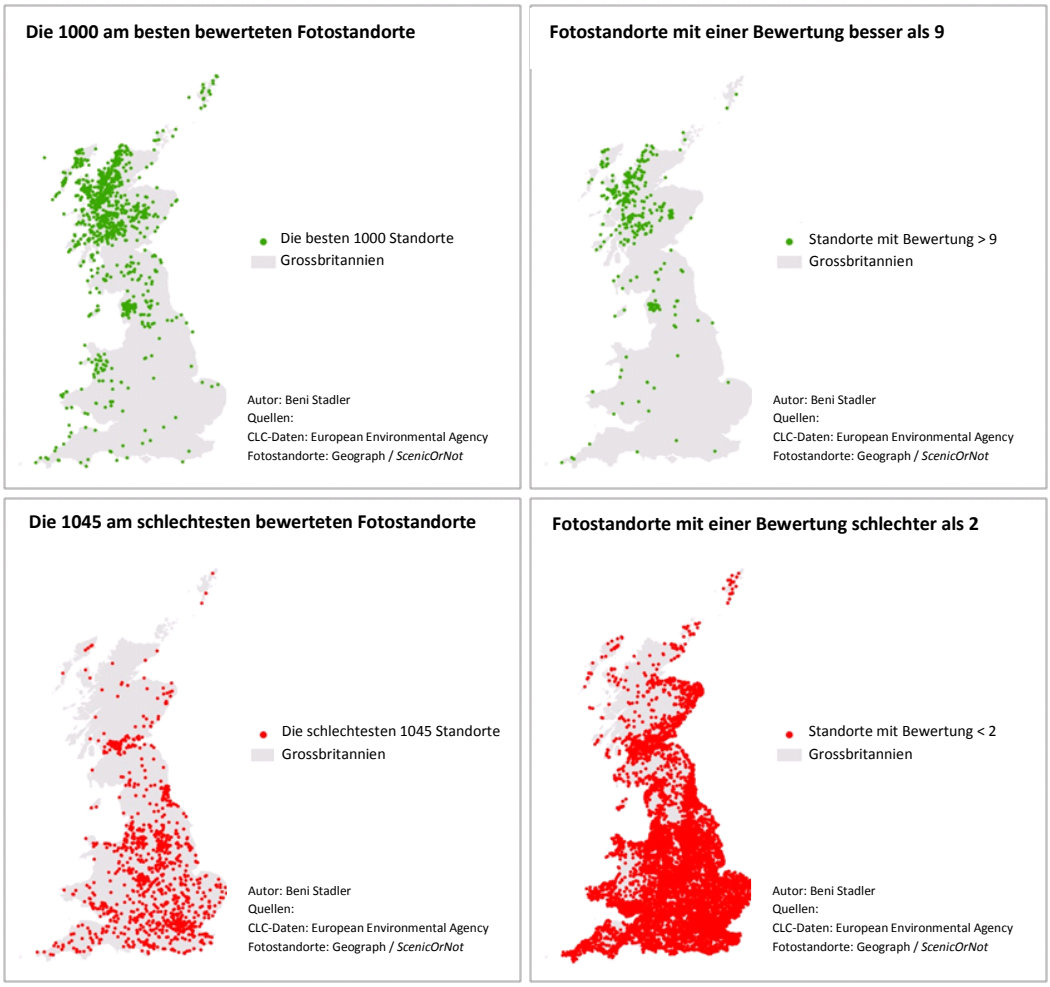


Abbildung 5-6: Verteilung der Bilder mit den besten und schlechtesten Bewertungen
In den oberen beiden Bildern sind die Standorte der Aufnahmen, welche am besten bewertet wurden, dargestellt Links die besten 1000 und rechts jene mit einer Bewertung besser als 9. Die Bilder unten zeigen die Standorte der schlechtesten Bilder, links die schlechtesten 1045, rechts jene mit einer Bewertung schlechter als 2. Neben einem Nord-Süd-Unterschied ist auch gut zu erkennen, dass mehr schlechte Bewertungen im Datensatz vorhanden sind als gute.[2]

Weiter ist auffällig, dass viel mehr Fotos mit sehr schlechter Note (kleiner als 2) als mit einer guten (grösser als 9) bewertet werden. Während lediglich 321 Fotos eine Note besser als 9 aufweisen, sind 10‘290 Fotos mit weniger als 2 Punkten im Datensatz vorhanden.

[2] In den Legenden sind die Punkte, welche die Standorte von Fotoaufnahmen anzeigen, grösser dargestellt als auf den Karten. Wenn die Punkte in der Legende und in der Karte gleich gross wären, würde man entweder den Punkt in der Legende nicht sehen können oder die Karte wäre komplett gefüllt und keine bestehenden Lücken mehr sichtbar.

5.4 Verknüpfung der *CORINE Land Cover*-Daten mit den Bewertungen

In diesem Kapitel werden zuerst die Hilfsdaten für die Variation der Kreisradien und anschliessend die Resultate der Auswertung der verknüpften CLC-Daten mit den Schönheitsbewertungen von *ScenicOrNot* sowie die dafür notwendigen Zwischenschritte vorgestellt. Für eine Übersicht über die verschiedenen Arten der Verknüpfung verweist der Autor nochmals auf die Abbildung 4–2 (Seite 30).

5.4.1 Berechnung der Geländerauigkeit mit Hilfe eines Höhenmodells

Für das Variieren der Umkreisgrössen um die Aufnahmestandorte (Resultate siehe weiter unten) mit Hilfe der Rauigkeit des Geländes werden zum einen verschieden grosse fokale Umgebungen in die Berechnungen einbezogen und zum anderen die absoluten und relativen Werte der Rauigkeit berechnet. In der Abbildung 5–7 sind das Geländemodell, sowie die absoluten und relativen Rauigkeitswerte innerhalb der fokalen Umgebung, welche auch für die Bestimmung der variablen Kreisradien verwendet werden, ersichtlich.

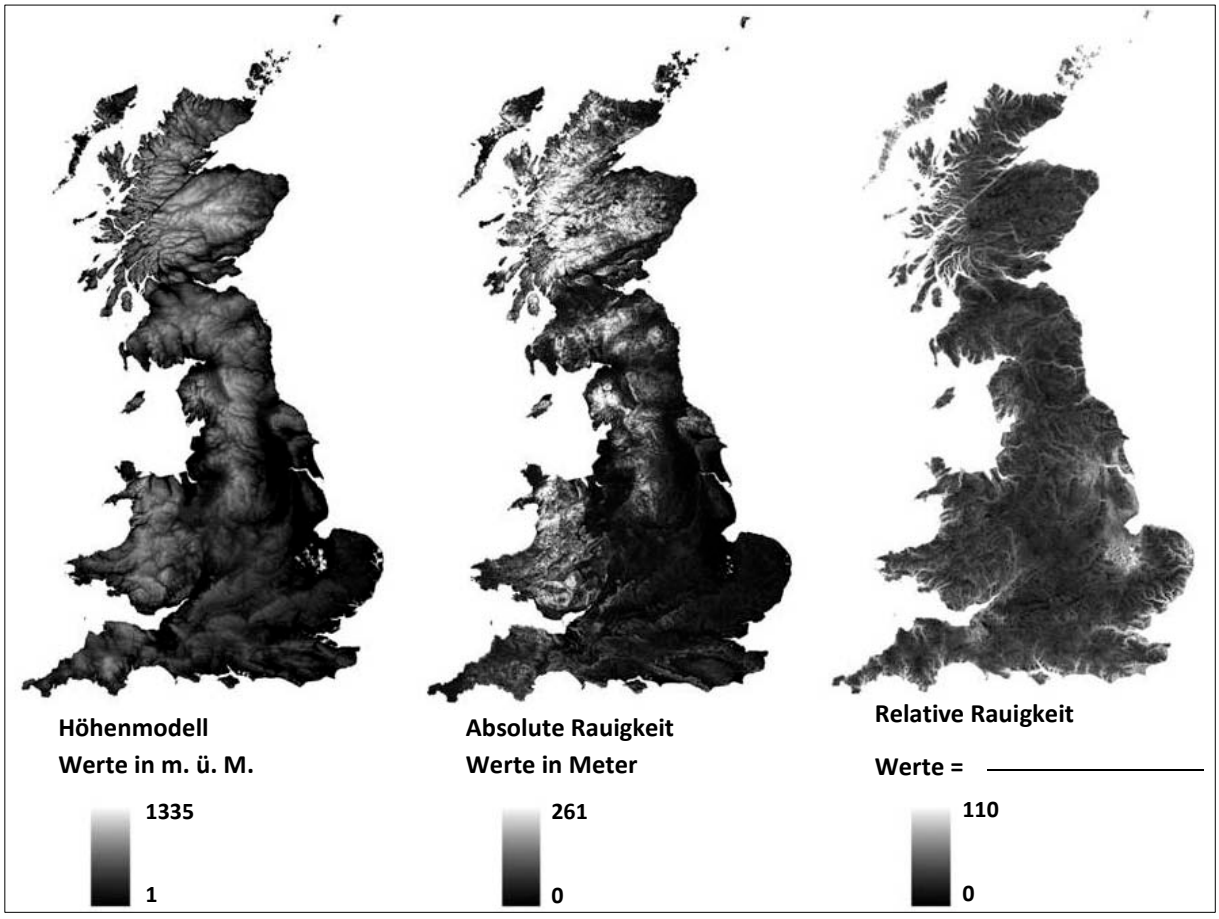


Abbildung 5-7: Absolute und Relative Rauigkeit des Geländes
Ganz links sind nochmals die Höhenwerte des Höhenmodells der SRTM für Vergleichszwecke ersichtlich. In der Mitte sind die absoluten, rechts die relativen Rauigkeitswerte abgebildet. Die absoluten Werte weisen parallelen mit den Höhenwerten auf. Die relativen Werte zeigen ein ganz anderes Bild. Vor allem entlang der Küsten und in den tief liegenden Gebieten sind die Werte hoch, in den gebirgigen Regionen sind diese tief.

Die absoluten Rauigkeitswerte für die verschiedenen Kreisgrössen unterscheiden sich untereinander lediglich in der Grösse, weisen aber über den gesamten Datensatz gesehen ein ähnliches Muster auf. In Gebirgen und im hügeligen Gelände sind die Werte höher, im flachen Gebiet eher geringer.

Die relativen Werte weisen ein komplett anderes Bild auf. Vor allem entlang der Küsten sind die relativen Rauigkeitswerte hoch, wogegen sie in höheren Gebieten viel geringer sind.

Dies ist darauf zurückzuführen, dass für tiefliegende Gebiete eine Standardabweichung der Höhenwerte rasch einen absoluten Wert erreicht, der einem mehrfachen der Höhe über Meer entspricht. Dies kann bereits für kleine Standardabweichungen von wenigen Metern auftreten. Auf der anderen Seite muss für ein Pixel, welches auf 500 Metern über Meer liegt, die Standardabweichung der Höhe bis mehrere Kilometer betragen, um auf dieselben relativen Werte zu kommen. Aus diesem Grund können die relativen Werte auch nicht für die Bestimmung der Umkreisgrössen weiterverwendet werden. Die variablen Kreisradien werden aus den absoluten Rauigkeitswerten bestimmt.

5.4.2 Punktuelle Verknüpfung der Daten

Von den insgesamt 178‘717 Bildern, welche auf Geograph bewertet werden, liegen 174‘812 innerhalb des Gebietes, für welches die CLC-Klassen eruiert werden. Die 3‘905 Bilder, welche ausserhalb dieses Gebietes aufgenommen werden, müssen nicht unbedingt falsch positioniert sein. Es wäre zum Beispiel auch denkbar, dass ein Bild vom Meer her die Küste abbildet. Da im vorliegenden Fall die Verknüpfung der Bewertungen mit den CLC-Daten nur direkt über den Aufnahmestandort der Fotografie erfolgt, können diese knapp 4000 Bilder hier nicht verwendet werden.

Der Korrelationskoeffizient zwischen den einzelnen Bewertungen für jeden Bildpunkt und den über die CLC-Klassen gemittelten beträgt rund 0.45. Die Korrelation zwischen den Daten ist auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ eindeutig. Der Korrelationskoeffizient ist für diese sehr einfache Methode relativ hoch und erreicht beinahe die in der Literatur oft genannten 50 Prozent. Dies ist ein Indiz darauf, dass Gebiete nahe am Aufnahmestandort wichtig für die Schönheitsbeurteilung sind. Dennoch können die Resultate durch Einbezug einer festgelegten räumlichen Eingrenzung um den Aufnahmestandort noch verbessert werden (siehe Kapitel 5.4.3).

5.4.3 Übersicht über die verknüpften Daten innerhalb von Polygonen

In diesem Kapitel werden die Auswertungen der verknüpften Daten unter Einbezug der räumlichen Umgebung um die Aufnahmestandorte aufgezeigt und deren Aussagen interpretiert. Es werden die Ergebnisse der Rasterzellen, der Umkreise mit konstantem variablem Radius, die *Footprints* und die *Viewsheds* miteinander verglichen. Für alle Fälle – die *Viewsheds* ausgenommen – werden die Resultate für alle Klassen innerhalb der Eingrenzung, sowie für die Polygone des Aufnahmestandortes aufgezeigt.

In den Abbildungen 5-7 und 5-9 sind Diagramme der besten Variante ersichtlich. Für die beste Variante ist das Polygon des Aufnahmestandortes zu wählen (innerhalb der variablen Umkreise mit grobem Einfluss des Höhenmodells). Für alle anderen Varianten sind die Datengraphen relativ ähnlich und werden deshalb nicht aufgeführt.

Flächenanteile pro Schönheitsklasse

Die Flächenanteile pro Schönheitsklasse zeigen eine leicht linksschiefe Verteilung (Abbildung 5–7). Die flächenmässig häufigsten Schönheitswerte sind jene zwischen drei und fünf. Bei einer annähernden Standardnormalverteilung wären am meisten Werte zwischen fünf und sechs vorhanden, da diese von den neun Klassen den Mittelwerte bilden.

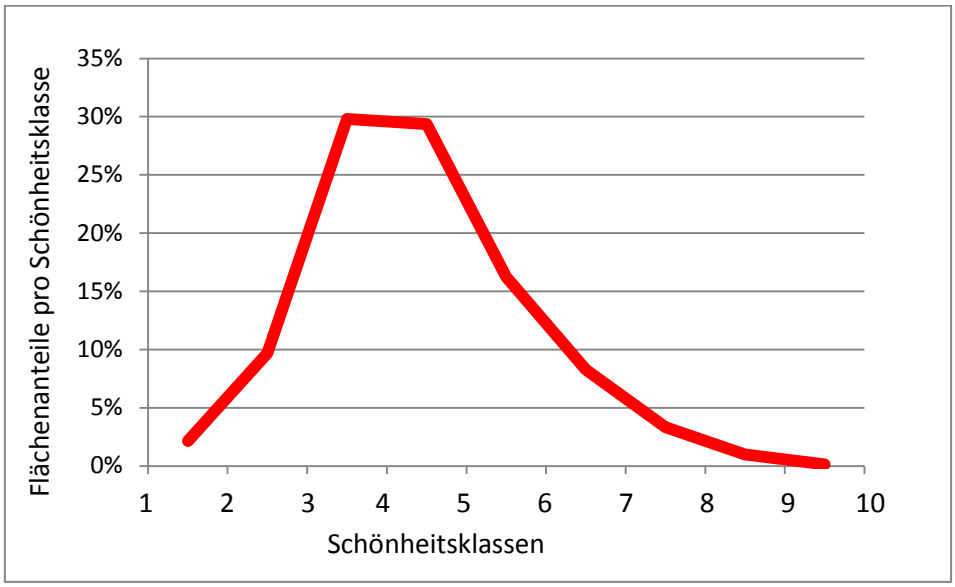


Abbildung 5-8: Flächenanteile pro Schönheitsklasse
Die Kurve ist im Vergleich mit der Standardnormalverteilung leicht linksschief.

Durchschnittliche Bewertungen und Standardabweichung pro CLC-Klasse

In der Abbildung 5-8 sind die durchschnittlichen Bewertungen der einzelnen *CORINE Land Cover*-Klassen des dritten Levels sowie deren Standardabweichungen dargestellt. Bei dieser Darstellung kann die Fläche nicht mehr berücksichtigt werden, die Verknüpfung der Daten erfolgt via Aufnahmestandort ohne fokale Umgebung, also wie bei der punktuellen Verknüpfung der Daten.

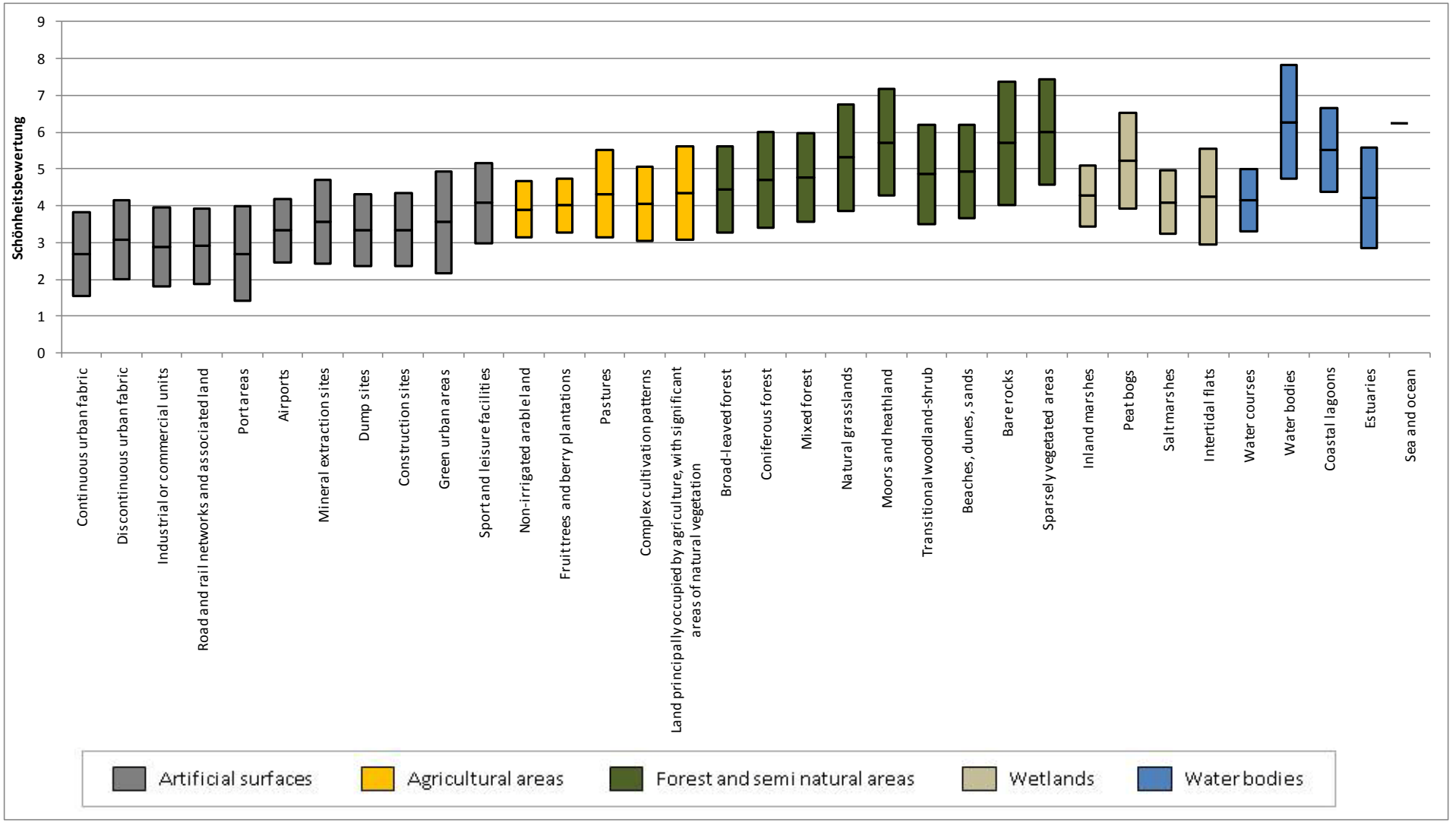


Abbildung 5-9: Durchschnittliche Bewertung mit Standardabweichung pro CLC-Klasse

Die Resultate stammen von der Variante der Polygone des Aufnahmestandortes innerhalb der variablen Kreise mit grobem Einfluss des Höhenmodells und der *CORINE Land Cover*-Klassen. Die Standardabweichung ist aus der Lage der Aufnahmestandorte ohne Berücksichtigung der Polygonflächen berechnet. Für die Klasse „Sea and ocean ist keine Standardabweichung vorhanden, da die Bewertung auf Grund eines einzigen Polygons zustande gekommen ist.

Vergleich der Mittelwerte

In der Abbildung 5–9 ist ersichtlich, dass die Mittelwerte der Bewertungen für die verschiedenen Klassen zwischen 2.7 und 6.3 variieren. Die fünf verschiedenen Hauptgruppen sind farblich hervorgehoben (*Artificial surfaces*: grau; *Agricultural areas*: orange; *Forest and semi-natural areas*: grün; *Wetlands*: graubraun; *Water bodies*: blau). Die Durchschnittswerte der einzelnen Klassen der Hauptgruppen *Artificial surfaces*, *Agricultural areas* und *Wetlands* streuen um rund eine Einheit. Die Werte der Klassen der *Forest and semi-natural areas* sowie der *Water bodies* streuen um rund zwei Einheiten. Weiter ist auffällig, dass sämtliche Klassen der Gruppe *Forest and semi-natural areas* und der *Water bodies* eine bessere durchschnittliche Bewertung erreichen als alle Klassen der Gruppe *Artificial areas*. Gebiete mit einem hohen Anteil von Siedlungsflächen scheinen demnach landschaftlich weniger attraktiv zu sein.

Vergleich der Standardabweichungen

Die Standardabweichungen sind für alle Klassen (ausgenommen Sea and ocean) ähnlich gross und variieren zwischen 0.7 und 1.7. Die Werte für die Klassen der Gruppe *Forest and semi-natural areas* sind jedoch leicht grösser als jene der *Artificial surfaces*. Da für die Klasse Sea and ocean nur ein einziges Polygon vorhanden ist, ist logischerweise keine Standardabweichung vorhanden.

5.4.4 Flächenanteile der CLC-Hauptgruppen pro Schönheitsklasse

Wie in Abbildung 5–9 ersichtlich ist, unterscheiden sich die durchschnittlichen Schönheitswerte pro CLC-Klasse. Dies bedeutet, dass sich die Flächenanteile der CLC-Klassen für bestimmte Schönheitsbewertungen unterscheiden. In der Abbildung 5–10 sind die Flächenanteile der verschiedenen CLC-Hauptgruppen innerhalb der Schönheitsklassen abgebildet. Die natürlichen Zahlen bis zehn bilden die Grenzen der Schönheitsklassen. In der kleinsten Klasse liegen also die CLC-Polygone, welchen eine Bewertung von eins bis kleiner als zwei zugewiesen wurde. Die maximalen Bewertungen von zehn werden mit der darunterliegenden Klasse (von neun bis kleiner zehn) vereint.

Um die Anteile besser deuten zu können, sind die einzelnen Hauptgruppen mit der zu erwartenden Häufigkeit normiert. In Rot ist die zu erwartende Häufigkeit aufgezeigt. Ein Wert von grösser als eins in einer Schönheitsklasse gibt an, dass die Hauptgruppe in diesem Bereich überdurchschnittlich vertreten ist, ein Wert von kleiner als eins zeigt demnach eine Untervertretung.

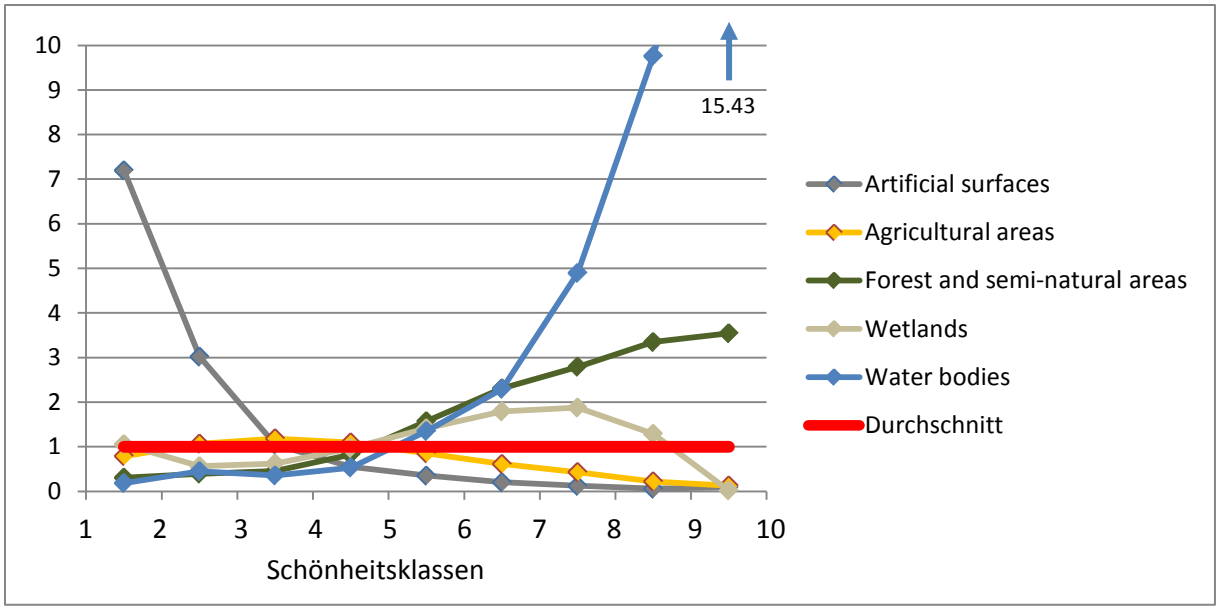


Abbildung 5-10: Flächenanteile der CLC-Hauptgruppen pro Schönheitsklasse
Die Daten sind normiert. Ein Wert von grösser als eins für eine Gruppe bedeutet, dass in diesem Schönheitsbereich überdurchschnittlich viele Bilder vorhanden sind, ein Wert von kleiner als eins dementsprechend das Gegenteil.

Die Werte für die verschiedenen Gruppen bewegen sich zwischen rund 0.05 und 15. Ein Wert von 0.05 bedeutet, dass die Gruppe in dieser Schönheitsklasse zwanzigmal weniger häufig vorkommt als zu erwarten wäre, wenn die Verteilung der Gruppe jener der Gesamtdaten folgen würde. Die Gruppe *Water bodies* ist bei den Schönheitsbewertungen zwischen neun und zehn 15-fach übervertreten. Dieser Bereich wurde jedoch in der Darstellung abgeschnitten, um auch die geringeren Werte der Kurven im Vergleich mit den Durchschnittswerten besser darzustellen.

Die fünf Kurven (ohne Durchschnittskurve) lassen sich drei verschiedenen Typen zuordnen. Die *Artificial surfaces* bilden einen Typen für sich alleine. Bei diesem sind die nicht schönen Klassen überdurchschnittlich und die schönen Klassen unterdurchschnittlich vertreten. Die Klassen *Forest and semi-natural areas* sowie *Water bodies* bilden den zweiten Typen. Bei diesem sind die nicht schönen Bewertungen unterdurchschnittlich und die schönen überdurchschnittlich vertreten. Die *Agricultural areas* und *Wetlands* als dritter Kurventyp weisen nicht sehr starke Abweichung von den zu erwartenden Werten auf.

Optisch scheinen die Kurven der einzelnen Klassen zum Teil stark verschieden von der zu erwartenden Verteilung zu sein. Nachfolgend wird untersucht, inwiefern sich die Verteilungen der einzelnen Klassen auch statistisch signifikant von der Verteilung der Gesamtdaten unterscheiden.

5.5 Zusammenhänge im gesamten Datensatz

5.5.1 Testen auf Normalverteilung: Kolmogorov-Smirnov-Test

Für viele statistische Untersuchungen ist es, notwendig, dass die Daten vorher auf Normalverteilung überprüft werden. Zum Beispiel kann eine parametrische Korrelationsberechnung nach Pearson nur mit verlässlichem Ergebnis durchgeführt werden, wenn die Daten annähernd normalverteilt sind. In vorliegender Arbeit werden die Daten mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test in SPSS auf Normalverteilung untersucht. Auf Grund der Resultate dieses Tests kann für alle Datensätze eine Normalverteilung auf einem Signifikanzniveau $p < 0.05$ ausgeschlossen werden.

Infolgedessen liefern Untersuchungen zu der Korrelation der Daten oder andere Auswertungen mit Hilfe von parametrischen Tests nur bedingt gute Aussagen. Für verlässliche Aussagen muss auf nichtparametrische Tests zurückgegriffen werden. Deswegen werden in den nachfolgenden Abschnitten nur die Korrelationswerte, welche nach Spearman (nichtparametrische Korrelationsberechnungsmethode) mit Hilfe von SPSS berechnet werden, aufgezeigt.

5.5.2 Korrelationswerte der Gesamtdaten für alle Varianten

Die Korrelationskoeffizienten geben an, wie stark der Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen Bewertungen der CLC-Klassen und den einzelnen Bewertungen innerhalb dieser Klassen sind. Hohe Werte sprechen dafür, dass die Schönheitsbewertungen nicht unabhängig von der abgebildeten Klasse sind. Um den Einfluss der räumlichen Dateneingrenzung zeigen zu können, fliessen die Flächen in die Berechnung mit ein. Das bedeutet, dass eine Bewertung stärker gewichtet wird, wenn sie in einem grösseren Polygon liegt. Die Gewichtung erfolgt proportional zur Fläche des Polygons.

In der Tabelle 5-1 sind die 16 verschiedenen räumlichen Eingrenzungen sowie die Korrelationswerte der Daten innerhalb dieser Grenzen ersichtlich. Die Korrelationswerte der punktuellen Verknüpfung, welche bereits weiter oben eingesehen werden können, sind hier für Vergleichszwecke noch einmal aufgeführt.

Tabelle 5-1: Korrelationskoeffizienten für die räumlichen Eingrenzungen
Die verschiedenen räumlichen Eingrenzungsvarianten der zu verknüpfenden Daten führen zu ganz unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten. Diese variieren zwischen 0.28 und 0.518.

Variante	Räumliche Eingrenzung	Einschränkung innerhalb der räumlichen Grenze	Korrelationskoeffizient nach Spearman (r^2)
1	Punktuelle Verknüpfung	Polygon des Aufnahmestandortes	0.453
2	Raster	alle Polygone	0.399
3		Polygon des Aufnahmestandortes	0.459
4	Umkreis	alle Polygone	0.446
5		Polygon des Aufnahmestandortes	0.483
6	Variable Umkreise, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.344
7		Polygon des Aufnahmestandortes	0.495
8	Variable Umkreise, starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.280
9		Polygon des Aufnahmestandortes	0.518
10	Footprint, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.396
11		Polygon des Aufnahmestandortes	0.462
12	Footprint, starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.335
13		Polygon des Aufnahmestandortes	0.451
14	Viewshed	alle Polygone	0.420
15	Viewshed, schwacher Einfluss der CLC-Klassen	alle Polygone	0.390
16	Viewshed, starker Einfluss der CLC-Klassen	alle Polygone	0.387
Beste Variante		Schlechteste Variante	

Die Korrelationskoeffizienten variieren zwischen 0.28 und 0.52. Dies bedeutet, dass mit der geeigneten räumlichen Dateneingrenzung gut die Hälfte der Varianz der Schönheitsbewertungen mit Hilfe der CLC-Klassen erklärt werden kann.

Bereits die Verknüpfung der Bewertung und der Klasse am Aufnahmestandort erfolgt, führt zu einem Wert von 0.453.

Wenn die Schönheitswerte auf alle CLC-Polygone innerhalb der Rasterzelle übertragen werden, so verschlechtern sich die Resultate auf 0.399. Wenn jedoch nur das Polygon, in welcher die Aufnahme gemacht wurde, für die Berechnung verwendet wird, so verbessert sich der Wert wiederum auf 0.459.

Die Resultate zeigen, dass eine kreisförmige Umgebung um den Aufnahmestandort besser geeignet ist, um die Schönheitsbewertung einer Fotografie auf die Umgebung zu übertragen. Gegenüber dem OSGB-Raster sind die Aufnahmestandorte zufällig verteilt. Ebenfalls verbessern sich die Resultate, wenn nicht die ganzen Flächen innerhalb der maximalen Eingrenzung, sondern nur da Polygon des Aufnahmestandortes in die Statistik einfliesst.

Eine weitere Verbesserung kann erreicht werden, indem die Grösse auf Grund des sichtbaren Bereichs des Geländes und der CLC-Klassen variiert wird.

Eine Kombination dieser Verbesserungsmöglichkeiten führt zur besten Variante (Variante 9, nur Polygon des Aufnahmestandortes innerhalb des variablen Kreises mit starkem Einfluss des Höhenmodells und der CLC-Klassen). Der Korrelationswert ist 0.518.

Die Resultate der *Footprints* sowie der *Viewsheds* sind schlechter als jene der Umkreise um den Aufnahmestandort. Dies könnte an fehlerhaften Angaben der Fotostandorte und der Aufnahmerichtung liegen.

5.6 Ausschluss einzelner CLC-Klassen und -Hauptgruppen

Die CLC-Klassen und -Hauptgruppen, deren Schönheitswerte ähnlich wie diejenigen aller Daten sind, wurden für die Berechnung der Resultate in diesem Ausschnitt ausgeschlossen. Dies dient der Bearbeitung der letzten Forschungsfrage.

5.6.1 Vergleich der CLC–Klassen und -Hauptgruppen mit den Gesamtdaten

Der gesamte Datensatz der Aufnahmen weist für jede Schönheitsklasse einen gewissen Anteil an Aufnahmen auf. Wenn diese Anteile für einzelne Klassen oder die Hauptgruppen signifikant p (< 0.05) verschieden von denjenigen der Gesamtdaten sind, so erklären diese Klassen oder Gruppen einen grossen Anteil der unterschiedlichen Schönheitswerte.

Auf Grund der sehr grossen Anzahl von Werten pro Klasse werden, bei Verwendung aller Datenelemente, die Verteilungen der meisten Klassen und Hauptgruppen signifikant verschieden von derjenigen der Gesamtdaten sein. Aus diesem Grund wird für alle Klassen und die Gesamtdaten jeweils ein zufälliges Sample von 100 Elementen ausgewählt und die Verteilungen der Klassen und Gruppen mit Hilfe des nichtparametrischen U-Tests von Mann-Whitney mit den Gesamtdaten verglichen.

In der Tabelle 5–2 auf Seite 59 ist ersichtlich, welche der Hauptgruppen, beziehungsweise der *CORINE Land Cover*-Klassen des dritten Levels eine Verteilung der Schönheitsbewertungen aufweisen, welche auf einem Signifikanzniveau von $p < 0.05$ verschieden von derjenigen der Gesamtdaten ist.

Von den Hauptgruppen sind lediglich die *Agricultural areas* nicht signifikant verschieden von der Verteilung der Gesamtdaten. Dies ist nicht erstaunlich, da gut 60 Prozent der Aufnahmen innerhalb der Gruppe *Agricultural areas* gemacht werden und diese somit die Verteilung der Gesamtdaten stark beeinflussen. Deshalb werden die Klassen dieser Gruppe in einem Versuch, den Zusammenhang der Schönheitsbewertungen und der noch verbleibenden CLC-Klassen zu verbessern, von den weiteren Berechnungen ausgeschlossen.

Tabelle 5-2: Unterschiede zwischen CLC-Klassen / Gruppen und den Gesamtdaten
Alle Klassen und Hauptgruppen der CLC-Daten werden an Hand eines Samples mit den Gesamtdaten verglichen. Der Vergleich wird mit dem U-Test von Mann-Whitney durchgeführt. In Pink sind die Werte markiert, die nicht signifikant verschieden ($p < 0.05$) von den Gesamtdaten sind. Die Werte in grün weisen auf grosse Unterschiede hin. Für einige der Klassen sind nicht genügend Datenelemente vorhanden, weshalb die Unterschiede nicht statistisch untersucht wurden.

	CLC-Hauptgruppen / CLC-Klassen	Samplegrösse	Signifikanz (2-seitig)
Hauptgruppen	Artificial surfaces	100	0.000
	Agricultural areas	100	0.288
	Forest and semi-natural areas	100	0.000
	Wetlands	100	0.003
	Water bodies	100	0.000
CLC-Klassen Level 3	Continuous urban fabric	100	0.000
	Discontinuous urban fabric	100	0.000
	Industrial or commercial units	100	0.000
	Road and rail networks and associated land	85	0.000
	Port areas	100	0.000
	Airports	100	0.000
	Mineral extraction sites	100	0.000
	Dump sites	53	0.000
	Construction sites	44	0.000
	Green urban areas	100	0.000
	Sport and leisure facilities	100	0.131
	Non-irrigated arable land	100	0.005
	Rice fields	1	zu wenig Daten
	Fruit trees and berry plantations	100	0.002
	Pastures	100	0.150
	Complex cultivation patterns	100	0.009
	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	100	0.365
	Broad-leaved forest	100	0.798
	Coniferous forest	100	0.022
	Mixed forest	100	0.026
	Natural grasslands	100	0.000
	Moors and heathland	100	0.000
	Transitional woodland-shrub	100	0.156
	Beaches, dunes, sands	100	0.016
	Bare rocks	100	0.000
	Sparsely vegetated areas	100	0.000
	Inland marshes	100	0.642
	Peat bogs	100	0.000
	Salt marshes	100	0.137
	Intertidal flats	100	0.388
	Water courses	45	0.001
	Water bodies	100	0.000
	Coastal lagoons	8	zu wenig Daten
	Estuaries	100	0.164
	Sea and ocean	1	zu wenig Daten

Klasse / Gruppe ist auf einem Niveau von $p < 0.05$ signifikant verschieden von den Gesamtdaten

Klasse / Gruppe ist auf einem Niveau von $p < 0.05$ nicht signifikant verschieden von den Gesamtdaten

Für den Vergleich der Klasse / Hauptgruppe sind keine 100 / nicht genügend Aufnahmen vorhanden. Bei weniger als 100, wird nur „signifikant verschieden von den Gesamtdaten“ als Resultat akzeptiert. Ein nicht signifikanter Unterschied könnte eventuell festgestellt werden, wenn ebenfalls 100 Aufnahmen untersucht werden. Bei weniger als 10 Aufnahmen wird die Berechnung nicht mehr durchgeführt.

Auch die CLC-Klassen, deren Werte ähnlich sind wie die Gesamtdaten, werden von Berechnungen ausgeschlossen. Von den *Artificial surfaces* ist lediglich eine Klasse den Gesamtdaten ähnlich, während von den *Agricultural areas* zwei von sechs Klassen nicht signifikant verschieden von den Gesamtdaten sind und eine weitere Klasse nur über eine einzige Aufnahme im entsprechenden Gebiet verfügt. Von der Gruppe *Wetlands* werden sogar drei von vier Klassen des dritten Levels als nicht signifikant verschieden von den Gesamtdaten beurteilt, trotzdem gilt dies nicht für die Hauptgruppe.

5.6.2 Verbesserte Korrelationswerte

Die Gruppe beziehungsweise die Klassen, welche nicht signifikant verschieden von den Gesamtdaten sind, werden in zwei Schritten von der Korrelationsberechnung ausgeschlossen (zuerst Ausschluss der Hauptgruppe, danach der einzelnen Klassen des dritten Levels). In der Tabelle 5–3 auf der nächsten Seite sind die Ergebnisse dieser Berechnungen aufgelistet. Für Vergleichszwecke sind auch die Korrelationskoeffizienten der gesamten Daten noch einmal aufgelistet.

Neben der Korrelationsverbesserung ist auch entscheidend, wie fest sich die Gesamtfläche verändert, wenn Klassen ausgeschlossen werden. Ohne die Hauptgruppe *Agricultural areas* sind nur noch knapp 43 Prozent der Fläche der *CORINE Land Cover*-Daten beziehungsweise weniger als 40 Prozent der Aufnahmen vorhanden. Ohne die Klassen, welche auf dem dritten Level ausgeschlossen werden, sind noch knapp 67 Prozent der Fläche, beziehungsweise 64 Prozent der Aufnahmen in der Auswertung vorhanden. Von den Gesamtdaten bleibt also insgesamt rund 24 Prozent mehr Fläche erhalten als beim Ausschluss der gesamten *Agricultural areas*.

Tabelle 5-3: Korrelationskoeffizienten für die räumlichen Eingrenzungen

Die Tabelle gibt die Korrelationskoeffizienten für die verbesserten Varianten nach Weglassen der *Agricultural areas*, beziehungsweise der Klassen des dritten Levels wieder. In der Spalte „alle Daten" sind nochmals als Vergleich die Werte, welche auch in der Tabelle 5–1 eingesehen werden können, aufgelistet. Die Differenz gibt jeweils den Unterschied zwischen dem Wert des verbesserten Datensatzes und demjenigen aller Daten wieder. Die besten und schlechtesten Varianten sind wiederum farblich hervorgehoben.

Variante	Räumliche Eingrenzung	Einschränkung innerhalb der räumlichen Grenze	Korrelationskoeffizienten nach Spearman				
			alle Daten	ohne Gruppe *Agricultural areas*		ohne Klassen des dritten Levels	
			r^2	r^2	Differenz	r^2	Differenz
1	Punktuelle Verknüpfung	Polygon des Aufnahmestandortes	0.453	0.563	0.110	0.573	0.120
2	Raster	alle Polygone	0.399	0.496	0.097	0.507	0.108
3		Polygon des Aufnahmestandortes	0.459	0.572	0.113	0.570	0.111
4	Umkreis	alle Polygone	0.446	0.555	0.109	0.546	0.100
5		Polygon des Aufnahmestandortes	0.483	0.601	0.118	0.595	0.112
6	Variable Umkreise, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.344	0.532	0.188	0.420	0.076
7		Polygon des Aufnahmestandortes	0.495	0.620	0.125	0.605	0.110
8	Variable Umkreise, starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.280	0.506	0.226	0.317	0.037
9		Polygon des Aufnahmestandortes	0.518	0.615	0.097	0.626	0.108
10	Footprint, schwacher Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.396	0.521	0.125	0.500	0.104
11		Polygon des Aufnahmestandortes	0.462	0.579	0.117	0.568	0.106
12	Footprint, starker Einfluss des DHM / der CLC-Klassen	alle Polygone	0.335	0.496	0.161	0.404	0.069
13		Polygon des Aufnahmestandortes	0.451	0.578	0.127	0.548	0.097
14	Viewshed	alle Polygone	0.420	0.534	0.114	0.497	0.077
15	Viewshed, schwacher Einfluss der CLC-Klassen	alle Polygone	0.390	0.458	0.068	0.476	0.086
16	Viewshed, starker Einfluss der CLC-Klassen	alle Polygone	0.387	0.445	0.058	0.472	0.085
Beste Variante			Schlechteste Variante				

Der Vergleich der Korrelationswerte mit denjenigen der Gesamtdaten zeigt, dass sich der Erklärungsgehalt für beide Varianten der Datenreduktion um rund 0.1 auf maximal 0.626 erhöht. Die Korrelationskoeffizienten der beiden Datenausschlussvarianten sind für die meisten räumlichen Dateneingrenzungen sehr ähnlich.

Der Ausschluss der Hauptgruppe *Agricultural areas* führt jedoch zu einer stärkeren Verbesserung der bisher schlechtesten Resultate. Die schlechteste Korrelation liegt für die Variante, bei welcher die einzelnen Klassen ausgeschlossen wurden, bei 0.317. Wenn die ganze Gruppe *Agricultural areas* ausgeschlossen wird, so liegt dieser Wert bei 0.445.

Da diese Korrelationswerte allgemein viel schlechter sind als andere, wird diese Art der räumlichen Dateneingrenzung sowieso ausgeschlossen, da der Autor vor allem an den bestmöglichen Resultaten interessiert ist. Deshalb sind die Resultate, bei welchen die Datenreduktion auf Grund der Verteilungen der Klassen des dritten Levels erfolgt, als besser zu erachten, da ein grösserer Anteil der ursprünglichen Fläche der Verknüpfung dient (67 gegenüber 43 Prozent).

5.7 Einfluss der Grösse der sichtbaren Fläche auf die Schönheitsbewertung

Tabelle 5-4 gibt einen Überblick über die Anzahl der Bilder pro Distanzkategorie. Am meisten Bilder werden der zweiten, am wenigsten der dritten Kategorie zugeordnet.

Tabelle 5-4: Überblick über die Anzahl der Bilder pro Distanzkategorie

Distanzklasse	sichtbarer Bereich	Anzahl Bilder
1	0 - 100 Meter	74
2	0 - 500 Meter	94
3	0 - mehr als 500 Meter	32

In der Abbildung 5–11 sind die durchschnittlichen Schönheitsbewertungen für die 200 zufällig ausgewählten Bilder sowie die Standardabweichungen ersichtlich. Die durchschnittliche Bewertung für Bilder, welche vor allem nahe Bereiche abbilden, liegt bei 3.8. Für diejenigen Bilder, welche die grössten Raumausschnitte zeigen, ist der Wert bei 6. Die Bilder der mittleren Distanzkategorie liegen auch bei den durchschnittlichen Schönheitsbewertungen in der Mitte, bei ungefähr 4.5.

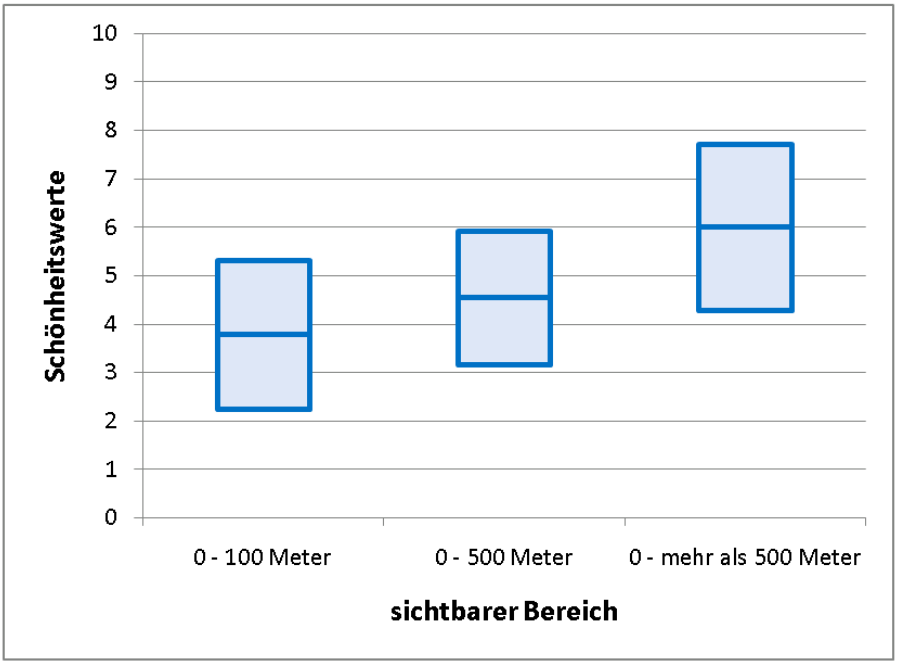


Abbildung 5-11: Bewertungen und Standardabweichungen der Distanzkategorien
Die Unterschiede in den Mittelwerten sind gut erkennbar. Mit Hilfe des t-Tests kann nachgewiesen werden, dass sich alle Mittelwerte signifikant ($p < 0.05$) von den anderen unterscheiden.

Mit Hilfe des nichtparametrischen t-Tests wurde untersucht, ob sich die Mittelwerte signifikant voneinander unterscheiden. Die Resultate zeigen, dass sich die Mittelwerte der drei Gruppen jeweils auf einem Niveau von $p < 0.05$ von den beiden anderen unterscheiden. Es darf also angenommen werden, dass ein gewisser Einfluss der Grösse des auf einer Fotografie abgebildeten Gebietes auf die Schönheitsbewertung existiert.

Die Resultate der Untersuchung bestätigen also die Vermutung, dass Standorte, von welchen aus mehr Umgebung eingesehen werden kann, als schöner bewertet werden.

6 Diskussion

6.1 Eignung der *CORINE Land Cover*-Daten für die Forschungsfragen

Der primäre Zweck der CLC-Daten ist es, allgemeine Informationen über die Umwelt zu erhalten sowie die räumlichen und zeitlichen Landnutzungsveränderungen in Europa mit einheitlichen Daten überwachen zu können (CORINE Land Cover, 1999).

Palmer (2004) untersuchte den Zusammenhang zwischen den Anteilen einzelner Landbedeckungs- und Landnutzungsklassen und der Schönheitsbewertung. Die von ihm verwendeten Klassen waren ähnlich wie jene von CLC (zum Beispiel landwirtschaftliche Flächen, Wasser und Feuchtgebiete, dichte und lockere Siedlungsgebiete, Deponien und Mienen). Deshalb kann die Art der Klassenbildung als mehr oder weniger geeignet angesehen werden.

Die Resultate zeigen einen relativ guten Zusammenhang zwischen den Schönheitsbewertungen und den CLC-Klassen. Dabei ist zu beachten, dass kleinräumige Strukturen nicht in den CLC-Daten erfasst sind. Es wäre zu untersuchen, ob sich die Resultate verbessern lassen, wenn ein anderer objektiver Datensatz, welcher kleinräumige Strukturen besser abbildet, verwendet wird.

Die *CORINE Land Cover*-Daten sind in einem grossen Teil von Europa verfügbar. Deshalb wären sie gut geeignet, um zu untersuchen, ob in anderen Ländern die CLC-Klassen ähnlich bewertet werden und ob innerhalb von Europa bereits Unterschiede in der Beurteilung der Schönheit von Landschaften auszumachen sind.

6.2 Beantwortung der Forschungsfragen

- **Welcher Anteil der Varianz der Schönheitsbewertungen der Bilder kann auf Grund der *CORINE Land Cover*-Daten erklärt werden?**

Der Anteil der Variation der Schönheitsbewertungen, welcher durch die *CORINE Land Cover*-Daten erklärt werden kann, liegt je nach Variante zwischen 0.28 und 0.63.

Wenn gemäss den Vorgaben von Geograph die gesamten Daten innerhalb der Rasterzellen für die Korrelationsberechnungen verwendet werden, so liegt der Koeffizient bei 0.399. Werden diese Vorgaben nicht so streng eingehalten, so können die Polygone der Aufnahmestandorte weiterverwendet werden. Dies ergibt bereits eine Verbesserung auf 0.459.

Die Verwendung von Kreisen um den Aufnahmestandort anstelle des Rasters führt zu einer weiteren Verbesserung um rund 0.05 auf bis zu 0.518.

Eine weitere Verbesserung ist möglich, wenn nicht alle CLC-Klassen verwendet werden. Das Ausschliessen einzelner Klassen, welche keinen grossen Erklärungsgehalt bezüglich der durchschnittlichen Schönheitsbewertung aufweisen, führt zu einer weiteren Verbesserung von rund 0.1 und damit zu einem maximalen Korrelationskoeffizient von 0.626.

Es kann also mehr als die Hälfte der Variation der Schönheitsbewertungen durch die objektiven CLC-Daten erklärt werden, wenn keine Ansprüche bestehen, dass alle Klassen in die Auswertung einfliessen und die Verknüpfung nicht über die Rasterzellen erfolgen muss.

Da diese Frage dem Überblick über die Arbeit dient und zu deren Beantwortung mehrere Teilfragen bearbeitet werden, werden nicht alle Punkte genau erläutert. Für ein vertieftes Verständnis der Einflüsse von Veränderungen der Randbedingungen auf die Korrelation sei auf die Antworten der nachfolgenden Forschungsfragen verwiesen.

- **In welcher Art wirken sich veränderte räumliche Dateneingrenzungen auf die Resultate der Korrelationsberechnungen aus?**

Wenn die Grundidee von Geograph und von *ScenicOrNot* weiterverfolgt wird und die Schönheitsbewertungen auf alle CLC-Polygone innerhalb der Rasterzellen mit einer Maschenweite von einem Kilometer übertragen werden, so liegt die Korrelation bei 0.399 für die gesamten Daten. Bei Auswahl nur jenes Polygons innerhalb der Rasterzellen, in welchem die Aufnahmen gemacht werden, verbessert sich die Korrelation auf 0.459.

Wenn die Daten von *ScenicOrNot* direkt über die Aufnahmestandorte, ohne Einbezug einer fokalen Umgebung, mit den CLC-Daten verknüpft werden, so lassen sich Korrelationskoeffizienten berechnen, welche im Mittelfeld aller untersuchten Varianten liegen. Die Resultate sind bereits besser, als bei der Verknüpfung über die gesamte Fläche der Rasterzellen und etwa gleich gut wie wenn nur jene Polygone innerhalb der Rasterzellen, in welchen die Aufnahme gemacht wurde, in die Berechnungen einbezogen wird.

Die maximale Distanz zwischen dem bewerteten Fotoaufnahmestandort und den CLC-Polygonen, auf welche die Wertung übertragen wird, entspricht in der Rasterzelle rund 1.41 Kilometer, für einen Umkreis um den Aufnahmestandort, welcher einen Flächeninhalt von ebenfalls einem Quadratkilometer aufweist, dem Radius von 564 Metern.

Deshalb lassen sich für erweiterte Varianten der räumlichen Dateneingrenzung die Ergebnisse für den gesamten Datensatz bis auf 0.518 verbessern. Dazu erfolgt die räumliche Eingrenzung der Daten anstelle eines fixen Rasters, gegenüber welchem die Aufnahmestandorte zufällig verteilt sind, mit Umkreisen um die Aufnahmestandorte. Jedoch werden nicht alle Klassen innerhalb dieser Eingrenzung für die Berechnung der Korrelation verwendet, sondern nur jene, in welchen die Aufnahmen gemacht werden. Die Auswahl des Polygons des Fotostandortes führt dazu, dass weniger Gebiete in grösserer Distanz vorhanden sind. Wenn das Polygon des Aufnahmestandortes sehr gross ist, so kann die maximale Distanz immer noch den 1.41 Kilometern respektive dem Radius entsprechen, jedoch ist gewährleistet, dass zumindest ein Teil dieses Polygons unmittelbar am Aufnahmestandort liegt.

Eine weitere leichte Verbesserung ist möglich, wenn das Höhenmodell und die CLC-Klassen selbst dazu verwendet werden, um den Kreisradius zu variieren. In flachem Gelände wird davon ausgegangen, dass mehr Fläche einsehbar ist, in Gelände mit grosser Rauigkeit gilt das Gegenteil. Ebenso wird die Sicht durch Gebäude, welche nicht durch das Höhenmodell erfasst werden, eingeschränkt, weshalb in Siedlungsgebieten der Radius auch verkleinert wird.

Ein Grossteil der Verbesserungen können wahrscheinlich dem Umstand zugeschrieben werden, dass Gebiete, welche näher beim Aufnahmestandort liegen, mehr Bedeutung bei der Schönheitsbewertung der Landschaft haben. Diese Vermutung wird bekräftigt durch die Tatsache, dass die punktuelle Verknüpfung bessere Resultate liefert als die Auswertung der gesamten Daten innerhalb der Rasterzelle. Da die Resultate aber nicht so gut sind wie jene der Umkreise, kann angenommen werden, dass die fokale Umgebung dennoch eine gewisse Rolle spielt.

In der Abbildung 6–1 ist noch einmal die Übersicht über die räumlichen Dateneingrenzungen aus dem Kapitel 4.2 sowie ergänzend dazu welche Veränderungen dieser Varianten zu Verbesserungen oder Verschlechterungen führen, ersichtlich.

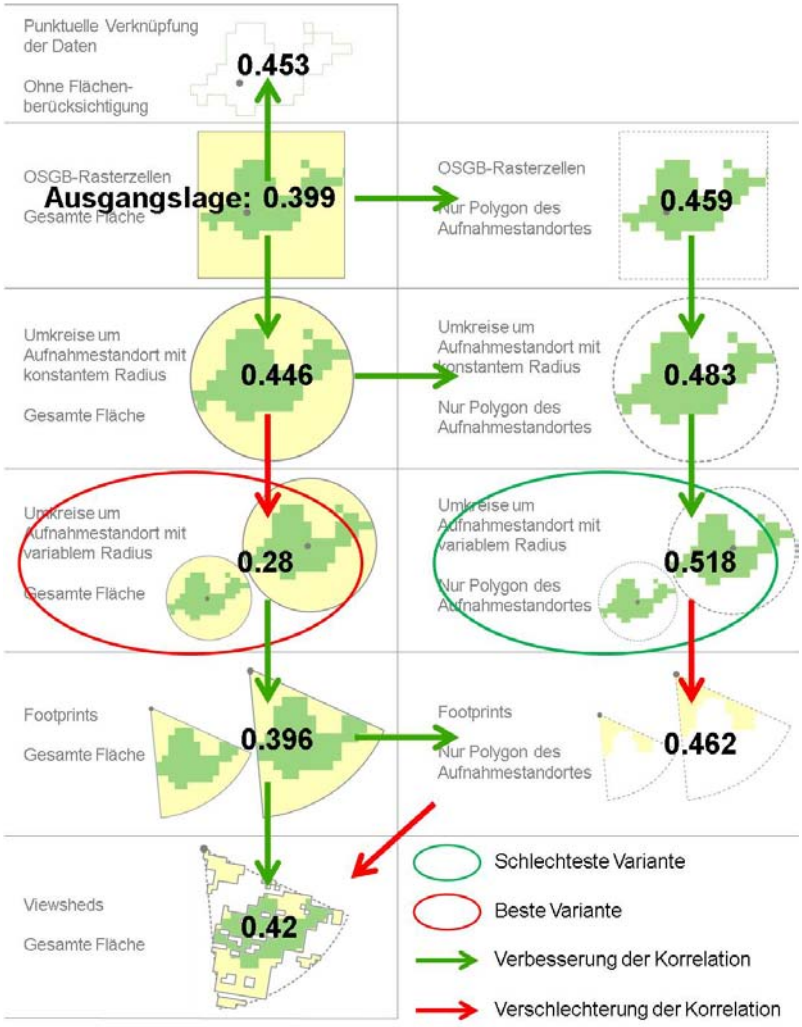


Abbildung 6-1: Einfluss der räumlichen Dateneingrenzung
Die Eingrenzung durch Umkreise führt zu besseren Ergebnissen als die Rasterzellen. Ebenfalls ist es förderlich, wenn nur die Klasse, in welcher die Aufnahme gemacht wurde, weiterverwendet wird. Die Berücksichtigung der Aufnahmerichtung für die Bestimmung von *Footprints* und *Viewsheds* führt zu einer Verschlechterung. Verbesserungen / die beste Variante sind in grün, Verschlechterungen und die schlechtest Variante in rot hervorgehoben.

- **Können die Resultate durch Bestimmung der exakten *Viewsheds* verbessert werden?**

Die mit Hilfe des Höhenmodells und der Aufnahmerichtung berechneten *Viewsheds* sollten die abgebildeten Bereiche auf den Bildern eigentlich am besten repräsentieren und demnach auch zu den besten Korrelationskoeffizienten führen. Die Resultate dieser Arbeit können dies nicht bestätigen. Während bei den anderen untersuchten Varianten die besten Korrelationswerte bei 0.626 liegen, sind jene der besten *Viewsheds* lediglich bei 0.534, also fast 0.1 tiefer. Auch die Resultate der *Footprints* sind schlechter, jedoch immer noch besser als jene der *Viewsheds*.

Die schwächere Korrelation liegt wahrscheinlich an den zu grossen Unsicherheiten Aufnahmestandorte und der Aufnahmerichtung. Wie im Kapitel 2.6.2 auf Seite 17f bereits gezeigt wurde, führt eine falsch angegebene Aufnahmerichtung schnell zu einem projizierten Bereich, welcher angeblich auf den Bildern ersichtlich sein soll, welcher nicht mehr der Realität entspricht. Unsicherheiten des Aufnahmestandortes wirken sich ähnlich aus.

Ob *Viewsheds* zu einer Verbesserung des Zusammenhangs führen könnten müsste in einer Studie untersucht werden, in welcher der Aufnahmestandort und die Richtung mit genügender Genauigkeit bekannt sind. Auch müsste untersucht werden, ob die Unsicherheit bezüglich Lage und Richtung der Aufnahme wirklich die Gründe für die nicht so guten Korrelationskoeffizienten sind.

Da die *Footprints* mit denselben unsicheren Aufnahmerichtungen und ungenauer Lage zu besseren Resultaten führen, ist zu untersuchen, ob die Unsicherheiten im Höhenmodell zu ungenauen *Viewsheds* und diese wiederum zu einer Verschlechterung der Korrelation führen. Noch grundsätzlicher stellt sich die Frage, ob die Fläche des *Viewsheds* überhaupt die ideale räumliche Eingrenzung für die Verknüpfung der Schönheitsbewertung eines Bildes mit kategorialen Daten ist.

- **Wie gut können die Zusammenhänge verbessert werden, wenn einzelne Klassen, deren Verteilung der Schönheitswerte ähnlich wie jene der Gesamtdaten ist, von der Korrelationsberechnung ausgeschlossen werden?**

Eine Reduktion der Daten erfolgte einerseits auf der Ebene der Hauptgruppen und andererseits auf der dritten Ebene durch Ausschluss einzelner Klassen.

Als einzige Hauptgruppe werden die *Agricultural areas* versuchsweise ausgeschlossen, da deren Verteilung der Schönheitswerte derjenigen der Gesamtdaten relativ ähnlich ist. Das Ausschliessen dieser Daten führte zu einer Verbesserung des Erklärungsgehalts der *CORINE Land Cover*-Daten um rund 0.1. Diese Verbesserung geht aber zu Lasten der nicht mehr flächendeckenden Resultate im Untersuchungsgebiet, da rund 60 Prozent der *CORINE Land Cover*-Daten den *Agricultural areas* zugewiesen werden.

Beim Versuch, Klassen des dritten Levels auf Grund ihrer Ähnlichkeit mit den Gesamtdaten von den Korrelationsberechnungen auszuschliessen, werden ebenfalls Korrelationsverbesserungen von rund 0.1 erzielt.

Für jene Varianten der räumlichen Dateneingrenzung, welche zu guten Korrelationswerten führen, trägt die Datenreduktion durch Ausschliessen von Klassen / einer Hauptgruppe zu einer Verbesserung auf ähnlich hohe Werte bei. Lediglich für zwei Varianten, welche aber auf Grund der

schlechten Ergebnisse sowieso nicht als empfohlene Varianten verstehen werden sollten, führt der Ausschluss der Hauptgruppe zu deutlich besseren Ergebnissen als der Ausschluss der einzelnen Klassen des dritten Levels.

Das Ausschliessen gewisser Daten bei der Korrelationsberechnung kann also zu deutlichen Verbesserungen führen, geht aber immer zu Lasten der räumlichen oder inhaltlichen Vollständigkeit der Resultate.

Die Ergebnisse sind beim Ausschluss der ganzen Gruppe *Agricultural areas* sowie der einzelnen Klassen ähnlich gut. Der Ausschluss der Agricultural areas reduzuert den Datensatz auf 36 Prozent. Beim Ausschluss der einzelnen Klassen sind immer noch 60 Prozent der Daten vorhanden. Deshalb ist diese Variante vorzuziehen, da ungefähr die gleichen Resultate mit weniger Datenverlust erreicht werden.

6.3 Methodische Probleme

6.3.1 Klassifikationsprobleme

Beim Bewerten landschaftlicher Schönheit können verschiedene Probleme auftauchen. Bei einer Bewertung entsprechend einer vorher festgelegten Skala (zum Beispiel wie im Fall von *ScenicOrNot* 1 entspricht gar nicht schön und 10 sehr schön) entsteht ein „Klassifikationsproblem“. Wenn eine Fotografie mit einer 10 bewertet wurde, danach aber ein Bild bewertet werden soll, welches als noch schöner beurteilt wird, bleibt nichts anderes übrig, als ebenfalls auch die Höchstnote zu vergeben. Dem kann entgegengewirkt werden, indem vor der eigentlichen Beurteilung mehrere Bilder, welche die ganze Skala aufzeigen, in einer Vorschau betrachtet werden können, um so zu bewertende Bilder besser einordnen zu können. (Meitner, 2004)

Brown und Daniel (1987) haben weiter nachgewiesen, dass bereits betrachtete und bewertete Bilder die Bewertung neuer Bilder beeinflusst. Wenn eine Serie von nicht schönen Bildern betrachtet wird, sinkt die Erwartungshaltung und nachfolgende mittelschöne Bilder werden überdurchschnittlich bewertet. Auf der anderen Seite kann eine Serie von sehr schönen Bildern die Bewertung nachher betrachteter Bilder verschlechtern.

Beim Projekt *ScenicOrNot* ist es nicht möglich, eine solche Vorschau zu tätigen. Mit einer zufälligen Reihenfolge der zu bewertenden Bilder, wie sie auch bei *ScenicOrNot* implementiert ist, ist zu hoffen, dass sich der Einfluss vorher betrachteter Bilder über alle Bewertungen hinweg ausgleicht, das Skalenproblem kann jedoch nicht entschärft werden.

6.3.2 Fehlerhafte Interpretationen der Bewertungsskala

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor ist, dass auf der Webseite von *ScenicOrNot* keine Anleitung existiert, wie die Bewertung vorgenommen werden soll. Es ist lediglich mit Hilfe von welken respektive blühenden Blumen erläutert, dass 1 als die schlechteste und 10 als beste Bewertung zu verstehen ist. Die Stimmen der Bilder weisen zum Teil eine sehr grosse Varianz auf. Es kann nicht endgültig festgestellt werden, ob dies auf stark unterschiedliche Meinungen zurückzuführen ist oder ob einige der Benutzer die Skala falsch herum verstanden haben.

Der Vergleich der Daten aller Bilder mit jenen, welche mindestens sechsmal bewertet werden, zeigt aber, dass eine falsch verstandene Skala höchstens einen marginalen Einfluss auf die Ergebnisse hat, da die Verteilungen des gesamten Datensatzes und jenem, bei welchem nur die Bilddaten mit mindestens sechs Stimmen berücksichtigt werden, fast identisch sind.

6.4 Einbezug der Aufnahmerichtung zur räumlichen Dateneingrenzung

Meitner (2004), Meitner und Daniel (1997) sowie Shafer und Richards (1974) beschreiben, dass die Richtung, in der ein Bild von einem Standort aus aufgenommen wurde, einen wichtigen Einfluss auf die Bewertung der Landschaft hat. Die Schönheitsbewertung eines Bildes kann nicht ohne weiteres dem Aufnahmestandort zugeschrieben werden. Sie argumentieren, dass von einem Standort aus in verschiedene Richtungen ganz verschiedene Objekte und Landschaften wahrgenommen werden können, welche logischerweise auch zu unterschiedlichen Bewertungen führen. Ein einzelnes Bild erachten sie primär dann als genügend repräsentativ für den Aufnahmestandort, wenn die Variabilität der umgebenden Landschaft gut abgebildet ist, oder wenn die Landschaft nicht sehr abwechslungsreich ist.

Um die nicht abgebildeten Bereiche der Landschaft auszublenden, hat der Autor einen anderen Ansatz verfolgt. Der Bereich, auf den sich die Bildbewertung bezieht, wurde für mehrere Varianten der räumlichen Dateneingrenzung auf die Richtung, den die Fotografie gemäss der angegebenen Aufnahmerichtung sowie dem Standort, an dem das Bild gemacht wurde, eingeschränkt.

Der Vergleich der Auswertung der Daten innerhalb der *Footprints* mit jenen innerhalb der gesamten Umkreise zeigt zwar, dass die Korrelationswerte leicht besser sind, wenn die gesamte Fläche in die Auswertung einbezogen wird. Die Resultate für die *Footprints* sind aber schlechter, wenn nur jene Polygone, in welchen die Aufnahmen gemacht werden, berücksichtigt werden.

Wenn neben der Richtung auch noch ein Höhenmodell für die Berechnung der *Viewsheds* verwendet wird, so verschlechtern sich die Korrelationsergebnisse weiter.

In dieser Untersuchung können deshalb die Forschungsergebnisse von Meitner (2004), Meitner und Daniel (1997) sowie Shafer und Richards (1974) bezüglich des Einflusses der Aufnahmerichtung nicht bestätigt werden.

Die Verschlechterung der Korrelation wird vor allem den ungenauen Angaben der Lage und des Aufnahmewinkels zugeschrieben. Es ist deshalb möglich, dass in einer anderen Studie der Vergleich der Korrelation zwischen den durchschnittlichen Werten pro kategorialer Klasse und den einzelnen Bewertungen für die *Footprints* oder *Viewsheds* besser ist, als für den ganzen Umkreis um den Aufnahmestandort, wenn die Angaben bezüglich Aufnahmerichtung und -standort verlässlicher sind.

6.5 Einfluss der Entfernung vom Aufnahmestandort

6.5.1 Maximale Entfernung von die Bewertung beeinflussenden Objekten

Wenn statt der ganzen Flächen innerhalb der Rasterzelle oder des Standortumkreises die Bewertung nur jener Klasse zugeordnet wird, in der die Aufnahme gemacht wurde, so verbessert sich die Korrelation zwischen den Daten eindeutig. Ebenfalls ist eine Verbesserung der Resultate zu beobachten, wenn statt der Rasterzellen, gegenüber welchen die Aufnahmestandorte zufällig verteilt sind, Umkreise um die Aufnahmestandorte als räumliche Dateneingrenzung verwendet werden.

Mit der ersten Massnahme wird sichergestellt, dass die Klasse, auf welche die Bewertung übertragen wird, am Aufnahmestandort und in unmittelbarer Umgebung vorhanden ist. Mit dem zweiten Schritt wird die maximale Distanz von Klassen auf den Radius des Umkreises, welcher anfangs konstant 564 Meter beträgt, reduziert.

Dies sind Hinweise darauf, dass Objekte, welche sehr nahe beim Aufnahmestandort liegen, einen grösseren Einfluss auf den Gesamteindruck, den ein Bild hinterlässt, haben. In der Literatur kommen De Veer und Burrough (1978) zu einem ähnlichen Schluss. Sie sprechen Objekten, die weiter weg sind als 1200 Meter, bei der Beurteilung von Bildern keine Bedeutung mehr zu.

Da der nächste Schritt, das Variieren des konstanten Radius auf eine maximale Distanz von 2000 Metern ebenfalls zu einer Verbesserung führt so scheint es vor allem wichtig zu sein, dass die Klasse unmittelbar am Aufnahmestandort vorhanden ist.

6.5.2 Einfluss der Distanz eines Objektes auf die Bewertung

Obenstehende Ergebnisse beziehen sich auf den Einfluss der Variation des Raumausschnittes, auf welche die Bewertung übertragen wird. Ein Betrachten des Bildes ist nicht notwendig. Wenn gewisse Merkmale im Bild selber untersucht werden, lassen sich weitere Schlüsse ziehen.

Der Autor konnte darlegen, dass Bilder, auf welchen eine grössere Fläche sichtbar ist, eher besser bewertet werden als solche auf denen der abgebildete Ausschnitt relativ klein ist. Der Zusammenhang, welcher zwischen der Grösse des abgebildeten Bereichs und der Bewertung der Fotografien festgestellt wurde, kann aber nicht unbedingt diesen Grössenunterschieden zugeordnet werden. Auf vielen der 200 zufällig aus der Grundgesamtheit der bewerteten Bilder ausgewählten

Fotos, welche der Kategorie 1 (hauptsächlich nahe Gebiete bis zu einer Distanz von 100 Metern vom Aufnahmestandort entfernt) zugeteilt werden, sind einzelne oder mehrere Gebäude ersichtlich, die den Blick in den Hintergrund verdecken. Aus der Literatur (u. a. Kaplan und Kaplan, 1989) ist bekannt, dass der menschliche Einfluss die Schönheitsbewertung einer Landschaft eher negativ beeinflusst. Wenn also ein Bild, auf der auf Grund von Gebäuden nur nahe beim Aufnahmestandort liegende Objekte sichtbar sind, kann eine allfällige schlechte Bewertung auch diesem sichtbaren menschlichen Einfluss zugeschrieben werden.

Da der Mensch im Verlaufe der Evolution für Gebiete, von denen aus eine grosse Fläche eingesehen werden kann, eine gewisse Präferenz entwickelt hat (Appleton, 1975; in: Edwardes et al., 2007), ist die Vermutung naheliegend, dass Fotos, auf welchen ein grosses Gebiet sichtbar ist, eher besser bewertet werden.

Dennoch kann mit den Resultaten weder bestätigt werden, dass der visuelle Impakt gewisser Objekte mit der Entfernung abnimmt (Bishop, 2002), noch dass die Entfernung der Objekte egal ist (Lothian, 2008) und die bessere Bewertung von Bildern mit grösserer abgebildeter Fläche lediglich auf ebendiese Flächenunterschiede und somit auf die evolutionär bedingten Präferenzen zurückzuführen sind.

6.5.3 Objektgrösse im Bild und in der Landschaft

Ein Punkt, welcher in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurde, ist der Einfluss der Distanz auf die Grösse eines Objektes im Bild und in der kategorialen Landschaft. Ein Objekt, welches in einer Fotografie im Hintergrund zu sehen ist, wird relativ klein abgebildet.

Wenn nun die abgebildete Fläche auf die von oben her gesehene, zweidimensionale Landschaft übertragen wird, so erscheint das Objekt immer gleich gross. Die Lage des Objektes relativ zum Aufnahmestandort spielt keine Rolle mehr. In der Abbildung 6–2 ist ein Modell mit Gebäuden dargestellt, welche unterschiedlich eingefärbt sind. Es ist gut auszumachen, dass Gebäude, welche sich nahe beim Aufnahmestandort befinden, viel mehr Pixel der Bildfläche einnehmen als gleich grosse Gebäude, welche weiter weg liegen. Wenn dieselben Gebäude vertikal nach unten betrachtet werden, so wird die perspektivische Verzerrung nicht berücksichtigt und die Gebäude als gleich gross angeschaut.

Diese Erkenntnisse können nun auf die Fotos von *ScenicOrNot* sowie die *CORINE Land Cover*-Daten übertragen werden. Ein auf einem Bild in der Ferne ersichtliches Waldstück, ist auf Grund der perspektivischen Verzerrung auf der Fotografie viel kleiner dargestellt als ein anderes Waldstück derselben Grösse, welches auf einem anderen Bild dargestellt ist und sich ganz nahe beim Aufnahmestandort befindet. In den CLC-Daten weisen jedoch beide Polygone die gleiche Fläche auf. Bei der Übertragung der Schönheitsbewertung auf diese beiden Klassen wird das ferne Waldstück somit zu stark gewichtet. Da es eine kleinere Fläche auf der Fotografie einnimmt, ist somit auch anzunehmen, dass es einen kleineren Einfluss auf die Schönheitsbewertung des Bildes hatte.

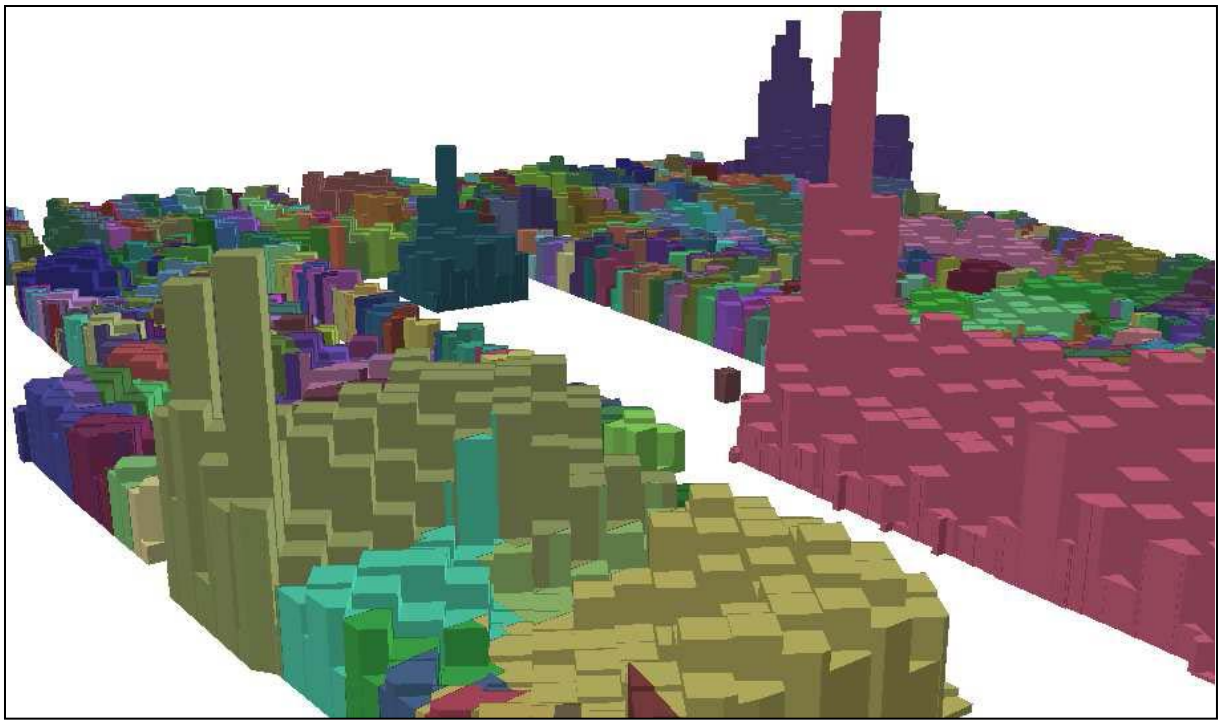


Abbildung 6-2: Einfluss der Perspektive auf die Grösse von Objekten
Nahe Objekte nehmen auf einer Fotografie mehr Fläche ein als gleichgrosse Objekte in grösserer Ferne. Bei der Übertragung der abgebildeten Fläche in die Ebene geht dieser Effekt verloren, beiden Objekten wird wieder die gleiche Fläche zugeschrieben.
Quelle: De Boer et al. (2008)

6.6 Einfluss der Landschaftsklassen auf die Bewertung

In den meisten wissenschaftlichen Untersuchungen, welche sich mit der Erklärung subjektiver Schönheitsbewertungen durch objektive Parameter beschäftigen wird der Zusammenhang zwischen den Bewertungen und dem Anteil von gewissen Objekten oder Landklassen, welche auf einem Bild ersichtlich sind, hergestellt.

Palmer (2004) untersuchte den Zusammenhang zwischen dem Anteil verschiedener Landbedeckungs- und Landnutzungsklassen innerhalb eines Gebietes und der Schönheitsbewertung. Diese bezeichnete er als „Composition Metrics“. Auch Arriaza et al. (2003) interessierten sich für die Anteile bestimmter Objekte und Landschaftsarten in einem Gebiet und deren Einfluss auf die wahrgenommene Schönheit.

Die Resultate dieser Arbeit weichen ein wenig davon ab. Die besten Korrelationen liessen sich erreichen, wenn alle Bewertungen jeweils nur auf eine Klasse, nämlich die Klasse, welche am Aufnahmestandort vorhanden ist, übertragen wird. Somit kann der Zusammenhang zwischen dem Anteil einer Klasse innerhalb der räumlichen Dateneingrenzung und der Schönheitsbewertung nicht untersucht werden. Die durchschnittlichen Bewertungen der verschiedenen Klassen über das ganze Gebiet zeigen jedoch, dass manche Klassen als schöner erachtet werden als andere.

In der folgenden Tabelle (6–1) sind die durchschnittlichen Bewertungen der Klassen des dritten Levels, der Hauptgruppen sowie des gesamten Datensatzes aufgelistet. Die Werte sind der Variante mit der besten Korrelation zwischen den durchschnittlichen Werten pro Klasse und den einzelnen Bewertungen entnommen. Mit Hilfe des t-Tests wurde untersucht, ob sich die durchschnittlichen Bewertungen der Klassen / Gruppen signifikant ($p < 0.05$) vom Gesamtdurchschnitt unterscheiden. Da sehr viele Datenelemente in den meisten Klassen und Gruppen vorhanden sind, wäre bereits ein kleiner Unterschied im Mittelwert signifikant. Deshalb wurde für jede Klasse / Gruppe ein zufällig gewähltes Sample von 100 Datenelementen ausgewählt und deren Mittelwerte mit dem Gesamtdurchschnitt verglichen.

Von den Hauptgruppen sind die *Agricultural areas* nicht signifikant verschieden vom Gesamtdurchschnitt. Die *Artificial surfaces* weisen eine unterdurchschnittliche, die anderen drei Gruppen eine überdurchschnittliche Bewertung auf.

Sechs Klassen des dritten Levels wurden als durchschnittlich, dreizehn als unter und elf als überdurchschnittlich bewertet. Für die restlichen vier Klassen stehen nicht genügend Datenelemente (zwischen einem und zehn) zur Verfügung. Ein Test, ob die Durchschnitte signifikant verschieden sind, ist daher nicht sinnvoll.

Es ist anzunehmen, dass eine Klasse, welche als unterdurchschnittlich schön bewertet wurde, auch einen negativen Einfluss auf die Bewertung hat, wenn deren Anteil in einer Landschaft, in der auch andere Klassen vorhanden sind, zunimmt.

Dieser Schluss kann jedoch nicht gesichert gezogen werden, da neben den Composition Metrics (Palmer, 2004) auch Parameter wie Anzahl der verschiedenen Klassen oder Patches (Kaplan und Kaplan, 1989; Palmer, 2004), Homogenität und Diversität (Hunziker und Kienast, 1999) innerhalb einer Landschaft einen Einfluss auf deren Schönheit haben.

Tabelle 6-1: Durchschnittliche Bewertungen der CLC-Klassen und –Gruppen

Die Klassen und Gruppen, die eine unterdurchschnittliche, durchschnittliche oder überdurchschnittliche Bewertung aufweisen, sind farblich hervorgehoben. Als durchschnittlich werden jene Klassen / Gruppen eingeteilt, deren Bewertungen nicht signifikant ($p < 0.05$) verschieden vom Gesamtdurchschnitt sind. Dies wurde mit dem t-Test untersucht. Für vier Klassen sind zu wenige Daten vorhanden, um auf signifikante Unterschiede zu testen.

	Klassen / Gruppen	durchschnittliche Bewertung	Signifikanz
	Gesamtdurchschnitt	4.37	
Hauptgruppen	Artificial surfaces	3.19	0.000
	Agricultural areas	4.14	0.084
	Forest and-semi natural areas	5.26	0.000
	Wetlands	4.84	0.000
	Water bodies	5.80	0.000
CLC-Klassen des dritten Levels	Continuous urban fabric	2.68	0.000
	Discontinuous urban fabric	3.07	0.000
	Industrial or commercial units	2.88	0.000
	Road and rail networks and associated land	2.91	0.000
	Port areas	2.70	0.000
	Airports	3.33	0.000
	Mineral extraction sites	3.57	0.000
	Dump sites	3.35	0.000
	Construction sites	3.35	zu wenig Elemente
	Green urban areas	3.55	0.000
	Sport and leisure facilities	4.08	0.004
	Non-irrigated arable land	3.91	0.000
	Fruit trees and berry plantations	4.01	0.000
	Pastures	4.33	0.050
	Complex cultivation patterns	4.04	0.000
	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	4.34	0.067
	Broad-leaved forest	4.44	0.682
	Coniferous forest	4.70	0.000
	Mixed forest	4.76	0.001
	Natural grasslands	5.31	0.000
	Moors and heathland	5.72	0.000
	Transitional woodland-shrub	4.86	0.043
	Beaches, dunes, sands	4.93	0.000
	Bare rocks	5.70	0.000
	Sparsely vegetated areas	6.00	0.000
	Inland marshes	4.28	0.083
	Peat bogs	5.23	0.000
	Salt marshes	4.09	0.011
	Intertidal flats	4.25	0.363
	Water courses	4.15	zu wenig Elemente
	Water bodies	6.27	0.000
	Coastal lagoons	5.52	zu wenig Elemente
	Estuaries	4.22	0.203
	Sea and ocean	6.19	zu wenig Elemente

unterdurchschnittliche Bewertung
Klassen- / Gruppendurchschnitt nicht signifikant verschieden vom Gesamtdurchschnitt
überdurchschnittliche Bewertung

6.6.1 Positive Einflüsse auf die landschaftliche Schönheit

Gemäss Palmer (2004) hat der auf einem Bild ersichtliche Anteil von landwirtschaftlichen und anderen offenen Flächen einen starken positiven Zusammenhang mit der beurteilten Schönheit. Für die gesamte Hauptgruppe der *Agricultural areas* können diese Resultate nicht bestätigt werden. Zwei der fünf Klassen dieser Hauptgruppe weisen durchschnittliche Bewertungen auf. Für die anderen drei Klassen sind die Mittelwerte unterdurchschnittlich. Der Unterschied dieser drei Mittelwerte vom Gesamtdurchschnitt ist signifikant ($p < 0.05$), dies wurde mit Hilfe des t-Tests untersucht.

Die Hauptgruppe *Forest and semi-natural areas* wird überdurchschnittlich schön bewertet. Die Analyse der einzelnen Klassen zeigt, dass Laubwälder als durchschnittlich erachtet werden. Nur die Nadel- und Mischwälder werden als überdurchschnittlich schön benotet.

Dies ist ein gutes Beispiel dafür, dass die Ergebnisse ebenfalls für den dritten Level untersucht werden müssen. Nur so kann festgestellt werden, dass nicht alle Waldflächen überdurchschnittlich schön sind. Diese Resultate stimmen demnach nur zum Teil mit Forschungsergebnissen von Palmer (2004) überein, welcher ebenfalls keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem Anteil der Waldflächen in einem Gebiet und den Schönheitsbewertungen feststellte.

Die anderen Klassen der Hauptgruppe Forest and semi-natural areas wurden allesamt signifikant besser als der Gesamtdurchschnitt benotet. Die schönsten Klassen dieser Gruppe sind in abnehmender Reihenfolge die *Sparsely vegetated areas*, *Moors and heathland*, *Bare rocks* und *Grassland*.

Von den vier Klassen der Gruppe *Wetlands* weisen zwei eine durchschnittliche und die beiden anderen eine signifikant höhere Benotung auf. Auch die gesamte Gruppe wurde als überdurchschnittlich schön beurteilt. Palmer (2004) stellte für diese Klassen einen hohen positiven Zusammenhang mit der Schönheit fest, dies kann also nicht bekräftigt werden.

In der Gruppe *Water bodies* sind für drei von fünf Klassen nicht genügend Aufnahmen vorhanden, um die durchschnittlichen Bewertungen mit dem Gesamtdurchschnitt zu vergleichen. Von den beiden anderen Klassen wird eine als durchschnittlich, die andere als überdurchschnittlich benotet. Auch der Mittelwert der gesamten Gruppe ist signifikant grösser als derjenige über alle Daten.

6.6.2 Negative Einflüsse auf die landschaftliche Schönheit

Wie in der Tabelle 6–1 ersichtlich, ist die Bewertung der Hauptgruppe der *Artificial surfaces* als einzige signifikant tiefer ausgefallen als der Gesamtdurchschnitt. Der in der Literatur erwähnte negative menschliche Einfluss auf die Schönheitsbewertung (Grêt-Regamey et al., 2007; Lothian, 2008; Bishop, 2002) kann also bekräftigt werden. Jede einzelne Klasse dieser Gruppe wurde als unterdurchschnittlich beurteilt.

Aus diesen Resultaten kann geschlossen werden, dass auch lockere Siedlungsgebiete einen negativen Einfluss auf die Bewertung haben. Somit können die Aussagen von Palmer (2004), welcher keinen

signifikanten Zusammenhang zwischen dem Anteil locker bebauter Siedlungsgebiete und der Schönheit einer Landschaft feststellte, nicht unterstützt werden.

Hingegen kann bekräftigt werden, dass ein starker negativer Zusammenhang zwischen dichten Siedlungsgebieten und der Schönheit besteht. Palmer (2004) stellte von all seinen untersuchten Klassen die grösste negative Korrelation zwischen dem Anteil dichter Siedlungsgebiete und der Schönheitsbewertung fest. Auch in dieser Arbeit führte die Klasse Continuous urban areas zu der schlechtesten durchschnittlichen Bewertung. Die Deponien und Mienen, welche bei Palmer (2004) den zweitgrössten negativen Effekt auf die Schönheit einer Landschaft haben, entsprechen den Klassen „Mineral extraction sites“ und „Dump sites“. Auch diese weisen unterdurchschnittliche Werte auf, jedoch sind unter anderem jene der Verkehrsflächen und auch der locker bebauten Siedlungen schlechter.

6.7 Eignung der Bilder von Geograph für die Schönheitsbeurteilung der Landschaft

Gemäss vielen Autoren ist umstritten, ob Bilder wirklich ein geeigneter Ersatz für die Beobachtung im Feld sind bei der Beurteilung von landschaftlicher Schönheit. Als wichtigste Gründe für nicht gute Übereinstimmung von Untersuchungen im Feld und auf Grund von Fotografien werden der Kontext (Meitner, 2004; Hull und Stewart, 1992) und das Fehlen des „Rundumblicks“ (Meitner, 2004) bei der Fotografie angeführt.

Da für die Daten von *ScenicOrNot* keine Vergleichsdaten aus Schönheitsbeurteilungen im Feld für gewisse Standorte herbeigezogen werden können, ist es nicht möglich, die Gültigkeit der Bewertungen auf Grund der Bilder direkt zu bestimmen. In den Resultaten der Arbeit finden sich lediglich Hinweise, dass die Bilder zumindest angemessen gute Resultate liefern.

Mit den *Footprints* und den *Viewsheds* werden, anstelle die Fotos auf den Rundumblick zu erweitern, einfach die Bereiche der Landschaft, auf welche sich das Bild bezieht, so eingeschränkt, dass nur noch jene Flächen mit der Bewertung versehen werden, welche auch wirklich auf dem Bild zu sehen sind. Die verschlechterten Resultate zeigen auf, dass die Blickrichtung nicht eine so wichtige Rolle spielt, wie von Meitner (2004) argumentiert wird. Vielmehr kann die Bewertung einer Umgebung um den Aufnahmestandort zugewiesen werden, wobei die räumliche Eingrenzung dieser Umgebung unabhängig von der Blickrichtung erfolgen kann.

Der picture plane-Ansatz (Shafer und Brush, 1977) schreibt eine Bewertung den Inhalten, welche auf den Bildern ersichtlich sind, zu. Mit den *Viewsheds* sollten also jene Objekte, welche zu einer bestimmten Bewertung geführt haben auch durch die räumliche Auswahl der CLC-Klassen wiedergegeben sein. Die schlechten Ergebnisse zeigen auf, dass auch dieser Ansatz für die verwendeten Daten untauglich ist. Dagegen scheint der Ansatz, bei welchem die Bewertung dem Aufnahmestandort zugeschrieben wird (Shafer und Brush, 1977), geeigneter.

Nicht zuletzt sollte festgehalten werden, dass die Korrelation zwischen den durchschnittlichen Bewertungen pro Klasse und denen pro Bild bis zu 0.626 beträgt. Die Vorgabe durch Autoren, dass rund die Hälfte der Variation von Schönheitsbewertungen durch objektive Masse erklären können, wird also noch übertroffen. Wenn es eine grosse Diskrepanz zu Ergebnissen von Studien mit Feldbewertungen geben würde, müssten die Korrelationsergebnisse auf Grund der Bilder schlechter sein. Umgekehrt kann argumentiert werden, dass der Erklärungsgehalt der objektiven *CORINE Land Cover*-Klassen sich als noch höher herausstellt, wenn die Bewertungen im Feld vorgenommen wird. Die Werte werden vielleicht bis gegen 0.8 oder 0.9 steigen. Wenn ein solch hoher Erklärungsgehalt objektiver Daten bestehen würde, wäre dies sicher schon in anderen Studien detektiert worden.

6.8 Der Nutzen von Abschätzungen der landschaftlichen Schönheit für die Planung

Verschieden schön beurteilte Landschaften dienen nicht nur dazu, Karten räumlich variierender Qualität der Landschaften herzustellen, sondern können auch für die Planung verwendet werden. Durch geeignete Visualisierungen können Masse von geplanten Landschaften bestimmt und so deren ästhetische Beurteilung durch die Bevölkerung zum Teil vorhergesagt werden (Palmer, 2004).

Die verwendeten Daten sowie die räumliche Grössenordnung der Verknüpfung sind zu grobmassstäblich, um den Einfluss möglicher räumlicher Veränderungen im kleineren Massstab genauer vorhersagen zu können. Zudem sind auch die Kategorien der *CORINE Land Cover*-Daten nicht ideal. Da die meisten räumlichen Veränderungen durch den Menschen sich vor allem auf neue Siedlungsräume beziehen, müsste in diesem Bereich die kategoriale Auflösung der CLC-Daten viel besser sein, um verschiedene Alternativen einer neuen Siedlungsentwicklung miteinander vergleichen zu können. Idealer wäre in diesem Fall, gewisse Parameter, welche eng mit der Schönheit einer Landschaft verknüpft sind, in den Bildern der Visualisierungen zu messen und daraus wahrscheinliche Schönheitswerte zu bestimmen, wie dies unter anderen Pukkala et al. (1992) für ein 150 ha grosses Projektgebiet in Finnland durchgeführt haben.

Die Resultate können somit nicht für die Planung eines neuen Quartiers verwendet werden, jedoch könnte der Einfluss auf die beurteilte Schönheit abgeschätzt werden, wenn zum Beispiel ein sehr grosses neues Siedlungsgebiet in einer vorher nicht berührten Landschaft geplant wird.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

7.1 Schlussfolgerungen

7.1.1 Arbeitsschritte und Methoden

Hauptziel

Das Hauptziel der Arbeit ist es, den Zusammenhang zwischen subjektiven Schönheitsbewertungen von Landschaften auf Bildern mit objektiv klassierten Landschaftsdaten zu erforschen. Dabei liegt der Fokus der Untersuchung auf der Stärke des Zusammenhangs zwischen den Daten. Zusätzlich werden analysiert, wie sich veränderte räumliche Eingrenzungen der verknüpften Daten auf die Korrelation auswirken. Gleichzeitig wird kritisch geprüft, ob alle Klassen zur Korrelation zwischen den beiden Datensätzen beitragen, solche ohne Beitrag werden vergleichsweise von Korrelationsberechnungen ausgeschlossen.

Methoden

In der Arbeit werden Schönheitsbewertungen eines grossen Bilddatensatzes (178‘717 Bilder) mit objektiven Landschaftsklassen verknüpft, um die Zusammenhänge zwischen diesen Klassen und den Bewertungen zu untersuchen. Die verwendeten Bilddaten stammen vom Projekt Geograph, im Rahmen dessen für jede Rasterzelle von den Britischen Inseln mit einer Maschenweite von einem Quadratkilometer repräsentative Landschaftsbilder erhoben werden. Ein Teil dieser Bilder wurde auf der Webseite von *ScenicOrNot* bezüglich der Schönheit der Landschaft, welche auf den Fotografien ersichtlich sind, bewertet. Als Landschaftsklassen werden die Daten von *CORINE Land Cover*, einem Projekt der Europäischen Umweltagentur, verwendet.

Im Detail wird untersucht, wie viel der Varianz der Schönheitsbewertungen der verschiedenen Bilder durch die Klassen von *CORINE Land Cover* erklärt werden können. Konkret wird der Korrelationskoeffizient zwischen den durchschnittlichen Bewertungen pro CLC-Klasse und den einzelnen Bewertungen, welche in der entsprechenden Klasse aufgenommen werden, untersucht. Dazu werden die Daten über verschiedene räumliche Varianten miteinander verknüpft. Für diese Verknüpfungsvarianten unterscheiden sich die Mittelwerte der Klassen und demnach auch die Korrelationsstärke. Diese Unterschiede werden ebenfalls untersucht.

Die Bewertungen werden zum einen über den Aufnahmestandort der Bilder, zum andern über eine bestimmte Fläche um den Aufnahmestandort herum mit den CLC-Daten vereinigt. Als Flächeneingrenzung werden die Rasterzellen von Geograph sowie Umkreise um den Aufnahmestandort verwendet. Mit Hilfe eines Höhenmodells sowie der CLC-Klassen wurde die geschätzte maximale Sichtweite auf den Kreisradius übertragen, in ebenem Gebiet werden die Kreise vergrössert, in solchen mit einer grossen Rauigkeit sowie innerhalb von Siedlungsflächen verkleinert. Die Kreisvarianten werden mit Hilfe der Richtungsangaben der Aufnahme sowie des Höhenmodells

zu *Footprints* und *Viewsheds* erweitert und die Verbindung der Daten innerhalb dieser Flächen vorgenommen.

Für alle Verknüpfungsvarianten, welche eine bestimmte Fläche um den Aufnahmestandort berücksichtigen (mit Ausnahme der *Viewsheds*), wurde zum einen die Bewertung des Bildes auf alle Polygone innerhalb der äusseren Grenze übertragen, zum andern nur auf jenes CLC-Polygon, in welchem die Bildaufnahme getätigt wurde.

Neben dem Einfluss der Veränderung der Fläche, über welche die Datenverknüpfung erfolgt, wurde auch untersucht, ob sich der Erklärungsgehalt der CLC-Klassen verbessern lässt, wenn einzelne Klassen von statistischen Korrelationsberechnungen ausgeschlossen werden. Dazu wurde zuerst überprüft, ob sich die Anzahl Werte in den verschiedenen Schönheitsklassen signifikant von denjenigen der Gesamtdaten unterscheiden. Wenn kein statistisch messbarer Unterschied auszumachen ist, so kann angenommen werden, dass diese Klassen / Gruppen nicht viel von der Varianz der Schönheitsbewertungen erklären können. Diese können also von weiteren Untersuchungen ausgeschlossen werden.

7.1.2 Neue Erkenntnisse

Erklärungsgehalt der *CORINE Land Cover*-Daten

Mit den gesamten CLC-Daten konnte gut die Hälfte der Varianz der Schönheitsbewertungen erklärt werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit anderen Untersuchungen in der Literatur (u. a. Palmer, 2004). Wenn gewisse Klassen bei der Berechnung des Korrelationskoeffizienten nicht berücksichtigt werden, so verbessert sich dieser Wert auf 0.626. Die Daten von *CORINE Land Cover* sind also geeignet, um diese mit Schönheitsbewertungen von Landschaften über einen so grossen Raum wie Grossbritannien zu verknüpfen.

Einfluss der räumlichen Eingrenzung der zu verknüpfenden Daten

Die Wahl der räumlichen Eingrenzung der objektiven Landklassen, auf welche die Bewertung einer Fotografie übertragen werden soll, hat einen grossen Einfluss auf den Korrelationskoeffizienten. Die Rasterzellen, welche den Erhebungen der Bilder der Datenbank zu Grunde liegen, sind als Grenzen deutlich schlechter geeignet als die Verknüpfung der Daten über den Aufnahmestandort oder einen Kreis um denselben. Ebenfalls konnte festgestellt werden, dass sich die Resultate verbessern lassen, wenn ein Höhenmodell sowie Klassen, welche einen Einfluss auf die Grösse des sichtbaren Gebietes vom Aufnahmestandort aus haben, in geeigneter Form in die Grösse des Radius des Umkreises einfliessen.

Eigentlich wäre zu vermuten, dass die *Viewsheds*, also jene räumlichen Bereiche in der Landschaft, welche auf den Bildern zu sehen sind, als Dateneingrenzung die besten Resultate bei der Berechnung des Erklärungsgehaltes der *CORINE Land Cover*-Daten bezüglich der Schönheitsbewertungen liefern. Der Vergleich mit den Umkreisen um den Aufnahmestandort zeigt jedoch, dass die Ergebnisse

schlechter sind. Die Aufnahmerichtung spielt also nicht so eine wichtige Rolle wie von Meitner (2004), Meitner und Daniel (1997) und Shafer und Richards (1974) attestiert.

Bei der räumlichen Eingrenzung der Daten, auf welche die Schönheitsbewertung einer Fotografie übertragen wird, ist wichtig, dass nur die Klasse des Aufnahmestandortes mit der Bewertung versehen wird und die gewählte Umgebung nicht zu gross ist.

Einfluss des Weglassens von Klassen mit wenig Erklärungsgehalt

Einzelne Klassen weisen ähnliche Verteilungen bezüglich der Schönheitsbewertungen wie die Gesamtdaten auf. Dies bedeutet, dass diese Klassen oder Gruppen wenig zur Varianz der Bewertungen beitragen. Ihr Vorhandensein innerhalb einer Landschaft führt weder zu einer Verschlechterung, noch einer Verbesserung einer als durchschnittlich schön bewerteten Landschaft.

Siedlungsflächen werden allesamt als unterdurchschnittlich schön benotet. Es ist also anzunehmen, dass die Benotung einer Landschaft mit zunehmendem Anteil von Siedlungsflächen ebenfalls abnehmen wird. Landwirtschaftliche Flächen sowie Feuchtflächen werden mehrheitlich als durchschnittlich schön bewertet. Auch Waldflächen, welche normalerweise als ideale Naherholungsgebiete bezeichnet werden, können zumindest bezüglich der bewerteten Schönheit nicht mit überdurchschnittlichen Werten aufwarten. Hingegen werden andere Klassen der Hauptgruppe *Forest and semi-natural areas*, ebenso wie Wasserflächen, als überdurchschnittlich schön bemessen.

7.2 Ausblick

7.2.1 Berücksichtigung der perspektivischen Verzerrung

Im Kapitel 6.5.3 wird darauf eingegangen, dass die perspektivische Verzerrung auf einem Bild dazu führt, dass nahe Gebiete auch bei gleicher Grösse viel grösser dargestellt werden als ferne. Bei der Übertragung der Bewertungen der Bilder auf die CLC-Polygone fällt dieser Effekt weg, beide Gebiete sind gleich gross und werden demnach gleich gewichtet.

Für die Berücksichtigung dieses Effektes könnten zum Beispiel die folgenden Ansätze angewendet werden. Anstatt die Flächen nur innerhalb eines Puffers zu untersuchen, könnten um die Aufnahmestandorte mehrere Puffer mit verschiedenen Radien gezogen werden. Auf diese Weise würden im Zentrum kreisförmige, darum herum ringförmige Flächen entstehen. Bei immer gleichen Differenzen zwischen den verschiedenen Radien würden die Flächen der äusseren Ringe grösser werden.

Es wäre nun denkbar, dass nicht mehr die absolute, sondern die relative Fläche der Polygone innerhalb der Ringe / des Puffers ausgewertet wird. Somit muss ein Polygon, welches weiter weg

vom Aufnahmestandort liegt, grösser sein, um den gleichen relativen Wert zu erhalten wie ein anderes, nahes Polygon.

Eine andere Variante wäre, dass die Polygonflächen umgekehrt proportional zur Distanz zum Aufnahmestandort gewichtet werden. Dabei würden sich wahrscheinlich die relativen Abstände gut eignen. Ein Polygon am Aufnahmestandort ist Null Prozent von diesem entfernt, die Gewichtung könnte also eins sein. Ein anderes Polygon im Ring, dessen Distanz bereits 90 Prozent des Radius entspricht, würde demnach mit 0.1 gewichtet werden.

Es ist anzunehmen, dass beide Ansätze zu ähnlichen Ergebnissen führen werden. welcher der beiden die Resultate stärker verbessert, müsste untersucht werden.

7.2.2 Auswertung von Bildinhalten

In der vorliegenden Arbeit werden eigentlich nicht die Bildinhalte selbst, sondern nur die Bewertungen, die durch Benutzer auf Grund der Bildinhalte gemacht werden, untersucht. Lediglich in einem kleinen Teil werden die Inhalte der Bilder selbst betrachtet, um zu entscheiden, wie gross die auf den Bildern ersichtliche Distanz ungefähr ist. Dies hat gezeigt, dass die Grösse des sichtbaren Bereichs einen Einfluss auf die Bewertung eines Bildes hat. Grössere ersichtliche Ausschnitte scheinen eine erhöhende, kleinere eine verringernde Wirkung auf die Bewertung zu haben. Dies zeigt, dass gewisse Informationen nur aus den Bildinhalten selbst herausgelesen werden können.

Die Informationen, welche aus den Bildinhalten gewonnen werden, könnten verwendet werden, um die Kreisradien entsprechend zu variieren. Unterschiedlich grosse Umkreise würden also nicht mehr wegen dem Höhenmodells und den CLC-Klassen, sondern auf Grund des wirklich sichtbaren Bereichs bestimmt werden.

Es wäre auch denkbar, die Bilder nicht auf Grund der räumlichen Lage des Aufnahmestandortes sowie der Eingrenzung darum herum mit den CLC-Klassen zu verknüpfen, sondern eine Klassierung der Bilder auf Grund der dominantesten der im Bild sichtbaren CLC-Klassen vorzunehmen und den Erklärungsgehalt auf diese Weise zu untersuchen.

7.2.3 Übertragung der Resultate von Grossbritannien auf andere Gebiete Europas

Die *CORINE Land Cover*-Daten sind nicht nur für Grossbritannien, sondern für grosse Gebiete Europas verfügbar. Wenn auch für andere Regionen Bilddatensätze bezüglich ihrer Schönheit bewertet werden, so können gleiche räumliche Verknüpfungen vorgenommen und ausgewertet werden.

Dadurch liessen sich Schlüsse ziehen, ob einige der Länder über Landschaften verfügen, welche als schöner bewertet werden, als andere. Die Verteilung schöner und weniger schöner Landschaften innerhalb von Grossbritannien kann so auf das übrige Europa, für welches CLC-Daten vorhanden sind, ausgeweitet werden und internationale Vergleiche gezogen werden.

Wenn Bilder von mehreren Nationen von Usern aus jeweils mehreren Ländern bewertet werden und diese Benotungen miteinander verglichen werden, so können zum einen verschiedene Länder bezüglich ihrer Schönheit miteinander verglichen werden oder zum anderen Unterschiede in den Bewertungen durch Personen aus verschiedenen Nationen untersucht werden. Wie durch manche Autoren festgehalten wurde, können zwischen verschiedenen Völkern gewisse Gemeinsamkeiten bei der ästhetischen Bewertung von Landschaften festgestellt werden, da Informationsverarbeitungen bei allen Menschen ähnlich sind. Auf Grund kultureller Unterschiede sind dennoch auch gewisse Differenzen bei der Schönheitsbewertung von Landschaften auszumachen. Innerhalb von Europa wäre es interessant, zu untersuchen, ob bei der Benotung von Landschaften verschiedene durchschnittliche Wertungen erzielt werden.

7.2.4 Verknüpfung der Bilddaten mit anderen Landschaftsklassierungen

Untersuchungen in anderen Ländern können nicht nur mit den CLC-Daten vorgenommen werden, sondern auch andere objektive Datensätze können verwendet werden. In der Schweiz könnten zum Beispiel die Daten der Arealstatistik über die Lage mit Fotobewertungen verknüpft werden. So könnte die Eignung der beiden Datensätze miteinander verglichen werden, indem untersucht wird, welche Daten bessere Korrelationskoeffizienten zulassen. Ebenfalls zeigen sich Unterschiede zwischen den ganz verschiedenen Erhebungsmethoden. Während die *CORINE Land Cover*-Polygone über eine gewisse Mindestfläche verfügen müssen, wird für die Daten der Arealstatistik lediglich alle hundert Meter an einem bestimmten Punkt die Klasse untersucht, die Umgebung um diesen Punkt spielt keine Rolle.

7.2.5 Grosse Bilddatensätze versus viele Bewertungen und wenige Bilder

Die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen in diesem Forschungsbereich stützen sich, wie bereits erwähnt, auf sehr viel weniger Bilder, als in der Datenbank von *ScenicOrNot* vorhanden sind. Dagegen werden die einzelnen Bilder durchschnittlich von viel mehr Testsubjekten bewertet. Von den Bildern von *ScenicOrNot* werden rund drei Viertel der Bilder nur zwischen drei- und fünfmal bewertet.

Der Erklärungsgehalt der objektiven Daten, welcher durch diese beiden verschiedenen Methoden erreicht werden kann, ist in vorliegendem Fall relativ ähnlich. Bildarchive wie Flickr könnten so eventuell für ähnliche Untersuchungen verwendet werden, obwohl hier festgehalten werden muss, dass die abgebildeten Gegenstände auf Flickr sich nicht auf Ausschnitte aus Landschaften kleineren und grösseren Massstabs beschränken, sondern viel breiter gefächert sind. Jedoch muss von Fall zu Fall geprüft werden, ob eine solche Art der Bilddatenbank geeignet ist für die Fragestellung, die wissenschaftlich bearbeitet werden soll.

8 Literatur

Anderson, L. M. (1981): Land Use Designations Affect Perception of Scenic Beauty in Forest Landscapes. In: Forest Science, Society of American Foresters. 392-400.

Appleton, J. (1975): The Experience of Landscape. 1. Auflage. John Wiley & Sons, London. 296 p.

Arriaza, M.; Cañas-Ortega, J. F.; Cañas-Madueño, J. A.; Ruiz-Aviles, P. (2004): Assessing the visual quality of rural landscapes. In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B. V. 115-125.

Bahrenberg, G.; Giese, E.; Nipper, J. (1999): Statistische Methoden in der Geographie 1, Univariate und bivariate Statistik. 4. Auflage. B. G. Teubner; Stuttgart. 234 p.

Bossard, M.; Feranec, J. and Otahel, J. (2000): CORINE Land Cover technical guide – Addendum 2000. Publ. European Environmental Agency, Copenhagen. 105 p.

Brown, T. C. (1987): Production and Cost of Scenic Beauty: Examples for a Ponderosa Pine Forest. In: Forest Science, Society of American Foresters. 394-410.

Brown, T. C.; Daniel, T. C. (1984): Modeling forest scenic beauty: Concepts and application to ponderosa pine. Forest Service Research Paper RM-256. Publ. United States Department of Agriculture, Fort Collins (CO). 42 p.

Brown, T. C.; Daniel, T. C. (1987): Context Effects in Perceived Environmental Quality Assessment: Scene Selection and Landscape Quality Ratings. In: Journal of Environmental Psychology, Elsevier Science B.V. 233-250.

Brown, T. C.; Daniel, T. C. (1987): Landscape Aesthetics of Riparian Environments: Relationship of Flow Quantity to Scenic Quality Along a Wild and Scenic River. In: Water Resources Research, American Geophysical Union. 1787-1795.

Bundesamt für Statistik (1998): Swiss Land Use in the European Context. Publ. Swiss Federal Statistical Office, Swiss Agency for the Environment, Neuchâtel. 47 p.

CORINE Land Cover (1999): CORINE Land Cover – a key database for European integrated environmental assessment. Publ. European Environment Agency, Copenhagen. 10 p.

CORINE Land Cover (2010): CORINE Land Cover; Part One – Methodology und Part Two – Nomenclature. Publ. European Environment Agency, Copenhagen. 94 p.

Daniel, T. C. (2001): Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B.V. 267-281.

Daniel, T. C.; Booster, R. S. (1976): Measuring Landscape Esthetics: The Scenic Beauty Estimation Method. Forest Service Research Paper RM-167. Publ. United States Department of Agriculture, Fort Collins (CO). 66 p.

Daniel, T. C.; Meitner, M. M. (2001): Representational Validity of Landscape Visualizations: The Effects of Graphical Realism on Perceived Scenic Beauty of Forest Vistas. In: Journal of Environmental Psychology, Elsevier Science B.V. 61-72.

De Boer, A.; Dias, E.; Verbree, E. (2008): Processing 3D Geo-Information for Augmenting Georeferenced and Oriented Photographs with Text Labels. In A. Ruas & C. Gold (Eds.), Headway in Spatial Data Handling (pp. 351-365). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 351-365.

De la Fuente de Val, G.; Atauri, J. A.; de Lucio, J. V. (2006): Relationship between landscape visual attributes and spatial pattern indices: A test study in Mediterranean-climate landscapes. In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B.V. 393-407.

De Veer, A. A.; Burrough, P. A. (1978): Physiognomic Landscape Mapping in the Netherlands. In: Landscape Planning, Elsevier Science B.V. 45-62.

Dorigo, G. (2004): Statistische Analyse in der Geographie; Statistik-Skript WS 2004 / 2005. Universität Zürich Irchel, Zürich.

Dramstad, W. E.; Sundli Tveit, M.; Fjellstad, W. J.; Fry, G. L. A. (2006): Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B.V. 465-474.

Duden der deutschen Sprache (2009): Online-Portal zum Themengebiet der Rechtschreibung und der deutschen Sprache. http://www.duden.de/definition/sch%C3%B6nheit. Zugriff: 20. April 2010.

Edwardes, A. J.; Purves, R. S.; Bircher, S., Matyas, C. (2007): TRIPOD: Concept ontology experimental report. In: Tripod (EC IST 6th Framework Programme Project No. 045335). 79 p.

EROS (2010): Webseite des Earth Resources Observation and Science Center, einer Unterabteilung des USGS, für die Verwaltung von geographischen Daten. http://eros.usgs.gov/. Zugriff: 26.05.2010.

Frank, A. U. (1991): Qualitative Spatial Reasoning about Cardinal Directions. ACSM-ASPRS Auto-Carto 10, Baltimore, Maryland. 148-167.

Geograph (2010): Homepage des Geograph Foto-Projektes für die Britischen Inseln. www.geograph.org.uk. Zugriff: 13.03.2010.

Grêt-Regamey, A.; Bishop, I. D; Bebi, P. (2007): Predicting the scenic beauty value of mapped landscape changes in a mountainous region through the use of GIS. In: Environment and Planning B: Planning and Design, n. a. 50-67.

Gulinck, H.; Mugica, M.; de Lucio, J. V.; Atauri, J. A. (2001): A framework for comparative landscape analysis and evaluation based on land cover data, with an application in the Madrid region (Spain). In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B.V. 257-270.

Hetherington, J.; Daniel, T. C.; Brown, T. C. (1993): Is motion more important than it sounds? The medium of presentation in environmental perception research. In: Journal of Environmental Psychology, Elsevier Science B.V. 283-291.

Hodgson, R. W.; Thayer, R. L. Jr. (1980): Implied Human Influence Reduces Landscape Beauty. In: Landscape Planning, Elsevier Science B.V. 171-179.

Hull, R. B. IV; Bishop, I. D. (1988): Scenic impacts of electricity transmission towers: The influence of landscape type and observer distance. In: Journal of Environmental Management, n. a. 99-108.

Hull, R. B. IV; Reveli, G. R. B. (1989): Cross-Cultural Comparison of Landscape Scenic Beauty Evaluations: A Case Study in Bali. In: Journal of Environmental Psychology, Elsevier Science B.V. 177-191.

Hull, R. B. IV; Stewart, W. P. (1992): Validity of Photo-Based Scenic Beauty Judgments. In: Journal of Environmental Psychology, Elsevier Science B.V. 101-114.

Hunziker, M.; Kienast, F. (1999): Potential impacts of changing agricultural activities on scenic beauty – a prototypical technique for automated rapid assessment. In: Landscape Ecology, Kluwer Academic Publishers. 161-176.

Kaplan, S. (1973): Cognitive Maps in Perception and Thought. In: Image & Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior. Downs, R. M.; Stea, D. (eds.). Aldine Pub. Co., Chicago. 63-78.

Kaplan, Rachel; Kaplan, Stephen (1989): The experience of nature: A psychological perspective. Cambridge University Press, New York. 360 p.

Liu, Y.; Guo, Q. H.; Wieczorek, J.; Goodchild, M. F. (2009): Positioning localities based on spatial assertions. In: International Journal of Geographical Information Science, Taylor & Francis. 1471-1501.

Longatti, P.; Dalang, T. (2007): The Meaning of „Landscape“ – An Exegis of Swiss Government Texts. In: A Changing World – Challenges for Landscape Reasearch. Kienast, F.; Wildi O.; Ghosh, S. (eds.). Springer Science + Business Media B.V, Birmensdorf. 35-46.

Lothian, A. (1999): Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder? In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B. V. 177-198.

Lothian, A. (2008): Scenic Perceptions of the Visual Effects of Wind Farms on South Australian Landscapes. In: Geographical Research, n.a. 196-207.

McGarigal, Kevin; Marks, Barbara J. (1995): FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Version 2.0, Portland (OR). 122 p.

Meinig, D. W. (1976): The beholding eye: ten versions of the same scene. In: Landscape Archit., n. a. n. a.

Meitner, M. J.; Daniel, T. C. (1997): The effects of animation and interactivity on the validity of human responses to forest data visualizations. In: Proceedings of Data Visualization '97.n. a.

Meitner, M. J. (2004): Scenic beauty of river views in the Grand Canyon: relating perceptual judgments to locations. In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B. V. 3-13.

My Society (2010): Homepage von mySociety. www.mysociety.org. Zugriff: 23.03.2010.

NASA (2010): Webseite der National Aeronautics and Space Administration, deren Ziel die Erforschung des Alls ist. www.nasa.gov. Zugriff: 26.05.2010.

NGA (2010): Webseite der National Geospatial-Intelligence Agency, Bereitsteller für geographische Daten und geographisches Wissen. www1.nga.mil. Zugriff: 26.05.2010.

OSGB (2010): Webseite des Ordnance Survey Great Britain, der nationalen Abteilung für Karten und Geodaten für Grossbritannien. www.ordnancesurvey.co.uk. Zugriff: 10.06.2010.

Palmer, J. F. (2004): Using spatial metrics to predict scenic perception in a changing landscape: Dennis, Massachusetts. In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B. V. 201-218.

Pukkala, T.; Nuutinen, T.; Kangas, J. (1995): Integrating scenic and recreational amenities into numerical forest planning. In: Landscape and Urban Planning, Elsevier Science B. V. 185-195.

Real, E.; Arce, C; Sabucedo, J. M. (2000): Classification of landscapes using quantitative and categorical data, and prediction of their scenic beauty in north-western Spain. In: Journal of Environmental Psychology, Academic Press. 355-373.

Ribe, R. G. (2002): Is Scenic Beauty a Proxy for Acceptable Management? The Influence of Environmental Attitudes on Landscape Perceptions. In: Environment and Behavior, SAGE Publications. 757-780.

ScenicOrNot (2010): Webseite, wo die Schönheit der Bilder des Geograph-Projektes bewertet werden kann. www.scenic.mysociety.org. Zugriff: 02.06.2010.

Shafer, E. L. Jr.; Brush, R. O. (1977): How to Measure Preferences for Photographs of Natural Landscapes. In: Landscape Planning, Elsevier Science B. V. 237-256.

Shafer, E. L. Jr.; Richards, T. A. (1974): A Comparison of Viewer Reactions to Outdoor Scenes and Photographs of Those Scenes. USDA Forest Service Research Paper NE-302. 26 p.

SRTM (2010): Offizielle Webseite der Shuttle Radar Topography Mission von der NASA und der NGA. www2.jpl.nasa.gov/srtm. Zugriff: 26.05.2010.

Tawbaware (2009): Webseite mit diversen Berechnungsmöglichkeiten zu Kameras und Kameraeinstellungen. http://www.tawbaware.com/maxlyons/calc.htm. Zugriff: 21.07.2010.

The Free Dictionary (2010): Online-Wörterbuch in verschiedenen Sprachen. http://de.thefreedictionary.com/Landschaft. Zugriff: 14. April 2010.