

GEO 404

Leitung:

Dr. C. Fürst

Anwendung von GISCAME zur Ableitung von Landnutzungsszenarien im Erzgebirge

Hausarbeit

Abgabe: 15.05.2013

Verfasst von: Vettermann, Ferdinand

Studiengang: M.Sc. Geografie

3. Fachsemester

Matrikelnummer: 105800

Friedrich-Engels-Straße 37

07749 Jena

E-Mail: ferdinand.vettermann@uni-jena.de

Inhalt

Abbildungen	II
Tabellen	II
1 Einleitung	1
2 Untersuchungsgebiet	1
3 Einflüsse auf die Landnutzung	2
3.1 Klimawandel.....	3
3.2 Ökonomie.....	3
3.3 Naturschutz.....	4
4 Funktionsweise von GISCAME	5
5 Praktische Szenarien am Beispiel des Erzgebirges	5
5.1 Bewertungsgrundlagen.....	5
5.1.1 Ästhetik und menschliches Wohlergehen.....	6
5.1.2 Ökonomie und Biomasseproduktion.....	7
5.1.3 Anpassung an den Klimawandel und ökologische Integrität.....	7
5.2 Ausgangssituation.....	8
5.3 Extremszenarien.....	9
5.3.1 Aufforstung als Option.....	9
5.3.2 Ökonomie als Option.....	10
5.4 Optimierte Szenarien.....	11
5.4.1 Fokus Ökonomie und Landwirtschaft.....	11
5.4.2 Fokus Ästhetik und Ökologie.....	13
5.4.3 Versuch einer gleichmäßigen Verbesserung.....	14
6 Diskussion	15
7 Zusammenfassung	16
Literatur	17

Abbildungen

Abb. 1: Räumliche Einordnung des Untersuchungsgebiets	2
Abb. 2: Landnutzungstypen und deren Flächenanteile in der gesamten Region silbernes Erzgebirge.....	4
Abb. 3: Bewertungsmethodik einer Landschaft	6
Abb. 4: Ausgangssituation im Testgebiet mit Flächenanteilen in %	9
Abb. 5: Höhenlage im Gebiet (links) und Vorrang- und Vorhaltsflächen für den Naturschutz....	9
Abb. 6: Extremszenario 1 mit maximaler Aufforstung	10
Abb. 7: Extremszenario 2 mit maximalem Ackerlandanteil	11
Abb. 8: Szenario 1 mit Fokus auf Ökonomie	12
Abb. 9: Veränderung der Landschaftsstruktur im 2. Szenario	13
Abb. 10: Szenario 2 mit Fokus auf Ökologie und Ästhetik.....	14
Abb. 11: Szenario 3 mit Fokus auf eine allgemeine Verbesserung.....	15

Tabellen

Tab. 1: Landschaftsstrukturmaße	7
Tab. 2: Bewertung der Ausgangssituation.....	8

1 Einleitung

Die Landnutzung ist eine wesentliche Eigenschaft einer Region, die in Zusammenhang mit den Tätigkeiten und der Nutzung des Landes als solches durch den Menschen steht und sich wiederum auf die Landschaft auswirkt. So können auf einer Fläche verschiedene Nutzungsarten vorzufinden sein, welche letztlich dazu dienen, Güter oder Dienstleistungen auf dieser Fläche zu produzieren bzw. anzubieten (WOCAT 2011:o.S.). Damit ist auch deren Planung von entscheidender Wichtigkeit, da nur so eine optimale Versorgung und der Wohlstand der Bevölkerung gewährleistet werden kann. Daneben ist es aber auch von großer Wichtigkeit die Lebensgrundlagen zu erhalten, d. h. dass die natürlichen Ressourcen nachhaltig bewirtschaftet werden müssen (KORFF et al. 2007:4). Die Planung selbst wird schließlich unter der Beteiligung verschiedener Akteure durchgeführt und abschließend die Umsetzung der Planungselemente entsprechend überwacht. Sie muss sich zudem an lokale Gegebenheiten und lokale Problem- und Konfliktlösungsstrategien anpassen. In der Regel wird die Landnutzungsplanung von staatlichen Institutionen unterstützt. Da die Landnutzungsplanung in die Rechte der Betroffenen eingreift, ist es notwendig Konsenslösungen zu finden (GTZ 1996:186f).

In diesem Projekt soll mit Hilfe von GISGAME auf einer Beispielkachel und auf Basis der Bewertungsgrundlage Regklam mit Kurzumtriebsplantagen (KUP) sowie Waldentwicklungstypen (WET) Szenarien zu einer entsprechenden Landnutzungsplanung entworfen werden. Regklam beschreibt hierbei das regionale Klimaanpassungsprogramm in der Modellregion Dresden, welches mit dem Klimamodell WettReg simuliert wurde. Hierfür existiert eine zugehörige Bewertungsgrundlage, welche in der vorliegenden Arbeit Eingang fand (BERNHOFER et al. 2013:1). Die nachfolgende Arbeit beinhaltet dahingehend eine kurze Beschreibung der Beispielregion im Ost-Erzgebirge, der Einflüsse auf den Klimawandel, der Bewertungsgrundlagen sowie der Ableitung von speziellen Szenarien.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet für die beispielhafte Szenarienableitung befindet sich im Ost-Erzgebirge in der Umgebung der Talsperre Lichtenberg und dem zugehörigen Ort (Abb. 1). Das Ost-Erzgebirge erstreckt sich vom Flöhatal im Westen und im Osten bis zur Mittelsächsischen Störung. Die Nordgrenze bildet der Tharandter Wald, die südliche Grenze die Egertal-Zone. Die maximalen Höhen liegen bei knapp über 900 m, die tiefsten Täler liegen bei etwa 50 m. Geologisch sind insbesondere von granitischen Gesteinen unterlagerte Paragneise vorzufinden. Selten vorzufinden sind erosionsbedingt Schiefergesteine, in Höhen ab 350 m Lössdecken (BERNHARDT & RÖDER 2008:209f).

„Die Böden der Verwitterungsdecken sind aufgrund ihres Skelettanteils meist nicht besonders Erosionsanfällig und lassen sich gut nach den Ausgangsgesteinen gruppieren“ (BERNHARDT & RÖDER 2008:211). In unteren Lagen sind daher auf den Sandsteinen Braunerde-Podsole und Podsole vorhanden. Steht Porphyrit an, lassen sich steinige Podsole bzw. in tieferen Lagen auch vereinzelt Braunerden finden. Meist sind sie sehr nährstoffarm. Auf den anstehenden Paragneisen hingegen herrschen vor allem Braunerden mit geringem Skelettgehalt vor, welche eine mittlere Bodengüte aufweisen und verhältnismäßig fruchtbar sind. Lössderivate treten in geringer Mächtigkeit bis etwa 500 m auf. Häufig sind sie jedoch pseudovergleyt. Diese können in Quellmulden oder auf Hochflächen anzutreffen sein. Das Relief ist vor allem von welligen Hochflächen dominiert, welche von nach Norden ausgerichteten Kerbsohlentälern durchschnitten sind (BERNHARDT & RÖDER 2008:211f). Des Weiteren sind einige Moore (bspw. Georgenfelder Hochmoor) vorzufinden. Deren Ausbreitung ist jedoch im Laufe der Jahrhunderte stark zurück gegangen, da sie zum einen das dort gespeicherte Wasser für den Bergbau benötigt und zum anderen Torf noch bis in die 1950iger Jahre zum Heizen verwendet wurde. Daneben sind bedingt durch die Waldschädigungen aufgrund von Industrieemissionen die Waldbedeckung reduziert und damit die Moore ausgetrocknet worden (WEBER 2007b:127).

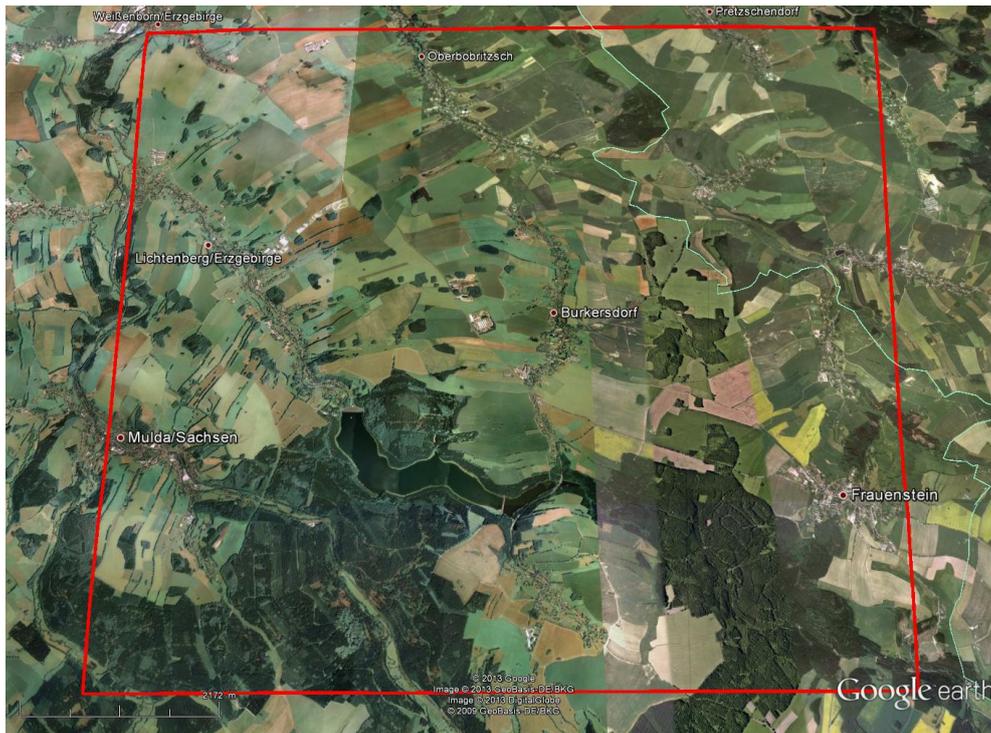


Abb. 1: Räumliche Einordnung des Untersuchungsgebiets (GOOGLE INC. 2013:o.S.)

Das Klima ist gen Osten zunehmend kontinentaler. An den Luv-Hängen erreichen die Niederschläge bis zu 1000 mm/a. Die Jahresmitteltemperaturen liegen je nach Höhenlage zwischen 4,3 °C in Zinnwald und 9,5 °C am Tharandter Wald. Daneben ist auf eine erhöhte Gewitterwahrscheinlichkeit sowie auf häufige Hochwasserereignisse hinzuweisen (BERNHARDT & RÖDER 2008:213f). Die Gipfel der höheren Berge reichen zudem meist in die Wolkendecke hinein, weshalb hier von 160 – 200 Nebeltagen pro Jahr auszugehen ist (WEBER 2007a:47).

Hydrologisch gelten die Fließgewässer der Region als qualitativ gut und es sind zahlreiche Talsperren vorzufinden, welche meist für den Hochwasserschutz und die Trinkwasserversorgung ausgelegt sind (BERNHARDT & RÖDER 2008:215). Die Vegetationsbedeckung besteht in den unteren Lagen aus etwa 20 - 25 %, in den mittleren Lagen etwa aus 20 - 35 % und in den oberen Lagen aus bis zu 80 % Wald. Vor allem die Kiefer dominiert auf den Sandsteingebieten, in den Tälern hingegen sind auch Laubhölzer vorzufinden. Große Teile unterliegen der landwirtschaftlichen Nutzung, Industriegebiete sind reliefbedingt weniger häufig. Hinzu kommen zahlreiche Naturschutzgebiete verschiedener Typen. So werden Bergwiesen, aber auch seltene Tiere wie Berghühner und seltene Pflanzen wie der Karpatenzian geschützt und es existieren über 1000 seltene geschützte Arten in der Region (BERNHARDT & RÖDER 2008:215f; WEBER 2007a:14). Bedingt durch die ehemals rege Bergbautätigkeit gibt es zahlreiche Schaubergwerke, touristisch interessant ist das Ost-Erzgebirge aber auch aufgrund seiner Landschaft, da sich von den Höhenzügen oft eine attraktive Aussicht bietet (WEBER 2007a:17ff).

3 Einflüsse auf die Landnutzung

Im Folgenden sollen kurz einige Einflüsse auf die Landnutzung durch verschiedene Parameter beschrieben und untersucht werden, um so die Umsetzung der gewählten Szenarien besser erklären zu können. Im Wesentlichen ist eine Konzentration auf die vier Komponenten Klimawandel, Ökonomie und Naturschutz empfehlenswert, obgleich dies nur einen kleinen Teil der Einflussfaktoren auf die Landnutzung einer Region abdeckt.

3.1 Klimawandel

Der Klimawandel besitzt in Deutschland Auswirkungen auf ziemlich alle Landnutzungsklassen. So sind sowohl die Wasserwirtschaft und die Landwirtschaft, bedingt durch die Änderung der Wasserverfügbarkeit, aber auch die Forstwirtschaft und die urbanen Räume durch Temperaturänderungen und Extremereignisse betroffen. Nach dem A1B-Szenario des IPCC-Berichts, welches als das wahrscheinlichste Emissionsszenario gilt, soll die Temperatur bis zum Jahr 2100 um etwa 2 °C steigen (IPCC 2007:45). So führt der Klimawandel bedingt durch politische Ziele und der Förderung klimafreundlicherer Nutzungen zu einer Änderung der Landnutzungen. Dazu zählt die Forcierung des Anbaus nachwachsender Rohstoffe, weshalb der Anteil entsprechend genutzter Flächen ansteigt. Des Weiteren soll dem Klimawandel durch Waldbaumaßnahmen begegnet werden, was ebenfalls maßgebliche Veränderungen der erzgebirgischen Wälder zur Folge hat, in welche zukünftig Rotbuche und Weißtanne Einzug halten werden (KORFF 2007:11). Hinzu kommt, dass bestimmte Arten im landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Bereich besser an die neuen klimatischen Bedingungen als die bisherigen angepasst sind. Dies hat zur Folge, dass sich beispielsweise die Feldfrüchte und auch deren Fruchtfolgen ändern. Bedingt durch häufigere Trockenheit können aber auch Beregnungssysteme ins Auge gefasst werden (ABILDTRUP & GYLLING 2001:22ff). Durch eine Diversifizierung lassen sich auch die Verluste von Extremereignissen entsprechend verringern (ABILDTRUP & GYLLING 2001:32). In Folge der vermutlich steigenden Anzahl solcher Ereignisse ist zu beobachten, dass entsprechende Hecken oder Waldstreifen an Fließgewässern und auch in Feldern platziert werden, um die Bodenerosion und Stickstoffeinträge in Gewässer zu verringern (POSCHWITZ 2009:42). Für den Waldbau sind die Konsequenzen ähnlich. Geht man hier beispielsweise von einem Temperaturanstieg im jährlichen Mittel von 2 °C aus, empfehlen sich besonders trockenresistente Arten wie Roteiche, Rotbuche, Weißtanne, Bergahorn, Esche, Höhenkiefer und Douglasie. Wesentlich ist auch hier wieder eine Mischung verschiedener Arten um möglichst eine Risikominimierung zu realisieren (GESCHÄFTSBEREICH DES SÄCHSISCHEN STAATSMINISTERIUMS FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2005:72f). Bedingt durch die voraussichtlich steigende Anzahl an Extremereignissen ist gerade im Erzgebirge der Hochwasserrückhalt als auch die Trinkwassersicherung zu beachten. So wird über den Neubau von Talsperren nachgedacht, da es im Ost-erzgebirge schon bei einem Niederschlagsrückgang von 9 % zu einer Verringerung des Wasserzuflusses der Talsperre Klingenberg von 26 % kommt. So wäre eine ausreichende Versorgung der Bevölkerung nicht mehr zu gewährleisten (GESCHÄFTSBEREICH DES SÄCHSISCHEN STAATSMINISTERIUMS FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT 2005:77f).

3.2 Ökonomie

Die starke bergbauliche Prägung im Ost-Erzgebirge hat über viele Jahre die Landschaft dieser Region maßgeblich beeinflusst. So wurde bis 1913 Silber gefördert, bis 1991 Wolfram. Die meisten Gruben fanden jedoch im 19. Jhd. ihr Ende oder aber mussten im Zuge der Wiedervereinigung aufgrund von Unrentabilität geschlossen werden (WEBER 2007c:172, KORFF 2007:11). Damit einher gingen entsprechende landschaftliche Änderungen. So benötigte man Fläche für den Abraum, Holz für die Verhüttung und Wasser für die Maschinen. Holz wurde zudem auch für die städtische Entwicklung (Fachwerkhäuser etc.) in großen Mengen benötigt, aber auch für die Papierindustrie, weshalb die Wälder sehr planar angelegt waren. Das groß stellten hierbei Fichtenwälder Bergland und Kiefern im Hügelland, da diese Hölzer schnell rentabel und vielseitig verwendbar waren. Der Waldanteil verringerte sich so bis 1850 maßgeblich (WEBER 2007c:175ff). Zu DDR-Zeiten wurde die anderweitige Nutzung von steilen Hängen und armen Böden immer unrentabler, gerade im Hinblick auf die Schafhaltung. Dies hatte zur Folge, dass zahlreiche Wälder neu nachwachsen und sich somit regenerieren konnten. So ist der Waldanteil seit 150 Jahren um bis zu einem Drittel gestiegen (WEBER 2007c:183).

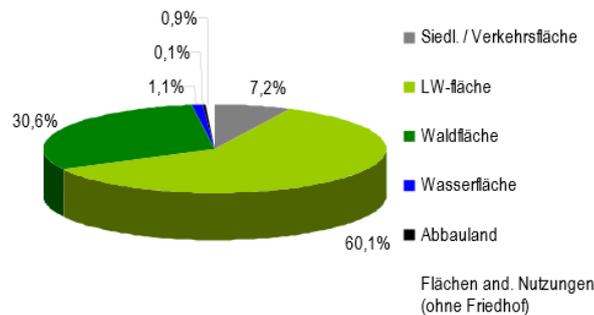


Abb. 2: Landnutzungstypen und deren Flächenanteile in der gesamten Region silbernes Erzgebirge (KORFF et al. 2007: 11)

Da das Erzgebirge insbesondere landwirtschaftlich geprägt ist, führen Nutzungsänderungen in dieser Hinsicht auch zu den größten räumlichen visuellen Änderungen (Abb. 2). Bedingt durch das Relief stellen die meisten landwirtschaftlich genutzten Flächen Grünland- und Weideflächen für Milchvieh- und Schafhaltung dar. Bedingt durch neue EU-Ziele ändern sich in jüngerer Zeit auch die Prioritäten der Flächen. So steigt bedingt durch bessere Rahmenbedingungen für Futterbetriebe deren Anzahl (KORFF 2007:11). Zuletzt soll noch der Tourismus in der Region als ökonomisch wesentlicher Faktor angesprochen werden. So führen steigende Besucherzahlen folglich auch zur Erweiterung entsprechender Infrastrukturen, seien es Radwege oder aber auch das Anlegen entsprechender Kur- und Freizeitbäder, Wintersportanlagen sowie Hotels (KORFF 2007:11).

3.3 Naturschutz

Das Ost-Erzgebirge zählt zu einer Region mit großer ökologischer Vielfalt. Dies beweisen die zahlreichen verschiedenen Schutzgebiete, welche dazu dienen, seltene Arten von Flora und Fauna in dieser Region nachhaltig zu schützen (BERNHARDT & RÖDER 2008:215f). Zudem ist die Anpassung an den Klimawandel als auch die Reduktion der Treibhausgasemissionen mit dem Naturschutz eng verbunden (BUCHMANN 2007:16). Des Weiteren hat der Naturschutz im Osterzgebirgsraum einen wesentlichen Einfluss auf den Tourismus (KORFF 2007:20). So wird vom Tourismusverband das Erzgebirge als touristische Attraktion bezüglich der Natur gezielt vermarktet. Damit ist eine intakte und attraktive Landschaft für entsprechende Einnahmen von großer Bedeutung (GRÜNES NETZWERK ERZGEBIRGE 2011:16). Insgesamt ergibt sich für Gesamtsachsen ein Umsatzvolumen von 5.3 Mrd. € für den Tourismus selbst und 15 Mrd. € für die verbundenen Aktivitäten im Jahr 2004, wodurch der Tourismus etwa 22.9 % des Umsatzes der Unternehmen mit ihrem Sitz in Sachsen ausmacht (JANISCH 2007:8). Es zeigt sich also, dass dieser Wirtschaftszweig besonders bedeutend ist, nicht zuletzt auch dank der natürlichen Gegebenheiten des Bundeslandes. In GISGAME geht zudem die Biodiversität in Form des Shannon Diversity Index ein. Dieser ist besonders sensitiv für selten vorkommende Arten und Biotope und bestimmt sich aus der Wichtigkeit einer speziellen Landnutzung (FARINA 2000:180). Somit ist die Diversität von Landnutzungen im speziellen Fall eine der wesentlichsten Einflussgrößen bezüglich zu planender aber auch existierender Landnutzungsfaktoren. Die Vernetzung einzelner Biotope lässt Wanderungsbewegungen und somit eine größere Vielfalt von Arten zu. So sollten zukünftig Habitatszerstörungen als auch Zerschneidungen durch Siedlungen, Gewerbegebiete, infrastrukturelle Maßnahmen und Land- sowie Forstwirtschaft verhindert werden (ZEBISCH et al. 2005:108ff). Im neuen Bundesnaturschutzgesetz ist daher festgelegt, „[...] dass die Länder mindestens 10 % ihrer Landesfläche für einen Biotopverbund zur Verfügung stellen sollen.“ (ZEBISCH et al. 2005:114) Des Weiteren lohnt es sich häufig, bestimmte Landbedeckungstypen als CO₂-Senke zu erhalten (ZEBISCH et al.

2005:109f). So speichern Moore, obwohl sie nur einen Flächenanteil von 3 % an der bundesdeutschen Gesamtfläche haben, doppelt so viel CO₂ wie alle Waldflächen zusammen (BUND o.J.:o.S.).

4 Funktionsweise von GISGAME

GISGAME (GIS – Geographic Information System; CA – Cellular Automaton; ME – Multi Criteria Evaluation) ist eine webbasierte Anwendung, mit der es möglich ist, Landnutzungsszenarien zu entwerfen. Es lassen sich zudem in Echtzeit die entsprechenden Auswirkungen auf spezielle Indikatoren (vgl. Kap. 5) anzeigen. Dazu sind verschiedene Module integriert, welche die Abschätzung von Auswirkungen der Änderungen erleichtern. So wird über das *Landscape Metrics Modul* (LSM) die Konnektivität verschiedener Biotope ermittelt, über das *Attribute Action Management System* (AAMS) lassen sich entsprechende Abfragen bewerkstelligen und das *Water Erosion risk assessment module* (WE) erlaubt Zugriff auf Erosionsrisiken. Des Weiteren können über einen zellulären Automaten (CA) Wachstums- und Entwicklungsvorgänge mit Hilfe eines Regelsets nachgestellt werden. Einzelne Landnutzungsklassen lassen sich allerdings auch händisch ändern. Hinzu kommt eine entsprechende Exportfunktion für die Ergebnisse (PIETZSCH & FÜRST o.J.:o.S.).

Um die Entscheidung bezüglich spezifischer Landnutzungsänderungen zu vereinfachen, sind weitere Datenlayer verfügbar. So lassen sich beispielsweise Informationen über das Klima (Niederschlag und Temperatur), Vorrang und Vorbehaltsgebiete (Naturschutz, Rohstoffe, Wald) sowie Zielzustände ableiten. Durch weitere Regelsätze des AAMS können diese Layer um zusätzliche ergänzt werden.

Die Bearbeitung findet auf Basis von Rasterzellen statt, welche einzeln oder auch flächenhaft geändert werden können. Jeder dieser Zellen ist eine entsprechende Landnutzung zugeordnet. Letztlich findet die Bearbeitung dann in einzelnen Schritten statt, was zum Vorteil hat, dass so auch Zwischenschritte möglicherweise Szenarien hervorbringen können.

5 Praktische Szenarien am Beispiel des Erzgebirges

Mit dem Entwurf eigener Landnutzungsszenarien für das Osterzgebirge beschäftigen sich die folgenden Kapitel. Im Speziellen bezeichnet sich der Kachelausschnitt als Regklam mit Corine 06 Kachel 8 – 4, das Indikatorenset ist Regklam mit KUP + WET. Die einzelnen Szenarien sind hierbei nach Extremszenarien und tatsächlich umsetzbaren Szenarien gegliedert. Dadurch soll getestet werden, was maximal in dem Kachelausschnitt möglich ist.

5.1 Bewertungsgrundlagen

Da die Bewertungsgrundlagen letztlich den Kern zur Beurteilung eines Szenarios darstellen, sollen diese kurz erläutert werden. Hierfür wurde jedoch ein bereits bestehendes Indikatorenset verwendet und kein eigenes erstellt, da die Integration aller Merkmale bezüglich der einzelnen Faktoren den Rahmen dieses Projektes überschreiten würde. Die Bewertung selbst wird mittels einer Skala von 0 – 100 durchgeführt, wobei 0 den geringsten und damit in der Regel schlechtesten Wert, 100 hingegen einen optimalen Wert für die einzelnen Faktoren darstellt. Vergeben wurden die Punkte mit Hilfe von Literaturwerten und der Befragung jeweiliger Experten, welche die einzelnen Landschaftselemente entsprechend eingeschätzt haben (FÜRST et al. 2010:o.S.).

5.1.1 Ästhetik und menschliches Wohlergehen

Die Ästhetik einer Landschaft lässt sich häufig sehr schwer bestimmen, da die Meinungen, was ästhetisch wertvoll ist, meist deutlich variieren. Dennoch wird versucht, diesen Wert möglichst wissenschaftlich zu erfassen. Letztlich gibt es hierfür drei Ebenen die zu betrachten sind (Abb. 3). So ist die erste Ebene die sachliche, d.h. es wird beschrieben, was tatsächlich auf dem Gebiet vorzufinden ist. Des Weiteren weist der Betrachter diesen Elementen emotional eine gewisse Bedeutung zu und nimmt bestimmte Gerüche, Geräusche und ähnliches wahr, was letzten Endes zum Landschaftsbild führt (NOHL 1993:5ff). Dennoch geben verschiedene Menschen bestimmten Landschaftselementen oft einen ähnlichen Wert. In der Regel kommt man daher zu dem Schluss, dass eine „gute“ Landschaft dann vorhanden ist, wenn die Menschen sich wohl fühlen (GERHARDS 2003:12).

Es muss nun versucht werden, die Landschaft rational einzuschätzen, um zu einer belastbaren Bewertungsgrundlage zu kommen. Hierzu existieren nach AUGENSTEIN (2002) drei objektbezogene Ansätze:

- Physiognomischer Ansatz: Wert der Landschaft wird durch das Vorhandensein bestimmter Landschaftselemente eingeschätzt
- Ökologischer Ansatz: Naturnähe als wesentlichster Indikator zur Ästhetik
- Formal-ästhetischer Ansatz: Stadt- und Landschaftsarchitektur bilden den Kern der Bewertung, Betrachtung der Landschaft als Ganzes da sie mehr als die Summe ihrer Teile ist

Daneben lässt sich noch der subjektive Ansatz formulieren. Hierbei nimmt man Kennzahlen wie z.B. die Anzahl an Touristen als Bewertungsgrundlage für die Ästhetik einer Landschaft (AUGENSTEIN 2002:41). Die Bewertungsgrundlage nach Regklam stützt sich vor allem auf den physiognomischen und ökologischen Ansatz, wodurch auch die Punkte für die einzelnen Landschaftsformen entsprechend vergeben worden sind (FÜRST et al. 2010:o.S.).

Eng damit verbunden ist die Bewertung des menschlichen Wohlergehens. Dafür fließen Indikatoren ein, welche beispielsweise die Güteklasse des Trinkwassers bezüglich der Nitratbelastung beschreiben, aber auch, wie die Luftqualität in der Region ist. Somit gehen Wohlergehen als auch Ästhetik Hand in Hand, da ein guter ökologischer Zustand auch einen positiven Effekt auf das menschliche Wohlergehen hat (AUGENSTEIN 2002:70).

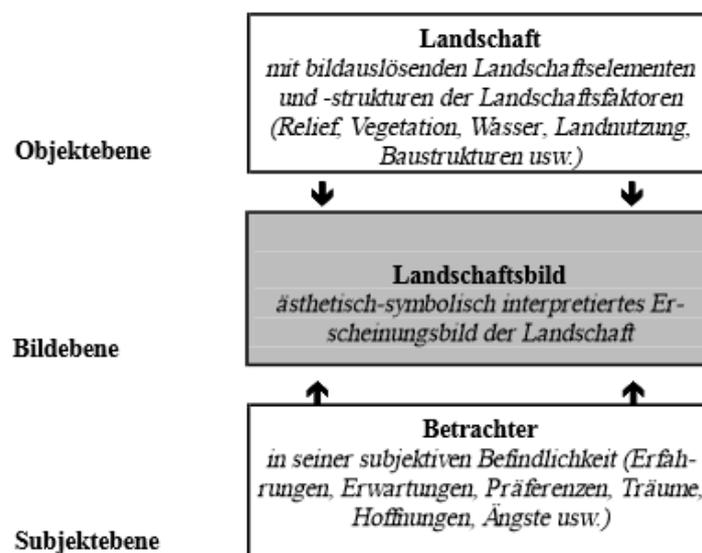


Abb. 3: Bewertungsmethodik einer Landschaft (NOHL 1993:5)

5.1.2 Ökonomie und Biomasseproduktion

Folgend sollen die beiden sehr eng verknüpften Indikatoren Biomasseproduktion als auch Ökonomie beschrieben werden. „Unter dem Begriff ‚Biomasse‘ werden sämtliche Stoffe organischer Herkunft verstanden, die nicht fossilen Ursprungs sind“ (RASCHKA & CARUS 2012:7). Da es sich beim Einzugsgebiet um einen ländlichen Raum handelt, leben die meisten Menschen demzufolge von der Land- oder aber Forstwirtschaft, welche daher insbesondere die ökonomischen Triebkräfte sind. Daneben ist das Gast- und Hotelgewerbe bedingt durch den Tourismus nicht zu vernachlässigen (vgl. Kap. 3.2). Schwerindustrie o.ä. ist hingegen deutlich geringer vertreten, weshalb Siedlungsgebiete und eben Ackerflächen als Landbedeckung die ökonomische Wertigkeit des Einzugsgebiets ausmachen. Allerdings ist die ökonomische Produktion eines Hektars Ackerland gegenüber verschiedenartiger Industrie deutlich geringer. Dies wird schon daran deutlich, dass für die Beispielregion silbernes Erzgebirge lediglich eine mittlere Bruttolohnsumme von 20 000 € zu verzeichnen ist (Bundesdurchschnitt: 25 800 €)(KORFF et al. 2007:11). Die relativ geringe Erwirtschaftung von Werten in der Landwirtschaft gegenüber dem Flächenverbrauch lässt sich auch daran erkennen, dass diese zwar 60 % der Gesamtfläche der Region silbernes Erzgebirge ausmacht, jedoch nur 4.8 % der Beschäftigten in diesem Sektor vertreten sind (KORFF et al. 2007:10). Die ökonomische Wertigkeit kann jedoch nicht nur an der reinen Produktion festgemacht werden. So leisten extensive Land- und Forstwirtschaft einen erheblichen Beitrag zur ästhetischen Wertigkeit und zur ökologischen Vielfalt und damit auch zur touristischen Attraktivität der Region (KORFF 2007:20).

Bei der Biomasseproduktion hingegen ist die Forst- und Landwirtschaft klar die Triebkraft, da ihr Hauptaugenmerk auch auf selbiger liegt. So wurden 2008 76.1 Mio. t Holz aller Arten produziert. Aus der Landwirtschaft kommen zusätzlich 35 Mio. t Getreidestroh, 25 Mio. t Erntereste und 15 Mio. t sonstige Reststoffe. Zusätzlich sind kleinere Mengen an Zucker, Stärke und andere in der Industrie genutzte landwirtschaftliche Produkte zu vermerken (RASCHKA & CARUS 2012:10ff). Diese Werte schlagen sich schließlich in der Bewertungsmatrix nieder. So weisen Kurzumtriebsplantagen als auch Ackerlandflächen mit dem Wert 100 die höchste Bereitstellung an Biomasse auf, abgestuft dazu folgen die verschiedenen Waldtypen als auch sonstigen agrarischen Bewirtschaftungen. Ökonomisch besitzen folgerichtig die Gewerbegebiete und Siedlungsgebiete die höchsten Werte. Je nach dem Verkaufswert für den Festmeter Holz folgen die Wälder sowie die Landwirtschaft.

5.1.3 Anpassung an den Klimawandel und ökologische Integrität

Wie die Anpassung an den Klimawandel durch Landnutzungsänderungen vollzogen werden kann, wurde bereits hinreichend in den Kapiteln 3.2 und 3.3 beschrieben, entscheidend ist allerdings, wie die Bewertungsgrundlage für die einzelnen Landnutzungsklassen zustande kommt. Es wurde dabei ebenfalls erläutert, dass die ökologische Integrität und Vielfalt mit der Anpassung an den Klimawandel einhergeht, weshalb die beiden Bereiche auch hier gemeinsam betrachtet werden sollen.

Tab. 1: Landschaftsstrukturmaße (PIETZSCH & FÜRST o.J.:o.S.)

Landschaftsstrukturmaß	Bewertungskriterium	Verwendet für
Effektive Maschenweite	Landschaftszerschneidung	Ökologische Intaktheit
Kosten-Distanz-Analyse	Biotopverbund	Ökologische Intaktheit
Shannon-Index, Patch-Dichte	Landschaftsdiversität	Ökologische Intaktheit & Ästhetik
Shape-Index	Kompaktheit naturnaher Landnutzungstypen	Ökologische Intaktheit & Ästhetik

So dient zum einen die strukturelle Vielfalt dazu, sich entsprechend an den Klimawandel anzupassen. Eine Konzentration auf Monokulturen in Land- und Forstwirtschaft erscheint daher wenig sinnvoll (UMWELTBUNDESAMT 2011:5). Zum Zweiten sollen natürlich möglichst große Mengen an Treibhausgasen gebunden oder aber auch Bioenergie durch diesen Landnutzungstyp zur Verfügung gestellt werden. Folglich sind Wälder, aber auch landwirtschaftliche Flächen, mit hohen Werten vertreten.

Bei der Ökologie wird insbesondere darauf Wert gelegt, wie artenreich ein bestimmter Landnutzungstyp ist (FÜRST 2010:o.S.). Daneben gehen die Landschaftsstrukturmaße (LSM) hier ein, wobei anzumerken ist, dass diese ebenfalls in die Bewertung Ästhetik einfließen. So sind zum Beispiel ökologisch wertvolle Gebiete, welche nur in einer räumlichen Konzentration vorkommen, weniger wertvoll als wenn sie räumlich verteilt sind. Hinzu kommt, dass die einzelnen Ökosysteme untereinander vernetzt sein müssen, um eine starke positive Wirkung entfalten zu können (PIETZSCH & FÜRST o.J.:o.S.). In Tabelle 1 sind die Bewertungskriterien bezüglich der Landschaftsstruktur dargestellt. Die einzelnen Maße sind im Zusammenhang mit dem Bewertungskriterium weitgehend selbsterklärend und sollen daher nicht weiter aufgeschlüsselt werden.

5.2 Ausgangssituation

In Abbildung 4 ist die Ausgangssituation des Regionsausschnitts mit seinen Landnutzungsklassen dargestellt. Es zeigt sich eine deutliche Dominanz aller agrikulturnen Flächen. Von unbewässertem Ackerland (55 %) bis hin zu Landwirtschaft mit komplexen Parzellenstrukturen (2 %). Insgesamt macht der Anteil 73 % der Gesamtfläche aus. Am zweistärksten sind die Nadelwälder mit 19 % vertreten. Aber auch die Siedlungsflächen nehmen entlang der Täler mit 6 % doch eine relativ große Fläche ein, wohingegen industriell genutzte Gebiete zu vernachlässigen sind. Bedingt durch die Talsperre Lichtenberg ist der Wasseranteil wiederum verhältnismäßig groß.

Die Bewertung der Ausgangssituation ist in Tabelle 2 dargestellt. Aus dieser geht hervor, dass bedingt durch den im Vergleich zur Region geringen Waldanteil die Anpassung an den Klimawandel schlechter ist, als dies für die Region gegeben ist. Dies gilt folgerichtig auch für die ökologische Integrität und damit einhergehend auch für die Ästhetik, da diese eng mit der Anpassung an den Klimawandel verknüpft ist. Der Wert für Erholung hängt eng mit dem Waldanteil als auch dem hohen Ackerlandanteil zusammen. Der große Anteil an Ackerland stellt hingegen große Mengen an Biomasse zur Verfügung und sorgt für relative wirtschaftliche Prosperität. Damit lassen sich bereits erste Ziele für eine mögliche Verbesserung formulieren. So wäre es möglich, mit einer sinnvoll strukturierten Steigerung des Waldanteils gleich mehrere Defizite der Landnutzung im Beispielgebiet zu verbessern. Entscheidend ist dabei, wie dieser gesetzt wird und auch wie entsprechende Rückgänge des Ackerlandes kompensiert werden können, damit weiterhin eine wirtschaftliche Perspektive besteht.

Tab. 2: Bewertung der Ausgangssituation

Klasse	Region	Kachel
CC mitigation	50	43
Bioresource provision	49	61
Ecological integrity	67	60
Regional economy	46	54
Aesthetical value	63	53
Human health and well being	55	49

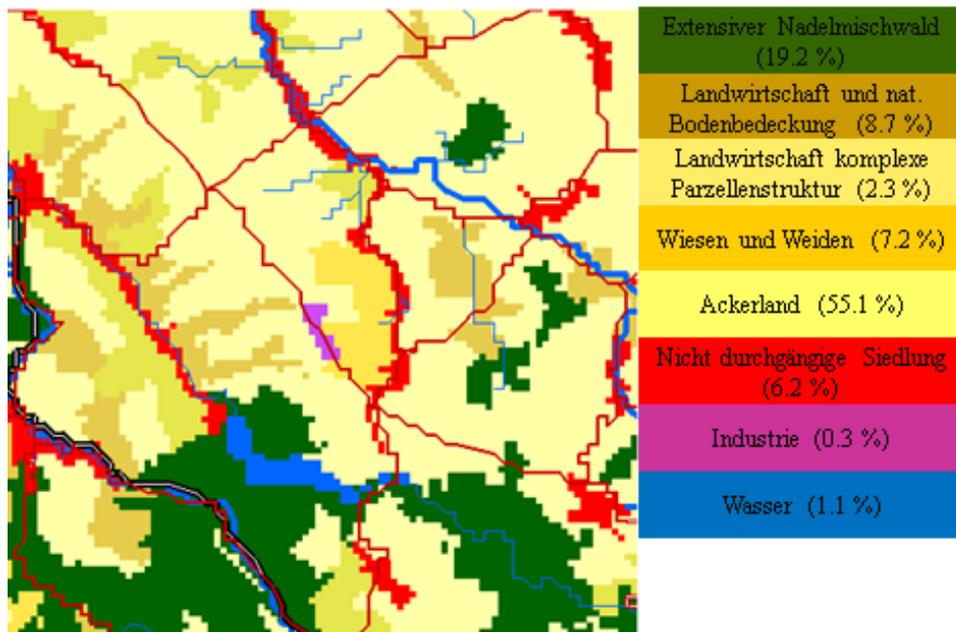


Abb. 4: Ausgangssituation im Testgebiet mit Flächenanteilen in %

Daher sollen hier noch kurz die physischen Gegebenheiten betrachtet werden. In Abbildung 5 sind sowohl die Vorrang- und Vorbehaltgebiete, aber auch die Reliefierung und damit das mögliche Erosionspotential abgebildet. So lassen sich schon Empfehlungen zum Erosionsschutz in Talnähe geben, aber auch die etwaige Ansiedlung eines Waldes in den für den Naturschutz vorgesehenen Flächen begründen.

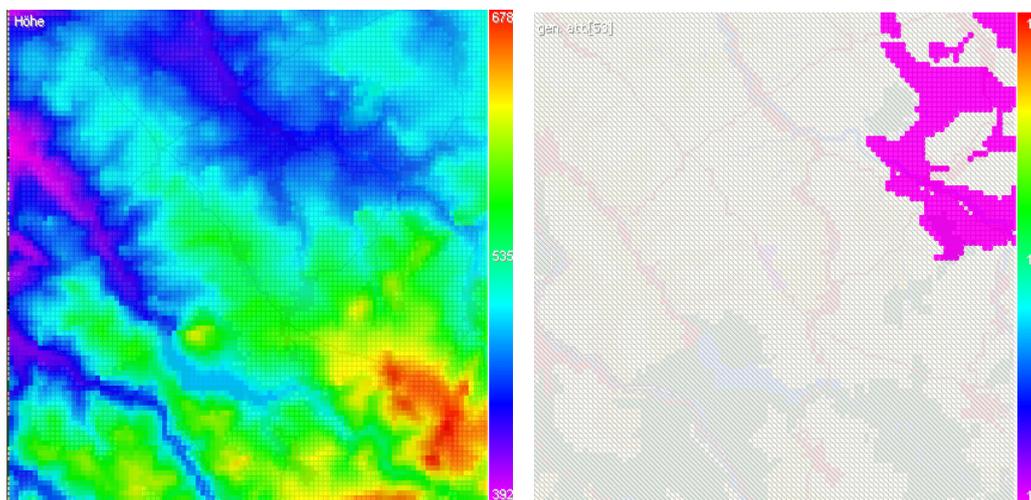


Abb. 5: Höhenlage im Gebiet (links) und Vorrang- und Vorbehaltsflächen für den Naturschutz

5.3 Extremszenarien

5.3.1 Aufforstung als Option

Wie in Kapitel 5.2 angesprochen, stellt die Aufforstung eine Möglichkeit dar, gleich mehrere Werte anzupassen. In diesem Extremszenario sollen dabei einige weitere Aspekte berücksichtigt werden. So ist davon auszugehen, dass:

- a) Siedlungsflächen konstant bleiben, da ein Wegfall aller Siedlungen extrem unrealistisch wäre
- b) Wasserflächen erhalten bleiben, da eine Verfüllung der Talsperre Lichtenberg ebenfalls unrealistisch wäre
- c) Eine Waldmonokultur in der Wirklichkeit extrem Schädlingsanfällig wäre und daher nicht empfehlenswert ist.

Daher wurde über den CA eine Regel erstellt, welche alle Flächen außer die zwei besagten in verschiedene Waldtypen umwandelt. Hierzu fanden die in Kapitel 3.1 erwähnten optimal an den Klimawandel angepassten Baumtypen besondere Berücksichtigung. Der Schwerpunkt wurde auf die Fichten-Tannen-Mischwälder gelegt (50 %), da diese die höchsten Werte in ihren Bewertungskriterien aufweisen. Daneben wurden der Douglasien-Eichen-Mischwald (25 %) sowie der Buchen-Eichen-Mischwald (25 %) ausgewählt. Zusätzlich wurde auch der bestehende extensiv genutzte Kiefernwald in diese Form umgewandelt. In Abbildung 6 ist das Ergebnis dargestellt.

Es bestätigt sich die Vermutung, dass die mit der Ökologie verbundenen Werte ansteigen. So steigen die Werte Ästhetik, menschliches Wohlergehen, Klimawandelanpassung und ökologische Integrität auf einen Wert von nahe 90. Zudem können bedingt durch den Holzgewinn und dessen Verkauf die Einbußen bei der Regionalökonomie in Grenzen gehalten werden. Einzig die Bereitstellung von Bioressourcen sinkt massiv ab. Das dieses Szenario nicht realistisch ist, erscheint soweit logisch, es zeigt jedoch deutlich, dass mit einer Aufforstung durchaus die Defizite der Kachel beseitigt werden können. Daher kann für die expliziten Szenarien eine Aufforstung mit genau diesen Arten in Betracht gezogen werden. Auch eine Waldumstrukturierung erscheint daher sinnvoll.

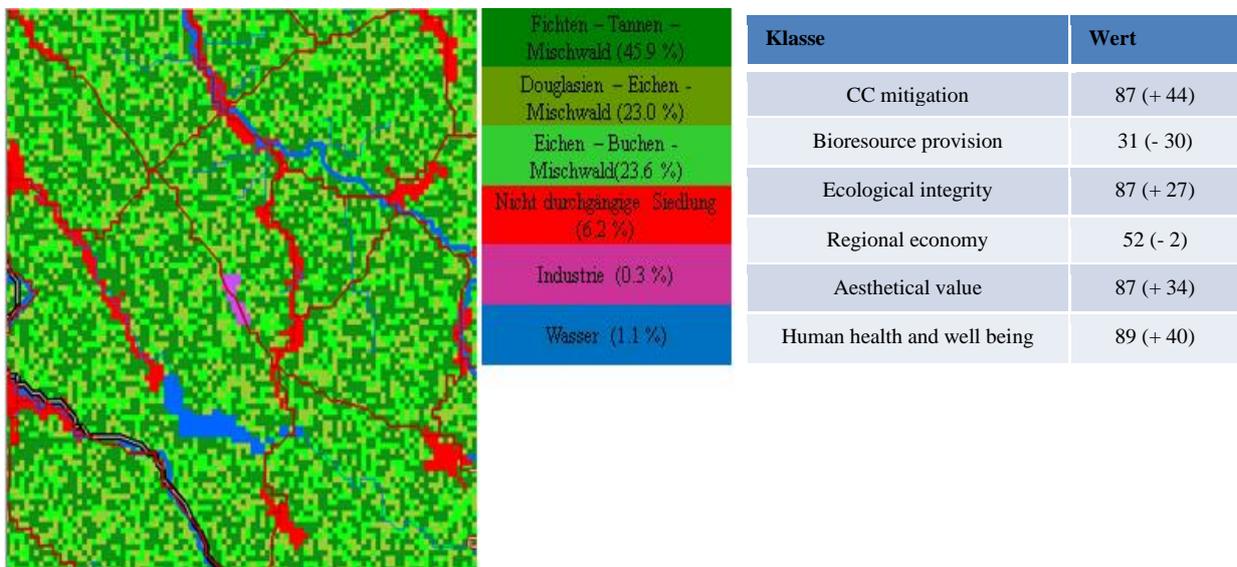


Abb. 6: Extremszenario 1 mit maximaler Aufforstung

5.3.2 Ökonomie als Option

Das zweite Extremszenario befasst sich mit der Maximierung der ökonomischen Leistungsfähigkeit. Dazu sind prinzipiell zwei Möglichkeiten ins Auge zu fassen:

- a) Die Errichtung von Gewerbegebieten auf der gesamten Fläche
- b) Die Forcierung von Ackerland auf der gesamten Fläche

Erstes ist aufgrund des Relief nicht umzusetzen, daher wurde die zweite Option gewählt, obgleich der ökonomische Input von Ackerland geringer ausfällt als der der Gewerbegebiete. Nichtsdestotrotz können so die Stärken die das Testgebiet gegenüber der Region bezüglich Biomasse und Ökonomie besitzt weiter verbessert werden. Die Randbedingungen für die Umwandlung bleiben dieselben wie im ersten Szenario. Umgewandelt in nicht bewässertes Ackerland werden alle sonstigen Ackerlandflächen sowie alle Waldflächen. In Abbildung 7 ist das Ergebnis des zweiten Extremszenarios dargestellt.

Aus dieser geht hervor, dass mit dem Versuch die Ökonomie über den Ackerlandanteil zu steigern lediglich zwei Klassen eine Verbesserung erfahren. So kann die Biomasseproduktion deutlich verstärkt werden und die Regionalökonomie wird mit 18 Punkten ebenfalls relativ stark gesteigert. Alle anderen Klassen sinken dagegen in ihrer Ausprägung. Somit erfährt das Testgebiet nur eine geringe Verbesserung in zwei Punkten, alle anderen Klassen fallen recht deutlich ab. Die Ergebnisse stellten sich bei dem Aufforstungsszenario deutlich besser dar. Hinzu kommt, dass bedingt durch die großen einheitlichen Ackerflächen die Erosion massiv verstärkt werden würde und somit von nachhaltiger Bodenbewirtschaftung als auch von Gewässerschutz kaum eine Rede sein kann. Dies lässt letztlich den Schluss zu, dass gerade in speziellen Szenarien über die Aufforstung der Wert der Landnutzung im Testgebiet gesteigert werden kann.

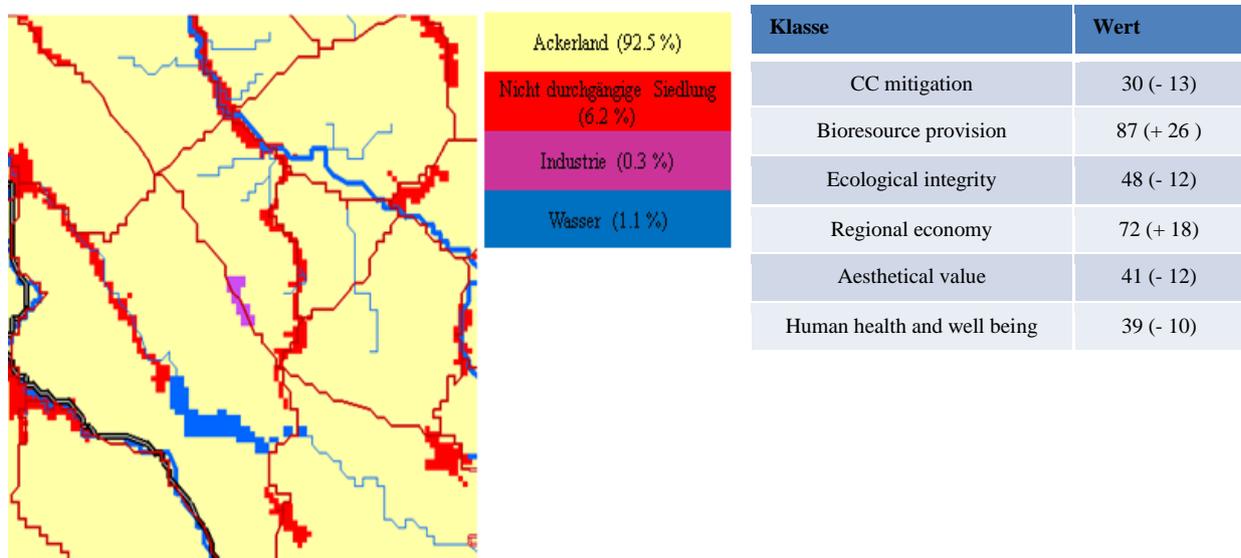


Abb. 7: Extremszenario 2 mit maximalem Ackerlandanteil

5.4 Optimierte Szenarien

5.4.1 Fokus Ökonomie und Landwirtschaft

Wie beim zweiten Extremszenario soll hier versucht werden, die gegenüber der Region schon starke wirtschaftliche Prosperität weiter zu stärken. Allerdings sollen nicht großflächig Ackerflächen angelegt, sondern über die Aufspaltung in verschiedene ökonomisch wertvollere Landnutzungstypen das Ziel erreicht werden. Des Weiteren besteht die Absicht, alle Bewertungsfaktoren außer der Ökonomie möglichst nicht oder nur geringfügig fallen zu lassen oder wenn möglich, auch zu verbessern. In der Praxis wurden hierzu alle verfügbaren Datenlayer über Rohstoffangebot bis hin zu den Erosionspotentialen bedingt durch die Reliefenergie herangezogen.

Da im Testgebiet Rohstoffvorkommen zu finden sind, kann es im Rahmen steigender Rohstoffpreise durchaus lukrativ sein, diese zu fördern (NTV 2010:o.S.). Zwar ist das Vorkommen räumlich relativ klein, aber bedingt durch den Bergbau besteht die Möglichkeit, dass weitere größere Vorkommen erschlossen werden. Es handelt sich hierbei um ein Silbervorkommen im Rahmen des Bergbaugebiets

Frauenstein-Hartmannsdorf (BRAUSE & WÜSTENHAGEN 1997:18). Da Silber zu den Rohstoffen zählt, welche sich in Zeiten der Finanzkrise wirtschaftlich fördern lassen, erscheint ein Abbau durchaus möglich (FAZ 2011:o.S.). Um die Ökonomie der Region weiter zu stärken sind zwei weitere Maßnahmen ergriffen wurden. So ist mittels eines neuen Gewerbegebiets im Osten des Kartenausschnitts auf ehemaligen Weideflächen die Möglichkeit zur Entstehung neuer Arbeitsplätze gegeben. Zum Zweiten sind alle Flächen welche nur Weideland umfasst haben zu Ackerland bzw. extensiv bewirtschafteten Ackerland umgebrochen worden. So sinkt zwar der Grünlandanteil und die ökologische Vielfalt, durch eine intensivere Bewirtschaftung lassen sich aber Erträge und Gewinne steigern.

Durch eine andere Forstwirtschaft lassen sich zudem deren wirtschaftlichen Gewinne erhöhen. Hierfür sind für eine effektive und einfache Bewirtschaftung Monokulturen aufgrund von Skaleneffekten sinnvoller, weshalb die bestehende Waldfläche in einen Fichten-Tannen-Mischwald, bedingt durch die sehr guten wirtschaftlichen Erträge, umgewandelt wird (KELTY 1992:125; KNOKE 2009:16). Um die Klimawandelanpassung auf einem konstanten Wert halten zu können, sind als Kompromiss zwischen Forstwirtschaft und Landwirtschaft Kurzumtriebsplantagen angelegt worden. Diese gedeihen zum einen auch auf geringer wertigen sowie feuchteren Böden und die Bäume können durch ihr Wurzelwerk einen entsprechenden Erosionsschutz gewährleisten. Daher sind Talbereiche ideal, insbesondere wenn die Fläche ausreichend groß für eine gewinnbringende Bewirtschaftung ist (BUND 2010:6f).

Zuletzt lassen sich noch Heckenstrukturen an den Siedlungsgebieten erkennen. Auch sie dienen zum Erhalt der ökologischen Vielfalt des Gebietes und so sollen die negativen Effekte durch den Verlust von Weideflächen ausgeglichen werden. Durch sie kommt der Effekt hinzu, dass sie durchaus ertragssteigernd wirken können, da entsprechende Fressfeinde von Schädlingen von den Hecken zu den Feldern Zugang haben (POSCHWITZ 2009:42f). Die Hecken sind hierbei entlang der ehemaligen Weideflächen und extensiven Ackerflächen angesiedelt und bestehen um den wirtschaftlichen Nutzen hoch zu halten aus Fichten-Tannen-Mischwald.

Das Ergebnis des Ökonomie-Szenarios ist in Abbildung 8 dargestellt. Daraus geht hervor, dass alle Werte auf einem relativ konstanten Wert gehalten bzw. leicht gesteigert, zusätzlich die ökonomische Leistungsfähigkeit sogar um 16 Punkte erhöht werden konnte. Dieser Wert liegt nur zwei Punkte niedriger als im Extremszenario, weshalb hier von einem Erreichen des wirtschaftlichen Maximums auszugehen ist. Die Bereitstellung von Biomasse, aber auch, und das erstaunt, das menschliche Wohlergehen steigerte sich um acht Punkte. Hauptursache für die Erhöhung dieser Faktoren ist jedoch, wie bereits auch im extremen Waldszenario ersichtlich wurde, das Anlegen neuer Waldflächen bzw. der Umbau der vorhandenen.

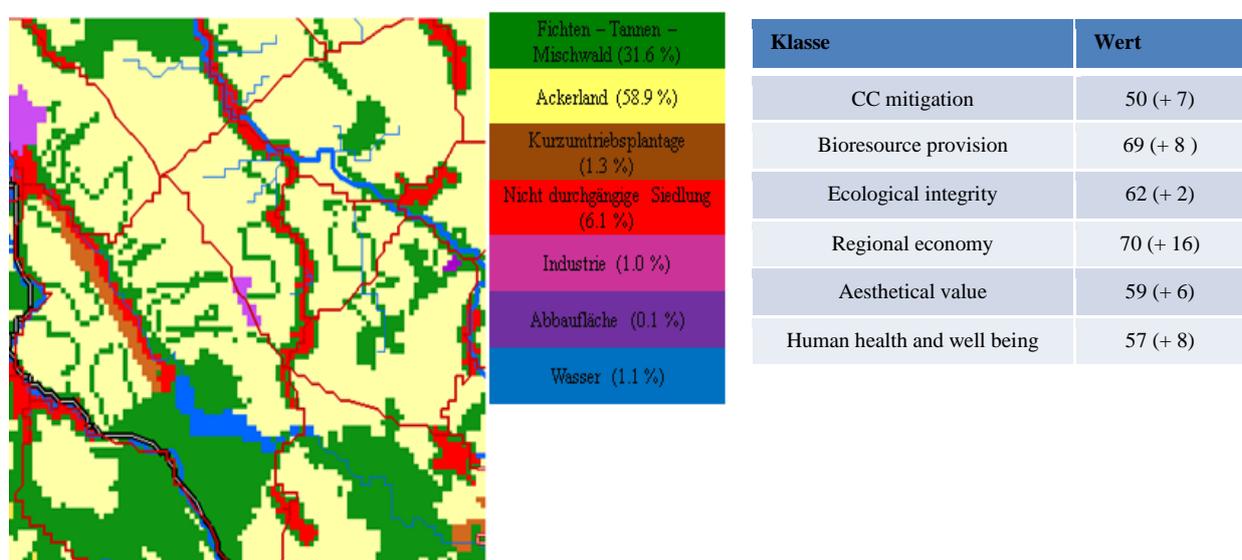


Abb. 8: Szenario 1 mit Fokus auf Ökonomie

5.4.2 Fokus Ästhetik und Ökologie

Im Zweiten Szenario soll mehr die Ökologie und damit auch der Tourismus in den Kern der Landnutzungsplanung gerückt werden. Da sich die Umwandlung des Waldes zum Fichten-Tannen-Mischwald als sehr effizient erwiesen hat, wird auch hier dieses Vorgehen angestrebt. Bedingt dadurch, dass nicht mehr die Wirtschaftlichkeit im Fokus steht, soll allerdings auf Monokulturen verzichtet und auf die im Zweiten Extremszenario verwendete Mischform zurückgegriffen werden (UMWELTBUNDESAMT 2011:5). Auch die Hecken sollen wieder Bestandteil des Landschaftsbildes werden. Damit sie ebenfalls einen gewissen wirtschaftlichen Nutzen haben, demselben Mischwald wie die großen geschlossenen Wälder angehören. Zusätzlich kann durch die Umwandlung von Ackerland in Wälder ein ökologischer und ästhetischer Zugewinn erreicht werden. Dies betrifft vor allem die Vorbehaltsflächen für Natur (vgl. Kap. 3.3). Des Weiteren ist das Tal entlang der Bobritzsch gut geeignet durch hydromorphe Laubwälder hier einen in Deutschland sehr seltenen Bestand zu fördern. Zudem weisen diese Wälder eine große Artenvielfalt auf und können entsprechend zur Hochwasservorsorge beitragen (BOSTELMANN 2004:27f).

Ein weiterer Aspekt ist der Fortbestand der Weideflächen als auch die extensiv genutzten Ackerflächen. Lediglich die komplexe Parzellenstruktur westlich von Burkersdorf soll ebenfalls in Weideland umgewandelt werden. So kann auch hier eine hohe ökologische Wertigkeit ohne zu große Einbußen bezüglich der Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

Letztlich ist es auch das Ziel gewesen, die Landschaftszerschneidung zu verringern und die Biotope selber zu vergrößern, um eine bessere Landschaftsstruktur zu erhalten. Dass das gelungen ist, geht aus Abbildung 9 hervor. So wird durch die Hecken die Zahl kleiner Biotope enorm gesteigert, aber auch die vernetzten Biotope und Kernflächen können deutlich gesteigert werden.

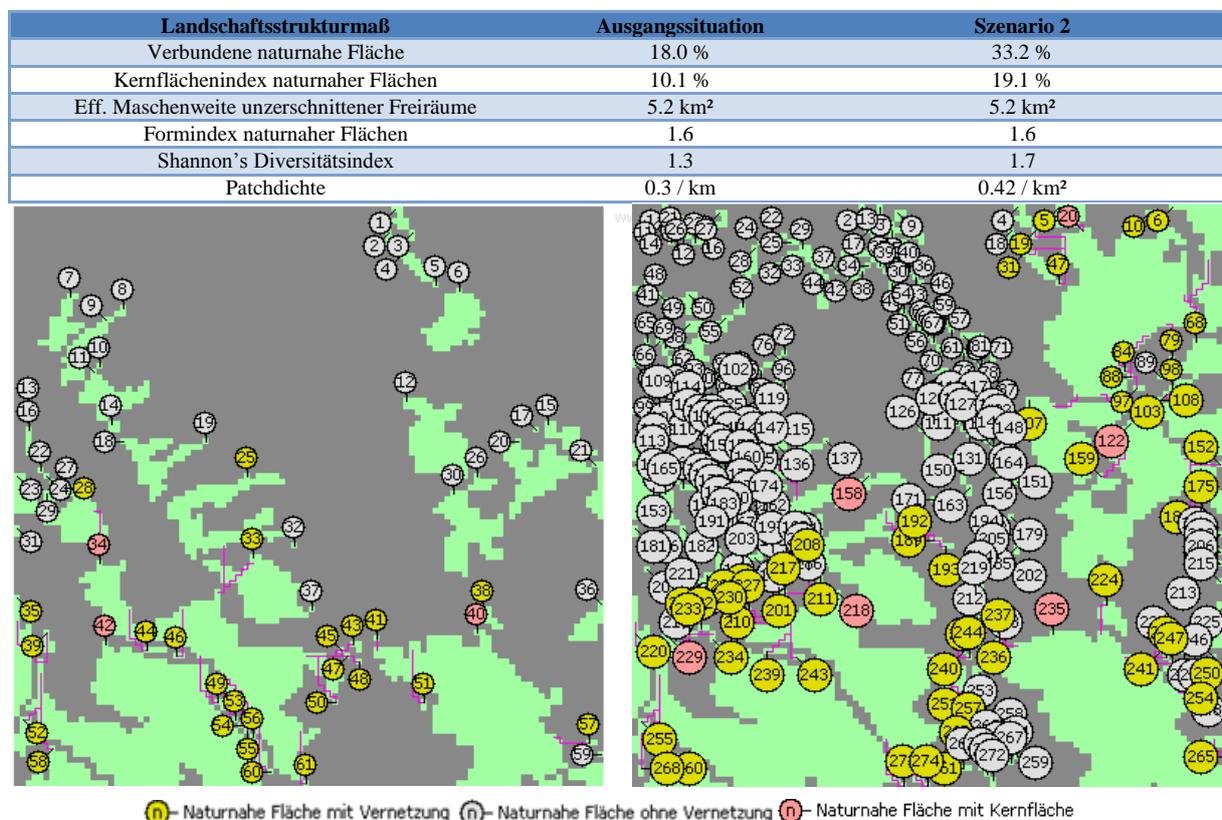


Abb. 9: Veränderung der Landschaftsstruktur im 2. Szenario

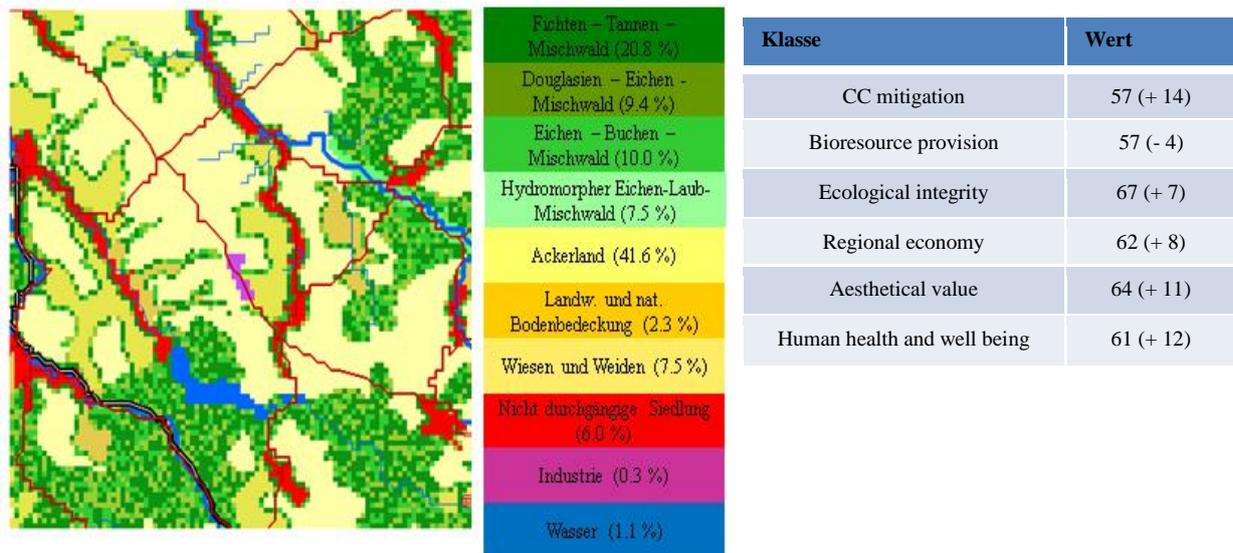


Abb. 10: Szenario 2 mit Fokus auf Ökologie und Ästhetik

Das Ergebnis des zweiten Szenarios ist in Abbildung 10 ersichtlich. Es wird deutlich, dass durch das Ökologie-Szenario besonders stark die Anpassung an den Klimawandel verbessert wird (+ 14 Punkte). Aber auch die Werte bezüglich des menschlichen Wohlergehens und der Ästhetik können mit plus zehn respektive elf Punkten stärker als beim Ökonomie-Szenario gesteigert werden. Auch in der Anzahl an Klassen schlägt sich eine deutlich größere landschaftliche Heterogenität nieder. Nichts desto trotz sind Abstriche bedingt durch die Waldmischung unumgänglich. Somit wird durch die Bewertung nicht ganz korrekt die größere Nachhaltigkeit bezüglich der Anpassung an den Klimawandel durch Mischwald deutlich. Alle anderen Werte können ebenfalls gesteigert werden, lediglich die Bereitstellung von Bioressourcen fällt etwas geringer aus, ist aber immer noch höher als im gesamten Regionsdurchschnitt.

5.4.3 Versuch einer gleichmäßigen Verbesserung

Mit dem dritten und letzten Szenario soll der Versuch unternommen werden, alle Werte relativ gleichmäßig zu steigern und so gegenüber der gesamten Region eine Verbesserung in jeglicher Hinsicht zu erreichen. Man könnte dies auch als den Versuch bezeichnen, eine Art optimales Szenario zu entwerfen. Ob dies gelingt, soll folgend kurz beschrieben werden. Insgesamt finden hierbei die positiven Elemente der beiden vorangegangenen Szenarien Eingang.

Bei der Umsetzung sind aus dem ersten Szenario die Monokultur des Fichten-Tannen-Mischwaldes, die Abbaufäche für Silber, die Kurzumtriebsplantagen und das zusätzliche Gewerbegebiet übernommen wurden. Aus dem zweiten Szenario entstammen die zusätzliche Integration von Wäldern auf den Naturschutzflächen sowie die Nutzung von extensiven Ackerflächen (Ackerland mit natürlicher Bodenbedeckung). Auf die Wiesen und Weiden ist zu Gunsten einer stärkeren Ökonomie verzichtet worden. Da sich die Hecken in jedem Fall bewährt haben, sind diese ebenfalls mit eingeflossen. Zusätzlich ist statt einem hydromorphen Eichen-Laub-Mischwald eine kleine Moorfläche im Bereich der Vorbehaltsflächen für den Naturschutz an einem Seitenarm der Bobritzsch vorzufinden. Das Ergebnis und die Bewertung des selbigen sind in Abbildung 11 ersichtlich.

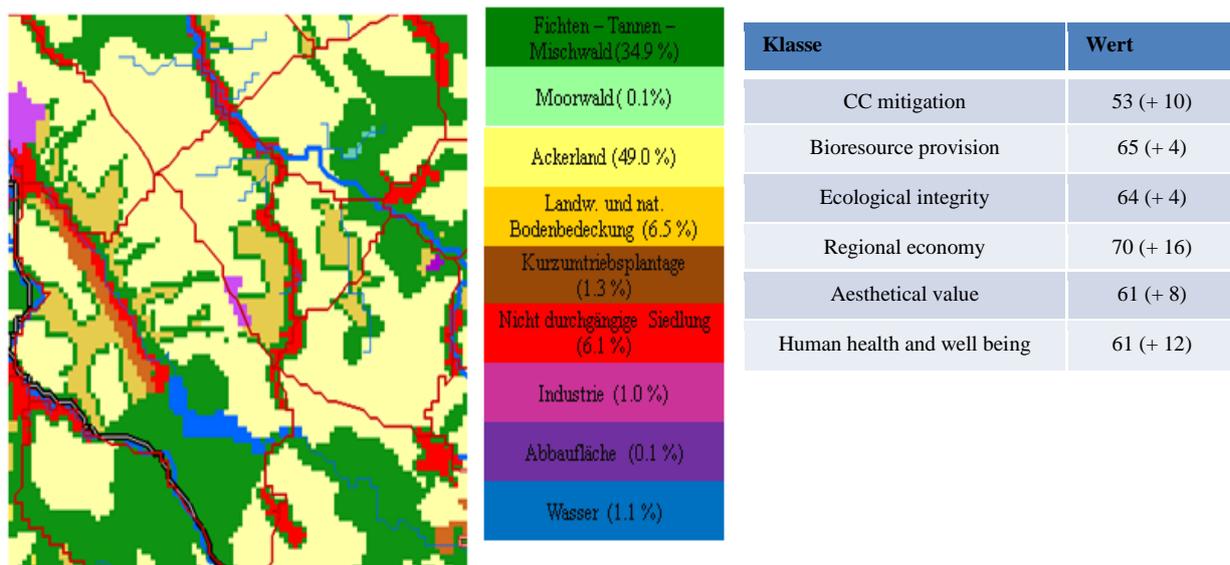


Abb. 11: Szenario 3 mit Fokus auf eine allgemeine Verbesserung

Somit können alle Werte gesteigert werden, wobei den höchsten Wert erneut die ökonomische Leistungsfähigkeit des Beispielgebiets mit 70 Punkten aufweist. Aber auch das menschliche Wohlergehen kann den Wert des zweiten Szenarios erreichen, die Ästhetik liegt zwischen den beiden Szenarien. Zusätzlich ist eine gute Klimawandelanpassung gegeben und die Bereitstellung von Bioressourcen sowie die ökologische Integrität können leicht gesteigert werden. Insgesamt erreicht man mit diesem Szenario Bewertungen, die, mit Ausnahme der Ästhetik (-2 Punkte) und der ökologischen Integrität (-3 Punkte), deutlich höher sind als der Regionsdurchschnitt.

6 Diskussion

Nach der Betrachtung der drei Szenarien bleibt die Frage, welches eine Empfehlung zur Umsetzung in der Region bekommen würde. Problematisch ist hierbei die Bewertungsgrundlage selbst, auf deren Basis diese Einschätzung letztlich stattfindet, aber auch, wie der Klimawandel tatsächlich verläuft und welche wirtschaftlichen Entwicklungen zukünftig auf die Region zukommen werden.

Bedingt durch die Einkommensschwäche der Region wäre es natürlich empfehlenswert, neue Gewerbefläche zu erschließen, und insofern rentabel, die verfügbaren Rohstoffe zu fördern. Hierbei wird jedoch ausgeklammert, welche negativen Folgen dieses Vorgehen für die touristische Attraktivität besitzt und ob dadurch entsprechende Arbeitsplätze im Hotel- und Gastgewerbe verloren gehen. In der Regel ist es wenig förderlich, gerade im Zuge einer steigenden Anzahl extremer Niederschlagsereignisse, die Flächenversiegelung weiter voranzutreiben (KLEBINDER et al. 2007:167). So ist es dienlich, für die versiegelten oder durch Bergbau ökologisch und ästhetisch geschädigten Gebiete entsprechende Ausgleichsflächen zu schaffen, wobei in Sachsen der Schwerpunkt insbesondere auf dem Wasserückhalt liegt (NASA 2011:o.S.). Dies kann eben durch das Anlegen eines Waldes im Bereich des dem Naturschutz vorbehaltenen Gebiets geschehen.

Auch bleibt die Frage offen, ob sich auf den Gewerbeflächen tatsächlich neue Betriebe ansiedeln, obgleich die bereits vorhandenen Gewerbegebiete im Erzgebirge keine Auslastungsprobleme haben (KORFF et al. 2007:13). Zudem stellt sich die Frage, wie sich die Holzpreise entwickeln und welcher Baumbestand hier ökonomisch am sinnvollsten ist, wie sich zukünftige Schädlinge entwickeln und wie gut die spezifischen Baumarten tatsächlich mit neuen Umweltbedingungen zu Recht kommen.

So lässt diese Sachlage nur die Nutzung eines Szenarios zu, in welchem differenziert alle Aspekte Berücksichtigung finden, d.h. es zu einer Verbesserung aller Bereiche kommt, obgleich natürlich mit den örtlichen Akteuren eine entsprechende Umsetzung abgestimmt werden muss. Dies wird letzten Endes im dritten Szenario realisiert, da hier alle Werte ansteigen, aber dennoch eine deutliche Fokussierung auf den sowieso schon starken ökonomischen Bereich stattfindet. Zusätzlich können aber auch die Klimawandelanpassung sowie die für den Tourismus so wichtige Ästhetik weiter gesteigert werden. Bezüglich der praktischen Umsetzung ist es natürlich wichtig, in welchem Zeitrahmen so wesentliche und großräumige Umstrukturierungen gerade beim Waldbau realisierbar sind. So kann man davon ausgehen, das bis zu 100 Jahre vergehen, bis ein Waldgebiet tatsächlich entstanden bzw. umgebaut wurde (UFZ 2006:o.S.).

7 Zusammenfassung

Das Projekt zur Entwicklung einer alternativen Landnutzungsplanung in einem Kachelausschnitt im Osterzgebirge hat deutlich gemacht, dass zahlreiche Aspekte bezüglich solch einer komplexen Planung zu beachten sind. Im Rahmen dieser verhältnismäßig kurzen Arbeit konnten daher nur einige Betrachtungen Eingang finden. So wäre es notwendig die Bewertungsgrundlagen weiter aufzuschlüsseln um der Komplexität die die Landschaft und die einzelnen Landschaftselemente zueinander aufweisen, gerecht zu werden. Nichtsdestotrotz ist es mit dem Tool GISCAME möglich, entsprechende Planungsvorschläge bereitzustellen. So ist mit einem Szenario bei dem alle Aspekte von Ästhetik über Ökonomie bis hin zur Anpassung an den Klimawandel Berücksichtigung finden ein Optimum gefunden, mit dem etwaige Fehlplanungen ausreichend abgefangen werden können. Allerdings haben auch die beiden spezielleren Szenarien durchaus ihre Daseinsberechtigung, da so besser ein Fokus auf gewisse Teilbereiche gelegt und eben in einer Zusammenführung der Handlungsalternativen ein Optimum gefunden werden kann.

Es ist im speziellen Fall aber zwingend erforderlich, die Gegebenheiten vor Ort genauer zu analysieren und die regionalen Akteure entsprechend ihrer Bedürfnisse einzubinden. Zudem ist der zeitliche Rahmen zu hinterfragen, da weltwirtschaftliche Umwälzungen oder auch gesetzliche Regelungen unter Umständen schneller als die Umsetzung etwaiger Planungen von statten gehen können.

Alles in allem lässt sich festhalten, dass sich durch GISCAME zahlreiche neue Möglichkeiten zur Landnutzungsplanung eröffnen. Durch die Veränderbarkeit und die Integration eigener Bewertungsgrundlagen und die Erstellung von speziellen Abfragen und damit einhergehend die Integration neuer Layer (Erosionspotentialen, Vorrang- und Vorbehaltsgebieten, etc.) kann die Landschaft und die Landnutzung bezüglich ihrer Wertigkeit analysiert werden. Mit den Entwicklungsszenarien und den flächenmäßigen Veränderungen mit einer integrierten Zufallskomponente des zellulären Automaten kann letztlich eine gute Entscheidungsunterstützung gegeben werden. Letztlich ist es jedoch, wie in der gesamten Geoinformatik, notwendig vor Ort die theoretischen Planungen zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen.

Literatur

- ABILDTRUP, J. & M. GYLLING (2001): Climate change and regulation of agricultural land use: A literature survey on adaptation options and policy measures. Kopenhagen: Fødevareøkonomisk Institut.
- AUGENSTEIN, I. (2002): Die Ästhetik der Landschaft. Ein Bewertungssystem für die planerische Umweltvorsorge. Berlin: Weißensee Verlag.
- BERNHARDT, A. & M. RÖDER (2008) Osterzgebirge. In: MANNSFELD, K. & R.-U. SYRBE (Hrsg.): Naturräume in Sachsen, Band 257, 209 – 215. Leipzig: Deutsche Akademie für Landeskunde.
- BERNHOFER, C., M. HEIDENREICH & K. RIEDEL (2013): Regionale Klimaszenarios für die Modellregion Dresden. <http://www.regklam.de/fileadmin/Daten_Redaktion/Publikationen/130122_Faktenblatt_regionaler-Klimawandel.pdf> (Stand: Januar 2013)(Zugriff: 23.04.2013).
- BORSTELMANN, R. (2004): Ökologische Funktionen kleiner Fließgewässer im Wald und ihre Bedeutung. In: LANDESFORSTVERWALTUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Fließgewässer im Wald. Beiträge und Untersuchungsergebnisse zu ökologischen Funktionen, zur Gewässerstruktur und Gewässerfauna von Waldbächen, 7 – 30.
- BRAUSE, H. & M. WÜSTENHAGEN (1997): Erläuterungen zur Karte „Mineralische Rohstoffe Erzgebirge-Vogtland/Krúshé hory 1:100 000, Karte 2: Metalle, Fluorit/Baryt – Verbreitung und Auswirkungen auf die Umwelt“. Radebeul: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie & Sächsisches Oberbergamt.
- BUCHMANN, N. (2007): Biodiversität als Versicherung. Hotspot 2007, 16, 16-17.
- BUND (2010): Kurzumtriebsplantagen für die Energieholzgewinnung. Chancen und Risiken. <http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100714_landwirtschaft_bund_position_55_KUP.pdf> (Stand: Juli 2010)(Zugriff: 19.04.2013).
- BUND (o.J.): Moore: Refugien für seltene Arten und Klimaschützer. <http://www.bund.net/themen_und_projekte/naturschutz/moore/> (Stand: o.J.)(Zugriff: 08.04.2013).
- FARINA, A. (2000): Landscape ecology in action. Kluwer: Dordrecht.
- FAZ (2011): Sachsen im Silberrausch. Millionen für den Bergbau. <<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/millionen-fuer-den-bergbau-sachsen-im-silberrausch-1572126.html>> (11.01.2011)(Zugriff: 08.04.2013).
- FÜRST, C., H. KÖNIG, K. PIETZSCH, H.-P. ENDE & F. MAKESCHIN (2010): Pimp Your Landscape - a Generic Approach for Integrating Regional Stakeholder Needs into Land Use Planning. Ecology and Society 15,3, Art. 34.
- GERHARDS, I. (2003): Die Bedeutung der landschaftlichen Eigenart für die Landschaftsbildbewertung dargestellt am Beispiel der Bewertung von Landschaftsbildveränderungen durch Energiefreileitungen. Freiburg: Institut für Landschaftspflege.
- GESCHÄFTSBEREICH DES SÄCHSISCHEN STAATSMINISTERIUMS FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT (2005): Klimawandel in Sachsen. Sachstand und Ausblick 2005. Dresden: Geschäftsbereich des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft.
- GOOGLE INC. (2013): Google Earth (6.1.7601.1). (Stand: 26.02.2013)(Zugriff: 19.04.2013).
- GRÜNES NETZWERK ERZGEBIRGE (2011): Grenzüberschreitende Synergien zwischen Natura-2000-Gebieten und ländlicher Entwicklung. <http://www2.ioer.de/natura/uploads/media/Strategiekonzept_Entwurf_1_dt.pdf> (Stand: 02.03.2011)(Zugriff: 08.04.2013).
- GTZ (1996): Bodenrecht und Bodenordnung. Ein Orientierungsrahmen. Eschborn: GTZ.
- IPCC (2007): Climate Change 2007. Synthesis Report. Valencia: IPCC.
- JANISCH, U. (2007): Empirische Befunde zum Wirtschaftsfaktor Tourismus in Sachsen. In: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2007) (Hrsg.): Statistik in Sachsen 13, 1, 1 – 19.

- KELTY, M.J. (1992): Comparative productivity of monocultures and mixed-species stands. In: KELTY, M.J., B.C. LARSON & C.D. OLIVER (ed.): *The Ecology and Silviculture of Mixed-Species Forests*, 125 – 142. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- KLEBINDER, K., W. BITTERLICH, B. KOHL, M. SCHIFFER & G. MARKART (2007): Wege zur Quantifizierung der Auswirkungen von Versiegelungen auf den Abfluss bei konvektiven Starkregen für Intensivsiedlungsräume des oberösterreichischen Salzkammergutes. *Wildbach und Lawinenverbau* 71, 156, 164 – 173.
- KNOKE, T. (2009): Die ökonomische Zukunft der Fichte. In: Bayrische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (Hrsg.): *LWF Wissen. Fichtenwälder im Klimawandel 2009*, 63, 16 – 21.
- KORFF, J., M. ZIMMER, K. REINCK, K. SCHNEIDENBACH & M. SPINDLER (2007): *Silbernes Erzgebirge. Tradition und Innovation – Erlebnis für uns und unsere Gäste*. Dippoldiswalde: Landschaft(f)t Zukunft e.V.
- NATURSCHUTZVERBAND SACHSEN (NASA) (2011): Hochwasser und Eingriffsausgleich in Sachsen. Flächenversiegelung und Eingriffs-Ausgleichs-Regelung im Freistaat Sachsen – eine kritische Betrachtung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. <<http://www.naturschutzverband-sachsen.de/eingriffsausgleich.htm>> (Stand: Juni 2011)(Zugriff: 21.04.2013).
- NOHL, W. (1993): Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Mastenartige Eingriffe. Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung. <www.munlv.nrw.de/natur-schutz/pdf/landschaftsbildbewertung_pdf.pdf> (Stand: 1993)(Zugriff: 09.04.2013).
- NTV (2010): Bergbau im Erzgebirge. Wiedergeburt einer alten Tradition. <<http://www.ntv.de/wirtschaft/Bergbau-im-Erzgebirge-article1807466.html>> (Stand: 28.10.2010)(Zugriff: 09.04.2013).
- PIETZSCH, K. & C. FÜRST (o.J.): GISGAME. <<http://www.pimpyourlandscape.com/pyls/home.html>> (Stand: o.J.)(Zugriff: 09.04.2013).
- POSCHWITZ, H. (2009): Hecken, Feldgehölze und Streuobstwiesen, schützenswerte Rückzugsgebiete für Pflanzen und Tiere. *Oeko-Jagd* 2009, 3, 42 – 47.
- RASCHKA, A. & M. CARUS (2012): Stoffliche Nutzung von Biomasse. Basisdaten für Deutschland, Europa und die Welt. Dessau: Umweltbundesamt.
- UFZ (2006): Ökologischer Waldumbau ist nötig und möglich. Großforschungsprojekt "Zukunftsorientierte Waldwirtschaft" stellt Ergebnisse vor. <<https://www.ufz.de/index.php?de=6651>> (Stand: 23.01.2006)(Zugriff: 22.04.2013).
- UMWELTBUNDESAMT (2011): Forstwirtschaft. Anpassung an den Klimawandel. <<http://www.umwelt-daten.de/klimaschutz/forstwirtschaft.pdf>> (Stand: August 2011)(Zugriff: 19.04.2013).
- WEBER, J. (2007a): Region der Kontraste. In: Grüne Liga (Hrsg.): *Natur des Ost-Erzgebirges im Überblick. Naturführer Ost-Erzgebirge*. 11 – 66.
- WEBER, J. (2007b): Wo Leben wurzelt - Böden. In: Grüne Liga (Hrsg.): *Natur des Ost-Erzgebirges im Überblick. Naturführer Ost-Erzgebirge*. 110 – 133.
- WEBER, J. (2007c): Entwicklung der Landschaft in den letzten 1000 Jahren. In: Grüne Liga (Hrsg.): *Natur des Ost-Erzgebirges im Überblick. Naturführer Ost-Erzgebirge*. 134 – 221.
- WOCAT (2011): Glossary. <[https://www.wocat.net/en/knowledge-base/documentation-analysis/glossary.html?tx_a21glossaryadvancedoutput_pi1\[char\]=l&cHash=830b8d050cc66c224dbace5279087606](https://www.wocat.net/en/knowledge-base/documentation-analysis/glossary.html?tx_a21glossaryadvancedoutput_pi1[char]=l&cHash=830b8d050cc66c224dbace5279087606)> (Stand: 2011)(Zugriff: 14.03.2012).
- ZEBISCH, M., T. GROTHMANN, D. SCHRÖTER, C. HASSE, U. FRITSCH & W. CRAMER (2005): *Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme*. Dessau: Umweltbundesamt.

Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und nur angegebene Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen habe ich kenntlich gemacht.

Jena, den 24.04.2013 Ferdinand Vettermann