

WALDRANDGESTALTUNG

GIS unterstützte Potentialermittlung



Projektgruppe:

Johannes Feuerbacher
Christian Lutz

Projektpartner:

Lorenz Truffner
FA Rottenburg

Projektwebseite:

<http://gis.feuerbacher.eu>

Kontakt:

Johannes Feuerbacher

johannes@feuerbacher.eu

Christian Lutz

christilutz@web.de

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung	1
2.	Lagebeschreibung, Geologie und Klima des Projektgebietes	2
3.	Waldränder als artenreiche Ökotope – Ein Einblick	3
3.1	Waldranddefinitionen	3
3.2	Waldrandtypen und ihr Aufbau	3
3.2.1	Negativ-Beispiel	3
3.2.2	Der optimale Aufbau eines Waldrandes	4
3.3	Flora und Fauna des Waldrandes	6
3.4	FFH-Arten und SPA-Arten	6
3.5	Der Waldrand als Habitat	7
3.6	Vorteile eines ökologisch hochwertigen Waldrands	8
3.6.1	Naturschutzpotential	8
3.6.2	Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktion	8
3.6.3	Forstwirtschaft	9
3.6.4	Landwirtschaft	9
3.6.5	Jagd	10
3.6.6	Energieholzpotential	10
3.7	Gefährdungen	10
4.	Methodik der Gis-Auswertung	11
4.1	Bewertungssystem	11
4.2	Koordinatensystem	11
4.3	Methodik der Standortsuche zur Waldrandgestaltung in Deutschland am Beispiel von Baden- Württemberg im Kreis Tübingen	12
4.3.1	Einleitung	12
4.3.2	Verwendete Daten	12
4.3.3	Aufbereitung und Auswertung der Daten mit ArcGis	12
Model	Model Landkreis	12-I
4.3.4	Bewertung der Einflussfaktoren Landschaft und Landnutzung	13
4.3.5	Methodik zur Berechnung des Naturschutz- und Aufwertungspotentials des Waldrands	15
4.3.5.1	Segmentierung der Waldrandlinie	15
4.3.5.2	Wirkung der Einflussfaktoren auf ihre Umgebung Addition der Einflußfaktoren Besonderheiten bei der Umwandlung in Raster	15
4.3.5.3	Einflussfaktoren und ihre Wirkung auf den Waldrand	15
4.3.5.4	Berechnung der bewerteten Waldrandlänge	16
4.4	Methodik zur Waldrandbewertung und Ermittlung des Energieholzpotentials im Projektgebiet Kiebingen	17
4.4.1	Einleitung	17
4.4.2	Verwendete Daten	17
4.4.3	Aufbereitung und Auswertung der Daten mit ArcGis	18
Model	Model Kiebingen	18-I
4.4.4	Bewertung der Landschaft und der Landnutzung	18

4.4.5	Methodik zur Berechnung des Naturschutz- und Aufwertungspotentials des Waldrands	20
4.4.5.1	Segmentierung der Waldrandlinie	20
4.4.5.2	Wirkung der Einflussfaktoren auf ihre Umgebung Addition der Einflußfaktoren Besonderheiten bei der Umwandlung in Raster Besonderheiten bei der Addition von linearen Einflußfaktoren	20
4.4.5.3	Einflussfaktoren und ihre Wirkung auf den Waldrand	21
4.4.5.4	Berechnung der bewerteten Waldrandlänge	21
4.4.5.4	Berechnung der Landnutzungsflächenanteile im Projektgebiet Kiebingen	22
4.4.6	Methodik zur Berechnung des Energieholzpotentials im Projektgebiet Kiebingen	23
4.5	Methodik der Ermittlung der Waldzunahme und –abnahme	24
4.5.1	Einleitung	24
4.5.2	Verwendete Daten	24
Model	Model Waldzunahme	24-I
4.5.3	Aufbereitung und Auswertung der Daten mit ArcGis	25
4.5.4	Scannen und Digitalisieren von alten Luftbildern 1956, 1975 und 1993 (Forstamt Rottenburg)	25
4.5.5	Flächenberechnung	26
4.6	Bekannte Probleme	26
5.	Projektergebnisse und Interpretation	27
5.1	Ergebnisse der Standortsuche am Beispiel des Landkreis Tübingen	27
5.2	Ergebnisse aus dem Projektgebiet Kiebingen	30
5.2.1	Naturschutzpotential	30
5.2.1.1	Landnutzungsverteilung im Projektgebiet	30
5.2.1.2	Ergebnis der Berechnung des Naturschutzpotentials	31
5.2.1.3	Ergebnis für 100m Einflußbereich der Landschaft	32
5.2.1.4	Bewertung des Ergebnisses für 100m Einflußbereich der Landschaft	32
5.2.2	Energieholzpotential	35
5.2.2.1	Karte der Vegetation	35
5.2.2.2	Ergebnisse der Berechnungen mit Gis	35
5.2.2.3	Waldrandgestaltung, Vorschlag zur Vorgehensweise	37
5.2.2.4	Mögliche Erlöse im Projektgebiet	37
5.2.3	Waldrandentwicklung seit 1956	39
	Anhang	42
	Literaturverzeichnis und Internetquellen	47

1. Einleitung

In folgender Arbeit soll zunächst umfassend der Lebensraum Waldrand dargestellt werden. Es wird erläutert, welche wichtige Bedeutung ein naturnah gestalteter Waldrand sowohl für die Natur, wie auch für die Gesellschaft hat. Insbesondere wird auf die zahlreichen Vorteile eines ökologisch hochwertigen Waldrandes eingegangen. Des Weiteren wird die Methodik der Analysen und Berechnungen beschrieben. Schlussendlich werden die Ergebnisse der Arbeit offen gelegt und interpretiert.

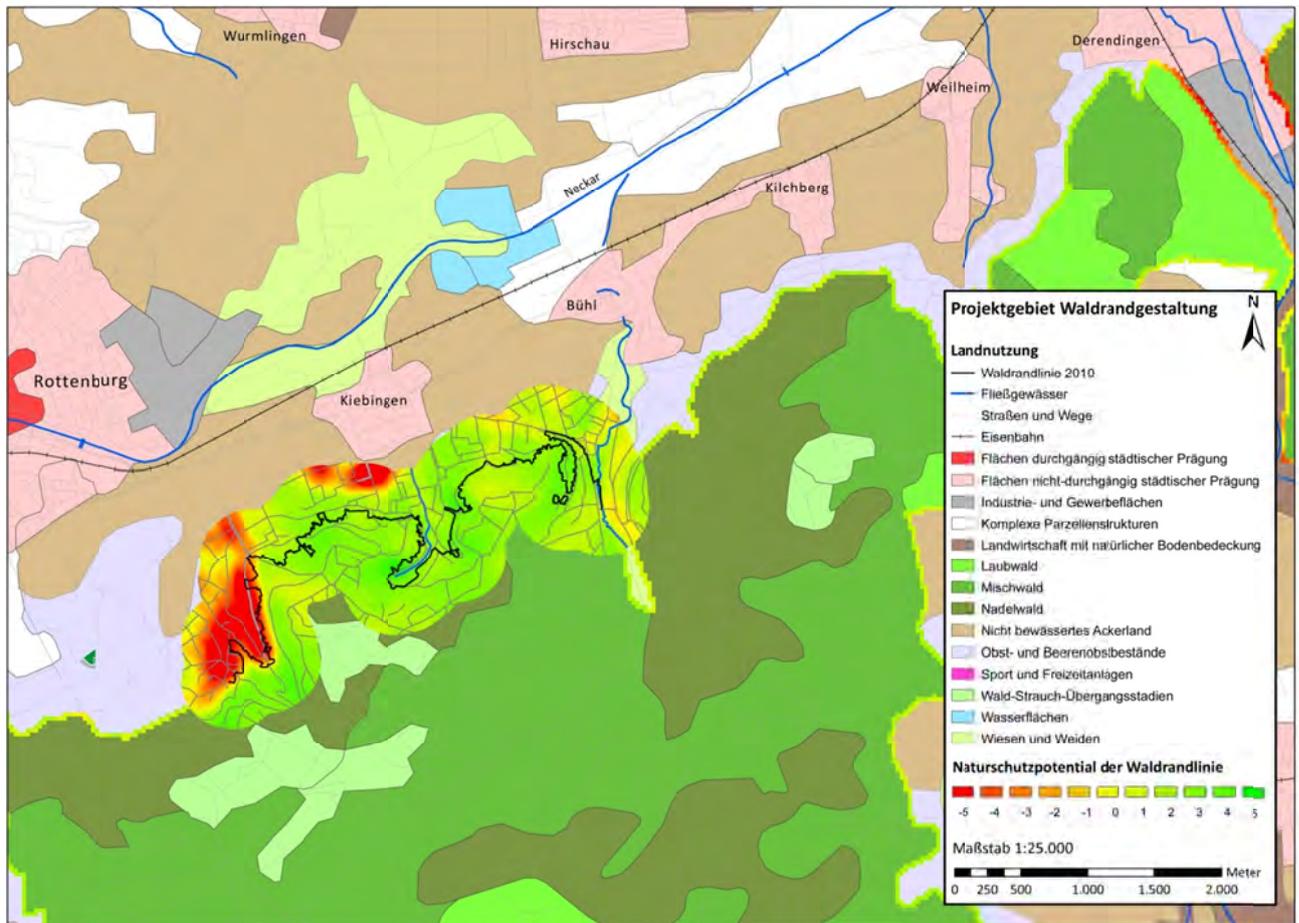
Das Ziel dieses Projekts ist es, Waldränder hinsichtlich des Naturschutzpotentials zu bewerten und deren Biomassepotential zu errechnen. Eine Standortsuche geeigneter Waldränder mit GIS erfolgt am Beispiel des Landkreises Tübingen. Die Methodik dieser Standortsuche wird anschließend verfeinert und auf das Projektgebiet Kiebingen angewendet. Die Berechnung des Biomassepotentials ist auf dasselbe Projektgebiet beschränkt. Die Bewertungen und Berechnungen erfolgen über GIS-Analysen und Vor-Ort-Untersuchungen.

Durch die Bewertung aus naturschutzfachlicher Sicht sollen Waldränder ermittelt werden, welche ein hohes Aufwertungspotential besitzen und sich somit gut zur Waldrandgestaltung eignen. Zugleich kann mit dieser Bewertung ökologisch bedeutsamer Waldrand ermittelt werden, welcher dadurch besser geschützt werden kann, beispielsweise in einem Raumplanungsverfahren.

Durch die Bewertung des Waldrandes hinsichtlich seines Biomassepotentials können Waldränder ermittelt werden, in welchen es finanziell lohnend ist, durch regelmäßige Pflegeeingriffe zur Gewinnung von Energieholz den Waldrand dauerhaft zu nutzen und ihn somit auch gleichzeitig zu pflegen. Dadurch können Synergieeffekte entstehen, welche sowohl dem Naturschutz, wie auch der Energienutzung zu Gute kommen.

Zudem soll die Waldrandentwicklung im Projektgebiet analysiert werden. Hierdurch kann dargestellt werden, wie sich der Grenzverlauf des Waldes in den letzten Jahrzehnten entwickelt hat und es können Rückschlüsse auf eventuelle Nutzungsänderungen geschlossen werden.

2. Lagebeschreibung, Geologie und Klima des Projektgebiets



Lage

Das Projektgebiet befindet sich im Neckartal nahe der Stadt Tübingen zwischen der Stadt Rottenburg am Neckar und dem Ortsteil Kiebingen. Es liegt im südwestdeutschen Keuperbergland am Fuße des Rammerts.

Geologie

Die geologischen Schichten im Projektgebiet sind die Lettenkeuper, Gipskeuper, Schilfsandstein und Bunte Mergel.

Klima

Die Höhenlage reicht von kollin bis submontan. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,7 °C, die jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 741mm.

3. Waldrand als artenreiche Ökotope - ein Einblick

3.1 Waldranddefinitionen:

„Ein Waldrand ist die Übergangszone (Ökoton) vom geschlossenen Wald zu unbewaldeten Flächen.“ (www.wikipedia.de 2010).

„Waldränder sind Grenzbereiche des Waldes oder einzelner Waldbestände. Unterschieden werden: Waldaußenränder als Grenzbereiche zu landwirtschaftlich genutzten Flächen, Siedlungen, Verkehrswegen oder größeren Freiflächen im Wald. Waldinnenränder als Grenzbereiche verschiedener Waldbestände, die durch Schneisen, Abteilungslinien, Forstwege oder Gewässer voneinander getrennt sind.“ [BECKER et. Al., Der Forstwirt, 2004, S.239]

3.2 Waldrandtypen und ihr Aufbau:

Es können grundsätzlich, nach ihrer Entstehung, zwei Waldrandtypen unterschieden werden. Naturbedingte Waldränder entstehen wenn Standortverhältnisse wie Felsen, Gewässer oder ähnliches eine Ausdehnung von Wald verhindern. Kulturbedingte Waldränder entstehen z.B. entlang von Landwirtschaft, Straßen, Siedlungen oder ähnlichem. Dabei sind die naturbedingten Waldränder heutzutage äußerst selten und somit schützenswert. Die kulturbedingten Waldränder lassen sich nochmals in Sukzessionswaldränder (herauswachsen des Waldes, vor allem. nach Nutzungsaufgabe) und in Waldränder an Nutzungsgrenzen (Acker, Siedlung) unterscheiden. Zwischen den genannten Typen gibt es auch zahlreiche Übergangsformen. [vgl. Merkblätter Waldökologie 1996, Nr.2]

Innerhalb eines Waldrandtyps kann der Aufbau eines Waldrandes in sehr unterschiedlicher Art und Weise ausgestaltet sein. Und je nach Aufbau eines Waldrandes ergeben sich große Unterschiede bezüglich der Bedeutung des Waldrandes für Natur- oder Waldschutz.

Im Folgenden soll in kurzer Darstellung ein Waldrandaufbau erläutert werden, wie er in den heutigen Wirtschaftswäldern die Regel darstellt. Dieser Aufbau entspricht allerdings nicht dem optimalen, dem richtigen und ökologisch wertvollen Aufbau eines Waldrandes. Gezeigt wird also zunächst ein „Negativ-Beispiel“ eines Waldrandes. Im Anschluss wird dann ausführlicher der optimale Aufbau eines Waldrandes beschrieben, dessen Flora und Fauna, seine Bedeutung als Habitat und eben auch die Vorteile eines solchen hochwertigen ökologischen Waldrandes.

3.2.1 Negativ Beispiel

Aufgrund der in Deutschland intensiv genutzten Kulturlandschaft, in welcher fast jeder Quadratmeter einer Nutzung unterliegt, stellt sich der Übergangsbereich zwischen Wald und Offenland in der Regel als sehr

schmäler Bereich dar. Meist endet der Waldrand abrupt entlang der scharfen Offenlandgrenze, beispielsweise entlang eines Ackers. In der Regel verläuft diese scharfe Grenze auch wenig geschwungen, sondern nutzungsbedingt, sehr gerade. Solche Waldränder (siehe Abbildung 1), mit scharfen Grenzen sind strukturarm und ökologisch wenig wertvoll, bilden allerdings den „Standard-Typ“ des Waldrandes in unserer Kulturlandschaft. Negative Folgen sind neben der Struktur- und Artenarmut v.a. auch Sturmschäden [vgl. Merkblätter Waldökologie 1996, Nr.2].



3.2.2 Der optimale Aufbau eines Waldrandes

Ein optimal aufgebauter Waldrand ist stufig, strukturreich, bietet Platz für dynamische Prozesse und besteht aus drei eng miteinander verzahnten Zonen, dem Waldmantel, dem Strauchgürtel und dem Krautsaum. Bei Waldaußenrändern sollte eine Breite von mind. 10-30m erreicht werden. Der schematische Aufbau wird in folgender Abbildung gezeigt.



Abb 1 Feld Krautsaum (10m) Strauchgürtel (10 bis 25m) Waldmantel (10-15m) Wald

Der Waldmantel stellt den Übergangsbereich zwischen dem geschlossenem, relativ dunklen Wald und dem lichterem Strauchgürtel dar. Er ist ungleichaltrig, locker aufgebaut und ermöglicht so das Vorhandensein von Licht- und Pionierbaumarten wie Birken, Aspen und Weiden. Auch Feldahorn, Traubenkirsche, Vogelbeere, Wildobst, Ahorn, Esche und Eiche. Viel Totholz machen einen Waldmantel ökologisch besonders wertvoll.

Der Strauchgürtel besteht überwiegend aus blüten-, beeren- und dornenreichen Sträuchern und sorgt für die enge Verzahnung von Waldmantel und Krautsaum.

Im Krautsaum schließlich finden sich vorwiegend Kräuter und Gräser. Der Krautsaum wird extensiv genutzt und dient als Pufferzone gegen das intensiv genutzte Grünland. Jegliche Art von Kleinstrukturen wie: Totholz, Reisighaufen, Bäche, Gräben, Tümpel, versumpfte Stellen, offene Stellen oder Trockenmauern machen den Waldrand ökologisch noch wertvoller [vgl. BUEREN, D., DIEZ, C., BADER, L., BUDDE, A. und KAUFMANN, G. 1995, S. 10 f.].



Foto 2, Strauchgürtel



Foto 3, Wiese, Krautsaum, Strauchgürtel und Waldmantel

„Den idealen Waldrand“ gibt es nicht, doch sollte ein guter Waldrand bestimmte Kriterien erfüllen:

- möglichst breiter Strauchgürtel und Krautsaum
- enge Verzahnung aller Zonen
- ungleichaltriger, stufiger und buchtiger Aufbau
- standortgerechte Pflanzen
- Vernetzung des Waldrandes mit nahe gelegenen Landschaftselementen wie Hecken oder Streuobstwiesen (vgl. Meister 2007, S.8)

Stufigkeit

Durch das eng verzahnte nebeneinander der drei Zonen, ergibt sich ein stufig aufgebauter Waldrand, der aufgrund unterschiedlicher Licht- und Wärmeverhältnisse, zahlreicher verschiedenen Baum- und Straucharten eine Vielzahl an ökologischen Nischen enthält. Zudem ist die Stufigkeit entscheidender Vorteil zur Reduzierung von Sturmschäden.



Buchtung

Durch das Einbringen von Buchten an einen relativ gerade verlaufenden Waldrand kann dieser mit bereits geringem Aufwand ökologisch verbessert

werden die Waldrandlänge wird dabei enorm erhöht. Die Buchten schaffen Raum für eine dynamische Entwicklung der Natur; schon nach kurzer Zeit nach Herausschlagen der Buchten saamen sich erste Kräuter, Gräser und Pioniergehölze an. Es ist Platz für den Ablauf einer natürlichen Sukzession und es entsteht ein mosaikartig aufgebaute Waldrand. [vgl. Meister 2007, S.12].

3.3 Flora und Fauna:

Ein optimal entwickelter Waldrand leistet einen wertvollen Beitrag zum Natur- und Artenschutz. Im folgendem sollen wichtige Arten der Flora und Fauna, welche bevorzugt entlang von Waldrändern auftreten, kurz genannt werden.

Flora:

An Baumarten finden sich am Waldrand vor allem Licht- und Pionierarten wieder, besonders wichtig sind Sorbusarten, Wildobst, Ahorn und Eichen. Wichtige Straucharten sind: Wildrosen, Hartriegel, Holunder, Sanddorn, Hasel, Schneeball, Liguster, Berberitze und Schlehe.

Krautigen Pflanzen sind z.B. der Frauenschuh, das Knabenkraut, die Schlüsselblume und viele mehr. Bei den Gräsern z.B. die Drahtschmiele, der Flaumhafer, das Honiggras, das Hain-Rispengras und die Trespe.

Fauna

Besonders das Vorkommen von Reptilien, Schmetterlingen und Vögeln wird durch einen stufigen Waldrand erhöht. Zum Beispiel Mauer- und Zauneidechse, Schlingnatter, Perlmutterfalter, Waldohreule, Grünspecht, Gartenbaumläufer oder Neuntöter. Aber auch viele Säuger wie Igel, Siebenschläfer, verschiedene Mausarten und Marder halten häufig am Waldrand auf. Zahlreiche der genannten Arten sind besonders geschützt nach der FFH-Richtlinie des Anhang IV, beispielsweise die Mauereidechse

[vgl. www.waldrandgestaltung.de 2010] [vgl. Meister 2007, S. 7 ff.] [vgl. LUBW 2010, S. 3 ff.]

3.4 FFH-Arten und SPA-Arten

Arten, mit dem Habitat/Teilhabitat Waldrand, sind FFH-Arten des Anhang IV:

- Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*)
- Kleiner Abendsegler (*Nyctalus leisleri*)
- Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*)
- Schlingnatter (*Coronella austriaca*)
- Zauneidechse (*Lacerta agilis*)
- Mauereidechse (*Podarcis muralis*)

Folgende Arten sind SPA-Arten der RICHTLINIE 2009/174/EG Anhang1:

- Neuntöter (*Lanius collurio*)
- Sperlingskauz (*Glaucidium passerinum*) nur in Hochlagen der Mittelgebirge und der Alpen
- Mittelspecht (*Dendrocopos medius*)
- Schwarzspecht (*Dryocopus martius*)
- Grauspecht (*Picus canus*)
- Zaunkönig (*Troglodytes troglodytes*)
- Halsbandschnäpper (*Ficedula albicollis*) nur in Süddeutschland
- Zwergschnäpper (*Ficedula parva*)
- Blaukehlchen (*Luscinia svecica*)



Mauereidechse: Foto C. Lutz

Weitere Fotos sind unter <http://gis.feuerbacher.eu> . Eine ausführliche Pflanzen- und Tierartenliste, welche entlang des Waldrandes Lebensraum finden ist im Anhang zu finden.

3.5 Habitat Waldrand

Ein ökologisch hochwertiger Waldrand bietet Lebensraum für zahlreiche Pflanzen und Tiere. Neben Nahrung, Unterschlupf-/Versteckmöglichkeiten, Nist- und Brutplätzen ist er oft auch letztes Rückzugsgebiet. Er wird sowohl von Arten des Waldes, als auch von Arten des Offenlandes besiedelt. Schließlich finden sich hier noch Spezialisten, die sich an den Bereich des Waldrands angepasst haben und nur dort vorkommen.

Teilhabitat:

Oft dient der Waldrand auch als Teilhabitat, in welchem bspw. ein Teil der Lebensansprüche von entsprechenden Arten erfüllt wird. So nutzen Steinmarder, Fuchs oder auch das Rehwild das reiche Nahrungsangebot am Waldrand.

Beispiele:

Die Waldschnepfe legt ihr Nest bevorzugt am Waldrand an. [vgl. wikipedia.de] Sie liebt Wälder mit eingestreuten Waldwiesen [DREYER, E. DREYER, W. 1999, S. 324] und nutzt den Waldrand beim sogenannten Schnepfenstrich als Teilhabitat.

Der Grauspecht, eine SPA-Art des Anhang 1 der Vogelschutzrichtlinie, findet am Waldrand einen Großteil seiner Nahrung. Er liebt halboffene Landschaften mit Mischwäldern, Baumgruppen und Hecken. [DREYER, E. DREYER, W. 1999, S. 330].

3.6 Vorteile eines ökologisch hochwertigen Waldrands:

Von einem ökologisch hochwertigen Waldrand profitiert v.a. die Natur. Waldränder bieten neben dieser Schutzfunktion von Flora und Fauna und dem Schutz natürlicher Ressourcen noch zahlreiche weitere Vorteile, beispielsweise erfüllen sie ebenso Nutz- und Erholungsfunktionen. Auch für die Forstwirtschaft, die Landwirtschaft und die Jagd ergeben sich einige nutzbare Effekte. Schließlich bietet der Waldrand noch ein enormes Energieholzpotential. Somit könnte die Pflege eines Waldrandes wirtschaftlich lohnend werden. Im Anschluss sollen die wichtigsten Vorteile der einzelnen Interessensgruppen kurz dargelegt werden [vgl. BUEREN, D., DIEZ, C., BADER, L., BUDDE, A. und KAUFMANN, G. 1995, S. 5-9 und vgl. MEISTER 2007, S. 4 f.].

3.6.1 Naturschutzpotential

Waldränder bieten auf kleinstem Raum ein wechselndes Angebot unterschiedlicher Licht-, Feuchte- und Temperaturverhältnisse und stellen somit einen enorm wichtigen Lebensraum für zahlreiche Arten dar. Er erfüllt hier die Schutzfunktion von Flora und Fauna. Der Waldrand beherbergt zudem eine Vielzahl ökologischer Nischen und kann als eines der artenreichsten Landschaftselemente überhaupt betrachtet werden. Der Waldrand als Ökoton ermöglicht auch anspruchsvollen Tierarten, welche an mehrere Ökosysteme gebunden sind, ein Überleben. Folgend zwei treffende Beschreibungen:

„Im Biotopverbundnetz fungieren naturnahe Waldränder ferner als Ausbreitungsachsen für verschiedenste Organismengruppen“ [www.waldrandgestaltung.de 2010]. Oder „Der Waldrand bildet mit Hecken, Feldgehölzen oder Uferstreifen ein komplexes Biotopverbundsystem mit grosser Bedeutung für die Fauna“ [www.waldwissen.net/themen/umwelt/landschaft/landschafts_raumentwicklung/wsl_waldrand_DE]

3.6.2 Schutz-, Nutz- und Erholungsfunktion:

Ein Waldrand erfüllt neben der Schutzfunktion von Lebewesen auch die Schutzfunktionen von Wasser/Hochwasserschutz, Bodenschutz, Klimaschutz und dem Schutz vor Stoffeinträgen. Das Holz als Rohstoff kann vielfältig genutzt werden. Und schließlich kommt es durch intakte Waldränder zur Aufwertung des Landschaftsbildes durch naturnah gestufte, vielfältige und bunte Waldränder. Für die örtliche Bevölkerung erhöht sich der Erlebnis- und Erholungswert. „Diese Waldränder sind daher auch aus landschaftsästhetischer Sicht und damit auch aus dem Blickwinkel der Tourismusförderung wünschenswert. Ein Aspekt der besonders in wirtschaftlich benachteiligten Regionen sehr bedeutsam ist“ [www.waldrandgestaltung.de 2010]

3.6.3 Forstwirtschaft:

Der Standard-Typ eines Waldrandes (vgl. Negativbeispiel) mit steilen Waldrändern ist anfällig für Sturmschäden. Ein stufig und durchlässig aufgebauter Waldrand kann hier helfen das Sturmrisiko zu minimieren, da es durch das sanfte Aufgleiten von Winden entlang des Waldrandes zu weniger Turbulenzen im nachgelagerten Bestand kommt.

Seltene Baum- und Straucharten, welche aus naturschutzfachlicher Sicht oft einen sehr hohen Wert haben, können an Waldrändern leicht erhalten werden und diesen als natürlichen Ausbreitungsweg nutzen um geeignete freie Flächen in Wald und Feld neu zu besiedeln.

Entlang des Waldrandes findet das Wild attraktive und hochwertige Äsungsflächen mit Verbiss- und Fegemöglichkeiten. So wird das Wild weniger Wildschäden im eigentlichen Bestand verursachen. Der Waldrand ist zugleich auch Lebensraum zahlreicher Nützlinge (Grünspecht, Waldameisen), welche sich von forstlichen Schädlingen ernähren (natürliche Schädlingsregulierung).

3.6.4 Landwirtschaft:

Bei Vorhandensein eines stufigen Waldrandes ist der Schattenwurf des Waldrandes auf die landwirtschaftliche Fläche reduziert. Außerdem ist die landwirtschaftliche Fläche nicht mehr unmittelbarer „Nachbar“ der großen, viel Wasser verbrauchender Bäume, womit die Konkurrenz ums Wasser reduziert ist. Beides gemeinsam führt zu höheren Erträgen für den Landwirt. Das bei der Pflege von Waldrändern anfallende Holz kann zur Energiegewinnung verwendet werden (Brennholz, Hackschnitzel). Die am Waldrand lebenden Nützlinge ernähren sich auch von Schädlingen auf landwirtschaftlichen Flächen (natürliche Schädlingsregulierung). Die Pflege bzw. die Anlage und das Bestehen lassen eines Krautsaums oder Hecken am Waldrand ist je nach Aufbau der Agrarumweltprogramme der Länder über verschiedene Förderrichtlinien finanzierbar. Oftmals handelt es sich um Grenzertragsflächen, deren Bewirtschaftung sich ökonomisch nicht lohnt. Denkbar wären Blühstreifenprogramme, Brachflächenförderung, Anlage- und Pflege von Hecken, Streuobst und Natura 2000 Flächen und deren Förderprogramme.

Beispiel:

Förderung über MEKA III in Baden-Württemberg wenn Biotop § 30 Fläche: "N-G1.1 Extensive Nutzungsformen wertvoller Lebensräume (§ 32 Biotope) 14 Punkte / ha - Was wird verlangt? Angepasste, extensive Bewirtschaftung von Biotopen gemäß § 32 Naturschutzgesetz zu deren Erhaltung" [http://www.mlr.baden-wuerttemberg.de/mlr/bro/MEKA_III.pdf]

3.6.5 Jagd

Der Lebensraum für das Wild wird durch intakte Waldränder deutlich verbessert. Mehr Nahrung und mehr Versteckmöglichkeiten führen zu einer höheren Artenvielfalt und auch zu differenzierteren Wildbeständen. Ebenso vermindert ein hochwertiger Waldrand die Wildschäden, denn das Wild findet am Waldrand mehr Äsungsflächen mit Verbiss- und Fegemöglichkeiten.

3.6.6 Energieholzpotential

Das bei der regelmäßigen Pflege von Waldrändern anfallende Holz kann zur Energiegewinnung verwertet werden. Die Pflege kann somit zu wirtschaftlichen Vorteilen führen und es ergeben sich wirtschaftliche wie ökologische Synergieeffekte; eine nachhaltige Nutzung ist möglich. Gerade auch entlang von Verkehrsstraßen kann ein stufiger und somit stabiler Waldrand nicht nur viel Energieholz liefern, sondern er trägt auch dazu bei, die Verkehrssicherungspflicht besser zu gewährleisten. Auch hier ergeben sich Synergieeffekte.

Welch hohes Energieholzpotential in Waldrändern zur Verfügung steht zeigt folgende kleine Beispielrechnung: laut Bundeswaldinventur 2002 haben allein die Waldaußenränder eine Länge von über 375000km. Bei einer Waldrandbreite von 20m ergebe dies eine Fläche von ca. 750000 Hektar. Das entspricht etwa 7% der gesamten deutschen Waldfläche!

[http://www.aid.de/shop/addinfo_files///1335.pdf]

3.7 Gefährdungen

Gefährdungen und Störungen für einen Waldrand ergeben sich durch die intensive Nutzung auf angrenzenden Flächen. Ebenso ist eine fehlende Waldrandpflege ist vor allem bei intensiver Nutzung angrenzender Flächen problematisch, da es hierbei zum Überwachsen des Waldrandes durch den eigentlichen Wald kommt.

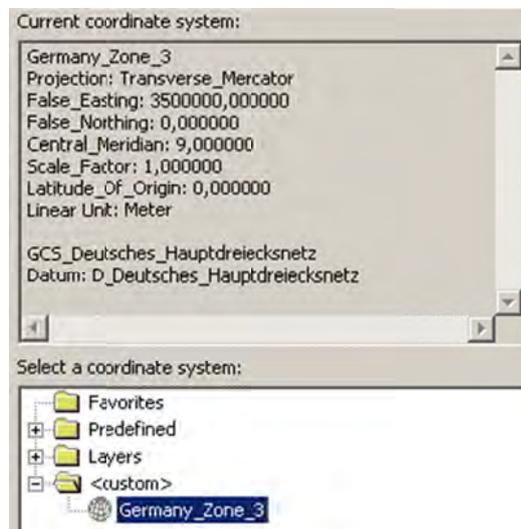
4 Methodik der GIS Auswertung

4.1 Das Bewertungssystem

Das für die GIS-Analyse entwickelte Bewertungssystem.

Punkte	Klasse	Naturschutzpotential	Beschreibung
< -5	-5	nicht vorhanden	< -1 bis -5 Waldränder entlang von Eisenbahnfernverkehr, Autobahnen, Bundes- und Landstraßen oder Industriegebieten. Waldrandgestaltung eventuell aus Waldschutz gründen oder Verkerssicherungspflicht denkbar.
-4 bis -5	-4		
-3 bis -4	-3		
-2 bis -3	-2		
-1 bis -2	-1	überprüfen	> -1 bis 1 Hier könnten Waldränder entlang lockerer Siedlungen, Freizeitgebieten wie z.B. Golfplätzen oder wenig befahrener Belagstraßen sein. Daher eventuell hohes Aufwertungspotential
1 bis -1	0		
> 1	1	Aufwertungspotential	>1 bis 4 Hier ist das höchste Aufwertungspotential. Hier kann durch Eingriffe entlang von Waldrändern Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten geschaffen und/oder stark verbessern. So könnten diese Waldränder als Ausbreitungsachsen für Tier und Pflanzenarten dienen.
> 2	2		
> 3	3		
> 4	4	hohes Naturschutzpotential	> 4 bis > 5 Hier sind in Wald und Feld noch vielfältige Strukturen vorhanden, daher sind vermutlich noch viele Tier- und Pflanzenarten vorhanden. Durch Waldrandgestaltung kann dieser Lebensraum aber noch verbessert und damit die Population vieler Arten gestärkt werden. Bei der Raumplanung sollten diese Flächen als besonders schützenswert betrachtet werden.
> 5	5		

4.2 Das verwendete Koordinatensystem



Der Screenshot zeigt das für alle Daten verwendete Koordinatensystem.

4.3 Methodik der Standortsuche zur Waldrandgestaltung in Deutschland am Beispiel von Baden-Württemberg im Kreis Tübingen

4.3.1 Einleitung:

Die im Folgenden beschriebene GIS-Analyse ist für ganz Deutschland möglich. Allerdings reicht für diese Datenmenge die PC Kapazität nicht aus. Windows 32Bit Versionen können maximal 2GB große Auslagerungsdateien schreiben. Daher ist es sinnvoll getrennt Landkreisen vorzugehen. Daher beschränkt sich die Standortsuche auf den Kreis Tübingen. Ziel dieser Standortsuche ist es Waldrandabschnitte zu ermitteln, welche ein hohes Aufwertungspotential haben sowie das Gesamtpotenzial im Landkreis in Kilometern zu berechnen.

4.3.2 Verwendete Daten

Speicherort: /orginaldaten

Landnutzung

Die Landnutzung wurde kategorisiert nach den CORINE 2000-Landnutzungsarten.

Straßen, Eisenbahnverkehr und Gewässer

Für Straßen, Eisenbahnen und Flüsse werden die Open-Street-Map-Daten verwendet.

Landkreise Baden-Württemberg

Von den Landkreisdaten Baden-Württembergs wurde der Landkreis Tübingen als Beispiel für die Standortsuche ausgewählt.

4.3.3 Aufbereitung und Auswertung der Daten mit ArcGIS

Die Daten wurden aufbereitet und mit Hilfe eines Modells in ArcGis 9.3 ausgewertet. Dabei wurden folgende Tools aus ArcGis 9.3 Info verwendet: Feature to Line und Join Field. Folgende Dateien gingen in die Berechnung ein:

ESRI ArcMap Document und Toolbox mit Model *Speicherort: /bearbeitet/model*

kreis.mxd

kreis.tbx

Aufbereitete Daten

Speicherort:

/bearbeitet/model/kreis/daten

waterways_bw.shp

roads_bw_orginal.shp

railways_bw_orginal.shp

landuse_bw.shp

lk_bw.shp

4.3.4 Bewertung der Einflussfaktoren Landschaft und Landnutzung

Die Landnutzung, kategorisiert nach den CORINE-Landnutzungsarten, wurde gutachterlich und in Anlehnung an Literaturhinweise bewertet. Für Kategorien, bei welchen keine Literaturhinweise zur Verfügung standen, wurde die Bewertung möglichst der Realität entsprechend vorgenommen. Beispielsweise waren zur Landnutzungskategorie „Weinbauflächen“ keine Literaturhinweise zur Wirkung solcher Flächen auf den Waldrand zu finden. Die Bewertung der Autobahnen, Bundesstraßen, Bahnstrecken und Gewässern in der Landschaft wurden in Anlehnung an das Bewertungssystem von BUEHREN, D., DIEZ, C., BADER, L., BUDDE, A. und KAUFMANN, G., 1995, S.36 bewertet.

Landnutzung

CORINE 2000 EN	CORINE 2000 DE	Punkte
Continuous urban fabric	Flächen durchgängig städtischer Prägung	-3
Discontinuous urban fabric	Flächen nicht-durchgängig städtischer Prägung	-1
Industrial or commercial units	Industrie- und Gewerbeflächen	-5
Road and rail networks and associated land	Straßen und Eisenbahn	-5
Port areas	Hafengebiete	-5
Airports	Flughäfen	-5
Mineral extraction sites	Abbauflächen	-5
Dump sites	Deponien und Abraumhalden	-5
Construction sites	Baustellen	-5
Green urban areas	Städtische Grünflächen	0
Sport and leisure facilities	Sport und Freizeitanlagen	0
Non-irrigated arable land	Nicht bewässertes Ackerland	1
Permanently irrigated land	Permanent bewässertes Ackerland	0
Rice fields	Reisfelder	0
Vineyards	Weinbauflächen	1
Fruit trees and berry plantations	Obst- und Beerenobstbestände	3
Olive groves	Olivenhaine	3
Pastures	Wiesen und Weiden	2
Annual crops associated with permanent crops	Mischung einjähriger Früchte mit Dauerkulturen	2
Complex cultivation patterns	Komplexe Parzellenstrukturen	2
Agriculture, with significant areas of natural vegetation	Landwirtschaft mit natürlicher Bodenbedeckung	2
Agro-forestry areas	Agroforstlich genutzte Flächen	3
Broad-leaved forest	Laubwald	2
Coniferous forest	Nadelwald	1
Mixed forest	Mischwald	3
Natural grasslands	Natürliches Grasland	4
Moors and heathland	Heiden und Moorheiden	5
Sclerophyllous vegetation	Hartlaubgewächse	4
Transitional woodland-shrub	Wald-Strauch-Übergangsstadien	3
Beaches, dunes, sands	Strände, Dünen und Sandflächen	4
Bare rocks	Felsflächen ohne Vegetation	5
Sparsely vegetated areas	Flächen mit spärlicher Vegetation	5
Burnt areas	Brandflächen	0

Glaciers and perpetual snow	Gletscher und Dauerschneegebiete	0
Inland marshes	Sümpfe	2
Peat bogs	Torfmoore	2
Salt marshes	Salzwiesen	4
Salines	Salinen	0
Intertidal flats	In der Gezeitenzone liegende Flächen	0
Water courses	Gewässerläufe	4
Water bodies	Wasserflächen	1
Coastal lagoons	Lagunen	4
Estuaries	Mündungsgebiet	4
Sea and ocean	Meere und Ozeane	0
no data	no Data	0

Eisenbahnverkehr

Type	Punkte
abandoned	0
construction	-2
disused	-1
funicular	-3
halt	-1
level_crossing	-2
light_rail	-2
monorail	-2
narrow_gauge	-2
peplemover	-1
planned	0
platform	-1
preserved	-1
rack	-1
rail	-3
station	-4
subway	0
tram	-2
tram (geplant)	0

Straßenverkehr

Type	Punkte
Bundesautobahn, Bundesstraßen	-15
Baustellen	-10
Landstraßen, sonstige Nebenstraßen	-5
Sonstige Objekte (Bsp.: Bushaltestellen)	-1
Fuß-, Feld- und Waldwege	0

Gewässer

Typ	Punkte
Bucht	1
Botsanlegestelle	-1
Kanal	-1
Baustelle	-2
Damm	-1
Graben	1
Werft	-4
Abfluss	0
Fähre	-3
Flachwasser	1
Fluss	0
Flußaue	1
Kleiner Fluss	1
Bach	1
Wasserfall	1
Wehrh	-1

4.3.5 Methodik zur Berechnung des Naturschutz- und Aufwertungspotentials des Waldrands

4.3.5.1 Segmentierung der Waldrandlinie

Um jeden einzelnen Abschnitt der Waldrandlinie individuell zu bewerten muss diese segmentiert werden. Die einfachste Form der Segmentierung ist die Umwandlung in Raster. Es wird eine Rasterauflösung von 30 auf 30m verwendet, da die CORINE-Landnutzungsdaten eine maximale Auflösung von 30m liefern.

4.3.5.2 Wirkung der Einflussfaktoren auf ihre Umgebung

Addition der Einflussfaktoren

Folgende Einflussfaktoren wurden addiert: Landnutzung, Straßenverkehr, Eisenbahnverkehr und Gewässer. Diese Addition der Einflussfaktoren auf den Waldrand ist nur möglich wenn die Daten im gleichen Datenformat vorliegen. Am einfachsten ist dies mit dem Rasterformat. Jeder Punkt im ausgewählten Landkreis kann so einen individuellen Wert haben. Die Rastergröße beträgt 30m damit später an jedem einzelnen Segment der Waldrandlinie ein individueller Wert vorhanden ist.

Besonderheiten bei der Umwandlung in Raster

Bei der Addition von Grids wird als Ausgabe die kleinste gemeinsame Fläche verwendet. Daher muss die Ausdehnung aller Grids auf den selektierten Landkreis erfolgen. Allerdings entsteht bei der Umwandlung von Feature in Raster ein Grid mit der maximalen Ausdehnung der Eingangsdaten. Diese Ausdehnung ist fast immer geringer als die Ausdehnung des Projektgebiets. Daher muss folgender Arbeitsschritt angewendet werden:

Polyline to Raster → Raster to Polygon → Union mit Projektgebiet → Polygon to Raster

4.3.5.3 Einflussfaktoren und ihre Wirkung auf den Waldrand

Die Waldrandlinie musste mit den umliegenden Einflussfaktoren bewertet werden. Dies funktionierte unter den gegebenen Voraussetzungen nur mit dem Tool „Point Statistics“. Mit Point Statistics wurde für jeden Punkt eines Landkreises der Durchschnittswert eines definierten Einflussbereichs berechnet. Dieser Einflussbereich kann frei gewählt werden. Sinnvoll ist jedoch ein Wert zwischen 100m [BUEHREN D., DIEZ C., BUDDE A., KAUFMANN G., 1995, S. 36] und 300m. Wird mehr als 300m gewählt werden sind sich die Werte in der stark genutzten und strukturreichen Kulturlandschaft Baden-Württembergs sehr ähnlich. Das Ausgaberraster hat 2m damit die bewertete Landschaft mit der Waldrandlinie addiert werden kann. Ist es kleiner erhält man eine zweigeteilte Waldrandlinie. Zum Vergleich der Rechenergebnisse wurde im Projekt mit 100m, 200m und Einflussbereich gerechnet.

4.3.5.4 Berechnung der bewerteten Waldrandlänge

Die Berechnung der Waldrandlänge ist im Model-Builder von ArcGIS 9.3 nicht durch „Calculate Geometry“ möglich. Daher muss das Tool „Calculate Field“ und Visual Basic zur Längenberechnung angewendet werden.

Expression: dblLength

Expression Type (optional): VB

Code Block (optional):

```
Dim dblLength as double
```

```
Dim pCurve as ICurve
```

```
Set pCurve = [shape]
```

```
dblLength = pCurve.Length
```

Die Neuberechneten Längen mussten im Anschluss auf die reale Waldrandlänge Länge zurück gerechnet werden. Eine genaue Beschreibung dazu kann im Kapitel „Berechnung der bewerteten Waldrandlänge im Kreis Tübingen“.

FID	Shape	GRID CODE	Laenge	Laengelleu	SUM Laenge	SUM Laen 1	Faktor
0	Polyline	-5	540,247011	485,240052	483483,890787	434256,448082	0,898182
1	Polyline	-4	1181,029044	1060,778833	483483,890787	434256,448082	0,898182
2	Polyline	-3	1843,824445	1656,089623	483483,890787	434256,448082	0,898182
3	Polyline	-2	3600,413355	3233,825873	483483,890787	434256,448082	0,898182
4	Polyline	-1	7964,263664	7153,35695	483483,890787	434256,448082	0,898182
5	Polyline	0	91970,693193	82606,405952	483483,890787	434256,448082	0,898182
6	Polyline	1	179253,741709	161002,454608	483483,890787	434256,448082	0,898182
7	Polyline	2	194415,900503	174620,830212	483483,890787	434256,448082	0,898182
8	Polyline	3	2713,777864	2437,46598	483483,890787	434256,448082	0,898182

4.4 Methodik zur Ermittlung des Naturschutz- und Aufwertungspotential im Projektgebiet Kiebingen

4.4.1 Einleitung:

Ziel dieser Analyse ist es Waldrandabschnitte zu ermitteln, welche ein hohes Aufwertungspotential haben sowie das Gesamtpotenzial im Landkreis in Kilometern zu berechnen.

4.4.2 Verwendete Daten:

Speicherort: /originaldaten

Waldrandlinie

Die Waldrandlinie wurde mit einem Trimble GPS-Rucksack aufgenommen. Kleine Lücken die durch nicht zugängliche Privatgrundstücke entstehen (Wochenendsiedlung Martinsberg) wurden anhand von Orthofotos digitalisiert.

Landnutzung

Die CORINE-Landnutzungskategorien sind für eine Bewertung des Waldrandes grundsätzlich ausreichend. Eine Standortsuche anhand dieser Kategorien ist für ganz Deutschland sinnvoll. Doch für eine genauere Bewertung eines Waldrandes sind genauere Daten sinnvoll. Diese müssen von Hand erhoben werden.

Begründung: Streuobstflächen mit Hecken sind beispielsweise wertvoller als reine Streuobstflächen. Hier kann mit den CORINE Daten nicht unterschieden werden da die maximale Auflösung dieser Daten 30m ist. Darum wurden Daten aus dem Katenmodul der HS-Rottenburg und eigene Aufnahmen im Projektgebiet verwendet. Es wurden die Baumartenkarten für Staats-, Stadt-, Gemeinde- und Kirchenwald verwendet. Privatwaldflächen werden über Orthofotos und Vergleich vor Ort digitalisiert, ebenso die Landnutzung der dem Waldrand vorgelagerten Flächen. Sie fließen in der Datei kiebingen_landuse.shp zusammen.

Biotop §30 Flächen

Sie sind dem Katenmodul der HS-Rottenburg entnommen.

Straßen, Wege und Gewässer

Für Straßen, Wege und Flüsse werden ATKIS-Daten verwendet. Die im Bereich der Feld- und Waldwege noch genauer durch Fernerkundung und Vergleich vor Ort in Belagstraße, Schotterweg und Erdweg unterteilt wurden.

Hangneigung und Himmelsrichtung

Digitales Geländemodell des Projektgebiets.

Vegetationshöhen

Die Vegetationshöhen liegen bereits berechnet vor. Sie wurden aus Laserscandaten aus den Jahren 2001-2005 des Landesvermessungsamts von Jörg Hailer im Zuge einer Diplomarbeit berechnet [HAILER, J., Erprobung von Laserscandaten zur Erfassung der forstlichen Erschließungseinrichtung am Beispiel des Distrikt I, Stadtwald Rottenburg, HS-Rottenburg, Rottenburg 2005].

4.4.3 Aufbereitung und Auswertung der Daten mit ArcGIS

Die Daten wurden aufbereitet und mit Hilfe eines Modells in ArcGIS 9.3 ausgewertet. Verwendetes Koordinatensystem:

Folgende Dateien wurden für die Berechnung verwendet.

ESRI ArcMap Document und Toolbox mit Modell *Speicherort: /bearbeitet/model*

kiebingen.mxd

kiebingen.tbx

Aufbereitete Daten

Speicherort: /bearbeitet/model/kiebingen/daten

waldrandlinie2010.shp

kiebingen_strassen.shp

kiebingen_feld_waldwege.shp

kiebingen_fluesse.shp

bio30.shp

kiebingen_landuse.shp

dgm_2m.img

w350m_ndom05.img

buffer350m.shp

waldrand2010_Clip.shp

4.4.4 Bewertung der Landschaft und der Landnutzung

Die Landschaft und Landnutzung wurden gutachterlich anhand von Literatur [BUEHREN D., DIEZ C., BUDDE A., KAUFMANN G., 1995, Seite 36] bewertet und die Punktevergabe an das Projektgebiet angepasst, da sich die einzig verfügbare Literatur zu einem Bewertungssystem auf Waldränder in der Schweiz bezieht. Wenn keine Angaben vorhanden waren, wurde die Bewertung nach begründbaren Kriterien definiert. Ein gutes Beispiel dafür ist die Biotop §30 Kartierung. So werden in der Literatur Steinhäufen erwähnt, aber nicht Trockenmauern. Es wird nun davon ausgegangen, dass Trockenmauern einen ähnlich positiven Einfluss auf den Waldrand haben wie Steinhäufen.

Landnutzung

Typ	Punkte
NoData	0
Acker, Wiese intensiv	1
Streuobst	5
Hecken, Feldgehölze	5
Wiesen extensiv	5
Wiesen	2
Freizeitgebiet	-10
Sumpfflächen	3
Gewerbegebiet	-23
Lockere Siedlung	-19
Geschlossene Siedlung	-20
Schrebergarten	1
Weinberg	1
Nadelwald	1
Mischwald	5
Laubwald	3
Feuchtwiesen	3

Biotope §30 (früher §32, §24a)

Typ	Punkte
Trockenmauern	4
Seggen- und Binsenreiche	3
Nasswiesen	
Röhrichtbestände und Riede	3
Naturnahe Auwälder	1
Hohlwege	4
Feldhecken und -gehölze	5

Gewässer

Typ	Punkte
Bach	1

Straßen und Wege

Typ	Punkte
Öffentliche Belagstraße	-23
Belagstraße	-19
Schotterweg	1
Erdweg	3

Exposition

Typ	Punkte
Nord	0
Nordost	1
Nordwest	2
Ost	2
West	3
Südost	3
Südwest	4
Süd	4

Hangneigungen unter 10° werden nicht bewertet. Um Flächen unter 10° Hangneigung nicht zu bewerten wurde die Hangneigung reklassifiziert (Hangneigung $\geq 10^\circ = 1$, ansonsten 0) und mit der bewerteten Himmelsrichtung multipliziert.

4.4.5 Methodik zur Berechnung des Naturschutz- und Aufwertungspotentials des Waldrands

4.4.5.1 Segmentierung der Waldrandlinie

Um jeden einzelnen Abschnitt der Waldrandlinie individuell zu bewerten muss diese segmentiert werden. Die einfachste Form der Segmentierung ist die Umwandlung in Raster. Um eine größtmögliche Genauigkeit zu erhalten wird mit einer 2x2m Pixelgröße gerechnet. Weniger macht keinen Sinn da dies im Bereich der Messtoleranz liegt.

4.4.5.2 Wirkung der Einflussfaktoren auf ihre Umgebung

Addition der Einflussfaktoren

Folgende Einflussfaktoren wurden addiert: Landnutzung, Hangneigung, Exposition des Waldrands, §30 Biotop, Straßen, Feld- und Waldwege, sowie Gewässer.

Diese Addition der Einflussfaktoren auf den Waldrand ist nur möglich wenn die Daten im gleichen Datenformat vorliegen. Am einfachsten ist dies mit dem Rasterformat. Jeder Punkt im Projektgebiet kann so einen individuellen Wert haben. Die Rastergröße beträgt 2m damit später an jedem einzelnen Segment der Waldrandlinie ein individueller Wert vorhanden ist. Ist die Auflösung der Landnutzung feiner als die Auflösung der Waldrandlinie würde man bei der Addition eine zweigeteilte Waldrandlinie erhalten, da die Landnutzungsgrenze immer entlang der Waldrandlinie verläuft.

Besonderheiten bei der Umwandlung in Raster

Bei der Addition von Grids wird als Ausgabe die kleinste gemeinsame Fläche verwendet. Daher muss die Ausdehnung aller Grids auf das Projektgebiet erfolgen. Allerdings entsteht bei der Umwandlung von Feature in Raster ein Grid mit der maximalen Ausdehnung der Eingangsdaten. Diese Ausdehnung ist fast immer geringer als die Ausdehnung des Projektgebiets. Daher muss folgender Arbeitsschritt angewendet werden:

Polyline to Raster → Raster to Polygon → Union mit Projektgebiet → Polygon to Raster

Besonderheiten bei der Addition von linearen Einflussfaktoren

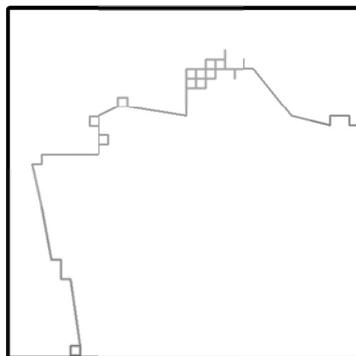
Um den Einflussbereich von linearen Objekten wie z.B. Feldwegen auf die umliegende Landschaft zu bewerten, wird dieser mit dem Tool „Point Statistics“ vor der Addition auf den entsprechenden Einflussbereich ausgedehnt. Damit nimmt der Einflussfaktor zum Rand des definierten Einflussbereichs ab. So wurde z.B. der Einfluss von Belagstraßen auf 50m festgelegt.

4.4.5.3 Einflussfaktoren und ihre Wirkung auf den Waldrand

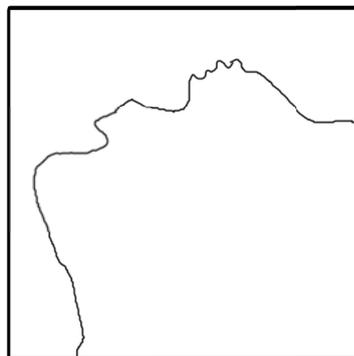
Die Waldrandlinie musste mit den umliegenden Einflussfaktoren bewertet werden. Dies funktioniert unter den gegebenen Voraussetzungen nur mit dem Tool „Point Statistics“. Mit Point Statistics wurde für jeden Punkt im Projektgebiet der Durchschnittswert eines definierten Einflussbereichs berechnet. Dieser Einflussbereich kann frei gewählt werden. Sinnvoll ist jedoch ein Wert zwischen 100m [BUEHREN D., DIEZ C., BUDDE A., KAUFMANN G., 1995, Seite 36] und 300m. Wenn mehr als 300m gewählt werden sind sich die berechneten Ergebnisse in der stark genutzten und strukturreichen Kulturlandschaft in Baden-Württemberg so ähnlich, dass keine zuverlässige Aussage getroffen werden kann. Das Ausgaberraster hat die selbe Auflösung wie die Waldrandlinie damit die bewertete Landschaft mit der Waldrandlinie addiert werden kann. Ist es kleiner als das Raster der Waldrandlinie erhält man in ArcGIS eine zweigeteilte Waldrandlinie als Ergebnis. Um einen Vergleich verschiedener Einflussbereich vornehmen zu können wurde mit 100m, 200m und 300m Einflussbereich gerechnet.

4.4.5.4 Berechnung der bewerteten Waldrandlänge

Die Berechnung der bewerteten Waldrandlänge ist im Model Builder von ArcGIS 9.3 mit „Calculate Geometry“ nicht möglich. Daher muss das Tool „Calculate Field“ und Visual Basic zur Längenberechnung angewendet werden.



neu berechnete Linie



reale Waldrandlinie

Expression: dblLength

Expression Type (optional): VB

Code Block (optional):

```
Dim dblLength as double
```

```
Dim pCurve as ICurve
```

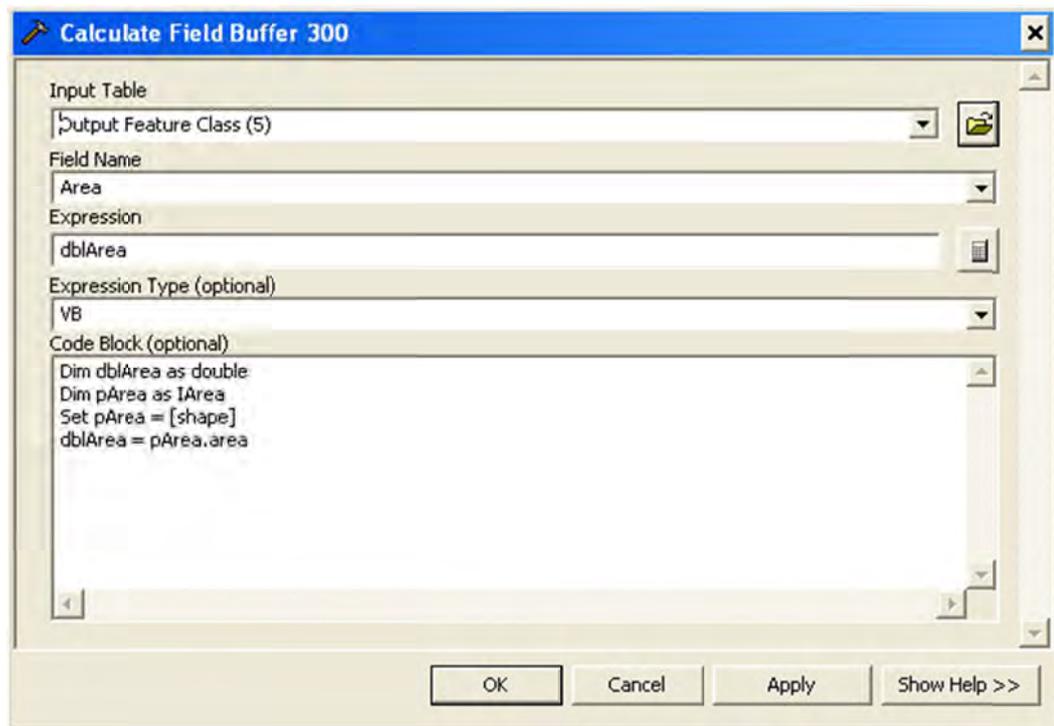
```
Set pCurve = [shape]
```

```
dblLength = pCurve.Length
```

Bei der Umwandlung von Rastern in Polygone entsteht eine längere Waldrandlinie als in der Realität. Grenzen einzelner Pixel werden trotz der Einstellung „Simplify Polyline“ in Linien umgewandelt. Die neuberechnete Waldrandlinie ist um mehr als 10% länger als die real gemessene. Daher müssen die einzelnen Kategorien der bewerteten Waldrandlänge auf ihre reale Länge zurückgerechnet werden. $(\text{Länge berechnet} / \text{reale Länge}) \times \text{bewertete Abschnitte} = \text{reale Länge der einzelnen Abschnitte}$.

4.4.5.5 Berechnung der Landnutzungsflächenanteile im Projektgebiet Kiebingen

Die Berechnung der Flächennutzungsanteile erfolgt bezogen auf die drei Einflussbereiche von 100m, 200m und 300m auf die Waldrandlinie. Die Flächenanteile der jeweiligen Landnutzungskategorien wurden über das Tool „Calculate Field“ berechnet. Dies ist nötig da die Programmfunktion „Calculate Geometry“ in der Toolbox nicht verfügbar ist. Es wurde folgender VB-Code verwendet.



4.4.6 Methodik zur Berechnung des Energieholzpotentials im Projektgebiet Kiebingen

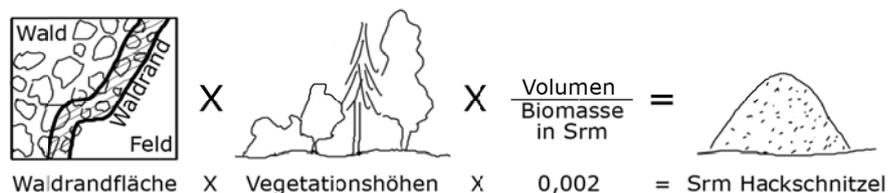
Die Berechnung des Energieholzpotentials des Waldrands erfolgte auf einer Breite von 50m und 30m. Der Grund hierfür ist, dass für eine optimale Waldrandgestaltung mit Buchten etwa 50m benötigt werden. Die Berechnung erfolgte auch mit einem 30m Buffer, da bei einer Umsetzung in der Realität sich wohl kaum mehr als 30m bei den Landbesitzern durchsetzen lassen.

Um die Berechnung mit ArcGis 9.3 vorzunehmen wurden zwei Multiple-Ring-Buffer erzeugt. Der erste Buffer mit einer Breite 50m (10, 25, 15), der zweite Buffer mit 30m(10, 10, 10) Breite. Die einzelnen Ringe entsprechen den drei Zonen eines optimal gestalteten Waldrandes mit Krautsaum, Strauchgürtel und Waldmantel. Innerhalb dieser Buffer wurde zu den Vegetationshöhen der Laserscandaten aus dem Jahr 2005 ein durchschnittlicher Zuwachs von 0,45cm pro Jahr addiert, um die tatsächliche Vegetationshöhen zu erhalten. Dieser durchschnittliche Zuwachs wurde durch Vergleich der Höhen aus den Laserscandaten und den aktuell gemessenen Vegetationshöhen an verschiedenen Probepunkten ermittelt.

Anschließend erfolgte die Berechnung der Biomasse in Schüttraummeter Hackschnitzel nach einer Methode die von [BCKER, G., CREMER, T., SAUTER, U., 2007, S. 88] entwickelt wurde. Der Grund hierfür ist die Inhomogenität der Vegetation eines Waldrandes. Eine Vollklappung des Waldrands war aufgrund der Größe des Projektgebiets ausgeschlossen. Sie wäre in der Praxis auch wenig sinnvoll.

Berechnung der Biomasse

Die folgend beschriebene Methode ist eigentlich zur Ermittlung von Hecken und Feldgehölzen gedacht. Daher wird sie aufgrund der ähnlichen Vegetation des Waldrands im Projektgebiet angewendet. Zu beachten ist, dass bei einer scharfen Wald-Feld-Grenze mit Altholz die Biomasse vermutlich unterschätzt wird. Dies müsste bei der Umsetzung einer Waldrandgestaltungsmaßnahme überprüft werden.



Der Umrechnungsfaktor für das Volumen der Vegetation wurde nicht selbst ermittelt, sondern stammt aus Angaben der Literatur [BCKER, G., CREMER, T., SAUTER, U., 2007, S. 88].

Die Berechnung der Energieholzmenge ist für jeden einzelnen Buffer möglich. Die tatsächliche Entnahmemenge, also das Energieholzpotential, kann nun nach Begutachtung vor Ort berechnet werden.

4.5 Methodik der Ermittlung der Waldzunahme und -abnahme im Projektgebiet Kiebingen

4.5.1 Einleitung:

Ziel dieser Auswertung ist es Aussagen zur Waldrandentwicklung im Projektgebiet zu erzielen, insbesondere soll die Waldzunahme und Waldabnahme entlang des Waldrandes aufgezeigt werden.

4.5.2 Verwendete Daten:

Speicherort: /originaldaten

Waldrandlinien aus alten Forstkarten

Die Waldrandlinie 1975 wurde zunächst anhand alter Forstkarten von Herrn Truffner erstellt. Dabei stellte sich heraus, dass die Zeichengenauigkeiten dieser von Hand gezeichneter Karten größer sind, als die Ungenauigkeiten die bei der Auswertung von Luftbildern entstehen. Daher fließen nur folgende Waldrandlinien in die Berechnung ein.

Waldrandlinien aus Luftbildern 1956, 1975, 1993

Die Waldrandlinien aus den Jahren 1956, 1975 und 1993 wurden mit Hilfe von vorhandenen Luftbildern (Luftaufnahmen, Daten Hochschule Rottenburg) optisch ermittelt. Ein Versuch die in Graustufen aufgenommenen Daten mit dem Programm Idrisi32 automatisch auszuwerten schlug fehl. Die Ergebnisse waren nicht exakt genug da Schatten ebenfalls als Waldfläche klassifiziert wurden.

Aktuelle Waldrandlinie 2010

Die aktuelle Waldrandlinie von 2010 wurde durch Begehen der Waldrandgrenze mit einem Trimble- GPS-Rucksack ermittelt. Ergänzt wurde diese Waldrandlinie, falls nicht zugänglich wegen umzäunten Privatgrundstücken, mittels Orthofotos von 2007.

4.5.3 Aufbereitung und Auswertung der Daten mit ArcGIS

Die Daten wurden aufbereitet und mit Hilfe eines Modells in ArcGis 9.3 ausgewertet.

Folgende Dateien wurden verwendet.

ESRI ArcMap Document und Toolbox mit Model *Speicherort: /bearbeitet/model*

history.mxd

history.tbx

Aufbereitete Daten

Speicherort: /bearbeitet/model/history/daten

waldrandlinie1956.shp

waldrandlinie1975.shp

waldrandlinie1993.shp

waldrandlinie2010.shp

4.5.4 Scannen und Digitalisieren von alten Luftbildern 1956, 1975 und 1993 (Forstamt Rottenburg)

Die Luftbilder sind aus dem Datenbestand der Fachhochschule Rottenburg. Es ist zunächst eine Maßstabs- und Genauigkeitsermittlung notwendig, welche im folgendem beispielhaft für das Luftbild von 1975 beschrieben ist. Die gescannten Luftbilder werden im Anschluss georeferenziert. Dabei wird an markanten Punkten, wie Wegkreuzungen und Häusern entlang des Waldrandes georeferenziert um am Waldrand eine verzerrungsfreie Darstellung zu erhalten. Zudem wurde immer nur der mittlere Bereich eines Luftbildes verwendet, da in dieser Bereich weniger verzerrt ist. Die Georeferenzierung erfolgte mit dem jeweils aktuelleren Orthofoto oder bereits georeferenziertem Luftbild. Es wurde darauf geachtet einen RMS unter 2,0 zu erhalten.



Luftbild von 1975, Flugstreifen 20 Bild 308

- Maßstabsermittlung des Luftbildes 1975:
 - o Original Luftbild: Luftbildbreite gemessen = 23cm
 - o GIS/Georeferenzierte gemessene Breite = 2530m
 - o Ergebnis → das Luftbild hat einen Maßstab von 1:11000
- Genauigkeitsermittlung Scans:
 - o Scannen mit 600 dpi / 2,54cm = 236 Pixel/cm
 - o Luftbild 1:11000 1cm = 110m → 1 Pixel = ca. 47cm

Zeichnen der Waldrandlinie anhand des Scans entlang optisch erkennbarer Merkmale der Wald- und Feldgrenzen als Polyline. Ergebnis ist die Waldrandlinie des Jahres 1975. Dieser Vorgang wurde für ebenso für die Luftbilder der Jahre 1956 und 1993 durchgeführt. Entstanden sind folgende Shapefiles Waldrandlinie1956.shp Waldrandlinie1975.shp Waldrandlinie1993.shp Waldrandlinie2010.shp

4.5.5 Flächenberechnung

Aus den Polylines der Waldränder wurden Polygone erstellt um diese anschließend mit Union zu verschneiden. Die genauere Vorgehensweise zu den Berechnungen zur Waldrandlänge und der Zu- und Abnahmeflächen entlang des Waldrandes sind im Model dargestellt.

4.6 Bekannte Probleme:

Softwareprobleme im Model-Builder von ArcGis 9.3

Beim erneuten ausführen des Models ist die Ausführung nur bis zu den Funktionen Raster to Polygon möglich. Ab diesem Punkt läuft das Model nicht automatisch weiter.

Lösung: Das Model muss bis zu diesem Punkt abgespielt werden. Erst durch das Entfernen und Wiederverknüpfen des Tools führt das Model die nachfolgenden Funktionen wieder automatisch aus. Mögliche Ursache für dieses Problem ist ein Software-Bug.

Bei erneutem ablaufen des Models treten bei dem Tool Add-Field Fehlermeldungen auf. Erst nach entfernen („remove“) der Shapes/Raster aus ArcMap und Schließen des ArcCatalog ist die Ausführung des Models möglich.

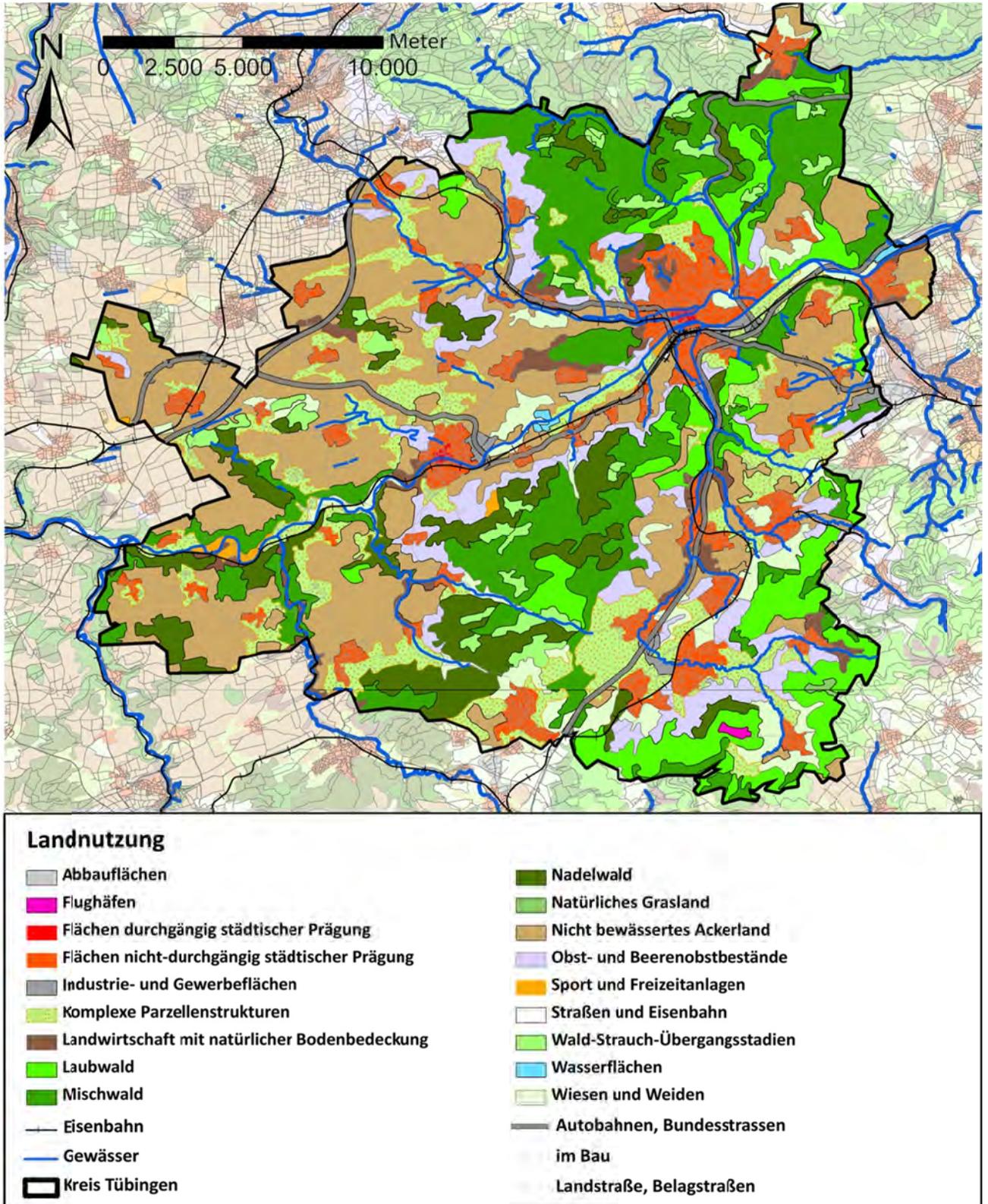
Beim erneuten ausführen des Models ist die Ausführung nur bis zu den Funktionen Spatial Join möglich. Hier folgen Fehlermeldungen und das Model läuft nicht weiter.

Lösung: Das Model muss bis zu diesem Punkt durchgeführt werden. Erst durch das Entfernen und Wiederverknüpfen dieser Funktion führt das Model die nachfolgenden Funktionen wieder korrekt aus.

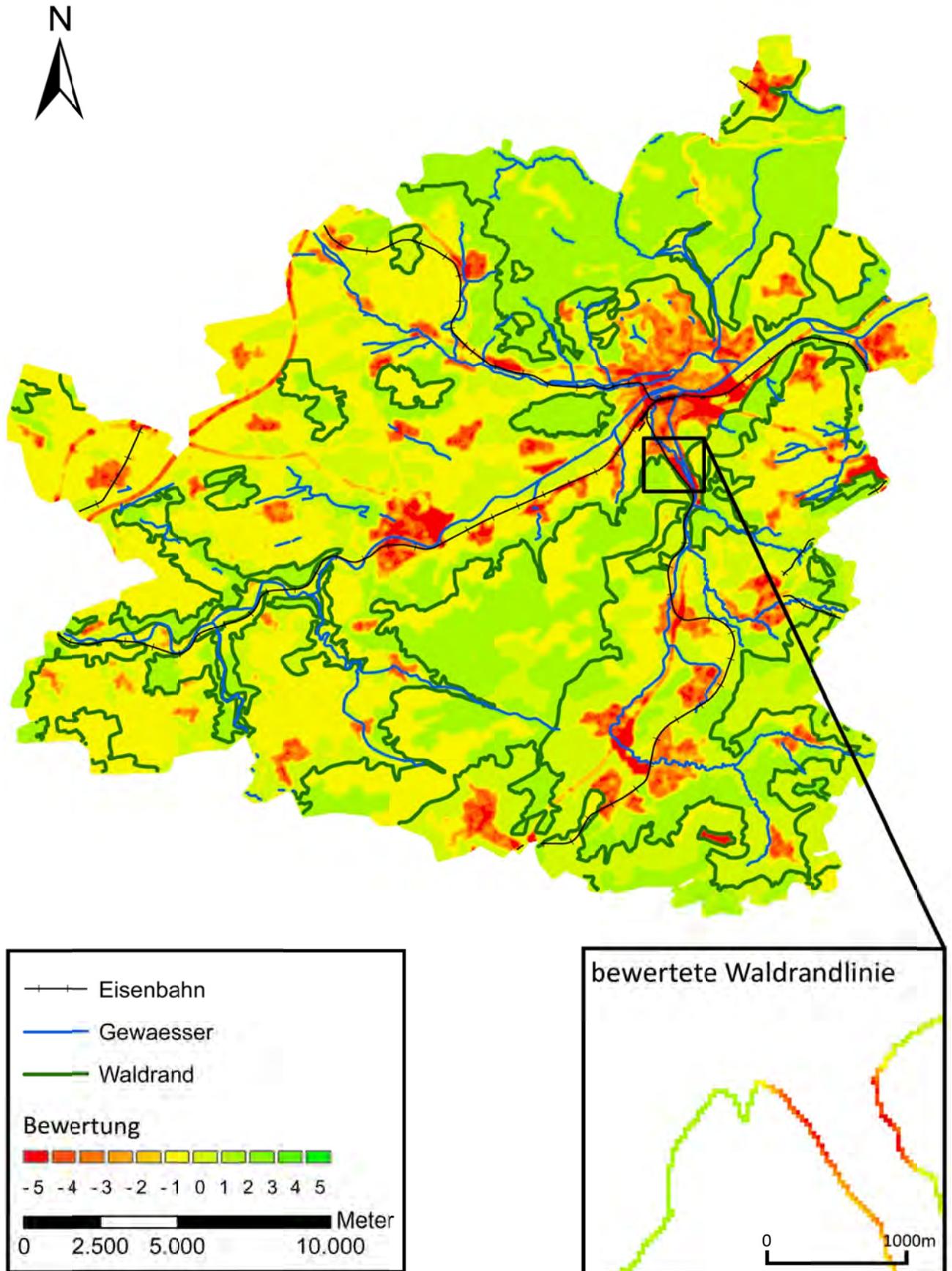
5. Projektergebnisse und Interpretation

5.1 Ergebnisse der Standortsuche am Beispiel des Landkreis Tübingen

Die zur Berechnung verwendeten Eingangsdaten sind in folgender Karte dargestellt.



Bewertete Waldrandlinie im Kreis Tübingen



Auf dieser Karte wird gezeigt, an welchen Waldrandabschnitten im Landkreis Tübingen Eingriffe zur Waldrandpflege am sinnvollsten sind. Rote Waldrandabschnitte (Klasse -5, -4) finden sich vor allem entlang

stark genutzter Verkehrsachsen und entlang von Industrie- und Siedlungsbereichen. Hier sind Eingriffe zur Waldrandgestaltung wenig sinnvoll, da die Verbesserungen weiterhin sehr stark durch diese negativen Einflüsse betroffen bleiben. Beispielsweise kann natürlich ein monotoner Fichtenwald entlang von Industrieflächen durch Waldrandgestaltung aufgewertet werden, es wird allerdings hier niemals möglich sein einen hochwertigen Waldrand zu gestalten, solange die Einflüsse der Industriefläche bestehen bleiben. Wenn mehrere niedrig Bewertete Landnutzungen auf den Waldrand einwirkende wie beispielsweise Nadelwald und Ackerland, sind Waldrandabschnitte mit geringerer Wertigkeit (Klasse 1) zu verzeichnen. Anhand dieser Bewertung können die Waldränder im Landkreis Tübingen grob auf ihrer Wertigkeit vorselektiert werden. Für eine Tatsächliche Entscheidung wo genau Waldrandgestaltung stattfinden soll, muss der Waldrand spezifischer bewertet werden. Die Vorgehensweise ist anhand des Projektgebiets Kiebingen beschrieben.

Das Ergebnis der Berechnung der Landnutzung in Bezug auf den Waldrand.

FID	Shape	GRID CODE	Laenge	Laengelleu	SUM Laenge	SUM Laen 1	Faktor
0	Polyline	-5	540,247011	485,240052	483483,890787	434256,448082	0,898182
1	Polyline	-4	1181,029044	1060,778833	483483,890787	434256,448082	0,898182
2	Polyline	-3	1843,824445	1656,089623	483483,890787	434256,448082	0,898182
3	Polyline	-2	3600,413355	3233,825873	483483,890787	434256,448082	0,898182
4	Polyline	-1	7964,263664	7153,35695	483483,890787	434256,448082	0,898182
5	Polyline	0	31970,693193	82606,405952	483483,890787	434256,448082	0,898182
6	Polyline	1	179253,741709	161002,454608	483483,890787	434256,448082	0,898182
7	Polyline	2	194415,900503	174620,830212	483483,890787	434256,448082	0,898182
8	Polyline	3	2713,777864	2437,46598	483483,890787	434256,448082	0,898182

Dargestellt sind alle Waldränder, in Klassen von -5 bis +4 gegliedert, des Landkreises Tübingen. Für jede Klasse ist die entsprechende Gesamtlänge mit angegeben.

Es zeigt sich, dass die zwei am schlechtesten bewerteten Klassen (-5 und -4) insgesamt lediglich eine Waldrandlänge von ca. 1721m ausmachen. Die Klasse 0, in welcher eine genauere Betrachtung des Waldrandes erfolgen sollte, hat insgesamt eine Länge von 82km. Die Klassen 1 und 2 sind im mit einer Waldrandlänge von ca. 335km vertreten – hier ist das höchste Aufwertungs- und Biotopvernetzungspotential. Im Ergebnis sind die Waldränder im Landkreis Tübingen kaum von Straßen- und Eisenbahnverkehr und Industrieflächen beeinflusst. Ein Großteil der Waldflächen hat ein großes Aufwertungspotential. Vor allem in den Kategorien 2 und 3 da diese stark von Streuobstflächen oder Mischwald beeinflusst sind.

Über die Waldrandlänge lässt sich eine grobe Vorkalkulation der Biomasse vornehmen. Wird von einer durchschnittlichen Waldrandbreite von 30m, einem Vorrat von 80Fm pro Hektar und einer Entnahmemenge von 30% ausgegangen, so ergibt sich ein Biomassepotential von 347.200Fm.

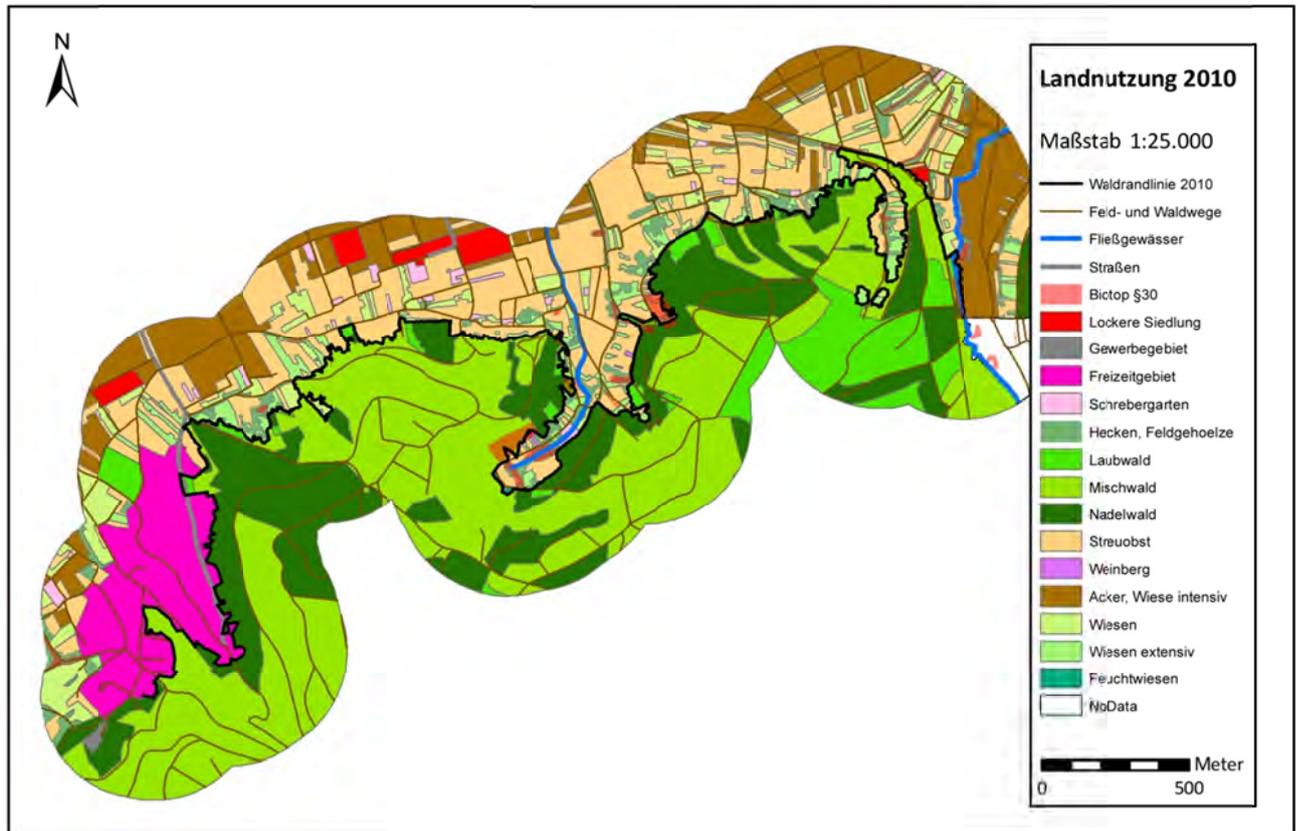
5.2 Ergebnisse aus dem Projektgebiet Kiebingen

Die Projektergebnisse beinhalten Aussagen zum Naturschutz- und Energieholzpotential sowie Aussagen zur Waldrandentwicklung im Projektgebiet Kiebingen.

5.2.1 Naturschutz- und Aufwertungspotential

5.2.1.1 Landnutzungsverteilung im Projektgebiet

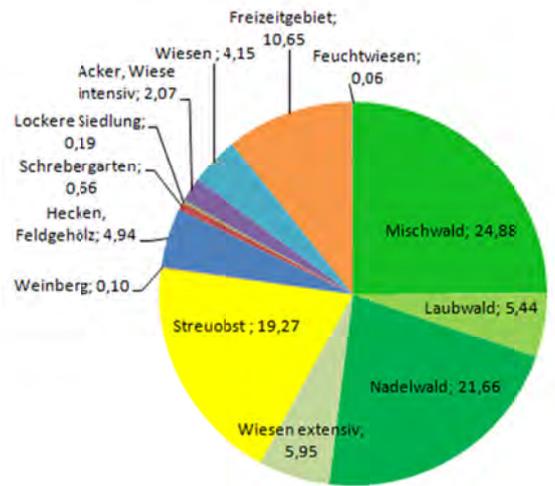
Die Aufgenommenen und zur Berechnung verwendeten Daten sind in folgender Karte dargestellt.



Ergebnis der Datenerfassung im Einflussbereich der Waldrandlinie

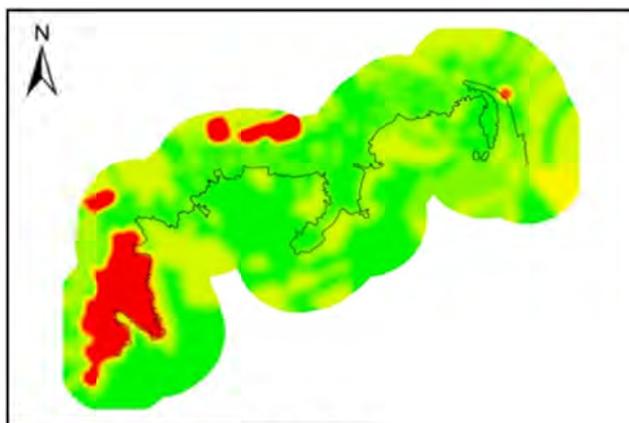
FID	Shape	Landnutzun	Area	Beschreibu
0	Polygon	17	38,85685	Mischwald
1	Polygon	18	8,501447	Laubwald
2	Polygon	16	33,832011	Nadelwald
3	Polygon	4	9,289033	Wiesen extensiv
4	Polygon	2	30,100043	Streuobst
5	Polygon	15	0,154595	Weinberg
6	Polygon	3	7,718528	Hecken, Feldgehölze
7	Polygon	14	1,026333	Schrebergarten
8	Polygon	12	0,295631	Lockere Siedlung
9	Polygon	1	3,233762	Acker, Wiese intensiv
10	Polygon	5	6,483018	Wiesen
11	Polygon	6	16,63707	Freizeitgebiet
12	Polygon	20	0,091901	Feuchtwiesen
13	Polygon	0	0,670948	NoData

Die Tabelle gibt die Flächenanteile in Hektar der einzelnen Landnutzungskategorien im Projektgebiet bei einem Einflussbereich der Waldrandlinie auf die Landnutzung von 100m an. Das Kreisdiagramm stellt die Verteilung in Prozent dar. Im Projektgebiet ist vor allem die Landnutzungskategorie Wald (Mischwald 24,88%, Laubwald 5,44%, Nadelwald 21,66%) vorhanden. Die Streuobstbestände machen insgesamt 19,27% der Landnutzung aus. Die verschiedenen Wiesentypen sind in der Summe mit ca. 10% vertreten (Wiesen 4,15%, Wiesen extensiv 5,95%, Feuchtwiesen 0,06%, Acker/Wiesen intensiv 2,07%). Freizeitgebiete, v.a. der Martinsberg, nehmen mit 10,65% eine erwähnenswerte Fläche im Projektgebiet ein.

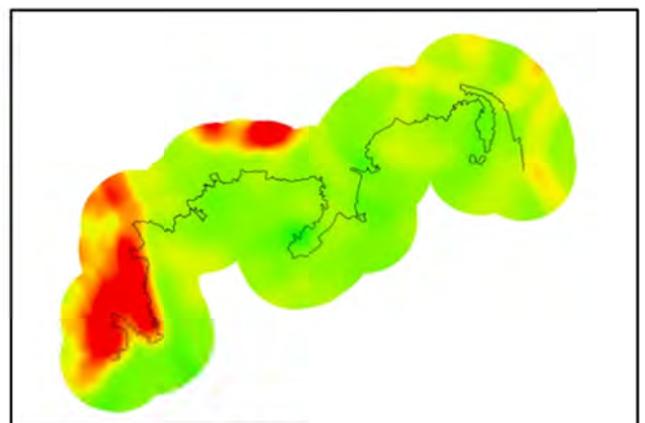


5.2.1.2 Ergebnis der Berechnung des Naturschutzpotentials

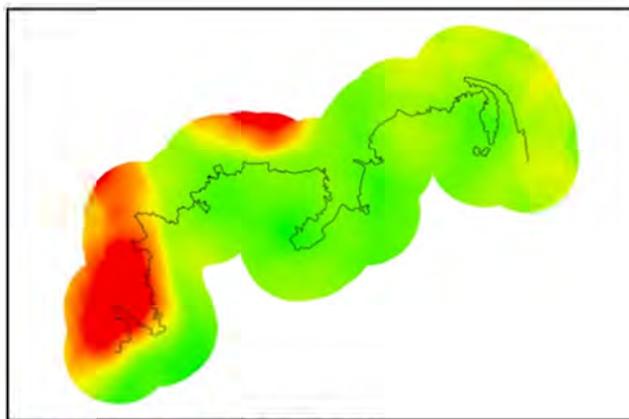
Vergleich unterschiedlicher Einflussbereiche



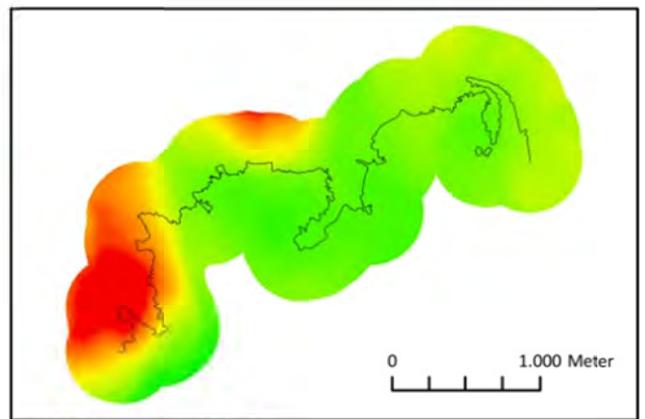
Landnutzung im Umkreis von 100m



Landnutzung und Infrastruktur im Umkreis von 100m



Landnutzung und Infrastruktur im Umkreis von 200m

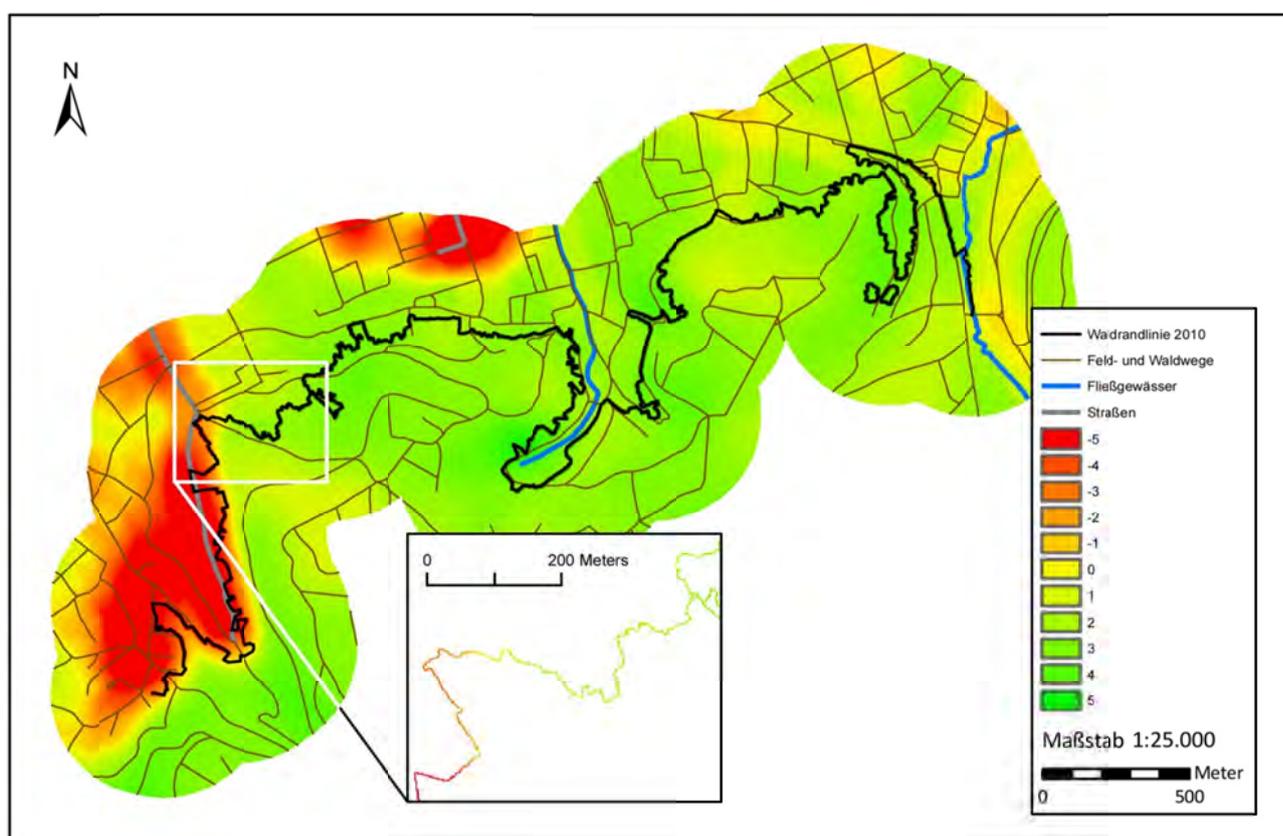


Landnutzung und Infrastruktur im Umkreis von 300m

Dargestellt ist die bewertete Landschaft innerhalb eines Umkreises von 350m um die Waldrandlinie von 2010. Die bewerteten Landnutzungsformen, Biotop §30 Flächen, Gewässer, die Himmelsrichtung und Hangneigung sowie Verkehrswege wurden für jede Stelle im Projektgebiet im Umkreis von 100m, 200m und 300m miteinander verrechnet. Es zeigt sich, dass bei einem Einflussbereich von mehr als 100m das Ergebnis zu homogen dargestellt wird. Grund dafür ist die stark parzellierte und unterschiedlich genutzte Landschaft im Projektgebiet. Zusätzlich wirken negativ bewertete Flächen zu stark und zu weit in die Landschaft aus. Dies betätigt den in der Literatur genannten Einflussbereich von 100m. [BUEHREN D., DIEZ C., BUDDE A., KAUFMANN G., 1995, Seite 36]

5.2.1.3 Ergebnis für 100m Einflussbereich der Landschaft

In folgender Karte wird die bewertete Landschaft mit einem Einflussbereich von 100m auf den Waldrand bezüglich des Naturschutzpotenzials einer Waldrandgestaltung dargestellt.



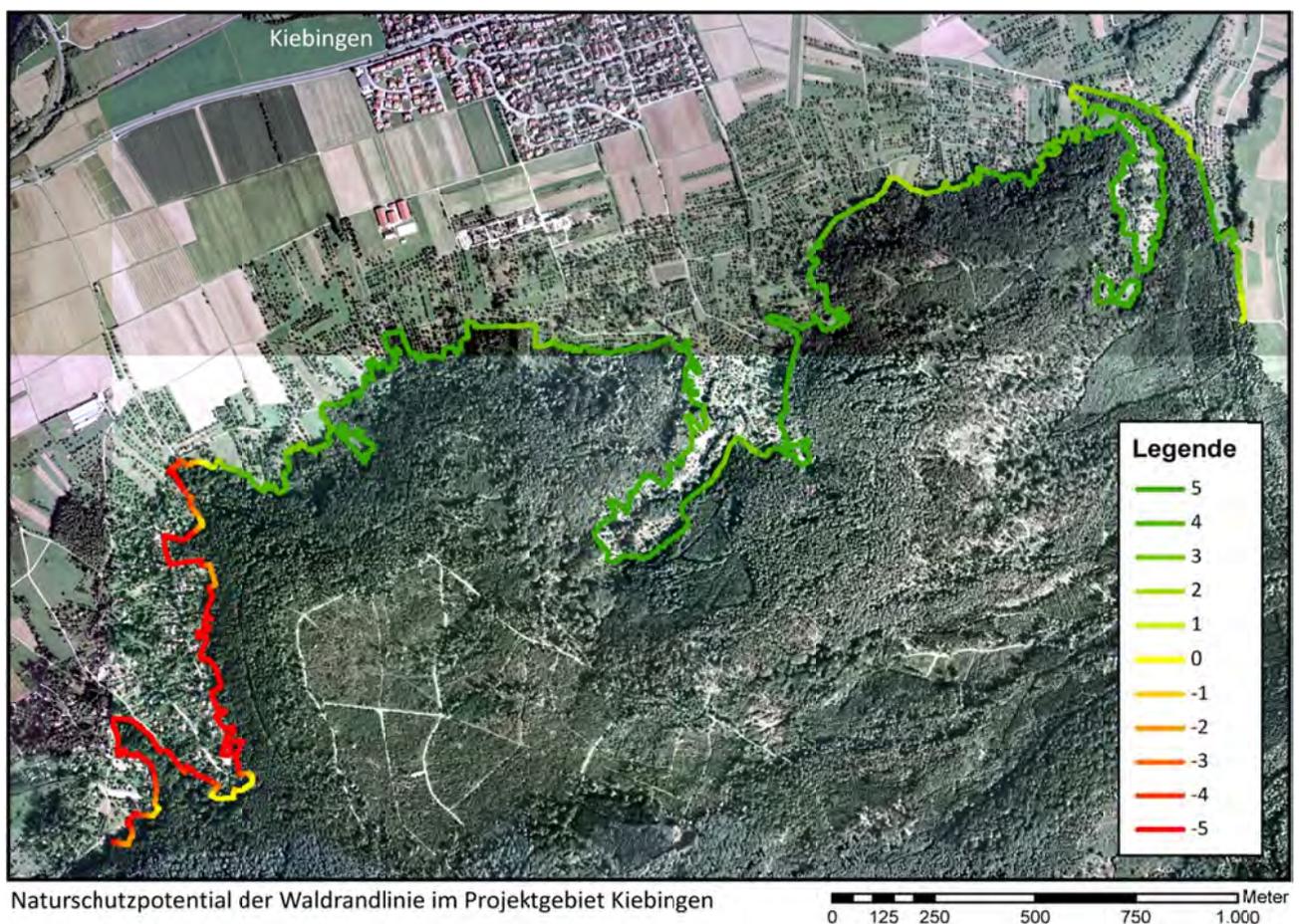
5.2.1.4 Bewertung der Ergebnisse für 100m Einflussbereich der Landschaft

Rot bis orange dargestellte Abschnitte der Waldrandlinie bedeuten, dass der Waldrand in diesem Bereich von Landnutzung und Infrastruktur beeinflusst ist die sich negativ auf das Naturschutzpotential auswirken. Somit sind diese Waldrandflächen für eine Waldrandgestaltung ungeeignet bei der Naturschutz betrieben werden soll. Hier könnte aber dennoch aus Waldschutzgründen oder Verkehrsicherungspflicht ein stufiger Waldrand entwickelt werden.

Gelbe dargestellte Abschnitte sollten vor Ort genauer betrachtet werden hier könnte das höchste Aufwertungspotential vorhanden sein wenn z.B. ein ruhiges Wohngebiet mit großen Vorgärten an den Waldrand grenzt.

Gelbgrün dargestellte Flächen haben das höchste Aufwertungspotential. Landwirtschaftliche Flächen sind in diesem Bereich oft intensiv genutzte Äcker und Wiesen die an reine Nadelwälder grenzen. Wald-Feld-Grenzen sind hier oft ohne stufigen Übergang. Hier sollte aktiv Natur- und Waldschutz betrieben werden indem ein stufiger Waldrand gestaltet oder verbessert wird. Diese Waldränder können dann als Biotopverbundnetz und als Ausbreitungskorridore für viele Arten dienen.

Dunkelgrün dargestellte Abschnitte dagegen sind von einer sehr hochwertig eingestuft Landnutzung umgeben. Es handelt sich meist um Waldränder entlang von Streuobstwiesen und extensiv genutztem Grünland an südlich exponierten Hängen. Diese Waldränder sollten in Raumplanungsverfahren sollte unbedingt darauf geachtet werden diese Waldränder nicht weiter zu zerschneiden.



Das Foto zeigt die bewertete Waldrandlinie im Projektgebiet.

Folgende Tabelle gibt die Waldrandlinien, aufgliedert nach ihren Klassen, wieder. Angegeben ist zudem für jede Klasse die Länge in Metern.

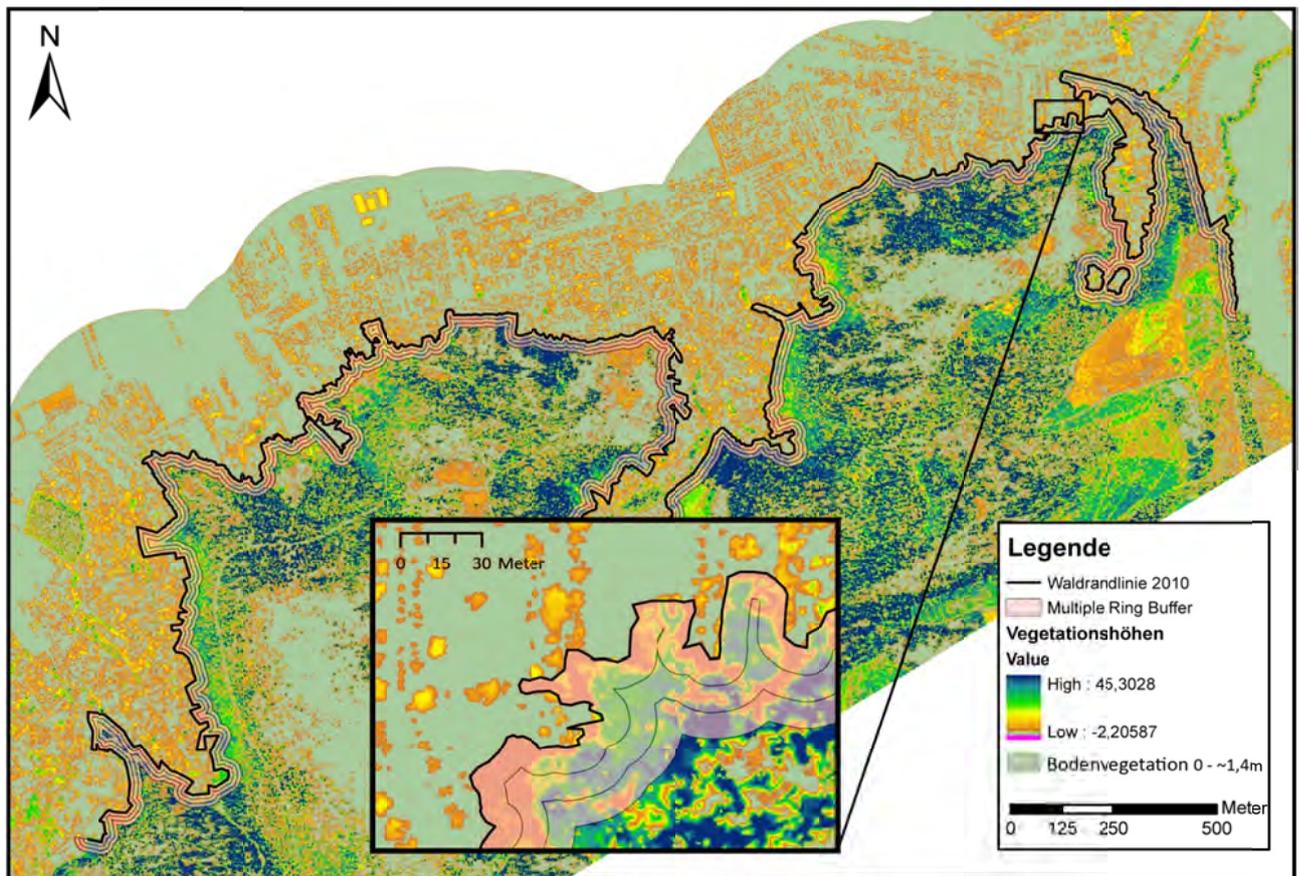
FID	Shape	Join Count	GRID_CODE	Laenge	SUM	Join Cou 1	Laenge 1	SUM 1	SUM Laenge
0	Polyline	1	-5	2033,860128	1780,113541	1	12418,621	0,875239	14188,835436
1	Polyline	1	-4	224,318773	196,332521	1	12418,621	0,875239	14188,835436
2	Polyline	1	-3	187,865448	164,427151	1	12418,621	0,875239	14188,835436
3	Polyline	1	-2	143,434633	125,539573	1	12418,621	0,875239	14188,835436
4	Polyline	1	-1	136,997375	119,905434	1	12418,621	0,875239	14188,835436
5	Polyline	1	0	157,634196	137,967583	1	12418,621	0,875239	14188,835436
6	Polyline	1	1	138,567754	121,279892	1	12418,621	0,875239	14188,835436
7	Polyline	1	2	437,415162	382,842774	1	12418,621	0,875239	14188,835436
8	Polyline	1	3	1184,255585	1036,506579	1	12418,621	0,875239	14188,835436
9	Polyline	1	4	2705,473712	2367,935889	1	12418,621	0,875239	14188,835436
10	Polyline	1	5	6839,01267	5985,770062	1	12418,621	0,875239	14188,835436

Es wird deutlich, dass ca. 2034m Waldrand zur schlechtesten Klasse (-5) zu zuzählen sind. Auf ca. 6839m Waldrand finden wir einen ökologisch hochwertigen Waldrand, der der Klasse (+5) angehört und somit ein hohes Schutzpotenzial sehr schützenswert ist. Ebenfalls bereits hochwertig und somit mit nur geringem Aufwertungspotential versehen, sind die Klassen +3 und +4, welche gemeinsam eine Waldrandlänge von ca. 3889m ausmachen. Somit kann der Waldrand im Projektgebiet insgesamt als bereits sehr hochwertig und ökologisch wertvoll betrachtet werden, mit Ausnahme des Bereichs um den Martinsberg. Dies spiegelt auch den Eindruck der Vor-Ort-Begehungen wieder. In den Klassen >1 bis 3 ist der Waldrand weniger hochwertig, besitzt dafür allerdings ein hohes Aufwertungspotenzial, aufsteigend mit abnehmendem Klassenwert. Hier wären Eingriffe zur Waldrandgestaltung am effektivsten und am sinnvollsten.

5.2.2 Energieholzpotential

Die zur Berechnung verwendeten Eingangsdaten sind in folgender Karte dargestellt. Auf der Karte sind die Vegetationshöhen zu sehen. Die rosa dargestellten negativen Werte sind Fehler aus der Reklassifikation von „first puls“ und „last puls“ bei der Aufbereitung der Daten nach der Befliegung. Sie sind in der Berechnung nicht relevant da nur wenige Pixel betroffen sind. Die einzelnen besonders hohen Werte können z.B. durch fliegende Vögel zustande kommen.

5.2.2.1 Karte der Vegetation



Eingangsdaten zur Berechnung des Energieholzpotentials im Projektgebiet Kiebingen

5.2.2.2 Ergebnisse der Berechnungen mit GIS

Folgend werden die Projektergebnisse für 30m und 50m beschrieben.

Attributes of waldrand2010_srm_30												
Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	FM	PREISSRM	FMPROHA
1	0	1220200	305050	0,000548	0,023499	0,022951	0,005688	0,004119	6940,9111	2892,046305338	18	94,80565103

Attributes of waldrand2010_srm_101010												
Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	FM	PREISSRM	FMPROHA
1	0	465302	116325,5	0,000832	0,019775	0,018944	0,004143	0,003352	1927,6123	803,171794	18	69,045203
2	1	400398	100099,5	0,000848	0,021213	0,020365	0,006295	0,004109	2520,4182	1050,174255	18	104,91304
3	2	354500	88625	0,000548	0,023499	0,022951	0,007032	0,004385	2492,8806	1038,700256	18	117,201719

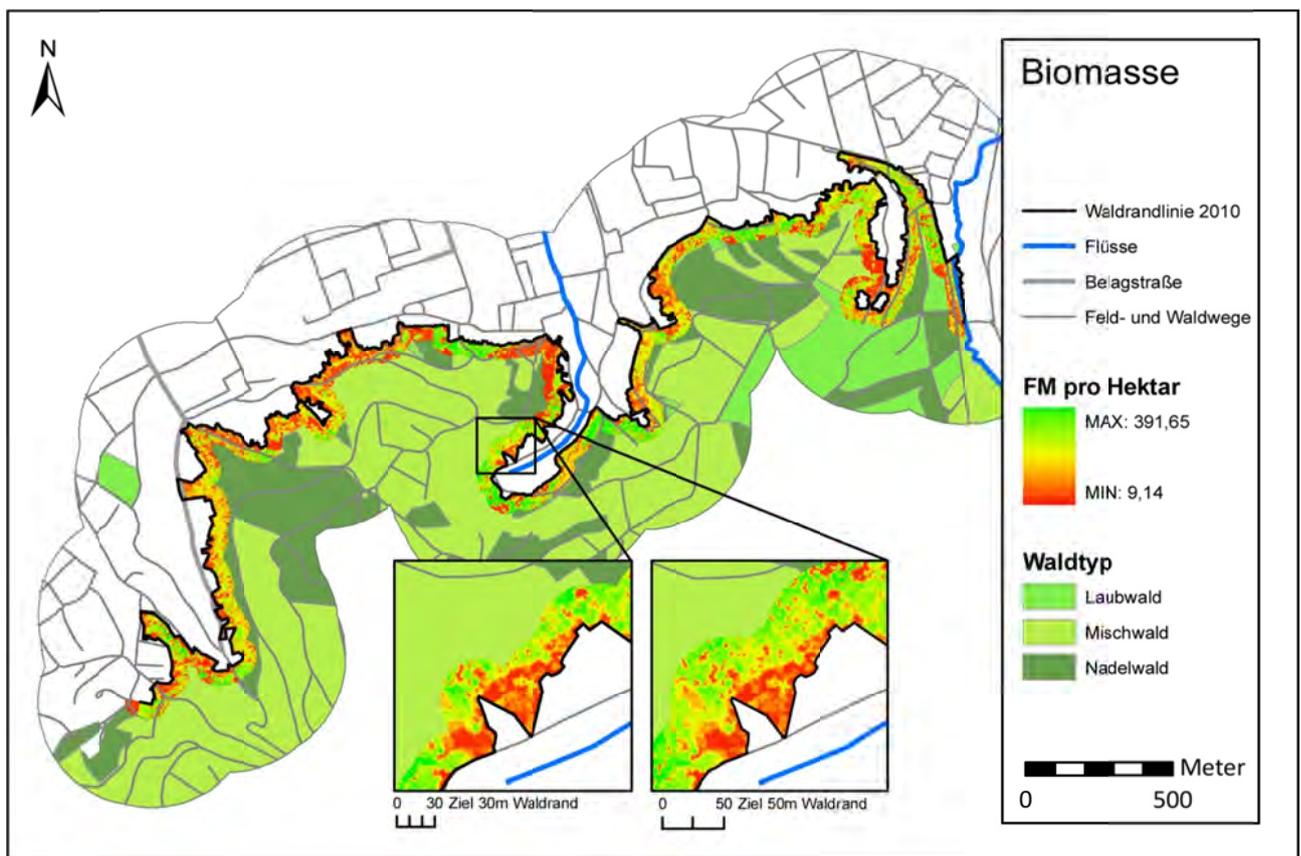
30m Waldrandgestaltung Das Ergebnis der oben gezeigten Tabelle stellt die gesamte Biomasse des

Waldrandes von 2010 mit Breite von 30m dar. Demnach befinden sich um die 6941Srm Hackschnitzel im zu gestaltenden Waldrand. In Zone 1 (10m), dem zukünftigem/möglichen Krautsaum, befinden sich 1928Srm/803Fm (69Fm/ha), in Zone 2 (Strauchgürtel) 2520Srm/1050Fm(105Fm/ha) und in Zone 3 (Waldmantel) 2493Srm/1039Fm (117Fm/ha).

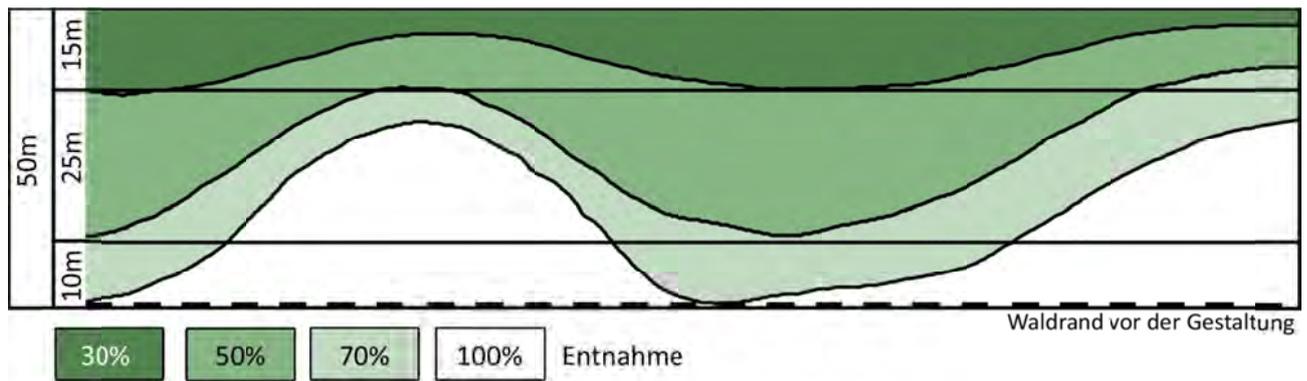
Rowid	VALUE	COUIT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	FM	PREISSRM	FMPROHA
1	0	1854811	463702,75	0,000548	0,023499	0,022951	0,006147	0,004339	11400,895	4750,3727213	18	102,4443539

Rowid	VALUE	COUIT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	FM	PREISSRM	FMPROHA
1	0	465470	116367,5	0,000832	0,019775	0,018944	0,004144	0,003352	1928,8215	803,675639	18	69,063581
2	1	920781	230195,25	0,000548	0,023499	0,022951	0,006711	0,004298	6178,9404	2574,558512	18	111,84238
3	2	468560	117140	0,000685	0,022741	0,022056	0,007028	0,004655	3293,1321	1372,138367	18	117,136523

50m Waldrandgestaltung Das Ergebnis der oben gezeigten Tabelle stellt die gesamte Biomasse des Waldrandes (von 2010) mit 50m Breite dar. Demnach befinden sich ca. 11401Srm im Waldrand. Im Zone 1 (10m), dem zukünftigem/möglichen Krautsaum, befinden sich 1929Srm/804Fm (69Fm/ha), im Zone 2 (25m) (Strauchgürtel) 6179Srm/2575Fm (112Fm/ha) und im Zone 3 (15m) (Waldmantel) 3293Srm/1372Fm (117Fm/ha).



5.2.2.3 Waldrandgestaltung, Vorschlag zur Vorgehensweise



Diese Grafik zeigt die mögliche Vorgehensweise einer Waldrandgestaltung. Die Einteilung soll dem Krautsaum (10m), dem Strauchgürtel (25m) und dem Waldmantel (30m) entsprechen. Auf einer Breite von 50 Metern und einer Länge von 300 Metern sollen zwei bis drei 30mx50m große Buchten geschaffen werden. Mit dieser Vorgehensweise ergibt sich pro Saumbereich eine durchschnittliche Entnahmemenge. Wir gehen davon aus, dass auf den ersten 10 Metern 80%, auf den nächsten 25 Metern 50% und auf den letzten 15 Metern um die 30% der Biomasse entnommen werden sollten um eine dynamische Waldrandentwicklung zu starten. Diese Werte sind Richtwerte und sollten an die Situation vor Ort angepasst werden. Sinnvoll ist Buchten an eventuell schon vorhandene Strukturen anzupassen. Um die neu geschaffenen Buchten vor schnellem Zuwachsen zu schützen, sollten besonders trockene oder felsige Stellen bevorzugt von Vegetation befreit werden.

5.2.2.4 Mögliche Erlöse im Projektgebiet

Folgend eine Rechnung in der von einem Erlös von 18€ pro Srm Waldfrischen Hackschnitzel ausgegangen wird. Sie zeigt die Erlöse für das Projektgebiet für 30 Meter und 50 Meter Waldrandbreite. In der Literatur wird empfohlen bei der Waldrandgestaltung Abschnittweises vorzugehen und diese alle 20 Jahre zu wiederholen.

Waldrandbreite	Bereich	Hektar	Biomasse	Entnahme	Fm pro Hektar	Srm	Preis Srm	Summe
30m	10 m	11 ha	1928 Srm	80 %	58 Fm	1542 Srm	18 €	27.763 €
	10 m	10 ha	2520 Srm	50 %	53 Fm	1260 Srm	18 €	22.680 €
	10 m	9 ha	2493 Srm	30 %	35 Fm	748 Srm	18 €	13.462 €
	30 m	30 ha	6941 Srm	Ø 53 %	Ø 49 Fm	3550 Srm	Summe	63.905 €

Waldrandbreite	Bereich	Hektar	Biomasse	Entnahme	FM pro Hektar	Srm	Preis Srm	Summe
50m	10 m	12 ha	1929 Srm	80 %	56 Fm	1543 Srm	18 €	27.778 €
	25 m	23 ha	6179 Srm	50 %	56 Fm	3090 Srm	18 €	55.611 €
	15 m	12 ha	3293 Srm	30 %	36 Fm	988 Srm	18 €	17.782 €
	50 m	46 ha	11401 Srm	∅ 53 %	∅ 49 Fm	5621 Srm	Summe	101.171 €

Bei einer Umsetzung wird sich jedoch zeigen welche Menge an Hackschnitzel tatsächlich anfallen. Es können teilweise sicherlich bessere Sortimente sortiert werden. Denkbar wäre auch Brennholzlose frei Waldstraße zu verkaufen. Dabei könnten höhere Erlöse erzielt werden.

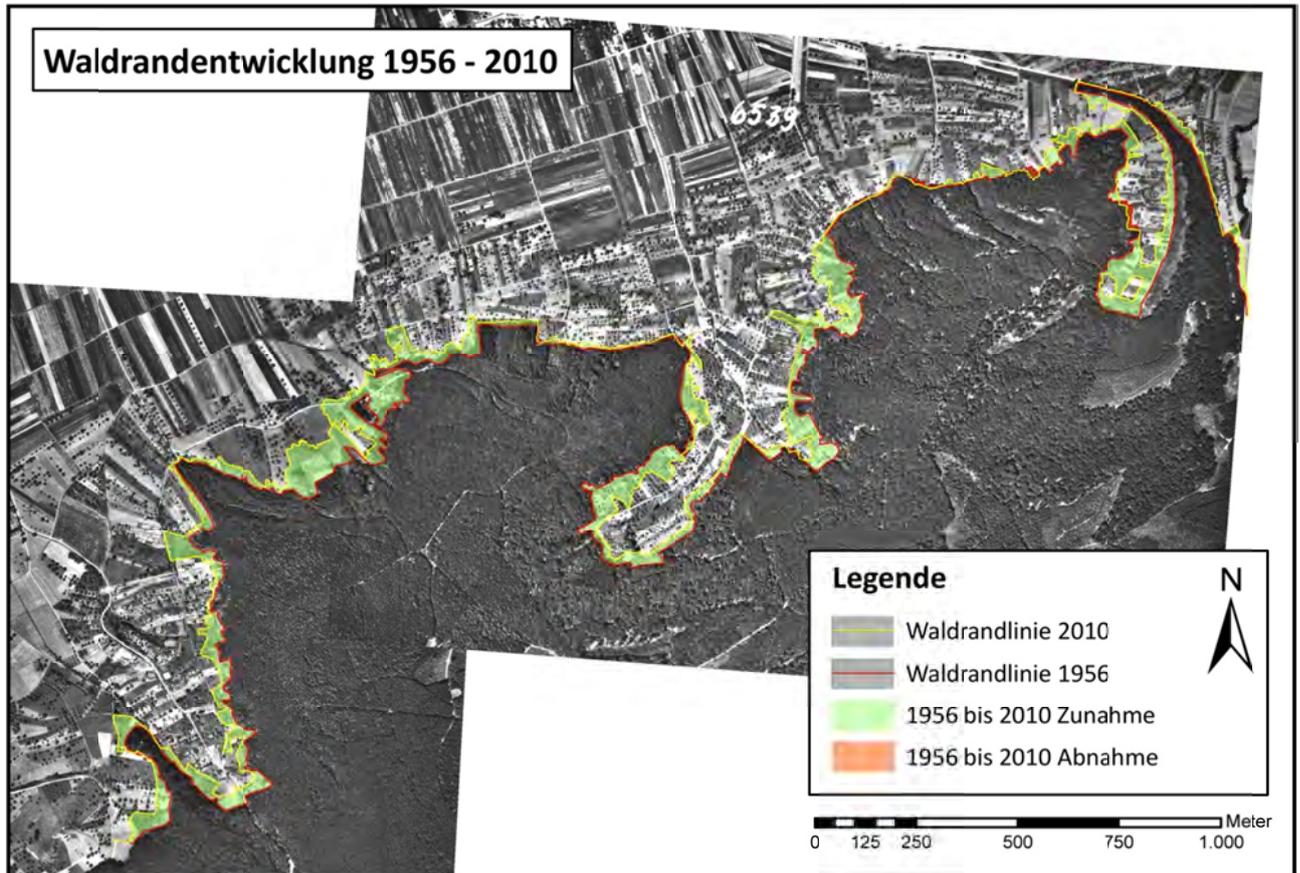
Nach einer Umsetzung kann der verwendete Biomassefaktor überprüft und eventuell an verschiedene Waldrandtypen angepasst werden.

Wird von einem Erlös von 18€ pro Srm Hackschnitzel ausgegangen ist bei Aufarbeitungskosten von bis zu 42€/Fm ist ein positiver Deckungsbeitrag möglich.

5.2.3 Waldrandentwicklung seit 1956

Anhand von Luftbildern wurden Waldrandlinien der Jahre 1956, 1975 und 1993 ermittelt und die Zu- und Abnahme der Waldflächen berechnet.

Ergebnisse



Jahr	Länge
1956	10.912,39m
1975	12.535,85m
1993	12.544,87m
2010	12.418,62m

Zeitraum	Zunahme	Abnahme
	der Waldfläche	
1956 - 1975	93.768,81m ²	12.055,37m ²
1975 - 1993	79.131,71m ²	16.269,64m ²
1993 - 2010	74.625,76m ²	15.655,15m ²
1956 - 2010	206.313,24m ²	2.767,13m ²

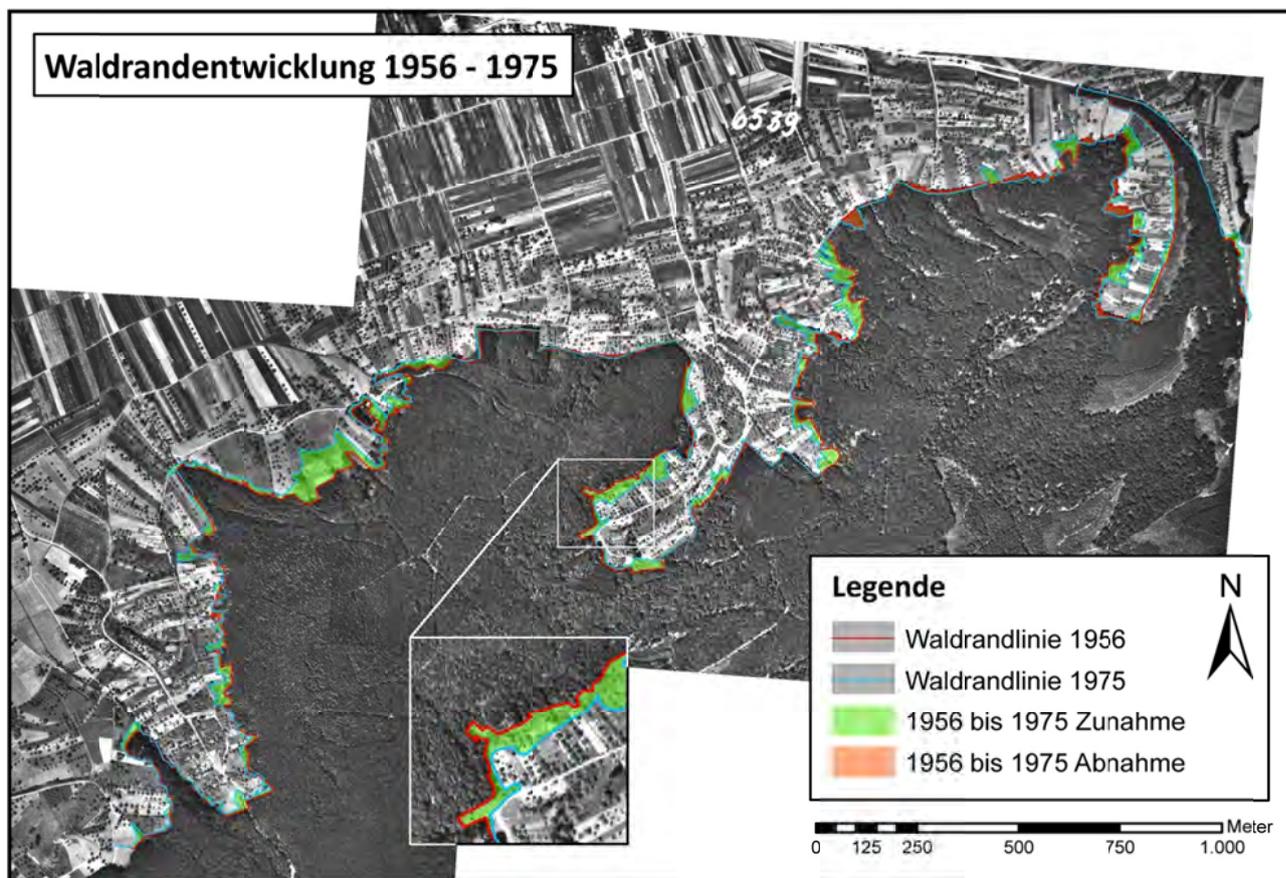
Die Tabelle zeigt die Waldrandlinien der verschiedenen Jahre mit ihren jeweiligen Längen. Zugleich sind Zunahme- und Abnahmeflächen entlang des Waldrandes zwischen verschiedenen Zeiträumen dargestellt.

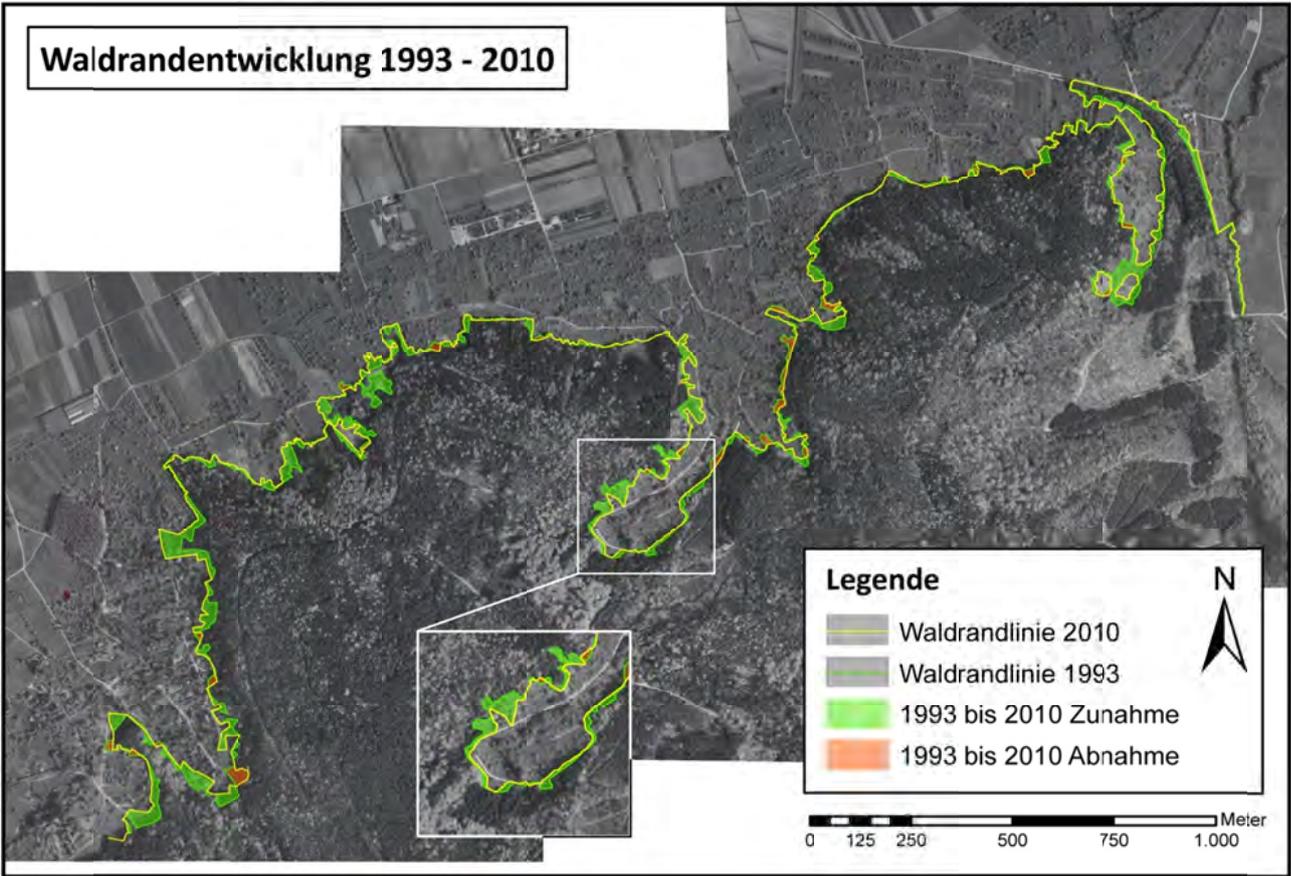
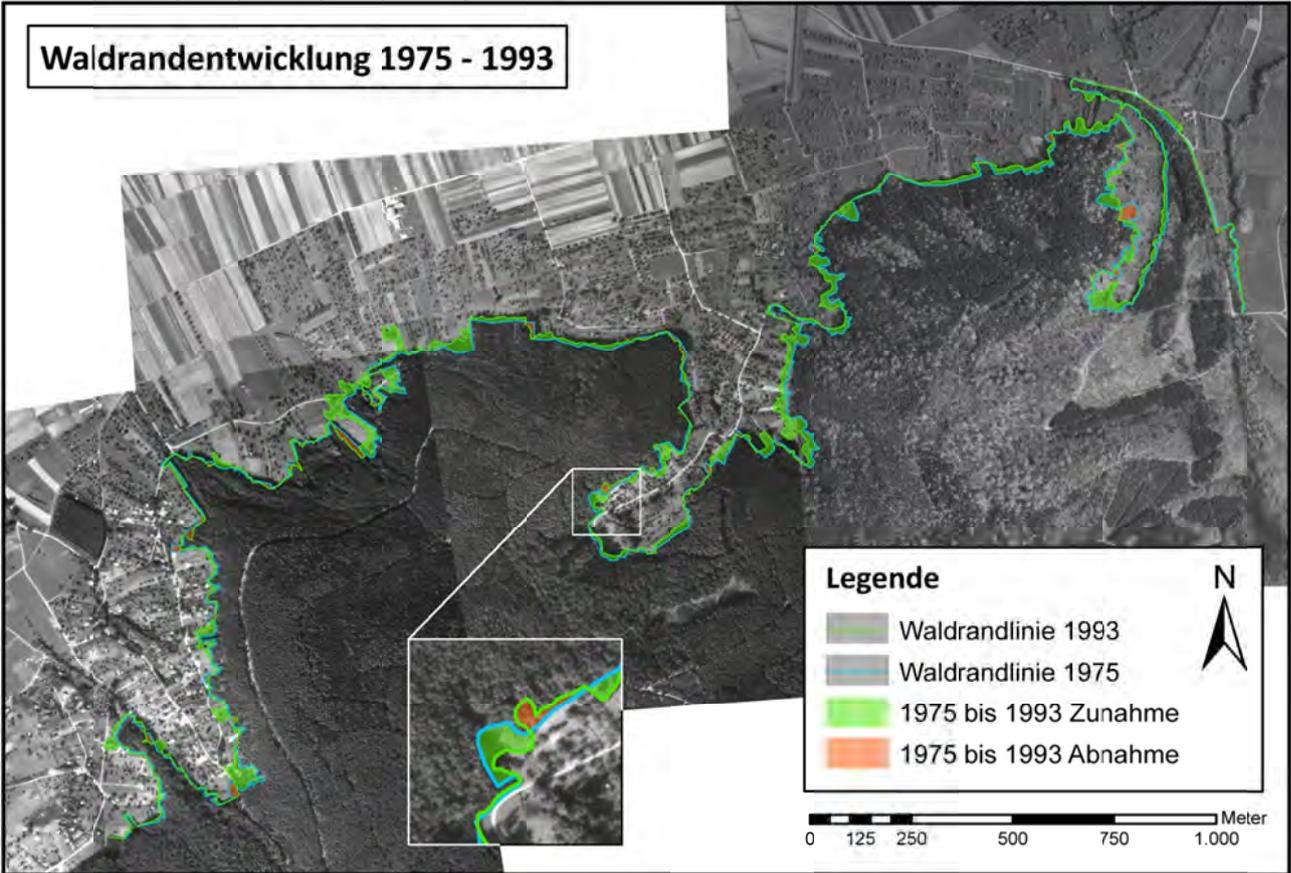
Es zeigt sich, dass sich die Waldrandlinie hinsichtlich ihrer Länge zwischen 1956 und 1975 um 1.506m verlängert hat. Anschließend blieb die Waldrandlinie zwischen 1975 und 2010 in ihrer Länge relativ konstant.

Zwischen 1956 und 1975 sind, wie oben dargestellt, entlang des gesamten Waldrandes Abnahme- und Zunahmeflächen von insgesamt $12.055,37\text{m}^2$ und Zunahmeflächen von insgesamt $93.768,81\text{m}^2$ zu verzeichnen. Das bedeutet eine Netto-Zunahme der Waldfläche entlang des Waldrandes von ca. $81.713,44\text{m}^2$ (8,2ha). Betrachtet man den gesamten Zeitraum zwischen 1956 bis 2010 so ergibt sich eine Netto-Zunahme der Waldfläche von ca. $203.546,11\text{m}^2$ (20,4ha).

Bei einer Waldrandlinien-Länge von durchschnittlich ca. 12.103m ($10.912\text{m} + 12.536\text{m} + 12.545\text{m} + 12.419/4$) und einer Netto-Zunahme von ca. 20,4ha ergibt sich ein durchschnittliches Herauswachsen des Waldrandes von 16,8m pro Meter Waldrandlinie ($203.546\text{m}^2/12.103\text{m}=16,8\text{m}$). Über den gesamten Zeitraum von 54 Jahren bedeutet dies: Pro Meter Waldrandlinie überwächst der Wald pro Jahr durchschnittlich ca. 0,31m der vorgelagerten Flächen. Häufig betroffen sind hierbei Streuobstbestände, welche keiner Nutzung mehr unterliegen und vom Waldrand „überwachsen“ werden.

Die Waldflächenzunahme entlang des Waldrandes kann aus ökologischer Sicht als positiv betrachtet werden wenn die Zunahme unterschiedlich schnell voranschreitet und dabei Buchten entstehen. Denn in Waldrandbuchten entstehen dynamische Entwicklungsprozesse.





Anhang

Artenliste am Waldrand vorkommender Arten

Gruppe	Art	Deutscher Name	FFH Anh. IV und SPA
Bäume			
Bäume	<i>Abies alba</i>	Tanne	
Bäume	<i>Acer campestre</i>	Feldahorn	
Bäume	<i>Acer platanoides</i>	Spitzahorn	
Bäume	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Bergahorn	
Bäume	<i>Betula pendula</i>	Hängebirke	
Bäume	<i>Betula pubescens</i>	Moorbirke	
Bäume	<i>Carpinus betulus</i>	Hagebuche	
Bäume	<i>Castanea sativa</i>	Edelkastanie	
Bäume	<i>Fagus sylvatica</i>	Buche	
Bäume	<i>Fraxinus excelsior</i>	Esche	
Bäume	<i>Juniperus communis</i>	Wacholder	
Bäume	<i>Larix decidua</i>	Lärche	
Bäume	<i>Morus alba</i>	Maulbeere	
Bäume	<i>Picea abies</i>	Fichte	
Bäume	<i>Pinus mugo</i>	Bergkiefer	
Bäume	<i>Pinus sylvestris</i>	Waldföhre	
Bäume	<i>Populus tremula</i>	Aspe	
Bäume	<i>Prunus avium</i>	Kirschbaum	
Bäume	<i>Prunus padus</i>	Traubenkirsche	
Bäume	<i>Pyrus pyraeaster</i>	Birne, Wilde	
Bäume	<i>Quercus petraea</i>	Traubeneiche	
Bäume	<i>Quercus pubescens</i>	Flaumeiche	
Bäume	<i>Quercus robur</i>	Stieleiche	
Bäume	<i>Salix caprea</i>	Salweide	
Bäume	<i>Sorbus aria</i>	Mehlbeere	
Bäume	<i>Sorbus aria</i>	Mehlbeere	
Bäume	<i>Sorbus aucuparia</i>	Vogelbeere	
Bäume	<i>Sorbus domestica</i>	Speierling	
Bäume	<i>Sorbus torminalis</i>	Elsbeere	
Bäume	<i>Taxus baccata</i>	Eibe	
Bäume	<i>Ulmus glabra</i>	Bergulme	
Sträucher			
Sträucher	<i>Amelanchier ovalis</i>	Felsenbirne	
Sträucher	<i>Berberis vulgaris</i>	Berberitze	
Sträucher	<i>Clematis vitalba</i>	Waldrebe	
Sträucher	<i>Cornus mas</i>	Kornelkirsche	
Sträucher	<i>Cornus sanguinea</i>	Hartriegel	
Sträucher	<i>Corylus avellana</i>	Hasel	
Sträucher	<i>Crataegus spec.</i>	Weissdorn	
Sträucher	<i>Euonymus europaeus</i>	Pfaffenhütchen	
Sträucher	<i>Hippophaë rhamnoides</i>	Sanddorn	
Sträucher	<i>Ligustrum vulgare</i>	Liguster	
Sträucher	<i>Lonicera periclymenum</i>	Waldgeissblatt	

Sträucher	<i>Lonicera xylosteum</i>	Heckenkirsche, Rote	
Sträucher	<i>Prunus spinosa</i>	Schwarzdorn	
Sträucher	<i>Rhamnus cathartica</i>	Kreuzdorn	
Sträucher	<i>Rhamnus frangula</i>	Faulbaum	
Sträucher	<i>Ribes uva-crispa</i>	Stachelbeere	
Sträucher	<i>Rosa canina</i>	Hundsrose	
Sträucher	<i>Rosa canina</i>	Hekkenrose	
Sträucher	<i>Rubus ideaus</i>	Himbeere	
Sträucher	<i>Rubus spp.</i>	Brombeere	
Sträucher	<i>Salix purpurea</i>	Purpurweide	
Sträucher	<i>Sambucus nigra</i>	Holunder, Schwarzer	
Sträucher	<i>Sambucus racemosa</i>	Holunder, Roter	
Sträucher	<i>Viburnum lantana</i>	Schneeball, Wolliger	
Sträucher	<i>Viburnum opulus</i>	Schneeball, Gemeiner	
Farn- und Blütenpflanzen			
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Geruchsgras	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Anthyllus vulneraria</i>	Wundklee, Echter	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Avenula pubescens</i>	Flaumhafer	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Brachypodium pinnatum</i>	Zwenke, Fieder-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Bromus erectus</i>	Trespe, Aufrechte	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Camp. Rhomb.</i>	Glockenblume, Rautenblättrige	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Centaurea jacea</i>	Flockenblume, Wiesen	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Centaurea montana</i>	Flockenblume, Berg-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Centaurea scabiosa</i>	Flockenblume, Skabiosen-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Cirsium oleraceum</i>	Kratzdisetl, Kohl-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Crepis biennis</i>	Pippau, Wiesen-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Crepis paludosa</i>	Pippau, Sumpf-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Hippocrepis commosa</i>	Hufeisenklee	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Hypericum perforatum</i>	Johanniskraut, Gemeines	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Lathyrus pratensis</i>	Platterbse, Wiesen-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margerite, Gemeine	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Lotus corniculatus</i>	Hornklee, Gewöhnlicher	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Luzula campestris</i>	Hauinsimse, Feld-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Kuckucksnelke	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette, Futter	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Ononis spec.</i>	Hauhechel-Arten	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Ophrys spec.</i>	Ragwurz-Arten	
Farn- und Blütenpflanzen	Orchidaceae spp.	Orchideen	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Orchis mascula</i>	Knabenkraut, Männliches	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Primula veris</i>	Schlüsselblume, Frühlings-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Rhinanthus minor</i>	Klappertopf, Kleiner	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Sanguisorba minor</i>	Wiesenknopf, Kleiner	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Scabiosa columbaria</i>	Skabiose, Gewöhnliche	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Silene dioica</i>	Waldnelke, Rote	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Silene nutans</i>	Leimkraut, Nickendes	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Trisetum flavescens</i>	Goldhafer	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Trollius europaeus</i>	Trollblume	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Vicia cracca</i>	Wicke, Vogel-	
Farn- und Blütenpflanzen	<i>Viola palustris</i>	Veilchen, Sumpf-	

Säuger			
Säugetiere	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Waldmaus	
Säugetiere	<i>Capreolus capreolus</i>	Reh	
Säugetiere	<i>Clethrionomys glareolus</i>	Rötelmaus	
Säugetiere	<i>Crocidura leucodon</i>	Feldspitzmaus	
Säugetiere	<i>Erinaceus europaeus</i>	Igel	
Säugetiere	<i>Glis glis</i>	Siebenschläfer	
Säugetiere	<i>Martes faina</i>	Steinmarder	
Säugetiere	<i>Meles meles</i>	Dachs	
Säugetiere	<i>Muscardinus avellanarius</i>	Haselmaus	IV
Säugetiere	<i>Muscardinus erminea</i>	Hermelin	
Säugetiere	<i>Mustela nivalis</i>	Mauswiesel	
Säugetiere	<i>Nyctalus leisleri</i>	Kleiner Abendsegler	IV
Säugetiere	<i>Nyctalus noctula</i>	Großer Abendsegler	IV
Säugetiere	<i>Vulpes vulpes</i>	Fuchs	
Vögel			
Vögel	<i>Aegithalos caudatus</i>	Schwanzmeise	SPA
Vögel	<i>Anthus campestris</i>	Brachpieper	SPA
Vögel	<i>Anthus cervinus</i>	Rotkehlpieper	SPA
Vögel	<i>Anthus trivialis</i>	Baumpieper	SPA
Vögel	<i>Asio otus</i>	Waldohreule	SPA
Vögel	<i>Athene noctua</i>	Steinkauz	SPA
Vögel	<i>Buteo buteo</i>	Mäusebussard	SPA
Vögel	<i>Carduelis carduelis</i>	Stieglitz	SPA
Vögel	<i>Carduelis chloris</i>	Grüfink	SPA
Vögel	<i>Certhia familiaris</i>	Waldbaumläufer	SPA
Vögel	<i>Columba oenas</i>	Hohltaube	SPA
Vögel	<i>Columba palumbus</i>	Ringeltaube	SPA
Vögel	<i>Cuculus canorus</i>	Kuckuck	SPA
Vögel	<i>Dendrocopos major</i>	Buntspecht	SPA
Vögel	<i>Dendrocopos medius</i>	Mittelspecht	SPA
Vögel	<i>Dendrocopos minor</i>	Kleinspecht	SPA
Vögel	<i>Dryocopus martius</i>	Schwarzspecht	SPA
Vögel	<i>Emberiza calandra</i>	Grauammer	SPA
Vögel	<i>Emberiza cia</i>	Zippammer	SPA
Vögel	<i>Emberiza cirius</i>	Zaunammer	SPA
Vögel	<i>Emberiza citrinella</i>	Goldammer	SPA
Vögel	<i>Emberiza citrinella</i>	Goldammer	SPA
Vögel	<i>Erithacus rubecula</i>	Rotkehlchen	SPA
Vögel	<i>Falco subbuteo</i>	Baumfalke	SPA
Vögel	<i>Falco tinnunculus</i>	Turmfalke	SPA
Vögel	<i>Ficedula albicollis</i>	Halsbandschnäpper	SPA
Vögel	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Trauerschnäpper	SPA
Vögel	<i>Ficedula parva</i>	Zwergschnäpper	SPA
Vögel	<i>Fringilla coelebs</i>	Buchfink	SPA
Vögel	<i>Galerida cristata</i>	Haubenlerche	SPA
Vögel	<i>Gallinago gallinago</i>	Bekassine	SPA
Vögel	<i>Garrulus glandarius</i>	Eichelhäher	SPA
Vögel	<i>Glaucidium passerinum</i>	Sperlingskauz	SPA

Vögel	<i>Hippolais icterina</i>	Gelbspötter	SPA
Vögel	<i>Hippolais pallida</i>	Blassspötter	SPA
Vögel	<i>Hippolais polyglotta</i>	Orpheusspötter	SPA
Vögel	<i>Jynx torquilla</i>	Wendehals	SPA
Vögel	<i>Lanius collurio</i>	Neuntöter	SPA
Vögel	<i>Lanius collurio</i>	Neuntöter	SPA
Vögel	<i>Lanius excubitor</i>	Raubwürger	SPA
Vögel	<i>Lanius senator</i>	Rotkopfwürger	SPA
Vögel	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Nachtigall	SPA
Vögel	<i>Luscinia svecica</i>	Blauehlchen	SPA
Vögel	<i>Muscicapa striata</i>	Grauschnäpper	SPA
Vögel	<i>Oriolus oriolus</i>	Pirol	SPA
Vögel	<i>Parus caeruleus</i>	Blaumeise	SPA
Vögel	<i>Parus cristatus</i>	Haubenmeise	SPA
Vögel	<i>Parus major</i>	Kohlmeise	SPA
Vögel	<i>Phylloscopus collybita</i>	Zilpzalp	SPA
Vögel	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Waldlaubsänger	SPA
Vögel	<i>Pica pica</i>	Elster	SPA
Vögel	<i>Picus canus</i>	Grauspecht	SPA
Vögel	<i>Picus viridis</i>	Grünspecht	SPA
Vögel	<i>Picus viridis</i>	Grünspecht	SPA
Vögel	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Gimpel	SPA
Vögel	<i>Remiz pendulinus</i>	Beutelmeise	SPA
Vögel	<i>Saxicola rubetra</i>	Braunkehlchen	SPA
Vögel	<i>Scolopax rusticola</i>	Waldschnepfe	SPA
Vögel	<i>Serinus serinus</i>	Girlitz	SPA
Vögel	<i>Sitta europaea</i>	Kleiber	SPA
Vögel	Strigiformes spp.*	Eulen	SPA
Vögel	<i>Strix aluco</i>	Waldkauz	SPA
Vögel	<i>Sylvia atricapilla</i>	Mönchsgrasmücke	SPA
Vögel	<i>Sylvia atricapilla</i>	Mönchsgrasmücke	SPA
Vögel	<i>Sylvia borin</i>	Gartengrasmücke	SPA
Vögel	<i>Sylvia borin</i>	Gartengrasmücke	SPA
Vögel	<i>Sylvia communis</i>	Dorngrasmücke	SPA
Vögel	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Zaunkönig	SPA
Vögel	<i>Turdus merula</i>	Amsel	SPA
Vögel	<i>Turdus philomelos</i>	Singdrossel	SPA
Vögel	<i>Turdus ruficollis</i>	Rotkehlrossel	SPA
Vögel	<i>Turdus viscivorus</i>	Misteldrossel	SPA
Vögel	<i>Tyto alba</i>	Schleiereule	SPA
Amphibien			
Amphibien	<i>Bufo bufo</i>	Erdkröte	
Reptilien			
Reptilien	<i>Anguis fragilis</i>	Blindschleiche	IV
Reptilien	<i>Coronella austriaca</i>	Schlingnatter	IV
Reptilien	<i>Lacerta agilis</i>	Zauneidechse	
Reptilien	<i>Natrix natrix</i>	Ringelnatter	IV
Reptilien	<i>Podarcis muralis</i>	Mauereidechse	
Reptilien	<i>Vipera aspis</i>	Aspispöper	

Insekten			
Insekten	<i>Apoidea</i>	Wildbienen	
Insekten	<i>Cerambycidae</i>	Bockkäfer	
Insekten	<i>Ensifera und Caelifera</i>	Heuschrecken	
Insekten	<i>Formicidae</i>	Ameisen	
Insekten	<i>Ichneumonidae</i>	Schlupfwespen	
Insekten	<i>Syrphidae</i>	Schwebfliegen	
Insekten / Lepidoptera	<i>Apatura iris</i>	Grosser Schillerfalter	
Insekten / Lepidoptera	<i>Aporia crataegi</i>	Baumweissling	
Insekten / Lepidoptera	<i>Araschnia levana</i>	Landkärtchen	
Insekten / Lepidoptera	<i>Argynnis paphia</i>	Kaisermantel	
Insekten / Lepidoptera	<i>Argynnis spp.*</i>	Perlmutterfalter	
Insekten / Lepidoptera	<i>Clossiana euphrosyne</i>	Veilchenperlmutterfalter	
Insekten / Lepidoptera	<i>Fixsenia pruni</i>	Pflaumenzipfelfalter	
Insekten / Lepidoptera	<i>Gonepetryx rhamni</i>	Zitronenfalter	
Insekten / Lepidoptera	<i>Lasiommata megra</i>	Mauerfuchs	
Insekten / Lepidoptera	<i>Limenitis populi</i>	Großer Eisvogel	
Insekten / Lepidoptera	<i>Maniola jurtina</i>	Ochsenauge, Grosses	
Insekten / Lepidoptera	<i>Nymphalis antiopa</i>	Trauermantel	
Insekten / Lepidoptera	<i>Polygonia c-album</i>	C-Falter	
Insekten / Lepidoptera	<i>Satyrium spini</i>	Schlehenzipfelfalter	
Insekten / Lepidoptera	<i>Thecla betulae</i>	Nierenfleck	

Aufbau und FFH und SPA Klassifizierung nach Artenliste des LUBW [LUBW ,Geschützte Arten, S. 3]
 Weitere Arten des Waldrands wurden angefügt.

Literaturverzeichnis:

BECKER et. Al., Der Forstwirt, Umer, 2004, Stuttgart.

BECKER, G., CREMER, T., SAUTER, U., Mobilisierung und wirtschaftliche Nutzung von Rohholz aus Wald und Landschaft zur Energieerzeugung, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg 2007

BUEHREN, D., DIEZ, C., BADER, L., BUDDE, A. und KAUFMANN, G.: Waldrand – Artenreiches Grenzland. Herausgegeben vom: SBN (Schweizerischer Bund für Naturschutz), Basel 1995.

DREYER, E., DREYER, W., Der Kosmos-Walführer, Franckh-Kosmos-Verlag, Stuttgart 1999

HAILER, J., Erprobung von Laserscandaten zur Erfassung der forstlichen Erschließungseinrichtung am Beispiel des Distrikt I, Stadtwald Rottenburg, HS-Rottenburg, Rottenburg 2005

LUBW ,Geschützte Arten, Liste der in Baden-Württemberg vorkommenden streng geschützten Arten, LUBW, Karlsruhe 2010

MEISTER, R. (2007): Gestaltung und Pflege von Waldrändern. Medieninhaber und Herausgeber: Landwirtschaftskammer Österreich – Holzinformationsfonds, Wien Dezember 2007.

FVA, Merkblätter Waldökologie (1996): Lebensraum Waldrand – Schutz und Gestaltung. Erschienen in der Reihe: Merkblätter der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Nr.48.

Internetquellen:

de.wikipedia.org/wiki/Waldrand (27.12.2010).

<http://www.waldrandgestaltung.de/idee/naturschutz-artenschutz> (27.12.2010).

<http://www.waldrandgestaltung.de/idee/schutzfunktion-erholungsfunktion/> (27.12.2010).