



Masterthesis „Der Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*) im Naturpark Karwendel – Modellierung der Habitateignung anhand eines Expertenmodells“

Arbeit zur Erlangung des Grades „Master of Science“
im Studiengang Ökologie und Biodiversität an der Universität Innsbruck

Verfasser Simon Eisele, B. Eng.
Matrikelnummer 12121369
E-Mail eisele.simon@gmx.de / simon.eisele@alpenverein.de

Prüfer assoz. Prof. Dr. Georg Leitinger
Univ. Lektor Dr. Reinhard Lentner
Institut für Ökologie

Innsbruck, 16. April 2024

I. Abstract

In this master thesis, a habitat model for the White-backed Woodpecker in Nature Park Karwendel is calculated and mapped. The approach is based on literature research and expert knowledge. The expert model serves a base for detailing existing management plans. Therefore, the thesis can make an important contribution by implementing concrete measures at local scale. The methodology is structured in three parts: Conception of the model, a territory mapping in the field as well as resulting adaptations of the first modelling approach and proposals for measures for a small part of the nature park. The model was created by overlaying raster data in ArcGIS Pro. The territory mapping was carried out on five areas, each with three inspections in the months of April to June. On top, syntopic species were recorded. The evaluation of the first modelling approach was based on area statistics within the studied territories and within the average moving distance during the breeding season. The proposed measures were given for the valley "Rißtal" in consultation with Nature Park Karwendel by analysing the deficits in habitat suitability and how the habitats could be preserved or improved. The evaluation showed that the most important factors which can be modelled are the amount of deadwood, the forest type, the slope direction and inclination, the degree of canopy cover and the impact of infrastructure. The first modelling approach also used the land use dataset, which was deleted for the final model due to contradictory results in the area statistics. More White-backed woodpeckers were detected in old deciduous and mixed forests with a high occurrence of deadwood. The species was also detected in areas with modelled unsuitable habitat. The centre of distribution of all known detections in the Nature Park was in the altitude range between 900 and 1300 meters above sea level. Among the syntopic species, it was found that those species with similar habitat requirements to the White-backed Woodpecker occur more frequently in its range. In contrast, the consistency of species with contrary requirements decreased.

The model is well suited as a reference point for mapping potential habitats of the White-backed Woodpecker in Karwendel and thus for developing proposals for measures at a local scale. The transferability of the model to other locations is limited, as the selected suitability values, the data sets and their categorisation are adapted to the modelled area. Other parameters, such as forest age, would improve the model, but could not be included as no complete datasets for the whole study area were available. The occurrence in unsuitable areas can be explained by the fact that small areas cannot be modelled, but in some cases, these may be sufficient for a possible suitable habitat. A multi-model approach is recommended for an optimal habitat management. Regarding syntopic species, only trends can be observed due to small sample size.

Further research could follow on from the results of this study, possibly climatic and anthropogenic influenced future scenarios. In addition, a detailed management plan can be drawn up for the entire Nature Park. All in all, the thesis is a meaningful, practical research that combines interdisciplinary expertise and contributes to the positive development of the species population.

II. Kurzfassung

Bei dieser Masterarbeit wird ein Habitatmodell für den Weißrückenspecht im Naturpark Karwendel berechnet und kartografisch aufbereitet. Der Ansatz basiert auf Literaturrecherche und Expertenbefragungen. Das Expertenmodell dient als Grundlage zur Detaillierung bestehender Managementpläne. Somit kann die Arbeit einen wichtigen Beitrag leisten, um konkrete Maßnahmen auf lokaler Ebene zu empfehlen. Die Methodik ist in drei Teile untergliedert: die Konzeption des Modells, eine Revierkartierung sowie daraus folgende Anpassungen des ersten Modellansatzes und Maßnahmenvorschlägen für einen Teilbereich des Naturparks. Das Modell wurde durch Überlagerung von Rasterdateien in ArcGIS Pro erstellt. Die Revierkartierung erfolgte auf fünf Flächen zu je drei Begehungen in den Monaten April bis Juni. Als Beobachtung wurden syntope Arten aufgenommen. Die Evaluierung des ersten Modellansatzes erfolgte anhand einer Flächenstatistik innerhalb der abgegrenzten Reviere sowie innerhalb der mittleren Aktionsradien zur Brutzeit. Die Maßnahmenvorschläge wurden in Abstimmung mit dem Naturpark Karwendel für das Rißtal erstellt. Dabei wurde analysiert, welche Defizite bei der Habitatemignung vorlagen und wie die Habitate erhalten oder verbessert werden können.

Bei der Evaluierung zeigte sich, dass die wichtigsten modellierbaren Faktoren die Totholzmenge, der Waldtyp, die Hangrichtung und -neigung, der Überschirmungsgrad und die Beeinträchtigung durch Erschließung sind. Beim ersten Modellansatz wurde zudem der Datensatz Nutzung verwendet, welcher aufgrund von widersprüchlichen Ergebnissen in der Flächenstatistik für das endgültige Modell gestrichen wurde. In alten Laub- und Mischwäldern mit hohem Totholzvorkommen konnten mehr Weißrückenspechte nachgewiesen werden. Die Art wurde auch in Bereichen mit modellierter ungeeigneter Habitatemignung nachgewiesen. Der Verbreitungsschwerpunkt aller bekannten Nachweise im Naturpark befand sich im Höhenbereich zwischen 900 Meter und 1300 Meter. Bei den syntopen Arten zeigte sich, dass jene Arten, die ähnliche Habitatansprüche wie der Weißrückenspecht stellen, in dessen Aktionsradius häufiger auftreten. Im Gegensatz dazu nahm die Stetigkeit von Arten mit konträren Ansprüchen ab.

Das Modell ist als Anhaltspunkt gut geeignet, um potenzielle Habitate des Weißrückenspechts im Karwendel abzubilden und somit Maßnahmenvorschläge auf lokaler Ebene herauszuarbeiten. Die Übertragbarkeit des Modells auf andere Standorte ist limitiert, da die gewählten Eignungswerte, die Datensätze und deren Kategorisierung auf den modellierten Bereich angepasst sind. Das Vorkommen in ungeeigneten Bereichen ist erklärbar, da kleinflächige Bereiche nicht modellierbar sind, diese in Einzelfällen aber ausreichend für ein mögliches geeignetes Habitat sein können. Für ein optimales Habitatmanagement empfiehlt es sich, einen Multimodellansatz heranzuziehen. Bei den syntopen Arten lassen sich aufgrund der geringen Stichprobenmenge lediglich Tendenzen erkennen. An die Resultate dieser Arbeit könnten weitere Forschungsarbeiten anknüpfen. Denkbar sind klimatische und anthropogen beeinflusste Zukunftsszenarien. Außerdem kann basierend auf diesem Modell für den gesamten Naturpark ein detaillierter Managementplan ausgearbeitet werden. Alles in allem handelt es sich hierbei um eine sinnvolle, praxisnahe Forschungsarbeit, die interdisziplinäre Kompetenzen vereint und zur positiven Entwicklung des Artbestandes beiträgt.

III. Inhaltsverzeichnis

I.	Abstract	
II.	Kurzfassung	
III.	Inhaltsverzeichnis	
V.	Abbildungsverzeichnis	
VI.	Tabellenverzeichnis	
VII.	Abkürzungsverzeichnis	
1	Einleitung	1
2	Grundlagen	3
2.1	<i>Der Weißrückenspecht</i>	3
2.1.1	Morphologie.....	3
2.1.2	Lebensraum.....	4
2.1.3	Nahrung & Verhalten	5
2.1.4	Bestandstrend und Gefährdungsursachen.....	5
2.2	<i>Habitateignungsmodelle</i>	6
3	Material & Methoden	7
3.1	<i>Darstellung des Untersuchungsgebietes</i>	7
3.1.1	Verortung	7
3.1.2	Klima.....	7
3.1.3	Vegetation	8
3.1.4	Vogelkundliche Bedeutung des Naturparks.....	9
3.2	<i>Methodik</i>	11
3.2.1	Erstellung des Habitateignungsmodells	11
3.2.2	Auswahl der Probeflächen	15
3.2.3	Methodik der Feldarbeit	17
3.2.4	Methodik der Auswertung	19
4	Ergebnisse	21
4.1	<i>Habitatmodell 1</i>	22
4.1.1	Habitateignungskarte 1	22
4.1.2	Revierkarte Halltal östlich	23
4.1.3	Aufnahmepunkte Halltal östlich.....	24
4.1.4	Revierkarte Vomper Loch.....	25
4.1.5	Aufnahmepunkte Vomper Loch	26

4.1.6	Revierkarte Pertisau nördlich.....	27
4.1.7	Aufnahmepunkte Pertisau nördlich	28
4.1.8	Revierkarte Rißtal.....	29
4.1.9	Aufnahmepunkte Rißtal	30
4.1.10	Revierkarte Gleirschklamm	31
4.1.11	Aufnahmepunkte Gleirschklamm.....	32
4.1.12	Übersicht der Habitatparameter	33
4.1.13	Übersicht der syntopen Arten	34
4.1.14	Flächenstatistiken.....	35
4.2	<i>Habitatmodell 2</i>	38
4.2.1	Modifikationen für Habitatmodell 2	38
4.2.2	Habitateignungskarte 2	40
5	Diskussion.....	41
5.1	<i>Bewertung der Kartierergebnisse</i>	41
5.1.1	Interpretation der Hypothesentestungen.....	41
5.1.2	Praxistauglichkeit & Anwendbarkeit des Modells.....	42
5.1.3	Syntope Arten	43
5.2	<i>Bewertung der Habitateignung des Naturparks</i>	43
5.3	<i>Bewertung des Habitatmodells</i>	44
5.3.1	Vergleich der Modellansätze.....	44
5.3.2	Limitierungen des Expertenmodells.....	44
5.4	<i>Handlungsempfehlungen zur Verbesserung des Lebensraums</i>	45
6	Fazit und Ausblick	48
7	Danksagung	49
Literaturverzeichnis.....		
Eidesstattliche Erklärung.....		
Anhang A: Karten mit Habitatparametern Modell 1.....		
Anhang B: Karten mit Habitatparametern Modell 2		
Anhang C: Karte Modell Maxent (Oberwalder et al. 2014)		
Anhang D: Kartierbogen Weißrückenspecht.....		
Anhang E: Artkürzel nach Südbeck et al. (2005)		

V. Abbildungsverzeichnis

falls nicht anderweitig gekennzeichnet, sind alle Abbildungen/Aufnahmen von mir selbst aufgenommen oder eigene Darstellungen. Bei Karten ohne Nordpfeil ist stets von einer Nordausrichtung auszugehen.

Abbildung 1 Morphologie des Weißrückenspechtes (Svensson et al. 2018)	3
Abbildung 2 Ideallebensraum für den Weißrückenspecht – alter Laubmischwald mit dicken Stämmen liegendem und stehendem Totholz aller Zerfallsstadien	4
Abbildung 3 Wabenförmige Strukturen im Totholz weisen auf nahrungssuchende Weißrückenspechte hin	5
Abbildung 4 Untersuchungsgebiet Naturpark Karwendel; Kartengrundlage: ESRI Hillshaded Basemap	7
Abbildung 5 Klimadiagramm Hinterriß (Hydrographischer Wetterdienst in Österreich 2023) .	7
Abbildung 6 Verortung der Probeflächen (rot) im Naturpark Karwendel (grün); Kartengrundlage: ESRI Hillshaded Basemap	16
Abbildung 7 Abspielen der Klangattrappe mittels Lautsprecher (L. Bonet).....	17
Abbildung 8 Materialliste zur Kartierung	18
Abbildung 9 Höhenverteilung der Wrs-Nachweise im NP Karwendel.....	38
Abbildung 10 Übersichtskarte Maßnahmenflächen (blau) im Rißtal (lila); Kartengrundlage: ESRI Hillshaded Basemap	46

VI. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Untersuchte Habitatparameter auf Basis von Literaturrecherche und Expertenwissen	12
Tabelle 2 Datensätze mit angewandten Tools in ArcGIS Pro.....	13
Tabelle 3 Kategorisierung der Habitatparameter im Modellansatz 1	14
Tabelle 4 Erfassungszeitraum (dunkelblau) und Wertungsgrenzen (hellblau) für die Kartierung von Weißrückenspechten. Die Zahlen 1-4 stellen eine Empfehlung für die Erfassungstermine dar. (Südbeck et al. 2005)	17
Tabelle 5 Übersicht der Habitatparameter	33
Tabelle 6 Übersicht der syntopen Arten.....	34
Tabelle 7 Flächenstatistik Habitatmodell 1 relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	35
Tabelle 8 Flächenstatistik Totholz relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	35
Tabelle 9 Flächenstatistik Waldtyp relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	35
Tabelle 10 Flächenstatistik Erschließung relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	36
Tabelle 11 Flächenstatistik Nutzung relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	36
Tabelle 12 Flächenstatistik Überschirmung (TCD) relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	36

Tabelle 13 Flächenstatistik Neigung relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	37
Tabelle 14 Flächenstatistik Exposition über alle Wrs-Funde im NP Karwendel; AR= Aktionsradius, RV=Revier.....	37
Tabelle 15 Kategorisierung der Habitatparameter im Modellansatz 2	39
Tabelle 16 Maßnahmenanalyse für die potenziell geeigneten Flächen im Rißtal	47

VII. Abkürzungsverzeichnis

AR = Aktionsradius
APA = American Psychological Association
BIK = Biotopkartierung Tirol
BFW = Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
BHD = Brusthöhendurchmesser
BP = Brutpaare
bzw. = beziehungsweise
DGM = Digitales Geländemodell
DOM = Digitales Oberflächenmodell
Eucl. Dist. = Euclidean Distance
FFH = Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
GIS = Geografisches Informationssystem
GPS = Global Positioning System
ha = Hektar
HRL = High Resolution Layer
IBA = Important Bird Areas
i.d.R. = in der Regel
INTERREG = EU-Programm zur grenzüberschreitenden Zusammenarbeit
LRT = Lebensraumtyp nach FFH Richtlinie
NP = Naturpark
ÖBF = Österreichische Bundesforste AG
OSM = OpenStreetMap
RV = Revier
rel. = relativ
SIE = Schutzwald in Ertrag
Tab. = Tabelle
TCD = Tree Cover Density
TIRIS = Tiroler Rauminformationssystem
u.a. = unter anderem
UG = Untersuchungsgebiet
m ü. NN = Meter über Normalnull
vgl. = vergleiche
Wrs = Weißrückenspecht
WW = Wirtschaftswald
z. B. = zum Beispiel
z. T. = zum Teil
ZAMG = Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Die verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter. Die Quellenangaben sind gemäß APA zitiert.

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, Managementmaßnahmen für den Weißrückenspecht im Naturpark Karwendel auf Basis eines Expertenmodells zu entwickeln. Der Weißrückenspecht ist speziell für alte Wälder mit hohem Totholzvorkommen eine gute Indikatorart und zudem ein Strukturbildner für Waldvogelarten der Bergmischwälder und Laubwälder. Viele Arten dieser Wälder profitieren in weiterer Folge von den Strukturen, die die Art anlegt (Lewandowski 2021; Urkijo-Letona 2020; Dvorak 2019; Land Tirol 2014; Moning 2009; Carson 2000). Der NP Karwendel zählt zu den wichtigsten Refugien an der westlichen Arealgrenze der Art (Landmann 2013). Aus diesem Grund hat der NP Karwendel diese als eine von zwölf Zielarten auserwählt, nach denen bereits bestehende Managementpläne ausgelegt sind (Sonntag et al. 2020). Auch aufgrund des Vorkommens des Weißrückenspechtes ist der NP Karwendel als Natura 2000 Gebiet ausgewiesen, was die Relevanz unterstreicht (Natura 2000 2016). Der Bestand im Naturpark wird auf 129 bis 198 Reviere geschätzt und die Brut gilt als wahrscheinlich (Oberwalder et al. 2014). Die maximale Revierdichte im Karwendel liegt bei 1-3 Revieren pro 100 ha (Lentner et al. 2022). Landmann 2013 weist ebenfalls auf die außergewöhnlichen Bestände und überproportional hohen Raumdichten im Naturpark hin. Im Naturpark sind die bekannten Verbreitungsschwerpunkte der Art im Bächental, im nördlichen Achen- und Rißtal, im Stallental und im Vomperloch. Isolierte Vorkommen sind im Wengertal und in einem kleinen Graben nahe der verfallenen Steinölbrennerei zwischen Seefeld und Gießenbach bekannt (Sonntag 2014; Oberwalder et al. 2014). Der Gefährdungsstatus ist aktuell für Österreich mit Least Concern (LC) eingestuft und der Bestand gleichbleibend (Dvorak et al. 2017). In Tirol wird seit der Jahrtausendwende für die Art eine Gefährdung mit unklarer Dimension angenommen (Landmann & Lentner 2001). Da in Europa der Lebensraum des Weißrückenspechtes zunehmend schwindet und in Zukunft ein Populationsrückgang erwartet wird (Lentner et al. 2022; BirdLife International 2020; Keller et al. 2020; Carlson 2000), trägt der NP Karwendel mit seinem Schutzprogramm dazu bei, den Bestand zu erhalten und langfristig zu verbessern. Damit die Maßnahmen zielgerichtet angewendet werden können, ist es notwendig, die Habitatqualität im Untersuchungsgebiet zu kennen, um geeignete Habitate zu schützen, forstliche Maßnahmen darauf abzustimmen (Sonntag 2014; Land Tirol 2014) und Bereiche mit Defiziten gezielt zu verbessern.

Das Expertenmodell dient als Grundlage zur Detaillierung bestehender Managementpläne. Somit kann die Arbeit einen wichtigen Beitrag leisten, um konkrete Maßnahmen auf lokaler Ebene zu konzipieren. Das Expertenmodell ist im Vergleich zu bestehenden korrelativen Methoden (Oberwalder et al. 2014) vorteilhaft, da es von statistischen Zusammenhängen entkoppelt ist und direkt an den kausalen Faktoren ansetzt.

Bei der Arbeit sollen möglichst viele Instanzen zu Rate gezogen werden, um ein realistisches Ergebnis zu erzielen. Hierzu zählen Hermann Sonntag vom Naturpark Karwendel, Dr. Michael Haupolter vom Land Tirol sowie externe Experten, die das Habitatmodell be- und somit aufwerten.

In dieser Arbeit werden die folgenden Hypothesen untersucht:

- 1) Die relevantesten Faktoren für die Habitateignung sind Totholzmenge, Waldalter, Laubholzanteil, Überschirmung und Nutzungseinfluss.
- 2) In alten Laub- und Mischwäldern mit hohem Totholzvorkommen können mehr Weißrückenspechte als in anderen Waldtypen nachgewiesen werden (Prüfung, ob der Begriff „Urwaldart“ gerechtfertigt ist).
- 3) In Bereichen mit modellierter ungeeigneter Habitateignung können keine Weißrückenspechte nachgewiesen werden.
- 4) Der Weißrückenspecht kommt im NP Karwendel schwerpunktmäßig im Höhenbereich zwischen 900 Meter und 1300 Meter ü.NN vor.

2 Grundlagen

2.1 Der Weißrückenspecht

2.1.1 Morphologie

Der Weißrückenspecht (Wrs), wissenschaftlich *Dendrocopos leucotos* genannt, ist ein amselgroßer schwarz-weiß-rot gekennzeichneter Specht. Das äußere Erscheinungsbild ist geprägt durch „die schwarz-weiß quergestreifte Oberseite, in der die weißen Schulterflecken von Bunt-, Blut- und Mittelspecht fehlen, die Bänderung der Flügel aber stärker hervortritt. [...] Das namensgebende weiße (bei Juvenilen schwarz gebänderte) Hinterrücken- und Bürzelfeld wird beim sitzenden Vogel weitgehend von den Flügeln verdeckt und ist nur bei der Rückenansicht des landenden oder abfliegenden Spechtes wirklich auffällig.“ (von Blotzheim 1980). Die Unterseitenfärbung und -zeichnung sind ähnlich zu *Picoides medius* mit zartrosa getönten Unterschwanzdecken und am Bauch einer kräftigen schwarzen Schaftstreifung der Körperseiten, die an der Vorderbrust in einen Halsbandansatz zuläuft. Anders als beim Mittelspecht ist ein schwarzer Bartstreif kräftig ausgebildet und reicht bis vor das Auge. Männchen haben eine rote, bis in den Nacken reichende Kopfplatte; Weibchen sind ohne rote Kopfzeichnung. Bei Juvenilen reicht das Scheitelfeld kaum über die Kopfmitte hinaus und ist höchstens graurot oder rosa (von Blotzheim 1980).

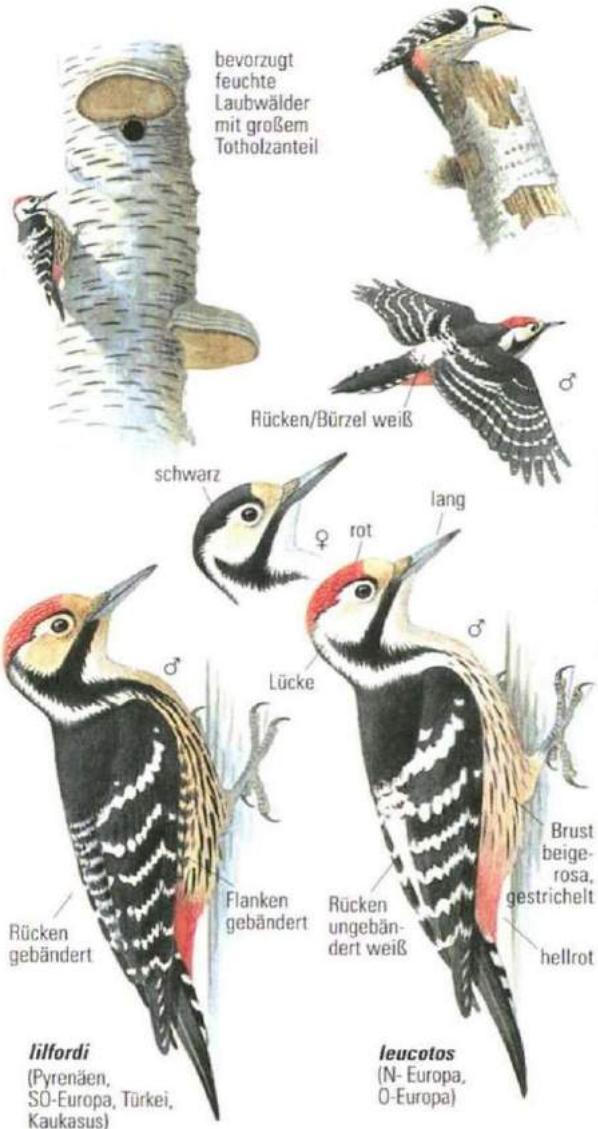


Abbildung 1 Morphologie des Weißrückenspechtes (Svensson et al. 2018)

2.1.2 Lebensraum

Der Wrs ist ein seltener Brut- und Jahresvogel, dessen Verbreitung auf Ost- und Süd- bis Mitteleuropa beschränkt ist. In Mitteleuropa ist dieser sehr lückig verbreitet, und ist weitgehend in naturnelassenen Wäldern der Gebirge und geschützten Waldreservaten der Tiefländer vorzufinden. Im Gebirge sind Bruthöhlen im nordöstlichen Alpenraum von 500 Meter bis 1.475 Meter nachgewiesen. Einzelvögel bewegen sich bis 1790 Meter hinauf.

Die bevorzugten Lebensräume sind Laub- und Mischwälder, favorisiert mit naturnahem Aufbau, hohem Altholzanteil und vor allem absterbenden Bäumen in allen Stadien des Vermoderns. Als Schwellenwert gilt gemäß Moning (2009) ein Mindestbedarf von etwa 50 Festmeter Totholz pro ha. Dabei entspricht ein Festmeter dem Volumen eines Kubikmeters. In Ost- bis Mitteleuropa werden z.T. reine Laubwälder, in den Bergen jedoch bevorzugt Mischwälder (z.B. Fichte-Tanne-Buche) besiedelt, vor allem dort, wo keine ertragsorientierte Forstwirtschaft durchgeführt wird (z.B. Schutz- und Bannwälder, Extremlagen mit erschwerter Bringung). In Bergländern bevorzugt er sonnenexponierte Areale (Bauer et al. 2012; von Blotzheim 1980).

Der Lebensraum einer Art wird als Habitat bezeichnet. Dieser Begriff wird von nun an fortlaufend verwendet.



Abbildung 2 Ideallebensraum für den Weißrückenspecht – alter Laubmischwald mit dicken Stämmen liegendem und stehendem Totholz aller Zerfallsstadien

2.1.3 Nahrung & Verhalten

Als Nahrung dienen dem Wrs vor allem holzbewohnende Larven größerer Insekten, wie Weidenbohrer, Pracht- und Bockkäfer. Im Sommer werden gleichwohl freilebende bzw. fliegende Arten an Zweigen und Blättern gefressen. Pflanzliche Nahrung wie z.B. Vogelkirschen, Schlehen oder Haselnüsse wird nur im Sommer und im Herbst benötigt. Gelegentlich werden Futterstellen im Aktionsradius aufgesucht (Bauer et al. 2012).

Der Wrs ist ein tagaktiver Vogel mit einer großen Fluchtdistanz. Auffällig ist auch die geräusch- und rufarme Lebensweise, sodass die Art oft sehr schwer entdeckt werden kann. Der Wrs meidet Flüge über weite offene Flächen. Es handelt sich hauptsächlich um einen Hackspecht, der besonders liegende Stämme, morsche Strünke und untere Stammregionen bearbeitet.

Dabei können durch seitliches Wegschlagen meist etwa handtellergroßer Holzstücke an Stämmen oft charakteristische zweizeilige Arbeitsmuster mit wabenförmigen Vertiefungen entstehen (siehe Abbildung 3) (Muth 2012). Gleichwohl ist der Wrs klaubend an dünnen Zweigen der Kronenregion und an kleinen Büschen vorzufinden. Haselnüsse werden in nicht vorbereiteten Schmieden bearbeitet. Bei Schnee sucht der Wrs an stehenden morschen Stämmen nach Nahrung. Ein Ringeln der Bäume ist untypisch und wird eher dem Dreizehenspecht oder dem Buntspecht zugeordnet. Der Wrs verhält sich ortstreu, zeigt jedoch nur zur Brutzeit territoriale Verhaltensmuster. Paare sind über mehrere Jahre stabil. Bei der Balz sind Verfolgungsflüge, Balzflüge und diverse Balzstellungen zu beobachten. Der Aktionsradius eines Paares ist dabei viel größer als beim Buntspecht. Außerhalb der Brutzeit wandert die Art oft ab (Bauer et al. 2012). Die eher leisen Einzelrufe sind charakteristisch und die vergleichsweise langen Trommelwirbel schließen die Verwechslung mit dem Buntspecht aus. Das Trommeln ist hingegen schwer vom Dreizehenspecht zu unterscheiden (von Blotzheim 1980).



Abbildung 3 Wabenförmige Strukturen im Totholz weisen auf nahrungssuchende Weißrückenspechte hin

2.1.4 Bestandstrend und Gefährdungsursachen

Wohl schon seit dem 17. Jahrhundert ist ein Rückgang des Bestandes aufgrund forstlicher Nutzung und der Ausbreitung städtischer Siedlungsflächen zu verzeichnen. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts sind einige Populationen im Tiefland und in den Alpen erloschen. Jüngere Nachweise fehlen häufig durch die schwere Erfassbarkeit (Bauer et al. 2012). Zu den primären Gefährdungsursachen zählen die intensive, ertragsorientierte Forstwirtschaft mit zu kurzen

Umtriebszeiten, vor allem bei Laubhölzern, sowie das Ausräumen von Tot- und Morschholz. Dadurch ist der Weißrückenspecht in Mitteleuropa häufig auf Schon- und Bannwälder, besondere Schutzgebiete oder wenig nutzbare Extremlagen wie Steilhänge und sonnenbeschienene Schluchten angewiesen. Zunehmend sind Störungen verbliebener naturnaher Waldflächen durch Freizeitsport und Forstarbeiten. Diese wirken sich besonders nachteilig während der Brutzeit von Mitte April bis Anfang Juni aus (Südbeck et al. 2005). Natürliche Brutverluste sind durch Windbruch morscher Höhlenbäume oder Äste wahrscheinlich (Bauer et al. 2012). Lentner & Warbanoff (2007) weisen ebenfalls darauf hin, dass durch die Unzugänglichkeit die naturnahen Bergmischwälder mit Tanne und Buche auf die Steilbereiche zurückgedrängt sind und daher viele Wrs in diesen Bereichen vorzufinden sind. „Laut aktuellen Hochrechnungen sind im Karwendel zwischen 129 und 198 Reviere anzunehmen“ (Oberwalder et al. 2014).

2.2 Habitateignungsmodelle

In der Ökologie werden verschiedene Methoden angewandt, um die Habitateignung zu modellieren. Anbei sind die zwei gängigsten Ansätze in ihren Grundzügen erläutert:

Es gibt **mechanistische Modellierungsverfahren** und **korrelative Methoden**. Erstere prognostizieren die Eignung eines Areals auf Basis von artspezifischen ökophysiologischen Ansprüchen (Oberwalder et al. 2014). In der vorliegenden Arbeit wird ein solches Modell berechnet, in dem die Ansprüche des Wrs auf Literaturbasis und auf Grundlage von Expertenbefragungen kalkuliert werden. Man spricht daher auch von einem „Expertenmodell“. Laut Oberwalder et al. (2014) besteht die Stärke eines solchen Ansatzes darin, dass „sie an den ultimaten kausalen Faktoren ansetzen, ihr [...] Nachteil besteht jedoch darin, dass die relevanten Faktoren nur bei einer verschwindenden Zahl von Arten ausreichend untersucht und bekannt sind“. Dies trifft auf den Wrs nicht zu, da die Art vergleichsweise gut erforscht ist und Datensätze zu den meisten relevanten Faktoren vorliegen.

Im Rahmen der ornithologischen Grundlagenerhebung wurde zur Modellierung der Habitateignung des Wrs eine korrelative Methode angewandt. Diese kommt in der Praxis häufiger als mechanistische Methoden zum Einsatz und „nutzt räumliche Zusammenhänge zwischen den Fundpunkten einer Art und den Lebensraum-Eigenschaften an diesen Punkten als Information. Diese Verfahren liefern sehr gute Ergebnisse, bergen jedoch die Gefahr, dass räumliche Zusammenhänge für kausale gehalten werden [...] Die korrelativen Verfahren lassen sich wiederum zwei verschiedenen Gruppen zuordnen:

- a) Methoden, die sowohl Präsenz-Daten (Positiv-Nachweise) als auch Absenz-Daten (Negativ-Nachweise) erfordern
- b) Methoden, die lediglich Präsenz-Daten erfordern“ (Oberwalder et al. 2014).

Die korrelativen Verfahren der Gruppe a) werden seltener verwendet, da es praktisch keine zuverlässigen Absenz-Daten gibt. Für die Gruppe b) wird üblicherweise das Programm MaxEnt verwendet.

3 Material & Methoden

3.1 Darstellung des Untersuchungsgebietes

3.1.1 Verortung

Die Untersuchung fand im Naturpark Karwendel statt (Abbildung 4). Dieser befindet sich in den Nördlichen Kalkalpen. Im Süden wird das Areal durch das Inntal begrenzt. Die östliche Grenze bildet das Achental. Die nördliche Grenze verläuft entlang der deutsch-österreichischen Landesgrenze. Im Westen reicht das Untersuchungsgebiet bis zum Seefelder Sattel.

Das Gebiet ist durch ausgeprägte Höhenunterschiede gekennzeichnet, wobei die Amplitude vom tiefsten Punkt auf 700 Meter ü.NN bis zum höchsten Gipfel, der Birkkarspitze, auf 2.749 Meter ü. NN reicht.

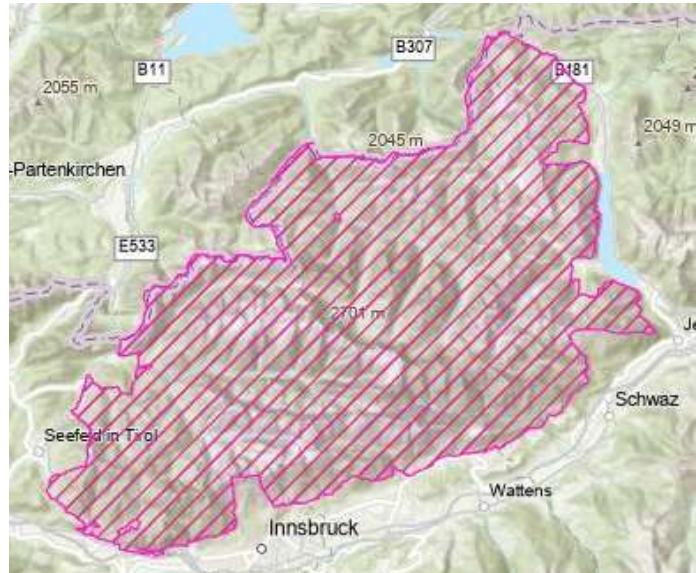


Abbildung 4 Untersuchungsgebiet Naturpark Karwendel;
Kartengrundlage: ESRI Hillshaded Basemap

3.1.2 Klima

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der feucht-kühlgemäßigten Klimazone und ist durch vollhumides Klima geprägt. Das nebenstehende Klimadiagramm (Abbildung 5) zeigt die Niederschlags- und Temperaturkurve von Hinterriß im Jahresverlauf. Die Mittelwerte gelten für den Referenzzeitraum 1991 bis 2023.

Mit 83,8 Millimeter ist der Februar der niederschlagsärmste

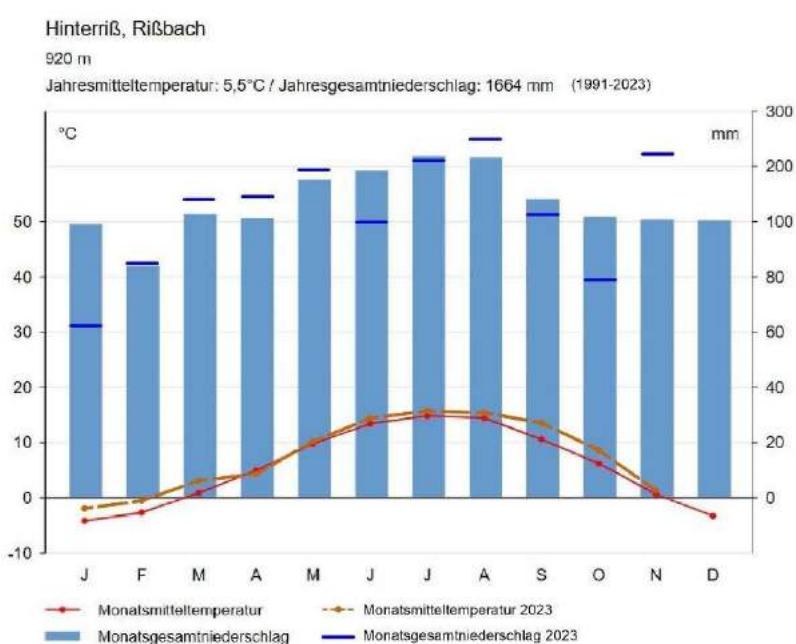


Abbildung 5 Klimadiagramm Hinterriß (Hydrographischer Wetterdienst in Österreich 2023)

Monat, während im Juli mit 219,5 Millimeter, der meiste Niederschlag fällt. Der Juli ist mit 14,8°C im Schnitt der wärmste Monat. Im Januar sind die Temperaturen mit durchschnittlich -4,2°C am kältesten. Innerhalb des Gebietes sind lokal deutliche Abweichungen zu verzeichnen. Da es sich beim Untersuchungsgebiet um eine Gebirgsregion handelt, ist ein hypsometrischer Temperaturgradient und eine Zunahme der jährlichen Niederschlagssumme in höhergelegenen Flächen anzunehmen. Zugleich nehmen auf Grund der dünner werdenden Lufthülle und der Exponiertheit die Intensität der Sonneneinstrahlung, die Windgeschwindigkeit und die kleinräumigen Temperaturunterschiede zu. Daneben treten lokale Wetterphänomene wie Temperaturinversionen auf.

Im Folgenden werden die laut GeoSphere Austria (2023) im Kartierzeitraum vorherrschenden diesjährigen Abweichungen vom regionalen Mittel erläutert, die als Hintergrundinformation für die Interpretation der Kartierergebnisse relevant sind.

Der **April** verlief in Hinterriß um 0,8°C kühler als ein durchschnittlicher April der letzten Jahrzehnte (Mittel 1991-2023). Die höchste Temperatur wurde in Tirol am 22.04.2023 mit 24,6°C an der Wetterstation Innsbruck Universität gemessen. Damit gab es zum ersten Mal seit dem Jahr 2008 keinen Sommertag (mindestens 25°C) im April. Die Niederschlagssumme lag mit 148,4 mm deutlich über dem langjährigen Mittel (106,1 Millimeter). Damit handelt es sich um einen der zehn nassesten und trübsten April-Monate der Messgeschichte.

Der **Mai** war in Hinterriß um 0,5°C zu warm. Eher ungewöhnlich für das aktuelle Klima ist, dass in diesem Mai in Tirol die 30°C - Marke nicht erreicht wurde. Der Mai brachte um 9 % mehr Niederschlag als im Durchschnitt. Die überwiegend kühle Witterung von Ende März bis in den Mai verzögerte die Entwicklung der Pflanzen und das Brutverhalten.

Der **Juni** 2023 brachte die erste Hitzewelle des Jahres und war fast durchwegs überdurchschnittlich warm. In der Auswertung liegt der Juni 2023 in Hinterriß um 1,2°C über dem Mittel der Klimaperiode 1991 bis 2023. Zudem traten stellenweise schwere Gewitter mit großen Regenmengen in kurzer Zeit auf. Über den gesamten Monat gesehen war dieser Juni hingegen zu trocken. In Hinterriß liegt die Niederschlagsmenge im Juni 2023 um 48 % unter dem vieljährigen Durchschnitt.

3.1.3 Vegetation

Das Landschaftsbild im NP Karwendel ist vorwiegend durch drei Lebensraumkomponenten geprägt. In niedrigeren Lagen dominieren Wälder, welche mit zunehmender Höhenlage in Latschengebüsche übergehen und schließlich in Fels- und Schuttfluren in den Hochlagen münden. Der Übergang der Lebensraumtypen ist fließend und miteinander unregelmäßig verzahnt, was aufgrund der verschiedenen naturräumlichen Gegebenheiten und durch die anthropogene Nutzung zu begründen ist. Aufgrund der Lebensraumvielfalt und der geringen Erschließung der Infrastruktur sind viele ungestörte Lebensräume im NP Karwendel

vorhanden. Es handelt sich dennoch um eine Mischform aus Natur- und Kulturlandschaft, da einzelne wertvolle Lebensräume, wie beispielsweise der Issanger im Halltal, durch den Menschen bewirtschaftet werden müssen, um die Artenvielfalt aufrecht zu erhalten (Landmann 2013).

„Trotz zum Teil jahrhundertelanger forstwirtschaftlicher Aktivitäten hat das Karwendel immer noch einen im österreichischen Maßstab ungewöhnlich hohen Anteil an natürlichen oder naturnahen Wäldern. Waldformen mit geringem Hemerobiegrad und hohem Natürlichkeitsgrad nehmen erhebliche Flächen ein. Das Entwicklungspotenzial vieler Wälder hin zu naturnahen „Wildnisflächen“ ist groß. Mit entsprechenden Maßnahmen können vielerorts innerhalb weniger Jahrzehnte erhebliche Verbesserungen erreicht werden. Was die kleinräumige Vielfalt, Spezifität sowie die Verzahnungen unterschiedlicher Waldtypen betrifft, dürfte das Wildnisgebiet Karwendelgebirge österreichweit eines der wertvollsten Waldareale sein. Dabei ist das Karwendel für etliche in Österreich bzw. den Nördlichen Kalkalpen seltene Waldbiotope regional bis überregional mit das wichtigste Vorkommensgebiet“ (Landmann 2013).

Die beiden wichtigsten Waldtypen im Karwendel hinsichtlich der Flächengröße, Natürlichkeit, Standortvielfalt und Spezifität der Biozönosen sind Fichten-Tannen-Buchenwälder (etwa 5.700 ha) und Karbonat-Latschen-Buschwälder (12.355 ha). Erstere sind vor allem in der montanen Stufe tierökologisch bedeutsam. Letztere sind EU-weit als prioritärer Lebensraum eingestuft und hinsichtlich der landschaftsprägenden Form und Flächenausdehnung in den österreichischen Alpen einzigartig. „Im Tiroler Karwendel sind zwei Drittel der in Österreich vorkommenden Lebensraumtypen nach Anhang I der EU-FFH-Richtlinie zumindest kleinflächig vorhanden. Ein Viertel (13) der vorkommenden Lebensräume sind prioritäre Schutzgüter nach den FFH-Richtlinien, wobei etliche dieser Biotope, wie Kalk-Pionierrasen, Kalk-Schutthalden oder Kalktuffquellen, im Karwendel überdurchschnittlich gut präsent sind. [...] Kleinflächig gibt es im Karwendel auch überregional wertvolle Hochmoore (im Nordosten) und artenreiche Trockenrasen (im Südwesten) mit außergewöhnlicher floristischer und entomofaunistischer Vielfalt“ (Landmann 2013).

3.1.4 Vogekundliche Bedeutung des Naturparks

Durch die in Kapitel 3.1.3 beschriebene Lebensraumvielfalt bietet das Karwendel eine Vielzahl an ökologischen Nischen für die Avifauna an. Es zählt daher zu den Important Bird Areas (IBA) wie Lentner & Warbanoff (2007) beschreiben: „Speziell die repräsentativen Vorkommen der alpinen Arten auf großer Fläche, wie Steinadler (14-25 Brutpaare (BP)), Alpenbraunelle (100-600 BP), Mauerläufer (>10 BP), Alpendohle (>200 BP), Schneefink und Zitronengirlitz (ca. 100 BP), heben die internationale Bedeutung des Karwendels hervor. Aber auch Waldarten wie Auerhuhn, Sperlingskauz, Raufußkauz, verschiedene Spechte, Zwergschnäpper und Berglaubsänger sind mit teils beeindruckenden Zahlen vertreten. [...] auch Durchzügler profitieren vom hohen Nahrungsangebot des Gebietes“.

Die Region ist generell „für einen Gebirgsstock ungewöhnlich reich an Vogelarten. Eine aktuelle Erhebung erbrachte Bruthinweise für 96 Vogelarten. Noch wichtiger ist aber seine Bedeutung als Refugialraum für Spezialisten und als Populationszentrum (Quellhabitat) auch für noch häufigere Arten: Die Felsgebiete und struktur- und artenreichen Bergmischwälder und subalpinen Nadelwälder des Tiroler Karwendel haben z.T. überragende populationsökologische Bedeutung für den langfristigen und nachhaltigen Schutz und das Vorkommen ausgewählter Charakterarten der österreichischen Tierwelt und ihres Genbestandes. Dazu zählen neben dem Steinadler, der im Karwendel eine seiner höchsten Dichten im ganzen Alpenraum erreicht, vor allem Waldarten wie der Sperlingskauz, Rauhfußkauz, Weißrückenspecht, Grauspecht, Dreizehenspecht oder das Birk- und Auerhuhn. Alle diese Arten haben im Gebiet jeweils über 5 % des Brutbestandes Österreichs (auf nur etwa 1 % des nationalen Alpenanteils!). Daneben stellt das Karwendel ein wichtiges Brutareal und lokales Populationszentrum für viele weitere, z.T. regional bis national gefährdete und/oder im Bestand rückläufige Arten des Montan- & Subalpinwaldes und der Felsfluren dar“ (Landmann 2013).

Im Rahmen der vogelkundlichen Grundlagenerhebung (Oberwalder et al. 2014) wurden 24.589 Beobachtungsdaten gesammelt und 27.859 Individuen protokolliert. Dabei wurden 114 Vogelarten, davon „12 Arten als mögliche Brutvögel, 25 Arten als wahrscheinliche Brutvögel und 59 Arten als nachgewiesene Brutvögel eingestuft. Bei 12 Vogelarten handelt es sich um Durchzügler bzw. Gäste, bei 6 Arten um unsichere bzw. randliche Brutvogelarten, die im Vogelschutzgebiet Karwendel keine oder nur unbedeutende Habitate besitzen“. In Tallagen konnten „deutlich höhere Artendichten beobachtet werden als in den Gipfelregionen des Kettenkarwendels“ (Oberwalder et al. 2014).

3.2 Methodik

Im folgenden Kapitel wird die methodische Vorgehensweise der Masterarbeit geschildert. Hierzu zählen die vorbereitenden Arbeiten und die Konzeption des Habitatmodells, die Auswahl der Beprobungsflächen, die Methodik der Feldarbeit sowie die Methodik der Auswertung und die Überarbeitung des ersten Modellentwurfs.

3.2.1 Erstellung des Habitatemgnungsmodells

Als erstes wurden die relevanten Habitatparameter anhand von Literaturrecherche und Expertenbefragung ausgewählt und festgelegt. Anschließend wurden die erforderlichen Datensätze heruntergeladen oder, sofern diese nicht frei zugänglich waren, beim Land Tirol angefragt. Die Berechnung des Habitatemgnungsmodells erfolgte durch Überlagerung von Rasterdateien in ArcGIS Pro, die je nach Relevanz unterschiedlich stark gewichtet und zu einem Habitatemgnungswert verrechnet wurden. Die geeigneten geografischen Räume wurden hierarchisch abgestuft (sehr gut / gut / mittel / ungeeignet) auf einer Karte dargestellt. Die Herausforderung für die Erstellung des Habitatemgnungsmodells bestand in der Auswahl der Faktoren und der Gewichtung dieser, um eine realistische Einschätzung zu erhalten. Dabei galt es, Überparametrisierung zu vermeiden und das Modell so komplex wie nötig, jedoch so einfach wie möglich zu konzipieren.

Anbei sind die wichtigsten Datengrundlagen angeführt, die bei der Konzeption des Modellansatzes in Erwägung gezogen wurden:

- Digitales Geländemodell (Parameter Höhe, Exposition, Hangneigung ableitbar)
- Walddaten / Waldgesellschaftskartierungen / Waldtypisierungen
- Interreg-Projekt EU Waldtypen
- Totholzkartierung
- Landnutzungs-/ Landbedeckungskartierung
- Vegetationskartierung
- Punktfunde bestehender avifaunistischer Kartierungen / Gutachten
- Ornithologische Grundlagenerhebung Karwendel (Oberwalder et al. 2014)
- Atlas der Brutvögel Tirols (Lentner et al. 2022)

Die Konzeption des ersten Modellansatzes wurde den folgenden Experten zur Überprüfung vorgelegt:

- Dr. Reinhard Lentner (Universität Innsbruck)
- Prof. Dr. Christoph Moning (Hochschule Weihenstephan Triesdorf)
- Prof. Dr. Volker Zahner (Hochschule Weihenstephan Triesdorf)
- Antonia Ettwein (Schweizer Vogelwarte)
- Georg Frank (Nationalpark Donauauen)

Tabelle 1 Untersuchte Habitatparameter auf Basis von Literaturrecherche und Expertenwissen

Parameter	Details	Datensatz	Literaturquellen	Relevanz	Anmerkungen	Auswahl
Exposition	vorwiegend Südhänge	DGM	Lentner et al 2022, Naturpark Karwendel 2020, Land Tirol 2014, Oberwalder et al 2014, Bauer et al 2012, LWF 2009, Südbeck 2005, von Blotzheim 1980	***	widersprüchliche Angaben aus unterschiedlichen Quellen! Hauptangabe Süden, da bessere Nahrungsgrundlage (thermophile Insektenlarven in Nordhängen seltener). VGL Oberwalder 2014 überwiegend in steilen Nordlagen vorgefunden?	Nein
Höhenlage	540 m - 1440 m; Verbreitungsschwerpunkt 900 m - 1300 m	DGM	Lentner et al 2022, Naturpark Karwendel 2020, Bauer et al 2012	***	minimal varriierende Angaben. Die hier genannte ist die aktuellste im Bezug auf Tirol aus Lentner et al 2022; Zusammenhang mit präferierten Baumarten und Schneedeckungsdauer (Zugang zu liegendem Totholz)	Nein
Waldalter/Bestandeshöhe	mind. 100 Jahre, > 120 Jahre gut	FFH-LRT Kartierung, EU Waldtypen, Waldgesellschaftskartierung, Waldtypisierung, DGM, DOM	Lentner et al 2022, Naturpark Karwendel 2020, Land Tirol 2014, Oberwalder et al 2014, Bauer et al 2012, LWF 2009, Südbeck 2005, von Blotzheim 1980	****	Bestandeshöhe auch mit DGM-DOM Vergleich ermittelbar	Nein
Totholzanteil	mind. 50m³/ha, guter Zustand ab 58m³/ha	Totholzkartierung, FFH-LRT Kartierung	Lentner et al 2022, Naturpark Karwendel 2020, Land Tirol 2014, Oberwalder et al 2014, Moning 2009, Bauer et al 2012, LWF 2009, Südbeck 2005, von Blotzheim 1980	*****	stehend und liegendes Totholz in allen Zerfallsstadien relevant. Besonders im Winter wegen Schnee stehendes Totholz wichtig. Ggf. Totholzanteil aus FFH-LRT ableitbar	Ja
Laubwaldanteil	>50%	FFH-LRT Kartierung, EU Waldtypen, Waldgesellschaftskartierung, Waldtypisierung, CIR	Lentner et al 2022, Naturpark Karwendel 2020, Land Tirol 2014, Oberwalder et al 2014, Bauer et al 2012, LWF 2009, Südbeck 2005, von Blotzheim 1980	*****	Buchendominiert von Vorteil; dringt zur Nahrungssuche auch in Nadelwald ein; hauptsächlich Fichte-Tannen-Buchenwald; Laubwaldanteil alternativ durch CIR (Infrarot) Daten kalkulierbar (funktioniert nicht - M. Haupolter)	Ja
Überschirmung	licht/lückig geschlossene Bestände	DGM, DOM, TCD Modell	Naturpark Karwendel 2020, Bauer et al 2012, LWF 2009, Land Tirol 2014, Südbeck 2005, von Blotzheim 1980	***	meidet Flug über weite offene Strecken	Ja
Störungsarmut/Erschließung	durch Freizeitnutzung, Forstarbeit	Wanderwegenetz	Oberwalder et al 2014, Sonntag 2014, Bauer et al 2012	**	nicht von zentraler Bedeutung, besonders nachteilig zur Brutzeit, Orientierung an artspezifischer Fluchtdistanz	Ja
Neigung	je steiler desto besser, >45° kein geschlossener Wald	DGM	Lentner et al 2022, Oberwalder et al 2014, Sonntag 2014, Bauer et al 2012, Pretzsch 2019	****	beeinflusst die Dynamik und die Dichte im Wald - höhere Neigung = höherer Steinschlag, Lawinen etc damit mehr verletzte Bäume und evtl geringerer Erschließungsgrad	Ja

Für den ersten Modellentwurf wurden die fünf Habitatparameter Totholzanteil, Laubwaldanteil, Überschirmung, Störungsarmut/Erschließung und Hangneigung ausgewählt. Diese wurden anschließend einer Relevanz von 1 - niedrig bis 5 - sehr hoch zugeteilt und in einer Übersichtstabelle mit den jeweiligen zu Grunde liegenden Quellen dargestellt (Tabelle 1). Demnach wurden die Parameter Totholzanteil und Laubwaldanteil am stärksten gewichtet, während die „Störungsarmut/Erschließung“ die geringste Relevanz erhielt.

Es wurden die folgenden Datensätze verwendet, welche vom Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, aus dem TIRIS zur Verfügung gestellt wurden:

Tabelle 2 Datensätze mit angewandten Tools in ArcGIS Pro

Parameter	Datensatz (Aktualität)	Umwandlung/Tools
Totholzanteil	Totholzwahrscheinlichkeit (2012)	Durchschnitt der Vorkommenswahrscheinlichkeit von Totholz liegend + stehend
Laubwaldanteil	Waldtyp nach BIK (2021)	Reclassify (Laubwald/Nadelwald/Nichtholz)
Überschirmung	HRL Forests (2015) - TCD	Focal Statistics (50m Umkreis)
Erschließung	Verkehrsinfrastruktur Tirol, Straßen und Wege (2019)	Euclidean Distance (Artspezifische Fluchtdistanz des Grauspechts 30 m – 60 m (Gassner et al. 2010), da keine genaue Angabe für den Wrs vorhanden)
Hangneigung	DGM Tirol 10m (2021)	Focal Statistics (50m Umkreis)
Nutzung	Waldkategorien Tirol (2023)	-

Der Parameter Exposition wurde in Modell 1 aufgrund von widersprüchlichen Angaben in der Literatur nicht verwendet. Der Parameter Höhenlage wurde nicht verwendet, da dieser durch andere Parameter bereits abgedeckt wurde. Hierzu zählt exemplarisch der Waldtyp. Aufgrund der natürlichen Vegetationsabfolge endet der Wald an der Waldgrenze und bedingt somit das höhenbedingte Vorkommen (Anm. Dr. Reinhard Lentner). Beim Parameter Waldalter waren lediglich nicht ausreichend genaue oder nicht flächendeckende Datensätze vorhanden.

Die Berechnung der Habitatemignung erfolgte mit dem Tool „Raster Calculator“. Jede Rasterzelle bekam einen „Value“-Wert zugewiesen, der die Wertigkeit darstellt. „No Data Values“ wurde der Wert 0 zugewiesen. Für jeden Parameter wurde ein Grundwert von 0-10 als Ausgangswert vergeben und mit der Gewichtung multipliziert. Anschließend wurden die Habitatwerte der Ausgangsparameter miteinander multipliziert und zur besseren Lesbarkeit durch 10.000.000 dividiert. Die finale Einteilung der Klassengrenzen zur Habitatemignung erfolgte, indem 10 verschiedene Szenarien durchgespielt wurden, wie sich die Habitatemignung zusammensetzt (siehe Tabelle 3).

Zur Übersicht ist hier nochmals die Berechnungsformel angeführt:

$$\text{Habitatemignung} = (\text{Totholz} * \text{Waldtyp} * \text{Nutzung} * \text{Neigung} * \text{Erschließung} * \text{Überschirmung}) / 10.000.000$$

Tabelle 3 Kategorisierung der Habitatparameter im Modellansatz 1

Totholz	Grundwert	Gewichtung*5	ID	Habitateignung	Punktzahl
< 50 m³/ha ≈ Ø-Wahrscheinlichkeit <0,2	0	0	4	Sehr gut	180 - 65
50-58 m³/ha ≈ Ø-Wahrscheinlichkeit 0,2-0,5	7	35	3	Gut	65 - 45
> 58 m³/ha ≈ Ø-Wahrscheinlichkeit >0,5	10	50	2	Bedingt	45 - 10
			1	Ungeeignet	< 10
Waldtyp aus BIK Tirol 2021	Grundwert	Gewichtung*5			
andere Kategorien	0	0			
Nadelwälder	3	15			
andere Laubwaldtypen	7	35			
Fichten-Tannen-Buchenwald, Buchenwald, Buchen-Tannenwald	10	50			
Nutzung	Grundwert	Gewichtung*3			
Nichtholzbodenflächen	0	0			
Schutzwald im Ertrag / Wirtschaftswald	1	3			
Außer Ertrag	10	30			
Neigung	Grundwert	Gewichtung*4			
0° - 20°	3	12			
20° - 30°	5	20			
30° - 40°	10	40			
>40°	0	0			
Erschließung (Eucl. Dist. 30m)	Grundwert	Gewichtung*2			
0 m - 30 m	0	0			
30 m - 60 m	5	10			
> 60 m	10	20			
Überschirmung (TCD)	Grundwert	Gewichtung*3			
< 30 %	0	0			
30 % - 50 %	5	15			
50 % - 90 %	10	30			
> 90 %	0	0			

3.2.2 Auswahl der Probeflächen

Die Auswahl der Probeflächen erfolgte unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit und verfolgt das Ziel, möglichst alle Habitateignungsklassen und Parameter, die in Erwägung gezogen wurden, zu testen. Die Größe der Probeflächen ist auf Grundlage der Mindestfläche zur Revierbildung von 100 ha (Bauer et al. 2012) angesetzt und resultiert aus dem Kompromiss der Aussagekräftigkeit mit der zeitlichen Durchführbarkeit einer Fläche pro Tag. Daher beträgt die Flächengröße zwischen 85 und 100 ha. Primär wurden Flächen ausgewählt, auf denen keine Punktamente der ornithologischen Grundlagenerhebung vorliegen waren, um einen Mehrwert zu generieren.

Die Auswahl fiel auf fünf Probeflächen, die sich im gesamten Naturpark Karwendel verstreut befinden:

- 1) **Halltal östlich.** Die Fläche befindet sich im Einzugsgebiet der Alpensöhnrehütte und ist südexponiert. Die Fläche erstreckt sich entlang eines länglichen Bandes oberhalb eines Kiefernwaldes bis zur Waldgrenze und ist von zahlreichen Lawinenstrichen und schluchtartigen Einschnitten durchzogen (u.a. Fallbachreise, Mitterreise). Durch die Fläche führen einige schwach frequentierte Wanderwege (u.a. Leni-Kluckner-Steig).
- 2) **Vomper Loch.** Die Fläche befindet sich oberhalb des Vomper Baches in südlicher Exposition, welcher sich durch eine enge Schlucht schlängelt, die durch Felsabbrüche gerahmt ist. Die Fläche erstreckt sich entlang eines länglichen Bandes oberhalb der Felsabbrüche bis zur Waldgrenze. Im Südwesten der Fläche befindet sich eine Wildfütterungsstelle. Mitten durch die Fläche führt ein schwach frequentierter Wanderweg (Ferdinand-Kogler-Steig).
- 3) **Pertisau nördlich.** Die Fläche befindet sich etwas nördlich der Gemeinde Pertisau am Achensee und umfasst zwei großflächigere Teilbereiche, die über ein schmales Band miteinander verbunden sind. Am südlichen unteren Rand führt ein mittelmäßig frequentierter Wanderweg. Durch den westlichen Teil der Fläche führt ein weiterer mittelmäßig frequentierter Steig zur Seebergspitze. Durch das schmale Verbindungsband führt ein schwach frequentierter Steig, der teilweise verfallen ist.
- 4) **Rißtal.** Die Fläche beinhaltet zwei gegenüberliegend getrennte Teilbereiche mit südlicher bzw. nördlicher Exposition. Die Fläche ist von zahlreichen schluchtartigen Einschnitten durchzogen. Auf der nördlichen Teilfläche führt im Nordwesten ein Forstweg hindurch. Der Rest der Fläche ist gänzlich unerschlossen.

- 5) **Gleirschklamm.** Die Fläche befindet sich östlich angrenzend an die Gleirschklamm in westlicher und nördlicher Exposition. Die nördliche Grenze bildet die Isar und die westliche eine markante Hangerosion. Die Fläche ist im nördlichen und westlichen Randbereich von einem Forstweg durchzogen. Der Rest der Fläche ist gänzlich unerschlossen.

Nachdem die Probeflächen identifiziert waren, wurden die Grundeigentümer sowie die Bürgermeister der jeweiligen Gemeinden verständigt. Nachfolgend ist die Verortung der Untersuchungsgebiete in Abbildung 6 dargestellt:

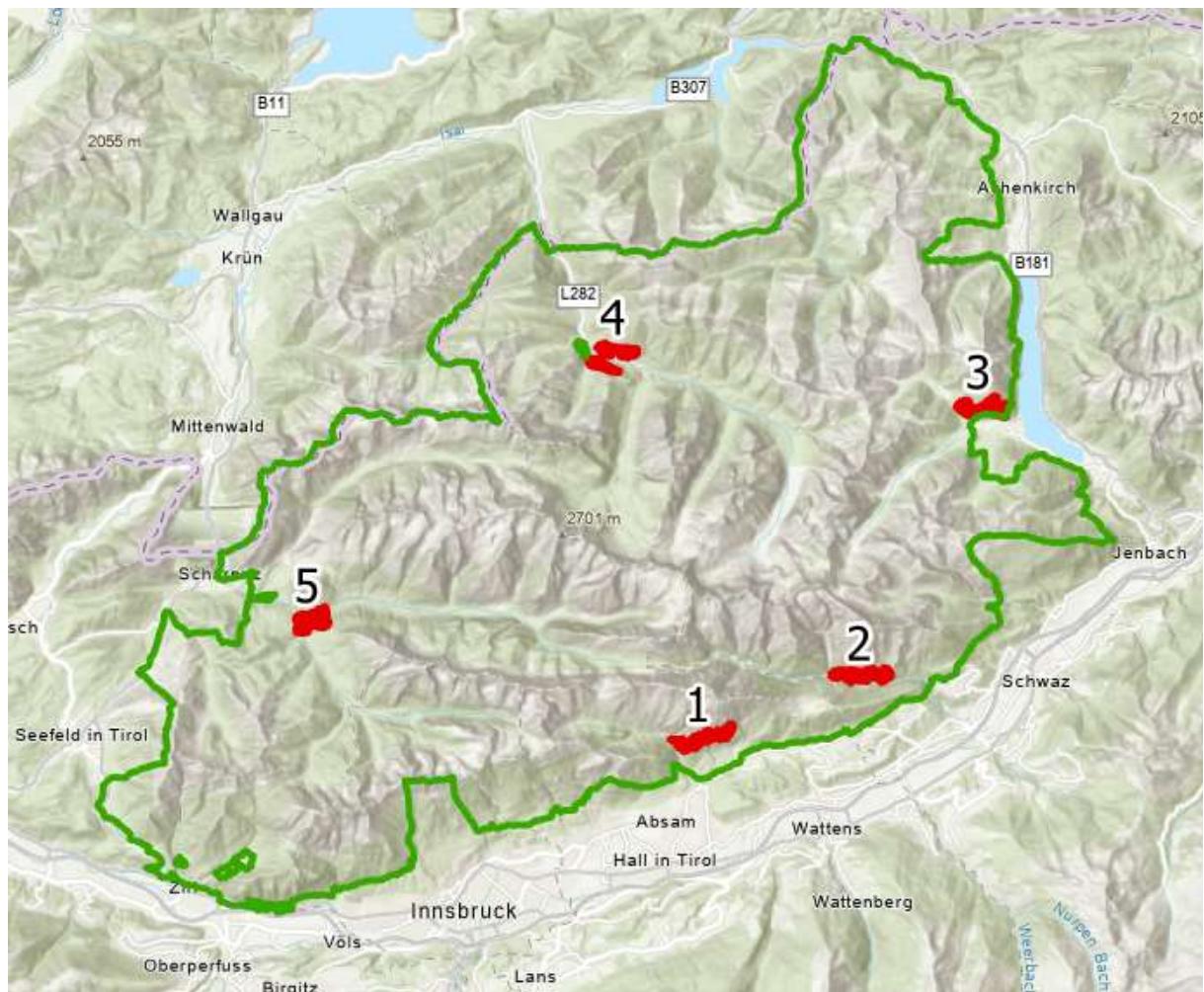


Abbildung 6 Verortung der Probeflächen (rot) im Naturpark Karwendel (grün); Kartengrundlage: ESRI Hillshaded Basemap

3.2.3 Methodik der Feldarbeit

Die Geländearbeit dient primär zur Feststellung der Präsenz oder Absenz des Weißrückenspechtes und zur Aufnahme der Habitatparameter im Gelände, um den ersten Modellentwurf zu überprüfen. Zusätzlich wurden an Zufallspunkten syntop vorkommende Vogelarten mit aufgenommen, welche zur Interpretation des Lebensraumes hilfreich sind. Der detaillierte Kartierbogen ist im Anhang D beigefügt.

Die Geländearbeit erfolgte auf den beschriebenen fünf Flächen in drei Kartierdurchgängen im Zeitraum von Ende April bis Mitte Juni 2023 innerhalb des in Südbeck et al. (2005) vorgegebenen, standardisierten Erfassungszeitraums (Tabelle 4). Die Begehungen lagen dabei mindestens eine Woche und maximal drei Wochen auseinander, wobei die Kartierung möglichst nicht bei starkem Nebel, starkem Niederschlag oder starkem Wind durchgeführt wurde. Steile und felsdurchsetzte Bereiche über 40 Grad wurden aus Sicherheitsgründen nicht begangen, jedoch so gut wie möglich von angrenzenden Bereichen eingehört bzw. eingesehen. Die Kartierung wurde dabei jeweils 1 Stunde vor Sonnenaufgang begonnen und spätestens vier Stunden nach Sonnenaufgang beendet (Lentner und Lehne 2015). Beim ersten Kartierdurchgang musste etwas mehr Zeit für die Geländeerhebung eingeplant werden.

Tabelle 4 Erfassungszeitraum (dunkelblau) und Wertungsgrenzen (hellblau) für die Kartierung von Weißrückenspechten. Die Zahlen 1-4 stellen eine Empfehlung für die Erfassungstermine dar. (Südbeck et al. 2005)

Februar			März			April			Mai			Juni			Juli			August		
A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E	A	M	E
						1.	2.	3.		4.										

Um die Flächen aufzufinden, wurde zur Navigation die App OsmAndMaps verwendet. Auf der Fläche wurde das Gerät Garmin GPSmap 60CSx verwendet, um den Routenverlauf aufzuzeichnen und Punkte zu markieren. Dabei wurde das Gebiet in Schleifen im Abstand von 100 m abgegangen. Bei Feststellung der Absenz wurde eine Klangattrappe an einem strategisch guten Punkt abgespielt, der möglichst viele Bereiche im Umkreis beschallt (Abbildung 7). Es wurden eher Geländerücken und -kanten aufgesucht. Mulden bzw. Schluchten wurden gemieden. Beim ersten und zweiten Kartierdurchgang wurde in einer Minute ein dreimaliges Trommeln abgespielt; Beim dritten Kartierdurchgang äquivalent



Abbildung 7 Abspielen der Klangattrappe mittels Lautsprecher (L. Bonet)

die artspezifische Rufabfolge. Gemäß Lentner & Lehne (2015) werden Klangattrappen „nur dann eingesetzt, wenn spontan kein Nachweis erbracht werden kann, jedoch der berechtigte Verdacht besteht, dass in dem untersuchten Habitat die gesuchte Art vorkommen könnte. Dabei soll die Strophenabfolge nur zweimal abgespielt werden. Bei Reaktion der Art ist das Abspielen der Klangattrappe sofort zu beenden und die Klangattrappe darf erst wieder in einem Abstand von mindestens 400 m vom vorhergehenden Abspielpunkt eingesetzt werden“ (Lentner & Lehne 2015). Der Einsatz der Klangattrappe wurde vom Land Tirol zu Forschungszwecken im Rahmen dieser Arbeit genehmigt.

Ein entsprechendes Schreiben, dass auf den beschriebenen Flächen eine Forschungsarbeit im Auftrag der Universität Innsbruck und des NP Karwendel erfolgt, wurde mitgeführt bzw. im abgestellten Fahrzeug sichtbar angebracht.

Zusammenfassend sind die verwendeten Materialien aufgelistet:

- GPS-Gerät “Garmin GPSmap 60CSx”
- Fernglas „Bresser Pirsch Terra ED 10 x 42 mm“
- Kamera: Nikon D750; Objektiv: Tamron SP 150-600mm F/5-6.3 Di VC USD G2
- Lautsprecher für Klangattrappe: UE Boom 2
- Klemmbrett
- Bleistift
- Wasserfester Filzstift
- Kartiergrundlage (Karte mit Luftbild, Höhenlinien und Habitateignung)
- Wanderstock
- Erste-Hilfe Set
- Bestimmungsliteratur:
 - Der Kosmos Vogelführer (Svensson et al. 2018)
 - Atlas der Brutvögel Tirols (Lentner et al. 2022)
 - Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands (Südbeck et al. 2005)
- Apps:
 - OsmAndMaps,
 - MerlinBirdID
 - iNaturalist

Abbildung 8 Materialliste zur Kartierung

3.2.4 Methodik der Auswertung

Im Folgenden wird dargestellt, wie die Kartierung zur Evaluierung des ersten Modellentwurfs auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Kartierung im Gelände ausgewertet wurde.

3.2.4.1 Evaluierung des Modells mit Revieren

Zunächst wurde das Modell mit Revierkarten evaluiert. Hierfür wurde für jedes Gebiet eine Revierkarte erstellt. Diese beinhaltet farblich unterschiedlich gekennzeichnete Punktfunde für jeden Kartierdurchgang. Zudem wurde das Geschlecht und das Verhalten gemäß Lentner & Lehne (2015) vermerkt und gekennzeichnet, ob ein spontaner Nachweis erfolgte oder dieser durch die Reaktion auf eine Klangattrappe erbracht wurde.

Ein **Revier** liegt vor, wenn eine der folgenden Punkte zutrifft (Lentner & Lehne 2015):

- Art zur Brutzeit in geeignetem Bruthabitat
- Trommelndes/balzendes Männchen während der Brutzeit anwesend
- Paare zur Brutzeit in geeignetem Bruthabitat
- Revierverhalten an mind. 2 Tagen im gleichen Revier
- Balzverhalten von Paar oder Kopula
- Revierkampf
- Altvogel sucht wahrscheinlichen Nestplatz auf
- Brütender Altvogel/Brutablöse
- Angst- oder Warnverhalten von Altvögeln
- Nest/Höhlenbau oder Transport von Nistmaterial
- Altvogel trägt Futter für Junge (oder Kotballen vom Nest weg)
- Nest mit Eiern (aus dieser Brutsaison)
- Junge im Nest gesehen oder gehört
- Kürzlich ausgeflogene Junge od. Dunenjunge von Nestflüchtern

Laut Bauer (2012) beträgt die durchschnittliche Reviergröße des Weißrückenspechtes 230 ha, variiert jedoch zwischen 100 ha und 350 ha bei einer Siedlungsdichte von 0,7 – 1,0 Brutpaaren pro km². Für eine exakte Revierabgrenzung sind i.d.R. fünf Kartierdurchgänge nötig. Im Rahmen dieser Arbeit war dies nicht durchführbar, weshalb eine Kompromisslösung mit drei Durchgängen angestrebt wurde. Die genaue Revierabgrenzung erfolgte in Abstimmung mit Dr. Reinhard Lentner. Demnach sind auch topographische Einschnitte und die Abstände der Nachweise zueinander für die Revierabgrenzung berücksichtigt worden.

Für die Evaluierung des Modells wurde ein 50 Meter-Puffer um die Reviergrenzen gelegt und infolgedessen die Fläche mit der Habitatemgnung verschnitten und eine Flächenbilanz erstellt. Hierfür wurde das Tool „Tabulate Area“ verwendet.

3.2.4.2 Evaluierung des Modells mit Aktionsradien

Ein zweiter Evaluierungsansatz wurde über die Punktfunde der Weißrückenspechte durchgeführt. Diese wurden um den in Ettwein et al. (2023) ermittelten mittleren Aktionsradius zur Brutzeit von 22 ha radial gepuffert. Dies ergibt laut der Formel für die Kreisfläche ($A = r^2 \pi$) eine Radialdistanz von 265 Meter um den Punktfund herum. Anschließend wurde mit „Tabulate Area“ eine Flächenstatistik im Bereich der Aktionsradien durchgeführt.

3.2.4.3 Auswertung der Habitatparameter und der syntopen Arten

Die Habitatparameter an den Zufallspunkten wurden in einer Übersicht als Tabelle zusammengetragen und zudem als Shapefile abgespeichert. Diese ist maßgeblich für die Beurteilung der Qualität der Datensätze. Die syntopen Arten wurden in einer Übersicht als Exceltabelle zusammengetragen und für jede Art die Stetigkeit berechnet. Des Weiteren wurde die prozentuale Stetigkeit aller Aufnahmepunkte mit jener der Punkte im Aktionsradius der Wrs (Ettwein et al. 2023) verglichen.

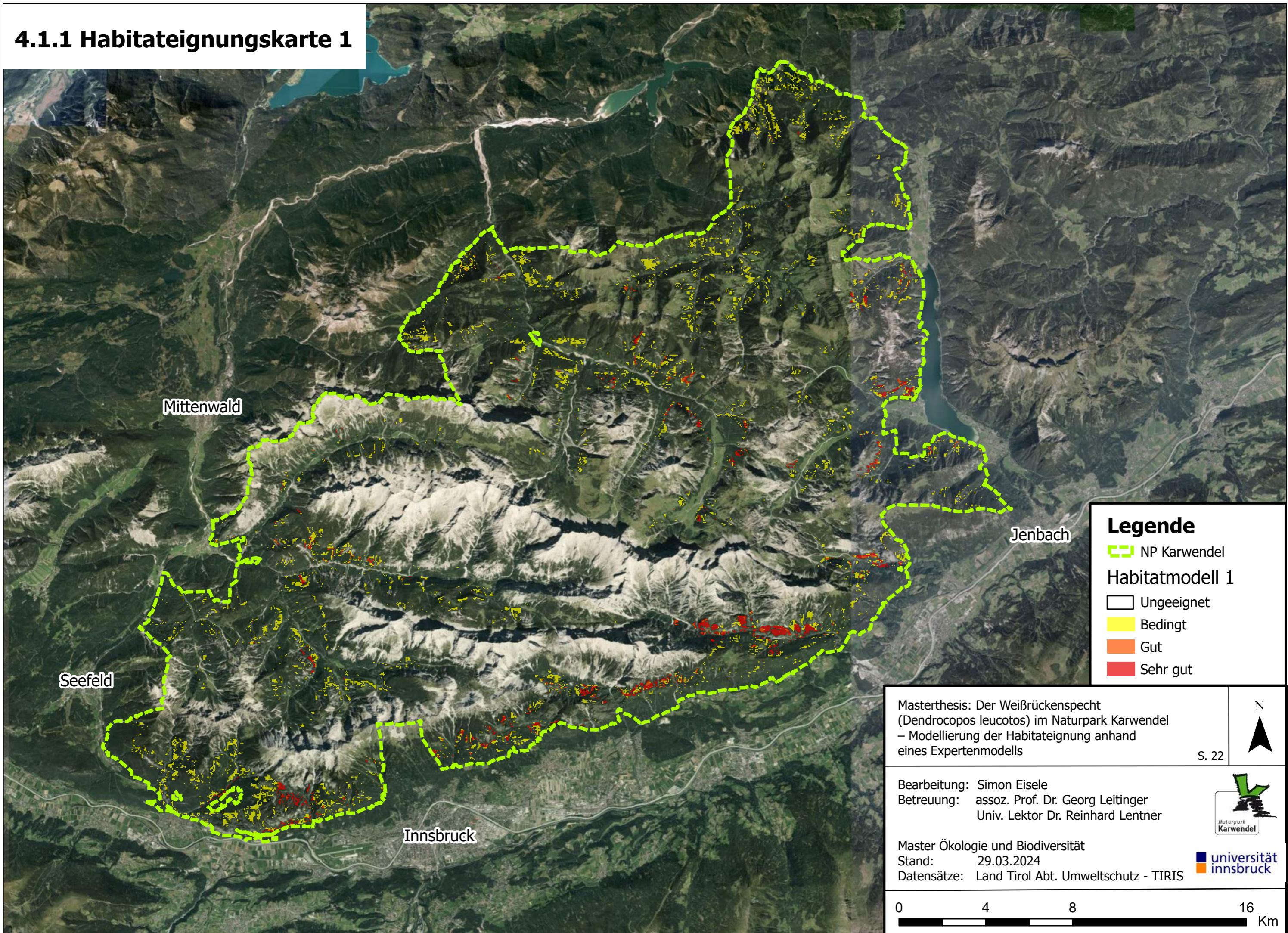
3.2.4.4 Konzeption der Maßnahmenvorschläge

Die Konzeption der Maßnahmenvorschläge basiert auf dem zweiten Modellansatz. Dabei wurden in Abstimmung mit Hermann Sonntag und Anton Heufelder (NP Karwendel) für einen Teilbereich des Untersuchungsgebietes, das Rißtal, die sehr gut geeigneten Bereiche hervorgehoben und die Bereiche mit bedingter Habitatemgnung analysiert. Es wurde herausgestellt, weshalb eine Minderung der Habitatqualität vorliegt und ob diese mit Maßnahmen aufgewertet werden kann. Dabei wurden alle Gebiete in der Geländekammer analysiert, die eine zusammenhängende, geeignete Mindestfläche des in Ettwein et al. (2023) definierten Aktionsraums von 22 ha vorweisen. Die Maßnahmenvorschläge wurden gemäß Sonntag (2014) dimensioniert und nachfolgend ebenfalls in enger Abstimmung mit den Verantwortlichen des NP Karwendel und Dr. Reinhard Lentner besprochen.

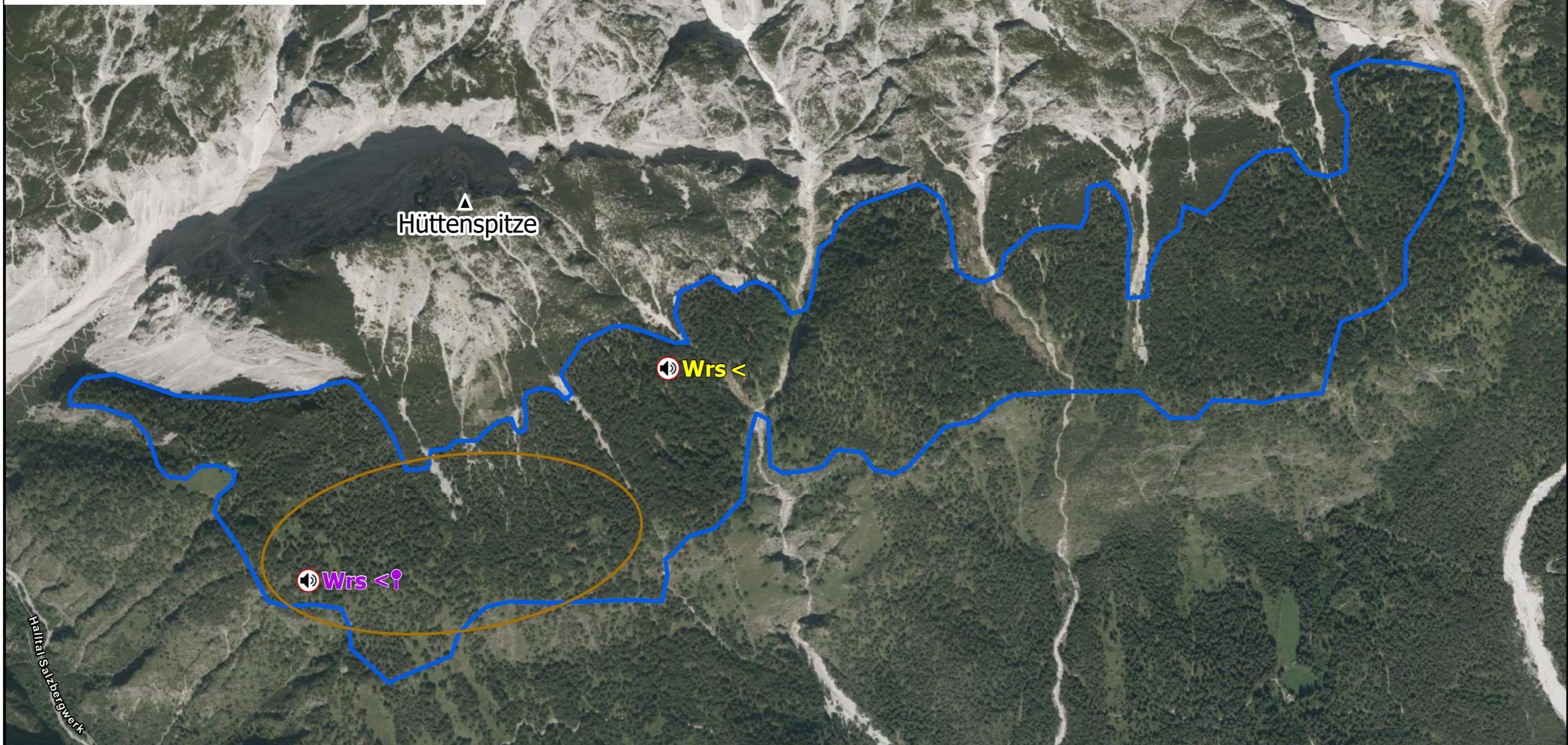
4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse in Karten dargestellt. Dies umfasst die Habitatempungskarte, die Revierkarten mit abgegrenzten Reviergrenzen sowie die Verortung der Aufnahmepunkte für die Habitatparameter und die syntopen Arten. Die Karten für die einzelnen Habitatparameter der Habitatmodelle 1 und 2 sind in Anhang A bzw. Anhang B beigefügt. Diese dienen gleichwohl für die Analyse der Zusammensetzung der Habitatqualität in Bezug auf Managementmaßnahmen, die als Handlungsempfehlung daraus abgeleitet werden können (siehe Kapitel 5.4).

4.1.1 Habitateignungskarte 1



4.1.2 Revierkarte Halltal östlich



Legende

- Probefläche
- Reviergrenzen

Nachweisart

- (Speaker) Klangattrappe
- (Speaker with dot) Spontannachweis

Artkürzel / Geschlecht

- Wrs Weißrückenspecht Männchen
- Wrs Weißrückenspecht Weibchen
- Wrs Weißrückenspecht Paar
- Wrs Weißrückenspecht Geschlecht unklar

Farbcode

- Wrs 1. Kartierdurchgang
- Wrs 2. Kartierdurchgang
- Wrs 3. Kartierdurchgang

Verhaltenscode

- < Ruf
- Trommeln
- * mit Futter
- ⊥ Nahrungssuche
- (Wrs) besetze Höhle / brütend

Wrs → Wrs ein Vogel, Standortwechsel
Wrs ↔ Wrs zwei verschiedene Vögel

Masterthesis: Der Weißrückenspecht
(Dendrocopos leucotos) im Naturpark Karwendel
– Modellierung der Habitatemgnung anhand
eines Expertenmodells

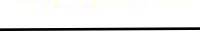
S. 23



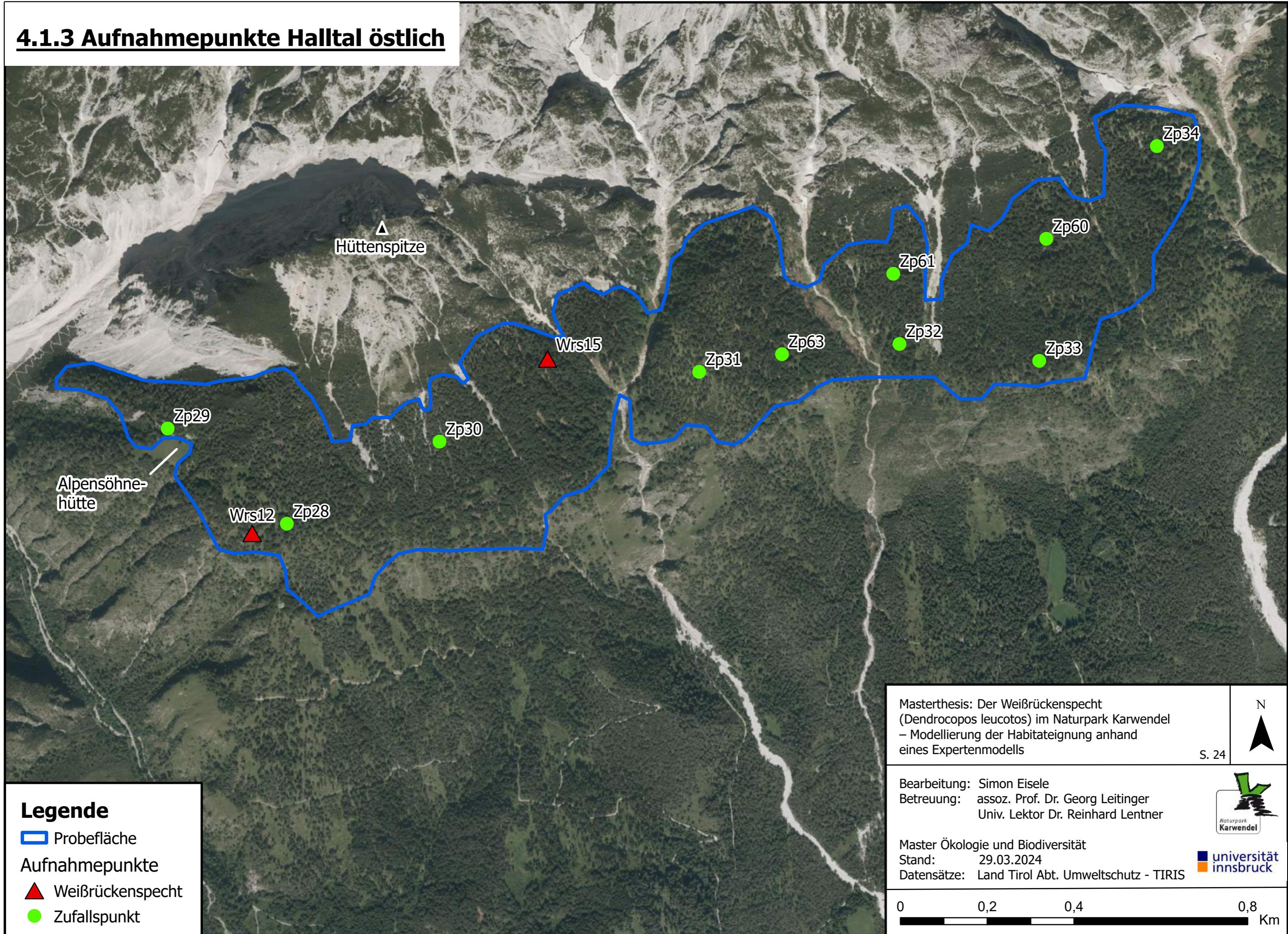
Esri Community Maps Contributors, BVV – geodata

0 0,2 0,4 0,8 Km

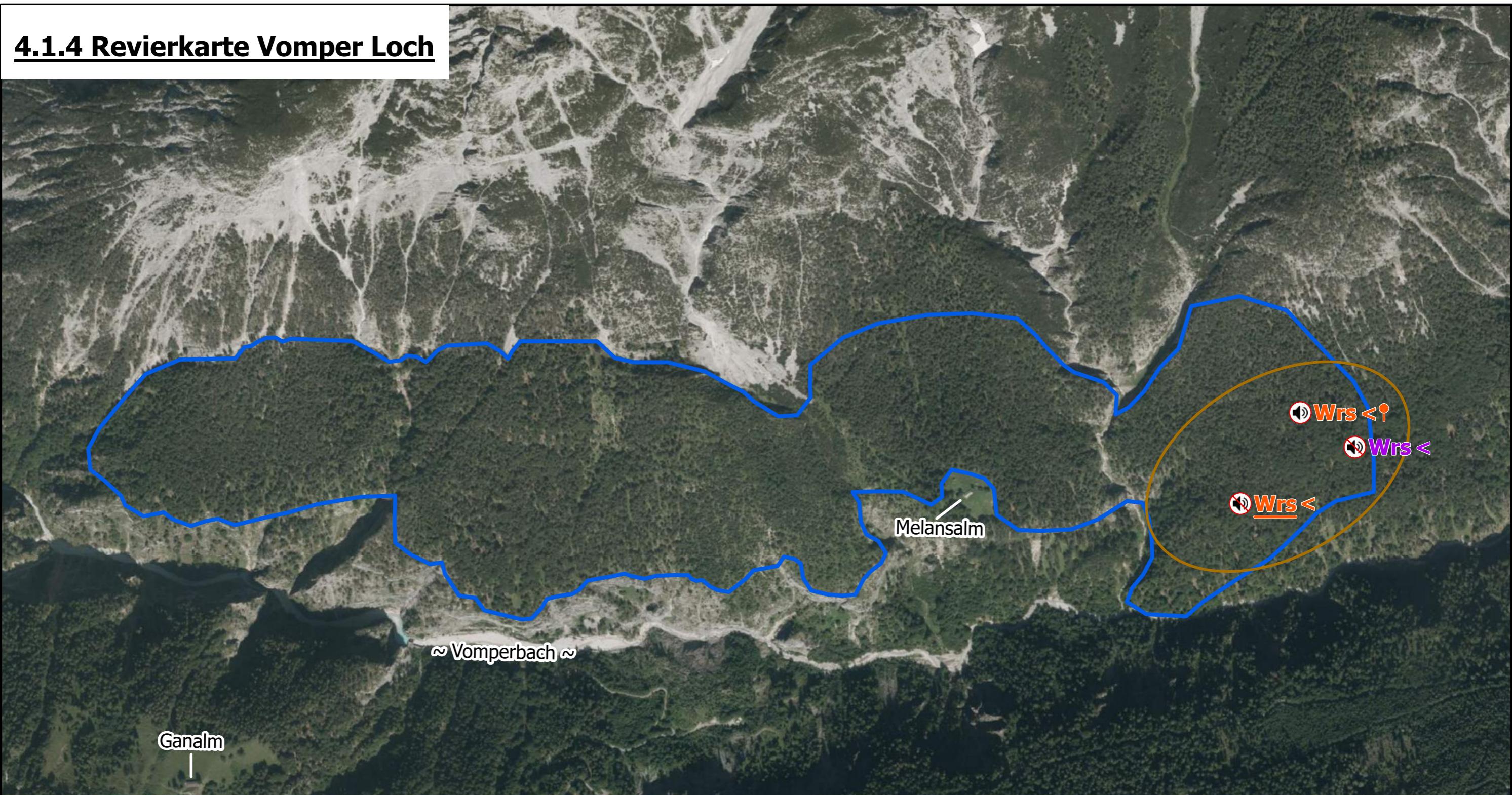
universität
innsbruck



4.1.3 Aufnahmepunkte Halltal östlich



4.1.4 Revierkarte Vomper Loch



Legende

- Probefläche
- Reviergrenzen

Nachweisart

- (Speaker icon) Klangattrappe
- (Speaker icon with dot) Spontannachweis

Artkürzel / Geschlecht

- Wrs Weißrückenspecht Männchen
- Wrs Weißrückenspecht Weibchen
- Wrs Weißrückenspecht Paar
- Wrs Weißrückenspecht Geschlecht unklar

Farbcode

- Wrs 1. Kartierdurchgang
- Wrs 2. Kartierdurchgang
- Wrs 3. Kartierdurchgang

Verhaltenscode

- < Ruf
- Trommeln
- * mit Futter
- ⊥ Nahrungssuche
- (Wrs) besetze Höhle / brütend

Wrs → Wrs ein Vogel, Standortwechsel
Wrs ↔ Wrs zwei verschiedene Vögel

Masterthesis: Der Weißrückenspecht
(Dendrocopos leucotos) im Naturpark Karwendel
– Modellierung der Habitatemignung anhand
eines Expertenmodells



S. 25

Bearbeitung: Simon Eisele
Betreuung: assoz. Prof. Dr. Georg Leitinger
Univ. Lektor Dr. Reinhard Lentner



Master Ökologie und Biodiversität

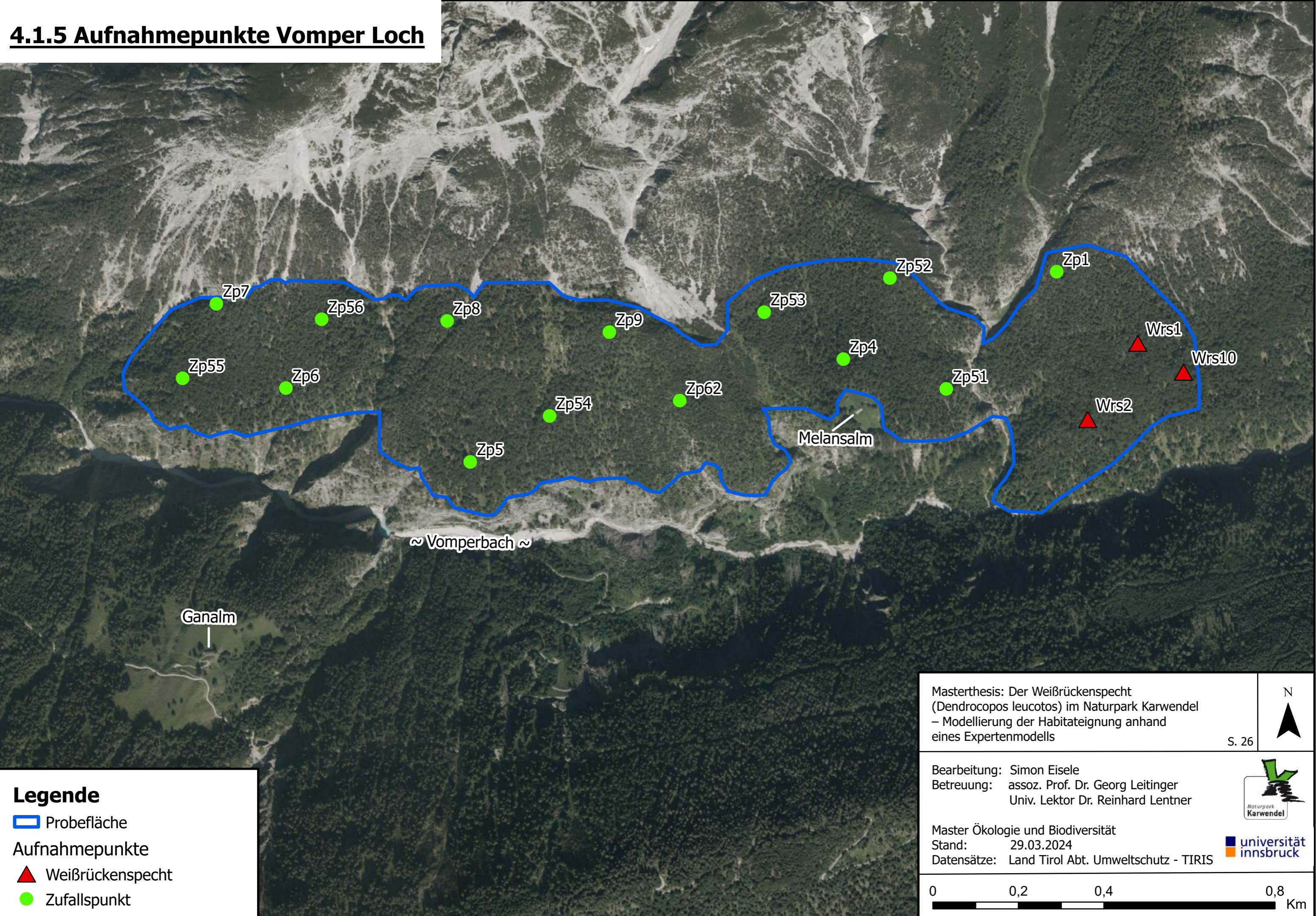
Stand: 29.03.2024

Datensätze: Land Tirol Abt. Umweltschutz - TIRIS

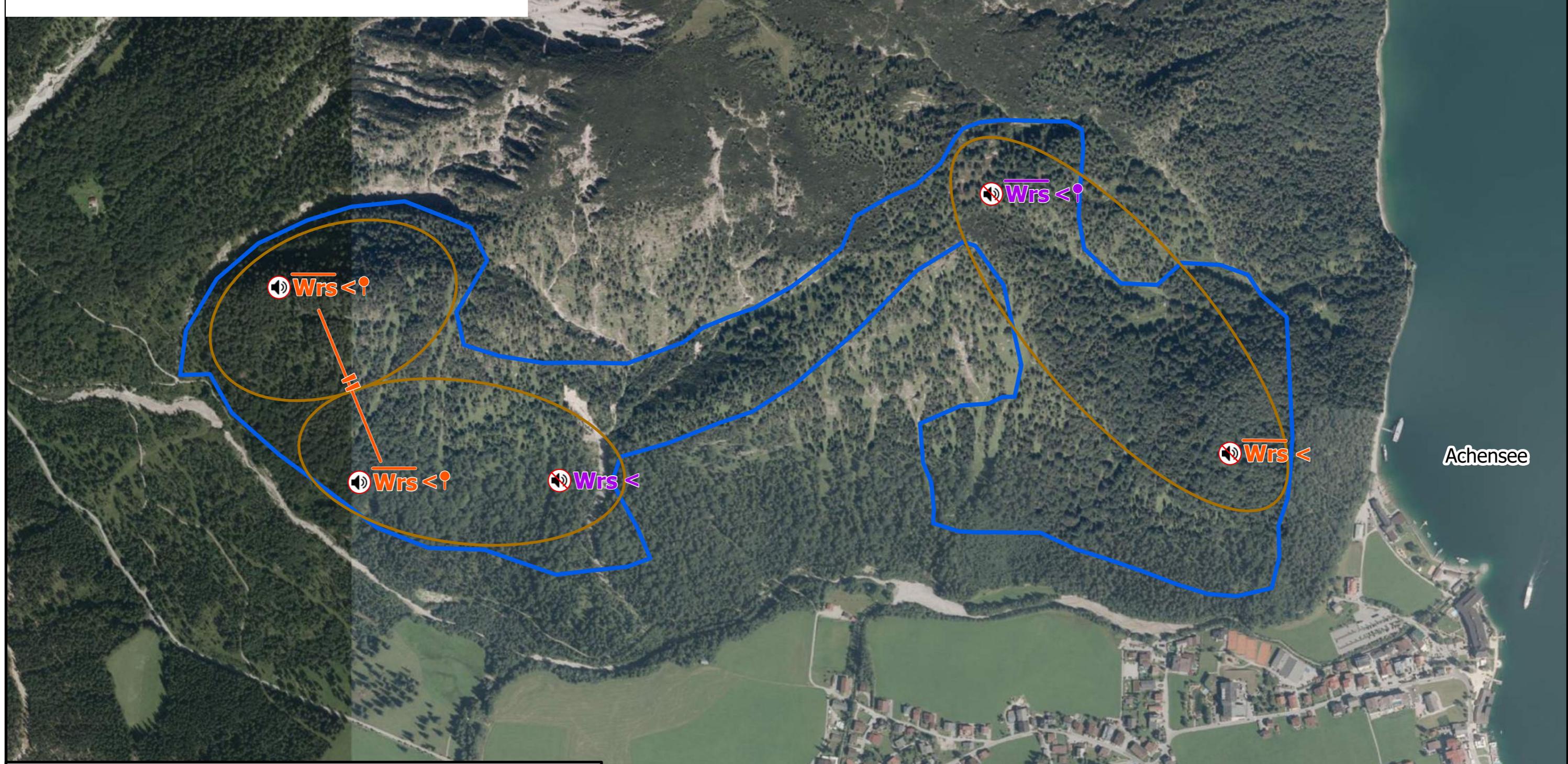
universität
innsbruck

0 0,2 0,4 0,8 Km

4.1.5 Aufnahmepunkte Vomper Loch



4.1.6 Revierkarte Pertisau nördlich



Legende

- Probefläche
- Reviergrenzen

Nachweisart

- (Speaker icon) Klangattrappe
- (Speaker icon with dot) Spontannachweis

Artkürzel / Geschlecht

- Wrs Weißrückenspecht Männchen
- Wrs Weißrückenspecht Weibchen
- Wrs Weißrückenspecht Paar
- Wrs Weißrückenspecht Geschlecht unklar

Farbcode

- Wrs 1. Kartierdurchgang
- Wrs 2. Kartierdurchgang
- Wrs 3. Kartierdurchgang

Verhaltenscode

- < Ruf
- Trommeln
- * mit Futter
- ⊥ Nahrungssuche
- (Wrs) besetze Höhle / brütend

Wrs → Wrs ein Vogel, Standortwechsel
Wrs ↔ Wrs zwei verschiedene Vögel



Masterthesis: Der Weißrückenspecht
(Dendrocopos leucotos) im Naturpark Karwendel
– Modellierung der Habitatemignung anhand
eines Expertenmodells

S. 27



Bearbeitung: Simon Eisele
Betreuung: assoz. Prof. Dr. Georg Leitinger
Univ. Lektor Dr. Reinhard Lentner



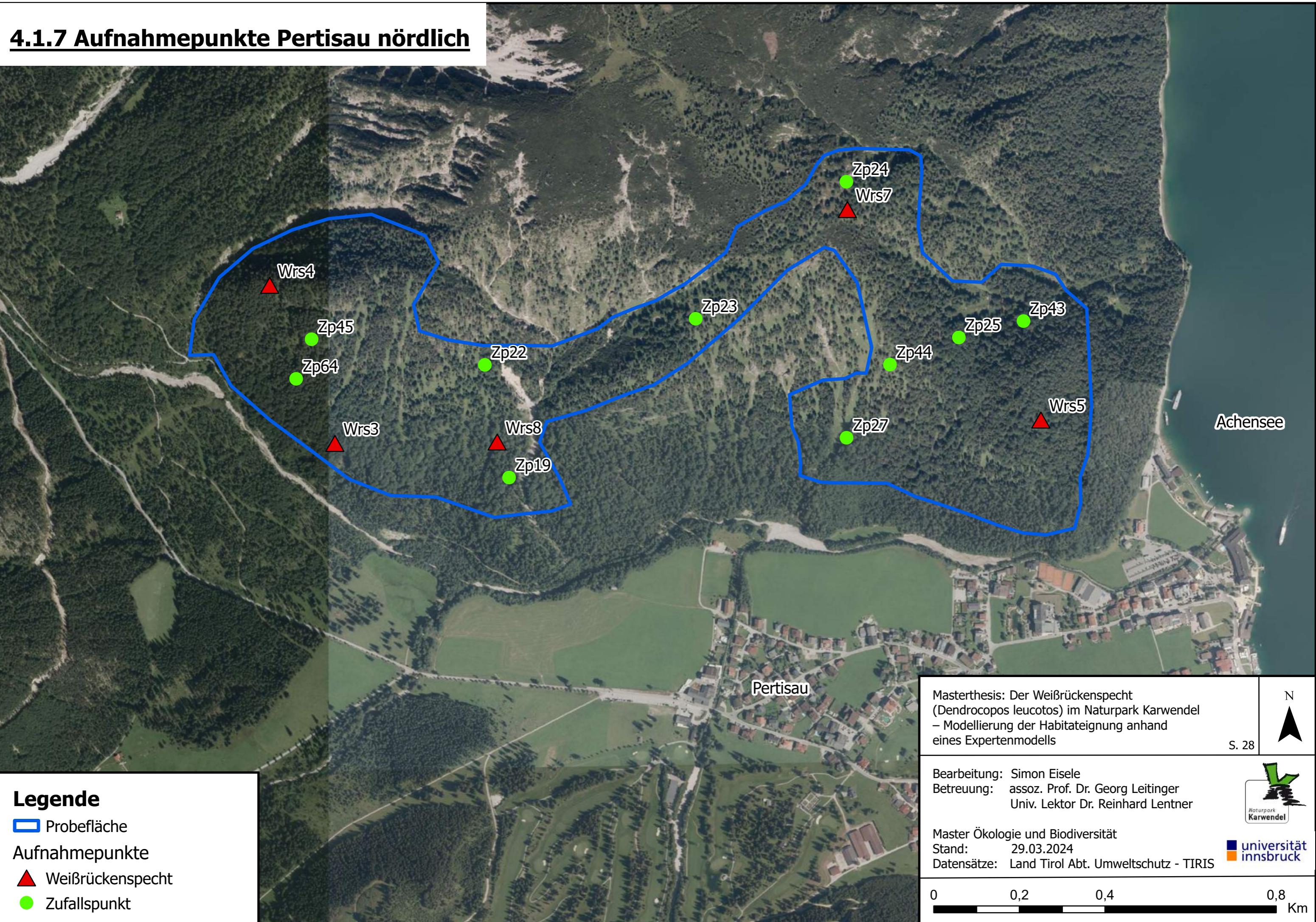
Master Ökologie und Biodiversität

Stand: 29.03.2024

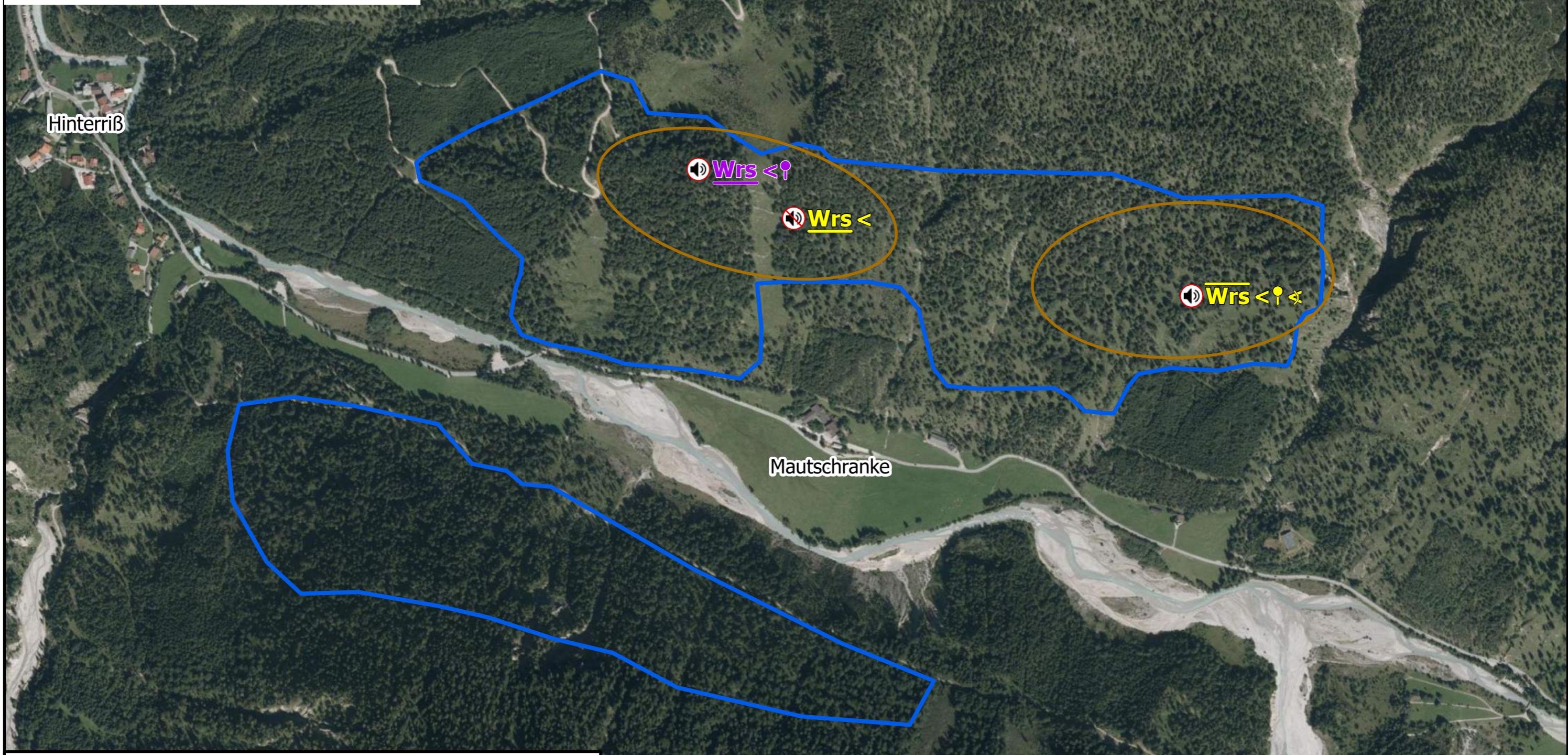
Datensätze: Land Tirol Abt. Umweltschutz - TIRIS

0 0,2 0,4 0,8 Km

4.1.7 Aufnahmepunkte Pertisau nördlich



4.1.8 Revierkarte Hinterriß



Legende

- █ Probefläche
- █ Reviergrenzen

Nachweisart

- (鳴) Klangattrappe
- (♂) Spontannachweis

Artkürzel / Geschlecht

- Wrs Weißrückenspecht Männchen
- Wrs Weißrückenspecht Weibchen
- Wrs Weißrückenspecht Paar
- Wrs Weißrückenspecht Geschlecht unklar

Farbcode

- Wrs 1. Kartierdurchgang
- Wrs 2. Kartierdurchgang
- Wrs 3. Kartierdurchgang

Verhaltenscode

- < Ruf
- ♂ Trommeln
- * mit Futter
- ⊥ Nahrungssuche
- (Wrs) besetze Höhle / brütend

Wrs → Wrs ein Vogel, Standortwechsel
Wrs ↔ Wrs zwei verschiedene Vögel

Masterthesis: Der Weißrückenspecht
(Dendrocopos leucotos) im Naturpark Karwendel
– Modellierung der Habitatemignung anhand
eines Expertenmodells

S. 29

N



Bearbeitung: Simon Eisele
Betreuung: assoz. Prof. Dr. Georg Leitinger
Univ. Lektor Dr. Reinhard Lentner

Master Ökologie und Biodiversität

Stand: 29.03.2024

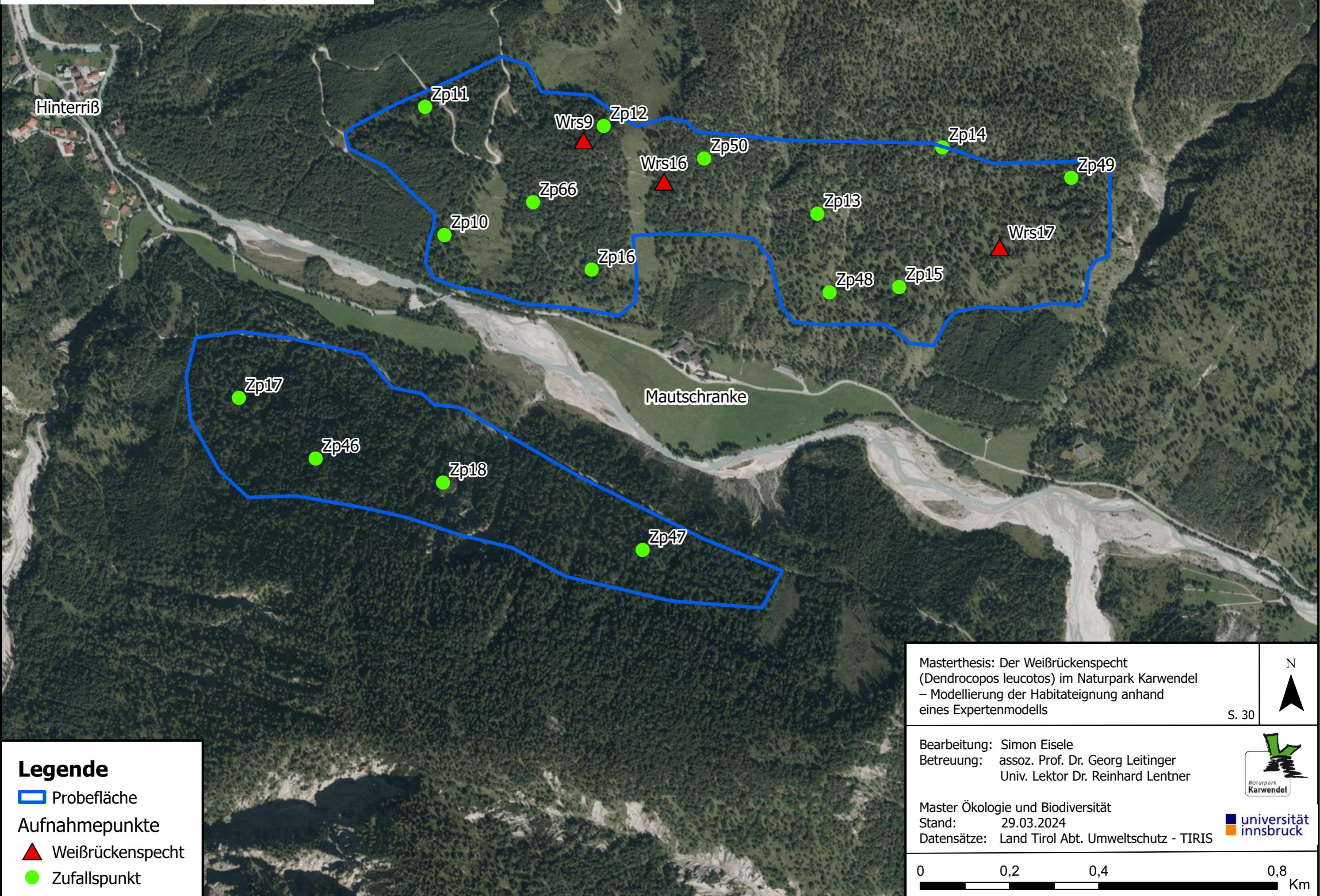
Datensätze: Land Tirol Abt. Umweltschutz - TIRIS



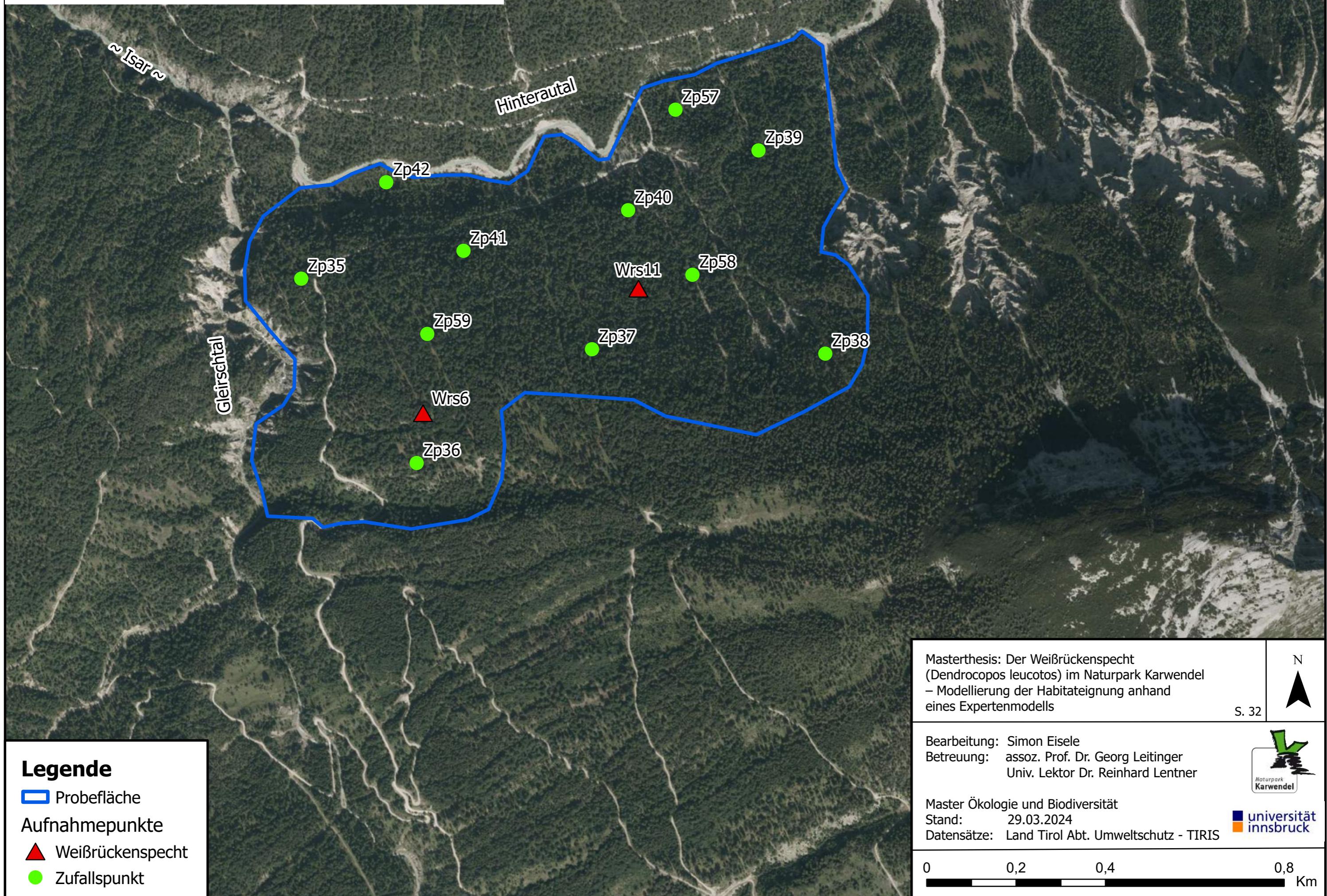
universität
innsbruck

0 0,2 0,4 0,8 Km

4.1.9 Aufnahmepunkte Rißtal



4.1.11 Aufnahmepunkte Gleirschklamm



4.1.12 Übersicht der Habitatparameter

Die vorliegende Tabelle 5 zeigt eine Übersicht der aufgenommenen Habitatparameter an den Zufallspunkten bzw. an den Orten, an denen Wrs nachgewiesen wurden. Bei den Wrs-Nachweispunkten sind zudem das Verhalten, das Geschlecht (wenn bekannt) und die Art des Nachweises (spontan oder mit Klangattrappe) angegeben. Sonstige Auffälligkeiten und Ideen hinsichtlich Managementmaßnamen sind in der Spalte 'Notizen' angeführt. Insgesamt wurden 16 Individuen nachgewiesen: 6 Männchen, 4 Weibchen, 6 Geschlecht unbekannt. Die meisten Individuen wurden im Kartiergebiet Pertisau nachgewiesen, wobei in jedem Gebiet mindestens 2 Individuen nachgewiesen wurden. Bei den Baumarten sind stets die Nadelhölzer zuerst und darauffolgend die Laubhölzer aufgezählt. Die Abkürzungen für die Baumarten lauten:

Ah = Bergahorn, Bu = Rotbuche, Ee = Eberesche, Ei = Eibe, Fi = Fichte, Ki = Kiefer, Lä = Lärche, Mb = Mehlbeere, Ta = Weiße Linde, Wd = Weide

Tabelle 5 Übersicht der Habitatparameter

Kategorie	ID	Datum/Zeit	Durch-gang	Fläche	X-Koordinate	Y-Koordinate	Höhe	Standort	Baumarten (Deckungsgrad [%])	TCD ges.	BHD-Schnitt (Umkreis 30m)	Totholz 10-30cm (Stck)	Totholz >30cm stehend (Stck)	Totholz >30cm liegend (Stck)	Totholzalter	Nachweisart	Schneebedeckung Krautschicht	Verhalten	Geschlecht	Notizen
Weißrückenspecht	Wrs1	22.04.2023 07:55	1	Vomper Loch	98119,48863	246460,8305	1020	Steilhang	Fi (35), Lä (10), Ki (10), Bu (25)	80	50	40	5	8	alt-mittel-jung	Klangattrappe	0	Trommeln, Ruf	unklar	
Weißrückenspecht	Wrs2	22.05.2023 07:05	2	Vomper Loch	92266,44979	246393,3137	971	Steilhang	Fi (20), Bu (50)	70	55	30	4	15	alt-mittel-jung	Spontannachweis	0	Ruf	unklar	
Weißrückenspecht	Wrs11	05.06.2023 10:08	3	Gleirschklamm	74580,57904	248634,326	1196	Steilhang	Fi (20), Bu (30), Ah (10)	60	40	20	8	8	alt-mittel-jung	Klangattrappe	0	Trommeln, Ruf, Balzflug	W, M	Paarsichtung mit Balzflug
Weißrückenspecht	Wrs12	06.06.2023 09:05	2	Halttal	89577,66842	243396,3361	1337	Steilhang	Fi (25), Ki (15), Bu (25)	65	40	30	8	12	mittel-jung	Klangattrappe	0	Trommeln, Ruf	unklar	vmtl an Reviegrenze
Weißrückenspecht	Wrs15	16.06.2023 09:11	3	Halttal	90258,23826	243798,0408	1397	Steilhang	Fi (25), Ta (10), Bu (40)	75	50	30	10	26	alt-mittel-jung	Klangattrappe	0	Ruf	unklar	
Weißrückenspecht	Wrs16	21.06.2023 09:15	3	Rüttal	86805,83436	259771,8854	1169	Steilhang	Fi (35), Bu (25), Ah (20)	80	45	25	12	15	alt-mittel-jung	Spontannachweis	0	Ruf	W	
Weißrückenspecht	Wrs17	21.06.2023 09:59	3	Rüttal	87558,79496	259625,0355	1167	Steilhang	Fi (20), Bu (10)	30	45	30	8	15	alt-mittel-jung	Klangattrappe	0	Trommeln, Ruf, mit Futter	M	Lichter Wald, aber viele alte Bäume und viel Totholz
Weißrückenspecht	Wrs2	22.04.2023 08:33	1	Vomper Loch	98002,29606	246282,5912	953	Steilhang	Fi (40), Lä (+), Bu (40)	80	60	50	4	7	alt-mittel-jung	Spontannachweis	0	Ruf	W	
Weißrückenspecht	Wrs3	27.04.2023 06:46	1	Pertisau	101264,3706	257163,4999	1038	Steilhang	Fi (10), Ki (10), Bu (50), Ah (+)	80	45	30	4	10	mittel	ja	0	Trommeln, Ruf	M	
Weißrückenspecht	Wrs4	27.04.2023 07:57	1	Pertisau	101112,0705	257532,8786	1189	Steilhang	Fi (30), Ki (40), Bu (15), Ah (+)	85	40	30	6	4	alt-mittel	ja	0	Trommeln, Ruf	M	felsdurchsetzt
Weißrückenspecht	Wrs5	27.04.2023 12:23	1	Pertisau	102913,7071	257218,1429	1101	Kuppe/Hangverebnung	Fi (30), Bu (50), Ah (10)	90	60	20	12	6	alt-mittel	Spontannachweis	0	Ruf	M	
Weißrückenspecht	Wrs6	07.05.2023 07:29	1	Gleirschklamm	74098,48073	248355,6008	1260	Kuppe/Hangverebnung	Fi (20), Ki (+), Bu (40), Ah (+)	60	50	40	7	7	alt-mittel-jung	Klangattrappe	0	Trommeln, Ruf	unklar	Schwarzspecht ebenfalls gesichtet
Weißrückenspecht	Wrs7	14.05.2023 08:01	2	Pertisau	102461,6889	257709,9528	1430	Steilhang	Fi (10), Lä (10), Bu (40)	60	50	20	6	5	alt-mittel-jung	Spontannachweis	0	Trommeln, Ruf	M	
Weißrückenspecht	Wrs8	14.05.2023 09:24	2	Pertisau	101643,5025	257166,871	1096	Steilhang	Fi (20), Ki (10), Bu (35), Ah (+)	65	40	10	2	3	alt-mittel	Spontannachweis	0	Ruf	unklar	Fichtenjungwald im Unterwuchs
Weißrückenspecht	Wrs9	21.05.2023 11:57	2	Rüttal	86662,39236	259864,5053	1203	Kuppe/Hangverebnung	Fi (25), Bu (35), Ah (10)	70	50	40	7	15	alt-mittel-jung	Klangattrappe	0	Trommeln, Ruf	W	
Zufallspunkt	Zp1	22.04.2023 06:52	1	Vomper Loch	97929,78661	24625,7461	1137	Steilhang	Ki (70)	70	30	20	2	0	mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp10	26.04.2023 06:34	1	Rüttal	86313,57844	259650,0143	999	Steilhang	Fi (20), Ta (+), Ah (10), Bu (+)	30	50	40	4	4	mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp11	26.04.2023 07:09	1	Rüttal	86270,05373	259937,5103	1080	Kuppe/Hangverebnung	Fi (25), Ta (+), Bu (25), Ah (10)	60	45	10	2	1	mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp12	26.04.2023 07:46	1	Rüttal	86670,80698	259894,509	1216	Kuppe/Hangverebnung	Fi (10), Bu (10), Ah (10)	30	45	20	1	3	mittel-jung	ja	0			
Zufallspunkt	Zp13	26.04.2023 08:40	1	Rüttal	87149,867	259697,9184	1174	Steilhang	Fi (35), Bu (15), Ah (10)	60	35	20	3	6	alt-mittel-jung	ja	0			
Zufallspunkt	Zp14	26.04.2023 09:22	1	Rüttal	87430,13355	259846,4825	1297	Steilhang	Fi (20), Bu (10), Ah (+), Ee(+)	30	40	30	4	5	alt-mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp15	26.04.2023 10:32	1	Rüttal	87333,30953	259533,6073	1085	Steilhang	Fi (15), Ki (+), Ah (20), Bu (15)	50	50	20	6	4	mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp16	26.04.2023 11:25	1	Rüttal	86643,87181	259572,5374	1003	Steilhang	Fi (20), Bu (30), Ah (+)	50	35	40	8	5	mittel-jung	ja	0			Buchenjungwald im Unterwuchs
Zufallspunkt	Zp17	26.04.2023 12:01	1	Rüttal	85852,48358	259284,9198	1019	Steilhang	Fi (30), Bu (30), Ah (10)	70	35	10	1	0	jung	ja	0			Fichtenjungwald im Unterwuchs
Zufallspunkt	Zp18	26.04.2023 12:31	1	Rüttal	86310,4032	259094,9003	1077	Steilhang	Fi (40), Bu (20)	60	45	20	8	3	alt-mittel-jung	ja	0			
Zufallspunkt	Zp19	27.04.2023 06:16	1	Pertisau	101671,3964	257081,3616	1042	Kuppe/Hangverebnung	Fi (20), Ki (15), Bu (15)	50	45	20	3	1	jung	ja	0			
Zufallspunkt	Zp22	27.04.2023 09:24	1	Pertisau	101614,8171	257344,5664	1196	Steilhang	Fi (10), Ki (10), Bu (10)	30	40	30	4	10	alt-mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp23	27.04.2023 10:27	1	Pertisau	102107,3214	257452,3492	1344	Kuppe/Hangverebnung	Ki (15), Fi (5), Bu (10)	30	45	30	5	5	alt	ja	10			
Zufallspunkt	Zp24	27.04.2023 11:11	1	Pertisau	102478,27472	247772,4708	1416	Steilhang	Fi (20), Lä (8), Bu (30), Ah (10)	40	45	30	6	10	alt-mittel	ja	10			
Zufallspunkt	Zp25	27.04.2023 11:49	1	Pertisau	102722,2939	257408,5746	1185	Kuppe/Hangverebnung	Fi (30), Lä (+), Ki (+), Bu (40), Ah (10)	80	50	20	5	6	alt	ja	0			
Zufallspunkt	Zp27	27.04.2023 13:02	1	Pertisau	102459,8285	257174,3026	1065	Steilhang	Ki (40), Fi (15), Bu (15), Ah (10)	80	40	30	3	7	mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp28	29.04.2023 07:38	1	Halttal	89657,60349	243416,2756	1317	Steilhang	Fi (40), Ta (+), Bu (30)	70	50	50	10	18	alt-mittel	ja	0			
Zufallspunkt	Zp29	29.04.2023 08:07	1	Halttal	89383,10397	243635,7218	1357	Steilhang	Fi (25), Lä (20), Ki (10), Ta (+), Bu (25), Mb (+)	80	35	10	0	0	jung	ja	0			
Zufallspunkt	Zp30	29.04.2023 08:50	1	Halttal	90009,26025	243605,4586	1388	Steilhang	Fi (50), Ta (20); Ki (20); Bu (10)											

4.1.13 Übersicht der syntopen Arten

Tabelle 6 Übersicht der syntopen Arten

ID	Im AR?	Datum/Zeit	Durch-gang	Fläche	Kartierbedingungen						Spechte		Syntope Arten (Artkürzel gemäß Südbeck et al 2005)																																						
					Bewölkung	Temperatur [°C]	Wind [km/h]	Nieder-schlag	Nebel	Wrs	Bs	Dzs	Gsp	Gü	Ssp	Wrs	A	Bls	Bm	B	Bp	Ei	Ez	F	Fk	Ge	Gim	Gr	Gs	H	Hm	Hr	Kl	K	Kra	Ku	Md	Mg	Mb	N	R	Rk	Rt	Sd	Sg	Sm	Th	Ts	Tm	Wf	Wm
Zp1	ja	22.04.2023 06:52	1	Vomper Loch	0/8	15	0-10	Nein	Nein		x																																				x				
Wrs1	ja	22.04.2023 07:55	1	Vomper Loch	0/8	15	0-10	Nein	Nein		x	x																																x							
Wrs2	ja	22.04.2023 08:33	1	Vomper Loch	0/8	15	0-10	Nein	Nein			x	x																															x							
Zp12	ja	26.04.2023 07:46	1	Rißtal	6/8	5	0	Nein	Nein	x	x																																x								
Zp14	ja	26.04.2023 09:22	1	Rißtal	6/8	5	0	Nein	Nein	x	x																															x									
Zp15	ja	26.04.2023 10:32	1	Rißtal	6/8	5	0	Nein	Nein	x	x																														x										
Zp16	ja	26.04.2023 11:25	1	Rißtal	6/8	5	0	Nein	Nein			x																												x											
Zp19	ja	27.04.2023 06:16	1	Pertisau	8/8	5	0-15	Ja	Teils				x																									x													
Wrs3	ja	27.04.2023 06:46	1	Pertisau	8/8	5	0-15	Ja	Teils			x																									x														
Wrs4	ja	27.04.2023 07:57	1	Pertisau	8/8	5	0-15	Ja	Teils			x																								x															
Zp22	ja	27.04.2023 09:24	1	Pertisau	8/8	5	0-15	Ja	Teils			x																							x																
Zp24	ja	27.04.2023 11:11	1	Pertisau	8/8	5	0-15	Ja	Teils			x																							x																
Wrs5	ja	27.04.2023 12:23	1	Pertisau	8/8	5	0-15	Nein	Nein			x																							x																
Zp28	ja	29.04.2023 07:38	1	Halttal	7/8	10	0-10	Nein	Nein	x		x	x																						x																
Zp36	ja	07.05.2023 07:02	1	Gleirschklamm	2/8	15	0-10	Nein	Nein		x			x																			x																		
Wrs6	ja	07.05.2023 07:29	1	Gleirschklamm	2/8	15	0-10	Nein	Nein		x			x																	x																				
Zp37	ja	07.05.2023 08:09	1	Gleirschklamm	2/8	15	0-10	Nein	Nein	x	x																			x																					
Zp40	ja	07.05.2023 10:21	1	Gleirschklamm	2/8	15	0-10	Nein	Nein																				x																						
Zp43	ja	14.05.2023 06:39	2	Pertisau	8/8	7	0-10	Nein	Nein	x	x		x	x															x																						
Wrs7	ja	14.05.2023 08:01	2	Pertisau	8/8	7	0-10	Nein	Nein	x	x		x	x													x																								
Wrs8	ja	14.05.2023 09:24	2	Pertisau	8/8	7	0-10	Nein	Nein		x	x		x												x																									
Zp45	ja	14.05.2023 10:03	2	Pertisau	8/8	7	0-10	Nein	Nein			x															x																								
Zp49	ja	21.05.2023 09:50	2	Rißtal	2/8	13	0	Nein	Nein				x														x																								
Zp50	ja	21.05.2023 10:56	2	Rißtal	2/8	13	0	Nein	Nein			x													x																										
Wrs9	ja	21.05.2023 11:57	2	Rißtal	2/8	13	0	Nein	Nein	x	x													x																											
Wrs10	ja	22.05.2023 07:05	2	Vomper Loch	2/8	18	0	Nein	Nein	x	x	x	x												x																										
Zp58	ja	30.05.2023 08:17	2	Gleirschklamm	4/8	15	0	Nein	Nein	x			x	x											x																										
Wrs11	ja	05.06.2023 10:08	3	Gleirschklamm	8/8	15	0	Nein	Nein		x			x										x																											
Wrs12	ja	06.06.2023 09:05	2	Halttal	8/8	10	0	Nein	Nein		x		x			x	x	x	x					x																											
Zp64	ja	11.06.2023 07:10	3	Pertisau	2/8	12	0	Nein	Nein	x	x		x			x								x																											
Zp15	ja	16.06.2023 09:11	3	Halttal	7/8	17	0	Nein	Nein		x	x	x			x							x																												
Zp66	ja	21.06.2023 07:34	3	Rißtal	0/8	20	0	Nein	Nein		x		x			x			x			x		x																											
Wrs16	ja	21.06.2023 09:15	3	Rißtal	0/8	20	0	Nein	Nein	x	x		x			x			x			x		x																											
Wrs17	ja	21.06.2023 09:59	3	Rißtal	0/8	20	0	Nein	Nein	x	x		x			x			x		</td																														

4.1.14 Flächenstatistiken

Im Folgenden sind die flächigen Analysen des Habitatmodells 1 dargelegt. Tabelle 7 zeigt die Analyse der Eignungsklassen des gesamten Modells. Die folgenden Tabellen geben Aufschluss über die räumliche Nutzung des Wrs. Ausgewertet sind jeweils die verschiedenen Eignungsklassen der Habitatparameter. Als Evaluationsgrößen sind die prozentualen Anteile der Klassen im Aktionsradius (AR) bzw. im Revier (RV) relativ zur untersuchten Fläche angegeben.

Tabelle 7 Flächenstatistik Habitatmodell 1 relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Value	Habitateignung	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.
1	Ungeeignet	827500	522500	2032500	0,41	0,26	27,4	23,9
2	Bedingt	612500	432500	1167500	0,52	0,37	35,3	34,5
3	Gut	47500	37500	215000	0,22	0,17	14,8	16,2
4	Sehr gut	402500	327500	1200000	0,34	0,27	22,5	25,4

Tabelle 6 zeigt, dass bei beiden Evaluationsmethoden die Habitateigunung „Bedingt“ am häufigsten genutzt wurde. 27,4% der Flächen innerhalb der Aktionsradien befanden sich in ungeeignetem modelliertem Habitat. Die Klasse „Gut“ wurde am wenigsten genutzt. In sehr gut geeigneten Bereichen wurden innerhalb der Reviergrenzen 25,4% der Wrs nachgewiesen.

Tabelle 8 Flächenstatistik Totholz relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Klassen	VALUE	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.
< 50 m ³ /ha	0	125000	62500	342500	0,36	0,18	30,1	23,1
50-58 m ³ /ha	35	1080000	712500	2747500	0,39	0,26	32,4	32,9
> 58 m ³ /ha	50	697500	532500	1535000	0,45	0,35	37,5	44,0

Tabelle 8 zeigt, dass unter der definierten Schwelle eines geeigneten Habitats Wrs vorkommen und somit knapp 1/3 der Fläche vom Modell als ungeeignet deklariert wurden. Dennoch kommen bei beiden Evaluationsmethoden eindeutig am meisten Wrs bei sehr hoher Totholzdichte vor.

Tabelle 9 Flächenstatistik Waldtyp relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Klassen	VALUE	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.
andere Kategorien	0	86800	34000	318000	0,27	0,11	21,4	13,7
Nadelwälder	15	356400	230400	816000	0,44	0,28	34,3	36,1
andere Laubwaldtypen	35	21200	13600	154400	0,14	0,09	10,8	11,3
Fichten-Tannen-Buchenwald, Buchenwald, Buchen-Tannenwald	50	1436000	1021200	3355200	0,43	0,30	33,6	38,9

In Tabelle 9 wird deutlich, dass die meisten Wrs in den hochwertig eingestuften Waldtypen vorkommen. Dennoch wird im Vergleich deutlich, dass gleichermaßen Wrs in Nadelwäldern vorzufinden sind, wobei die Untersuchungsfläche der Nadelwälder deutlich geringer ist als jene

der hochwertig eingestuften Waldtypen. Eine genauere Analyse zeigte, dass der Waldtyp „Fichten-Tannen-Buchenwald“ am meisten bevorzugt wird (70% der Fläche der AR). Vom Modell als ungeeignet und dennoch genutzte Bereiche sind kleinflächige Bereiche wie Felsvegetation. Auch hier sei auf die geringe Untersuchungsfläche verwiesen.

Tabelle 10 Flächenstatistik Erschließung relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Klassen	VALUE	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.
0 m - 30 m	0	64600	5900	246700	0,26	0,02	27,7	5,9
30 m - 60 m	10	53600	14800	207800	0,26	0,07	27,3	17,7
> 60 m	20	1772900	1282400	4173900	0,42	0,31	45,0	76,4

Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Eignungsklassen innerhalb der Erschließungsräume. Bezogen auf die Reviere ist eine exponentielle Verteilung festzustellen. Die meisten Wrs konnten bei beiden Evaluationsmethoden im Bereich über 60m Entfernung zu Forstwegen und Straßen nachgewiesen werden. 17,7% im Revier bzw. 27,3% im Aktionsradius nutzten den Bereich zwischen 30m und 60m Entfernung. Am wenigsten wurde der Raum im direkten Umkreis der Infrastruktur (0m - 30m) aufgesucht.

Tabelle 11 Flächenstatistik Nutzung relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Klassen	VALUE	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.
Nichtholzbodenflächen	0	59200	12000	259200	0,23	0,05	21,1	7,2
Schutzwald im Ertrag / Wirtschaftswald	3	1008400	682400	1988000	0,51	0,34	46,8	53,1
Außer Ertrag	30	829600	611200	2381200	0,35	0,26	32,1	39,7

Die Verteilung der Nutzung in Tabelle 11 korreliert nicht mit der Einstufung der Eignungsklassen. So wurden die meisten Wrs im Schutzwald / Wirtschaftswald nachgewiesen. In der höchsten Eignungsklasse (Außer Ertrag) wurde bei beiden Evaluationsverfahren rund 14% weniger Fläche genutzt. Die vom Modell ausgeschlossenen Nichtholzbodenflächen wurden eindeutig am wenigsten genutzt, wurden jedoch nur wenig untersucht.

Tabelle 12 Flächenstatistik Überschirmung (TCD) relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Klassen	VALUE	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.
< 30 % und >90%	0	49600	14800	147200	0,34	0,10	32,2	18,9
30 % - 50 %	15	66800	31200	229200	0,29	0,14	27,9	25,6
50 % - 90 %	30	1774400	1257600	4254400	0,42	0,30	39,9	55,5

Die Flächenstatistik der Überschirmung (Tabelle 12) korreliert mit der Einstufung der Klassen. In 55,5% der Revierflächen wurden Wälder mit einer Kronendeckung zwischen 50% und 90% aufgesucht, welche den höchsten Eignungswert zugeteilt bekamen. Bei beiden Evaluationsverfahren wurden knapp über ¼ der Wrs in lichteren Bereichen zwischen 30% und 50% vorgefunden.

Tabelle 13 Flächenstatistik Neigung relativ zu untersuchter Fläche; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Klassen	VALUE	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.
0° - 20°	0	299900	194900	677200	0,44	0,29	26,7	25,0
20° - 30°	12	78000	52500	205000	0,38	0,26	22,9	22,3
30° - 40°	20	442900	345900	991900	0,45	0,35	26,9	30,3
>40°	40	1070900	710700	2754800	0,39	0,26	23,4	22,4

Tabelle 13 zeigt eine gleichmäßige Verteilung der Nutzung über alle Eignungsklassen. So wurden bei beiden Evaluationsverfahren etwa ¼ der genutzten Fläche vom Modell ausgeschlossen. Am häufigsten wurde das Gelände einer Neigung zwischen 30° und 40° genutzt.

Tabelle 14 Flächenstatistik Exposition über alle Wrs-Funde im NP Karwendel; AR= Aktionsradius, RV=Revier

Flächenstatistik Exposition Relativ zu untersuchter Fläche								
VALUE	Area AR [m ²]	Area RV [m ²]	Area gesamt [m ²]	Area AR /Area ges.	Area RV /Area ges.	Prozent AR rel.	Prozent RV rel.	Prozent absolut
NW	142000	97500	390700	0,36	0,25	12,2	12,1	7,5
N	54700	28900	228100	0,24	0,13	8,0	6,1	2,9
NO	36700	25500	164300	0,22	0,16	7,5	7,5	1,9
O	84500	87100	216400	0,39	0,40	13,1	19,5	4,4
SO	266200	155900	629700	0,42	0,25	14,1	12,0	14,0
S	770500	574200	1874400	0,41	0,31	13,7	14,9	40,5
SW	356500	219000	699100	0,51	0,31	17,0	15,2	18,7
W	191300	115900	444600	0,43	0,26	14,4	12,6	10,1

Der in Modell 1 aufgrund von widersprüchlichen Angaben in der Literatur nicht berücksichtigte Parameter „Exposition“ wurde ebenfalls getestet (siehe Tabelle 14). Hierbei wird ersichtlich, dass nördlich ausgerichtete Hänge gemieden werden. Die anderen Expositionen zeigen leicht variierende Trends abhängig vom Evaluationsverfahren. Grundsätzlich sind aber Süd- und Osthänge häufiger genutzt als Nord- und Westhänge.

In der nachfolgenden Grafik (Abbildung 9) ist die Höhenverbreitung aller nachgewiesenen Funde des Wrs im NP Karwendel in einer Punktwolke dargestellt. In grün eingerahmt ist der höhenabhängige Verbreitungsschwerpunkt sowie in braun hervorgehoben der Toleranzbereich der Verbreitung. Dabei sind gut ¾ aller Nachweise am Verbreitungsschwerpunkt lokalisiert, während 17,9% im Toleranzbereich vorzufinden waren. 4 der 68 Nachweise befanden sich oberhalb des von Lentner et al. (2022) beschriebenen Verbreitungsareals. Der tiefst gelegene Nachweis wurde auf 860 m nahe des Wallfahrtsortes Höttinger Bild erbracht. Der höchst Gelegene auf 1.650 m südlich unterhalb des Zäunkopfes.

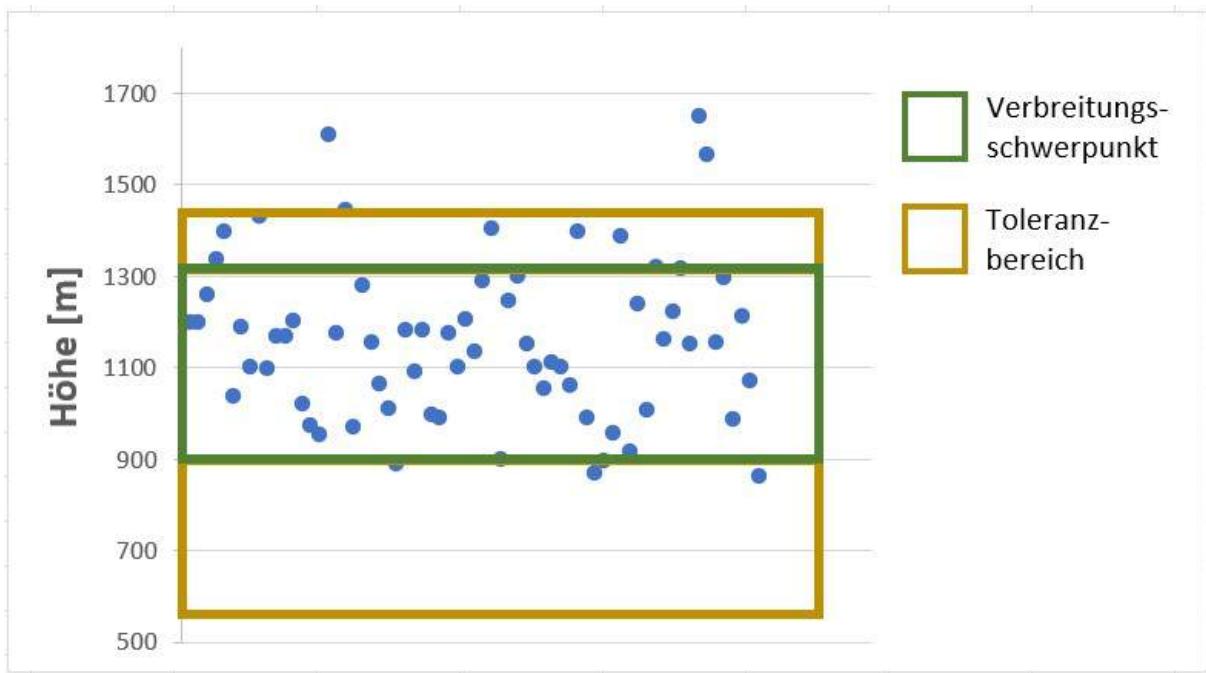


Abbildung 9 Höhenverteilung der Wrs-Nachweise im NP Karwendel

4.2 Habitatmodell 2

4.2.1 Modifikationen für Habitatmodell 2

Auf Grundlage der Flächenstatistiken wurde eine neue Klasseneinteilung vorgenommen. Zudem wurde der neue Parameter Hangausrichtung hinzugenommen, da die Flächenstatistik die Relevanz des Parameters belegte und sich daraus eine gute Klassifizierung einteilen ließ. Der Parameter Hangausrichtung beinhaltet die Schneebedeckungsdauer, welche speziell nordseitig limitierend sein kann (Anm. Dr. Reinhard Lentner).

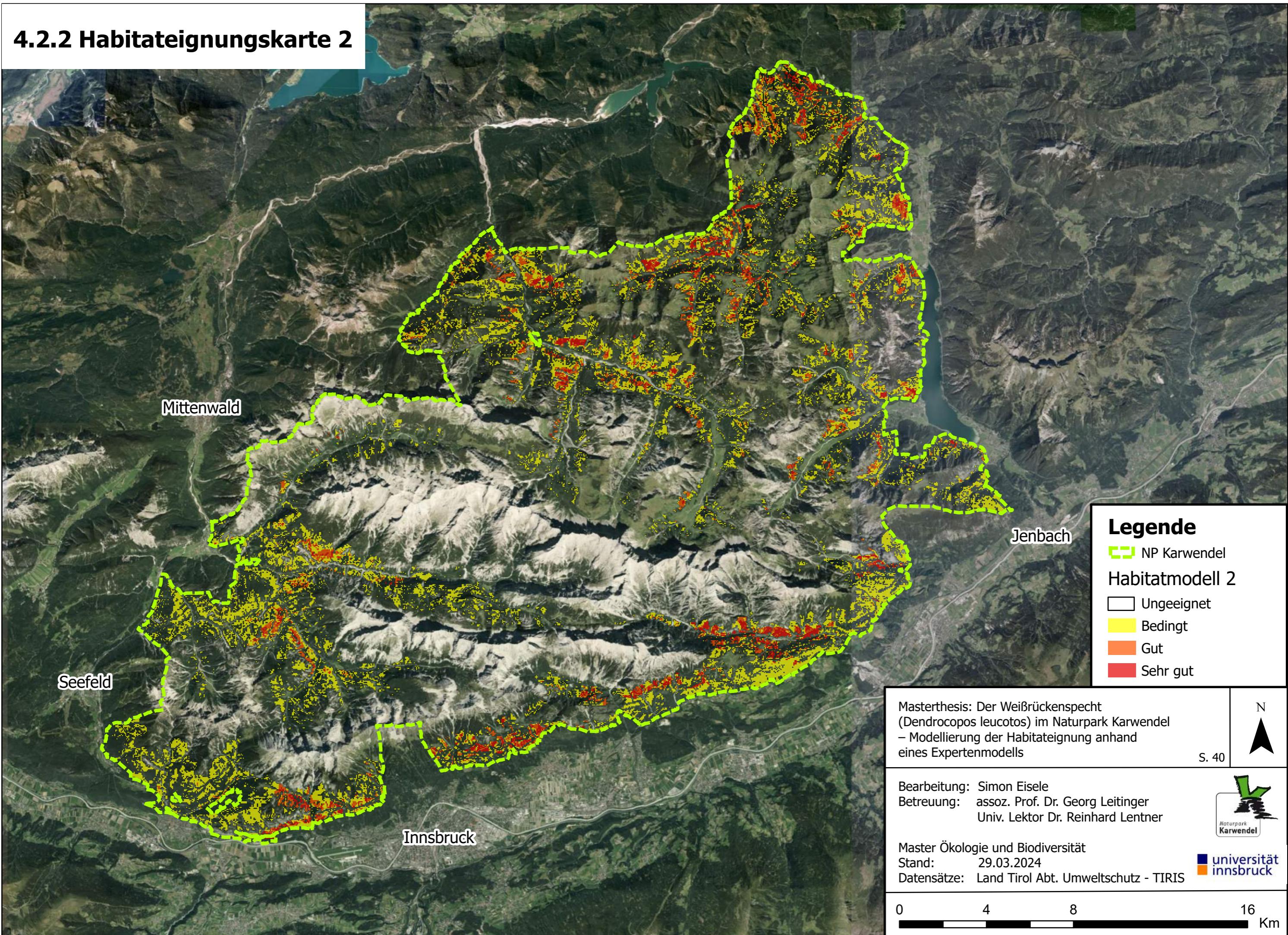
Aus der Statistik ergab sich auch, dass der Schwellenwert für den Parameter Totholz herabgesetzt werden muss, da zu viele genutzte Wrs-Habitate aufgrund dessen ausgeschlossen wurden. Bei Modell 1 basierte dieser auf einer groben Schätzung, da nicht klar war, welcher Wahrscheinlichkeitswert für das Totholzvorkommen welcher Totholzmenge entspricht. Außerdem wurde der Parameter Neigung um eine Stufe niedriger gewichtet (von vierfach auf dreifach), da sich in der Flächenstatistik kein Trend ergab. Dieser Parameter wurde in Modell 2 dennoch impliziert, weil es sich nach Lentner und Warbanoff (2007) zweifelsohne um einen Schlüsselfaktor handelt, der auch den ausgeschlossenen Parameter Nutzung abdeckt, indem steile, unzugängliche Bereiche seltener bewirtschaftet werden und daher wichtige Habitate darstellen.

Nachfolgend ist die neue Klasseneinteilung tabellarisch aufgeführt:

Tabelle 15 Kategorisierung der Habitatparameter im Modellansatz 2

Totholz	Grundwert	Gewichtung*5	ID	Habitateignung	Punktzahl
< 50 m³/ha ≈ Ø-Wahrscheinlichkeit < 0,15	0	0	4	Sehr gut	180 - 85
50-58 m³/ha ≈ Ø-Wahrscheinlichkeit 0,15-0,45	5	25	3	Gut	85 - 35
> 58 m³/ha ≈ Ø-Wahrscheinlichkeit > 0,45	10	50	2	Bedingt	35 - 5
			1	Ungeeignet	< 5
Waldtyp aus BIK Tirol 2021	Grundwert	Gewichtung*5			
andere Kategorien	0	0			
Nadelwälder	3	15			
andere Laubwaldtypen	7	35			
Fichten-Tannen-Buchenwald, Buchenwald, Buchen-Tannenwald	10	50			
Hangrichtung	Grundwert	Gewichtung*4			
N	0	0			
NW, SW, W	3	12			
SO, O, NO	7	28			
S	10	40			
Neigung	Grundwert	Gewichtung*3			
0° - 30°	3	9			
30° - 50°	10	30			
>50°	0	0			
Überschirmung (TCD)	Grundwert	Gewichtung*3			
< 30 %	0	0			
30 % - 50 %	4	12			
50 % - 90 %	10	30			
> 90 %	0	0			
Erschließung (Eucl. Dist. 30m)	Grundwert	Gewichtung*2			
0 m - 30 m	0	0			
30 m - 60 m	5	10			
> 60 m	10	20			

4.2.2 Habitateignungskarte 2



5 Diskussion

In diesem Kapitel wird die Einordnung der erzielten Forschungsergebnisse vorgenommen.

5.1 Bewertung der Kartierergebnisse

5.1.1 Interpretation der Hypothesentestungen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse auf die Forschungsfragen bezogen. Zur Erinnerung sind die Forschungsfragen aus der Einleitung an dieser Stelle nochmals aufgeführt:

- 1) Die relevantesten Faktoren für die Habitateignung sind Totholzmenge, Waldalter, Laubholzanteil, Überschirmung und Nutzungseinfluss.
- 2) In alten Laub- und Mischwäldern mit hohem Totholzvorkommen können mehr Weißrückenspechte als in anderen Waldtypen nachgewiesen werden (Prüfung, ob der Begriff „Urwaldart“ gerechtfertigt ist).
- 3) In Bereichen mit modellierter ungeeigneter Habitateignung können keine Weißrückenspechte nachgewiesen werden.
- 4) Der Weißrückenspecht kommt im NP Karwendel schwerpunktmaßig im Höhenbereich zwischen 900 Meter und 1300 Meter ü.NN vor.

Hypothese 1 wurde teilweise bestätigt. Die Nutzung des Waldes spielt eine große Rolle, wurde aber beim Modellansatz 2 nicht verwendet, da sich widersprüchliche Trends in der Flächenstatistik (Kapitel 4.1.14) offenbart haben. Der Datensatz zeigt zwar, welchem Nutzungstyp der Wald zugeordnet ist, jedoch nicht, wann die letzte Nutzung erfolgte. Liegt diese weit in der Vergangenheit oder wurden sehr gut geeignete Höhlenbäume belassen, so spiegelt der Nutzungstyp nicht die tatsächliche Nutzungsstruktur des Waldes wider. Anstatt dessen hat sich die Hangrichtung als sehr guter Indikator für die Habitateignung erwiesen. So stellen Hänge, die länger von der Sonne beschienen werden, ein größeres Nahrungsangebot xylobionter, thermophiler Käfer zur Verfügung (Enzenhofer & Schrank 2019). Dies ist auch durch das frühere Ausapern der Schneedecke begründet.

Hypothese 2 wurde bestätigt. Speziell der Lebensraumtyp Fichte-Tanne-Buchenwald in Kombination mit einer hohen Vorkommenswahrscheinlichkeit von Totholz erwies sich als Schlüsselfaktor für die Habitateignung, sodass in diesen Bereichen deutlich mehr Wrs als in anderen Waldtypen nachgewiesen werden konnten. Der allgemeine Ruf als „Urwaldart“ ist somit gerechtfertigt.

Hypothese 3 wurde widerlegt. Wie in Kapitel 4.1.14 dargelegt, befanden sich 27,4% der Flächen innerhalb der Aktionsradien in ungeeignetem modelliertem Habitat. Dies ist zum einen durch den Datensatz der widersprüchlichen Nutzung zu erklären, der in den ersten Modellansatz eingeflossen ist. Zum anderen können kleinflächige Bereiche nicht modelliert werden, in Einzelfällen aber ausreichend für ein mögliches geeignetes Habitat sein.

Hypothese 4 konnte bestätigt werden. $\frac{3}{4}$ aller Nachweise sind am Verbreitungsschwerpunkt lokalisiert. Dies bedeutet aber nicht, dass dieser Parameter ein guter Indikator für die Habitateignung ist. Vielmehr ist die höhenabhängige Verbreitung ein Resultat aus den im Modell verwendeten Parametern. Exemplarisch hierfür ist die Waldgrenze als eine höhenabhängige Variable zu nennen. Die wenigen Nachweise im unteren Toleranzbereich sind topographisch bedingt, da der Naturpark nur wenig geeignete Fläche in dieser Zone besitzt. Die vermehrten Nachweise im und oberhalb des Toleranzbereiches sind durch klimatische Änderungen wie das frühere Ausapern der Schneedecke und den Anstieg der Waldgrenze erklärbar.

5.1.2 Praxistauglichkeit & Anwendbarkeit des Modells

Das vorgestellte Modell ist als Anhaltspunkt gut geeignet, um potenzielle Habitate des Wrs im Karwendel abzubilden und somit Maßnahmenvorschläge auf lokaler Ebene herauszuarbeiten. Die Karten zu den Eingangsparametern geben Aufschluss darüber, wo Defizite vorliegen und ob diese behoben werden können. Einzelne Parameter wie der Waldtyp oder die Totholzmenge sind mit Maßnahmen optimierbar. Andere, wie die Hangneigung oder -ausrichtung nicht.

Die Übertragbarkeit des Modells auf andere Standorte außerhalb der Nördlichen Kalkalpen ist limitiert, da die gewählten Eignungswerte, die Datensätze und deren Kategorisierung auf den modellierten Bereich angepasst sind. So können die Lebensraumansprüche in anderen Teilen des Verbreitungsgebiets deutlich von denen im Untersuchungsgebiet abweichen. In anderen Teilen Europas, wie Russland, sind die Gebiete weniger erschlossen und spielen keine oder nur eine untergeordnete Rolle für den Tourismus. Zudem ist diesen Gebieten die Reliefenergie deutlich geringer. Laut Bauer et al. 2012 sind dort aber sehr große Bestände vorzufinden. Diese Tatsache unterstreicht, dass dort andere Parameter für die Habitateignung ausschlaggebend sind. Der zentrale Faktor für die Habitateignung über alle Habitate gesehen dürfte die Totholzmenge sein, die laut Moning 2009 einen wichtigen Schwellenwert darstellt. Ein weiterer Grund für die eingeschränkte Übertragbarkeit sind fehlende Datensätze. Der Totholzdatensatz steht beispielsweise nur für Tirol zur Verfügung, da dieser im Zuge der ornithologischen Grundlagenerhebung 2014 erstellt wurde. Einzelne Parameter, wie die Altersstruktur des Waldes, würden das Modell verbessern. Diese konnte jedoch nicht mit aufgenommen werden, da hierzu kein flächendeckender Datensatz vorliegt.

5.1.3 Syntope Arten

Auffällig ist, dass im Aktionsradius des Wrs die Stetigkeit einiger Arten zugenommen hat, die sehr ähnliche Lebensraumansprüche wie der Wrs haben. Zu jenen Spezialisten zählen die Haubenmeise, der Waldbaumläufer und der Trauerschnäpper, welche zur Brutzeit teils an Totholz gebunden sind und überwiegend höhlenreiche Altholzbestände aufsuchen (Bauer et al. 2012). Ein weiteres Muster lässt sich von der Waldstruktur der zunehmenden Arten ableiten. So bevorzugen Blaumeise, Kohlmeise, Trauerschnäpper und Grauspecht unterholzarme, lichte, sonnige Laub- und Mischwälder. Diese Tendenz wird durch die abnehmenden Arten Mönchsgrasmücke, Rotkehlchen und Singdrossel bestätigt, welche dichtes, schattiges Unterholz in geschlossenen Fichten- und Tannenwäldern bevorzugen. Letztere ist im Winter gewöhnlich weitgehend in offenen Landschaften anzutreffen, wo Wrs nicht vorkommen. Unter den abnehmenden Arten sind mit Amsel, Mönchsgrasmücke und Rotkehlchen prozentual mehr Generalisten zu verzeichnen (Bauer et al. 2012).

5.2 Bewertung der Habitateignung des Naturparks

Der Naturpark Karwendel weist vergleichsweise eine hohe Dichte an guten bis sehr gut geeigneten Habitaten auf. Dies liegt unter anderem an der von Landmann (2013) beschriebenen Ursprünglichkeit und der über weite Teile des Areals wenig erschlossenen Infrastruktur, was im Zentrum des dicht besiedelten, besiedelbaren Raums im Nord- und Zentralalpenraum besonders ist. Die Kernbereiche konzentrieren sich auf die Wälder, weshalb oberhalb der Waldgrenze vor allem in den höhergelegenen Bereichen des zentralen Karwendels keine geeigneten Habitate vorzufinden sind.

Legt man den 2. Ansatz des Habitatmodells zugrunde, befinden sich die Hotspots:

- im Rißtal rund um die angrenzenden Wälder der Kaiserhütte und am Taleingang Johannestal
- im Bächental zwischen Lerchkogel und Larchköpfel
- im nördlichen Achental, westlich von Achenwald rund um Pitzkopf und Halslkopf
- im Vomperloch
- im Inntal östlich des Halltaleingangs am Fuße der Hüttenspitze, die Wälder südlich unterhalb der Thaurer Alm und in der Kranebitter Klamm
- im Gleirschtal östlich des Gauggenkopfes und gegenüberliegend im Hinterautal beim Karnberg südlich der Pleisenspitze

Oftmals wird die Habitatqualität durch den Waldtyp oder eine fehlende Menge an starkem Totholz beeinträchtigt. Dies kann mit Maßnahmen mittel- bis langfristig entgegengewirkt werden (siehe Kapitel 5.4).

5.3 Bewertung des Habitatmodells

5.3.1 Vergleich der Modellansätze

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass insgesamt bei Modell 2 mehr geeignete Fläche prognostiziert wurde. Noch optimistischer ist das korrelative Modell von MaxEnt (Oberwalder et al. 2014). Die in Kapitel 5.2 benannten Hotspots decken sich weitestgehend bei beiden Methoden. Diese sind beim korrelativen Modell ausgeprägter vorhanden. Darüber hinaus sind bei diesem zwei zusätzliche Hotspots prognostiziert:

- Taleingang beidseitig des Gramaier Grundes und rund um den Dristenkopf
- Taleingang Stallental

Der im mechanistischen Modell ausgeprägte Hotspot „Halltaleingang am Fuße der Hüttenspitze“ ist bei der korrelativen Methode weniger stark ausgeprägt. Die Einstufung der Flächen in die Habitatemgnungsklassen variiert leicht. So sind beim korrelativen Modell, exemplarisch im Rißtal, großflächig sehr gut bis gut geeignete Flächen prognostiziert, wohingegen das mechanistische Habitatmodell 2, stellenweise bedingte Habitatemgnung ausgibt. Der Vorteil eines pessimistischeren Modells besteht darin, dass das Entwicklungspotenzial offenbart wird und daraus Handlungsempfehlungen zum Management abgeleitet werden können.

Die verschiedenen Modellansätze betrachten die Zusammensetzung der Habitatemgnung unter verschiedenen Gesichtspunkten. Für eine bestmögliche Prognose ist es von Vorteil, mehrere Modelle miteinander zu verrechnen – so wie es beispielsweise in der Meteorologie praktiziert wird.

5.3.2 Limitierungen des Expertenmodells

Bei dem Expertenmodell handelt es sich um eine Vorhersage, die mit Unwägbarkeiten verbunden ist. Beispielsweise können kleinräumige Bereiche nicht modelliert werden. Der Wrs nimmt auch Bereiche an, die von der großflächigen Struktur schlecht geeignet sind, falls dort ein einzelner guter Habitatbaum steht, in dem die Bruthöhle gebaut werden kann. Daher ist es möglich, dass die Art in Bereichen mit modellierter ungeeigneter Habitatemgnung vorkommt. Oftmals ist eine kleinräumige Anhäufung von Totholz, wie in Gräben, mit einzelnen stehenden Totholzstumpen ausreichend, um der Art einen Lebensraum anzubieten (Anm. Dr. Reinhard Lentner).

Eine weitere Unwägbarkeit stellt der Totholzdatensatz dar. Dieser ist als Schlüsselfaktor entscheidend für das Vorkommen des Wrs (Bauer et al. 2012; Moning 2009). Er basiert auf Wahrscheinlichkeitswerten für das Totholzvorkommen. Den stochastischen Wert in eine Totholzmenge umzurechnen ist nur abschätzbar, weshalb stets eine Ungenauigkeit bestehen bleibt. Eine Schwäche von Modell 1 ist der Parameter Nutzung. Für die Habitatemgnung ist

relevant, wann eine Nutzung stattfand. Liegt eine Störung, wie eine waldbauliche Maßnahme, lange zurück oder steht sie erst bevor, kann es sich derzeit um ein geeignetes Habitat handeln. Außerdem können Waldtypen, die nicht dem Ideal entsprechen und daher vom Modell ausgeschlossen worden sind, in der Realität Teil eines geeigneten Habitatkomplexes sein, sofern sich ausreichend geeignete Fläche im peripheren Umfeld befindet.

Bezüglich der Auswertung der syntopen Arten (Kapitel 5.1.3) ist anzumerken, dass durch die geringe Stichprobenmenge zu verschiedenen Zeiten und Witterungen nur Tendenzen erkennbar sind und daher keine signifikanten Rückschlüsse gezogen werden können. Der Beginn der Revierkartierung verzögerte sich aus organisatorischen Gründen ein wenig, da erst Genehmigungen für einzelne Datensätze beantragt werden mussten und mit den Grundbesitzern langwieriger verhandelt werden musste, wann die Flächen betreten werden dürfen. Dadurch ist es möglich, dass revieranzeigendes Verhalten vor allem bei den letzten Terminen durch die Klangattrappe nicht mehr getriggert werden konnte. Die Begehung bei den ersten Kartierterminen dauerte etwas länger als geplant, da sich die Handlungsabläufe erst einspielen und zudem mehr Daten zu den Zufallspunkten erhoben werden mussten. Darüber hinaus war das Wetter nicht bei allen Terminen ideal. Im Gebirge sind rasche Wetterveränderungen und lokale Phänomene, wie Hangnebel, schwer vorherzusagen, weshalb trotz bester Vorplanung und einem dichten Zeitplan im Kartierzeitraum aus organisatorischen Gründen nicht immer bei optimalen Bedingungen kartiert werden konnte. Es konnten aber, selbst an Tagen mit suboptimalen Bedingungen, Wrs Nachweise erbracht werden. Wie in Kapitel 3.1.2 beschrieben, war das Wetter im Kartierzeitraum überdurchschnittlich niederschlagsreich. Daher ist denkbar, dass die Wrs Bestände unterschätzt wurden.

5.4 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung des Lebensraums

Die folgende Analyse zeigt ein Anwendungsbeispiel, wie das Habitatmodell in der Praxis angewendet werden kann. Grundsätzlich gibt es Parameter, die durch Maßnahmen positiv verändert werden können und jene, die unveränderbar sind. Zu Ersteren zählen die Totholzmenge, der Überschirmungsgrad und der Waldtyp. Unveränderbar sind die Hangausrichtung und die Hangneigung.

In Absprache mit den Verantwortlichen des NP Karwendel wurde das Rißtal analysiert. In weiterer Folge sind die Maßnahmen mit den Grundeigentümern, hier oftmals mit Silvester Rainer, Revierleiter im Forstrevier Hinterriß, abzustimmen. Das Modell ist ein guter Anhaltspunkt für Maßnahmenvorschläge, kann jedoch eine Vor-Ort-Begehung nicht ersetzen. Eine Anpassung der Maßnahmen kann notwendig sein, wenn sich die Situation vor Ort anders darstellt als vermutet. Weitere Hindernisse zur Realisierung von Maßnahmen sind rechtliche Rahmenbedingungen sowie Meinungsverschiedenheiten zwischen Grundbesitzern und Naturschützern. Für den langfristigen Erfolg wichtig ist, dass ein Monitoring auf den Flächen durchgeführt wird.

Eines der besten Habitate im Rißtal ist bereits unter Schutz gestellt: das Naturwaldreservat Engalm. „Dieses Reservat zeichnet sich durch einen naturnah aufgebauten Karbonat Fichten-Tannen-Buchenwald sowie Fichten-Tannenwald aus. Bemerkenswert sind besonders mächtige Tannen. Der Verbissdruck ist hoch und erfordert intensive Bejagung. [...] Die exponierte, landschaftsprägende Lage des Laubwaldstreifens führt dazu, dass dem Gebiet ein hoher Biotopwert zugesprochen werden kann.“ (Naturpark Karwendel 2024). Laut Hermann Sonntag existiert das Naturwaldreservat seit 2001.

Nachfolgend ist eine Übersichtskarte dargestellt, auf der die Maßnahmenflächen markiert sind (Abbildung 10):

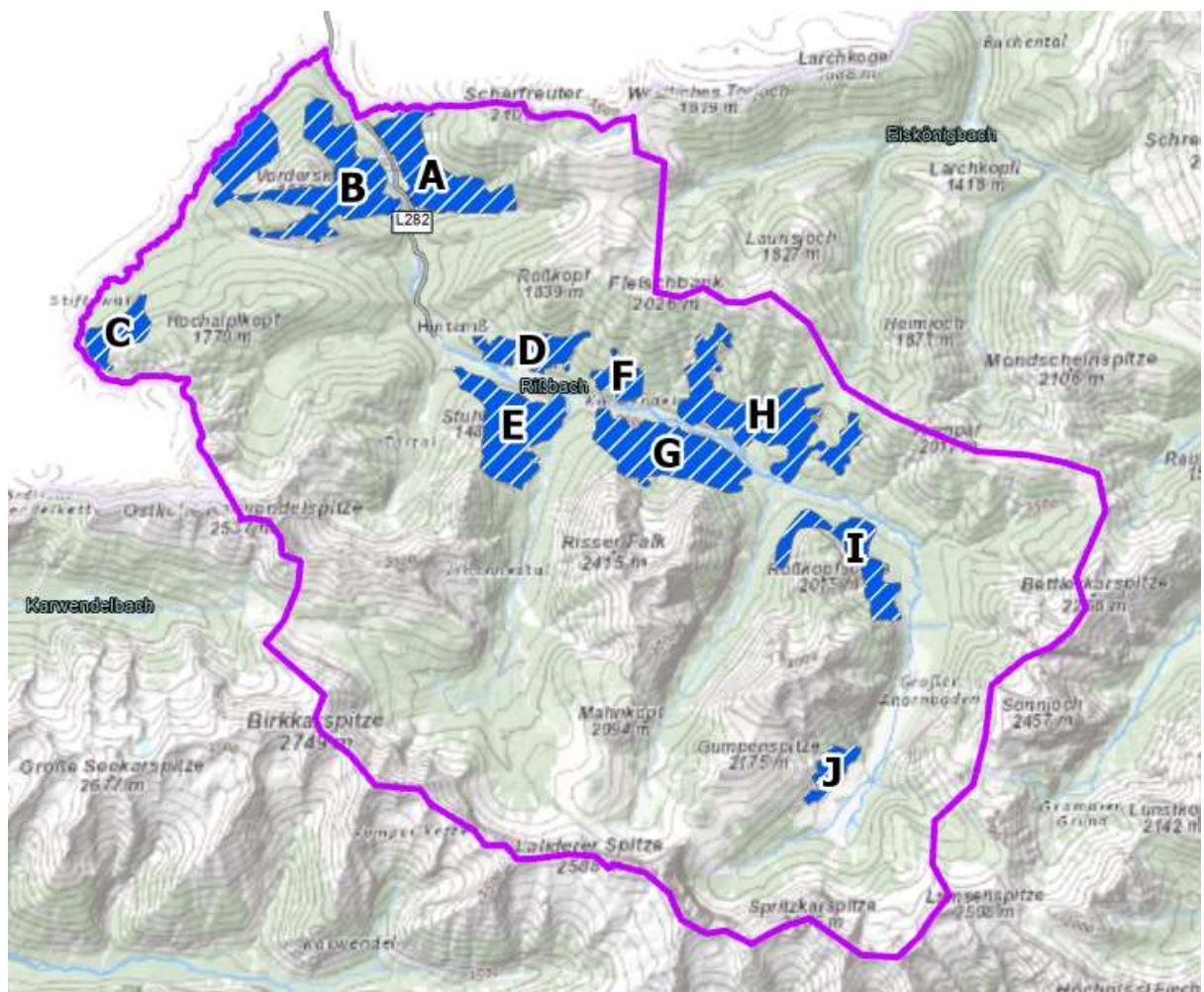


Abbildung 10 Übersichtskarte Maßnahmenflächen (blau) im Rißtal (lila); Kartengrundlage: ESRI Hillshaded Basemap

In Tabelle 16 sind bezogen auf die in der Übersichtskarte markierten Flächen, mögliche spezifische Maßnahmen dargestellt, um die Habitateignung zu erhalten oder zu verbessern. Detaillierte Beschreibungen zur Ausführung der Maßnahmen sind den Quellenangaben in Tabelle 16 zu entnehmen.

Tabelle 16 Maßnahmenanalyse für die potenziell geeigneten Flächen im Rißtal

ID	Bezeichnung der Fläche	Habitateignung	Mangel	Maßnahmenvorschlag (Enzenhofer & Schrank 2019; Sonntag 2014; Land Tirol 2014; Bauer et al. 2012; ÖBF 2008; Von Blotzheim 1980)
A	Kaiserhütte/Lecktal	Gut bis Sehr Gut; ungeeignetes Areal im Westen	Überwiegend keine Mängel; in ungeeigneten Bereichen: Waldtyp (Fichtenwald), Kronendeckung, Exposition	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt und Förderung der natürlichen Waldgesellschaft • langfristig: Waldumbau von Fichtenwald zu Fichten-Tannen-Buchenwald
B	Vorderskopf	Bedingt; stellenweise Gut bis Sehr Gut	Totholz, Waldtyp (Fichtenwald, Schlagflur)	<ul style="list-style-type: none"> • Bäume mit Spechthöhlen belassen • Totholz (> 30 cm BHD) stehend <u>und</u> liegend belassen
C	Brandelalm/Bärnbach	Bedingt	Waldtyp (Schlagflur), Exposition	<ul style="list-style-type: none"> • Aufforstung des Schlagflurs als Laubmischwald
D	Fuggeranger	Gut bis Sehr Gut	Totholz im Südwestteil	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt und Förderung der natürlichen Waldgesellschaft • Totholz (> 30 cm BHD) stehend und liegend belassen • Im Südteil bereits Entwicklungspotenzial vorhanden durch Buchenaufwuchs in der Strauchschicht
E	Stuhlberg/Johannestal	Südteil Sehr Gut, Nordteil Bedingt	Nordteil: Totholz, Waldtyp (Fichten-Tannenwald)	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt und Förderung der natürlichen Waldgesellschaft im Südteil • Totholz (> 30 cm BHD) stehend <u>und</u> liegend belassen • langfristig: Aufforstung mit Buche
F	Eggalm	Bedingt bis Gut	Totholz ganzflächig, Waldtyp (Fichtenwald) im Ostteil	<ul style="list-style-type: none"> • Totholz (> 30 cm BHD) stehend <u>und</u> liegend belassen • langfristig: im Ostteil Waldumbau von Fichtenwald zu Fichten-Tannen-Buchenwald
G	Falkenstuhl/Auerstuhl	Gut; lückig ungeeignete Flächen eingestreut	Erschließung, Totholz im Westteil, im Ostteil (Fichtenwald, Fichten-Tannenwald & Schlagflur)	<ul style="list-style-type: none"> • Totholz (> 30 cm BHD) stehend <u>und</u> liegend belassen • Wegtrasse nur außerhalb der Brutzeit schläfern
H	Karlalm	Bedingt bis Gut; lückig ungeeignete Flächen eingestreut	Erschließung, Neigung, Exposition	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt und Förderung der natürlichen Waldgesellschaft • Wegtrasse nur außerhalb der Brutzeit schläfern
I	Rosswand	Bedingt bis Gut; lückig ungeeignete Flächen eingestreut	Totholz ganzflächig, Exposition im Nordwestteil	<ul style="list-style-type: none"> • Totholz (> 30 cm BHD) stehend <u>und</u> liegend belassen
J	Naturwaldreservat Engalm	Gut bis Sehr Gut; Bedingte Eignung im Nordostteil	Totholz ganzflächig, Neigung im Nordostteil	<ul style="list-style-type: none"> • Erhalt des Lebensraums durch Nutzungsverzicht - Weiterführung des Schutzstatus als Naturwaldreservat

6 Fazit und Ausblick

Zusammenfassend ist anzumerken, dass sich der NP Karwendel hervorragend als Habitat für den Weißrückenspecht eignet. Einige Flächen haben Entwicklungspotenzial, die Habitatemignung zu verbessern, um auch in Zukunft wichtige Trittsteine im Verbreitungsgebiet an der westlichen Arealgrenze anzubieten. Da sich gezeigt hat, dass sich die Art als guter Indikator für naturnahe Wälder mit hohem Totholzvorkommen eignet und diese Lebensräume zunehmend seltener werden, ist der Status als Zielart im Karwendelprogramm zweifelsohne gerechtfertigt. Für ein optimales Management empfiehlt es sich, mehrere Modellansätze miteinander zu kombinieren und daraus die richtigen Schlüsse zu ziehen. Habitatmodelle wie dieses sind gut als Anhaltspunkt für die Konzeption von Maßnahmen geeignet, können aber niemals eine Begutachtung vor Ort ersetzen. Damit die Maßnahmen zielgerichtet angewendet werden können, ist es notwendig, die Habitatqualität im Untersuchungsgebiet zu kennen, um geeignete Habitate zu schützen, forstliche Maßnahmen darauf abzustimmen. Gleichermassen bedeutend ist ein langfristiges Monitoring, um den Erfolg der umgesetzten Maßnahmen zu kontrollieren, um gegebenenfalls Anpassungen vornehmen zu können.

An die Resultate dieser Arbeit können weitere Forschungsarbeiten anknüpfen. Exemplarisch denkbar wäre eine Simulation von Zukunftsszenarien. Die Datengrundlagen des Modells können modifiziert werden, um aufzuzeigen, wie sich die geeigneten Habitate in Folge des Klimawandels unter Berücksichtigung anthropogener Einflüsse oder Nutzungsänderungen verändern. Darüber hinaus ist eine Forschungsarbeit denkbar, die sich mit der Ausarbeitung von Managementplänen befasst - gestützt durch die Resultate dieser Arbeit. Der Kartierbogen (Anhang D) kann in leicht abgewandelter Form für andere Spechtarten verwendet werden. Alles in allem handelt es sich hier um eine sinnvolle, praxisnahe Forschungsarbeit, die interdisziplinäre Kompetenzen miteinander vereint und zur positiven Entwicklung des Arbestandes beiträgt. Den tiefergehenden Sinn dieser Arbeit unterstreicht, dass die Kartierergebnisse bereits in einem Umweltprüfverfahren als Argumentationsgrundlage dienten. Das Resultat: basierend auf den Erkenntnissen der Arbeit konnte eine, aus Sicht des Naturparks unnötige, wegebauliche Maßnahme abgewendet werden.

7 Danksagung

Zum Abschluss dieser Masterarbeit möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Verwirklichung dieser spannenden Forschungsarbeit in einer wunderbaren Arbeitsumgebung unterstützt haben. Zuallererst geht ein großer Dank an die betreuenden Lehrkräfte, insbesondere Prof. Dr. Georg Leitinger und Dr. Reinhard Lentner. Bei Hermann Sonntag darf ich mich für die intensive Beratung, Hilfestellung, lokale Expertise im Naturpark Karwendel, die Begleitung bei der Kartierung und die konstruktiven Anregungen zur Optimierung dieser Arbeit bedanken. Die Kooperation mit dem Naturpark Karwendel war ein wesentlicher Baustein für die Vernetzung der Arbeit mit der Praxis.

Für die Betreuung zu Fragen bezüglich der GIS-Arbeit und die Bereitstellung einem Großteil der Geodaten sowie die Beantwortung rechtlicher Fragen zum Datenaustausch danke ich Michael Haupolter vom Land Tirol der Abteilung Umweltschutz. Vielen Dank auch den Grundbesitzern, den Beteiligten aus Jagd- und Forstwirtschaft der Österreichischen Bundesforste sowie den Bürgermeistern der betreffenden Gemeinden, die mit ihrer Genehmigung bewilligt haben, die Flächen zu betreten.

Für die Unterstützung durch finanzielle Mittel und die Publikation der Arbeit auf deren Homepage danke ich dem Forschungsfonds des Verbands der Naturparke Österreich und der Österreichischen Bundesforste AG sowie der Universität Innsbruck für die Zuwendung und das entgegengebrachte Vertrauen.

Zuletzt bedanke ich mich bei meiner Familie, Freunden, Verwandten und Kommilitonen, die mich auf diesem Weg zum Abschluss des Masterstudiums begleitet haben.

Literaturverzeichnis

- Amt der Tiroler Landesregierung Abteilung Umweltschutz (2023): Geodatenportal TIRIS
- Bauer, H. et al. (2012): Kompendium der Vögel Mitteleuropas. AULA Verlag. Wiebelsheim
- BirdLife International (2020): *Dendrocopos leucotos*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020. URL: <https://www.iucnredlist.org/species/22727124/181844246>. (zuletzt aufgerufen am 15.12.2023)
- Carlson, A. (2000): The effect of habitat loss on a deciduous forest specialist species: the White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*). Forest Ecology and Management, Volume 131, S. 215-221.
- Dvorak, M. (2019): Österreichischer Bericht gemäß Artikel 12 der Vogelschutzrichtlinie, 2009/147/EG. Berichtszeitraum 2013-2018. Birdlife Österreich. Im Auftrag der Österreichischen Bundesländer
- Dvorak, M. et al. (2017): Erhaltungszustand und Gefährdungssituation der Brutvögel Österreichs: Rote Liste (5. Fassung) und Liste für den Vogelschutz prioritärer Arten (1. Fassung). Egretta 5, S. 6-42.
- Enzenhofer K. & Schrank J. (2019): Alt- und Totholzverbundsysteme. Eine Literaturstudie zur Schaffung von naturschutzfachlichen Grundlagen. Im Auftrag des WWF Österreich, S. 84.
- Ettwein, A. et al. (2023): Saisonale Unterschiede bei der Habitatwahl des Weißrückenspechtes. Schweizer Vogelwarte, Sempach.
- Gassner, E et al. (2010): UVP und strategische Umweltprüfung - Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltprüfung., 5. Auflage, C. F. Müller Verlag Heidelberg, S. 480.
- GeoSphere Austria (2023): Klimanews. URL: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news> (zuletzt aufgerufen am 13.03.2024).
- Hydrographischer Dienst in Österreich (2023): Jahresauswertung der Monats- und Abschnittsmittel der Lufttemperatur in °C und Summen der Niederschläge in mm in Hinterriß.
- Keller, V., et al. (2020): European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change. European Bird Census Council & Lynx Edicions, Barcelona.
- Land Tirol (2014): Naturschutz- und schutzwaldfachliche Handlungsempfehlungen. Interreg Österreich-Bayern Biotop- und Artenschutz im Schutz- und Bergwald.
- Landmann, A. (2013): Wildnisareal Tiroler Karwendelgebirge: Naturräumliche und naturkundliche Bedeutung und Besonderheiten. WWF Österreich.
- Lauterbach, M. (2014): Arbeitsanweisung zur Erfassung und Bewertung von Waldvogelarten in Natura 2000-Vogelschutzgebieten (SPA). Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.), Freising.

Lentner, R. & Warbanoff, P. (2007): Important Bird Areas in Österreich: Das Karwendel, ein verkanntes Vogelparadies?. Birdlife Österreich.

Lentner, R. et al. (2022): Atlas der Brutvögel Tirols. Verbreitung, Häufigkeit, Lebensräume. Berenkamp Verlag. Wattens. S. 281 ff.

Lentner, R. & Lehne, F. (2015): Kartieranleitung zu den Felderhebungen „Avifaunistische Grundlagenerhebung Tirol“. Land Tirol. Version 5.

Lewandowski, P. (2021): Single dead trees matter: Small-scale canopy gaps increase the species richness, diversity and abundance of birds breeding in a temperate deciduous forest. – Forest Ecology and Management. Volume 481.

Moning, C. (2009): Schlüsselwerte in Bergmischwäldern, Moning et al, Nationalpark Bayrischer Wald. S. 107.

Muth, M. (2012): Anmerkungen zu Hackspuren von Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*) und Schwarzspecht (*Dryocopus martius*) im Allgäu. Naturkundliche Beiträge Allgäu. Jahrgang 47. S. 71-82.

Natura 2000 (2016): Standarddatenblatt Karwendel - AT3304000.

Naturpark Karwendel (2024): Naturwaldreservat Engalm. Wald zwischen Natur- und Kulturlandschaft. URL: <https://www.karwendel.org/naturwaldreservat-engalm/> (zuletzt aufgerufen am 13.03.2024).

Oberwalder, J. et al. (2014): Ornithologische Grundlagenerhebung im Natura 2000- und Vogelschutzgebiet Karwendel. Im Auftrag des Amtes der Tiroler Landesregierung, Abt. Umweltschutz.

ÖBF (2008): Aktiv für Totholz im Wald. Anregungen für Forstleute und Landwirte. Purkersdorf

Sonntag, H. (2014): Schutz, Erhalt und Verbesserung der Vogellebensräume im Karwendel. Praxishandbuch für forstliche Maßnahmen, Försterdienstbezirk Innsbruck. Naturpark Karwendel.

Sonntag, H. et al. (2020): Artenschutz im Natura 2000-Gebiet Naturpark Karwendel - Fachliche Entscheidungsgrundlage für zukünftige Artenschutzprojekte im Naturpark Karwendel. Naturpark Karwendel. Hall in Tirol.

Südbeck P. et al. (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands, S. 26-68, 458f., 763-770

Svensson, L. et al. (2018): Der Kosmos Vogelführer – Alle Arten Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Stuttgart. S. 246f.

Urkijo-Letona, A. et al. (2020): Key Elements of the White-Backed Woodpecker's (*Dendrocopos leucotos liffordi*) Habitat in Its European South-Western Limits. *Forests* 11, S. 831.

Von Blotzheim, U. G. et al. (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Akademische Verlagsgesellschaft. Band 9. S. 1079-1094.

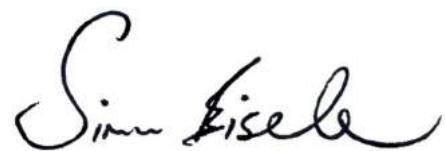
Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die wörtlich oder inhaltlich den angegebenen Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Masterarbeit eingereicht.

Innsbruck, 16. April 2024

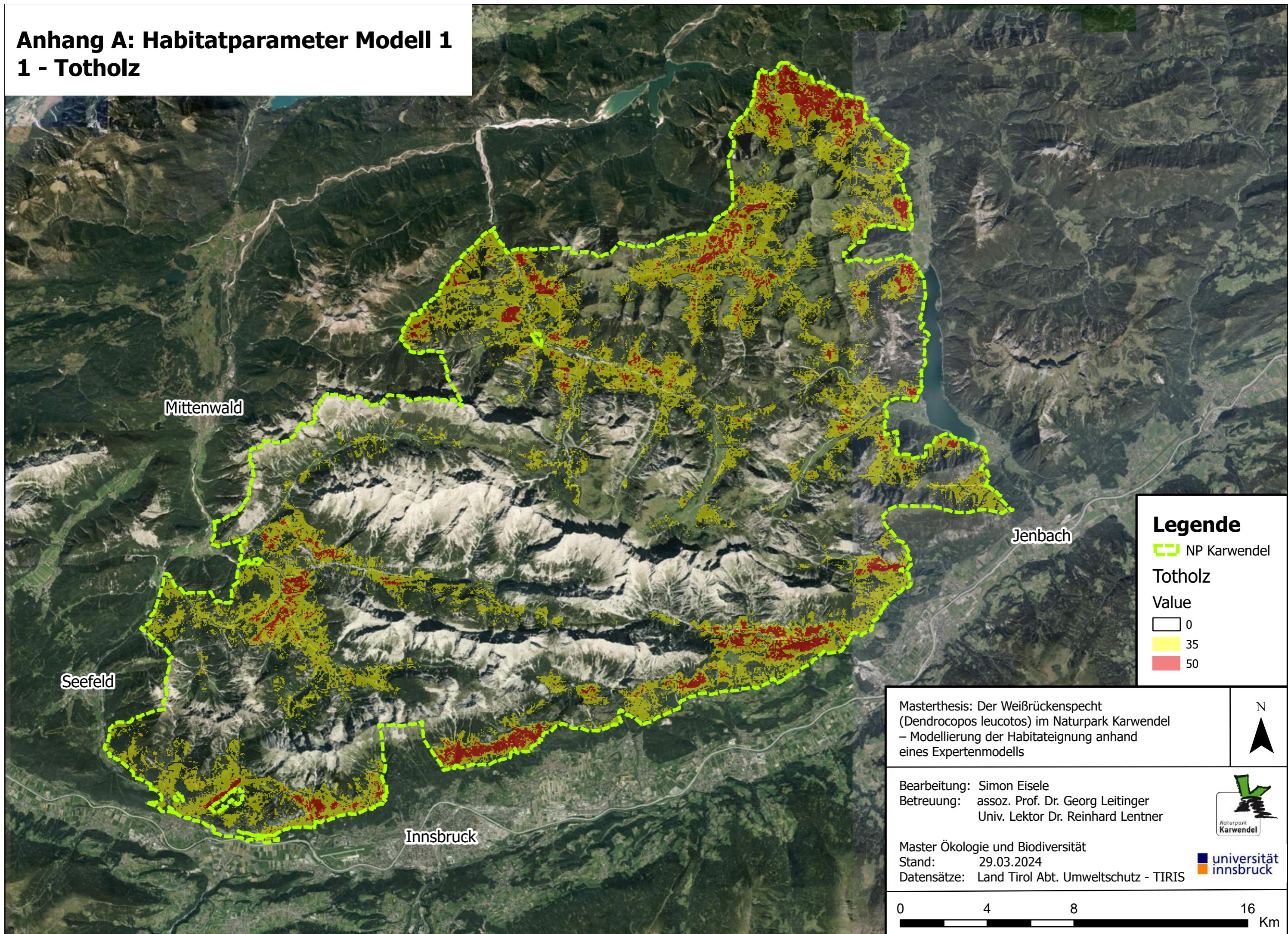
Ort, Datum



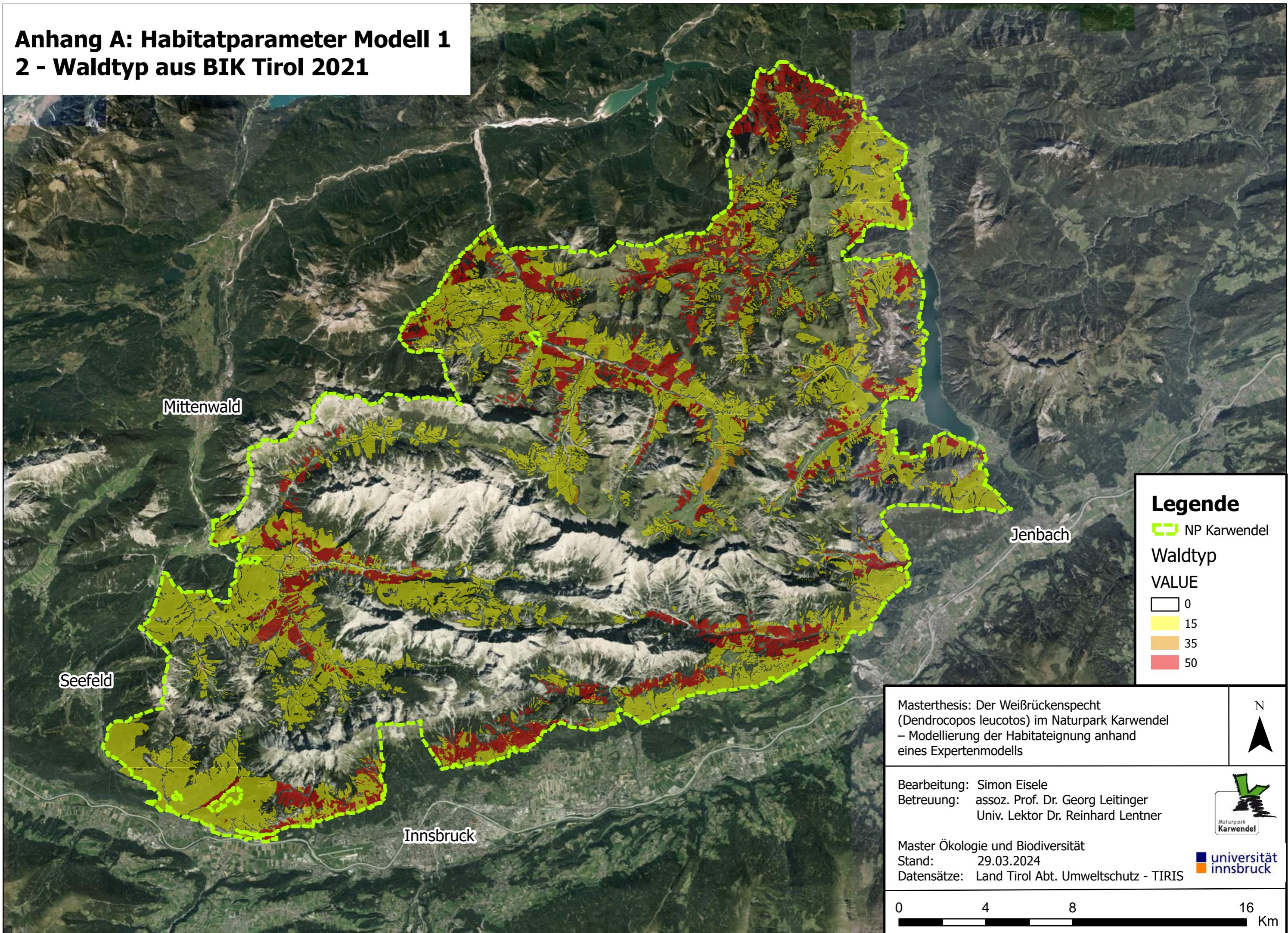
Unterschrift Student

Anhang A: Habitatparameter Modell 1

1 - Totholz

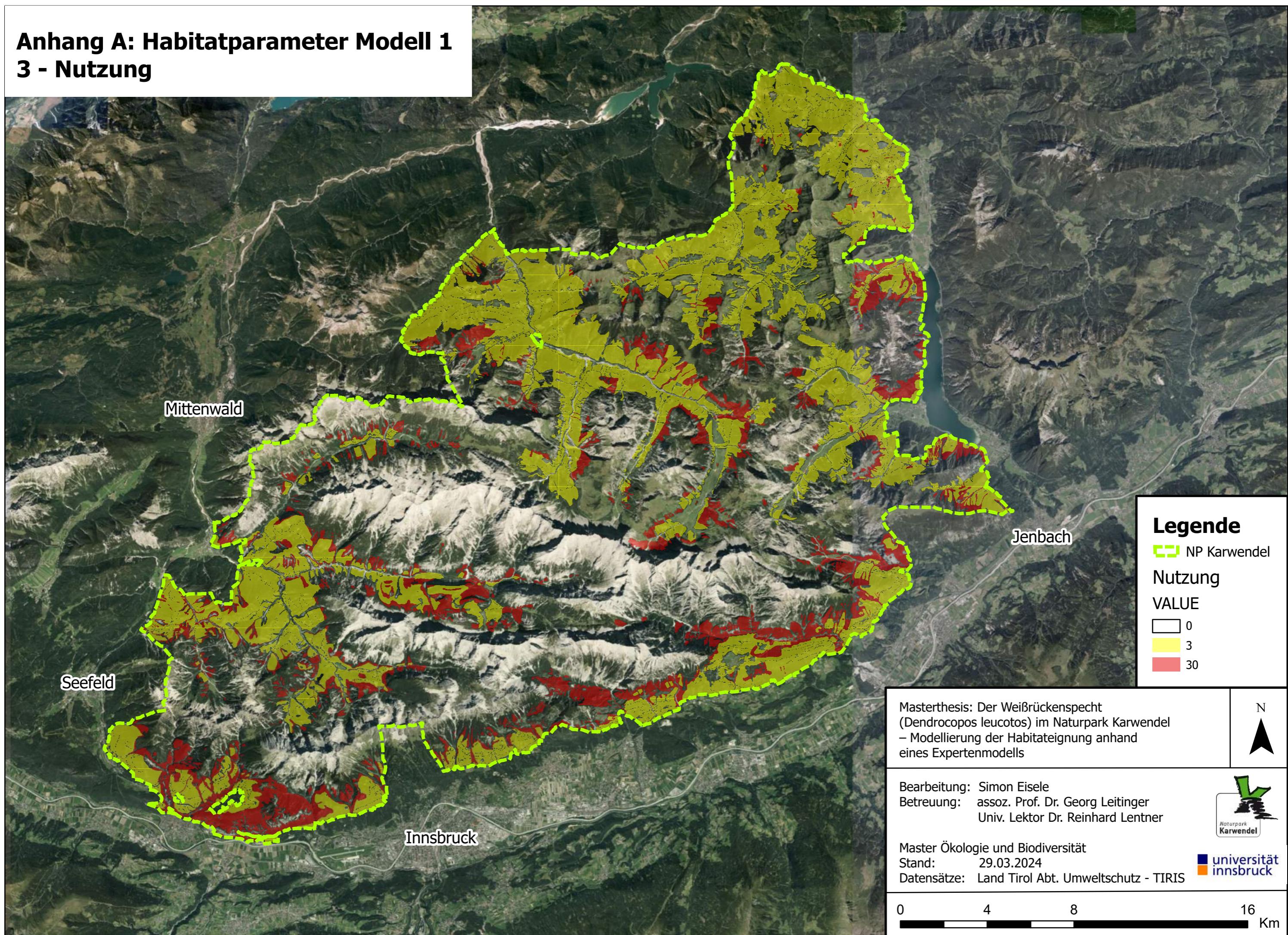


Anhang A: Habitatparameter Modell 1 2 - Waldtyp aus BIK Tirol 2021



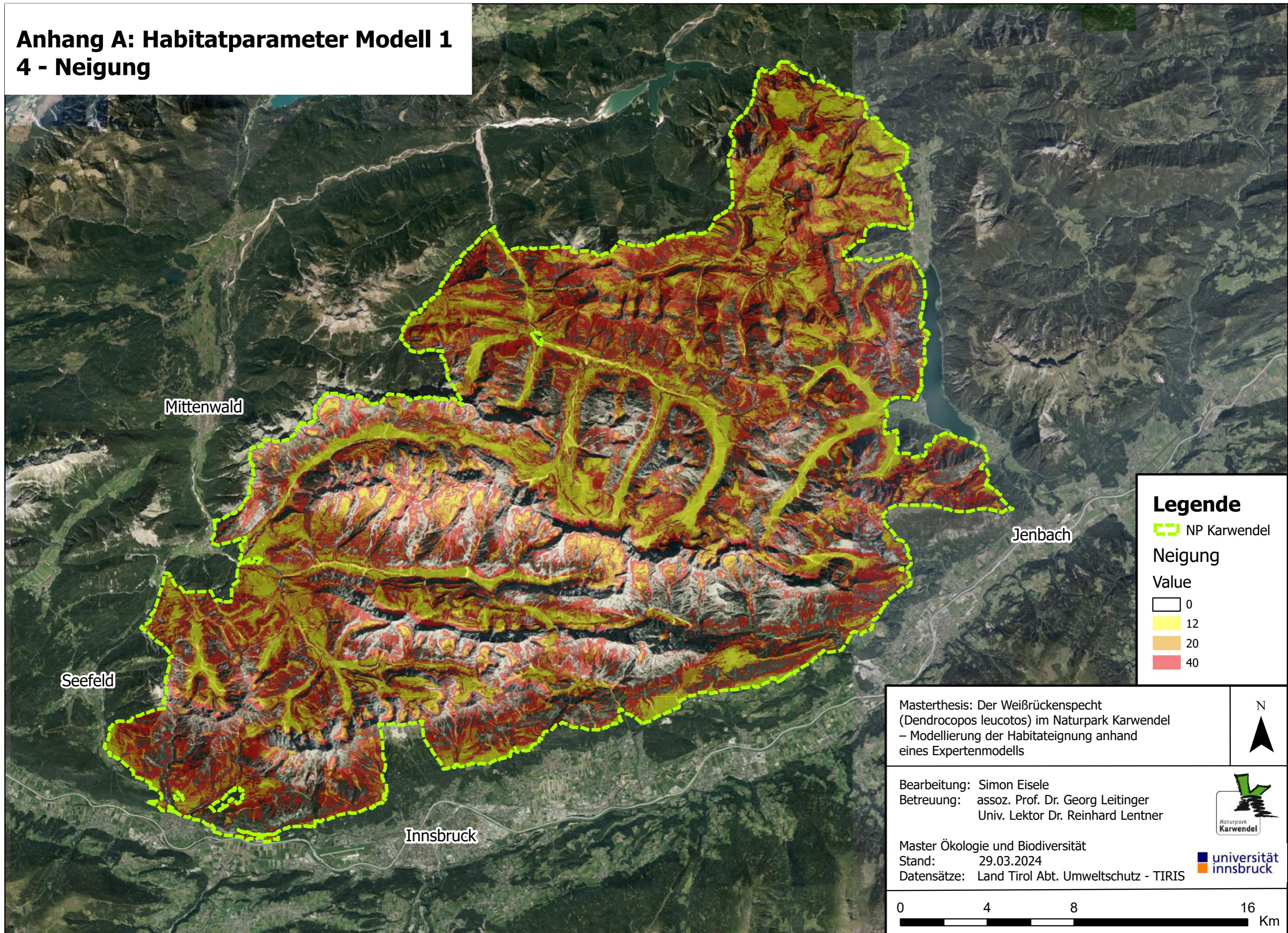
Anhang A: Habitatparameter Modell 1

3 - Nutzung



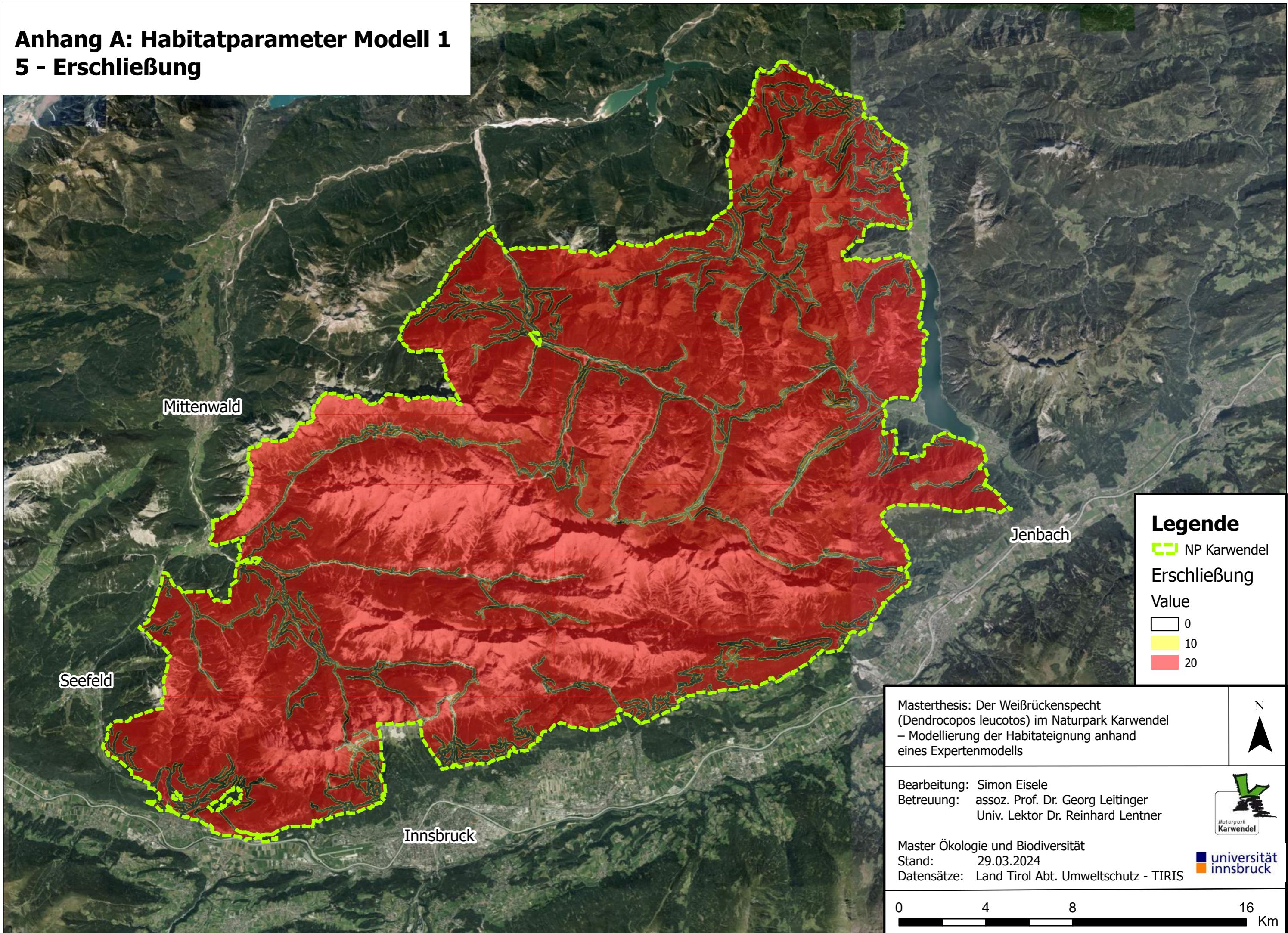
Anhang A: Habitatparameter Modell 1

4 - Neigung



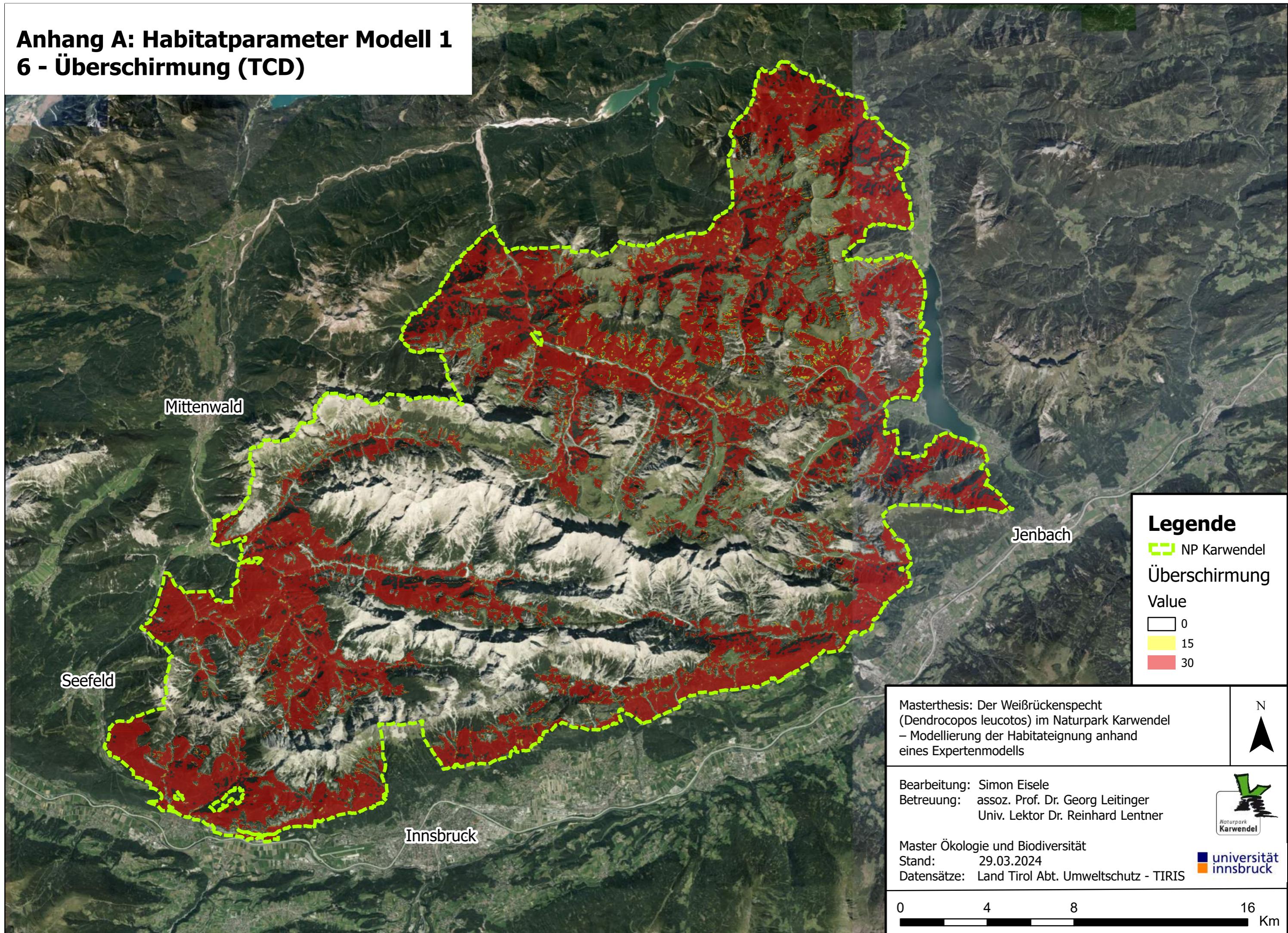
Anhang A: Habitatparameter Modell 1

5 - Erschließung



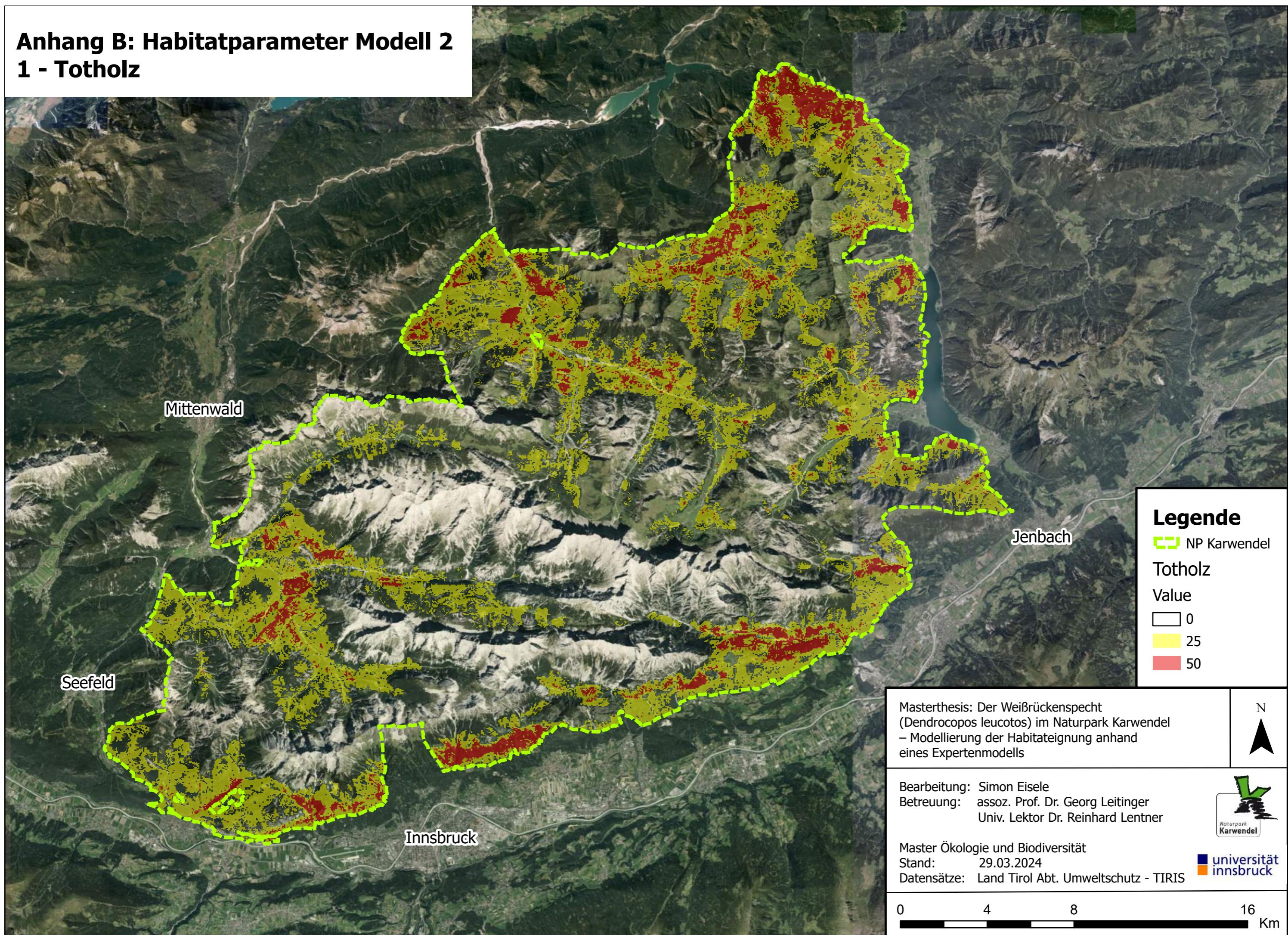
Anhang A: Habitatparameter Modell 1

6 - Überschirmung (TCD)

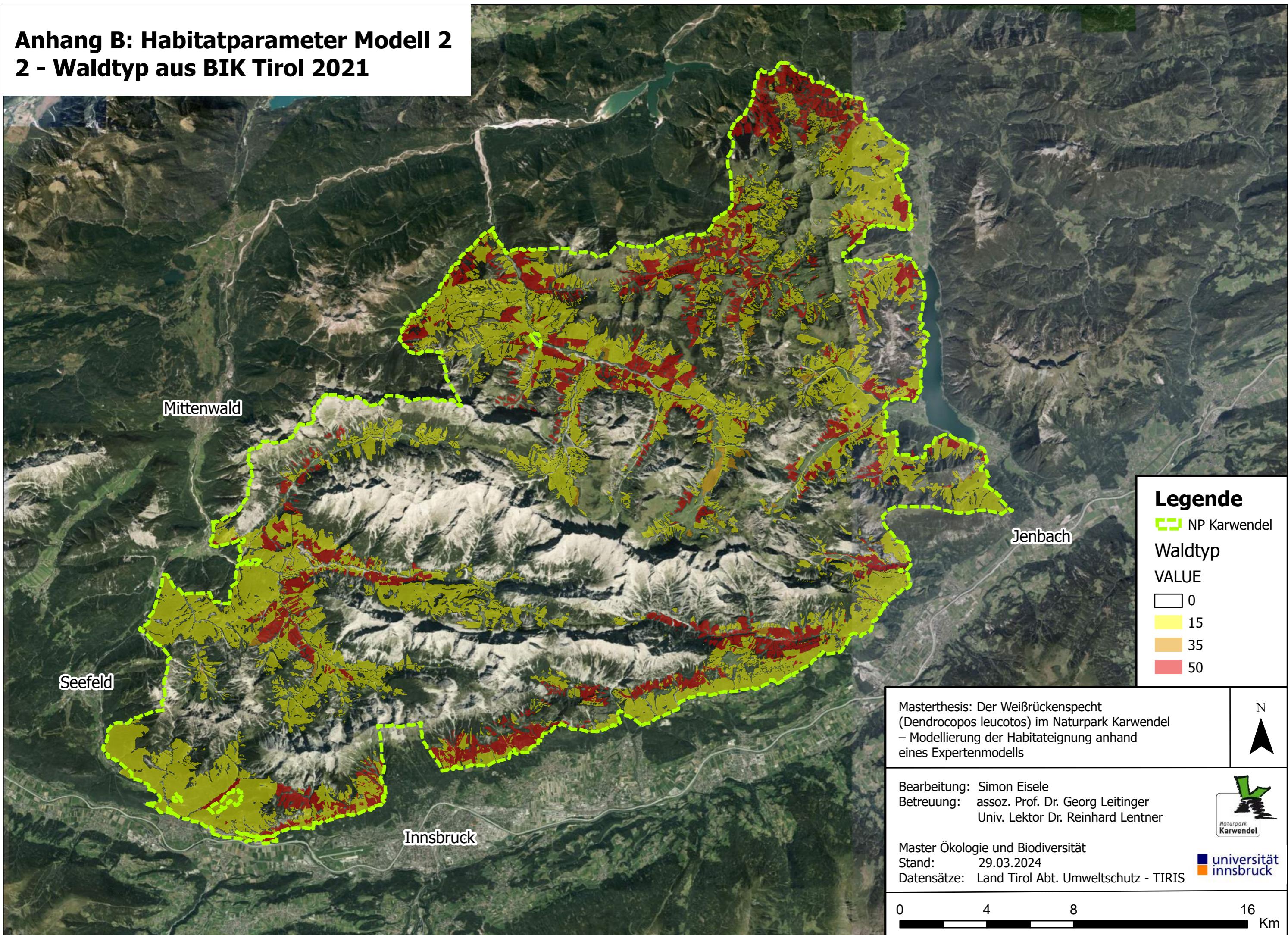


Anhang B: Habitatparameter Modell 2

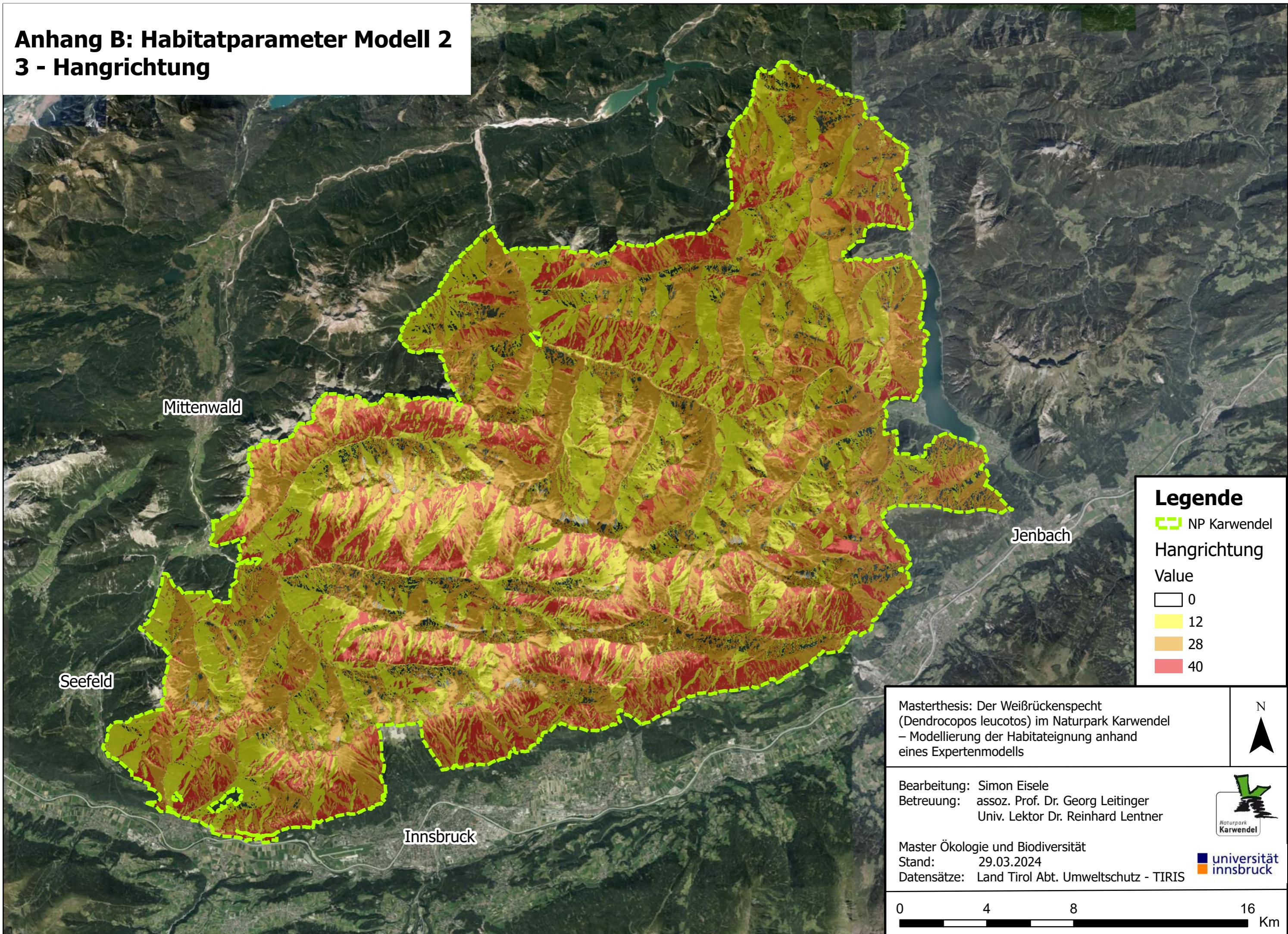
1 - Totholz



Anhang B: Habitatparameter Modell 2 2 - Waldtyp aus BIK Tirol 2021

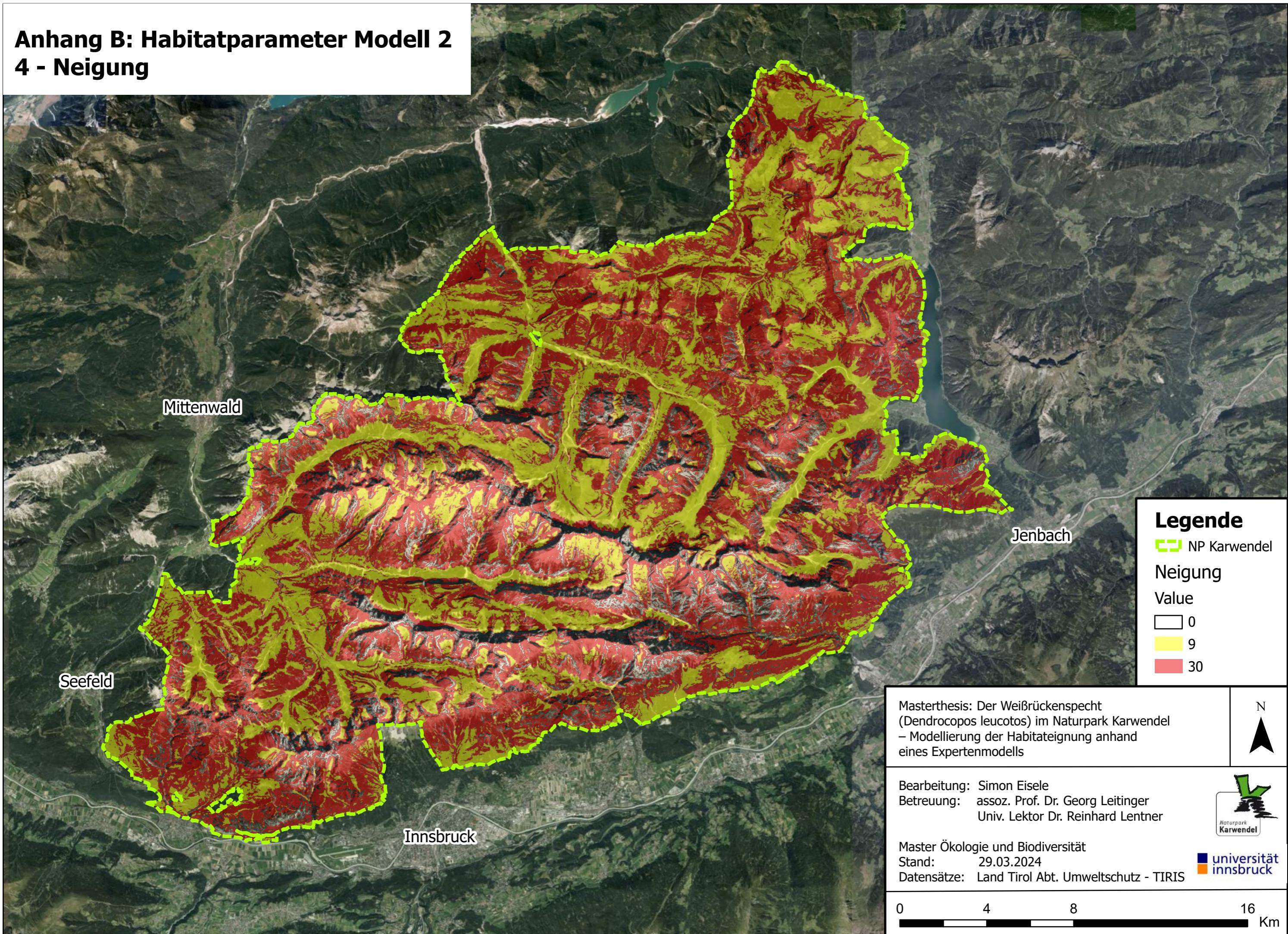


Anhang B: Habitatparameter Modell 2 3 - Hangrichtung



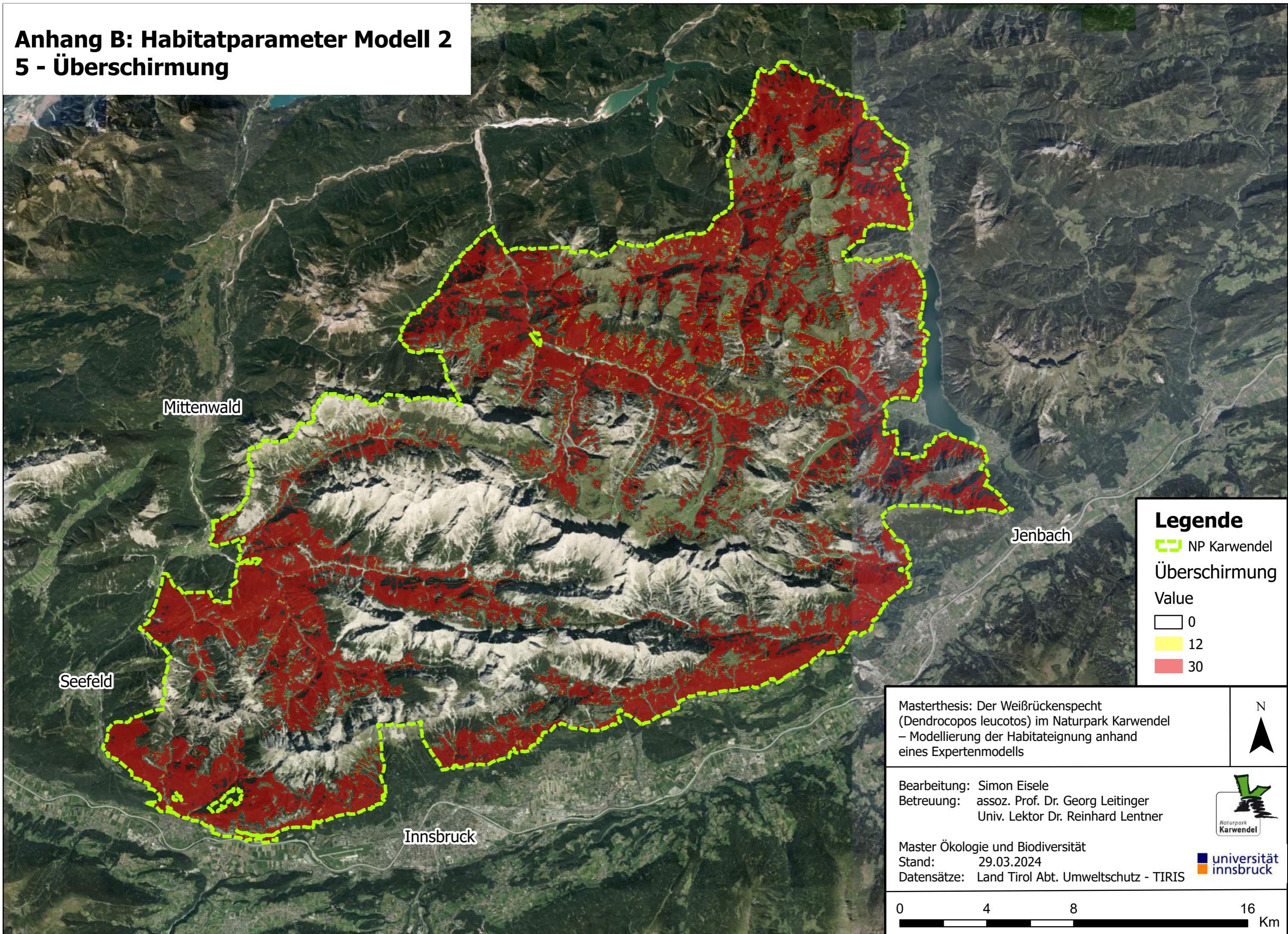
Anhang B: Habitatparameter Modell 2

4 - Neigung



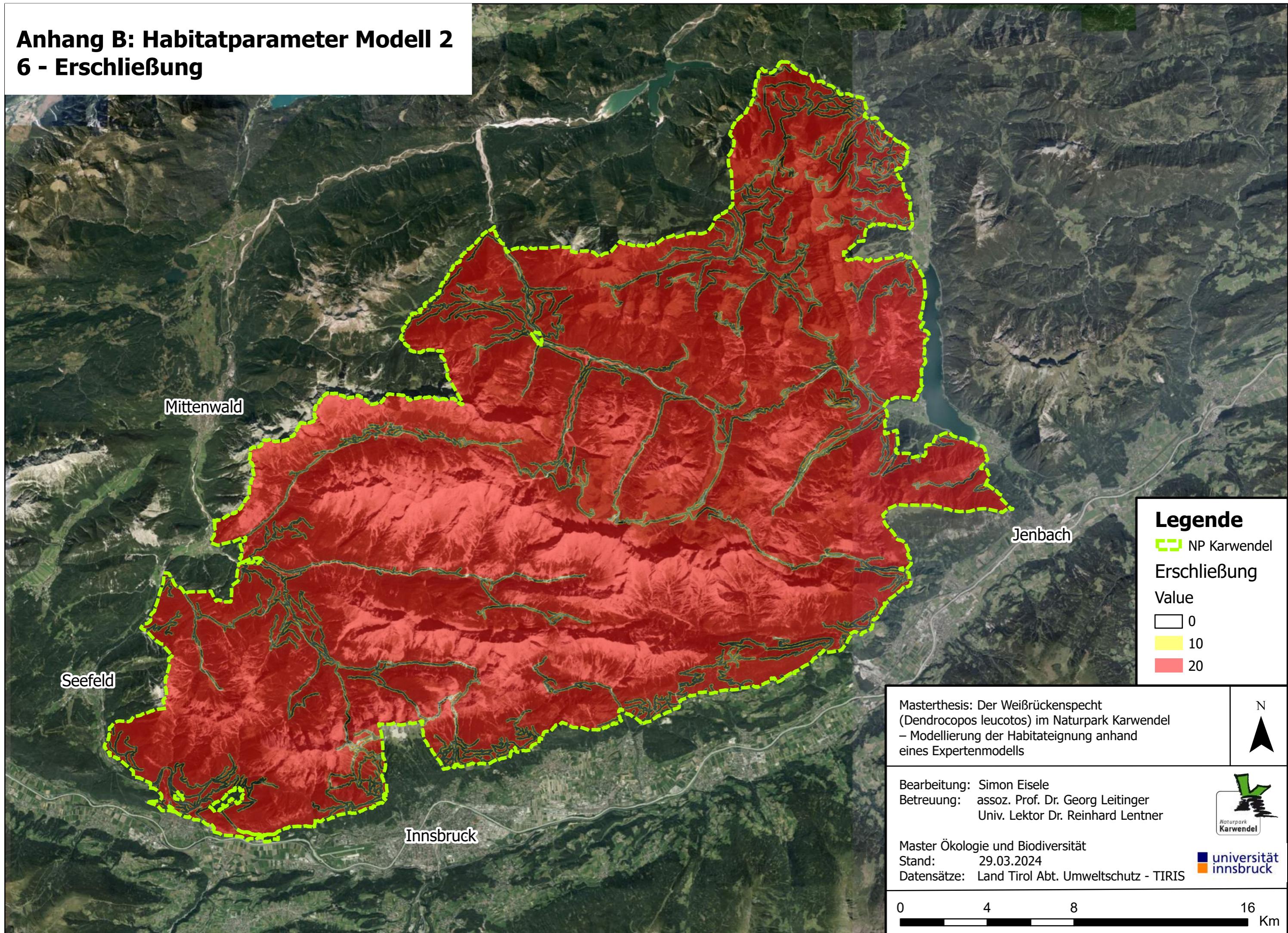
Anhang B: Habitatparameter Modell 2

5 - Überschirmung

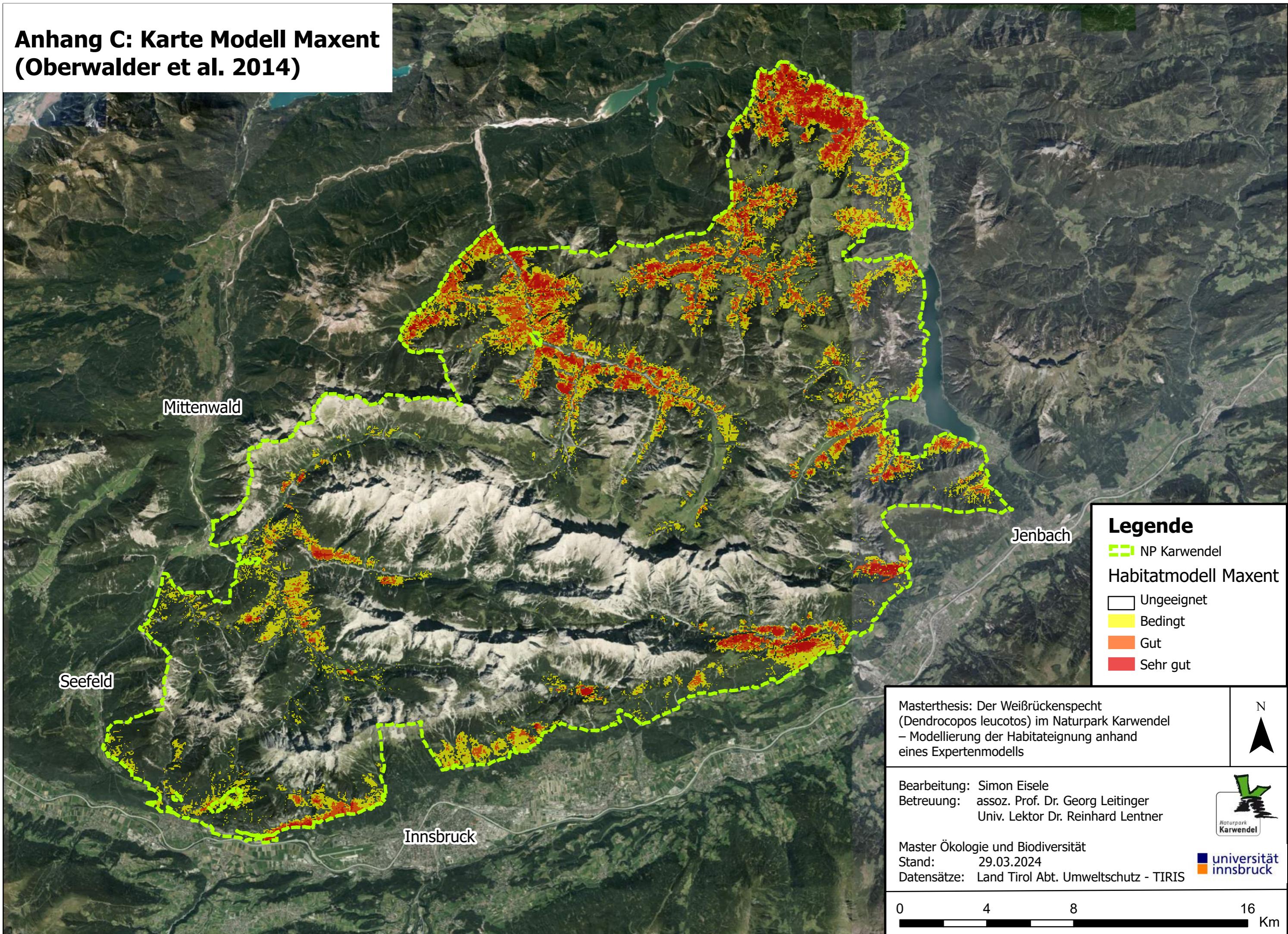


Anhang B: Habitatparameter Modell 2

6 - Erschließung



Anhang C: Karte Modell Maxent (Oberwalder et al. 2014)



Aufnahmeprotokoll Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*)

Allgemein			
Datum: _____	Protokoll-Nr/Aufnahmepunkt.: _____		
Startzeit: ____ : ____ Uhr	Fläche: _____		
Endzeit: ____ : ____ Uhr	Kartierdurchgang: _____		
GPS - Koordinaten:	Foto-Nr.: _____ bis _____		
47._____ °N; 11._____ °E	Uhrzeit Aufnahmepunkt: ____ : ____ Uhr		
Witterung	Standort		
Bewölkung: ____ / 8	<input type="radio"/> Steilhang <input type="radio"/> Kuppe / Hangverebnung <input type="radio"/> Mulde <input type="radio"/> Schlucht		
Temperatur: ____ °C			
Wind: _____ km/h			
Nebel (ja / nein) - Niederschlag (ja / nein)			
Geschlecht, Anzahl	Nachweis, Verhalten		
<input type="radio"/> ____ M <input type="radio"/> ____ W <input type="radio"/> ____ juv <input type="radio"/> ____ Geschlecht unbekannt <input type="radio"/> keine Reaktion	<input type="radio"/> Sichtung <input type="radio"/> Trommeln <input type="radio"/> (Bettel-) Ruf <input type="radio"/> Gesang <input type="radio"/> Nisthöhle (besetzt / bau)		
	<input type="radio"/> Fütternd <input type="radio"/> Hackspuren <input type="radio"/> Federn <input type="radio"/> Sonstiges		
Baumschicht im Umkreis von 30m (bei <5% mit + markieren)			
Nadelwald (Deckung [%])	Laubwald (Deckung [%])		
<input type="radio"/> Fichte <input type="radio"/> Lärche <input type="radio"/> Zirbe <input type="radio"/> Kiefer <input type="radio"/> Tanne	<input type="radio"/> Buche <input type="radio"/> Ahorn <input type="radio"/> Birke <input type="radio"/> Eberesche <input type="radio"/> Sonstige:		
	<input type="radio"/> Nicht überschirmt: ____ %		
	Ø – BHD: _____ cm		
Habitatrequisten im Umkreis von 30m			
<input type="radio"/> Totholz BHD 10 - 30 cm Stämme: _____ <input type="radio"/> Totholz BHD > 30 cm stehend Stämme: _____ <input type="radio"/> Totholz BHD > 30 cm liegend Stämme: _____ <input type="radio"/> Wipfeldürre Bäume <input type="radio"/> Wurzelstrunk	<input type="radio"/> Schneebedeckung Krautschicht <input type="radio"/> Totholzalter: alt – mittel - jung <input type="radio"/> Sonstiges:		
Syntop vorkommende Vogelarten		Bemerkungen / Notizen	
		Klangattrappe abgespielt? ja / nein	

Artname	Kürzel
Alexandersittich	Asi
Alpenbirkenzeisig	Bz
Alpenbraunelle	Ab
Alpendohle	Ad
Alpenschneehuhn	Ash
Alpensegler	As
Alpenstrandläufer	Asl
Amsel	A
Auerhuhn	Ah
Austernfischer	Au
Bachstelze	Ba
Bartmeise	Bam
Basstölpel	Btö
Baumfalke	Bf
Baumpieper	Bp
Bekassine	Be
Bergente	Bg
Bergfink	Ber
Berglaubsänger	Bls
Bergpieper	Bep
Beutelmeise	Bem
Bienenfresser	Bie
Bindenkreuzschnabel	Bks
Birkhuhn	Bih
Blässgans	Blg
Blässhuhn	Br
Blaukehlchen	Blk
Blaumeise	Bm
Blauracke	Blr
Bluthänfling	Hä
Brachpieper	Brp
Brandgans	Brg
Brandseeschwalbe	Bss
Braunkehlchen	Bk
Brautente	Bre
Bruchwasserläufer	Bwl
Buchfink	B

Artname	Kürzel
Buntspecht	Bs
Chileflamingo	Cf
Dohle	D
Doppelschnepfe	Ds
Dorngasmücke	Dg
Dreizehenmöwe	Dzm
Dreizehenspecht	Dzs
Drosselrohrsänger	Drs
Eichelhäher	Ei
Eiderente	Ed
Eissturmvogel	Esv
Eisvogel	Ev
Elster	E
Erlenzeisig	Ez
Feldlerche	Fl
Feldschwirl	Fs
Feldsperling	Fe
Felseneschwalbe	Fel
Fichtenkreuzschnabel	Fk
Fischadler	Fia
Fitis	F
Flussregenpfeifer	Frp
Flusseeschwalbe	Fss
Flussumerläufer	Ful
Gänsesäger	Gäs
Gartenbaumläufer	Gb
Gartengasmücke	Gg
Gartenrotschwanz	Gr
Gebirgsstelze	Ge
Gelbspötter	Gp
Gimpel	Gim
Girlitz	Gi
Goldammer	G
Goldregenpfeifer	Grp
Graumammer	Ga
Graugans	Gra
Graureiher	Grr

Artname	Kürzel
Grauschnäpper	Gs
Grauspecht	Gsp
Großer Brachvogel	Gbv
Großtrappe	Gt
Grünfink	Gf
Grünschläger	Grl
Grünschenkel	Güs
Grünspecht	Gü
Habicht	Ha
Habichtskauz	Hz
Halsbandschnäpper	Hb
Halsbandsittich	Hbs
Haselhuhn	Has
Haubenlerche	Hi
Haubenmeise	Hm
Haubentaucher	Ht
Hausrotschwanz	Hr
Haussperling	H
Heckenbraunelle	He
Heidelerche	Hei
Heringsmöwe	Her
Höckerschwan	Hö
Hohltäube	Hot
Jagdfasan	Fa
Kampfläufer	Ka
Kanadagans	Kag
Karmingimpel	Kar
Kernbeißer	Kb
Kiebitz	Ki
Kiefernkreuzschnabel	Kks
Klappergrasmücke	Kg
Kleiber	Kl
Kleines Sumpfhuhn	Ksh
Kleinspecht	Ks
Knäkente	Kn
Kohlmeise	K
Kolbenente	Koe

Artname	Kürzel
Kolkrabe	Kra
Kormoran	Ko
Kornweihe	Kw
Kranich	Kch
Krickente	Kr
Kuckuck	Ku
Küstenseeschwalbe	Kss
Lachmöwe	Lm
Lachseeschwalbe	Lss
Löffelente	Lö
Löffler	Lf
Mandarinente	Mae
Mantelmöwe	Mm
Mariskenrohrsänger	Mrs
Mauerläufer	Ml
Mauersegler	Ms
Mäusebussard	Mb
Mehlschwalbe	M
Misteldrossel	Md
Mittelmeermöwe	Mmm
Mittelsäger	Mis
Mittelspecht	Msp
Mönchsgrasmücke	Mg
Moorente	Moe
Nachtigall	N
Nachtreiher	Nr
Nebelkrähe	Nk
Neuntöter	Nt
Nilgans	Nig
Orentaucher	Ot
Orpheusspötter	Os
Ortolan	O
Pfeifente	Pfe
Pirol	P
Purpureiher	Pr
Rabenkrähe	Rk
Raubseeschwalbe	Rss

Artnam	Kürzel
Raubwürger	Rw
Rauchschwalbe	Rs
Raufußkauz	Rfk
Rebhuhn	Re
Reihерente	Rei
Ringdrossel	Rdr
Ringeltaube	Rt
Rohrammer	Ro
Rohrdommel	Rod
Rohrschwirl	Rsc
Rohrweihe	Row
Rosaflamingo	Rfl
Rostgans	Rg
Rotdrossel	Rd
Rotfußfalke	Rff
Rothalstaucher	Rht
Rotkehlchen	R
Rotkopfwürger	Rkw
Rotmilan	Rm
Rotschenkel	Ros
Saatgans	Sag
Saatkrähe	Sa
Säbelschnäbler	Sb
Sandregenpfeifer	Srp
Schafstelze	St
Schellente	Sl
Schlifrohrsänger	Sr
Schlagschwirl	Ssc
Schlangenadler	Sla
Schleiereule	Se
Schnatterente	Sn
Schneesperling	Sns
Schreiadler	Sra
Schwanzmeise	Sm

Artnam	Kürzel
Schwarzhalstaucher	Sht
Schwarzkehlnchen	Swk
Schwarzkopfmöwe	Skm
Schwarzkopf-Ruderente	Ske
Schwarzmilan	Swm
Schwarzschwan	Ssw
Schwarzspecht	Ssp
Schwarzstorch	Sst
Seeadler	Sea
Seeregenpfeifer	Ser
Seggenrohrsänger	Seg
Seidenreicher	Sre
Seidensänger	Ssä
Silbermöwe	Sim
Silberreiher	Sir
Singdrossel	Sd
Singschwan	Sis
Sommergoldhähnchen	Sg
Sperber	Sp
Sperbergrasmücke	Sgm
Sperlingskauz	Spk
Spießente	Spe
Sprosser	Spr
Star	S
Steinadler	Sta
Steinhuhn	Sth
Steinkauz	Stk
Steinrötel	Str
Steinschmätzer	Sts
Steinwälzer	Stw
Stelzenläufer	Stl
Steppenmöwe	Spm
Stieglitz	Sti
Stockente	Sto

Artnam	Kürzel
Strandpieper	Stp
Straßentaube	Stt
Streifengans	Srg
Sturmmöwe	Stm
Sumpfmeise	Sum
Sumpfohreule	So
Sumpfrohrsänger	Su
Tafelente	Ta
Tannenhäher	Th
Tannenmeise	Tm
Teichhuhn	Tr
Teichrohrsänger	T
Tordalk	To
Trauerschnäpper	Ts
Trauerseeschwalbe	Tss
Trottellumme	Tl
Tüpfelsumpfhuhn	Tsh
Türkentaube	Tt
Turmfalke	Tf
Turteltaube	Tut
Uferschnepfe	Us
Uferschwalbe	U
Uhu	Uh
Wacholderdrossel	Wd
Wachtel	Wa
Wachtelkönig	Wk
Waldbaumläufer	Wb
Waldkauz	Wz
Waldlaubsänger	Wls
Waldohreule	Wo
Waldschnepfe	Was
Waldwasserläufer	Waw
Wanderfalke	Wf
Wasseramsel	Waa

Artnam	Kürzel
Wasserralle	Wr
Weidenmeise	Wm
Weißbart-Seeschwalbe	Wbs
Weißflügel-Seeschwalbe	Wfs
Weißrückenspecht	Wrs
Weißstorch	Ws
Weißwangengans	Wwg
Wendehals	Wh
Wespenbussard	Wsb
Westliche Orpheusgrasmücke	Og
Wiedehopf	Wi
Wiesenpieper	W
Wiesenweihe	Ww
Wintergoldhähnchen	Wg
Würgfalke	Wüf
Zaunammer	Za
Zaunkönig	Z
Ziegenmelker	Zm
Zilpzalp	Zi
Zippammer	Zip
Zistensänger	Zis
Zitronengirlitz	Zig
Zitronenstelze	Zit
Zwergadler	Zwa
Zwergdommel	Zd
Zwergmöwe	Zwm
Zwergohreule	Zo
Zwergschnäpper	Zs
Zwergschnepfe	Zsn
Zwergseeschwalbe	Zss
Zwergtaucher	Zt