



Christopher Biedermann, BSc

**DETEKTION INVASIVER NEOPHYTEN
UNTER VERWENDUNG
VON CIR- UND LIDAR- DATEN**

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudiengang Geomatics Science

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Dipl.-Forstwirt Mathias Schardt

Institut für Geodäsie

Graz, August 2016

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Datum

Unterschrift

GLEICHHEITSGRUNDSATZ

Um den Lesefluss nicht durch eine ständige Nennung beider Geschlechter zu stören, wird in dieser Arbeit ausschließlich die männliche/weibliche Form verwendet. Dies impliziert aber immer auch die weibliche/männliche Form.

DANKSAGUNG

Meiner Lebensgefährtin Nadine Zselezen sowie meinem Betreuer Herrn Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Dipl.-Forstwirt Mathias Schardt möchte ich für die moralische Unterstützung und für Rat und Tat danken.

KURZFASSUNG

Die Ausbreitung und Einschleppung invasiver Neophyten stört nicht nur die regionale, sondern auch die globale Biodiversität. Aus diesem Grund gewinnen die Methoden des Umweltmonitorings zur Detektion invasiver Neophyten sowohl national als auch international immer mehr an Bedeutung. Im Bereich der Umweltanalyse bieten vor allem flugzeug- und satellitengestützte Fernerkundungsdaten wertvolle Informationen, da sie zum einen eine hohe zeitliche Auflösung bieten und zum anderen Gebiete abdecken, deren Erschließung unter Verwendung konventioneller Methoden der terrestrischen, großräumigen Erfassung nur schwer oder gar nicht möglich ist. In der Arbeit sollte daher überprüft werden, ob anhand eines Datensatzes von CIR- Luftbildern und dazu passenden LIDAR- Daten invasive Neophyten im Raum Steiermark mittels visueller Dateninterpretation bestimmbar sind. Nach Auswahl der für die spätere Analyse relevanten Pflanzenarten und zusätzlichen Informationen über ihr Auftreten in der Steiermark wurde eine Befahrung der identifizierten Verdachtsflächen vorgenommen. Alle hier angetroffenen Neobiota wurden notiert, in passenden CIR- Luftbildern markiert und zusätzlich koordinativ festgehalten. Nachdem alle für die Auswertung relevanten Informationen zusammengetragen wurden, war es möglich, die Machbarkeit der visuellen Detektion von Neophyten anhand von CIR- und LIDAR- Daten zu untersuchen. Anhand der Ergebnisse wurden Verdachtsgebiete ausgewählt, in denen ein Auftreten der gesuchten Neophyten vermutet wurde. Ob diese Flächen tatsächlich invasive Neobiota beherbergen, konnte nur durch eine weitere Befahrung und Sichtung vor Ort untersucht werden. Eine finale Auswertung aller Daten und die daraus resultierenden Ergebnisse konnten die Annahmen über das Auftreten invasiver Aliens bestätigen oder verwerfen. Für die Fälle, bei denen eine visuelle Interpretation der Neophyten nicht möglich war, wurde untersucht, woran das lag. Dabei wurden alle relevanten Einflussfaktoren beachtet und Überlegungen bezüglich realistischer Verbesserungen behandelt.

ABSTRACT

The introduction and spread of invasive neophytes hampers regional as well as global biodiversity. Therefore, methods of environmental monitoring to detect invasive neophytes are increasingly gaining in national as well as international importance. As far as environmental analysis is concerned, especially, airborne and satellite-based remote sensing data provide valuable information since they offer a high level of temporal resolution. Furthermore, they cover areas which are hardly, respectively, impossible to develop using conventional terrestrial methods. Thus, this thesis examines on the basis of CIR aerial images and LIDAR data, if invasive neophytes can be determined in the region of Styria by employing visual data interpretation. After selecting certain plant species, relevant for subsequent analysis, as well as gaining additional information about their occurrence in Styria, an inspection of the identified priority areas was carried out. All encountered Alien species have been listed, marked in appropriate CIR aerial images and, more specifically, coordinately recorded. After compiling all necessary information, it was possible to investigate the detectability of neophytes on the basis of CIR- and LIDAR- data and visual interpretation techniques. Based on the results, suspected areas where there might occur particular neophytes, were selected. Whether or not these areas actually are infested by invasive Alien species, was examined through an additional inspection and sighting on-site. A final evaluation of all data, and the results generated in this way could confirm or reject all assumptions of invasive Alien species. Regarding specific cases in which a visual interpretation of neophytes was not feasible, the cause was revealed. Thereby, all relevant influence factors have been taken into account, and all considerations concerning realistic improvements have been dealt with.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Motivation Und Ziel der Arbeit.....	1
1.1	Invasive Pflanzenarten und ihre Gefahrenpotentiale.....	1
1.2	Visuelle Dateninterpretation im Zuge von Umweltmonitoring.....	4
1.3	Wissenschaftliche Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	5
2	Datengrundlage und Dateninterpretation.....	7
2.1	Physikalische Grundlagen	7
2.2	Reflexionsverhalten von Objekten an der Erdoberfläche	8
2.3	Differenzierung von Sensorsystemen.....	9
2.4	Colored Infrared Bilddaten.....	10
2.5	LIDAR- Daten.....	12
2.6	Datengrundlagen für folgende Auswertungen	14
2.7	Visuelle Dateninterpretation.....	16
2.8	Automatisierte Dateninterpretation und Klassifikationsverfahren	19
2.9	Arbeitsablauf und erste Erkenntnisse	20
3	Invasive Neophyten in der Steiermark	21
3.1	Auswahl der gefährlichsten invasiven Neophyten.....	21
3.1.1	Götterbaum	21
3.1.2	Robinie.....	24
3.1.3	Kanadische Goldrute	26
3.1.4	Drüsiges Springkraut	28
3.1.5	Japanischer Staudenknöterich	30
3.1.6	Riesen- Bärenklau	33
3.1.7	Zusammenfassung	36
3.2	Auswahl von Vergleichsgebieten.....	38
3.3	Gesammelte Erkenntnisse:.....	42
4	Identifizierte Vergleichsflächen	44
4.1	Ausgewählte Gebiete und erste Befahrung.....	44
4.2	Ergebnisse der ersten Sichtungen	50
4.3	Interpretation der erhaltenen Ergebnisse	52
5	Visuelle Interpretation der CIR- und LIDAR- Daten	54
5.1	Vorbereitung der Daten für die folgenden visuellen Interpretationsschritte	55
5.1.1	Aufbereitung der CIR- Daten	55
5.1.2	Vorbereitung der LIDAR- Daten.....	58
5.2	Identifikation von Vergleichsflächen in den vorliegende CIR- Datensätzen.....	59
5.2.1	Japanischer Knöterich	59
5.2.2	Goldrute und Drüsiges Springkraut	63
5.2.3	Robinie.....	69
5.3	Interpretation der Ergebnisse und weiteres Vorgehen	78
5.3.1	Vorgehen bei der visuellen Bestimmung von Japanischen Knöterich.....	78
5.3.2	Vorgehen bei der visuellen Bestimmung des Drüsigen Springkrauts	79

5.3.3	Vorgehen bei der visuellen Bestimmung der Goldrute	79
5.3.4	Vorgehen bei der visuellen Bestimmung von Riesenbärenklau	80
5.3.5	Vorgehen bei der visuellen Bestimmung der Robinie	80
6	Identifikation und Beurteilung von Verdachtsflächen	83
6.1	Robinien in Großklein	83
6.2	Robinien in Klein Preding	85
6.3	Robinie in einem Waldgebiet in Pitsdorf	87
6.4	Robinie in Dobl- Dorf Ackerstraße	88
6.5	Robinie neben Kläranlage L374	90
6.6	Robinie in Mutterndorf	92
6.7	Zusammenfassung der Ergebnisse	94
7	Interpretation der Ergebnisse und Ausblick	106
7.1	Ergebnisse der visuellen Interpretation	106
7.2	Einschätzung für den Grund der Ergebnisse	107
7.3	Vorschlag zur Verbesserung folgender Auswertungen	110
	Literaturverzeichnis	112
	Onlinequellenverzeichnis	115
	Abbildungsverzeichnis	118
	Tabellenverzeichnis	126
	Abkürzungsverzeichnis	127
	Anhang I : Befahrungsunterlagen	128
	Anhang II : Ergebnisse der Befahrungen in Erdas	148

1 MOTIVATION UND ZIEL DER ARBEIT

Die folgenden Beschreibungen sollen zum einen ersichtlich machen, warum Neophyten eine ernsthafte Bedrohung für die heimische Pflanzenarten bedeuten und wie mittels der Fernerkundung gegen sie vorgegangen werden kann. Zudem soll anhand einer Projektbeschreibung dargestellt werden, welche Arbeitsschritte bei der Umsetzung der Thematik notwendig waren und weshalb diese verwendet wurden. *(Ein Großteil der Informationen in den folgenden Unterpunkten beziehen sich auf den Bericht NEOBIOTA IN ÖSTERREICH von Franz Essl und Wolfgang Rabitsch für das Umweltbundesamt und den Umwelt Dachverband, Wien 2002)*

1.1 Invasive Pflanzenarten und ihre Gefahrenpotentiale

Seit jeher verändert der Mensch seine Umwelt. In Mitteleuropa hat dieser Prozess vor allem in den letzten Jahrzehnten immer mehr an Dynamik gewonnen. Zum einen wurden viele Arten zurückgedrängt, oder sind sogar vom Aussterben bedroht, zum anderen wurden meist unbeabsichtigt aber auch gezielt neue Arten etabliert. Einige Pflanzen finden sich in Österreich wieder.¹

Unter Betrachtung der Biodiversität werden diese Neobiota von wissenschaftlicher Seite zunehmend als eine ernstzunehmende Bedrohung erkannt.² Dies gilt besonders für sensible Gebiete mit einem hohen Anteil endemischer Arten, wie etwa Inseln oder Seen, wo Neobiota tiefgreifende Veränderungen verursacht haben.³ Es wird daher international versucht, verbindliche Rahmenbedingungen für den Umgang mit Neobiota und die allfällige Kontrolle invasiver Arten zu schaffen.⁴

In Österreich kommt es seltener zu Ansiedlung von Neobiota als in isolierte Gebieten, wie beispielsweise Neuseeland oder Hawaii. Dennoch trifft man auch in unseren Regionen auf Neophyten die naturschutzfachlich negativ zu beurteilenden Auswirkungen haben können.

Untersuchungen der Auswirkungen die diese neuen Arten auf manche heimische Biotoptypen haben können, nehmen stetig zu. Da sich Neophyten durchaus rasch ausbreiten und Probleme für die Gesundheit und Wirtschaft bedeuten, werden sie immer häufiger von der breiten Masse wahrgenommen.

¹ Essl & Rabitsch 2009

² Vitousek et al 1996, 1997, Kowarik 1999, Mack et al. 2000, IUCN 2001

³ Loope & Müller- Dombois 1989, Vitousek 1992, IUCN 2000

⁴ Scott 2001

Im Laufe der Zeit und beschleunigt durch internationalen Handel, konnten Neophyten in den letzten Jahrhunderten ihre Verbreitungsgebiete erweitern. Als „blinden Passagieren“ war es gebietsfremden Pflanzen möglich, unüberwindbare Barrieren wie Gebirge oder die Weltmeere zu überbrücken.

Als „Neophyten“ werden Pflanzenarten, als „Neomyzeten“ werden Pilzarten und als „Neozoen“ werden Tierarten verstanden, die in einem bestimmten Gebiet (Österreich) nicht einheimisch sind und die erst nach 1492 unter direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen in dieses Gebiet (Österreich) gelangt sind oder hier wild leben oder gelebt haben.⁵ Biogeographische Regionen stellen ein sinnvolles Abgrenzungskriterium für Neophyten dar. Dabei handelt es sich um Areale, die für Arten beispielsweise klimabedingt Verbreitungsgrenzen, oder durch Gebirge oder Gewässer Ausbreitungsbarrieren festlegen. Der Zeitpunkt 1492 markiert symbolisch die seit der Entdeckung Amerikas verstärkten Fernhandelsbeziehungen, durch die die Anzahl der absichtlich oder unabsichtlich transportierten Pflanzen und Tiere sehr stark anstieg.⁶

Pflanzenarten, die nur mit Hilfe des Menschen in ein Gebiet eingewandert sind, können nach folgenden Gesichtspunkten unterteilt werden⁷:

- Grad der Einführung (Naturalisation) in die vorhandene Vegetation,
- Art der Einführung und Einwanderung und
- Zeitpunkt der Einführung und Einwanderung.

Als naturschutzfachlich relevantes Kriterium unterscheiden wir weiters:

- Grad der Beeinflussung der heimischen Fauna und Flora.

Einführung und Dynamik der Ausbreitungsvorgänge nicht einheimischer Arten sind meist schwer oder gar nicht vorherzusagen. Es ist jedoch möglich, durch vorangegangene Beobachtungen und daraus gesammelten Erfahrungswerten, Grundmuster für den wahrscheinlichen Verlauf der Ausbreitungsvorgänge abzuleiten. Invasionen lassen sich somit generell in drei Phasen aufteilen:

I Ankunft

Unter Ankunft versteht man die beabsichtigte oder unbeabsichtigte Einbringung einer Neobiota in ein neues Gebiet. Zwischen der Einführung der Neophyten und der anschließenden Ausbreitung können mitunter mehrere Jahrzehnte liegen.

⁵ ergänzt nach Schröder 1969, 1974, 200, Kinzelbach 1972, Sukopp & Sukopp 1994, Kowarik 1999, 2003, Scholler 1999

⁶ Kinzelbach 2001

⁷ nach Sukopp 1976, Lohmeyer und Sukopp 1992, Kowarik 1992

II Ausbreitung

Bei der Ausbreitung handelt es sich um erste Verwilderung und Erschließungen neuer Lebensräume. Nach diesem Prozess folgt die Etablierung und schlussendlich die Expansion. Für die Geschwindigkeit, mit der sich Neobiota in einem Areal ausbreiten, gibt es verschiedene Einflussfaktoren. Wie bereits erwähnt, kann zwischen der Einbringung neuer Arten in ein Gebiet und deren tatsächlicher Ausbreitung eine Verzögerungsphase herrschen, in der stellenweise eine kleine Population konstant vorhanden ist. Die Expansion verläuft anschließend oft explosionsartig und nach vergleichsweise kurzer Zeit (einige Jahrzehnte) sind die Grenzen des neuen Areals erreicht.

Eine weitere Form der Ausbreitung stellt die Expansion entlang geeigneter „Wanderstraßen“, wie Verkehrswegen oder Flussläufen dar. „,

III Erreichen des Gleichgewichtszustandes

Vom Erreichen des Gleichgewichtszustandes, auch Equilibrium genannt, spricht man, wenn klimatische, konkurrenzbedingte oder geographische Grenzen im neu eroberten Areal für den Stillstand der räumlichen Ausbreitung sorgen. Gründe hierfür können Überschreitungen der kritischen Populationsgrößen, Klimaveränderungen oder genetische Veränderungen der Art an sich sein.

Eine der wichtigsten Fragen für den Naturschutz ist, welche Eigenschaften invasive Arten auszeichnen und ob sich ihr Invasionspotential schon vorab abschätzen lässt. Basierend auf umfangreichem Datenmaterial formulierte Holdgate (1986) erste Aussagen zu statistischen Wahrscheinlichkeiten von Invasionen. Daraus entstand die „Zehnerregel“ welche besagt, dass von 1000 eingeführten Arten etwa 100 verwildern, sich von diesen etwa 10 etablieren und davon eine oder zwei naturschutzfachliche Probleme verursachen. Diese Wahrscheinlichkeitsbeziehung wurde anhand der britischen Flora aufgestellt und für weitere Organismen in anderen Gebieten getestet und weitgehend bestätigt, wenngleich nicht wenige Ausnahmen vorkommen.⁸ Schwieriger als allgemeine Aussagen zur Wahrscheinlichkeit von Invasionen sind Aussagen über das Invasionspotential einzelner Arten⁹. Werden Neophyten häufiger in bestimmten Gebieten eingeführt, erhöht sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass eine ausreichend große Anzahl Standorte für ihr Überleben und ihre Vermehrung findet. Trotz intensiver Forschung lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, welche neu eingeführten Pflanzen als potentiell invasive Arten zu betrachten sind. Kowarik (1992) spricht in diesem Zusammenhang

⁸ Williamson 1996

⁹ Lohmeyer & Sukopp 1992, Williamson 1996

sogar davon, dass die Gründe für den unterschiedlichen Ausbreitungserfolg von Arten so vielfältig sind, dass die allgemeine Frage nach den Erfolgskriterien mit einer „Regel der Regellosigkeit“ beantwortet werden müssen.

1.2 Visuelle Dateninterpretation im Zuge von Umweltmonitoring

Da globale Veränderungen, bezogen auf die Ausbreitung invasiver Neophyten, immer präsenter werden, gewinnen die Methoden des Umweltmonitorings, sowohl national als auch international, immer mehr an Bedeutung.

Die Datenerfassung erfolgt hier unter Verwendung terrestrischer, als auch flugzeug- oder satellitengestützter Fernerkundungssysteme. Im Bereich der Umweltüberwachung und Umweltanalyse bieten vor allem satellitengestützte Fernerkundungsdaten wertvolle Informationen, da sie zum einen eine hohe zeitliche Auflösung bieten und zum anderen Gebiete abdecken, deren Erschließung unter Verwendung konventioneller Methoden der terrestrischen, großräumigen Erfassung nur schwer oder gar nicht möglich ist. Risikovorsorgen und Entwicklungsprädiktionen können anhand dieser Daten generiert und Prognosen für langfristige Veränderungen an der Erdoberfläche abgeleitet werden.

Bei umweltrelevanten Themen wie der Ausbreitung von Neophyten in heimischen Gebieten, bietet die Fernerkundung einige Vorteile. Der hervorragende synoptische Überblick und die Abdeckung größerer Gebiete zählen neben verschiedenster Auflösungen und Wellenlängen für unterschiedliche Maßstabsebenen und Anwendungen, der Kosteneffektivität gegenüber terrestrischen Kartierungsverfahren und der einfachen Integration der Daten in verschiedenste geografische Informationssysteme, zu diesen.

Zu Beeinträchtigungen kann es durch die teilweise geringen Genauigkeiten und die komplexen Methoden beim automatisierten Auswerten von Fernerkundungsdaten kommen. Daten und Infrastruktur zur Datenauswertung sind teuer und der Erwerb von Kenntnissen zur Datenauswertung sehr zeitintensiv.

Für vielseitige Monitoring- und Kartierungsaufgaben ist die visuell- manuelle Analyse von Luftbildern mitunter eines der wichtigsten Werkzeuge der Fernerkundung. Bislang haben sich, beispielweise bei Klassifizierungen solcher Fernerkundungsdaten, automatisierte Auswertungsverfahren meist nur bei Datenbeständen geringer und mittlerer Auflösung, etwa Satellitendaten, durchgesetzt. Als problematisch erweisen sich hier die pixelbasierten

Klassifikationsmethoden. Angewandt auf hochauflösenden Fernerkundungsdaten mit hohem Detailgrad, liefern sie meist nur ein unbefriedigendes Ergebnis.¹⁰

1.3 Wissenschaftliche Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Unter optimalen Wuchsbedingungen können sich invasive Neophyten innerhalb weniger Jahrzehnte explosionsartig verbreiten. Vor allem in schwer erreichbaren Gebieten, welche nur selten unter direkten Augenschein genommen werden, kann eine unüberwachte Expansion zu gravierenden Problemen für die umliegende Flora führen. Nun stellt sich die Frage, ob es möglich ist, anhand eines Datensatzes von CIR- Luftbildern und dazu passenden LIDAR- Daten, invasive Neophyten im Raum Steiermark mittels visueller Dateninterpretation zu bestimmen.

Nach einer ersten Datensichtung und Beschreibung sollen Verfahren der Vorprozessierung erhaltener Daten und folgende Interpretationsschritte theoretisch aufgezeigt werden. Zugleich werden aber auch grundlegende Prozesse der semiautomatischen Dateninterpretation angeschnitten, da diese unterstützend in die Ergebnisanalyse und Erkenntnisfindung einfließen. Benötigte Datenaufbereitungen erfolgen hier beispielweise mittels Erdas oder ArcGIS.

Bei der visuellen Interpretation sollen Expertenmeinungen zu den Wuchsgebieten der invasiven Neophyten beachtet werden. Diese vereinfachen zum einen das erste Auffinden der Pflanzen und deren Nutzung als Vergleichsflächen. Zum anderen kann die Anzahl der für die Auswertung relevanten Schädlinge auf ein Minimum reduziert werden. Da das Auffinden geeigneter Vergleichsflächen mitunter sehr zeitintensiv ist, unterstützt jegliche Mehrinformation bezüglich relevanter Wachstumsgebiete eine optimal Ressourcennutzung. Diese Vergleichsflächen wiederum können, wenn großflächig genug und in hoher Anzahl vorkommend, ein späteres Endergebnis positiv beeinflussen.

Nach Auswahl der für die spätere Analyse relevanten Pflanzenarten und zusätzlichen Informationen über ihr Auftreten in der Steiermark, ist eine erste Befahrung der Verdachtsgebiete möglich. Alle hier angetroffenen Neobiota werden notiert, in passenden CIR- Luftbildern markiert und zusätzlich koordinativ festgehalten. Somit wird versucht sicherzustellen, dass bei der späteren Suche nach weiteren Neophyten anhand dieser Vergleichsflächen keine Nachbarpflanzen verwendet werden, welche das Ergebnis negativ beeinflussen könnten. Zudem veranschaulicht eine solche Befahrung den tatsächlichen Grad des Bewuchses durch Neophyten sowie deren Wuchsverhalten. Auch das ist für eine visuelle Interpretation nicht irrelevant.

¹⁰ nach Lang, s., Blaschke, t., Banganke, t., Kias, u. & w. Demel 2003

Sind alle für die Auswertung relevanten Informationen zusammengetragen sowie die erhaltenen Daten aufbereitet, sollte es möglich sein, den Grad der Plausibilität der visuellen Detektion von Neophyten anhand von CIR- und LIDAR- Daten abzuleiten. Anhand der Ergebnisse und unter Beachtung der sie beschreibenden Kriterien, werden Verdachtsgebiete ausgewählt in denen ein Auftreten der gesuchten Neophyten vermutet wird.

Ob diese Flächen tatsächlich invasive Neobiota beherbergen, kann nur durch eine weitere Befahrung und Sichtung vor Ort sichergestellt werden. Da es natürlich zu Fehlinterpretationen kommen kann, ist es von Vorteil, während dieser Befahrung weitere Pflanzenarten aufzunehmen. Vor allem jene, die ähnliche Eigenschaften wie die gesuchten Schädlinge aufweisen. Nach einer finalen Auswertung aller Daten und den daraus resultierenden Ergebnissen kann die zuvor aufgestellte Hypothese entweder angenommen oder verworfen werden.

Natürlich wäre eine Bestätigung und somit das Auffindender gesuchten Neophyten wünschenswert. Sollte sich aber herausstellen, dass eine visuelle Interpretation bezüglich invasiver Neophyten nicht möglich ist, gilt es zu erkunden, woran das liegt. Alle relevanten Einflussfaktoren müssen hierbei beachtet und Überlegungen bezüglich realistischer Verbesserungen behandelt werden. Wurden bei der Umsetzung ähnlicher anderer Projekte zufriedenstellendere Ergebnisse erzielt, sind auch diese sowie mögliche Alternativen kurz zu nennen.

Abschließend wird mittels eines Resümees die Problematik, das Vorgehen und die erhaltenen Ergebnisse nochmals zusammengefasst und mittels eines Ausblicks mögliche Verbesserungen bei zukünftigen Projekten dieser Art genannt.

2 DATENGRUNDLAGE UND DATENINTERPRETATION

Ausgehend von CIR- und LIDAR Datensätzen soll die Möglichkeit der Ermittlung invasiver Neophyten mittels Methoden der visuellen Interpretation behandelt werden. Nun gilt es im Vorhinein abzuklären, wie diese Daten im Allgemeinen generiert werden, welche Faktoren Einfluss auf die Datenerfassung und spätere Ergebnisse haben können und wie man mittels visueller Dateninterpretation Ergebnisse erarbeiten kann. Aus diesem Grund befasst sich das folgende Kapitel mit den gängigsten Methoden der Datenerfassung auf dem Gebiet der Fernerkundung. Es werden sowohl CIR- als auch LIDAR- Aufnahmeverfahren theoretisch behandelt und anhand von Beispielen die praktische Verwendung der Daten veranschaulicht. Weiters werden alle für die spätere Analyse erhaltenen Daten anhand ihrer wichtigsten Parameter beschrieben. Im zweiten Teil dieses Kapitels wird das grundlegende Vorgehen bei der visuellen Dateninterpretation behandelt. Welche Methoden sind bekannt und könnten für die Detektion invasiver Neobiota von Vorteil sein? Außerdem werden die Werkzeuge ERDAS und ArcGIS behandelt, die eine semi- automatische bzw. automatische Dateninterpretation, Datenfilterungen und –optimierungen ermöglichen und somit positiv zu den späteren Ergebnissen beitragen können. *(Ein Großteil der Informationen in den folgenden Unterpunkten beziehen sich auf das Skriptum zur Lehrveranstaltung Umweltmonitoring mittels Fernerkundung. Technische Universität Graz von Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Dipl.-Forstwirt Mathias Schardt)*

2.1 Physikalische Grundlagen

Grundsätzlich beruhen alle Messsysteme der Fernerkundung auf dem Prinzip der elektromagnetischen Strahlung. Die Hauptenergiequelle hierfür stellt die Sonne dar, deren ausgesendete Strahlung mittels Frequenz ν und Wellenlänge λ in verschiedenen Spektralbereiche eingeteilt werden kann. Zusammengefasst ergeben diese Spektralbereiche das elektromagnetische Spektrum.

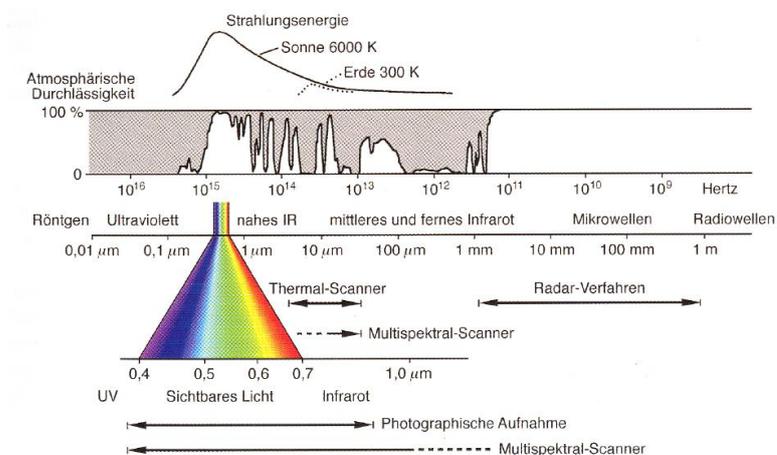


Abbildung 1: Elektromagnetisches Spektrum (Quelle Albertz 2001[1])

2.2 Reflexionsverhalten von Objekten an der Erdoberfläche

Das Reflexionsverhalten von Objekten an der Erdoberfläche ist stark variabel und hängt mit material- bzw. objektspezifischen Besonderheiten und den gegebenen Aufnahmebedingungen zusammen. Höhe und Einfallswinkel der zum Objekt entsandten Strahlung, sowie die Oberflächenbeschaffenheit und der physikalische Zustand des Objekts haben enormen Einfluss auf die Ergebnisse durchgeführter Messungen. Somit spielt neben den Materialeigenschaften und der Art des Aufnahmeverfahrens auch der Aufnahmezeitpunkt eine wesentliche Rolle.

Somit weißt theoretisch jedes zu beobachtende Objekt auf der Erdoberfläche andere Reflexionseigenschaften auf, welche sich im Verlauf der Reflexionskurve widerspiegeln und es ermöglichen, Charakteristiken abzuleiten.¹¹

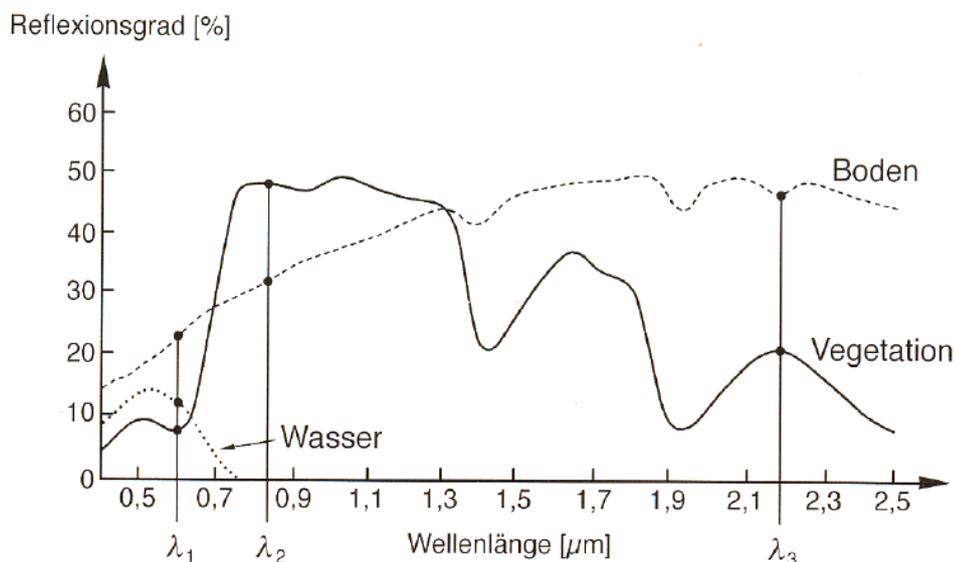


Abbildung 2: Spektrale Signaturen (Vegetation, Wasser, Boden) (Quelle: Albertz 2001[1])

Wichtig für spätere Beobachtungen sind beispielsweise die Reflexionseigenschaften der Vegetation, welche beim Übergang vom sichtbaren Licht zum nahen Infrarot einen starken Anstieg in der Reflexionskurve aufweisen. Das in Abbildung 2 dargestellte Verhalten hängt mit der stärkeren Absorption der blauen und roten Lichtanteile gegenüber der des grünen Lichts innerhalb der chlorophyllhaltigen Blattpigmente zusammen. Im Gegensatz dazu wird infrarote Strahlung innerhalb der Zellwände mehrfach gespiegelt und hochgradig reflektiert¹². Die Reflexionsverhalten der verschiedenen vegetativen Arten ändern sich saisonal charakteristisch. Die wiederkehrende Veränderung des Reflexionsverhaltens wird als Phänologie bezeichnet.

¹¹ Kronberg, P. (1985)

¹² nach Albertz 2001

Neben phänologischen Abhängigkeiten können Veränderungen der Reflexionseigenschaften eines Baums beispielweise auch Hinweise über dessen Gesundheitszustand geben.

Oberflächenrauigkeit, Wasser- und Eisengehalt des Bodens sowie vegetative Bedeckungen spielen bei der spektralen Signatur von Gesteinen und offenen Böden eine große Rolle und können sich gegenseitig überlagern. Ein Beispiel wäre der Vergleich eines Wüstenausschnitts mit dem eines frisch bearbeiteten Ackers nach starkem Regen. Vor allem bei Wasser herrschen kompliziert zu erfassende Reflexionseigenschaften. Einstrahlungsverhältnisse, Tiefe, Gewässersohle und Schwebstoffe im Wasser spielen hier eine große Rolle. Rückstrahlungen finden fast ausschließlich im Bereich des sichtbaren Lichts statt und haben laut Abbildung 1 ihr Maximum im blauen Bereich zwischen 0,42 µm und 0,49 µm.

2.3 Differenzierung von Sensorsystemen

Mit Hilfe von eigens entwickelten Sensorsystemen für Satelliten und Flugzeuge können in kurzen Zeitabständen große Flächen der Erde erkundet werden. Informationen über terrestrische Gegebenheiten werden mittels elektromagnetischer Strahlung und unter der Verwendung von aktiven oder passiven Aufnahmesystemen übermittelt.

Tabelle 1: Auflösungen gängiger Sensorsysteme

Auflösung [m]	Bezeichnung	Maßstab	FE-Sensor
0,1 - 0,5	extrem hoch auflösend	1:500 – 1:5.000	Flugzeugscanner, HRSC, ADS40, DMC; RMK
0,5 – 1,0	sehr hoch auflösend	1:5.000 – 1:10.000	Satellitensensoren: Quickbird pan, Ikonos pan
1 – 4	hoch auflösend	1:10.000 – 1:15.000	Sat.: Quickbird ms, Ikonos Flugz.: Daedalus
4 – 12	mittel auflösend	1:15.000 – 1:25.000	Sat.: IRS pan, SPOT5
12 – 50	gering auflösend	1:25.000 – 1:100.000	Sat.: Landsat ETM, IRS LISS, MODIS, Aster
50 – 250	sehr gering auflösend	1:100.000 – 1:500.000	Sat.: Landsat MSS, IRS WIFS
> 250	extrem gering auflösend	< 1:500.000	Sat.: NOAA, Meteosat

Aktive Systeme bestehen aus einem Sender und einem Empfänger. Das bedeutet, dass der aufzuzeichnende Sender auch gleichzeitig die Strahlung aussendet. Beispiele hierfür wären Synthetic Aperture Radar (SAR) oder Scanning Multichannel Microwave Radiometer (SMMR)

und Light detection and ranging (LIDAR). Passive Sensoren machen sich das Strahlungsverhalten von Sonne und Erde zu nutzen. Sie können Strahleninformationen im sichtbaren elektromagnetischen Spektrums, sowie Emissionen im Thermalbereich, im Nahen- und Mittleren- Infrarot empfangen, zeichnen diese auf und übermitteln sie zur Weiterverarbeitung. Im Gegensatz zu aktiven Systemen, haben passive Sensoren den Nachteil, dass sie ab einer gewissen Einsatzhöhe stark wetterabhängig sind.¹³

2.4 Colored Infrared Bilddaten

Bei Color Infrared (CIR) Bildern handelt es sich um Falschfarbbilder, die von beobachteten Objekten reflektierte elektromagnetische Wellen in drei Kanälen aufnehmen:

- Nahes Infrarot
- Rot
- Grün

Wie bereits zuvor beschrieben absorbieren bzw. reflektieren verschiedene Bereiche der Erdoberfläche und deren Landbedeckung elektromagnetische Strahlung unterschiedlich. So ist es mittels eines CIR- Falschfarbenbilds möglich, Informationen über das Alter von Pflanzen wie beispielsweise Gras, Blätter oder Sträucher abzuleiten. Nahes Infrarotstrahlen wird von Zellen, je nach ihrem Alter, mehr oder weniger gut reflektiert. Junge Pflanzen haben sehr gute Rückstrahleigenschaften, da ihre Zellen auf Grund des hohen Flüssigkeitsgehalts eine glatte Oberfläche aufweisen. Ältere Bestände hingegen haben meist eine rauere Oberfläche und sind somit nicht in der Lage die gesamte NIR- Strahlung zu reflektieren. Somit kann auf Grund der Helligkeit der Rotfärbung von CIR- Bilder auf das Alter von beispielsweise Bäumen in einem Aufnahmegebiet geschlossen werden. Erfasste Absorptions-, Transmissions- und Reflexionseigenschaften bieten die Möglichkeit der Differenzierung zwischen Baumarten, Feucht- und Trockengebieten oder Bebauungen.¹⁴

¹³ Lillesand, T.M. & Kiefer, R.W. 1999

¹⁴ Zumsprekel, H. & Prinz, T. 1999

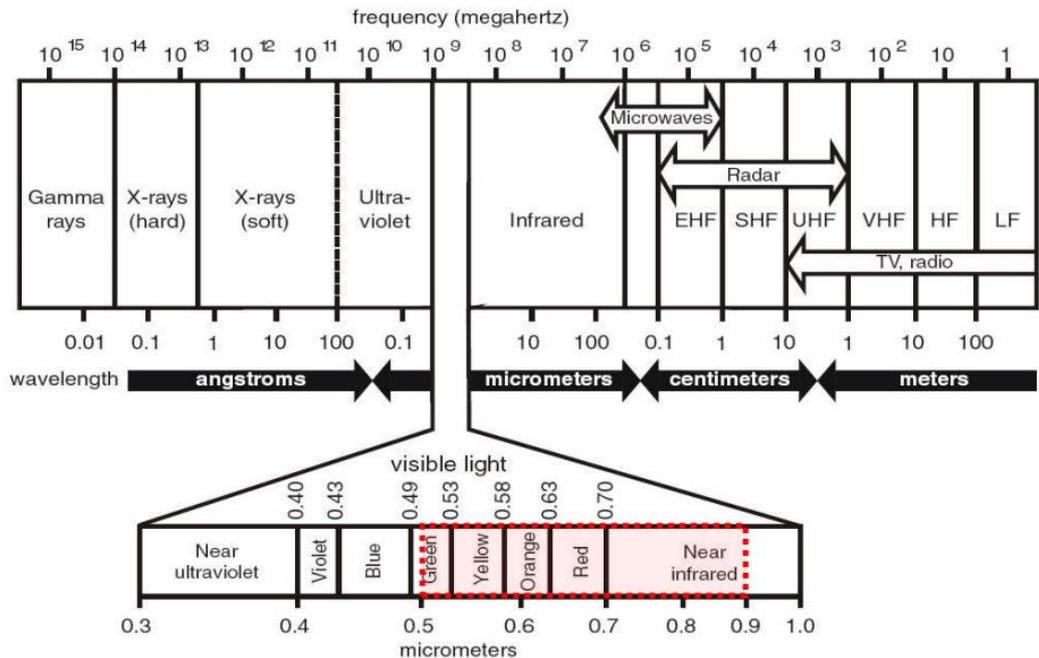


Abbildung 3: Aufnahmebereich CIR (nach Using Color Infrared (CIR) Imagery, North Carolina Geographic Information Coordinating Council, Juli 2011)

Bei der Aufnahme von CIR- Bildern wird elektromagnetische Strahlung im Bereich zwischen $0,5 \mu\text{m}$ und $0,9 \mu\text{m}$ festgehalten. Somit wird sowohl ein Teil des für den Menschen sichtbaren Lichts ($0,4 \mu\text{m} - 0,7 \mu\text{m}$) als auch des Nahen Infrarots ($0,7 \mu\text{m} - 1 \mu\text{m}$) abgebildet (Abb. 4).

Wie bei allen Luftbildern, ist es auch bei der Auswertung von CIR- Luftbildern möglich auf Grund verschiedenster Merkmale wie Farben, Schatten, Textur, Größe, Form, Lage oder Zusammengehörigkeit von Objekten im Bild Rückschlüsse auf die Objekteigenschaften zu treffen. Bei der Auswertung von CIR- Luftbildern werden sowohl diese Objekteigenschaften, als auch der Aufnahmezeitpunkt der Bilder (Jahreszeit, Wetter, lokale Gegebenheiten) sowie Farbschlüssel mit einbezogen. Flächen, die in einem leuchtenden Rot erscheinen, beinhalten eine dichte, gut wachsende Vegetation, welche eine große Menge an Chlorophyll erzeugt. Hellrote und pinke Fläche können Indikatoren dafür sein, dass die beobachtete Vegetation in diesem Gebiet weniger Chlorophyll oder Wasser enthält, wie es zum Beispiel bei Getreidefeldern kurz vor der Ernte der Fall ist. Im CIR- Bild vorkommende weiße, blaue oder grüne Flächen, sind Beobachtungsgebiete mit sehr schlechtem Rückstrahlverhalten.¹⁵ Dazu zählen Gebäude und Betonbauten, Erdreich oder kranke Vegetation. Verkehrswege aus Asphalt und Wasser absorbieren das meiste Licht und erscheinen im CIR- Luftbild in den Farben Dunkelblau und Schwarz.¹⁶

¹⁵ North Carolina Geographic Information Coordinating Council July 2011

¹⁶ Kraus, K. & Schneider, W. 1988

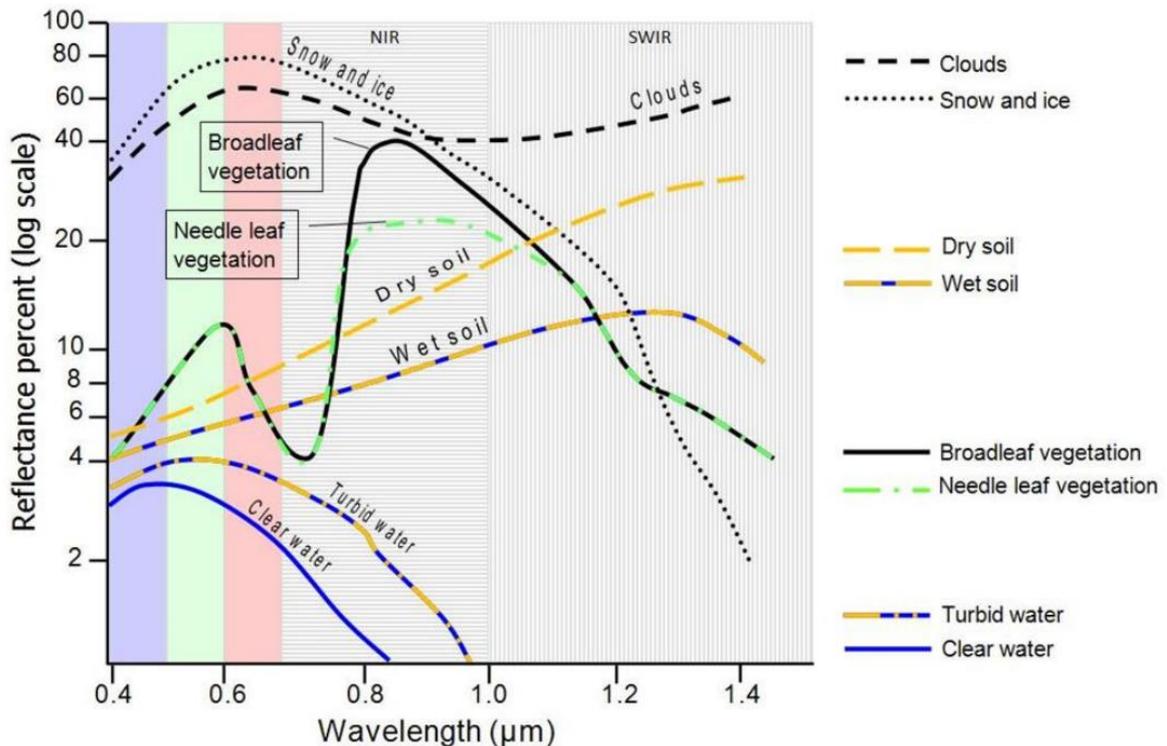


Abbildung 4: Reflexionseigenschaften kombinierter Oberflächenbedeckungen (Arnoff, 2005)

Abbildung 5 unterstützt nochmals grafisch das Verständnis für Reflexionseigenschaften unterschiedlicher Oberflächenkombinationen. Betrachtet man den Bereich zwischen 0,5 µm und 0,9 µm können im Absatz zuvor getroffene Aussagen bestätigt werden.

Somit eignen sich CIR- Falschfarbbilder hervorragend zur Untersuchung von Vegetationseigenschaften wie Differenzierung von Pflanzenarten, Erfassung von Pflanzenschäden, sowie der Unterscheidung vegetativer und nicht-vegetativer Gebiete.

2.5 LIDAR- Daten

LIDAR (= Light Detection and Ranging) gehört zu den aktiven Aufnahmesystemen und unterscheidet sich von seinem nahen Verwandten RADAR (= Radio Detection and Ranging) vor allem durch die Wellenlänge des ausgesendeten Laserstrahls. Kann diese beim RADAR mehrere Zentimeter betragen, liegt sie beim LIDAR für terrestrische- im Bereich von einem Mikrometer, bei ozeanographischen Anwendungen bei etwa fünf Mikrometern. Wie beim RADAR basiert auch hier das angewandte Messprinzip auf der gezielten Emission von elektromagnetischen Strahlen und der Auswertung der rückgestreuten Wellen. Eines der bekanntesten Einsatzgebiete für LIDAR ist die Generierung von hochaufgelösten Waldmodellen. Von einem Laser werden einzelne Pulse in Richtung Erdoberfläche gesendet. Die Position des Sensors wird durch Messungen mit Inertialsystemen und durch die Verwendung eines DGPS (Differential Global

Positioning System) Empfängers bestimmt. Durch Laufzeitmessungen können reflektierende Objekte und die Darstellung einzelner Gebiete im Zentimeterbereich gewährleistet werden.

Somit bieten diese Messungen eine optimale Datengrundlage für das Generieren von Höhenmodellen, welche neben der Forstwirtschaft auch für Aufgaben im Bereich Städteplanung oder dem Monitoring von Gefahrengebieten genutzt werden können. Zudem passiert das vom Sensor emittierte Licht während der Messung Gase und kleinste Partikel. Diese wiederum verursachen Abweichungen im rückgeführten Signal und eröffnen die Möglichkeit aus diesem Streuverhalten atmosphärische Gegebenheiten wie Temperatur, Druck oder Dichte, aber auch mikrophysikalische Eigenschaften wie Ozon oder Wasserdampfgehalt abzuleiten.¹⁷Aus rohen LIDAR- Daten lassen sich, wie bereits erwähnt, Höhenmodellen und in Folge derer, Modelle wie das NDSM (Normalized Digital Surface Modell) ableiten. Mit Hilfe dieses Modells wurde versucht, die Detektion möglicher invasiver Neophyten zu erleichtern. Bevor es mit der Datenauswertung und Datenverarbeitung weitergeht, werden die Eigenschaften des NDSM kurz genauer erläutert. Das digitale Geländemodell (DGM, engl Digital Terrain Model, DTM) beschreibt die Geländeoberfläche ohne Kunstbauten und Vegetation.¹⁸Abgeleitet aus Verfahren des Airborn Laser Scannings werden jene Punkte zur Generierung von Dreiecksnetzen oder Gittern verwendet, welche höhere Laufzeiten als ihre Nachbarpunkte aufweisen. Dieses Modell wird somit aus „Bodenpunkten generiert. Das Digitale Oberflächenmodell (DOM, engl. Digital Surface Model) beschreibt die Gesamtheit der Erdoberfläche. Es enthält Informationen aller detektierten Objekte, wie Bebauungen, Bewuchs, Gewässer oder Straßen.

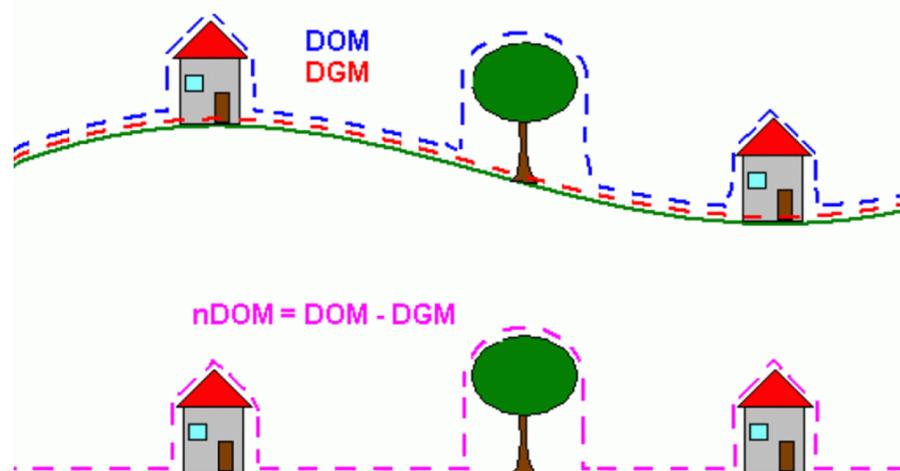


Abbildung 5: Vergleiche von Höhenmodellen – BQ_1

¹⁷ Jähne, B. 1991

¹⁸ Ackermann, F. 1999

2.6 Datengrundlagen für folgende Auswertungen

Bei der Auswahl des geeigneten Bildmaterials spielen verschiedene Faktoren eine Rolle. Je nach geometrische Auflösung ändert sich auch der Maßstab der betrachteten Bildausschnitts (Tab. 1). Um die Detektion einzelner oder einer kleinen Gruppe von Neophyten zu ermöglichen, ist eine sehr hohe Bodenauflösung nötig. Abbildung 6 zeigt anhand des Geländeausschnitts von 80 x 60 cm eines Orthofotos, welche Auswirkung die Minderung der Bodenauflösung für eine rein visuelle Dateninterpretation haben kann. Beträgt diese 0,1 Meter, sind die Strukturen einzelner Bäume noch gut zu erkennen und es können klare Abgrenzungen getroffen werden.



Abbildung 6: Minderung der visuellen Interpretationsmöglichkeiten durch verschlechterte Bodenauflösung

Mit der entsprechenden Übung wäre es hier gegebenenfalls möglich, sogar die Baumarten voneinander zu differenzieren. Nach der ersten Minderung auf einen Wert von 0,29 Meter ist dies nicht mehr der Fall. Es lassen sich zwar noch Baumgruppen und deren Abgrenzung zueinander erkennen, aber keine Einzelbäume und auch keine Baumarten. Wird die Bodenauflösung auf 0,4 gesenkt, leiden die Interpretationsmöglichkeiten darunter. Die Grenzen zwischen den Baumgruppen verschwimmen und nur noch größere Objekte wie Autos oder Gebäude sind klar interpretierbar.

Neben der geometrischen Auflösung spielt auch der Aufnahmezeitpunkt eine wesentliche Rolle. Bei der Klassifizierung von Laubbaumarten wie der Robinie wäre beispielsweise eine Aufnahme in der Blütezeit wünschenswert, da sich die Art in diesem Stadium am stärksten von anderen Arten

zu unterscheidet. Unterstützend dazu bieten Zusatzinformationen wie Geländemodelle oder Höhenprofile eine große Hilfe.

Beachtet man die genannten Parameter, wären für eine optimierte visuelle Auswertung von Neophyten unter der Verwendung von CIR- Bildern folgende Eigenschaften des Bildmaterials erstrebenswert:

Tabelle 2: Wünschenswerte Datengrundlage für eine optimierte Auswertung

Datengrundlage zur optimierten Interpretation	Maßstab zur visuellen	Boden Auflösung (m)	Zeitliche Auflösung	Aufnahmegebiet
Orthofotos CIR- Bilder	1:500	0,1	Blütezeit der Neophyten	Befallene Gebiete

Die tatsächlich verwendeten Daten, welche vom Joanneum Research zur Verfügung gestellt wurden, weisen jedoch weniger optimale Eigenschaften auf. Es handelt sich um zwei CIR-Datensätze die in den Jahren 2009 und 2012 erfasst wurden. Die Bilder des Datensatzes 2009 wurden am 14. Juni und 14 Juli 2009 und die Bilder des Datensatzes 2012 am 19. Juni und 19. Juli 2012 aufgenommen und liegen jeweils mit einer Bodenauflösung von 0,5 Meter vor. Unter der Annahme, dass man die visuellen Auswertungen dieser Daten auf die Robinie konzentriert, fallen die Aufnahmezeitpunkte auf mehr als ein Monat nach der Blütezeit des Neophyten. Die Robinie steht etwa in den ersten beiden Maiwochen in voller, weißer Blüte und lässt sich dann auch gut von umliegenden Bäumen unterscheiden.

Abbildung 8 zeigt, grün markiert, eine Robinie nebst dem Ufer des Tillmitsch- Teichs im Anzeigemaßstab 1:500 und mit einer Auflösung von 0,5 Metern pro Pixel. Bei einem darunterliegenden Maßstab, wie etwa 1:250, wäre das Erkennen einzelner Strukturen nur sehr eingeschränkt möglich. Bei dem Baum rechts davon handelt es sich um eine Esche. Rein visuell sind keine markanten Unterschiede in der Struktur oder der Farbe festzustellen. Dies kann ein erstes Indiz dafür sein, dass sich die späteren visuellen Dateninterpretationen als äußerst schwierig gestalten könnten.

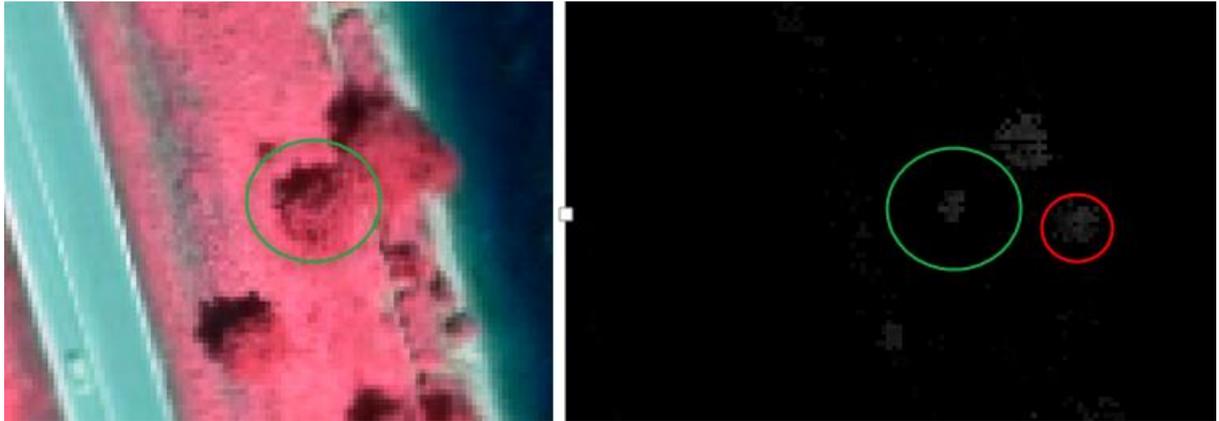


Abbildung 7: Robinie am Seeufer Tillmitsch- Teichs im Maßstab 1:500 (Vergleich CIR- und NDSM- Datensatz)

Unterstützend zu den CIR- Bildern wurden LIDAR- Daten, erfasst im Juni 2009, in der Form eines NDSMs bereitgestellt. Der Ausschnitt des NDSM zeigt wiederum die Robinie, grün markiert, abgegrenzt von den anderen Bäumen. Zudem, rot markiert, wurde einer der Nachbarbäume, zwischenzeitlich gefällt. Im NDSM kann man diesen klar erkennen, im CIR- Bild aber nicht. Somit scheinen die vorhandenen Daten nicht konsistent übereinzustimmen. Positiv zu erwähnen ist, dass die Daten für die gesamte Steiermark vorliegen und somit möglicherweise befallene Gebiete enthalten sind.

Zusammengefasst ergibt sich folgende Ausgangslage, bezogen auf die vorliegenden Daten, für visuelle Interpretationen:

Tabelle 3: Vorliegende Daten

Datengrundlage zur visuelle Interpretation	Maßstab	Boden Auflösung (m)	Zeitliche Auflösung	Aufnahmegebiet
CIR- Bilder	1:500 (variabel)	0,5	Nach der Blütezeit der Neophyten	Möglicherweise befallene Gebiete
NDSM- Datensatz	1:500 (variabel)	0,5	Inkonsistent mit CIR Daten	Möglicherweise befallene Gebiete

Nach einer ersten Einschätzung könnte es auf Grund der Datenqualität zu Problemen bei der visuellen Detektion von Neophyten kommen. Welche Möglichkeiten für eine solche visuelle Auswertung bestehen, werden im Folgekapitel beschrieben.

2.7 Visuelle Dateninterpretation

Fernerkundungsdaten, wie beispielsweise Satellitenbilder, können im Großen und Ganzen auf zwei verschiedene Arten ausgewertet werden. Visuell, von einem erfahrenen Interpreten, wobei hier die Klassifizierung vom menschlichen Sachverstand, der Ortskenntnis, Motivation und Erfahrung des Interpreten, sowie der Qualität der Aufzeichnungen abhängig ist. Die zweite Möglichkeit ist

die maschinelle Auswertung, sprich eine computergestützte Klassifizierung unter Verwendung komplexer Rechenalgorithmen. Im Zuge dieser Arbeit sollen vor allem die Möglichkeiten zur rein visuellen Dateninterpretation aufgezeigt und gegebenenfalls Alternativen verwendet werden.

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte (Zitat P. J. Reuter). So ist es einem erfahrenen Interpreten möglich, anhand von Bildmerkmalen auf verschiedene Klassen und Objekte im Fernerkundungsbild schließen. Unterschiedliche Signaturen und Texturen fallen meist als erstes auf. Grauwerte und Farben können Hinweise auf die Objektart geben – so ist ein Waldpixel in einem Infrarotbild (Abbildung Tillmitsch teich) dunkler als ein Wiesenpixel.

Texturen geben keinen Aufschluss mehr über einzelne Pixel, helfen aber verschiedene Flächen zu differenzieren. Sie können fleckig, streifig oder körnig sein und müssen, um durch Filteralgorithmen erfasst werden zu können, vor der visuellen Interpretation genau definiert werden. Die Wiese rund um die Robinie in Abbildung 7 wirkt viel glatter als der Neophyt. Form, Größe und räumlicher Zusammenhang von Objekten, sind weitere Faktoren, die bei einer Klassifizierung eine große Rolle spielen. Größe und Form sollten immer in Zusammenhang mit dem Bildmaßstab gesehen werden. Relative Größe, Form und räumliche Lage der Objekte zueinander können zusätzliche Informationen liefern. Eine Gruppe von Laubbäumen, die sichtlich abgegrenzt von der restlichen Bewaldung steht, kann Hinweis für eine Lichtbaumart wie die Robinie sein.

Die Interpretation erleichtert sich ungemein, wenn der Interpret Objektkenntnisse besitzt, bzw. die Möglichkeit besteht, auf Zusatzinformationen zurückzugreifen. Diese Zusatzinformationen können beispielsweise durch identifizieren von Trainingsgebieten vor der eigentlichen Auswertung gewonnen werden. Kombiniert man diese mit der Lageinformation von Objekten, wie etwa flussbegleitender Vegetation, können möglicherweise Wuchsgebiete der Goldrute leichter identifiziert werden. Anhand dieser Beispiele ist die visuelle Interpretation ein äußerst komplexer Prozess, der grob in zwei Stufen unterteilt werden kann: Das Erkennen von Objekten und die eigentliche Interpretation. Wie bereits erwähnt, hängt der erste Schritt, das Erkennen, entscheidend von den bisherigen Erfahrungen in der Bildinterpretation und der visuellen Wahrnehmung ab. Für die eigentliche Interpretation, aufgrund welcher Zusatzinformationen auf bestehende Situationen getroffen werden kann, benötigt die beschriebenen fachspezifischen Erkenntnisse und Erfahrungen. Die beiden Schritte Erkennen und Interpretieren laufen nicht "mechanisch" nacheinander ab, sondern in einem Iterationsprozess, also in Schleifen und bedingen sich gegenseitig.¹⁹

¹⁹ Albertz, J. 2001

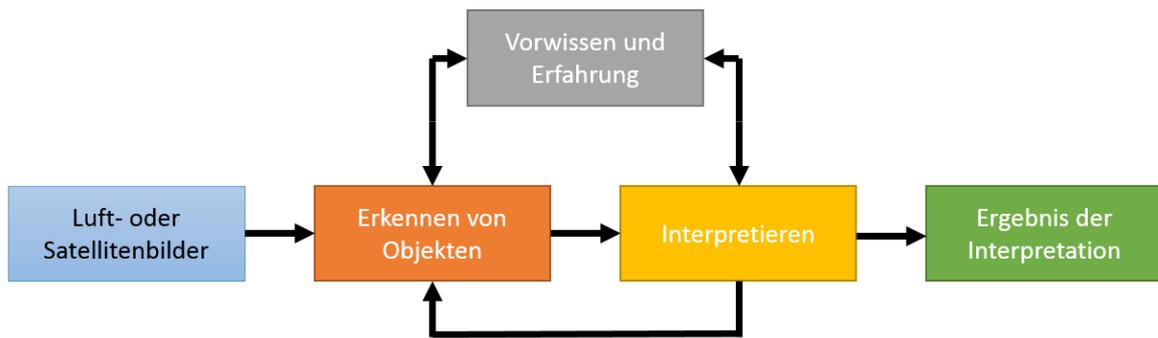


Abbildung 8: Schematische Darstellung des Interpretationsprozesses. (nach Albertz 2007)

Gemäß Abbildung 9 ergibt sich für die visuelle Bildinterpretation, bezogen auf die mögliche Detektion von invasiven Neophyten, folgender Arbeitsablauf:

- Datenbeschaffung – Die Daten für die visuelle Interpretation liegen in Form von CIR-Luftbildern und LIDAR- Datensätzen vor.
- Sichtung der Daten und vorläufige Dateninterpretation – Es müssen Gebiete bestimmt werden, in denen möglicherweise ein Bewuchs durch invasive Neophyten besteht. Welche Gebiete und Neophyten das sind, werden anhand von Expertenmeinungen identifiziert.
- Vorerkundung der ausgewählten Gebiete – Die Standorte der Neophyten müssen während einer ersten Begehung ermittelt werden. Diese dienen bei der späteren Interpretation als Referenzflächen.
- Detailinterpretation – Als Kern der Arbeit, werden auf Basis der Referenzflächen, die vorliegenden Daten auf das Auftreten weiterer Neophyten untersucht. Mittels der zuvor erhaltenen Referenzflächen sollen diese Bestimmungen durchgeführt und dokumentiert werden. Verdachtsflächen werden geschaffen.
- Erkundung der Verdachtsflächen und Feldvergleich – Die generierten Interpretationsergebnisse müssen auf ihre Richtigkeit kontrolliert werden. Dieser Schritt gibt Auskunft darüber, ob die visuelle Dateninterpretation bezogen auf den Bewuchs durch Neophyten erfolgreich war.
- Darstellung der Ergebnisse – Die aus dem letzten Schritt erhaltenen Ergebnisse werden anhand von Kartierungen und numerischen Auflistungen dargestellt.²⁰

²⁰ Albertz, J. 2001

2.8 Automatisierte Dateninterpretation und Klassifikationsverfahren

Nach einer ersten Sichtung der Daten und dem Wissen und deren Beschaffenheit können bei einer folgenden, rein visuellen Bildinterpretation möglicherweise Probleme auftreten. Unterstützend könnten automatisierte Verfahren, wie das Pixel- und das Objektorientierte Klassifikationsverfahren, herangezogen werden. Die Unterschiede und Gemeinsamkeiten sowie Softwarepakete, die mit diesen Ansätzen arbeiten, werden in diesem Kapitel kurz zusammengefasst.

Ob eine Klassifizierung vorliegender Daten mit der pixelorientierten oder der objektorientierten Methode durchgeführt wird, ist stark von deren Auflösung abhängig. Können auf Grund der geometrischen Auflösung keine Einzelobjekte mehr erkannt werden, ist es sinnvoll, den pixelorientierten Ansatz zu wählen. Unabhängig der sie umgebenden Bildpunkte werden die einzelnen Pixel gemäß ihren Grauwerten thematischen Klassen zugewiesen.

Anders als bei der pixelorientierten Methoden werden bei der objektorientierten Methode mehrere Pixel zu einem Objekt zusammengefasst. Die einzelnen Objekte repräsentieren im Weiteren semantische Klassen wie Häuser, Waldflächen, Straßen oder Seen. Es ist zu beachten, dass eine vordefinierte Mindestgröße von Objekten nicht unterschritten werden darf, da dieser Ansatz sonst zu sinnlosen Ergebnissen führen kann. Angesichts der Vorteile der objektbasierten Variante kommt diese vermehrt zum Einsatz.

Mit einer vorliegenden Bodenauflösung von 0,5 Metern und unter der Vermutung, dass die Neophyten als Einzelobjekte oder in einer Gruppe teils eindeutig und teils kaum erkennbar sind, würden sich die CIR- Bilder sowohl für die pixelorientierte- als auch die objektorientierte Klassifizierung eignen. Ob und welches dieser Verfahren zum Einsatz kommt, zeigt sich erst bei der späteren Auswertung der Daten. Dahingehende Umsetzungen können mittels bekannter Softwarelösungen bereitgestellt werden. Die beiden bekanntesten, die auch bei der Datenvorprozessierung Anwendung fanden, sind ERDAS und ArcGIS.

ERDAS IMAGINE ist ein Software-Werkzeug zur geostatistische und geoanalytische Auswertung von Fernerkundungs-Daten im Rasterformat, also im Speziellen von Grafiken und Fotos. Vor allem bei der Aufbereitung von digitalen Fernerkundungsdaten für GIS- oder CAD- Systeme findet Erdas vermehrt Anwendung. Unter anderem können vorliegende Daten mit Geocodierung versehen werden. Auch als Geo- Referenzierung bekannt, wird das Bildmaterial zuerst entzerrt und im Anschluss mit geographischen Koordinaten versehen. Des Weiteren verfügt das

Programm über verschiedenste Filter zur Kontraststreckung und kann Klassifizierungen und Farbcodierungen vornehmen.²¹

Vergleicht man die Fähigkeiten der beiden Tools, ist ersichtlich, dass ARCGis, auf Grund der Möglichkeiten zusätzlicher Anbindungen, Erdas in gewissen Fällen überlegen ist. Nichtsdestotrotz ist Erdas für die vorgesehenen Datenanalysen ausreichend. Im Grunde unterscheiden sich die beiden Programme in einem Punkt: ARCGis wird, wie der Name schon verrät, zur GIS- Analyse, Erdas zur Bildanalyse herangezogen. Bei der Auswertung der vorhandenen Daten werden beide Werkzeuge hilfreich sein.

2.9 Arbeitsablauf und erste Erkenntnisse

Bezugnehmend auf den definierten Arbeitsablauf der visuellen Bildinterpretation ist der erste Teil, die Beschaffung der Daten, abgeschlossen. Als nächsten Schritt gilt es, jene Neophyten zu identifizieren, die in der Steiermark als invasiv gelten und Informationen über deren Wachstumsgebiete einzuholen. Diese Informationen sollen mittels Expertenmeinungen bereitgestellt werden und als Grundlage für die nächsten Arbeitsschritte gelten.

²¹ Erdas Field Guide

3 INVASIVE NEOPHYTEN IN DER STEIERMARK

Um jene Neophyten die in Österreich und vor allem der Steiermark als invasiv gelten auszumachen, mussten Gespräche mit den entsprechenden Stellen geführt und Expertenmeinungen eingeholt werden. Anhand dieser Informationen sollte es dann möglich sein, die Arten und deren Wachstumsgebiete einzugrenzen und eine Planung für die erste Sichtung der Vergleichsgebiete vorzunehmen. Die Ergebnisse der Befragungen finden sich im folgenden Kapitel.

3.1 Auswahl der gefährlichsten invasiven Neophyten

Im ersten Schritt wurde Frau Dr. Krapf, Abteilung 13 Naturschutz des Landes Steiermark, zu den ihrer Meinung gefährlichsten, invasiven Aliens befragt, um eine vorläufige Einschränkung der zu ermittelnden Schädlinge treffen zu können. Aus dem Gespräch ging hervor, dass im Verlauf der Analyse drei verschiedene Arten von Neophyten berücksichtigt werden sollen:

- Weit verbreitet Arten, die in naturnahen Vegetationstypen etabliert sind – zu ihnen zählen die Robinie, das Drüsige Springkraut und die Goldrute,
- Arten die gesundheitliche Probleme verursachen – wie der Riesen- Bärenklau,
- und Arten, die sich rasch ausbreiten und einem weiteren Personenkreis bekannt sind – zu ihnen zählen der Götterbaum und der Japanische Staudenknöterich.

Die folgende Artenbeschreibung betrachtet verschiedenste Gesichtspunkte, wie die ursprüngliche Verbreitung, der zeitliche und räumliche Verlauf der Expansion, die Ausbreitung und Lebensräume in Österreich sowie Naturschutzprobleme und Bekämpfungsmöglichkeiten. Anhand dieser Informationen sollen zum einen die Wachstumsgebiete der Pflanzen bestimmt werden, die für die Befahrung der Vergleichsflächen notwendig sind und zum anderen ein Mehrwert für die Erkennung und Bekämpfung der Neophyten geschaffen werden. (Ein Großteil der Informationen in den folgenden Unterpunkten beziehen sich auf den Bericht NEOBIOTA IN ÖSTERREICH von Franz Essl und Wolfgang Rabitsch für das Umweltbundesamt und den Umwelt Dachverband, Wien 2002)

3.1.1 Götterbaum

Der Götterbaum – *Ailanthus altissima* – auch Stinkesche oder Himmelsbaum genannt, ist ein Laubbaum und gehört zur Familie der Bittereschengewächse.

Erscheinungsbild:

Ailanthus altissima kann eine Höhe von 18 bis 25 Metern erreichen und weist eine buschige, halbbaumartige Wuchsform auf. Der meist mehrstämmig wachsende Neophyt hat einen glatten Stamm, mit einer graubraun bis schwarzbraun gestreiften Rinde, welche oft weißliche Längsrisse aufweist. Seine Blätter sind unpaarig gefiedert, 30-60 Zentimeter lang und 15-25 Zentimeter breit und weisen an ihrer Oberseite eine dunkelgrüne und an der Unterseite eine blaugrüne Färbung auf. Zudem sind sie an der Unterseite leicht behaart. Treiben die Blätter später im Jahr aus, haben sie eine auffällig rote Färbung, welche sie bis zum Laubfall beibehalten. Auffällig ist der unangenehme Duft, den die Blüten des Götterbaums, während ihrer Blütezeit zwischen Juni und Juli, verbreiten. Sie sind grünlich gefärbt und hängen in 10-25 Zentimeter langen Rispen von den Ästen. Da sich der Götterbaum unter anderem mit Hilfe des Windes ausbreitet, bildet sich beim ihm als Frucht eine Nuss mit pergamentartigen Flügeln. Diese Samen sind hellbraun bis rot gefärbt und verbleiben oft bis zum Winter am Baum. Bereits im zweiten Jahr trägt der Götterbaum Früchte und zeigt zudem einen starken Stockausschlag und Wurzelbrut. Hervorzuheben wäre zudem die Polygamie des Gewächses, was bedeutet, dass er sowohl männliche, weibliche, als auch zwittrige Blüten hat.



Abbildung 9: Bild Links: Die auffällige Rinde des Götterbaums – weiß gefleckt BQ_2 / Bild Mitte: Der Götterbaum in der Blüte – die Blüten sind grünlich gefärbt und hängen in 10-25 Zentimeter langen Rispen

Wuchsbedingungen:

Auf wechselfeuchten Böden ist der Götterbaum eine sehr konkurrenzfähige Pflanze. Abgesehen davon, dass er zum guten Wuchs viel Licht benötigt, zeigt er eine hohe Resistenz gegen Salz sowie Trockenheit und toleriert den von Luftverunreinigungen ausgehenden Stress besser als andere in Städten angesiedelte Bäume. So hat er vor allem in wärmeren und städtischen Gebieten ein hohes Ausbreitungspotential. Selten findet man ihn in kühleren Regionen, da er anfällig auf Winterfröste reagiert.

Einbringungswege:

Seine Ursprünge hat der Götterbaum in China und im südlichen Korea. Da seine Blätter zur Fütterung von Seidenspinnern verwendet wurden, führte man den Baum im 18. Jahrhundert in Europa ein. Ausgehend von Wien wurden Versuche gestartet, den Seidenspinner in Europa als Nutztier zu etablieren. Heutzutage wird die Pflanze vor allem zur Honiggewinnung verwendet. Seine Fernausbreitung wird durch seine für die Windausbreitung hervorragend geschaffenen Früchte unterstützt.

Gefahrenpotential:

Der Bitterstoff Quassin, welcher bei Säugetieren die Herzfrequenz senken und zu Lähmungserscheinungen führen kann, macht den Götterbaum zu einem unangenehmen Zeitgenossen, da seine Samen und Rinde giftig sind. Zudem hat sein Saft eine hautreizende Wirkung und kann gegebenenfalls Allergien auslösen. Quassin findet sich heutzutage vor allem im biologischen Landbau und wird als pflanzliches Insektizid verwendet.



Abbildung 10: Bild Links: Der Götterbaum lässt sich nicht aufhalten. hier wächst er aus einem Gullischacht. BQ_5 / Bild Mitte: Das Riegeln ist eine Methode den Götterbaum zu bekämpfen. Die Rinde wird großflächig beschädigt, was den Saftstrom unterbricht und den Alien im besten Fall beseitigt. BQ_6 / Bild Recht: Werden Götterbäume gefällt, ohne das im Vorjahr eine Riegelung durchgeführt wurde, können die Wurzeln wieder austreiben. Hier hilft dann auch Kahlschlag nicht. BQ_7

Bekämpfungsmaßnahmen:

Auf Grund seines starken Stockaustriebes ist der Götterbaum nur sehr schwer zu bekämpfen. Eine Maßnahme wäre die Riegelung, bei welcher dem Baum ein breites Band Rinde entfernt wird. Da durch die Riegelung der Saftstrom unterbrochen wurde, was den Organismus schwächt und zu einem langsamen Absterben führt, kann der Baum im darauffolgenden Sommer gefällt werden. Fällt man den Baum, ohne im Vorhinein eine Riegelung durchzuführen, ist ein starker Austrieb der Wurzeläusläufer zu beobachten. Bei Kahlschlag größerer Gebiete, empfiehlt es sich diese durch Umzäunung zu markieren und, auf Grund des starken Austriebs, in den Folgejahren

weiterhin zu pflegen. Bis sich heimische Arten in solchen Gebieten wieder etablieren, vergehen oft mehrere Jahre.²²

3.1.2 Robinie

Die Robinie – *Robinia pseudoacacia* – auch Falsche Akazie oder Silberregen genannt, ist ein immergrüner Laubbaum und gehört zur Familie der Hülsenfrüchtl.

Erscheinungsbild:

Im Freiland erreicht die Robinie eine Wuchshöhe von 12 bis 20 und im geschlossenen Bestand etwa 20 bis 30 Meter. Die Begrünung der rundlichen bis locker schirmartigen Krone erfolgt erst sehr spät im Frühjahr, mit wechselständigen, unpaarig gefiederten Laubblättern. Diese haben eine Länge zwischen 15 und 30 Zentimetern und bestehen aus jeweils 9 bis 19 eiförmigen Einzelblättchen. Auffällig ist die häufig netzig-längsrissige und tief gefurchte, graubraun bis dunkelbraune Rinde des Baumes. Sein kurzer Stamm neigt meist zur Ausbildung einer Doppelkrone.

Zwischen Ende April und Mai steht der Neophyt in Blüte. An den jungen Zweigen finden sich hängende, traubige Blütenstände, welche vor allem durch ihren stark bergamotteartigen Duft erkennbar sind. Sie können eine Länge von 10 bis 25 Zentimeter erreichen. Da die Blüten reich an Nektar sind, werden sie von vielen Insekten aufgesucht, welche wiederum die Betäubung der Narben unterstützen.

Die Robinie trägt im Herbst rotbraune, seitlich stark abgeflachte Hülsen. Ihre pergament-ledrige Hülle beinhaltet vier bis zwölf, etwa sechs Millimeter lange Samen, welche im September ausgereift sind. Der Baum zählt zu den sogenannten Winterstehern. Das bedeutet, dass die die Samen umgebende Hülse während des Winters langsam einreist und die Früchte mitunter bis zum nächsten Frühjahr im Baum hängen bleiben.

Wuchsbedingungen:

Ihren Ursprung hat die Robinie im atlantischen Nordamerika. Man findet sie dort vorzugsweise auf nährstoffreichen Sand- und Lehmböden mit einem humiden Klima. Die Robinie hat die Eigenschaft, Waldregeneration nach Störungen wie Kahlschlägen oder Walbränden einzuleiten und das neu angesiedelte Gebiet für die nächsten 20 bis 30 Jahre zu dominieren. Da sie zum guten Wuchs viel Sonnenlicht benötigt, kann sie von stark schattenspendenden, höher wachsenden Bäumen wie dem Tulpenbaum verdrängt werden.

²² Kowarik I., Säumel I 2007; Kowarik I., Säumel I 2013

Der Neophyt verbreitet seine Samen durch Anemochorie – mit Hilfe des Windes. Die dabei zurückgelegten Distanzen betragen für gewöhnlich unter 100 Meter. Beachtung sollte der langen Keimfähigkeit der Samen geschenkt werden. Diese kann mitunter 30 Jahre betragen. Zudem ist es dem Baum möglich, sich mittel seiner Wurzelausläufer vegetativ zu vermehren. Bei Bränden oder Rodungen wird der als koloniales Wachstum bezeichnete Effekt intensiviert. Es bilden sich verstärkt Wurzelsprossen, welche zur Verdichtung des bereits bestehenden Bestands führen. Andere Arten können dadurch verdrängt werden und es können Verwilderung auftreten.



Abbildung 11: Bild Links: In jungen Jahren ist die Robinie zum Schutz mit Dornen überseht. Hier die Rinde eines älteren Exemplars. BQ_8 / Bild Mitte: Die rotbraune, seitlich stark abgeflachte Hülsen der Robinie. Diese trägt sie im Herbst und sie enthalten im Schnitt 4- 12 Samen welche im Winter durch Risse in der Hülse zu Boden fallen. BQ_9 / Bild Rechts: Die weißen, traubigen Blütenstände hängen an den Zweigen der Robinien herab und ermöglichen es, den Baum schon aus der Ferne auszumachen. BQ_10

Einbringungswege:

Anfang des 17. Jahrhunderts wurde die Pflanze aufgrund ihrer attraktiven Blütenstände und der gefiederten Blätter nach Europa eingeführt. Zuerst als exotisches Ziergehölz in Parks angepflanzt, begann man im 18. Jahrhundert damit, die Robinie in der geregelten Forstwirtschaft, auf armen Standorten zu etablieren. Da sie nur geringe Anforderungen an den Boden stellt, wurde sie als geeigneter Baum zu Wiederaufforstung, von durch Übernutzung zerstörten Wäldern, angesehen. Zudem sollten mit ihr weitere Bodenerosionen unterbunden werden.

Heute findet man sie in Europa entlang von Waldrändern und Verkehrswegen, auf Brachflächen, sowie urbanindustriellen Standorten. Sie können auf Standorte wie Kalkmagerrasen vordringen und dort wachsende Arten verdrängen.

Gefahrenpotential:

Eine Vielzahl von Giften, wie beispielsweise Robin, Phasin oder Asparagin, enthalten in Rinde, Samen und Blätter der Pflanze, machen sie gefährlich für Mensch und Tier. Robin und Phasin können zur Verklumpung der roten Blutkörperchen und zur Zerstörung von Gewebe führen. Kommt man mit diesen Substanzen in Berührung, können sie innerhalb einer Stunde zu

Erbrechen, Schlafsucht oder krampfhaften Zuckungen führen. Die Vergiftungen können stark sein, dass sie tödlich ausgehen. Zudem gelten die Pollen der Robinie als Heuschnupfen-Erreger.

Der Baum hat die Fähigkeit der symbiotischen Stickstoffbindung und der einhergehende Düngeneffekt kann an bestimmten Standorten eine Änderung der Artenzusammensetzung bewirken. Dies bedeutet eine Bedrohung der Biodiversität, weshalb die Art als invasiver Neophyt angesehen wird.

Bekämpfungsmaßnahmen:

Die Bekämpfung der Robinie gestaltet sich als äußerst schwierig, da sie sowohl aus dem Stock wieder ausschlagen kann, als auch intensiver Wurzellaufer bildet. So führt ein einfaches Fällen der Bäume schlussendlich zu einem noch dichteren Bestand. Selbst nach erfolgreicher Beseitigung darf man die durch die Robinie erfolgte Stickstoffanreicherung im Boden nicht vergessen, welche eine Ansiedlung ursprünglicher Arten im Biotop erschwert.

Eine effektive und umweltschonende Bekämpfungsmethode ist auch hier das Riegeln. Der Organismus reagiert bei Beschädigung der Rinde nicht mit vermehrter Wurzel ausbreitung. Sinnvoll ist ein Fällen zwei Jahre nach der Riegelung, da der Baum sonst wieder ausschlägt. Weiters ist es möglich den Boden nach Kahlschlag mit Herbiziden zu bearbeiten. Die Pflanzen treiben zwar nicht mehr aus, aber es kommt auch zu einer Zusatzbelastung des Bodens.²³

3.1.3 Kanadische Goldrute

Die verschiedenen Goldruten- Arten sind sehr ausdauernde, krautige Pflanzen, mit meist aufrechten, teils niederliegenden Stängeln, die im Schnitt eine Wuchshöhe von 5 bis 100 Zentimetern erreichen. Die Stängel und Laubblätter können je nach Pflanze zwischen glatt und behaart variieren. *Solidago Canadensis* gehört zu den behaarten Arten. Blattunterseite und Stängel weisen dichte, kurze Haare auf; ihre Stängelblätter sind länglich und im vorderen Bereich gesägt. Zwischen August und Oktober steht die Kanadische Goldrute in gelber Blüte. In dieser Zeit sammeln sich an den Oberseiten ihrer Rispenzweige zahlreiche, gestielte Blütenköpfchen. Falter, Fliegen und andere Insekten sorgen für die Bestäubung der Art.

Wuchsbedingungen:

Brachflächen, Dämme oder Bahn- und Straßenböschungen zählen zu den typischen Lebensräumen der Kanadischen Goldrute. Seltener findet man sie oberhalb von Tallagen; dann

²³ Kowarik I. 2003; Kowarik I., Säumel I 2007

aber vor allem entlang von Fließgewässern. *Solidago Canadensis* ist eine typische Ruderalpflanze, die vor allem auf tiefgründigen Sand-, Ton- und Lehmböden ihr Zuhause findet.



Abbildung 12: Bild Link: Eine Kolonie von Goldruten. Die krautige Pflanze kann in kurzen Zeiten große Flächen überwachsen. BQ_11 / Bild Mitte: Zwischen August und Oktober steht die Kanadische Goldrute in gelber Blüte. In dieser Zeit sammeln sich an den Oberseiten ihrer Rispenzweige zahlreiche, gestielte Blütenköpfchen BQ_12 / Bild Rechts: Falter, Fliegen und andere Insekten sorgen für die Bestäubung der Goldrute. In diesem Bild wird die Tätigkeit von einer Fliege übernommen. BQ_13

Wuchsbedingungen:

Brachflächen, Dämme oder Bahn- und Straßenböschungen zählen zu den typischen Lebensräumen der Kanadischen Goldrute. Seltener findet man sie oberhalb von Tallagen; dann aber vor allem entlang von Fließgewässern. *Solidago Canadensis* ist eine typische Ruderalpflanze, die vor allem auf tiefgründigen Sand-, Ton- und Lehmböden ihr Zuhause findet.

Einbringungswege:

Die Kanadische Goldrute wurde 1644 nach Europa eingeführt. Anfang des 19. Jahrhunderts wurde sie in Gärten als Zierpflanze etabliert. Eine weitere Verbreitung fand sie durch ihre Nutzung auf Bienenweiden, was letztendlich zu ihrer Verwilderung führte. Mit bis zu 15.000 Samen pro Pflanze, welche sich mit Hilfe des Windes verteilen, breite sich die Goldrute seit Mitte des 20. Jahrhunderts rasant über Mitteleuropa aus. Durch die immense Samenzahl, können sich nach erstmaliger Etablierung, rasch dichte Bestände bilden.

Gefahrenpotential:

In Europa hat die Kanadische Goldrute keine natürlichen Feinde, was der Ausbreitung der ohnehin wuchskräftigen Pflanze zu Gute kommt. Sie kann den Ablauf der Sukzession, also die zeitliche Wuchsabfolge heimischer, lichtliebender Pflanzen, stören und diese sogar ganzheitlich verdrängen. Dies kann Tierarten gefährden, die die verdrängten Pflanzen als Nahrungsgrundlage haben. Daraus resultiert eine Beschleunigung des Artenwandels in betroffenen Regionen.

Bekämpfungsmaßnahmen:

Das Wachstum der Goldrute kann mit zwei Schnitten pro Jahr verlangsamt werden und sie, zumindest kleinflächig, zurück. Eine effektive Bekämpfungsmethode ist das Abdecken der Bestände nach der Mahd mit schwarzer, UV- undurchlässiger Folie. Größere Bestände lassen sich durch Fräsen und anschließende Einsaat bezwingen. Kleine und einzelne Vorkommen können per Hand ausgerissen werden. Die kanadische Goldrute stellt durch ihre schnelle und starke Ausbreitung vor allem für Schutzgebiete eine Gefahr dar. Daher sollte das Hauptaugenmerk auf eine Regulierung des Wuchses in solchen Biotopen gerichtet werden.

3.1.4 Drüsiges Springkraut

Das Drüsige Springkraut – *Impatiens glandulifera* – auch Rotes Springkraut oder Emscherorchidee genannt, gehört zur Familie der Balsamiengewächse und findet seinen Ursprung im Indischen Subkontinent.

Erscheinungsbild

Impatiens glandulifera ist ein Therophyt, also eine einjährige Pflanze. Solche Arten sind krautige Pflanzen, die von der Keimung ihrer Samen, über den Wuchs der gesamten Pflanze, bis hin zu Bildung der Blüten, Befruchtung und Reifung neuer Samen nur eine Vegetationsperiode benötigen. Somit kann das Springkraut binnen kürzester Zeit eine Wuchshöhe von über zwei Metern erreichen und andere Pflanzen überdecken. Grundvoraussetzung für das schnelle Wachstum ist aber eine ausreichende Wasserversorgung. Die Stängel der Pflanze sind im unteren Bereich dicker und verzweigen sich nach oben hin. Scharf gezähnte, 6-25 Zentimeter lange und 18-65 Zentimeter breite Laubblätter schmücken das Kraut.

Zwischen Juni und Oktober steht das Drüsige Springkraut in Blüte. Der traubige, rosa oder weiße, stark süßlich duftende Blütenstand lockt vor allem Insekten an, welche für die Bestäubung sorgen. Die Verbreitung der Art erfolgt über ihre Kapsel Früchte. Diese schleudern, nach erlangen der Reife, bei kleinstem Druck die Samen bis zu sieben Meter weit weg. Pro Pflanze finden sich etwa 1600 bis 4300 Samen mit einer Keimfähigkeit die über mehrere Jahre reicht. Das Wurzelwerk des Organismus verläuft nur selten tiefer als zehn Zentimeter.

Wuchsbedingungen:

Da die Samen des Springkrauts genügend offene Stellen zur Keimung benötigen, trifft man die Pflanze meist in anthropogen, also durch den Einfluss des Menschen entstandene, Gebieten an. Jede der verschiedenen Arten weist einen hohen Wassergehalt auf und benötigt für einen guten Wuchs ausreichende Vorkommen des Elements. Längerfristige Überwässerung bekommt ihm aber nicht. Auwälder, See- und Flusssufer sind die bevorzugten Lebensräume des Springkrauts.

Da die Pflanze feuchte, nährstoffreiche Standorte mit hoher Luftfeuchtigkeit bevorzugt, findet man sie zudem am Rande von Waldwegen und Wäldern, an halbschattigen Plätzen.



Abbildung 13: Bild Links: Das Drüsige Springkraut vor der Blüte - hier großflächig an einer Waldlichtung mit feuchtem Boden. BQ_14 / Bild Mitte: Die Pflanze sucht das Wasser. Häufig findet man sie entlang von Flussufern, Seen oder deren Ausläufern. BQ_15 / Bild Rechts: Zwischen Juni und Oktober steht das Drüsige Springkraut in Blüte. Der traubige, rosa oder weiße, stark süßlich duftende Blütenstand lockt vor allem Insekten an, welche für die Bestäubung sorgen. Hier erkennbar die Kapseln der Pflanze, in der sich ihre Samen befinden. Diese platzen nach Reife bei leichtem Druck und verteilen die Pflanzensamen bis zu 7 Meter – daher der Name Springkraut. BQ_16

Einbringungswege:

Ausgehend von Flussläufen und dem zum Wegebau verwendeten Flusskies, erfolgt ein nicht unbeachtlicher Teil der Verbreitung der Samen durch den Menschen. Eine weitere Verbreitungsmöglichkeit stellen Fließgewässer dar, die natürliche Transportrouten für die Samen sind. Veränderungen natürlicher Habitate durch die Menschen, als Beispiel die Lichtung oder Rodung von Auwäldern, erleichtert der Pflanze die Verbreitung.

Die Einfuhr des Springkrauts, das seine Ursprünge im Himalaya Gebiet hat, nach Europa, erfolgte zur Nutzung als Zierpflanze und zur Verwendung an Bienenweiden.

Gefahrenpotential:

Das Drüsige Springkraut hat auf Grund seines schnellen Wachstums und der hohen Anzahl an Samen ein starkes invasives Potential und stellt eine Gefahr für die heimische Pflanzenwelt dar. Aus diesen Gründen sollte versucht werden, seine Ausbreitung weitestgehend einzudämmen.

Bekämpfungsmaßnahmen

Wie bereits bekannt, ist das Drüsige Springkraut ein Therophyt, der im Winter komplett, inklusive aller unterirdischen Organe, abstirbt. Die größte Bedrohung geht somit von den Samen der Pflanze aus und die notwendige Bekämpfung muss zum richtigen Zeitpunkt erfolgen. Der Beginn

der Blütezeit stellt den Momentanen Zeitpunkt der Bekämpfung dar. Die Früchte haben sich noch nicht gebildet, jüngere Pflanzen werden kaum übersehen und es wachsen auch keine Pflanzen mehr nach.

Zur Bekämpfung der Pflanze empfiehlt sich das möglichst tiefe Mähen, um sicherzustellen, dass sich keine neuen Triebe bilden können. Zudem muss sehr gründlich vorgegangen werden, da sich sonst Samen im bearbeiteten Gebiet ausbreiten können und jeglicher Aufwand umsonst war. Ist ein betroffenes Areal einmal bearbeitet worden und hat sich eine neue Vegetation gebildet, spielen im Boden vorhandene Samen des Neophyts keine Rolle mehr. Eine neuerliche Ansiedlung der Pflanze ist nur durch frische eingebrachte Samen möglich.²⁴

3.1.5 Japanischer Staudenknöterich

Der Japanische Staudenknöterich – *Fallopia Japonica* – auch bekannt als Katschatka-Knöterich oder Spieß-Knöterich genannt, gehört zur Familie der Knöterichgewächse und hat seine Wurzeln, wie schon der Name verrät, in China, Korea und Japan. In Europa und Nordamerika gilt die Pflanze als problematisch invasiver Neophyt.

Erscheinungsbild:

Der Japanische Knöterich zählt zu den krautigen, wuchernden Pflanzenarten. Die im Frühling aus den Rhizomen austreibenden, hohlen Stängel, können innerhalb kürzester Zeit (wenige Wochen) eine Wuchshöhe von drei bis vier Metern erreichen. Im Schnitt wächst die Art täglich bis zu 30 Zentimeter. Während des Herbstes und dem ersten Frost stirbt der oberirdisch verlaufende Teil der Pflanze ab. Die verholzten Wurzelstände überleben den Winter problemlos und treiben im darauffolgenden Jahr wieder aus. *Fallopia Japonica* hat sommergrüne, wechselständig am Stängel angeordnete, gestielte Laubblätter. Diese eine Länge von bis zu 18 Zentimeter und eine Breite von bis zu 13 Zentimeter erreichen. Ihre breite, eiförmige Form, wird oben von einer dünnen Spitze und unten von einem fast rechtwinkligen Verlauf abgeschlossen. Ab August steht die zweihäusig getrenntgeschlechtliche Art in Blüte, wobei eingeschlechtige Blüten fünf weißliche Blütenhüllblätter haben. Diese enthalten wiederum drei gefranste Narben oder acht Staubblätter.

Wuchsbedingungen:

Die Pflanze benötigt für ihr Wachstum zwei Dinge: Licht und Wasser. Somit bevorzugt sie Ufer von Fließgewässern mit gehölzfreien Bereichen und genügend Lichteinfall. Zudem kann man sie an Straßenrändern, entlang von Bahnwegen oder auf Brachflächen antreffen.

²⁴ Ludwig M., Gebhard H., Ludwig H. W., Schmidt-Fischer S. (2000); Kowarik I. 2003

Der Staudenknöterich breitet sich mit Hilfe seines Rhizoms aus. Dies sollte man nicht mit seinem Wurzelssystem verwechseln. Vom Aufbau her gleicht es einem oberirdischen Sprosssteil, verläuft aber unterirdisch. Ausgehend von diesem Rhizom finden sich an der Unterseite die Wurzeln der Pflanze und oberirdisch die Pflanze selbst. Diese stirbt im Winter vollkommen ab – nur das Rhizom überlebt. Da somit in kurzer Zeit größere Flächen brach liegen können, tritt unter Umständen vermehrt starke Bodenerosion auf.



Abbildung 14: Bild Links: Die Art kann am Tag bis zu 30 Zentimeter wachsen. Das Gewicht wird dabei von den holzigen Stängeln getragen. BQ_17 / Bild Mitte: Die sommergrünen, wechselständig am Stängel angeordneten, gestielten Laubblätter können eine Länge von bis zu 18 Zentimeter und eine Breite von bis zu 13 Zentimeter erreichen BQ_18 / Bild Rechts: Die Blütezeit der Pflanze ist im August. Die Bestäubung erfolgt auch hier wieder durch Insekten. BQ_19



Abbildung 15: Bild oben demonstriert ausdrucksstark, welche Wuchshöhen der Japanische Knöterich in kurzen Zeiten erreichen kann. Innerhalb eines Tages wächst die Pflanze um bis zu 30 Zentimeter. BQ_20

Einbringungswege:

Im ersten Quartal des 19. Jahrhunderts fand der, ursprünglich in China, Korea und Japan heimische, Japanische Staudenknöterich, als Zier- und Viehfutterpflanze, seinen Weg nach Europa und Nordamerika. Die Pflanze fand auch in der Waldwirtschaft Verwendung. Rotwild sollte sie als Äsungspflanze, Fasane als Deckungspflanze dienen. Diese Nutzung brachte aber nur mäßigen Erfolg, da sie als Äsungspflanze vom Wild nicht angenommen wurde und durch das Abfallen der Blätter im Spätherbst und Winter kein Sichtschutz geboten war. Des Weiteren sahen Imker in der Pflanze eine Bienenweide für die späteren Sommermonate.

Wird der Staudenknöterich großflächig bekämpft, muss mit dem Mähgut sehr vorsichtig umgegangen werden. Bleiben Teile der Rhizome liegen, kann sich die Pflanze gegebenenfalls neu ansiedeln. Dasselbe gilt für die Verfrachtung des Mähguts auf Deponien. Enthält dieses Rhizome, hat man dem Staudenknöterich ein neues Besiedlungsareal erschlossen.

In Gärten wird er heutzutage, wegen seines schnellen Wachstums, gerne als Sichtschutz verwendet. Die Verbreitung in der Natur erfolgt hauptsächlich unterirdisch über die Rhizome.

Gefahrenpotential:

Der Japanische Staudenknöterich stört durch seinen schnellen Wuchs das Ausbreitungsverhalten heimischer Pflanzen und stellt somit gegebenenfalls eine Gefahr für die Biodiversität dar. Dieses Phänomen tritt vor allem in Auen und entlang von Bachläufen auf. In Österreich findet sich der Neophyt auch in den sensiblen Öko-Systemen der Almgebiete in Höhenlagen von über 1500 Metern. In der Schweiz und in Großbritannien der Verkauf der Pflanze als Gartenpflanze, wegen ihrer besonderen Widerstandsfähigkeit und Schnellwüchsigkeit, verboten.

Bekämpfungsmaßnahmen:

Die Rhizome des Knöterichs können bis zu zwei Meter in den Erduntergrund reichen. Dies bringt verschiedenste Probleme für den die Landwirtschaft aber auch den Straßenbau mit sich.

Vor allem Landwirte leiden unter der Dominanz der Pflanze, da sie anderen Kulturen auf Grund ihres schnellen und wilden Wuchses die Entwicklung erschwert. Hat sich der Japanische Staudenknöterich einmal etabliert, ist es sehr zeit- und somit auch kostenintensiv, ihn wieder los zu werden. Daher empfiehlt sich, mit der Bekämpfung möglichst früh zu beginnen.

Des Weiteren stellt er ein Problem für den Straßenbau dar, da er während seines Wuchses kleinste Ritzen erschließen und diese im weiteren Verlauf durch sein Dickenwachstum aufsprengen kann. Auch hier schützt eine frühe Bekämpfung vor hohen Kosten.

Mehrmaliges Mähen während eines Jahres schwächt den Stoff- und Energiewechsel der Pflanze so sehr, dass sie abstirbt. Das Ausgraben der Rhizome, ist nur dann sinnvoll, wenn es sehr gründlich durchgeführt wird. Bleibt nur ein kleiner Teil übrig, ist die Wahrscheinlichkeit eines neuen Austriebs sehr hoch.

Verläuft der Knöterich entlang von Flussläufen, bietet das Anpflanzen von Erlen und Weiden eine weitere Bekämpfungsmöglichkeit, da sie den Neophyt zurückdrängen können. Wird diese Methode durchgeführt, müssen die neu angesetzten Pflanzen in den ersten Jahren immer wieder freigemäht werden, damit sie sich gegenüber des Knöterichs etablieren können.²⁵

3.1.6 Riesen- Bärenklau

Beim Riesen- Bärenklau – *Heracleum mantegazzianum* – auch bekannt als Herkuleskraut, handelt es sich um eine Pflanzenart aus der Familie der Doldenblütler. In Europa und Nordamerika als Neophyt betrachtet, hat die Pflanze ihre Wurzeln im Kaukasus.

Erscheinungsbild:

Auffällig ist die Größe des Riesenbärenklaus. Mit einer Wuchshöhe von 2,5 bis 5 Metern hebt sich die Pflanze von der ihrer benachbarten Flora ab. Die hohlen Stängel sind im unteren Bereich verdickt (Durchmesser bis zu 10 Zentimeter) und rötlich gefleckt. Seine Laubblätter erreichen im Durchschnitt eine Länge von bis zu einem Meter und eine Breite von etwa 30 Zentimetern. Als Erkennungsmerkmal gilt neben seiner Größe auch die drei- oder fünf- bis neuteilig fiederschnittige Blattspreite.

Zwischen Juni und Juli steht der Neophyt in weißer Blüte, wobei die sehr großen, zentral angeordneten Blüten- Doppeldolden einen Durchmesser von bis zu 50 Zentimeter erreichen können. Diese Dolden können mitunter 80.000 Einzelblüten enthalten, welche in der Lage sind bis zu 15.000 Früchte auszubilden. Einmal geblüht, stirbt die Pflanze ab. Kommt es zu keiner Blüte, kann sie mehrere Jahre überleben.

Wegen der sehr hohen Zahl an Samen und der Tatsache, dass diese über mehrere Jahre (bis zu sieben Jahre) hinweg keimfähig bleiben, ist der Riesen- Bärenklau eine Pflanze mit sehr hohem Ausbreitungspotential. Da die Pflanze sehr früh im Jahr, je nach Gebiet schon im Februar, zu keimen beginnt und ein schnelles Wachstum aufweist, hat sie einen wesentlichen Vorteil gegenüber konkurrierenden Pflanzenarten. Seine großen Blätter verschatten die umliegende Vegetation und behindert damit die Entwicklung.

²⁵ Kowarik I. 2003; Bollens U. 2005

Nach dem ersten Jahr ist der Pflanze möglich, wieder sehr früh auszutreiben, da sie Energie in Form von Stärke in einer rübenförmigen Verdickung an der Basis des Sprosses und des oberen Teil der Wurzel speichert. Dies erklärt auch, warum der Neophyt nach einmaligen Schnitt wieder so schnell austreiben kann. Steht der Riesen- Bärenklau einmal in Blüte, wird sämtliche gespeicherte Energie aufgebraucht und der Organismus stirbt ab.



Abbildung 16: Bild Links: Mit einer Wuchshöhe von 2,5 bis 5 Metern hebt sich die Pflanze von der ihrer benachbarten Flora ab. Die hohlen Stängel sind im unteren Bereich verdickt (Durchmesser bis zu 10 Zentimeter) und rötlich gefleckt. BQ_21 / Bild Mitte: Die Blüten-Doppeldolden können einen Durchmesser von bis zu 50 Zentimeter erreichen. Einer dieser Dolden enthält mitunter 80.000 Einzelblüten und ist in der Lage bis zu 15.000 Früchte auszubilden. BQ_22 / Bild Rechts: Auch diese Pflanze sucht das Wasser und nährstoffreichen Boden – vorzugsweise an schattigen Stellen. BQ_23

Wuchsbedingungen:

Die einzige vom Riesen- Bärenklau gestellte Anforderung für ein gutes Wachstum, ist ein stickstoffhaltiger Boden. Auf sauren Böden ist er nicht zu finden, da Keimlinge in stark saurem Milieu innerhalb weniger Wochen absterben. Um Blüten und somit Früchte bilden zu können, benötigt die Pflanze einen sonnenexponierten Standort. An schattigen Plätzen kann der Neophyt mehrere Jahre überleben, ohne in Blüte zu stehen.

Beliebte Standorte sind Bach- und Flussläufe, an Straßenrändern und in Auen. Durch sein schnelles Wachstum und die großen Laubblätter, nimmt der Neophyt anderen Pflanzen das Sonnenlicht und verdrängt diese aus seinen Wachstumsgebieten.

Einbringungswege:

Europa erreichte die aus dem Kaukasus stammende Pflanze mit Hilfe von Zar Alexander I., welcher dem Fürsten Metternich nach dem Wiener Kongress von 1815 eine riesige Malachitvase voll Samen des Riesen- Bärenklaus zukommen ließ. Dieser wiederum nutzte den Neophyten als Zierpflanze in den Gärten des Schlosses Königswart und seiner Sommerresidenz in Böhmen. Im restlichen Europa verbreitete sich die Art um 1890 als Zierpflanze und ist noch heute in Gärten und Parks anzutreffen.

Wegen seines stark invasiven Verhaltens benötigt man beispielweise in Deutschland nach dem Bundesnaturschutzgesetz eine Genehmigung, um den Riesen- Bärenklau anzupflanzen. In der Schweiz und Großbritannien ist eine gezielte Verpflanzung sogar per Gesetz verboten.

Gefahrenpotential

Heracleum mantegazzianum birgt zwei Gefahrenpotentiale: zum einen kann er die Biodiversität von Biotopen stören, zum anderen kann er wegen des phytotoxischen Effekts seines Saftes für den Menschen gesundheitsschädigend sein.

Im oberen Teil wurde bereits eingängig beschrieben, dass die Pflanze wegen ihrer frühen Keimfähigkeit und des unglaublich schnellen Wuchses, konkurrierende Flora in ihrem Umfeld vertreiben kann und, wenn einmal etabliert, nur mit viel Mühe wieder loszuwerden ist.

Abgesehen davon stellt der Riesen-Bärenklau eine Gefahr für den Menschen dar. Sein Pflanzensaft, in Verbindung mit Licht, ist im hohen Maße phytotoxisch und löst bei Hautkontakt massive Reaktionen aus.

Die Stärke der Reaktion ist von der Intensität der Sonneneinstrahlung abhängig und wird durch Schweiß zusätzlich verstärkt. Der Vorgang führt zu stark juckenden und blasenbildenden Entzündungen, welche Verbrennungen dritten Grades entsprechen können. Betroffene Stellen sollten ähnlich wie Brandwunden behandelt werden und benötigen zum abheilen mehrere Wochen. Es können Narben zurückbleiben.



Abbildung 17: Bild Links: Die Bekämpfung des Riesenbärenklaus ist nur unter der Verwendung von Schutzbekleidung ratsam. Der Schnitt der Pflanze sollte umgehend in UV- undurchlässigen Behältnissen verstaut werden. BQ_24 / Bild Rechts: Kommt der Mensch mit dem Pflanzensaft in Berührung, kann durch Sonneneinstrahlung ein phytotoxischer Prozess ausgelöst werden, der zu starken Verbrennungen auf der Haut führt. BQ_25

Bekämpfungsmaßnahmen:

Um der Verbreitung des Riesen- Bärenklaus Einhalt zu gebieten, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Betroffene Gebiete können gemäht oder mit einer Traktorfräse bearbeitet werden, die Pflanze kann ausgegraben werden, oder man sammelt kurz vor der Fruchtreife die Blütenstände ein und vernichtet diese.

Die geläufigste Bekämpfungsmethode ist das Abmähen. Da der Neophyt über eine Speicherwurzel verfügt, muss der Bekämpfungsvorgang genauestens durchgeführt werden, da die Pflanze sonst innerhalb kürzester Zeit wieder neue Triebe bilden kann. Den größtmöglichen Erfolg bringt eine Maht zu Beginn der Fruchtreife, also etwa Ende Juli, da zu diesem Zeitpunkt fast der gesamte Energievorrat der Pflanze aufgebraucht ist. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Früchte noch grün sind. Sollten sie braune Streifen aufweisen, fallen sie während des Mähens ab und reifen anschließend im Boden nach.

Gräbt man die Pflanze aus, ist wieder darauf zu achten, die rübenförmige Verdichtung am Anfang der Wurzel und vorsichtshalber einen Teil darunter komplett zu entfernen. Somit gewährleistet man, dass die Pflanze nicht auf ihren natürlichen Speicher zurückgreifen kann und abstirbt.

Beim Fräßen gilt dasselbe Prinzip: die Fräse muss mindestens in einer Tiefe von zwölf Zentimetern arbeiten, um die Speicherwurzel dermaßen zu schädigen, dass es dem Organismus unmöglich ist, neuerdings auszutreiben.

Die Blütenstände müssen unbedingt vor Beginn der Fruchtreife eingesammelt werden. Geschieht die Maßnahme zu spät, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit der Verbreitung der Samen, während des Einsammelns, durch den Menschen und eine damit verbundene Erschließung neuer Wachstumsgebiete. Eingesammelte Samen sollten entweder verbrannt, oder zum Verfaulen in einem Sack aufbewahrt werden.

Um durchzuführende Maßnahmen unbeschadet zu überstehen, empfiehlt es sich, bei bedecktem Himmel zu arbeiten und Schutzkleidung zu tragen. Zudem sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass betroffene und bereinigte Gebiete, eine jahrelange Nachbehandlung benötigen, um zu gewährleisten, dass sich der Neophyt nicht nochmals etablieren kann.²⁶

3.1.7 Zusammenfassung

Die in diesem Abschnitt genannten Arten umfassen nur einen kleinen Teil der in Österreich vorhandenen Neophyten. Sie gehören aber mitunter zu den invasivsten und für Mensch und Tier gefährlichsten „Neuankömmlingen“. In der folgenden Tabelle werden nochmals Name, Wuchsbedingungen und Gefahrenpotentiale, sowie eine bildliche Darstellung zusammengefasst, um das Auffinden der Pflanzen bei der Begehung der Vergleichsflächen zu vereinfachen.

²⁶ Kowarik I. 2003, GIS- Steiermark / Natuschutz

Tabelle 4: Zusammenfassung der gefährlichsten invasiven Neophyten in der Steiermark

Neophyt	Erscheinungsbild	Wuchsbedingungen	Gefahrenpotential	Einschätzung	
Götterbaum		bevorzugt wechselfeuchte Böden viel Licht Resistent gegen Salze und Trockenheit hoch belastbar	Winterrfroste meidet	Bitterstoff Quassin führt zu Lahmungserscheinungen senkt Herzfrequenz	Mittel
Robinie		nährstoffreiche Böden humides Klima viel Licht	Schatten Trockenheit	Phasin Verklumpung der roten Blutkörperchen Vergiftung kann tödlich sein Heuschmupfen Verändert Stickstoffgehalt in Boden Bedroht Biodiversität	Hoch
K. Goldrute		Brachflächen / Dämme / Böschungen entlang von Fließgewässern Sand-, Ton-, und Lehmböden	oberhalb von Tallagen	Überwucherung anderer Arten Nahrungsmittelverlust Tiere Verdrängung heimischer Arten Bedroht Biodiversität	Mittel
D. Springkraut		Auwälder / Seen / Flussufer hohe Luftfeuchtigkeit nährstoffreiche Böden Waldränder / Halbschatten	Trockengebiete Überwässerung	Schnelles Wachstum Hohe Ausbreitung stark invasiv Bedroht Biodiversität	Mittel
J. Staudenknöterich		Licht / Wasser Ufer von Fließgewässern Straßenrand Ackerravensen	Trockengebiete zu viel Schatten	Bodenerosion durch Wurzelwerk höchst schnellwüchsig stark invasiv Bedroht Biodiversität	Mittel
Riesenhärenklau		stickstoffhaltiger Boden viel Licht für Blüte wenig Licht - keine Blüte Bach- Flussläufe Straßenränder	saurer Boden	Pflanzensaft ist phototoxisch blasenbildenden Entzündungen Verbrennungen dritten Grades höchst schnellwüchsig stark invasiv Bedroht Biodiversität	Hoch

3.2 Auswahl von Vergleichsgebieten

Auf Grund der Informationen von Frau Dr. Krapf hinsichtlich der „interessantesten“ invasiven Neophyten mussten nun die Standorte dieser Pflanzen ermittelt werden. Von Vorteil wären natürlich genaueste Angaben über Flächen, auf denen die Pflanzen momentan zu finden sind.

Diese Informationen sollten aus einer Besprechung mit Frau Dr. Leitner vom Naturschutzbund hervorgehen. Nach einem ersten, kurzen Informationsaustausch fiel die Entscheidung den Schmetterlingsstrauch, Kermesbeere und Topinambur auf Grund ihres momentan seltenen Auftretens aus den weiteren Beobachtungen auszuschließen. Zudem wurde es als sinnvoll erachtet, nur Flächen, in denen Neophyten gut erkennbar auftreten, für Auswertungen heranzuziehen. Frau Dr. Leitner wies darauf hin, dass vor allem der Götterbaum, die Robinie und der Riesenbärenklau – auf Grund der enthaltenen Toxine – die größte Bedrohung darstellten. Das Auftreten der Pflanzen wird meist sofort gemeldet und zeitnah Schritte zu deren Bekämpfung eingeleitet. Arten wie Goldrute und das Springkraut seien zwar bekannt, würden aber noch nicht allzu großflächig vorhanden sein. Ein Problem ist auch, dass die Vorkenntnisse der Bevölkerung hinsichtlich der Invasivität dieser Aliens minder ausgeprägt sind. Somit werden die Arten eher als Zierpflanzen anstatt als Gefährdung angesehen. Ein Grund dafür, dass sie durch Unwissenheit teilweise gezielt vermehrt und nicht gemeldet werden.

Anhand von Informationen, die Frau Dr. Leitner von verschiedensten Stellen erhielt, aber auch selbst generierte, konnte ein erster Überblick bezüglich der befallenen Gebiete geschaffen werden. Nord- Östlich von Graz, nahe der Rabklamm könnte man einen großflächigen Bewuchs durch Staudenknöterich vorfinden. Auch das Drüsige Springkraut und die Kanadische Goldrute sind dort beheimatet. Robinien könnte man in Graz entlang der Mur vereinzelt antreffen, aber vor Allem südlich der Hauptstadt, beispielsweise großflächig am Wildoner Kogel. Nahe dieses Standorts befinden sich eine Menge von Naturschutzgebieten, in denen alle besprochenen Arten vorhanden seien. Nachdem es für eine erste Befahrung von Vorteil wäre, die gesuchten Arten möglichst einfach an leicht zugänglichen Stellen zu finden und besagten Vergleichsflächen zudem noch sehr nahe beieinander liegen, fiel die Entscheidung schnell auf die Naturschutzgebiete im Süden der Steiermark. Folgend die Auflistung, welcher Neophyt wo anzutreffen sein sollte:

- Goldrute: Naturschutzgebiet 38 C und Naturschutzgebiet 52 C + 7C
- Götterbaum: flächendeckend am Wildoner- Kogel
- Robinie: vereinzelt am Wildoner- Kogel
- Springkraut: Naturschutzgebiet 52C und Naturschutzgebiet 38C

- Staudenknöterich: NSG 52C
- Riesen- Bärenklau: NSG 52C

Naturschutzgebiet 7C:

Das Naturschutzgebiet 7c, Totarmbereich des Gleinzbaches, wurde am 25. März 1974 zu einem solchen erklärt. Es umfasst eine Fläche von etwa einem Hektar und liegt auf 301 m Seehöhe, süd-östlich der Waldschacher Teiche, direkt neben der Landstraße. Aus dem Gesetzestext vom 25. Juni 1990 geht hervor, dass die beschriebene Fläche, zum Zwecke der Erhaltung als Feuchtbiotop mit schutzwürdigen Pflanzenarten in dem in der Anlage festgelegten Ausmaß, zum Naturschutzgebiet (Pflanzenschutzgebiet) erklärt wird.²⁷

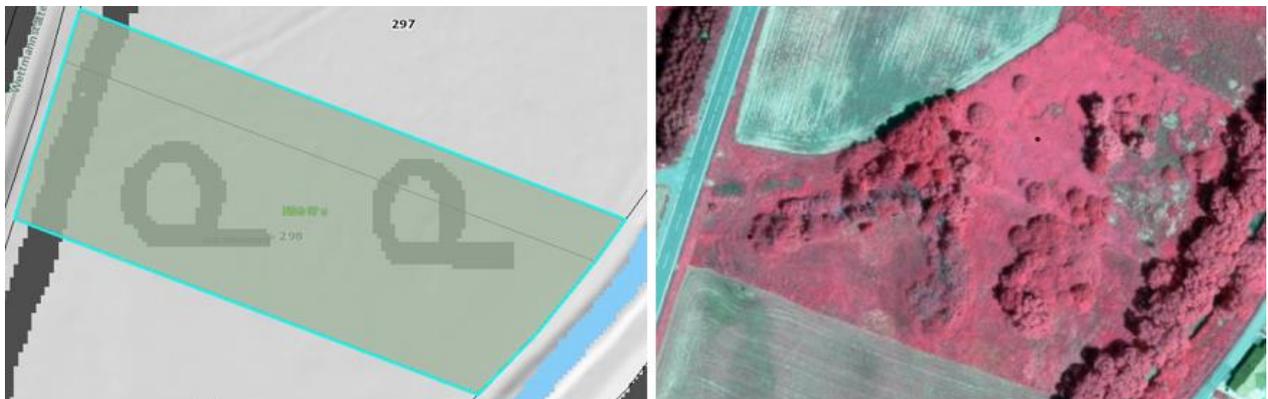


Abbildung 18: Bild Links: NSG 7C - beheimatet die Goldrute BQ_26 / Bild Rechts: NSG 7C im CIR- Ausschnitt des Datensatzes von 2012. Die Wiese in der die Goldrute anzutreffen sein soll ist gut erkennbar und könnte eine Vergleichsfläche für spätere Interpretationen bieten.

Da sich das Naturschutzgebiet im Totarmbereich des Gleinzbaches befindet, herrschen hier die optimalen Bedingungen für den Neophyten Goldrute. Der lehmige, feuchte Boden und die geringe Abschattung durch umliegende Kulturen unterstützen das Wachstum der Pflanze in diesem Bereich. Die Wiese ist von der Straße aus gut zugänglich und lässt sich am CIR Bild (Abb. 19) problemlos ausmachen. Die Größe des Gebiets sollte eine gute Vergleichsfläche für spätere Interpretationen liefern. Gegebenenfalls könnten hier auch andere Neophyten wie der Japanische Knöterich, das Drüsiges Springkraut oder Riesenbärenklau beheimatet sein.

Naturschutzgebiet 38C:

Das Naturschutzgebiet 38c, Ehemaliges Lehmabbaugebiet in der KG. Kalsdorf, wurde am 24. September 1985 zu einem solchen erklärt. Es umfasst eine Fläche von etwa 2,9 Hektar und liegt auf 296 m Seehöhe. Es weist staunasse Böden auf, deren Vegetation neben der Verbuschung und Waldentwicklung, einer Ruderalisierung unterliegt. Aus dem Gesetzestext vom 17. Februar

²⁷ frei nach Gesetzestext OV_1

1987 geht hervor, dass die beschriebene Fläche, zum Zwecke der Erhaltung als Feuchtbiotop und als Lebensraum von Tieren und Pflanzen in dem in der Anlage festgelegten Ausmaß zum Naturschutzgebiet (Pflanzen- und Tierschutzgebiet) erklärt wird.²⁸



Abbildung 19: Bild Links: NSG 38C beheimatet die Goldrute und das Drüsiges Springkraut BQ_27 / Bild Rechts: NSG 38C im CIR-Ausschnitt des Datensatzes von 2012. Hier ergeben sich wieder großflächige Vergleichsgebiete die einen hohen Nutzen für folgenden Interpretationen bezüglich des Befalls durch Goldrute und Springkraut haben können.

Betrachtet man den im oberen Abschnitt rezipierten Gesetzestext genauer, handelt es sich beim Naturschutzgebiet 38C um ein ehemaliges Lehmabbaugebiet – also optimale Bedingungen um einen Lebensraum für die Goldrute und das Drüsiges Springkraut zu schaffen. Die schattigen Gebiete entlang der Bewaldung (siehe CIR Ausschnitt Abb. 19) sollten genug Schatten für das Drüsiges Springkraut schaffen. Die frei ersichtlichen Flächen müssten groß genug sein, um sie als Vergleichsflächen für spätere Interpretationen heranzuziehen. Außerdem ist die Verteilung der Neophyten in diesem Bereich interessant. Es stellt sich die Frage, ob sich die Pflanzenarten gegenseitig einschränken oder komplett getrennt voneinander wachsen.

Naturschutzgebiet 52C:

Das Naturschutzgebiet 52c, Sulmaltarm in der Gemeinde Pistorf, wurde am 10. August 1987 zu einem solchen erklärt. Bei dem Gebiet handelt es sich um den Rest einer Mäanderschlinge eines ehemals landschaftsbestimmenden Tieflandbaches, welcher durch Regulierungen vom jetzigen Bachbett abgeschnitten wurde. Aus der Stammfassung: GZ S. 629/1987 geht hervor, dass die beschriebene Fläche, zum Zwecke der Erhaltung als Lebensraum von schutzwürdigen Pflanzen und Tieren in dem in der Anlage festgelegten Ausmaß zum Naturschutzgebiet (Pflanzen- und Tierschutzgebiet) erklärt wird.²⁹

²⁸ frei nach Gesetzestext OV_2

²⁹ frei nach Gesetzestext OV_3

Die Wuchsbedingungen in Naturschutzgebiet 52C könnten für die zu untersuchenden invasiven Neophyten nicht besser sein. Durch Regulierungen am Bachbett handelt es sich bei der Fläche um die Reste einer Mäanderschlinge, was auf feuchten, lehmigen Boden hinweist. Die Goldrute sollte sich hier wieder im Wiesenbereich finden, da sie das Licht sucht. Entlang und zwischen den Bäumen wird das Drüsige Springkraut und der Riesenbärenklau vermutet. Von Vorteil wäre es, wenn die beiden zuletzt genannten Pflanzen im CIR- Ausschnitt so gut bestimmbar sind, wie die Goldrute. Dies würde wieder eine optimale Ausgangslage für später folgenden Interpretationen liefern.



Abbildung 20: Bild Links: NSG 52C beheimatet den Staudenknöterich, Riesen- Bärenklau, die Goldrute und das Springkraut BQ_28 / Bild Rechts: NSG 52C im CIR- Ausschnitt des Datensatzes von 2012. Vom Feldweg aus gut zugänglich soll hier der Befall durch Staudenknöterich, Riesenbärenklau und die Goldrute gegeben sein. Auch hier zeigt sich im Ausschnitt des CIR- Bildes, dass sich das Gebiet gut als Vergleichsfläche eignet.

Naturschutzgebiet 106C:

Der Wildoner Buchkogel wurde am 16. Dezember 2013 bezüglich des Waldbestandes zum Pflanzenschutzgebiet erklärt. Neben naturnaher Waldbewirtschaftung, der gezielten Einbringung standorttypischer Baumarten wie der Rotbuche, der Schaffung strukturreich gestalteter Waldränder oder der sukzessiven von nicht standorttypischen Gehölzen, wurden explizit die Bekämpfung von Robinie und Götterbaum bzw. Neophyten im Gesetzestext festgehalten.³⁰

³⁰ frei nach Gesetzestext OV_4

Interessant ist, dass im Gesetzesbeschluss von Dezember 2013 bereits auf den Befall durch Robinie und Götterbaum hingewiesen wird. Nachdem der Beschluss schon zwei Jahre zurückliegt, könnte unter Umständen bereits mit der Bekämpfung der Neophyten begonnen worden sein. Abbildung 22 – der CIR- Ausschnitt des betroffenen Gebiets ist aus dem Jahre 2012. Es sind hier noch keine gerodeten Flächen erkennbar, was es unter Umständen möglich macht, genannte Bereiche als Vergleichsflächen zu nutzen. Genauer wird aber erst in Folge der ersten Befahrung festgestellt werden können. Da die beiden Arten hier extrem großflächig beheimatet sein sollen, würde dies eine optimale Ausgangslage für die visuelle Interpretation liefern.

Untenstehender Link- Verweis liefert Informationen über weitere Gebiete der Steiermark, die im Zuge von Gesetzesänderungen zu Naturschutzgebieten erklärt wurden.

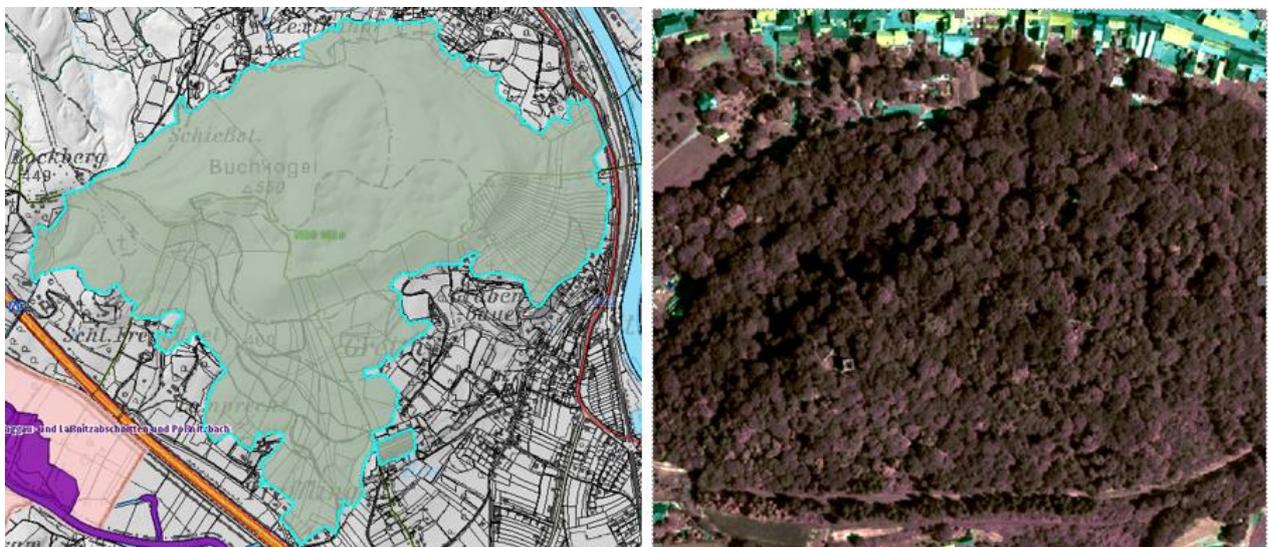


Abbildung 21: Bild Links: NSG 106 C - der Wildoner Buchkogel - hier wächst großflächig die Robinie und der Götterbaum BQ_29 / Bild Rechts: Ein kleinerer Ausschnitt des Wildoner Buchkogels mit Konzentration auf das befallene Gebiet. Vor allem Robinien sollen hier vermehrt auftreten.

3.3 Gesammelte Erkenntnisse:

Die Gespräche mit Frau Dr. Krapf und Frau Dr. Leitner lieferten die nötigen Informationen, um eine erste Sichtung von möglichen Vergleichsflächen durchführen zu können. Außerdem wart es nun möglich, gezielt jene Aliens aufzusuchen, die die größten Gefahren für die Steiermark bergen. Inwieweit die Ausbreitungen fortgeschritten waren und ob diese mit den vorliegenden Daten übereinstimmten, stellten zu beachtende Faktoren für die durchzuführenden visuellen Interpretationen dar. Laut Auskunft der Experten wurden zwischenzeitlich bereits Maßnahmen zur Bekämpfung der Schädlinge gesetzt. Da sich die Arten ihren Lebensraum aber sukzessive zurückerkämpfen, sollten zumindest teilweise Exemplare auffindbar sein. Ob diese das Ausmaß für mögliche Referenzierungen haben, konnte erst während der folgenden Befahrung geklärt werden.

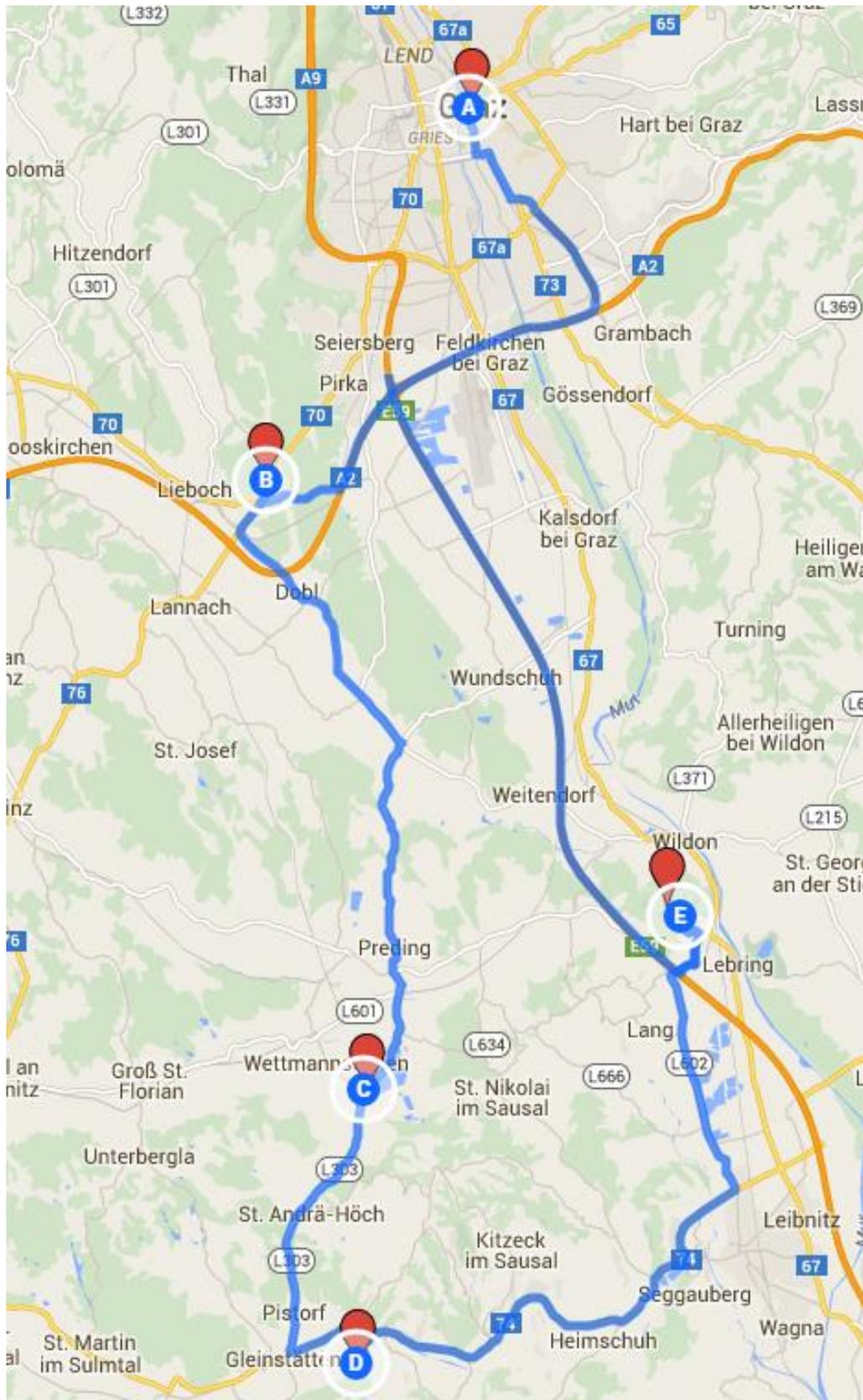


Abbildung 22: Darstellung des Befahrungsplans (generiert mit Google Maps OV_5)

4 IDENTIFIZIERTE VERGLEICHSFLÄCHEN

Die Dilatation der heimischen Flora um invasive Neophyten bedeutet eine unweigerliche Veränderung der Natur, welche, wie im vorhergehenden Kapiteln bereits besprochen, negative Einflüsse auf verschiedenste Aspekte unseres Lebens haben kann.

Um die Erfassung und Bewertung umwelt- und naturschutzrelevanten Veränderungen in Luft, Boden und Wasser langfristig zu gewährleisten, bedient man sich verschiedenster Methoden der Fernerkundung. Mittels berührungsfreier Messungen werden hier Informationen über relevante Objekte unserer Umwelt generiert. Um eine optimale Auswertung dieser garantieren zu können, sind jedoch Referenzmessungen und Begehungen in repräsentativen Testgebieten notwendig.

Nach Einholen erster Informationen zu den für die Analyse relevanten Neophyten und den Gebieten, in denen sie voraussichtlich zu finden sind, konnte mit dem Entwurf eines Befahrungsplans begonnen werden. Ziel dieser ersten Befahrung war es, sich einen Überblick über die Aktualität der erhaltenen Informationen zu schaffen, sowie das Wuchsverhalten und mögliche Schwierigkeiten bei kommenden Erfassungen einschätzen zu können. Aus diesem Grund wurden vier Wachstumsgebiete der Arten Riesenbärenklau, Goldrute, Springkraut, Staudenknöterich und Robinie ausgewählt und eine Route definiert. Drei dieser Gebiete wurden bereits im vorigen Kapitel genannt. Eines, das erst, kam neu dazu, da dort zum damaligen Zeitpunkt aktuell der großflächige Befall durch Riesenbärenklau gemeldet wurde. Dies bot eine gute Möglichkeit, zusätzliche Informationen zu den Vorkommen des hoch giftigen Neophyt zu erhalten. *(Ein Großteil der zwischenzeitlich genannten Informationen in den folgenden Unterpunkten beziehen sich auf das Skriptum zur Lehrveranstaltung Umweltmonitoring mittels Fernerkundung. Technische Universität Graz von Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Dipl.-Forstwirt Mathias Schardt)*

4.1 Ausgewählte Gebiete und erste Befahrung

Die Befahrung der Untersuchungsorte startete am Mittwoch den 27. Mai 2015 von Graz (A) aus Richtung Testgebiet 1 in Tobelbad (B) [Referenzierungen beziehen sich auf die Karte – Abb. 22). Dort sollte an oben angegebener Position ein großflächiger Bewuchs durch Riesenbärenklau herrschen. Am Objekt angekommen, konnte kein Bewuchs durch den Neophyten festgestellt werden. Zudem fand sich an der vermeintlichen Stelle eine Bestandsbegründung, was darauf schließen ließ, dass genannte Fläche vor kurzem bereinigt wurde. In der weiteren Umgebung wurde nur vereinzelt Riesenbärenklau entdeckt; zu wenig, um diesen auf einem CIR- Luftbild erkennen zu können. Da es sich beim Riesen- Bärenklau um die für den Menschen gefährlichste der Neophyten handelt, konnte man davon ausgehen, dass umliegende Anrainer für eine schnelle Beseitigung des Pflanze sorgten. Unter Beachtung dieser Tatsache wurden die Chancen die Pflanze in der Nähe von Siedlungsgebieten anzutreffen als gering eingeschätzt.



Abbildung 23: Bild Links: Ausschnitt der vermeintlichen Fläche in Tobelbach, an welcher Riesen- Bärenklau vermutet wurde / Bild Rechts: Aufnahme der Lichtung vor Ort. Ein Befall durch den Neophyten konnte nicht mehr festgestellt werden. Einzelne Jungpflanzen sind im Bild kaum erkennbar.

Weiter ging es Richtung Naturschutzgebiet 7C (C), wo laut erhaltener Informationen ein Bewuchs durch Springkraut und Goldrute gegeben sein sollte. Auf dem Weg dorthin konnten in der Nähe von Prädling zwei Robinien- Bestände mit jeweils etwa 4 Bäumen festgehalten werden. Die Bäume standen zwar schon am Ende ihrer Blüte, waren jedoch vom Auto aus klar erkennbar und wurden sofort koordinativ festgehalten. Da sie sich innerhalb eines Waldstücks nebst der Straße befanden, könnten sie als guter Vergleichswert für Robinien innerhalb vorhandener Bewaldung fungieren.

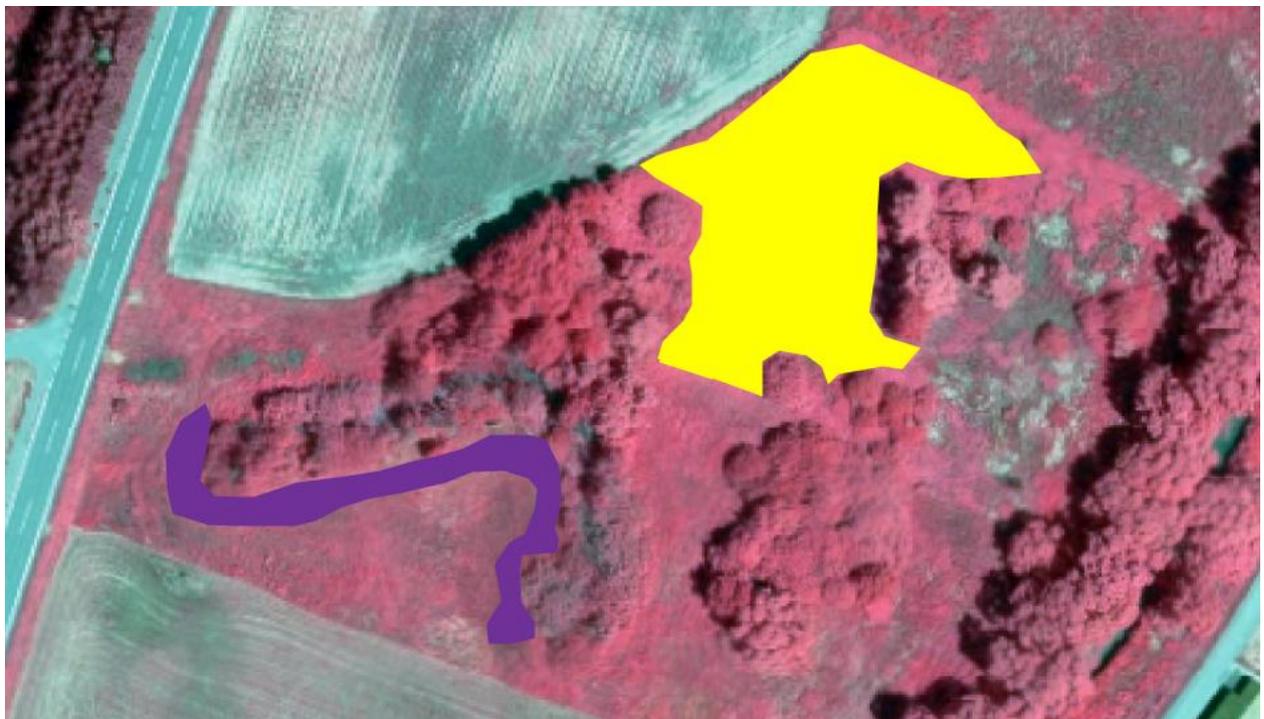


Abbildung 24: NSG 7C im CIR- Ausschnitt des Datensatzes 2012 - violett eingezeichnet der Bewuchs durch Drüsiges Springkraut, abgeschattet durch die umliegenden Kulturen und vereinzelt in der umliegenden Wiese. Gelb eingezeichnet - der Bewuchs durch Goldrute. Dieser verlief großflächig im hinteren Teil des betrachteten Gebiets.

Wie in Abbildung 24 ersichtlich, unterlag NSG 7 C tatsächlich dem Bewuchs durch Neophyten. Das Drüsige Springkraut trat im violett eingezeichneten Bereich nur vereinzelt auf. Die maximale Größe der bewachsenen Flächen betrug etwa drei Quadratmeter (innerhalb der violetten Fläche). Die gelben Flächen markieren den Bewuchs durch die Goldrute. Dieser war fast durchgehend und nur an den Rändern der gezeigten Flächen ausgefrantzt. Die beiden Neophyten wurden sofort fotografisch erfasst und der Bewuchs im Gebiet mittels einer Skizze festgehalten. So konnte sichergestellt werden, dass für folgenden Auswertungen die richtigen Informationen herangezogen wurden.



Abbildung 25: Bild Links: Bewuchs durch Drüsiges Springkraut im Naturschutzgebiet 7C. Die Pflanze stand Ende Mai schon in Blüte. / Bild Rechts: Bewuchs durch Goldrute im Naturschutzgebiet 7C. Die charakteristischen gelben Blüten der Pflanze waren noch nicht entwickelt. Durch Vergleiche mit der Beschaffenheit der Blätter und des Wuchses, konnte sie aber als Goldrute identifiziert werden.

Wie stark der Bewuchs durch die Goldrute in Naturschutzgebiet 7C tatsächlich war, zeigt das Bild in Abbildung 26. Es lässt das aggressive Wachstumsverhalten der Pflanze erahnen. In ihrer Nähe haben andere Kulturen kaum eine Chance zu bestehen.

Weiter ging es Richtung Kartenpunkt (D), dem Naturschutzgebiet NSG 52 C. Im Bereich des Sulmaltarms wurde das Aufkommen von Japanischem Knöterich, Goldkraut und Drüsigem Springkraut verzeichnet. Auf Grund eines Navigationsfehlers wurde ein Gebiet, welches sich etwa 500 Meter weiter westlich befand, angesteuert. Um den Forstweg konnten mehrere einzeln stehende Robinien entlang des Schwabenbachs, einem Ausläufer der Sulm, sowie eine Population von neun Robinien im angrenzenden Waldstück kartiert werden. Die freistehenden Robinien waren auf Grund ihrer Blüten schon von weitem wieder gut erkennbar. Da es sich hier um einzelene Bäume handelte, boten sie optimale Referenzflächen. Am Taubelacken- Weg Richtung Neuwiesen- Weg wurden Bewüchse durch Japanischen Knöterich entdeckt. Großflächig nebst eines Bachbettes der Sulm, entlang deren Flussläufe Richtung Osten, sowie in einzeln, flächenhaft mit einer Größe von bis zu etwa 4 Quadratmetern, in den umliegenden

Feldern (ersichtlich in Abbildung 27). Das Naturschutzgebiet NSG 52 C sollte erst bei der nächsten Befahrung genauer untersucht werden.



Abbildung 26: Großflächiger Bewuchs durch Goldrute im Naturschutzgebiet 7C. Außer hohem Gras und bereits bestehenden Sträuchern ist es keiner anderen Art möglich hier zu gedeihen. Der lehmig feuchte Boden, bietet der Pflanze optimale Wuchsbedingungen.



Abbildung 27: CIR Ausschnitt Datensatz 2012 - Taubelacken- Weg. Entlang des Forstweges und in den umliegenden Feldern konnten der Bewuchs durch Japanischen- Knöterich festgestellt werden. Anscheinend wurden die Pflanzen entlang und in den Feldern erst vor kurzen beschnitten, oder es handelte sich um sehr junge Exemplare. Die damalige Wuchshöhe betrug etwa 1,5 Meter. Die betroffenen Flächen sind in der Abbildung dunkelgrün markiert.

Was in diesem Bereich, und auch im CIR- Bild oben auffällt, ist, dass der Japanische Knöterich meist von höheren Pflanzen abgeschattet wird. Entlang des Flusslaufs wächst er unter den angesiedelten Bäumen und im hinteren Bereich des Bachbetts ebenso. Die Pflanzen im Feld sind weitaus weniger stark entwickelt. Bedenkt man, dass der Japanische Knöterich pro Tag bis zu 30 Zentimeter wachsen kann, lässt dies auf die gezielte Bekämpfung der Pflanze schließen. In Abbildung 28 wird die Situation nochmals fotografisch dargestellt. Das Ausmachen weiterer

seiner Art könnte sich unter Betrachtung dieser Umstände als äußerst schwierig gestalten – die Qualität des vorliegenden Bildmaterials einmal außer Acht gelassen.



Abbildung 28: Bild Links: Der Japanischen Knöterich wird von den umliegenden Bäumen überragt und fast zur Gänze abgeschattet. / Bild Mitte: Japanischer Knöterich entlang des Feldes – flussseitig abgeschattet durch angrenzende Bäume. / Bild Rechts: Auch im angrenzenden Bachbett wird der Knöterich von Bäumen überragt.

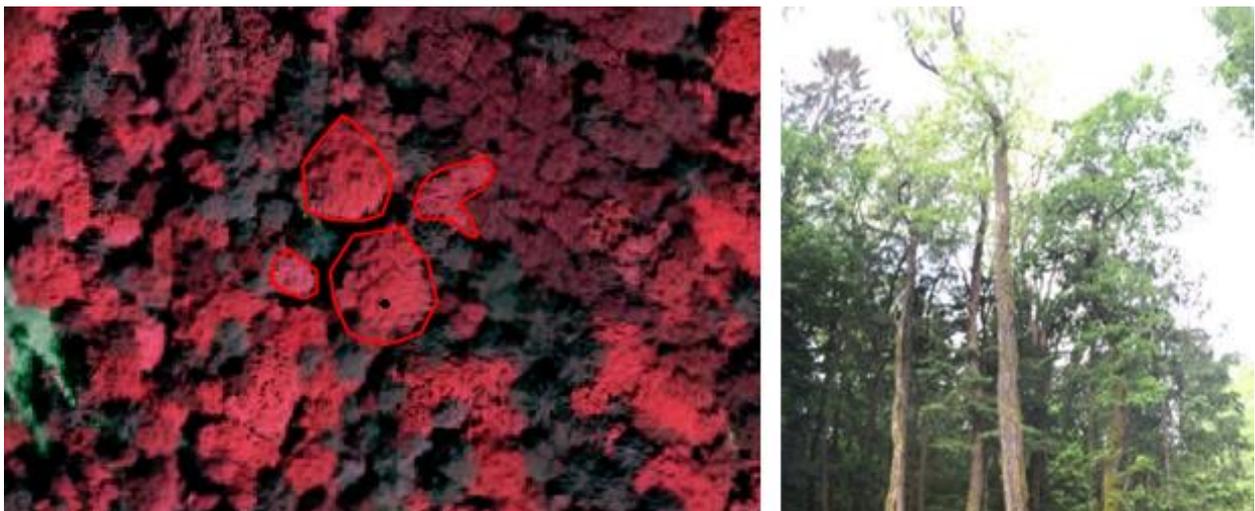


Abbildung 29: Bild links: CIR- Ausschnitt der Robinienkultur. Die Bäume grenzen sich gut sichtbar von der restlichen Bewaldung ab. In diesem Ausschnitt werden sie von Nadelbäumen umschlossen. / Bild Rechts: Zwischen dem Aufnahmezeitpunkt des CIR-Bildes und Aufnahme der Ist- Situation sind beinahe drei Jahre vergangen. In der Zwischenzeit wurde der umliegende Nadelwaldbestand anscheinend ausgedünnt.

Nahe des Fundorts des Japanischen Knöterich, konnte eine Robinienkultur ausgemacht werden. Wieder verriet sich die Pflanze durch ihre Weißen Blütenstände und wurde koordinativ festgehalten. Abbildung 29 stellt nochmals die Problematik der Datenaktualität dar. Zwischen dem Aufnahmezeitpunkt des CIR- Bildes und der zugehörigen Fotografie liegen knapp drei Jahre. In dieser Zeit scheint der umliegende Nadelwald ausgedünnt worden zu sein. Nichtsdestotrotz bilden die Bäume eine gute Referenz für folgende Bildinterpretationen.

Als letztes Vergleichsgebiet wurde das Naturschutzgebiet 106 C am Wildoner Buchkogel angesteuert. Über einen Umweg durch Gündorf, Großklein und Heimschuh konnten weitere

Robinienbestände und somit Vergleichsflächen kartiert werden. Am Buchkogel angekommen, wurde kein Bewuchs durch Robinien oder Götterbäume festgestellt. Die betreffenden Flächen wurden augenscheinlich bereits vor längerem bereinigt. Eigentlich kein Wunder, da die Bekämpfung der Neophyten sogar, wie zuvor beschrieben, in einem Gesetzestext verankert ist. Frau Dr. Leitner informierte mich nach einer weiteren Anfrage diesbezüglich, dass sämtliche Meldungen über den Bewuchs durch invasive Neophyten in den genannten Gebieten innerhalb der letzten vier Jahre bei ihr eingelangt waren. Die Bekämpfung der Pflanzen unterliegt den jeweiligen Gemeinden und diese dokumentieren solche nur in den geringsten Fällen. Auch würden die Besitzer der Gebiete, meist Landwirte, eigenhändig gegen die Pflanzen vorgehen. Wann dies geschehe läge in deren Händen und könne nicht zeitlich nachdatiert werden.



Abbildung 30: Situation am Buchkogel - Es konnte kein Bewuchs durch die Robinie oder der den Götterbaum festgestellt werden. Anscheinend wurde das Gebiet schon zu einem früheren Zeitpunkt bereinigt, was die Schaffung von Referenzflächen ausschließt.

4.2 Ergebnisse der ersten Sichtungen

Anhand der während der ersten Befahrung ermittelten Daten ist ersichtlich, dass der im untersuchten Gebiet am häufigsten auftretende Neophyt die Robinie ist. Insgesamt war es möglich, 14 Vergleichsflächen auszumachen. Dabei handelt es sich um einzelne, große, frei stehende und gut ersichtliche Einzelbäume, aber auch Kulturen mit mehreren Bäumen. Die im Vergleich zu den anderen Neophyten hohe Anzahl der aufgenommenen Gebiete ergibt sich aus der Tatsache, dass der Baum im angegebenen Zeitraum in seiner Blüte stand und sich somit von der umliegenden Bewaldung rein visuell stark abhob. Da es sich bei der Robinie, wie bereits erwähnt, um eine Lichtbaumart handelt, wächst sie entfernt von ihren Nachbarn (dies gilt für Bestände). Diese Abgrenzung sollte vor allem in den LIDAR- Daten gut erkennbar sein und könnte einen Vorteil bei späteren Auswertungen bringen.

Der Japanische Staudenknöterich, das Drüsige Springkraut und in die in etwa gleichen Verhältnissen auftretende Goldrute und der Riesen- Bärenklau konnten wesentlich seltener festgehalten werden. Zwar treten die Goldrute und das Springkraut in den beobachteten Gebieten immer sehr großflächig auf, nur stellt sich hier die Frage, ob dies auch schon beim Aufnahmezeitpunkt der Daten der Fall war. Trotz dieser Bedenken werden die Flächen als Referenzen für die spätere Interpretation herangezogen. Es besteht auch gar keine andere Möglichkeit, da während der Befahrung keine zusätzlichen Vorkommen ermittelt werden konnten. Das war aber schwierig, da die Goldrute in diesem Zeitraum noch nicht in Blüte stand und Springkraut meist verdeckt im hohen Gras oder unter Bäumen wächst.

Weniger wunderbarlich war das kaum Vorhandensein des Riesen Bärenklaus. Auf Grund seiner Gefahr für den Menschen, wird er meist so schnell als möglich bekämpft und tritt nur vereinzelt und sehr kleinflächig auf.

Der Japanische Staudenknöterich wurde oft vereinzelt entlang von Flüssen und Felder oder großflächig in der Nähe jener wahrgenommen. Die Abschattung durch höher wachsende, benachbarte Arten, kann zu Problemen bei der visuellen Detektion mittels Luftbildern der Pflanze führen. Höchstwahrscheinlich ist die Auswertung hier unmöglich. Da der Japanische Knöterich aber auch auf Äckern gesichtet wurde, könnte dieses Wachstumsverhalten bei der visuellen Interpretation zu Ergebnissen führen und wurde deshalb auch nicht außer Acht gelassen.

Insgesamt wurden 21 Vergleichsflächen befahren und dokumentiert. Die Arten, Koordinaten und eine Beschreibung des Gebiets finden sich in Tabelle 4. Vor allem für das Finden der Pflanzen in den CIR- Bildern spielten die koordinativen Angaben eine große Rolle. Mittels der Programme ERDAS und ArcGis konnten in folgenden Schritten die ermittelten Daten ausgewertet und zum Zwecke der Interpretation herangezogen werden.

Identifizierte Vergleichsflächen

Tabelle 5: Neophyten die während der ersten Befahrung ermittelt werden konnten

NR	Neophyt	Koordinaten	Beschreibung
1	Riesen Bärenklau	46.97671, 15.36214	Objekt 1: Verdacht auf den Bewuchs durch Riesen- Bärenklau
2	Robinie	46.88871, 15.40946	Pöls nebst Straße Richtung Klein- Preding
3	Robinie	46.86891, 15.4154	Klein- Preding im Waldstück neben dem Bauernhof
4	Drüsiges Springkraut Goldrute	46.82279, 15.4	NSG 7 C – flächenhafter Bewuchs durch die beiden Neophyten
5	Japanischer Knöterich	46.75495, 15.38444	Großflächig nebst einem Bachbett der Sulm
6	Japanischer Knöterich	Start: 46.7547, 15.38431 Ende: 46.75239, 15.3891	Verlauf östlich entlang des Sulm- Ufers
7	Japanischer Knöterich	46.7532, 15.38538	Flächenhaft im Feld bzw. entlang der Felder verteilt
8	Drüsiges Springkraut Goldrute Japanischer Knöterich	46.75292, 15.39638	NSG 52 C – konnte noch nicht in Augenschein genommen werden
9	Robinie	46.75131, 15.38333	Einzelner Baum entlang des Schwabenbachs
10	Robinie	46.74683, 15.3827	Gruppe von vier Bäumen am Rand einer Lichtung
11	Robinie	46.71962, 15.42961	Mehrere Bäume entlang des Pitschgerkeller- Wegs
12	Robinie	46.73551, 15.44741	Bei der Ausfahrt Grossklein
13	Robinie	46.74408, 15.46835	Ansammlung von Robinien entlang der Straße
14	Robinie	46.74423, 15.47031	Einzelner großer Baum neben der Straße
15	Robinie	46.76986, 15.50361	Ansammlung von Robinien entlang der Straße
16	Robinie	46.77867, 15.51896	Einzelner großer Baum neben dem Sulmsee
17	Robinie	46.77928, 15.51859	Drei Bäume gegenüber des Sulmsees
18	Robinie	46.78808, 15.5177	Ansammlung von Robinien entlang der Straße
19	Robinie	46.79891, 15.5358	Einzelner großer Baum hinter dem Wohnhaus
20	Robinie	46.81855, 15.52526	Robinien verteilt entlang des Seeufers
21	Robinie Götterbaum	46.86944, 15.51201	NSG 106 C – Neophyten bereits bereinigt

4.3 Interpretation der erhaltenen Ergebnisse

Anhand der generierten Erkenntnisse wurde für die weiteren Auswertungsschritte folgendes Vorgehen festgelegt:

- Da die Robinie rein numerisch am häufigsten beobachtet werden konnte, werden visuellen Auswertungen bezüglich neophytem Gehölz auf sie konzentriert.
- Ähnliches gilt für den Japanischen Staudenknöterich. Dieser ist flächenmäßig in einem Ausmaß vorhanden, welches eine Auswertung der Daten seinerseits möglich macht. Zu beachten sind Abschattungen durch andere Arten, welche zu Problemen bei visuellen Interpretationen führen können.
- Das Drüsige Springkraut und die Goldrute treten nur vereinzelt großflächig genug und ohne Abschattungen durch benachbarte Vegetation auf. Zudem ist nicht abzuschätzen, ob die CIR- Bilder herangezogen werden. Die Aktualität dieser könnte zu Fehlern bei der Interpretation führen. Während der visuellen Auswertung der vorhandenen Daten wird dennoch versucht, ähnliche Regionen zu finden.
- Auf Grund der Gefahren die der Riesen- Bärenklau für den Menschen birgt, wird dieser meist so schnell als möglich bekämpft. Zudem tritt er erfahrungsgemäß meist abgeschattet durch benachbarte Arten auf. Da es für ihn keine Referenzflächen gibt, wird er nicht in die visuellen Auswertungen miteinbezogen.
- Kaum erwähnt wurde kein einziger Götterbaum identifiziert. Ausgehend von dieser Tatsache wurde die Art bei der weiteren Ausarbeitung nicht berücksichtigt.

Die vier Neophyten, auf welchen bei folgenden Datenanalysen das Hauptaugenmerk liegt sind (gereiht nach Anzahl der visuellen Beobachtungen) die Robinie, der Japanische Staudenknöterich, die Goldrute und das Drüsige Springkraut. Zu erwähnen sei, dass vor allem für die Robinie mit hoher Wahrscheinlichkeit in den CIR- Bildern interpretierbar ist und deshalb vor allem sie im Mittelpunkt der weiteren Arbeiten steht.

Probleme könnten die verwendeten Daten bringen. Die CIR- Bilder sind aus dem Jahr 2012. Der Aufnahmezeitpunkt liegt also drei Jahre hinter den momentanen Beobachtungen. Wie am Beispiel Wildoner Buchkogel ersichtlich, können innerhalb eines solchen Zeitraums erhebliche Veränderungen stattfinden. Der Ort hätte als größte bekannte Vergleichsfläche dienen sollen, fiel aber leider komplett aus den weiteren Beobachtungen. Das zweite, weitaus größere Problem ist die geringe Auflösung der Daten (diese wurde bereits im vorderen Kapitel erwähnt). Auf den ersten Blick, lassen sich Bebauungen, Gewässer, freiliegende Flächen, sowie Laub und Nadelbäume gut voneinander unterscheiden. Ob aber, bezogen auf die visuelle Interpretation,

eine Differenzierung zwischen den einzelnen Arten und somit eine Identifikation der gesuchten Neophyten möglich ist, stellt sich momentan noch als äußerst unwahrscheinlich dar.

Somit konnte die Vorerkundung der ausgewählten Gebiete als abgeschlossen betrachtet werden. Das Wuchsverhalten und die Standorte der Neophyten wurden während einer ersten Befahrung ermittelt und dienten bei der späteren Interpretation als Referenzflächen. Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den Schritten der Datenvorbereitung, der Interpretation und der Definition von Verdachtsflächen.

5 VISUELLE INTERPRETATION DER CIR- UND LIDAR- DATEN

Für die visuelle Auswertung standen CIR- und LIDAR- Datensätze der Steiermark aus den Jahren 2009 und 2012 zur Verfügung. Nach der erste Befahrung und der Sichtung der Testgebiete sollten diese für folgende Interpretationen verwendet werden. Da die 2012 generierten Datensätze eine höhere Aktualität als die Datensätze des Jahres 2009 aufweisen, wurde entschieden, mit ihnen weiterzuarbeiten. Abbildung 31 zeigt die CIR- Tiles der angefahrenen Gebiete – links die Aufnahmen aus dem Jahr 2009 und rechts die Aufnahmen aus dem Jahr 2012.

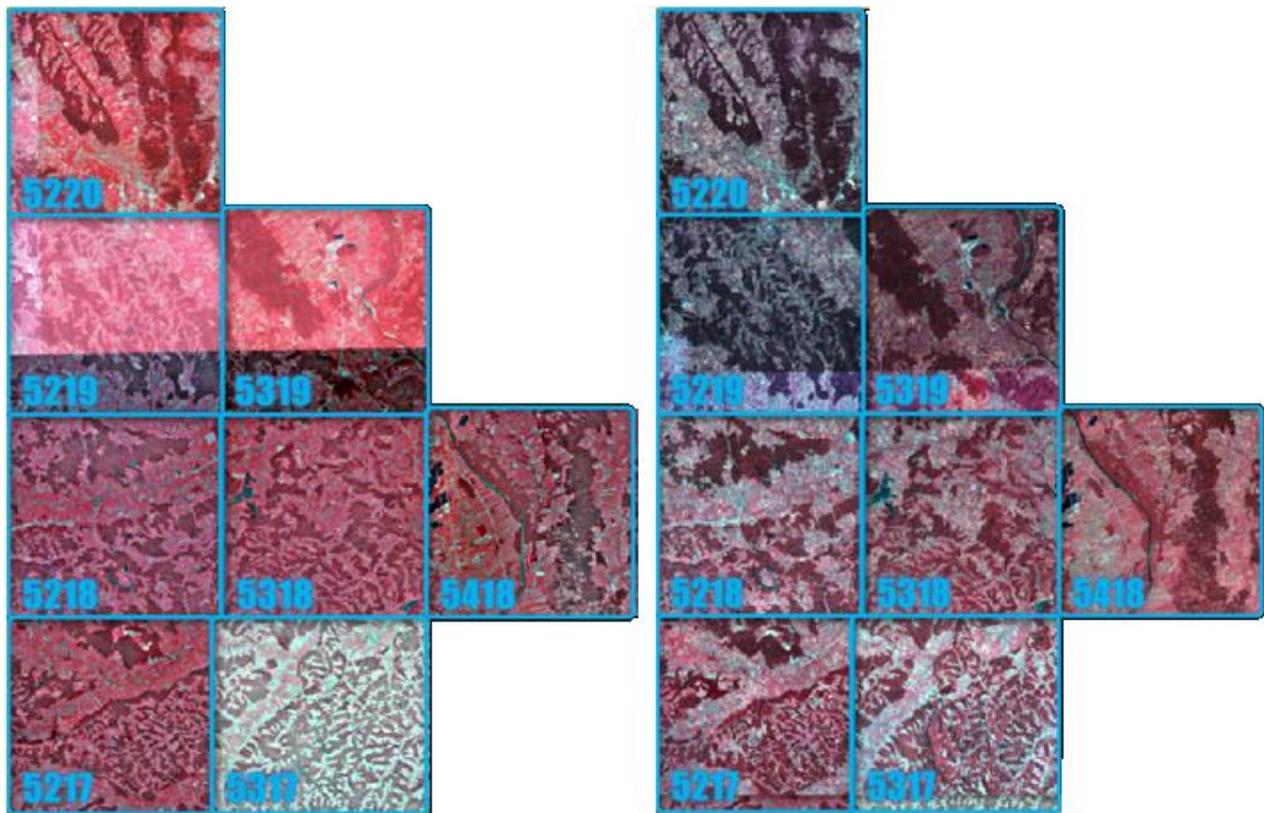


Abbildung 31: Bild Links: CIR- Datensatz 2009 - Auflistung der Tiles, in welchen die erste Befahrung stattfand / Bild Rechts: CIR- Datensatz 2012 - Auflistung der Tiles, in welchen die erste Befahrung stattfand

Anhand des Tiles 5418 sollen die Eigenschaften der CIR- Daten beschrieben werden. Für die Interpretation der späteren Ergebnisse ist dies genauso wichtig, wie für die folgenden vorbereitenden Schritte. Allgemein wurden die gelisteten Informationen mittels ERDAS abgeleitet.

5.1 Vorbereitung der Daten für die folgenden visuellen Interpretationsschritte

Um das Erkennen von Objekten in einem Bild zu ermöglichen, bedarf es, wie bereits erwähnt, verschiedener Zusatzinformationen zum Bild, sowie Erfahrungswerte des Interpreten. Alle notwendigen Vorbereitungen und Folgeschritte der Bildinterpretationen anhand der vorliegenden Daten werden in den folgenden Schritten betrachtet.

5.1.1 Aufbereitung der CIR- Daten

Wie bereits erwähnt, stehen für die Identifikation der invasiven Neophyten CIR- und LIDAR- Daten zur Verfügung. Abbildung 31 (CIR- Datensatz 2012 - Auflistung der Tiles, in welchen die erste Befahrung stattfand) veranschaulicht, dass zwischen den einzelnen Tiles farbliche Abweichungen bestehen. Ein Erkennen von Objekten wäre zum jetzigen Zeitpunkt bereits möglich. Rein visuell können Nadelbäume von Laubbäumen, Grünflächen von Wasser und Bauwerke von Straßen unterschieden werden.

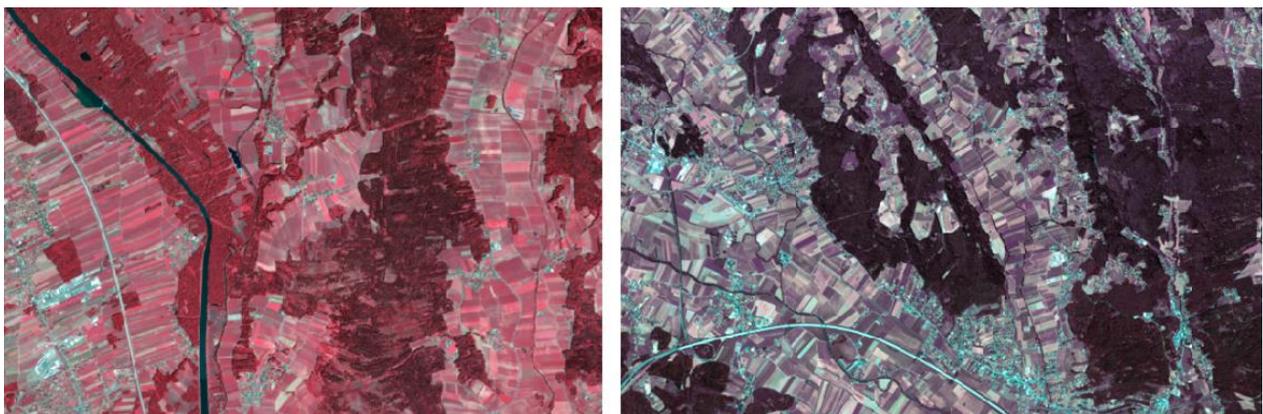


Abbildung 32: Bild Links: CIR- Tile 5418 Datensatz 2012 / Bild Rechts: CIR- Tile 5220 Datensatz 2012 – Als Beispiel können hier in beiden Bildern Nadelbäume von Laubbäumen unterschieden werden. Klar zu erkennen sind hier jedoch die unterschiedlichen Grauwerte der beiden Aufnahmen.

Natürlich wären die vorliegenden Daten ausreichend, um gegebenenfalls Waldflächen auszumachen oder einen Straßenverlauf zu bestimmen. Für die Identifikation von Neophyten sind sie aber in dieser Form unbrauchbar. Angenommen in Tile 5418 wurden 13 Robinienkulturen ausgemacht welche uns optimale Vergleichsflächen liefern. Diese Vergleichsflächen könnten momentan nur in dem beschriebenen Tile verwendet werden, da sie sich für eine visuelle Auswertung in Tile 5220 nicht eignen. Bei der Mosaikbildung von mehreren Bilddatensätzen, diese können von unterschiedlichen Sensoren stammen oder zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen worden sein, ist es notwendig, die Grauwerte über die verschiedenen Teilbilder

hinweg homogen abzubilden, das heißt vergleichbar zu machen.³¹ Dies wird mittels des Verfahrens des Histogramm Matchings ermöglicht.

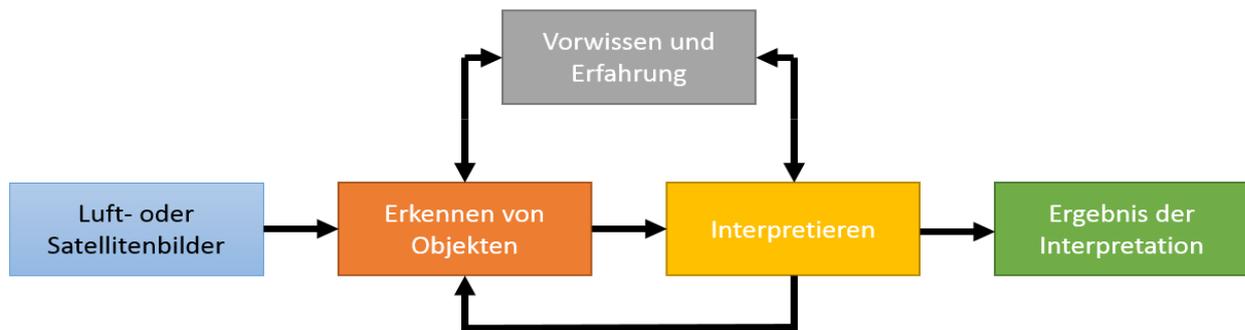


Abbildung 33: Schematische Darstellung des Interpretationsprozesses. (nach Albertz 2007). Für das Erkennen von Neophyten in den CIR- Bildern, müssen diese in einem ersten Schritt aufbereitet werden.

Beim Histogramm Matching können Bilder einem Referenzdatensatz, in diesem Fall einem Referenz CIR Bild, angepasst werden. Der dahinterliegende Algorithmus lässt sich wie folgt beschreiben:

- a) Für jeden Datensatz – in unserem Fall CIR- Bilder – wird für jeden Kanal das entsprechende Histogramm berechnet. Dieser Schritt wird von ERDAS bereits automatisch beim Import des Rasterdatensatzes durchgeführt und ist in den Metadaten der Files ersichtlich. Bildreihe eins (Abb. 35) zeigt das CIR- Tile 5418 aus dem Jahr 2012 und die Histogramme der einzelnen Kanäle.
- b) Gleichzeitig mit den Histogrammen werden in ERDAS auch die Verteilungsfunktionen der Grauwerte für jeden Kanal berechnet. Bildreihe 2 (Abb. 35) zeigt das CIR- Tile 5220 welches an 5418 angepasst werden soll. Jeder vorkommende Grauwert x_i der einzelnen Histogramme wird in den genannten Verteilungsfunktionen abgebildet. Somit ergibt sich die Funktion $G(x_i)$ (Abbildung 34 zeigt das theoretische Vorgehen beim Histogramm Matching Prozess)
- c) Denselben Prozess durchlaufen auch die Daten des CIR- Tile 5418. Sie liefern die im Matching Prozess benötigten Verteilungsfunktionen $H(x_j)$, bestehend aus den Grauwerten x_j , welche folglich als Referenzdatensätze dienen.
- d) Sind die Verteilungsfunktionen ermittelt, kann mit dem Matching Prozess gestartet werden. Einfach formuliert werden die Eingangswerte x_i den Referenzwerten x_j angepasst. Nach dem Histogramm- Matching sollte eine deutliche Veränderung am anzupassenden CIR- Bild feststellbar sein. Visuelle Auswertungen werden durch diesen Prozess vereinfacht.

³¹ Norbert Lange 2001

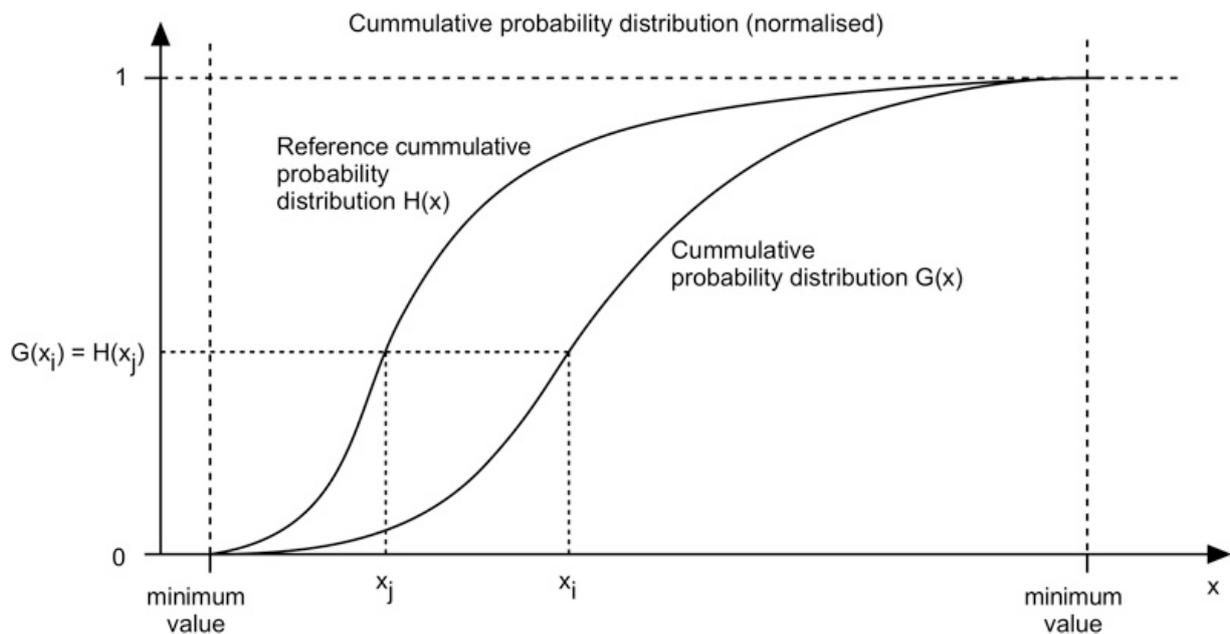


Abbildung 34: Theoretisches Vorgehen beim Histogramm Matching Prozess BQ_30

Der oben beschriebene Prozess liegt in ERDAS automatisiert vor und wurde als Beispiel an den Tiles 5418 als Referenzdatensatz und 5220 als anzupassender Datensatz durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Histogramm Matchings zeigen Abbildung 35 und Abbildung 36.

Bildreihe drei der unteren Abbildung veranschaulicht das Ergebnis des Histogramm-Matching Prozesses – Links das angepasste CIR- Bild mit den Histogrammen der einzelnen Kanäle nebenstehend. Klar erkennbar sind die Sprünge in den Histogrammen des angepassten Rasterdatensatzes. Um eine möglichst hohe visuelle Konsistenz zu erhalten, wurde Tile 5418 auch für die Histogramm Matching Operationen an den anderen CIR- Bildern verwendet. Im eigentlichen Sinne ist dieses Verfahren hier nicht anwendbar. Eigentlich müsste der Überlappungsbereich der benachbarten Bilder zur Berechnung der Histogramme herangezogen werden. Im Anschluss könnten die Ergebnisse auf das Tile angewendet werden. Histogramm Matching wurde hier verwendet, um den Betrachter eine gleichmäßige Farbgebung zu offerieren und die visuellen Interpretationen leichter zu gestalten. Betrachtet man denselben Bildausschnitt wie in Abbildung 34 nochmals, erkennt man eine wesentliche Verbesserung hinsichtlich der gemeinsamen Farbgebung in den beiden CIR- Tiles, was folgende visuelle Interpretationen vereinfacht.

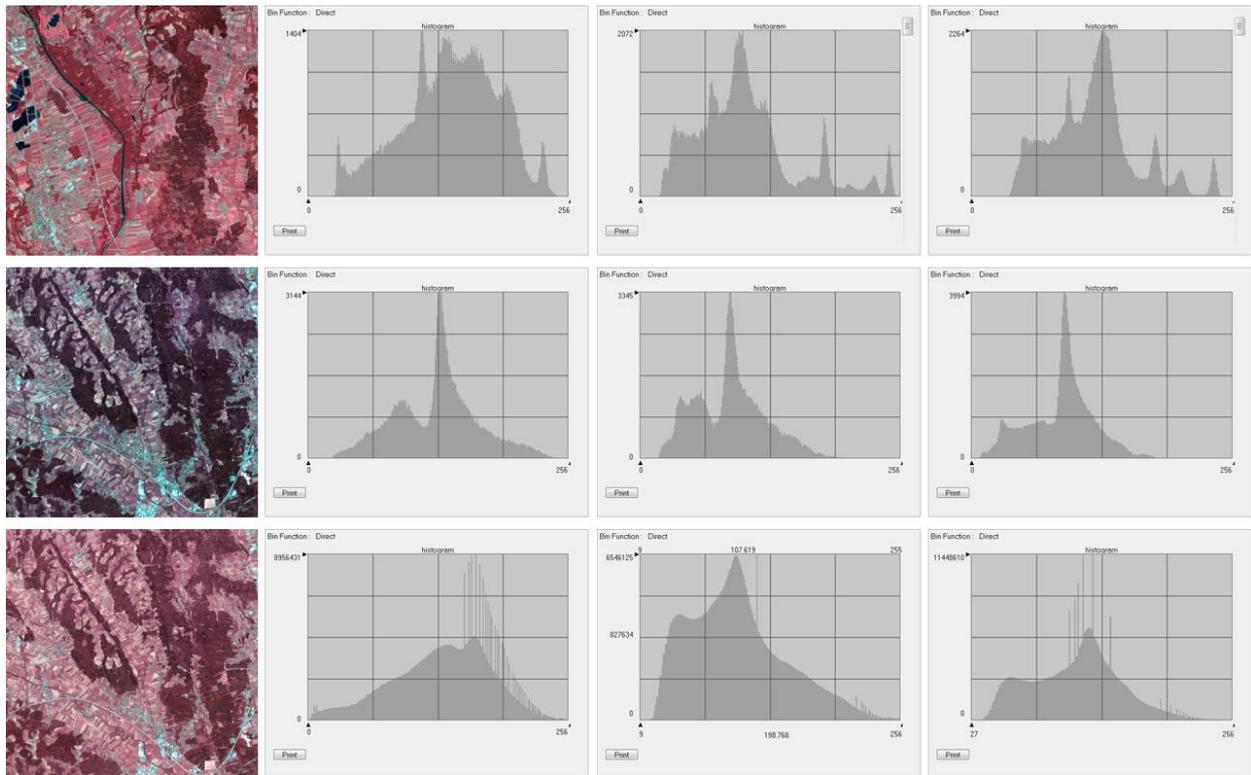


Abbildung 35: Bildreihe 1: CIR- Tile 5418 Datensatz 2012 – Neben dem CIR- Tile sind die Histogramme der drei Kanäle NIR, Rot und Grün dargestellt. Dieses Tile bildet den Referenzdatensatz für das Histogramm Matching / Bildreihe 2: CIR- Tile 5220 Datensatz 2012 vor dem Histogramm Matching - Die Histogramme der Kanäle weichen stark von jenen des Referenzdatensatzes ab/ Bildreihe 3: CIR- Tile 5220 Datensatz 2012 nach dem Histogramm Matching - Nach dem Histogramm Matching Prozess ist eine Angleichung der Kanäle klar erkennbar. Rein visuell betrachtet passen die beiden Tiles nun wesentlich besser zueinander.

5.1.2 Vorbereitung der LIDAR- Daten

An den erhaltenen LIDAR- Datensätzen musste im Vorhinein keine Anpassung durchgeführt werden, da sie in zweiter Lieferung als NDSM übermittelt wurden. In den folgenden Schritten werden sie nur für nähere Betrachtungen des Wuchsverhaltens und mögliche strukturelle Unterscheidungen herangezogen.

5.2 Identifikation von Vergleichsflächen in den vorliegende CIR-Datensätzen

Während der ersten Befahrung wurden zuvor definierte Gebiete gezielt untersucht. Ein Auszug dieser sowie genauere Beschreibungen finden sich in den folgenden fünf Beispielausschnitten. Es werden alle zu betrachtenden Aliens in den CIR- und LIDAR Daten dargestellt und die Möglichkeit der visuellen Dateninterpretation bezogen auf die Detektion der genannten Arten abgeschätzt.

5.2.1 Japanischer Knöterich

In einem Feld und entlang des Flusslaufs der Sulm nahe NSG 52 C in Kleinprädling konnte ein starker Bewuchs durch Japanischen Knöterich festgehalten werden (Abb. 37). Die Pflanzen traten, wie bereits erwähnt, vereinzelt im Feld und unterhalb der Laubkrone der flussseitig gelegenen Bäume mit einer Höhe von bis zu zwei Metern auf. Weder im CIR- noch im NDSM-Ausschnitts des betroffenen Gebiets ist der Befall erkennbar. Dies lässt darauf schließen, dass der Neophyt zum Aufnahmezeitpunkt entweder noch nicht angesiedelt war oder eine zuvor eine Säuberung in genau jenem Bereich stattgefunden hatte. Zudem ist in Abbildung 37 ersichtlich, dass der Neophyt unter den Bäumen am Flusslauf angesiedelt ist, was eine visuelle Auswertung seinerseits anhand der CIR- Bilder unmöglich macht. In der näheren Umgebung sowie im Laufe der ersten Befahrung wurden Mehrere seiner Art festgestellt und koordinativ festgehalten. Der unten vorliegende Ausschnitt der Datensätze wurde deshalb als Beispiel genommen, weil hier die größte Möglichkeit einer visuellen Auswertung besteht. Alle anderen Vergleichsflächen sind nicht verwertbar.

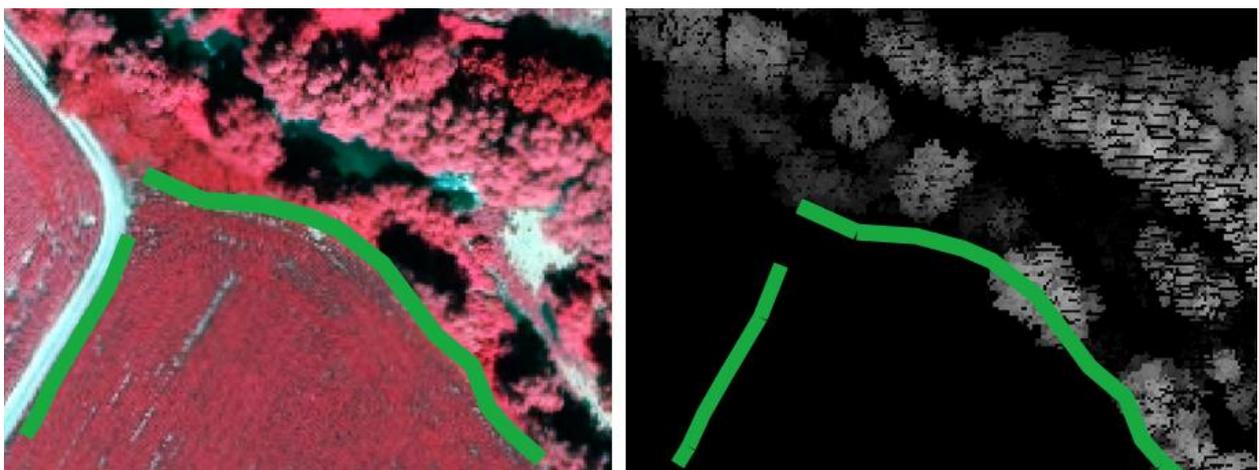


Abbildung 36: Japanischer Knöterich in einem Feld nahe der Sulm. Der Neophyt ist weder im CIR- noch im NDSM- Bild klar erkennbar.

Um aber die Auswertung im betroffenen Gebiet nicht vorschnell abzubrechen, wurde zusätzlich versucht, Merkmalsräume des Neophyten festzustellen. Möglicherweise könnten diese bei der Ermittlung von Verdachtsflächen hilfreich sein.

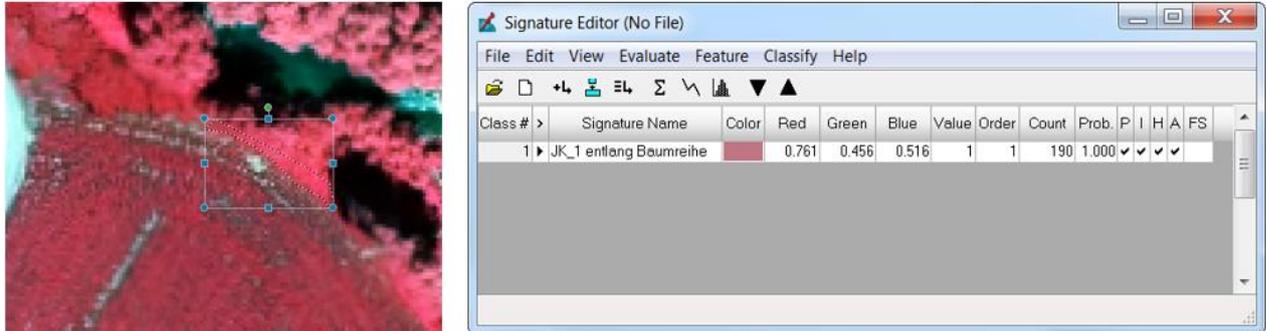


Abbildung 37: Bild Links: Ausschnitt aus dem CIR - Tile. Im Markierten AOI Bereich herrscht Bewuchs durch Japanischen Knöterich / Bild Rechts: Der AOI im Signature Editor von ERDAS

Die Auswertungen bezüglich der Merkmalsräume erfolgten mittels des Signature Editors in ERDAS. Das in Abbildung 38 ersichtliche AOI markiert einen Bereich entlang der Baumlinie, in dem Bewuchs durch Japanischen Knöterich herrscht. Dieser Bereich ist nicht von höher wachsenden Bäumen abgeschattet und erlaubt einen guten Blick auf den Bereich in dem Neophytenbefall vermutet wird. Nach der Auswahl der zu untersuchenden Fläche, konnte der Feature Space Operator gestartet werden. Die erhaltenen Ergebnisse beschreiben die Merkmalsräume der Bänder 1_2, 1_3 und 2_3. Gleichzeitig wurden auch die Histogramme der betrachteten Teilbereiche ausgegeben. Die Daten sind in Abbildung 39 gesammelt dargestellt.

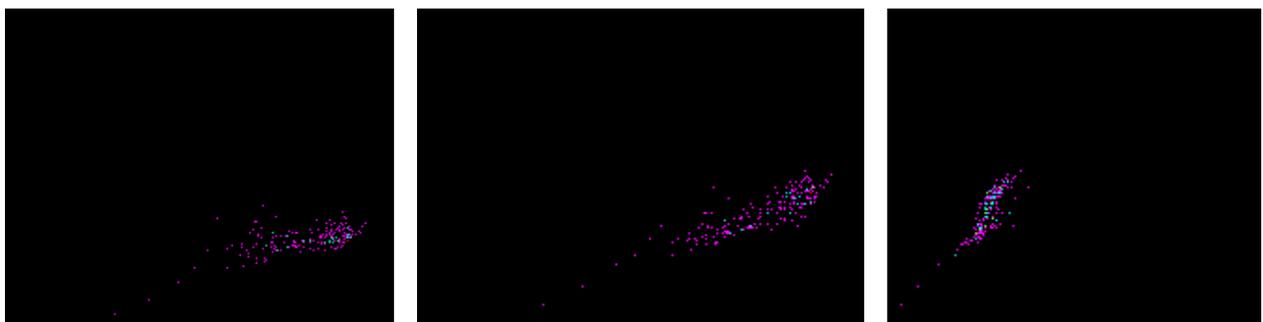


Abbildung 38: Mittels des ERDAS Signature Editors konnten die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) ermittelt werden. Die dargestellten Merkmalsräume beziehen sich auch den Teilbereich, der durch das AOI eingegrenzt wird. Sie beschreiben die Verhältnisse der Kanäle Nahes Infrarot zu Rot, Nahes Infrarot zu Grün und Rot zu Grün (von links nach rechts – diese Darstellung wird fortlaufend weitergeführt).

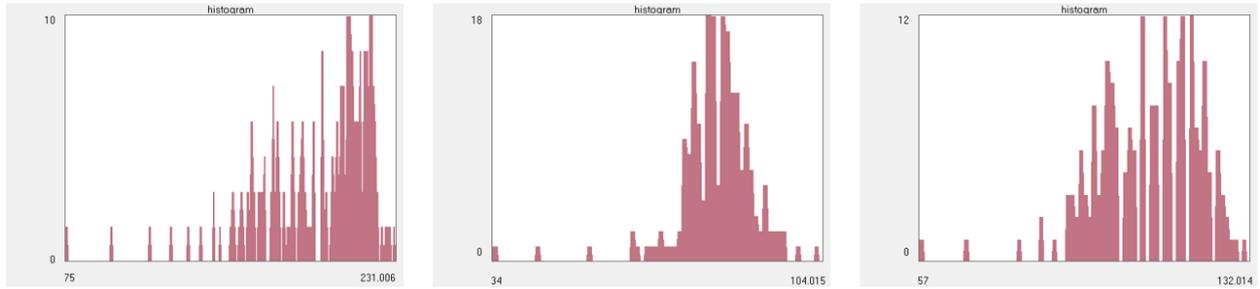


Abbildung 39: Gleichzeitig wurden auch die Histogramme des untersuchten Bereichs ausgegeben (Kanäle 1, 2 und 3 – Nahes Infrarot, Rot und Grün – von links nach rechts). Diese Daten könnten bei folgenden visuellen Interpretationen hilfreich sein.

Um weitere Vergleichswerte zu erhalten, wurde noch ein zweiter, gut einsehbarer Bereich analysiert (Abb. 41).

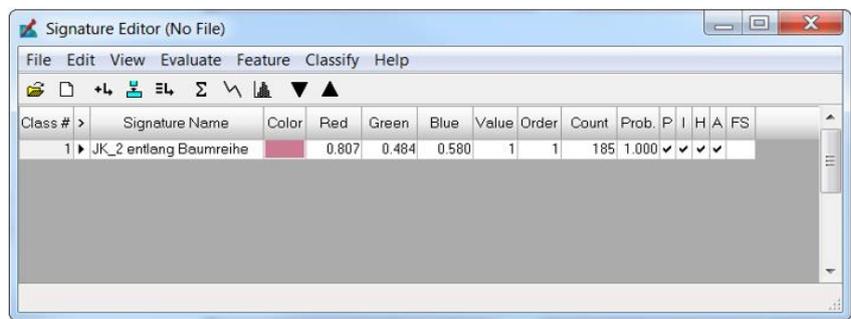
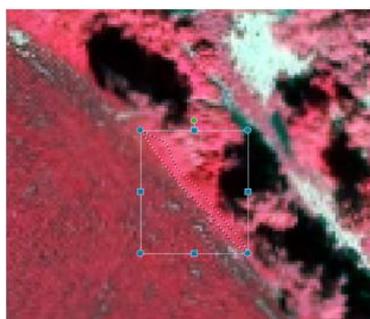


Abbildung 40: Ein weiterer "gut" einsehbarer Bereich im CIR- Ausschnitt, in dem Japanischer Knöterich vermutet wird. Das AOI läuft zwischen dem umliegenden Bäumen und dem Feld.

Vergleicht man die Ergebnisse des Signature Editors für das zweite Teilgebiet mit denen des ersten, ist ersichtlich, dass sie sich teilweise stark voneinander unterscheiden (Abb. 42).

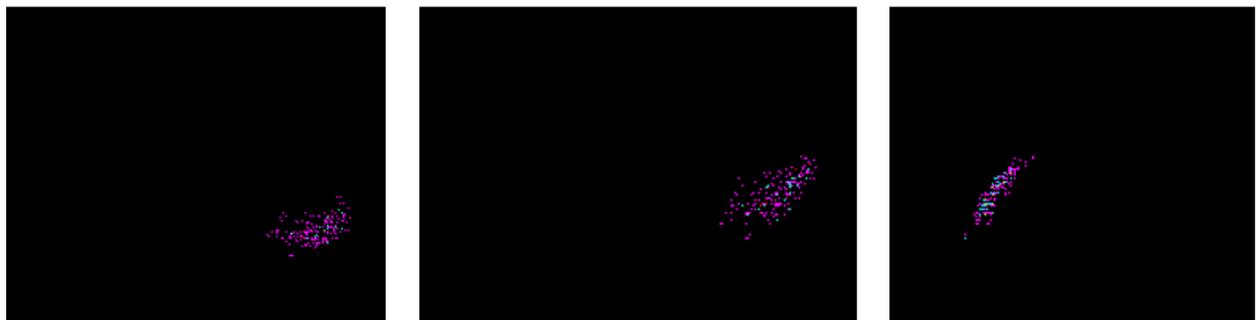


Abbildung 41: Die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) des zweiten Teilgebiets wirken viel gestauchter. Lediglich der Merkmalsraum der Kanäle 2_3 ähnelt dem des ersten Teilgebiets

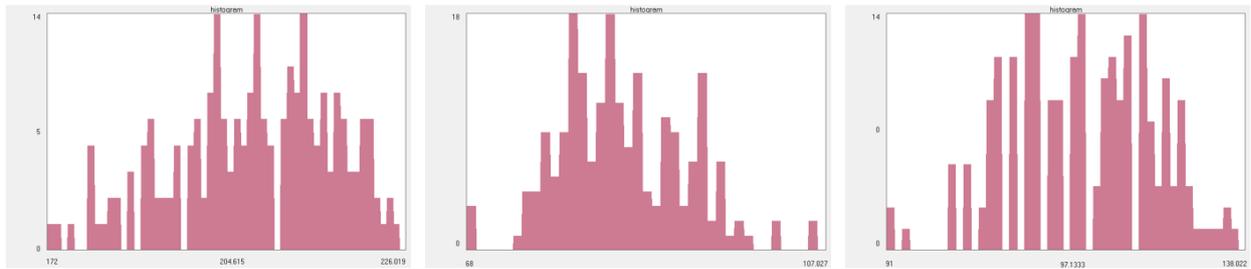


Abbildung 42: Stärker sind die Abweichungen in den mitgelieferten Histogrammen (Kanäle 1, 2 und 3 von links nach rechts) erkennbar. Hier gibt es keine Übereinstimmungen zur ersten Auswertung.

In einem letzten dritten Schritt wurde dieselbe Auswertung für einen Laubbaum im genannten Bereich durchgeführt. Abbildung 44 lässt erkennen, dass darauf geachtet wurde, keine Schattenflächen oder umliegenden Pflanzen mittels des AOI zu erfassen. Die Ergebnisse dieses Schritts finden sich in Abbildung 45 und Abbildung 46.

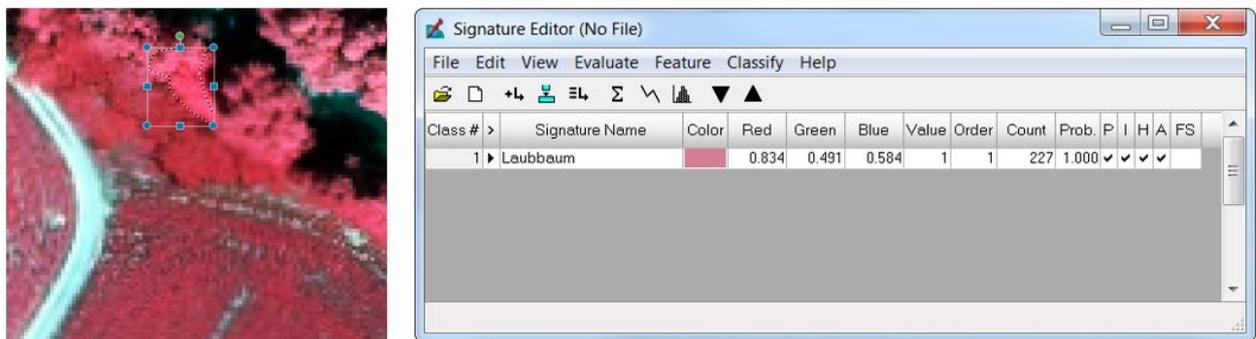


Abbildung 43: Die dritte Auswertung konzentriert sich auf einen Laubbaum in der Umgebung. Sie soll zeigen, ob markante Unterschiede detektierbar sind.

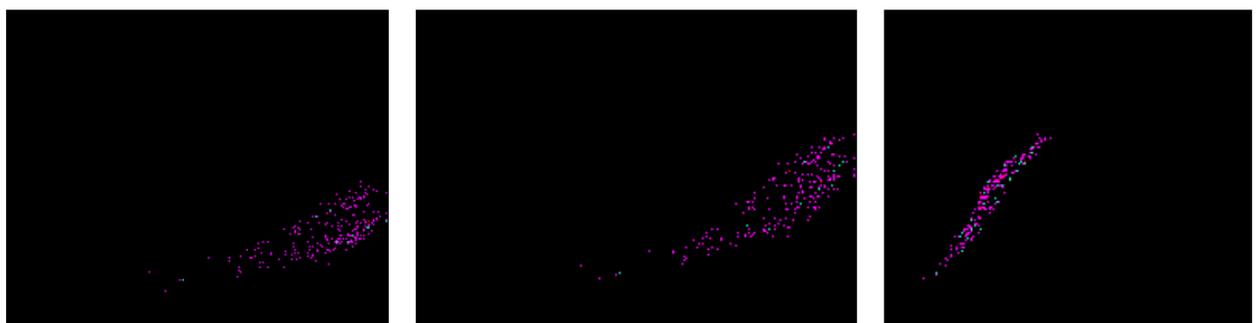


Abbildung 44: Die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) des analysierten Laubbaums. Die Merkmalsräume der Kanäle 1_2 und 1_3 sind vergleichbar mit dem Ergebnis der ersten Analyse.

Anhand der vorliegenden Ergebnisse ist das Hinzuziehen der Informationen bezüglich der Merkmalsräume und Histogramme der Pflanzen nicht ratsam. Diese überschneiden sich teilweise und liefern kein eindeutiges Ergebnis. Natürlich ist ein Grund hierfür die gering ausgeprägte Analyse und die sehr kleinen AOI Flächen mit denen im Signature Editor gearbeitet wurde. Die Begründung hierfür sind zum einen die vorliegenden Daten. Da sie keineswegs aktuell sind und in geringer Auflösung vorliegen, kann nicht eindeutig bestimmt werden, ob sich im betrachteten

CIR- Ausschnitt überhaupt Japanischer Knöterich befindet. Zum anderen sind die Flächen, auf denen Bewuchs durch den genannten Neophyten festgestellt wurde, dermaßen klein und abgeschattet, dass kein besseres Ergebnis hätte erzielt werden können. Eine Differenzierung zwischen Wiese, Acker, Gebüsch, Laub- und Nadelbäumen ist hier durchaus möglich. Eine exakte Bestimmung des Bewuchs durch Japanischen Knöterich jedoch nicht. Desweiteren wurden außer vereinzelt, in der näheren Umgebung keine weiteren seiner Art festgestellt. Grund hierfür können zeitnahe Bekämpfungen nach Sichtung der Pflanze sein. Somit kann es sein, dass auch, wenn in folgenden Schritten Verdachtsflächen identifiziert werden, diese gar nicht mehr von der Pflanze befallen sind. Auf Grund dieser Ergebnisse wird der Neophyt bei der Suche nach passenden Verdachtsflächen zwar nicht vollkommen vernachlässigt, das Hauptaugenmerk wird jedoch auf die Findung besser detektierbarer Aliens fallen.

5.2.2 Goldrute und Drüsiges Springkraut

Abbildung 46 zeigt einen Ausschnitt des NSG 7 C, dem einzigen Gebiet, in dem es möglich war, den Bewuchs durch Springkraut und Goldrute festzuhalten. Ähnlich wie beim Japanischen Knöterich verlief der Bewuchs durch Springkraut linienhaft entlang des Totarms der Sulm und trat vereinzelt im umliegenden hohen Gras auf. Das nebenliegende Feld war vollständig mit Goldkraut zugewachsen. Bei möglichen folgenden Auswertungen spielt auch hier, wie schon zuvor, die zeitliche Komponente eine wesentliche Rolle. Der Aufnahmezeitpunkt der CIR- Bilder liegt mittlerweile beinahe fünf Jahre zurück. Bei der Auflistung der Neophyten wurde vor allem beim Drüsiges Springkraut und der Goldrute darauf hingewiesen, dass sie sich in kürzesten Zeiten rapide ausbreiten können. Nachdem hier aber nur eine verhältnismäßig kleine Fläche betroffen ist, kann man davon ausgehen, dass sich zumindest das Drüsiges Springkraut zum Aufnahmezeitpunkt erst sehr kleinflächig etablieren konnte.

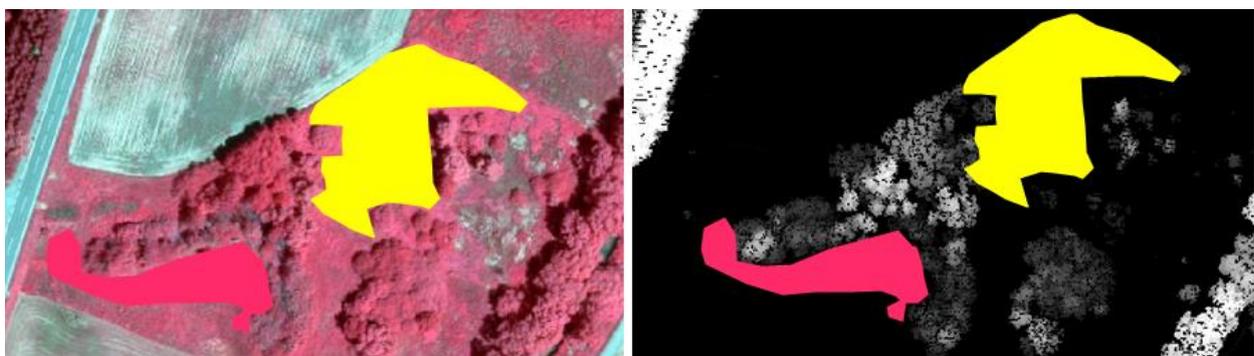


Abbildung 45: Bild Links: NSG 7C im CIR Bild. Der pink markierte Bereich gibt an, wo hier Drüsiges Springkraut festgestellt werden konnte. Gelb eingezeichnet ist der Bewuchs durch Goldrute. / Bild Rechts: NSG 7C im NDSM. Die betroffenen Stellen sind zwar durch die Markierungen überdeckt, jedoch ist im NDSM- Ausschnitt auch keine der Wiesen in der Umgebung erkennbar. Der Datensatz wird bei folgenden Auswertungen nicht von Nutzen sein.

Das Springkraut wächst momentan vereinzelt im hohen Gras oder überdeckt unter höheren Sträuchern und Bäumen. Abbildung 46 zeigt den beschriebenen Teilbereich des Naturschutzgebietes im Maßstab 1:500. Vernachlässigt man das Alter des Bildmaterials, ist es die schlechte Bodenauflösung, die hier Kopfzerbrechen verursacht. Der ausgewählte Maßstab ist mindestens erforderlich um einzelne Pflanzen dezidiert ausmachen zu können. Unterscheidungen können in der Abbildung maximal zwischen, Wasser, Wiese, Laub- und Nadelbäumen gemacht werden. Weitere Auswertungen hinsichtlich des Merkmalsraums der Pflanze werden nicht durchgeführt, da sie als nicht sinnvoll erachtet werden. Auf Grund der geringen Vergleichsflächen für die Pflanze und da keine weiteren Verdachtsflächen bekannt sind, stützen sich folgende visuelle Auswertungen nur auf das Wachstumsverhalten des Neophyten. Da dieses aber keinesfalls einzigartig ist, kann damit gerechnet werden, dass ausgemachte Verdachtsflächen bei einem Vergleich in der Natur, höchstwahrscheinlich keinen Befall durch das Drüsige Springkraut aufweisen werden.



Abbildung 46: Ausschnitt CIR Bild NSG 7C im Maßstab 1:500. Entlang der Sträucher und Bäume und vereinzelt im hohen Gras, sollte sich Drüsiges Springkraut befinden.

Bessere Interpretationen könnten bezüglich der Goldrute möglich sein. Abbildung 48 zeigt den hinteren Bereich des NSG 7C. Bei der ersten Sichtung der Fläche, war diese komplett mit dem Neophyten zugewachsen. Da der CIR- Ausschnitt nicht durch umliegende Vegetation verdeckt ist, werden hier, gleich wie beim Japanischen Knöterich, Auswertungen der Merkmalsräume sowie der Histogramme der vermeintlich bewachsenen Flächen durchgeführt.

Vor allem die im CIR- Ausschnitt verwischten Teilbereiche sind hier von Interesse. Um mögliche Vergleiche treffen zu können, wird sich eine Auswertung auf den Bereich des Drüsigen Springkrauts beziehen. Hier sollte sich zum Aufnahmezeitpunkt eine Wiese mit hohem Gras befunden haben.



Abbildung 47: Ausschnitt CIR Bild NSG 7C im Maßstab 1:500. Im hinteren Bereich des Naturschutzgebiets herrscht ein großflächiger Bewuchs durch Goldrute.

Ausschlaggebend für die Auswahl dieses ersten Analysebereichs waren vor allem seine gute, großflächige Sichtbarkeit im CIR- Bild. Bei der Anfertigung des AOI- Layers wurde darauf geachtet, nur jene Teilbereiche festzuhalten, in denen Verwischungen erkennbar sind. Diese treten in den umliegenden Wiesenflächen nicht auf und könnten ein Indiz für den Bewuchs durch Goldrute sein.

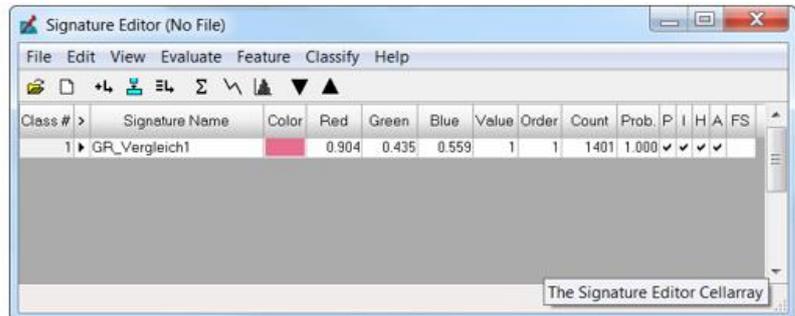
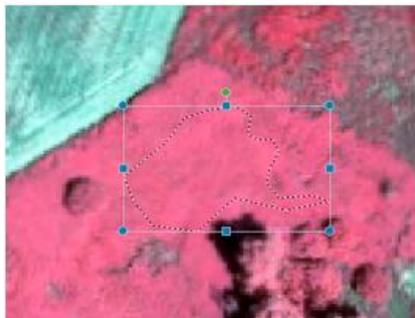


Abbildung 48: Bild Links: Ausschnitt aus dem CIR - Tile. Im Markierten AOI Bereich herrscht Bewuchs durch die Goldrute / Bild Rechts: Der AOI im Signature Editor von ERDAS

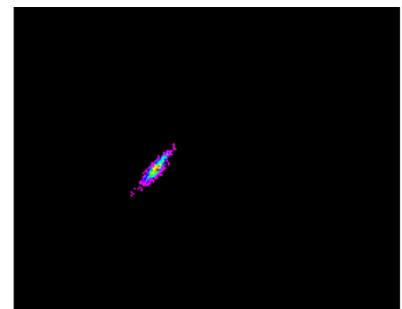
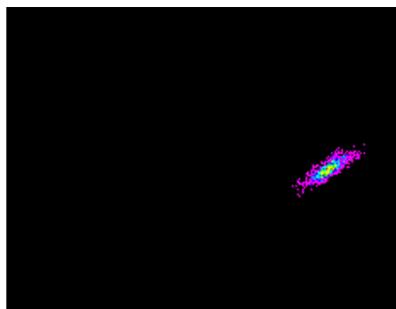
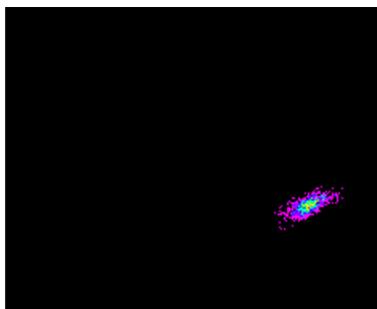


Abbildung 49: Mittels des ERDAS Signature Editors konnten die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) der vermeintlichen Goldruten- Flächen ermittelt werden. Anders als beim Japanischen Knöterich, wirken die Bereiche viel konzentrierter. Zum einen auf Grund der höheren Anzahl der verwendeten Pixel und zum anderen auf Grund der einheitlichen Auswahl einer Pflanze.

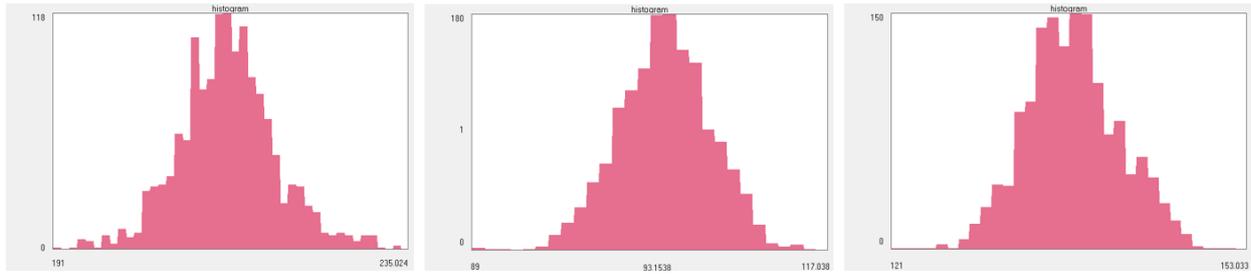


Abbildung 50: Gleichzeitig wurden auch die Histogramme des untersuchten Bereichs ausgegeben (Kanäle 1, 2 und 3 von links nach rechts). Folgende Auswertungen könnten von diesen Informationen profitieren.

Verglichen mit den Ergebnissen der ersten Analysefläche des Japanischen Knöterichs wirken die Merkmalsräume und Histogramme wesentlich dichter. Dies rührt daher, dass ein größerer AOI-Auswahlslayer eingezeichnet werden konnte. Können in den weitergehenden Analysen markanten Unterschiede zwischen den Merkmalsräumen und Histogrammen der Goldrutenflächen und Wiesenflächen verzeichnet werden, würde dies einen immensen Mehrwert bei der Findung von Verdachtsflächen bedeuten.

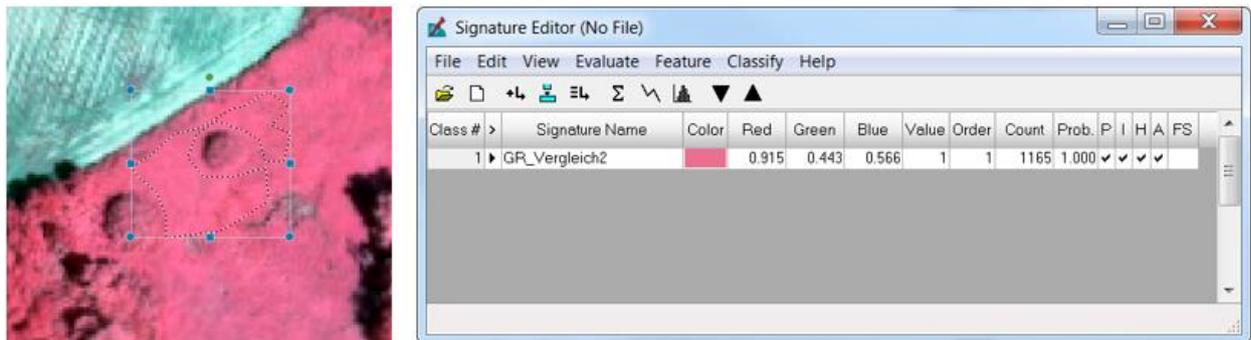


Abbildung 51: Eine weitere Analysefläche für den Neophyten Goldrute wurde im hinteren Teil des NSG 7C ausgewählt.

Anschließend wurde eine zweite, etwa gleich große Vergleichsfläche für die Goldrute definiert und wieder mittels der zuvor verwendeten Methoden ausgewertet. Umliegende Sträucher und Waldränder wurden gezielt aus der Analyse ausgeschlossen um Verfälschungen der Ergebnisse vorzubeugen. Bereits im Signature Editor ist Anhand der RGB- Werte eine gute Übereinstimmung ersichtlich. Weitere Erkenntnisse lieferten die im Anschluss angefertigten Merkmalsräume und Histogramme des Gebiets. Diese stimmten beinahe gänzlich mit den Ergebnissen der ersten Auswertung überein.

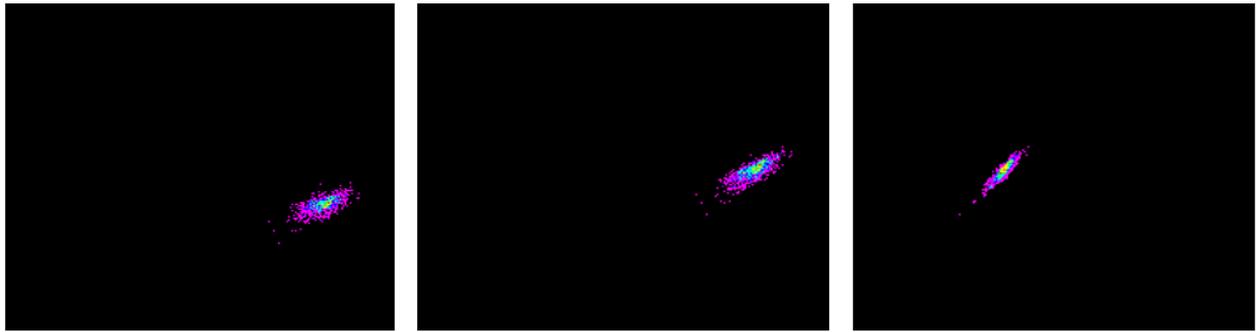


Abbildung 52: Wieder wurden die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) der vermeintlichen Goldruten-Flächen ermittelt. Vergleicht man diese mit den Ergebnissen der vorhergegangenen Auswertung, erkennt man eine hohe Übereinstimmung.

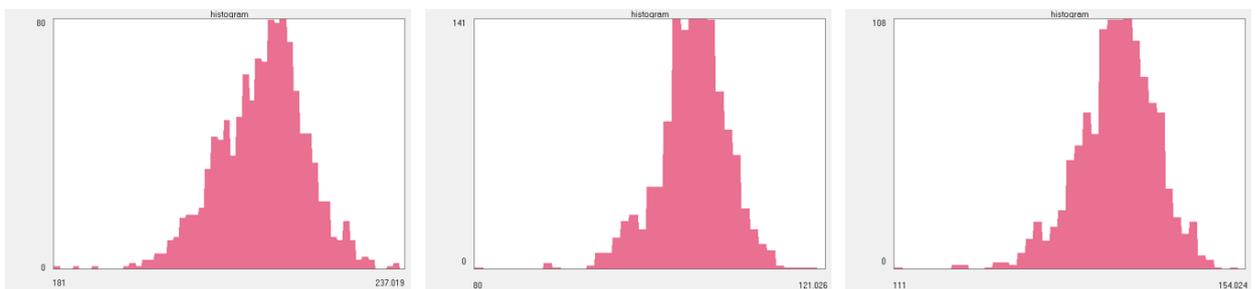


Abbildung 53: Auch die gleichzeitig mitgelieferten Histogramme der einzelnen Kanäle des AOI Layers ähneln denen der vorangegangenen Analyse. Dies bedeutet eine gute Ausgangslage für die späteren Interpretationen.

Um sicherzustellen, dass die beiden Analyseflächen nicht dieselben Eigenschaften wie eine „reine“ Wiesenfläche des NSG 7C aufweisen, wurde abschließend die Auswertung einer solchen durchgeführt. Der CIR- Ausschnitt in Abbildung 55 zeigt die mittels AOI- Layer ausgewählte Wiese. Sie erscheint viel grobkörniger und auf den ersten Blick etwas dunkler, als die umliegenden Goldruten. Ein erster Blick in Signatur Editor gibt aber zu erkennen, dass die einzige große Abweichung im Rot- Kanal der ausgewählten Fläche liegt. Anscheinend sind die Unterschiede geringer als vermutet.

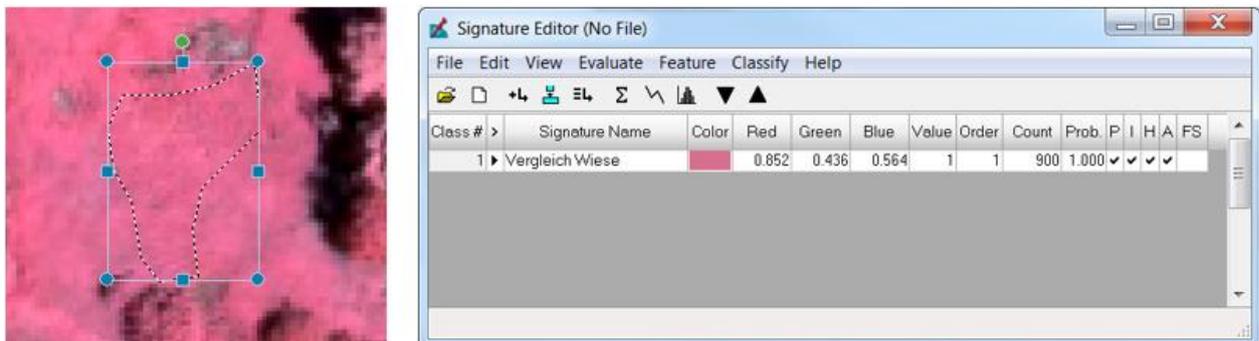


Abbildung 54: Zu Vergleichszwecken wird eine weitere Auswertung an einer Wiesenfläche des NSG 7C durchgeführt. Diese soll bestätigen, dass sich die Merkmalsräume und Histogramme der Goldrute und Wiesen markant unterscheiden. Gesetz dieses Falles, können die ermittelten Ergebnisse unterstützend zur Findung von Vergleichsflächen herangezogen werden.

Dieser Verdacht erhärtet sich beim Vergleich der erhaltenen Merkmalsräume und Histogramme. Da in etwa ein Drittel weniger an Pixel in die letzte Analysefläche floss als bei der ersten Auswertung wirken die Merkmalsräume etwas lichter. Ansonsten können aber keine Abweichungen zu den vorhergehenden Beobachtungen festgestellt werden. Dasselbe gilt für die Histogramme. Auch hier scheint, dass erneut eine Fläche mit Goldrute ausgewertet wurde. Leider sind diese Ergebnisse für weitere Auswertungen äußerst unvorteilhaft. Hätten markantere Unterschiede festgestellt werden können, hätte dies einen enormen Vorteil für die folgenden Arbeitsschritte gebracht.

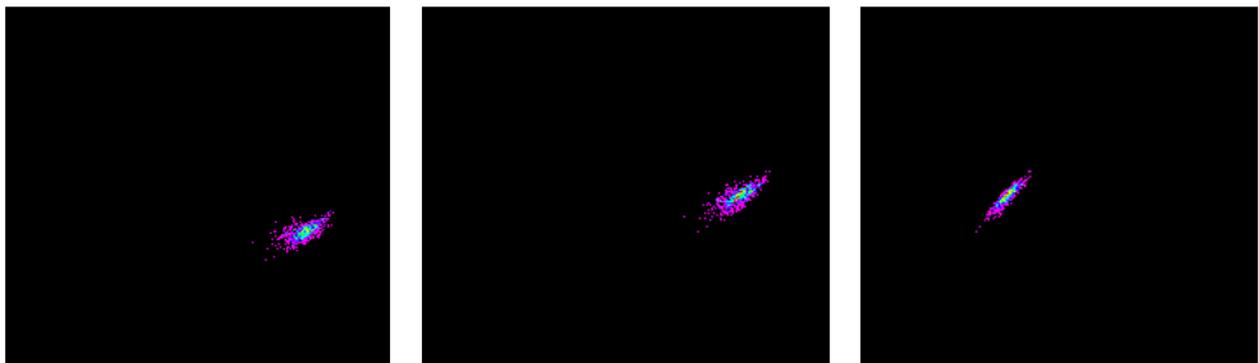


Abbildung 55: Die Merkmalsräume der Wiesenflächen unterscheiden sich in keiner Weise von den vermeintlichen Goldruten-Flächen. Auf Grund dieser Tatsache, können diese Informationen für spätere Auswertungen nicht verwendet werden.

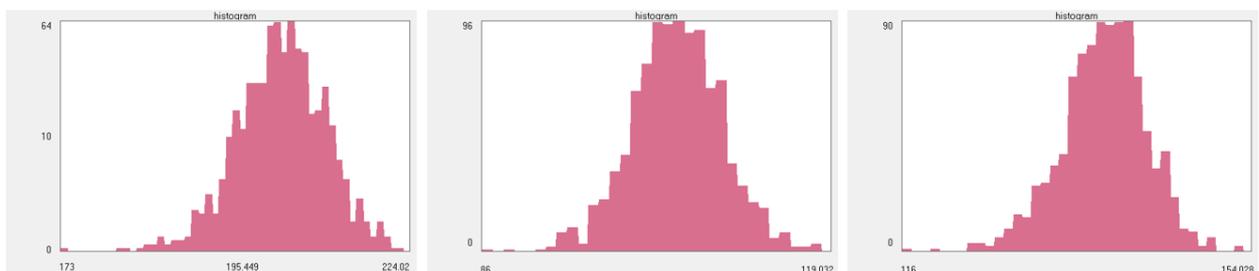


Abbildung 56: Für die gleichzeitig mitgelieferten Histogramme der einzelnen Kanäle des AOI Layers gilt dasselbe.

Die im oberen Abschnitt gesammelten Ergebnisse führen zu dem Schluss, dass eine Auswertung bezüglich des Bewuchses durch Drüsiges Springkraut und Goldrute äußerst schwierig wird. Beim Drüsiges Springkraut sind die möglichen Vergleichsflächen nur spärlich vorhanden. Der Neophyt wächst abgeschattet von anderen Kulturen oder im hohen Gras und ist in den CIR- Daten nicht auszumachen – weder rein visuell, noch durch computergestützte Analysemethoden. Abgesehen davon liegt der Aufnahmezeitpunkt der CIR- Daten soweit zurück, dass angenommen werden kann, dass in den Bildern der Vergleichsflächen kaum Drüsiges Springkraut enthalten ist. Während der ersten Befahrung konnten zudem keine weiteren Vergleichsflächen ausgemacht werden. Etwas vielversprechender gestalteten sich zunächst die Auswertungen bezüglich der Goldrute. Das großflächige, im CIR- Bild gut erkennbare Wuchsgebiet schien für die Analysezwecke ausreichend zu sein. Die Ergebnisse zeigen aber etwas Anderes. Bei den

vermeintlichen, von der Goldrute befallenen Flächen, handelt es sich im CIR- Bild anscheinend um Wiesenflächen. Zwar hat sich die Goldrute zum heutigen Zeitpunkt sehr stark im NSG 7C etabliert, vor fünf Jahren war dem aber noch nicht so. Weitere visuelle Auswertungen der CIR-Bilder und Identifikationen von Verdachtsflächen bezüglich des Auftretens von Drüsigem Springkraut und der Kanadischen Goldrute können somit nur unter Berücksichtigung der Wuchsbedingungen der Neophyten durchgeführt werden. Inwieweit die daraus hervorgehenden Ergebnisse mit den Gegebenheiten in der Natur übereinstimmen, kann nur durch eine abschließende Auswertung der Ist- Situation in den Verdachtsgebieten ermittelt werden. Zudem ist zu beachten, dass die bis zum jetzigen Zeitpunkt aufgezeigten Merkmalsräume und Histogramme nur für die Tiles als Identifikationswerkszeug gegolten hätten, in denen sich die Vergleichsflächen befinden. Zwar wurde durch das Histogramm Matching eine Anpassung aller CIR- Bilder an das Referenzbild erzielt, da es sich aber lediglich um eine Anpassung zur Unterstützung der visuellen Dateninterpretation handelt, wird es bei ein und denselben Objekten (z.B. Straßen) zu Unterschieden in den Merkmalsräumen und Histogrammen kommen. Zwar können die Ergebnisse ähnlich sein, eine eindeutige Zuordnung ist aber anhand ihrer nicht möglich.

5.2.3 Robinie

Der Neophyt, der während der ersten Befahrung am häufigsten detektiert werden konnte, ist die Robinie. In diesem Abschnitt soll anhand dreier Vergleichsflächen geprüft werden, wie der Baum im CIR- und im NDSM- Bild erscheint und ob sich seine Merkmalsräume sowie die Histogramme der betrachteten Analyseflächen von denen anderer, umliegender Bäume unterscheiden. Zu den Merkmalsräumen und Histogrammen sei gesagt, dass auch diese nur für das entsprechende CIR- Tile gültig gemacht werden können. Natürlich werden Ähnlichkeiten zu anderen auftreten; durch das Histogramm Matching ist aber nicht mit einer hundert prozentigen Übereinstimmung zu rechnen.

Robinien neben Sulmsee:

Die erste Vergleichsfläche ist aus Sicht der rein visuellen Interpretation die beste, die bei der ersten Befahrung aufgenommen wurde. Zwar sind die Robinien im CIR- Bild nicht auf den ersten Blick als solche auszumachen, doch im NDSM ist eine Abgrenzung des Verbands im oberen Bildbereich zu den umliegenden Arten ersichtlich. Wie bereits zuvor erwähnt, handelt es sich bei der Robinie um eine Lichtbaumart – sie benötigt also genügend Sonne um gut zu gedeihen und grenzt sich aus diesem Grund von umliegenden Arten ab. Da aber auch Eichen, Erlen, Lärchen, Pappeln, Kiefern, Weiden und Birken zu dieser Gruppierung gehören, kann auf Grund des Abstands zwischen den Bäumen nicht eindeutig auf eine Robinie geschlossen werden. Lärchen

und Kieferbäume sind in diesem Fall vernachlässigbar. Bei ihnen handelt es sich um Nadelbäume, weshalb sie im CIR- Bild automatisch dunkler erscheinen und somit bei späteren Auswertungen ausgeschlossen werden können. Probleme könnte es mit den anderen genannten Arten geben.

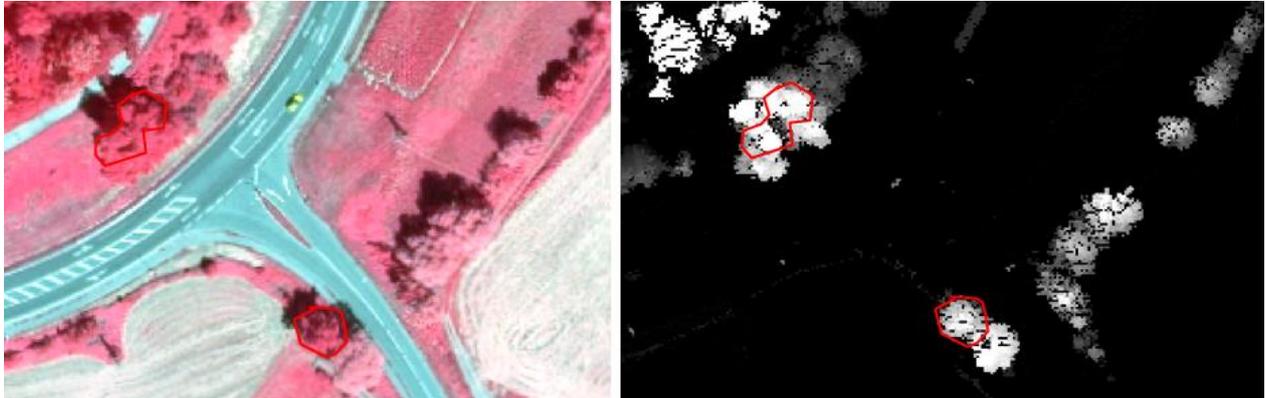


Abbildung 57: Bild Links: CIR- Ausschnitt nebst dem Sulfidsee. Im unteren Teil des Bildes ist eine Robinie als Einzelbaum ersichtlic. Im rechten oberen Teil erkennt man einen Verband aus drei Robinien. / Bild Rechts: Der Einzelbaum ist im NDSM gut erkennbar. Auch die Abgrenzung der Robinien zu den anderen Arten ist deutlich.

Auf Grund dieser Tatsache wurden wiederum die Merkmalsräume der Robinien und einige der umliegenden Arten betrachtet. Natürlich wären hier markante Unterschiede zwischen den Arten wünschenswert. Anhand dieser könnten spätere Analysen voraussichtlich bessere Ergebnisse liefern.

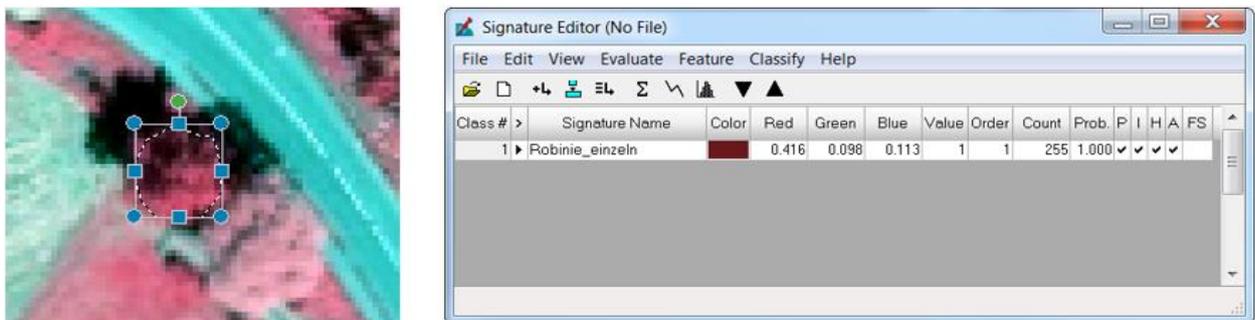


Abbildung 58: Bild Links: Ausschnitt aus dem CIR - Tile. Im Markierten AOI Bereich befindet sich der Einzelbaum Robinie / Bild Rechts: Der AOI im Signature Editor von ERDAS. Die Robinie wurde mit 255 Pixeln erfasst.

Auf Grund dieser Tatsache wurden wiederum die Merkmalsräume der Robinien und einige der umliegenden Arten ermittelt und verglichen. Die Ergebnisse und zugehörige Beschreibungen finden sich in den folgenden Abbildungen.

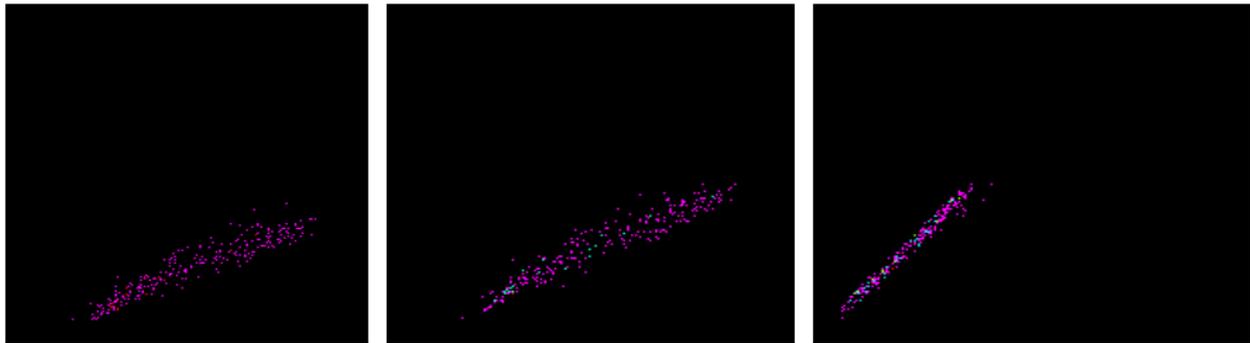


Abbildung 59: Als ersten Vergleich werden hier die Merkmalsräume der freistehenden Robinie angezeigt, wieder in der Darstellung der Kanäle Nahes Infrarot zu Rot, Nahes Infrarot zu Grün und Rot zu Grün (von links nach rechts).

Abbildung oben zeigt die Merkmalsräume der freistehenden Robinie im Kanalvergleich Nahes Infrarot zu Rot, Nahes Infrarot zu Grün und Rot zu Grün (von links nach rechts). Das Reflexionsverhalten im Plot Rot zu Grün ähnelt stark dem der dritten Analysefläche beim Japanischen Knöterich. Dort wurde eine Mischung aus Wiesenfläche und Laubbaum betrachtet.

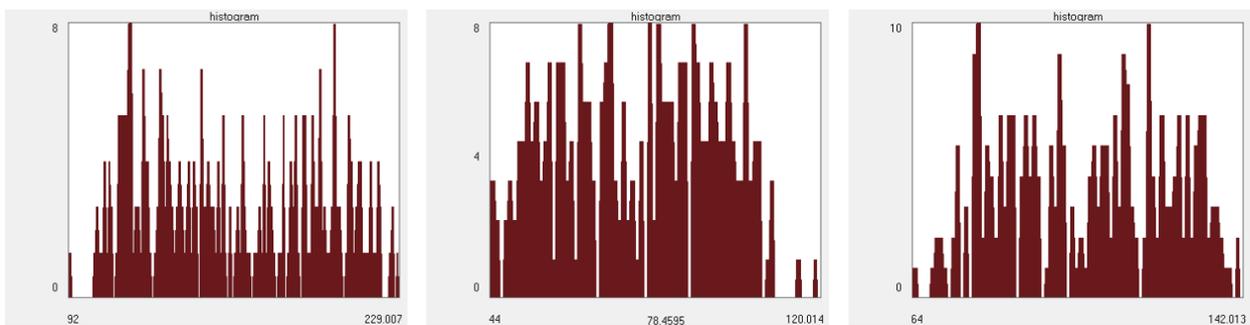


Abbildung 60: Die Histogramme der Kanäle NIR, Rot und Grund bilden hier die ersten Vergleichswerte für die folgenden Betrachtungen. Von Interesse ist, ob sie mit denen der Robinien Baumgruppe im oberen Bildausschnitt übereinstimmen.

Ausgehend von den Ergebnissen, die die freistehende Robinie lieferte, wurde im Anschluss die Baumgruppe im oberen Bildteil analysiert. Es wurde vermutet, dass die Merkmalsräume, sowie Histogramme größtenteils übereinstimmen, da es sich um dieselbe Art handelt.

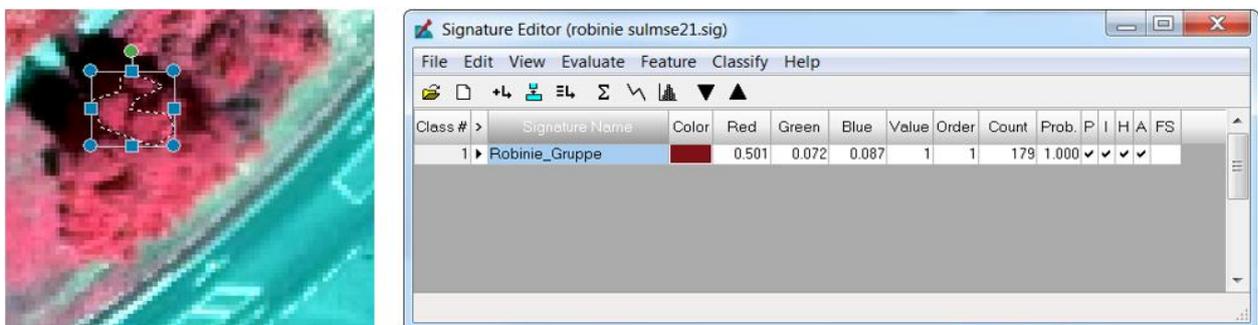


Abbildung 61: Bild Links: CIR- Ausschnitt mit der Gruppe von Robinien, enthalten im AOI Layer. Bild Rechts: Es wurden 76 Pixel weniger erfasst als zuvor.

Wie vermutet, herrscht zwischen den Merkmalsräumen des Einzelbaums und der Baumgruppe eine starke Übereinstimmung. Bei vorangegangenen Analysen konnten auch schon Ähnlichkeiten bei gleichen Arten festgestellt werden. Vergleiche mit anderen Baumarten im Ausschnitt sollten Gewissheit bringen.

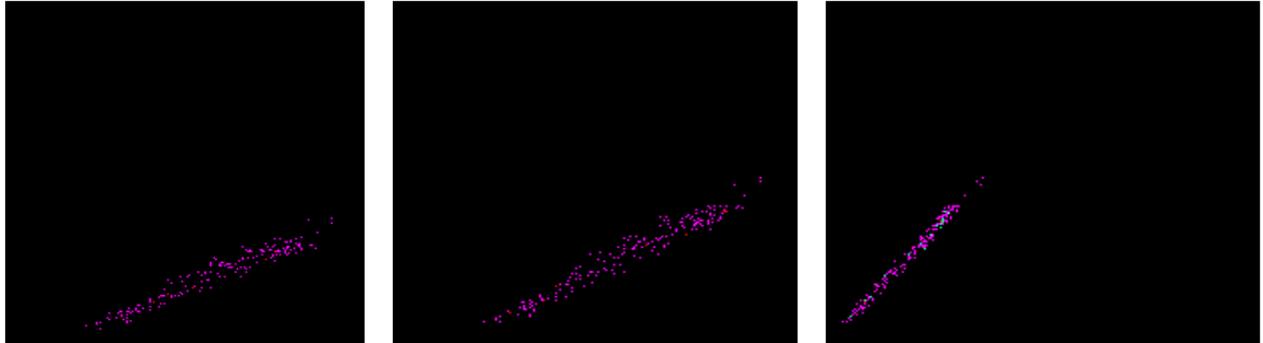


Abbildung 62: Die Merkmalsräume der Pflanzen stimmen überein. Vergleiche mit anderen Arten im selben CIR- Ausschnitt sind unumgänglich.

Abbildung 63 zeigt die Histogramme der betrachteten Robinien. Es konnten starke Übereinstimmungen mit dem Einzelbaum im Nahen Infrarot Bereich festgestellt werden. Abweichungen treten in den Kanälen Rot und Grün auf.

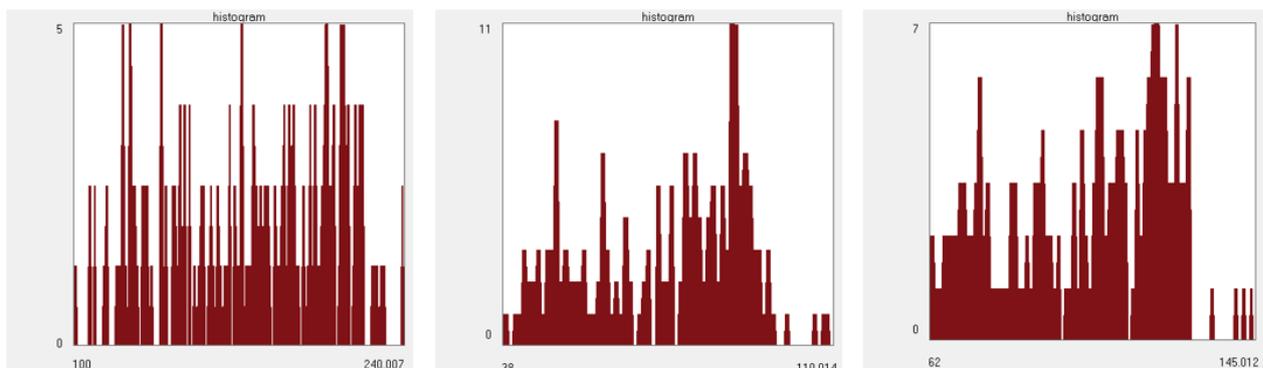


Abbildung 63: Das Rückstrahlverhalten im Nahen Infrarot (linker Plot) ähnelt stark dem, der freistehenden Robinie, was damit zusammenhängt, dass die Pflanzen dieselben Reflexionseigenschaften aufweisen. Auf Grund der Baumschatten treten Unterschiede bei Kanal Rot und Grün auf.

Die betrachteten Robinien ähneln sich stark in den ermittelten Merkmalsräumen. Dieses Verhalten wurde bereits beim Japanischen Knöterich und der Goldrute festgestellt. Vergleichsanalysen mit umliegenden Pflanzenarten, haben die Annahme der Gemeinsamkeiten aber immer widerlegt. Es wurde befürchtet, dass es auch bei der Robinie zu diesem Ergebnis kommen könnte. Trotzdem wurden im genannten CIR- Ausschnitt zwei weitere Auswertungen durchgeführt. Die erhaltenen Ergebnisse finden sich zusammengefasst in den folgenden Abbildungen. Beschreibungen werden wieder separat geführt.

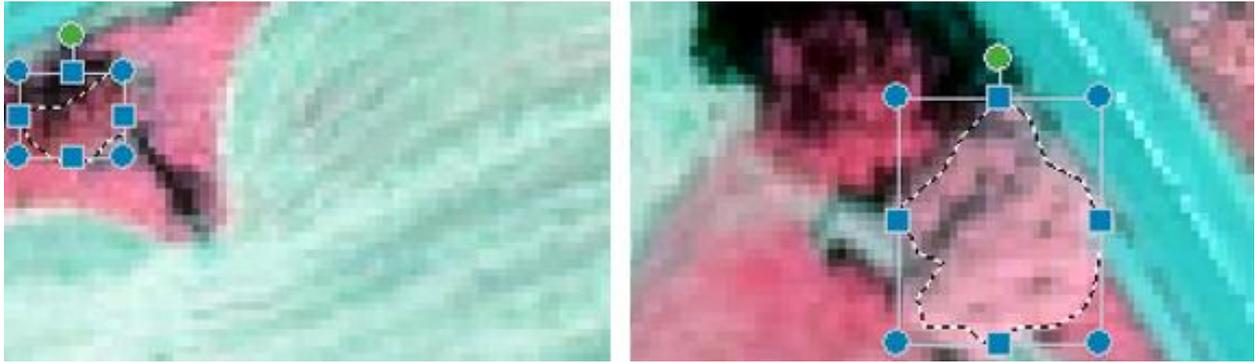


Abbildung 64: Bild Links: Laubbaum neben der Straße am Sulmsee / Bild Rechts: Einen weiteren Vergleich lieferte die Birke neben der freistehenden Robinie.

Abbildung 66 zeigt die Merkmalsräume der betrachteten Bäume. Deutlich zu erkennen ist, dass jene des Laubbaums neben der Straße sehr fein abgebildet werden – es wurde nur eine geringe Anzahl von Pixel festgehalten. Generell ähneln sie aber durchaus der Robinie. Besser zu erkennen sind die der Birke – folgend des größeren Analysebereichs. Trotzdem kann ein gewisser Unterschied in den Punkten der Merkmalsraumbereiche bei den beiden Bäumen ausgemacht werden. Der mittlere Verlauf der Birke wirkt im Merkmalsraum Nahes Infrarot zu Rot und Nahes Infrarot zu Grün (Abb. 66 untere Bildreihe Plot 1 und 2) flacher als bei dem anderen Laubbaum. Beim Laubbaum befindet sich auch ein kleiner Teil der Straße und des vom Baum geworfenen Schattens im Analysebereich, was das Ergebnis dahingehend verändert hat.

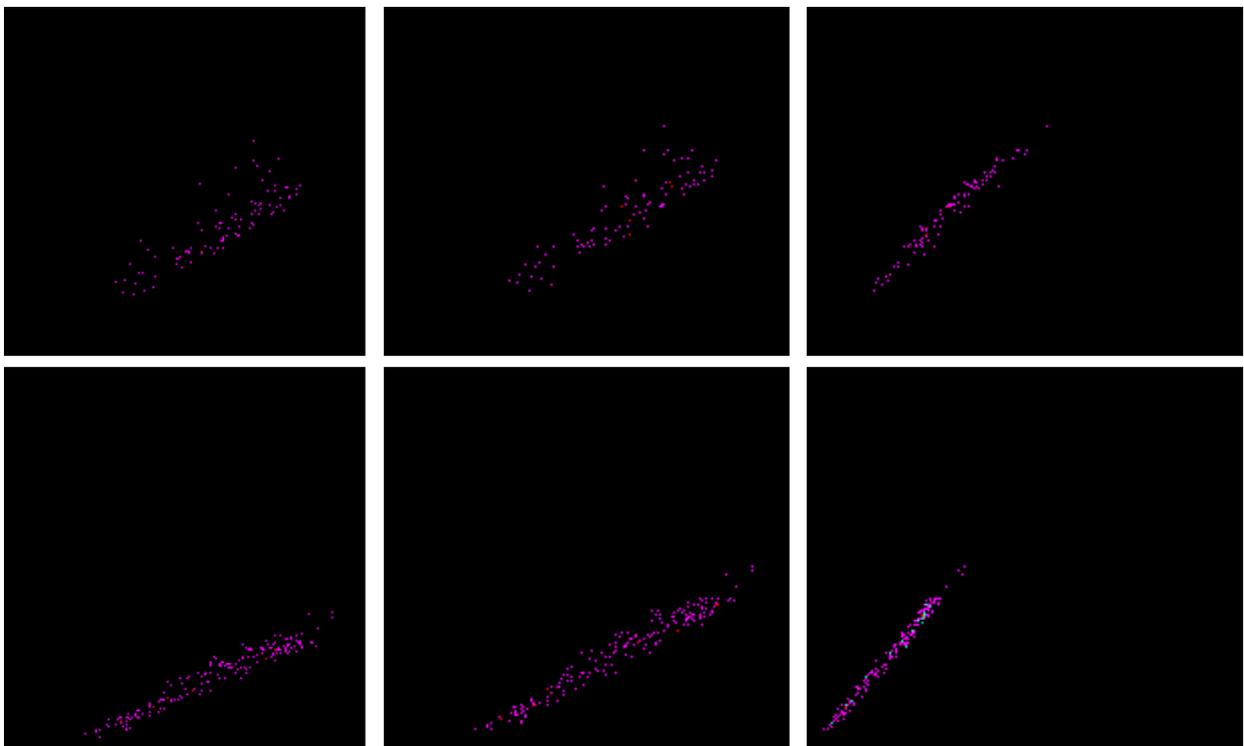


Abbildung 65: Bildreihe Oben: Die Merkmalsräume des Laubbaums neben der Straße / Bildreihe Unten: Die Merkmalsräume der Birke neben der freistehenden Robinie

Nachdem es wiederum nicht möglich war, einen markanten Unterschied zwischen den Merkmalräumen der Robinie und umliegender Arten festzustellen, soll eine Überlagerung dieser genauere Informationen liefern. Die Plots in Abbildung 67 zeigen die berechneten Merkmalräume der freistehenden Robinie (Nahes Infrarot zu Rot, Nahes Infrarot zu Grün und Rot zu Grün von links nach rechts) und die der Birke neben ihr. Rot eingezeichnet findet sich der mittlere Verlauf Robinie und Blau der der Birke. Eine leichte Verschiebung ist innerhalb der ersten beiden Abbildungen zu erkennen. Im Merkmalsraum Rot zu Grün sind die beiden Bäume nahezu ident.

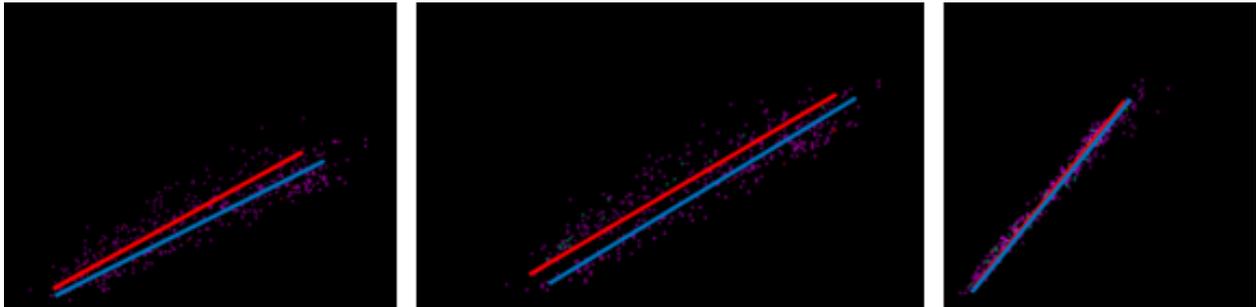


Abbildung 66: Überlagerung der Merkmalsräume der freistehenden Robinie (rot) und der nebenstehenden Birke (blau)

Dieses Ergebnis ist äußerst unbefriedigend, da damit gerechnet wurde, dass größere Unterschiede detektierbar sind. Natürlich sind diese Informationen für eine rein visuelle Auswertung nicht zwingend erforderlich, dennoch hätten sie in Findung von Verdachtsflächen einfließen können. Da für den Neophyten aber weitere Vergleichsflächen ermittelt werden konnten, sollen diese Auswertungen auch dort umgesetzt werden.

Robinie in Heimschuh:

Einen zweiten guten Vergleich lieferte die große Robinie in Heimschuh. Sie wurde, wie viele ihrer Art, während der ersten Befahrung entdeckt und koordinativ festgehalten. Auffällig ist bei diesem Baum, dass er im CIR- Bild wesentlich heller wirkt, als die Robinie am Sulfsee (Abb. 58). Neben dem CIR- Ausschnitt findet sich hier wieder das zugehörige NDSM. Abgrenzungen zu den umliegenden Bäumen sind nur schwer ersichtlich. Außerdem ist auffällig, dass einige der Pflanzen, welche im CIR- Ausschnitt erkennbar sind, im NDSM nicht dargestellt werden. Zwischen den Aufnahmezeitpunkten der CIR- und der NDSM- Daten liegen knapp vier Jahre. Genug Zeit für die Sträucher im unteren, rechten Teil des Ausschnitts, um zu gedeihen. Diese Situation zeigt nochmals die Inkonsistenz zwischen den Datensätzen auf.

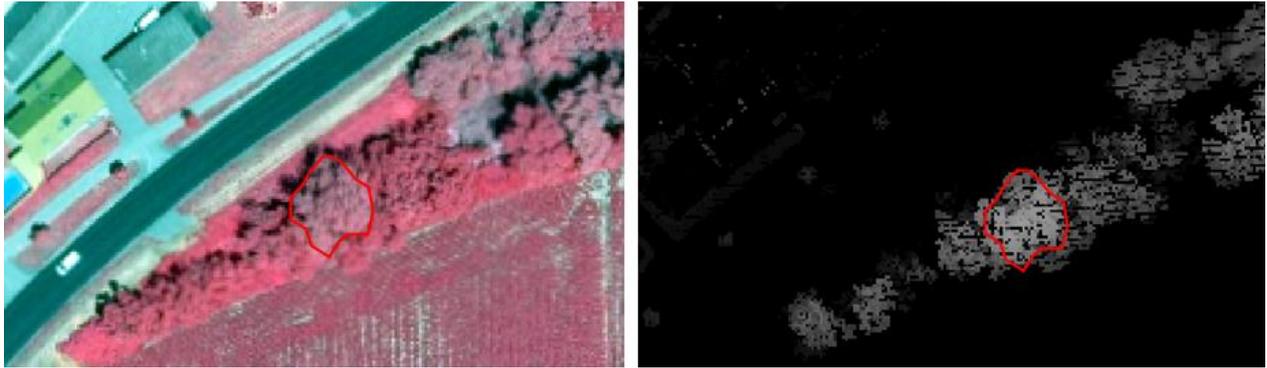


Abbildung 67: Bild Links: CIR- Ausschnitt einer Robinie in Heimschuh. Der Baum wirkt auf den ersten Blick wesentlich „heller“ als seine Verwandten am Sulmsee. / Bild Rechts: Durch Backscattering wirkt das NDSM in diesem Bereich sehr körnig. Eine Abgrenzung zu den anderen Arten ist aber zu erahnen.

Die hier durchgeführten Auswertungsschritte stimmen mit den vorangegangenen überein und werden deshalb nicht nochmals genauer erläutert. Als Ergebnis werden die Merkmalsräume der oben ersichtlichen Robinie dargestellt und beschrieben, sowie ein Vergleich mit jener am Sulmsee durchgeführt.

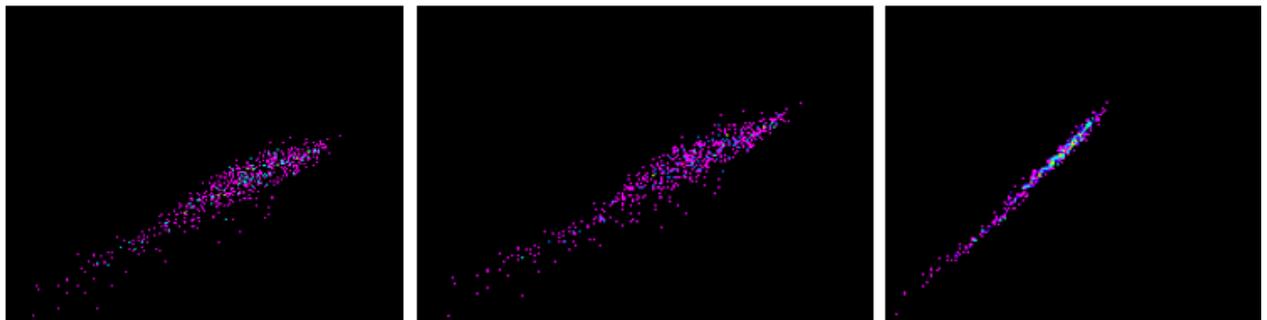


Abbildung 68: Merkmalsräume der Robinie in Heimschuh. Bereits hier lassen sich ohne direkten Vergleich Abweichungen zu denen der Robinie am Sulmsee ausmachen.

Abbildung 70 zeigt die Merkmalsräume der Robinie nebst der Straße in Heimschuh. In diese Auswertung flossen über 600 Bildpunkte ein, weshalb die Darstellungen satter wirken. Anfangs erwähnt unterscheidet sich diese Robinie bereits rein visuelle von jener am Sulmsee. Sie wirkt vergleichsweise heller, was auch der Import des AOI- Analyselayers in ERDAS bestätigte. Vergleicht man die Rot, Grün und Blau Werte der beiden Ausschnitte in Abbildung70 sind vor allem der grüne und der blaue Farbanteil der Robinie in Heimschuh höher als die des Neophyten am Sulmsee.

Class # >	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1 ▶	Robinie		0.545	0.455	0.482	1	1	609	1.000	✓	✓	✓	✓	
Class # >	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1 ▶	Robinie_einzeln		0.416	0.098	0.113	1	1	255	1.000	✓	✓	✓	✓	

Abbildung 69: Ausschnitt oben: Robinie in Heimschuh nach Import im Signature Editor / Ausschnitt unten: Robinie am Sulmsee nach Import im Signature Editor. Die beiden Bäume weichen stark voneinander ab.

Würden die beiden Aufnahmeorte in unterschiedlichen CIR- Tiles liegen, wäre das Histogramm Matching eine Antwort für eine Abweichung. Die beiden Robinien befinden sich aber im selben Tile, nur etwa 1,7 Kilometer voneinander entfernt. Außerdem ruft das Verfahren des Histogramm Matchings nicht solch starke Effekte hervor. Vorgreifend sei zu erwähnen, dass während der Sichtung der Verdachtsflächen in der Natur dieser Baum nochmals angefahren wurde, um sicherzustellen, dass keine falschen Koordinaten festgehalten wurden und es sich tatsächlich um eine Robinie handelt. Dem war so. **Somit lässt sich schlussfolgern, dass die Robinie eine starke spektrale Variabilität aufweist, was eine Kartierung immens erschwert.**

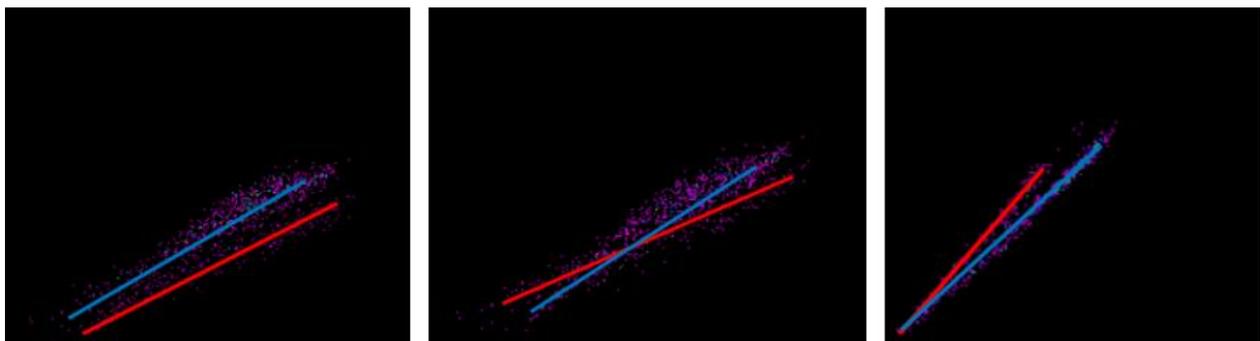


Abbildung 70: Die Robinien im direkten Vergleich. Rot der Merkmalsraum der Robinie vom Sulmsee. Blau der der Merkmalsraum der Robinie in Heimschuh.

Die Unterschiede sind in obige Abbildung klar erkennbar. Rot wurde wieder der mittlere Verlauf des Merkmalsraums der Robinie vom Sulmsee und blau jener des Neophyten in Heimschuh dargestellt. Die Abweichungen ein und derselben Art sind hier stärker als jene zwischen Robinie und Birke.

Hier nicht angeführt sind drei weitere Vergleichsflächen, bei denen das Ergebnis ähnlich ausfiel. In keinem der Fälle konnte mittels Merkmalsräumen oder Histogrammen dezidiert eine Robinie von anderen Laubbaumarten in der Umgebung unterschieden werden. Bei den Auswertungen handelt es sich um freistehende, im CIR- und NDSM- Ausschnitt gut erkennbare Neophyten. Dies verhält sich bei den anderen Robinien völlig anders. Was damit gemeint ist, zeigt die in Preding vorgefundene Wuchssituation der Art.

Robinie in Klein Preding:

Die Situation wie in Abbildung 73 tritt bei nahezu allen Robinien auf. Sie wachsen vereinzelt oder in kleineren Gruppen inmitten anderer Bäume. Die unten rot markierte Robinie in Klein Preding ist weder im CIR- noch im NDSM- Ausschnitt klar auszumachen. Aus diesem Grund wurde hier auf die Analyse der Merkmalsräume verzichtet. Die Ergebnisse hätten kaum Aussagekraft und könnten bei der Suche nach Verdachtsflächen nicht unterstützend herangezogen werden.

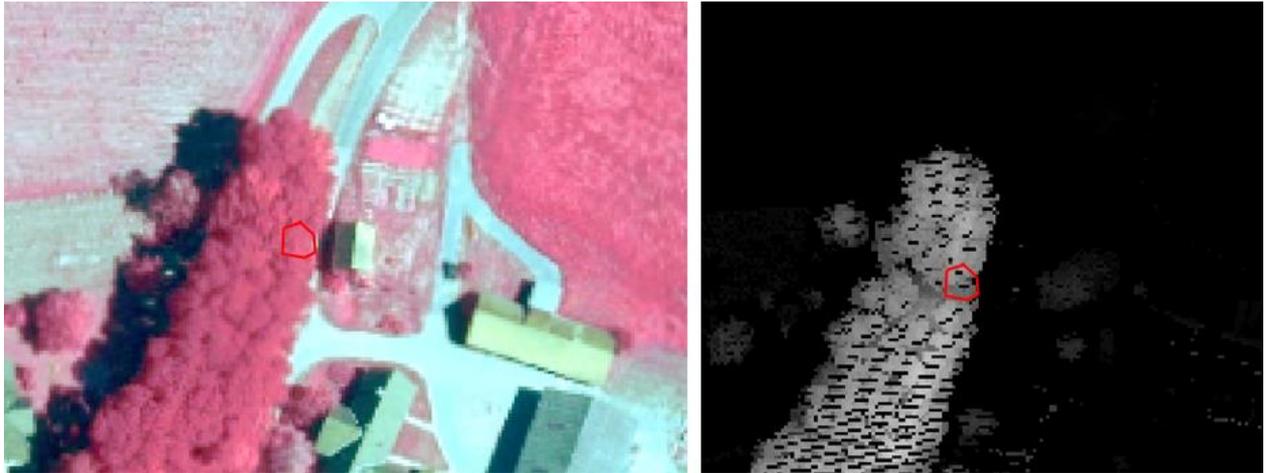


Abbildung 71: Bild Links: Die Robinie ist im CIR- Ausschnitt nicht auszumachen. Hier könnte es sich auch um eine der umliegenden Erlen oder Eschen handeln. / Bild Rechts: Auch im NDSM ist keine Abgrenzung ersichtlich. Unter solchen Umständen werden Identifikationen unmöglich.

Riesenbärenklau:

Abschließend zum Riesenbärenklau. Die zu Beginn angefahrenen Gebiete wiesen keinen Bewuchs mehr auf. Dies hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass der Riesenbärenklau hoch toxisch und äußerst gefährlich für den Menschen ist und somit befallene Gebiete meist umgehend gesäubert werden. Kleinflächig konnte der Neophyt nahe einer Bahntraverse festgehalten werden. Da er verdeckt unter der umliegenden Bewaldung wächst, ist auch er im CIR- Bild nicht zu erkennen. (Da das Verhalten ähnlich wie beim Japanischen Knöterich ist, wird hier auf einen CIR- und NDSM- Ausschnitt verzichtet). Aus diesem Grund lässt sich erahnen, dass eine korrekte, visuelle oder automatisierte Auswertung des vorliegenden Materials bezüglich des Auftretens der genannten Neophyten äußerst unwahrscheinlich ist. Um diese Vermutung bewerten zu können, bedarf es sich aber einer Auswahl an Verdachtsflächen im Bildmaterial und folgender Auswertung in der Natur, nach welcher eine genaue Einschätzung der Machbarkeit möglich sein sollte.

5.3 Interpretation der Ergebnisse und weiteres Vorgehen

Auf Grund der Sichtung und Interpretation der Daten nach der ersten Befahrung konnten verschiedene Ergebnisse für die zu detektierenden Arten abgeleitet werden. Diese und das weitere Vorgehen beim Finden von Verdachtsflächen sollen in den folgenden Punkten beschrieben werden.

5.3.1 Vorgehen bei der visuellen Bestimmung von Japanischen Knöterich

Ein großes Problem für folgende Interpretationen stellen die geringen Vergleichsmöglichkeiten dar. Der Japanische Knöterich wurde vereinzelt oder linienhaft verlaufend in und neben Feldern oder Flussläufen gefunden. Die von ihm bedeckten, frei ersichtlichen Bereiche auf den Brachflächen sind zu klein, um sie im CIR- Bild eindeutig auszumachen. Die Pflanze wächst zwar immens schnell, doch wird sie nach der ersten Sichtung zeitnah bekämpft. Auch das kann ein Grund dafür sein, dass sie zwar in der Natur, nicht aber im CIR- Bild enthalten ist. Zusammengefasst kann gesagt werden:

Der Japanische Knöterich wächst bevorzugt:

- Licht und Wasser – bei den folgenden Auswertungen sollte vor allem in der Nähe von Flüssen oder Feuchtstellen nach der Art gesucht werden.
- Straßenränder und Schienenverläufe – auch hier stehen die Chancen gut, den Neophyten auszumachen
- Ackertraversen – Neben Straßenverläufen sind dies die am besten einsehbaren Gebiete.

Mögliche Probleme bei der Auswertung:

- Temporäre Auflösung - Die Daten wurden vor mehr als vier Jahren generiert. Es ist unwahrscheinlich, dass sich der Neophyt zum damaligen Zeitpunkt bereits in dem Gebiet etabliert hat.
- Bodenauflösung – Ein Vorteil wäre eine höhere Auflösung der CIR- Bilder. Somit könnten Bestimmungen gegebenenfalls bessere Ergebnisse liefern.
- Keine aussagekräftigen Merkmalsräume – Der Neophyt konnte mit dieser Methode nicht eindeutig bestimmt werden. Auch spielt hier wieder die Auflösung der CIR-Bilder eine Rolle. Es ist nur schwer möglich, einen AOI- Analyselayer für einen linienhaft ausgeprägten Japanischen Knöterich zu erfassen.

Für den Japanischen Knöterich kann keine eindeutige Hypothese für die weitere Auswertung definiert werden. Die Wachstumsgebiete sind nicht spezifisch genug und Daten zu schlecht, als dass gezielt nach ihm gesucht werden könnte. Sollte eine mögliche Erkennung stattfinden, wird diese natürlich festgehalten und in der Natur überprüft.

5.3.2 Vorgehen bei der visuellen Bestimmung des Drüsigen Springkrauts

Wie beim Japanischen Knöterich fielen auch mögliche Vergleichsflächen für das Drüsige Springkraut bescheiden aus. Einzig im Naturschutzgebiet 7C konnte ein größerer Bestand ermittelt werden. Leider war die Pflanze auch hier größtenteils von der umliegenden Vegetation abgeschattet. Die einzelnen Vorkommen im hohen Gras sind im CIR- Bild nicht auszumachen und dermaßen gering, dass davon ausgegangen werden kann, dass das Kraut zum Aufnahmezeitpunkt noch nicht in dem Bereich vorhanden war. Zusammengefasst kann gesagt werden:

Das Drüsige Springkraut wächst bevorzugt:

- Auwälder, Seen und Flussufer – Bei den folgenden visuellen Dateninterpretationen könnte der Neophyt in diesen Bereichen entdeckt werden.
- Nährstoffreiche Böden – bei NSG 7C handelt es sich um ein Gebiet mit einem Flussausläufer. Der lehmige Boden bietet optimale Bedingungen für die Pflanze.
- Waldränder – da diese im CIR- Bild nicht einsehbar sind, ist es sinnlos hier nach der Art zu suchen

Für das Drüsige Springkraut bestehen die gleichschlechten Gegebenheiten bezogen auf die Daten, wie für den Japanischen Knöterich. Da sich der Neophyt rasant ausbreitet, könnten in der Zwischenzeit schon Flächen befallen sein, die in den CIR- Bilder nicht aufscheinen. Die geringe Auflösung verhindert auch hier eine genauere Abgrenzung von der umliegenden Vegetation. Auch für das Drüsige Springkraut kann keine eindeutige Hypothese für die weitere Auswertung definiert werden. Konzentriert wird versucht den Neophyten in Totarmbereichen oder an See- und Flussufern auszumachen. Große Übereinstimmungen zwischen getroffenen Verdachtsflächen und der tatsächlichen Situation in der Natur sind aber auszuschließen.

5.3.3 Vorgehen bei der visuellen Bestimmung der Goldrute

Anfangs sah es um die Vergleichsflächen für die Goldrute außerordentlich gut aus. Ein große, freistehende Fläche konnte im Bereich des NSG 7C festgestellt werden. Diese war auch in den CIR- Bilder uneingeschränkt zu erkennen. Auswertungen hinsichtlich der spektralen Signaturen der Pflanze in diesem Bereich haben aber ergeben, dass sie sich nicht von der umliegenden Wiese unterscheidet. Auch hier ist anzunehmen, dass das die Goldrute zum Aufnahmezeitpunkt entweder nicht großflächig genug etabliert war, oder die Qualität der Daten für eine mögliche Differenzierung zur umliegenden Flora einfach zu schlecht sind. Zusammengefasst kann gesagt werden:

Die Goldrute wächst bevorzugt:

- Brachflächen, Dämmen und Böschungen und entlang von Fließgewässern– In der Nähe des NSG 7C wurde nebst einer Brücke am Bachufer ein weiterer Flächenhafter Bewuchs ausgemacht. Dieser war aber von Haselnussstauden überwachsen und so klein, dass er wahrscheinlich zum Zeitpunkt der Datenerfassung noch nicht vorhanden war.
- Ton- und Lehmböden – Ähnlich wie das Springkraut bevorzugt auch die Goldrute nährstoffreichen und feuchten Boden. Bei folgenden visuellen Interpretationen wird auch hier versucht Flächen zu bestimmen, an denen der Neophyt anzutreffen sein könnte.

Die Probleme mit der Datenqualität sind dieselben wie bei den beiden zuvor beschriebenen Aliens. Natürlich kann versucht werden, während der visuellen Interpretationen Wachstumsgebiete der Art zu bestimmen. Höchstwahrscheinlich werden die Ergebnisse aber unbefriedigend ausfallen. Genaueres werden abschließende Begehungen zuvor identifizierter Flächen in der Natur zeigen.

5.3.4 Vorgehen bei der visuellen Bestimmung von Riesenbärenklau

Bei allen folgenden Interpretationsschritten wird der Riesenbärenklau nicht mehr beachtet. Die Pflanze ist hoch toxisch und wird auf Grund seiner Gefahr für den Menschen, nach einer Sichtung so zeitnah als möglich bekämpft. Aus diesem Grund konnten auch keine Vergleichsflächen für den Neophyten bestimmt werden. Sollte die Pflanze bei einer abschließenden Begehung dennoch entdeckt werden, werden die Standorte natürlich koordinativ vermerkt. Die Informationen können dann zum einen an die zuständigen Behörden zur Bekämpfung weitergegeben werden. Zum anderen ergeben sich möglicherweise Vergleichsflächen. Deren Nutzung wäre auf Grund des Alters der Daten äußerst fragwürdig. Alle Vergleichsflächen wurden vor der Kontrollfahrt ausgedruckt und sämtlich ermittelte Arten anhand eines Protokolls, koordinativ und mittels Beschreibung festgehalten. Scans dieser Daten finden sich im Anhang.

5.3.5 Vorgehen bei der visuellen Bestimmung der Robinie

Die Robinie ist jener Neophyt, welcher während der ersten Befahrung am häufigsten detektiert werden konnte. Somit ergaben sich auch die meisten Vergleichsmöglichkeiten. Die Bäume wurden koordinativ in den entsprechenden CIR- und NDSM- Ausschnitten überprüft und nachgewiesen. Negativ zu erwähnen ist, dass die Kulturen am Wildoner Buchkogel bereits vor der Aufnahme der CIR- Bilder beseitigt wurden. Der Bereich hätte eine optimale Referenzfläche geboten. Zudem kam es bei der CIR- Bilder vor, dass dieselbe Art anders in den Bildern erschien – sprich Robinie neben Sulmsee im Vergleich zur Robinie in Heimschuh. Ein Großteil der genannten Robinien war außerdem von anderen Baumarten umgeben. Zwar konnten sowohl in

den CIR- als auch den NDSM- Datensätzen teilweise eindeutige, räumliche Abgrenzungen zwischen den Arten festgestellt werden, diese treten aber nicht nur bei der Robinie auf. In sehr dicht bewaldeten Gebieten war es unmöglich den Alien von anderen Kulturen zu unterscheiden. Zusammengefasst kann gesagt werden:

Die Robinie wächst bevorzugt:

- Wechselfeuchte Böden - Somit sind entweder zu feuchte oder zu trockene Böden auszuschließen. Zu feucht hier relativ – vor allem entlang von Gewässern und in der Nähe von Seen wurde der Baum gesichtet.
- Lichtbaum – Die Robinie benötigt viel Licht zum Wachsen. Aus diesem Grund wird sie immer Abstand zu umliegenden Baumarten suchen.

Daraus lässt sich ableiten, dass der Laubbaum räumlich abgegrenzt von anderen Bäumen sowie freistehend, bevorzugt in der Umgebung von Feuchtgebieten zu finden ist. Bei den folgenden Auswertungen wird sich die Suche vor allem auf jene Gebiet konzentrieren, in denen bereits Robinien detektiert wurden. Da der Baum seine Samen mit Hilfe des Windes über eine Distanz von bis zu 100 Meter verteilt, ist dieses Vorgehen sinnvoll.

Mögliche Probleme bei der Auswertung:

- Temporäre Auflösung - Die Daten wurden Ende Juli 2012 aufgezeichnet. In diesem Zeitraum stand die Robinie nicht mehr in Blüte. Möglicherweise wäre sie bei einer Erfassung im Mai besser zu erkennen. In den letzten vier Jahren kann es auch dazu gekommen sein, dass wie am Beispiel Buchkogel Rodungen vorgenommen wurden. Wird eine Verdachtsfläche als solche identifiziert, kann es sein, dass sich dort gar keine Neophyten mehr befinden.
- Bodenauflösung – Ein Vorteil wäre eine höhere Auflösung der CIR- Bilder. Einzelbäume sind gut erkennbar. In bewaldeten Gebieten ist das Erkennen einer räumlichen Abgrenzung der Bäume zueinander nur bedingt möglich.
- Keine aussagekräftigen Merkmalsräume – Der Neophyt konnte mit dieser Methode nicht eindeutig bestimmt werden.

Aus diesen Erkenntnissen lässt sich für die Robinie eine Annahme zur Findung von Verdachtsflächen aufstellen. Diese lautet wie folgt:

„Ist im CIR- Bild ein Laubbaum ersichtlich, der sich erkennbar räumlich von benachbarten Arten abgrenzt, auf nährstoffreichen Boden beheimatet ist und sich in dessen Umgebung, mit einem maximalen Abstand von 100 Metern, eine Robinie finden lässt, handelt es sich wahrscheinlich um eine Robinie.“

Ein erschwerender Faktor ist hier, dass die Robinie nicht der einzige in Österreich heimische Lichtbaum ist. Als solche gelten auch Eichen, Erlen, Lärchen, Pappeln, Kiefern, Weiden und Birken. Lärchen und Kiefern sind keine Laubbäume und können bei der Annahme vernachlässigt werden. Erlen und Birken zählen zu den Birkengewächsen, Pappeln und Weiden zu den Weidengewächsen und die Eiche zu den Buchengewächsen. Somit sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass der als Lichtbaum wahrgenommene Baum, tatsächlich eine Robinie ist.

Die aufgestellte Annahme gilt es nun zu bestätigen. Aus diesem Grund werden im folgenden Schritt vorwiegend Verdachtsflächen für die Robinie identifiziert. Natürlich werden die anderen beschriebenen Neophyten nicht außer Acht gelassen. Es ist jedoch zu bezweifeln, dass eine für den Bewuchs durch Goldrute erkannte Verdachtsfläche, tatsächlich eine solche ist.

6 IDENTIFIKATION UND BEURTEILUNG VON VERDACHTSFLÄCHEN

Nach Finden und Aufsuchen passender Referenzflächen, der Datensichtung, Aufbereitung dieser und dem Aufstellen einer Annahme bezüglich der Identifikation potentieller Robinien, ging es im folgenden Schritt um die Identifikation von Vergleichsflächen. Hierbei wurde auf alle Informationen, die in den vorangegangenen Kapiteln generiert wurden, zurückgegriffen. Es folgen Auszüge der gefundenen Verdachtsflächen, sowie eine Beschreibung, warum genau diese ausgewählt wurden. Gleichzeitig werden die Ergebnisse der Sichtung dieser Gebiete in der Natur angeführt. Diese Art der Ergebnisdarstellung wurde gewählt, um die Unterschiede zwischen vermeintlichen Verdachtsflächen und Ist- Situation deutlich zu machen. Am Ende dieses Kapitels werden alle erhaltenen Ergebnisse und Erkenntnisse nochmals gesammelt dargestellt und interpretiert.

6.1 Robinien in Großklein

Zu Beginn der Datenanalyse wurde versucht, Robinien in bewaldeten Gebieten auszumachen. Da es sich bei den Bäumen immer um eine größere Gruppe von Neophyten handelt, war es naheliegend, dass sich in ihrer näheren Umgebung weitere befinden könnten. Insgesamt wurden Verdachtsflächen für 12 bewaldeten Gebieten und 13 Einzelbäume ausgewählt. Folgend werden jeweils drei dieser näher beschrieben. Alle gesammelten Ergebnisse finden sich am Ende des Kapitels.



Abbildung 72: Vermutete Robinien in Großklein – CIR- Ausschnitt in der Mitte zeigt einen 100 Meter Radius um die während der ersten Befahrung gefundene Robiniengruppe / Markierung 1: Verdacht auf eine Robinie als Einzelbaum / Markierung 2: Verdacht auf eine Gruppe von Robinien / Markierung 3: Verdacht auf eine weitere Gruppe von Robinien.

Abbildung 73 zeigt eine Verdachtsfläche in Großklein. Hier konnte während der ersten Befahrung eine Gruppe von sieben Robinien neben der Straße festgehalten werden. Diese Gruppe liegt in der Mitte des Suchradius von 100 Metern – im oberen großen Plot rot markiert. Generell war es

sehr schwierig, passende Flächen im CIR- Ausschnitt auszumachen. Folgende drei wurden aber als solche identifiziert. Unter Markierung 1 findet sich ein scheinbar freistehender Einzelbaum, klar abgegrenzt von der umliegenden Bewaldung. In Tabelle 6 wurde er unter Verdacht Robinie (1) vermerkt. Weiters wurde bei zwei kleineren Baumgruppen, etwa 80 Meter südlich der Vergleichsfläche, Robinien vermutet (Verdacht Robinie (2) und Verdacht Robinie (2) – Tabelle 5). Sowohl im CIR als- auch im NDSM- Ausschnitt ist eine klare Abgrenzung der Bäume zu den umliegenden Arten auszumachen. Diese Tatsache, sowie die Nähe zu den anderen Robinien und die deutliche Identifikation als Laubbaum, führten zu der Annahme, dass es sich hierbei um Robinien handeln könnte.

Tabelle 6: Koordinaten der Robinie in Großklein und der umliegenden vermuteten Robinien:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E
Robine in Großklein	46 44 7.8874 N	15 26 51.0000 E
Verdacht Robinie (1)	46 44 6.4859 N	15 26 54.4900 E
Verdacht Robinie (2)	46 44 10.1909 N	15 26 52.3100 E
Verdacht Robinie (3)	46 44 10.5922 N	15 26 49.4300 E

Leider wichen die vermuteten Ergebnisse zur Gänze von der Situation in der Realität ab. Unter Markierung (1) wurde kein Baum gefunden. In diesem Gebiet hatte es Forstarbeiten gegeben. Von dem Baum konnte nur noch der Wurzelstock aufgefunden werden, der aber eher einer Buche als einer Robinie zuzuordnen ist. Hier zeigte sich wieder stark, dass die vorliegenden Daten nicht aktuell genug waren. Bei den Bäumen unter Markierung (2) und (3) handelt es sich um Buchen. Nach der Sichtung der Verdachtsflächen wurde das nähere Gebiet abgesucht. Es war aber nicht möglich, zusätzliche Robinien auszumachen. Hätten sich weitere finden lassen, könnte das Ergebnis der visuellen Auswertung auf die Unerfahrenheit des Interpreten zurückgeführt werden. Da dem aber nicht so ist, gilt die für die Robinie aufgestellte Annahme in diesem Gebiet als nicht zutreffend.

Tabelle 7: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Großklein:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E	Baumart
Robine in Großklein	46 44 7.8874 N	15 26 51.0000 E	Robinie
Verdacht Robinie (1)	46 44 6.4859 N	15 26 54.4900 E	Kahlschlag
Verdacht Robinie (2)	46 44 10.1909 N	15 26 52.3100 E	Buche
Verdacht Robinie (3)	46 44 10.5922 N	15 26 49.4300 E	Buche

6.2 Robinien in Klein Preding

Als zweiter Auszug sei das Gebiet in Klein Preding genannt. Zwar wurden die Bedingungen der vorliegenden Daten für diesen Bereich als weniger ideal eingestuft, trotzdem war nicht auszuschließen, dass in dem Ort weitere Robinien vorhanden sein könnten. Rot markiert ist wieder der Radius von 100 Metern, in dem es für die Robinie mittel Wind möglich ist, ihre Samen zu verteilen. Markierung (1) zeigt eine Gruppe von Bäumen, die im CIR- Bild wesentlich heller wirken und sich leicht von den umliegenden Arten abgrenzen. Diese visuellen Informationen waren ausreichen, um hier Robinien zu vermuten. Deutlich erkenn aber auch wieder die klaren Unterschiede zwischen CIR- und NDSM- Ausschnitt. Im NDSM- Bild sind Bäume zu erkennen, die im CIR- Ausschnitt nicht mehr vorhanden sind. Eine weitere Verdachtsfläche für eine Robinie wurde als Einzelbau unter Markierung (2) identifiziert. Sie grenzt sich räumlich deutlich ab und liegt innerhalb des angenommenen Ausbreitungsgebiets. Markierung (3) zeigt eine Gruppe vermuteter Robinien südlich der Vergleichsfläche. Sie passen optisch gut mit einigen der Vergleichsflächen sowie den Bäumen unter Markierung (1) überein. Auch hier herrschen im NDSM starke Unregelmäßigkeiten, weshalb das Bild verrauscht wirkt. Räumlich Abgrenzungen sind aber klar auszumachen.

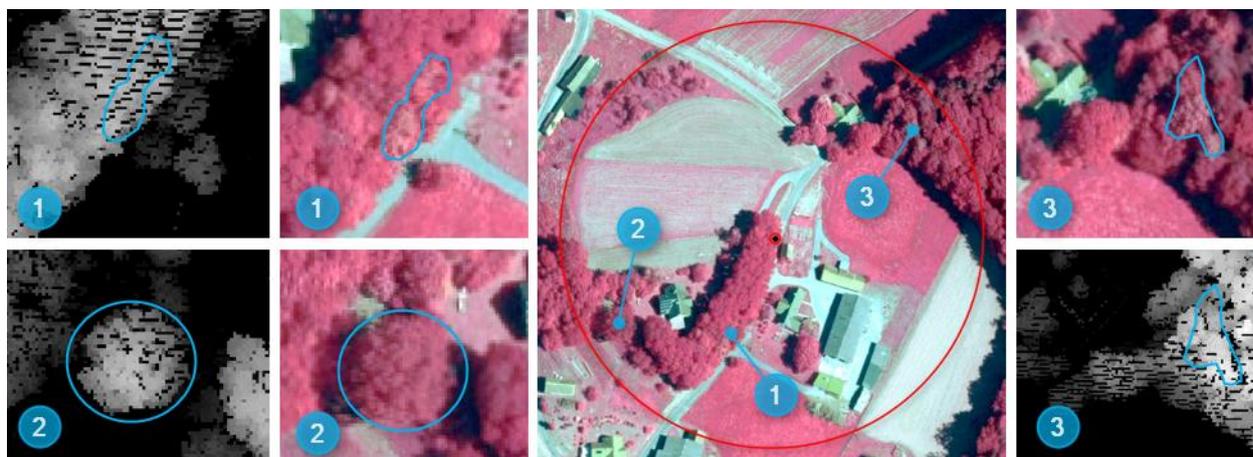


Abbildung 73: Vermutete Robinien in Klein Preding – CIR- Ausschnitt in der Mitte zeigt einen 100 Meter Radius um die während der ersten Befahrung gefundene Robinie in Mitten der umliegenden Bäume / Markierung 1: Verdacht auf eine Gruppe von Robinien / Markierung 2: Verdacht auf eine große Robinie als Einzelbaum / Markierung 3: Verdacht auf eine weitere Gruppe von Robinien.

Tabelle 8: Koordinaten der Robinie in Klein- Preding und der umliegenden vermuteten Robinien:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E
Robine in Großklein	46 52 8.1328 N	15 24 55.6300 E
Verdacht Robinie (1)	46 52 6.3732 N	15 24 54.3200 E
Verdacht Robinie (2)	46 52 6.7770 N	15 24 51.7800 E
Verdacht Robinie (3)	46 52 9.9443 N	15 24 58.8800 E

Wie bei allen anderen Vergleichsflächen, konnten auch hier keine Robinien unter den genannten Markierungen festgestellt werden. Unter (1) findet sich eine Gruppe Buchen, unter (3) eine Gruppe Eschen. Der große Einzelbaum unter (3) ist eine Eiche. Wiederum wurde versucht weitere der Art zu finden.

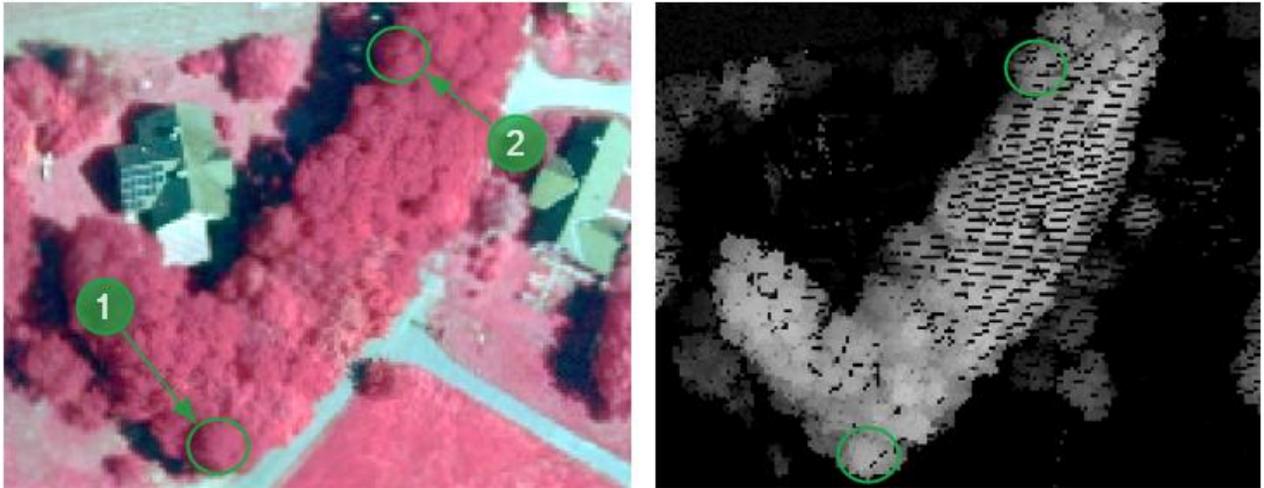


Abbildung 74: Im untersuchten Gebiet konnten während der Sichtung der Ist- Situation in Natur zwei weitere Robinien ausgemacht werden. / Markierung 1: Robinie als Einzelbaum / Markierung 2: Robinie als Einzelbaum

Anhand der vorliegenden Daten wäre es nicht möglich gewesen, diesen Verdacht zu treffen. Die Bäume heben sich nicht von den anderen im Laubwaldstreifen ab, weder im CIR- noch im NDSM-Ausschnitt. Außerdem war es schwierig, die Robinien in der Natur zu erkennen. Sie standen nicht mehr in auffällig weißer Blüte und wuchsen unverhältnismäßig nahe an den anderen Arten. Auch in diesem Fall konnte die Annahme des Auffindens von Robinien nicht bestätigt werden. Anhand der vorliegenden Daten und der Situation in der Natur, hätte hier beinahe jeder Laubbaum als Robinie deklariert werden können.

Tabelle 9: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Klein Preding:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E	Baumart
Robine in Großklein	46 52 8.1328 N	15 24 55.6300 E	Robinie
Verdacht Robinie (1)	46 52 6.3732 N	15 24 54.3200 E	Buchen
Verdacht Robinie (2)	46 52 6.7770 N	15 24 51.7800 E	Eiche
Verdacht Robinie (3)	46 52 9.9443 N	15 24 58.8800 E	Eschen
Gefundene Robinie (1)	46 52 5.8185 N	15 24 53.4600 E	Robinie
Gefundene Robinie (2)	46 52 7.5556 N	15 24 54.7000 E	Robinie

6.3 Robinie in einem Waldgebiet in Pitsdorf

Das letzte bewaldete Gebiet, das als Beispiel vorgestellt werden soll, befindet sich in Pitsdorf. Hier konnten die in der Mitte des 100 Meter Radius liegenden Robinien während der ersten Befahrung bereits aus der Ferne gesichtet werden. Ihre weißen Blüten stachen gut erkennbar aus den umliegenden Kronendächern hervor.

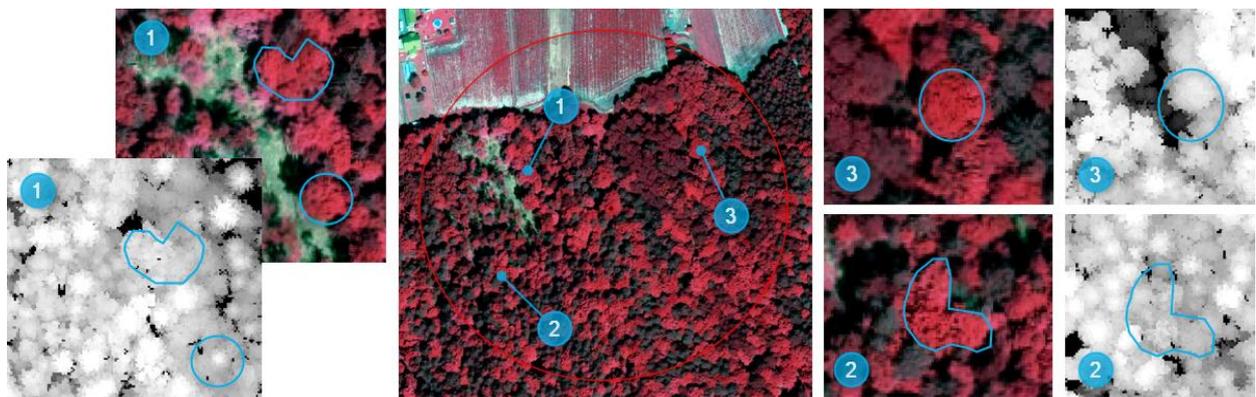


Abbildung 75: Vermutete Robinien in einem Waldgebiet in Pitsdorf– CIR- Ausschnitt in der Mitte zeigt einen 100 Meter Radius um die während der ersten Befahrung gefundene Robinie in Mitten der umliegenden Bäume / Markierung 1: Verdacht auf eine Gruppe von Robinien sowie einen Einzelbaum – CIR- und NDSM- Datensatz stimmen nicht überein / Markierung 2: Verdacht auf eine weitere Gruppe von Robinien / Markierung 3: Verdacht auf eine große Robinie als Einzelbaum – dieser konnte bestätigt werden.

Auch hier wurden wieder drei Verdachtsflächen ausgewählt. Markierung (1) zeigt einen Einzelbaum und eine weitere Gruppe vermeintlicher Robinien östlich der Vergleichsfläche. Unter Markierung (2) wurden südlich davon weitere Neophyten vermutet. Markierung (3) zeigt einen Einzelbaum. Er wächst wieder räumlich getrennt von den benachbarten Arten und befindet sich in näherer Umgebung der festgestellten Robinien. Es sei zu erwähnen, dass es sich bei dem betrachteten Gebiet um ein sehr feuchtes handelt. In der näheren Umgebung finden sich kleine Bachläufe und Tümpel, was auf einen feuchten, gegebenenfalls nährstoffreichen Boden schließen lässt.

Tabelle 10: Koordinaten der Robinie im Waldstück in Pitsdorf und der umliegenden vermuteten Robinien:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E
Robine in Pitsdorf	46 44 48.5904 N	15 22 57.9300 E
Verdacht Robinie (1)	46 44 49.3059 N	15 22 55.2800 E
Verdacht Robinie (2)	46 44 47.1724 N	15 22 54.2100 E
Verdacht Robinie (3)	46 44 49.9940 N	15 23 0.8600 E

Im besagten Gebiet angekommen, wurden die Verdachtsflächen wiederum genauer unter die Lupe genommen. Bei Markierung (1) ließen sich keine Bäume auffinden. Hier wurden

Forstarbeiten durchgeführt und der gefundene Baumstamm konnte klar einer Buche zugewiesen werden. Auch bei den Bäumen unter Markierung (2) handelt es sich um eine Gruppe von Buchen. Natürlich wurde auch hier in der näheren Umgebung nach Robinien gesucht – leider wieder ohne Erfolg. So waren die Erfolgchancen unter Markierung (3) eine Robinie zu entdecken eher pessimistisch. In diesem Fall handelte es sich tatsächlich um eine solche – aber wieder um die einzige in der näheren Umgebung.

Tabelle 11: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Pitsdorf:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E	Baumart
Robinie in Pitsdorf	46 44 48.5904 N	15 22 57.9300 E	Robinie
Verdacht Robinie (1)	46 44 49.3059 N	15 22 55.2800 E	Kahlschlag
Verdacht Robinie (2)	46 44 47.1724 N	15 22 54.2100 E	Buchen
Verdacht Robinie (3)	46 44 49.9940 N	15 23 0.8600 E	Robinie

Zwar war es hier möglich, eine Robinie nachzuweisen, aber es handelte sich eher um einen Glückstreffer, als um ein klar bestimmbares Ergebnis. Zudem war dies die einzige Robinie, die sich tatsächlich bestimmen ließ. Für bewaldete Gebiete kann die Hypothese somit verworfen werden.

6.4 Robinie in Dobl- Dorf Ackerstraße

Neben bewaldeten Gebieten wurde auch versucht den Neophyten einzeln stehend nachzuweisen. Dies war während der ersten Befahrung vor allem entlang von Flussläufen möglich, weshalb sich Interpretationen auf diese Gebiete konzentrierten.



Abbildung 76: In Dobl- Dorf, in der Nähe einer während der ersten Befahrung gesichteten Robinie wurden zwei Robinien (Markierung 1 und 2) als Einzelbäume vermutet. In NDSM ist zu erkennen, dass die Bäume im räumlichen Abstand zu den umliegenden Arten wachsen.

Das erste der drei angeführten Gebiete befindet sich in Dobl- Dorf. Entlang der dortigen Ackerstraße wurden zwei Robinien vermutet (Markierung 1 und 2). In der näheren Umgebung der Verdachtsbäume konnten weitere Robinien gesichtet werden. Diese Tatsache, der Umstand, dass es sich im CIR- Bild um Laubbäume handelt, die räumliche Abgrenzung zu den umliegenden Arten, sowie Bachlauf an dem sie sich befanden, unterstützten diese Annahme. Zwar spielt bei Einzelbäumen der Abstand zu den umliegenden Arten keine Rolle, doch ist es die Färbung des Baumes, dass das Vorkommen einer Robinie annehmen ließ. Es sei zudem zu erwähnen, dass in den Feldern der näheren Umgebung immer nach Japanischen Knöterich Ausschau gehalten wurde. Da sich für ihn nur wenige, vermutete Verdachtsflächen ableiten ließen, könnten die Ist-Situationen in der Natur möglicherweise für spätere Analysen nützlich sein.

Tabelle 12: Koordinaten der vermuteten Robinien in Dobl- Dorf Ackerstraße:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E
Verdacht Robinie (1)	46 57 4.7294 N	15 22 8.7100 E
Verdacht Robinie (2)	46 44 47.1724 N	15 22 7.5100 E

Bei den beiden Bäumen unter Markierung (1) und (2) handelt es sich um Eschen. Wieder war es nicht möglich die getroffene Annahme zu bestätigen. Aus diesem Grund, und um aufzuzeigen wie sehr sich die verschiedensten Arten im CIR- Bild ähnelten, wurden ab diesem Zeitpunkt immer einige der umliegenden Bäume koordinativ festgehalten und in die Unterlagen eingetragen.



Abbildung 77: Markierung 1 und 2: Bei den vermuteten Robinien handelt es sich um Eschen / Markierung 3: eine weitere Esche / Markierungen 4, 5 und 6: Silber- Ahorn als Zierpflanze

Bei dem Baum unter Markierung (3) handelt es sich um eine weitere Esche. Die Bäume zwischen Markierung (1) und (2), sowie jene zwischen Markierung (2) und (3) waren in der Natur nicht mehr vorhanden. Der Streifen neben dem Bachlauf wurde während Forstarbeiten offensichtlich bereinigt. Unter den Markierungen (4), (5) und (6) finden sich Silber- Ahorn Bäume. Sie ähneln im CIR- Ausschnitt sehr stark der Robinie neben der Straße in Pitsdorf.

In der näheren Umgebung konnten noch weitere Eschen gefunden werden. Robinien waren keine vorhanden. Auch beim Abschreiten der Feldränder diese Bereich wurde kein Bewuchs durch Japanischen Knöterich festgestellt. Zudem waren die Bachläufe frei von diesem Neophyten und anderen wie dem Drüsigen Springkraut, der Goldrute oder Riesen Bärenklau.

Tabelle 13: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Dobl- Dorf Ackerstraße:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E	Baumart
Verdacht Robinie (1)	46 57 4.7294 N	15 22 8.7100 E	Esche
Verdacht Robinie (2)	46 44 47.1724 N	15 22 7.5100 E	Esche
Laubbaum (3)	46 57 7.3720 N	15 22 6.3700 E	Esche
Laubbaum (4)	46 57 5.3687 N	15 22 11.5800 E	Silber Ahorn
Laubbaum (5)	46 57 5.2655 N	15 22 12.6300 E	Silber Ahorn
Laubbaum (6)	46 57 5.3676 N	15 22 13.3100 E	Silber Ahorn

6.5 Robinie neben Kläranlage L374

Etwa zwei Kilometer südlich wurden zwei Robinien in der Nähe einer Kläranlage vermutet. Die Bäume sind in Abbildung 80 im CIR- und NDSM- Ausschnitt gut zu erkennen, grenzen sich von den umliegenden Arten ab und Robinien wachsen etwa 300 Meter Flussaufwärts. Diese Gegebenheiten lassen annehmen, dass es sich bei ihnen um Robinien handeln könnte.

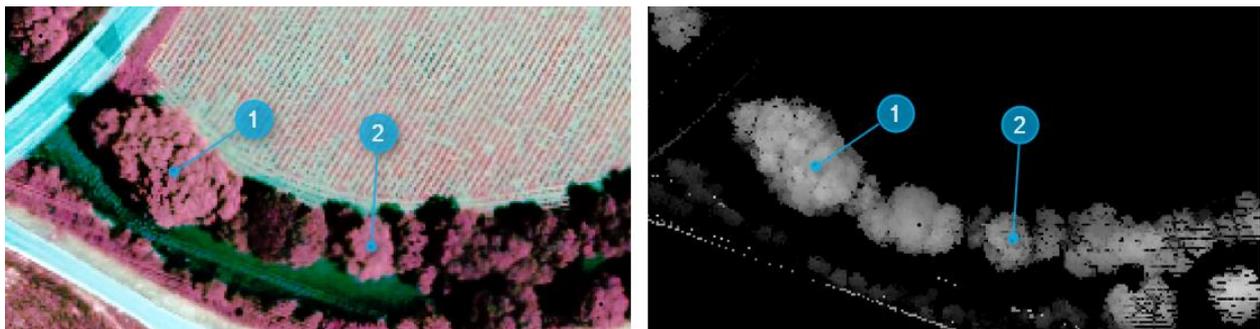


Abbildung 78: Kläranlage neben L374, in der Nähe einer während der ersten Befahrung gesichteten Robinie wurden zwei Robinien (Markierung 1 und 2) als Einzelbäume vermutet. Vor allem der Baum unter Markierung 2 grenzt sich deutlich von den umliegenden Arten ab (Ersichtlich im CIR- und im NDSM- Ausschnitt).

Diese Vermutung konnte nicht bestätigt werden. Unter Markierung (1) findet sich eine Weide und unter Markierung (2) eine Esche. Es handelt sich zwar um Lichtbaumarten, aber nicht um den invasiven Neophyten, nachdem eigentlich gesucht wurde. Somit kann die aufgestellte Annahme auch für dieses Gebiet verworfen werden. Es sei auch zu erwähnen, dass keiner der umliegenden

Bäume eine Robinie ist und in der näheren Umgebung auch keine weiteren ausgemacht werden konnten.

Tabelle 14: Koordinaten der vermuteten Robinien neben der Kläranlage an der Schnellstraße L374:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E
Verdacht Robinie (1)	46 56 22.8500 N	15 22 12.6900 E
Verdacht Robinie (2)	46 56 22.2719 N	15 22 14.7500 E

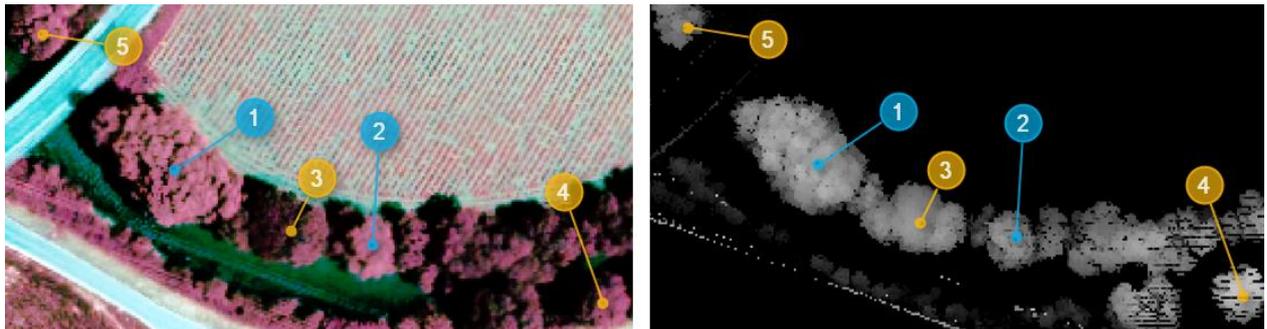


Abbildung 79: Markierung 1: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Weide / Markierung 2: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Esche / Markierung 3: Eiche / Markierung 4: Weide / Markierung 5: Weide.

Wie schon zuvor, wurden auch hier die umliegenden Arten koordinativ festgehalten und bestimmt. Markierung (3) zeigt eine Eiche die im CIR-Ausschnitt sehr dunkel wirkt. Unter Markierung (4) und (5) finden sich Weiden. Diese hätten weitere potentielle Kandidaten für Verdachtsflächen sein können, da sie sich zum einen ersichtlich von der umliegenden Vegetation abgrenzen und zum anderen optisch zu den Vergleichsflächen passen.

Tabelle 15: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets neben der Kläranlage an der Schnellstraße L374:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E	Baumart
Verdacht Robinie (1)	46 56 22.8500 N	15 22 12.6900 E	Weide
Verdacht Robinie (2)	46 56 22.2719 N	15 22 14.7500 E	Esche
Laubbaum (3)	46 56 22.4019 N	15 22 13.8100 E	Eiche
Laubbaum (4)	46 56 21.8741 N	15 22 17.1400 E	Weide
Laubbaum (5)	46 56 23.7660 N	15 22 11.3300 E	Weide

6.6 Robinie in Mutterndorf

Das letzte Verdachtsgebiet, das hier als Beispiel für Robinien angeführt wird, befindet sich in Mutterndorf. Grundlage dieser Einschätzung waren die Vergleichspflanzen in der Nähe des Salmsees und die Kultur in Kleinpräding. Die Objekte unter Markierung (1) und (2) passen am CIR- Ausschnitt sehr gut zu denen in Kleinpräding, Markierung (3) zu den Bäumen am Salmsee. Weiters scheint sich der Baum unter 3 im NDSM- Ausschnitt von seinen Nachbarn abzugrenzen – wie zuvor ein Indiz für eine Robinie. Vergleichbar zu den vorher durchgeführten Auswertungen ist auch, dass die Pflanzen neben einem Flusslauf angesiedelt sind.

Tabelle 16: Koordinaten der vermuteten Robinien in Mutterndorf:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E
Verdacht Robinie (1)	46 56 31.2398 N	15 22 23.8200 E
Verdacht Robinie (2)	46 56 32.7018 N	15 22 22.9800 E
Verdacht Robinie (3)	46 56 34.7327 N	15 22 22.8700 E

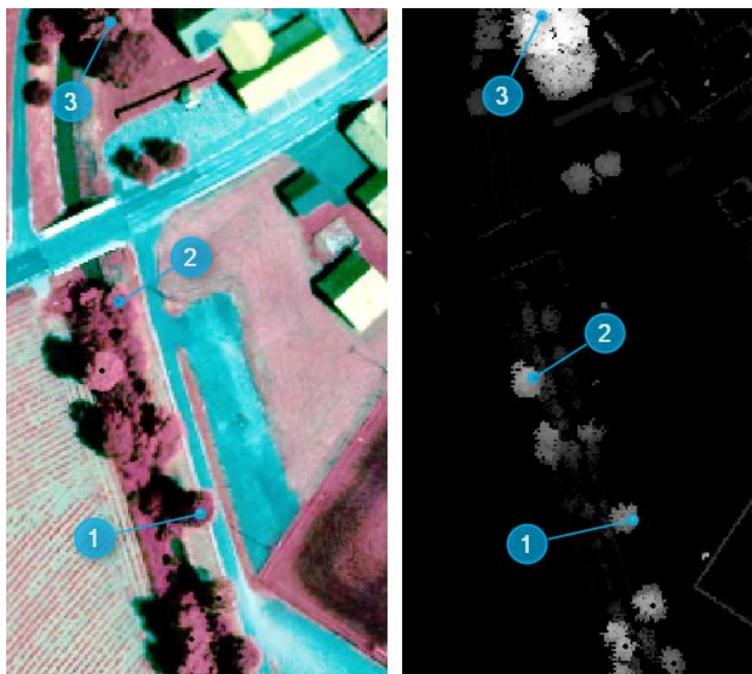


Abbildung 80: In Mutterndorf wurden neben einem Sportplatz drei Robinien (Markierung 1, 2 und 3) vermutet. Zwar grenzt sich der Baum unter Markierung 3 räumlich nicht so stark von seinem Nachbarn ab (NDSM), doch passt er optisch zu den Robinien der Vergleichsflächen.

In besagtem Gebiet angekommen, stellte sich schnell heraus, dass es sich bei den beschriebenen Verdachtsobjekten um Fehleinschätzungen handelte. Die bei Markierung (1) vermutete Robinie ist eine Esche. Bei Markierung (3) findet sich eine Linde. Untypisch erscheint

hier, dass es sich bei dem Baum unter Markierung (2) um eine Weide handelt. Verglichen mit den Weiden in Punkt (4) und Punkt (6) erscheint diese um ein wesentliches dunkler. Ein passendes Vergleichsobjekt wäre hier Punkt (5) des CIR- Ausschnitts – eine Birke. An Markierung (7) befindet sich eine kleinere Linde. Die Bäume, die in den CIR- und NDSM-Aufnahmen zwischen (1) und (4) erkennbar sind, waren zum Zeitpunkt der Begehung nicht mehr vorhanden.

Tabelle 17: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Mutterndorf:

Beschreibung	Koordinaten N	Koordinaten E	Baumart
Verdacht Robinie (1)	46 56 31.2398 N	15 22 23.8200 E	Esche
Verdacht Robinie (2)	46 56 32.7018 N	15 22 22.9800 E	Weide
Verdacht Robinie (3)	46 56 34.7327 N	15 22 22.8700 E	Linde
Laubbaum (4)	46 56 32.2177 N	15 22 22.8900 E	Weide
Laubbaum (5)	46 56 30.6368 N	15 22 24.0100 E	Birke
Laubbaum (6)	46 56 30.3584 N	15 22 23.6900 E	Weide
Laubbaum (7)	46 56 30.2574 N	15 22 24.1900 E	Linde

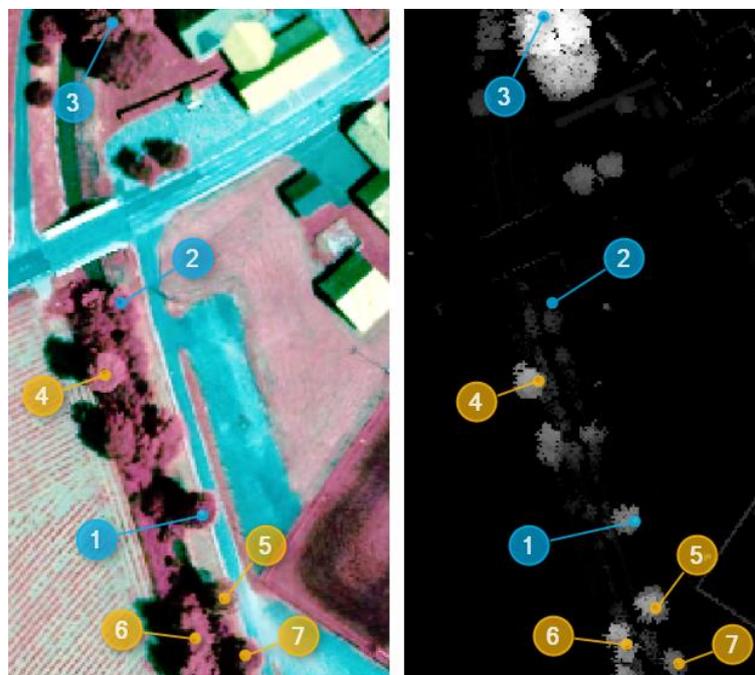


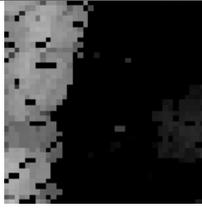
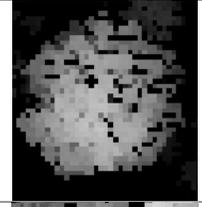
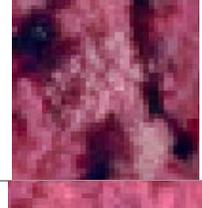
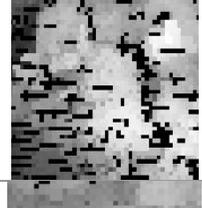
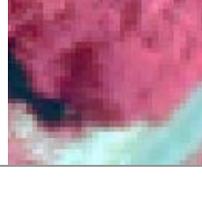
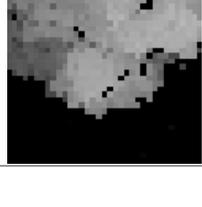
Abbildung 81: Markierung 1: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Esche / Markierung 2: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Weide / Markierung 3: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Linde / Markierung 4: Weide / Markierung 5: Birke / Markierung 6: Weide / Markierung 7: Linde

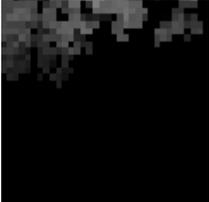
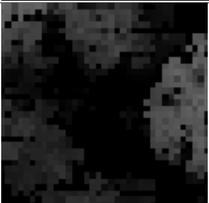
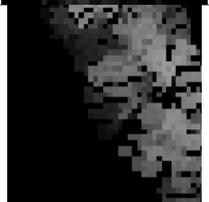
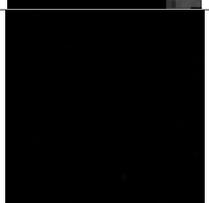
6.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

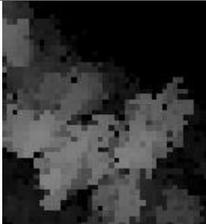
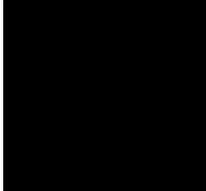
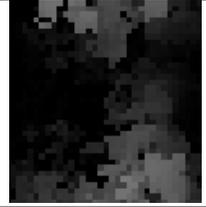
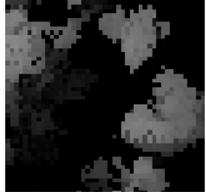
In diesem Punkt sollen die aussagekräftigsten Ergebnisse der Kontrollfahrt nochmals tabellarisch zusammengefasst und abschließend interpretiert werden. Es wird zwischen Vergleichsflächen (**grün**), Verdachtsflächen (**schwarz**) und zusätzlich aufgenommenen Pflanzenarten (**gelb**) unterschieden. Zudem sollen kurze Beschreibungen Zusatzinformationen liefern. Insgesamt wurden 151 Arten festgehalten. Alle hier nicht gelisteten finden sich samt Beschreibung im Anhang (ohne CIR- und NDSM- Ausschnitt)

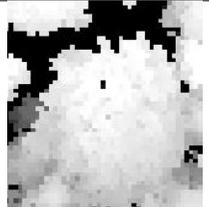
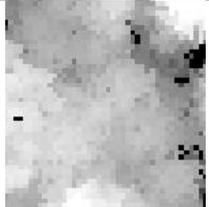
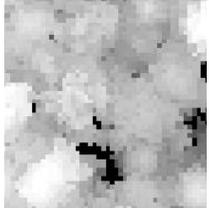
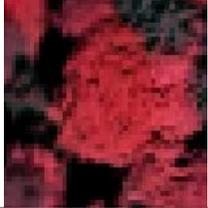
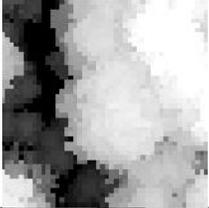
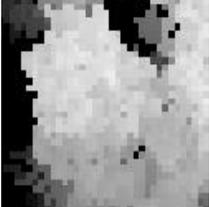
Tabelle 18: Aussagekräftigste Ergebnisse der Kontrollfahrt

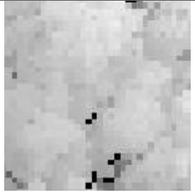
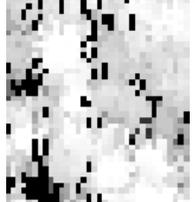
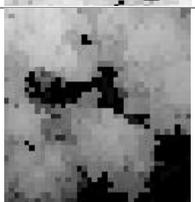
NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
1	Robinien	46 47 16.8773 N	15 31 4.4307 E	Robinien	Pöls nebst Straße Richtung Klein-Preding. Dieser Baum wurde bei den Vergleichsflächen erwähnt.		
2	Verdacht Robinie	46 47 19.4962 N	15 31 0.8748 E	Esche	Bei dem Einzelbaum handelt es sich um eine Esche. Das beistehende NDSM wirkt hier stark verrauscht (Backscattering).		
3	Verdacht Robinie	46 47 10.8676 N	15 30 57.4244 E	Esche	Bei dem Einzelbaum handelt es sich um eine Esche. Er wirkt hier zwar etwas dunkler, als die Vergleichsfläche, ähnelt ihr aber stark anhand der Struktur.		
4	Verdacht Robinie	46 47 16.7596 N	15 31 1.3657 E	Buche	Bei dem Einzelbaum handelt es sich um eine Buche. Das ist weniger ungewöhnlich, da sich in diesem Bereich eine große Anzahl von Buchen feststellen ließen.		
5	Laubbaum	46 47 17.3280 N	15 30 56.9171 E	Kahlschlag	Unter diesen Koordinaten konnte kein Baum gefunden werden. Aufnahme da auffällig im CIR-Ausschnitt.		

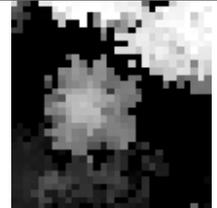
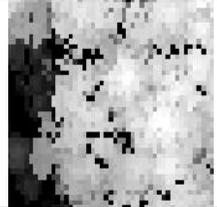
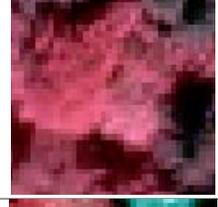
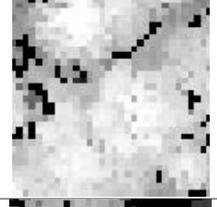
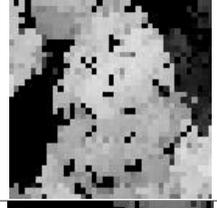
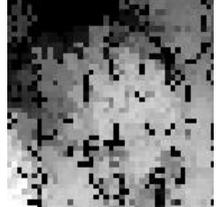
NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
6	Robinie	46 52 8.1328 N	15 24 55.6300 E	Robinie	Klein- Preding im Waldstück neben dem Bauernhof. Der einzelne Baum ist im CIR- Ausschnitt gar nicht zu erkennen. Einzelne Strukturen sind aber abschätzbar.		
7	Verdacht Robinie	46 52 6.3732 N	15 24 54.3200 E	Buchen	Die Buche ähnelt der Robinie in diesem Bereich am ehesten. Aus diesem Grund wurde sie als Verdachtsfläche angenommen.		
8	Verdacht Robinie	46 52 6.7770 N	15 24 51.7800 E	Eiche	Bei der Verdachtsfläche handelte es sich um eine Eiche. Ein großer, freistehender Laubbaum, der den Verdacht auf eine Robinie erweckte.		
9	Verdacht Robinie	46 52 9.9443 N	15 24 58.8800 E	Eschen	Auch die Eschen ähneln zuvor gefundenen Vergleichsflächen. Aus diesem Grund wurden sie selbst zu einer.		
10	Gefundene Robinie	46 52 5.8185 N	15 24 53.4600 E	Robinie	Die hier gefundene Robinie ähnelt stark der Eiche in diesem Gebiet.		

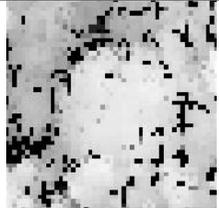
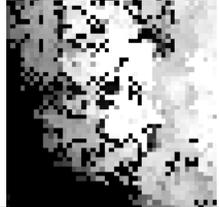
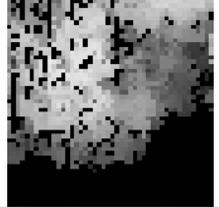
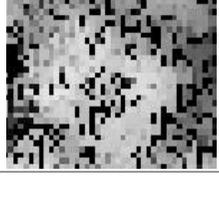
NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
11	Gefundene Robinie	46 52 7.5556 N	15 24 54.7000 E	Robinie	Die hier gefundene Robinie ist von den umliegenden Baumarten nicht zu unterscheiden. Vielleicht wäre dies mit aktuelleren, hochauflösenderen Daten möglich.		
12	Drüsiges Springkraut Goldrute	46 49 22.0316 N	15 24 0.0016 E	Drüsiges Springkraut Goldrute	NSG 7 C – flächenhafter Bewuchs durch die beiden Neophyten		
13	Japanischer Knöterich	46 45 17.8200 N	15 23 3.9800 E	Japanischer Knöterich	Großflächig nebst einem Bachbett der Sulm. Der Vergleichsbereich ist zu klein, um ihn heute noch zu verwenden. Es ist nicht klar, ob an dieser Stelle vor 4 Jahren schon der Bewuchs herrschte.		
14	Japanischer Knöterich	Start: 46 45 16.8445 N Ende: 46 45 13.8197 N	Start: 15 23 3.3809 E Ende: 15 23 8.1734 E	Japanischer Knöterich	Verlauf östlich entlang des Sulm-Ufers. Auch hier ist der Neophyt nicht eindeutig auszumachen. Im NDSM ist der Neophyt komplett verdeckt. Siehe auch die Fotografien in Abbildung 29.		
15	Japanischer Knöterich	46 45 10.4933 N	15 23 5.3658 E	Japanischer Knöterich	Flächenhaft im Feld bzw. entlang der Felder verteilt. Die Vergleichsflächen stimmen nicht mehr mit den Daten überein.		

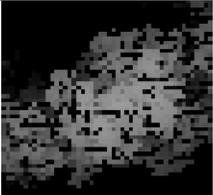
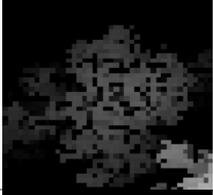
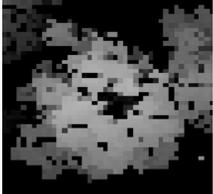
NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
16	Drüsiges Springkraut Goldrute Japanischer Knöterich	46 45 10.5000 N	15 23 46.9600 E	Springkraut Goldrute Knöterich	NSG 52 C – konnte noch nicht in Augenschein genommen werden		
17	Verdacht Goldrute	46 45 11.1894 N	15 23 49.0591 E	Goldrute	Hier wuchs tatsächlich Goldrute. Diese konnte während der Kontrollfahrt festgestellt werden. Die nebenliegende Wiese sieht im CIR gleich aus.		
18	Verdacht Springkraut	46 45 11.7725 N	15 23 47.3574 E	Springkraut	Hier wuchs tatsächlich Springkraut. Ähnliche Problematik wie bei NSG 7C.		
19	Verdacht Japanischer Knöterich	46 45 10.4121 N	15 23 47.7772 E	Gebüsch	Obwohl in der näheren Umgebung Japanischer Knöterich wuchs, war er im NSG 52 C nicht zu finden.		
20	Robinie	46 45 4.8970 N	15 23 1.7818 E	Robinie	Einzelner Baum entlang des Schwabenbachs. Dieser wirkt im CIR- Ausschnitt wesentlich dunkler als seine Artgenossen.		

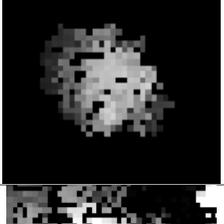
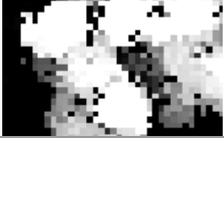
NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
21	Robinie	46 44 48.5904 N	15 22 57.9300 E	Robinie	Gruppe von vier Bäumen am Rand einer Lichtung. Hier noch von anderen Arten umringt – diese wurden zwischenzeitlich gefällt.		
22	Verdacht Robinie	46 44 49.3059 N	15 22 55.2800 E	Kahlschlag	Auch dieser Baum war nicht mehr vorhanden. Der Wurzelstamm erinnerte aber an den einer Buche.		
23	Verdacht Robinie	46 44 47.1724 N	15 22 54.2100 E	Buchen	Eine Gruppe von Buchen. Die Bäume ähneln stark dem Vergleichsobjekt.		
24	Verdacht Robinie	46 44 49.9940 N	15 23 0.8600 E	Robinie	Die einzige tatsächlich gefundene Robinie. Sie wirkt aber im CIR-Ausschnitt ein wenig heller als die der Vergleichsfläche.		
25	Robinie	46 43 9.8921 N	15 25 46.7236 E	Robinie	Mehrere Bäume entlang des Pitschkeller-Wegs. Die einzelnen Bäume sind weder in den CIR- noch in den NDSM- Daten auszumachen.		

NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
26	Verdacht Robinie	46 43 8.3178 N	15 25 46.8298 E	Buche	Anhand der Struktur und der Farbe fiel der Verdacht hier auf den Bewuchs durch eine Robinie. Es handelte sich aber um eine Buche.		
27	Verdacht Robinie	46 43 8.0397 N	15 25 49.6370 E	Buche	Diese Buche wirkt im Vergleich zu der darüber liegenden viel dunkler. Die Strukturen sind aber ähnlich.		
28	Verdacht Robinie	46 43 6.7749 N	15 25 48.2553 E	Buche	Eine weitere Buche im besagten Gebiet. Dieser Laubbaum wurde am häufigsten mit einer Robinie verwechselt.		
29	Verdacht Robinie	46 43 5.1789 N	15 25 50.5178 E	Birke	Auch die Birke könnte als Buche oder Robinie erkannt werden. Auffällig ist der räumliche Abstand zu den umliegenden Arten.		
30	Robinie	46 44 7.8874 N	15 26 51.0000 E	Robinie	Bei der Ausfahrt Grossklein. Mehrere Bäume – obwohl die einzelnen nicht im CIR- Ausschnitt ersichtlich sind.		

NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
31	Verdacht Robinie	46 44 6.4859 N	15 26 54.4900 E	Kahlschlag	Dieser Baum und die Arten in seiner näheren Umgebung waren während den Kontrollfahrten nicht mehr auffindbar.		
32	Verdacht Robinie	46 44 10.1909 N	15 26 52.3100 E	Buche	Wieder wurde eine Buche als Robinie missinterpretiert.		
33	Verdacht Robinie	46 44 10.5922 N	15 26 49.4300 E	Buche	Für diese Buche gilt dasselbe, wie für die davor. Sie sieht hier den Vergleichsobjekten für die Robinie täuschend ähnlich.		
34	Robinie	46 44 38.6737 N	15 28 6.1435 E	Robinie	Ansammlung von Robinien entlang der Straße.		
35	Verdacht Robinie	46 44 40.4638 N	15 28 6.4889 E	Esche	Die Esche stimmt in diesem Bereich sehr gut mit der Robinie überein. Unterschiede sind nicht festzustellen.		

NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
36	Verdacht Robinie	46 44 35.1444 N	15 28 7.3797 E	Eiche	Die vermutete Robinie stellte sich als Eiche heraus.		
37	Robinie	46 44 39.3794 N	15 28 13.2292 E	Robinie	Einzelner großer Baum neben der Straße		
38	Verdacht Robinie	46 44 40.0295 N	15 28 17.2531 E	Esche	Wieder handelt es sich statt einer Robinie um eine Esche.		
39	Laubbaum	46 44 41.4190 N	15 28 17.9778 E	Buche	Als weitere Vergleichsfläche wurde in der Region eine Buche aufgenommen.		
40	Laubbaum	46 44 43.6655 N	15 28 20.9401 E	Eiche	Auch eine Eiche wurde koordinativ festgehalten. Sie erinnert stark an zuvor beschriebene Vergleichsflächen.		

NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
41	Robinie	46 46 11.5000 N	15 30 13.0000 E	Robinie	Hier fand sich während der der ersten Befahrung eine große und zwei kleiner Robinien.		
42	Verdacht Robinie	46 46 13.4786 N	15 30 20.9551 E	Weide	Die Weide ist von der Robinie kaum zu unterscheiden. Sie wirkt aber ein wenig heller.		
43	Laubbaum	46 46 13.2362 N	15 30 19.3620 E	Weide	Die Weide ist von der Robinie kaum zu unterscheiden. Sie wirkt aber ein wenig heller als die zuvor beschriebene.		
44	Laubbaum	46 46 12.7351 N	15 30 19.8392 E	Weide	Diese Weide ähnelt der Robinie stark, unterscheidet sich aber von den anderen beiden Weiden in dem Gebiet.		
45	Robinie	46 46 43.0696 N	15 31 8.3517 E	Robinie	Einzelner großer Baum neben dem Salmsee. Auch dieser Baum unterscheidet sich erheblich von den anderen Vergleichsflächen.		

NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
46	Verdacht Robinie	46 46 47.8245 N	15 31 3.9937 E	Erle	Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Erle.		
47	Verdacht Robinie	46 46 46.4813 N	15 31 5.1230 E	Esche	Hier wurde statt einer Robinie eine Esche gefunden.		
48	Laubbaum	46 46 47.0926 N	15 31 7.3604 E	Buche	Zusätzlich wurde eine Buche aufgenommen.		
49	Laubbaum	46 46 45.1365 N	15 30 58.6003 E	Robinie	Auch eine weitere Robinie ließ sich in dem Gebiet ausmachen. Sie wurde koordinativ festgehalten.		
50	Robinie	46 46 44.6744 N	15 31 6.5317 E	Robinie	Drei Bäume gegenüber des Sulmsees. Diese stimmen stark mit der Erle überein.		

NR	Name	Koordinaten N	Koordinaten E	Pflanzenart	Beschreibung	CIR- Ausschnitt Maßstab 1:500	NDSM- Ausschnitt Maßstab 1:500
51	Robinie	46 47 17.4202 N	15 31 4.7265 E	Robinie	Ansammlung von Robinien entlang der Straße		
52	Verdacht Robinie	46 47 12.3292 N	15 30 58.1736 E	Eiche	Bei der Verdachtsfläche handelte es sich um eine Eiche.		
53	Verdacht Robinie	46 47 18.4155 N	15 30 59.2553 E	Esche	Statt einer Robinie wurde an dieser Position eine Esche vorgefunden.		
54	Laubbaum	46 47 17.3559 N	15 30 56.8745 E	Esche	Diese Esche wurde noch zusätzlich mit aufgenommen, da sie im CIR-Ausschnitt viel heller wirkt als ihr Artgenosse.		

7 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE UND AUSBLICK

Auf Grund der Ergebnisse, die im Zuge diese Arbeit ermittelt wurden, wird bestätigt, dass die visuelle Interpretation der vorhandenen CIR- und NDSM- Daten bezüglich der Detektion von Neophyten nicht möglich ist. Von 41 Verdachtsflächen für die Robinie konnte nur eine als solche identifiziert werden. Dies entspricht einer Wahrscheinlichkeit 2,4% und verwirft somit die zuvor aufgestellte Annahme. Alle weiteren invasiven Neophyten waren gar nicht nachweisbar und konnten während den Kontrollfahrten nur zufällig aufgenommen werden. Zusammengefasst finden sich die Ergebnisse im folgenden Unterpunkt, sowie eine Einschätzung, weshalb es zu ihnen kam und einen Ausblick beziehungsweise Vorschlag, bessere zu ermitteln.

7.1 Ergebnisse der visuellen Interpretation

Anhand von Tabelle 18 wird die Ergebnissituation dargestellt. Es war möglich, für die Robinie 14 Vergleichsflächen ausfindig zu machen. Eine der größten, die am Wildoner Buchkogel, war zur Zeit der ersten Befahrung nicht mehr existent. Sie hätte auf Grund ihres Umfangs noch mehr Input für die späteren visuellen Interpretationen liefern könne. Es ist aber unwahrscheinlich, dass sich dadurch etwas am vorliegenden Ergebnis geändert hätte. Anhand der Vergleichsflächen, der vorliegenden Daten und aller Gesammelten Informationen über das Wuchsverhalten der Robinie, konnten folglich 41 Verdachtsflächen aufgewiesen werden. Davon finden sich die 25 aussagekräftigsten in Tabelle 17. Im Zuge zweier Kontrollfahrten wurden die ermittelten Bereiche in der Natur abgeglichen. Hierbei konnte nur ein einziger erdacht auf das Auftreten einer Robinie bestätigt werden. Somit ergibt sich eine Übereinstimmung von weiter unter einem Prozent zwischen den Verdachtsflächen und der tatsächlichen Situation in der Natur. Nochmals hier angeführt die Annahme, welche für die Robinie getroffen wurde:

„Ist im CIR- Bild ein Laubbaum ersichtlich, der sich erkennbar räumlich von benachbarten Arten abgrenzt, auf nährstoffreichen Boden beheimatet ist und sich in dessen Umgebung, mit einem maximalen Abstand von 100 Metern, eine Robinie finden lässt, handelt es sich wahrscheinlich um eine Robinie.“

Diese Annahme kann somit nicht bestätigt werden. Einzig und allein wird für die Laubbäume bestätigt, dass es sich immer um Lichtbaumarten handelt; also Arten die auf Grund ihres Bedarfs an Sonnenlicht entfernt von umliegenden Bäumen wachsen. Dieses Ergebnis ist äußerst unbefriedigend, dennoch bestätigt die Auswertung, dass kein besseres hätte erreicht werden können. Zudem sind die gesammelten Erkenntnisse für folgende Arbeiten, die sich mit dem Thema beschäftigen werden, wertvoll.

Noch schlechter als bei der Robinie sind die Ergebnisse für den Japanischen Knöterich, das Drüsige Springkraut, den Riesen- Bärenklau und die Goldrute. Abgesehen von der geringen Anzahl an verwertbaren Vergleichsflächen konnten anhand der vorliegenden Daten nur wenige Verdachtsflächen ermittelt werden. Verdachtsflächen unter Vorbehalt – da auf Grund der Schnelllebigkeit und zeitnahen Bekämpfung der Arten die verwendeten Daten mehr als veraltet sind. Für den Japanischen Knöterich wurden sechs Verdachtsflächen identifiziert und keine bestätigt. Für das Drüsige Springkraut und die Goldrute waren es nur vier. Hier konnten aber auch keine verwertbaren Vergleichsflächen gefunden werden. Auch hier fiel die Übereinstimmung – verständlicherweise – auf null Prozent. Da für den Riesen- Bärenklau keine einzige Vergleichsfläche ermittelt werden konnten, war es unmöglich, passende Verdachtsflächen zu generieren. Dies wurde so oder so als sinnlos erachtet, da der Neophyt auf Grund seines hohen Gefahrenpotentials für den Menschen stets so schnell als möglich bekämpft wird. Aus diesem Grund können für eine mögliche Übereinstimmung keine Angaben gemacht werden.

Tabelle 19: Bestätigte Verdachtsflächen

Neophyt	Vergleichsflächen	Verdachtsflächen	Davon bestätigt	Übereinstimmung
Robinie	14	41	1	2,4 %
J. Knöterich	4	6	0	0%
D. Springkraut	2	4	0	0%
R. Bärenklau	0	0	0	k.A.
Goldrute	2	4	0	0%

7.2 Einschätzung für den Grund der Ergebnisse

Zu Beginn soll abgeklärt werden, warum es nicht möglich war, die Robinie anhand der vorliegenden Daten zu identifizieren. Tabelle 19 zeigt eine beispielhafte Zusammenfassung der Ergebnisse. Die Robinie in Beispiel 1 ist ähnlich der Eschen in Beispiel 1 und 2. Der Neophyt gleicht in Beispiel zwei der Buche in Beispiel eins und der Weide in Beispiel zwei. Der dritte Beispielausschnitt ähnelt stark der Buche in Beispiel drei und der Robinie Nummer vier, sowie der Weide in Beispiel vier. Alle Baumarten sind klar als Laubbäume zu erkennen. Es ist außerdem ersichtlich, dass sie sich von den umliegenden Arten abgrenzen. Aber da nicht einmal zwischen den einzelnen Robinien ein visueller Zusammenhang besteht, kann auch kein Unterschied zu den aufgezeigten Arten gemacht werden.

Ein möglicher Grund hierfür sind unterschiedliche Aufnahmezeitpunkte. Zwar gehen aus den Metainformationen Angaben über den Tag der Befliegung hervor, aber nicht über die Tageszeit. Diese hätte bei der Aufbereitung der Daten nützlich sein können um Anpassungen tageszeitabhängig, und somit abhängig vom Einfallwinkels des Sonnenlichts, durchzuführen.

Eine weitere zeitliche Komponente spielt die Aktualität der Daten. Die Robinie steht zwischen Mitte und Ende Mai in weißer Blüte. Aus diesem Grund konnten bei der Befahrung möglicher Vergleichsgebiete so viele ihrer Art ausgemacht werden. Der Baum war schon aus mehreren Kilometern entfernt zwischen anderen Laubbäumen ersichtlich. Die CIR- Bilder hingegen, wurden am 14. Juni und am 14. Juli aufgenommen. Abgesehen davon, dass zwischen den beiden Befliegungen ein Monat lag, befand sich der Zeitraum lange außerhalb der Blütezeit der Robinie. Interessant wären CIR- Bilder zur Zeit der Blüte des Neophyten. Da keine Vergleichsdaten vorliegen, können an dieser Stelle nur Vermutungen getroffen werden, aber wahrscheinlich wäre die Robinie, vollständig in Blüte, in den Luftbildern besser erkennbar. Eine weitere Problematik die sich aus dem einmonatigen Abstand zwischen den beiden Befliegungen ergibt, ist die resultierende Inkonsistenz der Daten. Auf Grund der unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte der Daten, kann sich auch deren Rückstrahlungsverhalten in kurzen Zeiten stark ändern. So kann ein und dieselbe Art, unter gleichen Aufnahmebedingungen, zu unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkten völlig anders im CIR- Ausschnitt erscheinen. Hier helfen auch Anpassungen an den Daten nicht weiter. Abschließend ergibt sich noch das Problem, dass zwischen dem Aufnahmezeitpunkt der Daten und deren Auswertung bezüglich invasiver Neophyten mehr als vier Jahre vergangen sind. Wie die Auswertungen zeigen, sind Bäume, die im CIR- Ausschnitt ersichtlich sind, nicht mehr in der Natur vorhanden. Auch der Abgleich zwischen CIR- und NDSM- Daten fällt teilweise sehr schwer. Auch hier werden im CIR- Ausschnitt Pflanzen angezeigt, die so nicht mehr im NDSM aufscheinen.

Neben der temporären Auflösung spielt auch die geometrische Auflösung der Daten eine wesentliche Rolle. Wie bereits erwähnt beträgt diese bei den CIR- und NDSM- Daten 0,5 Meter pro Pixel. Eingangs wurde bei der Behandlung der Grundlagen in Abbildung 7 gezeigt, welche Nachteile sich aus einer schlechten Bodenauflösung ergeben. Bleiben wir bei den Baumarten, steht außer Frage, dass in den vorliegenden Daten Laub- von Nadelbäume eindeutig unterschieden werden können. In Tabelle 19 sind beispielhaft verschieden Baumarten im Maßstab 1:500 angeführt. Die Laubbäume wirken größtenteils sehr verschwommen. Zwar sind Abgrenzungen hin zu anderen Arten erkennbar, eine eindeutige Bestimmung ist aber ausgeschlossen. Tabelle 17 enthält die aussagekräftigsten Ergebnisse der getätigten Auswertungen mit zusätzlichen NDSM- Ausschnitten der Bäume. Diese weisen starkes Rauschen auf, weshalb eine mögliche Einteilung nach Wachstumsstrukturen auch nicht möglich

ist. Im letzten Jahr wurde an der Fachhochschule Graz Campus02 ein Projekt zur Forstüberwachung mittels Drohnen umgesetzt. Damit ist es Forstwirten möglich, von Käfern befallene Bäume zeitnah aus der Luft zu identifizieren. Die Bilder sind hochauflösend und werden in geringer Flughöhe über dem Wald aufgezeichnet. Würden diese Aufnahmen zur Blütezeit der Robinie durchgeführt, könnten in geringen Zeiten eine Vielzahl an Verdachtsflächen ermittelt und ausgewertet werden.

Tabelle 20: Ein Überblick der Arten in CIR-Ausschnitten im Maßstab 1:500

Baumart	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4
Robinie				
Eiche				
Esche				
Weide				
Buche				

Dieselbe Datensituation ergibt sich neben der Robinie auch für die anderen Neophyten. Dies ist aber nicht zwingend der Grund, weshalb sie bei der Analyse unentdeckt blieben. Der Neophyt, der neben der Robinie am häufigsten in der Natur angetroffen werden konnte, ist der Japanische Knöterich. Problematisch bei ihm ist vor allem die Tatsache, dass er meist abgeschattet von höher

wachsenden Arten gedeiht und deshalb, auch wenn er in einem Bereich vorhanden wäre, am CIR- Bild kaum ersichtlich ist. Auch wenn vielleicht einige wenige Pixel einsehbar wären, würden Analysen dahingehend kein sinnvolles Ergebnis liefern. Natürlich wurde der Knötrich während der ersten Befahrung auch an Feldrändern oder inmitten von Feldern aufgezeichnet. In den CIR-Daten, die zeitlich wesentlich früher aufgenommen wurden, ist er aber an diesen Stellen gar nicht zu erkennen. Außerdem ist davon auszugehen, dass er im Zuge von landwirtschaftlichen Arbeiten beseitigt wird. Auch wenn einige Landwirte höchstwahrscheinlich nicht wissen, dass es sich bei der Pflanze um einen invasiven Neophyten handelt, wird er dennoch als Unkraut angesehen und entfernt.

Für die Kanadische Goldrute und das Drüsiges Springkraut war es kaum möglich Vergleichsflächen zu finden, weswegen sich die Analyse der Daten hauptsächlich auf das Wuchsverhalten der Pflanzen stützte. Auch hier spielt die schlechte temporäre Auflösung eine wesentliche Rolle. Wären die Daten im letzten Jahr zur Blüte der Arten aufgenommen worden, könnten diese in den CIR- Bildern vielleicht klar ersichtlich sein. Während der ersten Befahrung und den Kontrollfahrten konnten zudem keine weiteren der beiden festgestellt werden.

Abschließend zum Riesen- Bärenklau. Die einzigen bekannten Vergleichsflächen für die Pflanze waren bereits bereinigt. Als Grund hierfür wird die starke Gefahr die von der Pflanze für Mensch und Tier ausgeht vermutet. Es ist äußerst unwahrscheinlich, dass sich die Art an Flächen in der Natur wiederfindet, in denen sie zum Aufnahmezeitpunkt enthalten war.

Alle genannten Faktoren zeigen auf, dass anhand der vorliegenden Daten und identifizierten Vergleichsflächen kein besseres Ergebnis hätte gefunden werden können. Dies ist zwar äußerst unbefriedigend, unterstreicht aber die Tatsache, dass zur Detektion von invasiven Neophyten die Datengrundlage an die Aufgabenstellung angepasst werden muss.

7.3 Vorschlag zur Verbesserung folgender Auswertungen

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse bestehen die größten Verbesserungschancen bezüglich einer Detektion von Neophyten mittels Luftbildern bei der Robinie. Der Baum konnte von allen invasiven Aliens am häufigsten nachgewiesen werden. Vorzuschlagen ist hier die Suche nach Vergleichsflächen während der Blütezeit des Baums. Wichtig ist eine Vereinheitlichung der Methodik zur Datenerfassung, damit eine einheitliche Datengrundlage für die Detektion invasiver Neophyten geschaffen wird. Ist diese gegeben können die Ergebnisse sicher gesteigert werden. Natürlich würden Daten in einer höheren geometrischen Auflösung die Suche vereinfachen. Es ist also nicht auszuschließen, dass verbesserte Ergebnisse mittels der beschriebenen Standards zum richtigen Aufnahmezeitpunkt erreicht werden können.

Vorzuschlagen wären auch Auswertungen mittels Drohnen. Laut einem Zitat des Artikels: Unbemannte Luftfahrzeuge - eine Möglichkeit zur Gewinnung von Fernerkundungsdaten wird beschrieben, dass: *„Unbemannte Luftfahrzeuge (Drohnen, UAV) werden verstärkt als kostengünstige und flexible Methode zur Gewinnung von Fernerkundungsdaten eingesetzt. Im Rahmen des INTERREG-Projektes NewFOR werden am BFW verschiedene UAV-Systeme aufgebaut und ihr Anwendungsspektrum speziell für den alpinen Raum getestet. Zunächst sollen damit Luftbilder aufgenommen werden, die zur Erstellung von Geländemodellen und Orthofotos verwendet werden.“* Weiters geht aus dem Artikel hervor, dass ein Bereich die Forstkartierung sei. Zu diesem Thema steht folgendes geschrieben: *„Im Gegensatz zur klassischen Photogrammetrie kann mit UAV zu jeder Jahreszeit geflogen werden. Aufgrund der geringen Flughöhe kann auch eine Einzelbaum-Kartierung durchgeführt werden.“* Auswertungen mittels Drohnen könnten kostengünstig und großflächig in den zuvor identifizierten Wachstumsgebieten der Neophyten durchgeführt werden. Da sie zu jeder Jahreszeit einsetzbar sind und hochauflösende Bilddaten liefern, könnten bereits identifizierte Neophyten zu den Aufnahmezeitpunkten anderer vorliegender Daten erfasst, Vergleiche getroffen und Auswertungen optimiert werden.

Natürlich besteht auch die Möglichkeit mittels mobiler Applikationen Standorte aufzunehmen. Diese Form der Detektion beinhaltet zwar die Gefahr, dass auf Grund unzureichenden Wissens über das Aussehen der Neophyten viele falsche Daten erfasst werden. Diese können aber bei richtiger Handhabung und Auswertung bei der Suche von Neophyten verwendet werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- ACKERMANN, F. 1999. Airborne laser scanning – present status and future expectations. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*. 54: 64-67.
- AVERY, T. E. & BERLIN, G. L. (1992): *Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation*. -- 472 p., Macmillan Publishing (New York)
- ALBERTZ, J. (2001): *Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Eine Einführung in die Fernerkundung*. -- 204 S., Wissenschaftliche Buchgesellschaft (Darmstadt)
- BOLLENS U. (2005): *Bekämpfung des Japanischen Staudenknöterichs. Literaturreview und Empfehlungen für Bahnanlagen*. Umwelt-Materialien UM-192-D. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
- CHAPIN FS, ZAVALA ES, EVINERS VT, NAYLOR RL, VITOUSEK PM, REYNOLDS HL, HOOPER DU, LAVOREL, SALA OE, HOBBIE SE, MACK MC, DIAZ S (2000) Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242
- DRÖSCHMEISTER R, SUKOPP U (2009) Monitoring der Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt in Deutschland. *NatLandsch* 84: 13-17
- ERDAS (2007,ff.): *ERDAS Imagine 9.x Field Guides*. -- ERDAS Inc., (Atlanta); Software-Handbooks.
- ESSL F., RABITSCH W.: *NEOBIOTA IN ÖSTERREICH für das Umweltbundesamt und den Umwelt Dachverband*, Wien 2002
- GEITER, O.; HOMMA, S. & KINZELBACH, R. (2001): *Bestandsaufnahme und Bewertung von Neozoen in Deutschland*. Forschungsbericht Umweltbundesamt Berlin.
- HILDEBRANDT, G. (1996). *Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie* (1. Auflage), Heidelberg: Herbert Wichmann Verlag
- JÄHNE, B. (1991): *Digitale Bildverarbeitung*. -- Springer Verlag (New York, London);
- Kinzelbach, Ragnar, *Das Jahr 1942: Zeitenwende für Flora und Fauna?*, in: *Bayerische Akademie der Wissenschaften (Hrsg.), Gebietsfremde Arten*, S. 15 ff.
- KONECNY, G. & LEHMANN, G. (1984): *Photogrammetrie*. -- 384 S., de Gruyter (Berlin/New York).
- KOWARIK, I. (1990a): *Ecological Consequences of the Introduction and Dissemination of New Plant Species: An Analogy with the Release of Genetically Engineered Organisms*. In: LESKIEN, D. & SPANGENBERG, J. (Hrsg.): *European Workshop on Law and Genetic Engineering in Berlin*.
- KOWARIK, I. (1990b): *Zur Einführung und Ausbreitung der Robinie (Robinia pseudacacia L.) in Brandenburg und zur Gehölzsukzession ruderaler Robinienbestände in Berlin*. *Verh. Berl. Bot. Ver.* 8: 33–67.

- KOWARIK, I. (1991): Ökologische Risiken der Einführung nichteinheimischer Pflanzen und Möglichkeiten ihrer Prognose. In: STUDIER, A. (Hrsg.): Biotechnologie: Mittel gegen den Welthunger? Schriften des Deutschen Übersee-Instituts Hamburg 8: 121–131.
- KOWARIK, I. (1992): Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten in Berlin und Brandenburg und ihre Folgen für Flora und Vegetation. Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg, Beiheft 3, 188 pp.
- KOWARIK, I. (1995): Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten als Problem des Naturschutzes?. In: BÖCKER, R.; GEBHARDT, H.; KONOLD, W. & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): Gebietsfremde Pflanzenarten. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, 32–56.
- KOWARIK, I. (1999): Neophytes in Germany: Quantitative Overview, Introduction and Dispersal Pathways, Ecological Consequences and Open Questions. Texte des Umweltbundesamtes Berlin 18/99: 12–36.
- KOWARIK I.: Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Ulmer, Stuttgart 2003
- KOWARIK I., SÄUMEL I.: Biological Flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. In: Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 8, 2007, ISSN 1433-8319, S. 207-237.
- KOWARIK I., SÄUMEL I.: *Ailanthus altissima* (Mill.) SWINGLE, 1916. In: Andreas Roloff, Horst Weisgerber, Ulla Lang, Bernd Stimm (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie. Wiley-VCH, Weinheim 2013, ISBN 978-3-527-32141-4, 30. Ergänzungslieferung 04/13, S. 1-24.
- KRAUS, K. & SCHNEIDER, W. (1988): Fernerkundung. Band 1: Physikalische Grundlagen und Aufnahmetechniken. -- 300 S., Dümmler Verlag (Bonn)
- KRONBERG, P. (1985): Fernerkundung der Erde. Grundlagen und Methoden des Remote Sensing in der Geologie. -- 394 S
- LANG, S., BLASCHKE, T., LANGANKE, T., KIAS, U. & W. DEMEL (2003): Objektbasierte Ansätze zur halbautomatisierten Fortschreibung von CIR-Luftbild Kartierungen – ein Verfahrensvergleich. In: GIS, 9/03, 17-25
- LANG, S. & T. BLASCHKE (2003): Hierarchical Object Representation - Comparative MultiScale Mapping of Anthropogenic and Natural Features. In: ISPRS Archives, I, XXXIV, Part 3/W8, 181-186
- LANGE, N. de (2005): Geoinformatik in Theorie und Praxis. Berlin. Springer 2. Auflage (Lehrbuch) S422
- LILLESAND, T.M. & KIEFER, R.W. (1999): Remote Sensing and Image Interpretation.- 4th ed., 736 p., Wiley & Sons (New York).
- LOHMEYER, W. & SUKOPP, H. (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Schr.-R. f. Vegetationskde. 19: 185.
- LOOPE, L. L. & MUELLER-DOMBOIS, D. (1989): Characteristics of invaded islands, with special reference to Hawaii. In: DRAKE, J. A.; MOONEY, H. A.; DI CASTRI, F.; GROVES R. H.; KRUGER, F. J.; REJMÁNEK, M. & WILLIAMSON, M. (eds): Biological invasions, a global perspective. Scope 37, John Wiley & Sons, Chichester, UK: 257–280.

- LUDWIG M., GEBHARD H., LUDWIG H. W., SCHMIDT-FISCHER S.: Neue Tiere & Pflanzen in der heimischen Natur. Einwandernde Arten erkennen und bestimmen. BLV, München 2000
- RABITSCH W, ESSL F (2009) Endemiten. Kostbarkeiten in Österreichs Pflanzen- und Tierwelt. Naturwissenschaftlicher Verein Kärnten, Klagenfurt
- RABITSCH W, ESSL F (2010) Aliens. Neobiota und Klimawandel – Eine verhängnisvolle Affäre? Bibliothek der Provinz, Weitra
- RABITSCH W, ESSL F (2011) Biodiversität und Mensch: von der Jungsteinzeit zur Gegenwart. In: Berger R, Ehrendorfer F (Hrsg) Ökosystem Wien. Die Naturgeschichte einer Stadt. Böhlau, Wien, S 179-203
- RABITSCH W, WINTER M, KÜHN E, KÜHN I, GÖTZLM, ESSL F, GRUTTKER H (2010) Auswirkungen des rezenten Klimawandels auf die Fauna in Deutschland. Naturschutz Biol Vielfalt 98: 1-265
- SCHARDT, M. (2014). Skriptum zu Lehrveranstaltung Umweltmonitoring mittels Fernerkundung. Technische Universität Graz
- SCHOLLER, M. (1999): Obligate phytoparasitic neomycetes in Germany: diversity, distribution, introduction patterns, and consequences. Texte des Umweltbundesamtes, Berlin 18: 64–75.
- SUKOPP, H. (1980): Zur Geschichte der Ausbringung von Pflanzen in den letzten hundert Jahren. Akademie f. Naturschutz und Landschaftspflege 5/80: 5–9.
- SUKOPP, H. (1995): Neophytie und Neophytismus. In: BÖCKER, R.; GEBHARDT, H.; KONOLD, W. & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): Gebietsfremde Pflanzenarten. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, 1–32.
- SUKOPP, H. & SUKOPP, U. (1988): *Reynoutria japonica* Houtt. in Japan und Europa. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 98: 354–372.
- SUKOPP, H. & SUKOPP, U. (1993): Ecological long-term effects of cultigens becoming feral and naturalization of non-native species. *Experientia* 49: 210–218.
- SUKOPP, U. & SUKOPP, H. (1994): Ökologische Lang-Zeit-effekte der Verwilderung von Kulturpflanzen. Abt. Normbildung und Umwelt des Forschungsschwerp
- USING COLOR INFRARED (CIR) Imagery, A Guide for Understanding, Interpreting and Benefiting from CIR Imagery, Prepared for the North Carolina Geographic Information Coordinating Council by the Statewide Mapping Advisory Committee, Working Group for Orthophotography Planning July 2011
- VITOUSEK PM (1990) Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. *Oikos* 57
- WIGGENHAGEN, M. (1989): Praktische Anregungen zur geometrischen Korrektur von SAR-Bildern. -- S. 149-157, Zeitschr. Photogr. & Fernerk., Wichmann (Karlsruhe).
- ZUMSPREKEL, H. & PRINZ, T. (1999): . -- Multispectral remote sensing of the archean Pilbara-Region, Western Australia. -- Computer and Geosciences (Toronto).

ONLINEQUELLENVERZEICHNIS

BQ_1:

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d610_03.htm

BQ_2:

http://neobiota.naturschutzinformationen-nrw.de/site/bilder/art/ba99293a-f5dc-4d81-9117-2de76f78a0de/ailanthus_altissima_goetterbaum_6_gblaich.jpg

BQ_3:

<http://forum.floristik24.de/attachment.php?attachmentid=734&d=1409497551>

BQ_4:

http://www.oegg.or.at/wp-content/uploads/2014/05/Ailanthus_altissima1.jpg

BQ_5:

<https://i.ytimg.com/vi/zfgfA1zAQZA/maxresdefault.jpg>

BQ_6:

<http://hallesche-stoerung.de/wp-content/uploads/2015/03/solltodstelle.jpg>

BQ_7:

http://bilder.zuhause.de/b/69/10/99/22/id_69109922/tid_da/der-goetterbaum-breitet-sich-hartnaeckig-aus.jpg

BQ_8:

http://www.eggert-baumschulen.de/images/product_images/popup_images/1012_4_Robinia-pseudoacacia-Robinie-Scheinakazie.jpg

BQ_9:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Robinia_pseudacacia_seeds.jpg

BQ_10:

<http://www.botanikus.de/Robinie-3-gr.jpg>

BQ_11:

http://austria-forum.org/attach/Heimatlexikon/Neuzuwanderer_Kanadische_Goldrute/Solidago_canadensis_Bestand.jpg

BQ_12:

<http://gastein-im-bild.info/plants/xpsolic1.jpg>

BQ_13:

http://dailyflower.yakohl.com/pic/kanadische_goldrute_18102011.jpg

BQ_14:

http://www.naturschutzbund-tirol.at/wp-content/uploads/2010/09/IMG_3427_klein.jpg

BQ_15:

<http://wildlife-media.at/bild/11089/druesiges-springkraut.jpg>

BQ_16:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Impatiens_glandulifera_01.jpg

BQ_17:

<http://img4.fotos-hochladen.net/uploads/120905japaniscn3gb19ldtv.jpg>

BQ_18:

<http://www.heilkraeuter.de/lexikon/gross/japanischer-knoeterich-02.jpg>

BQ_19:

http://neobiota.naturschutzinformationen-nrw.de/site/bilder/art/76875ea7-fed3-4fe2-9c68-71546d079e87/Reynoutria_japonica_EN090906_ja13.JPG

BQ_20:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Riesenknoeterich.jpg>

BQ_21:

<http://blog.angeln.de/content/uploads/herkulesstaude-bild1-agger1.jpg>

BQ_22:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Rbk_dolde.jpg

BQ_23:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/Reuzenbereklauw.JPG>

BQ_24:

http://www.tierschutz4all.de/wp-content/uploads/2014/04/10570370_763358407060937_6418682557006819774_n-600x365.jpg

BQ_25:

http://www.dergartenbau.ch/system/files/images/img_2171.jpg

BQ_26:

[http://gis2.stmk.gv.at/atlas/\(S\(qjkwfb4diq0ykb04hmaqskgh\)\)/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0007](http://gis2.stmk.gv.at/atlas/(S(qjkwfb4diq0ykb04hmaqskgh))/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0007)

BQ_27:

[http://gis2.stmk.gv.at/atlas/\(S\(bfpsdintu2lvzv4pk5j3p2yq\)\)/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0038](http://gis2.stmk.gv.at/atlas/(S(bfpsdintu2lvzv4pk5j3p2yq))/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0038)

BQ_28:

[http://gis2.stmk.gv.at/atlas/\(S\(vmtzhuh5godv4tl2vt1bvsik\)\)/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0052](http://gis2.stmk.gv.at/atlas/(S(vmtzhuh5godv4tl2vt1bvsik))/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0052)

BQ_29:

[http://gis2.stmk.gv.at/atlas/\(S\(12otespi1pwuorh2mohcgbvl\)\)/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0106](http://gis2.stmk.gv.at/atlas/(S(12otespi1pwuorh2mohcgbvl))/init.aspx?karte=florafauna&ks=das&cms=da&layout=atlas_gisstmk&template=atlas_gisstmk&darstellungsvariante=nsgc&abfragethema=naturschutzgeb.kat.c&gisid=NSBC_0106)

BQ_30:

http://paulbourke.net/texture_colour/equalisation/

OV_1:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000671>

OV_2:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000694>

OV_3:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000907>

OV_4:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrStmk&Gesetzesnummer=20000907>

OV_5:

<https://www.google.com/maps/d/edit?mid=zwHJsE5dFg38.ktl0Adp0JB0U>

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Elektromagnetisches Spektrum (Quelle Albertz 2001[1])	7
Abbildung 2: Spektrale Signaturen (Vegetation, Wasser, Boden) (Quelle: Albertz 2001[1])	8
Abbildung 3: Aufnahmebereich CIR (nach Using Color Infrared (CIR) Imagery, North Carolina Geographic Information Coordinating Council, Juli 2011)	11
Abbildung 4: Reflexionseigenschaften kombinierter Oberflächenbedeckungen (Arnoff, 2005).....	12
Abbildung 5: Vergleiche von Höhenmodellen – BQ_1	13
Abbildung 6: Minderung der visuellen Interpretationsmöglichkeiten durch verschlechterte Bodenauflösung	14
Abbildung 7: Robinie am Seeufer Tillmitsch- Teichs im Maßstab 1:500 (Vergleich CIR- und NDSM-Datensatz)	16
Abbildung 8: Schematische Darstellung des Interpretationsprozesses. (nach Albertz 2007)	18
Abbildung 9: Bild Links: Die auffällige Rinde des Götterbaums – weiß gefleckt BQ_2 / Bild Mitte: Der Götterbaum in der Blüte – die Blüten sind grünlich gefärbt und hängen in 10-25 Zentimeter langen Rispen	22
Abbildung 10: Bild Links: Der Götterbaum lässt sich nicht aufhalten. hier wächst er aus einem Gullischacht. BQ_5 / Bild Mitte: Das Riegeln ist eine Methode den Götterbaum zu bekämpfen. Die Rinde wird großflächig beschädigt, was den Saftstrom unterbricht und den Alien im besten Fall beseitigt. BQ_6 / Bild Rechts: Werden Götterbäume gefällt, ohne das im Vorjahr eine Riegelung durchgeführt wurde, können die Wurzeln wieder austreiben. Hier hilft dann auch Kahlschlag nicht. BQ_7	23
Abbildung 11: Bild Links: In jungen Jahren ist die Robinie zum Schutz mit Dornen überseht. Hier die Rinde eines älteren Exemplars. BQ_8 / Bild Mitte: Die rotbraune, seitlich stark abgeflachte Hülsen der Robinie. Diese trägt sie im Herbst und sie enthalten im Schnitt 4- 12 Samen welche im Winter durch Risse in der Hülse zu Boden fallen. BQ_9 / Bild Rechts: Die weißen, traubigen Blütenständen hängen an den Zweigen der Robinien herab und ermöglichen es, den Baum schon aus der Ferne auszumachen. BQ_10.....	25
Abbildung 12: Bild Link: Eine Kolonie von Goldruten. Die krautige Pflanze kann in kurzen Zeiten große Flächen überwachsen. BQ_11 / Bild Mitte: Zwischen August und Oktober steht die Kanadische Goldrute in gelber Blüte. In dieser Zeit sammeln sich an den Oberseiten ihrer Rispenzweige zahlreiche, gestielte Blütenköpfchen BQ_12 / Bild Rechts: Falter, Fliegen und andere Insekten sorgen für die Bestäubung der Goldrute. In diesem Bild wird die Tätigkeit von einer Fliege übernommen. BQ_13.....	27
Abbildung 13: Bild Links: Das Drüsige Springkraut vor der Blüte - hier großflächig an einer Waldlichtung mit feuchtem Boden. BQ_14 / Bild Mitte: Die Pflanze sucht das Wasser. Häufig findet man sie entlang von Flussufern, Seen oder deren Ausläufern. BQ_15 / Bild Rechts: Zwischen Juni und Oktober steht das Drüsige Springkraut in Blüte. Der traubige, rosa oder weiße, stark süßlich duftende Blütenstand lockt vor	

allem Insekten an, welche für die Bestäubung sorgen. Hier erkennbar die Kapseln der Pflanze, in der sich ihre Samen befinden. Diese platzen nach Reife bei leichtem Druck und verteilen die Pflanzensamen bis zu 7 Meter – daher der Name Springkraut. BQ_16..... 29

Abbildung 14: Bild Links: Die Art kann am Tag bis zu 30 Zentimeter wachsen. Das Gewicht wird dabei von den holzigen Stängeln getragen. BQ_17 / Bild Mitte: Die sommergrünen, wechselständig am Stängel angeordneten, gestielten Laubblätter können eine Länge von bis zu 18 Zentimeter und eine Breite von bis zu 13 Zentimeter erreichen BQ_18 / Bild Rechts: Die Blütezeit der Pflanze ist im August. Die Bestäubung erfolgt auch hier wieder durch Insekten. BQ_19 31

Abbildung 15: Bild oben demonstriert ausdrucksstark, welche Wuchshöhen der Japanische Knöterich in kurzen Zeiten erreichen kann. Innerhalb eines Tages wächst die Pflanze um bis zu 30 Zentimeter. BQ_20 31

Abbildung 16: Bild Links: Mit einer Wuchshöhe von 2,5 bis 5 Metern hebt sich die Pflanze von der ihrer benachbarten Flora ab. Die hohlen Stängel sind im unteren Bereich verdickt (Durchmesser bis zu 10 Zentimeter) und rötlich gefleckt. BQ_21 / Bild Mitte: Die Blüten- Doppeldolden können einen Durchmesser von bis zu 50 Zentimeter erreichen. Einer dieser Dolden enthält mitunter 80.000 Einzelblüten und ist in der Lage bis zu 15.000 Früchte auszubilden. BQ_22 / Bild Rechts: Auch diese Pflanze sucht das Wasser und nährstoffreichen Boden – vorzugsweise an schattigen Stellen. BQ_23 .. 34

Abbildung 17: Bild Links: Die Bekämpfung des Riesenbärenklaus ist nur unter der Verwendung von Schutzbekleidung ratsam. Der Schnitt der Pflanze sollte umgehend in UV- undurchlässigen Behältnissen verstaut werden. BQ_24 / Bild Rechts: Kommt der Mensch mit dem Pflanzensaft in Berührung, kann durch Sonneneinstrahlung ein phytotoxischer Prozess ausgelöst werden, der zu starken Verbrennungen auf der Haut führt. BQ_25 35

Abbildung 18: Bild Links: NSG 7C - beheimatet die Goldrute BQ_26 / Bild Rechts: NSG 7C im CIR- Ausschnitt des Datensatzes von 2012. Die Wiese in der die Goldrute anzutreffen sein soll ist gut erkennbar und könnte eine Vergleichsfläche für spätere Interpretationen bieten. 39

Abbildung 19: Bild Links: NSG 38C beheimatet die Goldrute und das Drüsige Springkraut BQ_27 / Bild Rechts: NSG 38C im CIR- Ausschnitt des Datensatzes von 2012. Hier ergeben sich wieder großflächige Vergleichsgebiete die einen hohen Nutzen für folgenden Interpretationen bezüglich des Befalls durch Goldrute und Springkraut haben können. 40

Abbildung 20: Bild Links: NSG 52C beheimatet den Staudenknöterich, Riesen- Bärenklaus, die Goldrute und das Springkraut BQ_28 / Bild Rechts: NSG 52C im CIR- Ausschnitt des Datensatzes von 2012. Vom Feldweg aus gut zugänglich soll hier der Befall durch Staudenknöterich, Riesenbärenklaus und die Goldrute gegeben sein. Auch hier zeigt sich im Ausschnitt des CIR- Bildes, dass sich das Gebiet gut als Vergleichsfläche eignet. 41

Abbildung 21: Bild Links: NSG 106 C - der Wildoner Buchkogel - hier wächst großflächig die Robinie und der Götterbaum BQ_29 / Bild Rechts: Ein kleinerer Ausschnitt des Wildoner Buchkogels mit Konzentration auf das befallene Gebiet. Vor allem Robinien sollen hier vermehrt auftreten. 42

Abbildung 22: Darstellung des Befahrungsplans (generiert mit Google Maps OV_5).....	43
Abbildung 23: Bild Links: Ausschnitt der vermeintlichen Fläche in Tobelbach, an welcher Riesen-Bärenklau vermutet wurde / Bild Rechts: Aufnahme der Lichtung vor Ort. Ein Befall durch den Neophyten konnte nicht mehr festgestellt werden. Einzelne Jungpflanzen sind im Bild kaum erkennbar.....	45
Abbildung 24: NSG 7C im CIR- Ausschnitt des Datensatzes 2012 - violett eingezeichnet der Bewuchs durch Drüsiges Springkraut, abgeschattet durch die umliegenden Kulturen und vereinzelt in der umliegenden Wiese. Gelb eingezeichnet - der Bewuchs durch Goldrute. Dieser verlief großflächig im hinteren Teil des betrachteten Gebiets.	45
Abbildung 25: Bild Links: Bewuchs durch Drüsiges Springkraut im Naturschutzgebiet 7C. Die Pflanze stand Ende Mai schon in Blüte. / Bild Rechts: Bewuchs durch Goldrute im Naturschutzgebiet 7C. Die charakteristischen gelben Blüten der Pflanze waren noch nicht entwickelt. Durch Vergleiche mit der Beschaffenheit der Blätter und des Wuchses, konnte sie aber als Goldrute identifiziert werden.....	46
Abbildung 26: Großflächiger Bewuchs durch Goldrute im Naturschutzgebiet 7C. Außer hohem Graß und bereits bestehenden Sträuchern ist es keiner anderen Art möglich hier zu gedeihen. Der lehmig feuchte Boden, bietet der Pflanze optimale Wuchsbedingungen.	47
Abbildung 27: CIR Ausschnitt Datensatz 2012 - Taubelacken- Weg. Entlang des Forstweges und in den umliegenden Feldern konnten der Bewuchs durch Japanischen- Knöterich festgestellt werden. Anscheinend wurden die Pflanzen entlang und in den Feldern erst vor kurzen beschnitten, oder es handelte sich um sehr junge Exemplare. Die damalige Wuchshöhe betrug etwa 1,5 Meter. Die betroffenen Flächen sind in der Abbildung dunkelgrün markiert.....	47
Abbildung 28: Bild Links: Der Japanischen Knöterich wird von den umliegenden Bäumen überragt und fast zur Gänze abgeschattet. / Bild Mitte: Japanischer Knöterich entlang des Feldes – flussseitig abgeschattet durch angrenzende Bäume. / Bild Rechts: Auch im angrenzenden Bachbett wird der Knöterich von Bäumen überragt.....	48
Abbildung 29: Bild links: CIR- Ausschnitt der Robinienkultur. Die Bäume grenzen sich gut sichtbar von der restlichen Bewaldung ab. In diesem Ausschnitt werden sie von Nadelbäumen umschlossen. / Bild Rechts: Zwischen dem Aufnahmezeitpunkt des CIR-Bildes und Aufnahme der Ist- Situation sind beinahe drei Jahre vergangen. In der Zwischenzeit wurde der umliegende Nadelwaldbestand anscheinend ausgedünnt.....	48
Abbildung 30: Situation am Buchkogel - Es konnte kein Bewuchs durch die Robinie oder der den Götterbaum festgestellt werden. Anscheinend wurde das Gebiet schon zu einem früheren Zeitpunkt bereinigt, was die Schaffung von Referenzflächen ausschließt.....	49
Abbildung 31: Bild Links: CIR- Datensatz 2009 - Auflistung der Tiles, in welchen die erste Befahrung stattfand / Bild Rechts: CIR- Datensatz 2012 - Auflistung der Tiles, in welchen die erste Befahrung stattfand.....	54

Abbildung 32: Bild Links: CIR- Tile 5418 Datensatz 2012 / Bild Rechts: CIR- Tile 5220 Datensatz 2012 – Als Beispiel können hier in beiden Bildern Nadelbäume von Laubbäumen unterschieden werden. Klar zu erkennen sind hier jedoch die unterschiedlichen Grauwerte der beiden Aufnahmen..... 55

Abbildung 33: Schematische Darstellung des Interpretationsprozesses. (nach Albertz 2007). Für das Erkennen von Neophyten in den CIR- Bildern, müssen diese in einem ersten Schritt aufbereitet werden. 56

Abbildung 34: Theoretisches Vorgehen beim Histogramm Matching Prozess BQ_30..... 57

Abbildung 35: Bildreihe 1: CIR- Tile 5418 Datensatz 2012 – Neben dem CIR- Tile sind die Histogramme der drei Kanäle NIR, Rot und Grün dargestellt. Dieses Tile bildet den Referenzdatensatz für das Histogramm Matching / Bildreihe 2: CIR- Tile 5220 Datensatz 2012 vor dem Histogramm Matching - Die Histogramme der Kanäle weichen stark von jenen des Referenzdatensatzes ab/ Bildreihe 3: CIR- Tile 5220 Datensatz 2012 nach dem Histogramm Matching - Nach dem Histogramm Matching Prozess ist eine Angleichung der Kanäle klar erkennbar. Rein visuell betrachtet passen die beiden Tiles nun wesentlich besser zueinander. 58

Abbildung 36: Japanischer Knöterich in einem Feld nahe der Sulm. Der Neophyt ist weder im CIR- noch im NDSM- Bild klar erkennbar. 59

Abbildung 37: Bild Links: Ausschnitt aus dem CIR - Tile. Im Markierten AOI Bereich herrscht Bewuchs durch Japanischen Knöterich / Bild Rechts: Der AOI im Signature Editor von ERDAS 60

Abbildung 38: Mittels des ERDAS Signature Editors konnten die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) ermittelt werden. Die dargestellten Merkmalsräume beziehen sich auch den Teilbereich, der durch das AOI eingegrenzt wird. Sie beschreiben die Verhältnisse der Kanäle Nahes Infrarot zu Rot, Nahes Infrarot zu Grün und Rot zu Grün (von links nach rechts – diese Darstellung wird fortlaufend weitergeführt)..... 60

Abbildung 39: Gleichzeitig wurden auch die Histogramme des untersuchten Bereichs ausgegeben (Kanäle 1, 2 und 3 – Nahes Infrarot, Rot und Grün – von links nach rechts). Diese Daten könnten bei folgenden visuellen Interpretationen hilfreich sein. 61

Abbildung 40: Ein weiterer "gut" einsehbarer Bereich im CIR- Ausschnitt, in dem Japanischer Knöterich vermutet wird. Das AOI läuft zwischen dem umliegenden Bäumen und dem Feld. 61

Abbildung 41: Die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) des zweiten Teilgebiets wirken viel gestauchter. Lediglich der Merkmalsraum der Kanäle 2_3 ähnelt dem des ersten Teilgebiets 61

Abbildung 42: Stärker sind die Abweichungen in den mitgelieferten Histogrammen (Kanäle 1, 2 und 3 von links nach rechts) erkennbar. Hier gibt es keine Übereinstimmungen zur ersten Auswertung..... 62

Abbildung 43: Die dritte Auswertung konzentriert sich auf einen Laubbaum in der Umgebung. Sie soll zeigen, ob markante Unterschiede detektierbar sind..... 62

Abbildung 44: Die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) des analysierten Laubbaums. Die Merkmalsräume der Kanäle 1_2 und 1_3 sind vergleichbar mit dem Ergebnis der ersten Analyse. 62

Abbildung 45: Bild Links: NSG 7C im CIR Bild. Der pink markierte Bereich gibt an, wo hier Drüsiges Springkraut festgestellt werden konnte. Gelb eingezeichnet ist der Bewuchs durch Goldrute. / Bild Rechts: NSG 7C im NDSM. Die betroffenen Stellen sind zwar durch die Markierungen überdeckt, jedoch ist im NDSM- Ausschnitt auch keine der Wiesen in der Umgebung erkennbar. Der Datensatz wird bei folgenden Auswertungen nicht von Nutzen sein. 63

Abbildung 46: Ausschnitt CIR Bild NSG 7C im Maßstab 1:500. Entlang der Sträucher und Bäume und vereinzelt im hohen Gras, sollte sich Drüsiges Springkraut befinden. 64

Abbildung 47: Ausschnitt CIR Bild NSG 7C im Maßstab 1:500. Im hinteren Bereich des Naturschutzgebiets herrscht ein großflächiger Bewuchs durch Goldrute. 65

Abbildung 48: Bild Links: Ausschnitt aus dem CIR - Tile. Im Markierten AOI Bereich herrscht Bewuchs durch die Goldrute / Bild Rechts: Der AOI im Signature Editor von ERDAS 65

Abbildung 49: Mittels des ERDAS Signature Editors konnten die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) der vermeintlichen Goldruten- Flächen ermittelt werden. Anders als beim Japanischen Knöterich, wirken die Bereiche viel konzentrierter. Zum einen auf Grund der höheren Anzahl der verwendeten Pixel und zum anderen auf Grund der einheitlichen Auswahl einer Pflanze. 65

Abbildung 50: Gleichzeitig wurden auch die Histogramme des untersuchten Bereichs ausgegeben (Kanäle 1, 2 und 3 von links nach rechts). Folgende Auswertungen könnten von diesen Informationen profitieren..... 66

Abbildung 51: Eine weitere Analysefläche für den Neophyten Goldrute wurde im hinteren Teil des NSG 7C ausgewählt. 66

Abbildung 52: Wieder wurden die Merkmalsräume der Kanäle 1_2, 1_3 und 2_3 (von links nach rechts) der vermeintlichen Goldruten- Flächen ermittelt. Vergleicht man diese mit den Ergebnissen der vorhergegangenen Auswertung, erkennt man eine hohe Übereinstimmung..... 67

Abbildung 53: Auch die gleichzeitig mitgelieferten Histogramme der einzelnen Kanäle des AOI Layers ähneln denen der vorangegangenen Analyse. Dies bedeutet eine gute Ausgangslage für die späteren Interpretationen. 67

Abbildung 54: Zu Vergleichszwecken wird eine weitere Auswertung an einer Wiesenfläche des NSG 7C durchgeführt. Diese soll bestätigen, dass sich die Merkmalsräume und Histogramme der Goldrute und Wiesen markant unterscheiden. Gesetz dieses Falles, können die ermittelten Ergebnisse unterstützend zur Findung von Vergleichsflächen herangezogen werden. 67

Abbildung 55: Die Merkmalsräume der Wiesenflächen unterscheiden sich in keinsten Weise von den vermeintlichen Goldruten- Flächen. Auf Grund dieser Tatsache, können diese Informationen für spätere Auswertungen nicht verwendet werden. 68

Abbildung 56: Für die gleichzeitig mitgelieferten Histogramme der einzelnen Kanäle des AOI Layers gilt dasselbe. 68

Abbildung 57: Bild Links: CIR- Ausschnitt nebst dem Sulfsee. Im unteren Teil des Bildes ist eine Robinie als Einzelbaum ersichtlich. Im rechten oberen Teil erkennt man einen Verband aus drei Robinien. / Bild Rechts: Der Einzelbaum ist im NDSM gut erkennbar. Auch die Abgrenzung der Robinien zu den anderen Arten ist deutlich. 70

Abbildung 58: Bild Links: Ausschnitt aus dem CIR - Tile. Im Markierten AOI Bereich befindet sich der Einzelbaum Robinie / Bild Rechts: Der AOI im Signature Editor von ERDAS. Die Robinie wurde mit 255 Pixeln erfasst. 70

Abbildung 59: Als ersten Vergleich werden hier die Merkmalsräume der freistehenden Robinie angezeigt, wieder in der Darstellung der Kanäle Nahes Infrarot zu Rot, Nahes Infrarot zu Grün und Rot zu Grün (von links nach rechts)..... 71

Abbildung 60: Die Histogramme der Kanäle NIR, Rot und Grund bilden hier die ersten Vergleichswerte für die folgenden Betrachtungen. Von Interesse ist, ob sie mit denen der Robinien Baumgruppe im oberen Bildausschnitt übereinstimmen..... 71

Abbildung 61: Bild Links: CIR- Ausschnitt mit der Gruppe von Robinien, enthalten im AOI Layer. Bild Rechts: Es wurden 76 Pixel weniger erfasst als zuvor. 71

Abbildung 62: Die Merkmalsräume der Pflanzen stimmen überein. Vergleiche mit anderen Arten im selben CIR- Ausschnitt sind unumgänglich..... 72

Abbildung 63: Das Rückstrahlverhalten im Nahen Infrarot (linker Plot) ähnelt stark dem, der freistehenden Robinie, was damit zusammenhängt, dass die Pflanzen dieselben Reflexionseigenschaften aufweisen. Auf Grund der Baumschatten treten Unterschiede bei Kanal Rot und Grün auf. 72

Abbildung 64: Bild Links: Laubbaum neben der Straße am Sulfsee / Bild Rechts: Einen weiteren Vergleich lieferte die Birke neben der freistehenden Robinie. 73

Abbildung 65: Bildreihe Oben: Die Merkmalsräume des Laubbaums neben der Straße / Bildreihe Unten: Die Merkmalsräume der Birke neben der freistehenden Robinie 73

Abbildung 66: Überlagerung der Merkmalsräume der freistehenden Robinie (rot) und der nebenstehenden Birke (blau) 74

Abbildung 67: Bild Links: CIR- Ausschnitt einer Robinie in Heimschuh. Der Baum wirkt auf den ersten Blick wesentlich „heller“ als seine Verwandten am Sulfsee. / Bild Rechts: Durch Backscattering wirkt das NDSM in diesem Bereich sehr körnig. Eine Abgrenzung zu den anderen Arten ist aber zu erahnen..... 75

Abbildung 68: Merkmalsräume der Robinie in Heimschuh. Bereits hier lassen sich ohne direkten Vergleich Abweichungen zu denen der Robinie am Sulfsee ausmachen..... 75

Abbildung 69: Ausschnitt oben: Robinie in Heimschuh nach Import im Signature Editor / Ausschnitt unten: Robinie am Sulfsee nach Import im Signature Editor. Die beiden Bäume weichen stark voneinander ab. 76

Abbildung 70: Die Robinien im direkten Vergleich. Rot der Merkmalsraum der Robinie vom Sulmsee. Blau der Merkmalsraum der Robinie in Heimschuh. 76

Abbildung 71: Bild Links: Die Robinie ist im CIR- Ausschnitt nicht auszumachen. Hier könnte es sich auch um eine der umliegenden Erlen oder Eschen handeln. / Bild Rechts: Auch im NDSM ist keine Abgrenzung ersichtlich. Unter solchen Umständen werden Identifikationen unmöglich. 77

Abbildung 72: Vermutete Robinien in Großklein – CIR- Ausschnitt in der Mitte zeigt einen 100 Meter Radius um die während der ersten Befahrung gefundene Robiniengruppe / Markierung 1: Verdacht auf eine Robinie als Einzelbaum / Markierung 2: Verdacht auf eine Gruppe von Robinien / Markierung 3: Verdacht auf eine weitere Gruppe von Robinien. 83

Abbildung 73: Vermutete Robinien in Klein Preding – CIR- Ausschnitt in der Mitte zeigt einen 100 Meter Radius um die während der ersten Befahrung gefundene Robinie in Mitten der umliegenden Bäume / Markierung 1: Verdacht auf eine Gruppe von Robinien / Markierung 2: Verdacht auf eine große Robinie als Einzelbaum / Markierung 3: Verdacht auf eine weitere Gruppe von Robinien. 85

Abbildung 74: Im untersuchten Gebiet konnten während der Sichtung der Ist- Situation in Natur zwei weitere Robinien ausgemacht werden. / Markierung 1: Robinie als Einzelbaum / Markierung 2: Robinie als Einzelbaum 86

Abbildung 75: Vermutete Robinien in einem Waldgebiet in Pitsdorf– CIR- Ausschnitt in der Mitte zeigt einen 100 Meter Radius um die während der ersten Befahrung gefundene Robinie in Mitten der umliegenden Bäume / Markierung 1: Verdacht auf eine Gruppe von Robinien sowie einen Einzelbaum – CIR- und NDSM- Datensatz stimmen nicht überein / Markierung 2: Verdacht auf eine weitere Gruppe von Robinien / Markierung 3: Verdacht auf eine große Robinie als Einzelbaum – dieser konnte bestätigt werden. 87

Abbildung 76: In Dobl- Dorf, in der Nähe einer während der ersten Befahrung gesichteten Robinie wurden zwei Robinien (Markierung 1 und 2) als Einzelbäume vermutet. In NDSM ist zu erkennen, dass die Bäume im räumlichen Abstand zu den umliegenden Arten wachsen. 88

Abbildung 77: Markierung 1 und 2: Bei den vermuteten Robinien handelt es sich um Eschen / Markierung 3: eine weitere Esche / Markierungen 4, 5 und 6: Silber- Ahorn als Zierpflanze 89

Abbildung 78: Kläranlage neben L374, in der Nähe einer während der ersten Befahrung gesichteten Robinie wurden zwei Robinien (Markierung 1 und 2) als Einzelbäume vermutet. Vor allem der Baum unter Markierung 2 grenzt sich deutlich von den umliegenden Arten ab (Ersichtlich im CIR- und im NDSM- Ausschnitt). 90

Abbildung 79: Markierung 1: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Weide / Markierung 2: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Esche / Markierung 3: Eiche / Markierung 4: Weide / Markierung 5: Weide. 91

Abbildung 80: In Mutterndorf wurden neben einem Sportplatz drei Robinien (Markierung 1, 2 und 3) vermutet. Zwar grenzt sich der Baum unter Markierung 3 räumlich nicht so stark von seinem Nachbarn ab (NDSM), doch passt er optisch zu den Robinien der Vergleichsflächen. 92

Abbildung 81: Markierung 1: Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Esche / Markierung 2:
Bei der vermuteten Robinie handelt es sich um eine Weide / Markierung 3: Bei der vermuteten Robinie
handelt es sich um eine Linde / Markierung 4: Weide / Markierung 5: Birke / Markierung 6: Weide /
Markierung 7: Linde 93

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Auflösungen gängiger Sensorsysteme.....	9
Tabelle 2: Wünschenswerte Datengrundlage für eine optimierte Auswertung	15
Tabelle 3: Vorliegende Daten.....	16
Tabelle 4: Zusammenfassung der gefährlichsten invasiven Neophyten in der Steiermark	37
Tabelle 5: Neophyten die während der ersten Befahrung ermittelt werden konnten	51
Tabelle 6: Koordinaten der Robinie in Großklein und der umliegenden vermuteten Robinien:.....	84
Tabelle 7: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Großklein:.....	84
Tabelle 8: Koordinaten der Robinie in Klein- Preding und der umliegenden vermuteten Robinien:.....	85
Tabelle 9: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Klein Preding:.....	86
Tabelle 10: Koordinaten der Robinie im Waldstück in Pitsdorf und der umliegenden vermuteten Robinien:	87
Tabelle 11: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Pitsdorf:	88
Tabelle 12: Koordinaten der vermuteten Robinien in Dobl- Dorf Ackerstraße:.....	89
Tabelle 13: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Dobl- Dorf Ackerstraße:	90
Tabelle 14: Koordinaten der vermuteten Robinien neben der Kläranlage an der Schnelltraße L374:	91
Tabelle 15: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets neben der Kläranlage an der Schnelltraße L374:	91
Tabelle 16: Koordinaten der vermuteten Robinien in Mutterndorf:	92
Tabelle 17: Ergebnisse der Sichtung des Gebiets in Mutterndorf:.....	93
<i>Tabelle 18: Aussagekräftigste Ergebnisse der Kontrollfahrt</i>	<i>95</i>
Tabelle 19: Bestätigte Verdachtsflächen.....	107
Tabelle 20: Ein Überblick der Arten in CIR-Ausschnitten im Maßstab 1:500.....	109

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ADS	Airborne Digital Sensor
ALS	Airboren Laser Scanning
Aster	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
BQ	Bildquelle
CIR	Coloured Infrared
DGM	Digitales Geländemodell
DMC	Disaster Monitoring Constellation
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DSM	Digital Surface Model
DTM	Digital Terrain Model
HRSC	High Resolution Stereo Camera
Ikonos pan	Ikonos panchromatic
IRS LISS	Indian Remote Sensing Linear Imaging Self-Scanning System
IRS pan	Indian Remote Sensing panchromatic
IRS WIFS	Indian Remote Sensing Wide Field Sensor
Landsat ETM	Landsat Enhanced Thematic Mapper
Landsat MSS	Landsat Multispectral Scanner System
LIDAR	Light detection and ranging
Meteosat	Meteorological Satellite
m	Meter
mm	Millimeter
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NDOM	Normiertes Digitales Oberflächenmodell
NDSM	Normalized Digital Surface Model
NIR	Nahes Infrarot
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OV	Onlineverweiß
Quickbird pan	Quickbird panchromatic
RADAR	Radio Detection and Ranging
SAR	Synthetic Aperture Radar
SMMR	Scanning Multichannel Microwave Radiometer
SPOT	Système Probatoire d'Observation de la Terre
UV	Ultraviolet
µm	micrometer

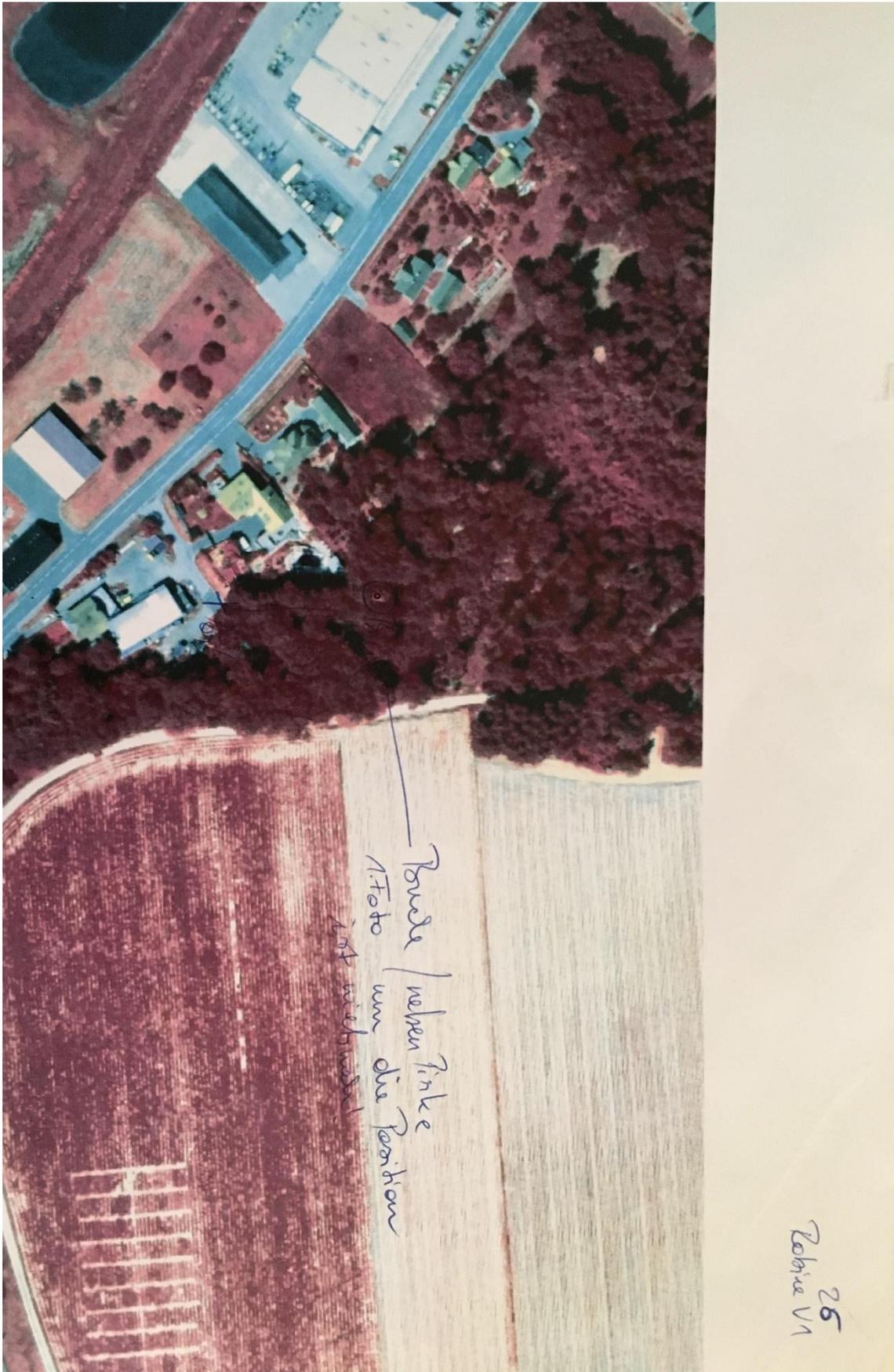
ANHANG I : BEFAHRUNGSUNTERLAGEN

Im folgenden Anhang finden sich die Abbildungen der ersten und zweiten Befahrung:

NR	Text	X	Y						
24	VERDACHT GOLDRUTE SPRINGKRAUT STAUDENKNÄ-T NSG52C	530286,0	5177780,0	15,396542	46,752885	15°23,79'	46°45,17'		
25	Robinien am Buchkogel	539013,0	5190780,0	15,511911	46,869415	15°30,71'	46°52,16'		
26	VERDACHT ROBINIE 01	527943,0	5200230,0	15,367239	46,955011	15°22,03'	46°57,30'		
27	VERDACHT ROBINIE 02	528085,0	5199820,0	15,36908	46,951315	15°22,14'	46°57,08'		
28	VERDACHT ROBINIE 03	527252,0	5199210,0	15,358097	46,94586	15°21,49'	46°56,75'		
29	VERDACHT ROBINIE 04	526995,0	5198920,0	15,354703	46,943261	15°21,28'	46°56,60'		
30	VERDACHT ROBINIE 05	527042,0	5198840,0	15,355315	46,942539	15°21,32'	46°56,55'		
31	VERDACHT ROBINIE 06	-52706,0	5198630,0	15,355539	46,940649	15°21,33'	46°56,44'		
32	VERDACHT ROBINIE 07	528176,0	5198530,0	15,370196	46,939702	15°22,21'	46°56,38'		
33	VERDACHT ROBINIE 08	528333,0	5198520,0	15,372258	46,939606	15°22,34'	46°56,38'		
34	VERDACHT ROBINIE 09	528410,0	5198490,0	15,373287	46,942032	15°22,40'	46°56,52'		
35	VERDACHT JAPANISCHER KNÄ-TERRICH	530640,0	5195480,0	15,402363	46,912147	15°24,14'	46°54,73'		
36	VERDACHT GOLDRUTE KNÄ-TERRICH	530750,0	5195190,0	15,403788	46,909533	15°24,23'	46°54,57'		
37	VERDACHT ROBINIE 10 = Verd. oben verweidert	530857,0	5195030,0	15,405182	46,908088	15°24,31'	46°54,49'		
38	VERDACHT SPRINGKRAUT KNÄ-TERRICH usw	530824,0	5194910,0	15,404743	46,907279	15°24,28'	46°54,44'		
39	Verdacht Robinien KnÄ-TERRICH Bärenklau Goldrute	531089,0	5194580,0	15,408198	46,904028	15°24,49'	46°54,24'		
40	Verdacht Robinie 11	531084,0	5194160,0	15,408104	46,900248	15°24,49'	46°54,01'		
41	Verdacht Robinie 12	531074,0	5190550,0	15,408159	46,867762	15°24,49'	46°52,07'		
42	Verdacht Goldrute	531218,0	5190490,0	15,409612	46,867217	15°24,58'	46°52,03'		
43	VERDACHT ROBINIE 13	531358,0	5188680,0	15,411283	46,845523	15°24,68'	46°50,73'		
44	VERDACHT GOLDRUTE	531156,0	5186100,0	15,408498	46,827715	15°24,51'	46°49,66'		
45	VERDACHT GOLDRUTE DANEBEN	531103,0	5186020,0	15,407798	46,826998	15°24,47'	46°49,62'		
46	VERDACHT GOLDRUTE	531572,0	5185470,0	15,413909	46,822026	15°24,83'	46°49,32'		
47	Verdacht Goldrute	531944,0	5184660,0	15,418729	46,814719	15°25,12'	46°48,88'		
48	VERDACHT ROBINIE 14	536287,0	5183450,0	15,47556	46,803609	15°28,53'	46°48,22'		

Handwritten notes on the table:

- Bei 29 Knoblauchwälder unter Stromleitung / unter Stromleitung →
- Klein Knechtung Kobolde unter Stromleitung
- Gelbes Horn 2 → Fels / Felsrand auf Feld / gelber Horn →
- bei 29 Knoblauchwälder unter Stromleitung / unter Stromleitung →
- Klein Knechtung Kobolde unter Stromleitung

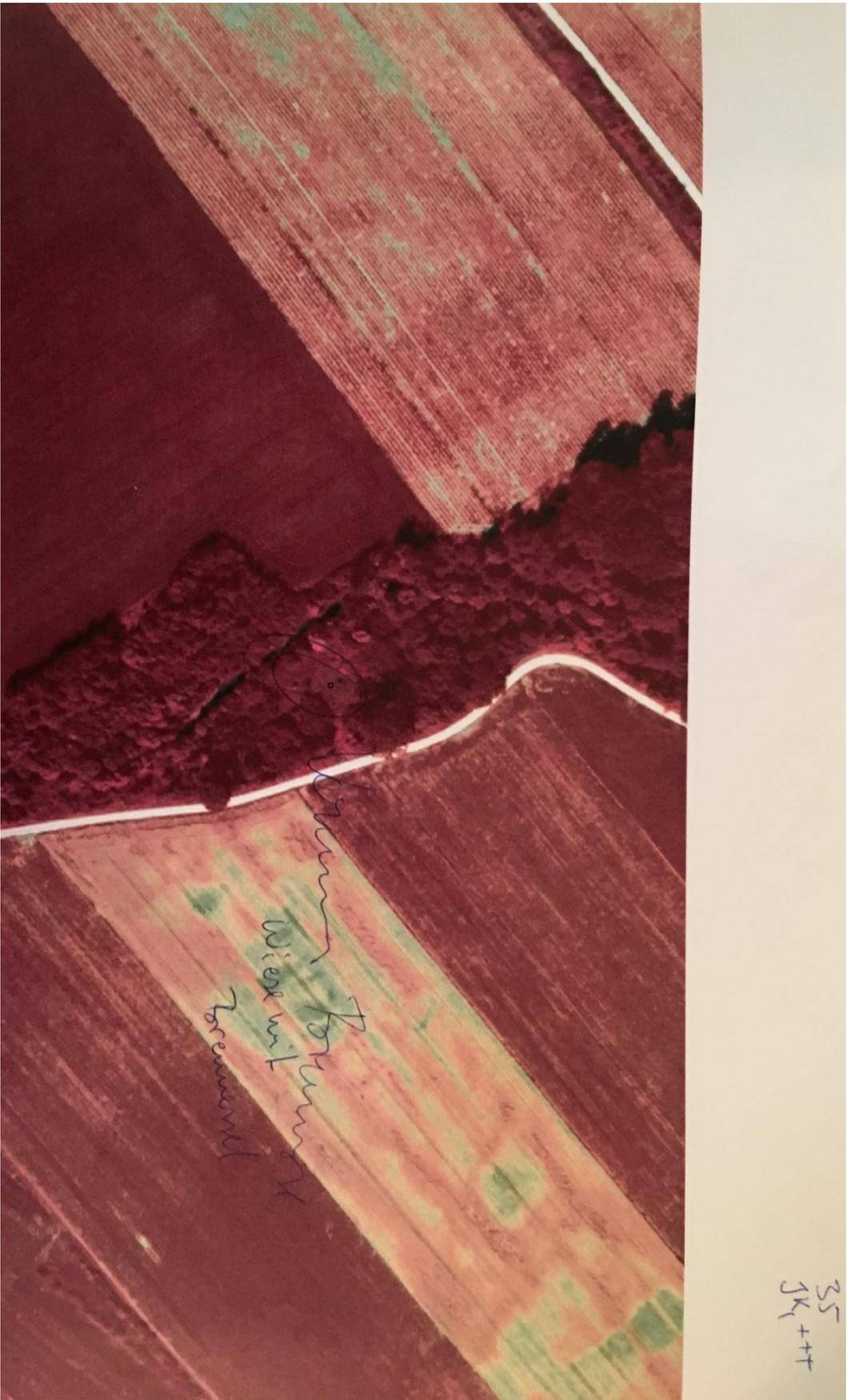




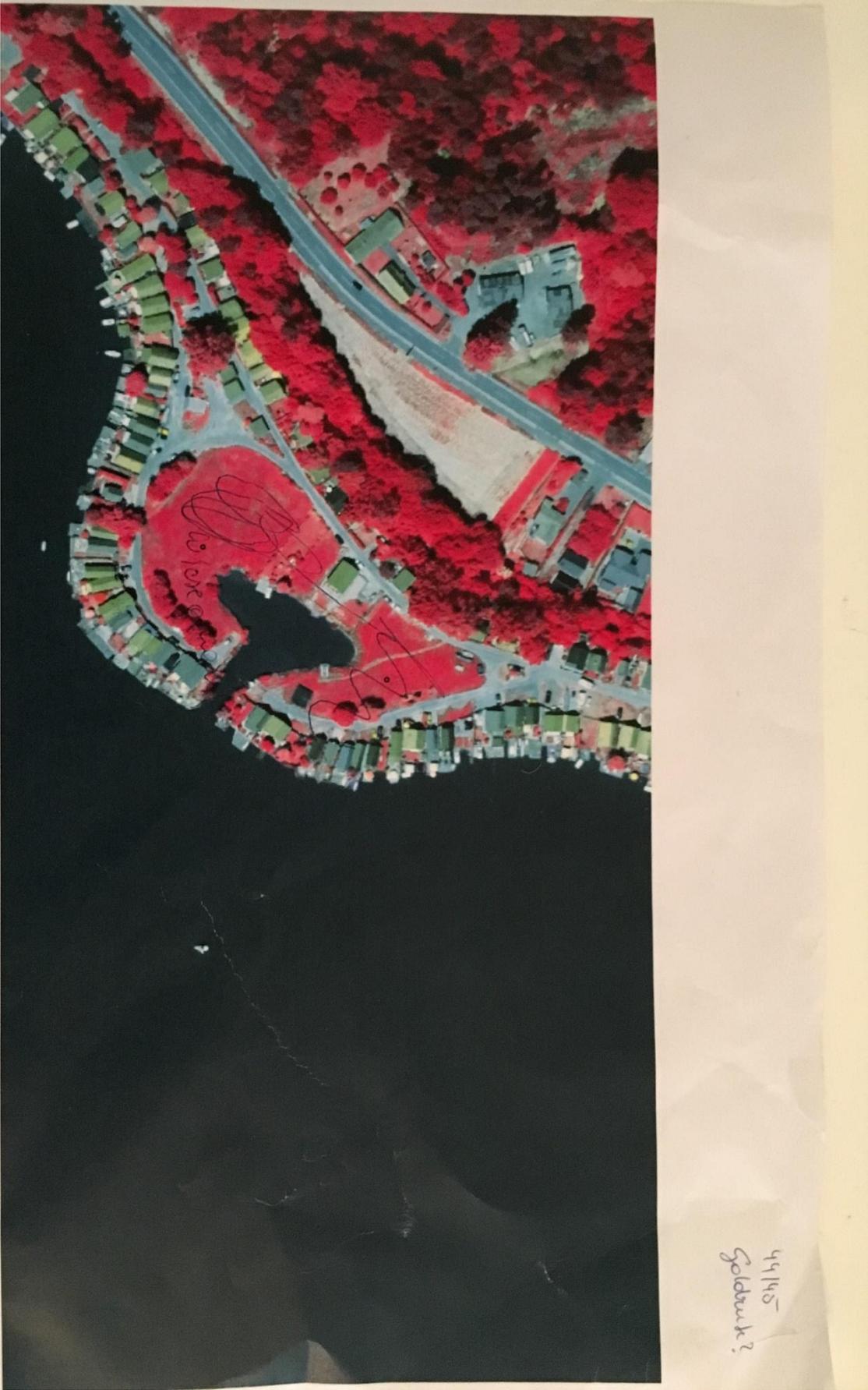


31
2V6













407
Vord.
Sprigke GRB



49
WR

ANHANG II : ERGEBNISSE DER BEFAHRUNGEN IN ERDAS

FID	Name	X_Koord	Y_Koord
0	Robinie Seeufer Gemeinde Tillmitsch	540,070.0000000	5,185,130.0000000
1	Robinie hinter Haus	540,887.0000000	5,182,960.0000000
2	Robinie entlang Straße Kogelberg 25, 23, 18 Kaind	539,528.0000000	5,181,740.0000000
3	Robinie neben Sulmsee Kaindorf	539,618.0000000	5,180,700.0000000
4	Robinien gegenüber Sulmsee Kaindorf	539,579.0000000	5,180,740.0000000
5	Robinie entlang Flusslauf Heimschuh	538,455.0000000	5,179,710.0000000
6	Robinie Nestelberg 18	535,931.0000000	5,176,840.0000000
7	Robinie Nestelberg 19	535,783.0000000	5,176,830.0000000
8	Robinie Großklein Mattelsberg 64	534,189.0000000	5,175,870.0000000
9	Robinie neben Haus Eichberg 122	532,835.0000000	5,174,100.0000000
10	Robinie Klein Preding Neu Bergweg 10-19	531,663.0000000	5,190,680.0000000
11	Robinie Pös Zwaring Pöls 49	531,194.0000000	5,192,880.0000000
12	Robinien hinter Biotob nahe nsg52c	529,237.0000000	5,177,100.0000000
13	Robinie beim Bach Gleinstätten 193	529,285.0000000	5,177,600.0000000
14	Japanischer Knöterich großflächig Japanischer Knöterich Verlauf neben	529,376.0000000	5,178,000.0000000
15	Fluss Start Japanischer Knöterich Verlauf neben	529,351.0000000	5,177,980.0000000
16	Fluss Ende	529,778.0000000	5,177,720.0000000
17	Japanischer Knöterich Verlauf Feld Start	529,391.0000000	5,177,780.0000000
18	Japanischer Knöterich Verlauf Feld Ende	529,451.0000000	5,177,880.0000000
19	Japanischer Knöterich im Feld	529,460.0000000	5,177,800.0000000
20	Riesenbärenklau Weislweg 22 Riesenbärenklau Liebochstraße 42 8143	527,544.0000000	5,202,640.0000000
21	Tobl Springkraut NSG07C rund um die	527,287.0000000	5,200,940.0000000
22	Bestrauchung Goldrute NSG 07C hinterer	530,444.0000000	5,185,550.0000000
23	Wiesenbereich VERDACHT GOLDRUTE SPRINGKRAUT	530,547.0000000	5,185,590.0000000
24	STAUDENKNÖT NSG52C	530,286.0000000	5,177,780.0000000
25	Robinien am Buchkogel	539,013.0000000	5,190,780.0000000
26	VERDACHT ROBINIE 01	527,943.0000000	5,200,230.0000000
27	VERDACHT ROBINIE 02	528,085.0000000	5,199,820.0000000
28	VERDACHT ROBINIE 03	527,252.0000000	5,199,210.0000000
29	VERDACHT ROBINIE 04	526,995.0000000	5,198,920.0000000
30	VERDACHT ROBINIE 05	527,042.0000000	5,198,840.0000000
31	VERDACHT ROBINIE 06	527,060.0000000	5,198,630.0000000
32	VERDACHT ROBINIE 07	528,176.0000000	5,198,530.0000000
33	VERDACHT ROBINIE 08	528,333.0000000	5,198,520.0000000
34	VERDACHT ROBINIE 09	528,410.0000000	5,198,790.0000000
35	VERDACHT JAPANISCHER KNÖTERRICH	530,640.0000000	5,195,480.0000000
36	VERDACHT GOLDRUTE KNÖTERICH	530,750.0000000	5,195,190.0000000
37	VERDACHT ROBINIE 10	530,857.0000000	5,195,030.0000000
38	VERDACHT SPRINGKRAUT Knöterich usw	530,824.0000000	5,194,940.0000000

Verdacht Robinien Knötterich Bärenklau			
39	Goldrute	531,089.0000000	5,194,580.0000000
40	Verdacht Robinie 11	531,084.0000000	5,194,160.0000000
41	Verdacht Robinie 12	531,107.0000000	5,190,550.0000000
42	Verdacht Goldrute	531,218.0000000	5,190,490.0000000
43	VERDACHT ROBINIE 13	531,358.0000000	5,188,080.0000000
44	VERDACHT GOLDRUTE	531,156.0000000	5,186,100.0000000
45	VERDACHT GOLDRUTE DANEBEN	531,103.0000000	5,186,020.0000000
46	VERDACHT GOLDRUTE	531,572.0000000	5,185,470.0000000
47	Verdacht Goldrute	531,944.0000000	5,184,660.0000000
48	VERDACHT ROBINIE 14	536,287.0000000	5,183,450.0000000
49	Birke	528,035.0000000	5,199,900.0000000
50	Esche 1 bei 27	528,097.0000000	5,199,800.0000000
51	Esche 2 bei 27	528,061.0000000	5,199,860.0000000
52	Silber Ahorn 1 bei 27	528,147.0000000	5,199,840.0000000
53	Silber Ahorn 2 bei 27	528,169.0000000	5,199,840.0000000
54	Silber Ahorn 3 bei 27	528,182.0000000	5,199,840.0000000
55	Tote Linde bei 28	527,303.0000000	5,199,210.0000000
56	Götterbaum bei 28	527,292.0000000	5,199,190.0000000
57	Verdacht Robinie bei 28 war aber Esche	527,239.0000000	5,199,220.0000000
58	Linde bei 31	527,055.0000000	5,198,670.0000000
59	Eiche bei 32/33	528,199.0000000	5,198,510.0000000
60	Weide 1 bei 32/33	528,130.0000000	5,198,550.0000000
61	Weide 2 bei 32/33	528,147.0000000	5,198,560.0000000
62	Weide 3 bei 32/33	528,220.0000000	5,198,510.0000000
63	Weide 4 bei 32/33	528,270.0000000	5,198,500.0000000
64	Weide 5 bei 32/33	528,423.0000000	5,198,540.0000000
65	Linde bei 34	528,391.0000000	5,198,890.0000000
66	Weide 1 bei 34	528,393.0000000	5,198,830.0000000
67	Weide 2 bei 34	528,390.0000000	5,198,820.0000000
68	Birke bei 34	528,414.0000000	5,198,770.0000000
69	Linde 2 bei 34	528,419.0000000	5,198,760.0000000
70	Weide 3 bei 34	528,408.0000000	5,198,760.0000000
71	Mais 1 bei 36	530,792.0000000	5,195,280.0000000
72	Mais 2 bei 36	530,850.0000000	5,195,250.0000000
73	Weizen 1 bei 36	530,905.0000000	5,195,200.0000000
74	Mais 3 bei 36	530,795.0000000	5,195,090.0000000
75	ROBINIE bei 36	530,723.0000000	5,195,190.0000000
76	Brennesselfeld 1 bei 32	530,723.0000000	5,195,230.0000000
77	JAPANISCHER KNÖTERRICH bei 36	530,737.0000000	5,195,190.0000000
78	Brennessel und hohes Gras bei 36	530,734.0000000	5,195,280.0000000
79	Weide bei 36	530,696.0000000	5,195,260.0000000
80	FOTO ähnlich Knötterich	530,765.0000000	5,195,180.0000000
81	Schilf hohes Gras bei 36	530,709.0000000	5,195,250.0000000
82	Eiche 1 bei 37/38	530,821.0000000	5,195,070.0000000
83	Eiche 2 bei 37/38	530,825.0000000	5,195,070.0000000
84	Eiche 3 bei 37/38	530,868.0000000	5,195,020.0000000
85	Wiese bei 37/38	530,835.0000000	5,195,000.0000000

86	Wiese und Brennessel bei 37/38	530,828.0000000	5,194,950.0000000
87	JAPANISCHER KNÖTERRICH BEI 37/38	530,862.0000000	5,195,040.0000000
88	Mais bei 37/38	530,894.0000000	5,194,980.0000000
89	Ähnlich Birke oder Buche bei 39	531,103.0000000	5,194,580.0000000
90	Weide 1 bei 39	531,052.0000000	5,194,560.0000000
91	Weide 2 bei 39	531,043.0000000	5,194,580.0000000
92	Weide 3 bei 39	531,088.0000000	5,194,550.0000000
93	Mais 1 bei 39	531,112.0000000	5,194,620.0000000
94	Mais 2 bei 39	531,056.0000000	5,194,630.0000000
95	Wiese hohes Gras bei 39	531,113.0000000	5,194,580.0000000
96	Wiese bei 39	531,089.0000000	5,194,620.0000000
97	Buche bei 41/42	531,101.0000000	5,190,570.0000000
98	Wiese bei 41/42	531,224.0000000	5,190,530.0000000
99	Mais 1 bei 41/42	531,171.0000000	5,190,560.0000000
100	Mais 2 bei 41/42	531,162.0000000	5,190,450.0000000
101	Weizen bei 41/42	531,231.0000000	5,190,440.0000000
102	WEIN bei 41/42	531,110.0000000	5,190,470.0000000
103	'Wiese 2 bei 41/42	531,005.0000000	5,190,470.0000000
104	Ahorn groß bei 43	531,282.0000000	5,188,080.0000000
105	Buche bei 43	531,369.0000000	5,188,100.0000000
106	Ahorn 1 bei 43	531,351.0000000	5,188,090.0000000
107	Eiche 1 bei 43	531,342.0000000	5,188,080.0000000
108	Eiche 2 bei 43	531,333.0000000	5,188,070.0000000
109	Eiche 3 bei 43	531,325.0000000	5,188,060.0000000
110	Roter Ahorn bei 43	531,301.0000000	5,188,100.0000000
111	Nussbaum bei 43	531,263.0000000	5,188,110.0000000
112	Weide bei 43	531,356.0000000	5,188,060.0000000
113	komischer Busch bei 43 FOTOS	531,301.0000000	5,188,080.0000000
114	Esche bei 46	531,575.0000000	5,185,460.0000000
115	Weide bei 46	531,600.0000000	5,185,440.0000000
116	Wiese 1 bei 46	531,521.0000000	5,185,520.0000000
117	Wiese 2 bei 46	531,763.0000000	5,185,560.0000000
118	Wiese 3 bei 46	531,573.0000000	5,185,630.0000000
119	Wiese mit Brennesseln bei 47	531,956.0000000	5,184,660.0000000
120	Wiese bei 46	531,931.0000000	5,184,630.0000000
121	Wiese mit irgendwas bei 46	532,053.0000000	5,184,650.0000000
122	Buche bei 48	536,313.0000000	5,183,440.0000000
123	Wiese 1 bei 48	536,254.0000000	5,183,410.0000000
124	Wiese 2 bei 48	536,406.0000000	5,183,490.0000000
125	Birkenähnlich bei 40	531,060.0000000	5,194,190.0000000
126	Weiden 1 bei 40	531,160.0000000	5,194,170.0000000
127	Weiden 2 bei 40	531,136.0000000	5,194,150.0000000
128	Weiden 3 bei 40	531,050.0000000	5,194,220.0000000
129	Weiden 4 bei 40	531,045.0000000	5,194,180.0000000
130	JAPANISCHER KNÖTERRICH START BEI 40	531,046.0000000	5,194,220.0000000
131	JAPANISCHER KNÖTERRICH ENDE BEI 40	531,014.0000000	5,194,230.0000000
132	Verdacht GÖTTERBAUM	527,676.0000000	5,199,570.0000000
133	roter Ahorn	527,684.0000000	5,199,550.0000000

134	Japanischer Knötterich start feld1	529,232.0000000	5,177,860.0000000
135	Japanischer Knötterich Ende Feld 1	529,173.0000000	5,177,930.0000000
136	Japanischer Knötterich Start Feld 2	529,264.0000000	5,177,860.0000000
137	Japanischer Knötterich Ende Feld 2	529,159.0000000	5,177,990.0000000
138	JAPKNÖT 2,15m	529,407.0000000	5,177,810.0000000
139	JAPKNÖT Start 2m	529,394.0000000	5,177,790.0000000
140	JAPKNÖT Ende 2m	529,393.0000000	5,177,790.0000000
141	JAPKNÖT 1,6m	529,392.0000000	5,177,770.0000000
142	JAPKNÖT 1,8m	529,401.0000000	5,177,770.0000000
143	JAPKNÖT 1,5 m	529,425.0000000	5,177,760.0000000
144	JAPKNÖT 2m 1	529,439.0000000	5,177,750.0000000
145	JAPKNÖT 2,2m START	529,447.0000000	5,177,750.0000000
146	JAPKNÖT 2,2m ENDE	529,466.0000000	5,177,740.0000000
147	JAPKNÖT 2,5 m bis Waldrand	529,435.0000000	5,177,860.0000000
148	JAPKNÖT 2,0 m bis waldrand	529,503.0000000	5,177,780.0000000
149	Goldrute oder Seegras	529,198.0000000	5,182,750.0000000